

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Остропико Евгения Сергеевича «Исследование функциональности рабочих элементов с памятью формы»**, представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела».

Применение материалов с термоупругими мартенситными превращениями в различных сферах практической деятельности обуславливает актуальность и необходимость повышения как их физико-механических свойств, так и функциональных свойств, связанных с проявлениями эффектов сверхэластичности, памяти формы и обратимой памяти формы. Для достижения этих целей проводятся широкие исследования по различным направлениям, включающих как создание новых сплавов на основе никелида титана с ультрамелкозернистой структурой различными методами интенсивной пластической деформации, так и изучение влияния различными термомеханических обработок (в том числе методами высокоскоростного деформирования) на структуру этих материалов и их функциональные свойства. Особую важность и актуальность имеют исследования, направленные на выявление надежности функционирования изделий и рабочих элементов из сплавов с памятью формы при длительном по времени ожидании момента срабатывания в процессе эксплуатации или возможности реализации функций изделий после длительного (до нескольких десятилетий) их хранения до момента срабатывания. Вместе с тем, до настоящего времени работы в этом направлении практически не проводились.

Диссертационная работа Остропико Е.С., посвященная исследованию функциональности рабочих элементов с памятью формы, безусловно актуальна, имеет научную и практическую значимость и новизну, достаточно полно и объективно изложенные в автореферате. Исследования релаксации реактивных напряжений в термомеханических соединениях после их хранения в течение 30 лет, воспроизводство эффекта памяти формы и параметров обратимой памяти формы после 25-летнего хранения в деформированном мартенситном состоянии действительно являются уникальными в настоящее время. Работа Остропико Е.С. имеет целостный характер. В ней последовательно решается задача повышения параметров формовосстановления в никелиде титана, используя метод высокоскоростного предварительного деформирования в широком интервале температур; изучены закономерности релаксации напряжений и параметров формовосстановления в сплавах на основе никелида титана и в сплаве CuZnAl и проведен большой объем компьютерного моделирования полученных результатов, на основе развиваемой в Санкт-Петербургском госуниверситете структурно-аналитической теории. В заключительном разделе представлена разработанная методика создания термочувствительных рабочих элементов из сплава ТН-1 с памятью формы.

Наиболее важными результатами работы Остропико Е.С. являются, по нашему мнению, следующие:

- установленное практически полное ( $\leq 8\%$ ) отсутствие релаксации реактивных напряжений в термомеханических соединениях с муфтой из сплава TiNiFe за 30-летний период хранения и существенно более высокая их релаксация за этот же период в муфтах из сплава CuZnAl;

- установленное отсутствие изменений в величине эффекта памяти формы в образцах сплава на основе никелида титана после 25 лет их хранения в деформированном мартенситном состоянии;

- выявленное возрастание величины обратимой памяти формы в сплавах TiNi и TiNiCu после 17 лет хранения образцов.

Все выводы работы основываются на представленных в автореферате экспериментальных данных и соответствуют защищаемым положениям. В целом, объем проведенных экспериментальных исследований, качественное представление полученных



результатов и результатов моделирования в тексте реферата, выводы работы характеризуют Остропико Е.С. как специалиста высокой научной квалификации.

В качестве замечаний по автореферату можно отметить следующее. Приведенный в автореферате графический материал к разделам 1.2.1 и 1.2.2 (рис.1 и рис.2, стр.9) затрудняют визуальный сравнительный анализ зависимостей коэффициентов возврата деформации  $\epsilon_{SM}/\epsilon_{res.}$  и отношения  $\epsilon_{twsm}/\epsilon_p$  от температуры деформирования при растяжении и сжатии вследствие существенно разных масштабов (особенно при температурах выше 100°C). Кроме того, затруднена и оценка влияния температуры деформирования на  $\epsilon_{SM}$ , так как  $\epsilon_{res.} = \epsilon_{SM} + \epsilon_p$  (стр.10). В автореферате не отражено, чем обусловлены существенно разные по величине соотношения  $\epsilon_{SM}/\epsilon_{res.}$  и  $\epsilon_{twsm}/\epsilon_p$  при растяжении и сжатии образцов при одних и тех же температурах испытаний.

Вместе с тем эти замечания не снижают высокой положительной оценки диссертационной работы, результаты которой представлялись на международных конференциях и симпозиумах, опубликованы в трех изданиях, рекомендованных ВАК и индексируемых в Web of Science и Scopus, и в 5-ти изданиях, индексируемых в РИНЦ.

Диссертационная работа Остропико Евгения Сергеевича актуальна, содержит научную новизну, обладает практической и теоретической значимостью и является законченной квалификационной работой. Содержание работы соответствует паспорту специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела» и п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (с изменениями согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 28.08.2017 г. №1024), а её автор Остропико Евгений Сергеевич заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела».

Доктор физико-математических наук  
профессор,

А.И. Лотков

зав. лабораторией Института физики прочности и материаловедения СО РАН

доцент, кандидат физико-математических наук,

В.Н. Гришков

ведущий научный сотрудник Института физики прочности и материаловедения СО РАН

«29» мая 2018 г.

Подписи д.ф.-м.н. профессора Лоткова А.И. и доцента в.н.с. Гришкова В.Н. заверяю.

Учёный секретарь ИФПМ СО РАН,  
кандидат физико-математических наук



Н.Ю. Матолыгина

Адрес: 634055, г. Томск, пр. Академический, 2/4,  
Институт физики прочности и материаловедения СО РАН,  
Лотков Александр Иванович,  
тел. (3822)492696, e-mail: lotkov@ispms.tsc.ru  
Гришков Виктор Николаевич  
тел. (3822)286984, e-mail: grish@ispms.tsc.ru

На обработку персональных данных согласны.