

МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ТКАНЕЙ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫМ МАГНЕТРОННЫМ НАПЫЛЕНИЕМ

Клубович В.В.^{1,2}, Башметов В.С.², Рубаник В.В.^{1,2}, Завадич В.П.³,
Дворников С.В.³, Егоров В.Д.³, Коледа В.В.⁴

¹ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси», г. Витебск, Беларусь

²УО «Витебский государственный технологический университет», г. Витебск,
Беларусь

³ООО «ЭЛКОМ», г. Витебск, Беларусь

⁴ГНУ «Институт порошковой металлургии НАН Беларуси», г. Минск, Беларусь,
ita@vitebsk.by

Стремительное развитие нанотехнологий открывает уникальные возможности, как в создании новых материалов, так и в придании новых функциональных свойств материалам, традиционно используемым в промышленности и технике.

В работе представлены результаты морфологических исследований поверхности образцов металлизированных методом вакуумно-плазменного магнетронного распыления плащевой (ПЭ-47%, Хб-53%) и подкладочной тканей. Металлизацию тканей осуществляли на модернизированной вакуумной установке V 8000 M. Установка содержит магнетронные распылительные системы (MPC) из шести планарных магнетронов и двух ионных источников (ИИ) ленточного типа с замкнутым дрейфом электронов, размещенных и герметизированных в рабочей камере, систему питания MPC и ИИ, вакуумную систему и систему напуска газа в рабочую камеру, отделенную высоковакуумным затвором от плюсовой камеры, реверсивную камеру (карман), расположенную с другой стороны рабочей камеры, рамку для обрабатываемых изделий и механизма ее перемещения, системы опико-спектрального контроля и контроля давления. Управление работой установки и процессом напыления осуществляется с компьютеризированного пульта, обеспечивающего работу вакуумной системы и процесса напыления в полуавтоматическом режиме.

В качестве материала мишеней магнетронов служили медь и нержавеющая сталь 12X18H10T. Медь напыляли на подкладочную ткань, а сталь – на плащевую. При этом использовались только две MPC 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 проводилась обработка ионами кислорода (химическое травление и активация поверхности) с целью образования летучих соединений со слабо связанными 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 ²	Средняя энергия ионов, E_i кэВ	Скорость сканирования рамки, sp cm/c	Кол-во проходов
Ar	500	2000	3	2	1,5	4
O ₂	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/cm². Данный метод позволяет формировать плотноупакованные, обладающие высокой адгезией к основе покрытия. Рабочее давление в вакуумной камере поддерживалось постоянным и равным $p = 0,3$ Па. Температура образцов в процессе напыления не превышала 50°C. Параметры и режимы нанесения металлических покрытий на образцы ткани представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Параметры и режимы нанесения металлических покрытий на образцы ткани

Материал мишени	Ток разряда I, A	Напряжение разряда U, В	Мощность разряда P, кВт	Удельная мощность Вт/cm ²	Скорость сканиров. см/с	Кол-во проходов
Cu	30	280	8,4	5,4	1,5	15
Fe-Cr	30	300	9	5,8	1,5	15

На рисунке 1 видно, что текстильные ткани представляют собой неупорядоченную волокнистую структуру с плохо контактирующими поверхностями отдельных волокон. В результате металлизации тканей методом вакуумно-плазменного магнетронного распыления напылению подвергаются только обращенные к мишени внешние слои, причем волокна покрываются пленкой наполовину своего диаметра. Слои отстоящие вглубину от поверхности запыляются лишь в местах прямой видимости мишень-подложка. На отдельных волокнах наблюдаются нарушения сплошности покрытий в виде разломов, продольных и поперечных трещин. После механической обработки ткани в горячей воде с хозяйственным мылом на образцах со стальным покрытием сохранилось порядка 30% покрытия, в образцах с медным покрытием – около 50% покрытия.

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.

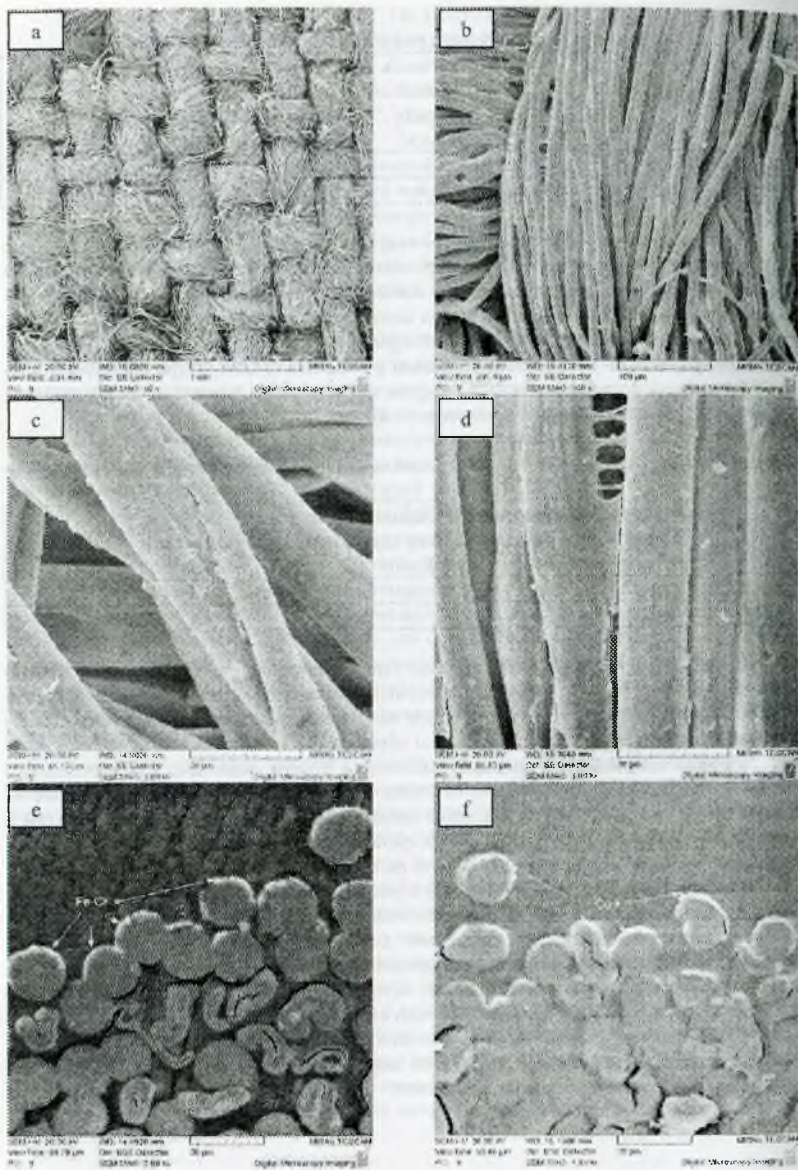


Рисунок 1. - Морфология поверхности образцов металлизированных тканей:
a,c, e – сталью, b,d, f – медью