

Отзыв официального оппонента

О диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук Макуренковой Анны Александровны на тему: «Структурные и магнитные свойства допированных редкоземельных интерметаллидов с высоким содержанием железа», по специальности 1.3.12 – «Физика магнитных явлений».

Физика магнитных материалов и явлений является актуальным и динамично развивающимся направлением современной физики конденсированного состояния. В настоящее время, в связи с открытием новых подходов получения магнитотвердых материалов, значительным образом возрос интерес к проблеме создания новых энергоемких постоянных магнитов с улучшенными свойствами. Ведущие зарубежные научные лаборатории проводят свои исследования, направленные на разработку методик поиска новых высокоанизотропных материалов на основе сплавов редкоземельных металлов. Результаты этих исследований ежегодно обсуждаются на различных международных форумах и симпозиумах.

Характерной особенностью редкоземельных магнетиков является исключительно большое разнообразие происходящих в них магнитных фазовых переходов. Важную роль в исследованиях такого рода играет исследование динамики в процессе перехода, что имеет большое значение для изучения природы ориентационных фазовых превращений. Многие параметры, определяющие характеристики магнитного упорядочения и магнитной анизотропии, зависят от межатомных расстояний и кристаллической структуры. Сюда относятся интегралы обменного взаимодействия, интегралы переноса и перекрытия, ширина зоны, энергия Ферми и плотность состояний, спин-орбитальные взаимодействия, магнитная анизотропия и др. Следовательно, для развития физических представлений о природе материалов с высокой магнитной анизотропией необходимо проведение комплексных исследований влияния допирований и замещений

на магнитные и кристаллические свойства твёрдых тел и магнитные фазовые переходы.

В этой связи актуальность диссертационной работы А.А. Макуренковой, посвященная исследованию взаимосвязи структурных и магнитных свойств допированных редкоземельных интерметаллидов с высоким содержанием железа, не вызывает сомнений.

В работе решена задача исследования магнитокристаллической анизотропии и магнитокалорического эффекта, которые определяются влиянием межатомных расстояний на намагниченность, температуры магнитных фазовых переходов, для широкого класса магнитоупорядоченных веществ на основе 3d- и 4f-элементов. Магнетики данного класса обладают сильной корреляцией магнитных и электронных состояний и испытывают сложные магнитные фазовые переходы. Практическая значимость работы определяется тем, что результаты могут быть использованы при разработке новых магнитотвердых материалов с уникальными свойствами для создания перспективных высокоэнергетических ресурсосберегающих магнитов.

Диссертационная работа состоит из введения и пяти глав, в которых последовательно рассмотрены структурные и магнитные свойства интерметаллических соединений типа $R(\text{Fe},\text{Ti})_{12}$ и $R_2\text{Fe}_{17}$ с различными атомами внедрения.

В диссертационной работе Макуренкова Анна Александровна показала, что магнитные свойства соединений $\text{Sm}(\text{Fe},\text{Co})_{12-x}\text{Ti}_x$, такие как намагниченность насыщения, поле анизотропии, константы магнитокристаллической анизотропии линейно зависят от параметра тетрагональной кристаллической решетки a в составах с пониженным содержанием титана.

В своей работе А.А. Макуренкова подробно изучила влияние гидрирования на магнитокристаллическую структуру соединений $\text{TbFe}_{11-x}\text{Co}_x\text{Ti}$ и обосновала, что внедрение атомов H в тетрагональную кристаллическую решетку данных ферритмагнитных соединений усиливает

отрицательную анизотропию подрешетки Tb при концентрации Co ($0 \leq x \leq 5$).

Диссертант показала, что внедрение атомов H в гексагональную кристаллическую решетку редкоземельных ферромагнетиков приводит к уменьшению намагниченности насыщения при изотропном увеличении объема элементарной ячейки.

