

УДК 687.03, 66.96

DOI 10.47367/0021-3497_2021_6_178

**ФОРМИРОВАНИЕ ГРАФТ-СОПОЛИМЕРНОЙ СТРУКТУРЫ КЛЕЕВОГО СЛОЯ
В ДУБЛИРОВАННОМ ПАКЕТЕ ШВЕЙНОГО ИЗДЕЛИЯ**

**FORMATION OF THE ADHESIVE LAYER'S GRAFT-COPOLYMER STRUCTURE
IN THE GARMENT DUPLICATED PARTS**

*Н.Л. КОРНИЛОВА, А.А. БИКБУЛАТОВА, С.А. КОКШАРОВ,
Д.А. МИРОШНИЧЕНКО, О.В. РАДЧЕНКО*

*N.L. KORNILOVA, A.A. BIKBULATOVA, S.A. KOKSHAROV,
D.A. MIROSHNICHENKO, O.V. RADCHENKO*

**(Ивановский государственный политехнический университет,
Московский государственный университет пищевых производств
Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, г. Иваново)**

**(Ivanovo State Polytechnic University,
Moscow State University of Food Production
G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences, Ivanovo)**

E-mail: nkorn@ivgpu.com, pti@ivgpu.com, ksa@isc-ras.ru

Статья посвящена исследованию влияния проникновения полимерных дисперсий в структуру текстильного материала на изменение жесткости дублированных пакетов для основных формообразующих деталей одежды. Рассмотрены технологические режимы нанесения модифицирующих полимерных покрытий на существующие термоклеевые прокладочные материалы (ТПМ), и выявлено влияние размеров их частиц на свойства получаемого в процессе дублирования композита. Представлены зависимости показателей жесткости композитов от количества наносимой дисперсии модифицирующего полимера с различной величиной гидродинамического размера частиц в гидрозоле. Показано прогрессирующее нарастание жесткости за счет подключения поровой системы текстильной основы ТПМ и формирования трехмерного межфазного слоя. Доказана целесообразность применения методов комплексного механоакустического воздействия для уменьшения размера частиц дисперсии модифицирующего полимера до 2,5...30 нм.

The article under review is devoted to the study of penetration influence of the polymer dispersions into the structure of textile material on the reduction of duplicated packages stiffness for the main clothing shaping parts. The technological modes of applying modifying polymer coatings to existing fusible interlining materials (FIM) are considered and the influence of their particle sizes on the properties of the composite obtained in the process of duplication is found. The dependences of the composite stiffness parameters on the amount of applied dispersion of the

modifying polymer with different values of the hydrodynamic particle size are presented. A progressive increase in stiffness due to the connection of the pore system of the FIM textile base and the formation of a three-dimensional interphase layer are shown. The expediency of using methods of complex mechanoacoustic action for the particle size of the modifying polymer dispersion to 2,5 - 30 nm reduction is proved.

Ключевые слова: полиакрилатная дисперсия, механоакустическое воздействие, графт-сополимеры, полимерно-волоконистые композиты, формобразование и формозакрепление швейного изделия.

Keywords: polyacrylate dispersion, mechanoacoustic action, graft copolymers, polymer-fiber composites, creating and fixing a volumetric shape of a garment.

Термоклеевые прокладочные материалы (ТПМ) используются при изготовлении широкого ассортимента швейных изделий: мужские костюмы и сорочки, женские жакеты, юбки и брюки, специальная одежда для защиты от различных погодных и производственных факторов и т.п. Основное назначение данных материалов – придание изделию требуемой объемной формы и обеспечение ее сохранности в процессе эксплуатации [1], [2].

Ассортимент ТПМ отличается волокнистым составом и способом получения текстильной основы, видом и способом нанесе-

ния полимерного связующего (адгезива) [3], [4]. Формирование композита осуществляется в процессе склеивания основного материала и ТПМ с помощью термопластичного полимера (ТП), скрепляющего поверхностные слои текстильных материалов. В результате увеличивается жесткость и упругость отдельной детали и узлов швейного изделия. Основным недостатком существующего ассортимента ТПМ является невозможность получения композиционных материалов с широким варьированием показателей жесткости и упругости на базе одного варианта ТПМ.

