

УДК 537.531

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ УГЛЕНАПОЛНЕННЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СУЛЬФАТА КАЛЬЦИЯ ДЛЯ ОСЛАБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Ахмедина Е.С.¹, студент гр. 861401

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники¹

г. Минск, Республика Беларусь

Белоусова Е.С. – канд. техн. наук

Аннотация. В статье представлены результаты исследования частотных характеристик коэффициентов отражения и передачи для угленаполненных композитов на основе сульфата кальция с добавлением активированного кокосового или березового угля или неактивированного древесного угля. По результатам анализа полученных экспериментальных данных составлены рекомендации по использованию угленаполненных композитов на основе сульфата кальция с добавлением активированного кокосового или неактивированного древесного угля.

Ключевые слова. Коэффициент отражения электромагнитного излучения, коэффициент передачи электромагнитного излучения, активированный уголь, кокосовый уголь, древесный уголь, сульфат кальция, угленаполненный композит.

Для организации защиты информации о наземных объектах от добывания с помощью технических средств разведки используются методики, основанные либо на выполнении расчетов, либо на применении специальных конструкций и материалов для снижения отражения электромагнитной волны от поверхности объекта. Как правило, рабочий диапазон технических средств разведки составляет 8,2–12,4 ГГц (X диапазон). В нем функционируют не только указанные средства, но и доплеровские и метеорологические радиолокационные станции, системы передачи телевизионного изображения, радиорелейные аппараты. Использование для организации защиты информации о наземных объектах методик, основанных на применении специальных конструкций и материалов, направлено на снижение заметности этих объектов для технических средств разведки, т. е. по сути, на снижение коэффициента отражения электромагнитного излучения поверхности этих объектов в X-диапазоне.

В результате обзора современных методов скрытия объектов от средств радиолокационной разведки [1–2] установлено, что в качестве пассивных средств применяют рассеивающие и поглощающие конструкции и материалы, которые не только поглощают и ослабляют электромагнитное излучение, но и снижают коэффициент отражения.

В работе [3] автором статьи были представлены экспериментальные результаты исследования свойств ослабления и отражения электромагнитного излучения X диапазона угленаполненными композитами на основе смеси сульфата кальция и кокосового угля. Было установлено, что угленаполненный композит толщиной 30 мм характеризуется значением коэффициента отражения 9 дБ, угленаполненный композит толщиной более 50 мм – –7,5 дБ в диапазоне частот 8–12 ГГц. Значения коэффициентов передачи для образца угленаполненного композита толщиной 30 мм составляют –5,6 дБ, толщиной более 50 мм – –27 дБ в диапазоне частот 8–12 ГГц. В продолжении исследования были изготовлены образцы угленаполненных композитов на основе смеси сульфата кальция и активированного и неактивированного древесного угля толщиной от 0,3 до 1 см.

Результаты исследований, представленные в данной статье, получены в рамках научно-исследовательской работы «Разработка радиопоглощающих композиционных структур на основе порошкообразных углесодержащих материалов» по заданию № 1.5 «Разработка новых материалов и технологий для систем электромагнитной защиты радиоэлектронного и информационного оборудования, биологических объектов от воздействия широкого спектра электромагнитных излучений, обеспечения электромагнитной безопасности населения и электромагнитной совместимости электро-, радиотехнических средств и оборудования» ГПНИ «Материаловедение, новые материалы и технологии» на 2021–2025 гг.

С целью изучения изменения частотных характеристик коэффициентов отражения и передачи при добавлении разного вида угля в состав угленаполненных композитов на основе смеси сульфата кальция были изготовлены образцы с добавлением активированного березового угля и неактивированного древесного угля толщиной 0,3–1 см.

На рисунке 1 представлены результаты измерения коэффициента передачи и отражения в режиме короткого замыкания с помощью панорамного измерителя SNA 0,01–18 для следующих образцов угленаполненных композитов на основе смеси сульфата:

- образец с добавлением активированного кокосового угля толщиной 1 см (кривая 1);
- образец с добавлением активированного березового угля толщиной 0,5 см (кривая 2);
- образец с добавлением неактивированного древесного угля толщиной 1 см (кривая 3).

Установлено, что минимальное значение коэффициента отражения, измеренного в режиме короткого замыкания, получено для образца угленаполненного композита на основе активированного березового угля толщиной 0,3 см (–14 дБ) и для образца толщиной 1 см (–8,5 дБ) в диапазоне частот 4–12 ГГц, при этом коэффициент передачи для данных образцов изменяется в пределе –4,8... –11,7 дБ и –15,1... –26,9 дБ соответственно.

Коэффициент отражения ЭМИ для образца на основе неактивированного древесного угля толщиной 0,5 см, измеренный в режиме короткого замыкания, составил –4,5... –9,2 дБ, а коэффициент передачи – –3,9... –9,2 дБ в диапазоне частот 0,7–17 ГГц. У образца на основе неактивированного древесного угля толщиной 1 см коэффициент отражения изменяется в пределе –5,2... –8,1 дБ, коэффициент передачи – 9,4... –26,5 дБ.

