УДК 677.017

РАЗРАБОТКА ПРОЧНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ

DEVELOPMENT OF DURABLE TEXTILE MATERIALS FOR MULTIFUNCTIONAL SPECIAL CLOTHES

В.В. ХАММАТОВА, Э.А. ХАММАТОВА, Р.Ф. ГАЙНУТДИНОВ, Е.Н. НИКИФОРОВА
V.V. KHAMMATOVA, E.A. KHAMMATOVA, R.F. GAINUTDINOV, E.N. NIKIFOROVA

(Казанский национальный исследовательский технологический университет,
Ивановский государственный политехнический университет)
(Kazan National Research Technological University,
Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: venerabb@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы, связанные с проведением анализа и исследований прочностных характеристик модифицированных текстильных материалов для многофункциональной специальной одежды. Исследованы изменения разрывной нагрузки и стойкость к раздирающим нагрузкам в образцах композиционного текстильного материала от параметров плазменной обработки, влияющих на прочность специальной одежды как в контрольных, так и в модифицированных образцах. Установлено, что модифицирование текстильных материалов потоком холодной плазмы пониженного давления способствует повышению прочности деталей одежды при эксплуатации. В результате действия нагрузок в текстильных материалах одновременно увеличивается разрывная нагрузка и стойкость к раздирающим нагрузкам.

The article deals with the issues related to the analysis and research of strength characteristics of modified textile materials for multifunctional special clothing. The changes of breaking load and resistance to tearing loads in the samples of composite textile material from the parameters of plasma treatment affecting the strength of special clothing, both in the control and in the modified samples are studied. It was found that the modification of textile materials by the flow of cold plasma low pres-

sure increases the strength of clothing parts during operation, as a result of the loads in textile materials simultaneously increases the breaking load and resistance to tearing loads.

Ключевые слова: текстильный материал, холодная плазма, модифицирование, специальная одежда, прочность, стойкость, раздирающая нагрузка.

Keywords: textile material, cold plasma modification, special clothing, strength, durability, tearing load.

Безопасность труда на производстве неразрывно связана с решением задач по защите сотрудников на рабочем месте от опасных факторов на производстве, которые в настоящее время приобрели особо важное социально-экономическое значение. Разработка текстильных материалов для многофункциональной одежды специального назначения требует прежде всего создания новых прочных материалов, отвечающих современному уровню защитных свойств при воздействии различных неблагоприятных физических и механических факторов окружающей среды. Кроме названных факторов спецодежда не должна быть причиной несчастных случаев при ее эксплуатации рабочими и технологическим персоналом основного производства. В ней сотрудник должен чувствовать себя максимально защищенным от неблагоприятных факторов, одежда должна быть комфортной и помогать работнику справляться со своим спектром обязанностей [1].

На сегодняшний день обеспечение безопасности организации труда и здоровья рабочего персонала представляет собой одну из основных задач в сложнейшем комплексе народного хозяйства. Одним из способов решить эту проблему – использовать специальную, прочную одежду нового поколения.

Статистика несчастных случаев на российских крупных производственных объектах показывает, что наибольшее их количество связано с некачественной спецодеждой. Поэтому необходимо провести тщательный анализ условий труда, производственной среды и технологического процесса, а также системное их исследование и выявление комплекса опасных производственных факторов, воздействующих на работающих в различных отраслях. Только такие системные исследования позволят разработать оптимальные решения для специальной одежды, способствующей предотвращению чрезвычайных происшествий и несчастных случаев на производстве, а также сохранению здоровья персонала.

Вследствие этого разработка материалов нового поколения с заранее заданными прочностными свойствами и эффективное их использование в изделиях специального назначения для различных отраслей промышленности, а также оборонно-промышленного комплекса является актуальной задачей текстильного материаловедения [2].

Широкие возможности в этом направлении заключаются в переходе к сложным многослойным структурам, в том числе композиционным текстильным материалам, полученным с использованием плазменной технологии их модифицирования потоком холодной плазмы пониженного давления и пропиточных растворов. Такой подход позволяет получать качественно новые текстильные материалы с высокими прочностными характеристиками.

Предлагаемые в настоящее время на потребительском рынке материалы специального назначения для одежды далеко не всегда соответствуют конкретному уровню комплекса механических характеристик, не всегда обеспечивают реализацию потребностей работников производственных отраслей. Поэтому в настоящей работе необходимо комплексно рассмотреть решения, обеспечивающие безопасность работ на производствах с помощью одежды специального назначения из композиционных материалов, способствующих улучшению

условий труда и сохранению благоприятной окружающей среды. Внедрение таких композиционных текстильных материалов позволит добиться минимальных материальных затрат, заменить импортные аналоги и снизить затраты на их производство.

Таким образом, цель предлагаемой работы состоит в решении комплекса актуальных проблем получения новых композиционных модифицированных текстильных материалов с повышенными механическими свойствами за счет их обработки потоком холодной плазмы пониженного давления.

Показатели механических свойств текстильных материалов играют важную роль при оценке их качества. Механические свойства зависят от волокнистого состава и структуры текстильных материалов, кроме того, на эти свойства материалов при плазменной обработке оказывают влияние параметры плазменного потока.

