

<https://doi.org/10.30857/2786-5371.2024.4.10>

УДК 677.494

¹ПЛАВАН В. П., ¹КОЛОДІЙ А. І., ¹ОХМАТ О. А.,
²БОЙЧЕНКО А. Ю., ¹ЛАТИШЕВ Д. О.

¹Київський національний університет технологій і дизайну, Україна

²Товариство з обмеженою відповідальністю «АГРОТЕХШКІРА», Україна

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ПОЛІМЕРНИХ ДИСПЕРСІЙ ДЛЯ ФУНКЦІОНАЛІЗАЦІЇ ПОВЕРХНІ ВОЛОКНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ

Мета. Аналіз властивостей полімерних дисперсій різного хімічного складу для визначення можливості їх подальшого застосування у складі полімерних покриттів для функціоналізації волокнистих матеріалів.

Методика. В роботі використали полімерні матеріали різних типів: Plextol UltraFine PR 3500K (Synthomer, Germany), Vinavil Eva 1612 (Vinavil, Italy), Crilat 4815 (Vinavil, Italy), Impranil DLP-R (Covestro, Germany). Якість водоемульсійних плівкоутворювальних систем і можливості їх використання в процесі функціоналізації поверхні волокнистих основ визначали за вмістом сухого залишку та в'язкістю, рН, плівкоутворювальною здатністю та стійкістю до дії електролітів.

Результати. Зроблено порівняльну оцінку водно-дисперсійних акрилових, вінілових і уретанових полімерів з метою визначення можливості їх подальшого застосування для функціоналізації поверхні волокнистих основ. Визначили, що всі полімерні дисперсії проявляють стійкість до дії гідроксиду амонію. Також всі полімерні дисперсії (за винятком водної дисперсії акрилового співполімеру Plextol UltraFine PR 3500K) проявляють стійкість до дії хлориду натрію, сульфату амонію та ацетатної кислоти. Враховуючи близьке значення рН, практично всі полімерні дисперсії можуть змішуватись без загрози коагуляції. В подальшому представляє інтерес визначення можливості комбінації полімерних дисперсій Crilat 4815 та Impranil DLP-R при створенні гібридного акрил-уретанового покриття для волокнистих основ, з огляду на подібну стійкість цих дисперсій до дії електролітів.

Наукова новизна. Дрібнодисперсні емульсії плівкоутворювальних акрил-уретанових полімерів нового покоління здатні модифікувати поверхню текстильного матеріалу через взаємодію з його функціональними групами, що дає змогу створювати конкурентоспроможні тканини з покращеними стабільними властивостями, зокрема технічного застосування.

Практична значимість. Запропоновано нові види водно-дисперсійних систем на акрилових і уретанових полімерах для модифікування поверхні тканин з метою надання тканинам нових функціональних властивостей. Очікується, що у цих гібридних дисперсіях акриловий компонент забезпечуватиме стійкість до дії лугів і зовнішніх впливів, тоді як поліуретан підвищуватиме міцність, гнучкість та однорідність утвореної плівки.

Ключові слова: полімерні дисперсії; полімерні покриття; акрил-уретанові полімери; модифікація поверхні; функціональні властивості.

Вступ. У виробництві шкіряних, текстильних, нетканих матеріалів і виробів з них активно впроваджуються інноваційні розробки, які дозволяють розширити діапазон функціональних властивостей цих матеріалів [1]. На основі методів фізико-хімічної модифікації поверхні полімерами розробляються спеціальні види текстильних матеріалів з оптимізованими характеристиками. Приклади включають текстурування, тиснення, фарбування, захист від води та вітру, стійкість до стирання, об'єм, проникність для водяної пари та газів, хімічну стійкість. В одязі та синтетичній шкірі комфорт при носінні є основною метою, але в технічному текстилі іноді саме покриття створює цільову функцію. Це стосується, наприклад, конвеєрних стрічок чи туристичних наметів [2]. Волокна, нитки, тканини та неткані матеріали, модифіковані полімерами в різний спосіб, використовуються для інженерних застосувань, наприклад, для армування гумових виробів, у виробництві

сорбційних матеріалів [3]. Крім того, користуються попитом захисні, водо-, масло-, ґрунтовідштовхувальні покриття, світловідбиваючі тканини.

