

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації
«Термостійкі композити на основі ароматичного поліаміду та гібридного
органічно-неорганічного наповнювача для важконавантажених вузлів тертя
технологічного обладнання» здобувача ступеня доктора філософії
з галузі знань 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія»
за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія»

Бойко Юлії Володимирівни

Публічна презентація наукових результатів дисертації здійснювалась на
засіданні кафедри інноваційної інженерії ННІ «Український державний хіміко-
технологічний університет» (протокол № 5 від 04.12.2025)

1. Обґрунтування теми дослідження.

Сучасний етап розвитку науки і техніки характеризується широким
застосуванням технологічного обладнання, що являє собою складні машини та
механізми, експлуатація яких відбувається в умовах інтенсивних навантажень,
високих швидкостей ковзання та підвищених температур. Такі умови роботи
призводять до істотного зниження надійності й довговічності обладнання, при
цьому найбільш вразливими елементами є вузли тертя, вихід з ладу яких суттєво
обмежує ресурс машин у цілому.

Одним із ефективних шляхів підвищення експлуатаційних характеристик
вузлів тертя є застосування полімерних композиційних матеріалів з
покращеними трибологічними властивостями. Проте наявні на сьогодні ПКМ
триботехнічного призначення не забезпечують необхідного рівня зносостійкості,
термостійкості та стабільності властивостей за умов довготривалої роботи
сучасного обладнання. У зв'язку з цим розроблення нових полімерних
композитів з підвищеним комплексом експлуатаційних характеристик є
актуальним і науково обґрунтованим завданням. Наукова новизна дослідження
полягає у формуванні науково-технологічних підходів до створення
термостійких полімерних композиційних матеріалів на основі ароматичних
поліамідів із використанням гібридних органічно-неорганічних наповнювачів,
що дозволяє цілеспрямовано керувати структурою та властивостями композитів.
Отримані результати розширюють уявлення про закономірності формування
трибологічних і термофізичних характеристик ПКМ та створюють підґрунтя для
розроблення матеріалів нового покоління для важконавантажених вузлів тертя
технологічного обладнання.

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

Дисертаційна робота виконана відповідно до пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки України на період до 2021 року згідно з п. 7 «нові речовини і матеріали.» з Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» від 11.07.2001 № 2623- III та Закону України «Про внесення змін до деяких законів України щодо пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки та інноваційної діяльності» від 12.01.2023 № 2859-IX та згідно до планів наукових досліджень кафедри Інноваційної інженерії Навчально-наукового інституту «Український державний хіміко-технологічний університет» в межах науково-дослідних проєктів: № 08/240699 «Модернізація технічних систем з високим рівнем надійності та довговічності», № 23/250390 «Гібридні полімерні композити для вузлів тертя і герметизації морських без екіпажних апаратів» (державний реєстраційний номер 0125U001936).

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертаційній роботі вперше системно досліджено питання створення полімерних композитів із високим рівнем фізико-механічних та теплофізичних властивостей та ресурсозберігаючої методики їх переробки у вироби, що дозволяє отримувати матеріали із достатнім рівнем властивостей для використання у важконавантажених вузлах тертя технологічного обладнання.

Вперше за допомогою квантово-хімічного методу, та експериментально, за допомогою ІЧ спектроскопічного аналізу, підтверджено взаємодію ароматичного поліаміду із арамідним волокном та силікагелем по водневих зв'язках.

Вперше розроблена ресурсозберігаюча методика переробки полімерних композитів на основі ароматичного поліаміду, арамідного волокна та силікагелю у вироби із високою якістю розподілення наповнювачів у полімерній матриці, яка полягає у *in situ* суміщенні вихідних компонентів полімерної композиції під час синтезу наповнювача силікагелю. Відповідно до мікрофотографій силікагелю, встановлено зміну його морфології та збільшення питомої поверхні у композитах, отриманих за розробленим методом суміщення у порівнянні із аналогами, отриманими за стандартним.

Вперше визначені основні технологічні параметри переробки у вироби розроблених полімерних композитів на підготовчому та основному етапі переробки. Визначено, що оптимальною температурою та тиском при переробки композитів на основі ароматичного поліаміду є 330°C та 40 МПа.

