

**ТЕХНОЛОГІЯ ЛЕГКОЇ І ХАРЧОВОЇ
ПРОМИСЛОВОСТІ**

УДК 677.027.625

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2020.4.11>

Т.С. АСАУЛЮК

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0001-5961-6895

О.Я. СЕМЕШКО

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-8309-5273

Ю.Г. САРИБЕКОВА

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0001-6430-6509

Н.С. СКАЛОЗУБОВА

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0001-5961-6895

І.В. ГОРОХОВ

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-9483-4123

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЛІМЕРНИХ ПЛІВОК НА ОСНОВІ СУМІШІ ДИСПЕРСІЙ
СТИРОЛ-АКРИЛОВИХ СОПОЛІМЕРІВ**

У роботі представлені результати дослідження фізико-механічних, структурних і хімічних властивостей полімерних плівок на основі суміші стирол-акрилових водних дисперсій Акратам AS 02.1 і Акратам AS 03.1.

Фізико-механічні властивості індивідуальних і комбінованих полімерних плівок оцінено за показниками прозорості, липкості, товщини, поверхневої густини і відносного видовження при розриві. Індивідуальна стирол-акрилова плівка Акратам AS 02.1 характеризується високою еластичністю та липкістю, а дисперсія Акратам AS 03.1 утворює міцну, тверду і крихку плівку. Встановлено, що збільшення концентрації Акратам AS 03.1 у полімерній суміші Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 призводить до зниження липкості, товщини, поверхневої густини і ступеня деформації комбінованої плівки. Зміни структурних параметрів сітки комбінованих полімерних плівок в залежності від концентрації компонентів у суміші досліджені із застосуванням золь-гель методу. Визначено, що індивідуальна плівка Акратам AS 02.1 має високий вміст розчинної фракції (28,5%), що обумовлено невисоким ступенем міжмолекулярного зшивання (1,221). Для плівок складу Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 90:10 і 50:50 спостерігається підвищення ступеня зшивання і зниження золь-фракції до 27,6 і 27,3% відповідно. Отримані дані структурних характеристик полімерної сітки досліджуваних плівок корелюють з результатами визначення впливу складу полімерної суміші на гідролітичну стабільність комбінованої плівки. Найбільші показники стійкості до дії холодної, гарячої води і мильно-содового розчину характерні для плівки складу Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 50:50 і складають 98,3, 97,8 і 98,7% відповідно. Таким чином, композиційні стирол-акрилові плівки складу Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 90:10 і 50:50 можна використовувати з метою формування на текстильному матеріалі полімерного покриття з покращеними експлуатаційними властивостями.

Ключові слова: полімерна плівка, стирол-акрилова дисперсія, суміш полімерів, фізико-механічні властивості, структурні параметри сітки, гідролітична стабільність.

Т.С. АСАУЛЮК

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0001-5961-6895

О.Я. СЕМЕШКО

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-8309-5273

Ю.Г. САРИБЕКОВА

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0001-6430-6509

Н.С. СКАЛОЗУБОВА

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0001-5961-6895

І.В. ГОРОХОВ

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0002-9483-4123

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ СМЕСИ ДИСПЕРСИЙ СТИРОЛ-АКРИЛОВЫХ СОПОЛИМЕРОВ

В работе представлены результаты исследования физико-механических, структурных и химических свойств полимерных пленок на основе смеси стирол-акриловых водных дисперсий Акратам AS 02.1 и Акратам AS 03.1.

