

УДК 621.315.5

ОТДЕЛОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ШУНГИТА ДЛЯ ЗАЩИТЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

М.Ш. МАХМУД, Е.С. БЕЛОУСОВА, А.А. КАЗЕКА, А.М. ПРУДНИК

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь**Поступила в редакцию 11 октября 2014*

Приведены результаты исследования электромагнитных характеристик отделочного материала на основе шунгита, который может быть применен для экранирования электромагнитного излучения радиоэлектронной аппаратуры промышленного назначения для создания благоприятной электромагнитной обстановки в селитебных зонах, защиты от излучений аппаратуры медицинского назначения. Показано, что отделочные материалы на основе шунгита характеризуются значениями коэффициентов передачи от -10 дБ до -30 дБ в частотном диапазоне $0,5-18$ ГГц.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, электромагнитная экология, защитные материалы, эффективность экранирования.

Введение

В настоящее время экранирующие материалы, а также конструкции на их основе, широко применяются для создания средств защиты биологических объектов от воздействия электромагнитного излучения (ЭМИ), для облицовки безэховых камер при проведении сертификационных и других видов измерений [1]. Кроме того, они могут быть применены для обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), защиты информации от утечки по каналам побочных электромагнитных излучений и наводок, для снижения радиолокационной заметности объектов военной техники, защиты РЭА от поражающего воздействия электромагнитного оружия.

ЭМИ радиочастотного диапазона обладает выраженным биологическим действием. При хроническом характере воздействия на организм человека уровнями излучения, превышающих предельно допустимые значения, в организме человека возникают необратимые изменения в нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной системах [2–4].

Радиопоглощающие материалы используются как при строительстве и отделке помещений, так и для создания разборных модульных конструкций [5]. Основными принципами экранирования электромагнитных сигналов являются перенаправление энергии колебаний за счет отражения от поверхностей с геометрическими неоднородностями, а также поглощение волн внутри материалов [6, 7].

Экранирование высокочастотных радиоизлучений может осуществляться токопроводящими красками, фольгой, металлизированными тканями, которые обеспечивают эффективность экранирования по электрическому полю от 40 до 90 дБ и по магнитному полю от 2 до 55 дБ в диапазоне частот от 100 кГц до 10 ГГц [8].

Для обеспечения электромагнитной безопасности на селитебных территориях, на рабочих местах, располагающихся вблизи источников ЭМИ, а также для защиты от излучений аппаратуры медицинского назначения, предлагается использовать отделочные материалы с добавлением углеродсодержащих материалов.

Целью работы являются разработка отделочных экранирующих материалов на основе шунгита и исследование их экранирующих свойств (коэффициентов отражения и передачи).

Экспериментальная часть

Экспериментальные образцы экранирующих отделочных материалов подготавливались в виде сухой смеси 40 % шунгита и 25 % цемента марки ПЦ 500 Д20, которая затем разбавлялась 35 % воды. Шунгит – минерал с равномерным распределением высокодисперсных кристаллических силикатных частиц в аморфной углеродной матрице, который по свойствам связывания воды близок к минеральным веществам, входящим в состав цемента ПЦ 500 Д20.

Полученный раствор наносился на плотные трикотажные подложки слоем в 4 мм по стандартной технологии нанесения отделочных материалов. Также были подготовлены образцы полученного раствора, нанесенного на подложку с находящейся на ней металлической сеткой (данный способ применяют при высоких требованиях к прочностным характеристикам отделочных материалов). Диаметр проволоки металлической сетки – 0,5 мм, размер ячеек – 2,5×2,5 мм.

Таким образом, для создания интегральных защитных конструкций требуется применение материалов, обладающих потерями для ЭМИ диапазона СВЧ, с неоднородной структурой, рассеивающей распространяющиеся волны, сформированной из нескольких слоев с различными микроволновыми свойствами.

Результаты и обсуждение

Измерения экранирующих характеристик проводились с помощью панорамного измерителя коэффициентов и отражения в диапазоне от 0,5 до 18 ГГц. Измеритель имеет коаксиальный СВЧ измерительный тракт сечением 7/3,04 мм. Полосы качания частоты измерителя: при измерении коэффициента отражения S11 – 0,5–3 ГГц и 2–18 ГГц, а при измерении коэффициента передачи S21 – 0,01–3,0 ГГц и 2–18 ГГц с количеством частотных точек, в которых проводятся измерения, равным 256, в каждом из указанных диапазонов.

Проводились измерения коэффициентов передачи и отражения двух групп образцов: экранирующий отделочный материал толщиной 4 мм; экранирующий отделочный материал толщиной 4 мм, нанесенный на металлическую сетку. Кроме того, были проведены измерения экранирующих характеристик самой металлической сетки.

