

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: 24.2.327.04 (Д 212.125.15)

Соискатель: Иванов Алексей Евгеньевич

Тема диссертации: «Влияние термической и термоводородной обработок на структуру и механические свойства монолитных изделий и пористых покрытий из титановых сплавов, полученных по аддитивным технологиям» выполнена на кафедре на кафедре «Материаловедение и технология обработки материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Специальность: 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации: на заседании 27 декабря 2022 года, протокол № 195/22, диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, по научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению она удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить Иванову Алексею Евгеньевичу ученую степень кандидата технических наук

Присутствовали:

Мамонов А.М. – председатель диссертационного совета;

Скворцова С.В. – ученый секретарь диссертационного совета;

Члены диссертационного совета:

Абраимов Н.В., Бабаевский П.Г., Бецофен С.Я., Бухаров С.В., Егорова Ю.Б., Коллеров М.Ю., Костина М.В., Крит Б.Л., Лозован А.А., Моисеев В.С., Никитина Е.В., Серов М.М., Слепцов В.В., Терентьева В.С., Шефтель Е.Н., Шляпин С.Д., Шляпин А.Д., Эпельфельд А.В.

Ученый секретарь
диссертационного совета

С.В. Скворцова

ЗАКЛЮЧЕНИЕ
ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.04 (Д.212.125.15),
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 27 декабря 2022 года № 195/22

О присуждении Иванову Алексею Евгеньевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Влияние термической и термоводородной обработок на структуру и механические свойства монолитных изделий и пористых покрытий из титановых сплавов, полученных по аддитивным технологиям» по специальности 2.6.1. «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» принята к защите 18 октября 2022 г., протокол № 185/22 диссертационным советом 24.2.327.04 (Д.212.125.15), созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д.4, приказ о создании совета № 129/нк от 22.02.2017 г. и приказ о внесении изменений в состав совета № 692/нк от 18.11.2020 г.

Соискатель Иванов Алексей Евгеньевич, 9 августа 1994 года рождения, в 2018 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», в 2022 г. окончил очную аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», работает инженером в

федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре «Материаловедение и технология обработки материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор Скворцова Светлана Владимировна, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», кафедра «Материаловедение и технология обработки материалов», профессор.

Официальные оппоненты:

Попов Артемий Александрович, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ), кафедра термообработки и физики металлов, заведующий кафедрой;

Ашмарин Артём Александрович, кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, лаборатория кристаллоструктурных исследований, заведующий лабораторией дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Московский политехнический университет", г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Овчинниковым В.В., заведующим кафедрой

«Материаловедение», доктором технических наук, профессором и утвержденном Наливайко А.Ю., проректором по научной работе, указал что диссертационная работа соответствует требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденном Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1. «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Соискатель имеет 26 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 26 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 6 работ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Исследование влияния параметров термической обработки на структуру и свойства ($\alpha+\beta$)-титанового сплава / С. В. Скворцова, О. Н. Гвоздева, Н. В. Ручина, А. Е. Иванов // Титан. – 2018. – № 4(62). – С. 20-25. – EDN SFXFRD.

2. Иванов А.Е. Исследование структуры и свойств пористых титановых покрытий, полученных различными методами / А.Е. Иванов, С.В. Скворцова, Н.В. Ручина, Н.А. Мамонтова, В.С. Спектор, М.Д. Тевс // Титан. – 2022. – № 1(74). – С. 20-25.

3. Skvortsova SV, Ivanov AE, Lidzhiev AA, Ruchina NV. Influence of Various Production and Processing Methods on the Structure and Properties of Porous Titanium Coatings; 2022, 910, P. 947-952. DOI: 10.4028/p-x25u62.

4. Skvortsova SV, Spektor VS, Ivanov AE, Trusov PA, Duvidzon VG. Comparison of the structure and properties of samples from TI-6AL-4V alloy received on different printers for 3D printing // Journal of Physics: Conference Series; DOI: 10.1088/1742-6596/1942/1/012008.

5. Ivanov A. The influence of thermomechanical processing on the structure and mechanical properties of rods made of high-strength titanium alloys of different classes / Ivanov A, Orlov A, Golubovskii E. // Mater Today Proc [Internet]. 2019;19:2163-2166.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных Ивановым А.Е. работах.

На автореферат поступило 7 отзывов: от ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» за подписью заведующего кафедрой «Материаловедение и композиционные материалы», д.т.н., старшего научного сотрудника, доцента Гуревича Л.М.; от ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» за подписью профессора кафедры «Материаловедение, порошковая металлургия, наноматериалы», д.т.н. Муратова В.С., АО «Ступинская металлургическая компания» за подписью заместителя генерального директора-директора по техническому развитию, к.т.н. Кононова С.А.; от ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва» за подписью профессора, академика РАН, заведующего кафедрой обработки металлов давлением, д.т.н. Гречникова Ф.В.; от ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологии» за подписью профессора кафедры материаловедения и физики металлов, д.ф.-м.н. Астанина В.В.; от ФГАОУ ВО «Белгородский научный исследовательский университет» за подписью заведующей кафедрой Материаловедения и нанотехнологий к.ф.-м.н. Тихоновой М.С.; от ФГБОУ ВО «Российский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьёва» за подписью доцента кафедры «Материаловедения, литья, сварки», к.т.н. Воздвиженской М.В.