На первом этапе исследований определялись параметры обработки, позволяющие улучшить комплекс механических свойств текстильных материалов. Технологические параметры потока холодной плазмы пониженного давления изменялись в следующих пределах: давление в рабочей камере $P_к$ от 13 до 53 Па, расход газа G от безрасходного до 0,08 г/с в атмосфере воздуха, мощность разряда $W_р$ от 0,7 до 5,0 кВт, время обработки τ от 0,5 до 3 м/мин.

Для нахождения предельных механических возможностей текстильных материалов определяли полуцикловые разрывные характеристики: разрывную нагрузку и стойкость тканей к раздирающим нагрузкам. Нагрузка, вызывающая разрыв ткани, является одной из важнейших характеристик, несмотря на то, что ткани в процессе переработки или эксплуатации редко подвергаются такому механическому воздействию.

Определение разрывной нагрузки проводили согласно ГОСТ 29104.4–91. Ткани технические. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве, который позволяет установить их выносливость, то есть устойчивость к действию многоцикловых нагрузок. Разрывную нагрузку образцов тканей для специальной одежды по основе и утку (Н) с содержанием натуральных волокон измеряли с помощью автоматической разрывной машины МТ110-5 на контрольном образце и образце, модифицированном в плазме. Модифицирование суровых образцов тканей проводили на плазменной установке в потоке холодной плазмы "ВАТТ 1500 Р/Р ПЛАЗМА 3" в Центре коллективного пользования КНИТУ.

В качестве объектов экспериментальных исследований получения показателей механических характеристик модифицированных материалов использовали ткани в суровом виде, не прошедшие отделочных операций: "Премьер Комфорт-250" (хлопок 80% + полиэстер 20%), арт. 18422Х и сукно шинельное с огнезащитной отделкой 2С-4ОО и огнезащитной отделкой 2С-4ОП, арт. 6425.

На рис. 1 (диаграмма изменения разрывной нагрузки композиционного текстильного материала, арт. 18422Х "Премьер Комфорт-250" до и после модифицирования холодной плазмой) и на рис. 2 (диаграмма изменения разрывной нагрузки композиционного текстильного материала суровье сукно шинельное с огнезащитной отделкой 2С-4ОО, арт. 6425, состав 87% хлопка + 17% полиэфир до и после модифицирования холодной плазмой) представлены результаты исследований изменения разрывной нагрузки $P_н$.

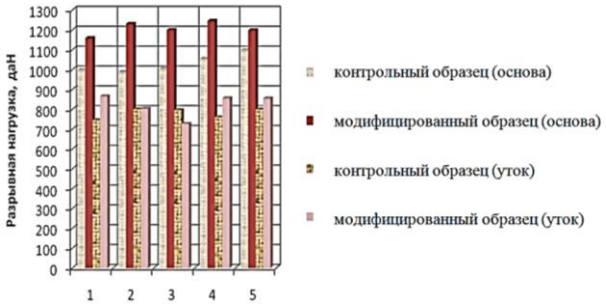

Рис. 1

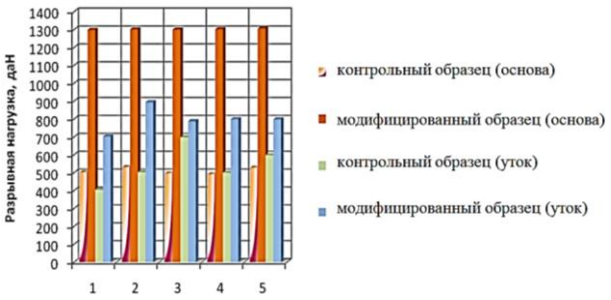

Рис. 2

Для композиционного текстильного материала "Премьер Комфорт-250", арт. 18422Х разрывная нагрузка контрольных образцов при пятикратном испытании по основе $P_н$ составила 998,3; 988,4; 1004; 1053 и 1098 даН, а по утку $P_н$ равнялась 745,1; 800,5; 795,7; 760,1 и 799,4 даН (рис. 1).

После модифицирования образца композиционного текстильного материала "Премьер Комфорт-250" в потоке холодной плазмы в режиме $P_к$=18...20 Па; $W_р$=4,0 кВт; τ=1 м/мин; $G_{возд}$=0,04 г/с разрывная нагрузка по основе составила 1118,4; 1163; 1181; 1197 и 1010 даН, а по утку равнялась 621; 638; 601,1; 665,6 и 609,9 даН (рис. 1). Среднее значение показателя разрывной нагрузки для контрольных модифицированных образцов тканей увеличилось по основе на 17,33%, а по утку – на 5,33% относительно контрольных экспериментальных образцов.

Проведено исследование образцов ткани сукно шинельное с огнезащитной отделкой 2С-4ОО и огнезащитной отделкой 2С-4ОП, арт. 6425. На рис. 2 представлены диаграммы изменения разрывной нагрузки по основе и утку образцов ткани суровье "Премьер Комфорт-250А", арт. 18422 а/Х-М.

