

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».

Диссертационная работа А.А.Макуренковой «Структурные и магнитные свойства допированных редкоземельных интерметаллидов с высоким содержанием железа» посвящена экспериментальному исследованию влияния особенностей кристаллической структуры на магнитные свойства интерметаллических соединений ряда редкоземельных элементов с высоким содержанием железа.

Тема диссертационной работы актуальна по целому ряду причин. Области применения редкоземельных элементов весьма разнообразны. Они играют ключевую роль в производстве материалов для высокотехнологичных сфер потребления, таких как электронная и электрооптическая отрасли, информационные технологии, биомедицина, охрана окружающей среды, энергосбережение.

Дополнительно к вышесказанному стоит отметить, что кризис с поставками и рост цен на редкоземельные металлы побудил ведущие технологические державы предпринять действия по развитию технологий разработки высокоэффективных постоянных магнитов с пониженным содержанием редкоземельных элементов.

Редкоземельные интерметаллические соединения $R(Fe,T)_{12}$ (где $T - Ti, V, Mo, W, Cr, Si$) с высоким содержанием железа, обладающие тетрагональной структурой типа $ThMn_{12}$ представляют особый интерес и рассматриваются как многообещающие кандидаты для создания высокоэффективных постоянных магнитов. Отметим, что указанные материалы имеют более низкое содержание редкоземельных элементов в сравнении с другими 4f-3d интерметаллическими соединениями. Данный факт важен с точки зрения ресурсосбережения. В связи с этим, в последнее десятилетие ряд ведущих исследовательских групп сконцентрировали свое внимание на изучении соединений $R(Fe,T)_{12}$.

Исходя из вышесказанного, задача изучения взаимосвязи кристаллической структуры и магнитных свойств соединений $R(Fe,T)_{12}$ и R_2Fe_{17} с различными типами замещений и внедрений является актуальной.

Практическая ценность результатов, полученных в диссертации, подчеркивает возможность её защиты по специальности 1.3.12.-физика магнитных явлений.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения,

благодарностей и списка цитируемой литературы. Всего - 116 страниц машинописного текста, включая 52 рисунка и 14 таблиц.

По результатам диссертации опубликовано 3 статьи в рецензируемых изданиях.

Во введении сформулирована цель работы и отмечена научная и практическая значимость проведенных исследований.

В первой главе содержится краткий литературный обзор работ, посвященных исследованию влияния кристаллической структуры на магнитные свойства интерметаллических $R(\text{Fe},\text{Co},\text{Ti})_{12}$ и $R_2(\text{Fe},\text{Al})_{17}$ и их гидридов. Обсуждаются проблемы получения оптимальных составов с пониженным содержанием редкоземельных элементов и обладающие фазовой стабильностью и высокими значениями магнитных характеристик в широком диапазоне температур.

Во второй главе приведены методики, используемые в диссертационной работе для получения монокристаллических образцов редкоземельных интерметаллидов, а также их гидридов. Описаны применяемые методы измерения и расчета необходимых параметров для проведения комплексного анализа структурных и магнитных свойств исследуемых систем.

В третьей главе представлены результаты исследования влияния концентрации стабилизирующего элемента Ti на структуру и магнитные свойства соединений $\text{Sm}(\text{Fe},\text{Co})_{12-x}\text{Ti}_x$. Определены температурные зависимости намагниченности насыщения, полей анизотропии и констант магнитокристаллической анизотропии. Найдены концентрации стабилизирующего элемента Ti при которых соединения $\text{Sm}(\text{Fe},\text{Co})_{12-x}\text{Ti}_x$ превосходят по магнитным характеристикам сплавы Nd-Fe-B. Исследовано влияние гидрирования на структуру и магнитные свойства соединений $\text{TbFe}_{11-x}\text{Co}_x\text{Ti}$ с различным содержанием кобальта ($x = 0; 3; 4; 5$).