Достоверность полученных результатов и обоснованность сформулированных положений и выводов диссертации обеспечивается применением комплекса апробированных методов изучения магнитных и структурных характеристик, многократной воспроизводимостью экспериментальных результатов и их обсуждением на основе современных теоретических представлений и моделей. Кроме того, получение объектов исследования, анализ их структурного состояния и исследование магнитных свойств выполнены в ведущих научных центрах. Полученные численные данные согласуются с известными значениями, приведёнными в литературе.

Результаты исследований прошли надёжную апробацию в виде докладов на российских и международных конференциях. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в ведущих зарубежных и отечественных научных журналах.

К диссертационной работе А.А. Макуреновой имеются небольшие замечания и пожелания:

1. В диссертации получены температурные зависимости констант магнитокристаллической анизотропии в исходных соединениях $TbFe_{11-x}Co_xTi$ и их гидридах. Однако не показан основной механизм, ответственный за изменение магнитокристаллической анизотропии редкоземельного иона при внедрении водорода в кристаллическую решетку. Такая задача могла бы быть решена с помощью расчета параметров кристаллического поля в исследуемых соединениях.

2. В диссертации показано наличие обратного магнитокалорического эффекта в гидриде соединения $Dy_2Fe_{10}Al_7$. При этом в тексте не приведено

подробного объяснения появления отрицательного магнитокалорического эффекта в области температур ниже точки компенсации. Желательно рассмотреть влияние магнитокристаллической анизотропии подрешетки железа на полевою зависимость.

3. В таблице 3.1 приведены фазовые составы пленок $\text{Sm}(\text{Fe},\text{Co})_{12-x}\text{Ti}_x$ с указанием процентного содержания элементов. Из текста работы нельзя сделать вывод имеются в виду атомные проценты, молярные или весовые. В таблицах 3.4 и 4.3 не указана размерность и порядок величин констант магнитокристаллической анизотропии.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования и не изменяют общей положительной оценки работы А.А. Макуренковой.

Научная значимость работы состоит в получении новой и систематической информации по мелкокристаллической анизотропии, для магнитоупорядоченных веществ на основе 3d- и 4f-элементов.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации. Результаты проведенных работ могут быть использованы организациями: МГУ им. М.В. Ломоносова (г. Москва), ЦНИИЧерМет им. Бардина (г. Москва), Российский научный центр «Курчатовский институт» (г. Москва), Институт физики твердого тела РАН РФ (п. Черноголовка Московская обл.), ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН (г. С-Петербург), Пермский государственный университет (г. Пермь), Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН (г. Красноярск), ИФМ им. М.Н. Михеева УрО РАН (г. Екатеринбург).

Диссертационная работа А.А. Макуренковой «Структурные и магнитные свойства допированных редкоземельных интерметаллидов с высоким содержанием железа» является завершённым научным исследованием, которое может быть квалифицировано как новое достижение в развитии научного направления, связанного с исследованием систем на основе 3d- и 4f-элементов, где существует сильная взаимосвязь структурных и магнитных состояний. По объёму проведенных исследований,

фундаментальной значимости основных положений, выносимых на защиту, новизне и практическому значению диссертационная работа отвечает требованиям, установленным в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание работы соответствует паспорту специальности 1.3.12 – «Физика магнитных явлений» и критериям, определенным в пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена согласно приложениям №5,6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Макуренкова Анна Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12 – «Физика магнитных явлений».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, профессор

Заведующий лабораторией

магнитных явлений в микроэлектронике

В.Г. Шавров

Подпись В.Г. Шаврова удостоверяю:

Ученый секретарь ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН,

кандидат физико-математических наук

И.И. Чусов

Контактные данные:

Тел.: 8 495 629 35 06, e-mail: shavrov@cplire.ru

Специальность, по которой оппонентом защищена диссертация:

01.04.10 – физика полупроводников и диэлектриков

Адрес места работы: 125009 Москва, ул. Моховая, д.11, к.7

ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН,
лаборатория магнитных явлений в микроэлектронике

Тел. 8 495 629 35 74, e-mail: ire@cplire.ru