

УДК 677.047.622.112.2

ФОРМОЗАКРІПЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ШВЕЙНИХ ВИРОБІВ ІЗ НАДАННЯМ ЇМ ГІДРОФОБНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Ю.В. КОШЕВКО, О.І. КУЛАКОВ, М.О. КУЩЕВСЬКИЙ

Хмельницький національний університет

У статті розглянуті питання надання необхідної жорсткості та гідрофобності деталям швейних виробів при формуванні об'ємних форм і їх формозакріпленні із використанням композицій на основі стирол-акрилових сополімерів і передконденсатів терморективних смол. На основі проведених досліджень авторами запропоновані робочі композиції для надання текстильним матеріалам необхідних властивостей

Проведені дослідження показали, що деталям одягу та виробам в цілому (головні убори) з вовняних і напіввовняних тканин можливо надавати різних складних форм у процесі їх формування в рідино-активному середовищі. Використання рідино-активного середовища забезпечує рівномірний розподіл формувальних зусиль по всьому об'єму та поверхні матеріалу, який покриває формуючий елемент різної конфігурації. Крім того рідино-активне середовище виконує роль теплоносія та пластифікатора, а також зменшує коефіцієнт тертя між волокнами ниток та нитками у тканині. Проникання рідино-активного середовища у молекулярну структуру волокон призводить до зменшення сил внутрішньої взаємодії між ланцюгами молекул, і відповідно, до зменшення опору матеріалів формувальним зусиллям. У якості рідино-активного середовища можливо використовувати воду, але досягнуте формотворення у цьому випадку не вдається зафіксувати, тобто форма є нестійкою в часі, в наслідок зростання релаксаційних процесів [1 – 3]. З метою забезпечення сприятливих умов для створення складних просторових форм шляхом формування та закріплення отриманих деформацій, необхідно використовувати спеціальні композиції

Об'єкти та методи дослідження

Для фіксації форм застосовують різні хімічні засоби, які змінюють вихідні властивості матеріалу та надають нових. Так, у роботі [1] було досліджено можливість та ефективність закріплення об'ємних форм швейних виробів у водних розчинах полівінілового спирту, який використовувався в якості рідинно-активного середовища. При цьому досліджували вплив тиску, температури, часу формування та концентрації полівінілового спирту. Авторами показано принципову можливість використання розчинів полімерів для процесу отримання об'ємних форм, та їх формозакріплення, тобто можливості створення паралельної технології.

Дослідження проводили на таких тканинах: костюмних «Аргон» арт. 23853, «Елегант» арт. 1372, пальтових «Тайшет», арт. 23609, кашемір арт. 3406 і арт. 3220. До сировинного складу тканин входять вовна, нітрон і віскоза. Вовняна компонента складає не менше ніж 60%. Зразки тканин просочували шляхом занурення у водні розчини відповідних полімерних композицій та віджимали на плюсовці до 100%-ї вологості. Потім зразки тканин висушували у сушильній шафі при температурі $80 \pm 5^\circ\text{C}$ та термофіксували при температурі $140 \pm 5^\circ\text{C}$ на протязі 3 хв. Жорсткість зразків тканин досліджували на приладі ПТ-2. Крайовий кут змочування поверхні зразка, через який оцінювали гідрофобність, визначали тіньовим методом. Були розраховані косинуси кутів змочування, які характеризують ступінь змочування поверхні тканин [4 – 5].

Також у роботі була визначена адгезійна міцність склеюк, що були виготовлені з двох смужок тканин, просочених композицією. Даний метод заключається в наступному: склейки, які піддавали сушінню при $80 \pm 5^\circ\text{C}$ протягом 3 хв, розрізали на три частини по довжині й роздирали на розривній машині РМ-30-1 зі швидкістю 300 мм/хв [6].

Планування експерименту проводили за допомогою латинських квадратів. Досліджували жорсткість та змочування зразків оброблених тканин від впливу трьох факторів: А – концентрація Лакритекса™, В – концентрація карбамолу ЦЕС і С – вид тканини. Методика планування і обробки результатів дослідження викладена в джерелі [7]. У якості клейових композицій були використані водні розчини полімерних матеріалів, характеристика яких наведена у таблиці 1.

