

До спеціалізованої вченої ради

PhD15852

у Київському національному

університеті технологій та дизайну,

01011, м. Київ, вул. Мала Шияновська, 2

ВІДГУК

офіційного опонента д.т.н., професора, головного наукового співробітника науково дослідного сектору Херсонського національного технічного університету **Сарібекової Юлії Георгіївни** на дисертаційну роботу Колодія Артема Ігоровича на тему «Розробка акрил-уретанових покриттів із покращеними експлуатаційними характеристиками для текстильних матеріалів технічного призначення» яка представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 – хімічні технології та інженерія

I. Актуальність теми дисертаційної роботи

Дисертаційне дослідження присвячене розв'язанню актуального науково-прикладного завдання, пов'язаного з розробленням полімерних покриттів на водній основі для функціоналізації текстильних матеріалів технічного призначення. Актуальність обраної теми визначається, з одного боку, потребою у створенні нових видів технічного текстилю з розширеним комплексом експлуатаційних властивостей шляхом використання сучасних полімерних покриттів, а з іншого – сучасними екологічними вимогами щодо скорочення застосування органічних розчинників і переходу до екологічно безпечних воднодисперсійних систем.

Серед плівкоутворювальних матеріалів, що широко застосовуються для оздоблення текстильних матеріалів, провідне місце займають акрилові та поліуретанові водні дисперсії. Кожна з цих систем має характерні переваги й певні обмеження, тому перспективним напрямом є створення гібридних акрил-уретанових композицій, здатних поєднати позитивні властивості обох компонентів. Формування таких полімерних систем забезпечує отримання покриттів із покращеним комплексом функціональних характеристик та розширює можливості їх використання для модифікації текстильних матеріалів технічного призначення.

II. Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових досліджень, висновків і рекомендацій

Подані в дисертації наукові положення, теоретичні узагальнення та практичні рекомендації є належним чином аргументованими й достатньо

обґрунтованими. Теоретичні та експериментальні дослідження виконані з використанням сучасних положень полімерного й текстильного матеріалознавства, а також хімічної технології та інженерії. Під час виконання роботи автором проаналізовано та враховано результати досліджень провідних українських і зарубіжних науковців. Сформульовані висновки та рекомендації щодо практичного застосування отриманих результатів ґрунтуються на достатній експериментальній базі, є логічними й не викликають сумнівів щодо їх достовірності.

Дисертаційна робота виконувалася в межах господарського договору «Розробка технологічних параметрів функціоналізації волокнистих матеріалів із застосуванням поліуретанів» від 14.10.2025 р., укладеного з ТОВ «ТОРГОВИЙ ДІМ «ФОМТЕК».

Надійність отриманих результатів забезпечується застосуванням сучасних методів дослідження, використанням інформаційно-цифрових технологій, математичних методів оброблення експериментальних даних, а також підтверджується повнотою апробації результатів у наукових публікаціях здобувача.

III. Наукова новизна одержаних результатів

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у встановленні закономірностей фізико-хімічних процесів, що супроводжують формування гібридних акрил-уретанових покриттів на водній основі, призначених для функціоналізації текстильних матеріалів технічного призначення та надання їм комплексу покращених експлуатаційних характеристик.

Уперше проведено комплексне порівняльне дослідження воднодисперсійних акрил-уретанових покриттів із різним співвідношенням акрилової та поліуретанової складових. За результатами ІЧ-спектроскопії, диференціальної сканувальної калориметрії та диференціального термічного аналізу встановлено, що за вмісту поліуретану до 30 % у процесі формування покриття виникає напіввзаємопроникна полімерна мережа (semi-IPN), утворена між акриловою та поліуретановою дисперсіями. Формування такої структури забезпечує підвищення ефективності використання гібридних покриттів для текстильних матеріалів технічного призначення.

Визначено закономірності впливу вмісту поліуретанової складової на механічні властивості сформованих акрил-уретанових плівок. Встановлено, що введення до складу композиції до 30 % поліуретану сприяє зростанню межі міцності до 12,9 МПа та одночасному збільшенню відносного видовження до 420 %, тоді як для плівок, сформованих лише з акрилової дисперсії, відповідні показники становлять 10,5 МПа та 233,3 %.

