

Список использованной литературы

1. Li, Z., Wang, C. One-dimensional Nanostructures, Electrospinning technique and Unique Nanofibers / Z. Li, C. Wang. – New York: Springer, 2013. – 150 p.
2. Wang, H.S. Functional polymeric nanofibers from electrospinning / H.S. Wang, G.D. Fu, X.S. Li // Recent Patents on Nanotechnology. – 2009. – Vol. 3. – P. 21–31.
3. A review on polymer nanofibers by electrospinning and their applications in nanocomposites / Z.M. Huang [et al.] // Composites Science and Technology. – 2003. – Vol. 63. – P. 2223–2253.
4. Venugopal, J. Applications of polymer nanofibers in biomedicine and biotechnology / J. Venugopal, S. Ramakrishna // Applied Biochemistry and Biotechnology. – 2005. – Vol. 125. – P. 147–157.
5. Karakaş, H. Electrospinning of nanofibers and their applications / H. Karakaş // Materials Science. – 2015. – P. 1–35.
6. Stace, E.T. Biomaterials: Electrospinning / E.T. Stace [et. al.] // Comprehensive Biotechnology (Third Edition). – 2019. – Vol. 5. – P. 424–441.

©Демидова М.А., Рыклин Д.Б., Карнилов М.С., 2023

УДК 677.02 : 621.315.4

ВЛИЯНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ АНТИСТАТИЧЕСКИХ НИТЕЙ В ТКАНЯХ ДВУХСЛОЙНЫХ ПАКЕТОВ НА ИХ ЭКРАНИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА INFLUENCE OF POSITION OF ANTI-STATIC THREAD IN THE FABRICS OF TWO-LAYER PACKAGES ON THEIR SHIELDING PROPERTIES

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

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

Аннотация. Целью данной работы является анализ влияния расположения антистатических нитей на защитные свойства текстильных материалов при воздействии электромагнитного излучения. В качестве объекта исследований использовались опытная ткань и двухслойные пакеты из исследуемой ткани. Двухслойные пакеты были сформированы с различным расположением стальных волокон Векнох относительно слоёв. В результате испытаний получены частотные зависимости эффективности экранирования. Выявлено,

что на эффективность экранирования влияет количество слоев тканей и расположение антистатических нитей в тканях двухслойных пакетов.

Abstract. The target of this work is to analyze the influence of the arrangement of antistatic yarns on the protective properties of textiles when exposed to electromagnetic radiation. Experimental fabric and two-layer packages made from the fabric under study were used as the object of research. Two-layer packages were formed with different arrangements of Bekinox steel fibers relative to the layers. As a result of the tests, frequency dependences of the shielding efficiency were obtained. It was revealed that the shielding efficiency is affected by the number of layers of fabric and the location of antistatic yarns in the fabrics of two-layer packages.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, экранирующая ткань, Bekinox, антистатическая нить, коэффициент отражения, коэффициент передачи (ослабления), двухслойный пакет.

Keywords: electromagnetic radiation, shielding fabric, Bekinox, antistatic yarn, reflection coefficient, transmission (attenuation) coefficient, double-layer package.

В течение XX века воздействие искусственных электромагнитных полей на окружающую среду неуклонно возрастало из-за растущего спроса на электроэнергию, постоянно совершенствующихся технологий и изменений в социальном поведении. Спрос на новые материалы в области защиты от электромагнитных помех резко возрос за последние несколько десятилетий.

Антистатические ткани, в структуру которых введены электропроводящие компоненты, стали альтернативной заменой традиционно используемых металлических листов для экранирования оборудования и защиты человека. Широкое использование этих тканей обусловлено низкой плотностью, высокими физико-механическими свойствами, меньшим расходом металла, воздухопроницаемостью, лёгкостью в сравнении с металлическими листами. Разработка экранирующих тканей, способных противостоять вредному электромагнитному загрязнению, необходима для корректной работы электронных устройств и обеспечения здоровья и безопасности человека [1].

В ходе исследований было установлено, что двухслойные пакеты из экранирующих тканей, в структуре которых антистатические нити (АН) формируют решётку, в ряде случаев являются более эффективными при экранировании электромагнитного излучения (ЭМИ), чем образцы аналогичных тканей, испытанных в один слой [2, 3].

В предыдущих исследованиях [1, 2, 3] также было установлено, что на эффективность экранирования ткани влияет: увеличение количества слоёв тканей; расположение антистатических нитей в тканях двухслойных пакетов; увеличении содержания металла, толщины ткани, особенно для однослойных образцов; длина электромагнитной волны и размер решётки из антистатических нитей, необходимый для отражения волны.

Важно отметить, что при проведении исследований не учитывалось расположение антистатических нитей в многослойных пакетах опытных образцов.

Целью данного исследования является оценка влияния расположения антистатических нитей в тканях двухслойных пакетов защитные свойства текстильных материалов при воздействии электромагнитного излучения.