На основе полученных результатов исследований контрольных и экспериментальных образцов текстильных материалов установлено (рис. 2), что разрывная нагрузка в суровой ткани сукно шинельное с огнезащитной отделкой 2С-4ОО, арт. 6425 при пятикратном испытании среднее значение этого показателя составило по основе 511,14 даН, а по утку равнялось 541,14 даН.

После модифицирования экспериментальных образцов суровой ткани в потоке холодной плазмы, в режиме: Рк=22...29 Па; Wр=4кВт; τ=1м/мин; $G_{возд}$=0,04 г/с среднее значение показателя разрывной нагрузки по основе составило 1302,9 даН, а по утку равнялось 797,67 даН. Обработка в плазме повысила разрывную нагрузку в образце ткани суровье сукно шинельное, арт. 6425 как по основе на 154,7%, так и по утку на 47,32% относительно контрольных экспериментальных образцов.

Стойкость тканей к раздирающим нагрузкам является показателем, характеризующим качество структуры ткани. Она также зависит от линейной плотности пряжи и качества композиционного текстильного материала для специальной одежды. Этот показатель оценивается путем раздирания образца ткани на разрывной машине МТ110-5. Наименьшим пределом прочности к раздиранию обладают ткани жесткие, мало растягивающиеся и малой плотности; в этом случае раздирающая нагрузка падает исключительно на первую нить. Подобные нагрузки испытывают нити ткани в одежде – по концам карманов или петель. Определение стойкости тканей к раздирающим нагрузкам в композиционных текстильных материалах проводили согласно ГОСТ 3813–72. Результаты испытаний образцов композиционных текстильных материалов, представлены на рис. 3 (стойкость к раздирающим нагрузкам в образцах композиционного текстильного материала "Премьер Комфорт-250", арт. 18422Х, состав: (80% хлопок + 20% полиэстер)).

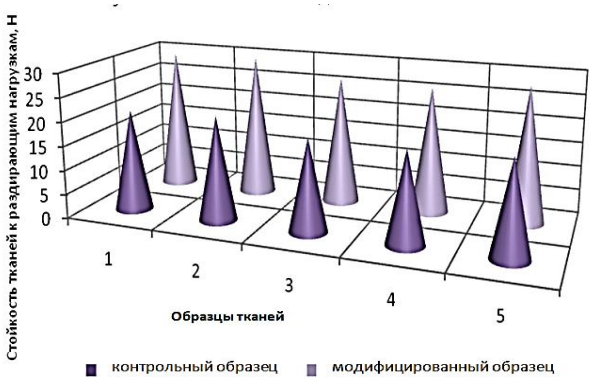

Рис. 3

Анализ рис. 3 позволил установить, что увеличение показателя стойкости к раздирающим нагрузкам в разрабатываемых образцах композиционных текстильных материалов в значительной степени влияет на уменьшение деформационных свойств деталей специальной одежды.

Предварительные экспериментальные данные показали, что кратковременная обработка в потоке холодной плазмы пониженного давления в течение τ=1 м/мин увеличивает прочность и стойкость к раздирающим нагрузкам образцов. Уменьшение времени воздействия до τ=0,5 м/мин не приводит к дальнейшему повышению прочнос-

ти и стойкости к раздирающим нагрузкам текстильных материалов, происходит деструкция, на поверхности материалов образуются ласы.

ВЫВОДЫ

Таким образом, анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что наибольшее увеличение разрывной нагрузки по основе и утку, а также стойкости тканей к раздирающим нагрузкам с содержанием хлопковых, полиэстеровых, шерстяных и полиэфирных волокон достигается при следующих параметрах воздействия потока холодной плазмы пониженного давления: рабочем давлении в вакуумной камере $P_к$=18...20 Па (для "Премьер Комфорт-250"), $P_к$=22...29 Па (для сукно шинельное), мощности разряда $W_р$ = 4,0 кВт, расходе плазмообразующего газа G_{Ar} = = 0,04 г/с, времени воздействия τ=1 м/мин, что способствует повышению механических свойств деталей одежды, изготовленной из модифицированных текстильных материалов, при эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бердник Т.О.* Основы художественного проектирования костюма и эскизной графики. – Ростов н/ Д: Феникс, 2001.

2. *Хамматова В.В., Гайнутдинов Р.Ф., Хамматова Э.А., Василева А.К., Матвеев Ю.Н.* Совершенствование технологии промышленного производства конкурентоспособных материалов нового поколения. – Казань: КНИТУ, 2017.

REFERENCES

1. Berdnik T.O. Osnovy hudozhestvennogo proektirovaniya kostyuma i eskiznoj grafiki. – Rostov n/ D: Feniks, 2001.

2. Hammatova V.V., Gajnutdinov R.F., Hammatova E.A., Vasileva A.K., Matveev Yu.N. Sovershenstvovanie tehnologii promyshlennogo proizvodstva konkurentosposobnyh materialov novogo pokoleniya. – Kazan: KNITU, 2017.

Рекомендована кафедрой дизайна. Поступила 16.08.18.