Показано, що поєднання високої міцності та еластичності зумовлене формуванням оптимальної морфологічної структури гібридного матеріалу. Така структура характеризується рівномірним розподілом жорстких поліуретанових сегментів із нижчим ступенем зшивання завдяки присутності акрилової складової та набуває ознак напіввзаємопроникної полімерної мережі (semi-IPN). У сформованій структурі поліефірні м'які сегменти поліуретану забезпечують еластичність матеріалу, тоді як поліакрилатна фаза виконує армувальну функцію, підвищуючи міцність і стійкість покриття до механічних навантажень.

IV. Практичне значення одержаних результатів

Розроблена технологічних параметрів функціоналізації текстильних матеріалів із використанням акрил-уретанових водних дисперсій створює передумови для розширення асортименту текстильних матеріалів технічного призначення за рахунок формування комплексу покращених експлуатаційних властивостей. Її впровадження на існуючих виробництвах не потребує встановлення додаткового технологічного обладнання, а використання акрил-уретанових композицій замість традиційних поліуретанових покриттів сприятиме зниженню виробничих витрат.

Практична спрямованість результатів дисертаційної роботи підтверджена Актом впровадження результатів роботи в діяльність підприємства ТОВ «ТОРГОВИЙ ДІМ «ФОМТЕК».

Застосування воднодисперсійних акрил-уретанових композицій відповідає сучасним принципам «зеленої» хімії та чинним екологічним вимогам, оскільки забезпечує зменшення негативного впливу виробництва на довкілля, скорочує використання органічних розчинників і підвищує безпечність технологічних процесів.

V. Повнота викладення основних наукових положень, висновків та рекомендацій дисертації в опублікованих працях і апробація результатів дослідження

Основні положення та отримані наукові результати дисертаційної роботи достатньою мірою висвітлено у 11 наукових роботах, зокрема опубліковано 5 статей у фахових виданнях, 2 статті в інших виданнях, 4 тез доповідей на всеукраїнських та міжнародних конференціях. Опубліковані наукові роботи достатньо відображують зміст дисертаційного дослідження, основні його результати та наукову новизну.

Основні положення і результати роботи доповідались, обговорювались та здобули позитивну оцінку на науково-практичних конференціях в Україні та за кордоном, зокрема:

- International Scientific Conference Chemistry and Chemical Technology-2026, 22nd May, 2026, KTU, Kaunas, Lithuania.
- XVI Міжнародна науково-практична конференція «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем», 21 - 22 травня 2026 р. м. Чернігів.
- XX Наукова конференція “Львівські хімічні читання – 2025” (Львів, 2–4 червня 2025 р.), ЛНУ імені Івана Франка, 2025;
- II Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 95-річчю Київського національного університету технологій та дизайну, 30-31 жовтня 2025 року, КНУТД;
- Всеукраїнська наукова конференція «Освіта для сталого майбутнього: екологічні, технологічні, економічні і соціокультурні питання», КНУТД, 18 жовтня 2023;
- IV Міжнародна конференція «Advanced polymer materials and technologies», 11 жовтня 2022 року, Львів-Київ.

VI. Аналіз змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, що має чітку логічну структуру та складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації становить 131 сторінку. Робота містить 16 таблиць, 30 рисунків та 108 бібліографічних джерел, викладених на 12 сторінках.

Вступі належним чином обґрунтовано актуальність теми дослідження, висвітлено її зв'язок із науковими програмами, сформульовано мету та завдання роботи, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, наведено положення наукової новизни та практичного значення отриманих результатів, окреслено особистий внесок здобувача й подано відомості щодо апробації результатів дослідження.

У першому розділі на підставі аналізу сучасних літературних джерел обґрунтовано перспективність створення гібридних акрил-уретанових покриттів на водній основі для оздоблення текстильних матеріалів технічного призначення. Показано, що поєднання акрилової та поліуретанової складових дає змогу реалізувати переваги кожного компонента, а оптимізація їх співвідношення забезпечує формування покриттів із високими показниками міцності, еластичності та необхідними експлуатаційними властивостями.

