

4.5 Производство текстильных материалов

УДК 677.02 : 621.315.4

ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТРАЖЕНИЯ И ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ТКАНЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ КОМПОНЕНТОВ

*Рыклин Д.Б., д.т.н., проф., Кветковский Д.И., ст.преп.,
Дубровская О.А., асп.*

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. Целью данной работы является исследование коэффициентов отражения и передачи в тканях, содержащих в своем составе стальные волокна Bekinox и антистатические волокна Nega-Stat, и определение возможности их использования для создания экранов, защищающих от воздействия ЭМИ. В качестве объекта исследований использовались опытная ткань и двухслойные пакеты, сформированные из опытной ткани, с целью оценки возможности управления экранирующим эффектом и определения перспективных возможностей создания многослойных текстильных экранов. В результате испытаний получены зависимости коэффициентов отражения и передачи ткани от частоты ЭМИ.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, экранирующая ткань, Bekinox, Nega-Stat, антистатическая нить, коэффициент отражения, коэффициент передачи.

Экранирование является достаточно распространенным методом защиты людей, электронного и электрического оборудования от излучаемой электромагнитной энергии. Традиционные экраны изготавливаются из жестких металлических материалов с хорошо известными электромагнитными свойствами, например, сталь, медь, алюминий [1]. Но одним из перспективных вариантов замены металлических экранов являются антистатические ткани, в структуру которых введены электропроводящие компоненты. Основными преимуществами использования тканей являются меньший расход металлов, гибкость текстильных полотен, воздухопроницаемость и легкость экрана в сравнении с металлическими листами. Ткани с высокой электропроводностью все чаще используются для защиты от электромагнитных помех и электростатической защиты в различных областях, таких как экраны для корпусов оборудования, защитная одежда для персонала, работающего в магнитных полях высокого напряжения или в радиочастотных, микроволновых средах, способной надежно защищать человека от вредного электромагнитного воздействия; одежда с подогревом (например, для армии или спортсменов), экранирующие и заземляющие шторы, гибкие экранированные кофухи, халаты, чулки, ботинки и т. д. Не менее важными областями применения можно назвать экранирование геопатогенных зон и физиотерапевтических кабин, оборудование "чистых" комнат и "безэховых" камер, снятие статического электричества. В настоящее время металлические нити в сетеполотнах нашли применение при создании космических антенн.

Наибольший интерес для Республики Беларусь представляет использование в составе тканей пряжи с вложением волокон Bekinox компании Bekaert [2] и антистатических волокон Nega-Stat. Волокно Bekinox представляет собой отрезки проволоки из нержавеющей стали. А благодаря уникальной конструкции сердцевинки нити Nega-Stat происходит рассеивание статического электричества, что предотвращает взрыв по причине скопления статического электричества [3]. Одежда из такой ткани не требует заземления. Выпуск смешанной пряжи с вложением волокон Bekinox в сочетании с другими волокнами освоен на ОАО «Гронитекс» [4].

Целью данной работы является исследование коэффициентов передачи и отражения в тканях, содержащих в своем составе стальные волокна Bekinox и антистатические волокна Nega-Stat, и определение возможности их использования для создания экранов, защищающих от воздействия ЭМИ.

В качестве материала для исследований была выбрана экранирующая ткань переплетения саржа 2/2, изготовленная на базе хлопчатобумажной ткани. Экранирующие свойства ткани обеспечиваются введением в структуру тканей антистатических нитей вдоль основы и утка, образующих клетку размером 5×5 мм. Причем вдоль в качестве основных антистатических нитей использована пряжа линейной плотности 20 текс × 2, содержащая 90 % полиэфирного волокна и 10 % волокна Векінох, а в качестве утка – комбинированные нити линейной плотности 25,6 текс следующего состава: Nega-Stat – 22 %, хлопок – 78 %.

