

УДК 004.353.25-026.66:666.9

РАДИОЭКРАНИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ЭКРАНОВ НА ОСНОВЕ ВЛАГОСОДЕРЖАЩЕГО КЕРАМЗИТА

С.Э. САВАНОВИЧ, В.Б. СОКОЛОВ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровка, 6, Минск, 220013, Беларусь*

Поступила в редакцию 15 апреля 2014

Приведены результаты исследований влияния концентраций водных растворов хлорида натрия на радиоэкранирующие характеристики влагосодержащего керамзита в диапазоне частот 0,7...17 ГГц.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, экран, керамзит, концентрация водного раствора, коэффициент отражения электромагнитного излучения, коэффициент передачи электромагнитного излучения.

Введение

В современном обществе наряду с интенсивно развивающейся техникой и внедрением информационных технологий практически во все сферы жизнедеятельности человека остро стоит вопрос снижения уровня электромагнитных излучений (ЭМИ) средств вычислительной техники (СВТ) для решения задач электромагнитной совместимости, защиты информации и биологических объектов. Одним из физически обоснованных и надежных способов защиты является экранирование, как отдельных СВТ, так и помещений в целом, где они размещены.

Для создания конструкций экранов ЭМИ широко применяются металлы и их сплавы, а также влагосодержащие материалы [1]. Наиболее перспективными для исследования представляются влагосодержащие материалы, характеризующиеся широким рабочим диапазоном частот и высокой эффективностью, однако такие конструкции обладают большим весом. Радиоэкранирующие свойства конструкций экранов ЭМИ на основе влагосодержащих материалов определяются конструктивным исполнением и влагосодержанием, примесями и их концентрациями в водном растворе, структурой и свойствами матрицы. Для минимизации массы конструкций экранов электромагнитного излучения перспективно использование пористых материалов, например керамзита, характеризующегося высокой удельной пористостью, что позволяет инкорпорировать в поры такого материала влагосодержащий наполнитель и управляемо изменять его коэффициенты отражения и передачи за счет варьирования влагосодержания такого материала и концентрации раствора.

Целью данной работы является исследование влияния концентраций водных растворов хлорида натрия (NaCl) на радиоэкранирующие свойства конструкций экранов ЭМИ, выполненных на основе керамзита, в поры которого инкорпорирован водный раствор хлорида натрия с концентрацией соли 5, 10 и 20 % в диапазоне частот 0,7...17 ГГц.

Экспериментальная часть

Для исследования были изготовлены конструкции экранов ЭМИ в виде твердотельных модулей (размер 470×360 мм) с плоской формой поверхности, внутренний объем которых заполнялся керамзитом с размерами фракций 10...20 мм (толщина слоя керамзита составляла 30 мм).

Перед заполнением модулей керамзит пропитывался при температуре 18...20 °С в течение трех суток водой и водным раствором хлорида натрия с концентрациями соли 5, 10 и 20 %. Исследования проводились при полном насыщении заполнителя конструкции экрана водой и водным раствором хлорида натрия. Содержание воды и водного раствора NaCl в исследуемых конструкциях экрана ЭМИ оценивалось гравиметрически с использованием весов SC – 1213. Относительная погрешность измерений составляла ± 2 %. Влагосодержание керамзита, пропитанного водой, варьировалось в пределах 14...15 %, керамзита, пропитанного водными растворами NaCl с концентрациями соли 5, 10 и 20 % в пределах 21...22 %, 22...23 % и 24...25 % соответственно [2].

Для измерения коэффициентов передачи и отражения исследуемых конструкций экранов ЭМИ использовался панорамный измеритель коэффициентов передачи и отражения SNA 0,01–18 с рупорными антеннами П6–23 М, измерения выполнялись в диапазоне частот 0,7...17 ГГц [3].

Результаты и их обсуждение

На основе анализа полученных результатов установлено, что в диапазоне частот 0,7...3 ГГц значения коэффициента отражения для исследуемых конструкций экранов ЭМИ, выполненных на основе керамзита, содержащего водный раствор NaCl с концентрациями соли 5, 10 и 20 %, не имеют существенных отличий. Показано, что инкорпорирование в поры керамзита водного раствора NaCl с концентрациями соли 5, 10 и 20 % позволяет получить значения коэффициента отражения в пределах $-2...-17$ дБ, $-2...-16$ дБ, $-0,1...-15$ дБ соответственно, а инкорпорирование воды $-2...-25$ дБ (рис. 1).

