

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу Карпенкова Дмитрия Юрьевича по теме «Влияние термических и механических воздействий на величину магнитокалорического эффекта в соединениях 3d- и 4f-металлов», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений

Карпенков Дмитрий Юрьевич проблемой магнитокалорического эффекта в редкоземельных интерметаллидах систематически занимался в течение ряда лет, начав данную работу еще студентом. Это позволило ему подойти к выполнению диссертационной работы «Влияние термических и механических воздействий на величину магнитокалорического эффекта в соединениях 3d- и 4f-металлов» хорошо подготовленным. К моменту поступления в очную аспирантуру Тверского государственного университета у Карпенкова Д.Ю. уже был опыт экспериментальной работы в таких научных центрах, как МГУ им. М.В. Ломоносова, Международная лаборатория высоких магнитных полей и низких температур (г. Вроцлав, Польша), Институт материаловедения (г. Дрезден, Германия), Университет г. Сарагоса (Испания).

Все это позволило Карпенкову Д.Ю. при выполнении работы использовать самые современные методы синтеза объектов исследования, изменения их структурного состояния и аттестации структурных характеристик, а также целый комплекс современных методов магнитных и электрических измерений. Все полученные в работе образцы аттестованы методами оптической (металлографические микроскопы Neophot 30 и Axiovert 200 MAT) и растровой электронной микроскопии (JEOL JSM-6610LV), методами рентгеноструктурного и рентгенофазового анализа на дифрактометрах ДРОН-6 и Philips X'Pert. Оценка размера зерен в нанокристаллических образцах проводилась методами атомно-силовой микроскопии на 3СМ Solver P47. Температурные и полевые зависимости намагниченности измерялись на СКВИД-магнитометре MPMS-XL5. Прямые измерения адиабатического изменения температуры  $\Delta T_{ад}$  выполнены на экспериментальной установке, разработанной при участии Карпенкова Д.Ю. Кроме измерения адиабатического изменения температуры, исследовались полевые и температурные зависимости магнитострикции и терморасширения (тензометрическим методом), эффекта Зеебека и теплопроводности (методом продольного теплового потока), электросопротивления и эффекта Холла (шестиконтактный методом).

Применение такого большого комплекса экспериментальных методов, выполнение ряда экспериментов в ведущих центрах мира по данной тематике на одних и тех же образцах говорит о достоверности полученных в работе новых научных результатах и справедливости сформулированных выводов и положений диссертационной работы.

Как наиболее интересные и новые отметим следующие результаты работы.

- 1) Разработанные методы создания высокоэффективных теплообменников на основе быстрозакаленных (БЗК) лент и стержней интерметаллических соединений и пластин гадолиния, подвергнутых холодной прокатке, а также на основе компактированных порошков гидридов интерметаллических соединений.
- 2) Полученные впервые данные прямых измерений МКЭ для микро- и нанокристаллических образцов соединений  $R_2Fe_{17}$  ( $R=Y$ ),  $RFe_{11}Ti$  ( $R=Tb, Gd, Ho$ ),  $RCO_2$  ( $R=Tb, Gd$ ),  $Mn_{5-x}Fe_xGe_3$  ( $x=0, 1$ ); полученные зависимости МКЭ от структурного состояния, размерного фактора и фазового состава образцов.
- 3) Результаты исследований температурных зависимостей  $\Delta T_{ад}(T)$  и  $\Delta S_m(T)$  образцов гадолиния, подвергнутых холодной прокатке в ультразвуковом режиме.

Особо следует сказать об апробации работы. По материалам диссертации Карпенковым Д.Ю. опубликовано 26 печатных работ, из которых 13 опубликовано в изданиях из перечня ВАК. Результаты работы докладывались Карпенковым Д.Ю. на всероссийских и международных научных конференциях, в том числе XV–XX Международных научных конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов 2008–2013» (Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, 2008 – 2013 г.); Международной конференции «Материалы с особыми физическими свойствами и магнитные системы» (г. Суздаль, 2007 г.); Moscow International Symposium on Magnetism (Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, 2008 г., 2011 г.); Международных конференциях «Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества» (г. Суздаль, 2008 г., 2010 г., 2012 г.); Международных конференциях по постоянным магнитам (г. Суздаль, 2009 г., 2011 г.); EASTMAG-2010 (Ekaterinburg, 2010 г.); Conference on research in high magnetic fields (Dresden, Germany, 2009 г.); International conference on magnetism (Karlsruhe, 2009 г.); Magnetic materials for energy applications (Orlando, Florida, USA, 2012 г.). Join European magnetic symposia (Krakow, Poland, 2010 г.; Rodos, Greece, 2013 г.).

Следует также отметить высокую самостоятельность Карпенкова Д.Ю., проявленную при выполнении работы. Им получены все основные экспериментальные результаты и проведена интерпретация экспериментальных и теоретических данных.

Актуальность работы Карпенкова Д.Ю. не вызывает сомнений, она обусловлена возможностью применения магнитокалорических материалов, рассмотренных в работе, в системах магнитного охлаждения нового поколения, а ее научные результаты полезны для развития данного направления в физике магнитных явлений и могут найти широкое практическое применение.

Все это позволяет заключить, что Карпенков Дмитрий Юрьевич является сложившимся специалистом в области физики магнитных явлений, его диссертационная работа «Влияние термических и механических воздействий на величину магнитокалорического эффекта в соединениях 3d- и 4f-металлов» полностью соответствует требованиям Положения ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а сам диссертант заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – физика магнитных явлений.

Научный руководитель,  
заведующий кафедрой магнетизма  
Тверского государственного университета,  
доктор физико-математических наук,  
профессор

Пастушенков Юрий Григорьевич

05.12.2013 г.

Подпись Пастушенков Ю.Г.  
удостоверяю:  
Начальник отдела докторантуры  
и диссертационных советов  
Тверского государственного  
университета



З.Е. Яковлева