

УДК 621.3.011.22

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ОТВЕРСТИЙ ФОЛЬГИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТРАЖЕНИЯ И ПЕРЕДАЧИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Е.А.А. АЛЬ-МАШАТТ, О.В. БОЙПРАВ, Л.М. ЛЫНЬКОВ, Н.И. МУХУРОВ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровка, 6, Минск, 220113, Беларусь*

Поступила в редакцию 20 мая 2016

Представлены результаты исследования характеристик отражения и передачи электромагнитного излучения в диапазоне частот 0,7...17 ГГц фольгированных материалов на основе алюминия в зависимости от формы содержащихся в них отверстий (круглая, квадратная, прямоугольная). Обоснованы преимущества применения таких материалов в целях изготовления экранирующих электромагнитное излучение кожухов для средств вычислительной техники.

Ключевые слова: алюминий, коэффициенты отражения и передачи электромагнитного излучения, фольгированный материал.

Введение

Снижение уровня побочного электромагнитного излучения (ЭМИ) средств вычислительной техники может быть обеспечено путем экранирования этих средств, для чего применяются материалы, уменьшающие напряженность электрической и магнитной составляющих такого излучения в диапазоне частот от десятков мегагерц до десятков гигагерц. На основе этих материалов создаются конструкции, предназначенные для монтажа на стены помещений, в которых располагаются экранируемые средства вычислительной техники. В случае если создание таких конструкций является невозможным ввиду материальных и/или временных ограничений, то решение задачи снижения уровня побочного ЭМИ средств вычислительной техники реализуется путем изготовления специальных экранирующих кожухов для них. Одно из требований, предъявляемых к таким кожухам, – воздухопроницаемость. В работе [1] предложено для получения конструкций электромагнитных экранов, характеризующихся свойством воздухопроницаемости и низкими значениями коэффициента передачи ЭМИ, использовать фольгированные материалы на основе алюминия, содержащие отверстия. В работах [2, 3] установлено, что от геометрических параметров материалов, используемых для экранирования ЭМИ, зависят закономерности их взаимодействия с ЭМИ радиочастотного диапазона длин волн за счет так называемых краевых эффектов. Цель настоящей работы заключалась в исследовании влияния формы отверстий фольгированных материалов на основе алюминия на значения их коэффициентов отражения и передачи ЭМИ в диапазоне частот 0,7...17 ГГц.

Методика проведения эксперимента

В работе исследованы три типа образцов фольгированных материалов на основе алюминия. Образец каждого из типов характеризовался наличием отверстий определенной геометрической формы. Отверстия в образце типа 1 представляли собой квадраты, размер сторон которых составлял 10 мм, отверстия образца типа 2 – круги с диаметром 10 мм, отверстия образца

типа 3 – равнобедренные прямоугольные треугольники, размер проведенной к гипотенузе высоты которых равен 10 мм.

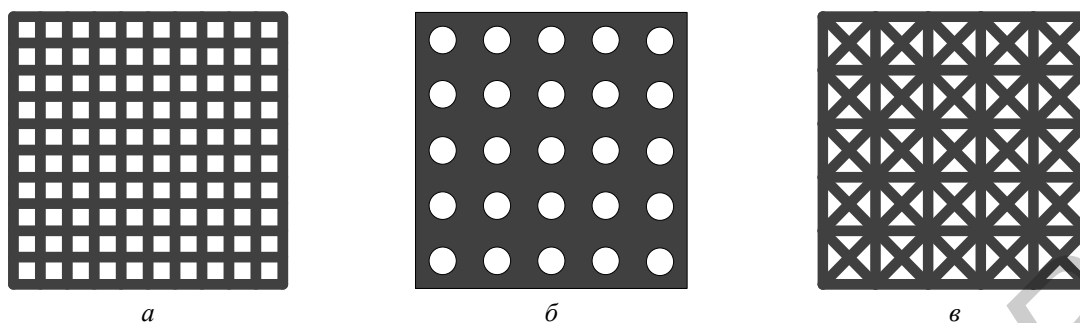


Рис. 1. Схематические изображения внешнего вида исследованных образцов фольгированных материалов на основе алюминия: *a* – образец типа 1; *б* – образец типа 2; *в* – образец типа 3

Измерение значений коэффициентов отражения и передачи ЭМИ в диапазоне частот 0,7...17 ГГц исследованных образцов фольгированных материалов на основе алюминия выполнялись в соответствии с методикой [4].

