

МОРФОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТКАНЕЙ, МЕТАЛЛИЗИРОВАННЫХ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫМ МАГНЕТРОННЫМ НАПЫЛЕНИЕМ

Клубович В.В.^{1,2}, Башметов В.С.², Рубаник В.В.^{1,2}, Завадич В.П.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 [1]. В частности, применение нанотехнологий в сфере текстиля связано с улучшением свойств изделий за счет нанесения на текстиль покрытий нано-, микронных и субмикронных диапазонов. Необходимость производства металлизированных текстильных материалов обусловлена как резким увеличением источников электромагнитного «загрязнения» окружающей среды, что приводит к функциональным и клиническим нарушениям различных систем организма человека [2], так и использованием их для специализированных изделий. 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 (рис.1).

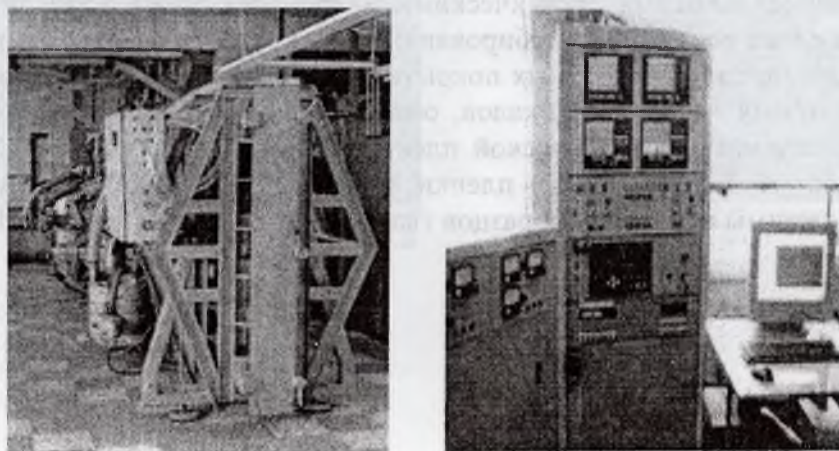


Рис. 1. Вакуумно-плазменная установка V8000 M

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 оптического-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 (рис.2).

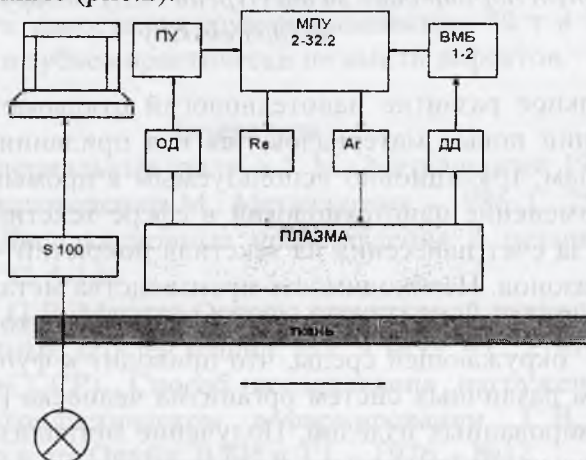


Рис. 2. Структура контроля и управления техпроцессом

В качестве материала мишеней магнетронов служили медь и нержавеющая сталь 12Х18Н10Т. Медь напыляли на подкладочную ткань, а сталь – на плащевую. При этом использовались 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 проводилась обработка 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 $-OH$ - 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.

