

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Жидачевського Ярослава Антоновича
«Фізичні властивості ортоалюмінату ітрію, легованого марганцем,
для люмінесцентної дозиметрії іонізуючого випромінювання»
представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла

Актуальність теми дисертації

У зв'язку із активними дослідженнями методів дозиметрії іонізуючого випромінювання в останні десятиліття поглибився пошук матеріалів, конструкцій і технологій, які б дозволили покращити експлуатаційні параметри існуючих пристроїв в цій галузі. Традиційно для потреб радіаційної дозиметрії застосовують люмінесцентні методи, у тому числі термолюмінесцентні пристрої, а в якості чутливих елементів успішно використовують твердотільні оксиди, фториди, сульфати та інші матеріали. Разом з тим, неухильний розвиток сучасних технологій вимагає постійного вдосконалення існуючих дозиметричних пристроїв і, перш за все, покращення характеристик матеріалів чутливих елементів.

Незважаючи на те, що в сучасній дозиметрії наявний широкий клас різноманітних детекторів, на сьогодні не існує універсальних пристроїв, які можна було б застосовувати для реєстрування та аналізу широкої гами іонізуючого випромінювання, що спонукає подальші пошуки і розробки. Тому дослідження нових матеріалів і технологій, які розширюють діапазон функціональних властивостей дозиметричних пристроїв, зокрема, кристалів ортоалюмінату ітрію, легованого марганцем, і встановлення шляхів керованої модифікації його властивостями, чому і присвячена дисертаційна робота Жидачевського Я. А. є **актуальними** як в теоретичному, так і в прикладному відношеннях.

Актуальність дисертації підтверджується також її зв'язком з більш, ніж десятком бюджетними і госпдоговірними темами та міжнародними проектами, серед яких слід відзначити наступні:

- «Методи керування функціоналами властивостями складних оксидних матеріалів та оптимізація перетворювальних пристроїв на їх основі» (№ ДР 0109U001160);

- «Кристали ортоалюмінату ітрію ($YAlO_3$), леговані марганцем для термолюмінесцентної дозиметрії іонізаційного випромінювання» (№ ДР 0109U001166);

- «Оптимізація властивостей ортоалюмінату ітрію, легованого марганцем для термолюмінесцентної дозиметрії іонізаційного випромінювання» (№ ДР 0110U001100);

- «Нова дозиметрія для класифікації потерпілих від іонізуючого випромінювання» (NUKR. SFPP 984649).

Поставлена в дисертації **мета** – встановлення шляхів і способів надання ортоалюмінату ітрію, легованого марганцем, оптичних і люмінесцентних властивостей, необхідних для дозиметрії іонізуючого випромінювання – досягнута в результаті застосування сучасних експериментальних методів, зокрема рентгеноструктурного аналізу, оптичної та електронної мікроскопії, оптичної спектрофотометрії, рентгено- та фотолюмінесценції, оптичної та термічно стимульованої люмінесценції та ін.

Найсуттєвіші наукові результати дисертаційного дослідження та їх новизна

До **найвагоміших наукових результатів** автора дисертаційної роботи слід віднести наступні:

1. Сформовані технологічні вимоги до умов вирощування кристалів $YAlO_3:Mn^{2+}$ для застосування в люмінесцентній дозиметрії іонізуючого випромінювання, зокрема встановлено переваги легуючого компоненту MnO , показано переваги використання шихти збагаченої ітрієм, а також додаткового легування кремнієм і гафнієм та ін.
2. Встановлено, що необхідною умовою використання кристалів $YAlO_3:Mn$ для люмінесцентної дозиметрії іонізуючого випромінювання є наявність іонів Mn^{2+} , відповідальних за свідчення в зеленій області спектру.
3. Показано, що температурне гасіння фотолюмінесценції іонів Mn^{4+} , зумовлене безвипромінюваною рекомбінацією, спостерігається при температурах вищих за 420 К.
4. Встановлено, що термовисвічування кристалів $YAlO_3:Mn^{2+}$ у зеленій області спектру чутливе до дії видимого світла, що може бути використано для оптичної стимуляції детекторів.
5. Визначені основні дозиметричні характеристики термолюмінесцентних детекторів на основі кристалів $YAlO_3:Mn^{2+}$, зокрема такі як чутливість, термічний фединг, повторюваність та інші і показані їхні переваги перед існуючими прототипами.
6. Встановлено переваги і недоліки різних форм і модифікацій ортоалюмінату ітрію (монокристали, порошки, кераміка) для детектування α -, β - і γ -випромінювання.

Практичне значення результатів даної роботи полягає насамперед в тому, що проведенні дослідження можуть бути використані для серійного виробництва люмінесцентних дозиметрів з покращеними експлуатаційними параметрами у порівнянні з існуючими.

