

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор Інституту монокристалів НАН України
(посада)

чл.-кор НАН України, д.ф.-м.н.,

проф. Ігор ПРИТУЛА

(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)



АНОТОВАНИЙ ЗВІТ
про виконану роботу у 2021 році в рамках реалізації проєкту
із виконання наукових досліджень і розробок
«Новітні та традиційні ІЧ-прозорі кераміки складної
архітектури для екстремальних умов експлуатації»
(назва Проєкту)

Назва конкурсу: Конкурс НФДУ «Підтримка досліджень провідних та молодих учених»
Реєстраційний номер Проєкту: 2020.02/0293

Підстава для реалізації Проєкту з виконання наукових досліджень і розробок (реєстраційний номер та назва Проєкту) 2020.02/0293 Новітні та традиційні ІЧ-прозорі кераміки складної архітектури для екстремальних умов експлуатації

Рішення Наукової ради Національного фонду досліджень України (протокол № 21 від «16-17» вересня 2020 року) про затвердження результатів конкурсу «Підтримка досліджень провідних та молодих учених», переліку проєктів, що рекомендуються до реалізації за рахунок грантової підтримки Грантодавача, та обсягів їх фінансування;
рішення наукової ради Національного фонду досліджень України про надання гранту (протокол № 33 від «03» листопада 2020 року);
рішення наукової ради Національного фонду досліджень України про продовження надання грантової підтримки (протокол № 40 від «22» грудня 2020 року) та про надання гранту у 2021 році (протокол № 14 від «06» травня 2021 року).

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПРОЄКТ

Загальна тривалість виконання проєкту 2020 рік – 2022 рік

Тривалість виконання Проєкту у 2021 році

Початок – 07 травня 2021 р.

(дата укладання Договору про виконання наукового дослідження і розробки)

Закінчення – 15 грудня 2021 р.

Загальна вартість Проєкту, грн. 9,300,000

Вартість Проєкту по роках, грн.:

1-й рік 300,000

2-й рік 3,796,000

3-й рік 5,000,000

2. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКОНАВЦІВ ПРОЄКТУ

до виконання Проєкту буде залучено 7 виконавців, з них:

доктори наук 1 ;
кандидати наук 4 ;
інші працівники 2 .

3. ІНФОРМАЦІЯ ПРО ГРАНТООТРИМУВАЧА ТА ОРГАНІЗАЦІЮ(І) СУБВИКОНАВЦЯ(ІВ) ПРОЄКТУ

Інститут монокристалів НАН України

Організаційно-правова форма підприємства/установи/організації – Державна організація (установа, заклад, підприємство)

Підпорядкованість – Національна академія наук України

Код ЄДРПОУ – 00210217

Код(и) КВЕД – 72.19

Стратегічні напрями наукової діяльності: Розвиток фундаментальних досліджень процесів росту кристалів. Пошук нових кристалічних та наноструктурних середовищ з функціонально важливими властивостями. Фундаментальні основи нанотехнологій. Комплексні дослідження фізичних явищ в оптичних монокристалах, наносистемах та їх фізико-хімічних властивостей. Теорія нелінійних явищ, транспорту та структуроутворень в конденсованих станах речовини.

ПІБ керівника підприємства/установи/організації – Пritула Ігор Михайлович

Юридична адреса підприємства/установи/організації – Україна, 61072, м. Харків, пр. Науки 60

Поштова адреса – Україна, 61072, м. Харків, пр. Науки 60

Фактична адреса – Україна, 61072, м. Харків, пр. Науки 60

Телефон – 0573402230, 0573410449

Адреса електронної пошти – imc@isc.kharkov.ua; pritul@isc.kharkov.ua; yavetskiy@isc.kharkov.ua

Посилання на веб сторінку підприємства/установи/організації – <http://isc.kharkov.ua/>

4. ОПИС ПРОЄКТУ

4.1. Мета Проєкту

Метою Проєкту є створення ІЧ-прозорої композитної нанокераміки $MgO-Y_2O_3$, прозорої кераміки Y_2O_3 , а також одержання керамічних виробів складної геометрії для обтічників ІЧ голівок самонаведення.

