

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

**Диссертационный совет:** 24.2.327.04 (Д 212.125.15)

**Соискатель:** Зайнетдинова Гульнара Тахировна

**Тема диссертации:** «Влияние химического состава, термической и химикотермической обработок на износостойкость псевдо  $\beta$ -титановых сплавов» выполнена на кафедре 1102 «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» (технические науки).

**Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:** на заседании 26 декабря 2024 года, протокол № 261/24, 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 Зайнетдиновой Гульнаре Тахировне ученую степень кандидата технических наук

### Присутствовали:

Мамонов А.М. – председатель диссертационного совета;

Скворцова С.В. – ученый секретарь диссертационного совета;

Члены диссертационного совета:

д.т.н. Андрианова Н.Н., д.т.н. Бабаевский П.Г., д.т.н. Бецофен С.Я., д.т.н. Бухаров С.В., д.т.н. Гусев Д.Е., д.т.н. Егорова Ю.Б., д.т.н. Жуков А.А., д.т.н. Иванов Д.А., д.т.н. Коллеров М.Ю., д.т.н., Крит Б.Л., д.т.н. Лозован А.А., д.т.н. Никитина Е.В., д.х.н. Ракоч А.Г., д.т.н. Серов М.М., д.т.н. Слепцов В.В., д.т.н. Терентьева В.С., д.т.н. Чекалова Е.А., д.т.н. Шефтель Е.Н., д.т.н. Шляпин С.Д.

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 26 декабря 2024 года № 261/24

О присуждении Зайнетдиновой Гульнаре Тахировне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Влияние химического состава, термической и химико-термической обработок на износостойкость псевдо  $\beta$ -титановых сплавов» по специальности 2.6.1. «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» (технические науки) принята к защите 17 октября 2024 г., протокол № 247/24 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 Зайнетдинова Гульнара Тахировна, 23 августа 1984 года рождения, в 2007 году окончила федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «МАТИ» – Российский государственный технологический университет им. К.Э.Циолковского», в 2012 году окончила очную аспирантуру федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «МАТИ – Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского» по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов», работает заведующим лабораторией и старшим преподавателем кафедры по внутреннему совместительству 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 1102 «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 1102 «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», заведующий кафедрой;

Полькин Владислав Игоревич, кандидат технических наук, доцент, Некоммерческое партнерство «Центр по развитию цинка», генеральный директор дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа, в своем положительном отзыве, подписанном Семеновой И.П., доктором технических наук, профессором кафедры «Материаловедение и физика металлов» и утвержденном Шарафуллинским И.Ф., проректором по научной работе, доктором физико-математических наук, доцентом, указала, что диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденном Постановлением

Правительства Российской Федерации 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» (технические науки).

Соискатель имеет 34 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 13 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 8 работ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Kollerov, M.Y. Effect of the Cooling Rate from the Temperatures of  $\beta$ -Range on the Structure and Properties of Alloys of the Ti – Cr System / Kollerov M.Y., Afonina M.B., Zainetdinova G.T. // Metal Science and Heat Treatment. – 2022. Vol. 64 – Is. 7 – 8. – P. 389 – 396.
2. Skvortsova, S. V. Effect of Alloying Elements on the Hardness of Experimental Pseudo- $\beta$  Titanium Alloys / Skvortsova S.V., Gurtovaya G.V., Tevs M.D., Zainetdinova G.T. // ISSN 0036-0295, Russian Metallurgy (Metally). – Vol. 2023. No. 4. – P. 453 – 459.
3. Kollerov, M.Yu. Effect of Cold Deformation and Heat Treatment on the Structure, Texture, and Properties of a Pseudo- $\beta$  Titanium Alloy / Kollerov M.Yu., Afonina M.B., Neiman A.P., Zainetdinova G.T. // Russian Metallurgy (Metally). Vol. 2022. – № 10. – P. 1192 – 1198.
4. Skvortsova, S. V. Effect of Alloying Elements on the Hardness of Experimental Pseudo- $\beta$  Titanium Alloys / Skvortsova, S.V. Gurtovaya G.V., Tevs M.D., Zainetdinova G.T. // ISSN 0036-0295, Russian Metallurgy (Metally). – Vol. 2023. – No. 4. P. 453 – 459.
5. Skvortsova, S.V. Effect of Isothermal Treatment on the Structure and Hardness of Pseudo- $\beta$  Titanium Alloys / Skvortsova S.V., Zainetdinova G.T., Gurtovaya G.V., Fedorova L.V., Chupikova A.R. // ISSN 0036-0295, Russian Metallurgy (Metally). Vol. 2023. – No. 12. – P. 1838 – 1846.
6. Skvortsova, S. V. Effect of Vacuum Ion-Plasma Nitriding on the Structure and Properties of a Ti-5553 Titanium Alloy / Skvortsova S. V., Zainetdinova G.T.,

