

Отзыв на автореферат диссертации Кашина С.Н.

«Деформационная инженерия магнитокалорического эффекта в микро- и наноструктурах Gd и Ho», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук (специальность 1.3.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества)

Актуальность темы исследований, представленных в диссертационной работе, не вызывает никаких сомнений. Актуальность работы обусловлена необходимостью решения проблемы химической физики, связанной с поиском рабочего тела и термодинамического цикла для холодильных машин, в которых химически опасные газовые компоненты были бы устранены без потери эффективности устройств. Работа Кашина С.Н. актуальна, поскольку направлена на создание новых типов магнитных охлаждающих устройств, а именно гибридных холодильных машин, где помимо циклического воздействия на рабочее тело внешнего магнитного поля добавлялось бы немагнитное воздействие в виде циклических механических деформаций.

В качестве объектов исследования были выбраны три типа наноструктур: микропровода гадолиния, тонкопленочные гетероструктуры W/Gd/W/MgO и гетероструктуры W/Ho/W/MgO.

Выбор именно таких образцов был не случайным. Микропровода гадолиния являются малоизученными структурами, особенно когда речь идет о изменении магнитного момента под воздействием механических деформаций, таких как изгиб и растяжение. В гетероструктурах W/Gd/W/MgO из-за различия параметров решеток подложки MgO и Gd, в слое гадолиния возникают эпитаксиальные напряжения, которые передаются через буферный слой W. Поскольку в серии данных образцов менялась как ориентация подложки MgO, так и толщина слоя Gd, можно ожидать изменение величины эпитаксиальных напряжений в зависимости от кристаллографической ориентации подложки MgO. Наконец, гетероструктуры W/Ho/W/MgO, которые примечательны тем, что в объемном гольмии существует большое количество спиновых переходов, потенциально применимых в магнитном охлаждении. Однако переходы между различными типами спинового упорядочения в пленках гольмия остаются малоизученными.

Одним из наиболее существенных результатов работы является обнаружение возрастающей зависимости магнитного момента и величины магнитокалорического эффекта от механических напряжений и деформаций в структурах гадолиния. В работе обсуждаются две стороны проявления данного эффекта. С одной стороны, в микропроводах гадолиния при деформациях изгиба и растяжения наблюдается увеличение величины магнитокалорического эффекта при температуре Кюри гадолиния ~ 290 К за счет перераспределения вклада от пика магнитной энтропии, соответствующему смещенному спин-переориентационному переходу при 260 К. С другой стороны, в гетероструктурах W/Gd/W/MgO изменение ориентации подложки MgO увеличивает эпитаксиальные напряжения в слое гадолиния, что, в свою очередь, увеличивает магнитокалорический эффект и соответствующую мощность охлаждения. Наибольший эффект наблюдался для структур, где толщина слоя гадолиния составляла 100 нм, а несоответствия параметров решеток подложки MgO и гадолиния были максимальными. Этот результат можно рассматривать как один из первых шагов к созданию гибридных холодильных устройств, где величину механических напряжений и деформаций можно было бы циклически изменять либо использовать фиксированные значения деформаций с заранее прогнозируемым увеличением эффективности магнитокалорического цикла.

Не менее важным результатом представляется обнаружение магнитной релаксации в структурах W/Ho/W/MgO. Помимо этого, в переменном магнитном поле магнитная восприимчивость и магнитная вязкость пленок Ho являются чувствительными к переходу

между спиновыми конфигурациями, что подразумевает возможность применения магнитной восприимчивости и магнитной вязкости в качестве индикаторов переходов, возникающих при перемангничивании.

Исследования выполнены на современном научном уровне и их результаты достаточно полно отражены в публикациях по теме диссертации, рекомендованных ВАК в индексируемых базах данных Scopus и Web of Science. Тот факт, что публикации автора по результатам диссертационной работы прошли рецензирование в профессиональных международных изданиях, подтверждает обоснованность и достоверность результатов, полученных в работе. Основные положения и результаты работы доложены на международных и всероссийских научных конференциях.

В целом замечаний, по существу, представленных экспериментальных и расчётных данных нет. Автореферат диссертации написан чётко и ясно, экспериментальные данные изложены последовательно. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Диссертационная работа Кашина Сергея Николаевича «Деформационная инженерия магнитокалорического эффекта в микро- и наноструктурах Gd и Ho» соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям (п.9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013). Автор работы Кашин С.Н. заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.17 «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества»

Бердинский Виталий Львович, доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой биофизики и физики конденсированного состояния ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

460018, Оренбургская область, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13

e-mail: vberdinskiy@yandex.ru

Телефон: +7 (919) 854-89-48

д.ф.-м.н. Бердинский В.Л.

Подпись Бердинского В.Л. заверяю
главный ученый секретарь – начальник
отдела диссертационных советов,
доктор технических наук, профессор



Фот А.П.