

# МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТКАНЕЙ, МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ МАГНЕТРОННЫМ НАПЫЛЕНИЕМ

Клубович В.В.<sup>1,2</sup>, Башметов В.С.<sup>2</sup>, Рубаник В.В.<sup>1,2</sup>, Завадич В.П.<sup>3</sup>,  
Колета В.В.<sup>4</sup>, Рулинский В.А.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси», г. Витебск, Беларусь

<sup>2</sup>УО «Витебский государственный технологический университет», г. Витебск, Беларусь

<sup>3</sup>ООО «ЭЛКОМ», г. Витебск, Беларусь

<sup>4</sup>ГНУ «Институт порошковой металлургии НАН Беларуси», г. Минск, Беларусь

<sup>5</sup>ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси», г. Минск, Беларусь  
[ita@vitebsk.by](mailto:ita@vitebsk.by)

Производство металлизированных текстильных материалов обусловлено как резким увеличением источников электромагнитного “загрязнения” окружающей среды [1], так и использованием их для специализированных изделий. Придание новых функциональных свойств материалам, традиционно используемым в промышленности и технике [2] возможно за счет применения нанотехнологий, обеспечивающих нанесения на текстиль покрытий нано-, микронных и субмикронных диапазонов. Однако получение металлизированного текстиля, обладающего высокими механическими и электрофизическими свойствами достаточно сложная задача. Структурные и физико-химические особенности тканей, как правило, приводят к несплошности покрытия и недостаточной адгезии к субстрату [3].

В работе представлены результаты исследований поверхности образцов металлизированной плащевой ткани (ПЭ-47%, ХБ-53%) и подкладочной. Для металлизации использовали метод вакуумно-плазменного магнетронного распыления, который широко применяется в таких наукоемких отраслях как микроэлектроника, оптоэлектроника, оптика, космическая техника и др., где требуется высокий уровень контроля технологического процесса и высокое качество наносимых пленок [4]. Процесс металлизации тканей осуществляли на предприятии ООО «Элком» на модернизированной вакуумной установке V 8000 M [5].

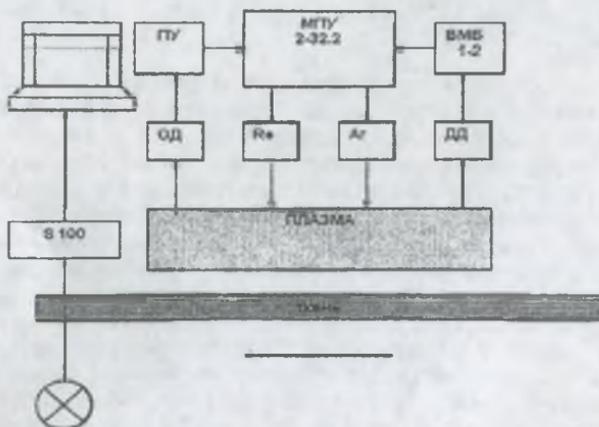


Рис. 1. Структурная схема контроля и управления техпроцессом

Установка содержит магнетронные распылительные системы (МРС) из шести планарных магнетронов и двух ионных источников (ИИ) ленточного типа с замкнутым дрейфом электронов, размещенных и герметизированных в рабочей камере, систему питания МРС и ИИ, вакуумную систему и систему напуска газа в рабочую камеру, отделенную высоковакуумным затвором от шлюзовой камеры, реверсивную камеру (карман), расположенную с другой стороны рабочей камеры, рамку для обрабатываемых изделий и механизма ее перемещения, системы оптико-спектрального контроля и контроля давления. Управление работой установки и процессом напыления осуществляется с компьютеризованного пульта, обеспечивающего работу вакуумной системы и процесса напыления в полуавтоматическом режиме [5].

В качестве материала мишеней магнетронов служили медь и нержавеющая сталь 12Х18Н10Т. Медь напыляли на подкладочную ткань, а сталь – на плащевую. При этом использовали только две МРС в режиме возвратно-поступательного сканирования рамки с образцами ткани перпендикулярно плоскости мишеней. Перед нанесением металлических покрытий в два этапа методом ионной обработки в вакууме осуществляли процесс ионной очистки ИИ. С целью удаления с поверхности, на которую осаждается покрытие, загрязнений, происходила обработка ткани ионами аргона (физическое распыление). Затем проводили обработку ионами кислорода (химическое травление и активация поверхности) с целью образования летучих соединений со слабосвязанными органическими макромолекулами, удаление с поверхности тонких слоев веществ, адсорбированных из окружающей среды и препятствующих хорошей адгезии осаждаемых покрытий, образования на поверхности активных углеводородных и –ОН- радикалов, обеспечивающих химическую связь с наносимой в последующем металлической пленкой. Такая операция ионной обработки существенно улучшает адгезию пленки с поверхностью ткани. Параметры ионных пучков и режимы обработки образцов ткани представлены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры ионных пучков и режимы обработки образцов ткани.

