

УДК 621.317.4

В.И. Суляев, Г.Е. Кулешов

Защитные композиционные экраны на основе нанопорошков гексаферритов для снижения влияния СВЧ-излучения

Рассмотрена возможность использования композиционного материала на основе нанопорошков гексаферритов для защиты от вредного воздействия электромагнитного излучения.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, мобильные телефоны, поглотители, нанопорошки гексаферритов, резонатор, композит.

Количество высокочастотных электронных приборов, используемых в научных исследованиях, в промышленном производстве и быту, год от года постоянно растет: микроволновые печи, персональные компьютеры, сотовые телефоны, мобильные устройства и цифровая аппаратура. Преимущества от использования приборов очевидны, однако они являются источниками электромагнитных полей, которые могут оказать неблагоприятное воздействие на организм человека. Степень опасности растет пропорционально количеству окружающих источников излучения, их мощности и времени экспозиции. Особое место занимают мобильные и радиотелефоны, в активном режиме находящиеся в непосредственной близости с мозгом, который, по мнению ряда специалистов, наиболее чувствителен к воздействию электромагнитного излучения. Это подтверждается экспериментальными исследованиями биологических последствий длительного воздействия высокочастотных и сверхвысокочастотных полей [1], проводимыми Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ). Получены данные, доказывающие связь между долговременным использованием сотовых телефонов и повышением риска возникновения опухолей. Комиссия Международного агентства по исследованию рака (IARC) в 2002 г. сделала вывод, что воздействие электромагнитных полей связано с возможной канцерогенностью [2]. В [3, 4] приводятся статистические данные об увеличении риска развития злокачественных опухолей мозга при использовании сотового телефона на протяжении 10 лет и более. Отмечено также, что регистрируется все больше свидетельств непосредственной связи высокочастотных электромагнитных полей (ЭМП) и возникновения лейкемии, сообщается об увеличении в среднем вдвое числа случаев лейкемии у детей, подвергавшихся воздействию ЭМП. К сожалению, механизм воздействия излучения на детский организм еще не определен [5] и в большинстве отчетов рекомендуется ограничить использование мобильных телефонов детьми [2, 6]. Заключение исследователей напрямую противоречит многолетним заявлениям производителей высокочастотной электроники о том, что использование их продукции абсолютно безопасно.

Поскольку отказаться от использования электронных устройств невозможно, то актуальной задачей является разработка средств защиты от негативного воздействия микроволнового излучения, которые можно было бы использовать в мобильных устройствах и другой высокочастотной электронике, с учетом достижений современной науки и техники.

Наиболее оправданным является применение защитных устройств на основе материалов, активно взаимодействующих с электромагнитным излучением: отражателей и поглотителей. Отражатели могут быть изготовлены из металлов, хорошо проводящих электрический ток, либо композитов, в которой используются проводящие структуры. Известно, что в качестве активной фазы поглотителей в СВЧ-диапазоне хорошо зарекомендовали себя оксидные ферримагнетики, сажа, карбонильное железо. Особо следует отметить потребительские качества ферритов с гексагональной кристаллической структурой (гексаферритов), область естественного ферромагнитного резонанса которых находится в диапазоне сверхвысоких частот. Отмечен определенный успех в создании гексаферритов с заданными микроволновыми свойствами, что достигается выбором способа получения, химического состава [7], формы и размера частиц, типа композиционной смеси.

В последнее время выяснилось, что на частотные зависимости электромагнитного отклика существенное влияние оказывает время механической активации, которая производится в высокоэнергетических мельницах для измельчения порошка до наноразмеров.

Представляет интерес провести исследование частотной зависимости коэффициентов отражения и прохождения от композита, где активной фазой являются нанопорошки гексаферритов. В качестве объекта исследования выбран композиционный материал на

основе гексаферрита Co_2Z . Для изготовления покрытия в качестве основных компонентов взяты: эпоксидная смола и нанопорошки гексаферритов. Массовая доля определялась взвешиванием порошка и компонент эпоксидной массы на электронных весах Shimadzu Analytical Balance AUX320. Образцы готовились тщательным смешиванием компонентов до однородной массы. Далее смесь закладывается заранее приготовленные формы до полного ее затвердения.

Частотная зависимость коэффициента поглощения от плоского слоя композита исследовалась двумя способами: расчетом по измеренным спектрам магнитной и диэлектрической проницаемостей, которые определялись резонаторным методом на образцах в форме длинного цилиндра, и прямым измерением коэффициента отражения в коаксиальной линии.

На рис. 1 приведены спектры диэлектрической проницаемости композита. В исследованной полосе частот не отмечается частотной дисперсии, происходит уменьшение величин действительной и мнимой составляющих в соответствии с изменением концентрации ферритового порошка. На частотной зависимости магнитной проницаемости (рис. 2) в области 4–5 ГГц отмечен максимум мнимой составляющей, который соответствует области естественного ферромагнитного резонанса.

