

МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРА КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ АДГЕЗИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ВОЛОКОН

POLYMER MODIFICATION AS A WAY TO INCREASE THE ADHESIVE ABILITY OF FIBERS

М.М. БОНДАРЧУК, В.А. АНИСЬКОВА, Н.Е. ФЕДОРОВА

M.M. BONDARCHUK, V.A. ANISKOVA, N.E. FEDOROVA

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))

(Russian State University named after A. N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: bondarchuk-mm@rguk.ru, aniskova-va@rguk.ru, fedorova-ne@rguk.ru

Применение текстильных основ является одним из способов получения композитов. Основной проблемой при получении композиционных текстильных материалов является низкая адгезионная способность многих полимеров, которые используются в производстве волокон.

Целью исследования является разработка технологии модификации полимеров волокон для повышения их адгезионных свойств.

Задачи исследования: изучить способ термического скрепления волокнистого холста, способ обработки вспененными акриловыми композициями пряжи и холстов; разработать технологию, которая реализует способ повышения адгезионной способности волокон на основе классической технологии получения пряжи; получить композиты путем пропитки текстильного полуфабриката вспененными связующими.

В работе применялись эмпирические методы исследования (эксперименты): вариативная технология была реализована на смонтированной экспериментальной установке с целью придания специальных свойств готовым изделиям; на втором этапе проводилась пропитка текстильных материалов и изделий дисперсиями полимеров.

В результате исследования установлено: прочность выработанной по предлагаемой технологии пряжи выше. Как следствие, установлено и повышение износостойкости изделий; композиции на основе этилакрилата помогают повысить адгезионную прочность образующихся склеек, при этом улучшаются свойства как пряжи, так и нетканых полотен.

The use of textile bases is one of the ways to obtain composites, The main problem in the production of composite textile materials is the low adhesive ability of many polymers used in the production of fibers.

The purpose of the study is to develop a technology for modifying fiber polymers to increase their adhesive properties.

Research objectives: to study a method of thermal bonding of fibrous canvas, a method of processing yarn and canvas with foamed acrylic compositions; to develop a technology that implements a method for increasing the adhesive ability of fibers based on the classical yarn production technology; to obtain composites by impregnating a textile semi-finished product with foamed binders.

Empirical research methods (experiments) were used in the work: the variable technology was implemented on a mounted experimental installation, in order to give special properties to the finished products; at the second stage, the impregnation of textile materials and products with polymer dispersions was carried out.

As a result of the study, it was found that the strength of the yarn developed is higher according to the proposed technology, as a result, an increase in the wear resistance of products is also established, compositions based on ethyl acrylate help to increase the adhesive strength of the resulting glues, while improving the properties of both yarn and non-woven fabrics.

Ключевые слова: модификация, адгезия, пряжа, нетканый материал, связующее.

Keywords: modification, adhesion, yarn, non-woven material, adhesive.

Представления об улучшении свойств нетканых материалов, полученных способом термического скрепления волокнистого холста, сводятся к методам повышения адгезионной способности полимеров, то есть активации и модификации. Модификация поверхности субстрата предполагает незначительное изменение его химического состава путем введения в граничные и переходные слои различных функциональных групп.

В настоящее время актуальной является задача получения композитных материалов и изделий оптимальной структуры. Один из способов получения композитов – это пропитка текстильных материалов и изделий дисперсиями полимеров с целью придания специальных свойств готовым изделиям.

Целью данной работы является получение композитов путем пропитки текстильного полуфабриката вспененными связующими. Пропитка осуществляется с целью повышения адгезионной прочности материалов и изделий и придания им формоустойчивости. Применение вспененного связующего обусловлено стремлением получить равномерное по всему объему материала распределение связующего, сформировать оптимальную структуру клееного материала и более рационально использовать связующее.

Способ скрепления волокон, который основан на взаимодействии волокон и связующего вещества (в данном исследовании латекс), можно называть возможным вариантом по сравнению с классической технологией прядения [1].

Представленная технология, реализующая способ повышения адгезионной спо-

собности волокон, возможна при получении пряжи классическим способом.

Разработанная на первом этапе исследования технология дополняет классическую следующим образом: одноплеточная пряжа классической технологии → технология аппретирования термическая фиксация связующего → полное раскручивание пряжи → ворсование.

Необходимо аппретировать пряжу вспененным раствором связующего с последующей температурной фиксацией пряжи. Для реализации данной технологии на кафедре текстильных технологий РГУ имени А.Н. Косыгина смонтирована лабораторная установка [1], [2].

Вариативная технология была реализована на данной установке, включающей следующие технологические блоки: питания, аппретирования, отжима.

Объект исследования – одиночная пряжа линейной плотностью 170 текс (аппаратная, 80% шерсть помесная и 20% капроновое волокно).

