

КОНСТРУКЦИИ ЭКРАНОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПЕРЛИТА И ТИТАНОМАГНЕТИТА

О.В. БОЙПРАВ, Т.В. БОРБОТЬКО, Л.Л. ГАНЬКОВ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь
boipravolga@rambler.ru*

Проанализированы характеристики отражения и передачи электромагнитного излучения конструкций экранов, изготовленных на основе смеси порошкообразных материалов, характеризующихся диэлектрическими и магнитными свойствами – перлита и титаномагнетита, соответственно. Разработаны рекомендации по практическому применению таких конструкций.

Ключевые слова: коэффициент отражения электромагнитного излучения, коэффициент передачи электромагнитного излучения, перлит, титаномагнетит.

Для обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронного оборудования, используемого в системах передачи и обработки данных, применяют конструкции экранов электромагнитного излучения (ЭМИ). В процессе их создания на сегодняшний день широко используются материалы, формируемые на основе порошкообразных компонентов. При этом синтез данных материалов осуществляется путем закрепления их порошкообразных компонентов в связующем веществе либо спекания последних. Основным недостатком таких технологий состоит в том, что в большинстве случаев они характеризуются высокой ресурсоемкостью. Указанного недостатка лишена технология формирования конструкций экранов ЭМИ, формируемых путем заполнения порошкообразным материалом (либо смесью порошкообразных материалов), характеризующимся диэлектрическими, магнитными и/или резистивными свойствами, емкостей определенной формы. При этом управляемо изменять экранирующие характеристики (значения коэффициентов отражения и передачи ЭМИ) таких конструкций возможно путем изменения объема емкости, типа порошкообразных материалов либо соотношений последних в смесях. В рамках настоящей работы на основе перлита марки М150 и титаномагнетита сформированы конструкции экранов ЭМИ и исследованы их характеристики отражения и передачи ЭМИ. Выбор перлита в качестве компонента для формирования конструкций экранов обусловлен его низкой плотностью (для перлита марки М150 – 150 кг/м^3), а значит, и малым весом, титаномагнетита – низкой стоимостью по сравнению с другими ферритами. Исследованные образцы конструкций экранов ЭМИ изготавливались путем заполнения каналов сотового поликарбоната смесью перлита марки М150 (50 об. %) и титаномагнетита (50 об. %). Образец № 1 характеризовался толщиной 10 мм, образцы № 2 и № 3 – 20 мм и 30 мм соответственно. Измерение параметров экранирующих характеристик образцов проводились, согласно методике, описанной в [1]. Установлено, что значения коэффициентов отражения и передачи ЭМИ образца № 1 в диапазоне частот ЭМИ 0,7...17 ГГц равны соответственно $-5...-25 \text{ дБ}$ ($-2...-14 \text{ дБ}$) и $-2...-6 \text{ дБ}$, образца № 2 – $-5...-20 \text{ дБ}$ ($-2...-12 \text{ дБ}$) и $-4...-14 \text{ дБ}$, образца № 3 – $-5...-25 \text{ дБ}$ ($-4...-18 \text{ дБ}$) и $-4...-16 \text{ дБ}$ (в скобках указаны значения коэффициентов отражения ЭМИ, измеренные при закреплении исследованных образцов на металлической подложке). На рис. 1 представлены частотные зависимости коэффициентов отражения ЭМИ образца № 3. Кривые 1 соответствуют частотным зависимостям коэффициентов отражения образца, закрепленного на металлической подложке.

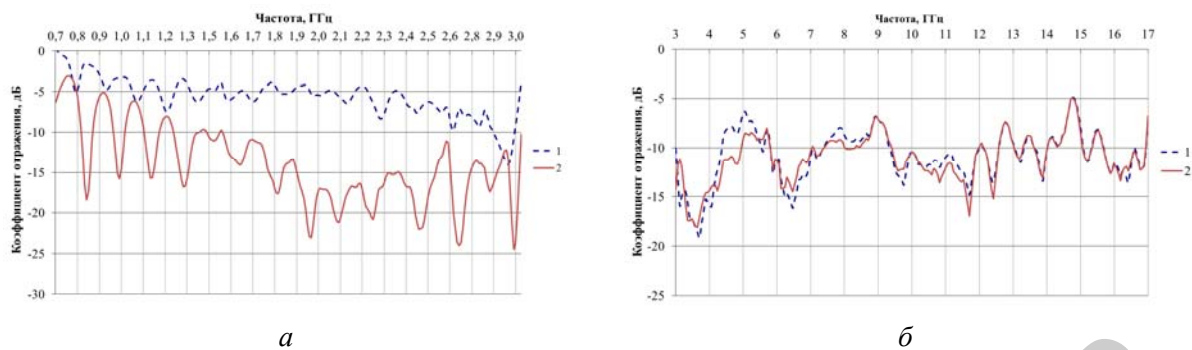


Рис. 1. Частотные зависимости коэффициентов отражения ЭМИ образца № 3 в диапазоне: *а* – 0,7...3 ГГц, *б* – 3...17 ГГц

Процесс взаимодействия ЭМИ с каждым из исследованных образцов аналогичен их дифракции на мелкой решетке. При взаимодействии ЭМИ с магнитными материалами в них возникают вихревые токи, обуславливающие ослабление энергии ЭМИ.

Магнитная проницаемость ферро- и ферритмагнетиков является комплексной величиной и в переменном электромагнитном поле зависит от его частоты. Эта зависимость называется магнитным спектром и может быть условно разделена на 5 областей: 1) низкочастотную, характеризующуюся обычно незначительным изменением магнитной проницаемости (диапазон частот 0...0,2 МГц); 2) «инфрарадиочастотную», для которой свойственен магнетомеханический эффект, характеризующийся резонансным всплеском действительной составляющей комплексной магнитной проницаемости; 3) радиочастотную, характеризующуюся быстрым спадом вещественной составляющей комплексной магнитной проницаемости ферритов и явно выраженным эффектом поглощения в диапазоне 1...1000 МГц; 4) сверхвысокочастотную, характеризующуюся явлением естественного ферромагнитного резонанса, обычно наблюдаемого при частотах $10^3 \dots 5 \cdot 10^4$ МГц, и прецессией электронного спина в эффективном поле анизотропии вещества феррита; 5) «инфракрасную», которая, согласно расчетам, должна характеризоваться незначительным резонансным изменением кривых дисперсии и поглощения ЭМИ при частотах порядка 10^7 МГц [2].

Диапазон частот, в котором проводились измерения значений коэффициентов отражения и передачи ЭМИ изготовленных образцов, принадлежит радиочастотной области (или области естественного ферромагнитного резонанса), в которой располагается резонансная частота, соответствующая наибольшему значению ослабления энергии ЭМИ, взаимодействующего с ферро- и ферритмагнетиками.

Исследованные конструкции экранов ЭМИ могут быть применены для облицовки стен помещений, где функционируют системы обработки данных (например, серверных комнат), либо для создания специальных экранирующих перегородок для обеспечения электромагнитной развязки оборудования, располагаемого в пределах таких помещений. Кроме того, использованную в рамках настоящей работы смесь перлита и титаномагнетита допустимо засыпать в стены экранируемых помещений в процессе создания последних. Толщина засыпного слоя в таких случаях будет определяться требованиями к экранирующим характеристикам для данных помещений.

Список литературы

1. Бойправ О.В., Неамах М.Р., Соколов В.Б. // Докл. БГУИР. 2012. № 1(63). С. 70–75.
2. Фоменко Л.А. Магнитные спектры ферритов // Успехи физических наук. 1958. Т. LXIV, вып. 4. С. 669–731.