

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., доцента, завідувача кафедри хімічної технології композиційних матеріалів **Миронюка Олексія Володимировича** 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

Дисертацію присвячено вирішенню важливого науково-прикладного завдання із створення полімерних покриттів на водній основі для оздоблення текстильних матеріалів технічного призначення. Актуальність роботи з одного боку обумовлена необхідністю розширення асортименту текстильних матеріалів технічного призначення, зокрема через застосування полімерних покриттів різних типів, а з іншого боку – посиленням обмежень щодо використання органічних розчинників у складі полімерних покриттів з вимогою переходу на водні системи.

Поліуретанові та акрилові водні дисперсії належать до найпоширеніших плівкоутворювальних матеріалів, що застосовуються для оздоблення текстильних матеріалів. Кожен із цих типів полімерів характеризується як певними перевагами, так і недоліками. Перспективним підходом до їх усунення є створення гібридних полімерних систем, які поєднують властивості акрилових і поліуретанових компонентів в одному матеріалі. Такий підхід забезпечує формування комплексу покращених функціональних характеристик, що розширює можливості використання гібридних покриттів для функціоналізації текстильних матеріалів технічного призначення.

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

Наукові положення, теоретичні висновки та практичні рекомендації в дисертаційній роботі є достатніми і належним чином обґрунтованими.

Проведені автором теоретичні та експериментальні дослідження базуються на основних положеннях полімерного і текстильного матеріалознавства, хімічних технологій та інженерії. При цьому у роботі враховані узагальнений досвід та наукові здобутки вітчизняних та закордонних вчених. Всі положення, висновки та рекомендації стосовно практичного використання результатів досліджень вагомо обґрунтовані і не викликають сумнівів чи зауважень.

Дисертація виконувалась в рамках господарчого договору на тему: «Розробка технологічних параметрів функціоналізації волокнистих матеріалів із застосуванням поліуретанів» від 14.10.2025 р. з ТОВ «ТОРГОВИЙ ДІМ «ФОМТЕК».

Достовірність та надійність результатів досліджень забезпечується використанням сучасних методів досліджень із залученням інформаційно-цифрових технологій, математичного апарату. Результати виконаних досліджень підтверджуються у повному обсязі списком праць здобувача.

III. Наукова новизна отриманих результатів

Наукова новизна роботи полягає у встановленні закономірностей фізико-хімічних перетворень, що відбуваються під час формування гібридних акрил-уретанових покриттів на водній основі, призначених для функціоналізації текстильних матеріалів технічного призначення та надання їм комплексу покращених експлуатаційних властивостей.

Уперше виконано комплексне порівняльне дослідження акрил-уретанових покриттів на водній основі з різним співвідношенням акрилової та поліуретанової складових. На основі результатів ІЧ-спектроскопії, диференціальної сканувальної калориметрії та диференціального термічного аналізу встановлено, що за вмісту поліуретану до 30 % у процесі формування покриття між акриловою та поліуретановою дисперсіями утворюється напіввзаємопроникна полімерна мережа (semi-IPN). Формування такої структури істотно підвищує ефективність використання гібридних покриттів для текстильних матеріалів технічного призначення.

Встановлено закономірності впливу вмісту поліуретанової складової в акрил-уретановій композиції на механічні властивості сформованих плівок. Показано, що введення до 30 % поліуретану сприяє підвищенню межі міцності плівки до 12,9 МПа при одночасному збільшенні відносного

видовження до 420 %, тоді як для плівки, сформованої лише з акрилової дисперсії, ці показники становлять відповідно 10,5 МПа та 233,3 %.

Обґрунтовано, що одночасне зростання міцності та збереження високої еластичності зумовлене формуванням оптимізованої морфологічної структури гібридного матеріалу. Така структура характеризується рівномірним розподілом жорстких поліуретанових сегментів, які меншою мірою зшиті завдяки присутності акрилової складової, і набуває ознак semi-IPN. У цій мережі поліефірні м'які сегменти поліуретану забезпечують високу еластичність матеріалу, тоді як поліакрилатна складова виконує армувальну функцію, підвищуючи його міцність і стійкість до механічних навантажень.

IV. Практичне значення одержаних результатів

Запропонована технологія оздоблення текстилю акрил-уретановими дисперсіями дозволить розширити асортимент текстильних матеріалів технічного призначення завдяки формуванню комплексу поліпшених властивостей. Впровадження розробленої технології на діючих підприємствах не вимагає встановлення додаткового обладнання, а заміна поліуретанових покриттів на акрил-уретанові дозволить здешевити технологічний процес.