Зависимость коэффициентов отражения экспериментальных образцов экранирующего отделочного материала от частоты в диапазонах 0,5–3 ГГц и 2–18 ГГц, показаны на рис. 1.

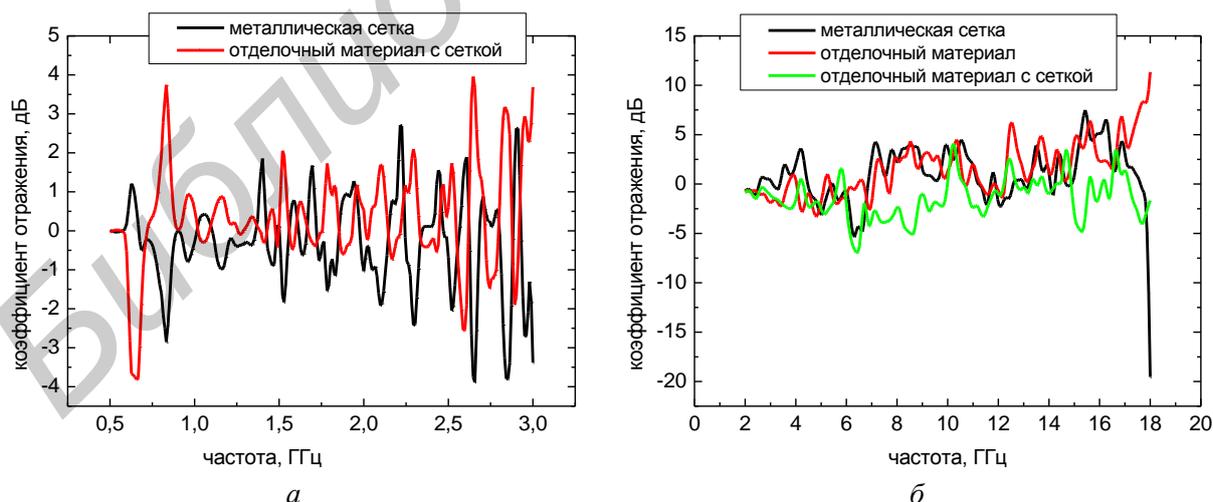


Рис. 1. Значения коэффициентов отражения отделочного материала с шунгитом: а – в диапазоне 0,5–3 ГГц; б – в диапазоне 2–18 ГГц

Из рис. 1 видно, что исследуемые материалы в основном характеризуются невысокой отражательной способностью в диапазоне 0,5–18 ГГц, и добавление слоя отделочного

материала принципиально не меняет характера зависимости коэффициентов отражения от частоты в обоих диапазонах

Зависимость коэффициентов передачи экспериментальных образцов экранирующего отделочного материала от частоты в диапазонах 0,5–3 ГГц и 2–18 ГГц показаны на рис. 2.

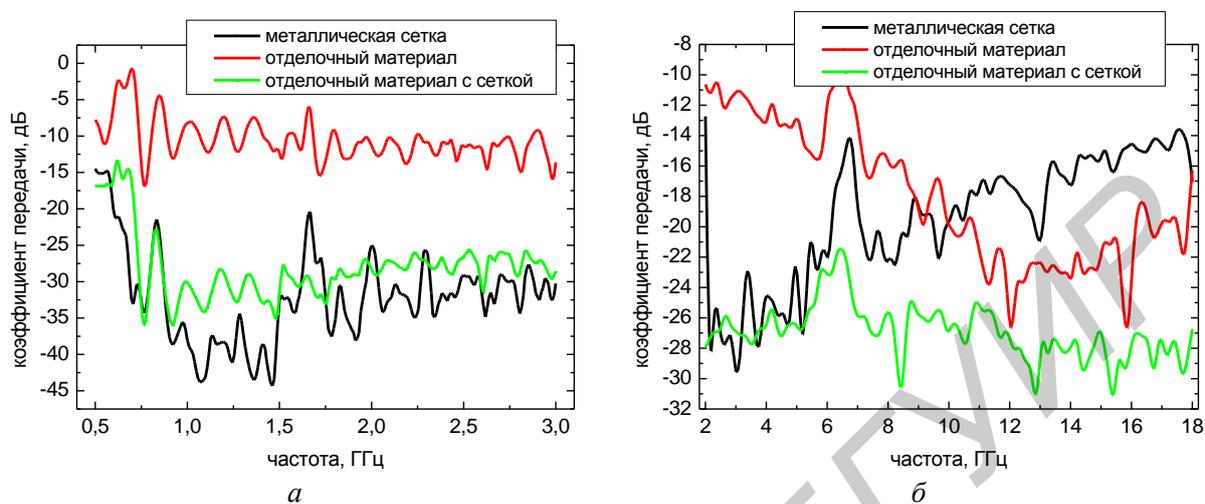


Рис. 2. Значения коэффициентов передачи отделочного материала с шунгитом:
а – в диапазоне 0,5–3 ГГц; б – в диапазоне 2–18 ГГц

