

**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

УДК 621.315.4/61

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ЭКРАНИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ШУНГИТОБЕТОНА,  
СОДЕРЖАЩЕГО БИШОФИТ И ХЛОРИД КАЛЬЦИЯ**

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

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь**Поступила в редакцию 3 декабря 2012*

Представлены результаты исследования характеристик ослабления и отражения электромагнитного излучения в диапазоне частот 0,5...18 ГГц углеродосодержащими пирамидообразными экранами с добавлением бишофита и хлорида кальция.

*Ключевые слова:* шунгит, хлорид кальция, бишофит, экранирующие свойства.

**Введение**

Электромагнитное излучение (ЭМИ) радиочастотного диапазона, источниками которого являются мониторы ЭВМ, дисплеи телефонов сотовой связи, УКВ радио- и телевещательных станций) 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 [1].

На основе шунгитовых пород уже создан ряд экранирующих ЭМИ материалов и пластинок для защиты от излучений. Так как шунгитовая порода обладает электропроводностью, то на ее основе создан ряд строительных материалов, совмещающих в себе свойства обычных стройматериалов и способность материала экранировать электромагнитные излучения.

Экранирующие ЭМИ материалы являются композиционными, так как помимо шунгитового наполнителя включают и другие компоненты – связующее, другие экранирующие ЭМИ добавки [2].

**Эксперимент**

Для создания экранов ЭМИ предлагается использовать материалы с добавлением углеродосодержащих материалов порошкообразного шунгита, поэтому целью исследования является разработка растворных смесей на основе шунгита и исследование их экранирующих свойств (коэффициентов отражения и ослабления) с добавлением растворов бишофита и хлорида кальция ( $\text{CaCl}_2$ ) [3].

Нетоксичной хорошо растворимой гигроскопичной солью является соль щелочноземельного металла – хлорид кальция  $\text{CaCl}_2$ , которая диссоциирует в одну ступень. Хлорид кальция очень гигроскопичен, энергично поглощает водяные пары, образуя сначала твердые гидраты, затем расплываясь в жидкость [4].

Бишофит – водный хлорид магния, который в ископаемом состоянии встречается в виде соляной зернисто-кристаллической породы. В чистом виде кристаллы бишофита воднопрозрачные, но могут иметь белую, розовую или бурю окраску в зависимости от примесей.

В состав бишофита входят около 70 химических элементов, в том числе хлорид магния (главное действующее вещество), а также йод, бром, железо, кремний, цинк и др. [5].

Для изучения влияния геометрии поверхности экрана на его характеристики ослабления и отражения электромагнитных волн разработана технология создания шунгитобетонных монолитных модулей с добавлением бишофита. В качестве подложки использовали промышленно производимые прессованием целлюлозные формы из расположенных (с шагом 48 мм), усеченных восьмиугольных пирамид высотой 30 мм с размерами сечения и основания 11×11 мм и 20×20 мм.

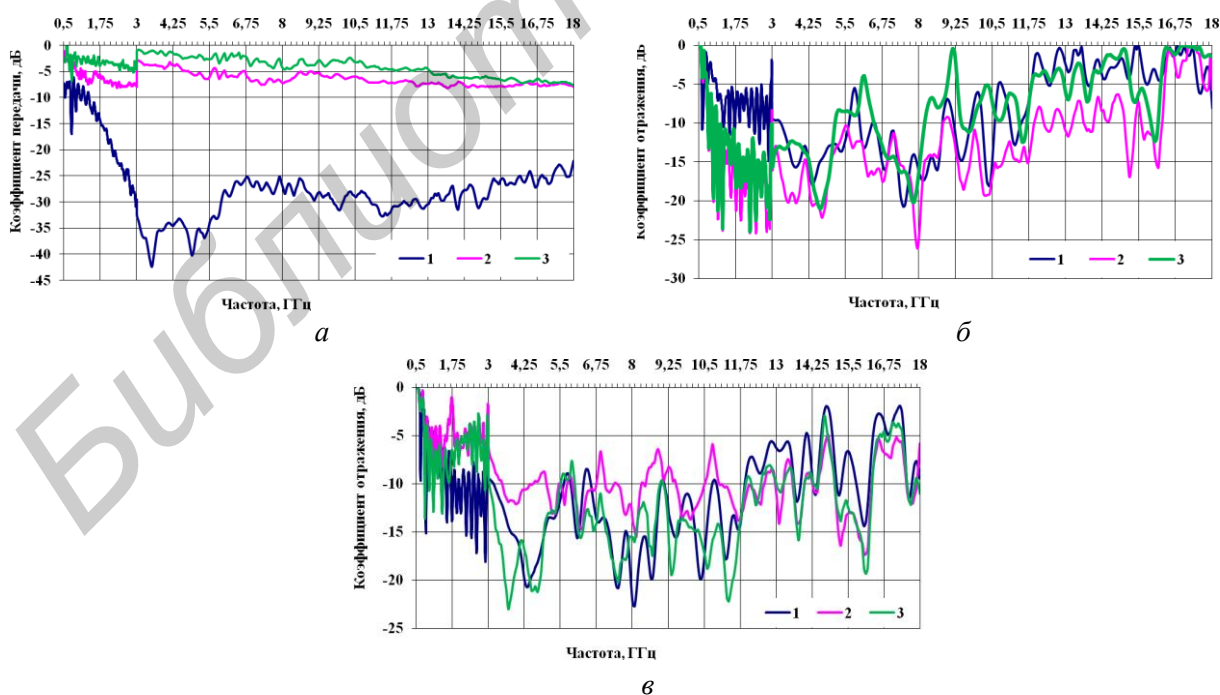
Было изготовлено три образца на основе смесей порошков шунгита (размер фракций не более 0,5 мм) и портландцемента в весовом соотношении 1:4, в первый образец был добавлен в соотношении 1:4 30%-й водный раствора хлорида кальция ( $\text{CaCl}_2$ ), во второй – кристаллическая соль (бишофит), в третий – 30%-й водный раствора хлорида кальция ( $\text{CaCl}_2$ ) и бишофит, путем заполнения таким раствором прямоугольных целлюлозных модулей.

