

Отзыв

на автореферат диссертации Лянге Марии Викторовны «Фазовые переходы и магнитные свойства сплавов Гейслера Ni-Mn-Al с добавками Co и Si», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

В настоящее время в связи со стремительным мировым развитием новых технологий возрастает потребность в новых функциональных материалах. Интерес к таким материалам вызван поиском новых ярких физических эффектов, которые могут послужить основой для разработки современных технологий в различных отраслях. Часто физические эффекты в новых функциональных материалах связаны с проявлением различных типов фазовых переходов, в том числе и магнитоструктурного. При магнитоструктурных фазовых переходах наиболее ярко проявляется связь между кристаллической решеткой и магнитной спиновой подсистемой, что приводит к одновременному изменению структуры и магнитных свойств под действием внешних параметров (давление, магнитное поле, температура) и проявлению таких эффектов, как гигантское магнитосопротивление, магнитокалорический эффект и магнитоуправляемый эффект памяти формы и др. Сплавы Гейслера семейств Ni-Mn-Z ($Z = \text{Al, Ga, In, Sn, Sb}$) являются яркими представителями функциональных материалов, обладающих конкурентоспособностью по наличию физических свойств. Например, в сплаве семейства Ni-Mn-Ga продемонстрированы обратимые деформации до 10%, контролируемые магнитным полем до 10 кЭ. Данная величина обратимой деформации 1-2 порядка выше, чем те, которые наблюдаются в пьезоэлектрических и магнитострикционных материалах. Однако, для широкого применения сплавов Гейслера до сих пор остается ряд нерешенных физических задач. Одна из которых - оптимальное легирование сплавов Гейслера для контроля и управления характерными температурами магнитоструктурного перехода и физическими свойствами. Таким образом, диссертационная работа Марии Викторовны Лянге, посвященная изучению закономерностей магнитных и структурных фазовых переходов и формированию физических свойств в сплавах Гейслера семейства Ni-Mn-Al легированных Co и Si является актуальной как с фундаментальной точки зрения, так и с прикладной.

В работе изучено влияние дополнительного легирования кобальтом на свойства сплавов Гейслера системы $\text{Ni}_{50-x}\text{Co}_x\text{Mn}_{31+y}\text{Al}_{19-y}$. Показано, что в сплавах с содержанием кобальта $\leq 9,5$ ат. % температура структурного перехода смещается в область высоких температур, при этом ширина характерного гистерезиса значительно увеличивается, а при уже $\geq 9,5$ ат. % мартенситное превращение подавляется. Данный экспериментальный вывод подтверждён теоретическими расчетами. Также в работе исследовано, что легирование кобальтом приводит к смене типа магнитного упорядочения. В частности, от некомпенсированного антиферромагнитного для сплава $\text{Ni}_{50}\text{Mn}_{31}\text{Al}_{19}$ к ферромагнитному в системе $\text{Ni}_{50-x}\text{Co}_x\text{Mn}_{31+y}\text{Al}_{19-y}$. Согласно, теоретическому расчету из первых принципов, проведенному в рамках диссертационной работы, смена магнитного упорядочения объясняется появлением сильного обменного взаимодействия между Co и соседними магнитными атомами. Необходимо выделить, что подтверждение экспериментальных результатов теоретическими расчетами повышает качество диссертации. Более того, полученные выводы о влиянии легирования кобальтом системы $\text{Ni}_{50-x}\text{Co}_x\text{Mn}_{31+y}\text{Al}_{19-y}$ имеют

также практическое значение. Знания о влиянии дополнительного легирования позволяют контролировать температуры фазовых переходов в сплавах Гейслера, что в свою очередь, позволяет рассчитать каскадную систему охлаждения на основе магнитокалорического эффекта, которым обладают изучаемые в диссертации сплавы.

Отличительной чертой работы является изучение двухстороннего эффекта памяти формы не требующего предварительной «тренировки» на примере образца состава $\text{Ni}_{18}\text{Mn}_7\text{Al}_6\text{Si}_1$. Экспериментально показано, что образец выдерживает до 1000 циклов «нагрев-охлаждение» без значительной деградации, что говорит о его термоциклической прочности. Реализация такого циклического многократного эффекта памяти формы увеличивает шансы их практического применения.

В качестве замечания хочется отметить следующее. Автор в работе использует термин «двойной эффект памяти формы». Однако, принятым в литературе является термин «двусторонний эффект памяти формы». Данное замечание является терминологическим, не относится к принципиальным и не влияет на ценность полученных результатов и положительную оценку диссертационной работы.

По уровню полученных результатов, объему выполненной работы, актуальности проведенных исследований, диссертационная работа М.В. Лянге является законченным научным трудом, представляющим заметный вклад в развитии физики конденсированного состояния. Диссертационная работа Марии Викторовны Лянге «Фазовые переходы и магнитные свойства сплавов Гейслера Ni-Mn-Al с добавками Co и Si» удовлетворяет всем требованиям к кандидатским диссертациям «Положения о присуждении ученых степеней» (утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.), а Мария Викторовна Лянге заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Дильмиева Эльвина Тимербулатовна,
кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник
лаборатории «Магнитные явления в микроэлектронике»
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова РАН
Адрес: 125009, Москва, ул. Моховая 11, корп.7.
Телефон: +7 (495) 629 3506
E-mail: dilmieva@cplire.ru

21 января 2020г.

Шавров Владимир Григорьевич,
профессор, доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник
лаборатории «Магнитные явления в микроэлектронике»
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова РАН
Адрес: 125009, Москва, ул. Моховая 11, корп.7.
Телефон: +7 (495) 629 3506
E-mail: shavrov@cplire.ru

21.01.2020

