

ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ

Дашкевич Нины Игоревны «Исследование фазового состава и разработка новой технологии приготовления многокомпонентных сплавов на основе алюминидов титана с целью получения фасонных отливок с заданным комплексом служебных свойств», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04. – «Литейное производство»

Литейные сплавы на основе гамма-алюминидов титана $TiAl$ являются перспективными материалами для получения лопаток газотурбинных двигателей. Между тем они отличаются высокой чувствительностью к резко ухудшающим их свойства примесям, прежде всего, к кислороду. Кроме того, уже небольшие изменения концентрации легирующих элементов и параметров технологии производства ведут к изменению фазового состава, морфологии микроструктуры и, соответственно, механических свойств. Все это формулирует ряд жестких требований к операциям производства изделий. В частности, одним из таких требований является получение определенного фазового состава сплавов для обеспечения их механических и литейных свойств. Одним из путей решения этой задачи может являться количественный анализ фазового состава систем легирования сплавов на основе алюминидов титана, что позволит разработать эффективную технологию производства отливок. Постановка такого исследования является, несомненно, актуальным и представляет цель настоящей диссертации.

Автором решен ряд принципиально важных для развития металлургических технологий задач: 1. Рассчитаны изотермические и политермические сечения тройных, четвертных и пятерных систем, позволяющие дать оценку количественного фазового состава сплавов. 2. Отобраны составы перспективных гамма-сплавов с оптимальным соотношением α , γ , β , α_2 фаз. 3. Установлено влияние примесей в исходной титановой шихте на структуру гамма-сплавов и отливок из них. 4. Разработана новая технология получения гамма-сплавов $Ti-Al$, основанная на использовании лигатур $Al-Mo$ и $Al-Nb$. 5. Исследование лигатур $Al-Mo$ и $Al-Nb$ показало перспективность получения гамма-сплавов одностадийным переплавом в индукционной печи. 6. Разработан новый способ получения отливок литьем в многоразовые графитовые формы, изготовленные по безмодельной технологии.

Автореферат дает хорошее представление о проделанной работе. По теме диссертации опубликовано 5 статей в изданиях из перечня журналов, рекомендуемых ВАК РФ, которые полностью отражают ее содержание и одно учебное пособие.

По работе имеются замечания:

1. Расчет фазового состава проводился с помощью программы Thermo-Calc с использованием базы данных TTTIAL1: Thermotech TiAl-based Alloys Database. Однако, использование такого подхода далеко не всегда дает однозначные, соответствующие экспериментальным данным результаты. Например, в работе [МиТОМ, № 5 (731), 2016, с.15-23] на сплаве Ti-43,5-4Nb-1Mo-0,1B было получено неплохое соответствие между расчетными и экспериментальными данными, а в работе [Intermetallics 94 (2018) 138–151] на сплаве Ti-43.2Al-1.9V-1.1Nb-1.0Zr-0.2Gd-0.2B для нескольких критических точек различие было чрезвычайно большим. Как преодолевалось в работе это возможное несоответствие между расчетными и экспериментальными результатами?
2. Механические свойства сплавов на основе гамма-алюминидов титана существенно зависят не только от соотношения и морфологии фаз, но и размеров частиц фаз и структурных составляющих. В этой связи остается не ясным, какими возможностями обладают предлагаемые методы получения слитков для управления размерами структурных элементов?

Замечания не снижают общей высокой ценности полученных результатов. В целом результаты диссертационной работы Дашкевич Н.И. «Исследование фазового состава и разработка новой технологии приготовления многокомпонентных сплавов на основе алюминидов титана с целью получения фасонных отливок с заданным комплексом служебных свойств» свидетельствуют о высокой квалификации автора. Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842., а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04. – «Литейное производство».

