

Литература

1. Шорин, С.Н. Теплопередача / С.Н. Шорин. – М. : Высшая школа, 1964. – 492 с.
2. Бэк, Дж. Некорректные обратные задачи теплопроводности / Дж. Бэк, Б. Блакуэлл, Ч. Сент-Клэр. – М. : Мир, 1989. – 312 с.
3. Восстановление граничных условий теплообмена неоднородных тел путем решения обратных задач теплопроводности / Н.В. Пилипенко [и др.]. – СПб. : Университет ИТМО, 2021. – 69 с.

УДК 537.874

ТРЕХСЛОЙНЫЕ СИММЕТРИЧНЫЕ ЭЛАСТИЧНЫЕ И ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЭКРАНЫ НА ОСНОВЕ ФОЛЬГИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Бойправ О.В., Богущ Н.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. В работе представлена методика изготовления трехслойных электромагнитных экранов на основе фольгированных материалов. Эти экраны являются симметричными относительно фронта распространения электромагнитного излучения, т. к. структура и состав их первого и третьего слоев являются идентичными друг другу. Эти экраны характеризуются эластичностью и воздухопроницаемостью за счет того, что соответствующими свойствами характеризуются материалы, на основе которых они изготовлены. Экспериментальным путем установлено, что значения коэффициента передачи электромагнитного излучения в диапазоне частот 0,7–17,0 ГГц экранов, изготовленных в соответствии с представленной методикой, изменяются в пределах от –10,0 до –35,0 дБ. Такие экраны целесообразно использовать для защиты радиоизмерительных приборов от воздействия СВЧ-помех.

Ключевые слова: алюминий, коэффициент отражения, коэффициент передачи, медь, фольгированный материал, электромагнитный экран.

THREE-LAYER SYMMETRICAL ELASTIC AND AIR-PERMEABLE ELECTROMAGNETIC SHIELDS BASED ON FOIL MATERIALS

Boiprav O., Bogush N.

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. The paper presents the method for manufacturing three-layer electromagnetic shields based on foil materials. These shields are symmetrical with respect to the electromagnetic radiation propagation front, since the structure and composition of their first and third layers are identical to each other. These shields are characterized by elasticity and air-permeable due to the fact that the materials on which they are made are characterized by the corresponding properties. It has been established experimentally that electromagnetic radiation transmission coefficient values in the frequency range 0,7–17,0 GHz of the shields manufactured in accordance with the presented method vary from –10,0 to –35,0 dB. It is advisable to use such shields to protect radio measuring equipment from the effects of microwave interference.

Key words: aluminum, reflection coefficient, transmission coefficient, copper, foil material, electromagnetic shield.

*Адрес для переписки: Бойправ О.В., ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220113, Республика Беларусь
e-mail: smi@bsuir.by*

В работе [1] представлена методика изготовления эластичных и воздухопроницаемых электромагнитных экранов, которая состоит в фиксации с одинаковым шагом на одной из поверхностей нетканого синтетического полотна прямоугольных фрагментов фольгированных материалов, характеризующихся одинаковым размером. Такие экраны являются несимметричными относительно фронта распространения электромагнитного излучения (ЭМИ), т. к. состав и структура их слоев не являются идентичными друг другу. Авторами была выдвинута гипотеза, в соот-

ветствии с которой можно увеличить значения коэффициента передачи ЭМИ электромагнитных экранов, изготовленных в соответствии с методикой, представленной в работе [1], путем придания таким экранам симметричной структуры относительно фронта распространения ЭМИ. В связи с этим цель исследования, результаты которого приведены в докладе, состояла в установлении закономерностей изменения значений коэффициентов отражения и передачи ЭМИ в СВЧ-диапазоне симметричных эластичных и воздухопроницаемых электромагнитных экранов, изготовленных в

соответствии с методикой, основанной на методике, представленной в работе [1], в зависимости от состава фольгированного материала, из которого изготовлены фрагменты, входящие в структуру таких экранов.

В ходе достижения этой цели были решены следующие задачи: 1) в соответствии с методикой, основанной на методике, представленной в работе [1], изготовлены на основе алюминий- и медьсодержащих фольгированных материалов; 2) выполнены измерения значений коэффициентов отражения и передачи ЭМИ в диапазоне частот 2,0–17,0 ГГц изготовленных экспериментальных образцов; 3) проведен сравнительный анализ характеристик отражения и передачи ЭМИ в диапазоне частот 2,0–17,0 ГГц изготовленных экспериментальных образцов и экспериментальных образцов, изготовленных в соответствии с методикой, представленной в работе [1].