Полімери все частіше використовують у пігментному фарбуванні текстильних матеріалів як сполучні речовини [4, 5]. Виступаючи як допоміжні речовини, полімери застосовуються як модифікатори поверхні текстильних матеріалів [6]. Попередня обробка тканини полімерами дозволяє закріплювати пігменти або мінеральні наповнювачі на текстильних матеріалах. Модифікація поверхні текстильних матеріалів за допомогою полімерів стає все більш популярною як метод функціональної обробки. Однак, всі ці методи модифікації мають низку недоліків: системи на основі розчинників вибухонебезпечні, легкозаймисті або мають небажані побічні ефекти. Полімерні системи на водній основі споживають значну кількість енергії для випаровування вологи та утворення полімерної плівки.

Останнім часом на світовому ринку з'явилися дрібнодисперсні емульсії плівкоутворювальних акрилових полімерів нового покоління, здатні не тільки модифікувати поверхню текстильного матеріалу, але й глибоко проникати в волокно та взаємодіяти з його функціональними групами, що дає змогу створювати конкурентоспроможні тканини з покращеними стабільними властивостями. Особливо важливим напрямом у розвитку технологій отримання тканин з функціональними властивостями є розробка технологій виробництва текстильних матеріалів із властивостями, які повністю задовольняють вимоги військових і правоохоронних органів [7]. Поява нового покоління полімерів (співполімери акрилової та уретанової природи, гібридні полімерні препарати) дозволяє створювати різноманітні спецефекти на текстильних матеріалах, зокрема, екрануючий ефект для захисту від електромагнітного випромінювання. Попит на згадані текстильні матеріали зростає в умовах воєнного стану в Україні.

Вибір полімеру залежить від хімічного складу тканини, що обробляється, і від вимог до кінцевого результату. Змінивши рецептуру і технологічні режими підготовки текстильних матеріалів до покриття, можна досягти необхідного ступеня дифузії та глибини проникнення пігментів або мінеральних наповнювачів у матеріал, а також підвищити механічну міцність покриття, його стійкість до світла, вологи, перепадів температури та інших зовнішніх впливів.

Запропоновано нові види водно-дисперсійних систем на акрилових і уретанових полімерах для модифікування поверхні тканин на етапах обробки з метою надання тканинам певних функціональних властивостей. У цих гібридних дисперсіях акриловий компонент забезпечує стійкість до дії лугів і зовнішніх впливів, а також хорошу сумісність з пігментами та низьку вартість, тоді як поліуретан підвищує міцність, гнучкість і продуктивність утворення плівки [8].

З міркувань продуктивності полімерні покриття на текстильних матеріалах формуються нагріванням; час контакту в сушарках становить кілька хвилин із максимальною температурою 160–200 °С. Нормальною процедурою є нанесення їх як однокомпонентних систем за допомогою ракульного ножа для нанесення покриття. На додаток до поліакрилатів, які є матеріалом вибору для домашнього текстилю, дисперсії поліуретанів зазвичай використовуються як водні зв'язувальні речовини, коли вимагається широкий діапазон властивостей, таких як високий комфорт при носінні та хороша гнучкість при низьких температурах [9]. Оскільки шкіра є натуральним матеріалом, її можна сушити лише при температурі до 80 °С. При температурі вище 90 °С шкіра втрачає значну частину вологи, стає менш еластичною, відбувається її усадка. З цієї причини полімерні покриття на водній основі значною мірою замінили покриття на основі розчинників. Акрилатні дисперсії використовуються в основному у заключній обробці недорогих виробів, тоді як поліуретанові покриття є найсучаснішими для забезпечення оптимального результату по механічних характеристиках плівкових покриттів, комфорту та стійкості до стирання та забруднення, наприклад, у салонах автомобілів чи меблях.

Для нанесення покриттів на поверхню шкіри використовуються різні технології, зокрема для нанесення покриттів на поверхню спилка використовують метод перенесення плівки. На текстильну основу дисперсії наносяться у вигляді компактної плівки або механічної піни безпосередньо, або також шляхом процесу перенесення. Пористі покриття додають об'єму одягу, але зберігають його низьку вагу. Їх також можна використовувати для ізоляційних матеріалів або як мембрани. Зазвичай вони наносяться трьома шарами: ґрунтовка для зчеплення з основою, проміжне покриття для додання об'єму та функції та верхнє покриття для надання стійкості до механічного впливу, забезпечення гарного зовнішнього вигляду та приємного грифу. Для обробки текстилю дисперсії поліуретанів наносяться у настільки малих кількостях, що зовнішній вигляд текстильної основи залишається незмінним.

