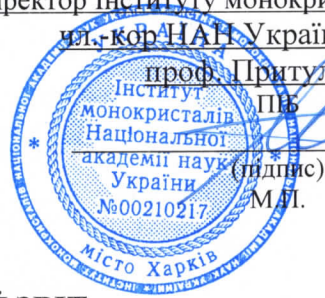


ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор Інституту монокристалів НАН України
чл.-кор НАН України, д.ф.-м.н.,



проф. Питула І.М.

(підпис)
М.П.

АНОТОВАНИЙ ЗВІТ
про виконану роботу у 2020 році в рамках реалізації проєкту
із виконання наукових досліджень і розробок
«Новітні та традиційні ІЧ-прозорі кераміки складної
архітектури для екстремальних умов експлуатації»

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 щодо визначення переможця конкурсу «Підтримка досліджень провідних та молодих учених», протокол від «16-17» вересня 2020 року № 21

1. ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ ПРО ПРОЄКТ

Тривалість виконання Проєкту – трирічний

Початок – 4 листопада 2020 року;

Закінчення – 2022 рік.

Загальна вартість Проєкту, грн. 9,300,000

Вартість Проєкту по роках, грн.:

1-й рік 300,000

2-й рік 4,000,000

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(Ї) 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 – Притула 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; pritula@isc.kharkov.ua; yavetskiy@isc.kharkov.ua

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

4. ОПИС ПРОЄКТУ

4.1. Мета Проєкту

Метою Проєкту є створення ПЧ-прозорої композитної нанокераміки MgO–Y₂O₃, прозорої кераміки Y₂O₃, а також одержання керамічних виробів складної геометрії для обтічників ПЧ голівок самонаведення.

4.2. Основні завдання Проєкту

В межах виконання роботи буде здійснено: встановлення принципів структурного дизайну нанопорошків в системі Y₂O₃–MgO; оптимізацію технологічних параметрів шлікерного литва для виготовлення кераміки складної геометрії; розробку принципів керування мікроструктурою та властивостями ПЧ-прозорої нанокераміки Y₂O₃–MgO, Y₂O₃; виготовлення зразків обтічників для екстремальних умов експлуатації.

4.3. Детальний зміст Проєкту:

- Сучасний стан проблеми

Створення нових прозорих матеріалів ПЧ 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 Y₂O₃–MgO та Y₂O₃ складної геометрії, які за оптичними й термомеханічними показниками задовольняють вимогам для обтічників ПЧ голівок самонаведення. Буде отримано зразки обтічників Y₂O₃–MgO та Y₂O₃ 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 прекурсуру. 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

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

Метою першого етапу Проєкту «Оптимізація умов синтезу порошкових прекурсорів Y₂O₃ та Y₂O₃–MgO» є:

Встановлення оптимальних умов синтезу порошкового прекурсор Y_2O_3 методом помелу шляхом варіювання параметрів швидкості і тривалості помелу, що забезпечують формування частинок розміром менше 1 мкм.

Встановлення оптимальних умов синтезу порошкового прекурсор Y_2O_3 -MgO золь-гель методом шляхом варіювання типу органічних реагентів, що забезпечують мінімальний вміст адсорбованих карбонатних домішок у композитному порошковому продукті.

1. Визначено оптимальні умови синтезу порошкового прекурсор Y_2O_3 методом високоенергетичного помелу в планетарному шаровому млині шляхом варіювання швидкості обертання диску та тривалості помелу. Показано, що вихідні порошки Y_2O_3 складаються з тривимірних агломератів з розміром до 5–7 мкм, що мають комплексну ієрархію та формуються первинними частинками ізометричної форми з діаметром 25–60 нм. Синтезовано порошкові прекурсор Y_2O_3 у діапазоні швидкостей обертання диску планетарного млина 100-180 об/хв та діапазоні часу помелу 2-24 години. Встановлено, що помел порошоків Y_2O_3 дозволяє практично повністю позбутися мікронних агрегатів і змістити середній розмір частинок суміші в субмікронний діапазон. Показано, що з підвищенням швидкості обертання диску планетарного млина з 100 до 140 об/хв відбувається зменшення середнього розміру частинок з 0,75 до 0,45 мкм; надалі середній розмір збільшується внаслідок процесів вторинної агломерації частинок у суспензії. Зростання тривалості помелу з 2 до 24 годин супроводжується майже лінійним падінням середнього розміру частинок оксиду ітрію. Встановлено, що оптимальними умовами синтезу порошкового прекурсор Y_2O_3 методом високоенергетичного помелу в планетарному шаровому млині є швидкість обертання диску млина 140 об/хв при тривалості помелу 15-24 години. Отриманий за таких умов нанопорошок характеризується середнім розміром частинок із діапазону 0,4-0,5 мкм та ступенем агломерації 6,6-8,3.

2. Встановлено оптимальні умови синтезу порошкового прекурсор Y_2O_3 -MgO методом високотемпературного саморозповсюдженого синтезу шляхом варіювання типу органічних реагентів. Синтезовано порошкові прекурсор Y_2O_3 -MgO з використанням у якості комплексоутворювачів глюкози, гліцину та лимонної кислоти. За даними просвітлюючої електронної мікроскопії нанопорошок, який був отриманий із застосуванням глюкози та відпалений при 500°C, являє собою пластинчасті аморфні утворення. Нанопорошки, отримані в системі з гліцином складаються з дискретних наночастинок діаметром до 100 нм в неорганічній оболонці, що утворюється завдяки карбонізації оксидів MgO і Y_2O_3 . Нанопорошки, отримані з використанням лимонної кислоти утворюють нитевидні утворення товщиною до 10 нм, подібні за морфологією до вихідного гелю. Методом FTIR показано, що вміст карбонатних домішок у складі композитного порошкового продукту зменшується в ряду глюкоза – лимонна кислота – гліцин. Використання гліцину у якості комплексоутворювача забезпечує мінімальний вміст адсорбованих карбонатних домішок, що обумовлено більш високою температурою згоряння. За оцінкою методом FTIR, він вдвічі менший у порівнянні з глюкозою та лимонною кислотою.

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

В результаті виконання 1 Етапу Проєкту отримано нанопорошки Y_2O_3 з розмірами частинок менше 1 мкм і композитний прекурсор Y_2O_3 -MgO з мінімальним вмістом адсорбованих карбонатних домішок, які мають забезпечити сталість фазового складу неорганічної складової під час формування керамічних заготовок Y_2O_3 і Y_2O_3 -MgO складної геометрії методом шлікерного литва.

5.3. Практична цінність отриманих результатів реалізації Проєкту для економіки та суспільства

В результаті реалізації 1 Етапу Проєкту отримані нові дані щодо методів отримання порошкових прекурсорів, які дозволяють отримати порошки Y_2O_3 з розмірами частинок менше 1 мкм, а також прекурсорів Y_2O_3 -MgO з мінімальним вмістом адсорбованих карбонатних домішок.

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

Одержані в результаті даного 1 Етапу Проєкту дозволяють розробити методику створення нанопорошків Y_2O_3 і Y_2O_3-MgO , які в подальшому можуть бути використані для формування керамічних заготовок Y_2O_3 і Y_2O_3-MgO складної геометрії з відносною щільністю не менше 40-50% методом шлікерного литва.

Науковий керівник Проєкту

Завідувач відділу кристалічних матеріалів складних сполук

Інституту монокристалів НАН України

(посада)

д.т.н., проф. Явецький Р.П.

ПІБ



(підпис)