

РЕФЕРАТ

на наукову роботу «*Тверді розчини на основі оксидів цирконію, ітрію та рідкісноземельних елементів як основа створення новітніх функціональних матеріалів оптичного та медичного призначення*»

колективу авторів: *Чудінович Ольги Василівни* кандидата хімічних наук, старшого наукового співробітника Інституту проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України та *Марек Ірини Олегівни* кандидата хімічних наук, наукового співробітника Інституту проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України.

Мета роботи: побудова діаграм стану трикомпонентних систем $\text{La}_2\text{O}_3\text{--Y}_2\text{O}_3\text{--Ln}_2\text{O}_3$, де $\text{Ln} = \text{Nd, Sm, Eu, Gd, Yb}$ у діапазоні температур 1500 і 1600 °С, де відбувається упорядкування/розупорядкування проміжної фази в усьому інтервалі концентрацій для створення фізико-хімічних основ розробки нових керамічних матеріалів функціонального призначення; встановити вплив складу твердого розчину на основі ZrO_2 на фізико-хімічні властивості нанодисперсних та нанокристалічних порошоків системи $\text{ZrO}_2\text{--Y}_2\text{O}_3\text{--CeO}_2$; дослідити низькотемпературну фазову стабільність матеріалів з одержаних порошоків.

Короткий зміст роботи:

- *вивчено* фазові рівноваги у подвійній системі $\text{La}_2\text{O}_3\text{--Yb}_2\text{O}_3$ при 1100, 1500 та 1600 °С у всьому інтервалі концентрацій. Встановлено, що для даної системи характерно утворення твердих розчинів на основі А і С кристалічних модифікацій вихідних компонентів та впорядкованої фази із структурою типу перовскиту (LaYbO_3 , R). Визначено границі областей гомогенності: для С-фази — 98–100 мол. % Yb_2O_3 (1100–1600 °С), R-фази — 48–56 мол. % Yb_2O_3 (1100, 1500 °С), 48–54 мол. % Yb_2O_3 (1600 °С) А-фази — 4 мол. % Yb_2O_3 (1100 °С) та 9 мол. % Yb_2O_3 (1500, 1600 °С).

- *уточнено* границі фазових полів у подвійній системі $\text{Nd}_2\text{O}_3\text{--Y}_2\text{O}_3$ при 1500 та 1600 °С для твердих розчинів на основі гексагональної (А), моноклінної (В) модифікацій оксиду неодиму та кубічної (С) модифікації оксиду ітрію, що становлять: для А- Nd_2O_3 — 0–4 мол. % Y_2O_3 при 1500 і 1600 °С, для В- Nd_2O_3 — 20–45 мол. % Y_2O_3 при 1500 °С і 21–50 мол. % Y_2O_3 при 1600 °С та для С- Y_2O_3 — 28 мол. % Y_2O_3 при 1500 °С і 30 мол. % Y_2O_3 при 1600 °С.
- *вивчено* фазові рівноваги у потрійних системах $\text{La}_2\text{O}_3\text{--Y}_2\text{O}_3\text{--Ln}_2\text{O}_3$ ($\text{Ln} = \text{Nd}, \text{Sm}, \text{Eu}, \text{Gd}, \text{Yb}$) при 1500 та 1600 °С у всьому інтервалі концентрацій і побудовано відповідні ізотермічні перерізи діаграм стану. Встановлено, що у вказаних системах утворюються тверді розчини на основі кубічної, гексагональної та моноклінної кристалічних модифікацій вихідних компонентів та впорядкованих фаз із структурою типу перовскиту (LaYbO_3 , LaYbO_3).
- *встановлено* закономірності утворення твердих розчинів С-типу оксидів РЗЕ у потрійних системах $\text{La}_2\text{O}_3\text{--Y}_2\text{O}_3\text{--Ln}_2\text{O}_3$ ($\text{Ln} = \text{Nd}, \text{Sm}, \text{Eu}, \text{Gd}$) при 1500 та 1600 °С: розчинність Ln_2O_3 у твердих розчинах на основі С- $\text{Y}_2\text{O}_3(\text{Yb}_2\text{O}_3)$ зі зменшенням іонного радіуса Ln^{3+} збільшується.
- *встановлено* закономірності утворення твердих розчинів на основі упорядкованих фаз типу перовскиту (R).
- *показано*, що область гомогенності R-фази у потрійних системах $\text{La}_2\text{O}_3\text{--Y}_2\text{O}_3\text{--Ln}_2\text{O}_3$ по ряду від Nd_2O_3 до Gd_2O_3 зменшується від 7 до 2 мол. % Ln_2O_3 тоді, як у системі з Yb_2O_3 утворюється неперервний ряд твердих розчинів на основі упорядкованої фази типу перовскиту, що обумовлено температурою перетворення фази LaYbO_3 у подвійній системі $\text{La}_2\text{O}_3\text{--Yb}_2\text{O}_3$ (2040 °С). З використанням фактора толерантності за Гольдшмідтом проведено оцінку термічної стійкості твердих розчинів на основі фази LaLnO_3 у широкому інтервалі температур і концентрацій для іонів різного розміру. Показано, що утворення твердих розчинів відбувається за механізмом ізовалентного заміщення, а стійкість упорядкованих фаз і твердих розчинів визначається геометричним фактором: великі іони Nd^{3+} заміщують La^{3+} , менші іони РЗЕ церієвого ряду Sm^{3+} , Eu^{3+} , Gd^{3+} заміщують Y^{3+} та La^{3+} , тоді як іони РЗЕ

ітрієвого ряду заміщують виключно Y^{3+} , що відповідає експериментальним даним.