Физико-механические свойства индивидуальных и комбинированных полимерных пленок оценены по показателям прозрачности, липкости, толщины, поверхностной плотности и относительного удлинения при разрыве. Индивидуальная стирол-акриловая пленка Акратам AS 02.1 характеризуется высокой эластичностью и липкостью, а дисперсия Акратам AS 03.1 образует прочную, твердую и хрупкую пленку. Установлено, что увеличение концентрации Акратам AS 03.1 в полимерной смеси Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 приводит к снижению липкости, толщины, поверхностной плотности и степени деформации комбинированной пленки. Изменения структурных параметров сетки комбинированных полимерных пленок в зависимости от концентрации компонентов в смеси исследованы с применением золь-гель метода. Определено, что индивидуальная пленка Акратам AS 02.1 имеет высокое содержание растворимой фракции (28,5%), что обусловлено невысокой степенью межмолекулярного сшивания (1,221). Для пленок состава Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 90:10 и 50:50 наблюдается повышение степени сшивания и снижение золь-фракции до 27,6 и 27,3% соответственно. Полученные данные структурных характеристик полимерной сетки исследуемых пленок коррелируют с результатами определения влияния состава полимерной смеси на гидролитическую стабильность комбинированной пленки. Наибольшие показатели устойчивости к действию холодной, горячей воды и мыльно-содового раствора характерны для пленки состава Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 50:50 и составляют 98,3, 97,8 и 98,7% соответственно. Таким образом, композиционные стирол-акриловые пленки состава Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 90:10 и 50:50 можно использовать с целью формирования на текстильном материале полимерного покрытия с улучшенными эксплуатационными свойствами.

Ключевые слова: полимерная пленка, стирол-акриловая дисперсия, смесь полимеров, физико-механические свойства, структурные параметры сетки, гидролитическая стабильность.

T.S. ASAULYUK

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0001-5961-6895

O.Ya. SEMESHKO

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-8309-5273

Yu.G. SARIBYEKOVA

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0001-6430-6509

N.S. SKALUZUBOVA

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0001-5961-6895

I.V. HOROKHOV

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0002-9483-4123

STUDY OF POLYMER FILMS BASED ON THE MIXTURE OF STYRENE ACRYLIC COPOLYMERS DISPERSIONS

The article presents the results of a study of the physical, mechanical, structural and chemical properties of polymer films based on a mixture of styrene acrylic aqueous dispersions Akratam AS 02.1 and Akratam AS 03.1.

The physical and mechanical properties of individual and combined polymer films were evaluated in terms of transparency, stickiness, thickness, surface density and elongation at break. Individual styrene acrylic film Akratam AS 02.1 is characterized by high elasticity and stickiness, and Akratam AS 03.1 dispersion forms a strong, hard and brittle film. It was found that an increase in the concentration of Akratam AS 03.1 in the polymer mixture Akratam AS 02.1 / Akratam AS 03.1 leads to a decrease in stickiness, thickness, surface density and the degree of deformation of the combined film. Changes in the structural parameters of the network of combined polymer films depending on the concentration of the components in the mixture were studied using the sol-gel method. It was determined that the individual film Akratam AS 02.1 has a high content of the soluble fraction (28.5%), which is due to the low degree of intermolecular crosslinking (1.221). For films of the composition Akratam AS 02.1 / Akratam AS 03.1 90:10 and 50:50, an increase in the degree of crosslinking and a decrease in the sol fraction to 27.6 and 27.3% are observed, respectively. The obtained data on the structural characteristics of the polymer network of the studied films correlate with the results of determining the effect of the composition of the polymer mixture on the hydrolytic stability of the combined film. The greatest indicators of resistance to the action of cold, hot water and soap-soda solution are characteristic for the film of the composition Akratam AS 02.1 / Akratam AS 03.1 50:50 and are 98.3, 97.8 and 98.7%, respectively. Thus, the mixed styrene acrylic films of the composition Akratam AS 02.1 / Akratam AS 03.1 90:10 and 50:50 can be used to form a polymer coating on a textile material with improved performance properties.

Key words: polymer film, styrene acrylic dispersion, polymer mixture, physical and mechanical properties, structural parameters of the network, hydrolytic stability.

Постановка проблеми

Технології заключного опорядження текстильних матеріалів призначені не тільки для покращення зовнішнього вигляду тканин за рахунок надання їм наповненості, м'якості, стабільності лінійних розмірів, а й для забезпечення функціональних властивостей, таких як водо-, оліє-, брудовідштовхування, вогнестійкість, світлостійкість, антимікробна активність та ін. Традиційно спеціальні види опорядження текстильних матеріалів здійснюють шляхом їх просочення у розчинах хімічних реагентів, які надають відповідні властивості волокнистому матеріалу, а також шляхом закріплення діючої речовини на поверхні волокна за допомогою плівкоутворюючих речовин, в якості яких застосовують синтетичні високомолекулярні сполуки – полімери.

