

<https://doi.org/DOI:10.30857/1813-6796.2018.6.4>

УДК 677.027.6

АСАУЛЮК Т. С., СЕМЕШКО О. Я., СКАЛОЗУБОВА Н. С.,
САРІБЄКОВА Ю. Г.

Херсонський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ СТИРОЛ-АКРИЛОВОЇ ПОЛІМЕРНОЇ МАТРИЦІ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПОКРИТТЯ НА БАВОВНЯНОМУ ТРИКОТАЖІ

Мета. Мета роботи полягає у дослідженні фізико-хімічних властивостей стирол-акрилової полімерної плівки для формування покриття на текстильному матеріалі.

Методика. У якості об'єкта дослідження використана водна дисперсія стирол-акрилового сополімеру. Застосовані стандартизовані методики дослідження показників фізико-хімічних властивостей полімерних плівок та фізичних властивостей текстильних матеріалів. Вивчення структурних параметрів індивідуальної полімерної плівки проведено з використанням золь-гель методу. Фізичні властивості досліджуваного полімерного матеріалу охарактеризовано за результатами стійкості плівки до гідролітичної деструкції при різній температурі обробки та дії мильно-содового розчину. Якість бавовняного трикотажного полотна зі сформованим полімерним покриттям оцінено за зміною показників гігроскопічності і повітропроникності.

Результати. У роботі наведено результати дослідження структурних і фізичних властивостей полімерної плівки на основі стирол-акрилового сополімеру. За результатами експерименту встановлена необхідність введення зшиваючого агенту до складу композиції для підвищення стійкості полімерного матеріалу до мокрих обробок. Визначено оптимальний склад полімерної композиції для створення покриття на текстильному матеріалі та встановлено концентрацію запропонованої композиції, при якій не погіршуються гігієнічні властивості бавовняного трикотажного полотна.

Наукова новизна. Доведено, що запропонована полімерна композиція дозволяє створити на бавовняному трикотажному полотні стійке покриття і при цьому зберегти його гігроскопічність та повітропроникність.

Практична значимість. Отримані результати експерименту мають практичне значення для розробки нових опоряджувальних складів для текстильних матеріалів.

Ключові слова: стирол-акрилова дисперсія, полімерна плівка, золь-гель метод, гідролітична стабільність, бавовняний трикотаж, гігієнічні властивості.

Вступ. Заклучне опорядження дозволяє покращити не тільки зовнішній вигляд тканини, а також надати текстильному матеріалу цілу низку спеціальних властивостей, що досягається шляхом застосування нових опоряджувальних матеріалів і способів обробки. Важливе практичне значення у технології опорядження текстильних матеріалів мають плівкоутворюючі речовини, в якості яких застосовують синтетичні високомолекулярні сполуки – полімери. Основна увага приділяється водним дисперсіям полімерів завдяки їх здатності утворювати покриття з цінними фізико-механічними характеристиками і відповідності сучасним екологічним вимогам [1].

У даний час для створення полімерних покриттів широке застосування знаходять акрилові і сополімерні акрилові водні дисперсії [2 – 4]. Акрилові полімери представляють собою тверді, еластичні, безбарвні і прозорі продукти. Вони термопластичні і легко піддаються переробці різними технологічними способами. Стирол-акрилові дисперсії мають високу швидкість ствердіння та утворюють плівку, яка характеризується еластичністю,

хорошою адгезією до різних матеріалів, водостійкістю, паропроникністю і малою токсичністю [5, 6].

Враховуючи вище викладене, дослідження, спрямовані на розробку нових опоряджувальних композицій на основі акрилових водних дисперсій є актуальними.

Постановка завдання. Основним завданням є дослідження фізичних властивостей полімерних плівок на основі стирол-акрилової дисперсії та впливу сформованого полімерного покриття на гігієнічні властивості текстильного матеріалу.

Результати дослідження. У якості об'єкта дослідження використано водну дисперсію термозшиваючого стирол-акрилового сополімеру (сухий залишок – 45%; рН=7–9; в'язкість при 20°C < 500 мПа·с). З метою визначення ефективності застосування даної полімерної дисперсії для формування покриття на текстильному матеріалі на першому етапі роботи досліджено властивості індивідуальної полімерної плівки.

Важливим показником якості покриття є ступінь затвердіння полімерної плівки, оскільки він визначає комплекс фізико-механічних та захисних властивостей сформованого покриття. У даній роботі ступінь затвердіння полімеру охарактеризовано структурними параметрами просторової сітки.

