

РАЗРАБОТКА ТКАНИ С ЭКРАНИРУЮЩИМ ЭФФЕКТОМ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕЁ СВОЙСТВ

Т.П. Бондарева, Е.Г. Замостоцкий, В.В. Невских

УДК 677.074

РЕФЕРАТ

НАНОПОКРЫТИЯ, ЭКРАНИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ, ЛЬНОСОДЕРЖАЩАЯ, ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩАЯ НИТЬ, НАНОРАЗМЕР ПОР, ПЛЕНКА МЕДИ, ТИТАНА И ХРОМА, АНТИСТАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Разработана структура и исследованы свойства ткани для нанесения нанопокрывания и создания экранирующего эффекта. В утке использована льносодержащая электропроводящая нить линейной плотности 50 текс. Вафельное переплетение ткани позволяет создать экранирующий эффект с заданными наноразмерами пор. Экранирующий эффект на ткани достигается нанесением наноструктурированных пленок меди, титана и хрома. Ткань может использоваться для широкого ассортимента текстильных изделий с антистатическими свойствами и высокой степенью ослабления и отражения электромагнитного излучения.

ABSTRACT

NANOCOVERING, SHIELDING EFFECT, LINENCONTAINING WEFT, ELECTROCONDUCTIVE YARN, NANOSIZED PORES, COPPER FOIL, COPPER, TITANIUM AND CHROMIUM COATING, ANTISTATIC PROPERTIES

The structure is developed and properties of the fabric for nanocovering application and creation of shielding effect are investigated. In the weft the electroconductive linen thread of line density 50 tex is used. The towel weave of the fabric allows to create a shielding effect with prescribed nanoscale pores. The shielding effect on the fabric is reached by application of the nano structured films of copper, titan and chrome. The fabric can be used for the wide range of textile products with antistatic properties and high degree of attenuation and reflection of electromagnetic radiation.

В наши дни, когда практически каждый ребенок пользуется собственным мобильным телефоном, ежедневно смотрит телевизор и много времени проводит перед компьютером, очень важно максимально защитить детей от негативных последствий воздействия электромагнитных волн.

Разработка текстильных материалов с металлическими покрытиями для использования в качестве высокоэффективных гибких электромагнитных экранов и поглотителей электромагнитного излучения в X-диапазоне (X-band) является актуальной научной задачей современности.

Интенсивное развитие имеет производство синтетических волокон, наполненных наночастицами оксидов металлов: TiO_2 , Al_2O_3 , ZnO , MgO . Такие волокна приобретают особые свойства: фотокаталитическую активность; УФ-защиту; антимикробные свойства; электро-проводность; грязеотталкивающие свойства; фотоокислительную способность в различных химических и

биологических условиях [1].

В производстве нановолокон интересным направлением является придание волокнам ячеистой, пористой структуры с определенными наноразмерами пор. При этом достигается резкое снижение удельной массы (получение легких материалов), хорошая теплоизоляция, устойчивость к растрескиванию, биологическая защита [2].

Цель работы – подбор оптимального вида переплетения для выработки ткани с антистатическими свойствами, служащей основой для последующего нанесения нанопокрывания и создания экранирующего эффекта, позволяющего создать на ткани наилучший отражающий эффект электромагнитного излучения (ЭМИ).

Для выполнения поставленной цели были решены следующие задачи:

- выбран сырьевой состав нитей основы и утка;
- подобран вид переплетения и разработана структура ткани;

– наработана ткань, на которую нанесены наноструктурированные пленки из меди, титана и хрома;

– исследованы экранирующие свойства ткани с нанопокрывом из пленок меди, титана и хрома, создающих экранирующий эффект.