Руководитель лаборатории
объемных наноструктурных материалов
Белгородского национального
исследовательского государственного университета,
д.т.н., профессор Салищев Геннадий Алексеевич

Почтовый адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы 85; тел.: +7(4722)585416; Эл.почта:
salishchev@bsu.edu.ru

Подпись Г.А. Салищева удостоверяю:



Отзыв

на автореферат диссертации Дашкевич Нины Игоревны
«Исследование фазового состава и разработка новой технологии
приготовления многокомпонентных сплавов на основе алюминидов титана с
целью получения фасонных отливок с заданным комплексом служебных
свойств», представленной на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности
05.16.04 «Литейное производство»

Литейные сплавы на основе гамма-алюминидов титана TiAl привлекают к себе значительный интерес благодаря сочетанию таких свойств, как низкая плотность, высокие значения удельных показателей модуля упругости и предела текучести при растяжении, высокая стабильность размеров. Гамма-сплавы TiAl, такие как TNM, обладают также отличной коррозионной стойкостью при рабочих температурах до 800 °С и являются потенциальными заменителями дорогостоящих и тяжелых никелевых сплавов в ответственных компонентах авиационных и автомобильных двигателей. Исходя из изложенного, актуальность работы не вызывает сомнений.

Автором на основе проведенного расчетного количественного анализа тройных, четверных и пятерных систем на основе Ti-Al в области гамма-сплавов разработана технология приготовления гамма-сплавов и отливок из них, предусматривающая использование лигатур Al-Mo и Al-Nb. Предложенная импортозамещающая технология получения гамма-сплавов Ti-Al обеспечивает введение основных легирующих элементов в расплав с максимальной эффективностью их усвоения и предусматривает применение многоразовых литейных форм из графита при изготовлении отливок «Лопатка КВД». Данная технология наряду с установленными составами и свойствами лигатур представляет основную практическую значимость результатов работы.

Результаты диссертации отражены в 5 публикациях в журналах, входящих в перечень ВАК, 1 учебном пособии.

По работе имеются следующие замечания:

1. В предложенной автором технологии получения гамма-сплавов Ti-Al предусмотрено применение бинарных лигатур: Al-Mo и Al-Nb. При этом приведено мало информации для обоснования выбранного химического состава указанных лигатур.

2. Автором предложена технология получения отливок из гамма-сплавов Ti-Al с использованием многоразовых графитовых форм, изготовленных по безмодельной технологии. Однако, исследование формируемого при этом в отливках альфированного слоя не проведено.

Замечания носят дискуссионный характер и не снижают общей научной ценности и практической значимости работы. Диссертационная работа Дашкевич Н.И. соответствует требованиям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Правительством Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842. Автор работы «Исследование фазового состава и разработка новой технологии приготовления многокомпонентных сплавов на основе алюминидов титана с целью получения фасонных отливок с заданным комплексом служебных свойств» Дашкевич Нина Игоревна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – «Литейное производство».

Заместитель главного металлурга

ОАО АК «Рубин»

кандидат технических наук,

В.В. Гусева

Дата подписания отзыва: «09» июня 2018 г.

143912, Московская область, г. Балашиха,

Западная промзона, шоссе Энтузиастов, дом 5

ОАО АК «Рубин»

Телефон: 8(495) 521-51-94. E-mail: info@akrubin.ru



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Дашкевич Нины Игоревны**

«Исследование фазового состава и разработка новой технологии приготовления многокомпонентных сплавов на основе алюминидов титана с целью получения фасонных отливок с заданным комплексом служебных свойств», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 «Литейное производство»

Литейные сплавы на основе гамма-алюминидов титана TiAl (далее гамма-сплавы) являются одними из наиболее перспективных материалов для получения лопаток турбины и компрессора газотурбинных двигателей нового поколения. Основным достоинством данных сплавов является сочетание низкой плотности и необходимого комплекса механических свойств: прочности, пластичности, усталостных свойств и жаропрочности. При замене никелевых сплавов для изготовления лопаток турбины и компрессора гамма-сплавами происходит снижение почти в 2 раза массы лопаток, что обеспечивает уменьшение действующих центробежных напряжений в компрессоре и турбинах почти в 2 раза, снижение момента инерции турбин и компрессоров, уменьшение удельного расхода топлива, уменьшение выбросов в атмосферу парниковых газов, снижение уровня шума, возможно дальнейшее снижение массы дисков, в которых крепятся рабочие лопатки, облегчение и снижение массы элементов статора.