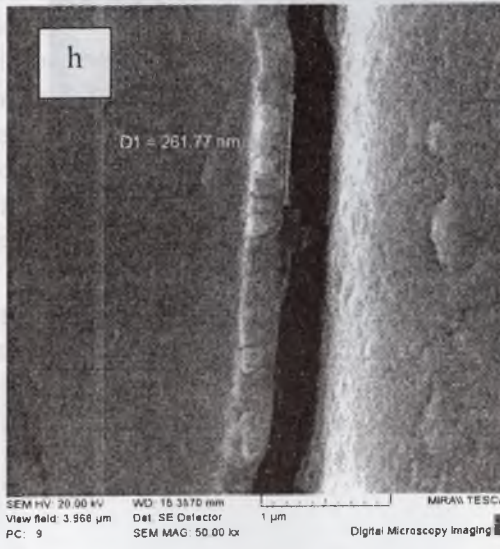
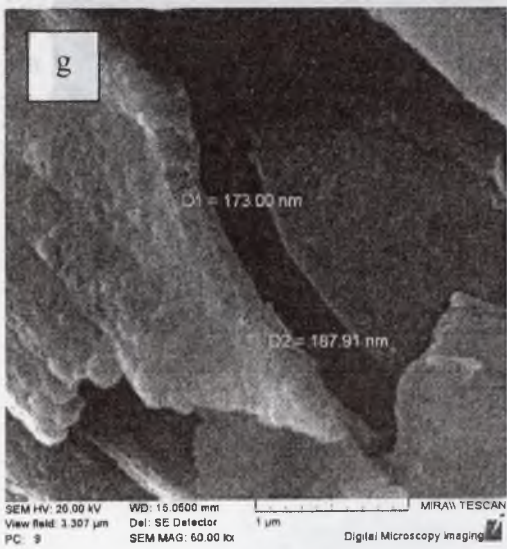
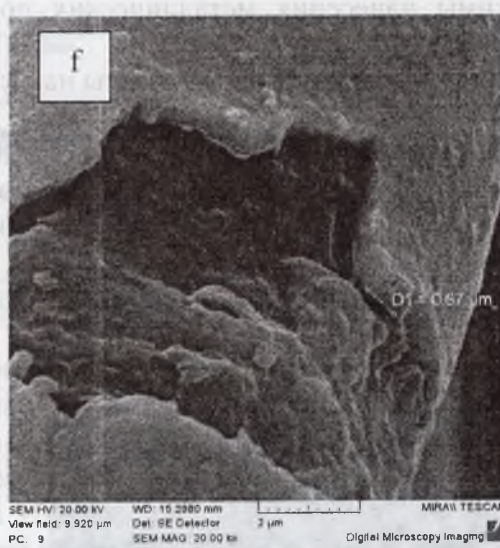
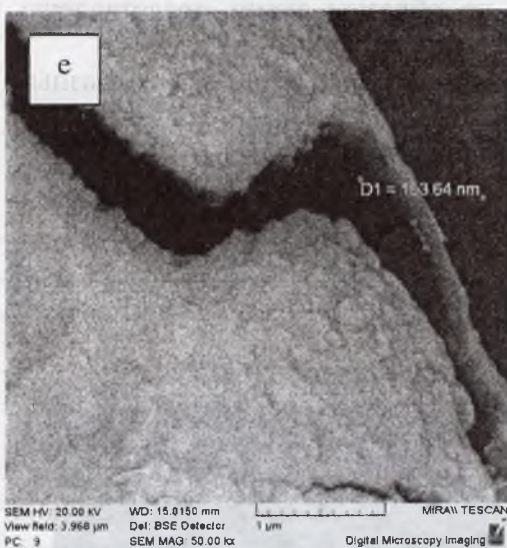
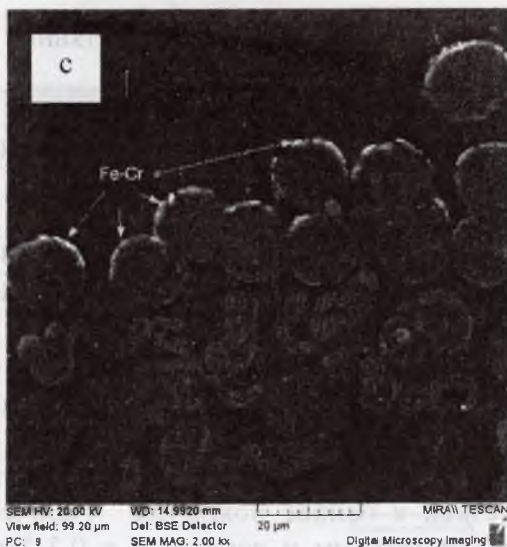
Ионы	Ток разряда I, mA	Напряжение Разряда U, В	Плотность ионного тока, j_i mA/cm ²	Средняя энергия ионов, E_i кэВ	Скорость сканирования рамки, s_p см/с	Кол-во проходов
Ar	500	2000	3	2	1,5	4
O ₂	400	1800	2.4	1,8	1,5	4

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/см 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