Важливе практичне значення в процесах опорядження текстильних матеріалів відіграють властивості полімерної плівки, нанесеної на поверхню волокна, оскільки вони впливатимуть на споживні властивості готових виробів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Останнім часом для створення покриттів на текстильних матеріалах широке застосування знаходять акрилові і сополімерні акрилові водні дисперсії. Стирол-акрилові полімери характеризуються високою еластичністю, хорошою адгезією до різноманітних поверхонь, водостійкістю, паропроникністю і низькою токсичністю [1-3].

Однак полімерні плівки, утворені з водних дисперсій, в порівнянні з плівками, отриманими із полімерів на основі органічних розчинників, характеризуються нижчою стійкістю до дії води і інших розчинників, що обумовлено наявністю гідрофільних груп у молекулярному ланцюзі полімеру. Для забезпечення покращених експлуатаційних властивостей полімерних покриттів необхідно забезпечити утворення додаткових зшивок у просторовій структурі полімерної сітки, що досягається шляхом введення у полімерну композицію зшиваючих агентів, які мають функціональні групи, здатні реагувати з полімерними частинками під час формування плівки [4].

В технологіях заключного опорядження текстильних матеріалів в якості зшиваючих агентів найчастіше використовують формальдегідвміщуючі препарати, що негативно впливає на екологічну чистоту продукції та значно стримує сферу її застосування. Одним із способів покращення якості оздоблених текстильних матеріалів є застосування низькоформальдегідних зшиваючих агентів, до яких відносяться частковоетерифіковані меламінові смоли, у мінімальних концентраціях [5, 6]. Перспективними безформальдегідними препаратами є багатофункціональні епоксидні смоли, такі як гліциділові естери. При взаємодії епоксидів з карбоксильними і гідроксигрупами акрилових сополімерів відбувається утворення просторово-зшитих структур [7].

Ефективним способом регулювання надмолекулярної і морфологічної структури полімерних матеріалів та надання їм заданих властивостей є формування комбінованих плівок із суміші полімерів [8]. Отримання покриттів із сумішей полімерних дисперсій одна з одною або з розчинами полімерів і олігомерів є менш складним і витратним процесом, ніж хімічна модифікація полімерів у дисперсіях, а в деяких випадках призводить до створення нового технічного ефекту. Тому дослідження

змішаних систем відомих воднодисперсійних полімерів має переваги при розробці нових безпечних опоряджувальних складів для текстильних матеріалів. Актуальність досліджень нових полімерних систем на основі суміші водних дисперсій плівкоутворювачів обумовлена також зростаючим попитом на текстильні матеріали з покращеними споживними властивостями і одночасно високими вимогами до екологічної безпечності виробів.

Формулювання мети дослідження

Метою даної роботи є дослідження фізико-хімічних властивостей полімерних плівок на основі суміші стирол-акрилових полімерів.

Викладення основного матеріалу дослідження

В якості об'єкта дослідження обрано водні дисперсії стирол-акрилового сополімеру виробництва ВАТ «Пігмент», характеристика яких представлена у табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика плівкоутворювачів

Назва полімерної дисперсії	Хімічний склад	Сухий залишок, %	pH	В'язкість при 25°C, Па·с
Акратам AS 02.1	водна дисперсія сополімеру стиролу, бутилакрилату і акрилової кислоти	50	7,5–8,5	0,5–1,5
Акратам AS 03.1				0,1–1

Полімерні покриття на текстильному матеріалі не повинні погіршувати гігієнічні та механічні властивості тканини, а також бути стабільними протягом всього терміну експлуатації виробів. Тому до плівкоутворюючих полімерів висувається ряд вимог стосовно фізико-хімічних властивостей. До них в першу чергу відносять міцність на розрив, видовження, стійкість до гідролізу та мильно-содової обробки, які визначаються параметрами просторової сітки полімеру.

На першому етапі роботи досліджено фізико-механічні властивості індивідуальних полімерних плівок та плівок із суміші полімерів різного складу, сформованих методом розливу з наступним випарюванням розчинника на скляних поверхнях при 80°C. Результати оцінки фізичних (зовнішній вигляд, товщина, поверхнева густина) та механічних властивостей (відносне видовження при розриві) отриманих полімерних плівок наведені у табл. 2.

