

Введение Для изготовления современной медицинской одежды используются легкие смесовые ткани, содержащие в основном полиэфирные и хлопковые волокна в различных соотношениях. Ткань производится из крученой смесовой пряжи, при этом хлопок и синтетика распределены равномерно по всей структуре ткани. Изделия, изготовленные из этих тканей, отвечают таким требованиям к медицинской одежде, как повышенная носкость, экологичность, несминаемость, устойчивость к частым стиркам и стерилизации. Недостатком синтетических и смесовых тканей является их повышенная склонность к электризации. Возникновению статических зарядов на одежде медицинских работников способствует большое количество электроприборов в современных медицинских центрах, низкая влажность воздуха, а также фоновый уровень ионизирующих излучений. Наиболее актуальна эта проблема для клинических лабораторий, физиотерапевтических и диагностических кабинетов.

Электростатическое поле, создаваемое электризующейся одеждой, вызывает у человека нарушение обмена веществ, работы сердечно-сосудистой системы, а также плохо сказывается на его общем самочувствии [1]. Кроме того, человек испытывает неприятные физические ощущения в момент разряда при соприкосновении с заземленной поверхностью. Вместе с тем электростатическое поле одежды повышает ее загрязняемость, в результате чего ухудшаются такие важные характеристики, как воздухопроницаемость ткани и пододежный климат. Одним из способов снижения электризуемости текстильных материалов является применение специальных электропроводящих веществ и материалов, которые вводят в объем ткани или наносят на ее поверхность. Наиболее простым и относительно недорогим является способ, заключающийся в использовании гидрофильных антистатических препаратов. Однако в результате обработки материала специальными пропитками снижаются его водоотталкивающие и кровееотталкивающие свойства, что повышает риск контактного инфицирования медицинских работников. Кроме того, антистатический эффект, достигаемый данным способом, не является долговременным, так как происходит его вымывание во время стирки изделия. Известно также, что многие из применяемых антистатиков весьма токсичны и легко проникают в организм человека через кожу [2]. Повышение электрической проводимости ткани осуществляют также при использовании металлических или металлизированных нитей на стадии производства тканей или в результате нанесения металлических покрытий на готовые ткани. Более распространенным является второй способ, поскольку он является относительно простым и доступным. Металлические покрытия на текстильное полотно наносят различными методами: гальваническим, газофазным, клеевого дублирования и др. [3-5], но наиболее перспективным и экологически чистым является метод магнетронного распыления [6,7]. Применение низкотемпературной плазмы, получаемой в магнетронной распылительной системе, в которой используется

аномальный тлеющий разряд в вакууме, позволяет осуществлять процесс испарения пленкообразующего материала с большой скоростью, с одновременной ионизацией и возбуждением распыленных атомов.

Металлизированные ткани используются для изготовления рабочей одежды со специальными защитными свойствами: антистатическими, защитой от электромагнитных излучений, теплового воздействия и др. В данной работе была изучена возможность применения метода магнетронного напыления металлов на текстильные материалы, применяемые для изготовления медицинской одежды с целью придания им антистатических свойств при условии сохранения их физико-гигиенических характеристик.