Представленная работа имеет комплексный характер и логическую завершённость. Работа представляет собой выполненное на высоком научно-техническом уровне исследование, которое включает в себя анализ современного состояния вопроса, касающегося гамма-сплавов на основе алюминидов титана и отливок из них, а также результаты исследований и выводы, касающиеся разработки новой технологии приготовления российских многокомпонентных гамма-сплавов с целью получения фасонных отливок с заданным комплексом служебных свойств.

Результаты работы изложены в 5 публикациях в журналах, входящих в перечень ВАК РФ.

По работе имеются следующие замечания:

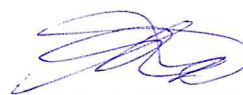
1. В тексте автореферата на странице 9 описываются политермическое и изотермическое сечения системы Ti–Al–Nb–Mo. Автор обозначает полиморфное $\beta \rightarrow \alpha$ -превращение точкой (T_α), однако на рисунке 3а, на который ссылается автор, данная точка отсутствует, как и точки T_γ и T_E , обозначающие другие реакции.

2. В тексте автореферата и диссертации отсутствует обзор двойных диаграмм состояния систем Al–Mo и Al–Nb. Наличие данной информации помогло бы обосновать выбор составов лигатур данных систем.

Следует отметить, что указанные замечания не носят принципиальный характер и не снижают научную и практическую значимость проведенных исследований.

Диссертационная работа Дашкевич Нины Игоревны выполнена в полном соответствии с требованиями ВАК России, в т.ч. п. 9 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Дашкевич Нина Игоревна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – Литейное производство.

Начальник отделения
металлических материалов и
металлургических технологий,
ОАО «Композит», д.т.н.



А.И. Логачёва

«14» июля 2018 г.

Подпись Логачёвой А.И. заверяю.
Заместитель генерального директора,
ОАО «Композит»



В.Н. Бутрим

Логачёва Алла Игоревна, доктор технических наук, специальность 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы», открытое акционерное общество «Композит», начальник отделения металлических материалов и металлургических технологий;

Адрес: Российская Федерация, 141070, Московская область, г. Королёв, ул. Пионерская, 4.

Телефон: 8-495-513-21-26

e-mail: info@kompozit-mv.ru

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Дашкевич Нины Игоревны
«Исследование фазового состава и разработка новой технологии
приготовления многокомпонентных сплавов на основе алюминидов титана с
целью получения фасонных отливок с заданным комплексом служебных
свойств», представленной на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности
05.16.04 «Литейное производство»

Перспективные сплавы на основе гамма-алюминидов титана, в частности сплавы TNM-B1, рассматриваются в качестве наиболее подходящих кандидатов на замещение тяжелых никелевых суперсплавов при использовании в качестве конструкционных материалов лопаток турбин авиационных двигателей и элементов турбокомпрессоров двигателей внутреннего сгорания автомобилей.

Существует значительная потребность в разработке сплавов на основе гамма-алюминидов титана, способных работать при температурах до 750 °С, для применения в новых авиационных двигателях.

Основная практическая ценность представленной работы состоит в том, что разработана технология приготовления гамма-сплавов и отливок из них, которая может быть реализована на российских машиностроительных предприятиях, с использованием отечественных материалов. Созданы предпосылки для разработки отечественного гамма-сплава, который может быть использован в авиадвигателестроении.

Наиболее значимыми результатами диссертационной работы Дашкевич Н.И. обуславливающими ее научную новизну, являются: установлены особенности фазовых превращений при равновесной и неравновесной кристаллизации, составы фаз при различных температурах и температуры фазовых переходов в системах Ti-Al-X, Ti-Al-X-Y, Ti-Al-Nb-X-Y. Определено влияние различных легирующих элементов на интервал

кристаллизации гамма-сплавов на основе алюминидов титана. Определены составы перспективных гамма-сплавов: Ti-43Al-4Nb-1Mo, Ti-40Al-4Nb-1Mo, Ti-43Al-4Nb-1Mo-1Cr, Ti-43Al-4Nb-1Mo-1Cr-1Zr. Установлено влияние примесей в исходной титановой шихте на структуру гамма-сплавов и отливок из них. Показано, что требуемую структуру сплава, соответствующую базовому сплаву TNM-B1, нельзя получить, используя в шихте губчатый титан марки ТГ 110, но возможно ее получение при применении иодидного титана.

Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждается применением современных методов исследований, прежде всего различного испытательного оборудования, а также сканирующей электронной микроскопии, и корректной статистической обработкой полученных результатов.

Основные результаты работы отражены в 5 статьях в журналах, рекомендованных ВАК. Издано 1 учебное пособие.

По работе имеются следующие замечания:

1. Автором предложена технология получения гамма-сплавов Ti-Al, основанная на использовании лигатур Al-Mo и Al-Nb. При этом вопрос приготовления указанных лигатур мало освещен.

2. Автором рекомендовано использование многоразовых графитовых форм, изготовленных по безмодельной технологии, для получения отливок лопаток из гамма-сплавов Ti-Al. Однако, не приводятся данные по использованию графитовых форм для изготовления двухполочных лопаток.

3. В работе отсутствуют данные проведенных расчетов экономической эффективности разработанной технологии получения гамма-сплавов Ti-Al и отливок из них.

Вместе с тем, указанные замечания не снижают достоинств работы. Диссертационная работа «Исследование фазового состава и разработка новой технологии приготовления многокомпонентных сплавов на основе

алюминидов титана с целью получения фасонных отливок с заданным комплексом служебных свойств» соответствует требованиям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Правительством Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, а ее автор Дашкевич Нина Игоревна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – «Литейное производство».

Первый заместитель
Исполнительного директора
Технический директор



П.А. Жирнов

Зам. главного металлурга ПАО «Кузнецов»

Е.И. Исаева

Дата подписания отзыва: « 14 » июня 2018 г.

443009, г. Самара, Заводское шоссе, 29

ПАО «Кузнецов»

Телефон: 8(846) 227-32-09. E-mail: motor@kuznetsov-motors.ru

Отзыв

на автореферат диссертации Дашкевич Нины Игоревны
«Исследование фазового состава и разработка новой технологии
приготовления многокомпонентных сплавов на основе алюминидов титана с
целью получения фасонных отливок с заданным комплексом служебных
свойств», представленной на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности
05.16.04 «Литейное производство»

1. Актуальность работы

Современное машиностроение предъявляет все более высокие требования к материалам для авиационных двигателей. Совершенствование служебных свойств жаропрочных материалов, в особенности для ответственных конструкций, включая турбину и компрессор - постоянная и неизменная задача, требующая непрерывного углубления теоретического анализа и экспериментальных исследований.

В представленной диссертации эта задача решалась применительно к гамма-сплавам на основе алюминида титана, которые рассматриваются как перспективные материалы для замены в определенных местах никелевых сплавов с целью облегчения.

В настоящее время в России для изготовления опытных деталей используют импортные готовые сплавы, в том числе 48-2-2, TNM-B1. В условиях ограничения поставок со стороны зарубежных предприятий весьма остро стоит задача импортозамещения, и в частности разработка отечественного гамма-сплава на основе TiAl для его применения в конструкциях гражданской и специальной техники.

Для выплавки гамма-сплавов зарубежные предприятия традиционно используют многократный дуговой переплав предварительно спрессованного электрода, состоящего из мелко порубленных шихтовых материалов. Данный способ подразумевает поставку мерных слитков готового сплава в литейные

цеха машиностроительных предприятий для изготовления из них отливок путем индукционного переплава и заливки в центробежно-вращающиеся керамические формы.

В представленной работе проведено исследование комплексного процесса приготовления сплава и его последующей заливки в многоразовые графитовые формы, позволяющее в значительной степени снизить себестоимость продукции и зависимость российских предприятий от поставок сплава из-за рубежа.

При выплавке гамма-сплава используются лигатуры тугоплавких элементов Nb и Mo, сбалансированные по химическому составу для получения оптимальной плотности, температуры плавления и теплофизических свойств, что обеспечивает значительное повышение эффективности их усвоение в расплаве в процессе приготовления гамма-сплавов.

Совместная реализации процесса приготовления расплава и изготовления отливок весьма перспективно, поскольку позволяет существенно сократить производственный цикл изготовления конечной продукции. Поэтому реализованный в диссертации комплекс теоретических, лабораторных и промышленных исследований и экспериментов по исследованию фазового состава и разработке технологии приготовления гамма-сплавов представляется весьма актуальным.

