

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0826U004392

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 07-08-2026

Статус: Захищена

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кирилюк Дмитро Вікторович

2. Dmytro Kyryliuk

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: 0009-0007-9199-6948

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 102

Назва наукової спеціальності: Хімія

Галузь / галузі знань: природничі науки

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Хімія

Дата захисту: 29-09-2026

Спеціальність за освітою: Хімія

Місце роботи здобувача: Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417213

Місцезнаходження: проспект Науки, Київ, 03028, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): PhD 16834

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417213

Місцезнаходження: проспект Науки, Київ, 03028, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417213

Місцезнаходження: проспект Науки, Київ, 03028, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 31.15, 31.15.19, 31.15.27.07, 31.15.35.07, 31.15.30

Тема дисертації:

1. Каталітична конверсія CO₂ в циклічні карбонати і карбамати на Cs-, Ti-, Ce-вмісних ієрархічних цеолітах
2. Catalytic conversion of CO₂ into cyclic carbonates and carbamates over Cs-, Ti-, and Ce-containing hierarchical zeolites

Реферат/анотація:

1. Мета і задачі дослідження. Мета роботи полягала у розробці методів цілеспрямованого синтезу каталізаторів на основі цеолітів з регульованими кислотними та основними властивостями, CeO₂-вмісних матеріалів та наноккомпозитів на їх основі для рідиннофазних реакцій одержання циклічних карбонатів із епоксидів, алкенів, діолів та карбаматів із аміноспиртів шляхом циклоприєднання вуглекислого газу. Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні завдання: • Дослідити вплив умов синтезу ієрархічних цеолітів (структурних типів BEA, MFI та ін.) різного хімічного складу (Cs-форми цеолітів, титаносилікати, наноккомпозити цеолітів із CeO₂, MgO тощо) з регульованою природою, силою та концентрацією основних центрів (а за потреби і кислотних центрів Льюїса); • Охарактеризувати фізико-хімічні властивості і дослідити природу поверхні, основність та кислотність цих матеріалів; • Дослідити каталітичні властивості одержаних