Отдельно был модернизирован узел термической фиксации, далее осуществлялось наматывание и ворсование пряжи. В работе [2] разработан состав пропитывающего водного раствора: 40% акриловый латекс и 0,5% поверхностно-активного вещества. Представленный способ скрепления волокон позволил обосновать исследуемый на разработанной установке технологический режим. Была получена ворсованная пряжа линейной плотности 190 текс, крутка пряжи была уменьшена на 25% по сравнению с исходной. Свойства пряжи по исследуемым параметрам, полученной данным технологическим способом (скрепление во-

локон с помощью адгезии) показали более хорошие результаты, представленные на рис. 1 (диаграмма относительного (в %) изменения свойств пряжи, выработанной по классической технологии и по технологии с адгезионным скреплением волокон).

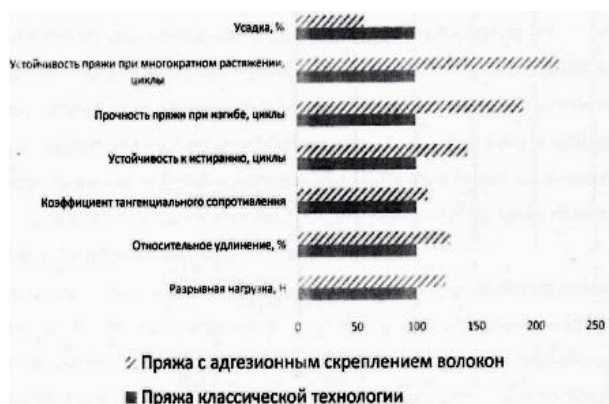


Рис. 1

Повышение прочности пряжи, выработанной по предлагаемой технологии, связано с образованием прочных адгезионных склеек точечной или близких к ней структур в местах пересечения волокон. За счет этого повышается прочность и износостойкость изделий.

На втором этапе работы объектом исследования были нетканые материалы, полученные пропиткой латексным связующим. Для пропитки использовали вспененное связующее на основе 25%-ного этилакрилата, полученное в присутствии 0,5% масс, алкил сульфоната натрия способом механического перемешивания в течение 10 мин при 1200 мин^{-1} . Концентрация связующего составляла 20...40%. В результате перемешивания была получена агрегативно-устойчивая пена средней дисперсности с кратностью 3...4.

Экспериментально установлено, что содержание алкилсульфоната натрия свыше 2% масс, и время перемешивания свыше 10 мин при любой концентрации латекса нецелесообразно, так как не позволяет получить устойчивую пену нужной кратности. Поэтому для дальнейших исследований использовали оптимальное количество алкилсульфоната натрия – 0,5% масс, и время приготовления вспененного связующего – 10 мин.

Пропитка вспененным связующим нетканых полотен поверхностной плотности 200 г/м^2 осуществлялась на плюсовочном устройстве кафедры текстильных технологий РГУ имени А.Н. Косыгина. Содержание связующего в материале варьировалось от 15 до 40 % масс. Контроль содержания связующего в материале при пропитке осуществляли путем определения мокрого привеса связующего до достижения расчетного значения. Высушивали материал в термошкафу конвективного типа при 60°C , вулканизацию проводили при 140°C в течение 3 мин. Испытания материалов проводили по стандартным методикам.

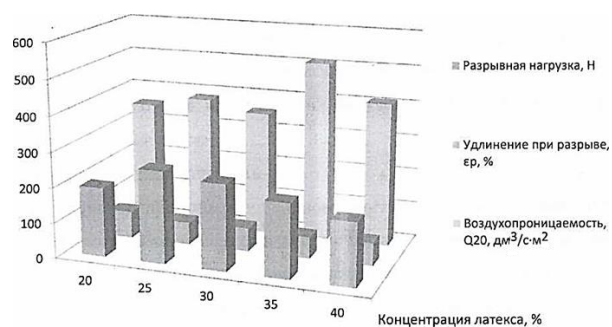


Рис. 2

На рис.2 представлена графическая интерпретация свойств нетканых композиционных материалов в зависимости от концентрации латекса, взятого для вспенивания, а на рис. 3 – зависимость свойств материала от содержания в нем связующего.



Рис. 3

Установлено, что применение акриловых вспененных композиций при получении текстильных материалов и изделий позволяет повысить их деформационно-

прочностные свойства. Увеличение прочности (рис.2) можно объяснить ростом числа адгезионных склеек в материале оптимальной структуры (при 25%-ном связующем), дальнейший же рост концентрации латекса приводит к получению пены с избыточной вязкостью, что затрудняет процесс импрегнирования связующим, процесс заполнения капилляров пористой структуры нетканого полотна происходит медленнее, что приводит к закупориванию части капилляров, падению прочности материала и неравномерному распределению в нем связующего.

