



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»



«Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов



«ПРОМЕТЕЙ»

имени И. В. Горынина
Государственный научный центр

№ 1969/17-26/13 от 04.12.2024

Отзыв на автореферат

Ученому секретарю
диссертационного Совета 24.2.327.01
на базе ФГБОУ ВО «Московский
авиационный институт (национальный
исследовательский университет)»
к.т.н. Горбуновой А.А.
125993, г.Москва, Волоколамское ш., д. 4

Уважаемая Анастасия Александровна!

В соответствии с Вашим запросом (исх. № 010/11/327.01-21 от 23.10.2024) ЦНИИ КМ «Прометей» направляет 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).

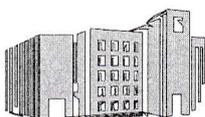
Приложение:

Отзыв на автореферат Семененко В.Н.: на 4 л. в 2 экз.

Начальник НПК-3

А.В. Ильин

Исп. Кузнецов П.А.
Тел. (812) 274-12-01



НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей»
191015, Россия, Санкт-Петербург, улица Шпалерная, дом 49
Телефон (812) 274-37-96, Факс (812) 710-37-56, mail@crism.ru, www.crism-prometey.ru
ОКПО 07516250, ОГРН 1037843061376, ИНН 7815021340/ КПП 784201001

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ

«12» 12 2024 г.

Отзыв

на автореферат диссертации Семененко Владимира Николаевича «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)

В настоящее время для обеспечения электромагнитной совместимости и снижения радиолокационной заметности СВЧ устройств и антенной техники применяются в основном диэлектрические и магнитные композиционные радиопоглощающие материалы. Самым широко распространенным магнитным наполнителем является порошок карбонильного железа. Наиболее эффективной формой магнитного наполнителя является чешуйчатая форма, создание которой является важной научной и технической задачей. Кроме этого, материалы должны обеспечивать эффективное поглощение в широком диапазоне частот, что возможно лишь за счет создания многослойных композиционных материалов – магнитных, диэлектрических и метаматериалов. Детальное исследование СВЧ свойств этих материалов, как по отдельности, так и в сочетании друг с другом, позволит создать сверхширокополосные микроволновые композиционные материалы с управляемыми поглощающими свойствами, которые могут найти применение в антенной технике и в различных СВЧ устройствах для улучшения их радиотехнических характеристик и решения проблем электромагнитной совместимости. В этой связи актуальность работы не вызывает сомнений.

В работе предложены оригинальные решения по обработке порошков карбонильного железа методами механохимической обработки для получения частиц различной геометрической формы, в том числе и чешуйчатой. Во-первых, способ сухого помола порошка карбонильного железа Р-10 в шаровых и вибрационных мельницах с добавкой окиси кремния (аэросила), который показал свою высокую эффективность

УДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ
12.12.24г.

стабилизации электрофизических свойств порошка железа Р-10, связанную с процессами дезагломерации частиц и насыщением их поверхности кремнием в процессе длительной механической обработки. Это легло в основу создания магнитного наполнителя КЖ-3А. Во-вторых, способ модификации электрофизических свойств карбонильного железа Р-20 путем мокрого помола порошка карбонильного железа в атриторе в среде этилового спирта, который показал, что при этом происходит значительная механическая деформация квазисферических частиц порошка карбонильного железа размером 2-3 мкм с получением пластинчатых частиц железа размером 5-10 мкм и толщиной порядка 1 мкм, и связанное с этим кардинальное изменение полей размагничивания в частицах железа, приводящее к значительному увеличению магнитных потерь и диэлектрической проницаемости композитов. Это легло в основу создания порошкового наполнителя КЖ-2. В-третьих, способ дальнейшей модификации магнитного наполнителя КЖ-3А методом высокоэнергетического мокрого помола, позволяющего получить частицы толщиной менее 0,1 мкм и размером 10 – 15 мкм, что легло в основу создания магнитного наполнителя КЖ-6. На основе разработанных наполнителей была создана большая серия радиопоглощающих материалов: РАН-54, РАН-67, РАН-43, РАН-79, РАН-98, РАН-89, РАН-87, РАН-28М, РАН-46М, РАН-68М, РАН-55, РАН-18 и др.

На основе проведенных исследований получены новые научные результаты, к которым следует отнести следующие:

- Оптимизированы режимы комплексной механической обработки порошков карбонильного железа, включающие методы сухого и мокрого помолов, позволяющие стабилизировать магнито-диэлектрические 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.

В качестве замечаний хотелось бы отметить следующее:

1. Как известно, механическая деформация ферромагнитных материалов приводит к уменьшению их статической магнитной проницаемости. В работах Розанова К.Н. отмечается, что имеется прямая корреляция между статической и высокочастотной магнитной проницаемостью. В этой связи, термическая обработка должна приводить к снятию внутренних напряжений, вызванных механическим помолом, и повышению статической магнитной проницаемости. Почему в работе не проводились исследования по влиянию термической обработки?

2. Непонятно, почему магнитные потери (см. рис. 7 автореферата) в композитах из порошка КЖ-6 демонстрируют бимодальное распределение?

3. Непонятно, почему при уменьшении толщины порошинок карбонильного железа максимум потерь смещается в низкочастотную область, а не в высокочастотную (см. рис. 7 автореферата)?

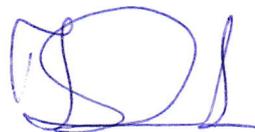
4. Аморфные магнитомягкие сплавы изготавливаются в виде тонких лент толщиной 15 – 20 мкм, измельчение которых позволяет получать порошок чешуйчатой формы. Порошку из лент аморфного сплава АМАГ-200 посвящен только раздел 3.7, что явно недостаточно для такого перспективного материала.

Указанные замечания ни в коей мере не снижают научной и практической значимости представленной диссертационной работы, в которой 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 и позволяет значительно улучшить радиотехнические характеристики антенн и СВЧ-устройств различного назначения.

Диссертация Семенов В.Н. обладает научной новизной и имеет важное практическое значение. Диссертационная работа Семенов В.Н. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., ред. 16.10.2024 г., а ее автор Семенов Владимир Николаевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии (технические науки).

Доктор технических наук



П.А. Кузнецов

тел: +7 (812) 274-12-01, +7 (921) 935-30-83

E-mail: kspavel@mail.ru

Кузнецов Павел Алексеевич - доктор технических наук (специальность 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение)), начальник Научно-исследовательского отделения «Конструкционные и функциональные наноматериалы и нанотехнологии» Центрального Научно-исследовательского института конструкционных материалов «Прометей» имени И.В. Горынина Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей»).

Адрес организации: 191015, Санкт-Петербург, Шпалерная ул., д. 49

Web-сайт: www.crisp.ru, e-mail: npk3@crisp.ru

Подпись и персональные данные д.т.н. Кузнецова П.А. удостоверяю

Начальник

Службы управления персоналом



Е.А. Иванова

С отзвон ознакомлен

12.12.2024 г.

