

**ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**  
**на магистерскую диссертацию СИБИРЕВА Алексея Владимировича**  
**“Накопление необратимой деформации при термоциклировании сплава TiNi”**

А.В. Сибирев ведет исследовательскую работу в лаборатории прочности материалов НИИММ мат-мех факультета СПбГУ в течение четырех лет. За это время им был выполнен ряд курсовых работ, и защищена с отличием выпускная работа бакалавра, посвященная исследованию влияния низкотемпературного отжига на структуру и функциональные свойства сплава TiNi.

Его магистерская диссертация посвящена исследованию закономерностей накопления необратимой пластической деформации при термоциклировании сплава TiNi через интервал мартенситных переходов под постоянной нагрузкой. Сплавы с памятью формы благодаря своим уникальным механическим свойствам используются для решения сложных технических задач. Во многих устройствах эти материалы работают в режиме многократно повторяющихся теплосмен через интервал мартенситных переходов. Сплавы на основе эквиатомного никелида титана не являются термостабильными, поэтому при термоциклировании происходит изменение характеристик мартенситных переходов и ухудшение их функциональных свойств. Основной причиной такого нестабильного поведения является накопление в материале необратимой пластической деформации. Поэтому в настоящее время особенно остро стоит вопрос разработки режимов термоциклирования сплава на основе TiNi, при которых накопление необратимой деформации в образце будет минимизировано. В задачи А.В. Сибирива входило исследование закономерностей накопления пластической деформации при термоциклировании сплава TiNi под напряжением 50 МПа через интервал полного и неполного прямого мартенситного перехода.

А.В. Сибирев успешно справился с поставленной задачей. Он автоматизировал экспериментальную установку для исследования функциональных свойств сплавов с памятью формы, освоил экспериментальные методики измерения электросопротивления, дифференциальной сканирующей калориметрии, исследования эффектов пластичности превращения и памяти формы. В работе А.В. Сибирива исследовано изменение свойств сплава TiNi при термоциклировании в ненапряженном состоянии, при термоциклировании под напряжением 50 МПа через интервал полного прямого мартенситного перехода и при термоциклировании под напряжением 50 МПа через интервал неполного прямого перехода. Обнаружено, что при термоциклировании в ненапряженном состоянии в сплаве TiNi уменьшаются температуры фазовых превращений и меняется последовательность прямого мартенситного перехода с  $B2 \rightarrow B19'$  на  $B2 \rightarrow R \rightarrow B19'$ . Установлено, что при термоциклировании под напряжением 50 МПа через интервал полного мартенситного перехода наблюдается эффект тренировки, который заключается в том, что при термоциклировании, величины эффектов пластичности превращения и памяти формы увеличиваются. Кроме этого обнаружено, что в сплаве накапливается необратимая пластическая деформация. Показано, что при термоциклировании под напряжением 50 МПа через интервал неполного мартенситного превращения изменение параметров деформационных эффектов и накопление деформации наблюдается только в том случае, если при охлаждении было реализовано более 75 % прямого мартенситного перехода. Это позволило сделать вывод о том, что на начальных этапах прямого мартенситного перехода аккомодация происходит упруго, а на завершающем этапе превращения – пластически. Результаты, полученные в диссертационной работе А.В. Сибирива, являются новыми и будут опубликованы в рецензируемом журнале.

В ходе выполнения работ А.В. Сибирев проявил высокую квалификацию, трудолюбие, способность к самостоятельной творческой деятельности и анализу. Результаты его исследований были доложены на IV Международной школе «Физическое материаловедение» (Тольятти, сентябрь 2009), международной конференции «Актуальные проблемы прочности» (Витебск, Беларусь, сентябрь 2010). По результатам бакалаврской работы опубликована статья в Журнале Технической Физики 2011, том 81, вып.4, с. 144-148.

Магистерская диссертация Сибирива А.В. является законченным научным исследованием, а ее автор заслуживает оценки “отлично”. Сибирев А.В. проявил склонность к аналитическому мышлению и научной работе и рекомендован для поступления в аспирантуру.

Старший научный сотрудник  
НИИММ мат-мех ф-та СПбГУ  
канд. физ.– мат. наук



Н.Н. Реснина