Таблиця 2

Фізико-механічні властивості полімерних плівок

Склад полімерної плівки	Зовнішній вигляд	Товщина, мм	Поверхнева густина, ρ_f , г/м ²	Відносне видовження при розриві, ϵ_r , %
Акратам AS 02.1	прозора, матова, липка	0,42	400	596
Акратам AS 03.1	прозора, глянцева, нелипка	0,12	115	–
Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 (90:10)	прозора, матова, липка	0,35	367,5	550
Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 (80:20)	матова, липка	0,31	312,5	505
Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 (70:30)	матова, нелипка	0,29	267,5	460
Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 (60:40)	матова, нелипка	0,23	250	240
Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 (50:50)	матова, нелипка	0,22	235	80

Досліджувані полімерні дисперсії утворюють прозорі плівки, тому обрані препарати не матимуть негативного впливу на колористичні властивості текстильного матеріалу в процесі апретування. Індивідуальна плівка Акратам AS 02.1 характеризується високою еластичністю, що забезпечить збереження пружно-еластичних властивостей опоряджених тканин, та липкістю, що є негативною характеристикою, оскільки сприятиме підвищенню забруднюваності виробів. Дисперсія Акратам AS 03.1 утворює міцну, тверду, крихку плівку, тому індивідуально не може бути використана для формування покриття на текстильному матеріалі.

Різний ступінь деформації індивідуальних плівок, тобто рухливість макромолекул стирол-акрилового сополімеру, можна пояснити відмінностями хімічної будови зв'язуючих, наприклад, різним співвідношенням стирольної і акрилової частини. Відомо [9], що через стеричні перешкоди – фенольні

ядра – матеріали з більшим вмістом стиролу відрізнятимуться більшою жорсткістю. Крім того, підвищення жорсткості стирол-акрилового сополімеру може бути обумовлено більшим вмістом у ланцюзі макромолекул акрилатних ланок, здатних утворювати як внутрішньо-, так і міжмолекулярні водневі зв'язки, які спричиняють зниження рухливості макромолекул у ланцюзі.

Плівки із суміші полімерів Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 характеризуються зниженням липкості, товщини, поверхневої густини та відносного видовження при розриві зі збільшенням частки Акратам AS 03.1 (табл. 2). Плівка складу Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 50:50 характеризується найменшою деформацією, товщиною і поверхневою густиною.

З метою оцінки зміни структури комбінованих плівок Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 розраховано структурні параметри полімерної сітки. Для розрахунку структурних параметрів сітки досліджуваних полімерних плівок застосовано золь-гель метод [10]. Визначення частки золь-гель фракції здійснено шляхом послідовного екстрагування зразків ацетоном і бензолом. При дії розчинника на полімерну плівку відбувається, головним чином, дифузія молекул розчинника, які мають малі розміри і високу рухливість, у високомолекулярну сполуку. Оскільки не всі молекули полімеру опиняються приєднаними до сітки, ця розчинна частина плівки (золь-фракція) вимивається розчинником. Гель-фракція відповідає частині плівки, яка зв'язана у тривимірну полімерну сітку.

Розрахунок вмісту золь-фракції (S), гель-фракції (G), ступеня зшивання полімеру (j) і частки активних ланцюгів (V_c) здійснено за формулами (1–4).

$$S = \frac{m_a - m_b}{m_a} \cdot 100; \quad (1)$$

де m_a – маса зразка після екстрагування ацетоном, г;
 m_b – маса зразка після екстрагування бензолом, г.

$$G = 100 - S; \quad (2)$$

де S – частка золь-фракції.

$$j = \frac{1}{S + \sqrt{S}}; \quad (3)$$

де S – частка золь-фракції.

$$V_c = (1 - S)^2 \cdot (1 - 2 \cdot j \cdot S) \cdot (1 + j \cdot S); \quad (4)$$

де j – ступінь зшивання полімеру;
S – частка золь-фракції.

Розраховані показники характеристик просторової сітки досліджуваних полімерних плівок представлені в табл. 3.