Постановка завдання. Метою даної наукової роботи є розробка технології обробки волокнистих матеріалів на основі використання водно-дисперсійних акрилових, вінілових і уретанових полімерів для надання волокнистим матеріалам певних функціональних властивостей. Для досягнення поставленої мети необхідно проаналізувати властивості різних полімерних матеріалів для визначення можливості їх подальшого застосування у складі полімерних композицій для функціоналізації волокнистих матеріалів.

Методологія дослідження. В роботі використали полімерні матеріали різних типів: Plextol UltraFine PR 3500K (Synthomer, Germany), Vinavil Eva 1612 (Vinavil, Italy), Crilat 4815 (Vinavil, Italy), Impranil DLP-R (Covestro, Germany). Вибір матеріалів обумовлений простотою їх застосування, доступністю на ринку, прийнятною ціною.

Водна дисперсія акрилового співполімеру з наддрібним розміром частинок Plextol UltraFine PR 3500K розроблена для використання в ґрунтовках для пористих основ. Завдяки низькій температурі плівкоутворення та хорошій адгезії заґрунтовані поверхні виходять гладкими та щільними для остаточного декоративного покриття.

Водна дисперсія співполімеру вінілацетату та етилену Vinavil Eva 1612 не містить розчинників, з дуже низьким вмістом алкілфенол етоксилату (APEO-FREE).

Чиста акрилова дисперсія на водній основі Crilat 4815 характеризується дуже малим розміром частинок. Завдяки цій особливості визначається як нанолатекс. Crilat 4815 не містить алкілфенол-етоксилатів (APEO-FREE), формальдегіду та розчинників, не має запаху. Crilat 4815 – це надтонка дисперсія, яка після нанесення на поверхню проникає в глибину і діє як регулятор просочування та прискорювач адгезії верхнього покриття.

Аніонна аліфатична поліефірно-поліуретанова дисперсія Impranil-DLP-R підходить для створення текстильних покриттів для таких застосувань, як верхній одяг, сумки/багаж, технічні вироби. Має дуже хорошу стійкість до гідролізу та світлостійкість. Забезпечує хорошу адгезію, високий вміст твердих речовин і хорошу стабільність при перемішуванні.

Якість водоемульсійних плівкоутворювальних систем і можливості їх використання в процесі функціоналізації поверхні волокнистих матеріалів визначаються наступними їх властивостями: плівкоутворювальною здатністю, стійкістю до дії електролітів, реологічними характеристиками (в'язкість, тиксотропія), вмістом сухого залишку та ін. [10].

Визначення рН дисперсії полімерів. Змішування дисперсій полімерів із значеннями рН, що різко відрізняються один від одного, небажано. Суміщене використання дисперсій полімерів, наприклад, з рН=3 та рН=9 може викликати повну або часткову їх коагуляцію. Не можна змішувати аніоноактивні латекси з катіоноактивними.

Дослідну дисперсію полімерів розводять дистильованою водою до вмісту 8% сухих речовин. Визначення рН проводять потенціометричним способом за допомогою скляного електроду. Очищення скляного електроду від плівки, що утворюється при дослідженні, необхідно проводити 10%-вим розчином карбонату натрію з наступним ретельним промиванням електроду дистильованою водою.

Визначення сухого залишку полімерної дисперсії. Наважку полімерної дисперсії, зважену на аналітичних вагах, вміщують у доведений до постійної маси бюкс. Маса наважки полімерної дисперсії для дослідження складає 3–5 г. Бюкс з відкритою кришкою сушать у сушильній шафі при температурі 105 ± 5 °C до постійної маси. Вміст сухого залишку C_3 , %, розраховують за формулою:

$$C_3 = \frac{(a - a_1)}{H} \cdot 100, \quad (1)$$

де a – маса бюксу з дисперсією після висушування, г;
 a_1 – маса порожнього бюксу, г;
 H – наважка дисперсії, г.

Визначення загущення латексу при дії гідроксиду амонію. Загущення полімерної дисперсії при дії гідроксиду амонію визначають з метою прогнозування поведінки плівкоутворювального матеріалу у покривних фарбах, значення рН яких вище 7. Крім того, стійкість до загущення аміаком визначає чистоту (дисперсність) та колоїдно-хімічні властивості плівкоутворювального матеріалу, які забезпечують найбільш сприятливі умови його застосування.

