

До спеціалізованої вченої ради
PhD15852
у Київському національному
університеті технологій та дизайну,
01011, м. Київ, вул. Мала Шияновська, 2

Рецензія

д.т.н., професора, завідувача кафедрою технології моди
Київського національного університету технологій та дизайну

Гараніної Ольги Олександрівни

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

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуального науково-прикладного завдання, що полягає у розробленні екологічно безпечних полімерних покриттів на водній основі для оздоблення та функціоналізації текстильних матеріалів технічного призначення з покращеними експлуатаційними характеристиками. Реалізація цього завдання спрямована на створення сучасних покриттів, здатних забезпечити необхідний комплекс фізико-механічних, захисних та експлуатаційних властивостей текстильних матеріалів відповідно до зростаючих вимог різних галузей промисловості.

Актуальність дослідження визначається сукупністю технологічних, екологічних та практичних чинників. З одного боку, постійно зростає потреба у розширенні асортименту функціональних текстильних матеріалів технічного

призначення, які повинні поєднувати високу міцність, еластичність, зносостійкість, стійкість до дії вологи, атмосферних чинників, агресивних середовищ та інших експлуатаційних навантажень. Досягнення таких властивостей значною мірою забезпечується застосуванням сучасних полімерних покриттів різної природи. З іншого боку, сучасні екологічні вимоги та принципи сталого розвитку передбачають суттєве обмеження використання органічних розчинників у лакофарбових і текстильно-оздоблювальних технологіях, що зумовлює необхідність переходу до воднодисперсійних полімерних систем зі зниженим вмістом летких органічних сполук.

Перспективним напрямом вирішення зазначених проблем є створення гібридних акрил-уретанових полімерних систем, у яких поєднуються переваги обох типів полімерів завдяки формуванню оптимальної структури покриття та міжкомпонентній взаємодії. Використання таких композицій дає змогу цілеспрямовано регулювати структуру і властивості покриттів, досягати синергетичного ефекту, забезпечуючи одночасне підвищення механічної міцності, еластичності, адгезійної здатності, водостійкості, стійкості до стирання та інших експлуатаційних характеристик.

У зв'язку з цим розроблення науково обґрунтованих підходів до створення гібридних акрил-уретанових покриттів на водній основі, встановлення закономірностей формування їх структури та взаємозв'язку між складом, міжфазною взаємодією і комплексом властивостей є актуальним науковим завданням, результати якого мають вагоме практичне значення для створення конкурентоспроможних текстильних матеріалів технічного призначення нового покоління.

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

Наукові положення, теоретичні висновки та практичні рекомендації, викладені в дисертаційній роботі, є достатньо обґрунтованими, логічно

взаємопов'язаними та підтвердженими результатами комплексних теоретичних і експериментальних досліджень.

Теоретична та експериментальна частини дослідження ґрунтуються на сучасних положеннях полімерного і текстильного матеріалознавства, фізичної хімії полімерів, хімічної технології та інженерії. Під час виконання роботи автором використано комплекс сучасних методів дослідження, що забезпечило достовірність отриманих результатів та об'єктивність їх інтерпретації.

Достовірність сформульованих наукових положень підтверджується узгодженістю результатів, отриманих із застосуванням взаємодоповнювальних фізико-хімічних і фізико-механічних методів дослідження, а також їх відповідністю сучасним науковим уявленням про закономірності формування структури та властивостей полімерних композицій. Практичні рекомендації, наведені в роботі, є достатньо аргументованими, базуються на результатах експериментальних досліджень і можуть бути використані при створенні сучасних полімерних покриттів для текстильних матеріалів технічного призначення. Загалом наведені в дисертації наукові положення, висновки та рекомендації є переконливими, належним чином обґрунтованими і не викликають принципових заперечень.

ІІІ. Наукова новизна отриманих результатів

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у встановленні закономірностей фізико-хімічних перетворень, що відбуваються під час формування гібридних акрил-уретанових покриттів на водній основі, та визначенні взаємозв'язку між їх складом, особливостями структури і комплексом експлуатаційних властивостей при функціоналізації текстильних матеріалів технічного призначення.

Уперше виконано комплексне порівняльне дослідження гібридних акрил-уретанових покриттів на водній основі з різним співвідношенням акрилової та поліуретанової складових. На підставі результатів ІЧ-Фур'є спектроскопії, диференціальної сканувальної калориметрії та диференціального термічного аналізу встановлено, що при вмісті поліуретанової складової до 30 % у процесі формування

покриття відбувається утворення напіввзаємопроникної полімерної мережі (semi-IPN), що є наслідком міжфазної взаємодії компонентів без утворення нових ковалентних зв'язків між ними. Показано, що формування такої морфології забезпечує синергетичне поєднання властивостей акрилової та поліуретанової складових і створює передумови для суттєвого покращення експлуатаційних характеристик покриттів.