Використання водних акрил-уретанових дисперсій узгоджується з міжнародними принципами «зеленої» хімії та вимогами екологічного законодавства, оскільки дозволяє суттєво зменшити негативний вплив на довкілля та покращити безпеку виробничих процесів.

V. Повнота викладення основних наукових положень, висновків та рекомендацій дисертації в опублікованих працях

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.

VI. Аналіз змісту дисертаційної роботи

Щодо завершеності дисертації в цілому, то можна відмітити, що дисертація є завершеною науковою роботою, яка складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних літературних джерел та додатків. Повний обсяг дисертації 131 сторінка. Дисертація містить 16 таблиць та 30

рисунків, 108 посилань на роботи вітчизняних і зарубіжних авторів на 12 сторінках.

У вступі розкрито актуальність роботи та її зв'язок з науковими програмами, визначено мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження, розкрито наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача, подано інформацію щодо апробації результатів дослідження.

У першому розділі, на основі огляду літературних джерел були зроблені висновки про те, що створення акрил-уретанових покриттів гібридного типу на водній основі для оздоблення текстильних матеріалів технічного призначення забезпечить поєднання переваг кожного окремого компонента, а встановлення раціональних співвідношень різних типів полімерів у складі плівки забезпечить отримання міцного, еластичного покриття з відповідними експлуатаційними характеристиками.

У другому розділі розглянуті методи дослідження властивостей поліакрилових і поліуретанових дисперсій та їх композицій у складі покриттів текстильних матеріалів. Обґрунтовано вибір водорозчинних полімерних дисперсії різних типів, описані методи визначення якості водоемульсійних плівкоутворювальних матеріалів та їх композицій.

Для визначення природи взаємодії між складовими акрил-уретанових композицій запропоновано використання ІЧ-спектроскопії, а для оцінки температурних інтервалів фазових переходів, характеру міжмолекулярної взаємодії компонентів, ступіня сумісності полімерів та особливостей формування структури поліуретанових, поліакрилатних та акрил-уретанових композицій використали методи ДТА і ДСК аналізу.

Фізико-механічні методи дослідження властивостей текстильних матеріалів використали для визначення поверхневої густини, розривального навантаження та видовження при розриві. Вплив полімерного покриття на властивості текстильних матеріалів оцінювали за показниками повітропроникності, гігроскопічності, водо- та волопоглинання.

Таким чином, комплексний підхід щодо вибору методів досліджень акрил-уретанових полімерних покриттів, застосування сучасного наукового комп'ютеризованого обладнання забезпечили одержання достовірних результатів, що дозволило зробити обґрунтовані наукові висновки.

Третій розділ дисертаційної роботи присвячений визначенню раціонального співвідношення полімерних дисперсій у складі акрил-уретанових покриттів для оптимізації їх експлуатаційних характеристик.

Доведено вплив вмісту поліуретану в складі акрил-уретанової композиції на зміну показників міцності та еластичності. На думку автора, підвищені значення межі міцності та відносного видовження можуть бути пояснені особливостями надмолекулярної структури, встановленої методом ІЧ-спектроскопії. Зокрема, результати FTIR аналізу вказують на наявність як жорстких уретанових доменів, так і м'яких сегментів поліакрилатно-поліефірної природи. Виявлене співвідношення смуг $\sim 1710 \text{ см}^{-1}$ та $\sim 1240\text{--}1070 \text{ см}^{-1}$ свідчить про одночасну присутність як хімічно зв'язаних, так і вільних карбонільних груп, що вказує на частково впорядковану, але не надмірно жорстку фазову структуру. Водночас саме за вмісту поліуретану 30% відзначається різка зміна фізико-механічних властивостей плівок, що дозволяє розглядати 30 % поліуретану як критичну концентрацію, за якої відбувається структурна перебудова полімерної системи.

Термогравіметричний аналіз показав, що досліджуваний матеріал характеризується високою термічною стабільністю. З підвищенням вмісту поліуретанів термостійкість зразків дещо підвищується у визначеному інтервалі температур. Представлені результати суперечать загальноприйнятим уявленням про те, що збільшення кількості уретанових зв'язків призводить до зниження термічної стабільності. Це свідчить про те, що на процес термічної деструкції впливає більше чинників, ніж лише концентрація уретанових зв'язків, що повністю підтверджується результатами інших авторів.