Для визначення цього показника технічну дисперсію розводять дистильованою водою до 13%-го вмісту сухих речовин. Далі готують 5 пробірок, в кожену з яких наливають по 15 мл 13%-ої дисперсії та, починаючи з другої пробірки, додають по 0,2 мл дистильованої води та 6,25, 12,5, 18,75% розчину аміаку. Після нетривалого перемішування проби витримують протягом 10 хв., визначають в'язкість при температурі 25 °C.

У виробництві водоемульсійних лакофарбових матеріалів використовуються дисперсії ліофобного типу, в яких полімери (дисперсна фаза) практично не розчиняються у воді і помітно не набухають. Такі дисперсії нестійкі і швидко розшаровуються. Стабілізацію водних емульсій полімерів здійснюють шляхом введення в систему поверхнево-активних речовин (ПАР) іоногенного і неіоногенного типу [11]. Емульсії, стабілізовані іоногенними ПАР, втрачають агрегатну стійкість при додаванні деяких електролітів і неелектролітів, які змішуються з водою (спирти, ацетон тощо). При стабілізації емульсій неіоногенними ПАР електроліти не виявляють коагулюючої дії.

До складу водоемульсійних покриттів, крім плівкоутворювальних речовин, входять також пігменти, наповнювачі, вода і допоміжні функціональні речовини – диспергатори, емульгатори, стабілізатори, загущувачі, піногасники, антисептики, інгібітори корозії, а також різного роду добавки – гідрофобізуючі, структуруючі тощо.

Із неорганічних пігментів у виробництві водоемульсійних покриттів знаходять застосування пігментні концентрати на основі сполук титану, хрому, заліза, цинку, свинцю та інших мінералів. Деякі з них володіють слабо лужними властивостями і тому не суміщаються з водними полімерними дисперсіями [12]. Із органічних пігментів застосовують азо- і фталоціанінові пігменти. Із наповнювачів застосовують в основному тальк, крейду, каолін [13]. Додавання цих речовин також може викликати передчасну коагуляцію полімерних дисперсій. Тому дослідження стійкості полімерних дисперсій до дії електролітів і порогу коагуляції набуває першочергового значення для визначення можливості змішування полімерних дисперсій.

Визначення стійкості полімерних матеріалів до дії електролітів. Для визначення стійкості до дії електролітів досліджувану полімерну дисперсію розводять дистильованою водою до 8%-го вмісту сухих речовин. У сім пробірок наливають по 10 мл приготовленого 8%-го розчину полімерної дисперсії і додають необхідний об'єм розчину електроліту. Як електроліти використовують 1н розчини хлориду кальцію, гідроксиду амонію, хлориду натрію, сульфату амонію, сульфату алюмінію, ацетатної та хлоридної кислот.

В окрему пробірку із бюретки додають по 0,5 мл електроліту і поступово доводять його об'єм до 10 мл. Після кожного додавання електроліту пробірку струшують і залишають на 8...10 хв. Далі відмічають зміни, які сталися з вмістом кожної пробірки (зміна густини, поява розшарування, коагуляція тощо). При відсутності помітних змін додають чергові порції електроліту у пробірку. За відсутності змін у пробірці дослід припиняють, коли загальний об'єм електроліту, доданого у пробірку, складає 10 мл. При виявленні певних змін визначають рН суміші та об'єм електроліту, при якому ці зміни сталися.

Коефіцієнт електролітичної стійкості $K_{e.c.}$ розраховують за об'ємом V_e розчину електроліту, достатнім для коагуляції 1 г сухої речовини досліджуваної полімерної дисперсії, за формулою:

$$K_{e.c.} = V_e / m, \quad (2)$$

де V_e – об'єм електроліту, мл;

m – маса полімерної дисперсії, яка розраховується за формулою (3), г;

$$m = \frac{C \cdot V_{п.д.}}{100} = \frac{8 \cdot 10}{100} = 0,8 \text{ г}, \quad (3)$$

де C – концентрація дисперсії (8%),

$V_{п.д.}$ – об'єм полімерної дисперсії (10 мл). В даному дослідженні маса полімерної дисперсії дорівнює 0,8 г.