Т а б л и ц а 1

Обозначение	Волокнистый состав, %	Поверхностная плотность M_S^{OM} , г/м ²	Жесткость EI_{OM} , мН·см ²		Формовочная способность Φ_{OM} , %		Воздухопроницаемость Q_{OM} , дм ³ /м ² с
			основа	уток	основа	уток	
OM1	вискоза 55, шерсть 35, полиэфир 10	240±3	4,17	3,11	30,3	33,1	183
OM2	вискоза 50, полиэфир 50	185±2	2,3	2,36	35,3	34,2	275
OM3	вискоза 80, полиэфир 20	190±2	2,0	2,0	36,1	36,1	261
OM4	шерсть 53, полиэфир 44, эластан 3	167±3	2,76	2,29	34,0	34,9	248
OM5	шерсть 99, эластан 1	167±3	5,6	3,3	26,4	33,5	218

Авторами предложена технология модификации полимерного покрытия с использованием специально подобранных полимерных препаратов, способных вступать во взаимодействие с ТП в пределах температур, ха-

рактерных для процессов дублирования деталей в швейном производстве. Получение модифицированных полимерных покрытий (МП) может быть осуществлено на базе всего многообразия существующих ТПМ, имею-

щих в качестве клеевого полимерного покрытия термопласты широкого спектра: полиолефины, алифатические и ароматические полиамиды, полиэфиры, поливинилхлориды, полиуретаны, поливинилацетаты, сополимеры этилена и винилацетата, акриловые соединения. Подбор модифицирующего препарата основывался на обеспечении качественного выполнения ТП своих непосредственных функций. Для наиболее популярного при изготовлении одежды полиамидного ТП наилучшие результаты получены при использовании в качестве МП полиакрилатов.

Для исследований в качестве основного материала (ОМ) использованы пять видов костюмных тканей, характеристика которых представлена в табл. 1.

Для модификации использованы типовые ТПМ на трикотажной основе с дополнительной уточной нитью, на одну сторону которых нанесено точечное покрытие полиамидного адгезива (термопластичного полимера – ТП). Характеристики базовых ТПМ представлены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Обозначение	Производитель	Волокнистый состав, %	Поверхностная плотность, M_S , г/м ²	Массовая доля нити утка, G_{WT} , %	Площадь клеевого покрытия*, S_{TP} , %
ТПМ1	Китай	п/э 30, виск.70	80	60,8	13,2
ТПМ2	Китай	п/э 30, виск.70	65	54,4	16,7
ТПМ3	Германия	п/э 27, виск.73	58	70,5	18,7
ТПМ4	Россия	п/э 60, хлоп.40	75	60,8	25,2
ТПМ5	Россия	п/э 100	70	-	15,8

Пр и м е ч а н и е. * Площадь клеевого покрытия S_{TP} , % определялась как число клеевых точек в 1 см² ТПМ, умноженное на среднюю площадь одной клеевой точки и деленное на 100.

В качестве МП использованы образцы водных олигоакрилатных дисперсий Акремос (ООО "Опытный завод акриловых дисперсий", г. Дзержинск Нижегородской обл., Россия) и Акратам AS (ПАО "Пигмент", г. Тамбов, Россия) с содержанием нелетучих веществ от 30 до 50 массовых %.

Для дезагрегации частиц в гидрозолях применяли два варианта механических воздействий: ультразвуковую обработку в дезинтеграторе УЗДН-2Т при частоте 22 кГц, а также комплексное воздействие высоких сдвиговых напряжений, ультразвука и кавитации на роторно-пульсационном активаторе (РПА) при скорости сдвига $(0.5 - 17.4)10^4 \text{ с}^{-1}$.

В результате предыдущих исследований [5...7] определены рациональные режимы основных технологических стадий получения композита. Дисперсию МП предложено наносить на ТПМ со стороны клеевого слоя методом шаблонной печати с последующим подсушиванием при температуре ниже точки плавления ТП и получением модифицированного термоклея прокладочного материала (МПМ). Для клеевого покрытия на основе полиамида ПА-12 АКР температура сушки МПМ $T_c = 60^\circ\text{C}$,

температура дублирования ОМ и МПМ $T_d = 110^\circ\text{C}$, температура влажно-тепловой обработки (ВТО) готового изделия $T_{ВТО} = 140^\circ\text{C}$. В табл. 3 представлены результаты расслаивания клеевых пакетов на базе ТПМ и МПМ после ВТО.

