

24.12.2024 № 130-12/11373

На _____ от _____

Ученому секретарю
диссертационного
Совета 24.2.327.01
на базе ФГБОУ ВО

«Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»
к.т.н. Горбуновой А.А.

Волоколамское ш., д.4, г. Москва, 125993

Уважаемая Анастасия Александровна!

Высылаю отзыв на автореферат диссертации Семененко Владимира Николаевича на тему: «Композитные материалы для антенной техники и СВЧ-устройств в сверхшироком диапазоне частот», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии (технические науки).

Приложение: Отзыв в 2-х экз., на 5 л. каждый.

с уважением,

Первый заместитель генерального директора -
заместитель по научной работе

А.Н. Щипунов

Исполнитель: Титаренко А.В.
+7(963)601-66-14

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

24.12.2024 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Семененко Владимира Николаевича на тему:
**«Композитные материалы для антенной техники и СВЧ-устройств в
сверхшироком диапазоне частот»**,
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии
(технические науки)

Развитие антенной техники сопровождается ужесточением требований к характеристикам антенн, особенно в части характеристик направленности излучения. Снижение уровней боковых лепестков излучения необходимо для повышения скрытности, помехозащищённости, электромагнитной совместимости приёмо-передающих радиоэлектронных средств. Одним из способов снижения уровней нежелательных излучений является применение композитных материалов и покрытий. В связи с этим работа Семененко В.Н., посвящённая созданию композитных покрытий для антенной техники и СВЧ устройств в сверхшироких диапазонах частот **является актуальной.**

Целью диссертационной работы является создание сверхширокополосных радиопоглощающих материалов и покрытий, их модификация, повышение эффективности радиотехнических характеристик таких материалов и покрытий в сверхшироком СВЧ диапазоне и их внедрение в антенную и СВЧ технику.

Как следует из автореферата, для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Разработка методик измерения электрофизических параметров композитных материалов в свободном пространстве в сверхшироком диапазоне частот, обладающих высокой точностью и воспроизводимостью.

2. Экспериментальное исследование магнитных спектров композитных материалов, наполненных промышленными марками порошков карбонильного железа.

3. Разработка методов стабилизации электрофизических характеристик и увеличения магнитных потерь наполнителей на основе модифицированного карбонильного железа в СВЧ диапазоне.

4. Экспериментальное исследование частотной дисперсии магнитной и диэлектрической проницаемости магнитных композитных

материалов, наполненных модифицированными порошками карбонильного железа.

5. Проектирование сверхширокополосных радиопоглощающих покрытий и материалов на основе базы данных электродинамических параметров различных магнитных композитных материалов и определение областей применения разработанных покрытий для антенной техники и СВЧ-устройств.

6. Экспериментальное исследование диэлектрических композитных материалов, в том числе в комбинации с магнитными подслоями.

7. Экспериментальное и теоретическое исследование эффективных материальных параметров искусственных магнитодиэлектриков (метаматериалов), способов их модификации и настройки для применения в качестве радиопоглощающих материалов с целью улучшения радиотехнических характеристик антенн различного назначения.

Научная новизна проведённых исследований заключается в следующем:

автором впервые экспериментально исследована структура мод эффективной магнитной проницаемости композитных материалов на основе промышленно выпускаемых марок карбонильного железа в широкой полосе частот от 0,2 до 40 ГГц с оценкой особой роли магнитных мод Аарони в магнитных спектрах композитных материалов на высоких частотах;

выявлены закономерности технологических методов механической обработки и оптимизированы режимы комплексной механической обработки порошков карбонильного железа, включающие методы сухого и мокрого помолов, позволяющие стабилизировать магнитодиэлектрические свойства модифицированных порошков карбонильного железа и значительно увеличить их магнитные потери в СВЧ диапазоне;

впервые разработан метод мониторинга процесса мокрого помола порошка карбонильного железа, позволивший получать стабильный продукт вне зависимости от степени износа элементов конструкции атритора;

разработаны структуры узкополосных и сверхширокополосных радиопоглощающих покрытий на основе магнитных композитных материалов с низким коэффициентом отражения в сверхшироком диапазоне частот от 0,1 до 110 ГГц;

теоретически и экспериментально показано, что диэлектрическим радиопоглощающим материалам свойственен размерный эффект для коэффициента отражения – зависимость коэффициента отражения образца диэлектрического материала от его размеров;

впервые теоретически и экспериментально доказано фундаментальное ограничение магнитной эффективности искусственных магнитодиэлектриков (метаматериалов) и особая роль нулевых значений диэлектрической и магнитной проницаемости метаматериалов для подавления бокового и заднего излучения апертурных антенн.