Поріг коагуляції (г/л) визначає критичну концентрацію електроліту, що викликає коагуляцію полімерної дисперсії і розраховується за формулою:

$$П. к. = \frac{N \cdot E \cdot V_e}{V_{п.д.}}, \quad (4)$$

де N – нормальність електролітів;

E – еквівалентна маса електроліту (грам-еквівалент речовини), г;

V_e – об'єм електроліту, мл;

$V_{п.д.}$ – об'єм полімерної дисперсії (10 мл).

Результати дослідження та їх обговорення. Фізико-хімічні властивості полімерних матеріалів представлені в табл. 1. Як видно з наведених даних, всі полімерні дисперсії відзначалися хорошим плівкоутворенням, хоча Vinavil Eva 1612 утворює нерівномірну по товщині плівку через погане розтікання по поверхні, а Stilat 4815, на відміну від інших дисперсій, утворює ламку плівку.

Всі полімерні дисперсії відрізнялись стійкістю до загущення при дії гідроксиду амонію незалежно від його концентрації. Крім того, всі полімерні дисперсії практично не змочували поверхню натуральної шкіри, хоча добре змочували поверхню текстильного матеріалу, за винятком Vinavil Eva 1612.

Як видно із наведених у табл. 2 даних, всі полімерні дисперсії проявляють стійкість до дії гідроксиду амонію. Також всі полімерні дисперсії (за винятком водної дисперсії акрилового співполімеру Plextol UltraFine PR 3500K) проявляють стійкість до дії хлориду натрію, сульфату амонію і ацетатної кислоти. Vinavil Eva 1612 проявляє стійкість до дії всіх електролітів. Враховуючи близьке значення рН, практично всі полімерні дисперсії можуть змішуватись без загрози коагуляції. Крім того, деякі неорганічні пігменти і наповнювачі, які володіють слабко лужними властивостями [12, 13], також можуть бути включені до складу полімерних композицій.

Таблиця 1

**Фізико-хімічні властивості полімерних матеріалів для функціоналізації
 поверхні волокнистих основ**

Показник	Полімерний матеріал			
	Plextol UltraFine PR 3500K	Vinavil Eva 1612	Crilat 4815	Impranil DLP-R
Зовнішній вигляд	Напівпрозорий	Білий	Напівпрозорий	Білий
Запах	Слабкий хімічний			
Питома вага, г/см ³	1,041	1,077	1,070	1,106
pH	4,7	4,4	4,9	4,7
Сухий залишок, %	29,1	52,4	31,4	49,5
Відносна в'язкість полімерної дисперсії	1,68	1,95	1,65	1,27

Таблиця 2

Стійкість полімерних матеріалів до дії електролітів

Полімерний матеріал	Електроліт						
	хлорид кальцію	гідроксид амонію	хлорид натрію	сульфат амонію	сульфат алюмінію	ацетатна кислота	хлоридна кислота
Коефіцієнт електролітичної стійкості, мл/г							
Plextol UltraFine PR 3500K	0,63	стійкий	5,63	5,63	0,63	5,63	0,63
Vinavil Eva 1612	стійкий						
Crilat 4815	3,75	стійкий			1,88	стійкий	1,25
Impranil DLP-R	1,25	стійкий			1,28	стійкий	0,63
Поріг коагуляції (кількість електроліту, г/л)							
Plextol UltraFine PR 3500K	2,77	відсутній			8,55	відсутній	1,82
Vinavil Eva 1612	відсутній						
Crilat 4815	16,65	відсутній			25,66	відсутній	3,65
Impranil DLP-R	5,55	відсутній			17,11	відсутній	1,82

Оскільки мета дослідження полягає у створенні гібридного акрил-уретанового покриття для волокнистих основ, представляє інтерес в подальшому визначення можливості комбінації полімерних дисперсій Crilat 4815 і Impranil DLP-R з огляду на їх подібну стійкість до дії електролітів. Тим більше, що іншими авторами [14] також підтверджується поліпшення хімічних і механічних властивостей утворених гібридних акрилат-уретанових систем.

