

# FLEXIBLE MULTILAYER SHIELDING STRUCTURES FOR MICROWAVE DEVICES

Al-Ademi Y. T. A., Ahmed A. A. A., Pulko T. T., Nasonova N. V., Lynkov L. M.  
*Belarussian State University of Informatics and Radioelectronics*  
6, P. Brovka Str., Minsk, 220013, Belarus  
Ph.: (017) 2938940, e-mail: leonid@bsuir.by

*Abstract* — The developed multilayered shielding structure involves materials with magnetic and dielectric losses. The frequency dependence of the reflection coefficient and the attenuation of the EMR in the range of 8.0...12.0 GHz are studied.

## ГИБКИЕ МНОГОСЛОЙНЫЕ ЭКРАНИРУЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ СВЧ-ТЕХНИКИ

Аль-Адеми Я. Т. А., Ахмед А. А. А., Пулко Т. А., Насонова Н. В., Лыньков Л. М.  
*Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники*  
ул. П.Бровки, 6, Минск., 220013, Беларусь  
тел.: (017) 2938940, e-mail: leonid@bsuir.by

*Аннотация* — Разработана многослойная экранирующая конструкция на основе материалов с магнитными и диэлектрическими потерями. Получены частотные зависимости коэффициента отражения и ослабления ЭМИ в диапазоне 8,0...12,0 ГГц.

### I. Введение

В последние годы отмечены неоднократные случаи появления сбоев при работе электронного оборудования, вызванные воздействием сильных электромагнитных полей от радиочастотных источников. Работа силовых электронных устройств, как правило, сопряжена с резкими скачками протекающего по цепям электрического тока. Импульсы тока приводят к скачкам напряжения в цепях питания, а также к появлению электромагнитных помех, распространяемых через эфир. Эти помехи оказывают отрицательное влияние на работу других электронных устройств [1]. Одним из эффективных способов борьбы с помехами является экранирование, которое обеспечивает блокирование электромагнитных помех внутри самого источника или защищает устройства от влияния внешних электромагнитных помех. Реальные конструкции экранов всегда негерметичны, имеют достаточно широкие щели, малые и большие отверстия (окна для теплоотвода, радиаторы), стыки и швы [2]. Целью исследований является повышение эффективности экранирования, обеспечение герметичности стыков, отверстий и швов таких конструкций, путем использования полимерных связующих материалов, обеспечивающих гибкость и высокую стабильность экранирующих свойств в течение длительного времени.

### II. Основная часть

Предложено использовать в качестве экранов многослойные конструкции на основе гибких водосодержащих тканых и машинно-вязанных полотен с высокой плотностью поверхности, которые пропитывались дистиллированной водой и раствором щелочноземельного металла 45% масс. концентрации. В данной работе использовался тканый материал с вплетённым микропроводом (концентрация ...) толщиной 0,5 мм и машинно-вязанное полотно толщиной 1,6 мм повышенной плотности. Водосодержащие наполнители являются полярными диэлектриками, потери которых резко возрастают в диапазоне частот выше сотен мегагерц, а повышение влажности материалов приводит к изменению их диэлектрических свойств [3]. Учитывая, что вода имеет склонность к

испарению, было предложено использовать раствор соли щелочноземельного металла равновесной концентрации, отличающегося гигроскопичностью, стабильностью водосодержания и регенерацией свойств. Помимо этого, использование неорганической соли позволяет избежать появления в исследуемых водосодержащих материалах мицелий плесневых грибов. На рис. 1 приведена схема формирования элементов многослойной экранирующей конструкции.

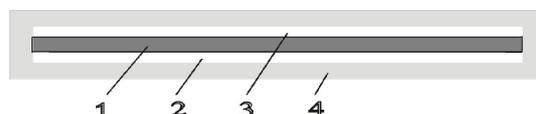


Рис. 1. Схема формирования элементов многослойной экранирующей конструкции: фольга (1), тканое или машинно-вязанное полотно (2, 3), полимерный материал (4).

Fig. 1. The scheme of formation of elements of multilayer shielding design. foil (1), woven or machine-knitted fabric (2, 3), polymeric material (4)

Полотна пропитываются выбранными растворами и, после устранения излишков растворного наполнителя, между слоями полотен выкладывается фольга. После этого, сформированная многослойная структура покрывается слоем полимера (сополимер винилацетата) и оставляется на 24 часа для полимеризации верхнего покрытия. Полученные элементы многослойной конструкции обладает прочностью поверхности, гибкостью, стабильным влагосодержанием. Для исследования экранирующих характеристик созданных образцов элементов конструкций экранов использовались панорамные измерители КСВН и ослабления.

Исследования показали, что формирование многослойной влагосодержащей структуры позволяет получить стабильный материал с влагосодержанием полимерного материала на уровне 40...60% в течение не менее 120 дней, и, тем самым, обеспечить стабильность экранирующих характеристик в диапазоне 8,0...12,0 ГГц (рис.2, 3).