Для розрахунку структурних параметрів сітки досліджуваного полімеру використано золь-гель метод [7]. Визначення частки золь-гель фракції здійснено шляхом послідовного екстрагування зразків ацетоном і бензолом. Далі у ході розрахунків визначено вміст золь-фракції (S), рівноважний ступінь набрякання (α), частку сухого полімеру в набряклому гелі (V_r), ступінь зшивання полімеру (j), частку активних ланцюгів (V_c) за формулами (1–5).

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

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

$$\alpha = \frac{m_n - m_a}{m_a}; \quad (2)$$

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

$$V_r = \frac{1}{\alpha}; \quad (3)$$

де α – рівноважний ступінь набрякання.

$$j = \frac{1}{S + \sqrt{S}}; \quad (4)$$

де S – частка золь-фракції.

$$V_c = (1 - S)^2 \cdot (1 - 2 \cdot j \cdot S) \cdot (1 + j \cdot S); \quad (5)$$

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

Розраховані показники характеристик просторової сітки досліджуваного стирол-акрилового сополімеру представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика просторової сітки стирол-акрилової плівки

Вміст золь-фракції (S), %	Вміст гелі-фракції, %	Ступінь набрякання (α)	Частка сухого полімеру в набряклому гелі (V_r)	Ступінь зшивання полімеру (j)	Частка активних ланцюгів (V_c)
3,45	96,55	18,302	0,055	4,540	0,740

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) у кількості 3,45% вимивається розчинником. Гелі-фракція відповідає частині плівки, яка зв'язана у трьохвимірну полімерну сітку і становить 96,55%.

Розчинення полімерів з лінійними гнучкими молекулами супроводжується набряканням, яке не завжди закінчується розчиненням. У даному випадку (табл. 1) після досягнення рівноважного ступеня набрякання (18,302) 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 і становить 4,540.

До активних ланцюгів відносять ланцюги, здатні нести навантаження при деформаціях. Фрагменти ланцюгів у вигляді вільних кінців і золь-фракція складають пасивну частину сітки. Досліджувана полімерна плівка характеризується високою часткою активних ланцюгів, що складає 0,740.

Аналіз отриманих результатів (табл. 1) показує, що плівка на основі досліджуваного стирол-акрилового сополімеру має значний вміст нерозчинної фракції (96,55%), що обумовлено високим ступенем міжмолекулярного зшивання (4,540).

Оскільки текстильні матеріали з полімерним покриттям під час експлуатації зазнають впливу води і миючих засобів, на наступному етапі роботи досліджено стійкість плівки до гідролітичної деструкції. Зразки полімерних плівок оброблено у воді при різній температурі протягом 1 год. та у мильно-содовому розчині протягом 30 хв. [8]. Гідролітичну деструкцію полімерних плівок оцінено за різницею мас зразків до та після обробки (табл. 2).

Таблиця 2

Стійкість індивідуальної стирол-акрилової полімерної плівки до водної та мильно-содової обробки

Розчин	Температура, °C	Стійкість, %
Вода	40	96,63
	60	92,27
	95	97,18
Мильно-содовий	60	88,36

Результати експерименту (табл. 2) показують, що індивідуальна плівка досліджуваного стирол-акрилового сополімеру має недостатньо високу стійкість до дії води та мильно-

содового розчину. Зниження стійкості до гідролізу обумовлено наявністю гідрофільних груп в молекулярному ланцюзі полімеру, що є характерною особливістю полімерних плівок, утворених з водних дисперсій. У зв'язку з цим для забезпечення високих експлуатаційних властивостей необхідне введення функціональних груп для утворення додаткових зшивок. Це відбувається шляхом введення в полімерну композицію зшиваючих агентів, які реагують з реакційно здатними групами полімерної частинки під час формування плівки [9, 10].

У даній роботі в якості зшиваючого агента використано частково етерифіковану меламінову смолу. Результати впливу концентрації даного зшиваючого агента на стійкість полімерних плівок до мокрих обробок представлені на рис. 1.

