

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

На выпускную квалификационную работу

Газизуллиной Айгуль Рамилевны

«Функциональные свойства монокристаллов сплава  $\text{Ni}_{55}\text{Fe}_{18}\text{Ga}_{27}$  с памятью формы»

А.Р. Газизуллина ведет исследовательскую работу, посвященную изучению структуры, мартенситных переходов и эффектов памяти формы в сплаве Ni-Fe-Ga, на протяжении 2 лет. За это время она освоила методики изучения структуры и мартенситных переходов, изучения механического поведения и эффектов памяти формы в режиме сжатия, выполнила большой объем экспериментальных исследований, защитила курсовую работу. Ее выпускная квалификационная работа посвящена изучению эффектов памяти формы в монокристаллах сплава  $\text{Ni}_{55}\text{Fe}_{18}\text{Ga}_{27}$ . Этот материал является достаточно новым и его свойства изучены не в полной мере. Вместе с тем, отдельные данные показывают, то этот материал может конкурировать с известным сплавом TiNi с памятью формы. Однако для того, чтобы определить в полной мере конкурентные преимущества нового сплава  $\text{Ni}_{55}\text{Fe}_{18}\text{Ga}_{27}$  перед сплавами на основе TiNi, необходимо исследовать весь комплекс функциональных свойств этого материала, что и явилось темой выпускной квалификационной работы Газизуллиной А.Р. В ее задачи входило исследование эффекта однократной памяти формы, эффектов пластичности превращения и памяти формы при различных режимах нагрева, эффекта обратимой памяти формы в образцах, подвергнутых предварительному деформированию по различным схемам и эффекта генерации реактивных напряжений в монокристаллах сплава  $\text{Ni}_{55}\text{Fe}_{18}\text{Ga}_{27}$ .

А.Р. Газизуллина успешно справилась с поставленными задачами, получила большой массив экспериментальных данных и провела их интерпретацию, что позволило ей получить новую информацию о свойствах монокристалла сплава  $\text{Ni}_{55}\text{Fe}_{18}\text{Ga}_{27}$ . Она показала, что монокристаллы сплава  $\text{Ni}_{55}\text{Fe}_{18}\text{Ga}_{27}$  в мартенситном состоянии при нагружении деформируются за счет переориентации 10М мартенсита и межмартенситных превращений. При разгрузке происходят обратные межмартенситные превращения и деформация восстанавливается. Таким образом, остаточная деформация в исследуемом сплаве связана с переориентацией мартенсита и с пластической деформацией. Установлено, что максимальное значение эффекта однократной памяти формы составляет 4,6 %, что сопоставимо с кристаллографическим ресурсом обратного 10М-L2<sub>1</sub> перехода. Показано, что причиной аномальной зависимости величин эффектов пластичности превращения и памяти формы от напряжения является наведение мартенситной фазы в процессе нагружения, что уменьшает объем сплава, испытывающего мартенситное превращение при охлаждении и нагревании. Установлено, что вне зависимости от режима предварительного деформирования сплав  $\text{Ni}_{55}\text{Fe}_{18}\text{Ga}_{27}$  проявляет эффект обратимой памяти формы мартенситного типа. При нагревании в стесненном состоянии в предварительно деформированном сплаве проявляется эффект генерации реактивных напряжений, однако величина напряжения в десятки раз меньше, чем в сплаве TiNi. Полученные данные позволили сделать заключение о том, что сплав  $\text{Ni}_{55}\text{Fe}_{18}\text{Ga}_{27}$  может конкурировать со сплавами на основе TiNi, только при проявлении эффекта псевдоупругости.

В ходе выполнения работы А.Р. Газизуллина продемонстрировала высокую квалификацию, трудолюбие, способность к самостоятельной и творческой работе и анализу. Результаты выпускной квалификационной работы были доложены на

международных конференциях, прошедших в Тамбове (2016), Санкт-Петербурге (2016) и Витебске (2017), и опубликованы в материалах конференций и в журнале «Вестник Тамбовского университета». В настоящее время по материалам выпускной квалификационной работы подана публикация в журнал «Smart Materials and Structures».

Выпускная квалификационная работа А.Р. Газизуллиной содержит 22 % заимствований, которые относятся к общеупотребимым терминам, особенностям оформления диплома и списка литературы и не являются неправомерными заимствованиями. Выпускная квалификационная работа является законченным научным исследованием, а А.Р. Газизуллина заслуживает оценки «отлично». Она проявила склонность к аналитическому мышлению и научной работе, поэтому я рекомендую ее для поступления в аспирантуру.

Профессор кафедры общей математики и информатики СПбГУ  
д.ф.м.н.

*Ресина*  
29.05.17

Н.Н. Ресина.