

## ЗВІТ

### Балабанова Антона Едуардовича за другий рік аспірантури зі спеціальності 132 Матеріалознавство

Тема дисертаційного дослідження: «Процеси синтезу та властивості ІЧ-прозорої кераміки в системі  $\text{MgO-RE}_2\text{O}_3$  (RE: Y, La, Lu)».

Науково-дослідницька діяльність на 2 рік навчання:

1. Встановлення впливу температури і тривалості прожарювання на фазовий склад і структурно-морфологічні параметри нанопорошків  $\text{MgO-Y}_2\text{O}_3$
2. Встановлення впливу мезоструктури вихідних порошкових компактів на мікроструктуру та оптичні властивості кераміки  $\text{Y}_2\text{O}_3$
3. Підготовка елементів літературного огляду за темою дисертації.
4. Підготовка та подання у видавництво статті за темою дисертації
5. Публікація тез за результатами участі у роботі наукової закордонної/вітчизняної конференції

За другий рік навчання в аспірантурі за спеціальністю 132 - матеріалознавство було виконано всі пункти індивідуального плану наукової роботи та вивчено 3 дисципліни: «Сучасні методи досліджень властивостей матеріалів», «Основи обробки матеріалів та одержання виробів з них», «Фізико-технологічні основи отримання керамічних матеріалів»

Досліджено вплив температури та часу прожарювання на структурно-морфологічні характеристики нанопорошків  $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ , отриманих золь-гель методом. Показано, що фрагментація первинної сітчастої структури нанопорошку  $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-MgO}$  починається при температурі відпалу  $500^\circ\text{C}$ . Визначено, що морфологічна стійкість сітчастих агрегатів  $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-MgO}$  обмежена температурою  $800^\circ\text{C}$ , за якої формуються кристаліти розміром 30-40 нм, що точково кріпляться один до одного. При зростанні температури до  $T=1000^\circ\text{C}$  відбувається збільшення розмірів нанокристалів до 50-70 нм за рахунок процесів рекристалізації. Вміст карбонатних і карбоксильних груп у складі нанопорошків суттєво зменшується з підвищенням температури прожарювання. Визначено оптимальні температурно-часові інтервали прожарювання нанопорошків  $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ , що забезпечують фрагментацію первинного сітчастого каркасу порошку та формування ізольованих нанокристалів  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  діаметром до 40 нм ( $T=600 - 900^\circ\text{C}$ ,  $t=2$  години).

Досліджено вплив мезоструктури вихідних порошкових компактів на мікроструктуру та оптичні властивості кераміки  $\text{Y}_2\text{O}_3$ , спеченої за температури

1800°C. Показано, що оптичне пропускання кераміки  $Y_2O_3$ , отриманої з використанням компактів, попередньо відпалених при різних умовах, суттєво залежить від температури відпалу. Кераміка, виготовлена з компактів, відпалених при 800°C, демонструє найвищу оптичну якість, лінійне оптичне пропускання складає 72% при  $\lambda=1100$  нм.

Науково-дослідницька діяльність на 3 рік навчання (план):

1. Визначення впливу температури і тривалості прожарювання на характеристики кераміки  $MgO-Y_2O_3$
2. Визначення впливу температури прожарювання на властивості кераміки  $Y_2O_3$
3. Підготовка елементів літературного огляду за темою дисертації.
4. Підготовка та подання у видавництво статті за темою дисертації
5. Публікація тез за результатами участі у роботі наукової закордонної/вітчизняної конференції
6. Проведення асистентської (педагогічної) практики

## **ЗВІТ АСПІРАНТА**

### **Задорожнього Владислава Сергійовича за другий рік навчання в аспірантурі**

**Назва роботи:** «Вплив модифікацій та складу похідних стільбазолу на вирощування та властивості DAST».

**Мета роботи:** Розробка методів вирощування нових органічних нелінійно-оптичних монокристалів на основі похідних диметиламіно метилстїлбазол-тозилату (DAST) та його похідних для терагерцового спектрального діапазону з високими значеннями коефіцієнтів нелінійної сприйнятливості та високим рівнем променевої міцності.

#### **Задачі на II-й рік навчання:**

1. Підготовка літературного огляду за темою дисертації.
2. Оптимізація умов вирощування монокристалів DAST та його похідних з розчину:
  - 2.1. Визначенні метастабільної зони розчину DAST;
  - 2.2. Визначення впливу пересичення розчину на морфологію кристалів;
  - 2.3. Встановлення алгоритму зниження температури розчину з урахуванням нелінійності кривої розчинності та швидкості відбору розчиненої речовини з розчину.
3. Вибір матеріалів для модифікації DAST, визначення впливу зміни протіону в похідних стільбазолу на спектральні характеристики кристалів.

#### **Висновки:**

1. Були успішно складені іспити з навчальних дисциплін: «Сучасні методи дослідження властивостей матеріалів» – 98 балів, «Наукові основи вирощування монокристалів» – 98 балів, «Основи обробки матеріалів та одержання виробів з них» - залік.
2. Для підготовки літературного огляду було опрацьовано 53 статті. Було сформовано чорновий варіант розділу, присвяченого модифікації DAST.