Таблиця 3

Характеристика просторової сітки полімерних плівок

Склад полімерної плівки	Вміст золь-фракції, S, %	Вміст гель-фракції, G, %	Ступінь зшивання, j	Частка активних ланцюгів, V_c
Акратам AS 02.1	28,5	71,5	1,221	0,209
Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 (90:10)	27,6	72,4	1,248	0,219
Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 (80:20)	28,2	71,8	1,230	0,213
Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 (70:30)	32,9	67,1	1,108	0,166
Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 (60:40)	29,4	70,6	1,196	0,200
Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 (50:50)	27,3	72,7	1,257	0,223

Розчинення полімерів з лінійними гнучкими молекулами супроводжується набряканням, яке не завжди закінчується розчиненням. В даному випадку після досягнення рівноважного ступеня набрякання процес розчинення припиняється. Причиною цього є наявність поперечних хімічних зв'язків між молекулами полімеру, що виключає розділення макромолекул і їх перехід у розчин. Ступінь зшивання представляє собою число зшитих полімерних ланок, які припадають на одну молекулу. До активних ланцюгів відносять ланцюги, здатні нести навантаження при деформаціях. Фрагменти ланцюгів у вигляді вільних кінців і золь-фракція складають пасивну частину сітки.

Аналіз отриманих результатів (табл. 3) показує, що індивідуальна плівка Акратам AS 02.1 має значний вміст розчинної фракції (28,5%), що обумовлено невисоким ступенем міжмолекулярного

зшивання (1,221). Плівка складу Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 90:10 характеризується вищим ступенем зшивання (1,248) і зменшеним вмістом золь-фракції (27,6%). Збільшення частки Акратам AS 03.1 у складі полімерної плівки до 30% призводить до зниження гелі-фракції на 4,4% в порівнянні з індивідуальною плівкою Акратам AS 02.1. Подальше підвищення вмісту Акратам AS 03.1 у полімерній суміші до 50% збільшує ступінь зшивання плівки до 1,257 і вміст нерозчинної фракції до 72,7%. Оскільки текстильні матеріали з полімерним покриттям під час експлуатації зазнають впливу води і миючих засобів, на наступному етапі роботи досліджено стійкість сформованих плівок до гідролітичної деструкції. Зразки полімерних плівок оброблено у воді при різній температурі протягом 1 год. та у мильно-содовому розчині протягом 30 хв. Гідролітичну деструкцію полімерних плівок оцінено за різницею мас зразків до та після обробки (рис. 1).

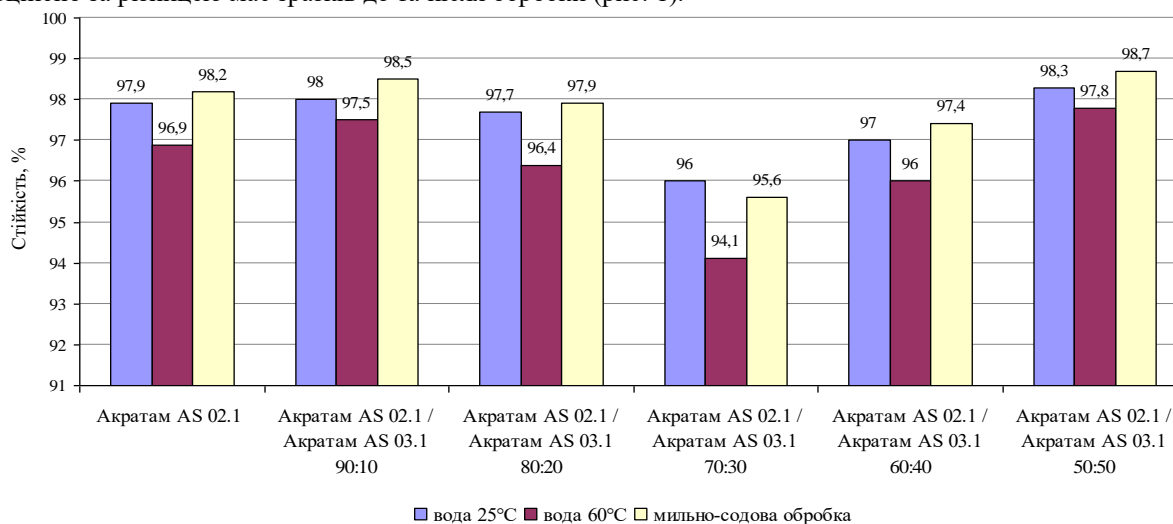


Рис. 1. Стійкість полімерних плівок до гідролітичної деструкції.