Таким образом, оптимальной можно считать концентрацию связующего, взятого для вспенивания, равной 25%.

Как видно из рис.3, при увеличении доли связующего в материале разрывная нагрузка увеличивается, а удлинение при разрыве и воздухопроницаемость снижаются. Это связано с распределением связующего в капиллярной пористой структуре нетканого материала. С ростом содержания связующего, образующиеся адгезионные склейки переходят от рациональных и экономных точечных к нерациональным агломератным и сегментным. Поэтому увеличение прочности материала связано еще и с когезионной прочностью латексных пленок. А снижение воздухопроницаемости объясняется частичным заполнением связующим межволоконного пространства, пленка которого после высыхания и препятствует прохождению воздуха.

Таким образом, в зависимости от назначения материала и условий его эксплуатации можно подобрать оптимальные в каждом случае технологические параметры выпуска нетканых композиционных полотен.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментальная установка для изготовления пряжи со скреплением волокон с помощью адгезии позволила обосновать возможности модификации полимера в дальнейших исследованиях как способа повышения адгезионной способности волокон.

2. Результаты, полученные в ходе исследования, подтверждают улучшение характеристик свойств пряжи благодаря скреплению волокон адгезионными силами.

3. Предлагаемую технологию можно использовать для производства пряжи с большой линейной плотностью для специального назначения (например, пряжа для изготовления фильтровальных материалов).

4. Возможность дальнейшей реализации данного исследования для придания пряже различных модификаций, носителем специальных свойств является латексное связующее (бактерицидных, ароматизирующих, антисептических и других).

5. Экспериментально установлено, что при получении композиционных нетканых материалов разработанная для модификации пряжи композиция связующего также показывает высокую эффективность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федорова Н.Е., Разумеев К.Э. Разработка и исследование нитей специальных структур технического назначения // Швейная промышленность. – 2014, 1.14. С.32...34.

2. Федорова Н.Е., Разумеев К.Э., Голайдо С.А. Свойства пряжи со специальным скреплением волокон // Текстильная и легкая промышленность. – 2018. С.40...41.

3. Патент № 2266989 С1 Российская Федерация, МПК D02J 3/18. Способ получения пряжи: №2004122794/12: заявл. 27.07.2004 : опубл. 27.12.2005 / А.Ф. Капитанов, В.М. Горчакова, Е.С. Цыганова, В.А. Баталенкова; заявитель Московский государственный текстильный университет имени А.Н. Косыгина.

4. Разумеев К.Э., Федорова Н.Е. Исследование сил трения между волокнами полушерстяной ленты в целях обоснования технологии переработки полуфабрикатов прядения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2019, № 2. С. 64...67.

5. Мельникова Е.С., Щукина Е.Л., Волков В.А., Капитанов А.Ф. Обоснование параметров режима технологии пряжи с адгезионным скреплением волокон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, № 2. С. 36...39.

6. Харabutова А.Г., Горчакова В.М. Разработка технологии нетканого материала строительного назначения с использованием пропиточных композиций // Сб. научн. тр. аспирантов. – М.: Московский государственный университет дизайна и технологии, 2014. С. 30...33.

7. Копаница Н.О., Устинов А.М., Пляскин А.С. Использование продуктов текстильного производства в качестве преднапряженного армирования композита // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2021, № 1. С. 40...45. - DOI 10.47367/0021-3497_2021 1 40.

8. Жерносек С. В., Ольшанский В. И. Модификация структуры композиционных текстильных материалов в условиях воздействия СВЧ-излучения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2020, № 6. С. 41...43.

9. Белова И. С. Обоснование метода оценки адгезии волокнистых материалов к связующему при выработке пряжи клеевым способом // Технологии и качество. – 2019, № 4(46). С. 3...7. - DOI 10.34216/2587-6147-2019-4-46-3-7.

10. Рудовский П.Н., Белова И.С. Анализ и перспективы клеевых способов формирования пряжи // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2019, № 1-1. С. 186...189.

11. Patent № EP2832780B1, European Patent Office. Rubber-Based Pressure Sensitive Adhesive Foam / Pierre Reinhard Bieber, Petra Stegmaier, Siegfried Rainer Goeb, 2019.

12. Patent № US6579391, USA. Method for foam bonding of spunlace fabric to produce enhanced fabric characteristics / Shiftier Donald A., Shahani A.. 2003.

13. Patent № KR101224315 B1, South Korea. Composite I Лютер Стоктон Сюзанна Мари Машельски Дейдре и Стрэнд Гарольд Кристиан Фаулер Молодой Сэм Ким Герт Йоханнес Клаазенфридерикс Ти. Столмайерферена М. г. Тисде Чао Дон Чанг Карин Кэтчер, 2018.