Вперше проведено дослідження впливу складу та методики переробки розроблених термостійких полімерних композитів у вироби на їхні основні трибологічні характеристики, зокрема коефіцієнт тертя та інтенсивність лінійного зношування, під час фрикційної взаємодії із сталлю в широкому

діапазоні навантажень і швидкостей ковзання. Встановлено, що додавання арамідного волокна до складу ароматичного поліаміду забезпечує зменшення коефіцієнта тертя на 20–25 % та зношування на 20–40 % залежно від навантаження та швидкості ковзання порівняно з вихідним полімером.

Вперше визначено, що введення арамідного волокна сприяє зниженню напруження при межі текучості та мікротвердості композиту на 10–20 %, що пояснюється труднощами рівномірного розподілу волокон у полімерній матриці під час суміщення компонентів.

Вперше визначено, що додавання силікагелю до композиту на основі ароматичного поліаміду та арамідного волокна сприяє покращенню його трибологічних властивостей, зокрема зменшенню коефіцієнта тертя та інтенсивності зношування на 10–40 %.

Вперше встановлено, що композити, отримані методом *in situ* суміщення вихідних компонентів, демонструють на 3–5 % кращі значення коефіцієнта тертя та на 10–50 % кращу інтенсивність лінійного зношування порівняно з традиційно отриманими матеріалами, а введення силікагелю підвищує напруження при межі текучості, модуль пружності при стисканні та твердість композиту на 5–15 %, а також збільшує термостійкість і температуру розм'якшення за Віка на 15 та 30 °С відповідно. Визначено, що рівень фізико-механічних та теплофізичних властивостей композитів, отриманих методом *in situ*, перевищує показники стандартно отриманих композитів приблизно на 5 %.

Вперше визначили граничні межі експлуатації розроблених полімерних композитів, які для вихідного поліаміду дорівнюють $P = 0,5$ МПа та $V = 2,0$ м/с, а для композитів на його основі із арамідним волокном та силікагелем - $P = 0,8$ МПа та $V = 2,0$ м/с.

4. Теоретичне та практичне значення отриманих результатів.

Результати дисертаційної роботи мають важливе значення для ресурсозберігаючого виробництва полімерних композиційних матеріалів з подальшим їх використанням у технологічному обладнанні. Отримані результати поглиблюють наукові уявлення про закономірності формування структури та властивостей термостійких полімерних композиційних матеріалів на основі ароматичних поліамідів, модифікованих гібридними органічно-неорганічними наповнювачами. Теоретично та експериментально обґрунтовано механізми міжмолекулярної взаємодії ароматичного поліаміду з арамідним волокном і силікагелем, зокрема встановлено роль водневих зв'язків у формуванні структурно-фазового стану композитів, що суттєво впливає на їх фізико-механічні, теплофізичні та трибологічні характеристики.

Розширено наукові положення щодо впливу способу суміщення компонентів на морфологію неорганічного наповнювача, його питому поверхню та рівномірність розподілу в полімерній матриці. Отримані

закономірності впливу складу та технологічних параметрів переробки на трибологічні характеристики композитів дозволяють цілеспрямовано прогнозувати їхню поведінку в умовах інтенсивної фрикційної взаємодії та визначати граничні умови експлуатації матеріалів триботехнічного призначення.

Практичне значення результатів роботи полягає у можливості використання розроблених термостійких полімерних композиційних матеріалів на основі ароматичного поліаміду, арамідного волокна та силікагелю для виготовлення деталей важконавантажених вузлів тертя машин і технологічного обладнання. Запропонована ресурсозберігаюча методика *in situ* суміщення компонентів під час синтезу силікагелю забезпечує підвищену якість диспергування наповнювачів у полімерній матриці та дозволяє отримувати композити з покращеним комплексом експлуатаційних властивостей без ускладнення технологічного процесу.

5. Використання результатів дослідження (акти)

Практичне значення підтверджено актом впровадження у виробництво результатів дисертаційної роботи в якому прописано результати промислових досліджень використання розроблених полімерних композитів на основі ароматичного поліаміду та гібридного органічно-неорганічного наповнювача у вузлах тертя (підшипник опорного колеса та прикатного котка) культиватору “Шилінг КЛД-2”, який працює на ДП «Національ-плюс» (акт додається).

Встановлено, що застосовані деталі на основі створеного полімерного композиційного матеріалу мають більшу зносостійкість, ніж аналогічні матеріали і можуть працювати без постійного змащування; змащування проводиться консистентним мастилом при першому встановленні підшипникової втулки. Використання даних полімерних композиційних матеріалів підвищило надійність та довговічності цих підшипників у 1,7 разів у порівнянні із вихідними підшипниками ковзання.