В результаті аналізу отриманих даних (рис. 1) встановлено, що стійкість індивідуальної плівки Акратам AS 02.1 до гідролізу становить 97,9 і 96,9% у холодній і гарячій воді відповідно. Після обробки у мильно-содовому розчині нерозчинна фракція плівки складає 98,2%.

Вміст у полімерній суміші дисперсії Акратам AS 03.1 у кількості 10 і 20% не погіршує гідролітичну стабільність плівки. Підвищення концентрації Акратам AS 03.1 до 30 – 40% призводить до збільшення розчинної частки плівки. Найнижчі показники стійкості до гідролізу характерні для плівки складу Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 70:30 та становлять 96 і 94,1% при дії холодної і гарячої води відповідно та 95,6% при мильно-содовій обробці. Полімерна суміш складу Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 50:50 утворює плівку, яка характеризується найвищими показниками гідролітичної стабільності. Стійкість даної плівки до дії холодної, гарячої води та мильно-содового розчину складає 98,3, 97,8 і 98,7% відповідно. Таким чином, залежність гідролітичної деструкції комбінованих плівок від складу полімерної суміші корелює з даними, отриманими при визначенні структурних характеристик полімерної сітки досліджуваних плівок. Зниження стійкості до гідролізу комбінованих плівок складу Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 70:30 і 60:40 можна пояснити їх фізичною неоднорідністю, характерною для плівок із суміші полімерів, в яких один компонент утворює безперервну фазу, а інший формує дисперсну фазу.

Висновки

У роботі проведено дослідження полімерних плівок на основі суміші стирол-акрилових водних дисперсій. Представлено результати комплексного аналізу впливу концентрації компонентів у суміші на зміну фізико-механічних, структурних і хімічних властивостей сформованих полімерних плівок.

Встановлено, що плівки складу Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 90:10 і 50:50 характеризуються підвищеною стійкістю до дії органічних розчинників, води та мильно-содового розчину в порівнянні з індивідуальною плівкою Акратам AS 02.1. Слід зазначити, що збільшення концентрації Акратам AS 03.1 у полімерній суміші призводить до зниження товщини і ступеня деформації комбінованої плівки. Таким чином, з метою формування на текстильному матеріалі полімерного покриття з покращеними експлуатаційними властивостями можна використовувати суміш стирол-акрилових полімерів складу Акратам AS 02.1 / Акратам AS 03.1 90:10 і 50:50.

Список використаної літератури

1. Wicks Z.W., Jones F.N., Pappas S.P., Wicks D. A. *Organic Coatings: Science and Technology*. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2007. 746 p.

2. Singha K.A Review on Coating & Lamination in Textiles: Processes and Applications. *American Journal of Polymer Science*, 2012. 2, 3, pp. 39–49. DOI: 10.5923/j.ajps.20120203.04.
3. Горшков Д.С. Покрытия на основе стирол-акриловых сополимеров / Д.С. Горшков, В.С. Осипчик // *Успехи в химии и хим. технол.* – 2005. – 19, № 6. – С. 36–40.
4. Pasichnyk M., Slepchuk I., Michielsen S. *Network characterization and swelling behavior of polymer compositions for surface modification of textile materials*. Science, Technology and Higher Education. Monograph: edited by Accent Graphics communications, Canada, 2012. Vol. II, pp. 479-485.
5. Михайлова В.Е. Разработка безопасных аппретирующих составов для комплексной заключительной отделки целлюлозосодержащих текстильных материалов / В.Е. Михайлова, В.А. Епишкина, Р.Н. Целмс, В.К. Васильев // *Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: естественные и технические науки.* – 2018. – № 2. – С. 59-65.
6. Асаулюк Т.С. Дослідження властивостей стирол-акрилової полімерної матриці для створення покриття на бавовняному трикотажі / Т.С. Асаулюк, О.Я. Семешко, Н.С. Скалозубова, Ю.Г. Сарібєкова // *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Технічні науки.* – 2018. – № 6(128). – С. 39–46. DOI: 10.30857/1813-6796.2018.6.4.
7. Слечук И., Семешко О.Я., Асаулюк Т.С., Сарібєкова Ю.Г. Исследование влияния сшивающих агентов на характеристики пространственной сетки и свойства стирол-акриловых полимерных пленок. *Известия вузов. Химия и хим. технология.* – 2018. – Т. 61, Вып. 7. – С. 68–76. DOI: 10.6060/ivkkt.20186107.5670.
8. Королев Г.В. Ассоциация жидких органических соединений: влияние на физические свойства и полимеризационные процессы / Г.В. Королев, М.М. Могилевич, А.А. Ильин. – М.: Мир, 2002. – 264 с.
9. Лосев И.П. Химия синтетических полимеров / И.П. Лосев, Е.Б. Тростянская. – М.: Химия, 1971. – 616 с.
10. Практикум по химии и физике полимеров: Учеб. изд./ Н.И. Аввакумова, Л.А. Бударина, С.М. Дивгун и др.; Под ред. В. Ф. Куренкова. – М.: Химия, 1990. – 304 с.