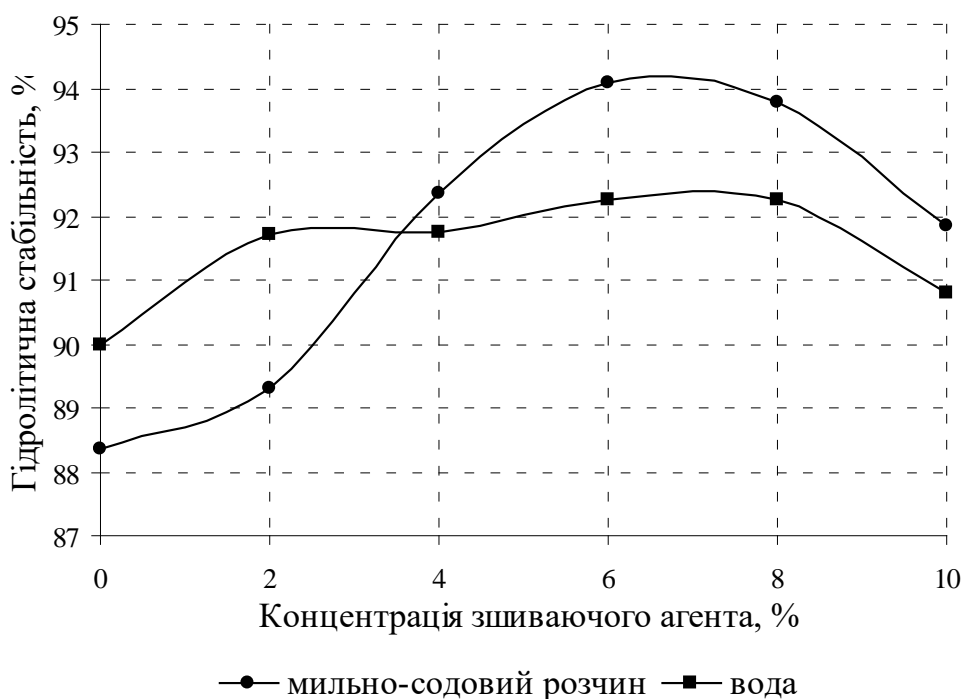


Рис. 1. Вплив зшиваючого агента на стабільність стирол-акрилової полімерної плівки

Аналіз отриманих результатів (рис. 1) показує, що введення в полімерну композицію на основі досліджуваного стирол-акрилового сополімеру обраного зшиваючого агента у кількості 6% від маси композиції дозволяє підвищити гідролітичну стабільність плівки при 60°C з 90% до 92,27%, а також підвищити стійкість до мильно-содової обробки з 88,36% до 94,07%. При перевищенні вказаної концентрації зшиваючого агента його дія призводить до утворення коротких полімерних ланцюгів з високим ступенем зшивання, що погіршує стабільність полімерної плівки.

На наступному етапі роботи досліджено вплив запропонованої полімерної композиції на якість оброблюваного текстильного матеріалу. Полімерне покриття формували на бавовняному трикотажному полотні методом просочування з наступним висушуванням і термофіксацією. Якість трикотажного полотна зі сформованим полімерним покриттям оцінено за зміною гігієнічних властивостей: гігроскопічності і повітропроникності.

Гігроскопічність трикотажного полотна встановлено ваговим методом згідно ДСТУ ГОСТ 3816:2009. Повітропроникність визначено на приладі ВПТМ.2. Результати випробувань наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Вплив полімерного покриття на гігієнічні властивості бавовняного трикотажного полотна

Обробка	Гігроскопічність, %	Повітропроникність, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$
Без обробки	9,56	388,9
Композиція 50 г/л	9,52	374,3
Композиція 100 г/л	9,23	339,0
Композиція 150 г/л	8,87	305,6

Результати дослідження (табл. 2) показали, що при використанні запропонованої полімерної композиції у концентрації 50 г/л спостерігається незначна зміна гігроскопічності і зменшення повітропроникності трикотажного полотна на 3,75%. Отримані дані гігроскопічності трикотажу свідчать про те, що сформоване полімерне покриття не створює перешкоди для поглинання водяних парів макро- і мікропорами целюлозного волокна. Зниження повітропроникності зразків трикотажного полотна після нанесення полімерного покриття обумовлено зміною параметрів грифу, який набуває наповненості та зберігає м'якість.

При обробці трикотажного полотна розчином з концентрацією полімерної композиції 100 г/л відбувається зниження гігроскопічності та повітропроникності трикотажу на 3,45% і 12,83% відповідно. Підвищення концентрації композиції в просочувальній ванні до 150 г/л призводить до зниження гігроскопічності трикотажу на 7,22% та зменшення його повітропроникності на 21,42%.