матеріалів в реакціях синтезу циклічних карбонатів (з епоксидів, олефінів чи діолів) і карбаматів (з аміноспиртів); • Встановити вплив будови, хімічної природи поверхні, кислотно-основних характеристик цеолітів (Cs- чи K-форм цеолітів, титаносилікатів тощо) та цеолітних нанокомпозитів на каталітичні властивості в таких реакціях. Об'єкти дослідження: матеріали на основі ієрархічних цеолітів, мезопористих молекулярних сит, змішаних оксидів магнію та церію а також нанокомпозити на їх основі, як каталізатори реакцій перетворення епоксиду стирену в циклічний карбонат, стирену в присутності третбутилпероксида в циклічний карбонат, циклоприєднання CO₂ до діолів за участю трифтороцтового ангідриду (ТФОА), N,N-діізопропілетиламін (ДІПЕА) та синтезу циклічних карбаматів із аміноспиртів (етаноламіну, 2-аміно-2-фенілетан-1-олу та 2-аміно-1-фенілетан-1-олу). Предмет дослідження: фізико-хімічні характеристики та каталітичні властивості ієрархічних цеолітів та композитів на їх основі в реакціях перетворення епоксиду стирену в циклічний карбонат, каталітичні властивості CeO₂-вмісних композитних матеріалів в реакціях отримання циклічного карбонату зі стирену, закономірності перебігу реакції отримання циклічних карбонатів з діолів за участю ТФОА, ДІПЕА та CeO₂-вмісних композитних матеріалів в якості каталізаторів, каталітичні характеристики CeO₂ в реакціях одержання циклічних карбаматів з аміноспиртів. Методи дослідження: рентгенофазовий аналіз (РФА); Рентгенівська флуоресцентна спектроскопія, скануюча електронна мікроскопія (СЕМ); низькотемпературна (– 196 °С) ад(де)сорбція азоту; спектроскопія ядерного магнітного резонансу (1H ЯМР); електронна спектроскопія дифузного відбиття (ЕСДВ) в ультрафіолетовій і видимій області; термопрограмована десорбція (ТПД) аміаку та діоксиду вуглецю; інфрачервона спектроскопія (ІЧС), зокрема з використанням молекул-зондів; потенціометричне титрування, газова хроматографія з мас-спектроскопічним контролем. У дисертаційній роботі встановлено, що цезієві форми алюмосилікатних цеолітів, титаносилікатні цеоліти та нанокомпозити цеолітів з оксидами металів з основними властивостями показують високі каталітичні характеристики (вихід до 95%) в реакції синтезу циклічного карбонату із епоксиду стирену під тиском CO₂. Використання монолітного картриджа на основі Cs-форми ієрархічного цеоліту структурного типу BEA в умовах проточного реактору (25 атм, 150 °С, 0,5 мл/хв.) дозволило досягти виходу цільового продукту рореакції близько 67%. Показано, що титаносилікатні цеоліти з різним співвідношенням Si/Ti та композитні матеріали на основі основних ієрархічних цеолітів і змішаних оксидів MgO–CeO₂ є активними каталізаторами двостадійного процесу перетворення олефінів в циклічні карбонати в присутності окисника. В присутності тетрабутиламоніййодиду (ТБАЙ) як каталізатора другої стадії реакції було досягнуто виходу 95%. Вперше показано, що діоли в присутності трифтороцтового ангідриду та N,N-діізопропілетиламіну, вступають в реакцію циклоприєднання вуглекислого газу з утворенням відповідних циклічних карбонатів з виходом до 72%. Використання MgO–CeO₂-вмісних цеолітних матеріалів структурного типу BEA як каталізаторів даної реакції підвищувало вихід цільового циклічного карбонату до 76 – 98 %. Показано, що для матеріалів на основі CeO₂, одержаних розкладом церійамонійнітрату, температура розкладу суттєво впливає на його каталітичні властивості в реакціях отримання циклічних карбаматів з аміноспиртів. Встановлено, що найвищий вихід (84%) притаманний для зразка, одержаного при 300 °С, що може бути обумовлено максимальною концентрацією дефектів з Ce³⁺ в структурі каталізатора.

2. Purpose and objectives of the study. The aim of this work was to develop methods for the targeted synthesis of zeolite-based catalysts with tailored acidic and basic properties, CeO₂-containing materials and their nanocomposites for liquid-phase synthesis of cyclic carbonates from epoxides, alkenes, and vicinal diols, as well as cyclic carbamates from amino alcohols via the cycloaddition of carbon dioxide. To achieve the stated objective, the following tasks were addressed: • To investigate the effect of the synthesis conditions of hierarchical zeolites (BEA, MFI, and other framework types) with different chemical compositions (Cs-form zeolites, titanosilicates, zeolite/CeO₂ and zeolite/MgO nanocomposites, etc.) on the nature, strength, and concentration of basic sites, as well as, where appropriate, Lewis acid sites.; • To characterize the physicochemical properties of these materials and investigate the nature of their surface, as well as their basicity and acidity; • To investigate the catalytic performance of the synthesized materials in the synthesis of cyclic carbonates (from epoxides, olefins, and diols) and cyclic carbamates (from amino alcohols); • To establish the influence of the structure, surface chemical nature,

