

нитеводами с постепенным выключением игл, но без сброса петель, далее осуществляются переносы петель со сдвигом с задней фонтуры на переднюю. В работе участвует один нитевод, который закрывает нижнюю часть прорези для овала лица в виде образованной путём переносов кулирной глади.

В шестой зоне вывязывается специальный участок в районе расположения ушей с помощью сочетания переплетений кулирной и производной глади. Сочетание кулирной глади с производной, позволяет достигнуть достаточно высокую плотность полотна, что повышает прочность изделия при уменьшении толщины относительно ластика 2+2. Данное комбинирование переплетений, влияет на 2 фактора: прохождение звука и теплозащитность ушной раковины. Под водой у человека ухудшается звуковая восприимчивость, поэтому надёжная связь с водолазом является одним из требований.

В седьмой зоне осуществляется закрытие верхней части прорези для овала лица, которое выполняется с помощью одного нитевода с провязыванием петель и их переносами.

В девятой зоне вязания происходит сужение изделия путём сбавок петель. Делается это с помощью переноса группы петель от края к середине изделия.

После вязания девятой зоны происходит перенос петель на переднюю фонтуру для следующего провязывания ряда сборки.

Таким образом, в результате работы проведен анализ конструкции водолазного подшлемника с точки зрения его модификации и улучшения потребительских свойств. Разработана структура, соответствующая требованиям к специальной защитной одежде водолазов и описана технология выработки водолазного подшлемника на базе трикотажных комбинированных переплетений. Изделие реализовано на плосковязальном оборудовании с электронным программным управлением фирмы Stoll (Stoll CMS 530 HP).

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р 52936-2008 Снаряжение вентилируемое водолазное. Общие технические требования. – М: Стандартинформ, 2008.
2. Кудрявин Л.А. Основы технологии трикотажного производства: учебник для вузов/Л.А. Кудрявин, И.И. Шалов. – М.: Легпромбытиздат, 1991.

УДК 677.02: 621.315.4

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТКАНЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ СТАЛЬНЫЕ ВОЛОКНА, ПРИ СОЗДАНИИ СРЕДСТВ ЭКРАНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF USING FABRICS CONTAINING STEEL FIBERS IN THE CREATION OF MEANS OF SHIELDING ELECTROMAGNETIC RADIATION

**Рыклин Д.Б., Дубровская О.А.
Ryklin D.B., Dubrovskaya V.A.**

Витебский государственный технологический университет. Республика Беларусь
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus
(e-mail: ryklin-db@mail.ru; olgadubrovskaya0279@gmail.com)

Аннотация. В статье представлены результаты исследований образцов тканей, содержащих в своем составе стальные волокна Bekinox, с целью определения возможности их использования в качестве основы для создания средств экранирования электромагнитного излучения. Для экспериментальных образцов тканей и многослойных пакетов из них

определены значения коэффициентов передачи электромагнитного излучения в частотном диапазоне от 0,7 до 17 ГГц.

Abstract. The paper presents the results of studies of fabrics containing Bekinox steel fibers in order to determine the possibility of their use as the basis for creating means for shielding electromagnetic radiation. For experimental samples of fabrics and its assemblies, the values of the transmission coefficients of electromagnetic radiation in the frequency range from 0,7 to 17 GHz were determined.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, экранирующая ткань, Bekinox, антистатическая нить, коэффициент передачи, многослойные пакеты.

Keywords: electromagnetic radiation, shielding fabric, Bekinox, antistatic yarn, transmission coefficient, multilayer bags.

С широким применением в различных производственных и бытовых сферах использования электронных устройств и гаджетов, которые оказывают вредное воздействие на здоровье человека возросла необходимость защиты от электромагнитных излучений (ЭМИ). Необходимую защиту могут выполнить текстильные материалы, содержащие электропроводящие компоненты. Целью данной работы является оценка возможности использования тканей, содержащей в своем составе стальные волокна Bekinox, для создания средств экранирования электромагнитного излучения.

Область применения электромагнитных экранов определяет предъявляемые к ним требования. Например, если электромагнитные экраны предполагаются для обеспечения защиты человека от воздействия электромагнитного излучения, то они должны характеризоваться высокими абсолютными значениями коэффициента отражения ЭМИ при низком абсолютном значении коэффициента передачи, гибкостью или эластичности, а также низкой массой 1 м², так как в рассматриваемом случае на основе этих экранов изготавливается спецодежда для персонала, обслуживающего или использующего радиоэлектронное оборудование, являющееся источником ЭМИ высокой интенсивности [0].

