

ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета Цыганенко Алексея Алексеевича на диссертационную работу Лезовой Ирины Евгеньевны по теме **«Теплоемкость и магнитокалорические свойства ряда редкоземельных гранатов, алюминатов и пентафосфатов»**, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 Физика конденсированного состояния.

Диссертационная работа Лезовой Ирины Евгеньевны посвящена исследованию алюминатов, гранатов, пентафосфатов, а также пентафосфатных стекол, легированных различными редкоземельными ионами. Ранее интерес к указанным материалам был продиктован их применимостью для получения высокопрочной керамики и пьезоматериалов, люминофоров, полупроводников, а также в качестве активного материала в оптических квантовых генераторах. При этом тепловые и магнитные свойства оставались практически не изученными.

В диссертации приведены результаты измерений величины теплоемкости в широком диапазоне температур как в отсутствие, так и при приложении внешнего магнитного поля. Ранее подобные исследования не проводились. Для всех исследованных материалов, как кристаллических, так и стеклянных, был обнаружен значительный магнитокалорический эффект (МКЭ), который заключается в охлаждении материала после приложения и последующего выключения внешнего магнитного поля. Таким образом актуальность работы обусловлена перспективностью практического применения исследованных объектов (алюминатов, гранатов и пентафосфатов) в качестве материалов, пригодных для решения задачи магнитного охлаждения.

Исходя из вышесказанного, тема диссертации соответствует актуальным задачам физики конденсированного состояния.

Целью данной диссертационной работы является исследование влияния вида редкоземельных ионов и степени легирования на теплоемкость монокристаллов гранатов, алюминатов и пентафосфатов, а также пентафосфатных стекол во внешних магнитных полях.

Подробный анализ известных ранее литературных данных по теме проведенной работы представлен в **первой главе** диссертационной работы. Во введении к первой главе рассмотрены теоретические модели теплоемкости твердых тел Дебая и Эйнштейна. В последующих параграфах первой главы изложена теория: когда при низких температурах может наблюдаться рост теплоемкости, вызванный аномалией, называемой аномалией Шоттки. Это отклонение возникает из-за расщепления энергетических уровней редкоземельных ионов в кристаллическом поле на Штарковские подуровни.

Во второй главе приводятся результаты экспериментальных исследований теплоемкости чистых и легированных примесью эрбия кристаллов галлий-гадолиниевого граната при температурах от 1,9 до 220 К и в магнитных полях от 0 до 9 Тл. Представлена теоретическая интерпретация полученных экспериментальных результатов, на основании которых произведен расчет энтропии и определен вклад в нее, обусловленный магнитным полем.

Глава 3 посвящена экспериментальному исследованию теплоемкости монокристаллов смешанных иттрий-диспрозиевых алюминиевых гранатов в температурном диапазоне от 1,9 до 80 К в отсутствие приложенного к образцам магнитного поля и в полях до 6 Тл. Как и в главе 2, на основании полученных данных был выполнен расчет различных вкладов в теплоемкость и были вычислены величины энтропии и магнитной энтропии исследованных образцов.

Глава 4 посвящена изучению низкотемпературной теплоемкости монокристаллов и стекол редкоземельных пентафосфатов. Получены температурные зависимости теплоемкости $\text{NdP}_5\text{O}_{14}$, $\text{GdP}_5\text{O}_{14}$, $\text{YbP}_5\text{O}_{14}$,

$\text{SmP}_5\text{O}_{14}$ и $\text{CeP}_5\text{O}_{14}$ в диапазоне температур от 1,9 до 100 К и в магнитных полях от 0 до 9 Т. Для монокристаллов экспериментальная величина теплоемкости описана суммой двух вкладов: фононного и аномалии Шоттки, обусловленной заселенностью штарковских уровней и расщепленным крамерсовым дублетом. Основываясь на аппроксимации теплоемкости, для некоторых редкоземельных пентафосфатов были рассчитаны температуры Дебая и значения энергии низкоэнергетических возбуждений. Используя экспериментальные данные о теплоемкости в магнитных полях, была рассчитана магнитная энтропия. Эти результаты позволяют предложить использование монокристаллов и стекол редкоземельных пентафосфатов в качестве элементов для низкотемпературных магнитных рефрижераторов.

В главе 5 приведены результаты экспериментальных исследований теплоемкости смешанных монокристаллов алюминатов с общей формулой $\text{Y}_{1-x}\text{Er}_x\text{AlO}_3$. Описан выбор параметров эксперимента: температурный и магнитный диапазоны.

Заключение содержит краткие выводы и основные результаты работы.

Все защищаемые положения, основные выводы и результаты, изложенные в диссертации, убедительно аргументированы, являются новыми, получены впервые и вносят существенный вклад в физику конденсированного состояния.

Достоверность полученных результатов обеспечена применением в проведенных исследованиях современной приборной базы и согласием этих результатов с уже имеющимися в научной литературе. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 4 научных статьях в журналах, индексируемых в наукометрических базах Web of Science и Scopus и представлены на 2 международных научных конференциях.

Говоря о диссертации в целом, следует сказать, что она написана достаточно ясно, хорошим языком (в том числе английская версия), достаточно иллюстрирована рисунками, содержит сравнительно немного

досадных опечаток, мелких ошибок и терминологических неточностей. Из конкретных замечаний мы бы отметили следующие:

1. На рисунке 3.6 отсутствует сплошная линия, упомянутая в подписи, где, кроме того, не указаны единицы измерения поля.
2. На стр. 40 странное обозначение единицы измерения: "от 10 до 50 k O e".
3. В подписи к рисунку 4.6 пояснения к частям рисунка перепутаны, обозначения d, e, f отсутствуют.

Впрочем, эти мелкие замечания ни в коей мере не затрагивают защищаемых положений и не оказывают существенного влияния на общую положительную оценку работы.

Диссертационная работа Лезовой Ирины Евгеньевны на тему «Теплоемкость и магнитокалорические свойства ряда редкоземельных гранатов, алюминатов и пентафосфатов» является законченной научной работой, несущей существенный вклад в физику твердого тела. Она удовлетворяет основным требованиям, установленным приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском университете», и соискатель Лезова Ирина Евгеньевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.8 Физика конденсированного состояния. Нарушение пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Председатель диссертационного совета

Профессор кафедры общей физики-2 физического факультета СПбГУ,
доктор физико-математических наук, профессор

26.09.2024



Цыганенко А.А