

**на автореферат диссертации Розанова Константина Николаевича**  
**“Частотно-зависимые магнитные и диэлектрические свойства**  
**композитных материалов для широкополосных СВЧ применений”**  
представленной на соискание ученой степени доктора физико-  
математических наук по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений

Разработка магнитных материалов для устройств СВЧ применения является одной из актуальнейших научных и прикладных проблем XXI века. Решению этой проблемы посвящена представленная работа, целью которой являлось экспериментальное и теоретическое исследование законов частотной дисперсии диэлектрической и магнитной проницаемости магнитных композитных материалов в СВЧ диапазоне.

Исследования выполнены на группе материалов, таких как ферромагнитные плёнки, композиты с ферромагнитными включениями различной морфологии – порошки и волокна, многослойный магнитоэлектрический материал, состоящий из слоёв пермаллоя и  $\text{SiO}_2$ , нанесённых на тонкую лавсановую плёнку.

Развиты и модернизированы стандартные экспериментальные методы измерения СВЧ свойств - магнитной и диэлектрической проницаемости, позволившие повысить чувствительность методов.

Применительно к тонким ферромагнитным плёнкам, на которых возможно получение высоких значений магнитной проницаемости в СВЧ диапазоне, выполнены теоретические и экспериментальные исследования частотных зависимостей магнитной проницаемости, определены физические механизмы, определяющие форму дисперсионных зависимостей, и соотношений, связывающих между собой параметры этих зависимостей. Предложен метод оценки влияния магнитоупругого эффекта на СВЧ свойства тонких ферромагнитных плёнок на гибкой подложке по результатам измерения СВЧ магнитной проницаемости рулонных образцов в коаксиальной линии.

Выполнены экспериментальные исследования магнитных свойств в СВЧ диапазоне композитных материалов, содержащих ферромагнитные включения различной морфологии и разных размеров. Качественно показано, что форма включений в большей степени определяет СВЧ характеристики материала, чем их химический состав.

Выполненные теоретические исследования влияния формы ферромагнитных включений на диэлектрические и магнитные свойства композитов, что необходимо для правильного предсказания электродинамического отклика композитного материала в широком диапазоне частот и концентраций, позволили автору показать следующее: в композитах с пластинчатыми частицами влияние взаимодействия между включениями на форму дисперсионной зависимости СВЧ магнитной проницаемости пренебрежимо мало; нелинейная зависимость статической проницаемости от концентрации всегда сопровождается низкочастотным сдвигом пика потерь, происходящим при росте концентрации включений; диэлектрическая проницаемость всегда выше магнитной. Полученные закономерности представляют значимость для оптимизации свойств радиопоглощающих покрытий.

Заслуживают внимание результаты исследований слоистых структур из тонких ферромагнитных плёнок, показавшие возможность их использования в качестве композитных материалов с высокими значениями СВЧ магнитной проницаемости. Предполагается, что подобные структуры могут рассматриваться конкурентными широко применяемым прессованным композитам с пластинчатыми ферромагнитными частицами.

#### Замечания по автореферату

1. Не указано, какой материал является основой в исследованных композиционных материалах.
2. В тексте автореферата встречается описывание полученных результатов без их конкретного представления. В частности, написано “Предложен метод оценки влияния магнитоупругого эффекта на СВЧ свойств...тонких ферромагнитных плёнок...по результатам измерения СВЧ магнитной проницаемости...”, однако, в тексте автореферата не представлен результат, полученный либо экспериментально, либо аналитически, демонстрирующий сделанное утверждение.
3. Вместо словосочетания “материальные параметры”, на наш взгляд, стоит использовать названия соответствующих свойств или характеристик материала.

Сделанные замечания касаются только формы изложения автореферата и ни в коей мере не снижают значимость самой работы, которая выполнена на высоком научном уровне, а по своей актуальности, научной новизне и практической значимости удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ. Автор работы, Розанов Константин Николаевич, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений.

ФГБУН Институт металлургии и  
материаловедения им. А. А. Байкова РАН,  
главный научный сотрудник,  
профессор., доктор технических наук

 Шефтель Е.Н.  
24.05.2018

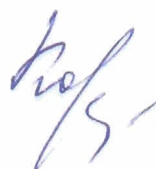
119334 Москва, Ленинский проспект 49

тел. +7 (499) 135-20-60

e-mails: [imet@imet.ac.ru](mailto:imet@imet.ac.ru) [sheftel@imet.ac.ru](mailto:sheftel@imet.ac.ru)

Подпись Шефтель Е.Н. удостоверяю  
нач. отдела кадров ИМЕТ РАН





Корочкина Г.А.