

УДК 677.017

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ ОДЕЖДЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ
НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**IMPROVING THE PERFORMANCE PROPERTIES
OF FINISHED PRODUCTS OF SPECIAL PURPOSE CLOTHING
BASED ON THE USE OF MODIFIED TEXTILE MATERIALS**

Э.А. ХАММАТОВА

E.A. KHAMMATOVA

(Казанский национальный исследовательский технологический университет)

(Kazan National Research Technological University)

E-mail: elm.kzn@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы, связанные с исследованиями эксплуатационных свойств материалов для специальной одежды с целью улучшения показателей их качества. Предложенная одежда специального назначения играет первостепенную роль в строительной отрасли и подвергается механическим, физическим, химическим и биологическим факторам воздействия. Наиболее важными показателями, определяющими эксплуатационные свойства специальной одежды, являются прочность и стойкость к истиранию. Проведены методы модификации текстильных материалов с использованием потока "холодной" плазмы пониженного давления. Представлены результаты испытаний эксплуатационных свойств текстильных материалов для специальной одежды. Анализ экспериментальных исследований показал значительное улучшение механических свойств, что приводит к повышению качества одежды специального назначения.

The article deals with issues related to the research of performance properties of materials for special clothing in order to improve their quality indicators. The proposed special purpose clothing plays a primary role in the construction industry and is exposed to mechanical, physical, chemical and biological factors. The most important indicators that determine the performance properties of special clothing are strength and abrasion resistance. Methods of modification of textile materials using the flow of "cold" plasma of low pressure are carried out. The results of testing the

performance properties of textile materials for special clothing are presented. Analysis of experimental studies has shown a significant improvement in mechanical properties, which leads to an increase in the quality of special-purpose clothing.

Ключевые слова: качество, специальная одежда, текстильный материал, плазма, модификация, свойства.

Keywords: quality, special clothing, textile material, plasma, modification, properties.

В последние годы значительно возросли требования к качеству одежды специального назначения со стороны потребителей по комплексу эксплуатационных свойств. При этом с сожалением приходится констатировать, что практическое разрушение отечественной швейной промышленности сыграло негативную роль в продолжении научно-исследовательских работ в области оценки качества созданных изделий одежды специального назначения. Предлагаемая в настоящее время на потребительском рынке спецодежда далеко не всегда соответствует конкретному уровню комплекса предъявляемых эксплуатационных требований и свойств, которые направлены на обеспечение соответствия изделий целевому назначению и условиям их использования [1].

Целью работы является разработка метода повышения эксплуатационных свойств натуральных текстильных материалов для улучшения показателей их качества – повышения механических характеристик как самого материала, так и изделий специального назначения.

Одно из эксплуатационных требований к специальной одежде – высокая прочность. Она определяется предельной нагрузкой, предшествующей разрушению. При этом прочность изделия в основном определяется двумя показателями: прочностью материала и прочностью швов. Останемся на первом показателе.

Анализ научных исследований, проведенных в данном направлении, показал, что отсутствуют научно обоснованные подходы по установлению закономерностей изменения эксплуатационных свойств специальной одежды, в зависимости от интенсивности и длительности воздействия на

них опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ), в связи с чем не представляется возможным установление допустимых сроков ее службы при работе в различных производственных условиях.

С точки зрения защиты рабочей спецодежды строительной отрасли все производственные факторы можно разделить на факторы, имеющие механическую, физическую, химическую и биологическую природу (табл. 1 – опасные и вредные факторы производственной среды, влияющие на материалы специальной одежды строительной отрасли) [2], [3]. Поскольку одежда специального назначения играет первостепенную роль в данной отрасли. Уже в самом названии заложены специфические требования, предъявляемые к ней. Важнейшим аспектом строительства является безопасность труда работников, поскольку разнообразие выполняемых работ на строительном производстве диктует широкий спектр вредных факторов, действующих на человека. Помимо природных явлений (дождь, ветер, перепады температуры) на рабочих влияет сильная запыленность, вибрация, шум.