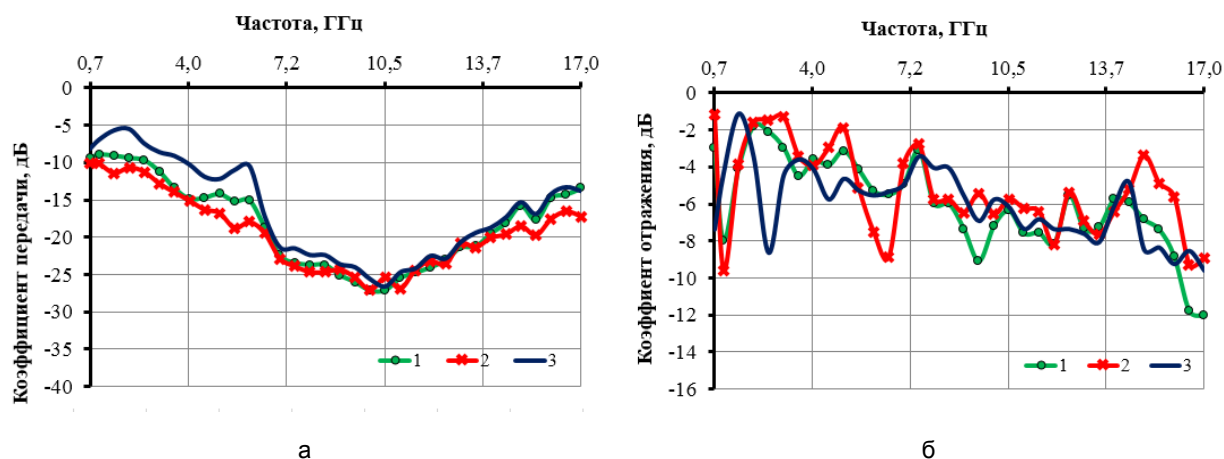


Рисунок 1 – Частотные зависимости коэффициентов отражения и передачи для образцов угленаполненных композитов на основе смеси сульфата кальция и угля

Таким образом, все образцы угленаполненных композитов на основе смеси сульфата кальция и угля толщиной более 1 см ослабляют электромагнитное излучение более чем в 100 раз, коэффициент передачи имеет значения –25... –31 дБ в диапазоне частот 7–13 ГГц. Минимальными значениями коэффициента отражения характеризуются образцы угленаполненных композитов на основе смеси сульфата кальция и активированного кокосового (–10 дБ для толщины 0,3–0,5 см) или древесного угля (–9 дБ для толщины 0,5–1 см). Также необходимо отметить, что у образцов угленаполненных композитов на основе смеси сульфата кальция и кокосового угля имеются резонансы в частотных характеристиках коэффициентов отражения, достигающих значения –8 дБ на частоте 1 ГГц при толщине образца 1 см и –12,5 дБ на частоте 2 ГГц при толщине образца 0,5 см. У образцов угленаполненных композитов на основе смеси сульфата кальция и березового угля на частотах 1 ГГц (для толщины 0,3 см) и 4 ГГц (для толщины 0,5 см) имеются резонансы частотной характеристики коэффициента отражения порядка –9,5 и –13,5 дБ соответственно.

Изготовленные экраны могут иметь обширную сферу применения в различных отраслях. Для уменьшения электромагнитных помех и для обеспечения электромагнитной совместимости оборудования, для защиты здоровья рабочего персонала от вредного электромагнитного излучения, в медицине, для экранирования помещений, в военной деятельности и радиолокационной разведке. В радиозэкранирующей отделке зданий и помещений объектов информатизации, осуществляется покрытиями на основе применения экранирующих гипсовых смесей с добавлением угля для пола и стен в сочетании (при необходимости) с металлической

сеткой. Преимуществом использования экранов и применения данной технологии является возможность экранирования зданий и помещений любой конфигурации без нарушения архитектурного стиля и планировки. Самой важной частью является военная деятельность и скрытие объектов от средств радиолокационной разведки. Данные экраны могут использоваться для защиты радиолокационного оборудования, как покрытие на различные военные объекты (танки, самолеты), от внешних воздействий, или обеспечить скрытие объектов от радиолокационной разведки.

Список использованных источников:

1. Способ маскировки военной автомобильной техники: пат. RU2324136C2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://patents.s3.yandex.net/RU2324136C2_20080510.pdf.
2. Способ скрытия мобильного объекта от радиолокационного наблюдения из космоса: пат. RU2312297C1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://patents.s3.yandex.net/RU2312297C1_20071210.pdf.
3. Ахметдинова, Е.С. Угленасыщенные композиты на основе сульфата кальция для радиоэлектронной защиты наземных объектов / Е.С. Ахметдинова, Е.С. Белоусова, О.В. Бойправ // Современные средства связи : материалы XXVI Междунар. науч.-техн. конф., 21–22 окт. 2021 года, Минск, Респ. Беларусь. – Минск : Белорусская государственная академия связи, 2021. – С. 92–93.