Методика, основанная на методике, представленной в работе [1], и использованная для изготовления экспериментальных образцов электромагнитных экранов при решении первой из задач, поставленных для достижения цели исследования, состояла в фиксировании с одинаковым шагом и одинаковым образом на обеих поверхностях нетканого синтетического полотна характеризующихся одинаковыми размером прямоугольных фрагментов алюминий- или медьсодержащих фольгированных материалов. В структуру изготовленных экспериментальных образцов входили три слоя, первый и третий из которых были идентичными и представляли собой совокупность прямоугольных указанных фрагментов. Соотношение между суммарной площадью последних и суммарной площадью участков поверхностей нетканого синтетического полотна, не покрытых указанными фрагментами, составляло 75,0 %.

По результатам решения второй и третьей задач, поставленных для достижения цели исследования, было установлено, что значения коэффициента передачи ЭМИ в диапазоне частот 0,7–6,0 ГГц рассмотренных симметричных электромагнитных экранов на основе алюминийсодержащих фольгированных материалов на 2,0–20,0 дБ ниже, чем значения коэффициента передачи ЭМИ в диапазоне частот 0,7–6,0 ГГц несимметричных электромагнитных экранов, рассмотренных в работе [1]. В диапазоне частот 6,0–17,0 ГГц разница между величинами указанного параметра незначительна (рисунок 1).

Значения коэффициента передачи ЭМИ в диапазонах частот 0,7–2,0 ГГц и 2,0–17,0 ГГц рассмотренных симметричных электромагнитных экранов на основе медьсодержащих фольгированных материалов соответственно на 2,0–10,0 дБ и на 10,0–20,0 дБ ниже, чем значения коэффициента передачи ЭМИ в указанных диапазонах частот

несимметричных электромагнитных экранов, рассмотренных в работе [1] (рисунок 2).

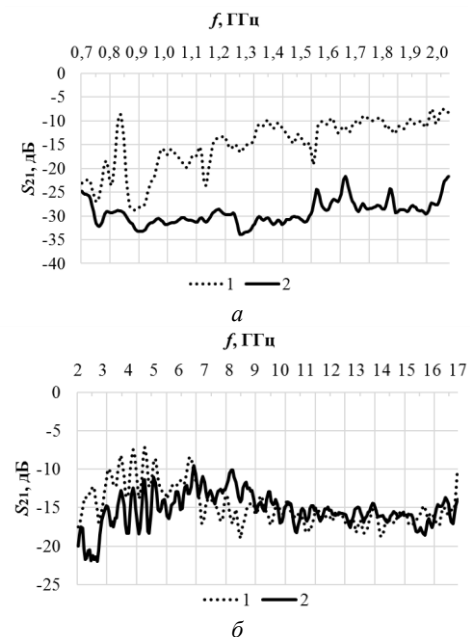


Рисунок 1 – Частотные зависимости коэффициента передачи электромагнитного излучения в диапазоне 0,7–2,0 ГГц (а) и 2,0–17,0 ГГц (б) образцов несимметричных (кривые 1) и симметричных (кривые 2) электромагнитных экранов на основе алюминийсодержащих фольгированных материалов

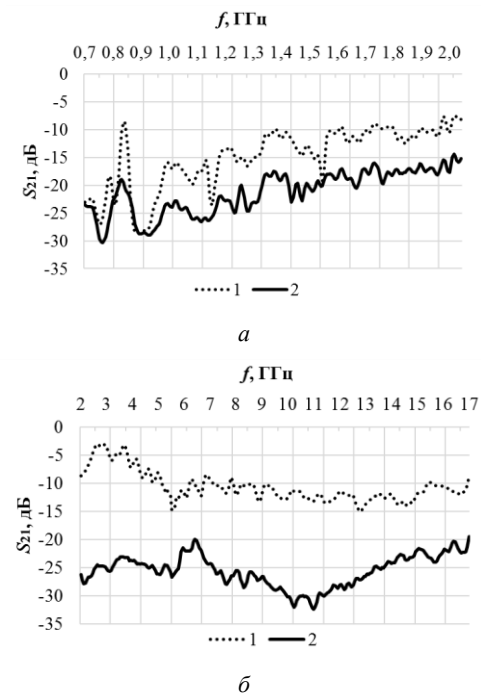


Рисунок 2 – Частотные зависимости коэффициента передачи электромагнитного излучения в диапазоне 0,7–2,0 ГГц (а) и 2,0–17,0 ГГц (б) образцов несимметричных (кривые 1) и симметричных (кривые 2) электромагнитных экранов на основе медьсодержащих фольгированных материалов