References

1. Wicks Z.W., Jones F.N., Pappas S.P., Wicks D.A. *Organic Coatings: Science and Technology*. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2007. 746 p.
2. Singha K.A Review on Coating & Lamination in Textiles: Processes and Applications. *American Journal of Polymer Science*, 2012. 2, 3, pp. 39–49. DOI: 10.5923/j.ajps.20120203.04.
3. Gorshkov D.S., Osipchik V.S. Pokrytiya na osnove stirol-akrilovykh sopolimerov [Coatings based on styrene-acrylic copolymers]. *Uspexhi v khimii i khim. tekhnol.*, 2005. 19, 6, pp. 36–40 (in Russian).
4. Pasichnyk M., Slepchuk I., Michielsen S. *Network characterization and swelling behavior of polymer compositions for surface modification of textile materials*. Science, Technology and Higher Education. Monograph: edited by Accent Graphics communications, Canada, 2012. Vol. II, pp. 479-485.
5. Mikhailova V.E., Epishkina V.A., Celms R.N., Vasiliev V.K. Razrabotka bezopasnykh appretiruyushchikh sostavov dlya kompleksnoy zaklyuchitel'noy odelki tsellyulozoderzhashchikh tekstil'nykh materialov [Development of safe compositions for complex final finishing of cellulose-containing textile materials]. *Bulletin of St. Petersburg State University of Technology and Design. Natural and Technical Sciences*, 2018. 2, pp. 59-65 (in Russian).
6. Asauluk T.S., Semeshko O.Ya., Skalozubova N.S., Saribekova Yu.G. Doslidzhennya vlastyvostey styrol-akrylovoyi polimernoyi matrytsi dlya stvorenniya pokryttya na bavovnyanomu trykotazhi [Investigation of the properties of styrene-acrylic polymer matrix to create a coating on cotton knitted fabric]. *Bulletin of the Kyiv National University of Technologies and Design. Technical Sciences*, 2018. 6, 128, pp. 39-46 (in Ukrainian). DOI: 10.30857/1813-6796.2018.6.4.
7. Slepchuk I., Semeshko O.Ya., Asauluk T.S., Saribekova Yu.G. Issledovaniye vliyaniya sshivayushchikh agentov na kharakteristiki prostranstvennoy setki i svoystva stirol-akrilovykh polimernykh plenok [Investigation of impact of crosslinking agents on characteristics of spatial net and properties of styrene-acrylic polymer films]. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.*, 2018. 61, 7, pp. 68–76 (in Russian). DOI: 10.6060/ivkkt.20186107.5670.
8. Korolev G.V., Mogilevich M.M., Il'in A.A. *Assotsiatsiya zhidkikh organicheskikh soyedineniy: vliyaniye na fizicheskiye svoystva i polimerizatsionnyye protsessy* [Association of liquid organic compounds: influence on physical properties and polymerization processes]. Mir, Moscow, 2002. 264 p. (in Russian).
9. Losev I.P., Trostyanskaya E.B. *Khimiya sinteticheskikh polimerov* [Chemistry of synthetic polymers]. Chemistry, Moscow, 1971. 616 p. (in Russian).
10. Avvakumova N.I., Bударina L.A., Divgun S.M., Zaikin A.Ye., Kuznetsov Ye.V., Kurenkov V.F. *Praktikum po khimii i fizike polimerov* [Workshop on chemistry and physics of polymers]. Khimiya, Moscow, 1990. 304 p. (in Russian).