

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего
образования

**"Сибирский государственный
индустриальный университет"
(СибГИУ)**

Кирова ул., зд. 42, г. Новокузнецк,
Центральный район,
Кемеровская область – Кузбасс, 654007
Тел.: (3843) 77-79-79. Факс (3843) 46-57-92
E-mail: rector@sibsiu.ru
<http://www.sibsiu.ru>

_____ № _____
на № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной
и инновационной деятельности
ФГБОУ ВО «СибГИУ»
Сергей Валерьевич Коновалов

«09» марта 2023 г.

Отзыв ведущей организации

на диссертационную работу Долбачева Александра Петровича
«Структурно-фазовые и физико-механические исследования сплавов на
основе алюминидов титана, полученных с использованием технологий
послойного лазерного спекания порошков», представленной на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.6.1 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Актуальность диссертационной работы

Титано-алюминиевые сплавы считаются очень перспективными
материалами для авиа- и аэрокосмического применения благодаря их
высокой удельной прочности, превосходной коррозионной стойкости,
стойкости к окислению и сопротивлению ползучести при высоких
температурах в сочетании с низкой плотностью.

В настоящее время аддитивные технологии являются одним из
современных и исследуемых методов получения изделий из данных сплавов,

в частности методом селективного лазерного сплавления. Данная технология обеспечивает быстрое и эффективное получение сложных и точных конструкционных деталей. Однако, несмотря на свою привлекательность и перспективность, получение изделий данным методом сопряжено с рядом трудностей.

В связи с этим, представленные в диссертационной работе структурно-фазовые и физико-механические исследования сплавов на основе алюминидов титана, получаемых с помощью технологии лазерного спекания порошков являются актуальной научной и технической задачей.

Структура и содержание работы.

Диссертация состоит из введения, шести глав, общих выводов и списка литературы из 100 источников, изложена на 150 страницах содержит 66 рисунков, 34 таблицы и 2 приложения.

Во введении обоснована актуальность решаемой научной и технической проблемы, сформулированы цель и задачи исследования, приведены положения, выносимые на защиту, сформулированы научная новизна и практическая значимость.

В первой главе приведен литературный обзор, в котором отражено современное состояние исследований касающихся сплавов на основе алюминидов титана, в частности проанализирована система Ti-Al в области гамма-сплавов, в также сплавы с повышенным содержанием алюминия. Рассмотрены структурно-фазовые превращения, протекающие в сплавах. Описано влияние легирующих элементов на структуру и свойства. Отражены современные методы получения сплавов с их преимуществами и недостатками. Обоснована целесообразность получения изделий из гамма-сплавов методами аддитивных технологий.

Во второй главе приведены составы исследуемых сплавов, перечислено лабораторное и аналитическое оборудование, а также описаны методики проведения эксперимента.

В третьей главе приведены результаты расчетно-экспериментального исследования фазового состава сплавов двойной Ti-Al и тройной Ti-Al-X системы. Расчетный анализ проведен с помощью программной среды Thermo-Calc в базе данных TITIAL5. Проведен расчет политермических и изотермических сечений тройных систем при характерных температурах, а для отобранных сплавов долей фаз и их состав при характерных температурах.

В четвертой главе приведен анализ литой структуры двойных и тройных сплавов с повышенным содержанием алюминия.

В пятой главе проведены исследования процесса селективного лазерного сплавления порошковой смеси двойного гамма-сплава Ti-50Al на примере единичных треков и компактных образцов. Рассмотрено влияние параметров селективного лазерного плавления при получении единичных треков и в дальнейшем компактных образцов из данного сплава. Представлены результаты измерения микротвердости полученных образцов.

В шестой главе описаны исследования единичных треков и компактных образцов из тройного гамма-сплава с добавками ниобия. Оценено влияние оказываемого повторным переплавом при исследовании единичных треков. Показана принципиальная возможность получения изделий из смеси элементарных порошков методом селективного лазерного сплавления тройного сплава Ti-45Al-5Nb. В результате проведения отжига при 1000 °C в течение 1 часа формируется lamellarная структура, состоящая из ($\alpha_2 + \gamma$) колоний. Показано, что полученные образцы из тройного сплава, изготовленные методом селективного лазерного сплавления, обладают достаточной деформационной пластичностью, что позволяет проводить 2-кратную осадку при 1050 °C.

