

Голові разової спеціалізованої вченої  
ради Інституту монокристалів  
Національної академії наук України

доктору технічних наук, старшій науковій  
співробітниці відділу нелінійно-оптичних  
кристалів Інституту монокристалів  
Національної академії наук України

**Безкровній Ользі Миколаївні**

## **РЕЦЕНЗІЯ**

офіційного рецензента **Добротворської Марії Вікторівни**,  
кандидата фізико-математичних наук, старшої наукової  
співробітниці відділу кристалічних матеріалів складних сполук  
Інституту монокристалів Національної академії наук України  
на дисертаційну роботу **Тимошенка Арсенія Дмитровича**

на тему

**«Закономірності формування та структурно-фазовий стан  
високолегованої оптичної кераміки  $YAG:Sm^{3+}$ »,  
подану на здобуття ступеня доктора філософії  
в галузі знань 13 «Механічна інженерія»  
за спеціальністю 132 «Матеріалознавство»**

### **Актуальність теми дисертаційної роботи**

Подана робота присвячена розробці високолегованої кераміки  $YAG:Sm^{3+}$  оптичної якості, що може застосовуватися в якості поглинача паразитного випромінювання твердотілого лазера з генерацією на довжині хвилі 1064 нм. Лазери цього діапазону широко використовуються в промисловості, медицині, побутовій техніці, а також для передачі і зберігання інформації. Керамічні технології дозволяють отримати високолеговані оптичні елементи складної форми та різного розміру, з однорідним розподілом активаторів по об'єму, а також у вигляді

композитних елементів. На сьогодні найбільш перспективним методом одержання кераміки високої оптичної якості є метод реакційного спікання у вакуумі з домішками–модифікаторами, які чинять значний вплив на процеси спікання і, в результаті, на кінцеву якість кераміки.

Таким чином, оптимізація умов реакційного спікання у вакуумі, концентрації функціональної домішки і домішок-модифікаторів на структуру та властивості кераміки  $YAG:Sm^{3+}$  є актуальною матеріалознавчою проблемою, яка визначила основні напрями досліджень цієї дисертаційної роботи.

### **Обґрунтованість наукових результатів здобувача**

Обґрунтованість наукових результатів, висновків і рекомендацій, що сформульовані в дисертації, забезпечується використанням сучасного обладнання і широкого набору взаємодоповнюючих сучасних методів дослідження, високим ступенем взаємоузгодженості даних, що одержані здобувачем за допомогою різних фізичних методів, а також з даними, відомими з літературних джерел.

### **Наукова новизна одержаних результатів**

Дисертаційна робота визначається високим науковим рівнем, самостійністю, значущістю сформульованих положень її наукової новизни. Найбільш вагомими науковими здобутками рецензованого дослідження, на наш погляд, є такі:

1. Оптимізовано базовий підхід та визначено основні фізико-технологічні параметри синтезу прозорої кераміки  $YAG:Sm^{3+}$  (3-9 ат.%) оптичної якості методом реакційного спікання у вакуумі для поглиначів паразитного випромінювання на довжині хвилі неодимового лазера (1064 нм).

2. Отримано монофазну високолеговану кераміку  $\text{YAG:Sm}^{3+}$  (9 ат.%), яка має рекордні значення коефіцієнта оптичного поглинання ( $4,5 \text{ см}^{-1}$ ) на довжині хвилі випромінювання та низькі оптичні втрати ( $0,07 \text{ см}^{-1}$ ) на довжині хвилі накачки лазера (808 нм).
3. Визначено оптимальний склад комплексної домішки-модифікатора  $\text{Si}^{4+}+\text{Mg}^{2+}$ , що мінімізує концентрацію оптично-активних дефектів у структурі YAG, і одночасно підвищує протидифузію складових іонів під час консолідації. Кераміка  $\text{YAG:Sm}^{3+}$  (3 ат.%), синтезована методом реакційного спікання з використанням домішки оптимізованого складу, характеризується коефіцієнтом оптичного пропускання на довжині хвилі 808 нм близьким до теоретичної межі.

### **Повнота висвітлення одержаних результатів в опублікованих працях**

Основні наукові положення та висновки, сформульовані у дисертаційній роботі, мають належний ступінь апробації. Вони опубліковані у 3 статтях у наукових виданнях, віднесених до першого і другого кuartилів (Q1,Q2) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank, та 4 тезах доповідей наукових конференцій. Високий науковий рівень публікацій підтверджується цитованістю. За даними Scopus Тимошенко А.Д. вже має 14 цитувань його статей.

### **Дискусійні положення та зауваження до дисертаційної роботи**

1. Чи усереднені по зразку значення коефіцієнтів оптичного пропускання та поглинання (оптичних втрат), наведені в дисертаційній роботі. Якщо так, то у скількох місцях кераміки було виміряно спектри пропускання? Та наскільки однорідними за оптичними властивостями були зразки?

2. В розділі 3.4 показано, що відпал при дифузійном зварюванні керамік покращує їх оптичну якість. Чи означає це, що можна було б збільшити пропускання всіх керамік, отриманих в роботі, додатковим вакуумним відпалом?

3. В таблицях 4.1, 4.2 наведені значення з точністю, що перевищує похибки вимірювань. Тобто, наприклад, замість « $58,4 \pm 5,8$ » потрібно було написати « $58 \pm 6$ ».

4. Стиль викладення матеріалу дисертаційної роботи відповідає прийнятим у науковій літературі нормам, текст написаний грамотною українською мовою, але містить незначну кількість орфографічних та стилістичних помилок, наприклад, фрагменти речень «використовуючи YAG:Nd<sup>3+</sup> як модельну систему» (с.27) та «Експлуатація при високих» (с.92) повторюються 2 рази; «спектроскопічних» (с.39); «022» замість 0,22 (табл.1.1) та ін.

Водночас наведені зауваження та рекомендації не знижують наукової та практичної цінності дисертаційної роботи.

### **Загальний висновок**

Вважаю, що дисертаційна робота Тимошенка А.Д. «Закономірності формування та структурно-фазовий стан високолегованої оптичної кераміки YAG:Sm<sup>3+</sup>» демонструє високий рівень виконання поставленого наукового завдання та оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності та за актуальністю, новизною і достовірністю отриманих наукових результатів повністю 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 12.01.2022 року № 44 та може бути рекомендована до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 «Матеріалознавство».

**Офіційний рецензент:**

старша наукова співробітниця  
відділу кристалічних матеріалів складних сполук  
Інституту монокристалів  
Національної академії наук України

кандидат фізико-математичних наук



Марія ДОБРОТВОРСЬКА

30.01.2024 р.