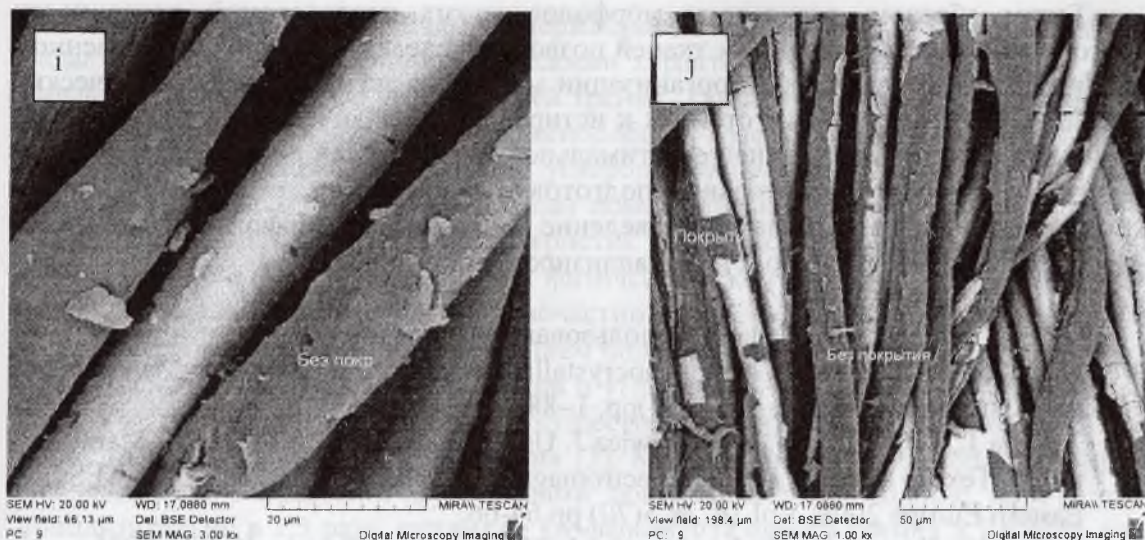


Рис. 3. Морфология поверхности образцов тканей: a,b – исходные, c,e,g, i, – металлизированные сталью, b,d, f,h,j, – металлизированные медью.

Исследование морфологии образцов проводили на сканирующем электронном микроскопе высокого разрешения "Mira" фирмы "Tescan" (Чехия), оснащенном детекторами вторичных электронов (SE) и обратно отраженных электронов (BSE), которые позволяют проводить исследование образцов в двух режимах. При съемке образцов в режиме вторичных электронов, контраст на изображении создается за счет отражения электронного пучка от поверхности образца. В случае исследования при помощи детектора обратно отраженных электронов, контраст на картинке создается за счет усредненного атомного номера, и в данных образцах участки с металлическим покрытием выглядят более светлыми, по сравнению с материалом без покрытия. На образцах с медным покрытием этот контраст виден лучше, чем со стальным покрытием. Съемку образцов осуществляли при ускоряющем напряжении 20 кВ. Исследование элементного состава проводили с помощью микрорентгеноспектрального анализатора «INCA 350» фирмы «Oxford Instruments» (Англия). Определяемые элементы от В до U. Минимальный предел обнаружения элемента – 0,5%. Погрешность метода составляла 3-5 относительных процентов.

Для проверки устойчивости к механическому воздействию образцы металлизированных тканей подвергали стирке в теплой воде с хозяйственным мылом, затем промывке в проточной воде.

На рисунке 3-а,b видно, что исходные не металлизированные 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 (Рис.3-с,d,). На отдельных волокнах наблюдаются нарушения сплошности покрытий в виде разломов, продольных и поперечных трещин (Рис.3-g,h,). 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 (Рис.3- i,j)

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 использованных источников

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.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДИСПЕРГИРОВАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ НАНОЧАСТИЦ ПРИ ИЗБЫТОЧНОМ СТАТИЧЕСКОМ ДАВЛЕНИИ ДО 10 АТМ

Клубович В. В.^{1,2}, Свириденко А. И.³, Рубаник В. В.^{1,2}, Янусов В. А.¹,
Махановская О. Н.^{1,2}, Багрец Д. А.¹

¹ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси», г. Витебск, Республика Беларусь, ita@vitebsk.by

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

³ГНУ «НИЦПР НАН Беларуси», г. Гродно, Республика Беларусь

Объектом исследования является суспензия, содержащая углеродные наночастицы. В процессе работы спроектирован и изготовлен акустический узел для ультразвуковой обработки наносуспензии при избыточном статическом давлении до 10 атм. Суспензии приготавливали с использованием поверхностно-активного вещества (ПАВ), в качестве которого был выбран додецилсульфат натрия. Результаты предварительных экспериментов свидетельствуют об эффективности ультразвукового диспергирования углеродного наноматериала при повышенном статическом давлении в присутствии ПАВ.

Введение

Наносуспензии, содержащие углеродные наночастицы (фуллерены, нанотрубки, астралены (рисунок 1)), представляют большой научный и практический интерес, и относятся к числу перспективных наноматериалов, спектр применений которых неуклонно расширяется. К таким видам наносуспензий относятся, в частности, смазочные и лакокрасочные материалы, модифицированные углеродными наноча-