

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

Національного технічного

університету України

«Київський політехнічний інститут

імені Ігоря Сікорського»

к.т.н., доц.

Тетяна ЖЕЛЯСКОВА



» 05 2025 р.

ВИТЯГ

з протоколу № 18 від 16 квітня 2025 р. розширеного засідання
кафедри технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної
хімічної технології, Хіміко-технологічного факультету

Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

БУЛИ ПРИСУТНІ:

зав. кафедри ТНР,В та ЗХТ, д.т.н., професор, Донцова Т. А.;
доцент кафедри ТНР,В та ЗХТ, к.т.н., доцент, Янушевська О. І.;
доцент кафедри ТНР,В та ЗХТ, к.т.н., доцент, Косогіна І. В.;
доцент кафедри ТНР,В та ЗХТ, к.т.н., доцент, Шахновський А. М.;
доцент кафедри ТНР,В та ЗХТ, к.т.н., доцент, Бондаренко С. Г.;
доцент кафедри ТНР,В та ЗХТ, к.т.н., доцент, Толстопалова Н. М.;
доцент кафедри ТНР,В та ЗХТ, к.т.н., доцент, Концевой С. А.;
доцент кафедри ТНР,В та ЗХТ, к.т.н., доцент, Концевой А. Л.;
доцент кафедри ТНР,В та ЗХТ, к.т.н., доцент, Сангінова О. В.;
старший викладач кафедри ТНР,В та ЗХТ, к.т.н., Літинська М. І.;
старший викладач кафедри ТНР,В та ЗХТ, к.т.н., Феденко Ю. М.;
старший викладач кафедри ТНР,В та ЗХТ, к.т.н., Кримець Г. В.;
старший викладач кафедри ТНР,В та ЗХТ, к.т.н., Лапінський А. В.;
старший викладач кафедри ТНР,В та ЗХТ, к.т.н., Нижник Т. Ю.;
старший викладач кафедри ТНР,В та ЗХТ, Обушенко Т. І.;
асистент кафедри ТНР,В та ЗХТ, Гуцул Х. Р.;
асистент кафедри ТНР,В та ЗХТ, Терешков М. В.;
асистент кафедри ТНР,В та ЗХТ, Богдан Л. О.;
асистент кафедри ТНР,В та ЗХТ, Тивоненко А. В.;

СЛУХАЛИ:

1. Повідомлення аспіранта кафедри технології неорганічних речовин,
водоочищення та загальної хімічної технології Куриленка Віктора
Сергійовича за матеріалами дисертаційної роботи «Отримання адсорбційно-
(фото)каталітичних та мембранних матеріалів на основі алюмосилікатів»,

поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 16 Хімічна та біоінженерія за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія.
Освітньо-наукова програма «Хімічні технології та інженерія».

Тему дисертаційної роботи «Удосконалення та оптимізація процесу дефторування води за допомогою природних сорбентів» затверджено на засіданні Вченої ради Хіміко-технологічного факультету (протокол № 2 від «03» лютого 2022 року) та перезатверджено нову тему «Отримання адсорбційно-(фото)каталітичних та мембранних матеріалів на основі алюмосилікатів» на засіданні Вченої ради Хіміко-технологічного факультету (протокол № 2 від «27» січня 2025 року).

Науковими керівниками затверджено: д.т.н., професора Донцову Т. А. та к.т.н., доцента Янушевську О. І.

2. Запитання до здобувача.

Запитання за темою дисертації ставили:

к.т.н., доцент Косогіна І. В.

3. Виступи за обговореною роботою.

В обговоренні дисертації взяли участь:

к.т.н., доцент Косогіна І. В.;

к.т.н., доцент, Янушевська О. І.;

д.т.н., проф. Донцова Т. А.