Sarycheva S.M., Afonina M.B., Sharonov A.A. // ISSN 0036-0295, Russian Metallurgy (Metally). – Vol. 2024 – No. 6. – P. 160 – 166.

7. Скворцова, С.В. Особенности кинетики объёмного и поверхностного наводороживания и формирования структуры в титановом сплаве BT22 / Скворцова С.В., Шалин А.В., Гвоздева О.Н., Степушин А.С., Зайнетдинова Г.Т. // Электротехнология. – 2023. – № 7. – С. 3-11.

8. Торская, Е.В. Влияние модификации поверхности на триботехнические свойства титановых сплавов BT22 и Ti-5553 / Торская Е.В., Морозов А.В., Буковский П.О., Асеева М.С., Зайнетдинова Г.Т. // Трение и износ. – 2024. Том 45. – №4. – С. 300 – 309.

В диссертации отсутствуют достоверные сведения об опубликованных Зайнетдиновой Г.Т. работах.

На автореферат поступило 9 отзывов: от ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет», за подписью д.т.н., доцента, заведующего кафедрой Жеребцова С.В., от ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» за подписью д.т.н., доцента, заведующего кафедрой, Гуревича Л.М., от ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет» за подписью д.т.н., профессора, заведующего кафедрой Овчинников В.В., от АО «ЦИТО» за подписью к.т.н., доцента, начальника лаборатории измерений и испытаний Дзуновича Д.А., от ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» за подписью доцента, к.т.н., в.н.с. Панина П.В., от ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» за подписью д.т.н., профессора Муратова В.С., от АО «Московское машиностроительное предприятие имени В.В. Чернышова» за подписью к.т.н., помощника технического директора Пайкина А.Г., от ФГБОУ ВО «Костромской государственный университет» за подписью д.т.н., доцента, профессора кафедры общей и теоретической физики Дьякова И.Г., от ГНУ «Институт технической

акустики Национальной академии наук Беларуси» за подписью д.т.н., члена-корреспондента НАН Беларуси, заведующего отделом Рубаника В.В.

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

- в автореферате недостаточно полно отражены результаты и перспективы практического использования полученных результатов;
- не ясно, почему после длительного старения образец сплава 1 решено было убрать из эксперимента;
- в свою очередь сплавы составов 6 и 7, содержащие 0,3 и 0,5 % углерода, соответственно, были отбракованы в связи с наличием трещин в слитках. С чем автор связывает появление трещин? Устанавливалось ли наличие неравновесных карбидов, охрупчивающих сплав?