Одним из перспективных вариантов замены металлических экранов являются антистатические ткани, в структуру которых введены электропроводящие компоненты. Разработка таких тканей с экранирующими и антистатическими свойствами является одним из наиболее перспективных направлений развития ассортимента материалов технического назначения.

Наибольший интерес для Республики Беларусь представляет использование в составе тканей пряжи с вложением волокон Bekinox компании Bekaert [0]. Данное волокно представляет собой отрезки проволоки из нержавеющей стали. Выпуск смешанной пряжи с вложением волокон Bekinox в сочетании с другими волокнами освоен на ОАО «Гронитекс».

В таблице 1 представлены характеристики опытных образцов тканей, в структуре которых в виде сетки с прямоугольной ячейкой располагались антистатические нити.

Таблица 1. Характеристика опытных образцов тканей

Наименование показателя	Образец 1		Образец 2	
	основа	уток	основа	уток
Переплетение ткани	Саржа 2/2		Саржа 2/2	
Вид нити	хлопчатобумажная пряжа 25 текс × 2, пряжа 20 текс × 2 (90 % ПЭ и 10 % Bekinox)		хлопчатобумажная пряжа 25 текс × 2, пряжа 20 текс × 2 (90 % ПЭ и 10 % Bekinox)	
Плотность нитей в ткани, нит./1 см	17,4	18	17,4	18
Расстояние между антистатическими нитями, см	1,0	1,0	0,5	0,5

Для исследования экранирующих характеристик данных тканей использовался панорамный измеритель коэффициентов передачи и отражения SNA 0,01–18, состоящий из блока обработки измерительных сигналов и блока генератора качающейся частоты (ГКЧ), работающий по принципу отдельного выделения и непосредственного детектирования уровней падающей, отраженной и прошедшей через ткань электромагнитной волны (ЭМВ). Излучение и прием ЭМВ обеспечивался с помощью антенн Пб–23М в диапазоне частот 0,7 – 17,0 ГГц.

Испытаниям подвергались не только образцы тканей, но и пакетов, полученных при сложении тканей в 2 и 4 слоя. В результате испытаний получены зависимости коэффициента передачи от частоты ЭМИ, представленные на рисунках 1 и 2.