14. Patent № W02020075651A1, Japan, foamed polyurethane elastomer raw material, foamed polyurethane elastomer, middle sole, and method for preparing foamed polyurethane elastomer / Масахиро Аоки и Такаши Окаяма, 2020.

15. Патент № RU 2735367 С1, Российская Федерация. Способ получения функционализированных полимеров и устройство для его осуществления / Огородцев Д.Н., Карев П.М. и др.: Опубл. 30.10.2020, Патентообладатели: Общество с ограниченной ответственностью "ОКАПОЛ".

16. Патент № RU 2746324 С1, Российская Федерация. Состав для обработки пряжи из полиэфирных волокон / Степанова Т.Ю., Шикова Т.Г., Рябчикова А.В. : Опубл. 12.04.2021, Патентообладатели: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Ивановский государственный химико-технологический университет".

REFERENCES

1. Fedorova N.E., Razumeev K.E. Development and research of threads of special structures for technical purposes // Sewing industry. – 2014, 1.14. P.32...34.

2. Fedorova N.E., Razumeev K.E., Golaido S.A. Properties of yarn with special fiber bonding // Textile and Light Industry. – 2018. P.40...41.

3. Patent No. 2266989 C1 Russian Federation, IPC D02J 3/18. The method of obtaining yarn: No. 2004122794/12: Appl. 07/27/2004 : publ. December 27, 2005 / A.F. Kapitanov, V.M. Gorchakova, E.S. Tsyganova, V.A. Batalenkov; applicant Moscow State Textile University named after A.N. Kosygin.

4. Razumeev K.E., Fedorova N.E. Investigation of the friction forces between the fibers of a semi-woolen tape in order to substantiate the technology of processing semi-finished products of spinning // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2019, No. 2. S. 64 ... 67.

5. Melnikova E.S., Shchukina E.L., Volkov V.A., Kapitanov A.F. Substantiation of the parameters of the mode of technology of yarn with adhesive bonding fibers // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2007, No. 2. P. 36 ... 39.

6. Kharabutova A.G., Gorchakova V.M. Development of technology of non-woven material for construction purposes using impregnating compositions // Sat. scientific tr. graduate students. - M.: Moscow State University of Design and Technology, 2014. P. 30 ... 33.

7. Kopanitsa N.O., Ustinov A.M., Plyaskin A.S. The use of textile products as prestressed reinforcement of the composite // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. - 2021, No. 1. P. 40...45. - DOI 10.47367/0021-3497_2021 1 40.

8. Zhernosek S.V., Olshansky V.I. Modification of the structure of composite textile materials under the influence of microwave radiation // Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti. – 2020, No. 6. P. 41...43.

9. Belova I. S. Substantiation of the method for assessing the adhesion of fibrous materials to a binder during the production of yarn by the adhesive method // Technologies and quality. – 2019, No. 4(46). S. 3...7. - DOI 10.34216/2587-6147-2019-4-46-3-7.

10. Rudovsky P.N., Belova I.S. Analysis and prospects of adhesive methods of yarn formation // Physics of fibrous materials: structure, properties, high technologies and materials (SMARTEX). - 2019, No. 1-1. pp. 186...189.

11. Patent No. EP2832780B1, European Patent Office. Rubber-Based Pressure Sensitive Adhesive Foam / Pierre Reinhard Bieber, Petra Stegmaier, Siegfried Rainer Goeb, 2019.

12. Patent No. US6579391, USA. Method for foam bonding of spunlace fabric to produce enhanced fabric characteristics / Shiftier Donald A., Shahani A.. 2003.

13. Patent No. KR101224315 B1, South Korea. Composite I Luther Stockton Susanne Marie Maschelsky Dsydre and Strand Harold Christian Fowler Young Sam Kim Geert Johannes Klaasen-friederichs Tee. Stolmaierferena M. G. Tisde Chao Don Chang Karin Catcher, 2018.

14. Patent No. W02020075651A1, Japan, foamed polyurethane elastomer raw material, foamed polyurethane elastomer, middle sole, and method for preparing foamed polyurethane elastomer / Masahiro Aoki and Takashi Okayama, 2020.

15. Patent No. RU 2735367 C1, Russian Federation. A method for obtaining functionalized polymers and a device for its implementation / Ogorodtsev D.N., Karev P.M. and others: Publ. 30.10.2020, Patent holders: Limited Liability Company "ОКАПОЛ".

16. Patent No. RU 2746324 C1, Russian Federation. Composition for processing yarn from polyester fibers / Stepanova T.Yu., Shikova T.G., Ryabchikova A.V. : Published 04/12/2021, Patent holders: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ivanovo State University of Chemical Technology"

Статья опубликована по материалам Косыгинского форума. Поступила 20.09.21.