Результаты и их обсуждение

На основе результатов проведенных измерений построены частотные зависимости коэффициентов отражения и передачи ЭМИ в диапазоне 0,7...17 ГГц, которые представлены на рис. 2, 3 (кривые 1 соответствуют указанным зависимостям для исследованного образца фольгированного материала типа 1; кривые 2 и 3 – для исследованных образцов фольгированных материалов типов 2 и 3 соответственно).

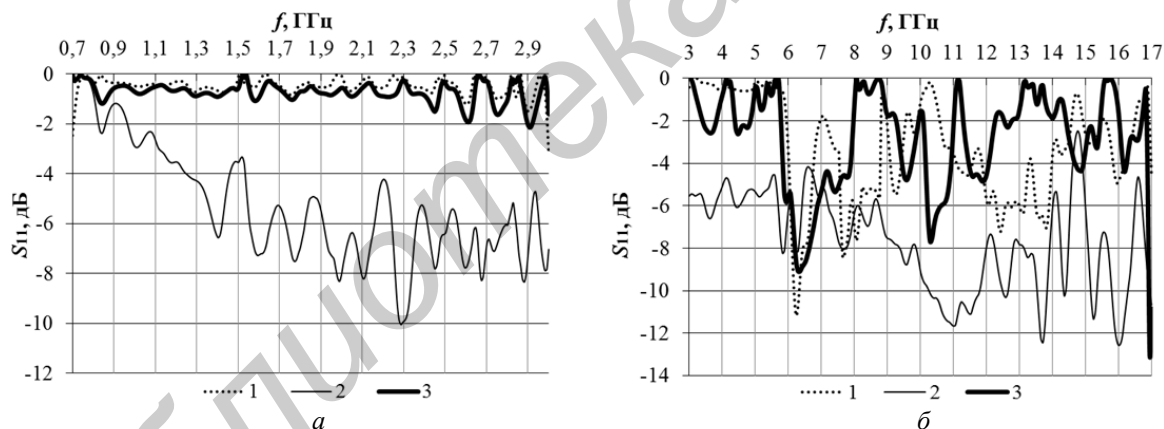


Рис. 2. Частотные зависимости коэффициента отражения ЭМИ в диапазоне 0,7...3 ГГц (*a*) и 3...17 ГГц (*б*) исследованных образцов фольгированных материалов на основе алюминия

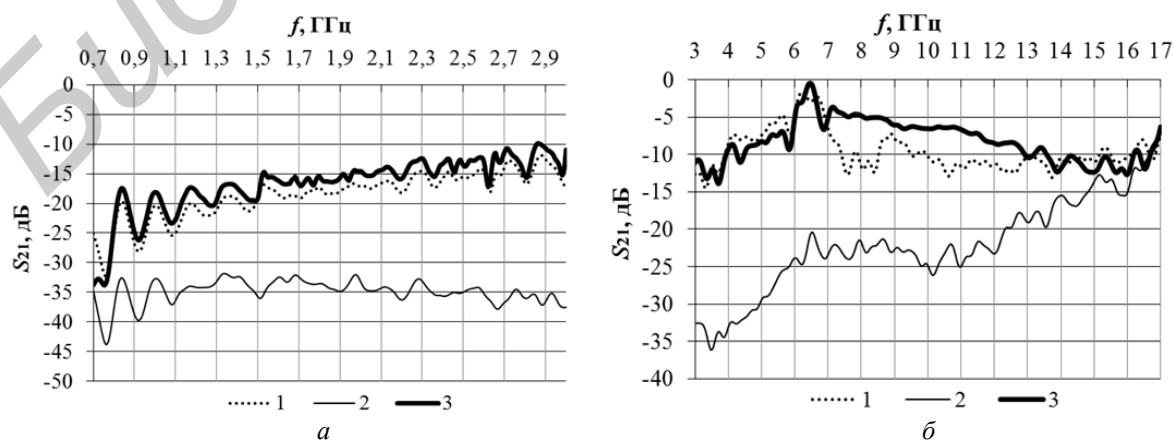


Рис. 3. Частотные зависимости коэффициента передачи ЭМИ в диапазоне 0,7...3 ГГц (*a*) и 3...17 ГГц (*б*) исследованных образцов фольгированных материалов на основе алюминия