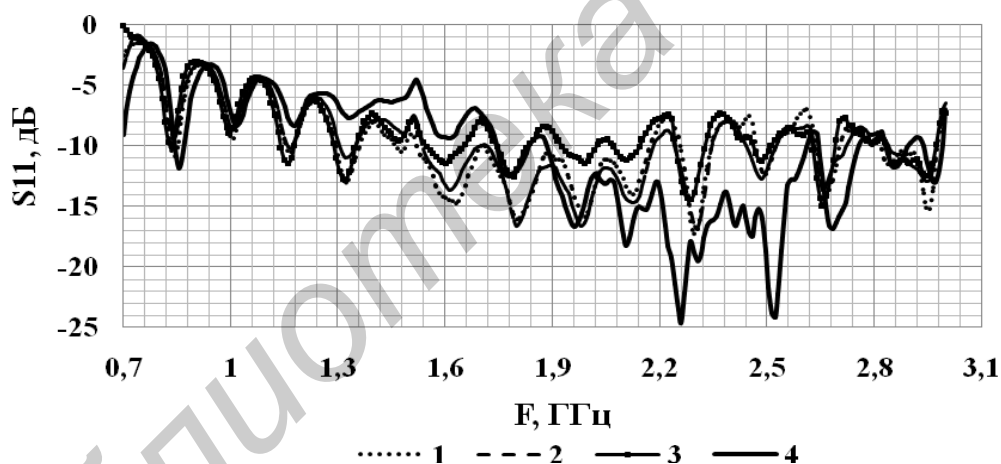


Рис. 1. Частотные зависимости коэффициента отражения в диапазоне частот 0,7 ... 3 ГГц конструкций экранов ЭМИ, выполненных на основе керамзита, содержащего водный раствор хлорида натрия с концентрациями соли: 1 – 5 %; 2 – 10 %, 3 – 20 % и воду – 4

Установлено, что в диапазоне частот 3...17 ГГц для конструкций экранов ЭМИ, выполненных на основе керамзита, содержащего водный раствор хлорида натрия, повышение концентрации соли в водном растворе позволяет увеличить значения коэффициента отражения. Показано, что при инкорпорировании в поры керамзита водного раствора NaCl с концентрациями соли 5, 10 и 20 % значения коэффициента отражения варьируются в пределах $-3...-20$ дБ, $-1...-16$ дБ, $-0,1...-13$ дБ соответственно, а при инкорпорировании воды в пределах $-3...-18$ дБ (рис. 2).

Показано, что инкорпорирование в поры керамзита водного раствора NaCl с концентрациями соли 5, 10 и 20 % позволяет получить значения коэффициента передачи в пределах $-6...-0,1$ дБ, $-10...-0,1$ дБ, $-4...-14$ дБ соответственно, а инкорпорирование воды в пределах $-2...-0,1$ дБ (рис. 3).

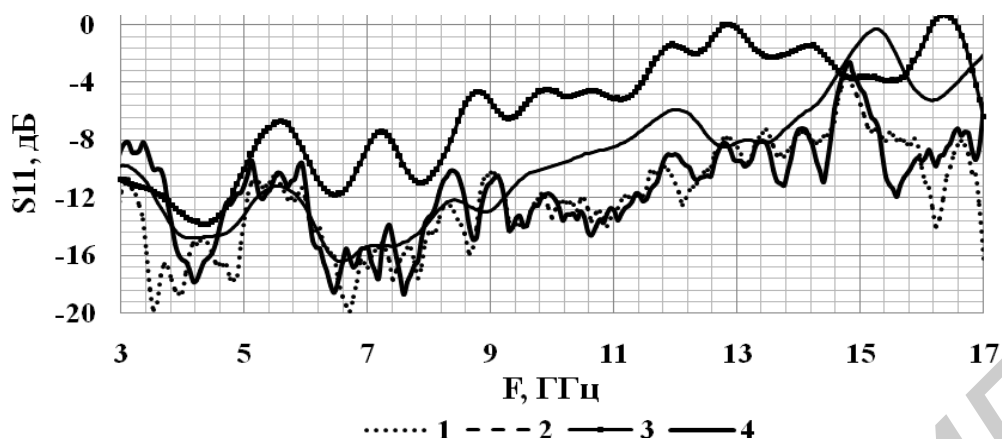


Рис. 2. Частотные зависимости коэффициента отражения в диапазоне частот 3...17 ГГц конструкций экранов ЭМИ, выполненных на основе керамзита, содержащего водный раствор хлорида натрия с концентрациями соли: 1 – 5 %; 2 – 10 %, 3 – 20 % и воду – 4