Все отзывы положительные, в них отражена научная новизна, актуальность и практическая значимость работы, некоторые отзывы содержат замечания, например:

1. На качество материала, получаемого методом СЛС, влияет большое количество факторов, путем управления которыми можно получать материалы по качеству, не уступающие материалам, полученным традиционными способами производства. Однако в тексте автореферата практически отсутствует обоснование режимов СЛС, на которых получали покрытия.

2. Не ясно как оценивалась доля физико-химического контакта материал-покрытие.
3. Чем обусловлен выбор температур вакуумного отжига 1150°C и 1100°C выше температуры перехода в однофазную β -область при обработке основы с покрытием? Рассматривались ли более низкие температуры?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области данной диссертационной работы, подтвержденной наличием у них соответствующих публикаций, а также их согласием.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика оценки остеоиндуктивных свойств пористого покрытия, полученного методом прямого лазерного нанесения порошка из титанового сплава BT1-0 на основу из сплава BT6.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что в изделиях из сплава BT6, полученных методом селективного лазерного сплавления, возможно формирование α -фазы только пластинчатой морфологии, которая наследуется от α' -мартенсита, образующегося в процессе быстрого отвода тепла из зоны расплавления микрообъемов порошка.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методов исследования структуры и механических свойств материалов, в том числе: экспериментальные методики металлографического и рентгеноструктурного анализа, измерения твердости и плотности, механических испытаний при комнатной температуре.

изложены результаты исследований влияния температуры отжига на величину и знак остаточных напряжений в образцах из титанового сплава Ti-6Al-4V, полученных методом селективного лазерного сплавления.

изучено влияние различных видов обработки на фазовый состав, структуру и механические свойства образцов из сплавов Ti-6Al-4V и BT1-0,

полученных селективным лазерным сплавлением и прямым лазерным нанесением порошка.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана и внедрена во ФГУП ЦИТО и АО «Имплант МТ» технология термической обработки компонентов эндопротезов из сплава ВТ6 с пористым покрытием из сплава ВТ1-0, включающая вакуумный отжиг при температуре 1150°C в течение 1 часа для покрытия, полученного плазменным напылением, и 1100°C в течение 1 часа для покрытия, полученного прямым лазерным нанесением, что позволило увеличить долю физико-химического контакта покрытия с основой до 60% и 70%, а напряжение среза с 17 до 160 МПа и с 40 до 185 МПа, соответственно,

разработана и внедрена в АО «Имплант МТ» технология термической обработки бедренного компонента эндопротеза коленного сустава, полученного методом СЛС, включающая вакуумный отжиг при 750°C в течение 7 часов, что позволило получить твердость 37-39 ед. HRC и параметр шероховатости после механической полировки поверхностей трения (Ra) не более 0,04 мкм.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании с применением современных методов исследования, показана воспроизводимость результатов измерения механических свойств; обработка результатов проводилась с использованием методов математической статистики.

идея базируется на анализе практики и обобщении передового опыта создания изделий по аддитивным технологиям.

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном и активном участии в формировании цели и задач исследования, в проведении теоретических и экспериментальных исследований, анализе и обработке полученных результатов, их обобщении, формулировке рекомендаций и выводов по диссертации, в подготовке основных публикаций по теме

диссертации, личном участии автора в апробации результатов исследования.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

- На 12 слайде у вас приведён режим вакуумного отжига при 1100, 1150°C и нагрев в β -области, где по идее, должно достаточно существенно расти β -зерно. Оценивали ли вы размер β -зерна и его влияния на механические свойства основного металла?

- По поводу адгезии. Вы упомянули, что это важная характеристика. Как вы определяли её величину? Какова адгезия этих покрытий? Например, есть количественные методы, полуколичественные методы определения адгезии.

- Вы определяли количество циклов до разрушения при напряжениях 400 МПа. Почему именно при данной нагрузке? Из каких соображений?

Соискатель Иванов А.Е. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

- Нет, мы не оценивали размер β -зерна, мы знаем, что такая структура обладает более низкими значениями пластичности и выносливости, но в процессе эксплуатации чаши не испытывают циклических нагрузок и им не нужен высокий запас пластичности, на которые влияет такой тип структуры. Основная задача высокотемпературного отжига – обеспечить хороший физико-химический контакт основой с пористым покрытием, что исключить отслаивание последнего в процессе эксплуатации.

- Величину адгезию определяли по механическим испытаниям, а именно, проводили испытания на срез пористого покрытия с основы и определяли напряжением среза, а также расчётом доли физико-химического контакта.

- Данный уровень напряжений при испытаниях на усталость был выбран исходя из анализа литературных данных, показывающих, что если материал выдерживает данную нагрузку при 10^7 циклов, то этого достаточно для обеспечения надёжной работы имплантата при циклических нагрузках.

На заседании 27 декабря 2022 года диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические и технологические решения по обработке изделий из титановых сплавов, полученных селективным лазерным сплавлением или прямым лазерным нанесением, обеспечивающие

получение требуемого уровня механических и эксплуатационных свойств и имеющие существенное значение для развития страны, присудить Иванову А.Е. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности 2.6.1. «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов», участвовавших в заседании; из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 20, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета



Мамонов Андрей Михайлович

Ученый секретарь
диссертационного совета



Скворцова Светлана Владимировна

27 декабря 2022 года

Начальник отдела УДС МАИ
Т.А. Анискина