Таблиця 1. Характеристика полімерних матеріалів

Найменування полімеру	Хімічна формула полімеру
Стирол-акрилові дисперсії Лакритекс™ ВАТ «Полімер-Лак»	
Метазин – суміш пента- і гекса-N-оксиметильних похідних меламіну	
Карбамол ЦЕМ - диметилолетиленсечовина	

Постановка завдання

Метою даної роботи є дослідження можливості використання полімерних композицій на основі стирол-акрилових дисперсій для фіксації об'ємних форм деталей швейних виробів шляхом підвищення жорсткості та виробів в цілому (головні убори) з наданням їм при цьому гідрофобних властивостей.

Результати дослідження та їх обговорення

Для надання деталям швейних виробів необхідної жорсткості та закріплення об'ємної форми доцільно використовувати передконденсати термореактивних смол, а для гідрофобізації – кремнійорганічні сполуки. За літературними даними застосування кремнійорганічних сполук дозволяє надавати текстильним матеріалам не лише гідрофобності, а також ряд інших властивостей, зокрема: покращення зовнішнього вигляду, поглиблення забарвлення, підвищення стійкості до тертя. Однак, розроблені промисловістю препарати на основі кремнійорганічних полімерів, не повністю задовільняють потреби оздоблювального виробництва, мають багато недоліків [8 – 9].

Дослідження показали, що застосування кремнійорганічних сполук разом із передконденсатами термореактивних смол не дозволяє досягти необхідної жорсткості та гідрофобності, які потрібні для якісної обробки деталей швейних виробів.

Перспективним напрямком для надання текстильним матеріалам різних ефектів є використання акрилових і стирол-акрилових дисперсій вітчизняного виробництва, які випускаються під торговою маркою Лакритекси™ [10 – 11]. Досліджені в роботі вітчизняні дисперсії, як видно із таблиці 1, є сополімерами стиролу, бутилакрилату і та метакрилової кислоти. Вони розроблялися із урахуванням впливу властивостей кожного мономеру. Так, стирол надає плівкам із полімеру жорсткості, бутилакрилат є внутрішнім пластифікатором, що органічно входить в макромолекулу акрилового сополімеру. Звичайні пластифікатори з часом дуже легко мігрують до поверхні плівки та прискорюють її старіння. Залишаючись на поверхні полімеру, вони роблять його липким та неприємним на дотик. Внутрішні пластифікатори надають полімерам еластичності, яка зберігається постійно [12]. Модифікуючим мономером, який містить функціональні карбоксильні групи, що впливають на властивості полімерів, є метакрилова кислота. Перевагою введення у гнучкі молекули акрилатів даних атомних груп є можливість "структуризації" акрилових полімерів з утворенням просторової сітки внаслідок виникнення водневих зв'язків, як це показано на рис. 1.