Для исследования экранирующих характеристик данной ткани в условиях лаборатории кафедры защиты информации Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники использовался панорамный измеритель коэффициентов передачи и отражения SNA 0,01–18, работающий по принципу раздельного выделения и непосредственного детектирования уровней падающей и отражающей волн. Излучение и прием электромагнитных волн обеспечивался с помощью антенн П6 23М в диапазоне частот 0,7–17,0 ГГц [5].

Также в качестве объекта исследований использовались двухслойные пакеты, сформированные из опытной ткани, с целью оценки возможности управления экранирующим эффектом и определения перспективных возможностей создания многослойных текстильных экранов. В результате испытаний получены зависимости коэффициентов отражения и передачи ткани от частоты ЭМИ.

Анализировались частотные характеристики опытных образцов материалов в зависимости от количества слоев. Результаты измерения зависимости коэффициентов отражения от частоты ЭМИ 0,7–17 ГГц представлены на рисунке 1.

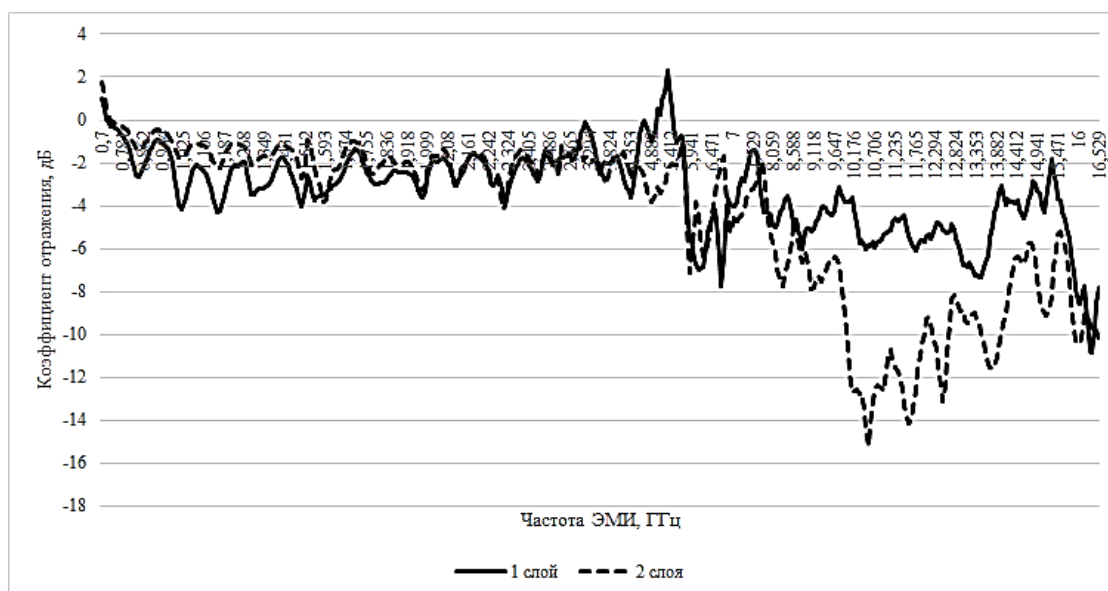


Рисунок 1 – Зависимость коэффициентов отражения опытного образца ткани от количества слоев при частоте 0,7–17 ГГц

Анализ экспериментальных результатов, приведенных на рисунке 1, показывает, что коэффициенты отражения существенно не различаются существенно в диапазоне 1–9 ГГц. Превышение этого диапазона приводит к существенному увеличению коэффициента отражения в двухслойном пакете, по отношению к образцу ткани. В среднем коэффициент отражения двухслойного пакета в диапазоне частот ЭМИ от 9–17 ГГц равен 10 дБ.

Результаты измерения зависимости коэффициентов передачи от частоты ЭМИ 0,7–17 ГГц представлены на рисунке 2.