Висновки. У результаті проведеного дослідження визначено структурні параметри сітки полімерної плівки на основі водної дисперсії стирол-акрилового сополімеру. Встановлено, що введення в полімерну композицію зшиваючого агента з класу меламінових смол в концентрації 6% дозволяє підвищити гідролітичну стабільність полімерної плівки. Застосування запропонованої полімерної композиції в концентрації 50 г/л не призводить до погіршення гігієнічних властивостей оброблюваного бавовняного трикотажного полотна і може бути рекомендоване для створення спеціальних покриттів.

Література

1. Wicks Z. W., Jones F. N., Pappas S. P., Wicks D. A. (2007). Organic Coatings: Science and Technology. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 746 p.
2. Горшков Д.С. Покриття на основі стирол-акрилових сополімерів [Текст] / Д.С. Горшков, В.С. Осипчик // Успехи в химии и хим. технол. – 2005. – 19, № 6. –

References

1. Wicks Z. W., Jones F. N., Pappas S. P., Wicks D. A. (2007). Organic Coatings: Science and Technology. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 746 p.
2. Gorshkov D. S., Osipchik V. S. (2005). Pokrytiya na osnove stirolo-akrilovykh sopolimerov [Coatings based on styrene-acrylic copolymers]. Uspekhi v khimii i khim. tekhnol. 19, 6, 36 – 40 [in Russian].
3. Glubish P.A. (1975). Primeneniye polimerov

С. 36 – 40.

3. Глубиш П. А. Применение полимеров акриловых кислот и ее производных в текстильной и легкой промышленности / П.А. Глубиш. – М.: Легкая индустрия, 1975. – 58 с.

4. Saribyekova Yu. Development of styrene-acrylic polymeric compositions for the coating of textile materials used for packing [Text] / Yu. Saribyekova, O. Kunik, T. Asauliyuk, O. Semeshko, S. Myasnikov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Technology organic and inorganic substances. – 2017. – Vol. 5, № 6 (89) – P. 35 – 41.

5. Акриловые олигомеры и материалы на их основе / А. А. Берлин [и др.]. – М.: Химия, 1983. – 232 с.

6. 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.

7. 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.

8. Лабораторный практикум по химической технологии текстильных материалов: [под ред. Г.Е. Кричевского]. – М., 1994. – 400 с.

9. Pasichnyk M., Slepchuk I., Michielsen S. (2012). 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. Vol. II. P. 479-485.

10. Слечук И. Влияние бесформальдегидных препаратов на процесс отверждения акриловых полимеров, используемых в композиционных отделочных составах [Текст] / И. Слечук, И. Н. Кулиш, Г. С. Сарибеков // Вестник Херсонского национального технического университета – 2012. – № 2 (45). – С. 180-183.

akrilovykh kislot i yeye proizvodnykh v tekstil'noy i legkooy promyshlennosti [The use of polymers of acrylic acids and its derivatives in the textile and light industry]. Legkaya industriya, Moscow [in Russian].

4. Saribyekova Yu., Kunik O., Asauliyuk T., Semeshko O., Myasnikov S. (2017). Development of styrene-acrylic polymeric compositions for the coating of textile materials used for packing. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Technology organic and inorganic substances. 5, 6 (89), 35 – 41.

5. Berlin A.A. (1983). Akrilovyeye oligomery i materialy na ikh osnove [Acrylic oligomers and materials based on them]. Khimiya, Moscow [in Russian].

6. Korolev G. V., Mogilevich M. M., Il'in A. A. (2002). 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 [in Russian].

7. Avvakumova N. I., Budarina L. A., Divgun S. M., Zaikin A. Ye., Kuznetsov Ye. V., Kurenkov V.F. (1990). Praktikum po khimii i fizike polimerov [Workshop on chemistry and physics of polymers]. Khimiya, Moscow [in Russian].

8. Krichevskiy G.Ye. (1994) Laboratornyy praktikum po khimicheskoy tekhnologii tekstil'nykh materialov [Laboratory Workshop on Chemical Technology of Textile Materials]. Moscow [in Russian].

9. Pasichnyk M., Slepchuk I., Michielsen S. (2012). 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, II, 479-485.

10. Slepchuk I., Kulish I. N., Saribekov G. S. (2012). Vliyaniye besformal'degidnykh preparatov na protsess otverzheniya akrilovykh polimerov, ispol'zuyemykh v kompozitsionnykh otdelochnykh sostavakh [Influence of formaldehyde-free preparations on the process of curing acrylic polymers used in composite finishing compositions]. Vestnik Khersonskogo natsional'nogo tekhnicheskogo universiteta. 2 (45), 180-183 [in Russian].