- вперше гідротермальним синтезом у лужному середовищі з використанням сумісно осадженої суміші гідроксидів з залишковою вологістю 15–20 % *отримано* нанодисперсні порошки твердих розчинів на основі ZrO_2 , комплексно легованого оксидами ітрію та церію. Фазовий склад порошоків відповідає області існування T- ZrO_2 діаграми стану потрійної системи ZrO_2 - Y_2O_3 - CeO_2 . Вивчено фізико-хімічні властивості одержаних порошоків в процесі термічної обробки при 400–1300 °С, яка супроводжується фазовими перетвореннями ZrO_2 .
- *визначено*, що в гідротермальних умовах в порошках кристалізується метастабільний кубічний твердий розчин на основі ZrO_2 -F- ZrO_2 , параметри кристалічної ґратки якого збільшуються при підвищенні вмісту CeO_2 . При збільшенні вмісту CeO_2 зменшується вміст залишкової аморфної фази, яка кристалізується при подальшій термічній обробці порошоків. Безпосередньої кореляції між значеннями питомої поверхні одержаних нанодисперсних порошоків та вмістом CeO_2 у твердому розчині на основі ZrO_2 не встановлено.
- *вивчено* особливості фазових переходів одержаних порошоків в процесі термічної обробки. Встановлено, що термічна обробка порошоків твердих розчинів ZrO_2 з оксидом ітрію та сумісно стабілізованого оксидами ітрію та церію в інтервалі 400–850 °С супроводжується фазовим перетворенням F- ZrO_2 →T- ZrO_2 . Для порошку твердого розчину на основі ZrO_2 , стабілізованого CeO_2 , вказане фазове перетворення завершується при 1000°С. Відповідно до значень ступеня тетрагональності визначено, що здатність до фазового переходу метастабільного T- ZrO_2 →M- ZrO_2 збільшується при сумісній стабілізації ZrO_2 оксидами ітрію та церію.
- *вивчено* еволюцію структурних складових одержаних нанокристалічних порошоків визначено, що розмір їх первинних частинок до 1150 °С майже не змінюється. Особливості зміни питомої поверхні порошоків обумовлені фазовими перетвореннями ZrO_2 та підвищеною активністю до спікання.

- досліджено низькотемпературну фазову стабільність (старіння) матеріалів, одержаних з порошків, що термічно оброблені при 700 °С та 850 °С. Встановлено збереження 100 % Т-ZrO₂ в композитах складу (мол %): 90ZrO₂-2Y₂O₃-8CeO₂ та 88ZrO₂-12CeO₂, що вказує на їх підвищену стійкість до низькотемпературної деградації властивостей (старіння). Встановлено, що оптимальна температура термічної обробки вихідних порошків – 850 °С.

Наукова новизна одержаних результатів

Необхідність у нових матеріалах збільшується внаслідок розвитку існуючих та появи нових галузей техніки. Оксиди рідкісноземельних елементів (РЗЕ) є перспективними для створення матеріалів широкого спектру використання: у радіоелектроніці, оптоелектроніці, приладобудуванні, атомній та лазерній техніці, машинобудуванні, хімічній промисловості, металургії, медицині тощо. Прозорі керамічні матеріали, отримані на основі чистих оксидів РЗЕ, за багатьма фізико-хімічними властивостями, такими як термостійкість, температура плавлення, механічна міцність, можливість контролю форми переважають скло, і в ряді випадків, монокристали твердих розчинів оксидів РЗЕ, а їх виробництво є енергетично і економічно більш вигідним, ніж отримання останніх. Оксид лантану входить до складу матеріалів спеціального призначення, що пропускають інфрачервоні та поглинають ультрафіолетові промені. Оксид ітербію володіє сцинтиляційними властивостями (флюоресценція) і застосовується у технології оптичних волокон, сонячних панелей, лазерів, джерел радіації для портативних рентгенівських пристроїв. Системи на основі оксидів лантану, ітрію, ітербію є перспективними для розробки іонних провідників і оптично прозорої кераміки.

Великий практичний інтерес викликають складні оксидні фази LnLn'O₃ (Ln, Ln' = РЗЕ) із структурою типу перовскиту, які володіють різноманітними електричними (високе значення константи діелектричної проникності), магнітними, магнітоелектричними та оптичними властивостями (анізотропна оптика). Сполуки РЗЕ застосовують для створення лазерних та інших оптично активних елементів в оптоелектроніці.

Властивості функціональної кераміки, зокрема оптично прозорої, є надто чутливими до впливу домішок. Частіше за все легування має бути прецизійним, в межах відхилення від середнього у декілька ppm (частин на мільйон). Тому знання про вплив добавок на стабільність твердих розчинів, проміжних фаз при температурах виготовлення та експлуатації керамічних виробів, є важливим, а вивчення фазових рівноваг — доцільним і актуальним. У представлених системах є дві групи потенційно цікавих твердих розчинів на основі кубічної модифікації оксидів РЗЕ та впорядкованої фази типу перовскиту, перспективних для створення лазерних (діодних) пристроїв.