Показано, что фольгированный материал на основе алюминия, содержащий отверстия в виде квадратов и треугольников, характеризуется значениями коэффициентов отражения и передачи ЭМИ в диапазоне частот 0,7...3 ГГц, равными соответственно $-0,5...-2$ дБ и $-10...-35$ дБ. В диапазоне частот 3...17 ГГц величины указанных параметров составляют $-0,5...-11$ дБ и $-1...-13$ дБ. Для фольгированного материала на основе алюминия, содержащего отверстия в виде кругов, величины коэффициентов отражения и передачи ЭМИ в диапазоне частот 0,7...3 ГГц составляют $-0,5...-10$ дБ и $-33...-43$ дБ, в диапазоне частот 3...17 ГГц – $-4...-12,5$ дБ и $-10...-37$ дБ.

Образец типа 2 характеризуется меньшими значениями коэффициента передачи ЭМИ в диапазоне частот 0,7...17 ГГц по сравнению с образцами типов 1 и 3 ввиду того, что площадь его отверстий равна 0,785 см² и меньше, чем площади отверстий образцов типов 1 и 3, составляющие 1 см². Увеличение коэффициента передачи ЭМИ всех исследованных образцов с ростом частоты в диапазоне 3...17 ГГц обусловлено возрастанием значения, соответствующего разности размера отверстий и длины волны.

Значения коэффициента отражения ЭМИ в диапазоне частот 0,7...17 ГГц образцов типов 1 и 3 превышают в среднем на 6 дБ величины аналогичного параметра для образца типа 2. Это может быть связано с явлением интерференции электромагнитных волн, рассеиваемых на углах отверстий образцов типов 1 и 3 и характеризующихся одинаковой фазой [2, 3].

Заключение

Установлено, что наименьшими значениями коэффициентов отражения и передачи ЭМИ в диапазоне частот 0,7...17 ГГц характеризуется фольгированный материал на основе алюминия, содержащий отверстия круглой формы. Величины указанных параметров соответственно составляют $-0,5...-13$ дБ и $-10...-43$ дБ. Изменение формы отверстий в таком материале с круглой на квадратную или треугольную приводит к увеличению на 1...11 дБ значений его коэффициента отражения ЭМИ в диапазоне частот 0,7...17 ГГц и на 1...25 дБ значений коэффициента передачи ЭМИ в указанном диапазоне частот. На основе полученных результатов можно сделать вывод о том, что для изготовления экранирующих ЭМИ кожухов для средств вычислительной техники наиболее целесообразно применять фольгированные материалы на основе алюминия, содержащие отверстия круглой формы. Оптимальный диаметр этих отверстий – 10 мм.

INFLUENCE OF THE FOIL MATERIALS HOLES FORM ON THEIR ELECTROMAGNETIC RADIATION REFLECTION AND TRANSMISSION CHARACTERISTICS

E.A.A. ALMASHAT, O.V. BOIPRAV, L.M. LYNKOU, N.I. MUKHUROV

Abstract

The research results of electromagnetic radiation reflection and transmission characteristics in frequency range 0,7...17 GHz of the alumina foil materials depending on the shape of holes contained therein are presented. The advantages of such materials utilization for production of electromagnetic radiation shielding cases for computer equipment are grounded.

Keywords: alumina, electromagnetic radiation reflection and transmission coefficients, foil material.

Список литературы

1. *Лыньков Л.М., Борботько Т.В., Бойправ О.В. и др.* Устройство защиты человека от электромагнитного излучения радиоэлектронного оборудования / Патент РФ №10985.
2. *Уфимцев П.Я.* Теория дифракционных краевых волн в электродинамике. М., 2012.
3. *Уфимцев П.Я.* Метод краевых волн в физической теории дифракции. М., 1962.
4. *Бойправ О.В., Борботько Т.В., Лыньков Л.М. и др.* // Электронный журнал «Труды МАИ». 2013. №67. Режим доступа: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php?ID=41430>. Дата доступа: 31.05.2016.