Материалы для специальной одежды должны обеспечивать безопасность труда, предохранять от воздействия вредных факторов, сохранять нормальное функциональное состояние человека, его работоспособность в течение всего рабочего времени. От того, насколько успешно решается вопрос снабжения персонала необходимой специальной одеждой, зависит многое, в том числе и самое ценное – жизнь и здоровье людей.

Выявление степени влияния вышеперечисленных факторов на прочность и стойкость тканей к истиранию является одной

из важнейших задач при научной разработке и проектировании изделий, так как производство одежды высокого качества возможно лишь при выработке тканей с учетом различных параметров. Характеристика качества специальной одежды зависит от того, в какой отрасли она использу-

ется. Качественной спецодеждой считается та, которая отвечает нескольким определенным требованиям, в частности, здесь наиболее важен вопрос – отвечает ли она условиям, в которых предусмотрено ее использование на том или ином предприятии.

Т а б л и ц а 1

Профессия работника	Механические факторы				Физические факторы				Химические факторы		Биологические факторы	
	разрывная нагрузка	разрывное удлинение	стойкость к истиранию на плоскости	раздирающая нагрузка деталей и швов	микроклимат (температура и влажность воздуха)	движущиеся машины и механизмы	электрический ток	вибрация (локальная, общая)	смазочные материалы, углекислый газ, краски	воздействие химических веществ (кислоты, щелочи, опасные органические вещества)	животные микроорганизмы (насекомые и клещи)	грибки от влаги
Арматурщик	+	+	+	+	+						+	+
Бетонщик	+	+	+	+	+	+		+		+	+	+
Плотник	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+
Маляр	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Прораб	+	+	+	+	+	+	+				+	
Электрик	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+

Как видно из табл. 1, материалы для одежды строительных профессий и специальностей должны преимущественно обладать улучшенными механическими свойствами (разрывной нагрузкой и разрывным удлинением, трением, раздирающей нагрузкой и др.). Причинами ухудшения качества материалов для спецодежды строительной отрасли могут быть физические факторы, таковыми являются: движущиеся машины, механизмы или их части; вращающееся оборудование; внешний микроклимат (температура и влажность воздуха), электрический ток, вибрация и др. Менее интенсивное воздействие на материалы специальной одежды оказывают химические и биологические факторы, что зависит от условий работы сотрудников. Биологические факторы в основном зависят от внешних условий эксплуатации. Как правило, внешние условия эксплуатации – это внешние природные условия, а также внешние условия, созданные самим продуктом или внешними источниками. Изнашивание специальной одежды проявляется в основ-

ном в процессе эксплуатации и зависит от воздействия внешних факторов, от режимов эксплуатации и работы изделий.

В частности, работники нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности контактируют с сырой нефтью, с продуктами ее переработки, а также с применяемыми реагентами (кислотами, щелочами, растворителями, катализаторами) [4]. Специальная одежда химиков и нефтяников кроме механических и физических факторов подвергается воздействию различных агрессивных сред (нефти и щелочи), и так как работа в этих отраслях промышленности связана с большим количеством неблагоприятных факторов, поэтому их рабочая одежда должна защищать от воздействий агрессивных сред. Влияние щелочей на материал специальной одежды обусловлено возможностью разрушить структуру и снизить гигиенические свойства тканей [5].

В данной работе проведены исследования влияния "холодной" плазмы пониженного давления для повышения прочности и стойкости к истиранию одежды специаль-

ного назначения из модифицированных текстильных материалов с содержанием натуральных волокон.

Обработка опытных образцов текстильных материалов для специальной одежды осуществлялась на уникальной полупромышленной плазменной установке периодического действия ВАТТ 1500 Р/Р ПЛАЗМА 3, где устанавливался рулон исходного материала между ВЧ-электродами в вакуумной камере. При закрытии крышки вакуумной камеры электроды устанавливались в рабочее положение. В камере создавалось пониженное давление, и происходила обработка в потоке "холодной" плазмы пониженного давления [6].

