„ЗАТВЕРДЖУЮ"
Директор Інституту проблем матеріалознавства
ім. І. М. Францевича НАН України
чл.-кор. НАН України
Геннадій БАГЛЮК

_____ 2025р.

ВИСНОВОК

про наукову і практичну цінність дисертаційної роботи здобувача відділу №51 Функціональної кераміки на основі рідкісних земель Інституту проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України Юрченка Юрія Васильовича на тему «Фазові взаємодії в системах оксидів ZrO_2–HfO_2–Ln_2O_3, де *Ln* = La, Nd, Sm, Eu, Gd», поданої на здобуття наукового ступеню кандидата хімічних наук за спеціальністю 02.00.04 – фізична хімія.

ВИТЯГ

з протоколу № 6 /II - 6 засідання секції «Фізико-хімія і технології наноструктурних і функціональних матеріалів» Вченої ради Інституту проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України від 12 червня 2025 року

ПРИСУТНІ члени секції: акад. НАН України, д.т.н. А. В. Рагуля, д.х.н. А. А. Бондар д.х.н. М. В. Буланова, д.х.н. В. П. Красовський, д.х.н. В. С. Судавцова., д.х.н. О. А. Корнієнко, д.ф.-м.н Є. А. Єлісєєв, д.х.н. Л. М. Куліков, д.ф.-м.н. В. І. Іващенко, д.т.н. М. С. Стороженко, д.ф.-м.н. Р. О. Кузян, Г. Ю. Бородянська, д.ф.-м.н. О. Ю. Хижун, к.х.н. О. В. Чудінович, к.х.н. К. Є. Корнієнко, д.ф.-м.н. О. І. Дмитрієв, к.ф.-м.н. Т. В. Томила, к.ф.-м.н. І. В. Кондакова, **а також**: д.х.н. Ю.В. Фартушна.

СЛУХАЛИ: Доповідь н.с. Юрченка Ю. В. (відділ № 51 функціональної кераміки на основі рідкісних земель Інституту проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича) «Фазові взаємодії в системах оксидів ZrO_2–HfO_2–Ln_2O_3, де *Ln* = La, Nd, Sm, Eu, Gd» за матеріалами кандидатської дисертації, що подаватиметься на здобуття наукового ступеня кандидата хімічних наук за спеціальністю 02.00.04 — фізична хімія. Науковий керівник – д.х.н., старший науковий співробітник Андрієвська О. Р. Тему дисертації затверджено на засіданні вченої ради Інституту проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України 26 лютого 2013 року, протокол № 2.

ЗАПИТАННЯ ПОСТАВИЛИ: д.х.н. Красовський В. П., д.х.н. Буланова М. В., акад. НАН України, д.т.н. А. В. Рагуля, д.х.н. В. С. Судавцова, д.ф.-м.н. О. Ю. Хижун, д.х.н. Бондар А. А.

В ОБГОВОРЕННІ ВЗЯЛИ УЧАСТЬ: д.х.н. Буланова М. В., акад. НАН України, д.т.н. А. В. Рагуля, д.х.н. В. С. Судавцова, д.х.н. Бондар А. А.

З РЕЦЕНЗІЯМИ ВИСТУПИЛИ: д.х.н. Ю. В. Фартушна, к.х.н. К. Є. Корнієнко.

УХВАЛИЛИ: — прийняти такий висновок щодо дисертаційної роботи:

Актуальність теми досліджень. Матеріали на основі діоксидів цирконію та гафнію, легованих оксидами РЗЕ, становлять практичний інтерес для численних сфер застосування. В потрійних системах ZrO_2–HfO_2–Ln_2O_3 (*Ln* = La, Nd, Sm, Eu, Gd)

утворюються тверді розчини заміщення зі структурою типу флюориту, а також упорядкованою структурою типу пірохлору. Матеріали на даній основі успішно застосовують як тверді електроліти з температурно-залежною іонно-кисневою провідністю твердооксидних паливних елементів (ТОПЕ, SOFC) та λ-сенсорів. Цирконати та гафнати лантаноїдів церієвої підгрупи з упорядкованою структурою типу пірохлору, а також їх спільні сполуки Ру-$Ln_2Zr_xHf_{2-x}O_7$ (Ln = La – Gd) є перспективною основою для ТБП. Нижча теплопровідність ніж у стабілізованого діоксиду цирконію (YSZ) підвищує енергоефективність, а здатність утворення твердих розчинів зі стабільним фазовим складом дозволяє варіювати хімічний склад контактних та поверхневих шарів ТБП газотурбінних двигунів, тим самим збільшуючи їх ресурс. Враховуючи низку унікальних властивостей, виникає інтерес з використання зазначених твердих розчинів для створення матеріалів напівпровідників, оптично-прозорої кераміки та лазерів, люмінофорів, каталізаторів, матеріалів для іммобілізації радіоактивних відходів тощо. Розробка нових матеріалів спеціального призначення потребує вичерпних даних про взаємодію компонентів і розуміння закономірностей фазоутворення, відображених в будові діаграм стану. Зокрема, важливо дослідити особливості утворення проміжних фаз у досліджуваних потрійних системах порівняно з характером їх утворення в граничних подвійних системах. На основі отриманих даних з використанням літератури можна прогнозувати будову діаграм стану чотирикомпонентних, а також більш складних систем. Необхідно зазначити, що зростаючий інтерес до термодинамічного моделювання спричиняє потребу в надійних експериментальних даних про фазові рівноваги для параметризації феноменологічних розрахунків CALPHAD.