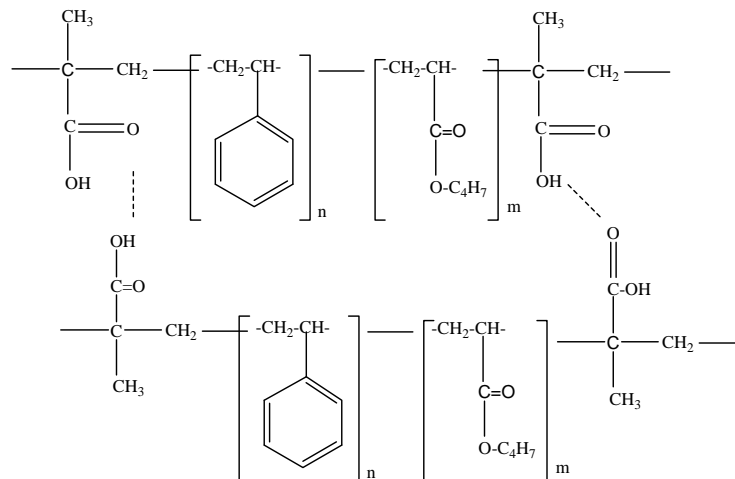


Рис. 1. Структура стирол-акрилового сополімеру з утворенням водневих зв'язків

Характерною особливістю акрилових полімерів є наявність довгих гнучких ділянок молекул, що розділені по ланцюгу атомними групами, які сприяють міцній локальній взаємодії між ланцюгами. Така «зшита» міцною полярною взаємодією молекулярна структура обумовлює достатню еластичність полімеру та підвищену здатність до самозлипання (аутогезії). Крім того, полімери такого типу легко релаксують та швидко розподіляють напруги, що виникають при деформації плівок. Наявність карбоксильних груп впливає на міцність адгезійного зв'язку. Відповідно до хімічної теорії адгезії, адгезійна міцність зростає з збільшенням кількості функціональних груп полімеру по кривій з чітко вираженим максимумом [6]. Така екстремальна залежність міцності від вмісту функціональних груп вочевидь пояснюється поступовим зниженням рухливості сегментів макромолекул адгезиву з збільшенням вмісту в них полярних груп. При цьому зростає жорсткість макромолекул, знижується вірогідність контакту функціональних груп адгезиву та субстрату. Таким чином, підвищення внутрішньомолекулярної та міжмолекулярної взаємодії у межах однієї фази, перешкоджає здійсненню взаємодії на межі розподілу фаз. Крім того, акрилові сополімери, що містять карбоксильні групи, утворюють сітчасті структури за допомогою зшиваючих агентів, і таким чином міцно закріплюються на волокнистому матеріалі.

При використанні карбоксилвмісних латексів застосовують різні класи отверджувачів: гліколі, діізоціанати, меламінові смоли, сечовинні смоли тощо [13]. Для текстильних матеріалів найбільш застосовуваними є меламіно- і сечовино-формальдегідні смоли. Саме вони були використані у роботі в якості зшиваючих агентів.

Важливим для акрилових сополімерів є вміст метакрилової кислоти у суміші мономерів. Якщо він перевищує 5 %, то у макромолекулах сополімеру починають переважати структури, що складаються з двох або більше ланок метакрилової кислоти, для яких енергетично вигідніше концентруватись на поверхні частинок, ніж у їх об'ємі. Якщо ланки метакрилової кислоти концентруються на поверхні полімерної частинки, то для повноти реакції достатньо дифузії зшиваючих агентів тільки для поверхні частинки, що не пов'язане з будь-якою перешкодою у процесі формування латексної плівки. При підвищеному вмісті метакрилової кислоти (>12%) у макромолекулах превалюють структури блоків, що призводить до зниження її реакційної здатності [14]. Таким чином, важливими є питання щодо впливу кількості карбоксильних груп латексу на адгезійну міцність до текстильних матеріалів і забезпечення повноти проходження реакцій акрилового полімеру зі зшиваючим агентом з подальшим утворенням сітчастих структур. У роботі використані дві марки стирол-акрилових сополімерів Лакритекс™ 273 і Лакритекс™ 272, що містять відповідно 5 і 8% метакрилової кислоти. Фізико-механічні властивості плівок стиролакрилових сополімерів наведені у табл. 2 [10 – 11].

Таблиця 2. Фізико-механічні характеристики плівок стирол-акрилових сополімерів

Найменування дисперсії	Товщина плівки, мкм	Гігроскопічність, %	Розривна міцність, МПа	Відносне подовження, %	Розчинність у мильно-содовому розчині при 95° С, %	Мінімальна температура плівкоутворення, °С
Лакритекс™ 272	0,26	1,69	7,5	682	1,18	+5
Лакритекс™ 273	0,23	1,72	7,6	630	1,20	< 0

Досліджено адгезійну міцність склейок, що були сформовані з використанням стирол-акрилових сополімерів на різних тканинах. Адгезійна міцність склейок для різних тканин Лакритексу™ 272 складає 17 ± 2 Н, для Лакритексу™ 273 – 9 ± 2 Н. Тобто, адгезійна міцність склейок для Лакритексу™ 272 у 1,9 рази більше ніж для Лакритексу™ 273. Також цікавим є питання впливу передконденсатів термореактивних смол на адгезійну міцність склейок стирол-акрилових сополімерів. На рис. 2 показано вплив передконденсатів термореактивних смол на адгезійну міцність склейок для пальтової тканини арт. 3220.

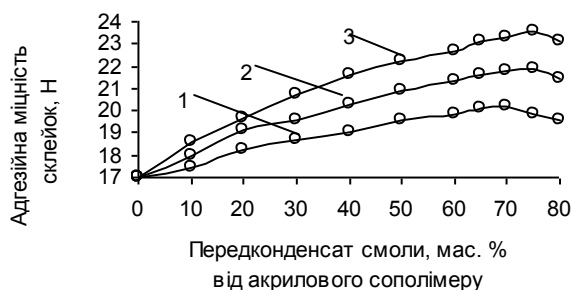


Рис. 2. Вплив на адгезійну міцність склейок Лакритекса™ 272 з передконденсатами термореактивних смол: 1 – карбамол ЦЕС; 2 – метазин; 3 – суміш карбамолу ЦЕС і метазину (1 : 1)

Як видно з рис. 2, адгезійна міцність склеюєк зростає до певної межі, а потім падає. Максимум міцності спостерігається при концентрації передконденсатів смол близько 70%. Найменшу міцність маємо при застосуванні карбамолу ЦЕС, найвищу – при застосуванні суміші смол. Однак, з технологічних причин у роботі використано карбамол ЦЕС, оскільки при його формуванні були отримані необхідні властивості (жорсткість, гідрофобність).