3. Було встановлено алгоритм зниження температури розчину, що полягає у зниженні температури за логарифмічною залежністю.

4. Було досліджено морфологію кристалів DAST і визначено, що кристали ростуть за механізмами спірально-пошарового росту гвинтовими дислокаціями та пошарового ланцюгового росту крайовими дислокаціями.

5. За аналізом літературних даних було обрано такі модифікації DAST як діметиламіно метилстільбазол триметилбензолсульфонат (DSTMS) та діметиламіно метилстільбазол хлорбензолсульфонат (DASC).

6. За перший рік аспірантури була опублікована стаття у журналі «Functional Materials», V. 28, №3 та отримано патент України на корисну модель №147779, зареєстр. 09.06.2021 «Спосіб регулювання температури при вирощуванні органічних монокристалів з розчину».

Заплановані завдання на II-й рік навчання в аспірантурі виконані у повному обсязі.

## ЗВІТ

### Тимошенка Арсенія Дмитровича за другий рік аспірантури за спеціальності 132 Матеріалознавство

Тема дисертаційного дослідження: Закономірності формування композитної кераміки YAG:Nd/YAG:Sm для лазерів високої потужності.

Науково-дослідницька діяльність на 2 рік навчання:

1. Визначення режимів реакційного спікання прозорої кераміки YAG:Sm<sup>3+</sup> (5ат.%).
2. Встановлення впливу температури спікання на мікроструктуру та оптичні властивості кераміки YAG:Sm<sup>3+</sup> (5ат.%).
3. Підготовка елементів літературного огляду за темою дисертації.
4. Підготовка та подання у видавництво статті за темою дисертації
5. Публікація тез за результатами участі у роботі наукової закордонної/вітчизняної конференції

За другий рік навчання в аспірантурі за спеціальністю 132 - матеріалознавство було виконано всі пункти індивідуального плану наукової роботи та вивчено 3 дисципліни: «Сучасні методи досліджень властивостей матеріалів», «Основи обробки матеріалів та одержання виробів з них», «Фізико-технологічні основи отримання керамічних матеріалів».

Досліджено вплив температури спікання на мікроструктуру, фазовий склад та оптичні властивості кераміки YAG:Sm<sup>3+</sup>. Показано, що температура спікання в діапазоні 1700-1800°C мало впливає на середній розмір зерна кераміки, який коливається лише від 20 до 25 мкм. Встановлено, що в кераміці YAG:Sm<sup>3+</sup> (5ат.%), синтезованої при температурі 1800°C, має місце бімодальний гранулометричний склад. Початок бімодального росту зерен може бути пов'язаний зі зміною енергій границь зерен з підвищенням температури. Результати рентгенофазового аналізу кераміки YAG:Sm<sup>3+</sup> (5 ат.%), синтезованої при температурі 1725°C, показують, що отримана кераміка має кубічну структуру монофазного ітрію-алюмінієвого гранату. У межах похибки методу XRD не виявлено додаткових фаз. Параметр решітки YAG:Sm<sup>3+</sup> (5 ат.%) становить  $a=12,01380(4)$  Å, що вище, ніж у нелегованого матеріалу. Це пов'язано з відмінностями в іонних радіусах іонів ітрію та самарію для координаційного числа CN=8:  $r(Y^{3+})=0,116$  нм,  $r(Sm^{3+})=0,122$  нм. Коефіцієнт оптичного

пропускання кераміки, отриманої при різних температурах спікання становить 81-82,5% при довжині хвилі 808 нм. Встановлено, що оптимальна температура спікання прозорої кераміки YAG:Sm<sup>3+</sup> становить 1725°C. Кераміка, спечена в оптимізованих умовах, має лінійний оптичний коефіцієнт пропускання 82,5% для зразка товщиною 3,1 мм, середній розмір зерна 21 мкм і відношення коефіцієнта поглинання  $\gamma = \alpha_{1064} / \alpha_{808} = 28$ .

Науково-дослідницька діяльність на 3 рік навчання (план):

1. Встановлення впливу концентрації іонів самарію на мікроструктуру, оптичні та люмінесцентні властивості кераміки YAG:Sm<sup>3+</sup>.
2. Визначення межі розчинності іонів самарію у кристалічній структурі YAG.
3. Підготовка та подання у видавництво статті за темою дисертації.
4. Підготовка елементів літературного огляду за темою дисертації.
5. Публікація тез за результатами участі у роботі наукової закордонної/вітчизняної конференції.
6. Проведення асистентської (педагогічної) практики.

## ЗВІТ за 1 рік

### Аспіранта Сірика Юрія Вікторовича про виконання освітньо-наукової програми доктора філософії за 2020 – 2021 навчальний рік

Спеціальність 132 «Матеріалознавство»

Тема дисертаційного дослідження Отримання люмінесцентних евтектик (Y, RE)AG-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (RE=Gd, Lu) для LED/LD джерел білого світла.