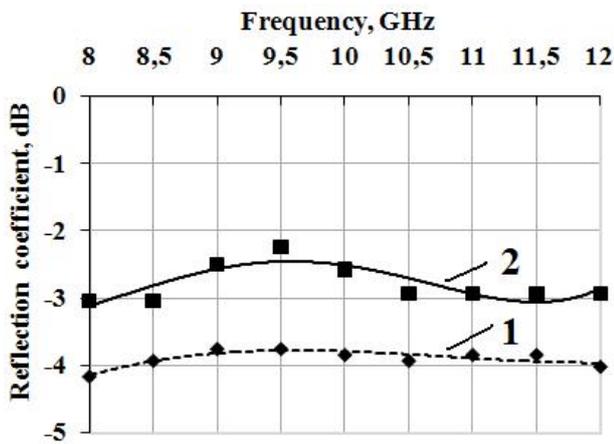


Рис. 2. Частотная зависимость коэффициента отражения ЭМИ в диапазоне 8,0...12,0 ГГц элементами многослойных экранирующих структур на основе тканого полотна.

Fig. 2. The frequency dependence of the reflection coefficient of the EMP in the range 8.0...12.0 GHz elements of multi-layer shielding structures on the basis of woven fabric: 1 - water; 2 - solution of salts of alkaline earth metal

Ослабление ЭМИ элементами многослойной экранирующей конструкции в диапазоне 8,0...12,0 ГГц представляет собой равномерную характеристику и находится в пределах 40,0 дБ независимо от типа растворосодержащего наполнителя. Коэффициент отражения ЭМИ находится в пределах -10,0...-12,0 дБ при пропитывании уплотнённых полотен водой и порядка -4,0...-6,0 дБ при использовании раствора хлорида кальция равновесной концентрации (рис.2). При воздействии на исследуемые образцы ЭМИ происходит преломление ЭМВ от пористой поверхности полимерного покрытия, а также рассеивание одной части электромагнитной энергии на границе раздела двух сред и поглощение другой слоями элемента конструкции. Вследствие этого происходит снижение коэффициента отражения ЭМИ полученного композиционного материала.

При использовании в качестве основы машинно-вязанного полотна, общая толщина элементов многослойной конструкции увеличивается, что влияет на величину коэффициента отражения ЭМИ, который находится в пределах -4,2...-12,0 дБ при ослаблении ЭМИ порядка 40 дБ.

В результате проведённой работы были разработаны элементы многослойных экранирующих конструкций на основе гибких машинно-вязанных полотен с уплотнённой поверхностью. Отличительной особенностью полученных материалов является использование растворосодержащего наполнителя, улучшающего диэлектрические свойства используе-

мого полотна и полимерного покрытия на основе сополимер винилацетата, характеризующегося водонепроницаемостью и эластичностью после полимеризации поверхности.

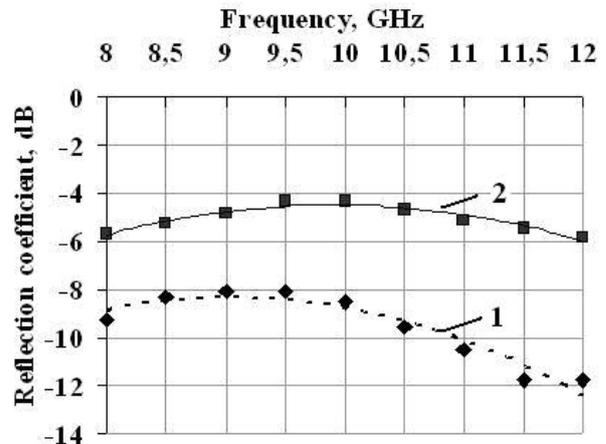


Рис. 3. Частотная зависимость коэффициента отражения ЭМИ в диапазоне 8,0...12,0 ГГц элементами многослойных экранирующих структур.

Fig. 3. The frequency dependence of the reflection coefficient of the EMP in the range 8.0...12.0 GHz elements of multi-layer shielding structures on the basis of machine-knitted fabric: 1 - water; 2 - solution of salts of alkaline earth metal

### III. Заключение

1. Сформированы элементы многослойных экранирующих конструкций для блокирования электромагнитных помех в электронном оборудовании и снижения ЭМИ в производственных помещениях, характеризующиеся гибкостью, функциональностью, модульностью и лёгкостью, что позволило избежать эксплуатационных недостатков существующих экранирующих конструкций.

2. Установлено, что формирование многослойных экранирующих конструкций позволяет получить коэффициент отражения ЭМИ в зависимости от типа используемого материала основы от -4,0...-6,0 дБ до -4,2...-12,0 дБ при ослаблении ЭМИ порядка 40,0 дБ.

### IV. References

- [1] Князев А.Д. Конструирование радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости / А.Д.Князев, Л.Н.Кечиев, Б.В.Петров. - М.: Радио и связь, 1989. -215с.
- [2] Конструирование экранов и СВЧ устройств/ Под ред. А.М.Чернушенко.-М.: Радио и связь. 1990.-353 с.
- [3] Влагосодержащие экраны для защиты пользователей бытовых и промышленных СВЧ-источников / Я.Т.А. Аль-Адеми, Т.А. Пулко, М.В. Давыдов, Н.В. Насонова, Л.М. Лыньков // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2013. - №4. – С. 50-56.