

УДК 621.318.12

ЭЛЕКТОРОМАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ КОМПОЗИТНЫХ МЕТАМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОПАЛОВЫХ МАТРИЦ В СИСТЕМАХ УНИЧТОЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Д. т. н. Б. С. Лобанов¹, к. т. н. Б. В. Хлопов¹, д. ф.-м. н. М. И. Самойлович²,
к. т. н. А. В. Шпак¹, д. ф.-м. н. А. Ю. Митягин³, Я. Д. Ковалюк¹

¹ЦНИРТИ им. академика А. И. Берга, ²ЦНИТИ «Техномаш», г. Москва;

³ФирЭ им. В. А. Котельникова РАН, г. Фрязино

Россия

hlopovu@yandex.ru; samoylovich@technomash.ru; alexandr-mityagin@yandex.ru

Экспериментально исследована электромагнитная восприимчивость образцов композитных метаматериалов в диапазоне частот от 340 до 550 кГц. Разработана методика измерения в рабочем пространстве полеобразующей системы устройства стирания информации после мультипликации облучающего электромагнитного поля образцов метаматериала.

Ключевые слова: электромагнитное поле, композитные метаматериалы, мультипликатор, магнитный рельеф.

Для решения задач бесконтактного метода управления магнитным полем в системах уничтожения информации с носителей перспективными в качестве мультипликаторов могут быть метаматериалы, которые ведут себя как фотонные кристаллы в радиодиапазоне [1]. Действительно, верхний край частотной полосы определяется пространственной периодичностью $\omega_p \approx \pi c/\pi a$ (здесь $c/\pi a$ – фазовая скорость электромагнитных волн в диэлектрике), тогда как нижний край определяется частотой $\omega_b \approx 1/\sqrt{LC}$, где C – емкостная характеристика, L – индукционная [2]. Образцы из композитных метаматериалов в определенном частотном диапазоне обладают отрицательными диэлектрической проницаемостью и магнитной восприимчивостью [3].

Для оценки магнитной восприимчивости (Ni+Fe+Co)- и Fe-образцов мультипликаторов, изготовленных из метаматериалов на опаловой основе, использовался метод исследования магнитного рельефа записанной информации с помощью магнитной силовой микроскопии (МСМ). Каждый жесткий магнитный диск (НЖМД) с записанной информацией последовательно устанавливался в полеобразующей системе устройства стирания, закреплялся в приспособлении и экспонировался импульсным магнитным полем нормальной ориентации с длительностью импульса 1,5 мс. Измерения импульсных магнитных полей проводили измерительным прибором, например, типа миллитесламетром ГП2-2У. После экспонирования диск исследовался на оборудовании МСМ с целью контроля наличия записи. Затем на следующих дисках размещались исследуемые образцы мультипликаторов и по очереди экспонировались. Если после экспонирования запись (или ее следы) оставались, следующий диск с мультипликатором экспонировали полем с напряженностью на 1,0 кЭ выше и так до тех пор, пока не исчезали следы записанной информации (магнитный рельеф поверхности тонкопленочного слоя, полученный на МСМ, будет иметь вид «туманного пейзажа») [4]. Затем такие же измерения повторяли на других образцах при горизонтальной ориентации диска относительно магнитного поля и определяли значение магнитной восприимчивости мультипликатора, как разницу двух измерений значений напряженности импульсного магнитного поля с мультипликатором и без него. При исследованиях фрагментов электромагнитного рельефа испытуемых НЖМД и (Ni+Fe+Co)-, Fe-образцов установлена повышенная магнитная восприимчивость при облучении образцов метаматериала электромагнитным полем напряженностью до 130 кА/м.

Для исследования магнитных свойств (Ni+Fe+Co)- и Fe-образцов мультипликаторов, изготовленных из метаматериалов, при воздействии непрерывного синусоидального электромагнитного по-

ля [5] использовано оборудование, обеспечивающее косвенный метод проверки свойств материалов. Суть метода заключается в облучении исследуемых образцов электромагнитным полем при различных частотах и сравнении полученных результатов с теми, что получены при облучения образцов опала (SiO_2) и немагнитного металла (Cu). Разработан стенд, позволяющий проводить исследования в диапазоне частот от 340 до 550 кГц. Стенд состоит из полеобразующей системы, генератора тока, источника питания, системы охлаждения дросселя, изготовленного из медной трубки по которой поступала охлаждающая жидкость и измерительных приборов [6].

Анализ экспериментальных результатов показал, что при размещении образцов мультипликаторов, изготовленных из метаматериалов на опаловой основе, в рабочей камере полеобразующей системы стирающего устройства наблюдается эффект мультипликации в виде увеличения напряженности поля в пространственном объеме рабочей камеры, который незначителен при малых частотах, но имеет тенденцию возрастать с переходом в область частот свыше 350 кГц с ростом микроволновой проводимости образцов.

Разработанные методики испытаний будут использованы в устройствах управления при разработке и испытаниях систем уничтожения информации с электронных носителей.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 11-07-003011

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Sarychev A.K., Shalaev V.M. *Electrodynamics of metamaterials*.— Singapore: World Scientific, 2007.
2. Наноматериалы. III. Фотонные кристаллы и нанокompозиты на основе опаловых матриц / Под ред. М.И.Самойловича.— Москва: Техномаш, 2007.
3. Самойлович М.И., Белянин А.Ф., Клещева С.М., Цветков М.Ю. Особенности фазовых превращений и кристаллизации в нанополостях решетчатых упаковок наносфер SiO_2 // Наука и технологии в промышленности. 2010.— № 4. — С. 73–84.
4. Хлопов Б.В. Исследование НЖМД методом визуализации и уточнение условий надежного стирания информации с магнитных носителей // Известия института инженерной физики. — Том 1, вып. 27.— 2013.— С. 5—15.
5. Хлопов Б.В., Самойлович М.И., Митягин А.Ю. Исследование пространственного мультиплицирования импульсного магнитного поля образцами метаматериалов // T-Comm — Телекоммуникации и транспорт.— 2013.— № 1.— С. 48—51.
6. Самойлович М.И., Бовтун В., Ринкевич А.Б. и др. Пространственно-неоднородные материалы на основе решетчатых упаковок наносфер SiO_2 // Инженерная физика.— 2010.— № 6.— С. 29–38.

B. S. Lobanov, B. V. Khlopov, M. I. Samoylovich, A. V. Shpak, A. Yu. Mityagin, Ya. D. Kovaluk
Electromagnetic susceptibility of composite metamaterials based on opal matrices in systems of data destruction.

The electromagnetic susceptibility of samples of composite meta-materials in the frequency range from 340 to 550 kHz has been experimentally investigated. The paper presents a newly-developed measurement technique in the working space of the field-generating system of the information erasing device after multiplication of the irradiating electromagnetic field of the metamaterial samples.

Keywords: *electromagnetic field, composite metamaterials, multiplier, magnetic relief.*