Для выработки опытной ткани была использована хлопчатобумажная пряжа линейной

плотности 25 текс × 2 в основе и комбинированная льносодержащая электропроводящая нить линейной плотности 50 текс с медной проволокой в утке. Сырьевой состав и основные физико-механические показатели нитей, использованных для разрабатываемой ткани, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели физико-механических свойств нитей

Наименование показателя	Значение	
	основа	уток
Состав сырья	100% хлопок	лен, полиэфир, медь
Линейная плотность, текс	25 × 2	50
Допускаемое отклонение кондиционной линейной плотности от номинальной, %	+1,5	4,6
	-2,5	
Разрывная нагрузка, сН	675	1285
Величина крутки, кр/м	650	
Коэффициент крутки, не более	47,4	
Относительное разрывное удлинение, %	6,7	10
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	11,2	3,8
Жесткость, сН	9930	
Показатель качества, не менее	1,23	

В результате исследований опытной суровой ткани определены показатели основных физико-механических свойств, установлено, что разрывная нагрузка, воздухопроницаемость, поверхностная плотность опытной ткани выше, чем

у ткани базового образца, в основе и утке которой используется крученая хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 25 текс × 2. Результаты исследований базового и опытного образца тканей приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические свойства суровой ткани

Наименование показателя	Размерность	Значение	
		Базовый образец	Опытный образец
Ширина суровой ткани	см	88	88
Плотность ткани	нит/10см	212	212
		188	190
Разрывная нагрузка полоски ткани размером 50×200 мм	Н	183	213
		246,2	1587,5
Разрывное удлинение	мм	31	29
		24,2	30,5
Поверхностная плотность ткани	г/м ²	218,2	215,5
Уработка нитей	%	6,19	2,9
		4,4	6,8
Воздухопроницаемость	дм ³ /м ² ·с	877	652

Нанесение нанопокрyтия различных металлов (хром, медь, титан) на поверхность опытной ткани было осуществлено в условиях лаборатории кафедры «Защита информации» Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники (г. Минск).

Нанесение наноструктурированных пленок меди, титана и хрома на опытный образец ткани осуществлялось вакуумно-дуговым осаждением в вакууме и среде углекислого газа (CO_2) при следующих параметрах: остаточное давление $3 \cdot 10^{-3}$ Па, давление газа $1,5 \cdot 10^{-1}$ Па, ток катодной дуги 55 А. Время осаждения от 5 до 20 мин. Толщина покрытия 0,1–1,5 мкм (на образцах-свидетелях – 0,4 мкм).

Исследование структуры наноразмерных покрытий и экранирующей способности (экранирующих характеристик – коэффициентов ослабления и отражения ЭМИ) ткани, выработанной с использованием комбинированной льносодержащей электропроводящей нити в утке, проводилось там же на растровом электронном микроскопе. Измерения экранирующих характеристик ткани с нанопокрyтием проводили с помощью анализатора цепей и волнового измерителя в диапазоне 8 – 12 ГГц.

На рисунке 1 приведена фотокопия фактурной поверхности экранирующей ткани, сделанная с помощью микроскопа (коэффициент увеличения 63).



Рисунок 1 – Структура экранирующей ткани под микроскопом

Значения коэффициентов ослабления и отражения опытной экранирующей ткани с нанопокрyтием меди (Cu) показаны на рисунке 2, с

нанопокрyтием титана (Ti) – на рисунке 3, с нанопокрyтием хрома (Cr) – на рисунке 4.

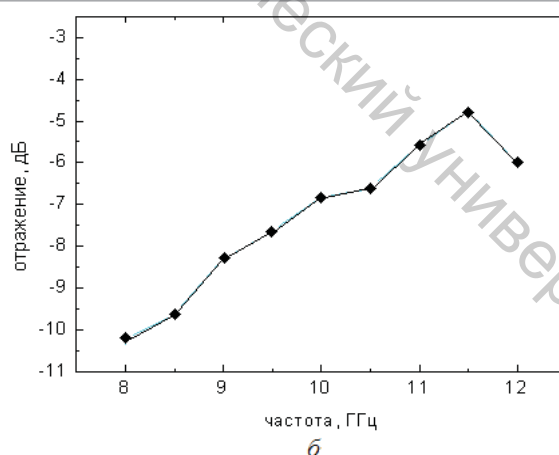
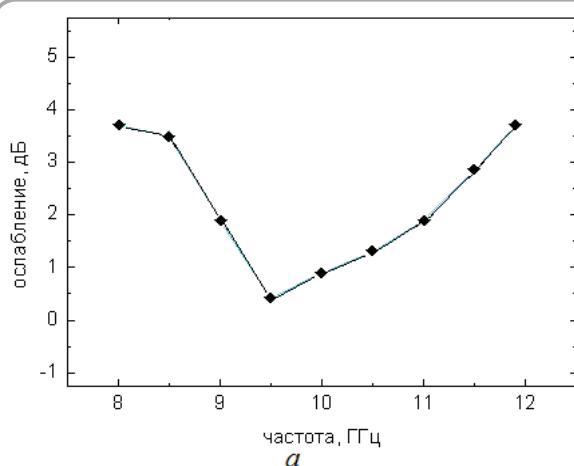


