

## Углеродсодержащие отделочные материалы для электромагнитной защиты помещений специального назначения

М.Ш. Махмуд, Т.А. Пулко, А.М. Прудник, Л.М. Лыньков

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

Для защиты информации от утечки по каналам побочных электромагнитных излучений и наводок (ПЭМИН) применяются экранирующие материалы, а также конструкции на их основе. Кроме того, различные экранирующие материалы и их сочетания используются для обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), для снижения радиолокационной заметности объектов военной техники, защиты РЭА от поражающего воздействия электромагнитного оружия. Также они необходимы для облицовки безэховых камер и создания средств защиты биологических объектов от воздействия электромагнитного излучения (ЭМИ) [1, 2].

Материалы поглощающие ЭМИ используются как при строительстве и отделке помещений, так и для создания разборных модульных конструкций [3]. Основным принципом экранирования является перенаправление энергии электромагнитных волн за счет отражения от поверхностей материалов, а также на поглощении волн внутри их [4].

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 [5].

Различные виды изделий, снижающих ЭМИ (от рабочих станций, устройств ввода-вывода, активного сетевого оборудования, терминальных устройств связи и др.) до уровня, не позволяющего произвести восстановление информации 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. Таким образом, для обеспечения защиты информации внутри выделенных помещений предлагается использовать отделочные материалы с добавлением углеродсодержащих материалов, а целью работы является разработка растворных смесей на основе шунгита и исследование их экранирующих свойств (коэффициентов отражения и передачи) [6].

Экспериментальные образцы экранирующих цементно-шунгитовых растворных смесей подготавливались в виде сухой смеси 35% шунгита и 35% цемента марки ПЦ 500 Д20 и 25% хлорида кальция, которая затем разбавлялась водой.

Шунгитовый углерод — это аморфный графит. Он состоит из шарообразных частиц, радиусом около 5 нм. В этой массе углерода распределены частицы кварца и других минералов. Благодаря своей биполярности порошки шунгитовых пород хорошо смешиваются со всеми известными веществами (водными суспензиями, каучуками и цементами). Следствием высокой совместимости шунгитов со связующими веществами является способность создавать высоконаполненные композиции. Цемент марки ПЦ 500 Д20

(портландцемент марки 500 с добавкой гранулированного доменного шлака до 20%) применяется для приготовления строительных растворов смесей.

Экспериментальные образцы изготавливались нанесением растворной смеси слоем в 4 мм на основания из трикотажа и картона, представляющего собой расположенные рядами четырехугольные пирамиды высотой 50 мм с размерами основания 50×50 мм (с расстоянием между рядами 20 мм),

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  $S_{11}$  — 0,5–3 ГГц и 2–18 ГГц, а при измерении коэффициента передачи  $S_{21}$  — 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, нанесенный на плоское трикотажное основание, и нанесенный на картонное основание с подслоем алюминиевой фольги. Кроме того, были проведены измерения коэффициентов отражения экранирующего материала с медным листом толщиной 1 мм.

Зависимость коэффициентов отражения и передачи образцов цементно-шунгитовой растворной смеси от частоты в диапазонах 0,5–3 ГГц и 2–18 ГГц, показаны на рис. 1 и 2, соответственно.

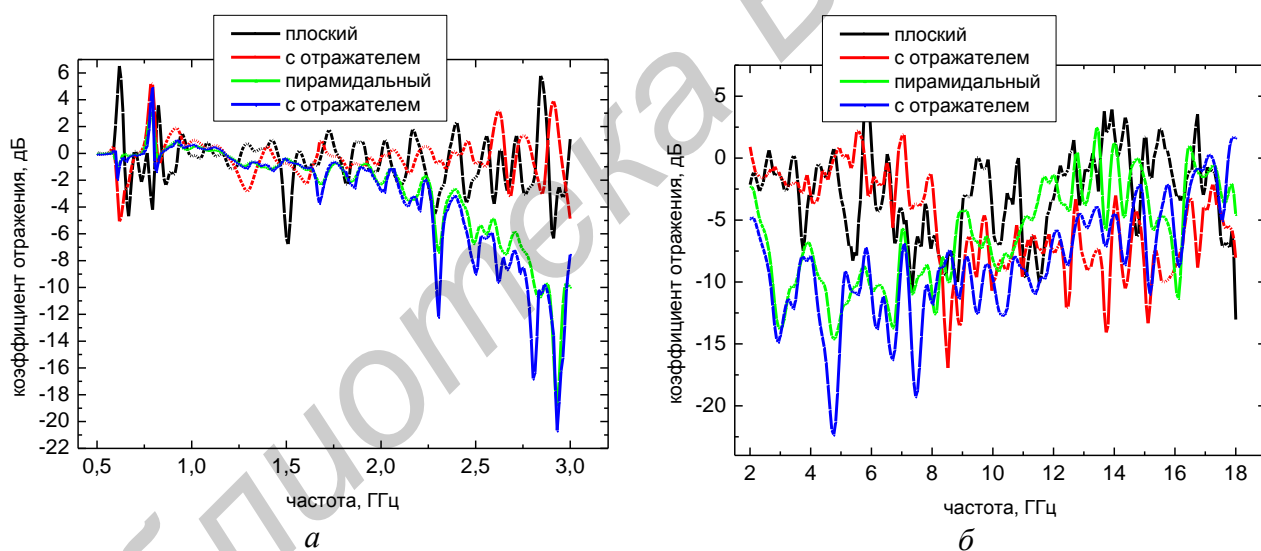


Рис. 1. Значения коэффициентов отражения углеродсодержащего отделочного материала:  
а — в диапазоне 0,5–3 ГГц; б — в диапазоне 2–18 ГГц