Достовірність та обґрунтованість результатів і висновків забезпечується застосуванням системного підходу при підготовці і дослідженні зразків, який полягає в атестації вихідних матеріалів та застосуванні комплексу незалежних експериментальних методів дослідження: рентгенівського фазового аналізу (РФА), сканувальної електронної мікроскопії (СЕМ) з локальним рентгеноспектральним аналізом (ЛРСА).

3. Особистий внесок дисертанта.

У представленій дисертації узагальнено результати досліджень, що отримано за безпосередньої участі автора. Автором самостійно проведено літературно-патентний пошук за обраною тематикою, аналіз будови діаграм стану подвійних систем, експериментальні дослідження, обробку та аналіз отриманих результатів. Побудовано елементи діаграм стану систем ZrO_2–HfO_2–Ln_2O_3 (Ln = La, Nd, Sm, Eu, Gd) у вигляді ізотермічних перерізів при температурах 1100 °С, 1250 °С, 1500 °С, 1600 °С, 1700 °С 1900 °С, 2100 °С та проекцій поверхонь ліквідусу. В наукових працях, де представлено результати дослідження, автором самостійно здійснено вибір та обґрунтування методики експерименту, а також проведено експериментальну частину, аналіз отриманих даних, формулювання висновків і підготовку рукопису дисертаційної роботи до публікації. Рентгенофазовий аналіз виконано спільно з к.т.н. Биковим О. І. та н.с. Оліфан О. І. (ІПМ НАН України), мікроструктурні дослідження – спільно з н.с. Самелюком А. В. (ІПМ НАН України) та Скориком М. А. (ІМФ НАН України). Постановку задач, вирішення організаційних питань та обговорення результатів проведено спільно з д.х.н. Корнієнко О. А.

4. Практична цінність роботи

Представлені результати дослідження фазових рівноваг у потрійних ZrO_2–HfO_2–Ln_2O_3 (де Ln = La, Nd, Sm, Eu, Gd) системах є довідниковим матеріалом, котрий може

бути корисним при створенні нових керамічних матеріалів конструкційного та функціонального призначення, перш за все термобар'єрних покриттів (ТБП) та іонних провідників, оптично-прозорої кераміки – зокрема лазерів, люмінофорів, каталізаторів, матеріалів для іммобілізації радіоактивних відходів тощо. Підібраний для дослідження температурний інтервал відповідає режимам виготовлення та експлуатації вищезгаданих потенційних матеріалів, що збільшує достовірність інформації відносно стабільності проміжних фаз та твердих розчинів на їх основі.

5. Наукова зрілість дисертанта

Юрченко Юрій Васильович у 2012 році закінчив хімічний факультет Чернівецького Національного Університету за спеціальністю «хімія», здобувши кваліфікацію магістра хімії. У 2015 р. закінчив очну аспірантуру Інституту проблем матеріалознавства НАН України за спеціальністю 02.00.04 – «фізична хімія». В Інституті проблем матеріалознавства ім. І М. Францевича працював у відділі №4 з 2011 по 2015 рр. на посаді інженера 1 категорії, у відділі №51 – з 2015 по 2023 рр. на посаді молодшого наукового співробітника та з 2023 по теперішній час на посаді наукового співробітника.

За час своєї науково-дослідницької діяльності Ю. В. Юрченко набув високого рівня кваліфікації, проявив себе творчим, досвідченим, відповідальним і активним науковцем з високим рівнем теоретичної підготовки та лабораторної практики. Протягом багатьох років успішно виконує обов'язки головного інженера у відділі № 51. Наразі Юрій Юрченко є науковцем, що досконало володіє сучасними методами дослідження структури та властивостей матеріалів. Здатний самостійно ставити та ефективно вирішувати наукові задачі в галузі фізико-хімічного матеріалознавства. Співавтор понад 40 наукових праць, з яких за темою дисертаційної роботи 19 (8 статей та 11 тез доповідей).