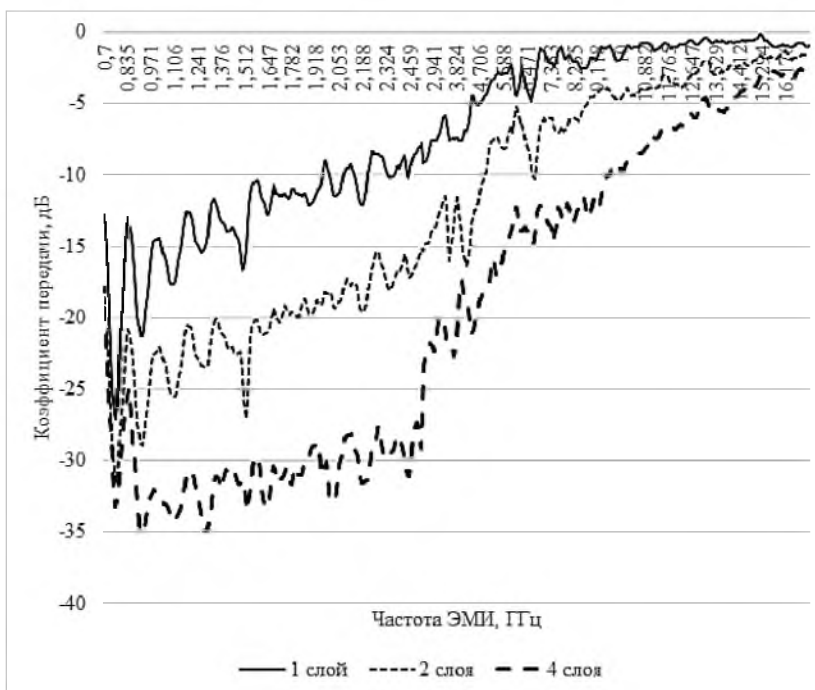


Рис. 1. Частотные зависимости коэффициента передачи ткани 1 и пакетов из нее

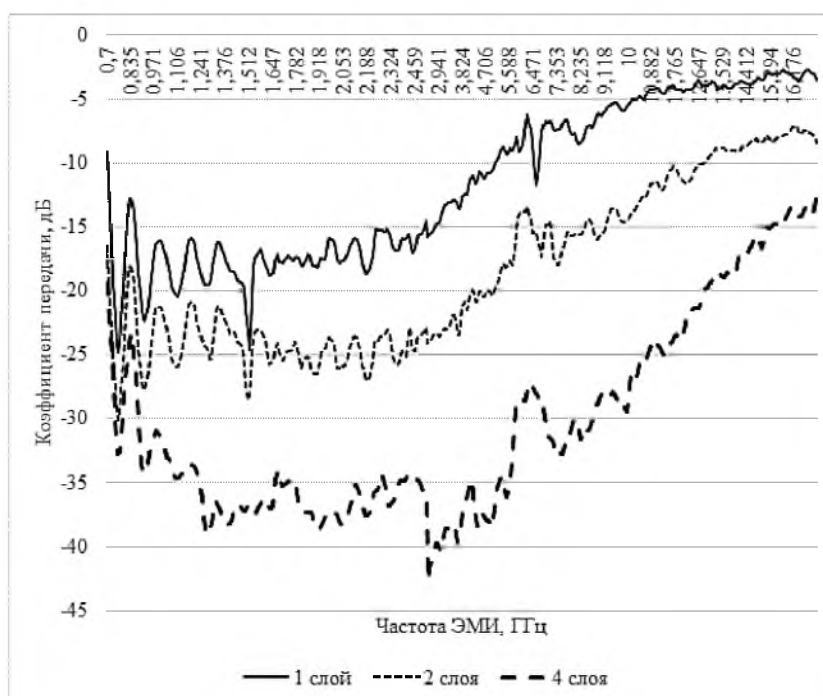


Рис. 2. Частотные зависимости коэффициента передачи ткани 2 и пакетов из нее

Анализируя полученные частотные зависимости, представленные на рисунке 1, можно сделать следующие выводы:

1. Абсолютное значение коэффициента передачи повышается с увеличением количества слоев тканей, содержащих в качестве электропроводящего компонента стальные волокна *VeKinox*, и снижается при повышении частоты ЭМИ.

2. Коэффициент передачи исследуемой ткани по модулю превышает 10 дБ при частоте ЭМИ в диапазоне от 0,7 до 2,2 ГГц, в то время как для двухслойного пакета данный диапазон расширен до 4,5 ГГц, а для четырехслойного – до 9,5 ГГц.

3. Наибольшим ослабляющим излучение эффектом характеризуется четырехслойный пакет, сформированный из тканей образца 1 в диапазоне частот ЭМИ от 1 до 2,5 ГГц. В данном диапазоне абсолютное значение коэффициента передачи в среднем составляет 31 дБ, что соответствует снижению мощности ЭМИ на 99,92 %.

Полученные зависимости для образца 2 (рис. 2) позволяют сделать следующие выводы:

1. Образец 2, испытанный в один слой, показал более существенную эффективность ослабления ЭМИ в диапазоне до 5 ГГц по сравнению с образцом 1, что в значительной степени объясняется меньшим расстоянием между антистатическими нитями и, как следствие, большим долевым содержанием в его составе электропроводящих компонентов. Наиболее существенное ослабление ЭМИ достигается в частотном диапазоне от 1 до 3 ГГц, в котором коэффициент передачи в среднем по модулю составляет 17 дБ, что соответствует ослаблению мощности излучения на 98%.

2. В диапазоне от 1 до 2,5 ГГц существенное повышение степени ослабления ЭМИ наблюдается с увеличением количества слоев тканей в 2 раза, а дальнейшее увеличение количества слоев оказывает существенно меньший эффект.

3. Наибольший существенный результат от сложения тканей в четыре слоя заметен при частоте ЭМИ в диапазоне от 1 до 5 ГГц, в котором среднее значение коэффициента передачи по модулю составляет 37 дБ, что соответствует эффективности ослабления ЭМИ 99,98 %. Для сравнения, пакет из двух слоев тканей образца 2 характеризуется абсолютным значением коэффициента передачи в среднем 24 дБ (ослабление ЭМИ – 99,6%), а для одного слоя ткани модуль коэффициента передачи в среднем 17 дБ (ослабление ЭМИ – 98%).