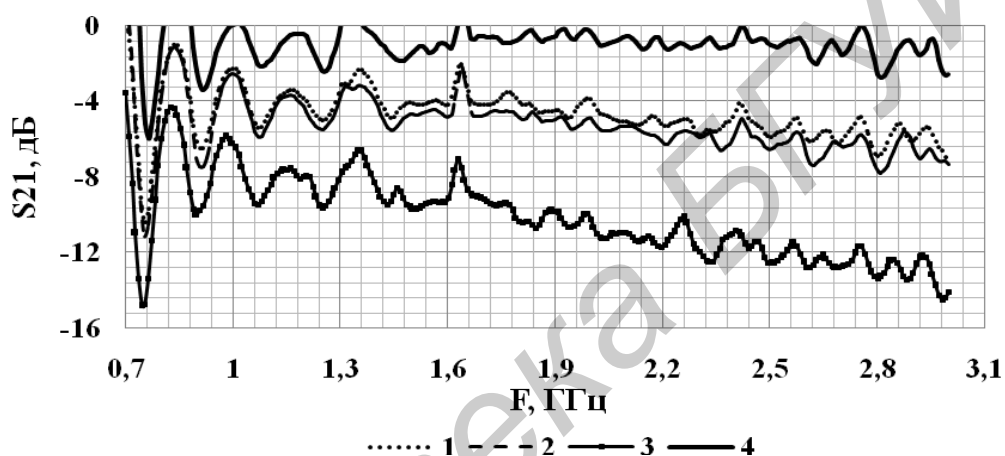


Рис. 3. Частотные зависимости коэффициента передачи в диапазоне частот 0,7 ... 3 ГГц конструкций экранов ЭМИ, выполненных на основе керамзита, содержащего водный раствор хлорида натрия с концентрациями соли: 1 – 5 %; 2 – 10 %, 3 – 20 % и воду – 4

Показано, что в диапазоне частот 3 ... 17 ГГц для исследуемых конструкций экранов ЭМИ, выполненных на основе керамзита, содержащего водный раствор NaCl, значения коэффициента передачи с повышением концентрации соли в водном растворе снижаются, и при инкорпорировании в поры керамзита водного раствора NaCl с концентрациями соли 5, 10 и 20 % варьируются в пределах $-6...-28$ дБ, $-7...-28$ дБ, $-12...-28$ дБ, а при инкорпорировании воды в пределах $-1...-26$ дБ (рис. 4).

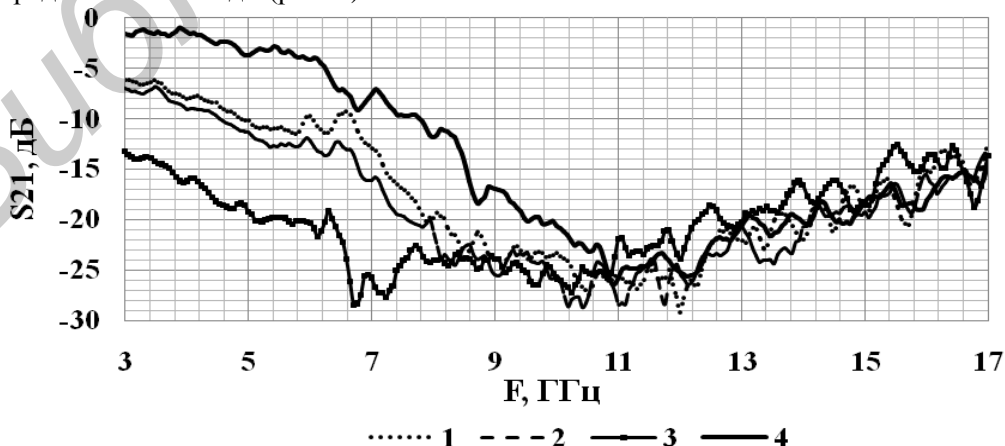


Рис. 4. Частотные зависимости коэффициента передачи в диапазоне частот 3 ... 17 ГГц конструкций экрана ЭМИ, выполненных на основе керамзита, содержащего водный раствор хлорида натрия с концентрациями соли: 1 – 5 %; 2 – 10 %, 3 – 20 % и воду – 4