Науковий керівник

Ніжанковський Сергій Вікторович, канд.техн.наук, старший дослідник

#### **I. Виконання наукової складової підготовки доктора філософії:**

Згідно з індивідуальним планом була розроблена структура дисертації, та підготовлено перший розділ дисертації *“Сучасні тенденції розробок люмінесцентних матеріалів для потужних джерел білого світла (літературний огляд).”*

Завданням науково-дослідницької діяльності на 1 рік навчання було:

1) Встановлення фазового складу та морфології зливків на основі Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CeO<sub>2</sub> в залежності від параметрів горизонтальної спрямованої кристалізації (швидкості витягування, градієнту температури, перегріву розплаву та інш.);

2) Встановлення впливу домішки CeO<sub>2</sub> на морфологію та фазовий склад евтектик;

3) Підготовка публікацій та участь у роботі наукових конференцій.

Методом горизонтальної спрямованої кристалізації були отримані зливки фазовий склад яких залежав від умов кристалізації та швидкості охолодження, а саме було отримано злівки евтектики Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub> та метастабільної суміші фаз Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-YAlO<sub>3</sub>.

Було показано що при градієнті температур ~50 град/см і в інтервалі температур 1900-1925 °C при швидкостях витягування 15-30мм/год та з концентрацією Ce не вище 0.25 ат.% (у початковій сировині) можна отримати евтектичний композиційний матеріал зі структурою з малим міжфазним розміром, що важливо для міцнісних та світлотехнічних характеристик.

Встановлені залежності характерного міжфазного розміру мікроструктури зливків евтектик від швидкості кристалізації та концентрації Се: 1) характерний міжфазний розмір зменшується зі збільшенням швидкості кристалізації, 2) зі збільшенням концентрації Се мікроструктура набуває комірчастої структури. На границях комірок розміри фаз, та міжфазний розмір значно більший ніж в середині комірок, що обумовлено порушенням морфології фронту кристалізації при збільшенні концентрації церію та призводить до утворення комірчастої структури.

Також в вирощених зливках евтектики ( $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-YAG}$ ):Се виявлено появу нової Се-вмісної фази зі збільшення концентрації Се більше 1 ат.% (у початковій сировини).

Було встановлено що вище температури 1940 °C в системі  $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$  кристалізується метастабільна суміш фаз  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-YAlO}_3$  зі структурою перовскіту, мікроструктура якої за міжфазним розміром є більш дрібнодисперсною ніж мікроструктура  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-YAG}$ , і є доволі перспективною для подальшого дослідження.

За цей рік була опублікована одна стаття за темою дисертації:

S.V. Naydenov, O.M. Vovk, Yu.V. Siryk, S.V. Nizhankovskyi, I.M. Pritula. Efficiency of planar light converters based on  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-YAG:Ce}$  eutectic crystals. *Funct. Mater.* 2021; 28 (3): 533-541.

Подана до печаті одна стаття:

Yu. Siryk, O. Vovk, L. Gryn, A. Romanenko, V. Baranov and S. Nizhankovskyi. Eutectic Composites in  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Y}_2\text{O}_3$  System Solidified by Horizontal Directed Crystallization Method. *Acta Physica Polonica A.* 2021.

Було прийнято участь у роботі 4 наукових конференцій :

1. Сірик Ю.В., Вовк О.М., Гринь Л.О., Романенко А. О., Ніжанковський С.В (2021). Отримання евтектичних композитів в системі  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Y}_2\text{O}_3$  методом горизонтальної спрямованої кристалізації. *Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи*, 115-116
2. Сірик Ю. В., Волошин О. В., Вовк О. М., Гринь Л. О. та ін. (2021). Морфологія та механічні властивості евтектики  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Y}_2\text{O}_3$ , вирощеної методом горизонтальної спрямованої кристалізації. *Технологія та застосування вогнетривів і технічної кераміки у промисловості*, 23-26
3. Yu. Siryk, O. Vovk, L. Gryn, A. Romanenko, V. Baranov and S. Nizhankovskyi (2021). Eutectic Composites in  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Y}_2\text{O}_3$  System Solidified by Horizontal



Directed Crystallization Method. *International Conference on Oxide Materials for Electronic Engineering – fabrication, properties and applications, 108*

4. Сірик Ю.В., Вовк О.М., Ніжанковський С.В., Гринь Л.О., Волошин О. В. (2021). Встановлення умов отримання евтектичного композиційного матеріалу для світлотехнічних спецзасобів (прожекторів, автомобільних фар та ін.).

*Актуальні питання забезпечення службово-бойової діяльності військових формувань та правоохоронних органів.*

## **II. Виконання освітньої складової підготовки доктора філософії:**

Відповідно до навчального плану складені іспити з дисциплін:

1. “Фахова іноземна мова” – 83 бали,
2. “Філософія науки і культури” - 91 бал.

та залік з дисципліни:

“Менеджмент наукових проєктів, підготовка наукових публікацій та презентацій.”