

оборудовании для штучных изделий. В результате исследования свойств льняных тканей установлено увеличение показателя драпируемости (снижение природной жёсткости льняной ткани) по сравнению с уровнем показателя для ткани, умягчённой по классической технологии, при этом обеспечена сохранность волокнообразующего полимера, что подтверждается незначительным уменьшением прочности ткани (в пределах нормы).

Список литературы

1. Чешкова А.В. Теория и практика ферментативного облагораживания волокнистых и текстильных материалов // Текстильная химия. Биотехнология в XXI веке. – 1998. – № 2. – С. 57–65.

2. Скобова Н.В., Ясинская Н.Н. Экспериментальные исследования процесса биообработки льняных тканей // Вестн. Витебского гос. технолог. ун-та. – Витебск: Изд-во УО ВГТУ, 2013. – Вып. 25. – С. 59–63.

[В начало к содержанию](#)

УДК 677.022:[677.07:621.3]

¹Л.Е. Соколов, ²А.Р. Семёнов

¹Доцент Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет», e-mail: soko-leonid@yandex.ru

²Аспирант Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет», e-mail: ander_sem@tut.by

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С НАНОРАЗМЕРНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

В статье рассмотрены вопросы исследования технологического процесса получения текстильных материалов со специальными свойствами с использованием вакуумно-магнетронного напыления различных металлов и их сплавов. В процессе проведения исследований изучалась возможность нанесения наноразмерных покрытий на тканые, трикотажные и нетканые полотна различного назначения, а также непосредственно на пряжу. Проведён сравнительный анализ наработанных опытных образцов тканей с металлическими нанопокрывтиями с тканями без металлических нанопокрывтий такой же поверхностной плотности по показателям удельного поверхностного сопротивления и уровню напряжённости ЭСП. В условиях сертифицированной лаборатории «БелГИМ», были исследованы образцы тканей с металлическими нанопокрывтиями на способность экранировать (отражать) СВЧ-волны. Осуществлена промышленная апробация текстильных материалов с наноразмерными покрытиями на предприятиях Республики Беларусь.

Ключевые слова: технологический процесс, наноразмерные покрытия, специальные свойства, антистатические свойства, экранирующие свойства, спецодежда, фильтровальные материалы.

¹Sokolov L.E., ²Siamionov A.R.

¹Docent of Educational Establishment "Vitebsk State Technological University",
e-mail: soko-leonid@yandex.ru

²Postgraduate student of Educational Establishment "Vitebsk State Technological University", e-mail: ander_sem@tut.by

THE TECHNOLOGY OF MANUFACTURING OF TEXTILE MATERIALS WITH NANOSCALE COATINGS

In the article the questions of the researches of the technological process of creating of textile materials with special properties with the use of vacuum magnetron sputtering of various metals and their alloys were described. In the process of researches the possibility of applying nanoscale coatings on woven, knitted and nonwoven fabrics for various purposes, as well as directly on the yarn was investigated. A comparative analysis of the received experimental fabric samples with the metal nano-coating and fabrics without metal nano-coating of the same surface density on the values of specific surface resistance and the level of tension ESP was fulfilled. In the conditions of a certified laboratory "BelGIM", the samples of fabrics with metal nano-coatings were investigated to the ability to shield (reflect) microwaves. Industrial approbation of textile materials with nanoscale coating at the enterprises of the Republic of Belarus was carried out.

Key words: technological process, nanoscale coatings, special properties, antistatic properties, shielding properties, protective clothing, filter materials.

На кафедре ТТМ УО «ВГТУ» совместно со специалистами ООО «Элком» г. Витебск разработан технологический процесс получения тканей со специальными свойствами с использованием вакуумно-магнетронного напыления различных металлов и их сплавов.

Магнетронное напыление – это технология, которая предполагает нанесение металлов и их соединений на материалы путём напыления в условиях вакуума. Как правило, магнетронные покрытия используются в качестве защитных (заменяют гальванические покрытия, придают коррозионную и износостойкость), декоративных (тонирующие и имитирующие ценные металлы покрытия на стекле, металлах, керамике и т.д.), упрочняющих (упрочнение поверхности и улучшение стойкости режущей кромки инструмента к износу и затуплению) и функциональных (наносятся токопроводящие, резистивные элементы и изолирующие слои вещества).

Магнетронный способ напыления является весьма экономичным. При определённых параметрах обработки возможно нанесение сверхмалых количеств металлов. Это полезно при напылении дорогостоящих металлов и сплавов, например, серебра.

