

## РЕЦЕНЗИЯ

На выпускную квалификационную работу «**Закономерности формирования функциональных свойств в состаренных под нагрузкой в мартенсите**

**монокристаллах ферромагнитного сплава NiFeGaCo»**

магистранта группы № 051811 физического факультета ТГУ

Тохметовой Аиды Бауыржановны

**Актуальность темы диссертации.** Перспективными функциональными материалами являются ферромагнитные сплавы с эффектом памяти формы, испытывающие большие обратимые деформации под действием температуры, механических напряжений и магнитного поля. Монокристаллы данных сплавов могут найти широкое применение в качестве миниатюрных термо- и магнитоуправляемых актуаторов и датчиков, демпфирующих устройств, применяемых в космической и микросистемной технике, авиа- и машиностроении. Однако для широкого практического применения необходимо улучшить комплекс функциональных свойств и повысить их циклическую стабильность. Поэтому актуальным является выяснение новых функциональных возможностей этих материалов и разработка термомеханических обработок для повышения их эффективности. В связи с этим, работа Тохметовой А.Б., посвященная исследованию влияния старения в мартенсите под нагрузкой на закономерности проявления функциональных свойств – двустороннего эффекта памяти формы и ферроэластичности, в монокристаллах ферромагнитного сплава  $\text{Ni}_{49}\text{Fe}_{18}\text{Ga}_{27}\text{Co}_6$  (ат. %) является актуальной.

Работа выполнена аккуратно, хорошо оформлена, содержит качественный литературный обзор, изложение материала ясное и обстоятельное, что вызывает положительное впечатление от магистерской диссертации.

**Научная новизна и теоретическая значимость диссертационной работы.** К числу наиболее важных результатов работы можно отнести следующие:

1. Экспериментально установлен эффективный режим старения в мартенсите под сжимающей нагрузкой ( $T = 423 \text{ K}$ , 1 час под нагрузкой  $\sigma = 450 \text{ МПа}$  вдоль  $[110]_{\text{B2}}$ -направления) закаленных монокристаллов  $\text{Ni}_{49}\text{Fe}_{18}\text{Ga}_{27}\text{Co}_6$ , который приводит к проявлению двустороннего эффекта памяти формы вдоль  $[001]_{\text{B2}}$ -направления с величиной обратимой деформации  $+9,0 \%$ ;

2. Впервые в состаренных в мартенсите монокристаллах  $\text{Ni}_{49}\text{Fe}_{18}\text{Ga}_{27}\text{Co}_6$  при  $T = 423 \text{ K}$  под нагрузкой  $\sigma = 450 \text{ МПа}$  получена большая обратимая деформация до  $-14,8 \%$  при проявлении ферроэластичности вдоль  $[001]_{\text{B2}}$ -направления за счет переориентации стабилизированного варианта мартенсита в циклах нагрузка/разгрузка;

3. Состаренные в мартенсите под нагрузкой закаленные монокристаллы  $\text{Ni}_{49}\text{Fe}_{18}\text{Ga}_{27}\text{Co}_6$  обладают широким температурным интервалом развития ферроэластичности от  $300$  до  $373 \text{ K}$ , в котором при температуре испытания  $M_f < T < A_f$  наблюдается двухстадийные кривые течения с обратным эластокалорическим эффектом при нагрузке на первой стадии.

**Достоверность научных результатов.** Достоверность полученных результатов обеспечена корректностью постановки задачи исследования,

использованием современных методов и методик исследования, всесторонним анализом полученных данных.

По результатам магистерской диссертации Тохметовой А.Б. опубликовано 14 научных работ: 2 статьи, входящих в базы данных Web of Science и Высшей аттестационной комиссии, 12 публикаций в сборниках научных трудов и материалов всероссийских и международных конференций.

**Практическая значимость диссертационной работы.** Практическая значимость данных исследований заключается в возможности использования результатов работы для развития теории мартенситных превращений и применения разработанных ферромагнитных материалов при изготовлении различных исполнительных устройств (актуаторов), датчиков, микроклапанов, генераторов и т. д.

**Степень обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации.** Положения, выносимые на защиту, и выводы выпускной квалификационной работы являются достоверными и обоснованными корректностью постановки цели и задач исследования по актуальной теме, следуют из результатов работы. Они обоснованы. Состоятельность выдвинутых автором положений проверена в ходе проведения научных экспериментов.

По работе можно сделать следующие замечания:

1. В подписях к рисункам 2.1 и 2.2 некорректно используется термин «оптическая поверхность».

2. Не указана длина волны рентгеновского излучения, используемого при проведении рентгенофазового анализа монокристаллов в исходном состоянии и после закалки.

Сделанные замечания не затрагивают основных выводов работы.

Выпускная квалификационная работа Тохметовой А.Б. обладает внутренним единством, написана грамотно и изложена доступным для широкого круга специалистов языком. Автором продемонстрировано хорошее владение методами современной экспериментальной физики, глубокое понимание механизмов термоупругого мартенситного превращения.

Магистерская диссертация Тохметовой А.Б. является завершенной научно-квалификационной работой, по актуальности, новизне и объему представленных исследований соответствует установленным требованиям, и заслуживает оценки «отлично», а автор работы – присуждения степени магистра по направлению подготовки 03.04.02 – Физика.

Рецензент:

Заведующая кафедрой физики, химии и теоретической механики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет»  
д.ф.-м.н., доцент

02.06.2020



Соловьева Ю.В.