2. Новизна, степень обоснованности и достоверности основных выводов диссертации

В работе на основании термодинамических расчетов установлены особенности фазовых превращений, определено влияние легирующих элементов в многокомпонентных системах на основе Ti-Al на фазовый состав и структуру гамма-сплавов. На широком массиве лабораторных и промышленных экспериментов исследована и отработана новая металлургическая технология плавки гамма-сплавов с использованием лигатур тугоплавких элементов.

Получены количественные данные о влиянии легирующих элементов на интервал кристаллизации в неравновесных условиях. Определены составы перспективных гамма-сплавов.

Определены ограничения по составу шихты для выплавки гамма-сплавов, и в частности невозможность использования губчатого титана.

Представлены данные по разработке технологии литья лопаток КВД в условиях ПАО «ОДК-УМПО» и НИТУ «МИСиС» с использованием компьютерного моделирования. Показано, что химический состав и структура сплава лопатки КВД после литья, ГИП и ТО соответствует сплаву TNM-B1 (производство GFE, Германия). Имеет место повторяемость результатов плавки. Геометрия полученной отливки «Лопатка компрессора» соответствует электронной модели. Величина литейной усадки сплава-аналога TNM-B1 составила 1%. Рентген-контроль лопаток также подтвердил соответствие лопаток КВД из сплава-аналога и базового сплава TNM-B1.

Обоснованность научных результатов диссертации не вызывает сомнений, поскольку основывается на современной теории металлургических процессов, термодинамике многофазных систем.

Достоверность полученных в работе результатов обеспечена использованием современных методик теоретического анализа и экспериментальных исследований, аттестованного научного оборудования и приборов.

Разработанная в диссертации технология литья опробована в условиях ПАО «ОДК-УМПО». Полученные данные подтверждают эффективность разработанной технологии.

Выводы по диссертации вполне обоснованы. Содержание выводов подтверждает решение поставленных задач исследования.

По работе имеются следующие замечания:

1. Автором не проведено исследование поверхностного слоя в отливках, полученных литьем в графитовые формы, который формируется в результате контакта расплава с формой в процессе заливки и охлаждения и

по химическому составу может отличаться от сплава в теле отливки.

2. В главе 4 автор сделал вывод о перспективности разработанной технологии для приготовления гамма-сплавов Ti-Al в индукционной печи при совмещении процессов выплавки сплава и изготовления фасонных отливок. Однако нет экспериментального подтверждения данного вывода с использованием индукционной плавки.

3. Результатом проделанной автором научной и инженерной работы явилась разработка технологии приготовления гамма-сплавов и фасонных отливок и них. Однако в работе не приведены данные об экономической эффективности разработанной технологии.

Высказанные замечания по диссертации не снижают ценности проведенного научного исследования и ее практического значения.

По результатам работы автором опубликовано 5 статей, из них 5 в журналах, рекомендованных ВАК. Издано 1 учебное пособие.

Заключение

Диссертационная работа соискателя Дашкевич Нины Игоревны является законченной научно-квалификационной работой, которая соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Правительством Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842. В работе содержится решение задачи, существенной для машиностроительной отрасли, а именно исследование фазового состава многокомпонентных гамма-сплавов и разработка технологии их приготовления для получения фасонных отливок лопаток авиадвигателей. Работа имеет очевидное практическое значение: результаты вошли в учебное пособие, изданное ФГУП «ВИАМ» и опробованы ПАО «ОДК-УМПО». Автор диссертационной работы «Исследование фазового состава и разработка новой технологии приготовления многокомпонентных сплавов на основе алюминидов титана с целью получения фасонных отливок с заданным комплексом служебных свойств» соискатель Дашкевич Нина Игоревна заслуживает присуждения ей

ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04
«Литейное производство».

Заместитель начальника управления
технического развития

ПАО «ОДК-УМПО»

кандидат технических наук

П.В.Аликин

Подпись Аликина П.В. заверяю.