Установлено, что различие в значениях коэффициента передачи для конструкций экранов ЭМИ, содержащих 20%-й водный раствор хлорида натрия и воду в диапазоне частот 3...11 ГГц составляет 10 дБ. В диапазоне частот 11...17 ГГц значения коэффициента передачи для исследуемых конструкций экранов ЭМИ не имеют существенных отличий.

В случае размещения конструкций экранов ЭМИ, выполненных на основе керамзита, содержащего водный раствор хлорида натрия, на металлической подложке, размер которой составляет 500 x 500 мм при толщине 2 мм, значения коэффициента отражения в диапазоне частот 3...17 ГГц при инкорпорировании в поры керамзита водного раствора хлорида натрия с концентрациями соли 5, 10 и 20 % варьируются в пределах – 1...–28 дБ, 0,1...–24 дБ, –1...–17 дБ соответственно, а при инкорпорировании воды в пределах – 0,1...– 18 дБ.

По результатам исследований установлено, что эффективное снижение уровней электромагнитного излучения в диапазоне частот 0,7...17 ГГц обеспечивает конструкция экрана ЭМИ, заполненная керамзитом, содержащим водный раствор хлорида натрия с 20 % концентрацией соли: наименьшее значение коэффициента отражения составляет –15 дБ, наименьшее значение коэффициента передачи составляет –28 дБ (рис. 1–4).

Заключение

Установлено, что в конструкциях экранов ЭМИ, выполненных на основе керамзита с размерами фракций 10 – 20 мм, содержащего водный раствор NaCl, увеличение концентрации соли в водном растворе позволяет обеспечить высокую эффективность ослабления ЭМИ в СВЧ диапазоне, применение таких конструкций экранов ЭМИ перспективно для подавления нежелательных электромагнитных излучений средств обработки информации.

Показано, что в конструкциях экранов электромагнитного излучения, выполненных на основе керамзита, содержащего водный раствор хлорида натрия, оптимальной концентрацией соли в водном растворе, с точки зрения экранирования ЭМИ, является 20%-я концентрация, обеспечивающая снижение коэффициента отражения до –15 дБ, коэффициента передачи до –28 дБ, что обусловлено увеличением проводимости водных растворов электролитов.

Применение в конструкциях экранов ЭМИ керамзита с размерами фракций 10–20 мм, содержащего воду, позволяет обеспечить массу конструкции в пределах 3,3...3,4 кг, применение керамзита, содержащего водный раствор хлорида натрия с концентрациями соли 5, 10 и 20 % обеспечивает массу конструкции в пределах 3,5...3,6 кг [4].

RADIOSHIELDING PROPERTIES OF THE ELECTROMAGNETIC SHIELD BASED ON MOISTURE CONTAINING EXPANDED CLAY

S.E. SAVANOVICH, V.B. SOKOLOV

Abstract

Results on the effect of concentrations of aqueous solutions of sodium chloride on the radio shielding characteristics moisture containing expanded clay in the frequency range 0.7...17 GHz are investigated.

Список литературы

1. *Лыньков Л.М., Богуш А., Борботько Т.В. и др. // Докл. БГУИР. 2004. №3 (7). С. 152–157.*
2. *Лыньков Л.М., Борботько Т.В., Н.В. Колбун и др. // Матер. II Белор.-росс. научн.-техн. конф. «Технические средства защиты информации». Нарочь, 17–21 мая 2004. С. 48–50.*
3. *Неамах М.Р. Бойправ О.В., Борботько Т.В. и др. Радиоэкранирующие модульные конструкции на основе порошкообразных материалов. Минск, 2013.*
4. *Борботько Т.В., Терех И.С. Власова Г.А. и др. // Матер. II Белорусско-российской научн.-техн. конф. «Технические средства защиты информации». Нарочь, 17–21 мая 2004. С. 47.*