Научная новизна и практическая значимость.

Основная научная новизна работы заключается в обосновании и установлении принципиальной возможности получения изделий из гамма сплавов на основе алюминидов титана из смеси элементарных порошков титана, алюминия и ниобия с помощью селективного лазерного плавления. В результате исследований показано, что в результате сплавления происходит формирование структуры на основе эвтектоида ($\alpha_2 + \gamma$), характерной для гамма-сплавов, получаемых традиционными методами. Было установлено, что в результате нагрева полученных образцов из тройного сплава до 600 °C в течение 1 часа сохраняется их исходную твердость (около 450 HV), а нагрев при 700 °C незначительно снижает (на 18%) что предполагает высокие характеристики жаропрочности. Практическая значимость выполненной работы заключается в том, что полученные данные по режимам селективного лазерного плавления двойного и тройного гамма сплава могут быть использованы для проведения дальнейших исследований с целью оптимизации процесса получения качественных объемных изделий.

Достоверность результатов исследования.

Достоверность и обоснованность положений и выводов в работе обеспечена проведением большого количества экспериментов с использованием современных приборов и стандартизованных испытательных методик.

Замечания по диссертационной работе.

1. Результаты измерения плотности полученных образцов упоминаются лишь в тексте работы. Для более наглядного представления их следовало бы представить графически или в виде табличных данных.
2. В работе уделено мало внимания последующей термической обработке полученных изделий, влияющей на формирование требуемой структуры, фазового состава, а также физико-механических свойств.
3. Для устранения дефектов в виде пористости, возникающих в гамма-сплавах в процессе производства прибегают к использованию ГИП. Смогла ли оказать положительное воздействие ГИП обработка на исследуемые в работе образцы.
4. Механические свойства оценивали только по твердости, следовало бы провести испытания на растяжение.

Общая оценка диссертационной работы.

Диссертация логично построена, структура и содержание соответствуют цели и задачам исследования. Результаты работы опубликованы в 4 научных работах и прошли апробацию на международных и российских конференциях. Автореферат диссертации и публикации в полной мере отражают содержание работы.

В целом диссертационная работа Долбачева А.П. является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований и их интерпретации получены новые результаты, совокупность которых можно квалифицировать как решение важной научной и практической задачи. Работа выполнена на высоком научном уровне. Поставленные в работе цель и задачи полностью достигнуты, а основные результаты отражены в выводах, которые обоснованы и достоверны. Диссертационная работа и автореферат написаны понятным научным языком, имеют четко прослеживаемую логику изложения и объединены единым стержнем. Результаты диссертационного исследования получены либо автором лично, либо при его непосредственном участии.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.6.1 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Заключение

По актуальности, объему выполненных исследований, научной новизне, достоверности и практической значимости полученных результатов диссертационная работа Долбачева А.П. «Структурно-фазовые и физико-механические исследования сплавов на основе алюминидов титана, полученных с использованием технологий послойного лазерного спекания порошков» соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским

диссертациям, установленным в Положении о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС», а ее автор – Долбачев Александр Петрович заслуживает присвоения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Диссертация является завершенной научно-исследовательской работой, а полученные результаты полностью соответствуют поставленным целям и задачам и являются новыми, обоснованными и достоверными.

Диссертационная работа «Формирование структуры в сварных соединениях листового проката алюминиевых сплавов, легированных кальцием», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС».

Диссертационная работа рассмотрена и обсуждена на расширенном заседании кафедры естественнонаучных дисциплин СибГИУ, где получила одобрение. На заседании присутствовали 15 человек. Протокол № 13 от «27» 02 2023 г.

Заведующий кафедрой
естественнонаучных дисциплин им.
профессора В.М. Финкеля, доктор
физико-математических наук
(специальность 01.04.07 – Физика
конденсированного состояния),
профессор

 Громов Виктор
Евгеньевич

Ученый секретарь кафедры
естественнонаучных дисциплин им.
профессора В.М. Финкеля, кандидат
технических наук (01.04.07 – Физика
конденсированного состояния),
доцент

 Мартусевич Елена
Владимировна

Подписи В.Е. Громова и
Е.В. Мартусевич удостоверяю
Начальник отдела кадров



 Миронова Т.А.