

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Поляковой Кристины Александровны на тему «Формирование фазы  $Ti_3Ni_4$ , стадийность мартенситных превращений и эффекты памяти формы в сплаве Ti-Ni с широким диапазоном размеров зерна», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Сплавы с эффектом памяти формы находят широкое применение в различных отраслях медицины благодаря своей уникальной способностью восстанавливать неупругую деформацию. Таким необычные свойства обусловлены термоупругими мартенситными переходами, параметры которых зависят от химического состава и структуры сплава. Если влияние химического состава на эффекты памяти формы в сплавах на основе TiNi хорошо изучены, то взаимосвязь структуры и функционального поведения требует дополнительных исследований. Известно, что применение термической и термомеханической обработки с последующим последеформационным отжигом позволяет управлять структурой сплавов на основе TiNi, однако процессы которые проходят при отжиге зависят от исходной структуры сплава. Влияние исходной структуры сплава на основе TiNi на изменение его фазового состава и функциональные свойства слабо исследовано, поэтому тема диссертационной работы Поляковой Кристины Александровны, посвященной изучению формирования структуры при отжигах сплава Ti- 50,7 ат.% Ni, подвергнутого термомеханической обработке, в зависимости от исходной структуры сплава и влияния изменения структуры на функциональные свойства медицинского никелида титана, является актуальной.

К основным достижениям работы следует отнести получение новых знаний об особенностях формирования фазы  $Ti_3Ni_4$  в сплаве Ti- 50,7 ат.% Ni в процессе различных термомеханических воздействий. Установлено, что в результате одновременной реализации процессов разупрочнения и выделения частиц фазы  $Ti_3Ni_4$  при 430°C в течение 1-10 ч формируется смешанная наносубзеренная и нанозеренная структура. Показано, что после старения при температуре 430°C размер фазы  $Ti_3Ni_4$  зависит от длительности отжига и размера исходного зерна. Вне зависимости от размера зерна и длительности отжига объемная доля частиц фазы  $Ti_3Ni_4$  меньше в центре зерна и больше на его границе. Установлено, что распределение частиц фазы  $Ti_3Ni_4$  и ее размеры влияют на стадийность мартенситных переходов. Установлено, что в образцах с рекристаллизованной структурой (размер исходного зерна 5 мкм) и со смешанной наносубзеренной и нанозеренной (размер структурных элементов меньше 90 нм) максимальная обратимая деформация равна 15 – 15,5 %, что превышает кристаллографический ресурс превращения. Важным результатом работы является то, что полученные в диссертации Поляковой К.А. данные были применены для разработки технологии термомеханической обработки якорной клипсы с памятью формы, которая используется для фиксации кишечного стента.

По автореферату диссертации можно сделать следующие замечания:

1. В автореферате отмечено, что ухудшение функциональных свойств в образцах с мелкозернистой структурой связано с подавлением образования  $B19'$  фазы, однако не указано какой размер зерна в данном случае относится к мелкозернистой структуре.

2. Страница 20, пункт 4. Текст «...в результате старения дислокационный и фазовый предел текучести сближаются для структуры с зерном 5 и 11 мкм, что приводит к деградации функциональных свойств и увеличивается для структуры с зерном 15 мкм, что приводит к их повышению» абсолютно не ясен.

3. В главе 5 сказано, что результаты исследований были применены при разработке технологии термомеханической обработки якорной клипсы из сплава с эффектом памяти формы для фиксации кишечного стента при эндоскопическом доступе. Однако в



автореферате не указано, какой режим ТМО и ПДО был применен и какой структурой обладал сплав Ti- 50,7 ат.% Ni, который использовали для производства клипсы.

Сделанные замечания касаются оформления представленных результатов и не влияют на ценность полученных данных и положительную оценку диссертационной работы. Диссертационная работа Поляковой К.А. является законченным научным исследованием и удовлетворяет п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Беляев Сергей Павлович

Доктор физико-математических наук (специальность 01.04.07 – физика конденсированного состояния),

Ведущий научный сотрудник кафедры теории упругости

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет".

199034, Санкт-Петербург, Университетская наб. д.7-9

Тел. +79119081465

e-mail: spbelyaev@mail.ru

Поникарова Ирина Викторовна

Кандидат физико-математических наук (специальность 01.02.04) – механика деформируемого твердого тела),

Старший преподаватель кафедры общей математики и информатики

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет".

199034, Санкт-Петербург, Университетская наб. д.7-9

Тел. +79111661315

e-mail: ivp2001@yandex.ru

Личную подпись заверяю

Начальник отдела кадров №3

Н.И.



06.06.2018

Текст документа размещен  
в открытом доступе  
на сайте СПбГУ по адресу  
<http://spbu.ru/science/expert.html>

ДОКУМЕНТ  
ПОДГОТОВЛЕН  
ПО ЛИЧНОЙ  
ИНИЦИАТИВЕ