

ЭКРАНИРУЮЩИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ БЕТОНЫ НА ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА

Е.С. Белоусова, Л.М. Лыньков, Абдулсалам Муфтах Абулькасем Мохамед

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, БГУИР, каф. ЗИ, 220013, Минск, Беларусь, тел. +375 17 2938940
E-mail: elena1belousova@gmail.com*

Abstract. Electromagnetic fields intensity of technical devices and systems surrounding the person increases, because of this today the problem of investigation electromagnetic shield based on construction materials is very important. In this paper the research of electromagnetic shielding properties of construction carbon-containing materials based on Portland cement and carbon black is presented. It is used for the walls of residential premises in order to reduce the effects of electromagnetic fields on the human organism.

На сегодняшний день актуальной стала проблема защиты организма человека от воздействия электромагнитного излучения (ЭМИ). Воздействие от искусственных источников электромагнитного излучения непрерывно возрастает в результате развития электроэнергетики, систем связи, приборов и технологий, излучающих электромагнитные волны широкого диапазоне частот. Напряженность искусственных электромагнитных полей превышает напряженность естественных на несколько порядков и неуклонно повышается в ходе научно-технического прогресса [1]. Экранирования электромагнитных полей – один из способов ослабления воздействия электромагнитного излучения на человека. Для создания электромагнитного экрана или экранированного помещения применяются материалы в виде стальных, медных, алюминиевых листов, фольги. В последние годы применяются более современные композитные экраны ЭМИ, используемые в качестве строительных материалов.

В работе [2] представлены варианты экранирующих ЭМИ строительных материалов на основе портландцемента с добавлением порошкообразного шунгита. Шунгитобетонные строительные плитки толщиной до 3 мм ослабляют ЭМИ до 9,0 дБ (в диапазоне частот 10–18 ГГц) при этом коэффициент отражения ЭМИ составляет –9,0 дБ при частотах 8–18,0 ГГц.

В работе [3] представлены исследования составов электропроводящих композиционных материалов на основе цементного вяжущего и углеродных наполнителей (графит, технический углерод), используемых для нагревательных элементов в строительных конструкциях. Такие материалы обладают сравнительно низкой стоимостью и стабильностью свойств при длительной эксплуатации.

В данной работе представлены результаты исследования коэффициента передачи и отражения ЭМИ углеродосодержащими бетонами на основе технического углерода. Для исследования были созданы образцы плиток толщиной 3 мм на основе портландцемента (цемент) марки 500 (Д20) и технического углерода марки П-803 (таблица 1). Технический углерод – высокодисперсный аморфный углеродный продукт, образующийся при сжигании или термическом разложении газообразных или жидких углеводородов. Технический углерод широко используется во многих отраслях народного хозяйства: производство автомобильных шин, производство резинотехнических изделий различного назначения (уплотнители, конвейерные ленты, трансмиссионные ремни, антивибрационные продукты и др.), лакокрасочная, полимерная промышленности, производство труб и кабелей. Технический углерод также применяют и в строительстве в качестве пигмента, при этом бетоны на основе углерода обладают свойствами экранирования ЭМИ, ввиду высокой электропроводности (удельное объемное электрическое сопротивление 0,1–0,5 Ом·м).

Таблица 1 – Описание изготовленных образцов

Номер образца	Массовая доля, %		
	Портландцемент	Вода	Технический углерод
1	65	30	5
2	60	30	10
3	50	30	20
4	40	30	30
5	30	30	40

Измерения параметров экранирующих характеристик изготовленных образцов проводились согласно методике, описанной в [4]. В диапазоне частот ЭМИ, в котором проводились измерения, функционируют приемо-преобразовательные модули, маломощные усилители сигналов, генераторы управляющих напряжений с буферными усилителями и т. п.

Измерения частотных характеристик коэффициентов передачи, показали, что минимальным ослаблением ($-13,2... -14,8$ дБ) обладает образец № 5 (массовая доля технического углерода 40 %). При уменьшении массовой доли технического углерода в образцах коэффициент передачи также уменьшается, для образца № 1 (массовая доля технического углерода 5 %) коэффициент передачи составляет $-6,5... -8$ дБ в диапазоне частот 8–12 ГГц. Коэффициент отражения, измеренный в режиме согласованной нагрузки, имеет минимальные значения для образца № 5 (массовая доля технического углерода 40 %), в диапазоне частот 8–12 ГГц он изменяется в пределах $-5,9... -7$ дБ. Для остальных образцов частотная характеристика коэффициента отражения практически идентичная ($-3,5... -4,8$ дБ). Измерения коэффициента отражения в режиме короткого замыкания (расположения за исследуемым образцом металлического отражателя) показывают, что минимальное значение указанного параметра получено для образца № 1, № 2 и № 5 ($-3,7... -8,1$ дБ, $-3,9... -7$ дБ и $-5,9... -7$ дБ соответственно).

В результате проведенных исследований установлено, что наилучшими показателями экранирования ЭМИ обладает образец № 5, коэффициент передачи составляет $-13,2... -14,8$ дБ, коэффициент отражения в режиме короткого замыкания — $-5,9... -7$ дБ. Однако, данный образец обладает низкими прочностными характеристиками, ввиду большого содержания технического углерода в составе образца и его большого влагопоглощения. Поэтому дальнейшие исследования будут направлены на улучшение прочностных характеристик данного образца. Необходимо отметить, что образцы № 1 и № 2 также можно рекомендовать для облицовки стен жилых помещений, ввиду низкого коэффициента передачи (менее -8 дБ) и низкого коэффициента отражения ($-3,9... -8,1$ дБ).

Литература

1. **Кураев, Г.А.** Влияние электромагнитных излучений персональных компьютеров на организм человека / Г.А. Кураев, В.Б. Воинов, Ю.Н. Моргалев // Вестн. Томск. гос. ун-та. – 2000. – № 269. – С. 9–15.
2. **Белоусова, Е. С.** Радиоэкранирующие свойства бетонов на основе шунгитосодержащих наноматериалов / Е.С. Белоусова, М.Ш. Махмуд, Л.М. Лыньков, Н.В. Насонова // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство» – 2013. – № 2 (24). – С. 56–67.
3. **Семейкин, А. Ю.** Регулирование реологических и электрических свойств дисперсий на основе цементных паст и углеродных материалов : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 02.00.11 / А. Ю. Семейкин ; Белгородский гос. техн. ун-в. им. В.Г. Шухова – Белгород, 2010. – 19 с.
4. **Белоусова, Е. С.** Отделочные композиционные материалы для создания экранированных защищенных помещений / Е.С. Белоусова, Н.В. Насонова, Т.А. Пулко, Л.М. Лыньков // Вестник связи. – 2013. – № 3(119). – С. 47–51