Из рис. 1 видно, что значения коэффициентов отражения плоских образцов в диапазоне 0,5–3 ГГц характеризуется относительно невысокой отражательной способностью ( $-1 \div -5$  дБ) и до  $-1 \div -8$  дБ для образцов с пирамидальной поверхностью, а в диапазоне 2–18 ГГц составляют  $-5 \div -7$  дБ и до  $-5 \div -12$  дБ для образцов с пирамидальной поверхностью. Кроме того, добавление слоя меди принципиально не поменяло характера зависимости коэффициентов отражения от частоты в диапазоне 0,5–3 ГГц.

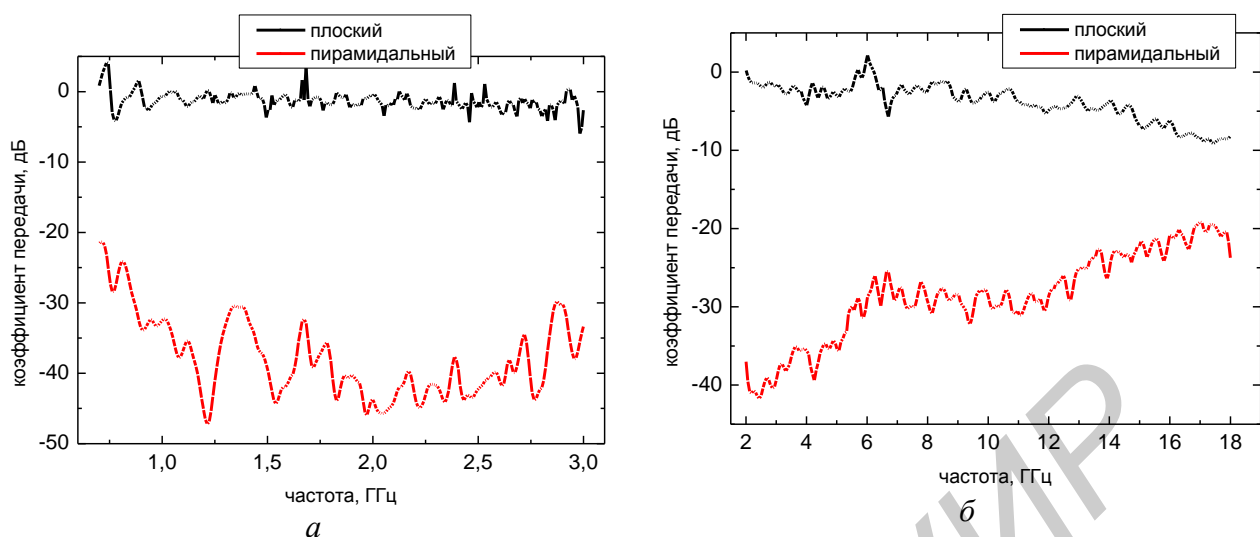


Рис. 2. Значения коэффициентов отражения углеродсодержащего отделочного материала: *а* — в диапазоне 0,5–3 ГГц; *б* — в диапазоне 2–18 ГГц

Из рис. 2 видно, что значения коэффициентов передачи в диапазоне 0,5–3 ГГц составили от –1 дБ для плоских образцов и до –30÷–35 дБ для образцов с пирамидальной поверхностью, а в диапазоне 2–18 ГГц коэффициенты передачи составили –1÷–5 дБ для плоских образца и до –35÷–40 дБ для образцов с пирамидальной поверхностью.

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

#### Список литературы

1. Колбун Н.В., Петров С.Н., Прудник А.М. Исследование электромагнитных и акустических характеристик многослойных материалов для систем интегральной защиты // Доклады БГУИР. 2009. Т. 7, № 3. С. 79–85.
2. Альябад Х.М., Петров С.Н., Прудник А.М. Обеспечение требований по защищенности информации панелями электромагнитно-акустической защиты // Материалы VII Международной научно-практической конференции "Управление информационными ресурсами". 25 ноября 2009, Минск, Академия управления при Президенте Республики Беларусь. С. 219–220.
3. Гарченко У.А., Петровский Я.Ч., Василенко Д.А., Прудник А.М. Средства пассивной защиты специальных помещений // Материалы XIV Международной научно-технической конференции "Современные средства связи". 29 сентября–1 октября 2009. Минск. Минск, ВГКС. С. 165.
4. Колбун Н.В., Петров С.Н., Прудник А.М. Исследование электромагнитных и акустических характеристик многослойных материалов для систем интегральной защиты // Доклады БГУИР. 2009. Т. 7, № 3. С. 79–85.
5. Богуш В.А., Борботько Т.В., Гусинский А.В. и др. Электромагнитные излучения. Методы и средства защиты. Минск, 2003.
6. Прудник А.М., Петров С.Н., Соколов В.Б., Борботько Т.В., Лыньков Л.М. Конструкции панелей для электромагнитно-акустической защиты выделенных помещений / Материалы XVI научно-практической конференции «Комплексная защита информации». 17–20 мая 2011 г., Гродно, Беларусь / под общ. ред.: А.Н. Курбацкого [и др.]. – Минск: БелГИСС, 2011. С. 288–290.