Висновки. Зроблено порівняльну оцінку водно-дисперсійних акрилових, вінілових і уретанових полімерів з метою визначення можливості їх подальшого застосування для функціоналізації поверхні волокнистих основ. Визначили, що всі полімерні дисперсії проявляють стійкість до дії гідроксиду амонію. Також всі полімерні дисперсії (за винятком водної дисперсії акрилового співполімеру Plextol UltraFine PR 3500K) проявляють стійкість до дії хлориду натрію, сульфату амонію і ацетатної кислоти. Враховуючи близьке значення pH, практично всі полімерні дисперсії можуть змішуватись без загрози коагуляції. З огляду на подібну стійкість до дії електролітів полімерних дисперсій Crilat 4815 і Impranil DLP-R, в подальшому представляє інтерес визначення можливості їх комбінації при створенні гібридного акрил-уретанового покриття для волокнистих основ. Очікується, що у цих гібридних дисперсіях акриловий компонент забезпечуватиме стійкість до дії лугів і зовнішніх впливів, тоді як поліуретан підвищуватиме міцність, гнучкість та однорідність утвореної плівки.

References

1. Petrova, L., Grishin, R., Zimnurov, A., Kozlova, O., Odintsova, O., Sangeeva, E. (2023). Improvement of Textile Materials Processing Techniques by Applying Aqueous Dispersions of Polymers. *Coatings*, 13(2), 462. DOI: <https://doi.org/10.3390/coatings13020462>.
2. Engels, H.-W., Pirkl, H.-G., Albers, R., Albach, R. W., Krause, J., Hoffmann, A., ... Dormish, J. (2013). Polyurethanes: Versatile Materials and Sustainable Problem Solvers for Today's Challenges. *Angewandte Chemie International Edition*, No. 52 (36), P. 9422–9441. DOI: <https://doi.org/10.1002/anie.201302766>.
3. Plavan, V. P., Ishchenko, O. V., Tarasenko, N. V., Budash, Yu. O., Kolodiy, A. I. (2023). Zastosuvannya napovnenykh dyspersiy vodorozchynnykh polimeriv dlya funktsionalizatsiyi voloknystykh materialiv [Application of filled dispersions of water-soluble polymers for functionalization of fibrous materials]. *Tekhnolohiyi ta inzhynirynh = Technologies and Engineering*, No. 1 (12), P. 73–85. DOI: <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2023.1.7> [in Ukrainian].
4. Little, A. F., Christie, R. M. (2011). Textile Applications of Photochromic Dyes. Part 3: Factors Affecting the Technical Performance of Textiles Screen-Printed with Commercial Photochromic Dyes. *Color. Technol.*, № 127, P. 275–281. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1478-4408.2011.00307.x>.
5. Chun, Y. (2011). Preparation of Pigmented Ink-Jet Ink by a Combination of Surface Treatments and Synthetic Dispersant. *Color. Technol.*, № 127, P. 186–193. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1478-4408.2011.00297.x>.
6. Hu, J., Lu, J. (2014). Smart Polymers for Textile Applications. In: *Smart Polymers and Their Applications*. Woodhead Publishing: Sawston, UK. P. 437–475. DOI: <https://doi.org/10.1533/9780857097026.2.437>.
7. Fortuniak, K., Redlich, G., Obersztyn, E. (2013). Assessment and Verification of the Functionality of New, Multi-Component, Camouflage Materials. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, № 101 (5), P. 73–79.
8. Mehravar, S., Ballard, N., Tomovska, R., Asua, J. M. (2019). Polyurethane/Acrylic Hybrid Waterborne Dispersions: Synthesis, Properties and Applications. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, Vol. 58, № 46, P. 20902–20922. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.9b02324>.