Поверхность таких модулей из шунгитобетона выравнивали по поверхности, и толщина составляла 8...10 мм.

### Обсуждение результатов

Для описанных выше образцов шунгитобетонных модулей проводили измерение характеристик ослабления и отражения в диапазоне частот 0,5...18 ГГц, результаты приведены на рисунке (1 – с добавлением хлорида кальция ( $\text{CaCl}_2$ ), 2 – с добавлением бишофита, 3 – с добавлением хлорида кальция ( $\text{CaCl}_2$ ) и бишофита).

Из рисунка видно, что при добавлении 30%-го водного раствора хлорида кальция ( $\text{CaCl}_2$ ) коэффициент передачи в диапазоне 0,5...18 ГГц значительно уменьшается от -5 до -43 дБ, а коэффициент отражения изменяется в диапазоне от -5 до -25 дБ. При исследовании образца из шунгитобетона с добавкой бишофита в диапазоне 0,5...18 ГГц получено, что образец характеризуется относительно невысокой отражательной способностью от -5 до -23 дБ, а значение коэффициента передачи в диапазоне 0,5...18 ГГц составляет от -0,5 до -8 дБ. В образце шунгитобетонных плит с добавлением и хлорида кальция ( $\text{CaCl}_2$ ), и бишофита коэффициент отражения изменяется в диапазоне от 0 до -20 дБ, а коэффициент передачи – от 0 до -8 дБ.



Частотные зависимости экранирующих характеристик экранов ЭМИ в диапазоне частот 0,5...18 ГГц: ослабление (а); коэффициент отражения без металлического отражателя (б); коэффициент отражения с металлическим отражателем (в)

## Заключение

Использование модулей пирамидообразных экранов ЭМИ с добавлением хлорида кальция ( $\text{CaCl}_2$ ) значительно снижает коэффициент передачи и, следовательно, уровень воздействия ЭМИ. Добавка бишофита, в составе которого имеется ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), оказывает существенное влияние на уменьшение коэффициента отражения в диапазоне частот 0,5...18 ГГц, но имеет небольшой коэффициент передачи (0...–20 дБ) по сравнению с добавкой раствора хлорида кальция. Таким образом, при добавлении в шунгитобетонные модули раствора хлорида кальция коэффициент отражения уменьшается на 30 дБ, поэтому они обладают лучшими экранирующими характеристиками.

## SHIELDING CHARACTERISTICS OF THE ELECTROMAGNETIC SHIELDS ON THE BASE OF SHUNGITE-CONCRETE CONTAINING BISCHOFITE AND CALCIUM CHLORIDE

M.SH. MAHMOUD, E.S. BELOUSOVA, A.M. PRUDNIK

### Abstract

Frequency dependencies of transmission and reflection coefficients of pyramid shields with addition of bischofite and calcium chloride in the frequency range of 0,5...18 GHz are presented.

### Список литературы

1. The Possible Harmful Biological Effects of Low-level Electromagnetic Fields of Frequencies up to 300 GHz. IEEE Position Statement. May, 2004.
2. Шунгитовые радиозащитные материалы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.promc.ru>. – Дата доступа: 24.11.2012.
3. Тарченко У.А., Петровский Я.Ч., Василенко Д.А., Прудник А.М. // Матер. XIV Междунар. НТК «Современные средства связи». Минск, 29 сентября–1 октября 2009. С. 165.
4. Глинка Н. Л. Общая химия. Л., 1988.
5. Bischofite Mineral Data. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://webmineral.com/data/Bischofite.shtml>. – Дата доступа: 23.11.2012.