Встановлено закономірності впливу співвідношення акрилової та поліуретанової складових на механічні властивості сформованих плівок. Показано, що введення до 30 % поліуретанової дисперсії забезпечує підвищення межі міцності при розриві до 12,9 МПа та одночасне збільшення відносного видовження до 420 %, тоді як для плівки, сформованої лише з акрилової дисперсії, ці показники становлять відповідно 10,5 МПа та 233,3 %. Отримані результати свідчать про досягнення синергетичного ефекту, що проявляється в одночасному підвищенні міцності та еластичності матеріалу, які зазвичай перебувають у взаємно суперечливій залежності.

Теоретично обґрунтовано механізм формування оптимізованої морфологічної структури гібридного покриття, який полягає у формуванні напіввзаємопроникної полімерної мережі з рівномірним розподілом поліуретанової фази в акриловій матриці. Встановлено, що поліефірні м'які сегменти поліуретану забезпечують високу еластичність і здатність матеріалу до значних деформацій, тоді як поліакрилатна складова формує безперервну матрицю, яка виконує армувальну функцію, підвищуючи міцність, стабільність структури та стійкість покриття до механічних навантажень. Саме така організація полімерної системи забезпечує оптимальне поєднання фізико-механічних властивостей гібридного матеріалу.

Одержані результати розширюють сучасні уявлення про закономірності структуроутворення акрил-уретанових воднодисперсійних систем і можуть бути науковою основою для цілеспрямованого проектування полімерних покриттів із заданим комплексом експлуатаційних характеристик для текстильних матеріалів технічного призначення.

IV. Практичне значення одержаних результатів

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробленні технологічного процесу оздоблення текстильних матеріалів технічного призначення із застосуванням гібридних акрил-уретанових дисперсій на водній основі, що забезпечує формування комплексу покращених фізико-механічних та експлуатаційних властивостей готової продукції. Це створює передумови для розширення асортименту функціональних текстильних матеріалів, призначених для використання у виробництві спеціального, захисного, технічного та іншого виробничого текстилю.

Важливою перевагою розробленого технологічного процесу нанесення полімерного покриття є можливість впровадження на існуючих текстильних підприємствах без необхідності встановлення додаткового технологічного обладнання, що суттєво знижує капітальні витрати та спрощує інтеграцію нового технологічного процесу у діючі виробництва. Встановлено, що часткова заміна поліуретанової складової акриловою дисперсією забезпечує отримання покриттів із високими експлуатаційними характеристиками при одночасному зменшенні витрат на полімерні компоненти, що сприяє підвищенню економічної ефективності виробництва.

Практична цінність роботи також полягає у використанні воднодисперсійних акрил-уретанових композицій, які не містять органічних розчинників або суттєво мінімізують їх використання. Це відповідає сучасним принципам «зеленої» хімії, концепції сталого розвитку та чинним екологічним вимогам щодо скорочення викидів летких органічних сполук. Застосування таких композицій сприяє зменшенню негативного впливу виробництва на довкілля, покращенню санітарно-гігієнічних умов праці, підвищенню рівня пожежної та вибухової безпеки виробничих процесів, а також забезпечує відповідність продукції сучасним міжнародним екологічним стандартам.

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-полієфірної 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 г/м² 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 підрозділ 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. Проведений комплекс випробувань дозволив всебічно охарактеризувати початкові фізико-механічні, захисні та вологообмінні властивості розроблених текстильних матеріалів і підтвердити перспективність запропонованої технології формування покриттів. Разом із тим, для підвищення практичної цінності роботи доцільно було б доповнити дослідження прогнозом поведінки розроблених покриттів в умовах тривалої експлуатації (циклічних механічних навантажень, дії атмосферних чинників, багаторазового зволоження та висушування, температурних коливань), а також окреслити можливі напрями подальшого вдосконалення їх експлуатаційних характеристик.
6. 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.
7. Є деякі граматичні, стилістичні та орфографічні помилки. Наявні незначні помилки в оформленні літературних джерел. Зазначені недоліки мають локальний характер і не впливають на загальну оцінку отриманих результатів.

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 висуваються

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.

Рецензент:

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри технології моди
Київського національного університету
технологій та дизайну
Ольга ГАРАНІНА

05.08.2026 р.