Четвёртая глава диссертационной работы посвящена исследованию влияния гидрирования на структуру и магнитные свойства соединений $\text{TbFe}_{11-x}\text{Co}_x\text{Ti}$ с различным содержанием кобальта ($x = 0; 3; 4; 5$).

Экспериментально установлено, что внедрение атомов водорода в тетрагональную кристаллическую решетку соединений $\text{TbFe}_{11-x}\text{Co}_x\text{Ti}$ усиливает отрицательную анизотропию подрешетки Tb.

Пятая глава посвящена исследованию влияния гидрирования на структурные и магнитные свойства соединений $\text{Dy}_2\text{Fe}_{10}\text{Al}_{17}$. Показано, что при гидрировании гексагональная кристаллическая структура соединений сохраняется, величина коэрцитивной силы при $T=5$ К увеличилась в два раза по сравнению с величиной в исходном состоянии, а температура Кюри не изменилась.

Косвенные исследования магнитокалорического эффекта в $\text{Dy}_2\text{Fe}_{10}\text{Al}_{17}\text{H}_3$ показали изменение знака температурной зависимости изотермического

изменения энтропии при температуре компенсации, что было связано с конкуренцией вкладов МКЭ подрешеток Dy и Fe.

Диссертационная работа А.А. Макуренковой не свободна от недостатков. В экспериментальной работе А.А. Макуренковой по мнению оппонента недостаточно внимания уделено описанию экспериментальных методик, использованных автором при исследовании физических свойств изученных материалов. Кроме описания методики изучения намагниченности и магнитной анизотропии в параграфе 2.3 в тексте диссертации на страницах 48, 49, 73 и в автореферате на стр.10 упоминаются и другие якобы использованные методики исследований: NAADE, EDXS, PPMS-9T, VSM.

В диссертации отсутствует информация о режимах охлаждения и нагревания при исследовании намагниченности образцов. Нет описания методики определения температуры Кюри и температуры компенсации исследованных образцов. Вызывают удивление утверждения на стр.27 диссертации и на стр.5 автореферата о существовании немагнитных стабилизирующих элементов. Все исследованные в диссертации вещества являются магнетиками. В тексте диссертации можно встретить и жаргонные высказывания: «измерения полевых кривых намагничивания (стр.93), «коэрцитивное поле H_c » (стр.94).

Несмотря на указанные замечания, оппонент считает, что автор проделал большую экспериментальную работу, используя значительное количество экспериментальных методик, что позволило ему ответить на ряд вопросов о природе магнетизма в допированных редкоземельных интерметаллидах с высоким содержанием железа.

Материалы диссертации полностью опубликованы в ведущих научных журналах, как в нашей стране, так и за рубежом, и доложены на научных конференциях самого высокого уровня, имеют несомненную фундаментальную и практическую ценность. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертационной работы.

Резюмируя всё выше сказанное, считаю, что диссертационная работа А.А. Макуренковой «Структурные и магнитные свойства допированных редкоземельных интерметаллидов с высоким содержанием железа» представляет собой научно-исследовательскую работу, удовлетворяющую требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к кандидатским диссертациям. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.3.12 – «физика магнитных явлений» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным 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 кафедры магнетизма

Физического факультета

МГУ им. М.В. Ломоносова

В.Н. Прудников

Контактные данные:

Ф.И.О.: Прудников Валерий Николаевич.

Ученая степень: доктор физико-математических наук.

Ученое звание: профессор.

Научная специальность: 01.04.11 - «Физика магнитных явлений».

Должность: профессор кафедры магнетизма.

Место работы: Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова.

Адрес места работы: 119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 2, Физический Факультет.

Тел.: +7 (495) 939 38 24.

E-mail: prudnikov@physics.msu.ru

Подпись В.Н. Прудникова подтверждаю:

Учёный секретарь

Учёного Совета физического факультета

МГУ имени М.В. Ломоносова

профессор

В.А. Караваев