

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»
(ННТУ «МИСиС»)

Ленинский проспект, 4, Москва, 119991
Тел. (495)955-00-32; Факс: (499)236-21-05
<http://www.misis.ru>
E-mail: kancela@misis.ru
ОКПО 02066500 ОГРН 1027739439749
ИНН/КПП 7706019535/ 770601001

№

На №

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор ННТУ «МИСиС»,
д.т.н., профессор



М.Р. ФИЛОНОВ

26 сентября 2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС» на диссертационную работу
Мазеевой Алины Константиновны
на тему: «Формирование стабильных магнитных свойств в аморфных и
нанокристаллических сплавах кобальта и железа для защитных
металлополимерных экранов на их основе»,
представленную на соискание учёной степени кандидата технических
наук
по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение).

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном унитарном
предприятии «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных
материалов «Прометей» имени И.В. Горынина Национального исследовательского центра
«Курчатовский институт».

Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Мазеевой Алины Константиновны посвящена весьма актуальной
задаче создания перспективных металлополимерных экранирующих материалов на основе
аморфных и нанокристаллических сплавов, защищающих от негативных воздействий
магнитных и электромагнитных полей. Актуальность работы обусловлена повышающимся
уровнем техногенных полей, значительно превышающим их допустимые значения, а также
необходимостью проведения исследований, имитирующих дальние космические полеты в
гипомагнитных условиях. Для этих применений требуются экранирующие материалы,
обладающие стабильными и воспроизводимыми магнитными, а, следовательно, и
экранирующими свойствами, сохраняющимися в условиях воздействия различных
климатических факторов.

В работе рассматриваются материаловедческие и физические подходы к достижению
высокого и стабильного уровня защитных свойств экранов за счёт установления

ЦНИИ КМ «Прометей»	
Вх. № 3483	в ДЕЛО
06.10.2017	1
5	л.

закономерностей изменения магнитной проницаемости аморфных и нанокристаллических сплавов на основе кобальта и железа в процессе различных технологических переделов. Благодаря неравновесной структуре аморфные сплавы открывают широкие возможности для управления их свойствами посредством различных обработок. Наиболее распространенным и производительным методом является термическая обработка, при которой за счёт структурных изменений реализуются различные механизмы формирования свойств. В связи с этим, можно утверждать, что работа обладает несомненной актуальностью.

Содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка цитируемой литературы (118 наименований) и трех приложений. В качестве достоинства текста диссертации следует отметить, что каждая глава диссертации (кроме шестой) содержит локальные выводы, а в начале текста диссертации приведен список используемых сокращений.

Во введении диссертации представлена актуальность исследования, сформулированы цель и задачи работы, новизна, теоретическая и практическая значимость, достоверность и апробация полученных результатов, а также приводятся положения, выносимые на защиту.

В первой главе содержится литературный обзор, в котором кратко, но весьма информативно дано современное состояние исследований и разработок в области экранирующих материалов.

Во второй главе приведено описание материалов, методик и оборудования, использованных в диссертационной работе для реализации поставленных целей и задач исследования.

В третьей главе описаны исследования по влиянию термической обработки и влияния воды, водяного пара и полимерного покрытия на магнитные свойства аморфных сплавов на основе кобальта.

В четвертой главе описано влияние термической обработки на магнитные свойства при различных частотах для аморфно - нанокристаллических сплавов на основе железа типа «Finemet» при различных содержаниях меди.

В пятой главе детально рассмотрена проблема температурно – временной стабильности аморфных сплавов на основе кобальта в интервале температур от -60 до $+150^{\circ}\text{C}$.

В шестой главе обсуждаются направления практического использования результатов работы.

Научная значимость диссертации.

К наиболее важным и оригинальным научным результатам, полученным в диссертационной работе, следует отнести:

1. Предложен оригинальный технологический подход при выборе режимов термической обработки, позволяющий сглаживать значительную неоднородность свойств в исходном материале и получать воспроизводимый и высокий уровень характеристик после термической обработки. Подход основан на анализе распределения намагниченности по

объёму ленты и, в частности, доли доменов с ортогональной намагниченностью, и их влияние на магнитную проницаемость сплавов.

2. Предложен новый оперативный метод определения знака магнитострикции насыщения для аморфных сплавов с близкой к нулю магнитострикцией насыщения. Данные, полученные с помощью этого метода, могут использоваться в дальнейшем для определения вкладов воздействий технологического и эксплуатационного характера на свойства исследуемых сплавов.

3. Проведены исследования по зарождению и росту нанокристаллов в нанокристаллических сплавах на основе железа при термической обработке, что позволило определить связи структуры и динамических магнитных свойств а также сделать вывод о возможности достижения высоких динамических свойств, необходимых для работы экрана в широком диапазоне частот, для сплавов типа «Finemet» с варьируемым составом по содержанию меди, что особенно важно для практики ввиду большого разброса по содержанию элементов при получении сплавов и большого количества отбраковки при входном контроле.

Практическая значимость полученных результатов.

В работе проведены важные с точки зрения практического применения создаваемых материалов лабораторные и натурные испытания на старение лент аморфных сплавов на основе кобальта и изготовленных из них металлополимерных экранов в диапазоне температур от -60 до $+150$ °С. Установлено, что при комплексном воздействии климатических факторов (переменных температур в диапазоне от -60 до $+60$ °С, повышенной влажности, агрессивной среды морской атмосферы) в лабораторных и натурных условиях коэффициент экранирования $K_{\text{эк}}$, несмотря на снижение порядка 30-50 %, остаётся высоким и составляет не менее 30, что превышает значения для многих традиционных материалов и позволяет использовать его в условиях агрессивных воздействий, а также разрабатывать рекомендации по условиям его эксплуатации. При этом воздействие температуры в диапазоне от -60 до $+60$ °С при отсутствии остальных факторов не приводит к существенной деградации магнитных свойств в течение длительного времени.