Рисунок 2 – Экранирующие характеристики ткани с покрытием из Cu:

а – значения коэффициентов ослабления; б – значения коэффициентов отражения

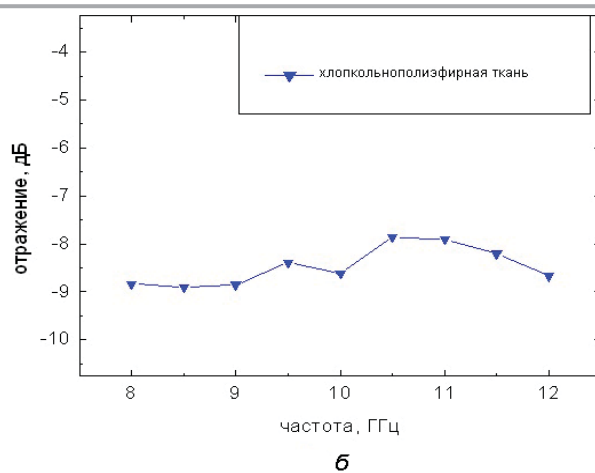
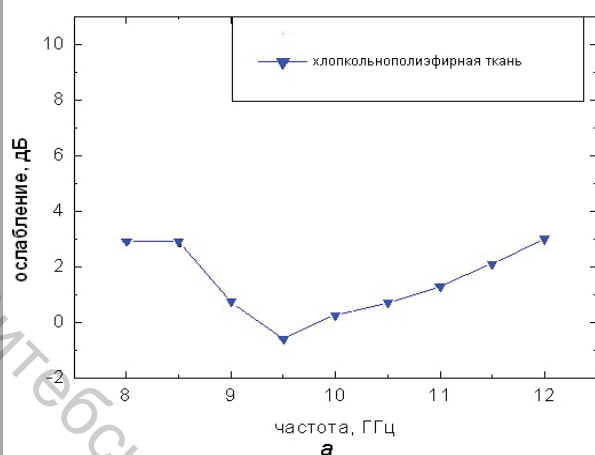


Рисунок 3 – Экранирующие характеристики тканей, покрытых Ti: а – значения коэффициентов ослабления; б – значения коэффициентов отражения

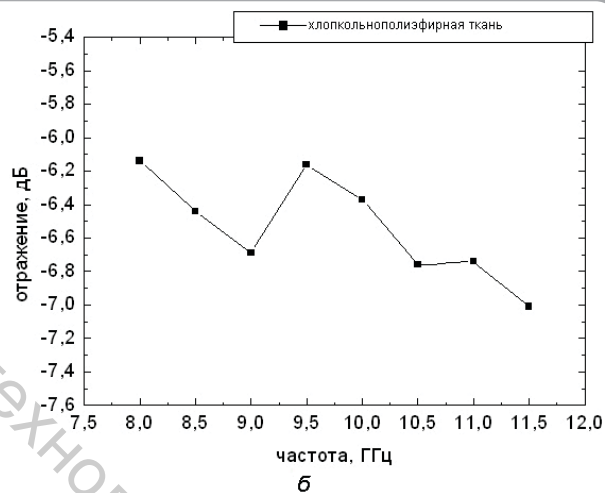
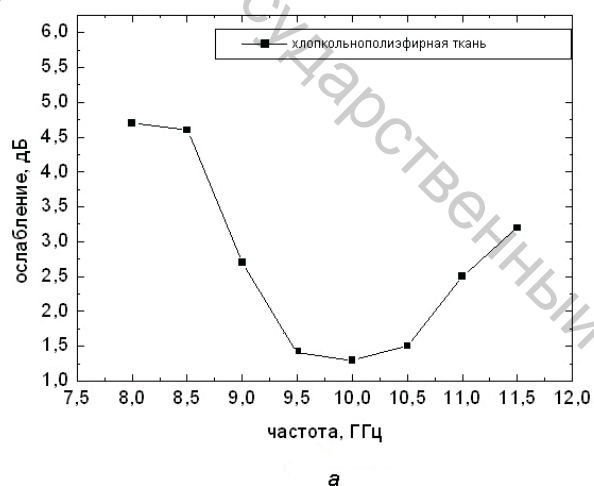