Другий розділ присвячений опису методологічного забезпечення досліджень поліакрилових і поліуретанових водних дисперсій, а також

композицій на їх основі. Автором аргументовано вибір досліджуваних полімерних систем, наведено методики оцінювання властивостей плівкоутворювальних матеріалів та їх композицій.

Для дослідження природи взаємодії між компонентами акрилуретанових композицій застосовано метод ІЧ-спектроскопії. З метою визначення температурних інтервалів фазових переходів, оцінювання міжмолекулярної взаємодії, ступеня сумісності полімерів та особливостей формування структури поліуретанових, поліакрилатних і гібридних акрилуретанових композицій використано методи диференціального термічного аналізу та диференціальної сканувальної калориметрії.

Фізико-механічні випробування текстильних матеріалів проводили для визначення поверхневої густини, розривального навантаження та відносного видовження під час розриву. Вплив сформованих полімерних покриттів на експлуатаційні характеристики текстильних матеріалів оцінювали за показниками повітропроникності, гігроскопічності, водопоглинання та вологопоглинання.

Загалом використаний комплекс сучасних фізико-хімічних і фізико-механічних методів дослідження, а також застосування сучасного комп'ютеризованого аналітичного обладнання забезпечили отримання достовірних експериментальних результатів, що стали основою обґрунтованих наукових висновків.

У *третьому розділі* наведено результати досліджень, спрямованих на встановлення оптимального співвідношення акрилової та поліуретанової складових у гібридних покриттях для забезпечення їх найкращих експлуатаційних властивостей.

Переконливо показано, що збільшення вмісту поліуретанової складової істотно впливає на показники міцності та еластичності сформованих плівок. Автор пов'язує покращення механічних характеристик із особливостями надмолекулярної організації матеріалу, встановленими за результатами ДТА і ДСК аналізу, ІЧ-спектроскопічних досліджень. Дані FTIR-аналізу свідчать що за співвідношення характеристичних смуг у діапазонах близько 1710 см^{-1} та $1240\text{--}1070\text{ см}^{-1}$ підтверджується одночасна присутність зв'язаних і вільних карбонільних груп, що характеризує частково впорядковану фазову структуру матеріалу. Встановлено, що саме за вмісту поліуретану 30 % відбувається різка зміна фізико-механічних властивостей, що дозволяє розглядати цю концентрацію як критичну для структурної перебудови полімерної системи.

Результати термогравіметричних досліджень засвідчили достатньо високу термічну стабільність розроблених матеріалів. Встановлено, що зі

збільшенням частки поліуретану термостійкість композицій у певному температурному інтервалі дещо зростає. Отримані результати не повністю узгоджуються з традиційними уявленнями про вплив уретанових зв'язків на термічну деструкцію полімерів і свідчать, що цей процес визначається сукупністю структурних чинників, що також підтверджується літературними даними.

За результатами диференціальної сканувальної калориметрії підтверджено формування частково сумісної акрил-уретанової системи, для якої характерна наявність двох близьких температур склування. Такий характер термограм свідчить про збереження часткового фазового розділення компонентів і є характерною ознакою міжфазної взаємодії з формуванням структури IPN-подібного типу.

У четвертому розділі наведено результати дослідження експлуатаційних характеристик текстильних матеріалів із сформованими акрил-уретановими покриттями. Автором доведено, що найкраще поєднання міцності та еластичності покриття досягається за співвідношення акрилової та поліуретанової складових 70:30. При цьому, хоча показник вологопоглинання дещо зростає, він не перевищує допустимих нормативних значень. Висока поверхнева густина матеріалу (848,1 г/м²) підтверджує його придатність для використання як текстильного матеріалу технічного призначення.

Показано, що поєднання просочення матеріалу з подальшим нанесенням полімерного покриття валиком зміцнює його структуру, але водночас сприяє збереженню еластичності текстильного матеріалу, обмежує рухливість волокон і, як наслідок, підвищує механічну міцність. Крім того, вирівнювання поверхні сприяє формуванню більш однорідної та контрольованої пористої структури.

