

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации «Термоупругие мартенситные превращения и функциональные свойства в монокристаллах ферромагнитного сплава Co–Ni–Ga с наноразмерными частицами  $\gamma'$ -фазы», представленной Куксгаузен Ириной Владимировной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Ферромагнитные сплавы на основе системы Co–Ni–Ga относятся к многофункциональным сплавам с обычным и магнитным эффектом памяти формы, обладают высокотемпературной сверхэластичностью, высокой прочностью, достаточной пластичностью, сильной намагниченностью насыщения и высокой температурой Кюри. В совокупности это создает предпосылки для использования данных материалов в качестве многофункциональных сплавов с обычным и магнитным эффектом памяти формы и высокотемпературной сверхэластичностью. В связи с этим тематика диссертационной работы И.В. Куксгаузен, цель которой заключалась в исследовании влияния ориентации кристалла, размера, формы и объемной доли наноразмерных частиц  $\gamma'$ -фазы на функциональные свойства монокристаллов ферромагнитного сплава  $\text{Co}_{49}\text{Ni}_{21}\text{Ga}_{30}$  (ат.%) при деформации сжатием, современна, перспективна и актуальна.

Достоверность представленных в диссертационной работе результатов и обоснованность выводов, обеспеченные применением комплекса современных хорошо апробированных методов и методик физического материаловедения, большим объемом экспериментальных данных и всесторонним их анализом, последовательным сопоставлением с опубликованными ранее результатами других исследователей, не вызывают сомнения.

Ряд результатов, полученных в работе И.В. Куксгаузен, обладают несомненной научной новизны и практической значимостью. А именно: (1) показано, электронно-микроскопическими исследованиями *in-situ* при охлаждении/нагреве в колонне микроскопа, что в монокристаллах сплава  $\text{Co}_{49}\text{Ni}_{21}\text{Ga}_{30}$  двойниковая структура  $L1_0$ -мартенсита охлаждения и механизм взаимодействия кристаллов  $L1_0$ -мартенсита зависят от формы и размера частиц  $\gamma'$ -фазы; (2) установлено, на [001]- и [231] -монокристаллах сплава  $\text{Co}_{49}\text{Ni}_{21}\text{Ga}_{30}$ , что выделение наноразмерных частиц  $\gamma'$ -фазы приводит к увеличению температурного и механического гистерезисов в 4–5 раз по сравнению с однофазными кристаллами, и предложена интерпретация полученных результатов; (3) двойной ЭПФ в монокристаллах сплава  $\text{Co}_{49}\text{Ni}_{21}\text{Ga}_{30}$ , ориентированных вдоль [123] -, [011]- и [001]- направления, выявленный после старения сплава при 623К, 15 мин под сжимающей нагрузкой, и в [123]-, [011]- и [001]-однофазных монокристаллах после предварительных тренировок в температурном интервале проявления СЭ.

Результаты, полученные в диссертационной работе, достаточно полно освещены в научной периодике, прошли апробацию на представительных Международных и Российских конференциях, симпозиумах, школах и семинарах.

Замечания:

1. Из текста автореферата не понятно, анализировалась ли однородность элементного состава монокристаллов как в исходном состоянии, так и после различных термических и механических воздействий.

2. В работе показано, что старение монокристаллов сплава  $\text{Co}_{49}\text{Ni}_{21}\text{Ga}_{30}$  при температуре 623 К в течение 3 ч приводит к выделению наноразмерных частиц  $\gamma'$ -фазы неравноосной формы; следовало бы уточнить, какую форму имеют частицы  $\gamma'$ -фазы: пластинки, иглы, эллипсоиды; форма частиц оказывает влияние на величину упругих напряжений, вносимых в матрицу.
3. Следовало бы пояснить, что означает выражение «мартенсит зарождается не в объеме материала, а между частицами» (стр. 9).

Отмеченные недостатки не носят принципиального характера и не снижают ценности работы в целом.

По актуальности и новизне полученных результатов, их фундаментальной и прикладной значимости, объему проведенных исследований и степени их завершенности представленная к защите диссертационная работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а И.В. Куксгаузен заслуживает искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Отзыв составил

ведущий научный сотрудник лаборатории  
плазменной эмиссионной электроники Федерального  
государственного бюджетного учреждения  
науки Института сильноточной электроники  
Сибирского отделения Российской академии  
наук (ИСЭ СО РАН), доктор физ.-мат. наук, доцент  
30.11.2015 г.

Ю.Ф. Иванов

Подпись Иванова Ю.Ф. удостоверяю:

Ученый секретарь ИСЭ СО РАН, д.ф.-м.н.



И.В. Пегель

Сведения о составителе отзыва:

Иванов Юрий Фёдорович, д.ф.-м.н. (01.04.07 – Физика конденсированного состояния),  
доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории плазменной эмиссионной электроники  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института сильноточной  
электроники Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭ СО РАН), 634055, г.  
Томск, пр-т. Академический, 2/3, ИСЭ СО РАН, тел.: 8(3822) 491713,  
E-mail: [contact@hcei.tsc.ru](mailto:contact@hcei.tsc.ru)  
E-mail: [yufi55@mail.ru](mailto:yufi55@mail.ru)