

радиопоглотителей. К достоинствам предлагаемой конструкции и материала относятся технологичность, простота и невысокая стоимость изготовления, экологичность, высокая стабильность свойств в широком диапазоне температур эксплуатации, а также негорючесть и невоспламеняемость.

РАДИОПОГЛОЩАЮЩИЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА С МАГНИТОДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПОТЕРЯМИ

Н.В. НАСОНОВА, Я.Т.А. АЛЬ-АДЕМИ, А.А.А. АХМЕД, Л.М. ЛЫНЬКОВ

Ферриты широко распространены в качестве компонентов экранирующих и радиопоглощающих композиционных материалов. Однако их существенным недостатком является узкополосность характеристики поглощения ЭМИ, связанного явлением естественного ферромагнитного резонанса. Предыдущие исследования показали перспективность применения водосодержащих композиционных материалов для создания экранов электромагнитного излучения, применяемых в различных областях. В соответствии с основными соотношениями теории распространения электромагнитных колебаний в средах с потерями, существует условие минимизации отражения электромагнитной энергии от материала с магнитодиэлектрическими потерями, которое означает, что частотные дисперсии магнитной и диэлектрической проницаемостей композита должны быть аналогичны, а их отношение для различных частот рабочего диапазона стремится к единице. Выполнение этого условия приводит к повышению поглощения ЭМИ внутри материала и существенному снижению уровня отражаемой энергии.

Определение диэлектрических и магнитных свойств композиционных материалов сопряжено с определенными трудностями. Экспериментально были получены соотношения между концентрациями включений с диэлектрическими и магнитными потерями и радиопоглощающими свойствами композиционных материалов, содержащих включения магнитомягкого феррита и водные включения, распределенные в упорядоченной пористой матрице.

Показано, что изменение соотношения между концентрациями частиц, обладающих высокой диэлектрической и магнитной проницаемостью, позволяет получить коэффициент отражения ЭМИ до $-12...-14$ дБ в диапазоне частот $2...17$ ГГц.

ЗАЩИТА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОХРАНЫ ОТ НАВЯЗЫВАНИЯ ЛОЖНЫХ ДАННЫХ

Д.Л. ОСИПОВ, В.А. БУРМИСТРОВ, А.А. ГАВРИШЕВ

Имитозащита — это защита системы от навязывания ложных данных. В настоящее время в качестве имитозащиты объектов технических систем охраны (ТСО) используются системы шифрования, либо системы, которые реагируют на размыкание линии передачи данных. В настоящей статье предлагается новый способ имитозащиты объектов ТСО, основанный на использовании псевдослучайных последовательностей (ПСП) и подробно описанный в заявке на изобретение № 2012155249 от 19 декабря 2012.

Суть метода заключается в следующем: блок контроля включает в себя два генератора ПСП: генератор ПСП-1 и генератор ПСП-2, а также устройство сравнения. Для запуска блока контроля на вход генератора ПСП-1 подаётся стартовая команда. После этого генератор ПСП-1 вырабатывает первое псевдослучайное число. Полученное значение отправляется на генератор ПСП-2 блока контроля и одновременно с этим по линии связи передаётся на контролируемый датчик. В состав датчика также входит генератор ПСП, функция генерации последовательности которого идентична функции генератора ПСП-2 блока контроля. Таким образом, отклики обоих генераторов ПСП-2 на одно и то же значение, выработанное генератором ПСП-1, должны быть одинаковы. Это проверяется в устройстве

сравнения. В случае совпадения значения, пришедшего от контролируемого датчика и значения генератора ПСП-2 блока контроля, устройство сравнения выдает сигнал «Норма», который в свою очередь служит командой для генератора ПСП-1 на генерацию очередного псевдослучайного числа. Таким образом, цикл опроса «свой-чужой» повторяется. При несовпадении значений (признак сбоя в работе датчика) устройство сравнения выдает команду «Тревога», и на генератор ПСП-1 приходит управляющая команда «старт». Таким образом, работа устройства продолжается.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТРАЖЕНИЯ И ПОГЛОЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ 8–40 ГГц МАССИВАМИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Ш.А. ДУРСУНОВА, А.Л. ДАНИЛЮК, С.Л. ПРИЩЕПА

Приведены результаты моделирования коэффициентов отражения и поглощения электромагнитного излучения (ЭМИ) сверхвысокочастотного диапазона 8–40 ГГц массивами вертикально ориентированных углеродных нанотрубок (УНТ), содержащими ферромагнитные наночастицы железа и цементита.

Определение коэффициентов отражения и поглощения ЭМИ массивом УНТ проведено с помощью модели, пригодной для X и Ka частотных диапазонов. Модель отличается учетом как магнитных свойств наночастиц, так и проводящих, структурных и магнитных свойств среды (включая намагниченность углеродной подсистемы), а также наличием переходной оболочки между ними, которая характеризуется соответствующим импедансом. Параметры модели, при которых расчетные значения коэффициентов отражения и поглощения соответствуют экспериментальным данным, близки для X и Ka диапазонов.

Получены частотные зависимости коэффициентов отражения и поглощения ЭМИ массивами УНТ, установлена их взаимосвязь с электропроводящими и магнитными свойствами массива УНТ и магнитных наночастиц.

Показано, что значение коэффициента отражения в диапазоне 8–12 ГГц составляет порядка –2 дБ, а значение коэффициента прохождения — порядка –20 дБ, которые слабо меняются с ростом частоты. В области 26–40 ГГц соответствующие значения составляют соответственно –10 и –40 дБ и слабо уменьшаются с ростом частоты.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ МАССИВА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В ЧАСТОТНОЙ ОБЛАСТИ 8–40 ГГц

Ш.А. ДУРСУНОВА, А.Л. ДАНИЛЮК, С.Л. ПРИЩЕПА

Приведены результаты моделирования комплексной магнитной проницаемости массива вертикально ориентированных углеродных нанотрубок (УНТ), содержащих ферромагнитные наночастицы железа и цементита в частотном диапазоне 8–40 ГГц.

Определение комплексной магнитной проницаемости проведено с помощью модели для разупорядоченного наноструктурированного композита, которая учитывает магнитную и диэлектрическую проницаемости ферромагнитных наночастиц, магнитную и диэлектрическую проницаемости углеродной матрицы, объемную долю наночастиц, их размер, импеданс резистивной оболочки, окружающей наночастицы, а также резонансную частоту ферромагнитного резонанса (ФМР) системы упорядоченно расположенных ферромагнитных наночастиц, удельную проводимость массива.

Расчеты проведены для следующих параметров нанокompозита: размер наночастиц ~50 нм, относительная магнитная проницаемость матрицы $2+i0.2$ (8-12 ГГц) и $4+i1.5$ (24–40 ГГц), относительная магнитная проницаемость наночастиц $10+i0.5$ (8-40 ГГц), объемная