Діаграми стану систем з оксидами: La_2O_3 , Y_2O_3 , Ln_2O_3 ($\text{Ln} = \text{Nd}, \text{Sm}, \text{Eu}, \text{Gd}, \text{Yb}$) є фізико-хімічною основою для створення як ізотропної, так і анізотропної кераміки. Ізотропну кераміку можна отримати на основі твердих розчинів кубічної форми оксидів РЗЕ, зокрема оксиду ітрію, який не є люмінофором, а на основі фази типу перовскиту (ромбічна ґратка) LnYO_3 (R) — анізотропну. Обидва типи твердих розчинів потрібно прецизійно легувати іонами люмінофорів (Nd, Yb).

У роботі вперше вивчено фазові рівноваги у потрійних системах La_2O_3 – Y_2O_3 – Ln_2O_3 ($\text{Ln} = \text{Nd}, \text{Sm}, \text{Eu}, \text{Gd}, \text{Yb}$) при 1500 і 1600 °C і побудовано відповідні ізотермічні перерізи діаграм стану в усьому інтервалі концентрацій. Визначено температурно-концентраційну область стабільності упорядкованої фази із структурою типу перовскиту (R) у досліджених системах.

Гідротермальним синтезом у лужному середовищі з використанням сумісно осадженої суміші гідроксидів з залишковою вологістю 15–20 % одержано нанодисперсні порошки твердих розчинів на основі ZrO_2 , стабілізованого оксидами ітрію, церію та сумісно стабілізованого вказаними оксидами.

Вивчено вплив складу твердого розчину на основі ZrO_2 на фізико-хімічні властивості одержаних нанодисперсних та нанокристалічних порошоків в процесі термічної обробки. Показано, що в порошках утворюється фаза T- ZrO_2 , здатність якої до фазового переходу метастабільний $\text{T-ZrO}_2 \rightarrow \text{M-ZrO}_2$ підвищується при збільшенні вмісту CeO_2 у складі твердого розчину на основі ZrO_2 .

Визначено особливості еволюції мікроструктурних складових одержаних порошків. Показано відсутність росту первинних частинок при нагріванні до 1150 °С. Досліджено низькотемпературну фазову стабільність (старіння) матеріалів, одержаних з порошків, що термічно оброблені за різних умов. Встановлено, що оптимальна температура термічної обробки вихідних порошків – 850 °С.

Практичне значення одержаних результатів

Представлені результати вивчення фазових рівноваг у подвійних $\text{La}_2\text{O}_3\text{--Yb}_2\text{O}_3$, $\text{Nd}_2\text{O}_3\text{--Y}_2\text{O}_3$ і потрійних $\text{La}_2\text{O}_3\text{--Y}_2\text{O}_3\text{--Ln}_2\text{O}_3$ ($\text{Ln} = \text{Nd, Sm, Eu, Gd, Yb}$) системах є довідниковим матеріалом та будуть використані для створення технологій отримання нових матеріалів функціонального призначення, зокрема лазерних матриць. Вибраний інтервал температур (1100-1600 °С) відповідає режимам спікання ізотропної та анізотропної прозорої кераміки, і тому важливо встановити чи є тверді розчини і проміжні фази стабільними в цих умовах.

Визначені фізико-хімічні властивості одержаних порошків при термічній обробці в інтервалі 400–1300 °С дозволяють прогнозувати особливості фазових перетворень в трансформаційно-зміцнених матеріалах на основі ZrO_2 конструкційного, у тому числі медичного, призначення. Отримані результати можуть бути використані для розробки матеріалів системи $\text{ZrO}_2\text{--Y}_2\text{O}_3\text{--CeO}_2$, що характеризуються підвищеними характеристиками міцності та низькотемпературною фазовою стабільністю.

Проведено дослідження ефективності використання одержаних порошків для створення керамічного шару головки ендопротезу за допомогою електронно-променевого нанесення покриттів методом осадження з парової фази (ЕВ-РВД). Одержано двошарове покриття “металевий Zr/керамічний шар”, у якому утворилась стовпчасто-подібна мікроструктура.

За матеріалами роботи опубліковано 75 наукових праць у вигляді 35 статей у міжнародних і вітчизняних провідних фахових журналах, в тому числі у журналах *Q1*, *Q3* та 40 тез доповідей на наукових конференціях.

Перелік наукових публікацій, висунутих на присудження Національної премії

№ з/п	Назва публікації	Вихідні дані/ реквізити публікації	Авторський доробок (кількісний показник)
1	2	3	4
I. Монографії/ підручники/ посібники/ методики/			
№ з/п	Назва публікації	Вихідні дані/ реквізити публікації	Співавтори
1	2	3	4
II. Статті в журналах, включених до категорії "А" Переліку наукових фахових видань України та у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus			
1	Phase relations in the yttria–neodymia system at 1500 °C	Processing and Application of Ceramics. – 2017, vol. 11, no 1. P. 1–6.	O.V. Chudinovych E.R. Andrievskaya, J.D. Bogatyryova, A.V. Shirokov
2	Interaction of lanthanum, yttrium and samarium oxides at a temperature of 1500 °C	Journal of chemistry and technologies. - 2018. Vol. 26, Iss. 2. – P. 20-30.	O.V. Chudinovych E.R. Andrievskaya, J.D. Bogatyryova, O.I. Bykov
3	Interaction of yttrium, lanthanum, and samarium oxides at 1600° C	Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2020. V. 58, Iss. 9 – P.599 - 607.	O.V. Chudinovych S. F. Korichev, E. R. Andrievskaya
4	Взаємодія оксидів ітрію, лантану та ербію при температурі 1500 °C	Питання хімії та хімічної технології. – 2020. – № 4. С. 194-200.	О.В. Чудінович, О. І. Биков
5	Phase equilibria in the La ₂ O ₃ -Y ₂ O ₃ -Nd ₂ O ₃ system at 1500 °C	J. Eur. Ceram. Soc. – 2021. Vol. 41. – P. 6606–6616.	O.V. Chudinovych O.R. Andrievskaya, J. D. Bogatyryova, V. V.Kovylyayev, O. I. Bykov
6	Phase equilibria in the La ₂ O ₃ -Y ₂ O ₃ -Gd ₂ O ₃ system at 1500 °C	Processing and Application of Ceramics. – 2022, vol. 16, no 4. P. 328–334.	O.V. Chudinovych O. I. Bykov A.V. Sameliuk
7	Interaction of lanthanum, yttrium, and gadolinium oxides at 1600 °C	Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2023. V. 62. – P. 86 -97.	O.V. Chudinovych O. I. Bykov A.V. Sameliuk
8	Physicochemical properties of hydrothermal nanocrystalline ZrO ₂ -Y ₂ O ₃ -CeO ₂ powders	Powder Metallurgy and Metal Ceramics – 2019. – Vol. 58, № 3–4. – P.	O. K. Ryban, I. O. Marek V. P. Red'ko,