Література

1. Petrova L., Grishin R., Zimnurov A., Kozlova O., Odintsova O., Sangeeva E. Improvement of Textile Materials Processing Techniques by Applying Aqueous Dispersions of Polymers. *Coatings*. 2023. № 13 (2), 462. DOI: <https://doi.org/10.3390/coatings13020462>.
2. Engels H.-W., Pirkl H.-G., Albers R., Albach R. W., Krause J., Hoffmann A., ... Dormish J. Polyurethanes: Versatile Materials and Sustainable Problem Solvers for Today's Challenges. *Angewandte Chemie International Edition*. 2013. № 52 (36). P. 9422–9441. DOI: <https://doi.org/10.1002/anie.201302766>.
3. Плаван В. П., Іщенко О. В., Тарасенко Н. В., Будащ Ю. О., Колодій А. І. Застосування наповнених дисперсій водорозчинних полімерів для функціоналізації волокнистих матеріалів. *Технології та інжиніринг*. 2023. № 1 (12). С. 73–85. DOI: <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2023.1.7>.
4. Little A. F., Christie R. M. Textile Applications of Photochromic Dyes. Part 3: Factors Affecting the Technical Performance of Textiles Screen-Printed with Commercial Photochromic Dyes. *Color. Technol.* 2011. № 127. P. 275–281. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1478-4408.2011.00307.x>.
5. Chun Y. Preparation of Pigmented Ink-Jet Ink by a Combination of Surface Treatments and Synthetic Dispersant. *Color. Technol.* 2011. № 127. P. 186–193. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1478-4408.2011.00297.x>.
6. Hu J., Lu J. Smart Polymers for Textile Applications. In: *Smart Polymers and Their Applications*. Woodhead Publishing: Sawston, UK, 2014. P. 437–475. DOI: <https://doi.org/10.1533/9780857097026.2.437>.
7. Fortuniak K., Redlich G., Obersztyn E. Assessment and Verification of the Functionality of New, Multi-Component, Camouflage Materials. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*. 2013. № 101 (5). P. 73–79.
8. Mehravar S., Ballard N., Tomovska R., Asua J. M. Polyurethane/Acrylic Hybrid Waterborne Dispersions: Synthesis, Properties and Applications. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 2019. Vol. 58, № 46. P. 20902–20922. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.9b02324>.

9. Avar, G., Meier-Westhues, U., Casselmann, H., Achten, D. (2012). Polyurethanes. *Polymer Science: A Comprehensive Reference*, Vol. 10, P. 411–441. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-53349-4.00275-2>.
10. Danylkovych, A. H. (2006). *Praktykum z khimiyi ta tekhnolohiyi shkiry ta khutra: navch. posib.* [Workshop on chemistry and technology of leather and fur: study guide]. 2nd edition. Kyiv: Feniks. 340 p. [in Ukrainian].
11. Tkhir, I. H., Humenetsky, T. V. (2005). *Fyzyko-khimiya polimeriv* [Physico-chemistry of polymers]. Lviv: Publishing House of the National University "Lviv Polytechnic". 240 p. [in Ukrainian].
12. Karavayev, T. A. (2015). *Vodno-dispersiyni farby: tovaroznavcha otsinka: monohrafiya* [Water-dispersion paints: commodity assessment: monograph]. Kyiv: Kyiv National University of Trade and Economics. 288 p. [in Ukrainian].
13. Karavayev, T. A., Osyka, V. A., Komakha, V. O., Kaluha, N. V., Tkachuk, V. V., Sikorsky, O. O. (2019). *Protsesy khimichnoyi vzayemodiyi v systemi mineralnyy napovnyuvach–modyfikator–plivkoutvoryuvach* [Processes of chemical interaction in the mineral filler–modifier–film former system]. *Pytannya khimiyi ta khimichnoyi tekhnolohiyi = Questions of chemistry and chemical technology*, № 6, P. 83–91. DOI: 10.32434/0321-4095-2019-127-6-83-91 [in Ukrainian].
14. Kukanja, D., Golob, J., Zupancic-Valant, A., & Krajnc, M. (2000). The structure and properties of acrylic-polyurethane hybrid emulsions and comparison with physical blends. *Journal of Applied Polymer Science*, No. 78 (1), P. 67–80. DOI: [http://dx.doi.org/10.1002/1097-4628\(20001003\)78:1%3C67::AID-APP100%3E3.0.CO;2-4](http://dx.doi.org/10.1002/1097-4628(20001003)78:1%3C67::AID-APP100%3E3.0.CO;2-4).
9. Avar G., Meier-Westhues U., Casselmann H. and Achten D. Polyurethanes. *Polymer Science: A Comprehensive Reference*. 2012. Vol. 10. P. 411–441. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-53349-4.00275-2>.
10. Данилкович А. Г. Практикум з хімії та технології шкіри та хутра: навч. посіб. 2-ге видання. Київ: Фенікс, 2006. 340 с.
11. Тхір І. Г., Гуменецький Т. В. Фізико-хімія полімерів. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. 240 с.
12. Караваєв Т. А. Водно-дисперсійні фарби: товарознавча оцінка: монографія. Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2015. 288 с.
13. Караваєв Т. А., Осика В. А., Комаха В. О., Калуга Н. В., Ткачук В. В., Сікорський О. О. Процеси хімічної взаємодії в системі мінеральний наповнювач–модифікатор–плівкоутворювач. *Питання хімії та хімічної технології*. 2019. № 6. С. 83–91. DOI: 10.32434/0321-4095-2019-127-6-83-91.
14. Kukanja D., Golob J., Zupancic-Valant A., & Krajnc M. The structure and properties of acrylic-polyurethane hybrid emulsions and comparison with physical blends. *Journal of Applied Polymer Science*. 2000. № 78 (1). P. 67–80. DOI: [http://dx.doi.org/10.1002/1097-4628\(20001003\)78:1%3C67::AID-APP100%3E3.0.CO;2-4](http://dx.doi.org/10.1002/1097-4628(20001003)78:1%3C67::AID-APP100%3E3.0.CO;2-4).