УХВАЛИЛИ:

ПРИЙНЯТИ такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційного дослідження:

1. Актуальність теми дослідження

Однією з важливих екологічних проблем є забруднення водних ресурсів фторид-іонами, які характеризуються своєю токсичністю. Водночас значну проблему становить очищення стічних вод текстильних виробництв від органічних барвників, переважно азобарвників, а також утилізація твердих полімерних відходів, зокрема полістиролу. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю розробки економічно доцільних і екологічно безпечних функціональних матеріалів (адсорбентів і фотокаталізаторів) для видалення неорганічних та органічних забруднювачів з водних середовищ, а також створення ефективних каталізаторів для утилізації полімерних відходів. Перспективним шляхом розв'язання зазначених проблем є застосування як основи для виготовлення адсорбентів та каталізаторів природних алюмосилікатів родовищ України, таких як цеоліт, бентоніт та каолін, через їх доступність, низьку вартість, стабільність структури та здатність ефективно функціонувати у водних середовищах. Проведення кислотного активування цих мінералів сприяє покращенню їх адсорбційно-структурних властивостей шляхом збільшення питомої поверхні, змінення розподілу пор за діаметром, а також формування необхідних кислотно-основних центрів на їхній поверхні. Використання природних та активованих алюмосилікатів дозволяє створювати композитні матеріали з конкурентними фотокаталітичними та каталітичними характеристиками шляхом їх

модифікування титан(IV) оксидом або оксидами перехідних металів (кобальт, нікель тощо), що дозволяє використовувати їх з високою ефективністю у процесах адсорбційного, фотокаталітичного видалення барвників та селективного крекінгу полістиролу.

Також актуальним є застосування алюмосилікатів українського походження в процесах адитивних технологій для виготовлення керамічних матриць із контрольованою геометрією пор та необхідними механічними властивостями. Використання каоліну як керамічної сировини в процесі фотополімерного друку методом DLP забезпечує можливість отримання керамічних виробів із заданими структурними характеристиками.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» у рамках роботи «Новітні селективні індикаторні системи для оцінки стану морського довкілля України» (Державний реєстраційний номер 0124U001100, дата реєстрації 28.01.2024) та проєкту «Наукові основи синтезу новітніх керамічних мембран із застосуванням технологій 3D друку» (реєстраційний номер проєкту 2023.03/0178 в рамках конкурсу 2023.03 «Передова наука України»).

3. Наукова новизна отриманих результатів

Винайдено, що кислотне активування українських цеоліту та бентоніту одночасно забезпечує розвинення питомої площі поверхні, її протонування та створення внаслідок цього кислотно-основних активних центрів, що суттєво підвищує адсорбційну активність по відношенню до іонів фтору. Доведено, що синтез фотокаталітичних систем на основі природних українських алюмосилікатів та TiO_2 є перспективним способом отримання вітчизняних низьковартісних фотокаталізаторів, які є конкурентними у порівнянні з чистою фазою титан(IV) оксиду за рахунок утворення специфічної вторинної пористої структури. Виявлено, що поєднання кислотного активування та модифікування природного цеоліту українського походження оксидами кобальту та нікелю дозволяє одержати високоактивні каталізатори переробки полістиролу методом крекінгу, що пов'язано з посиленням впливу протонування поверхні цеоліту на каталітичну активність оксидів перехідних металів. Вперше показано можливість використання українського природного каоліну для 3D друку методом DLP. Встановлено, що для приготування суспензії на основі фотополімерної смоли High Speed Resin v2 необхідна попередня термообробка природного каоліну за 500°C .

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи, впровадження

Розроблено технологічну схему модифікації природного цеоліту, яка функціонує в періодичному режимі та дозволяє отримати три продукти: кислотно-активованій сорбент – Zeo-1, фотокаталізатор – $\text{TiO}_2/\text{Zeo-1}$ та

каталізатор крекінгу полістиролу – CoO/Zeo-1. За результатами техніко-економічних розрахунків встановлено, що ціна адсорбенту Zeo-1, фотокаталізатору TiO₂/Zeo-1 та каталізатору крекінгу CoO/Zeo-1 буде на рівні 130,36 грн/кг, 420,74 грн/кг та 590,78 грн/кг відповідно.

Розроблено методику моделювання та 3D-друку керамічної матриці методом DLP з використанням природної сировини (каоліну та цеоліту). На підставі цього впроваджено лабораторну роботу «3D моделювання керамічних мембран в програмі Autodesk Fusion 360» з освітнього компоненту «Хімічні технології нульового забруднення» для освітньо-наукової програми другого (магістерського) рівня професійного спрямування за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія», що підтверджено актом впровадження в навчальний процес. Випробовувано каталізатор Zeo-0+CoO/Zeo-1 в двохстадійній схемі крекінгу полістиролу на базі ТОВ «ФЛЮІД МЕНЕДЖМЕНТ СІСТЕМС». Акт випробувань додається.