Рисунок 4 – Экранирующие характеристики тканей, покрытых Cr: а – значения коэффициентов ослабления; б – значения коэффициентов отражения

Коэффициенты ослабления ЭМИ образцов текстильных материалов, покрытых медью, имеют значения до 5 дБ, покрытых титаном – до 10 дБ, покрытых хромом – до 6 дБ, а для углеродной ткани, покрытой медью, – от 21 до 26,5 дБ.

Коэффициенты отражения ЭМИ образцов текстильных материалов, покрытых медью, изменяются в диапазоне от 3 до 11,5 дБ, покрытых титаном – от 3,5 до 10,5 дБ, покрытых хромом – от 5,6 до 7,4 дБ, а для образцов углеродной ткани, покрытой медью – от 0,4 до 1,6 дБ.

Также была изучена закономерность изменения экранирующих характеристик в диапазоне 0,01 – 18 ГГц.

Измерения проводили с помощью панорамного измерителя коэффициентов передачи и

отражения, содержащего коаксиальный СВЧ измерительный тракт сечением 7/3,04 мм. Полосы качания частоты измерителя с количеством частотных точек равны 256.

Закономерности изменения значений коэффициентов ослабления и отражения ЭМИ ткани, покрытой медью, в диапазонах 0,7 – 3 ГГц и 2 – 18 ГГц, показаны на рисунках 5 – 8.

Коэффициенты ослабления ЭМИ образцов хлопкольнополиэфирной ткани, покрытых медью, варьируются около 0 дБ, а коэффициенты отражения имеют значения 5 – 10 дБ в диапазоне 0,7 – 18 ГГц.

Проведенные исследования показали перспективность использования гибких электромагнитных экранов и поглотителей электро-

магнитного излучения на основе текстильных материалов с металлическими покрытиями и их высокую эффективность в X-диапазоне (X-band), то есть диапазоне, применяемом для наземной и спутниковой радиосвязи.

Основные преимущества тонкопленочных радиопоглощающих покрытий на основе наноструктурированных пленок меди, титана и хрома:

- использование одного вида покрытий с высокими значениями коэффициентов отражения в диапазоне частот 0,7–18 ГГц;

- высокие механическая прочность и термостойкость;
- экологически чистая и безотходная технология получения.

Технология может быть использована при создании на текстильной основе легких, прочных, долговечных и декоративно привлекательных радио экранирующих материалов, а также радиопоглощающих материалов, обладающих маскирующими свойствами в СВЧ-диапазоне.