Для того чтобы оценить свойства модифицированных образцов текстильных материалов после воздействия потока "холодной" плазмы пониженного давления, необходимо найти оптимальные параметры плазменной установки, влияющие на механические свойства тканей, и определить, как от этих свойств зависят их прочность и жесткость материалов.

Разрывная нагрузка является важнейшим технологическим и эксплуатационным показателем материалов для одежды специ-

ального назначения. Определение разрывной нагрузки проводилось согласно ГОСТ 29104.4-91. "Ткани технические. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве", который позволяет определить их выносливость, то есть устойчивость к действию многоциклового нагружения. Разрывная нагрузка (Н) образцов тканей для специальной одежды с содержанием натуральных волокон измерялась с помощью автоматической разрывной машины МТ110-5 на контрольном образце и образце, модифицированном в потоке "холодной" плазмы пониженного давления.

Режимы модифицирования натуральных текстильных материалов с целью определения разрывной нагрузки представлены на рис. 1 (изменение разрывной нагрузки тканей для специальной одежды "Премьер Комфорт 250" (80% хлопок + 20% полиэстер) от силы тока и мощности разряда) и рис. 2 (изменение разрывной нагрузки экспериментальных образцов тканей "Премьер Cotton 300" с пропиткой в потоке "холодной" плазмы пониженного давления). Функция отклика – разрывная нагрузка. Переменные – сила тока на аноде и продолжительность обработки.

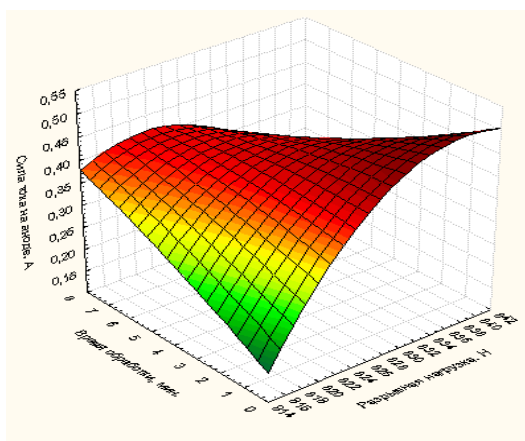


Рис. 1

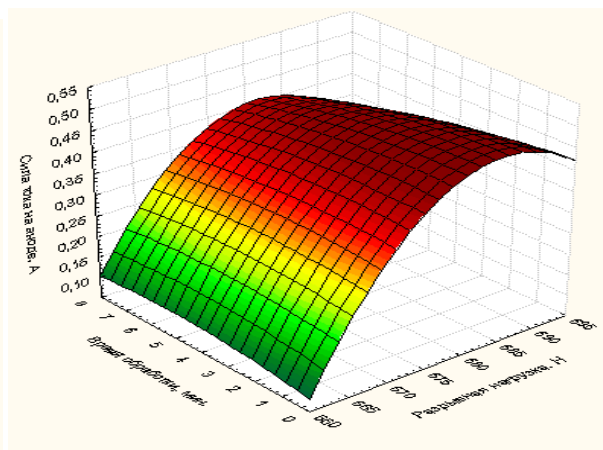


Рис. 2

Из представленных рис. 1 и 2 видно, что существенное увеличение показателя разрывной нагрузки текстильных материалов для специальной одежды достигается: для материалов специальной одежды "Премьер Комфорт 250", режим модифицирования в потоке "холодной" плазмы пониженного давления при: $P_k=20...22$ Па; $W_p=4,0$ кВт;

$\tau=2$ м/мин; $G_{взд}=0,04$ г/с, где наблюдается повышение разрывной нагрузки на 20% по основе и до 17% по утку относительно контрольных образцов материалов (рис. 1);

- для ткани "Премьер Cotton 300" режим модифицирования в потоке "холодной" плазмы пониженного давления при: $P_k=20...22$ Па; $W_p=3,5$ кВт; $\tau=2$ м/мин;

Гвозд=0,04г/с, где наблюдается повышение разрывной нагрузки до 12% по основе и на 25% по утку относительно контрольных образцов (рис. 2).