Ионы	Ток разряда $I$ , mA	Напряжение разряда $U$ , В	Плотность ионного тока, $j_i$ mA/cm <sup>2</sup>	Средняя энергия ионов, $E_i$ кэВ	Скорость сканирования рамки, $sp$ см/с	Кол-во проходов
Ar	500	2000	3	2	1,5	4
O <sub>2</sub>	400	1800	2.4	1,8	1,5	4

Процесс напыления металлических покрытий на ткань осуществляли в режиме ионного ассистирования, то есть одновременно с нанесением покрытия происходила ионная бомбардировка растущей пленки ионами аргона с энергией  $E_i = 1,5$  кэВ и плотностью тока  $j_i = 2$  mA/cm<sup>2</sup>, что позволило формировать плотноупакованные, обладающие высокой адгезией к основе покрытия. Рабочее давление в вакуумной камере поддерживали равным 0,3 Па. Температура образцов в процессе напыления не превышала 50°C.

Установлено, что напылению подвергаются только обращенные к мишени внешние слои, причем волокна покрываются пленкой наполовину своего диаметра. Слои отстоящие в глубину от поверхности запыляются лишь в местах прямой видимости мишень-подложка (рис. 2). На отдельных волокнах наблюдаются нарушения сплошности покрытий в виде разломов, продольных и поперечных трещин (рис. 2 *a, b, c, d*). После механической обработки ткани в горячей воде с хозяйственным мылом и промывке в проточной воде на образцах со стальным покрытием сохранилось порядка 30% покрытия, в образцах с медным покрытием – около 50% покрытия (рис.2 *e, f*). Т.е. производить такую обработку не рекомендуется.

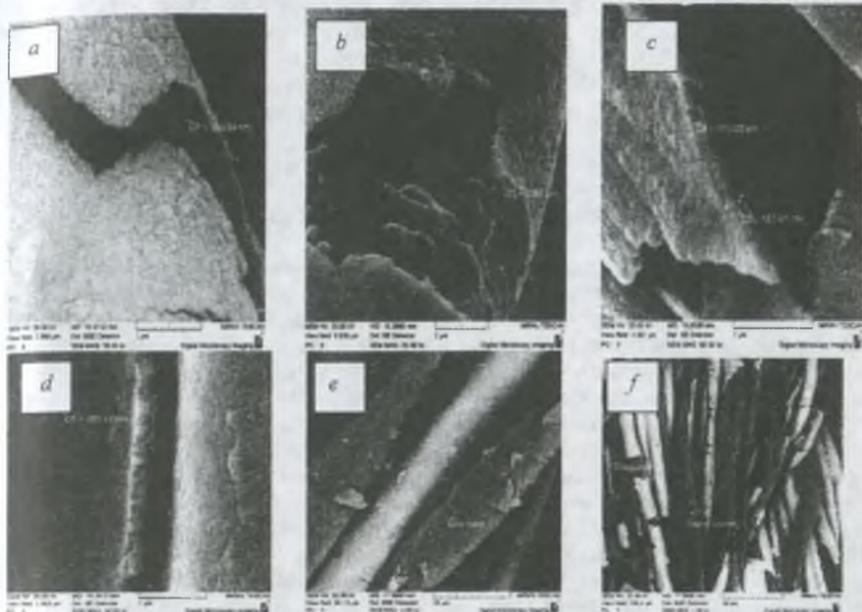


Рис. 2. Морфология поверхности образцов тканей: *a, c, e* – металлизированные сталью. *b, d, f* – металлизированные медью.

Таким образом, результаты морфологических исследований поверхности данного вида металлизированных тканей позволяют сделать вывод о существенном влиянии исходной структурной организации материала на качество металлических покрытий, т.е. для получения стойких к истиранию металлических покрытий необходим выбор текстильных тканей с оптимальной морфологией поверхности, а также отработка методов предварительной подготовки поверхности, режимов нанесения покрытий различными металлами, проведение исследований морфологии, механических и электрофизических свойств металлизированного текстиля.

#### Список литературы

1. Tjong S.C., Haydn Chen. Nanocrystalline materials and coatings. *Materials Science and Engineering R* 45 (2004) pp. 1–88.
2. Ziaja J., Koprowska J., Janukiewicz J. Using Plasma Metallisation for Manufacture of Textile Screens Against Electromagnetic Fields. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe* 2008, Vol.16. № 5(70) pp.64-66.
3. Bula K., Koprowska J., Janukiewicz J. *TEXTILES in Eastern Europe* 2006, Vol.14, № 5(59) pp.75-79.
4. Xu Wanjin. Recent Developments and Applications in Magnetron Sputtering. *Modern Instrument (in Chinese)*, 2005, pp. 5 – 38.
5. Клубович В.В., Башметов В.С., Завадич В.П., Коледа В.В. Международный симпозиум «Перспективные материалы и технологии» Сборник статей, 24-26 мая 2011 г., Витебск, стр.201-206