Полученные научные результаты позволили автору создать металлополимерный экран со стабильными и воспроизводимыми экранирующими свойствами, нашедший прикладное применение на таких предприятиях как ООО «НИИ «Севкабель», АО «НПП «Исток» им. Шокина» и ГНЦ РФ ИМБП РАН, что подтверждено приложенными актами внедрения и говорит о высокой практической ценности диссертационной работы.

Достоверность научных результатов.

Она обеспечивается проведением комплексных исследований с использованием различных взаимодополняющих физических методов, применением алгоритмов математи-

ческой обработки экспериментальных данных с помощью современных программ и сравнением полученных результатов с литературными данными.

Результаты работы опубликованы в 29 печатных работах, в том числе 6 статьях в реферируемых зарубежных и российских журналах из перечня ВАК РФ, и 18 тезисах докладов в сборниках международных конференций, научных школ и семинаров.

Диссертация изложена грамотно, построена логично. Полученные в ходе работы рисунки и графики зависимостей, достаточно полно иллюстрируют основные результаты.

Замечания по диссертации.

1. Используемая в задаче 1 формулировка подзадачи «установить корреляционную зависимость между магнитной проницаемостью и распределением намагниченности в объеме ленты» неточна по двум причинам. Во-первых, из дальнейшего ясно, что речь идет только о максимальной проницаемости. Известно, что для начальной проницаемости связь со степенью магнитной текстуры может быть прямо противоположной (см., например, Введенский В.Ю., Кекало И.Б., ФММ, 1996). Во-вторых, распределение намагниченности описывается функцией, поэтому искать с ней корреляцию невозможно. Имеется в виду не распределение намагниченности, а параметр этого распределения – объемная доля доменов с ортогональной намагниченностью.

2. Недостатком представленных в работе экспериментальных данных является отсутствие оценок погрешности.

3. При поиске оптимального режима термической обработки (отжига) критерием являлось наибольшее значение максимальной проницаемости. Судя по рисунку 2 автореферата, рекордное значение $\mu_{\max} > 1,5 \cdot 10^6$ достигнуто после отжига при 300 °С в течение 20 минут. В связи с этим неясно, почему поиск оптимальной термообработки проводился в дальнейшем при более высоких температурах (375 °С на рис. 4, 380 и 400 °С в табл. 1, 380 °С в табл. 2 и 3, 380 °С на рис. 5, 350 °С на рис. 5 и в табл. 4).

4. Расчет оптимального времени выдержки при отжиге проводился (стр. 11 автореферата) по формуле $\tau_{\text{опт}} = (v_{\text{опт}}/\alpha)^{1/3}$, происхождение которой неизвестно (нет ссылки на источник). Неясен физический смысл формулы. Нет расшифровки обозначений

5. Методика определения объемной доли доменов с ортогональной намагниченностью основана на градуировочном графике $B_r/B_s(v_{\text{опт}})$ (рис. 2.3), который получен на основе анализа мессбауэровских спектров для аморфного сплава на основе железа в состоянии после закалки. Для сплавов из данной работы подобных мессбауэровских исследований не проводилось, нет данных о правомерности использования градуировочного графика для состояний после термической обработки. Также известно, что кривая $B_r(B_m)$ для аморфных сплавов Co-Ni-Fe-Si-B, Co-Cr-Zr и др. не имеет начального линейного участка (Введенский

В.Ю., 1993), который постулируется использованной методикой. В связи с этим, применение данной методики к исследуемым сплавам является дискуссионным.

Сделанные замечания носят в основном частный характер и не снижают общей положительной оценки диссертации.

Заключение

Оценивая диссертационную работу в целом можно сделать следующие выводы:

1. Диссертация посвящена актуальной и практически важной теме – созданию отечественных экранирующих материалов, защищающих от негативных воздействий магнитных техногенных полей, и содержит новые научные результаты.
2. Достоверность результатов подтверждена использованием современных методик исследования и получением большого объема экспериментальных данных, согласующихся с известными ранее и опубликованными в научно-технической литературе.
3. Основные результаты работы опубликованы в ведущих научных изданиях, в том числе 6 статей опубликованы в изданиях, рекомендованных перечнем ВАК РФ.
4. Автореферат и публикации диссертанта достаточно полно и правильно отражает содержание диссертационной работы.
5. Изложенный в диссертации материал свидетельствует о высокой научной квалификации А.К. Мазеевой. Диссертация является законченной квалификационной исследовательской работой, посвященной решению актуальной научной проблемы, имеющей фундаментальное и практическое значение.

По актуальности, достоверности, научно - методическому уровню исследования, научной новизне и значимости полученных результатов диссертация, безусловно, соответствует п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ и паспорту специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение). Ее автор А.К. Мазеева заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (машиностроение).

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании кафедры физического материаловедения НИТУ «МИСиС» (Протокол № 2-09 от 26 сентября 2017 года).

Заведующий кафедрой физического материаловедения
НИТУ «МИСиС», канд. физ.-мат. наук

А.Г. Савченко

Ученый секретарь кафедры,
канд. техн. наук

В.Ю. Задорожный

Ознакомлен
06.10.17г.