SEMESHKO OLGA

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8309-5273>
solgaya@gmail.com

Kherson National Technical University

SKALOZUBOVA NATALIA

natalia.skalozubova@gmail.com

Kherson National Technical University

SARIBYEKOVA YULIA

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6430-6509>
ysaribyekova@gmail.com

Kherson National Technical University

ASAULYUK TATYANA

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5961-6895>

tatisevna@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СТИРОЛ-АКРИЛОВОЙ ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПОКРЫТИЯ НА ХЛОПЧАТОБУМАЖНОМ ТРИКОТАЖЕ АСАУЛЮК Т. С., СЕМЕШКО О. Я., СКАЛОЗУБОВА Н. С., САРИБЕКОВА Ю. Г.

Херсонский национальный технический университет

Цель. Цель работы состояла в исследовании физико-химических свойств стирол-акриловой полимерной пленки для формирования покрытия на текстильном материале.

Методика. В качестве объекта исследования использована водная дисперсия стирол-акрилового сополимера. Применены стандартизированные методики исследования показателей физико-химических свойств полимерных пленок и физических свойств текстильных материалов. Изучение структурных параметров индивидуальной полимерной пленки проведено с применением золь-гель метода. Физические свойства исследуемого полимерного материала были оценены по результатам устойчивости пленки к гидролитической деструкции при различной температуре обработки и воздействию мыльно-содового раствора. Качество хлопчатобумажного трикотажного полотна со сформированным полимерным покрытием оценивалось по изменению показателей гигроскопичности и воздухопроницаемости.

Результаты. В работе приведены результаты исследования структурных и физических свойств полимерной пленки на основе стирол-акрилового сополимера. По результатам эксперимента установлена необходимость введения сшивающего агента в состав композиции для повышения устойчивости полимерного материала к мокрым обработкам. Определен оптимальный состав полимерной композиции для создания покрытия на текстильном материале и установлена концентрация предложенной композиции, при которой не ухудшаются гигиенические свойства хлопчатобумажного трикотажного полотна.

Научная новизна. Доказано, что предложенная полимерная композиция позволяет создать на хлопчатобумажном трикотажном полотне стойкое покрытие и при этом сохранить его гигроскопичность и воздухопроницаемость.

Практическая значимость. Полученные результаты эксперимента имеют практическое значение для разработки новых отделочных составов для текстильных материалов.

Ключевые слова: стирол-акриловая дисперсия, полимерная пленка, золь-гель метод, гидролитическая стабильность, хлопчатобумажный трикотаж, гигиенические свойства.

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF STYRENE-ACRYLIC POLYMER MATRIX TO CREATE A COATING ON COTTON KNITTED FABRIC

ASAULYUK T. S., SEMESHKO O. Ya., SKALOZUBOVA N. S., SARIBYEKOVA Yu. G.

Kherson National Technical University

Purpose. The goal of the work was to study the physico-chemical properties of styrene-acrylic polymer film to form a coating on a textile material.

Methodology. A water dispersion of a styrene-acrylic copolymer was used as an object of study. Standardized methods for studying the indicators of the physicochemical properties of polymer films and physical properties of textile materials have been applied. The study of the structural parameters of an individual polymer film was carried out using the sol-gel method. The physical properties of the studied polymer material were evaluated according to the results of the resistance of the film to hydrolytic degradation at different processing temperatures and the effects of soap and soda solution. The quality of cotton knitted fabric with the formed polymer coating was evaluated by the change in hygroscopicity and breathability.

Findings. The paper presents the results of a study of the structural and physical properties of polymer film based on the styrene-acrylic copolymer. The optimal polymer composition was determined to create a coating on the textile material and the concentration of the proposed composition was established, at which the hygienic properties of the cotton knitted fabric did not deteriorate.

Originality. It is proved that the proposed polymer composition allows you to create a resistant coating on cotton knitted fabric and at the same time keeps hygroscopicity and breathability of knitted cloth.

Practical value. The results of the experiment are of practical importance for the development of new finishing compositions for textile materials.

Keywords. styrene-acrylic dispersion, polymer film, sol-gel method, hydrolytic stability, cotton knitted fabric, hygienic properties.