6. Особистий внесок здобувача

Особистий внесок автора полягає у постановці наукових завдань, виборі об'єктів і методів дослідження, а також у безпосередньому виконанні експериментальних і теоретичних досліджень, спрямованих на створення термостійких полімерних композиційних матеріалів триботехнічного призначення. Здобувачем самостійно обґрунтовано доцільність використання ароматичного поліаміду в поєднанні з гібридним органічно-неорганічним наповнювачем (арамідне волокно та силікагель) для роботи у важконавантажених вузлах тертя технологічного обладнання.

Здобувачем самостійно було сплановано та реалізовано повний комплекс експериментальних досліджень, що становлять основу дисертаційної роботи. До цього комплексу входили розроблення методичних підходів до проведення досліджень, підготовка експериментального обладнання та вихідних матеріалів, виконання експериментів, а також ґрунтовна обробка й аналіз отриманих результатів із застосуванням статистичних методів. Автором здійснено узагальнення експериментальних даних з метою виявлення основних закономірностей і взаємозв'язків, а також їх наукову інтерпретацію для формування аргументованих висновків.

Постановка наукової проблеми, визначення мети й завдань дослідження, обговорення результатів і формування основних положень та висновків дисертації здійснювалися у тісній співпраці з науковим керівником — доктором технічних наук, професором О. С. Кабатом. Систематичні консультації, аналіз проміжних результатів і своєчасне коригування плану досліджень забезпечили послідовну реалізацію програми роботи та досягнення поставленої мети.

Наукові публікації, підготовлені за результатами досліджень, виконано у співавторстві з науковим керівником та фахівцями суміжних наукових галузей, що сприяло розширенню наукового підходу, забезпеченню міждисциплінарного характеру досліджень і підвищенню об'єктивності та достовірності отриманих результатів.

Дисертаційна робота Бойко Ю.В. є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів плагіату і запозичень. Використані результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідне джерело (програма перевірки: Turnitin, ID файлу trn:oid::2945:337758113 дата 16.12.2025, оригінальність 88%, відсоток схожості 12%).

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску

За темою дисертації було опубліковано 13 наукових праць, серед них 5 статей (3 проіндексовані у базі Scopus, 2 у наукових фахових виданнях України), 1 колективна монографія та 7 тез доповідей у міжнародних та всеукраїнських конференціях.

Статті:

1. Чигвинцева О.П., Рула І.В, **Бойко Ю.В.** Дослідження термічних і трибологічних властивостей вуглепластика на основі фенілону С-2 // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк. 2023 №75 <https://doi.org/10.36910/775.24153966.2023.75.10> (Фахове видання категорії В).

Особистий внесок здобувача: збір, обробка та аналіз експериментальних даних, обговорення результатів, формування статті та підготовка її до друку.

2. Чигвинцева О.П., **Бойко Ю.В.** Вуглепластик на основі ароматичного поліамід. // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк. 2024 №77 <https://doi.org/10.36910/775.24153966.2024.77.2> (Фахове видання категрії В).

Особистий внесок здобувача: збір, обробка та аналіз експериментальних даних, обговорення результатів, формування статті та підготовка її до друку.

3. Olga Chihvintseva, Iryna Rula, Dragoljub Mirjanić, **Yulia Boiko** Dragoljub Mirjanić. Carbon fiber for structural purposes based on aromatic polyamide phenylone C-2 // Sarajevo Bosnia and Herzegovina, 20th-22nd June 2024, 10th International Conference «New Technologies, development and application NT-2024» <https://doi.org/10.1007/978-3-031-66271-3> (Стаття у Scopus).

Особистий внесок здобувача: збір, обробка та аналіз експериментальних даних, обговорення результатів, формування статті та підготовка її до друку.

4. Oleg Kabat, **Yulia Boiko** Polymer-composites based on aromatic polyamide and aramid fiber for heavy-duty friction and sealing units // Scientific-technical journal Chemistry & Chemical technology, 2025, Chemical Technology, Vol. 19, No. 2 <https://doi.org/10.23939/chcht19.01> (Стаття у Scopus).

Особистий внесок здобувача: збір, обробка та аналіз експериментальних даних, обговорення результатів, формування статті та підготовка її до друку.