and acid–base properties of zeolites (Cs- and K-form zeolites, titanosilicates, etc.) and zeolite nanocomposites on their catalytic performance in these reactions.; Objects of the study: hierarchical zeolite-based materials, mesoporous molecular sieves, mixed magnesium–cerium oxides, and their nanocomposites as catalysts for the conversion of styrene oxide into styrene carbonate, the tandem conversion of styrene into styrene carbonate in the presence of tert-butyl hydroperoxide, the cycloaddition of CO₂ to vicinal diols in the presence of trifluoroacetic anhydride (TFAA) and N,N-diisopropylethylamine (DIPEA), and the synthesis of cyclic carbamates from amino alcohols (ethanolamine, 2-amino-2-phenylethan-1-ol, and 2-amino-1-phenylethan-1-ol). Subject of the study: The physicochemical characteristics and catalytic performance of hierarchical zeolites and their composites in the conversion of styrene oxide into styrene carbonate; the catalytic performance of CeO₂-containing composite materials in the synthesis of styrene carbonate from styrene; the reaction pathways and catalytic aspects of the synthesis of cyclic carbonates from vicinal diols in the presence of trifluoroacetic anhydride (TFAA), N,N-diisopropylethylamine (DIPEA), and CeO₂-containing composite materials; and the catalytic performance of CeO₂ in the synthesis of cyclic carbamates from amino alcohols. Research methods: X-ray diffraction analysis (XRD); X-ray fluorescence spectroscopy (XRF); scanning electron microscopy (SEM); low-temperature (–196 °C) nitrogen ad(de)sorption; nuclear magnetic resonance spectroscopy (1H NMR); ultraviolet–visible diffuse reflectance spectroscopy (UV–Vis DRS); temperature-programmed desorption (TPD) of ammonia and carbon dioxide; infrared spectroscopy (IR), including the use of probe molecules; potentiometric titration; gas chromatography with mass spectrometric detection (GC–MS). In the dissertation, it was established that Cs-forms of aluminosilicate zeolites, titanosilicate zeolites, and zeolite nanocomposites with metal oxides possessing basic properties exhibit high catalytic performance (yield up to 95%) in the reaction of cyclic carbonate synthesis from styrene oxide under CO₂ pressure. The use of a monolithic cartridge based on the Cs-form of a hierarchical BEA-type zeolite under continuous-flow reactor conditions (25 atm, 150 °C, 0.5 mL/min) made it possible to achieve a target product yield of about 67%. It was shown that titanosilicate zeolites with different Si/Ti ratios and composite materials based on basic hierarchical zeolites and mixed MgO–CeO₂ oxides are active catalysts for the two-step conversion of olefins into cyclic carbonates in the presence of an oxidant. In the presence of tetrabutylammonium iodide (TBAI) as a catalyst for the second stage of the reaction, the yield reached 95%. For the first time, it was demonstrated that diols, in the presence of trifluoroacetic anhydride and N,N-diisopropylethylamine, undergo CO₂ cycloaddition reactions with the formation of the corresponding cyclic carbonates in yields up to 72%. The use of MgO–CeO₂-containing BEA-type zeolitic materials as catalysts for this reaction increased the yield of the target cyclic carbonate to 76–98%. It was shown that, for CeO₂ obtained by thermal decomposition of cerium ammonium nitrate, the decomposition temperature significantly affects its catalytic properties in the reaction of cyclic carbamate synthesis from amino alcohols. It was established that the highest yield (84%) was achieved for the sample obtained at 300 °C, which may be attributed to the maximum concentration of Ce³⁺-related defects in the catalyst structure.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Не застосовується

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- 1. Kurmach M. M., Kyryliuk D. V., Samotoi A. O., Sotnik S. O., Yaremov P. S., Shvets O. V., Shcherban N. D. Catalytic Properties of Hierarchical CsAlTi-BEA Zeolites in the Process of Conversion of Styrene with CO₂ for Cyclic Carbonate Formation // Theor. Exp. Chem., 2023, V. 59, N 5. P. 350 – 357.