5. Апробація результатів дисертації

Основні положення і наукові здобутки дисертаційного дослідження представлені та винесені на обговорення на 4 міжнародних конференціях, серед яких: XX Міжнародна науково-практична конференція «Ресурси природних вод Карпатського регіону» (Львів, 2022); VII Міжнародна науково-практична конференція «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво» (Суми, 2023); XXIV Міжнародна науково-практична конференція «Екологія. Людина. Суспільство» (Київ, 2024); International Research and Practice Conference «Nanotechnology and Nanomaterials» (NANO-2024) (Ужгород, 2024).

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

За результатами науково-технічної експертизи дисертація Куриленко В.С. визнана оригінальною роботою, яка не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача

За результатами досліджень опубліковано 10 наукових публікацій, у тому числі:

- 6 статей у наукових фахових виданнях України за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія», в тому числі 4 статті у яких число співавторів (разом із здобувачем) більше двох осіб;
- 4 тези виступів на наукових конференціях.

Статті:

1. V. Kurylenko, N. Tolstopalova, O. Sanginova, and T. Obushenko, «Review of fluorine removal methods from aqueous solutions», *Proceedings of the NTUU «Igor Sikorsky KPI». Series: Chemical engineering, ecology and resource saving*, № 1, pp. 52–69, Mar. 2023, <https://doi.org/10.20535/2617-9741.1.2023.276447>. Фахове видання України. Особистий внесок здобувача –

проведення аналізу літературних джерел, оформлення результатів дослідження, написання статті.

2. **V. Kurylenko**, N. Tolstopalova, T. Obushenko, O. Sanginova, and T. Dontsova, «Fluoride ions removal efficiency of natural/activated zeolite and bentonite sorbents», *Water and Water Purification Technologies. Scientific and Technical News*, vol. 36, № 2, pp. 27–39, Dec. 2023, <https://doi.org/10.20535/2218-930022023300526>. Фахове видання України. Особистий внесок здобувача – проведення аналізу літературних джерел, а також експериментальних досліджень, оформлення отриманих результатів, написання і подання статті.

3. **V. Kurylenko** and T. Dontsova, «Potential applications of TiO_2 /natural zeolite composites for dye removal», *Water and Water Purification Technologies. Scientific and Technical News*, vol. 38, № 1, pp. 27–37, 2024, <https://doi.org/10.20535/2218-930012024314044>. Фахове видання України. Особистий внесок здобувача – проведення аналізу літературних джерел, а також експериментальних досліджень, оформлення отриманих результатів, написання і подання статті.

4. **V. Kurylenko** and O. Yanushevskaya, «Acid-base properties of natural and activated zeolites and their composites», *Water and Water Purification Technologies. Scientific and Technical News*, Vol. 38, № 2, 2024. Фахове видання України. Особистий внесок здобувача – проведення аналізу літературних джерел, а також експериментальних досліджень, оформлення отриманих результатів, написання і подання статті.

5. **V. Kurylenko**, O. Yanushevskaya, and T. Dontsova, «Dependence of the catalytic activity of zeolite catalysts on the type of modification in the low-temperature cracking of polystyrene», *Technology audit and production reserves*, Vol. 1, № 3(81), Art. № 3(81), Feb. 2025, <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2025.323963>. Фахове видання України. Особистий внесок здобувача – проведення експериментальних досліджень, оформлення отриманих результатів, написання і подання статті.

6. Bohdan, L.; Hutsul, K.; **Kurylenko, V.**; Yanushevskaya, O.; Dontsova, T. Natural Aluminosilicates in Water Purification Technologies: A Short Review. *Water and Water Purification Technologies. Scientific and Technical News*, vol. 39, №. 2, 2024. <https://wpt.kpi.ua/article/view/324430>. Особистий внесок здобувача – проведення аналізу літературних джерел.