5. Токар А. В., **Бойко Ю.В.**, Кабат О.С., Артемов А.О. Квантово-хімічні та експериментальні дослідження особливостей міжмолекулярних взаємодій у комплексних системах «ароматичний поліамід-арамідне волокно-силікагель» // Journal of Chemistry and Technologies, 2025, 33(3), <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v33i3> с. 890-900 (Стаття у Scopus).

Особистий внесок здобувача: збір, обробка та аналіз експериментальних даних, обговорення результатів, формування статті та підготовка її до друку.

Монографія:

1. Кобець А.С., Деркач О.Д., Кабат О.С., **Бойко Ю.В.** та інші, Застосування полімерних композитів в АПК, монографія / Монографія. Дніпро: Журфонд, 2022 *Особистий внесок здобувача: збір, обробка та аналіз експериментальних даних, обговорення результатів, участь у написанні глави (15%).*

Доповіді на конференції:

1. Кабат О.С., **Бойко Ю.В.** Полімерні композиційні матеріали для вузлів тертя високопродуктивного обладнання / Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Процеси, машини та обладнання

агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики» – Тернопіль 29-30 вересня 2022.

Особистий внесок здобувача: збір, обробка та аналіз експериментальних даних, обговорення результатів, підготовка тез до друку.

2. Кабат О.С., **Бойко Ю.В.** Гібридні органічно-неорганічні кремніймісткі композиційні матеріали / Міжнародна науково-технічна конференція «Перспективні полімерні матеріали та технології», Львів: Видавництво Львівської політехніки, 24–26 вересня 2024 р.

Особистий внесок здобувача: збір, обробка та аналіз експериментальних даних, обговорення результатів, підготовка тез до друку.

3. Чигвинцева О.П., Рула І.В, **Бойко Ю.В.** Властивості вуглепластика на основі фенілону С-2 / Modern challenges as an impetus for technical innovations (October 3–4, 2024. Riga, the Republic of Latvia) : International scientific conference., 2024.

Особистий внесок здобувача: збір, обробка та аналіз експериментальних даних, обговорення результатів, підготовка тез до друку.

4. Чигвинцева О.П., Рула І.В, **Бойко Ю.В.** Трибологічні властивості ароматичних поліамідів / Міжнародна науково-технічна конференція «Перспективні полімерні матеріали та технології», Львів: Видавництво Львівської політехніки, 24–26 вересня 2024 р.

Особистий внесок здобувача: збір, обробка та аналіз експериментальних даних, обговорення результатів, підготовка тез до друку.

5. Чигвинцева О.П., **Бойко Ю.В.** Дослідження властивостей фенілону С-2 / VII international Scientific and practical conference «Scientific practice: modern and classical research methods» February 14, 2025 in Boston, USA.

Особистий внесок здобувача: збір, обробка та аналіз експериментальних даних, обговорення результатів, підготовка тез до друку.

6. Olha Chyhvintseva, Nikita Derevenets, **Yulia Boiko** Organoplastics based on thermoplastic binders / VIII International scientific and practical conference «Education and science of today: intersectoral issues and development of sciences», Cambridge, United Kingdom, May 9, 2025.

Особистий внесок здобувача: збір, обробка та аналіз експериментальних даних, обговорення результатів, підготовка тез до друку.

7. Olha Chyhvintseva, **Yulia Boiko** Dispersed-filled polymer composite based on aromatic polyamide / Theoretical and practical aspects of modern scientific research: Collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» with Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference, Seoul, January 24, 2025, p.

Особистий внесок здобувача: збір, обробка та аналіз експериментальних даних, обговорення результатів, підготовка тез до друку.

Висновок:

Вважати, що дисертаційна робота Бойко Ю.В. «Термостійкі композити на основі ароматичного поліаміду та гібридного органічно-неорганічного наповнювача для важконавантажених вузлів тертя технологічного обладнання», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за своїм науковим рівнем, практичною цінністю, повнотою змісту і послідовністю та впорядкованістю при викладенні проведених досліджень і дисертації і публікаціях, а також за оформленням повністю відповідає вимогам п.п. 5-8 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 р. № 44, та відповідає напрямку наукового дослідження освітньо-наукової програми ННІ УДХТУ Українського державного університету науки і технологій зі спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія.

Головуючий на засіданні

доцент кафедри інноваційної інженерії, к.т.н.



Сергій ЗИБАЙЛО

Засвідчую підпис

Учений секретар



Тетяна РАДКЕВИЧ

*Підпис С. Зибайло засвідчую
кавалера ордена Відродження України*