По результатам испытаний экранирующих свойств тканей, содержащих в своем составе стальные волокна *VeKinox*, можно сделать несколько основных выводов:

– эффективность ослабления ЭМИ образцов 1 и 2 уменьшается с увеличением частоты излучения электромагнитных полей;

– более эффективными в УВЧ диапазоне (0,7-3 ГГц) является использование тканей опытного образца 2 с эффективностью ослабления ЭМИ в среднем 17 дБ.

– наибольший существенный результат заметен в опытном образце 2 от сложения тканей в четыре слоя при частоте ЭМИ в диапазоне от 1 до 5 ГГц, в котором среднее значение коэффициента передачи по модулю составляет 37 дБ, что соответствует эффективности ослабления ЭМИ 99,98%.

– при увеличении частоты излучения до 18 ГГц ослабляющая способность образца 2 снижается в среднем до 11,5 дБ, но опытный образец всё равно обладает минимальным ослабляющим эффектом.

Повышения эффективности экранирующих тканей можно добиться, используя пакеты экранирующих тканей сложенные в два и большее количество слоев. Однако эффективность повышается до определенного предела и не превышает эффективности экранов из сплошных металлических листов.

Следовательно, данные наработанные ткани можно использовать в качестве радиопоглощающего материала, обладающего защищающими свойствами в УВЧ и СВЧ-диапазоне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдулхади Х.Д.А., Аль-Машатт Е.А.А., Богуш В.А., Бойправ О.В., Лыньков Л.М., Мухуров Н.И., Прудник А.М. Электромагнитные экраны на основе алюминия, его оксидов и углеродных волокон. Технологии, конструкции и свойства: монография / Х.Д.А. Абдулхади [и др.]; под ред. Л.М. Лынькова. – Минск.: Бестпринт, 2021. С. 7.

2. Anti-static fibers and yarns for textiles – Bekaert.com // 2021 <https://www.bekaert.com/en/products/basic-materials/textile/anti-static-fibers-and-yarns-for-textiles>.

УДК 620.3:615.46

ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ НА СВОЙСТВА НАНОВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ THE EFFECT OF RADIATION STERILIZATION ON THE PROPERTIES OF NANOFIBER MATERIALS

Рыклин Д.Б., Демидова М.А., Черников И.И.
Ryklin D.B., Demidova M.A., Chernikov I.I.

Витебский государственный технологический университет, Витебск
Vitebsk State Technological University, Vitebsk
(e-mail: ryklin-db@mail.ru)

Аннотация: В статье описаны результаты исследований по оценке влияния ионизирующего излучения на свойства нановолокнистых материалов, полученных методом электроформования из поливинилового спирта. Выработаны рекомендации по радиационной стерилизации нановолокнистых материалов медицинского назначения.

Abstract: The paper presents the results of the evaluation of ionizing radiation effect on the properties of nanofibrous materials obtained by electrospinning from polyvinyl alcohol. Recommendations for radiation sterilization of nanofibrous materials for medical application have been developed.

Ключевые слова: электроформование, нановолокнистые материалы, медицина, стерилизация.

Keywords: electrospinning, nanofiber materials, medicine, sterilization.

В последнее время электроформование стало наиболее эффективным способом получения микро- и нановолокон, обладающих специфическими свойствами для различных сфер применения, начиная от нужд защиты окружающей среды до разных сфер биомедицины [1]. Нановолокна широко используются в таких областях биомедицины, как тканевая инженерия и доставка лекарств из-за их большой площади поверхности и уникальных свойств. Чтобы достичь большей эффективности нановолокон, их поверхность функционализируется с помощью добавления различных лекарственных веществ с заданным профилем высвобождения различных факторов, а также увеличения клеточного ответа. Биосовместимые материалы играют важную роль в создании сред синтетического внеклеточного матрикса в качестве трехмерных каркасов для регенерации тканей, способных имитировать некоторые аспекты внеклеточного матрикса [2]. Нановолокна имеют особое преимущество при доставке спектра терапевтических препаратов для различных биомедицинских применений. Они могут быть изготовлены из природных и синтетических полимеров и обладать заданной морфологией, профилями высвобождения лекарственных средств и уникальными терапевтическими свойствами [3].

Ранее были проведены исследования по получению медицинской гемостатической