Тези доповідей на конференціях:

7. **Куриленко В. С.** Методи знефторення води // **Куриленко В. С.**, Толстопалова Н. М., Сангінова О. В., Обушенко Т. І.: *Матеріали ХХ Міжнародної науково-практичної конференції «Ресурси природних вод Карпатського регіону»*. – Львів, Україна, 2022. Особистий внесок здобувача – проведення аналізу літературних джерел, оформлення результатів дослідження, написання статті.

8. **Куриленко В. С.** Дослідження ефективності очищення водних розчинів від фтору природними сорбентами та їх активованими зразками // **Куриленко В. С.**, Толстопалова Н. М., Сангінова О. В., Обушенко Т. І.:

Збірник наукових праць VII Міжнародної науково-практичної конференції «Хімічна технологія: наука, економіка та виробництво». – Суми, Україна: Сумський державний університет, 22–24 листопада 2023. – С. 73-78. *Особистий внесок здобувача – проведення аналізу літературних джерел, а також експериментальних досліджень, оформлення отриманих результатів, написання і подання статті.*

9. **Kurylenko V. S.** Photocatalytic efficiency of TiO_2 -enhanced natural and acid-activated zeolites // **Kurylenko V. S., Dontsova T. A.**: *Abstract Book of the International Research and Practice Conference «Nanotechnology and Nanomaterials»* (NANO-2024), 21–24 August 2024, Uzhhorod, Ukraine. – Kyiv: Institute of Physics of NAS of Ukraine, 2024. – P. 640. – ISBN: 978-617-8092-32-0. *Особистий внесок здобувача – проведення аналізу літературних джерел, а також експериментальних досліджень, оформлення отриманих результатів, написання і подання статті.*

10. **Куриленко В.** Каталітичний крекінг полістиролу на цеолітних каталізаторах // **Куриленко В., Сакара М., Іваненко В., Янушевська О., Донцова Т.**: *Матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство»* (5 червня 2024 р., м. Київ, Україна) / Укладач Д. Е. Бенатов. – Київ: Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 288 с. *Особистий внесок здобувача – проведення експериментальних досліджень, оформлення отриманих результатів, написання і подання статті.*

Якість та кількість публікацій відповідають «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого «Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44».

ВВАЖАТИ, що дисертаційна робота Куриленко В.С. «Отримання адсорбційно-(фото)каталітичних та мембранних матеріалів на основі алюмосилікатів», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 16 Хімічна та біоінженерія, за спеціальністю 161 Хімічна технологія та інженерія за своїм науковим рівнем, новизною отриманих результатів, теоретичною та практичною цінністю, змістом та оформленням повністю відповідає вимогам, що пред'являють до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми КІП ім. Ігоря Сікорського Хімічні технології та інженерія зі спеціальності 161 Хімічна технологія та інженерія.

РЕКОМЕНДУВАТИ:

1. Дисертаційну роботу «Отримання адсорбційно-(фото)каталітичних та мембранних матеріалів на основі алюмосилікатів» до подання Куриленко Віктором Сергійовичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії до захисту у разовій спеціалізованій вчентій раді.

2. Вченій раді КПІ ім. Ігоря Сікорського утворити разову спеціалізовану вчену раду у складі:

Голова:

- д.х.н., професор, професор кафедри фізичної хімії Хіміко-технологічного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», **Сокольський Георгій Володимирович;**

Члени:

Рецензенти:

- д.т.н., доцент, завідувач кафедри хімічної технології композиційних матеріалів Хіміко-технологічного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», **Миронюк Олексій Володимирович;**

- к.т.н., доцент, завідувач кафедри хімічної технології кераміки та скла Хіміко-технологічного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», **Тобілко Вікторія Юрїївна;**

Офіційні опоненти:

- д.т.н. професор, завідувач кафедри хімії і технології неорганічних речовин Інституту хімії та хімічних технологій Національного університету «Львівська політехніка», **Знак Зеновій Орестович;**

- д.т.н. професор кафедри технології неорганічних речовин та екології Українського державного хіміко-технологічного університету, **Скиба Маргарита Іванівна.**

Головуючий на засіданні
заступник завідувача кафедри
технології неорганічних речовин,
водоочищення та загальної
хімічної технології
к.т.н., доцент

 Ірина КОСОГІНА

Секретар кафедри технології
неорганічних речовин,
водоочищення та загальної
хімічної технології
к.т.н

 Юрій ФЕДЕНКО