Принцип способа вакуумно-магнетронного напыления заключается в использовании аномально тлеющего разряда в инертном газе с наложением на кольцеобразной зоне скрещенных неоднородных электрического и магнитного полей, локализирующих стабилизирующих газоразрядную плазму в прикатионной области. Положительные ионы, образующиеся в разря-

де, ускоряются в направлении катода, бомбардируют поверхность в зоне эрозии, выбивая из неё часть материала. Покидающие поверхность мишени частицы осаждаются в виде плёнки на ткань (подложку). Высокая кинетическая энергия частиц обеспечивает хороший уровень адгезии образующейся плёнки к подложке (эксплуатации определяются физическим износом изделия, а не прочностью металлизации). Метод магнетронного напыления позволяет наносить на ткани тонкие многослойные покрытия меди, алюминия, титана, латуни, серебра, нержавеющей стали, нитрида титана, бронзы и других металлов, сплавов и их соединений [2, стр. 190].

Металлизация методом магнетронного напыления имеет следующие преимущества:

- равномерность покрытия;
- высокая адгезия;
- сохранение исходных свойств ткани (напыление происходит при комнатной температуре);
- возможность широкого варьирования материалов покрытия и толщины.

В процессе проведения исследований изучалась возможность нанесения наноразмерных покрытий на тканые, трикотажные и нетканые полотна различного назначения, а также непосредственно на пряжу. На первом этапе работ ставилась задача получить текстильные материалы со следующими свойствами: электропроводными и бактерицидными.

В результате исследований было установлено, что электропроводность металлов, напылённых на гладкую и твёрдую поверхность и на ткань (нетканый материал, трикотажное полотно), различна, так как часть металла проникает между нитями основы и утка и лишь часть его образует сплошной слой, лежащий поверх нитей и способный проводить ток.

В результате изучения электропроводности текстильных материалов, было установлено, что нанесение на поверхность полиамидных моноплетей линейной плотности 7.2, 20 и 28 текс медного наноразмерного покрытия приводит к снижению электрического сопротивления на 10 порядков (с 10^{12} до 10^2 Ом).

Нанесение наноразмерных медных покрытий на смешанные нити и пряжу, состоящие из смеси натуральных и синтетических волокон приводит к снижению электрического сопротивления от 2 до 9 порядков.

Также были проведены испытания удельного поверхностного электрического сопротивления образцов текстильных материалов с металлическими нанопокрывтиями, а также уровня напряженности электростатического поля на поверхности текстильных полотен.

Проведён сравнительный анализ наработанных опытных образцов тканей с металлическими нанопокрывтиями с тканями без металлических нанопокрывтий такой же поверхностной плотности по показателям удельного поверхностного сопротивления и уровню напряжённости ЭСП.

Было установлено, что образцы тканей без металлических нанопокрывти обладают уровнем напряжённости электростатического поля от 0,26 до 1,0 кВт/м, а ткани с металлическими нанопокрывтиями обладают уровнем напряжённости электростатического поля от 0,06 до 0,2 кВт/м. Данная характеристика наглядно отражает влияние металлического нанопокрывтия на тканях на снижение уровня напряжённости ЭСП и накопления статического электричества на поверхности тканей.

Для расширения ассортимента тканей с антистатическими свойствами были проведены исследования удельного электрического поверхностного сопротивления различных образцов текстильных изделий. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Значение удельного электрического поверхностного сопротивления тканей

Наименование текстильного изделия	Состав текстильного изделия	Вид переплетения	Материал нанопокрывтия	Сторона	Удельное поверхностное электрическое сопротивление образцов тканей. Ом
1. Ткань подкладочная	Вискоза 100 %	Плотняное	-		$3,3 \cdot 10^{11}$
			медь	напылённая	$2,97 \cdot 10^{10}$
			медь	ненапылённая	$2,5 \cdot 10^{11}$
2. Ткань фильтровальная	Полиамид 100 %	Равноусиленная саржа	-		$1,38 \cdot 10^{14}$
			медь	напылённая	$2,17 \cdot 10^4$
			медь	ненапылённая	$5,27 \cdot 10^{11}$
3. Органза	Полиэфир 50 % Полиамид 50 %	Плотняное	-		$2,11 \cdot 10^{14}$
			медь	напылённая	$2,6 \cdot 10^3$
			медь	ненапылённая	$7,2 \cdot 10^3$
4. Полотно гардинное	Полиэфир 100 %	Основовязальный трикотаж	-		$3,62 \cdot 10^{13}$
			медь	напылённая	$3,16 \cdot 10^4$
			медь	ненапылённая	$3,43 \cdot 10^4$
5. Ткань курточная	Полиэфир 100 %	Комбинированное	-		$1,98 \cdot 10^{14}$
			медь	напылённая	-(проводник)
			медь	ненапылённая	$6,6 \cdot 10^{14}$
6. Ткань курточная	Полиэфир 100 %	Комбинированное	-		$1,19 \cdot 10^{13}$
			нержавеющая сталь	напылённая	$3,95 \cdot 10^{11}$
			нержавеющая сталь	ненапылённая	$3,95 \cdot 10^{12}$
			медь	напылённая	$2,6 \cdot 10^3$
			медь	ненапылённая	$4,6 \cdot 10^3$

Как видно из полученных данных, для тканей с нанопокрывтиями характерно снижение удельного поверхностного сопротивления на 9–11 порядков по сравнению с обычной тканью. Такой эффект влияет на возможность накопления статического электричества на поверхности ткани.