Рассмотренные электромагнитные экраны целесообразно использовать для защиты радиоизмерительных приборов от воздействия СВЧ-помех.

Благодарности. Работа выполнена в рамках НИР «Эластичные и воздухопроницаемые электромагнитные экраны на основе фольгированных материалов для обеспечения информационной и экологической безопасности» по заданию 1.5 «Разработка новых материалов и технологий для систем электромагнитной защиты радиоэлектронного и информационного оборудования, биологических объектов от воздействия широкого спектра электромагнитных излучений, обес-

печения электромагнитной безопасности населения и электромагнитной совместимости электро-, радиотехнических средств и оборудования» ГПНИ «Материаловедение, новые материалы и технологии» на 2021–2025 гг.

Литература

1. Boiprav, O. Improved Technique for Manufacturing of the Elastic Air-Permeable Electromagnetic Radiation Absorbers Based on Foil / O. Boiprav, S. A. Abdaljlil, A. Zerek // 2023 IEEE 3rd International Maghreb Meeting of the Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (MI-STA), Benghazi, Libya, 21–23 May 2023. – Benghazi : IEEE, 2023. – P. 501–509.

УДК 004.056:061.68

АЛГОРИТМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ С КАНАЛОМ ОПОВЕЩЕНИЯ ПО НИЗКОВОЛЬТНЫМ СЕТЯМ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА Бокуть Л.В.¹, Деев Н.А.²

¹Белорусский национальный технический университет,
²Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В работе на основе методов оптимальной и квазиоптимальной обработки сложного сигнала предложены алгоритмы устройств передачи и приема информации для систем пожарной сигнализации с каналом оповещения по промышленной сети электропитания.

Ключевые слова: передача информации, периодическая двоичная псевдослучайная последовательность, устройства обработки информации.

INFORMATION TRANSFER ALGORITHMS IN FIRE ALARM SYSTEMS WITH THE CHANNEL OF THE NOTIFICATION ON LOW-VOLTAGE ALTERNATING CURRENT MAINS Bokut L.¹, Deev N.²

¹Belarusian National Technical University
²The United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences of Belarus
Minsk, Republic of Belarus

Summary. In the work on the basis of methods of optimum and quasioptimum processing of a difficult signal algorithms of devices of transfer and reception of information for fire alarm systems with the channel of the notification on industrial network of power supply are offered.

Keywords: information transfer, periodic binary pseudorandom sequence, information processing devices.

Адрес для переписки: Бокуть Л.В., ул. Якуба Коласа, 22, г. Минск, 220113, Республика Беларусь
e-mail: lvbokut@bntu.by

В работе рассматриваются алгоритмы формирования сложных сигналов на основе передачи адресов абонентов двоичными числами.

Модель сообщения от i -го абонента представляется в виде функции $X_i(t)$, принимающей значение $X_i(t) = \{\pm 1\}$ с тактовой частотой $fT = 1/T$, где T – длительность символа.

Функция $g_i(t)$ представляет для каждого из k абонентов периодическую двоичную псевдослучайную последовательность (ПСП), код формирования которой меняется вместе со сменой последующих k абонентов.

Таким образом, число элементов ПСП $g_i(t)$ определяется тактовой частотой ПСП

$$f\Pi = 1/\tau_э,$$

где $\tau_э$ – длительность элемента ПСП.

Примем $\tau_э = T/40$.

Передача информации осуществляется путем фазовой манипуляции несущего колебания последовательностью $x_i(t) \cdot g_i(t)$, то есть сигнал представляется в виде:

$$s(t) = a0X_i(t)g_i(t) \cos[\omega t + \beta i]. \quad (1)$$

где ω и β_i – частота и начальная фаза сигнала i -го абонента (в общем случае). При кодовом (адресном) разделении абонентов ω и β остаются неизменными для всех абонентов.