		125–132.	M. I. Danylenko, S. A. Korniy, O. V. Dudnik
9	Effect of heat treatment on the structure and phase composition of the nanosized powder based on a ZrO ₂ solid solution	Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2020. – Vol. 59, Nos. 1–2. – P.1–8	O. V. Dudnik, O. K. Ryban, I. O. Marek V. P. Red'ko, M. I. Danylenko, S. A. Korniy, L.M. Melakh
10	Effect of Heat Treatment on the Physicochemical Properties of Ultrafine ZrO ₂ –Y ₂ O ₃ –CeO ₂ –Al ₂ O ₃ –CoO	Powder Metallurgy and Metal Ceramics 2020. – Vol. 59, Nos. 7–8. P. 359–367.	O. V. Dudnik, M.S. Glabay, A.V. Kotko, O. K. Ryban, I. O. Marek, V. P. Red'ko, S. A. Korniy
11	Thermal Barrier Coatings Based On ZrO ₂ Solid Solutions	Powder Metallurgy and Metal Ceramics 2020. – Vol. 59, Nos. 3–4. P. 179–200.	E.V. Dudnik, S.N. Lakiza, I. O. Marek, I.N. Hrechanyuk, A.K. Ruban, V.P. Redko, V.B. Shmibelsky, A.A. Makudera, N.I. Hrechanyuk
12	Effect of Heat Treatment in the Temperature Range 400–1300 °C on the Properties of Nanocrystalline ZrO ₂ –Y ₂ O ₃ –CeO ₂ Powders	Powder Metallurgy and Metal Ceramics.–2021.– Vol.60. – P. 385–395.	O. V. Dudnik, S. A. Korniy, M. I. Danylenko, O. K. Ryban, I. O. Marek, V. P. Red'ko
13	Composite Ceramics for Thermal Barrier Coatings Produced From ZrO ₂ Doped with Yttrium-Subgroup Rare-Earth Metal Oxides	Powder Metallurgy and Metal Ceramics. –2021. – Vol. 59 (11). – P. 672-680.	E.V. Dudnik, S.N. Lakiza, I. O. Marek, I.N. Hrechanyuk, V.P. Redko, A.A. Makudera, M.S. Glabay, A.K. Ruban, M.I. Hrechanyuk
14	High-Entropy Ceramics for Thermal Barrier Coatings Produced from ZrO ₂ Doped with Rare-Earth Metal Oxides	Powder Metallurgy and Metal Ceramics. – 2021. – Vol. –59 (8). –P. 556–563.	E.V. Dudnik, S.N. Lakiza, I. O. Marek, I.N. Hrechanyuk, V.P. Redko,

			A.A. Makudera, M.S. Glabay, V.B. Shmibelsky, A.K. Ruban, M.I. Hrechanyuk
15	Композиційна кераміка для термобарерних покриттів на основі ZrO_2 , комплексно легovanого оксидами рідкоземельних елементів.	Порошкова металургія. – 2022 р. – № 5/6.– С. 48–61.	О.В. Дуднік, С. М. Лакиза, І. О. Марек, М. І. Гречанюк, В.П. Редько, А. О. Макудера, В.Б. Шмибельський О. К. Рубан
16	Вплив складу твердого розчину на основі ZrO_2 на низькотемпературну фазову стабільність матеріалів системи $ZrO_2-Y_2O_3-CeO_2$	Порошкова металургія. – 2022 р. – № 7/8.– С. 59–75.	О.В. Дуднік, І. О. Марек, С.А. Корній, В.П. Редько, О. К. Рубан
17	Вплив термічної обробки в інтервалі 400–1300 °С на властивості нанокристалічних порошків	Порошкова металургія.- 2021. –№07/08. –Ст.3–15.	О.В.Дуднік, І. О. Марек, С.А.Корній, В.П.Редько, М.І.Даниленко, О.К.Рубан
18	Вплив складу твердого розчину на основі ZrO_2 на низькотемпературну фазову стабільність матеріалів системи $ZrO_2-Y_2O_3-CeO_2$	Порошкова металургія. – 2022 р. – №11/12. – Ст.116–126.	О.В. Дуднік, І. О. Марек, С.А. Корній, В.П. Редько, О.К. Рубан
III. Статті у наукових виданнях, включених до категорії "Б" Переліку наукових фахових видань України			
19	Взаимодействие оксидов лантана и иттербия при температуре 1500 °С	Современные проблемы физического материаловедения, ИПМ НАН Украины. – 2014. – № 23. С 12-23.	О.В. Чудинович Е.Р. Андрієвська, Ж.Д. Богатырева, Л.Н. Спасенова
20	Взаємодія оксидів ітрію та неодиму при температурі 1500 °С	Український хімічний журнал. – 2016. – Том 82, № 8. – С. 92–97	О.В. Чудинович
21	Взаємодія оксидів лантану, ітрію та ітербію при температурі 1500 °С	Вісник ОНУ. Серія: Хімія. – 2016. – Том 21, вип. 2(58). – С. 53-66.	О.В. Чудинович О.Р. Андрієвська
22	Взаимодействие оксидов иттрия и неодима при	Современные проблемы физического	О.В. Чудинович Е.Р.