4.2. Основні завдання Проєкту

В межах виконання роботи буде здійснено: встановлення принципів структурного дизайну нанопорошків в системі Y_2O_3-MgO ; оптимізацію технологічних параметрів шлікерного литва для виготовлення кераміки складної геометрії; розробку принципів керування мікроструктурою та властивостями ІЧ-прозорої нанокераміки Y_2O_3-MgO , Y_2O_3 ; виготовлення зразків обтічників для екстремальних умов експлуатації.

4.3. Детальний зміст Проєкту:

- Сучасний стан проблеми

Створення нових прозорих матеріалів ІЧ оптики, що здатні працювати в агресивних умовах, є актуальним завданням матеріалознавства. Існуючі на сьогодні матеріали не мають достатньої термомеханічної стабільності за екстремальних температурних умов. Оксидні нанокераміки здатні поєднати високу оптичну якість із надзвичайно високою термостійкістю, малою ерозією під впливом несприятливих погодних умов.

- Новизна Проєкту

Буде розроблено новітні технології одержання оптичної нанокераміки Y_2O_3-MgO та Y_2O_3 складної геометрії, які за оптичними й термомеханічними показниками задовольняють вимогам для

обтічників ІЧ голівок самонаведення. Буде отримано зразки обтічників Y_2O_3 – MgO та Y_2O_3 з високою оптичною прозорістю, фізико-механічними та експлуатаційними властивостями, що дозволить підвищити обороноздатність країни.

- Методологія дослідження

Для отримання слабоагломерованих нанопорошків з контрольованим розміром та морфологією частинок буде адаптовано метод золь-гель синтезу з подальшою низькотемпературною кристалізацією прекурсору. Для створення заготовки обтічників напівсферичної форми буде оптимізовано метод шлікерного литва. Для одержання кераміки будуть застосовані сучасні методи консолідації (гаряче ізостатичне пресування).

5. ОТРИМАНІ НАУКОВІ АБО НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ в поточному році/ в рамках реалізації Проєкту, зокрема:

5.1. Опис наукових або науково-технічних результатів, отриманих в рамках виконання Проєкту (із зазначенням їх якісних та кількісних (технічних) характеристик)

Метою проєкту в 2021 році є:

- Встановлення впливу температури прожарювання на фазовий склад і структурно-морфологічні параметри нанопорошків Y_2O_3 та Y_2O_3 – MgO ;
- Встановлення впливу тривалості прожарювання на фазовий склад і структурно-морфологічні параметри нанопорошків Y_2O_3 та Y_2O_3 – MgO ;
- Отримання нанопорошків складу Y_2O_3 та Y_2O_3 – MgO у кількості, що необхідна для створення прототипу обтічника методом шлікерного литва.
- Відпрацювання методики приготування високонаповнених порошкових суспензій, що є придатними для з'єднання частинок у об'ємну заготовку складної геометрії шляхом шлікерного литва.
- Визначення технологічних параметрів шлікерного литва та відцентрового шлікерного литва виробів складної форми на основі Y_2O_3 та Y_2O_3 – MgO , що уможливило виготовлення керамічних виробів складної геометрії.
- Визначення технологічних параметрів компактування заготовок обтічників на основі Y_2O_3 та Y_2O_3 – MgO методом холодного ізостатичного пресування.