Загальна оцінка роботи

Дисертація Жидачевського Я. С. є завершеною роботою, яка містить нові, науково обгрунтовані результати цілеспрямованих комплексних досліджень, викладені на 263 сторінках машинопису в 5 розділах.

В першому розділі дисертації “Матеріали термолюмінесцентної дозиметрії: сучасний стан та напрямки розвитку” описано фізичні основи та сутність методу термолюмінесцентної дозиметрії і представлено огляд сучасного стану її розвитку. На основі цього аналізу сформована мета і задачі дослідження.

Другий розділі дисертаційної роботи “Зразки, методи їх отримання та дослідження властивостей” є традиційно методологічним. В ньому описано методи отримання монокристалів, нанокристалічних та керамічних зразків $YAlO_3:Mn$, способи підготовки зразків для дослідження і методи дослідження їх структурних, оптичних, люмінесцентних та дозиметричних властивостей.

В третьому розділі “Оптичні та люмінесцентні властивості кристалів $YAlO_3:Mn$, та вплив на них радіаційних і термічних полів” наведено результати комплексного дослідження кристалів $YAlO_3:Mn$, зокрема оптичного поглинання, фото-, рентгено- і термолюмінесценції, впливу термічних відпалів в різних середовищах, а також додаткового легування іонами кремнію. Проведенні дослідження підтвердили наявність в кристалах $YAlO_3:Mn$ іонів Mn^{4+} та Mn^{5+} . Встановлено їх взаємне перетворення при різних видах відпалу. Встановлено, що необхідною умовою використання кристалів $YAlO_3:Mn$ для люмінесцентної дозиметрії іонізуючого випромінювання є наявність іонів Mn^{2+} , відповідальних за свідчення в зеленій області спектру. Показано, що температурне гасіння фотолюмінесценції іонів Mn^{4+} , зумовлене безвипромінюваною рекомбінацією, спостерігається при температурах вищих за 420 К. За результатами досліджень показана необхідність оптимізації властивостей кристалів $YAlO_3:Mn$.

В четвертому розділі дисертації “Оптимізація складу та технологія отримання монокристалів $YAlO_3:Mn^{2+}$ та дозиметричні характеристики термолюмінесцентних детекторів на їх основі” описано результати експериментального дослідження закономірностей впливу хімічного складу і технологічних факторів на оптичні та люмінесцентні властивості кристалів $YAlO_3:Mn$, вирощених методом Чохральського. Представлено основні дозиметричні характеристики термолюмінесцентних детекторів на основі монокристалів $YAlO_3:Mn^{2+}$, зокрема, чутливість, стабільність, повторюваність та ін. На основі проведених досліджень сформульовані технологічні вимоги до вирощування вказаних монокристалів, зокрема, показано переваги легуючої компоненти MnO , шихти збагаченої ітрієм, додаткового легування гафнієм та ін. Використання встановлених технологічних переваг дозволило

отримати монокристали $\text{YAlO}_3:\text{Mn}^{2+}$ з високою ефективністю термовисвічування у жовто-зеленій області спектру для низькотемпературної (200 °С) термолюмінесценції і оранжевій області спектру для високотемпературної (350 °С) термолюмінесценції. Показано, що основними особливостями монокристалів $\text{YAlO}_3:\text{Mn}^{2+}$ для детекторів є порівняно високий ефективний атомний номер матеріалу детектора, що зумовлює суттєву залежність чутливості від енергії випромінювання.

В п'ятому розділі дисертації “Люмінесцентні властивості нанопорошків та кераміки $\text{YAlO}_3:\text{Mn}$ з точки зору термолюмінесцентної дозиметрії іонізуючого випромінювання” проаналізовано результати досліджень нанопорошків та кераміки $\text{YAlO}_3:\text{Mn}$, синтезованих різними методами, а також результати порівняльних досліджень монокристалічних та керамічних детекторів на основі $\text{YAlO}_3:\text{Mn}^{2+}$ для детектування різних видів іонізуючих випромінювань. Встановлено, що нанорозмірні порошки та керамічні зразки $\text{YAlO}_3:\text{Mn}$ характеризуються низькою ефективністю термовисвічування, що пояснюється автором низькою концентрацією дефектів Y_{Al} . Разом з тим показано, що використання технології твердофазного синтезу у поєднанні з легуванням гафнієм дозволяє отримати кераміку з високою ефективністю термовисвічування. Це дозволяє декларувати вказаний синтез для виготовлення дозиметрів іонізуючого випромінювання. Встановлено переваги і недоліки різних форм і модифікацій ортоалюмінату ітрію (монокристали, порошки, кераміка) для детектування α -, β - і γ - випромінювання.