Проведені дослідження дозволили розробити орієнтовний склад полімерної композиції для формозакріплення деталей швейних виробів із наданням їм гідрофобних властивостей – до композиції повинні входити Лакритекс™ 272 і карбамол ЦЕС. У якості каталізатора затвердіння смоли застосовували хлорид амонію. Для дослідження впливу співвідношень компонентів композицій на такі вихідні показники, як жорсткість та гідрофобність (величина косинусу кута змочування) тканин, було використано математичні методи планування експерименту – латинські квадрати для трьох факторів, які варіювались на п'яти рівнях. Фактор "А" – концентрація Лакритексу™ 272 на рівнях $a_1 = 60$ г/л, ..., $a_5 = 100$ г/л; фактор "В" – концентрація карбамолу ЦЕС на рівнях $b_1 = 40$ г/л, ..., $b_5 = 80$ г/л; фактор "С" – вид тканини: c_1 – костюмна "Аргон" арт. 23583, c_2 – пальтова арт. 3220, c_3 – пальтова "Тайшет" арт. 23609, c_4 – пальтова кашемір арт. 3406, c_5 – костюмна "Елегант" арт. 1372. Необхідно було оцінити значимість вказаних факторів на вихідні показники. Результати досліджень за схемою латинських квадратів наведені у таблицях 3 і 4, а алгоритм розрахунку у джерелі [7]. Значимість впливу факторів А, В і С перевіряли за критерієм Фішера.

Таблиця 3. Дослідження гідрофобних властивостей тканин за схемою латинського квадрату

А	В					Підсумки по рядкам
	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	
a_1	c_1 (-0,2087)	c_2 (-0,4288)	c_3 (0,1068)	c_4 (-0,3764)	c_5 (-0,3666)	-1,2736
a_2	c_2 (-0,1463)	c_3 (-0,4879)	c_4 (-0,3318)	c_5 (-0,4956)	c_1 (-0,6520)	-2,1136
a_3	c_3 (-0,0003)	c_4 (-0,2284)	c_5 (-0,5966)	c_1 (-0,1473)	c_2 (-0,7065)	-1,6791
a_4	c_4 (-0,4551)	c_5 (-0,6208)	c_1 (-0,6236)	c_2 (-0,2441)	c_3 (-0,0944)	-2,0380
a_5	c_5 (-0,0517)	c_1 (-0,1548)	c_2 (-0,0202)	c_3 (-0,2612)	c_4 (-0,0532)	-0,4018
Підсумки по стовпчикам	-0,8621	-1,7813	-1,4654	-1,5246	-1,8727	

Таблиця 4. Дослідження жорсткості тканин за схемою латинського квадрату

А	В					Підсумки по рядкам
	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	
a_1	c_1 (135437)	c_2 (169310)	c_3 (193532)	c_4 (69491)	c_5 (308738)	876508
a_2	c_2 (121479)	c_3 (75763)	c_4 (32007)	c_5 (334197)	c_1 (160008)	723454
a_3	c_3 (199418)	c_4 (68488)	c_5 (362539)	c_1 (244467)	c_2 (341624)	1216537
a_4	c_4 (46063)	c_5 (82579)	c_1 (88543)	c_2 (382375)	c_3 (101849)	701589
a_5	c_5 (254151)	c_1 (178844)	c_2 (176674)	c_3 (132010)	c_4 (35078)	776757
Підсумки по стовпчикам	756548	575164	853296	1162541	947296	

Розрахункові значення критеріїв Фішера порівнювали з табличним значенням для рівня значимості $p=0,05$ і числа ступенів вільності $f_1=4$, $f_2=12$ $F_T(4, 12) = 3,3$ (табл. 5).

Математична модель за схемою латинських квадратів може бути представлена у такому вигляді:

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + E_{ijk}, \quad (1)$$

де μ – вільний коефіцієнт моделі;

$\alpha_i, \beta_j, \gamma_k$ – ефекти від впливу факторів А, В, С відповідно;

E_{ijk} – похибка дослідів.

Як видно з табл. 5 вплив факторів можливо признати не значимим й відтак тоді значення вихідного параметру відповідатиме вільному коефіцієнту.