	температуре 1600 °С	материаловедения, ИПМ НАН Украины. – 2016. – № 25. С 3-14.	Андрієвська, Ж.Д. Богатырева, Е.И. Олифан, А. В. Самелюк, Л.Н. Спасенова
23	Взаємодія оксидів лантану, ітрію та неодиму при температурі 1600 °С	Вісник ОНУ. Серія: Хімія. – 2017. – Том 22, вип. 2 (62). – С. 82-94.	О.В. Чудінович О.Р. Андрієвська, Ж. Д. Багатирьова, О.І. Оліфан, Л.М. Спасьонова
24	Взаємодія оксидів лантану, ітрію та неодиму при температурі 1800 °С	Современные проблемы физического материаловедения, ИПМ НАН Украины. – 2017. – № 26. С. 12-22.	О.В. Чудінович, О. Р. Андрієвська, Ж. Д. Багатирьова, О. І. Биков, І. С. Субота, В. С. Урбанович
25	Фазові рівноваги в потрійній системі $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Y}_2\text{O}_3\text{-Nd}_2\text{O}_3$ в області температур плавлення	Современные проблемы физического материаловедения, ИПМ НАН Украины. – 2017. – № 26. С. 3-11.	О.В. Чудінович, О. Р. Андрієвська, В.П. Стеценко, І. С. Субота, Ю.В. Юрченко В. С. Урбанович
26	Взаємодія оксидів лантану та ітербію при температурі 1600 °С	Анотований збірник проєктів спільного конкурсу ДФФД-БРФФД. – 2018. С. 88-93.	О.В. Чудінович, О. Р. Андрієвська, О. А. Корнієнко, В. С. Урбанович
27	Взаємодія оксидів лантану, ітрію та ітербію при температурі 1100 °С	Вісник ОНУ. Серія: Хімія. – 2019. – Том 24, вип. 2(70). – С. 84-95.	О.В. Чудінович
28	Властивості нанокристалічних порошоків системи $\text{ZrO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3\text{-CeO}_2$ після гідротермального синтезу	ВАТ «Укр НДІ Вогнетрив імені А.С. Бережного». – 2016. – № 116. – С. 86–92.	І.О. Марек, О.К. Рубан, В.П. Редько, О.В. Дуднік
29	Особливості мартенситного перетворення в композитах на основі ZrO_2	Современные проблемы физического материаловедения, ИПМ НАН Украины. – 2017. – №26., С.43–49	І.О. Марек, О.В. Дуднік
30	Нанокристалічні порошки на основі ZrO_2 для виготовлення композитів, стійких до процесу старіння	«Нанорозмірні системи: будова, властивості, технології» НАНСИС–2017.– 2017.– С.	І.О. Марек, О.К. Рубан, В.П. Редько, О.В. Дуднік

		91–98.	
31	Вплив термічної обробки на фізико-хімічні властивості нанокристалічного порошку складу (мол.%) 88 ZrO ₂ – 12 CeO ₂	Вісник Одеського національного Університету. – 2018. – Т. 23. В. 2(66). – С. 66–74	І.О. Марек О.К. Рубан, В.П. Редько, М.І. Даниленко, О.В. Дуднік
32	Вплив температури термічної обробки вихідних порошків на «старіння» композитів системи ZrO ₂ –Y ₂ O ₃ –CeO ₂	Адгезия расплавов и пайка материалов. – 2018.– №51.– С. 71–80.	І.О. Марек О.К. Рубан, В.П. Редько, М.І. Даниленко, С.А. Корній, О.В. Дуднік
33	Нанокристалічні порошки системи ZrO ₂ –Y ₂ O ₃ –CeO ₂ для біоінертних покриттів	Адгезия расплавов и пайка материалов. – 2019.– №52.– С. 23–34.	І.О. Марек О.К. Рубан, В.П. Редько, О.В. Дуднік О.І. Гетьман, І.С. Марценюк, О.В. Дуднік
34	Діоксид цирконію, стабілізований оксидами ітрію та церію (8Ce2YSZ), для анодів керамічних паливних комірок та електролізерів	Успіхи матеріалознавства. – 2022. – № 4/5. – С.111–126.	І. О. Полішко, Є.М. Бродніковський, Д.М. Бродніковський, Н. О. Лисуненко, Р. В. Горда, О. В. Дуднік, М.Ю. Смирнова- Замкова, І.О. Марек, О. М. Мисливченко, А. В.Котко, Л. Л. Коваленко, А. Г. Білоус, Л. Ю. Хоменкова, Н. О. Корсунська, О. Д. Васильєв
35	Низькотемпературна фазова стабільність матеріалів системи ZrO ₂ –Y ₂ O ₃ –CeO ₂ , одержаних після термічної	Успіхи матеріалознавства. – 2023. – №7– С. 50–60.	О.В. Дуднік, І.О. Марек, В.А. Винар, В.П. Редько,