Опытный образец ткани 1 изготовлен по основе и по утку из хлопчатобумажной пряжи 25 текс \times 2 и пряжи 20 текс \times 2 (90% ПЭ и 10% Векinox), переплетение саржа 2/2, расстояние между электропроводящими нитями по основе и по утку – 0,5 см, содержание стального волокна в ткани – 1,6 г/м².

Опытные образцы 2а и 2б были сформированы из опытного образца 1 путем сложения его в 2 слоя, но с различным расположением антистатических нитей относительно одного слоя к другому (рисунок 1). Опытный образец 2а представляет собой двухслойный пакет из образца 1 с одинаковым расположением решетки из АН, то есть нити одного слоя расположены непосредственно за нитями другого слоя. Опытный образец 2б сформирован со смещением слоёв ячеек решётки на половину их размера по основе и по утку.

Оценка характеристик отражения и передачи ЭМИ изготовленных опытных образцов тканей выполнялась с использованием панорамного измерителя SNA 0,01–18 в соответствии с ГОСТ 20271.1-91 «Изделия электронные СВЧ. Методы измерения электрических параметров» в Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники (г. Минск). SNA 0,01–18 работает по принципу отдельного выделения и непосредственного детектирования уровней падающей и отражающей волн. Излучение и прием электромагнитных волн обеспечивался с помощью антенн Пб 23М в диапазоне частот 0,7–17,0 ГГц [4].

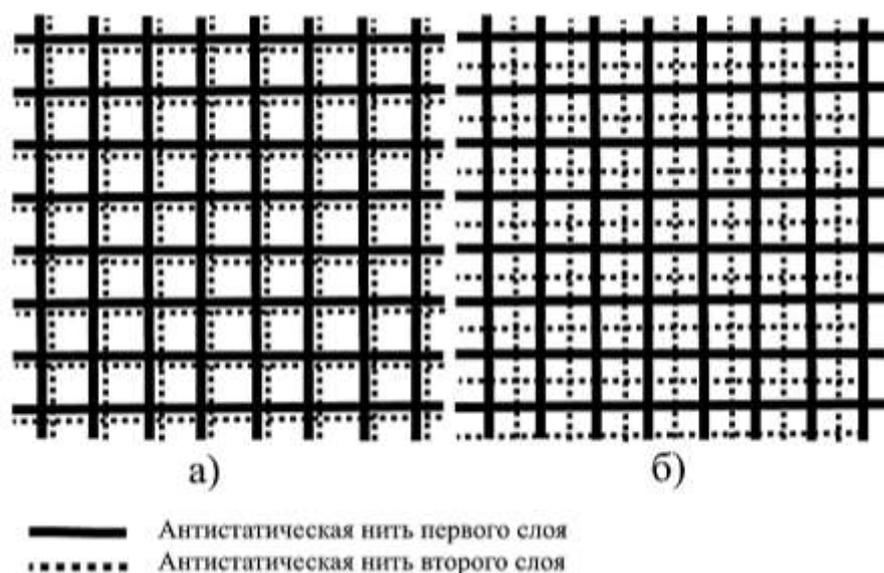


Рисунок 1 – Схема двухслойных пакетов опытного образца ткани с различным расположением антистатических нитей

Эффективность экранирования можно использовать для оценки степени подавления электромагнитной энергии материалами, экранирующими электромагнитные помехи, на определенной частоте ЭМИ. Эффективность экранирования можно оценить, как сумму коэффициентов передачи (поглощения), коэффициентов отражения и коэффициентов многократного внутреннего отражения [5].

На рисунке 2 представлены частотные зависимости эффективности экранирования опытных текстильных образцов в диапазоне ЭМИ от 0,7 до 17 дБ.

