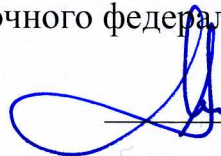




УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновациям
Федерального государственного
автономного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
Дальневосточного федерального университета

 Цхе А.В. _____

Отзыв

ведущей организации на диссертацию Голыгина Евгения Александровича «Влияние температуры на ΔE -эффект в аморфных металлических сплавах на основе переходных металлов», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11-физика магнитных явлений.

Отсутствие дальнего порядка в расположении атомов в аморфных металлических сплавах приводит к реализации такой совокупности физических свойств, которую невозможно получить в твёрдом теле с кристаллической структурой. Одними из наиболее перспективных сплавов такого рода, являются аморфные металлические сплавы на основе железа. Обладая высокими значениями намагниченности насыщения, константы магнитострикции, магнитной проницаемости, такие сплавы находят применение в различных отраслях техники в качестве датчиков силы, деформации, температуры, генераторов звуковых и ультразвуковых колебаний и т.д.. Такого рода материалы используются сегодня и для создания сверхпрочных ферромагнитных структур. Недостатком аморфных сплавов на основе железа является их низкая температурная стабильность. Перевод аморфного металлического сплава в состояние близкое к равновесному, позволит повысить температурную стабильность его магнитоупругих параметров. Вид и режим предварительной обработки

аморфных металлических сплавов во многом определяет их магнитную структуру и механизмы её перестройки в процессе перемагничивания. Все это говорит о том, что исследование механических и магнитных свойств аморфных сплавов является актуальной задачей.

Работа Голыгина Е.А. посвящена установлению закономерностей влияния температуры нагрева на ΔE -эффект аморфных металлических сплавов на основе железа в виде лент и проволок, прошедших различные виды предварительной обработки.

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения и списка литературы.

В первой главе дан обзор работ по исследованию влияния обработки аморфных металлических лент на структуру и магнитные параметры. Приведены результаты исследования магнитоупругих характеристик доменной структуры и процессов перемагничивания аморфных металлических лент на основе переходных металлов. Рассмотрена модель взаимосвязи механизмов перестройки доменной структуры с магнитоупругими характеристиками аморфных металлических лент с наведённой одноосной анизотропией. Рассмотрено влияние структурной релаксации и кристаллизации, протекающих в аморфных металлических лентах, на их магнитные и магнитоупругие свойства.

Во второй главе приводится описание аморфных металлических лент и проволок и методика их обработки. Приведено описание установки для проведения предварительной термомагнитной обработки аморфных металлических лент и проволок. Описаны установки и методики измерения ΔE -эффекта и температурных зависимостей магнитных и магнитоупругих параметров магнитострикционных аморфных металлических сплавов.

В третьей главе приведены результаты исследования ΔE -эффекта в аморфных металлических лентах состава $\text{Fe}_{67}\text{Co}_{10}\text{Cr}_3\text{Si}_5\text{B}_{15}$ и $\text{Fe}_{64}\text{Co}_{21}\text{B}_{15}$

прошедших предварительную термомагнитную обработку. В аморфных металлических лентах состава $\text{Fe}_{67}\text{Co}_{10}\text{Cr}_3\text{Si}_5\text{B}_{15}$ рост модуля упругости автор объясняет низким значением поля наведенной ан изотропии и большой дисперсией вектора намагниченности. То, что при остывании ленты нагретой до температуры ниже температуры предварительной обработки не удалось получить первоначальное значение ΔE -эффекта, автор связывает с тем, что в лентах $\text{Fe}_{67}\text{Co}_{10}\text{Cr}_3\text{Si}_5\text{B}_{15}$ состава термомагнитная обработка не создает выраженной одноосной анизотропии и связывает это с наличием в составе лены хрома.

В то же время показано, что в аморфных металлических лентах состава $\text{Fe}_{64}\text{Co}_{21}\text{B}_{15}$ термомагнитная обработка наводит одноосную анизотропию, что приводит к возникновению отрицательного ΔE -эффекта. Показано, что величина ΔE -эффекта в этих лентах зависит от температуры нагрева. При охлаждении до комнатной температуры аморфных лент $\text{Fe}_{64}\text{Co}_{21}\text{B}_{15}$ нагретых до $T > 240^\circ \text{C}$ ΔE -эффекта исчезает, что связано с разрушением наведенной одноосной анизотропии при $T = 240^\circ \text{C}$

В четвертой главе результаты исследования влияния температуры нагрева на ΔE -эффект аморфных металлических проволок $\text{Fe}_{75}\text{Si}_{10}\text{B}_{15}$ прошедших термомагнитную обработку и прошедших обработку переменным током в совокупности с растягивающими напряжениями. Показано, что полевая зависимость ΔE -эффекта зависит от величины плотности постоянного тока и растягивающих напряжений. Показано, что ΔE -эффект будет отрицательным при всех температурах термомагнитной обработки при низких температурах нагрева. Влияние температуры на характер полевой зависимости ΔE -эффекта объясняется изменением магнитоупругой связи между ядром и приповерхностной областью проволоки. С ростом температуры нагрева в проволоке уменьшается магнитоупругая связь и поле наведенной анизотропии, что и объясняет температурную зависимость поля максимального значения ΔE -эффект $H_{\max}$.