<https://doi.org/10.1007/s11237-024-09794-9>

- 2. Kyryliuk D. V., Kurmach M. M., Romanenko E. O., Ternovoy D. S., Shvets O. V. Direct synthesis of cyclic carbonates from diols under CO₂ pressure using trifluoroacetic anhydride and a base in the presence of CeO₂-based nanocomposite materials // *Chem. Heterocycl. Compd.* 2025, V. 61, N 9. P. 509–513.
<https://doi.org/10.1007/s10593-026-03450-x>
- 3. Kurmach M. M., Kyryliuk D. V., Sotnik S. O., Gavrilenko K. S., Yaremov P. S., Shvets O. V., Kolotilov S. V. Cs-containing BEA zeolite monoliths for cyclic carbonates production from epoxides and carbon dioxide in flow reactors // *Chem. Heterocycl. Compd.*, 2025, V. 61, N 10. P. 514–518. <https://doi.org/10.1007/s10593-026-03451-w>
- 4. D.V. Kyryliuk, Kyryliuk D. V., Shvets O. V. Catalytic properties of hierarchical Ti-MFI zeolites in the synthesis of cyclic carbonates from styrene under CO₂ pressure // *J. Org. Pharm. Chem.* 2026. V. 24, No. 2. P. 14–20. <https://doi.org/10.24959/ophcj.26.360726>.
- Спосіб одержання ієрархічних титаносилікатних цеолітів. Курмач М.М., Кирилюк Д.В., Самотой А.О., Яремов П.С., Сотнік С.О., Швець О.В., Щербань Н.Д. Пат. 158633, Україна, C01G23/053B01J21/06, № u 2024 00577; Заявл. 02.02.2024; Опубл. 05.03.2025, Бюл. № 10 – 7 с.
- Курмач М.М., Кирилюк Д.В., Яремов П.С., Швець О.В., Щербань Н.Д. Титаносилікатні цеоліти – перспективні каталізатори перетворення епоксидів в циклічні карбонати. VI Міжнародна (XVI Українська) наукова конференція студентів, аспірантів і молодих учених «Хімічні проблеми сьогодення» (ХПС 2022), 21–23 березня 2023 року, Вінниця, С.76.
- Курмач М.М., Кирилюк Д.В., Щербань Н.Д., Швець О.В. Каталітичні властивості ієрархічних наноккомпозитів MgO–CeO₂/Цт в тандемній реакції одержання циклічних карбонатів із стиrolу під тиском CO₂. VII Всеукраїнської наукової конференції «Актуальні задачі хімії: дослідження та перспективи», 19 квітня 2023 року, Житомир, С. 122
- Курмач М.М., Кирилюк Д.В., Яремов П.С., Швець О.В., Щербань Н.Д. Каталітичні властивості ієрархічних цеолітів в процесах одержання циклічних карбонатів. XIV Всеукраїнської наукової конференції студентів та аспірантів "Хімічні Каразінські читання – 2023", 25–27 квітня 2023 р, Харків, С. 191.
- Кирилюк Д.В., Курмач М.М. Каталітичні властивості MgO–CeO₂-вмісних наноккомпозитних каталізаторів в реакції отримання циклічних карбонатів. XXIV Міжнародна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХІМІЇ», 17–19 травня 2023 р. Київ, С. 135.
- Курмач М.М., Кирилюк Д.В., Самотой А.О., Сотнік С.О., Яремов П.С., Щербань Н.Д., Швець О.В. Титаносилікатні цеоліти як перспективні каталізатори процесів епоксидування циклічних олефінів. XXIV Міжнародна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ХІМІЇ», 17–19 травня 2023 р. Київ, С. 138.
- Shvets O.V., Kurmach M.M., Kyryliuk D.V. Hierarchical zeolites and nanocomposites – effective catalysts for cyclic carbonates synthesis from styrene under CO₂ pressure. 11th International Conference "Nanotechnologies and Nanomaterials" NANO-2023, Bukovel, Ukraine, August 16–19, 2023. Book of abstracts– P. 183.
- Shvets O.V., Kurmach M.M., Kyryliuk D.V. Hierarchical zeolites and their nanocomposites as cycloaddition reaction catalysts. International Conference «Current problems in Catalysis» CPC-2023. September 25–29, 2023, Kyiv, P. 35
- Курмач М. М., Кирилюк Д. В., Сотнік С. О., Яремов П. С., Швець О. В., Щербань Н. Д. Ієрархічні цеоліти з основними властивостями як перспективні каталізатори процесів одержання циклічних карбонатів з епоксидів та олефінів // Book of abstracts of the VII International (XVII Ukrainian) scientific conference for students and young scientists, March 19–21, 2024, Vinnytsia / Vasyl' Stus Donetsk National University; editorial board: O. M. Shendryk (editor-in-chief) [et al.]. Vinnytsia, 2024. – P. 110.
- Курмач М.М., Кирилюк Д.В., Щербань Н.Д., Швець О.В. Церійвмісні матеріали як каталізатори одержання циклічних карбонатів та карбаматів// Матеріали VIII Всеукраїнської наукової конференції «Актуальні задачі хімії: Дослідження та перспективи», 1 травня 2024 р. – Житомир, Україна.