Также можно сделать вывод о том, что наименьшим удельным поверхностным сопротивлением обладают ткани и трикотаж, которые имеют разрежённую структуру, состоят из химических комплексных нитей или моноснитей, при этом удельное поверхностное сопротивление снижается на металлизированной и на не металлизированной стороне на 9-11 порядков.

Однако при плотной структуре на поверхности текстильного материала образуется сплошное металлическое покрытие, за счёт чего происходит снижение удельного поверхностного электрического сопротивления на 10 порядков на металлизированной стороне. На неметаллизированной стороне текстильного материала происходит снижение всего на 3 порядка.

При наличии пропитки на поверхности ткани образуется сплошное металлическое покрытие и удельное поверхностное сопротивление снижается на 14 порядков на металлизированной стороне, а на неметаллизированной вообще не изменяется.

В условиях сертифицированной лаборатории «БелГИМ», были исследованы 3 образца тканей с металлическими нанопокрывтиями на способность экранировать (отражать) СВЧ-волны. В таблице 2 приведены параметры исследуемых образцов тканей с металлическими нанопокрывтиями.

Таблица 2

Параметры исследуемых образцов тканей с металлическими нанопокрывтиями

Номер образца	Материал образца	Материал покрытия	Толщина покрытия, нм
1	Органза	Медь	500
2	Органза	Нержавеющая сталь	400
3	Органза	Нержавеющая сталь	200

В результате всех проведённых испытаний ткани с наноразмерным покрытием меди было установлено, что наибольший $K_{затух}$ (коэффициент затухания) показала ткань с медным нанопокрывтием и составил от 16 дБ на 808 МГц до 31 дБ на 908 и 928 МГц. На остальных диапазонах коэффициент затухания в среднем составлял 28 дБ.

По результатам проведённых испытаний установлено, что металлизированные ткани специального назначения с наноразмерными покрытиями обладают значительной экранирующей способностью от 98 до 99,9 %. Данные результаты позволяют использовать полученную ткань для защиты от электромагнитного излучения широкого диапазона.

Заключение. Полученные результаты позволяют получить текстильные материалы с особыми свойствами, могут использоваться для защитной спецодежды в местах, где ведётся работа с легковоспламеняющимися веществами и горюче-смазочными материалами, предохраняя человека от статического электричества, при изготовлении широкого ассортимента фильтровальных материалов [1, с. 187], предназначенных для использования в технологических процессах взрывоопасных производств. Например, в мукомольной, деревообрабатывающей промышленности, производстве шин и т.д. Также широкое применение полученные текстильные материалы могут найти при производстве экранирующих устройств.

Список литературы

1. Семёнов А.Р., Коган А.Г. Исследование текстильных фильтровальных материалов с наноструктурированным покрытием меди // Тезисы докладов 48 МНТК преподавателей и студентов, посвящ. 50-летию университета 29 апр. 2015 г. – Витебск: УО «ВГТУ», 2015. – С. 187.

2. Многофункциональные вакуумно-дуговые покрытия на фильтровальных текстильных материалах / В.Н. Кохнюк, И.Л. Поболь, А.Г. Дениженко, Е.В. Мочайло, Е.В. Станкевич, А.Р. Семёнов // Современные методы и технологии создания и обработки материалов: сб. науч. тр. В 3 кн. Кн. 2. Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки. – Минск: ФТИ НАН Беларуси, 2015. – С. 190–195.

[В начало к содержанию](#)

УДК 685.34.073.22

М.И. Долган

Аспирант, УО «Белорусский государственный экономический университет», e-mail: masha.do47@gmail.com

СВОЙСТВА СОВРЕМЕННЫХ ПОДОШВЕННЫХ ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТОВ

В статье рассмотрены свойства подошв из современных термоэластопластов, которые используются для выпуска женской обуви открытого типа клеевого метода крепления на одном из предприятий по выпуску обуви концерна «Беллегпром». Для данных подошв были проведены физико-механические испытания с целью определения плотности, твёрдости, упругопрочностных характеристик и сопротивления истиранию. Полученные результаты испытаний современных подошв из ТЭП, которые используются в производстве женской обуви клеевого метода крепления, были представлены к сравнению с физико-механическими свойствами ТЭП, которые применялись в выпуске обуви ранее и свойства которых описаны в «Справочнике обувщика» (1988 г.) и в учебнике «Полимерные материалы для деталей низа обуви» (2008) авторов П.С. Карбанова и А.П. Жихарева.