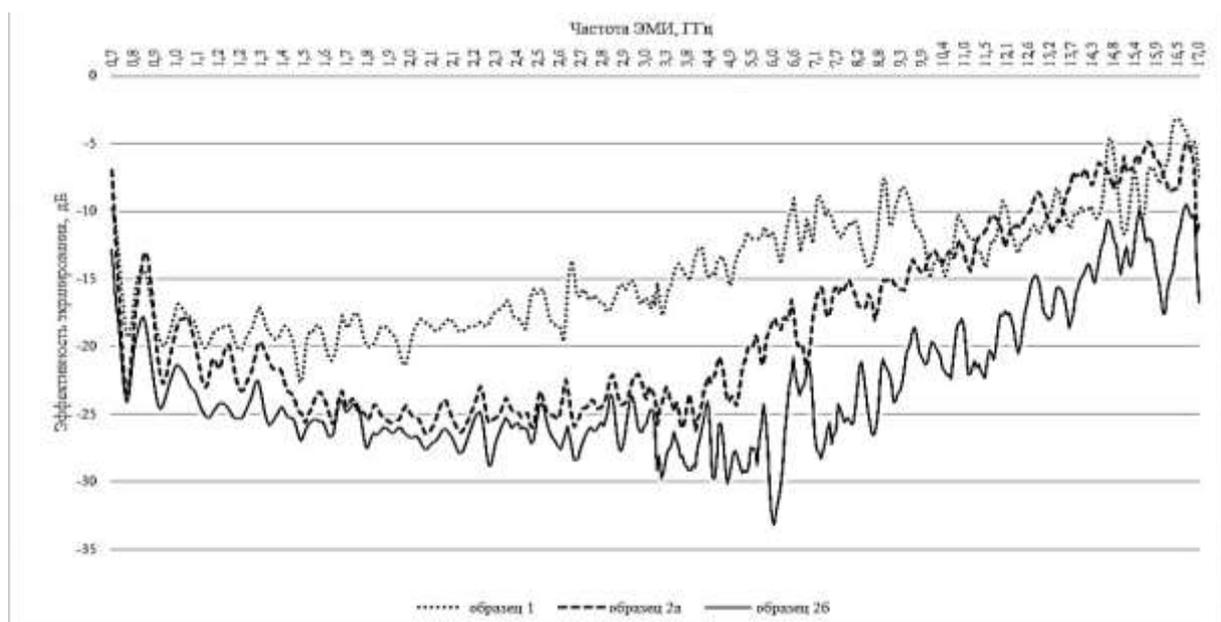


Рисунок 2 – Частотные зависимости эффективности экранирования опытных образцов ткани от количества слоев при частоте 0,7–17 ГГц

Из рисунка 2 следует, что характеристики эффективности экранирования ЭМИ в диапазоне частот 0,7–17,0 ГГц исследованных образцов тканей носят резонансный характер. Среднее значение эффективности экранирования в частотном диапазоне 0,7–4,5 ГГц для опытных образцов составляет: *образец 1* равно –17,7 дБ; *образец 2а* равно –23,1 дБ; *образец 2б* равно –25,4 дБ. Можно отметить, что в данном диапазоне опытные образцы тканей *2а* и *2б* существенно не отличаются друг от друга.

В частотном диапазоне 4,5–17 ГГц наблюдается тенденция к постепенному уменьшению абсолютных значений эффективности экранирования всех опытных образцов. При этом в данном диапазоне на эффективность экранирования существенное положительное влияние оказывает смещение решетки из антистатических нитей в слоях двухслойного пакета. При частотах ЭМИ более 10 ГГц существенного различия в эффективности экранирования исследуемых образцов *1* и *2а*, полученного при сложении тканей в два слоя без смещения решетки не достигается.

Таким образом, по результатам проведенного эксперимента можно сделать следующие выводы:

– в диапазоне 1,5–4,5 ГГц сложение слоёв тканей эффективно и не зависит существенно от относительного расположения антистатических нитей в них;

–при формировании двухслойных пакетов для экранирования ЭМИ в диапазоне частот 4,5–17 ГГц целесообразно осуществлять смещение решеток, сформированных из антистатических нитей в структуре тканей.

Список использованной литературы

1. Yin, J.; Ma, W.; Gao, Z.; Lei, X.; Jia, C. A Review of Electromagnetic Shielding Fabric, Wave-Absorbing Fabric and Wave-Transparent Fabric. *Polymers* 2022, 14, pp. 377. DOI: 10.3390/polym14030377.

2. Рыклин, Д.Б., Оценка экранирующих свойств тканей, защищающих от воздействия электромагнитного излучения / Д.Б. Рыклин, О.А. Дубровская // Вестник ВГТУ – №2 (43), 2022 – С. 53–63.

3. Рыклин, Д.Б. Влияние количества слоёв ткани на экранирующие свойства электромагнитных текстильных экранов/ Д.Б. Рыклин, О.А. Дубровская, Д.И. Кветковский, С.Э. Саванович // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. –№ 5 (401), 2022 – С. 49–55.

4. Гусинский, А.В., Векторные анализаторы цепей миллиметровых волн. Кн. 1. / А.В. Гусинский, Г.А. Шаров, А.М. Костринки. – Минск: БГУИР, 2008. 240 с.

5. Özkan, I., Telli, A. The effects of metal type, number of layers, and hybrid yarn placement on the absorption and reflection properties in electromagnetic shielding of woven fabrics. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*. Vol. 14: 1–13, 2019, pp. 1–13. DOI: 10.1177/1558925019860961.

©Рыклин Д.Б., Дубровская О.А., 2023

УДК 687.053

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ШВЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА THE FEATURES OF THE WORK OF SEWING PRODUCTION EQUIPMENT

**Морозов А.И., Прокопенко А.К.
Morozov A.I., Prokopenko A.K.**

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина, Москва
The Kosygin State University of Russia, Moscow
(e-mail: morozov1903@yandex.ru, prokopenkoak@mail.ru)*

Аннотация. Рассмотрено основное и вспомогательное оборудование, факторы, влияющие на качество продукции, и исследована важность