Из многообразных причин, приводящих к ухудшению свойств текстильных изделий специального назначения в процессе их эксплуатации, а в отдельных случаях, делающих невозможным дальнейшее использование изделий по назначению, стойкость (устойчивость) тканей к истиранию является основным фактором. Действительно, в процессе эксплуатации специальной одежды она разрушается в первую очередь там, где отдельные ее детали многократно соприкасаются с окружающими предметами или с тканью других участков этого же изделия. Наибольшей стойкостью к истиранию обладают ткани, которые состоят из волокон, имеющих высокую стойкость к многократным деформациям растяжения, изгиба, кручения и смятия, в том числе и высокую стойкость к истиранию, это натуральные волокна – шерсть, лен, хлопок. Повышенной стойкостью к истиранию обладают, как правило, смешанные ткани из

комплексных химических и натуральных нитей.

Величина стойкости к истиранию на изгибах и поверхности специальной одежды измерялась в соответствии с ГОСТ 9913–90 "Материалы текстильные. Методы определения стойкости к истиранию" с помощью прибора типа МТ191 на контрольном образце и образце, модифицированном в потоке "холодной" плазмы пониженного давления.

На основе проведенных исследований установлено, что после модифицирования материалов для специальной одежды стойкость к истиранию образцов увеличивается для всех материалов, используемых в качестве объектов исследования. Результаты исследований образцов материалов для специальной одежды представлены в табл. 2 (изменение стойкости к истиранию образцов материалов для специальной одежды от параметров модифицирования в потоке "холодной" плазмы пониженного давления. Режим модифицирования: G=0,04 г/с; τ=2 м/мин).

Т а б л и ц а 2

Мощность разряда, W _p , кВт	Стойкость к истиранию, циклы при давлении в вакуумной камере P _к , Па			
	"Премьер Комфорт 250"	"Премьер Cotton 300"	"Премьер FR-350"	"Парусина полульняная"
	P _к = 20		P _к = 24	P _к = 20
2,0	6 900	7 000	7 500	750
2,5	7 700	7 700	8 300	830
3,0	8 000	8 500	8 800	910
3,5	8 400	9 000	9 000	1 000
4,0	9 000	7 500	8 500	890
4,5	8 800	7 000	7 800	850
Контрольный образец	6 000	4 000	7 000	600

Анализ результатов экспериментальных исследований, представленных в табл. 2, показал, что стойкость к истиранию образцов материалов для специальной одежды от параметров модифицирования в потоке "холодной" плазмы пониженного давления увеличивается относительно контрольных образцов материалов "Премьер Комфорт 250" на 50,0%, "Премьер FR-350" на 28,5%, "Парусина полульняная" на 66,6%, а в ткани "Премьер Cotton 300" в 1,2 раза.

Значения полученных показателей стойкости к истиранию образцов текстильных материалов зависят от вида и состава применяемых текстильных волокон, их строения, истираемой поверхности и режимов модифицирования потоком "холодной" плазмы пониженного давления. Увеличение стойкости к истиранию образцов после плазменного модифицирования происходит за счет конформационных изменений макромолекул целлюлозы, вследствие чего про-

исходит усиление межмолекулярных водородных связей между гидроксильными группами, что приводит к уплотнению надмолекулярной структуры хлопковых волокон.

ВЫВОДЫ

Таким образом, используемые материалы для изготовления специальной одежды на основе применения метода модифицирования потоком "холодной" плазмы пониженного давления способны повысить их качество и безопасность труда работников строительных специальностей за счет улучшения комплекса механических характеристик, влияющих на эксплуатационные свойства готовых изделий.