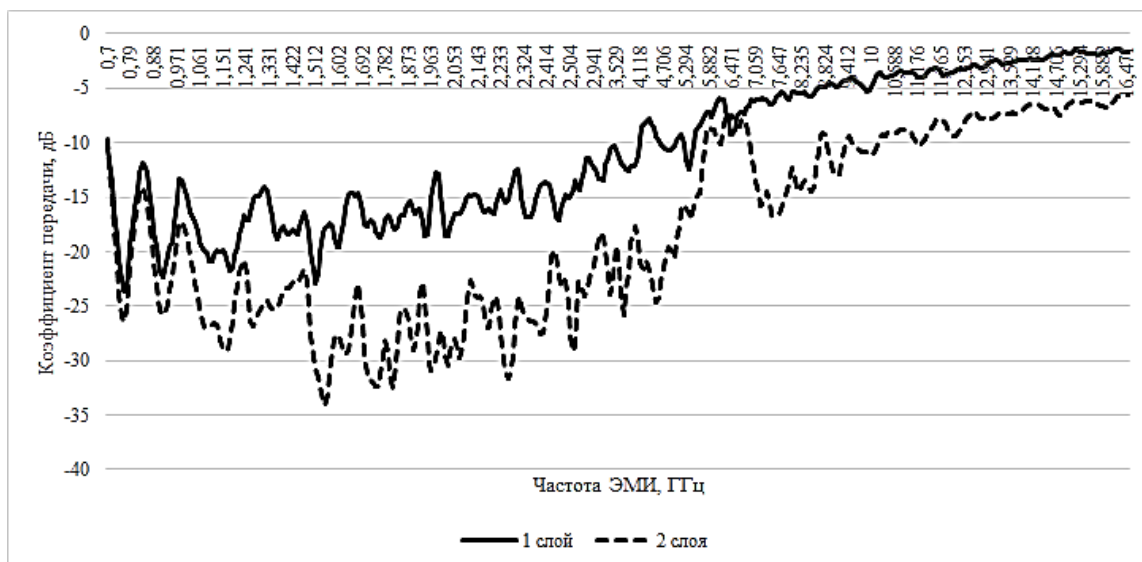


Рисунок 2 – Зависимость коэффициентов передачи опытного образца ткани от количества слоев при частоте 0,7–17 ГГц

Анализ экспериментальных результатов, приведенных на рисунке 2, показывает, что по коэффициенту передачи в частотном диапазоне ЭМИ 1–5 ГГц двухслойный пакет имеет явное преимущество. В данном диапазоне значение коэффициента передачи составляет 25,5 дБ. Коэффициент передачи опытного образца ткани и двухслойного пакета уменьшается с увеличением частоты ЭМИ от 5 до 17 ГГц.

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее эффективным для защиты от воздействия ЭМИ является двухслойный пакет в частотном диапазоне ЭМИ от 1–5 ГГц. Характеристики экранирующего опытного образца представляются перспективными для создания экранов ЭМИ.

Список использованных источников

1. Textiles in Electromagnetic Radiation Protection [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://article.sapub.org/10.5923.j.safety.20130202.01.html> .– Дата доступа: 10.04.2022.
2. Anti-static fibers and yarns for textiles – Bekaert.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bekaert.com/en/products/basic-materials/textile/anti-static-fibers-and-yarns-for-textiles> – Дата доступа: 12.04.2022.
3. Ткань «Статэл» с антистатической нитью Nega-Stat [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.technoavia.ru/polezno/technology/materials/negastat_souz – Дата доступа: 12.04.2022.
4. Рыклин, Д. Б. Определение влияния волокон Векіпох на удельное поверхностное электрическое сопротивление тканей / Д. Б. Рыклин, Д. И. Кветковский // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2021. – № 2 (41). – С. 73–80.
5. Гусинский, А. В. Векторные анализаторы цепей миллиметровых волн. Кн. 1. / А. В. Гусинский, Г. А. Шаров, А. М. Костринки. – Минск : БГУИР, 2008. – 240 с.