

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шереметьева Вадима Алексеевича «Научно-технологические основы получения и обработки сверхупругих сплавов Ti-Zr-Nb методами комбинированной термомеханической обработки и селективного лазерного плавления для изготовления ортопедических имплантатов», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.6.1 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Сплавы на основе никелида титана проявляют эффекты памяти формы и сверхэластичности, в основе которых лежат термоупругие мартенситные превращения. Эти сплавы широко применяют в медицине в качестве имплантатов для малоинвазивной хирургии сердечно-сосудистой системы, травматологии и ортопедии. Врачи хирурги называют эти сплавы богом созданными материалами для медицины. К сожалению, эти сплавы содержат в своём составе ионы никеля, которые являются токсичными по отношению к клеткам тканей и жидкостей живых организмов. Эта угроза, может быть, и не столь большая, как представляется, стимулировала учёных и специалистов к поиску новых сплавов, обладающих эффектами памяти формы и сверхэластичности, но не содержащих ионы никеля. Известно, что мартенситное превращение в атомно-упорядоченном интерметаллиде никелиде титана есть реализация аллотропного превращения титана в условиях интерметаллида. Поэтому не является удивительным то, что на протяжении последних 10-15 лет разработан новый класс метастабильных β -сплавов на основе титана из таких систем как Ti-Nb, Ti-Zr, Ti-Ta, Ti-Mo, Ti-Hf, которые проявляют эффект сверхупругости и состоят только из биосовместимых металлов. Это неупорядоченные твёрдые растворы на основе титана с пониженной температурой аллотропного превращения титана вследствие его легирования. Исследования указанного выше периода, в которых ярко представлены научные работы Шереметьева В.А., выявили, что наиболее перспективной композицией является Ti-18Zr-(14-15)Nb (ат. %). Эти сплавы обеспечивают значительный кристаллографический ресурс обратимой неупругой деформации – около 6 %. К периоду времени, когда формулировалась цель работы и задачи для её достижения, для указанной композиции было слишком мало знаний для того, чтобы эти сплавы можно было применять на практике. Поэтому **актуальность** разработки сквозной (от слитка до изделия) технологии получения и термомеханической обработки полуфабрикатов этих сплавов, включая селективное лазерное плавление, для изготовления ортопедических имплантатов, обладающих высокой биомеханической и биохимической совместимостью с костной тканью человека, не вызывает сомнений.

В качестве **научной новизны** диссертационной работы Шереметьева В.А. можно отметить следующие результаты.

- Впервые изучено термомеханическое поведение сверхупругих сплавов Ti-Zr-Nb нового поколения в условиях деформации сжатием в широком интервале температур (от 20 до 1000 °C) и скоростей (от 0,1 до 10 с-1) деформации и установлены закономерности изменения параметров диаграмм деформации, твердости, формирования структуры и фазового состояния.
- Впервые установлены закономерности формирования структуры, фазового состояния и кристаллографической текстуры в длинномерных прутковых полуфабрикатах из сплавов системы Ti-Zr-Nb в результате комбинированной низкотемпературной и высокотемпературной термомеханической обработки, сочетающей радиально-сдвиговую прокатку, ротационную ковку и постдеформационную обработку; установлена взаимосвязь перечисленных характеристик с механическими и функциональными свойствами сплавов.
- Впервые установлены закономерности формирования структуры, фазового состава и кристаллографической текстуры в сплавах системы Ti-Zr-Nb, полученных сочетанием

селективного лазерного плавления, термической и термоциклической обработки; выявлено влияние этих параметров на механические и функциональные свойств этих сплавов.

Практическая значимость диссертационной работы Шереметьева В.А. не вызывает сомнений и эта часть работы хорошо отражена в автореферате.

В качестве **замечаний** по автореферату можно отметить следующее. В разделе **Практическая значимость** диссертационной работы в пункте 1 написано: «Разработанная технология комбинированной термомеханической обработки сверхупругих сплавов Ti-Zr-Nb использована при производстве опытных партий длинномерных ...». На самом деле разработаны научные основы этой технологии. При разработке технологии нет научных исследований – есть исследовательские испытания, которые демонстрируют достижение заданных параметров. Исследовательские испытания проводятся в соответствии с ГОСТом и другими нормативными документами с использованием сертифицированного и поверенного оборудования.

Это замечание не снижает высокую оценку диссертационной работы Шереметьева В.А. Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне с использованием современного научного и технологического оборудования. Работа Шереметьева В.А. апробирована на всероссийских и международных конференциях, результаты опубликованы как в российских, так и в зарубежных рецензируемых высокорейтинговых научных журналах.

Диссертационная работа В.А. Шереметьева по своему теоретическому, научно-методическому и экспериментальному уровню, объему работы, актуальности, научной новизне и практической значимости полученных результатов соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям Положением о порядке присуждения ученых степеней в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», а ее автор Вадим Алексеевич Шереметьев заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1. – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Советник директора по научно-организационным вопросам,
главный научный сотрудник лаборатории материаловедения сплавов с памятью формы
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики
прочности и материаловедения Сибирского Отделения Российской академии наук
доктор физико-математических наук,
профессор

А.И. Лотков

«16» августа 2024 г.

Подпись профессора Лоткова А.И. заверяю.

Учёный секретарь ИФПМ СО РАН,
кандидат физико-математических наук

Н.Ю. Матолыгина

Адрес: 634055, г. Томск, пр. Академический, 2/4,
тел. (3822)492696, e-mail: lotkov@ispms.tsc.ru

Лотков А.И. согласен на обработку персональных данных.