Новизна полученных научных результатов подтверждена рядом патентов Российской Федерации.

Диссертационная работа отличается выраженной практической направленностью. **Теоретическая и практическая ценность** полученных результатов, как следует из автореферата, состоит в следующем:

1. Разработаны и аттестованы методики измерений и сверхширокополосные стенды для измерения диэлектрической и магнитной проницаемости композитов, а также коэффициентов отражения и прохождения в свободном пространстве в сверхшироком диапазоне частот от 0,2 до 110 ГГц.

2. Разработан комплекс магнитных наполнителей на основе порошков модифицированного карбонильного железа со стабильными электрофизическими и увеличенными магнитными свойствами на СВЧ. Определены функциональные зависимости для частотной дисперсии магнитной и диэлектрической проницаемости композитов, наполненных разработанными магнитными наполнителями с различной концентрацией.

3. На основе модифицированных магнитных наполнителей разработан комплекс стабильных двухкомпонентных компаундов для создания магнитных радиопоглощающих покрытий, как узкополосных однослойных покрытий с широкой полосой перестройки от 0,1 до 46 ГГц, так и сверхширокополосных многослойных радиопоглощающих покрытий с рабочей много октавной полосой частот.

4. Разработанные широкополосные диэлектрические радиопоглощающие материалы на основе стабильных полупроводящих композитных материалов нашли применение на экранах апертурных антенн для снижения уровней бокового и заднего излучения антенн.

5. Расчетным путем доказана и экспериментально подтверждена максимальная эффективность метаматериалов для антенной техники в области частот с околонулевыми значениями диэлектрической и магнитной проницаемости метаматериала. При частотах с отрицательными значениями проницаемостей метаматериала теоретически и экспериментально продемонстрирован эффект обратного излучения электромагнитной волны антенной на основе диэлектрического волновода в виде трубки из метаматериала.

6. Разработанные композитные материалы и покрытия, в том числе на основе метаматериалов, нашли широкое практическое применение на изделиях антенной техники с целью улучшения и корректировки их радиотехнических характеристик, а также для решения проблем электромагнитной совместимости.

Практическая ценность и реализуемость полученных в работе результатов подтверждается актами внедрения на 5 предприятиях авиационной и радиоэлектронной промышленности.

Достоверность полученных в диссертации результатов подтверждается корректным использованием математического аппарата, аттестацией используемых методик измерений и испытательного оборудования, а также хорошим согласованием экспериментальных и теоретических результатов.

Результаты диссертационной работы многократно апробировались в ходе выступлений на международных научных конференциях и опубликованы в журнальных статьях из перечня ВАК.

Судя по автореферату, материал диссертации изложен последовательно и системно, с использованием современной терминологии.

Вместе с тем, к автореферату имеются некоторые **замечания**.

1. Отсутствует анализ методов измерений модуля коэффициента отражения пирамидальных поглотителей, используемых при оборудовании безэховых камер СВЧ для измерений радиотехнических характеристик антенн и антенных систем.

2. Не приведены точностные характеристики разработанных методик измерений и стендов для измерения радиофизических характеристик композитов, а также их сопоставление с другими аналогичными методами и средствами.

3. Не представлен сравнительный анализ достигнутых параметров разработанных радиопоглощающих материалов и покрытий с лучшими зарубежными аналогами.

После рассмотрения автореферата можно сделать вывод о том, что в диссертационной работе Семененко В.Н. изложены новые научно-обоснованные технические и технологические решения по созданию сверхширокополосных радиопоглощающих материалов и покрытий в СВЧ диапазоне, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие антенной и СВЧ техники – позволяет качественно улучшить радиотехнические характеристики антенн и СВЧ-устройств различного назначения.

Диссертация Семененко В.Н., несомненно, обладает научной новизной и имеет важное практическое значение. Диссертационная работа удовлетворяет критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. 16.10.2024 г.), а ее автор Семененко Владимир Николаевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии (технические науки).

Заместитель генерального директора по перспективным исследованиям и инновациям, д.т.н.



Швыдун В.В.

« 24 » 12 2024 г.

Контактные данные:

Тел. +7 (495) 526-63-36, доб.24-10

Эл. почта: shvydun@vniiftri.ru

Подпись и персональные данные Швыдуна В.В. удостоверяю:

Начальник отдела кадров



Лобова О.А.



Отзывом ознакомлен 28.12.2024г. 