

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0225U002271

Державний реєстраційний номер: 0122U000952

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 27-02-2025

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 3

Назва етапу: Створення регламентованих мікроструктур керамічних матеріалів і покриттів на основі оксиду цирконію

Початок етапу: 01.2024

Закінчення етапу: 12.2024

Вид звітнього документа: Остаточний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Національний університет "Львівська політехніка"

Код за ЄДРПОУ: 02071010

Місцезнаходження: вул. Степана Бандери, буд. 12, м. Львів, Львівська обл., 79013, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380322582111

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Міністерство освіти і науки України

Код за ЄДРПОУ: 38621185

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 10, м. Київ, 01135, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380444813221

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201040

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 780.000
--

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Розробка наукових основ створення багатофункціональних оксидних керамічних матеріалів та покриттів

Назва роботи англійською:

Development of a scientific basis for the creation of multifunctional oxide ceramic materials and coatings

Реферат українською:

Визначено вплив хімічного, фазового складу та температури спікання на параметри кристалічної ґратки фаз, морфологію мікроструктури, механічні властивості керамік системи ZrO_2 –(3–8) мол.% Y_2O_3 . Проаналізовано ефективність використання методу індентування пірамідою Вікерса для оцінювання характеристик тріщиностійкості цирконієвих керамік. Встановлено оптимальні температури спікання для цирконієвої кераміки, легованої оксидом ітрію, залежно від його процентного вмісту. Встановлено мікромеханізм високоенергетичного руйнування досліджуваної кераміки, що побудований на оптимізації мікроструктури і фазового складу, що забезпечує високу міцність і в'язкість руйнування кераміки. Створено атлас мікроструктур кераміки системи ZrO_2 – Y_2O_3 . З метою здешевлення цирконієвої кераміки стабілізованої Y_2O_3 вивчали можливість заміни або комбінування модифікаторів різних типів (MgO , Al_2O_3 , CoO , CeO_2 , Fe_2O_3). Зокрема встановлено, що повна заміна оксиду ітрію на оксид магнію негативно вплинула на механічні властивості та в'язкість руйнування. Тому розглянуто можливість використання комплексного модифікування оксидами алюмінію, кобальту, церію та заліза при збереженні незначного вмісту оксиду ітрію. Показано, що комплексно модифікована цирконієва кераміка, спечена за 1580 °С, характеризується підвищеними характеристиками міцності та в'язкості руйнування, порівняно з іншими модифікованими кераміками. Проведено моделювання характеристик мікротвердості, міцності і в'язкості руйнування цирконієвих керамік модифікованих Y_2O_3 , Al_2O_3 , CeO_2 , TiO_2 , MgO , HfO_2 , SiO_2 із використанням ансамблевих методів машинного навчання. Встановлено, що найвищу точність прогнозування кожної із трьох механічних властивостей показали методи класу бустинг. Розроблено матричні моделі розподілу внутрішнього вільного простору у керамічних матеріалах систем ZrO_2 – Y_2O_3 , ZrO_2 – MgO , ZrO_2 – Y_2O_3 – Al_2O_3 – CoO – CeO_2 – Fe_2O_3 з використанням методу анігіляції позитронів.

Реферат англійською:

The effect of chemical, phase composition, and sintering temperature on the parameters of the crystal lattice of phases, the morphology of the microstructure, and the mechanical properties of the ZrO_2 –(3–8) mol.% Y_2O_3 ceramics was evaluated. The effectiveness of the Vickers indentation method for evaluating the crack resistance characteristics of zirconia ceramics was analyzed. Depending on its percentage content, optimal sintering temperatures have been established for zirconia ceramics doped with yttria. A micromechanism of high-energy fracture of the studied ceramics has been established, which is based on the optimization of the microstructure and phase composition, which ensures high strength and fracture toughness of ceramics. An atlas of microstructures of ZrO_2 – Y_2O_3 ceramics has been created. To reduce the cost of Y_2O_3 -doped zirconia ceramics, the possibility of replacing or combining modifiers of different types (MgO , Al_2O_3 , CoO , CeO_2 , Fe_2O_3) was studied. In particular, it was found that the complete replacement of yttria with magnesium oxide negatively affected the mechanical properties and fracture toughness. Therefore, the possibility of using complex modification with aluminum, cobalt, cerium, and iron oxides while maintaining a small content of yttria was considered. It has been shown that complexly modified zirconia ceramics sintered at 1580 °C are characterized by increased strength and fracture toughness compared to other modified ceramics. The microhardness, strength, and fracture toughness of zirconia ceramics modified with Y_2O_3 , Al_2O_3 , CeO_2 , TiO_2 , MgO , HfO_2 , and SiO_2 were modeled using ensemble machine learning methods. It was found that the boosting class methods showed the highest accuracy in predicting each of the three mechanical properties. Matrix models of the distribution of internal free space in

ZrO₂-Y₂O₃, ZrO₂-MgO, ZrO₂-Y₂O₃-Al₂O₃-CoO-CeO₂-Fe₂O₃ ceramics have been developed using the positron annihilation method.

Індекс УДК: 621.002.3:666.3:66.094, 539.4:620.2

Коди тематичних рубрик: 55.09.35.23, 30.19.57

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Дусягіна Зоя Антонівна

Науковий ступінь: д. т. н.

