

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации В.А. Шереметьева на тему «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 ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» и состоявшейся в НИТУ МИСИС 09.10.2024 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 20.05.2024, протокол № 20.

Диссертация выполнена на кафедре обработки металлов давлением НИТУ МИСИС.

Научный консультант – Прокошкин Сергей Дмитриевич, д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник кафедры обработки металлов давлением НИТУ МИСИС.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (протокол № 21 от 24.06.2024 г.) в составе:

1. Рыклина Елена Прокопьевна – д.т.н., доцент, ведущий научный сотрудник кафедры обработки металлов давлением НИТУ МИСИС – председатель комиссии.

2. Кудря Александр Викторович – д.т.н., профессор, профессор кафедры металловедения и физики прочности НИТУ МИСИС.

3. Калошкин Сергей Дмитриевич – д.ф.-м.н., профессор, директор Института новых материалов НИТУ МИСИС.

4. Столяров Владимир Владимирович - д.т.н., главный научный сотрудник федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт машиноведения им. А. А. Благонравова Российской академии наук.

5. Беляев Сергей Павлович – д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник кафедры теории упругости СПбГУ.

6. Маркова Галина Викторовна – д.т.н., профессор кафедры машиностроения и материаловедения ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет».

7. Юсупов Владимир Сабитович, д.т.н., заместитель директора по научной работе ИМЕТ РАН.

Ведущая организация: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Томский государственный университет", г. Томск.

По результатам защиты диссертации В.А. Шереметьева экспертная комиссия заключает следующее:

- впервые изучены закономерности термомеханического поведения сверхупругих сплавов Ti-Zr-Nb нового поколения в условиях деформации сжатием в широком интервале температур и скоростей деформации; проанализированы особенности эволюции диаграмм деформации, твердости, структуры и фазового состояния;
- выявлены особенности изменения напряженно-деформированного состояния при варьировании угла подачи, коэффициента вытяжки и температуры деформации заготовок с применением моделирования методом конечных элементов в ходе радиально-сдвиговой прокатки (РСП); установлены закономерности развития пластической деформации в комбинированном процессе получения прутковых полуфабрикатов, сочетающем РСП и ротационную ковку (РК), а также эффективность предлагаемой технологии для обеспечения равномерного распределения напряжений и деформаций по сечению;
- установлены режимы НТМО, обеспечивающие наилучший комплекс механических и функциональных свойств за счет формирования полигонизованной субмикросубзеренной структуры β -фазы; установлены режимы ВТМО, обеспечивающие наибольшую усталостную долговечность за счет формирования преимущественно динамически полигонизованной субструктуры;
- впервые установлены закономерности формирования структуры, фазового состояния, кристаллографической текстуры и их влияния на механические и функциональные характеристики длинномерных прутковых полуфабрикатов в результате использования комбинированной низкотемпературной и высокотемпературной ТМО, сочетающей РСП, РК и ПДО;
- экспериментально установлено, что использование дисперсионного упрочнения за счет выделения ω -фазы для повышения прочности при сохранении удовлетворительной пластичности более эффективно по сравнению с использованием деформационного упрочнения;
- установлены режимы комбинированной высокотемпературной ТМО, сочетающей РСП, РК и ПП в трехвалковом калибре, обеспечивающие рекордный комплекс механических и функциональных свойств – низкий модуль Юнга, высокую обратимую сверхупругую деформацию, высокую прочность и удовлетворительную пластичность;
- впервые установлены закономерности формирования структуры, фазового состава и кристаллографической текстуры сплавов Ti-Zr-Nb, полученных сочетанием селективного лазерного плавления (СЛП), термической и термоциклической обработки; выявлена их взаимосвязь с комплексом механических и функциональных свойств.

Теоретическая значимость исследования заключается в установленных закономерностях влияния режимов комбинированной термомеханической обработки, включающей радиально-сдвиговую прокатку, ротационную ковку, продольную прокатку, равноканальное угловое прессование и последеформационный отжиг в различных сочетаниях, а также селективного лазерного плавления (СЛП) с термической обработкой (ТО) на структурно-фазовое состояние, кристаллографическую текстуру, механические и функциональные свойства новых сверхупругих сплавов Ti-Zr-Nb.

Практическая значимость исследования заключается в следующем:

- разработанная технология комбинированной термомеханической обработки использована при производстве опытных партий длинномерных прутковых полуфабрикатов на производственных площадках НПЦ «ОМД», ООО «МАТЭК-СПФ» и ООО "Мегаметалл"; разработаны и утверждены Технические условия на прутки из сплава Ti-Zr-Nb с памятью формы;

- разработаны рекомендации по выбору режимов СЛП и ТО для получения персонализируемых имплантатов из сверхупругих сплавов Ti-Zr-Nb с высоким уровнем функциональных свойств; рекомендуемые режимы использованы в ООО «КОНМЕТ» при изготовлении экспериментальных образцов и прототипа кейджа для замены межпозвоночных дисков; разработаны и утверждены Технические условия (ТУ 24.45.30-001-02066500-2023) на порошок из сплава Ti-Zr-Nb с памятью формы.

Оценка достоверности результатов исследования: полученные результаты обладают достаточной степенью достоверности, обеспеченной тщательным проведением экспериментов с применением современных методов, с использованием современного оборудования и комплексным анализом данных. По результатам работы были сделаны доклады на двадцати конференциях с участием ведущих специалистов в области исследований.

Личный вклад соискателя заключается в формулировке основных идей, целей и постановке задач диссертации, выборе объектов исследований, планировании и проведении экспериментов, анализе и обобщении полученных результатов, написании статей. Диссертация является результатом многолетней работы, выполненной под руководством автора.

По результатам диссертационной работы опубликовано 24 научные статьи в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ. Получено 4 патента РФ на изобретения.

Пункт 2.6 Положения о порядке присуждения ученой степени кандидата наук НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация В.А. Шереметьева соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технологические разработки, имеющие существенное значение для развития материаловедения и здравоохранения. Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора в науку; предложенные решения аргументированы и являются новыми по сравнению с другими известными решениями.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Шереметьеву Вадиму Алексеевичу ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1. – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Результаты голосования: при проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 7 человек, участвовавших в заседании, из 7 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 7 человек, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель Экспертной комиссии



Е.П. Рыклина

09.10.2024 г.