

ЭКСПРЕСС-ДИАГНОСТИКА ПОГЛОЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ СВЧ КОМПОЗИЦИОННЫМ МАТЕРИАЛОМ НА ОСНОВЕ КЕВЛАРА И ПОРОШКА ГЕКСАФЕРРИТА СТРОНЦИЯ

**Адашкевич С.В.², Бакаев А.Г.¹, Маркевич М.И.¹,
Стельмах В.Ф.², Чапланов А.М.¹, Щербакова Е.Н.³**

ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси»

Минск, Республика Беларусь.

2) УО «Белорусский государственный университет»

Минск, Республика Беларусь

3) Белорусский национальный технический университет

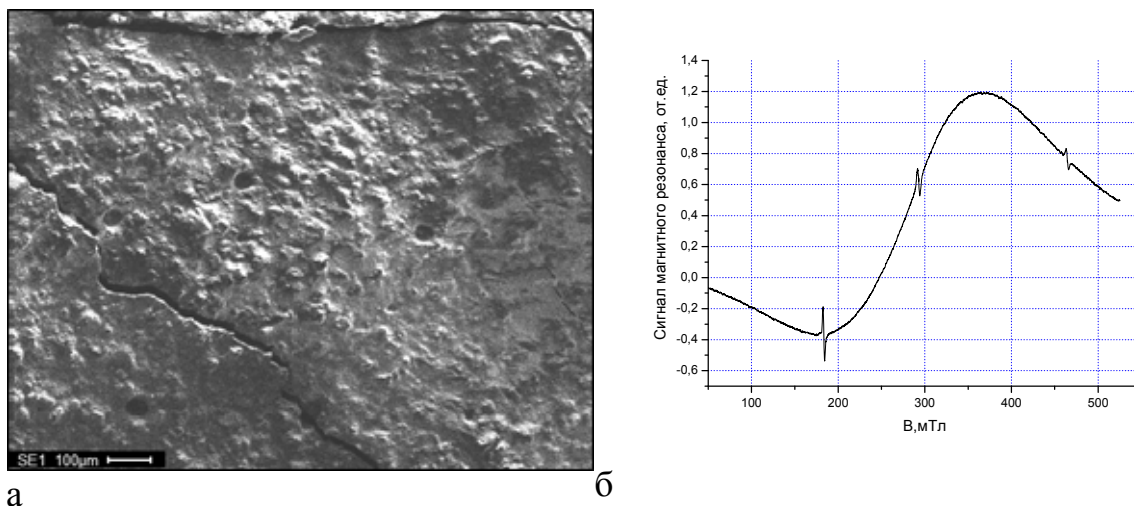
Минск, Республика Беларусь

Разработка экранирования и поглощения электромагнитного излучения в широком радиочастотном диапазоне является актуальной задачей в связи с увеличением мощности устройств СВЧ – радиоэлектроники, что создает помехи спутниковой связи радиоэлектронной аппаратуре. Помимо технических задач в последнее время на первый план выступают экологические аспекты защиты населения от СВЧ излучения, которые в ряде случаев являются первостепенными. Кроме того данные материалы могут использоваться в изделиях бытового назначения.

В данной работе в качестве матрицы используются высокопрочное волокно (кевлар), в качестве радиопоглощающего наполнителя был выбран порошок гексаферрита $\text{SrFe}_6\text{O}_{19}$, а в качестве связующего использовались смола ЭД-20. Исследования состава образцов проводились с помощью системы энергодисперсионного (EDS) микроанализа, установленной на сканирующем электронном микроскопе SEM 515. Этот комплекс, в состав которого входят Si(Li) детектор со сверхультратонким окном, охлаждаемый жидким азотом, компьютер и пакет программного обеспечения Genesis SEM Quant ZAF software. Измерения проводились при различных значениях ускоряющего напряжения: от минимального порога чувствительности системы микроанализа (6,4 кВ) до максимального значения ускоряющего напряжения, равного 30 кВ. Исследования магнитного резонанса проводились на специализированном малогабаритном анализаторе ЭПР «Минск 22» при комнатной температуре. Рабочая длина волны — 3 см. Максимальное значение индукции магнитного поля — 450 мТл. Частота модуляции магнитного поля 30 кГц. Для калибровки интенсивности сигналов объектов исследования использовался образец из монокристалла рубина ($\text{Al}_2\text{O}_3:\text{Cr}^{3+}$). Выбор оптимальных параметров регистрации рабочих спектров магнитного резонанса осуществлялся в области значений g-факторов от 1,5–4,0. В процессе измерений дополнительный контроль стабильности

работы спектрометра осуществлялся путем измерения калибровочного материала двухвалентного марганца.

На рисунке 1а представлена морфология образцов со связующим эпоксидная смола. Из рисунка видно, что в композиционном материале, где связующим является эпоксидная смола, имеются достаточно широкие трещины, ширина которых достигает примерно 20 мкм.



а б
Рисунок 1 - Морфология композита на основе кевлара, гексаферрита и эпоксидной смолы (а) и магниторезонансная кривая композиционного материала (б)

На спектрах магнитного резонанса (рисунок 1 б) видна широкая резонансная линия в области эффективного g – фактора $2,6 \pm 0,1$. Ширины линий примерно 175,6 мТл. Из соотношения интенсивностей сигналов заполненного резонатора и калибровочного образца следует, что нерезонансное поглощение электрической компоненты электромагнитного поля СВЧ в композите со связующим эпоксидная смола значительно. Это связано с «кислородным эффектом», который более существенно проявляется в композитах, где размер сформировавшихся трещин доступных воздействию молекулярного кислорода O_2 на магнитные центры наполнителя более значителен.

Диагностированы композиционные материалы на основе кевлара, гексаферрита и связующего эпоксидной смолы. Методом ЭМР установлено, что спектры композиционных материалов представляют собой неоднородно уширенные широкие линии с эффективным значением g – фактора $2,6 \pm 0,1$ и шириной примерно 175,6 мТл. Показано, что композиционный материал на основе гексаферрита, кевлара и связующего эпоксидной смолы обладает резонансным поглощением энергии СВЧ поля.