При этом ткани "Премьер Комфорт 250" увеличили стойкость к истиранию на 50,0%, "Премьер FR-350" на 28,5%, "Парусина полульняная" на 66,6%, а в ткани "Премьер Cotton 300" в 1,2 раза, а также увеличили прочностные свойства от 12 до 25% в зависимости от параметров модифицирования в потоке "холодной" плазмы пониженного давления: рабочем давлении в вакуумной камере $P_k=20-24$ Па и времени воздействия $\tau=2$ м/мин, $P_k=20...22$ Па, мощности разряда $W_p=3,5...4,0$ кВт, расходом плазмообразующего газа $G_{Ar}=0,04$ г/с.

ЛИТЕРАТУРА

1. Спецодежда: тенденции 2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http:// https://www.nord-specodezhda.ru/info/articles/2020/spetsodezhda-tendentsii-2020/](http://https://www.nord-specodezhda.ru/info/articles/2020/spetsodezhda-tendentsii-2020/).
2. Спецодежда для работников строительных предприятий: важные моменты, на которые обратить внимание при выборе. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://https://ark.in.ua/blog/specodezhda-dlya-rabotnikov-stroitelnyh-predpriyatij-vazhnye-momentyna-kotorye-obratit-vnimanie-pri-vybore.html>.
3. Байжанова Ж.Б. Особенности индивидуальной защиты рабочих строителей в производственном

процессе [Электронный ресурс http://www.rusnauka.com/12.APSN_2007/Tecnic/20098.doc.htm //Актуальные проблемы современных наук. – 2007.

4. Большая энциклопедия нефти и газа [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ngpedia.ru/index.html>.

5. Медведева В.С., Билинский Л.И. Охрана труда и противопожарная защита в химической промышленности. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.

6. Хамматова Э.А., Гайнутдинов Р.Ф., Матвеев Ю.Н. Разработка технологий производства модифицированных композиционных волокнистых материалов, применяемых в нефтехимическом и нефтеперерабатывающем комплексах. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2016.

REFERENCES

1. Spetsodezhda: tendentsii 2020. [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: [http:// https://www.nord-specodezhda.ru/info/articles/2020/spetsodezhda-tendentsii-2020/](http://https://www.nord-specodezhda.ru/info/articles/2020/spetsodezhda-tendentsii-2020/).
2. Spetsodezhda dlya rabotnikov stroitel'nykh predpriyatij: vazhnye momenty, na kotorye obratit' vnimanie pri vybore. [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <http://https://ark.in.ua/blog/specodezhda-dlya-rabotnikov-stroitelnyh-predpriyatij-vazhnye-momentyna-kotorye-obratit-vnimanie-pri-vybore.html>.
3. Bayzhanova Zh.B. Osobennosti individual'noy zashchity rabochikh stroiteley v proizvodstvennom protsesse Elektronnyy resurs http://www.rusnauka.com/12.APSN_2007/Tecnic/20098.doc.htm //Aktual'nye problemy sovremennykh nauk. – 2007.
4. Bol'shaya entsiklopediya nefiti i gaza [Elektronnyy resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.ngpedia.ru/index.html>.
5. Medvedeva V.S., Bilinskiy L.I. Okhrana truda i protivopozharnaya zashchita v khimicheskoy promyshlennosti. – M.: Legkaya i pishchevaya promyshlennost', 1984.
6. Khammatova E.A., Gaynutdinov R.F., Matveev Yu.N. Razrabotka tekhnologiy proizvodstva modifitsirovannykh kompozitsionnykh voloknistykh materialov, primenyaemykh v neftekhimicheskom i neftepererabatyvayushchem kompleksakh. – Kazan': Izd-vo KNIU, 2016.

Рекомендована кафедрой дизайна. Поступила 24.08.2020.