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:

разработан новый псевдо  $\beta$ -титановый сплав: Ti-6Al-4V-1Mo-1Cr-3,5Fe-2Sn-2Zr, который по технологическим свойствам не отличается от промышленных титановых сплавов данного класса, а в термоупрочненном состоянии позволяет получить уровень твердости на 2 – 4 единицы HRC больше, чем у сплавов BT22 и Ti-5553;

доказано, что сочетание упрочняющей термической и вакуумной ионно-плазменной обработок, включающее закалку, старение, азотирование и нанесение покрытия из нитрида титана, позволяет создать в псевдо  $\beta$ -титановых сплавах объемную и поверхностную структуру, обеспечивающую высокую твердость и износостойкость.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что лучшими триботехническими характеристиками обладают псевдо  $\beta$ -титановые сплавы, имеющие  $[Mo]_{экв} = 12 \div 14$  при содержании

алюминия 6,0-7,0 масс. %, после упрочняющей термической и вакуумной ионно-плазменной обработок.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методов исследования структуры и механических свойств материалов, в том числе: методики металлографического анализа, рентгеноструктурный анализ, испытаний на трение, а также сканирующая электронная микроскопия;

изложены результаты исследований по влиянию температуры нагрева и времени выдержки при вакуумной ионно-плазменной обработке на структуру поверхности и износостойкость образцов из псевдо  $\beta$ - титановых сплавов;

изучено влияние температуры нагрева под закалку и последующего старения на изменение структуры и твёрдости образцов из титановых сплавов псевдо  $\beta$ -класса.

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

разработан режим вакуумной ионно-плазменной обработки псевдо  $\beta$ -титановых сплавов с  $[Mo]_{э\text{кв}}=12-14$ , включающий азотирование в среде 84% аргона и 16% азота при температуре 580°C в течение 40 минут с последующим нанесением нитридного покрытия при температуре 400°C в течение 30 минут, что позволило 2,5 раза повысить твердость поверхности и в 10 раз снизить износ. Разработанные рекомендации были использованы ООО «Дона-М» при разработке технологии обработки опытных образцов медицинского изделия.

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 по обработке сплавов на основе титана для получения высокой твердости и износостойкости;

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:

– В работе вы предлагаете из ваших сплавов получить подшипники. Какой из исследуемых сплавов вы предлагаете выбрать?

– Вы объясняете высокий коэффициент трения у образцов с минимальным износом образованием капельной фазы? Как вы проводили исследования?

– Вы проводили старение при разных режимах, какой все-таки оптимальный режим выбрали и почему?

Соискатель Зайнетдинова Г.Т. ответила на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию:

– для деталей, работающих в условиях трения, необходимы высокие значения твердости и износостойкости. По результатам выполненных нами исследований мы рекомендуем выбрать опытный сплав Ti-6Al-4V-1Mo-1Cr-3,5Fe-2Sn-2Zr после обработки, состоящей из закалки из ( $\alpha+\beta$ )-области, последующего старения при 475°C в течение 25 часов и комбинированной вакуумной ионно-плазменной обработки, состоящей из азотирования и нанесения покрытия из нитрида титана;

– вывод о том, что высокий коэффициент трения при триботехнических испытаниях образцов из титановых сплавов, показавших минимальный износ, обусловлен образованием на их поверхности капельной фазы был сделан на основе литературным данным и ранее проведенных на кафедре исследований. Нами в работе показана принципиальная возможность снижения износа за счет создания в титановых сплавах высокой твердости и проведения комбинированной



обработки, а вопросы, связанные со снижением коэффициента трения, будут являться предметом наших дальнейших исследований;

– оптимальной температурой старения является температура 475°C, которая позволила за 25 часов изотермической выдержки достигнуть максимальные значения твердости. Эти же значения твердости достигаются и при температуре старения при 450°C, но за 40 часов.

На заседании 26 декабря 2024 года диссертационный совет принял решение за новые научно-обоснованные технические и технологические решения по обработке псевдо  $\beta$ -титановых сплавов, обеспечивающей высокие значения твердости и износостойкости за счет формирования в них заданной поверхностной и объемной структуры, имеющие существенное значение для развития страны, присудить Зайнетдиновой Гульнаре Тахировне ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человек, из них 7 докторов наук по специальности 2.6.1. «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» (технические науки), участвовавших в заседании; из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 21, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета



Мамонов Андрей Михайлович

Ученый секретарь  
диссертационного совета



Скворцова Светлана Владимировна

26 декабря 2024 года

Проректор по научной работе



Иванов Андрей Владимирович