К основным результатам диссертации можно отнести следующее:

- в работе не только показано, что в аморфных металлических лентах $\text{Fe}_{67}\text{Co}_{10}\text{Cr}_3\text{Si}_5\text{B}_{15}$, независимо от параметров проведенной термомагнитной обработки, наблюдается только положительный ΔE -эффект, но и объяснено это явление малой величиной наведенной одноосной анизотропии.

- Предложен метод измерения температурной зависимости наведенной одноосной анизотропии в аморфных металлических лентах состава $\text{Fe}_{64}\text{Co}_{21}\text{B}_{15}$.

- Установлено, что влияние температуры на полевые зависимости ΔE -эффект аморфных металлических проволок $\text{Fe}_{75}\text{Si}_{10}\text{B}_{15}$ обработанных постоянным электрическим током в совокупности с приложенными растягивающими напряжениями, обусловлено изменением магнитоупругой связи между ядром и приповерхностной областью.

Допущенные с нашей точки зрения упущения.

1. На рис. 3.1.1.12 скорее всего приведена не доменная структура, а шум, обусловленный внешними причинами (наводками). Тем более это не рябь намагниченности. Рябь намагниченности не может иметь параллельную тонкую структуру. Рябь намагниченности показывает дисперсию вектора намагниченности, а на данном рисунке никакой дисперсии вектора намагниченности нет.
2. На стр. 88 написано, что при увеличении температуры нагрева до 270-300°C в лентах наблюдается положительный ΔE -эффект. На графике 3.2.1 приведена только температура 300°C. Также нет графиков для температуры 330°C на рис. 3.2.3.
3. На протяжении всей работы автор говорит о поведении доменной структуры и даже о типе доменных границ. Однако в работе нет ни одного изображения доменной структуры и тем более доменных границ подтверждающих утверждение автора.

4. Непонятно почему Голыгин Е.А. не воспользовался моделированием доменной структуры, что позволило бы ему увидеть разворот спинов в границах.
5. В работе приведены формулы (3.2.1) и (3.2.2), по которым можно оценить модуль упругости с учетом блоховских и неелевских доменных границ. Однако в работе не приведены значения параметров входящих в формулы, а так же не приведены оценки значений модулей упругости, поэтому не понятен вывод, что формула (3.2.1) описывает уменьшение, а формула (3.2.2) – увеличение модуля упругости.
6. На стр. 94 написано: «Петли гистерезиса свидетельствуют о наличии в них при комнатной температуре выраженной наведенной одноосной анизотропии.». Однако форма петель гистерезиса говорит как раз об обратном.

Подведем итог. Диссертация Голыгина Е.А. представляет собой законченную научно-квалифицированную работу, выполненную на достаточно высоком профессиональном уровне. В качестве наиболее значимого достижения укажем качественно различный характер поведения полевых зависимостей ΔE -эффекта в аморфных металлических лентах $Fe_{67}Co_{10}Cr_3Si_5B_{15}$ и $Fe_{64}Co_{21}B_{15}$, прошедших предварительную термомагнитную обработку. Наблюдаемые различия связаны с отсутствием наведенной одноосной анизотропии в лентах $Fe_{67}Co_{10}Cr_3Si_5B_{15}$...и наличие наведенной одноосной анизотропии в лентах $Fe_{64}Co_{21}B_{15}$. В проволоках состава $Fe_{75}Si_{10}B_{15}$, прошедших обработку постоянным током в присутствии растягивающих напряжений, рост плотности тока обработки приводит к переходу от отрицательного значения к положительному значению ΔE -эффекта. Полевая зависимость ΔE -эффекта, обусловлена магнитоупругой связью между ядром и приповерхностной областью проволоки.

Полученные в работе результаты достоверны, а выводы вполне обоснованы. Итоги работы опубликованы в научных журналах и

многократно представлены на авторитетных профессиональных конференциях. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации и представленные в ней выводы.

Профиль диссертации соответствует специальности 01.04.11 (физика магнитных явлений), а сама работа по своему научному уровню, значению и достоверности новых результатов полностью соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям и удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученой степени...». Таким образом, Евгений Александрович Голыгин заслуживает присуждения ученой степени кандидата физ.-мат. наук по специальности 01.04.11 физика магнитных явлений.

Данная работа была рассмотрена на заседании кафедры физики низкоразмерных структур ШЕН Дальневосточного федерального университета. Члены кафедры пришли к заключению, что Е.А. Голыгин обладает высокой квалификацией в области физики магнитных явлений и заслуживает искомой степени по специальности 01.04.11.

Зав. кафедрой «Физика низко размерных
Структур», доктор физ.-мат. наук, профессор,
Член-корр. РАН

 Саранин А.А.

Доктор физ.-мат. наук, профессор

 Чеботкевич Л.А.