1. Визначено оптимальні режими прожарювання порошкового прекурсору Y_2O_3 , отриманого методом високоенергетичного помелу в планетарному шаровому млині. Встановлено, що прожарювання при $T=800^\circ C$ протягом 4 годин забезпечує збереження високої дисперсності нанопорошків при максимальному видаленні карбонатних домішок. В оптимізованих умовах синтезовано порошкові прекурсори Y_2O_3 масою 108 г, достатньою для створення прототипів обтічників у кількості 3 шт. методом шлікерного литва (діаметр 50 мм, товщина 3 мм).
2. Встановлено оптимальні режими прожарювання порошкового прекурсору Y_2O_3 – MgO , отриманого методом високотемпературного саморозповсюдженого синтезу. Визначено, що відпал при $T=600^\circ C$ протягом 2 годин забезпечує фрагментацію первинного сітчастого каркасу порошку та формування ізольованих нанокристалів Y_2O_3 , MgO діаметром до 40 нм. В оптимізованих умовах синтезовано порошкові прекурсори Y_2O_3 – MgO масою 50 г, достатньою для створення прототипів обтічників у кількості 2 шт. методом шлікерного литва (діаметр 50 мм, товщина 3 мм).
3. Досліджено седиментаційну стійкість та реологічні властивості суспензій нанопорошків Y_2O_3 , Y_2O_3 – MgO із різним вмістом твердої речовини та дисперсантами Dolarix SE64 (молекулярна маса – 350 г/моль) та PAANH4 (молекулярна маса ~1800 г/моль). Dolarix SE64 в інтервалі концентрацій 1,25-2,0 мас.% демонструє вищу ефективність стабілізації у порівнянні з PAANH4 через різницю в молекулярних масах. Виявлено оптимальні умови для отримання суспензій, подібних до ньютонівської рідини: 1,5 мас.% Dolarix SE64 та вміст твердої речовини 30 мас.% для Y_2O_3 ; 2,0 мас.% Dolarix SE64 та вміст твердої речовини 30 мас.% для Y_2O_3 – MgO .

4. З використанням суспензій на основі високодисперсних нанопорошків Y_2O_3 , Y_2O_3-MgO та дисперсантів Dolapix SE64 і поліакрилату амонію, реологічні властивості яких відповідають властивостям ньютонівської рідини, методом шлікерного литва отримані керамічні заготовки Y_2O_3 , Y_2O_3-MgO складної геометрії з відносною щільністю від 40 до 46%. Досліджено вплив тиску ізостатичного пресування компактів на їх відносну щільність, оптичні властивості та мікроструктуру прозорої кераміки Y_2O_3 , Y_2O_3-MgO . Визначено технологічні параметри компактування модельних виробів за методом ізостатичного пресування.

5.2. За наявності науково-технічної продукції обґрунтування її переваг у порівнянні з існуючими аналогами

В результаті виконання Проекту у 2021 р. отримано нанопорошки Y_2O_3 та Y_2O_3-MgO , що характеризуються низьким ступенем агломерації та розміром частинок до 1 мкм для нанопорошків Y_2O_3 і 50-90 нм для композитних нанопорошків Y_2O_3-MgO . Окрім того, отримано заготовки Y_2O_3 та Y_2O_3-MgO складної геометрії з відносною щільністю не менше 40-50%.

5.3. Практична цінність отриманих результатів реалізації Проекту для економіки та суспільства (стосується проєктів, що передбачають проведення прикладних наукових досліджень і науково-технічних розробок)

В результаті реалізації Проекту у 2021 р. отримані нові закономірності щодо методів формування заготовок Y_2O_3 та Y_2O_3-MgO складної геометрії методами шлікерного литва, та закономірності компактування виробів методом холодного ізостатичного пресування.

5.4. Опис шляхів та способів подальшого використання результатів виконання Проекту в суспільній практиці.

Визначені в результаті виконання Проекту у 2021 р. закономірності дозволяють розробити методику створення заготовок обтічників на основі Y_2O_3 і Y_2O_3-MgO з відносною щільністю не менше 40-50% та діаметром до 100 мм, яка в подальшому може бути використана для створення прототипів обтічників з відносною щільністю $\geq 99,9\%$.

Науковий керівник Проекту

Завідувач відділу кристалічних матеріалів складних сполук

Інституту монокристалів НАН України

(посада)

д.т.н., проф. Роман ЯВЕЦЬКИЙ

(Власне ім'я та ПРІЗВИЩЕ)



(підпис)