Данные табл. 3 свидетельствуют, что сополимерное связующее не утрачивает адгезионные свойства. Величина усилия при расслаивании пакета на 15...65% превышает уровень данного показателя для исходных ТПМ. При этом характер разрушения клеевого соединения меняется с когезионного на адгезионный с выдергиванием волокон из структуры текстильного носителя, что свидетельствует об активном включении волокнистых материалов в формирование высокоразвитого межфазного слоя композитов.

В отличие от традиционного формирования 2D-структурированных клеевых прослоек адгезива, проникающего на меньшую глубину в межволоконные пространства на опорной поверхности скрепляемых материалов, графт-сополимеры должны быть внедрены в капиллярно-поровую систему отдельных волокон [8], [9]. Для этого

необходимо обеспечить проникновение дисперсии прививаемого полимера во внутриволоконные поровые пространства текстильной основы прокладочного материала. Целесообразно учитывать, что при набухании

целлюлозных волокон поперечный размер мезопоровых пустот возрастает до 25...35 нм, а диаметр субмикроскопических пор достигает 3...7 нм.

Т а б л и ц а 3

Соединяемые материалы		Усилие расслаивания клеевого соединения Р, даН/см		ΔР, %
ОМ	ТПМ	ОМ+ТПМ	ОМ+МПМ	
ОМ1	ТПМ3	4,7	7,1	51
	ТПМ2	4,1	5,8	41,5
ОМ2	ТПМ1	3,7	5,4	46
	ТПМ4	5,5	7,7	40
ОМ3	ТПМ3	4,5	6,6	46,7
	ТПМ4	5,3	7,8	47,2
ОМ4	ТПМ2	4,0	5,6	40
	ТПМ1	3,6	5,1	41,7
ОМ5	ТПМ2	4,3	6,4	48,8
	ТПМ4	5,4	7,7	42,6

Способность проникновения промышленно выпускаемых полимерных дисперсий в структуру текстильной основы ТПМ оценивали по результатам исследования размера частиц в гидрозолях методом динамического светового рассеяния. Одним из немногих препаратов, удовлетворяющих требуемым размерным параметрам, является препарат акрилатной дисперсии Акратам AS 01. Характеристика его коллоидного состояния представлена на рис. 1.

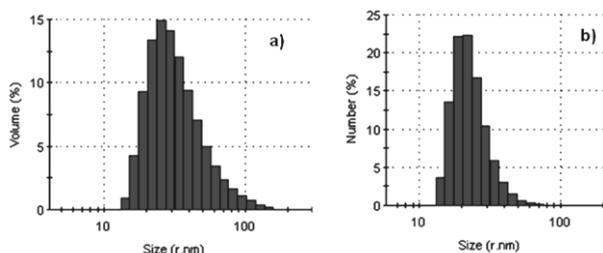


Рис. 1

На рис. 1 видно, что более 86 % относительного числа частиц и около 70 % относительного объема дисперсной фазы приходится на фракции с размером частиц менее 35 нм. Это обуславливает возможность миграции препарата в структуру целлюлозного носителя при обеспечении набухания волокнистого материала.

Выявлена возможность эффективного повышения степени дисперсности олигоакрилатных препаратов с применением ком-

плекса механоакустических воздействий: высоких сдвиговых напряжений, ультразвука и кавитации. В частности, на рис. 2 проиллюстрировано изменение размера частиц препарата Акремос 120Д после обработки на роторно-пульсационном активаторе (РПА).

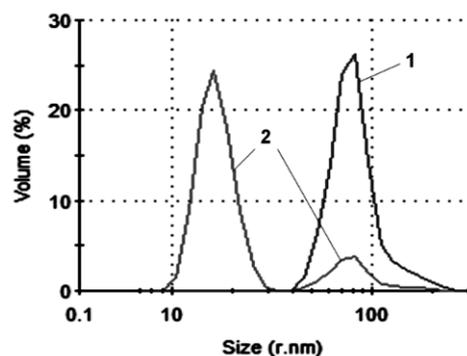


Рис. 2

Механоактивация гидрозоля обеспечивает смещение пика гидродинамического размера частиц r_{max} с 75 до 15 нм. При этом более 80 % относительного объема дисперсной фазы приходится на фракции с размером частиц менее 35 нм, способных к сорбционному поглощению мезопоровыми пространствами целлюлозного волокна. Механоактивация водной дисперсии Акратам AS 01 обеспечивает получение ультрадиспергированной формы гидрозоля с величиной параметра $r_{max} = 2,5$ нм.