Встановлено, що проміжна термічна обробка методом пресування забезпечує формування щільного, міцного та водночас еластичного покриття із задовільними показниками паропроникності та вологопоглинання. Разом із тим для подальшого підвищення водотривких і водовідштовхувальних властивостей текстильних матеріалів доцільним є застосування додаткової гідрофобізації їх поверхні.

Загалом дисертаційна робота написана грамотною українською мовою, матеріали дисертаційного дослідження викладені логічно і послідовно, експериментальні дані представлені у вигляді рисунків і таблиць. Дисертаційна робота виконана із дотриманням вимог доброчесності, Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

ВІІ. Дискусійні положення та зауваження до дисертаційної роботи

Незважаючи на досягнутий рівень вирішених у роботі завдань, окремі положення слід визнати дискусійними, отже, є підстави зробити наступні зауваження:

1. Текст анотації українською і англійською мовами дещо відрізняється, хоча змістове наповнення повністю збережене.
2. Розділи дисертаційної роботи не збалансовані за розмірами. Так, розділ 3 має загальний обсяг 43 сторінки, тоді як обсяг розділу 4 всього 11 сторінок. На мою думку результати ІЧ-спектроскопічних і термічних методів аналізу можна було виділити в окремий розділ.
3. Цілком обґрунтованим виглядає вибір бавовняного технічного канвасу полотняного переплетення в якості текстильної основи для нанесення покриття, але було б цікаво вивчити питання нанесення полімерного покриття на текстильні матеріали іншого типу, наприклад поліефірні.
4. В дисертаційній роботі відсутні криві за результатами ДТА і ТГА аналізу зразків акрил-уретанової плівки за співвідношення складових 60/40 та 40/60%, хоча параметри термоокислювальної деструкції за цих співвідношень наведені. Також відсутні криві ДСК аналізу зразків акрил-уретанової плівки за співвідношення складових 80/20 та 20/80%, хоча температури склування для цих зразків наведені.
5. В четвертому розділі дисертації автор цілком логічно зазначає, що комбінування просочення з подальшим нанесенням покриття валиком забезпечує зміцнення структури текстилю та підвищення адгезії. Однак в тексті дисертації результати визначення адгезії не наведені.
6. Дослідження властивостей текстильних матеріалів виконано в умовах сертифікованої лабораторії «Текстиль-Тест», що підтверджує достовірність та належний рівень експериментальних досліджень. Разом із тим для підвищення статистичної обґрунтованості отриманих результатів доцільно було б навести в дисертації довірчі інтервали або інші показники статистичної достовірності (стандартне відхилення, довірчі межі, коефіцієнт варіації тощо), що дозволило б більш повно оцінити відтворюваність експериментальних даних.
7. Є деякі граматичні, стилістичні та орфографічні помилки. Наявні незначні помилки в оформленні рисунків, таблиць і літературних джерел. Так, підпис до рисунку 3.10 розташований окремо від рисунка на іншій сторінці.

Вказані зауваження та рекомендації не носять принциповий характер і не знижують загальне позитивне враження від роботи; не зменшують наукового внеску та практичної цінності дисертаційної роботи.

VIII. ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота Колодія А.І. «Розробка акрил-уретанових покриттів із покращеними експлуатаційними характеристиками для текстильних матеріалів технічного призначення» є закінченою, самостійно виконаною науково-дослідною роботою, яка містить теоретичні та експериментальні дані, що в сукупності є важливим досягненням для реалізації комплексної програми інноваційного розвитку легкої та хімічної промисловості.

Дисертація виконана державною мовою, стиль роботи та порядок викладення основних положень досліджень відповідає вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії; висновки науково обґрунтовані та підтверджуються результатами досліджень.

Таким чином, дисертаційна робота Колодія Артема Ігоровича «Розробка акрил-уретанових покриттів із покращеними експлуатаційними характеристиками для текстильних матеріалів технічного призначення», яка подана на здобуття ступеня доктора філософії, за актуальністю, ступенем новизни, науковим рівнем та практичною цінністю відповідає вимогам Наказу Міністерства освіти і науки України «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, автор дисертації, Колодій Артем Ігорович, на основі публічного захисту, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 161 – хімічні технології та інженерія.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
головний науковий співробітник
науково дослідного сектору
Херсонського національного
технічного університету

Юлія САРІБСКОВА