Из рис. 2 видно, что значения коэффициентов передачи исследуемых образцов в диапазоне 0,5–3 ГГц составили до –10 дБ и при использовании отделочного материала вместе с сеткой до –30 дБ, а в диапазоне 2–18 ГГц коэффициенты передачи составили –10 ÷ –22 дБ и при использовании отделочного материала вместе с сеткой –23 ÷ –29 дБ.

Различные виды изделий, снижающих ЭМИ до значений, установленных в санитарных правилах и нормах, могут изготавливаться как в виде переносных конструкций, так и в виде поглощающих отделочных материалов, например, специальных углеродсодержащих красок. При этом для увеличения эффективности экранирования предпочтение отдается многослойным (т.е. гетерогенным) структурам из материалов с различными электромагнитными свойствами, с целью снижения массогабаритных характеристик экранов. Однако, хотя массогабаритные характеристики экранирующих конструкций имеют существенное значение, на первый план выступают требования по технологичности, с точки зрения соответствия которым предпочтение должно отдаваться отделочным материалам (т.е. гомогенным), в силу возможности их использования при строительстве и отделке помещений сложной формы, с геометрически неоднородными стенами и т.п. Кроме того, важным требованием является применение экранирующих материалов, характеризующихся высокими значениями коэффициентов передачи и низкими значениями коэффициентов отражения. Это обусловлено необходимостью исключения отражения электромагнитного излучения от стен помещений в рабочую зону, что позволит их применять, например, для отделки стен помещений с медицинской аппаратурой.

Заключение

Показана возможность создания отделочных материалов для защищенных помещений на основе шунгита. Исследованы их экранирующие характеристики. Приводятся значения коэффициентов отражения и передачи отделочных материалов на основе шунгита в частотном диапазоне 0,5–18 ГГц. Показано, что отделочные материалы на основе шунгита характеризуются значениями коэффициентов передачи от –10 дБ до –30 дБ.

SHIELDING PROPERTIES OF SCHUNGITE-BASED FINISHING AGENTS FOR PROVIDING OF ELECTROMAGNETIC PROTECTION

M.SH. MAHMOOD, E.S. BELOUSOVA, KAZEKA A.A., A.M. PRUDNIK

Abstract

The measurements results of the electromagnetic properties of schungite-based finishing agents are given. The schungite-based finishing agents could be used for shielding of electromagnetic radiation from electronic facilities to provide electromagnetic protection in the residential areas and to create protection from electromagnetic emanation from medical equipment. The electromagnetic radiation transfer coefficient provided by the samples of finishing agents is in the range from -10 to -30 dB in the frequency range 0,5–18 GHz.

Список литературы

1. *Lynkov L., Proudnik A., Borbotko T. et al.* // Korean-Belarusian joint workshop on nanocomposite technology, Daejeon, Korea, April 4–7, 2009. P. 52–86.
2. The Possible Harmful Biological Effects of Low-level Electromagnetic Fields of Frequencies up to 300 GHz. IEE Position Statement. May 2004.
3. *Kiciński W., Żera A.* // II Krajowa Konferencja Naukowa-Techniczna «Ecologia w Elektronice». Warszawa, 5–6.12.2002. S. 43–51.
4. *Прудник А.М., Колбун Н.В., Лыньков Л.М.* // Сб. докл. V Междунар. науч.-практ. конф. «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация», Минск, 8–10 июля 2009 г. С. 249–251.
5. *Прудник А.М., Петров С.Н., Соколов В.Б. и др.* / Матер. XVI науч.-практ. конф. «Комплексная защита информации». Гродно, 17–20 мая 2011 г. С. 288–290.
6. *Прудник А.М., Борботько Т.В., Колбун Н.В. и др.* // Матер. 14-й Междунар. науч.-практ. конф. «Комплексная защита информации», Могилев, 19–22 мая 2009 г. С. 186–187.
7. *Казека А.А., Петров С.Н., Фархат А.С. и др.* // Докл. БГУИР. 2009. Т. 7, № 2. С. 34–38.
8. *Богуш В.А., Борботько Т.В., Гусинский А.В. и др.* Электромагнитные излучения. Методы и средства защиты. Минск, 2003.