Влияние количества нанесенного МП и способа его подготовки на жесткость композита после ВТО E_{I_k} получаемого в процессе дублирования композита проиллюстрировано на рис. 3. Сравнение проведено с величиной жесткости пакета костюмной ткани ОМЗ и ТПМ2. Нанесение дисперсии олигоакрилата в исходной форме (кр. 1) обеспечивает увеличение показателя E_{I_k} в 2 раза при содержании МП на материале 0,3 мас. %. Ультразвуковая обработка для дезагрегации дисперсии снижает размер частиц МП до 40 нм (кр. 2), однако этого недостаточно для проникновения внутрь волокна, в этом случае образование 3D-сополимерных структур также происходит в межнитяных и межволоконных пространствах текстильного носителя. Кроме того, прививка радикалов с меньшими размерами дает прирост E_{I_k} в 1,2 раза меньше по сравнению с нанесением одинаковых количеств МП в исходной форме.

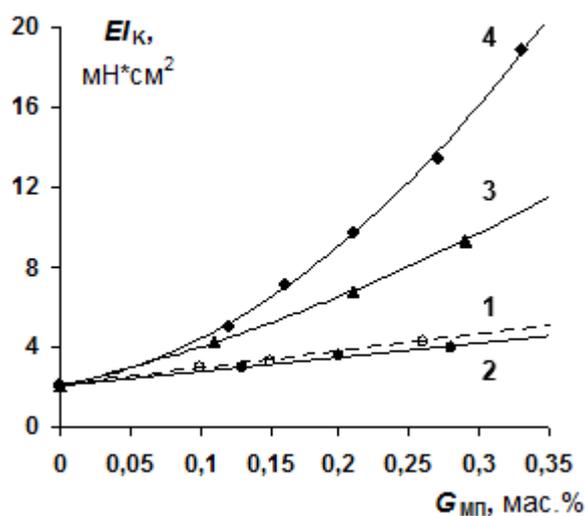


Рис. 3

При механоактивированном дроблении МП до размера мезопоровых пространств набухшего целлюлозного волокна (кр. 3) жесткость композита E_{I_k} увеличивается с 3 до 10 мН·см² в сравнении с нанесением одинакового количества неактивированной дисперсии. Применение ультрадиспергированных форм МП (кр. 4) обеспечивает полное использование внутреннего объема волокна, включая субмикроскопические поровые пространства, что отражается в повышении E_{I_k} до 10 раз.

Данные рис. 3 отражают прогрессирующее нарастание жесткости за счет подключения поровой системы текстильной основы ТПМ. Таким образом, для обеспечения проникновения прививаемого олигоакрилата в поровую структуру ТПМ целесообразно применение методов комплексного механоакустического воздействия для уменьшения размера частиц до 2,5...30 нм.

ВЫВОДЫ

На примере акрилатной дисперсии доказана эффективность модификации полиамидного покрытия типового ассортимента ТПМ. Выявлена возможность формирования межфазного слоя в виде трехмерных структур граф-сополимеров при обеспечении проникновения частиц модифицирующей дисперсии в поровую систему текстильной основы ТПМ. Методом динамического светового рассеяния оценено изменение степени дисперсности олигоакрилатных препаратов при ультразвуковой обработке и комплексном механоакустическом воздействии. Для модифицированных ТПМ показано увеличение усилия при расслаивании пакета на 15...65% и прогрессирующее нарастание жесткости формируемого композита при повышении степени дисперсности модифицирующего полимера. Доказана целесообразность применения методов комплексного механоакустического воздействия в роторно-пульсационном активаторе РПА для уменьшения размера частиц прививаемого олигоакрилата до 2,5...30 нм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Phebea K., Krishnaraj K. & Chandrasekaran B. Evaluating performance characteristics of different fusible interlinings // Indian Journal of Fibre & Textile Research. – Vol. 39, 2014. P. 380...385
2. Qian Zhang, Chi-wai Kan, and Chee-kooi Chan. Relationship between Physical and Low-stress Mechanical Properties to Fabric Hand of Woollen Fabric with Fusible Interlinings // Fibers and Polymers. – Vol.19, №.1, 2018. P.230...237- DOI 10.1007/s12221-018-7464-5
3. Qian Zhang and Chi-Wai Kan. A Review of Fusible Interlinings Usage in Garment Manufacture // Polymers. – 10(11), 1230, 2018. <https://doi.org/10.3390/polym10111230>
4. Kim K., Takatera M. Effects of dot-type adhesive and yam float on shear stiffness of laminated fabric with

interlining // *Text. Res. J.* – 86, 2015. P.480..492. doi/10.1177/0040517515592812

5. Koksharov S.A., Kornilova N.L., Shammut J.A., Radchenko O.V. Synthesis of a highly chained polymeric connecting in the structure of a multilayered package for garments // *Key Engineering Materials.* – V. 816, 2019. KEM. P. 219...227.

