

НИИ «Курчатовский институт»- ЦНИИ КМ «Прометей»	
доу	Вх. № <u>3482</u> в ДЕЛО
	<u>05.10</u> 20 <u>14</u> №
	Осн. <u>8</u> л.
	Прил. л. подп.

Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу
Мазеевой Алины Константиновны
 «Формирование стабильных магнитных свойств в аморфных и
 нанокристаллических сплавах кобальта и железа
 для защитных металлополимерных экранов на их основе»,
 представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
 по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение)

Актуальность диссертационной работы определяется повышенным интересом к применению аморфных и нанокристаллических сплавов, относящихся к магнитомягким материалам, в различных типах технических устройств. Если ранее речь шла в основном о радиотехнических устройствах, работающих при высоких частотах, то в настоящее время их спектр расширился (бытовые электросчетчики, силовые трансформаторы, электрические машины и др.), а частота, при которой применение этих сплавов является эффективным, снизилась до промышленной (50-60 Гц в зависимости от страны, где они используются). Появился новый класс устройств, в которых аморфные и нанокристаллические сплавы с успехом применяются – это магнитные и электромагнитные экраны, используемые для защиты технических и биологических объектов. Именно совершенствованию таких экранов посвящен комплекс теоретических и экспериментальных исследований, выполненных в диссертационной работе Мазеевой А.К.

Научная новизна диссертационной работы не вызывает сомнений и подтверждается как впервые выполненным комплексом теоретических и экспериментальных исследований, направленных на улучшение магнитных характеристик отечественных аморфных и нанокристаллических сплавов на основе железа и кобальта, так и изучением влияния эксплуатационных факторов на экранирующие свойства изделий из этих сплавов. В частности,

впервые определена зависимость максимальной магнитной проницаемости от доли доменов с ортогональной намагниченностью для отечественного аморфного сплава АМАГ-172. Показана возможность существенного увеличения магнитной проницаемости данного аморфного сплава. Определено оптимальное содержание меди в системе Fe-Cu-Nb-Si-B, необходимое для достижения высоких динамических магнитных свойств. Впервые проведены комплексные климатические испытания металлополимерных экранов на основе аморфных лент кобальтовых сплавов. Кроме того, научная новизна подтверждается полученными патентами на изобретения, предлагающими оригинальные технологические и технические решения по многослойным экранам на основе металлополимерных композитов для защиты от электромагнитных излучений.

Практическая значимость результатов работы очевидна. Она выполнялась по заданию Минобрнауки РФ. Получен оригинальный металлополимерный экран, для которого определены допустимые эксплуатационные параметры. Лабораторные исследования показали конкурентоспособность отечественной разработки с зарубежными аналогами. Экран был успешно опробован в ООО «НИИ Севкабель», ГНЦ РФ «Институт медико-биологических проблем РАН», АО «Научно-производственное предприятие «Исток» им. А.И. Шокина», что подтверждено актами об использовании и внедрении результатов диссертационной работы. Использование таких экранов на практике позволяет решить большой объем задач, связанных, в частности, с магнитной совместимостью.

Достоверность полученных результатов подтверждается проведением исследований на современном, прошедшем аттестацию отечественном и зарубежном оборудовании, примеры использования которого приведены в отзыве ниже, а также успешным тестированием готовых изделий, полученных в процессе выполнения диссертационной работы, в реальных

устройствах, что подтверждается актами внедрения результатов диссертационной работы.

Структура работы. Диссертационная работа Мазеевой А.К. изложена на 175 страницах, содержит 82 рисунка, 32 таблицы и 3 приложения. Она состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы из 118 наименований и списка использованных в работе обозначений и сокращений.

Во **введении** показана актуальность задачи по защите различных систем от воздействия внешних электромагнитных и магнитных полей сравнительно небольшой величины, которые могут оказывать негативное воздействие как на технические устройства, так и на биологические объекты. Обращено внимание на высокочастотные поля и на негативное воздействие внешних факторов: климатических, химических, механических и др. Показана перспективность применения для решения указанных задач аморфных и нанокристаллических сплавов, обоснованы научная новизна и практическая значимость, приведены основные научные положения, выносимые на защиту.