	обробки вихідних порошків при 850 °С		О.К.Рубан
IV. Виключно одноосібні статті в інших (ніж зазначені у пунктах III і IV) галузевих виданнях за темою роботи			
V. Тези доповідей			
36	Фазові співвідношення та перспективні матеріали в системі $\text{La}_2\text{O}_3\text{--Yb}_2\text{O}_3$	Зварювання та споріднені технології доповідей: VIII міжнарод. конференція молодих вчених та спеціалістів, 20–22 травня, 2015 р.: тези доповідей. – К., 2015. – С. 297.	О.В. Чудінович
37	Діаграми стану систем на основі оксидів рідкісноземельних елементів як основа створення нових матеріалів	Школа-конференція молодих вчених «Сучасне матеріалознавство: фізика, хімія, технології (СМФХТ - 2019)», 27-31 травня 2019 р, Ужгород. С. 235-236.	О.В. Чудінович
38	Оптично прозора кераміка на основі оксидів рідкоземельних елементів	V Міжнародна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології. : тези доповідей. – К., 2014. – С.146	О.В. Чудінович Б.О. Криштоп, Т.В. Козодой, О.А. Корнієнко, О.Р. Андрієвська
39	Phase relations and perspective materials in the ternary system $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Y}_2\text{O}_3\text{-Nd}_2\text{O}_3$	European Materials Research Society E-MRS 2014 Fall Meeting, Functional and Structural Ceramic and Ceramic Matrix Composites (CCMC) Symposium S: Composite materials and structures: from research and practical demands to application. September 15-19, Warsaw, Poland, Warsaw University of Technology. – 2014. – P.02.	O.V. Chudinovych, E.R. Andrievskaya, O.A. Kornienko, Yu.V. Yurchenko, V.V. Tkach
40	Interaction yttrium oxide with lanthana and neodima at 1500 °С	Materials and Coatings for Extreme Environments Performance: Investigations, Applications, Ecologically Safe Technologies for their Production and Utilization: VII International Conference	O.V. Chudinovych, E.R. Andrievskaya, O.A. Kornienko, Yu.V. Yurchenko, V.V. Tkach

		20–24 September 2014.: abstract. Big Yalta, Zhukovka, Crimea, Ukraine, 2014. – P.01.	
41	Взаимодействие и свойства фаз в системе $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Yb}_2\text{O}_3$ при 1500 °С	Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышленности: междунар. научно-техническая конференция, 28–29 апреля 2015 г.: тезисы докладов. Харьков, изд. “Каравелла”. – 2015. – С. 29–30.	Е.Р. Андриевская, О.В. Чудинович, В.В. Ткач
42	Optically transparent ceramics based on rare–earth oxides	Nanotechnology and nanomaterials. Nanocomposites and nanomaterials: International research and practice conference 26–29 August 2015, Lviv. P. 45.	O.V. Chudinovych, E.R. Andrievskaya, A.V. Kryuchko, A.V. Ragulya, B.Yu. Kornilovich
43	Advanced materials and phase relations in the $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Y}_2\text{O}_3\text{-Yb}_2\text{O}_3$ system	European Materials Research Society E-MRS 2015 Fall Meeting, Materials and Devices for Energy and Environment Applications Symposium F: Materials and coatings for extreme environments. September 15-18, Warsaw, Poland, Warsaw University of Technology. – 2015.	E.R. Andrievskaya, O.V. Chudinovych, O.A. Kornienko, Yu.V. Yurchenko
44	Phase equilibria and properties of solid solutions in the $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Yb}_2\text{O}_3$ and $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Y}_2\text{O}_3\text{-Yb}_2\text{O}_3$ systems at 1500 °С	The Eleventh Students Meeting, SM–2015 Processing and Application of Ceramics, 21–24 October, 2015: Abstract. Novi Sad, Serbia.	E.R. Andrievskaya, O.V. Chudinovych
45	Advanced ceramic and phase relations in the $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Y}_2\text{O}_3\text{-Ln}_2\text{O}_3$ (Ln = Nd, Eu, Yb) systems	BIT’s 2nd Annual World Congress of Smart Materials–2016. Symposium 4: Optical and Electronic Materials. Report 403. 4-6 March, 2016, Singapore. – 01P.	E.R. Andrievskaya, O.V. Chudinovych A. Sayir

