

## О Т З Ы В

на автореферат диссертации Аникина Максима Сергеевича «Магнитные и магнитокалорические свойства квазибинарных соединений с тяжелыми РЗМ типа  $RT_2$  ( $T = \text{Fe, Co, Ni}$ )», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.11 – Физика магнитных явлений

В диссертационной работе Аникина Максима Сергеевича определены причины возникновения уширенных пиков магнитного вклада в теплоемкость и магнитокалорического эффекта в соединениях типа  $R(T_{1-x}\text{Fe}_x)_2$ , где  $R$  – тяжелые редкоземельные металлы,  $T = \text{Co, Ni}$ , и установлены зависимости этих свойств от концентрации железа ( $x$ ) и атомного номера редкоземельного элемента в данных соединениях.

Данные материалы представляют большой практический интерес в связи с развивающейся технологией магнитного охлаждения, которая может найти применение при создании устройств кондиционирования помещений и ожижения газов.

В диссертационной работе получены следующие результаты, представляющие научную и практическую значимость: 1) получены экспериментальные данные о температурных зависимостях намагниченности, высокополевой восприимчивости, теплоемкости, изменения магнитной части энтропии ( $\Delta S_M$ ) и адиабатического изменения температуры ( $\Delta T_{ad}$ ) соединений  $R(\text{Co-Fe})_2$ , где  $R = \text{Gd, Dy, Ho, Er}$ , и соединений  $\text{Gd}(\text{Ni-Fe})_2$ ; 2) приведена физическая интерпретация выявленных особенностей температурных изменений величин высокополевой магнитной восприимчивости –  $\chi_{hf}(T)$ , изменения магнитной части энтропии –  $\Delta S_M(T)$ , теплоемкости –  $C_p(T)$  и адиабатического изменения температуры –  $\Delta T_{ad}(T)$  при скачкообразном изменении величины магнитного поля для всех изученных соединений.

По автореферату диссертационной работы можно сделать одно замечание. Аникин М.С. упоминает хладоемкость ( $q$ ) как параметр для оценки эффективности использования магнитокалорического материала. Однако, из мировой литературы известно, что  $q$  является неверным описанием применимости магнитокалорического материала, см. [K.G. Sandeman, Scripta Materialia 67 (2012) 566-571], [Anders Smith, Adv. Energy Mater.. 2012, 2, 1288-1318], [K. P. Skokov, A. Yu. Karpenkov, D. Yu. Karpenkov and O. Gutfleisch, Journal of Applied Physics 113, 17A945 (2013)]. Более того, в последней книге Андрея Китановского «Преобразование магнитокалорической энергии: от теории к приложениям», автор полностью игнорирует эту величину. Стоит отметить, что большинство недавно созданных прототипов магнитных рефрижераторов основаны на цикле активного магнитного регенератора (АМР), поскольку использование последнего обеспечивает наивысшие значения рабочего интервала температур. Для применения в АМР циклах магнитокалорический материал должен обладать большим значением адиабатического изменения

температуры, не были высокими значениями изотермического изменения энтропии. Это объясняется требованиями максимизации процесса теплопередачи между материалом и теплопередающей средой. К тому же, принимая во внимание определение АМР, трудно представить, что разница между горячим и холодным концом регенеративной колонны в устройстве с использованием исследуемых материалов может достигать 150-300 °С при максимальном адиабатическом изменении температуры 0,6 К/Тл в материале. Таким образом, это не позволяет отнести исследуемые соединения к разряду перспективных материалов для изготовления рабочих тел магнитных холодильных устройств (рефрижераторов) функционирующих в районе комнатной и ниже температур.

Сделанное замечание не снижает общей положительной оценки работы в целом. Достоверность полученных данных подтверждается согласованностью с существующими теоретическими оценками и ранее опубликованными экспериментальными данными. Результаты диссертационной работы неоднократно представлялись на российских и международных конференциях, были опубликованы в 7 международных реферируемых журналах, входящих в базы РИНЦ, Scopus и Web of science.

Содержание автореферата диссертации позволяет утверждать, что представленная работа выполнена на высоком научном уровне и является завершённой. По актуальности, новизне, практической значимости и полученным результатам она соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор – Аникин Максим Сергеевич - заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – Физика магнитных явлений

кандидат физико-математических наук,  
старший научный сотрудник кафедры ФНСиВТМ,  
НИТУ «МИСиС»

Карпенков Дмитрий Юрьевич

14 июня 2018 г.

Адрес: 119991, г. Москва, Ленинский проспект, д.4, НИТУ «МИСиС»  
Научно-образовательный центр энергоэффективности  
Телефон: +7 915 437 22 12  
e-mail: [Karpenkov\\_d\\_y@mail.ru](mailto:Karpenkov_d_y@mail.ru)