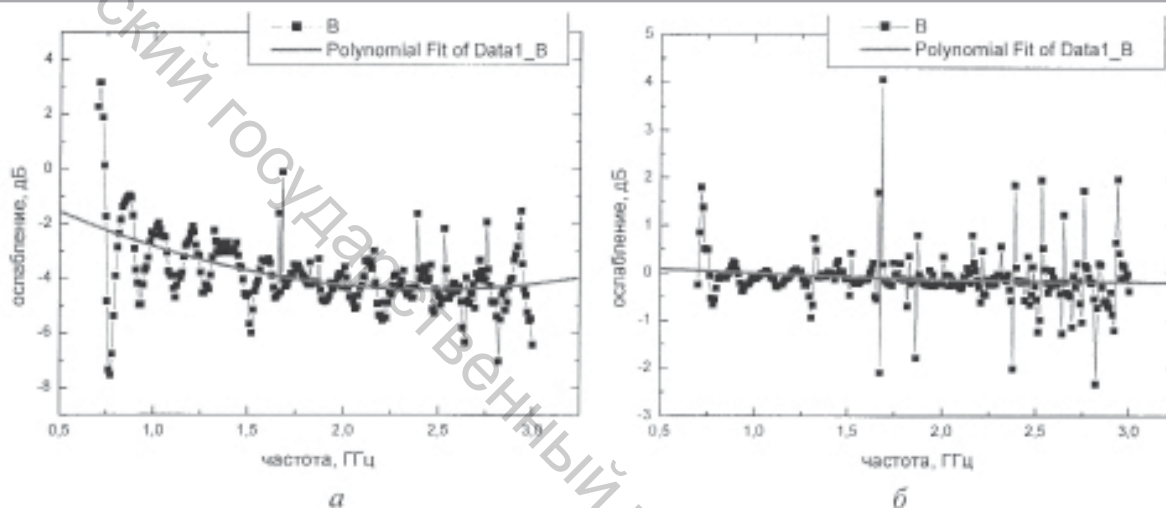


Рисунок 5 – Значения коэффициентов ослабления ЭМИ в диапазоне 0,7–3 ГГц: а – покрытия, осажденные в вакууме; б – покрытия, осажденные в среде CO_2

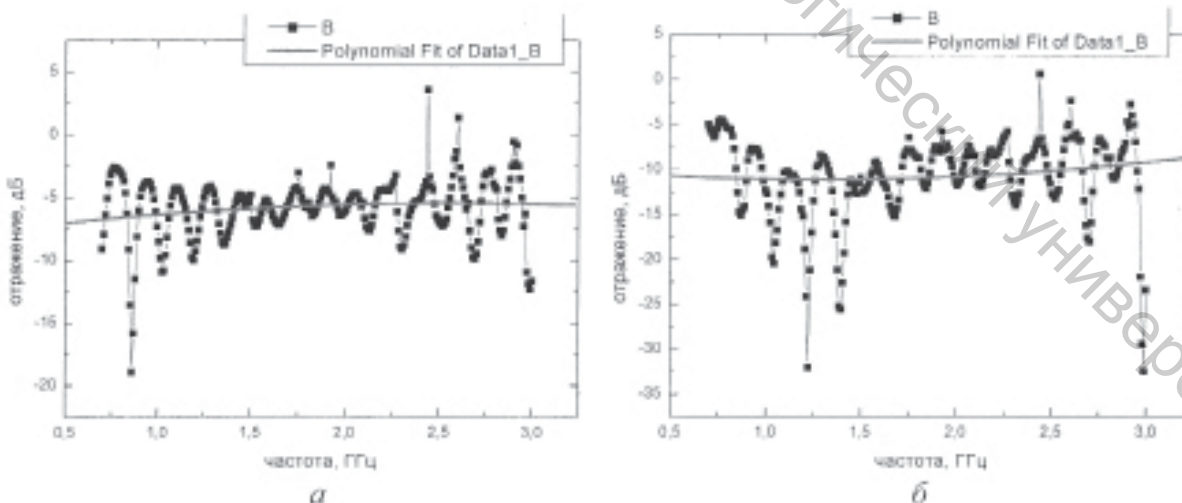
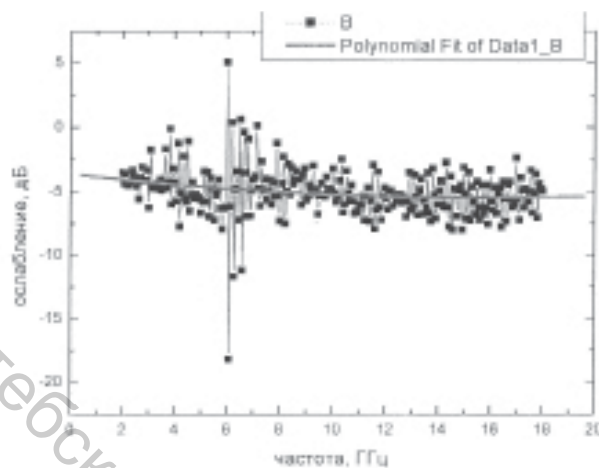
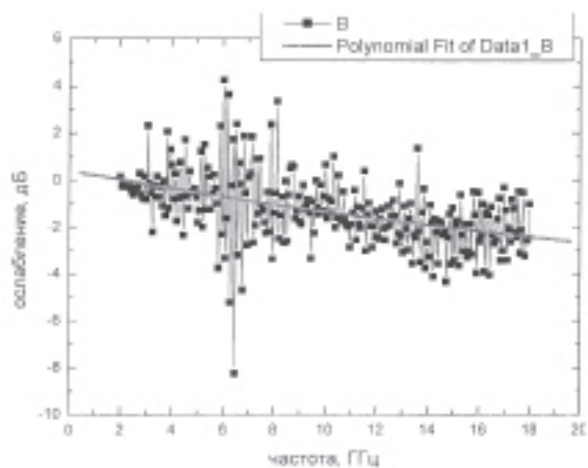