Ступінь обґрунтованості та достовірність наукових положень і висновків дисертаційної роботи

Основні результати дисертаційного дослідження повністю опубліковані у фахових наукових періодичних виданнях, широко обговорювалися за участю автора на профільних наукових конференціях міжнародного рівня. Для проведення досліджень автор використав сучасні, добре апробовані й адекватні до задач, що вирішуються, технологічні й експериментальні методики. Обробку й аналіз отриманих результатів здійснено на основі сучасних уявлень про досліджувані дозиметричні матеріали. У тій частині проведених досліджень, де результати автора перекриваються з відомими літературними даними, вони добре узгоджуються з ними. Все вищезазначене забезпечує **обґрунтованість** та **достовірність** одержаних наукових результатів та сформульованих на їхній основі висновків дисертаційної роботи.

Апробація роботи проходила на авторитетних наукових форумах. Публікації автора в наукових журналах та матеріалах конференцій (62 праці) відображають суть виконаних досліджень та представлених в дисертації

результатів. Автореферат дисертації повністю відповідає її змісту, він адекватно передає основні наукові результати дисертанта.

Зауваження щодо дисертаційної роботи

Попри те, що у дисертаційному дослідженні Жидачевського Я. А. одержано низку цікавих і важливих наукових і практичних результатів, сама робота не позбавлена певних вад. До таких, на мою думку, можна віднести наступні.

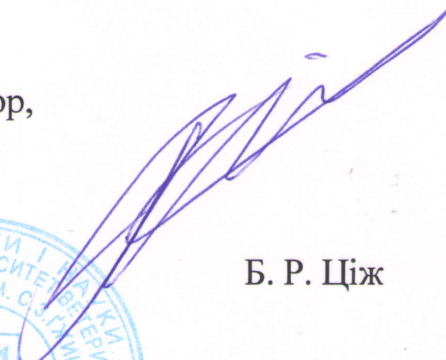
1. Для зручності порівняння і глибшого аналізу впливу іонізуючого опромінення на досліджувані матеріали до спектрів поглинання чи інших характеристик, наприклад, на Рис. 3.13 (с. 103) слід додавати спектри неопромінених зразків.
2. В таблиці 4.2. (с. 188) представлені дозиметричні характеристики досліджуваних термомінесцентних детекторів, а в таблиці 1.1. (с. 38) – порівняльні характеристики відомих матеріалів для термомінодетекторів. Для об'єктивної оцінки результатів дисертаційних досліджень та коректності порівняння слід було б до табл. 4.2. додати кращі досягнення інших авторів з табл. 1.1. і проводити аналіз за однаковими характеристиками.
3. В роботі не представлено результатів вибору та оптимізації товщини різних форм ортоалюмінату ітрію для використання в пристроях детектування. Бажано було б також проаналізувати товсто- і тонкоплівкові технології для їх отримання.
4. В дисертаційній роботі відсутній опис і конструкція макету дозиметра на основі досліджуваних матеріалів.
5. В дисертаційній роботі для позначення температури використовуються як градуси Кельвіна, так і градуси Цельсія. З огляду на те, що основною одиницею в системі СІ є градуси Кельвіна, то саме ці одиниці слід було б використовувати в дисертації.
6. Дисертаційна робота Жидачевського Я. А. написана грамотно і в доступному стилі. До недоліків можна віднести поодинокі стилістичні огріхи та описки.

Однак ці зауваження не мають вирішального впливу на загальну позитивну оцінку дисертації та не применшують її наукової та практичної цінності.

Все вище сказане дозволяє зробити висновок, що представлена дисертаційна робота “Фізичні властивості ортоалюмінату ітрію, легованого марганцем, для люмінесцентної дозиметрії іонізуючого випромінювання” є завершеною науково-дослідницькою роботою, яку виконано на високому науковому рівні із застосуванням сучасних експериментальних методів і повністю відповідає вимогам Департаменту атестації кадрів Міністерства

освіти і науки України щодо робіт на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, а її автор, Жидачевський Ярослав Антонович, заслуговує присвоєння йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла.

Офіційний опонент, доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін
та контролю якості продукції Львівського
національного університету ветеринарної
медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького

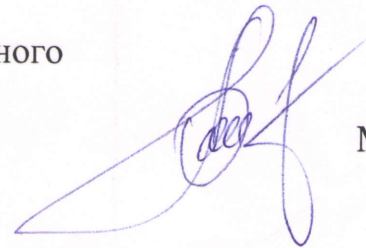


Б. Р. Ціж



Підпис проф. Б. Р. Ціжа завіряю

Вчений секретар Львівського національного
університету ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С. З. Гжицького



М. В. Гіркова