Вчене звання: професор

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: 1. База даних діаграм міцності, мікротвердості та в'язкості руйнування як функції температури спікання та хімічного складу керамік системи $\text{ZrO}_2\text{--}(\text{3--8})\text{Y}_2\text{O}_3$, системи $\text{ZrO}_2\text{--}(\text{2,5--3})\text{MgO}$ та системи $78\text{ZrO}_2\text{--}1\text{Y}_2\text{O}_3\text{--}12\text{Al}_2\text{O}_3\text{--}1\text{CoO--}7\text{CeO}_2\text{--}1\text{Fe}_2\text{O}_3$. 2. База даних діаграм поруватості як функції температури спікання та хімічного складу керамік системи $\text{ZrO}_2\text{--}(\text{3--8})\text{Y}_2\text{O}_3$. 3. Атлас мікроструктур кераміки системи $\text{ZrO}_2\text{--Y}_2\text{O}_3$. 4. Моделі прогнозування мікротвердості, міцності та в'язкості руйнування з використанням ансамблевих методів машинного навчання. 5. Матричні моделі розподілу внутрішнього вільного простору у керамічних матеріалах з використанням методу анігіляції позитронів.

Назва НТП англійською: 1. Database of diagrams of strength, microhardness, and fracture toughness as a function of sintering temperature and chemical composition of $\text{ZrO}_2\text{--}(\text{3--8})\text{Y}_2\text{O}_3$, $\text{ZrO}_2\text{--}(\text{2.5--3})\text{MgO}$, and $78\text{ZrO}_2\text{--}1\text{Y}_2\text{O}_3\text{--}12\text{Al}_2\text{O}_3\text{--}1\text{CoO--}7\text{CeO}_2\text{--}1\text{Fe}_2\text{O}_3$ ceramics. 2. Database of porosity diagrams as a function of sintering temperature and chemical composition of $\text{ZrO}_2\text{--}(\text{3--8})\text{Y}_2\text{O}_3$ ceramics. 3. Atlas of microstructures of $\text{ZrO}_2\text{--Y}_2\text{O}_3$ ceramics. 4. Models for predicting microhardness, strength, and fracture toughness using ensemble machine learning methods. 5. Matrix models of the internal free space distribution in ceramics using the positron annihilation method.

НТП, яку передбачалося створити:

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Матеріали

Галузь застосування: 72.19 Дослідження та експериментальні розробки у сфері інших природничих і технічних наук. 23.49 Виробництво інших керамічних виробів.

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Визначено вплив хімічного, фазового складу та температури спікання на параметри кристалічної ґратки фаз, морфологію мікроструктури керамік $\text{ZrO}_2\text{--}(\text{3--8})\text{Y}_2\text{O}_3$. Визначено границю міцності на згин, мікротвердість, в'язкість руйнування досліджуваних керамік, отриманих за різних температур спікання. Встановлено оптимальні температури спікання для керамік цієї системи з урахуванням спільного впливу температури спікання та процентного вмісту Y_2O_3 . Створено атлас мікроструктур оксидної кераміки на основі $\text{ZrO}_2\text{--Y}_2\text{O}_3$. Показано низьку ефективність використання методу індентування пірамідою Вікерса для оцінювання характеристик тріщиностійкості цирконієвих керамік. Оскільки модифікування цирконієвої кераміки оксидом ітрію є дорогавартісним, тому розглянуто можливість заміни оксиду ітрію іншими модифікаторами: MgO , Al_2O_3 , CoO , CeO_2 , Fe_2O_3 . Показано, що кераміки $\text{ZrO}_2\text{--}(\text{2,5--3})$ мол. % MgO мають значно нижчий рівень механічних властивостей, порівняно з цирконієвою керамікою стабілізованою оксидом ітрію. На основі аналізу фазового складу, мікроструктури, механічних властивостей та мікрофрактографічних особливостей поверхонь зламів зразків цирконієвої кераміки комплексно модифікованої Al_2O_3 , CoO , CeO_2 , Fe_2O_3 зі збереженням незначного вмісту Y_2O_3 , показано, що така кераміка, спечена за 1580°C , характеризується оптимальним поєднанням підвищеного рівня в'язкості руйнування ($5,61 \text{ МПа}\cdot\text{м}^{1/2}$) з достатньою міцністю (558 МПа) і може бути використана замість дорогавартісної цирконієвої кераміки, стабілізованої оксидом ітрію. Створено моделі для прогнозування механічних властивостей із використанням ансамблевих методів машинного навчання. Розроблено матричні моделі розподілу внутрішнього вільного простору у керамічних матеріалах систем $\text{ZrO}_2\text{--Y}_2\text{O}_3$, $\text{ZrO}_2\text{--MgO}$, $\text{ZrO}_2\text{--Y}_2\text{O}_3\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--CoO--CeO}_2\text{--Fe}_2\text{O}_3$ з використанням методу анігіляції позитронів.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Не впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу:

Закінчення етапу:

Споживачі продукції: ДП КБ “Південний”, ДП “Турбоатом”, ДП АНТК ім. Антонова, Львівський авіаремонтний завод, ТзОВ “Дельфінтулс”

Перспективні ринки: України

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

ІХ. Бібліографічний опис

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Демидов Іван Васильович

Д. Т. Н.

Перелік осіб-виконавців

Богун Лідія Ігорівна

(к. т. н.)

Ваврух Валентина Іванівна

Василів Богдан Дмитрович

(к. т. н.)

Клим Галина Іванівна

(д. т. н.)

Ковбасюк Тарас Михайлович

(к. т. н.)

Кречковська Софія Русланівна

Кулик Володимир Володимирович

(д. т. н.)

Лемішка Ігор Анатолійович

(к. т. н.)

Лютий Павло Ярославович

(к. х. н.)

Тепла Тетяна Леонідівна

(к. т. н.)

Тростянчин Андрій Миколайович

(д. т. н.)

Шевчук Віра Григорівна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Рибалкіна І.Б.

Телефон

+38 (032) 258-27-46

Реєстратор

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**