46	Phase equilibria and optically transparent ceramics in the $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Y}_2\text{O}_3\text{-Ln}_2\text{O}_3$ systems	5th International Workshop Directionally Solidified Eutectic Ceramics (DSEC V). 3–7 April, 2016. Warsaw, Poland. – P. 81. (0012).	O.V. Chudinovych, E.R. Andrievskaya, A.V. Ragulya, A. Sayir
47	Фазові рівноваги у системі $\text{Nd}_2\text{O}_3\text{-Y}_2\text{O}_3$ при 1500 °С	VI Міжнародна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології, ХТФ КПІ. 20-22 квітня 2016, Київ, Україна, 2016. – С. 149.	О.В. Чудінович, О.Р. Андрієвська, А.О. Шендрик, Д.О. Смакал, Л.М. Спасьонова
48	Взаимодействие и свойства фаз в системе $\text{Nd}_2\text{O}_3\text{-Y}_2\text{O}_3$ при 1500 °С	Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышленности, международная научно-техническая конференция. 11–12 мая, 2016 г.: тезисы докладов Харьков, изд. “Каравелла”. – 2016. – С. 42–43.	Е.Р. Андриевская, О.В. Чудинович, В.В. Ткач
49	Optically transparent ceramics and phase relations in the $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Y}_2\text{O}_3\text{-Ln}_2\text{O}_3$ systems	14th International Ceramics Congress & 7th Forum on New Materials CIMTEC 2016. Perugia, Italy, June 5-9. – 2016. – Symposium D. Advances in Inorganic Luminescent Materials and Applications. – D: P04.	E.R. Andrievskaya, O.V.Chudinovych, A. Sayir
50	Взаимодействие оксида иттрия с оксидами лантана и иттербия при 1500 °С	Материалы и покрытия в экстремальных условиях: исследования, применение, экологически чистые технологии производства и утилизации изделий: IX Международная конференция. 15-19 августа. – 2016 г.: тезисы докладов. Секция D. Структура и свойства материалов и покрытий для работы в экстремальных условиях. –	Е.Р. Андриевская, О.В. Чудинович, Ю.В. Юрченко, В.В. Ткач

		Київ. – 2016. – С. 100.	
51	Взаємодія оксиду ітрію з оксидами лантану та неодиму при температурі 1600 °С	Хімічні проблеми сьогодення (ХПС-2017): збірник тез доповідей Десятої Української наукової конференції студентів, аспірантів і молодих учених з міжнародною участю, 27–29 березня, 2017, Вінниця. С. 183.	О.В. Чудінович, О.Р. Андрієвська, Ж.Д. Багатирьова, Л.М. Спасьонова
52	Взаємодія оксиду ітрію з оксидами лантану та самарію при температурі 1500 °С	Хімічні проблеми сьогодення (ХПС-2018): збірник тез доповідей Десятої Української наукової конференції студентів, аспірантів і молодих учених з міжнародною участю, 27–29 березня, 2018, Вінниця. С. 228.	О.В. Чудінович, О. В. Широков
53	Взаємодія оксиду ітрію з оксидами лантану та гадолінію при температурі 1500 °С	VII Міжнародна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології: тези доповідей. – К., 2018. – С. 120.	О.В. Чудінович, О. В. Широков, І. С. Субота, В.В. Шаєвська
54	Фазові рівноваги в системах $\text{La}_2\text{O}_3\text{-Er}_2\text{O}_3(\text{Yb}_2\text{O}_3)$	VI Международная Самсоновская конференция «Материаловедение тугоплавких соединений», 22–24 мая, 2018, Киев. С. 28.	О. А. Корнієнко, О. Р. Андрієвська, О.В. Чудінович, О. І. Биков, А. В. Самелюк, В. С. Урбанович
55	Оптично прозора кераміка на основі фази типу перовскиту	Хімічні проблеми сьогодення (ХПС-2019): збірник тез доповідей II Міжнародна (XII Українська) наукова конференція студентів, аспірантів і молодих учених, 19–21 березня, 2019, м. Вінниця. С. 117.	О.В. Чудінович, Я. О. Грицюк

56	Взаємодія оксидів лантану, ітрію та європію при 1500 °С	XII Всеукраїнська наукова конференція студентів та аспірантів "Хімічні Каразінські читання - 2021", 2021, м. Харків. С. 24.	О.В. Чудінович, О. І. Биков
57	Взаємодія оксидів лантану, ітрію та європію при 1600 °С	V Всеукраїнська наукова конференція «Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів (ТАХС-2021)», 2021, м. Дніпро. С. 32-33.	О.В. Чудінович, О. В.Широков
58	Variation of physicochemical properties of nanocrystalline powder (mol.%) 88 ZrO ₂ – 12 CeO ₂	International research and practice conference: “Nanotechnology and nanomaterials“ (NANO – 2017), 23–26 August 2017.– P. 729, Chernivtsi, Ukraine	I.O. Marek, O.K. Ryban, V.P. Red’ko, M.I. Danylenko, O.V.Dudnik
59	Нанокристалічні порошки на основі ZrO ₂ для виготовлення композитів, стійких до процесу старіння	V-а Наукова конференція «Нанорозмірні системи: будова, властивості, технології» НАНСИС-2016, 1–2 грудня 2016 р. Київ. Ст. 93	I.O. Марек, O.K. Рубан, В.П. Редько, O.B. Дуднік
60	Властивості нанокристалічних порошків системи ZrO ₂ –Y ₂ O ₃ –CeO ₂ після гідротермального синтезу	Международная научно-техническая конференция «Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышленности» 11–12 мая 2016 г. в Харькове. С. 38–39.	I.O. Марек, O.K. Рубан, В.П. Редько, O.B. Дуднік
61	Гидротермальные порошки системы ZrO ₂ –Y ₂ O ₃ –CeO ₂	V-а Міжнародна Самсоновська конференція “Материаловедение тугоплавких соединений” 24–25 травня 2016 р. у м.Києві, Україна. – С. 20.	И.О. Марек, O.K. Рубан, В.П. Редько, O.B. Дудник
62	Випарники на основі Al ₂ O ₃ для спрямованого транспорту лікарських речовин	VIII Міжнародної конференції молодих учених та спеціалістів «Зварювання та споріднені технології» 20-22 травня, Київ-2015, с. 176.	М.Ю.Смирнова-Замкова, I.O. Марек, O. K. Рубан, O. B. Дуднік