В **первой главе** рассмотрены основные направления работ в области исследования аморфных и нанокристаллических сплавов, относящихся к магнитомягким материалам, и их применение для систем магнитной и электромагнитной защиты технических и биологических объектов. Определено, что наиболее перспективными материалами для решения рассматриваемых задач являются сплавы на основе железа и кобальта. Подробно рассмотрены вопросы процессов старения аморфных и нанокристаллических сплавов под влиянием различных климатических факторов и химически активных сред. Показаны обусловленные этими воздействиями проблемы нестабильности магнитных свойств. Рассмотрены вопросы экранирования. Выполнен обзор применяемых защитных покрытий для лент из рассматриваемых сплавов. Выводы по главе 1 не только отражают современное состояние работ, но и определяют задачи

исследований. Логично, что в конце первой главы изложена постановка цели и задач исследований.

Во **второй главе** определены основные исследуемые материалы для получения эффективных систем экранирования с максимальной стабильностью магнитных свойств. Это отечественные аморфные сплавы АМАГ-172 и АМАГ-170 и нанокристаллический сплав АМАГ-200. Для получения достоверных экспериментальных данных использованы SQUID-магнетометр, установка совмещенного термогравиметрического анализа, дифрактометр фирмы Bruker (Германия), метод дифференциальной сканирующей термометрии, рентгеновская дифракция и др.

Климатические испытания проводились в специальных камерах. Натурные климатические испытания проводились в Геленджикском центре климатических испытаний им. Г.В. Акимова.

Выполнены исследования адгезии полимерного покрытия к металлической ленте. Проведены экспериментальные исследования по определению коэффициента экранирования для круглых и плоских экранов в постоянных и переменных электромагнитных полях.

Выводы по главе, к сожалению, не полностью отражают все полученные результаты, особенно по оценке эффективности экранирования.

Третья глава посвящена исследованиям аморфных сплавов на основе кобальта, включающим воздействие на магнитные свойства следующих факторов: режимов термообработки, распределения намагниченности по объему, воздействия водяного пара и воды. Кроме того, определено влияние технологического полимерного покрытия на свойства лент и распределение намагниченности. Глава заканчивается подробными (в п.5 – избыточно) выводами с характеристикой оригинальных экспериментальных результатов.

В **четвертой главе** приведены экспериментальные исследования аморфных и нанокристаллических сплавов на основе железа. Для изучения процессов кристаллизации системы Fe-Cu-Nb-Si-B использовался метод дифференциальной сканирующей микроскопии. Получены дифрактограммы

сплава АМАГ-200 с различным содержанием меди и после различных режимов термообработки. Глава заканчивается лаконичными выводами по результатам проведенных исследований для магнитомягких сплавов на основе железа.

В **пятой главе** рассмотрены исследования стабильности магнитных свойств кобальтовых лент из аморфных сплавов: температурное старение, старение во времени, старение при воздействии климатических факторов. Получены результаты по изменению магнитных свойств сплава АМАГ-172 и коэффициента экранирования готовых экранов. Показано, что имеет место снижение коэффициента экранирования при комплексном воздействии неблагоприятных внешних факторов, но величина коэффициента экранирования остается приемлемой. В выводах, в частности, показано поведение магнитных экранов на основе сплава АМАГ-172.

Появление **шестой главы** о практическом использовании результатов работы, избыточно лаконичной и не содержащей выводов, не очень понятно, тем более, что эти результаты работы не отражены в **Заключении**.

Заключение содержит 9 пунктов, в которых просуммированы полученные в диссертационной работе теоретические и экспериментальные результаты. Оно основано на выводах по главам диссертационной работы. К сожалению, заключение не включает использования результатов выполненных исследований в реальных изделиях, о которых говорится в **Приложениях**.

Следует особо отметить наличие **Перечня обозначений и сокращений**, приведенных в конце работы, что существенно облегчает чтение работы.

Список публикаций содержит 29 работ, из них 6 – в рецензируемых изданиях, рекомендованных перечнем ВАК, 18 докладов включены в материалы российских и международных конференций. Имеется 2 патента РФ на изобретения по теме диссертационной работы.