На рис. 3 представлена рассчитанная зависимость коэффициента поглощения для толщины слоя 5 мм. При содержании активной фазы – 80 весовых процентов, наблюдается ослабление сигнала более чем в тысячу раз. На практике такое поглощение не требуется, поэтому толщину образца можно значительно уменьшить.

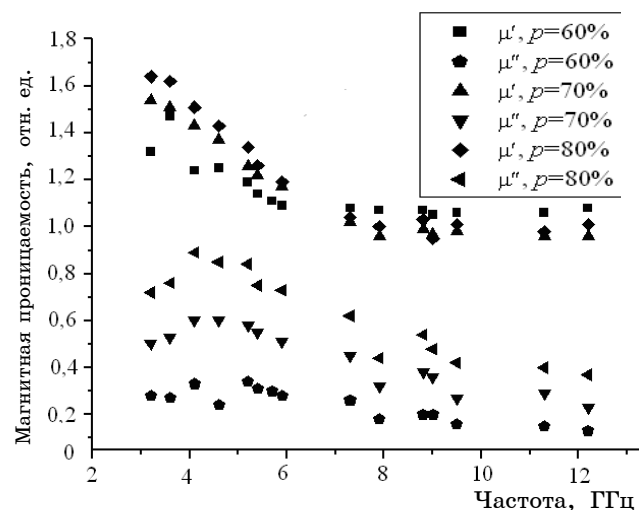


Рис. 2. Зависимость комплексной магнитной проницаемости композита с разным объемным содержанием гексаферрита Co_2Z от частоты

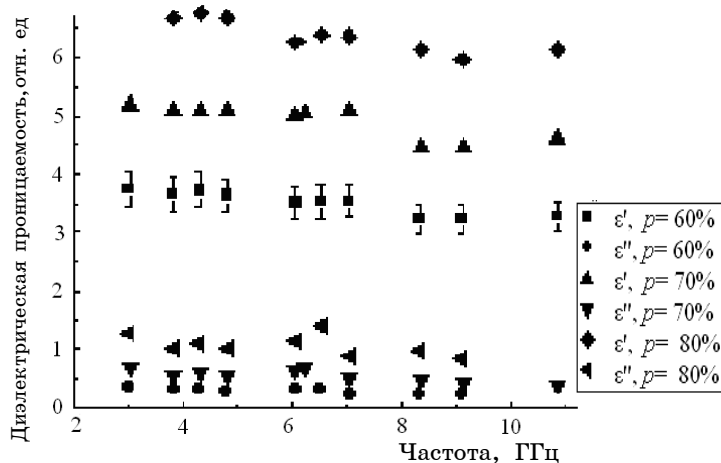


Рис. 1. Спектры диэлектрической проницаемости композита на основе нанопорошка гексаферрита Co_2Z с разным содержанием активной фазы

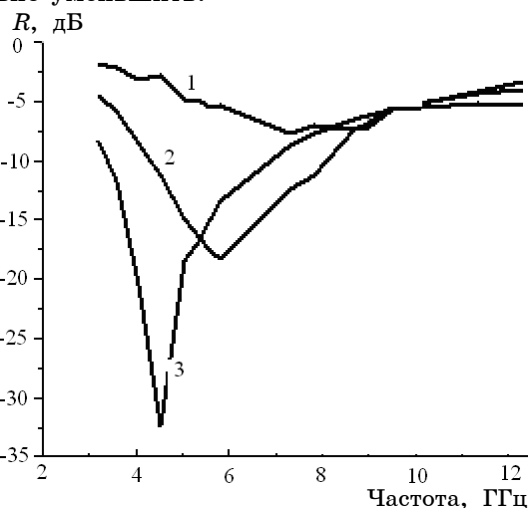


Рис. 3. Зависимость коэффициента отражения от слоя композита с разным объемным содержанием гексаферрита Co_2Z при толщине 5 мм: 1 – 60%; 2 – 70%; 3 – 80%

Для оценки достоверности полученных результатов проведено измерение спектров коэффициентов отражения посредством измерителя коэффициента прохождения и отражения Р2-4м фирмы «Микран».