ДСК-аналіз підтверджує формування частково сумісної акрил-уретанової композиції з двома близькими температурами склування. Наявність двох окремих T_g вказує на те, що система залишається частково фазово розділеною і не переходить у повністю однорідний стан, що є характерною ознакою систем із міжфазною взаємодією та можливим утворенням взаємопроникної (IPN-подібної) структури.

Четвертий розділ дисертації містить результати досліджень властивостей текстильних матеріалів з акрил-уретановим покриттям.

Автором показано, що отримання високоміцного, водночас достатньо еластичного акрил-уретанового покриття, забезпечується за співвідношення між акриловою і поліуретановою складовою 70/30%. При цьому показник вологопоглинання хоча і збільшується, але не перевищує встановленого обмеження. Висока поверхнева густина $848,1 \text{ г/м}^2$ обумовлює технічне призначення текстильних матеріалів з акрил-уретановим покриттям.

Комбінування просочення з подальшим нанесенням покриття валиком забезпечує підвищення адгезії, збереження еластичності матеріалу;

зміцнення структури текстилю; зменшення рухливості волокон сприяє підвищенню міцності, а вирівнювання поверхні забезпечує формування більш контрольованої пористої структури текстилю.

Застосування проміжної термообробки шляхом пресування, забезпечує формування міцного, щільного, але водночас еластичного покриття, із задовільними показниками паропроникності і вологопоглинання. Водночас для поліпшення водотривких і водовідштовхувальних властивостей рекомендується проводити додаткову гідрофобізацію поверхні текстилю.

VII. 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. Огляд літератури у першому розділі дисертації варто було б структурувати і виокремити підрозділ, присвячений технологічним особливостям нанесення полімерного покриття на водній основі на текстильні матеріали.
2. В дисертації відсутній окремий пункт з розшифровкою аббревіатур, позначень та скорочень.
3. У дисертації зазначено, що вибір полімерних дисперсій Plextol UltraFine PR 3500K, Crilat 4815 та Impranil DLP-R був зумовлений їх доступністю, прийнятною вартістю та простотою застосування. Водночас сучасний ринок пропонує широкий асортимент акрилових і поліуретанових дисперсій із різними фізико-хімічними характеристиками. У зв'язку з цим потребує додаткового пояснення, які саме властивості вибраних марок були визначальними для їх залучення до дослідження;
4. За результатами, наведеними в таблиці 3.2, зроблено висновок щодо можливості суміщення досліджуваних дисперсій та введення до композицій неорганічних пігментів і наповнювачів зі слабколужними властивостями. Бажано, щоб здобувач пояснив, якою мірою ці результати дозволяють прогнозувати агрегативну стабільність змішаних і наповнених композицій під час їх приготування та зберігання.
5. У розділі 3.3 в окремих фрагментах зміни спектральних смуг пов'язуються з міжмолекулярною взаємодією та формуванням IPN-подібної структури без виникнення нових ковалентних зв'язків, тоді як надалі вживається поняття хімічного зв'язування поліакрилатної та

поліуретанової фаз. Чи йдеться у цьому випадку про виникнення нових ковалентних зв'язків, чи переважно про міжфазні взаємодії за участю водневих зв'язків?

6. Проведений комплекс випробувань дозволив охарактеризувати початкові фізико-механічні, захисні та вологообмінні властивості одержаних текстильних матеріалів і підтвердити перспективність запропонованої технології. Бажано, щоб здобувач окреслив очікувану поведінку розробленого покриття за експлуатаційних умов та можливі напрями подальшого експлуатаційного удосконалення матеріалу.
7. У дисертації наявні окремі редакційні й графічні неточності. Зокрема, для кількісних результатів у таблицях 3.3 і 3.4 не наведено показників розсіювання або похибки вимірювань, а на рисунку 3.3 відсутні позначення «а» і «б», хоча представлено два окремі набори даних. Зазначені недоліки мають локальний характер і не впливають на загальну оцінку отриманих результатів.
8. Є деякі граматичні, стилістичні та орфографічні помилки. Наявні незначні помилки в оформленні літературних джерел.

Вказані зауваження та рекомендації не носять принциповий характер і не знижують загальне позитивне сприйняття досягнень дисертанта; 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 до дисертацій, що висувуються для присудження ступеня доктора філософії; висновки науково обґрунтовані та підтверджуються результатами досліджень.

Враховуючи актуальність теми, одержані науково-практичні результати, відповідність дисертації 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, доцент,
завідувач кафедри хімічної технології
композиційних матеріалів
Національного технічного університету України
"Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського"

04.08.2026 р.



Олексій МИРОНЮК