Экспериментальная часть Металлизация тканей осуществлялась в вакууме ионно-плазменным методом с применением магнетрона на установке УВН-70А-2 [8]. Процесс осуществлялся при следующих параметрах: ток разряда 2,5 А, напряжение 550 В, давление рабочего газа $4 \cdot 10^{-3}$ Торр, время распыления – 60-480 сек. Рабочим газом являлся аргон. В качестве металлического покрытия был использован титан, как наиболее химически и биологически инертный металл. Покрываемыми поверхностями были выбраны смесовые ткани с содержанием полиэфира 65%, хлопка – 35%, поскольку на сегодняшний день это самый распространенный материал для пошива медицинской одежды. С целью активации поверхности подложек, удаления адсорбированных газов и влаги была проведена их предварительная обработка в плазме тлеющего разряда [7]. Для осуществления плазмохимической активации поверхности установка УВН-70А-2 снабжена вспомогательным высоковольтным электродом. Обсуждение результатов Микроструктура покрытий исследовалась с помощью сканирующего электронного микроскопа Carl Zeiss EVO LS 10. На рис.1 (а, б) представлена топография поверхности металлизированной ткани. Анализ полученных снимков показал отсутствие грубых дефектов, отслоений, трещин в титановом покрытии. По оценочным данным (рис. 2) толщина напыляемой пленки составила 100-250 нм. а б Рис. 1 - СЭМ изображение топографии поверхности металлизированной ткани во вторичных электронах (ЕНТ = 20.00 kV): а - увеличение 200х, б - увеличение 2000х Электризуемость полученных образцов тканей с металлическим покрытием определяли, согласно СанПиН 2.4.7/1.1.1286-03, по величине напряженности электростатического поля (Е, кВ/м) на базе измерителя электростатического поля СТ-01. Измерения проводили с помощью плоского металлического электрода, на поверхности которого размещали образцы тканей, измерительной проводящей пластины, и валика диаметром 50 мм. Рабочая часть валика обернута одним слоем 100% полиамидной ткани. Электризуемость исследуемых материалов определяли по разности значений напряженности электростатического поля образца, находящегося в покое, и после воздействия на него валиком. Рис. 2 - СЭМ изображение среза металлизированной ткани в отраженных электронах (ЕНТ = 20.00 kV, увеличение

100 000х) Как показали испытания, напыление металла на ткань приводит к значительному уменьшению напряженности электростатического поля (рис.3). Высокие антистатические свойства металлизированных тканей сохраняются также и после многократных стирок материала. Рис. 3 - Уменьшение напряженности электростатического поля металлизированных тканей в зависимости от времени напыления металла Наряду с электризуемостью важнейшими физико-гигиеническими показателями тканей, обеспечивающими комфортность изготовленной из них одежды, являются воздухопроницаемость (ГОСТ Р ИСО 9237-99) и водопоглощение, или впитываемость (ИСО 9973-12). Как показали проведенные испытания (табл.1), нанесение наноразмерных металлических покрытий в исследуемом интервале времени напыления незначительно влияет на воздухопроницаемость материала. Испытание на впитываемость, т.е. способность ткани пропитываться водой, показало ее постепенное увеличение с ростом толщины покрытия, что ухудшает гигиенические характеристики ткани. Как видно из табл.1, наиболее оптимальными свойствами обладают образцы с временем напыления 60-180 сек. Исследуемые металлические покрытия имеют высокую прочность связи с субстратом, о чем свидетельствуют испытания материалов на износостойкость (ГОСТ 18976), а также повышенную прочность на разрыв (ГОСТ 3813-72). Таким образом, металлизация синтетических тканей методом магнетронного напыления позволяет получить текстильный материал с хорошими физико-гигиеническими характеристиками, который может быть использован для изготовления медицинской одежды. Ткань легко поддается обработке, стерилизации и дезинфекции, и при этом длительно сохраняет свои свойства и внешний вид. Кроме того, изделия, изготовленные из тканей с легким металлическим блеском, приобретают дополнительную эстетическую привлекательность. Таблица 1 - Свойства металлизированной смесовой ткани состав: ПЭ-65%, Х/Б – 35%, поверхностная плотность 120 г/м² Время напыления, сек Износост-ть, кол-во циклов Впитываемость, г Воздухопроницаемость, мм/с Разрыв. нагр.-ка, Н 1) по основе 2)по утку 0 2000 2,72 79,41 1) 236 2) 134 60 2100 2,72 79,40 1) 238 2) 154 120 2600 2,73 79,40 1) 240 2) 170 180 2700 2,77 79,38 1) 243 2) 180 240 3010 2,88 79,31 1) 247 2) 206 360 3200 3,11 79,12 1) 250 2) 218 480 3400 3,52 78,97 1) 250 2) 220