Основні результати дисертації опубліковано в роботах:

1. **Юрченко, Ю. В.**, Корнієнко, О. А., Биков, О. І., Самелюк, А. В. (2022). Ізотермічний переріз діаграми стану системи ZrO_2–HfO_2–Sm_2O_3 при 1600 °С. *Journal of Chemistry and Technologies* **(Q4)**, 30(1), 34–43. DOI:10.15421/jchemtech.V30i1.245246 *(Особистий внесок здобувача – приготування зразків, обробка результатів, підготовка рукопису статті).*

2. **Yurchenko, Yu. V.**, Kornienko, O. A., Bykov, O. I., Samelyuk, A. V., Bataiev, Yu. M., Yushkevych, S. V., Zamula, M. V. (2022). Phase equilibrium in the ZrO_2–HfO_2–Sm_2O_3 system at 1500 °C. *Chem. Thermodyn. Therm. Anal.*, 8, 100093. DOI:10.1016/j.ctta.2022.100093 *(Особистий внесок здобувача – приготування зразків, обробка результатів, підготовка рукопису статті).*

3. **Юрченко, Ю. В.**, Корнієнко, О. А., Корічев, С. Ф., Юшкевич, С. В. (2023). Ізотермічний переріз потрійної діаграми стану системи ZrO_2–HfO_2–Eu_2O_3 за температури 1100 °С. *Вісник ОНУ. Хімія*, 28, 2(85), 72–82. DOI:10.18524/2304-0947.2023.2(85).286605 *(Особистий внесок здобувача – приготування зразків, обробка результатів, підготовка рукопису статті).*

4. Korniienko, O. A., **Yurchenko, Yu. V.**, Olifan, O. I., Samelyuk, A. V., Zamula, M. V. (2023). Isothermal section of the ZrO_2–HfO_2–Nd_2O_3 ternary phase diagram at 1100 °C. *Hybrid Adv.*, 4, 100085. DOI:10.1016/j.hybadv.2023.100085 *(Особистий внесок*

здобувача – приготування зразків, обробка результатів).

5. **Yurchenko, Yu. V.**, Korniienko, O. A., Bykov, O. I., Samelyuk, A. V., Yushkevych, S. V., Zamula, M. V. (2023). Phase equilibria in the ZrO_2–HfO_2–Nd_2O_3 system at 1500 °C and 1700 °C. *Open Ceram.* **(Q2)**, 15, 100421. DOI:10.1016/j.oceram.2023.100421 (*Особистий внесок здобувача – приготування зразків, обробка результатів, підготовка рукопису статті).*

6. **Yurchenko, Yu. V.**, Kornienko, O. A., Olifan, O. I., Sameliuk, A. V., Yushkevych, S. V., Zamula, M. V. (2024). Experimental study of isothermal sections of the ZrO_2–HfO_2–Eu_2O_3 ternary diagram at 1500 °C and 1700 °C. *CALPHAD: Comput. Coupling Ph. Diagr. Thermochem.* **(Q2)**, 86, 102721. DOI:10.1016/j.calphad.2024.102721

(Особистий внесок здобувача – приготування зразків, обробка результатів, підготовка рукопису статті).

7. Kornienko, O., **Yurchenko, Yu.**, Olifan, O., Samelyuk, A., Zamula, M., Pavlenko, O. (2024). Phase relations in the La_2O_3–ZrO_2–HfO_2 system at 1250 °C and 1500 °C. *Chem. Thermodyn. Therm. Anal.* **(Q3)**, 100144. DOI:10.1016/j.ctta.2024.100144 (*Особистий внесок здобувача – приготування зразків, обробка результатів, підготовка рукопису статті).*

8. ***Юрченко, Ю. В.***, *Корічев, С. Ф., Барцевська, Г. К., Забіяка, К. І. (2024).* Ізотермічний переріз потрійної діаграми стану системи La_2O_3–ZrO_2–HfO_2 при 1100 °C. *Вісник ОНУ. Хімія,* 29, 2(88), 85–93. DOI:10.18524/2304-0947.2024.2(88). 322133

(Особистий внесок здобувача – приготування зразків, обробка результатів, підготовка рукопису статті).

ПОСТАНОВА СЕКЦІЇ

В результаті обговорення дисертаційної роботи і висновків рецензентів секція встановила, що:

1. Дисертаційна робота н.с. Юрченко Ю.В. (відділ № 51) «Фазові взаємодії в системах оксидів ZrO_2–HfO_2–Ln_2O_3, де *Ln* = La, Nd, Sm, Eu, Gd» є завершеною науково-дослідною роботою і становить собою фундаментальний внесок у розвиток наукового напрямку «Фізико-хімічні основи технології формування неорганічних матеріалів, дослідження фазових рівноваг, поверхневих і контактних явищ в багатокомпонентних системах».

Робота задовольняє всім вимогам до кандидатських дисертацій відповідно до «Порядку присудження наукових ступенів», а зміст дисертації відповідає спеціальності 02.00.04 — «фізична хімія».

2. Роботу рекомендовано до захисту на Спеціалізованій вченій раді Д 26.207.02 при Інституті проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України на здобуття наукового ступеня кандидата хімічних наук за спеціальністю 02.00.04 — «фізична хімія».

Голова секції Вченої ради
академік НАН України **Андрій РАГУЛЯ**

Секретар секції Вченої ради
канд. фіз.-мат. наук **Ірина КОНДАКОВА**