6. Koksharov S.A., Kornilova N.L., Fedosov S.V. development of reinforced composite materials with a nanoporous textile substrate and a brush-structured polymer interfacial layer // *Russian Journal of General Chemistry.* – V. 87, № 6, 2017. P. 1428...1438.

7. Кошкиаров С.А., Корнилова Н.Л., Радченко О.В., Никифорова Е.Н. Влияние структурных характеристик термоклеевых материалов на жесткость дублированного пакета // *Изв.вузов. Технология текстильной промышленности.* – 2016. № 4. С. 96...101.

8. Мелешко Т.К., Иванов И.В. и др. Дифильные макромолекулярные щетки с полиимидной основной цепью и блоками полиметакриловой кислоты в боковых цепях // *Высокомолекулярные соединения. Серия Б.* – 2018. Т. 60. № 1. С. 16...33.

9. Кузнецова Ю.Л., Семенычева Л.Л. Графт-сополимеры коллагена и синтетических полимеров: полиметилметакрилата и полиакриламида // *Полимеры в стратегии научно-технического развития РФ // Сб. тез. Восьмой всероссийской Каргинской конф.: Полимеры-2020.* – 2020. С. 515.

3. Qian Zhang and Chi-Wai Kan. A Review of Fusible Interlinings Usage in Garment Manufacture // *Polymers.* – 10(11), 1230, 2018. <https://doi.org/10.3390/polym10111230>

4. Kim K., Takatera M. Effects of dot-type adhesive and yarn float on shear stiffness of laminated fabric with interlining // *Text. Res. J.* - 86, 2015. P.480..492. doi/10.1177/0040517515592812

5. Koksharov S.A., Kornilova N.L., Shammut J.A., Radchenko O.V. Synthesis of a highly chained polymeric connecting in the structure of a multilayered package for garments // *Key Engineering Materials.* – V. 816, 2019. KEM. P. 219...227.

6. Koksharov S.A., Kornilova N.L., Fedosov S.V. development of reinforced composite materials with a nanoporous textile substrate and a brush-structured polymer interfacial layer // *Russian Journal of General Chemistry.* – V. 87, No. 6, 2017. P. 1428...1438.

7. Koksharov S.A., Kornilova N.L., Radchenko O.V., Nikiforova E.N. Influence of structural characteristics of hot-melt adhesive materials on the rigidity of a duplicated package // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti.* – 2016. No. 4. P. 96...101.

8. Meleshko T.K., Ivanov I.V. and etc. Amphiphilic macromolecular brushes with a polyimide main chain and polymethacrylic acid blocks in the side chains // *High-molecular compounds. Series B.* - 2018. V. 60. No. 1. P.16...33.

9. Kuznetsova Yu.L., Semenycheva L.L. Graft copolymers of collagen and synthetic polymers: polymethyl methacrylate and polyacrylamide // *Polymers in the strategy of scientific and technical development of the Russian Federation // Sat. abstract Eighth All-Russian Kargin Conf.: Polymers-2020.* - 2020. P. 515.

Рекомендована заседанием НОЦ "Центра компетенций текстильной и легкой промышленности". Поступила 30.08.21.

REFERENCES

1. Phebea K., Krishnaraj K. & Chandrasekaran B. Evaluating performance characteristics of different fusible interlinings // *Indian Journal of Fiber & Textile Research.* – Vol. 39, 2014. P. 380...385

2. Qian Zhang, Chi-wai Kan, and Chee-kooi Chan. Relationship between Physical and Low-stress Mechanical Properties to Fabric Hand of Woollen Fabric with Fusible Interlinings // *Fibers and Polymers.* – Vol.19, No.1, 2018. P.230...237- DOI 10.1007/s12221-018-7464-5