Рисунок 6 – Значения коэффициентов отражения в диапазоне 0,7–3 ГГц: а – покрытия, осажденные в вакууме; б – покрытия, осажденные в среде CO_2

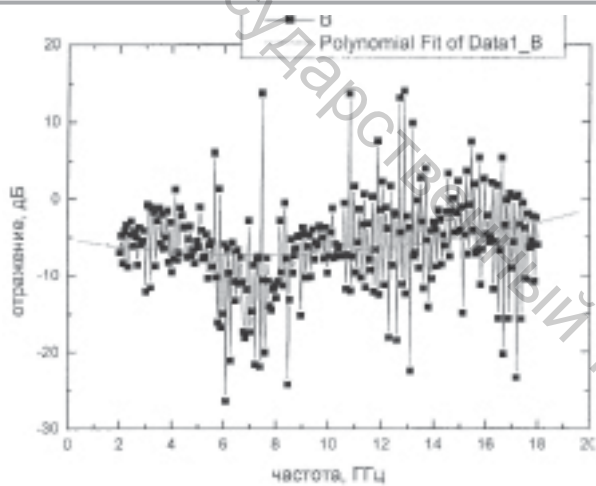


а

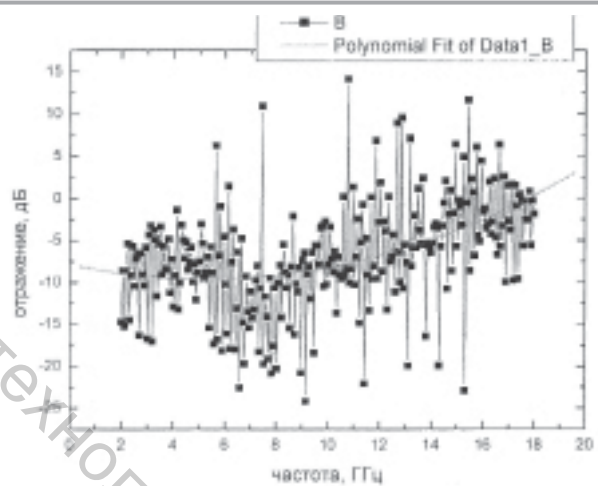


б

Рисунок 7 – Значения коэффициентов ослабления ЭМИ в диапазоне 2–18 ГГц: а – покрытия, осажденные в вакууме; б – покрытия, осажденные в среде CO_2



а



б

Рисунок 8 – Значения коэффициентов отражения ЭМИ в диапазоне 2–18 ГГц: а – покрытия, осажденные в вакууме; б – покрытия, осажденные в среде CO_2

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нанотехнологии в текстильной отрасли (обзорная информация № 43–10) – Минск 2010, концерн «Беллегпром» РУП Центр научных исследований легкой промышленности. Отраслевой отдел научно-технической информации.
2. <http://www.ts-electro.ru>.

Статья поступила в редакцию 19.02.2013 г.