Таблиця 5. Результати дисперсійного аналізу експерименту за схемою латинських квадратів

Джерело дисперсії	Число ступенів вільності	Розрахунковий критерій Фішера F_p		Табличне значення критерію Фішера F_T
		гідрофобність	жорсткість	
Фактор А	4	0,20	0,70	3,30
Фактор В	4	0,50	0,69	3,30
Фактор С	4	0,41	0,17	3,30

Порівняння отриманих дисперсних відношень показали, що вплив факторів А, В і С треба визнати не значимими, тобто будь-які склади просочувальних композицій надають тканинам необхідної жорсткості й гідрофобності.

Проведені дослідження показали перспективність та ефективність застосування стирол-акрилових сополімерів для надання їм спеціальних властивостей.

Висновки

Проведені дослідження показали можливість застосування для закріплення об'ємних форм і гідрофобної обробки текстильних матеріалів композицій на основі стирол-акрилових сополімерів і передконденсатів термреактивних смол.

Стирол-акрилові сополімери створюють прозору, високоеластичну плівку на волокні, яка надає йому властивостей гідрофобності, а передконденсати термреактивних смол шляхом реакцій «зшивання» утворюють просторову трьохмірну структуру, яка дозволяє здійснити формозакріплення деталей та виробів вцілому та надати їм необхідної жорсткості.

Надання відповідної гідрофобності дозволить таким виробам як головні убори протистояти дії природних факторів (дощ або сніг), що суттєво позначиться на якості виробу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коза Ю.В. Дослідження методу формозакріплення деталей швейних виробів у рідинно-активному середовищі // Ю.В. Коза, М.О. Кушевський, В.Й. Рокицька. – Вісник ХНУ. – 2007. – № 3. – с. 122 – 125.
2. Кушевський М.О., Ю.В. Кошевка. Класифікація факторів волого-теплової обробки. – Вісник ХНУ. – 2008. – № 1. – с. 5 – 8.
3. Попович О.В. Особливості нетрадиційних способів формування деталей швейних виробів // О.В. Попович, М.О. Кушевський. – Вісник ХНУ. – 2008. – № 6. – с. 209 – 212.
4. Кукин Г.Н. Текстильное материаловедение (волокна и нити) / Г.Н. Кукин, А.Н. Соловьев, А.И. Кобляков. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 352 с.
5. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии / под ред. Ю.Г. Фролова и А.С. Гродского. – М.: Химия, 1986. – 216 с.
6. Басин В.Е. Адгезионная прочность : Монография / В.Е. Басин. – М.: Химия, 1981. – 208 с.
7. Ахназарова С.Л. Методы оптимизации эксперимента в химии и химической технологии / С.Л. Ахназарова, В.В. Кафаров. – М.: Высшая школа, 1985. – 327 с.
8. Назарова В.В. Інтенсифікація процесу гідрофобізації текстильних матеріалів кремнійорганічними олігомерами / В.В. Назарова, Г.В. Міщенко, О.В. Погоріла // Вісник ХНУ. – 2009. – № 2. – с. 112 – 115.
9. Измайлов Б. А. Совмещенный способ гидрофобной и антимикробной отделки текстильных материалов / Б.А. Измайлов, Н.С. Журавлева, В.А. Скрипникова // Текстильная пром-сть. – 2005. – № 7 – 8. – с. 70 – 72.
10. Попович Т.А. Оцінка колоїдно-хімічних властивостей полімерних емульсій та плівок акрилового і стирол-акрилового ряду вітчизняного виробництва / Т.А. Попович, Г.В. Міщенко // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 2005. – № 1 (10). – с. 194 – 196.
11. Попович Т.А. Вивчення властивостей плівок з акрилових та стирол-акрилових полімерних емульсій вітчизняного виробництва / Т.А. Попович, О.В. Погоріла // Вісник Київського національного університету технологій і дизайну. – 2006. – № 2(28). – с. 87 – 91.
12. Марек О. Акриловые полимеры : монография / О. Марек, К. Томка. – М.: Химия, 1966. – 311 с.
13. Айзенштейн Э.М. Производство и потребление полиэфирных волокон / Э.М. Айзенштейн // Текстильная промышленность. – 2003. – № 3. – с. 44 – 47.
14. Елисеева В.И. Полимеризационные пленкообразователи : монография / В.И. Елисеева. – М.: Химия, 1971. – 214 с.

Надійшла 30.10.2009