PLAVAN VIKTORIJA

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of Department of Chemical Technologies and
Resource Saving, Kyiv National University of
Technologies and Design, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-9559-8962>
Scopus Author ID: 6603130130
Researcher ID: I-5852-2015
E-mail: plavan.vp@knutd.edu.ua

OKHMAT OLENA

Ph.D., Associate Professor,
Department of Biotechnology, Leather and Fur,
Kyiv National University of Technologies
and Design, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-0927-8706>
Scopus Author ID: 57194089217
Researcher ID: JFJ-5164-2023
E-mail: oxmat.oa@knutd.edu.ua

KOLODII ARTEM

PhD student,
Department of Chemical Technologies
and Resource Saving,
Kyiv National University of Technologies
and Design, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0007-6771-6037>
E-mail: artem.kolodii@w-chem.com.ua

BOYCHENKO ANDRIY

Limited Liability Company
AGROTECHSHKIRA, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0009-3269-3255>
Researcher ID: LFM-4282-2024
E-mail: atk@atk.kiev.ua

LATISHEV DMYTRO

Master student

Kyiv National University of Technologies
and Design, Ukraine

E-mail: ktphv@knuud.edu.ua

¹PLAVAN V. P., ¹KOLODIY A. I., ¹OKHMAT O. A.,
²BOYCHENKO A. Yu., ¹LATISHEV D. O.

¹Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine

²Limited Liability Company AGROTECHSHKIRA, Ukraine

COMPARATIVE EVALUATION OF THE POLYMER DISPERSIONS FOR THE FIBROUS MATERIALS SURFACE FUNCTIONALIZATION

Purpose. The purpose of the work is to analyze the properties of polymer dispersions with different chemical composition to determine the possibility of their further use as part of polymer coatings for the functionalization of fibrous materials.

Methodology. Different types of polymer materials have used in the work: Plextol UltraFine PR 3500K (Synthomer, Germany), Vinavil Eva 1612 (Vinavil, Italy), Crilat 4815 (Vinavil, Italy), Impranil DLP-R (Covestro, Germany). The quality of water-emulsion film-forming systems and the possibility of their use in the process of functionalization of the surface for fibrous bases have determined by the content of dry residue and viscosity, pH, film-forming ability and resistance to the action of electrolytes.

Findings. A comparative assessment of water-dispersible acrylic, vinyl and urethane polymers have made in order to determine the possibility of their further application for the functionalization of the surface of fibrous bases. It was determined that all polymer dispersions show resistance to the action of ammonium hydroxide. In addition, all polymer dispersions (with the exception of the aqueous dispersion of acrylic copolymer Plextol UltraFine PR 3500K) are resistant to sodium chloride, ammonium sulfate, and acetic acid. Given the close pH value, almost all polymer dispersions can be mixed without the risk of coagulation. In the future, it is of interest to determine the possibility of combining Crilat 4815 and Impranil DLP-R polymer dispersions when creating a hybrid acrylic-urethane coating for fibrous bases, given their similar resistance to electrolytes.

Originality. Finely dispersed emulsions of film-forming acrylic-urethane polymers of the new generation are able to modify the surface of the fibrous material through interaction with its functional groups, which makes it possible to create competitive fabrics with improved stable properties, in particular for technical applications.

Practical value. New types of water-dispersion systems on acrylic and urethane polymers are proposed for modifying the surface of fabrics in order to give fabrics new functional properties. It is expected that in these hybrid dispersions, the acrylic component will provide resistance to the action of alkalis and to external influences, while the polyurethane will increase the strength, flexibility and homogeneity of the formed film.

Keywords: polymer dispersions; polymer coatings; acrylic-urethane polymers; surface modification; functional properties.