Общее впечатление от диссертационной работы положительное, она, как и автореферат, написана грамотным техническим русским языком, хорошо оформлена.

Имеется ряд замечаний по тексту и содержанию диссертационной работы и автореферата.

Замечания по тексту диссертационной работы и автореферата.

1. Материал по главам распределен очень неравномерно, причем первая глава составляет почти 1/3 от общего объема работы (52 стр. из 175 стр.).
2. Имеются синтаксические ошибки, связанные с отсутствием точек и запятых после математических выражений (стр. 21, 46, 60, 71, 72).
3. Тексты рисунков 2.21 (стр. 83) и 2.22 (стр. 84) желательно было приводить на русском языке.
4. Имеются сбои в ссылках на литературу (стр. 37, 40, 89, 92, 93, 104, 111, 130).
5. На стр. 79 использовано выражение «магнитная индукция поля» вместо принятого «индукция магнитного поля».
6. Используемое в автореферате выражение «тонкие аморфные ленты» желательно было подкрепить данными об их размерах.

Замечания по содержанию диссертационной работы.

1. Очень интересные эксперименты по измерению коэффициента экранирования, к сожалению, описаны недостаточно подробно. В подписях под рис. 2.16 и 2.17 использованы не очень удачные выражения «измерение экрана, катушка поля». Речь, очевидно, идет об исследовании экранирующего действия экрана. При этом ничего не сказано о величинах измеряемых датчиком магнитных полей, о размерах экрана, об оценке экранирующего действия вихревых токов, в частности, в цилиндрическом экране при питании катушки переменным током.

2. Вторая глава заканчивается излишне лаконичными выводами, которые не отражают всех полученных очень интересных результатов исследований.
3. Из текста диссертации не ясно, почему нужно использовать двухслойные полимерные покрытия и какова толщина этих покрытий. Не сказано, чем объясняется выбор именно полиэтилентерефталатной пленки в качестве покрытий.
4. При описании исследований адгезии полимерного покрытия к металлической ленте (параграф 2.7) не указан сплав, на который покрытие наносится.
5. Выражения «впервые получено» и «впервые исследовано» присутствуют в тексте диссертационной работы и в разделе «научная новизна», но не попали ни в выводы, ни в заключение.

Приведенные выше замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Мазеевой А.К. Тематика и результаты соответствуют паспорту специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение). Автореферат и публикации соответствуют основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа Мазеевой Алины Константиновны «Формирование стабильных магнитных свойств в аморфных и нанокристаллических сплавах кобальта и железа для защитных металлополимерных экранов на их основе» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей новое решение актуальной задачи по разработке научно-технических основ получения материалов с заданными магнитными свойствами для создания новых типов защитных экранов для технических и биологических объектов. Эффективность предлагаемых оригинальных технических решений подтверждена актами об их использовании в реальных устройствах.

Считаю, что диссертационная работа «Формирование стабильных магнитных свойств в аморфных и нанокристаллических сплавах кобальта и

железа для защитных металлополимерных экранов на их основе» по критериям актуальности, научной новизны, практической значимости и достоверности полученных результатов, обоснованности разработанных рекомендаций соответствует требованиям п. 9 ВАК «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемых ВАК Минобрнауки РФ к кандидатским диссертациям, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор Мазеева Алина Константиновна безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 материаловедение (машиностроение).

Официальный оппонент

Зав. лабораторией электроэнергетики

доктор технических наук,

член-корреспондент РАН

Л.И. Чубраева
02.10.2017 Чубраева Лидия Игоревна

ФБГУН «Институт электрофизики и электроэнергетики РАН» (ИЭЭ РАН)

191186, Санкт-Петербург, Дворцовая наб., 18

Тел. 8 (812) 315-17-57

Электронная почта rc@iperas.nw.ru

Подпись Л.И. Чубраевой удостоверяю

Ученый секретарь ИЭЭ РАН, к.т.н.

И.И. Кумкова И.И. Кумкова



Удостоверено
05.10.2017 *Л.И. Чубраева*