63	Nanocrystalline powder in the ZrO_2 – Y_2O_3 – CeO_2 – Al_2O_3 – CoO system as basis for bioinert ceramics	Summer school and International research and practice conference: Nanotechnology and nanomaterials (NANO-2014), 23-30 August 2014, Yaremche-Lviv Ukraine, P–396.	V.V.Tsukrenko, O. K. Ruban, I.O. Marek, V. P. Red'ko, O. V. Dudnik
64	Випарники на основі Al_2O_3 для спрямованого транспорту лікарських речовин	«Технологія та застосування вогнетривів і технічної кераміки у промисловості» ПАТ УКРНДІ ім. А.С. Бережного», Харків, Україна, № 115, 2015, с. 94-98.	М.Ю.Смирнова-Замкова, I.O. Marek, O. K. Ruban, O. V. Dudnik,
65	Вплив вмісту стабілізаторів на фізико-хімічні властивості нанокристалічних порошків системи ZrO_2 – Y_2O_3 – CeO_2	I Міжнародної (XI Української) наукової конференції студентів, аспірантів і молодих учених «Хімічні проблеми сьогодення», 27–29 березня 2018р., м. Вінниця. – С. 201	I.O. Marek
66	Влияние температуры обработки на консолидацию нанокристаллических порошков системы ZrO_2 – Y_2O_3 – CeO_2	VI-ї Міжнародної Самсонівської конференції «Материаловедение тугоплавких соединений», 22–24 травня, 2018 р., Київ, Україна.– С.183	I.O. Marek, O.K. Ruban, В.П. Редько, O.V. Dudnik
67	Створення композитів на основі ZrO_2 системи ZrO_2 – Y_2O_3 – CeO_2 , що характеризуються підвищеною фазовою стабільністю	Тезы Международной научно-технической конференции «Технология и применение огнеупоров и технической керамики в промышленности». – 14–15 мая г. Харьков, 2019. – С. 25–26	I.O. Marek O.K. Ruban, В.П. Редько, М.І. Даниленко, С.А. Корній, O.V. Dudnik
68	Матеріали системи ZrO_2 – Y_2O_3 – CeO_2 , стійкі до низькотемпературної деградації властивостей	Школа-конференция молодых ученых «Современное материаловедение: физика, химия, технологи.» (СМФХТ–2019).– 27–31 мая 2019 г. Ужгород. – С. 194–195.	I.O. Marek

69	Композити системи ZrO_2 – Y_2O_3 – CeO_2 , стійкі до низькотемпературної деградації властивостей	Тези доповідей XX Міжнародної конференції студентів та аспірантів «Сучасні проблеми хімії» Київ, 15–17 травня 2019 р. – С. 154	I.O. Marek
70	Bioinert coatings based on nanocrystalline powders of the ZrO_2 – Y_2O_3 – CeO_2 system	6th INTERNATIONAL CONFERENCE, HighMathTech 2019. – October 28–30, 2019 Kyiv, Ukraine.– P. 159	I. M. Grechanyuk, V. P. Red'ko, I.O. Marek, O. K. Ruban, M.I. Grechanyuk, O.V. Dudnik
71	Стійкість матеріалів системи ZrO_2 – Y_2O_3 – CeO_2 , до процесу старіння	Хімічні проблеми сьогодення IV International (XIV Ukrainian) scientific conference for students and young scientists–Vinnytsia –2021– С.108.	I.O. Marek, O.K. Рубан, В.П. Редько, О.В. Дуднік
72	Low–temperature phase stability of materials in the system ZrO_2 – Y_2O_3 – CeO_2	7-th INTERNATIONAL SAMSONOV CONFERENCE “MATERIALS SCIENCE OF REFRACTORY COMPOUNDS”(MSRC–2021), 25–28 May 2021.– Kyiv.– P.116.	O. K. Ruban, I.O. Marek, V. P. Red'ko, O. V. Dudnik, S. A. Korniy
73	Aging of materials in the ZrO_2 – Y_2O_3 – CeO_2 system	7th International Materials Science Conference HighMatTech–2021.– October 5–7.– 2021 Kyiv, Ukraine.– P.69	O. K. Ruban, I.O. Marek, V. P. Red'ko, O. V. Dudnik
74	Старіння композитів системи ZrO_2 – Y_2O_3 – CeO_2	Матеріали VI Конференції – нетворкінгу. «Реальність та перспективи матеріалознавства»./ 25–27.06. 2021в Центрі з проведення літніх наукових шкіл та відпочинку Інституту проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України.– С. 28.	I.O. Marek, O.K. Рубан, В.П. Редько, О.В. Дуднік

75	Influence of the composition of a ZrO ₂ -based solid solution on low-temperature phase stability system materials ZrO ₂ -Y ₂ O ₃ -CeO ₂	8th International Materials Science Conference HighMatTech-2023.-P.64	O. V. Dudnik, V.A. Vynar, O. K. Ruban, I.O. Marek, V. P. Red'ko
Кількість вітчизняних наукових проєктів та грантів, за якими працював претендент - Чудінович О.В.		як науковий керівник	як виконавець
		3	1
Кількість закордонних наукових проєктів та грантів, за якими працював претендент - Чудінович О.В.		як науковий керівник	як виконавець
		1	4

к.х.н.



к.х.н. В.О. ученого секретаря ІПМ НАНУ

Handwritten signatures in blue ink:
 1. Top signature: *О.В. Чудінович*
 2. Middle signature: *Ірина Маре́к*
 3. Bottom signature: *Денис Миронюк*

Ольга ЧУДІНОВИЧ

Ірина МАРЕК

Денис МИРОНЮК