- M.M. Kurmach, D.V. Kyryliuk, P.S.Yaremov, N.D. Shcherban, O.V.Shvets. Ce-containing materials as catalysts for cyclic carbonates and carbamate synthesis/ Матеріали Всеукраїнської конференції з міжнародною участю «ХІМІЯ, ФІЗИКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ ПОВЕРХНІ», 29-30 травня, 2024 р. – Київ, Україна, С. 123.
- Oleksiy V. Shvets, Mykhailo M. Kurmach, Dmytro V. Kyryliuk, Alyona O. Samotoi, Pavlo S. Yaremov, Natalia D. Shcherban. Ti- and CsAlTi-silicate hierarchical zeolites as active catalysts for cycloaddition reaction under CO₂ pressure. // 18th International Congress on Catalysis. July 14-19, 2024, Lyon, France, P. 2114
- Kurmach M.M., Kyryliuk D.V., Yaremov P.S., Shvets O.V., Shcherban N.D. Ce-containing catalysts for cyclic carbonate and carbamate production. 12th International Conference "Nanotechnologies and Nanomaterials" NANO-2024, Uzhhorod, Ukraine, August 21-24, 2024. Book of abstracts– P. 413.
- Kurmach Mykhailo, Kyryliuk Dmytro, Yaremov Pavlo, Shvets Oleksiy. Catalytic properties of hierarchical zeolites and their nanocomposites with cerium oxide for cyclic carbonates and carbamates production / 3-rd International Research and Practice Conference «Nanoobjects & Nanostructuring», October 7-10, 2024, Lviv, Ukraine. P. 1-13.
- Kyryliuk D.V., Shvets O.V., Kurmach M.M. CeO₂-based nanocomposites for catalytic conversion to cyclic carbonates and carbamates 13th International Conference "Nanotechnologies and Nanomaterials" NANO-2025, Bukovel, Ukraine, August 20-24, 2025. Book of abstracts – P. 311 .

Наукова (науково-технічна) продукція: матеріали

Соціально-економічна спрямованість: створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту; поліпшення стану навколишнього середовища

Охоронні документи на ОПІВ:

Винаходи, корисні моделі, промислові зразки

Спосіб одержання ієрархічних титаносилікатних цеолітів.

Впровадження результатів дисертації: Впровадження не планується

Зв'язок з науковими темами: 0122U200684, 0126U003366, 0123U102750, 0120U104981

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Швець Олексій Васильович

2. Oleksiy V. Shvets

Кваліфікація: к. х. н., старший науковий співробітник, 02.00.04

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2380-0145

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417213

Місцезнаходження: проспект Науки, Київ, 03028, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Патриляк Любов Казимирівна
2. Lyubov K. Patrylak

Кваліфікація: д. х. н., професор, 02.00.13

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-8049-9811

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В. П. Кухаря
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 03563790

Місцезнаходження: вул. Академіка Кухаря, Київ, 02094, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Борисенко Микола Васильович
2. Mykola V. Borysenko

Кваліфікація: к.х.н., с.н.с., 01.04.18, 02.00.17

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України

Код за ЄДРПОУ: 03291669

Місцезнаходження: вул. Олега Мудрака, Київ, 03164, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR: 01298dc11

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Манорик Петро Андрійович
2. Petro A. Manoryk

Кваліфікація: д. х. н., с.н.с., 02.00.01

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417213

Місцезнаходження: проспект Науки, Київ, 03028, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Власенко Ніна Василівна

2. Nina V. Vlasenko

Кваліфікація: к. х. н., с.д., 02.00.15

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2162-5969

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Інститут фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського
Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 05417213

Місцезнаходження: проспект Науки, Київ, 03028, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради

Лампека Ярослав Дмитрович

Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні

Лампека Ярослав Дмитрович

Відповідальний за підготовку
облікових документів

Кирилюк Дмитро Вікторович

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

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



Юрченко Тетяна Анатоліївна