Образцы изготавливались с помощью разработанной формы в виде шайбы и точно подгонялись под размеры коаксиальной измерительной ячейки. Особое внимание уделялось установке образца в ячейке без зазоров и прекозов. Результаты сравнения этого эксперимента (залитые квадраты и кружки) и рассчитанного коэффициента по измеренным спектрам магнитной и диэлектрической проницаемостей (пустые квадраты и кружки) для

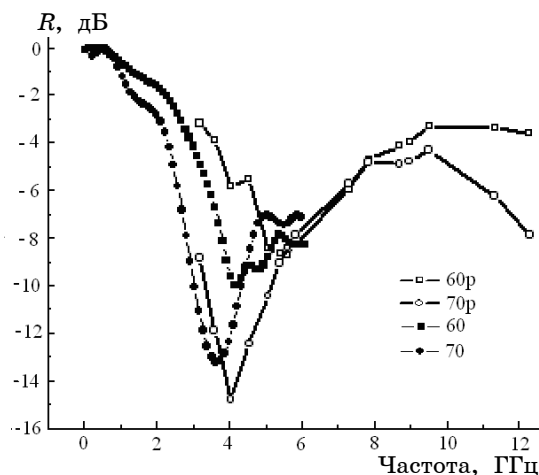


Рис. 4. Сравнение частотных зависимостей коэффициентов отражения, полученных расчетом по измеренным спектрам магнитной и диэлектрической проницаемостей (60p и 70p) и прямым измерением (60 и 70)

содержания феррита по массе 60 и 70% приведены на рис. 4. Наблюдаемое расхождение легко объясняется наличием погрешностей, присущих обоим методам.

Проведенное исследование показывает возможность использования нанопорошков гексаферритов в качестве активной фазы композитов, которые можно применять в качестве защитных экранов против вредного воздействия электромагнитного излучения в виде вкладышей в чехлы мобильных телефонов, хотя бы в режиме ожидания, когда все равно происходит общение телефона с сотовой станцией.

Работа выполнена при частичной поддержке проектами АВЦП: №2.1.1/7142 «Процессы формирования магнитных характеристик наноразмерных порошков и наноструктурных поликристаллических оксидных ферритмагнетиков» и ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.

Литература

1. Independent Expert Group on Mobile Phones. Mobile phones and health. Oxon, United Kingdom, Expert Group on Mobile Phnes [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iegmp.org.uk/report/text.htm>, свободный (дата обращения 10.03.2010).
2. Lucianne L. Children's health and environment: developing action plans / Lucianne L. et al. – Copenhagen: WHO, 2006. – 119 p.
3. Hardell L. Case-control study of the association between the use of cellular and cordless telephones and malignant brain tumors diagnosed during 2000–2003 / L. Hardell, M. Carlberg, K.H. Mild // Environmental Research. – 2006. – Vol. 100. – P. 232–241.
4. Schoemaker M.J. Mobile phone use and risk of acoustic neuroma: results of the Interphone case-control study in five North European countries / M.J. Schoemaker, A.J. Sverdlow, Ahlbom A. et al. // British Journal of Cancer. – 2005. – Vol. 93. – P. 842–848.
5. Отчет о 20-м совещании Европейского комитета по окружающей среде и охране здоровья, Хельсинки, Финляндия, 12–13 декабря 2005 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.euro.who.int/Document/ЕЕНС/20th_ЕЕНС_Mtg_report_Rus.pdf, свободный (дата обращения 10.03.2010).
6. Какое влияние оказывают мобильные телефоны на здоровье людей? Сеть фактических данных по вопросам здоровья [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.euro.who.int/en/system.html>, свободный (дата обращения 10.03.2010).
7. Сусляев В.И. Влияние ионов Fe^{2+} на СВЧ спектры ферритов $CoZnW$ / В.И. Сусляев, Е.П. Найден, В.А. Журавлев, Г.И. Рябцев // Электронная техника. Сер. Материалы. – 1990. – № 5/250/ДСП. – С. 28–29.
8. Доценко О.А. Температурные зависимости СВЧ-спектров магнитной проницаемости наноразмерных порошков гексаферрита W-типа / О.А. Доценко, Е.Ю. Коровин, В.И. Сусляев и др. // Изв. вузов. Физика. – 2006. – № 9. – С. 35–39.

Сусляев Валентин Иванович

Канд. физ.-мат. наук, доцент каф. радиоэлектроники
Национального исследовательского Томского государственного университета (НИТГУ)
Тел.: 8-905-991-06-10
Эл. почта: susl@mail.tsu.ru

Кулешов Григорий Евгеньевич

Аспирант кафедры радиоэлектроники НИТГУ
Тел.: 8-913-864-94-57
Эл. почта: grigorij-kge@sibmail.com

Suslyayev V.I., Kuleshov G.E.

Protective composite screens made on the basis of hexaferrite nanopowders for decreasing the negative effect of high-frequency radiation

It is considered possibilities of use of a composite material on a basis nanopowders of hexaferrites for protection against harmful influence of electromagnetic radiation.

Keywords: electromagnetic radiation, mobile phone, absorbents, nanopowders of hexaferrites.