Заместитель управляющего директора

директор по персоналу

ПАО «ОДК-УМПО»



Н.А.Лютков

Аликин Павел Владимирович, кандидат технических наук, специальность—
05.16.04 «Литейное производство», публичное акционерное общество «ОДК-
Уфимское моторостроительное производственное объединение» ,
заместитель начальника управления технического развития по инновациям и
ключевым технологиям;

Адрес: Российская Федерация, 450039, г. Уфа, ул. Ферина,2

Тел.: (347) 238-18-88

E-mail: alikinpv@umpo.ru

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Дашкевич Нины Игоревны «Исследование фазового состава и разработка новой технологии приготовления многокомпонентных сплавов на основе алюминидов титана с целью получения фасонных отливок с заданным комплексом служебных свойств», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В настоящее время литейные сплавы на основе гамма-алюминидов титана или гамма-сплавы являются одними из наиболее перспективных материалов для получения лопаток турбины и компрессора газотурбинных двигателей нового поколения. Основным достоинством этих сплавов является сочетание низкой плотности и необходимого комплекса механических свойств: прочности, пластичности, усталостных свойств и жаропрочности. Контроль фазового состава гамма-сплавов на количественном уровне необходим для обеспечения заданных эксплуатационных характеристик лопаток. Требуется количественный анализ фазового состава тройных, четверных и пятерных систем гамма-сплавов на основе алюминидов титана и разработка эффективной технологии получения гамма-сплавов и отливок из них. Поэтому исследование фазового состава и разработка новой технологии приготовления российских гамма-сплавов с целью получения фасонных отливок с заданным комплексом служебных свойств, приведенные в автореферате Н.И. Дашкевич, являются **актуальными**.

К **научной новизне диссертации** следует отнести определение особенности фазовых превращений при равновесной и неравновесной кристаллизации основных фаз в гамма-сплавах. Определены составы перспективных гамма-сплавов с оптимальным соотношением α , γ , β , α_2 фаз, обеспечивающих повышение эксплуатационных свойств отливок. Установлено влияние примесей в исходной титановой шихте на структуру гамма-сплавов и отливок из них.

Практическая значимость выполненной диссертации заключается в разработке новой технологии получения гамма-сплавов на основе алюминидов титана, основанной на использовании лигатур Al-Mo и Al-Nb. Предложен новый способ получения отливок из гамма-сплавов, основанный на совмещении процесса приготовления сплава с использованием лигатур и литья в многоразовые графитовые формы.

По автореферату диссертации имеется **замечание**. В тексте автореферата указывается, что использование лигатур Al-Mo и Al-Nb обеспечивает введение основных легирующих элементов в расплав с максимальной эффективностью их усвоения. Однако данные, подтверждающие этот вывод, в автореферате отсутствуют.

Сделанное замечание не снижает в целом общую высокую оценку рассматриваемой диссертации.

На основании вышеперечисленного можно заключить, что диссертация Н.И.Дашкевич представляет собой **завершенную научную квалификационную работу**. В ней изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований по изучению фазового состава и разработке новой технологии приготовления многокомпонентных сплавов на основе алюминидов титана с целью получения фасонных отливок с заданным комплексом служебных свойств.

Доцент кафедры «Технологии и системы
автоматизированного проектирования
металлургических процессов»
ФГБОУ ВО «Московский авиационный
институт (национальный
исследовательский университет)»
К.Т.Н., доцент

Ряховский Александр Павлович

Шифр научной специальности - 05.16.04 – «Литейное производство»
Адрес: Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, А-80, ГСП-3, 125993
E-mail: fpk-mati@mail.ru
Телефон: +7 499 158-58-58



О.Н. Напильника отдела УДС МАИ

Tracy

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 «Литейное производство»

Дашкевич Нины Игоревны на тему Исследование фазового состава и разработка новой технологии приготовления многокомпонентных сплавов на основе алюминидов титана с целью получения фасонных отливок с заданных комплексом служебных свойств

Проведенные автором результаты исследований, посвященные изучению закономерностей формирования структуры, фазового состава многокомпонентных интерметаллидных Ti – Al сплавов и разработке технологии изготовления из них ответственных отливок ГТД являются, несомненно, актуальными для современного авиадвигателестроения.

Выявленные автором закономерности протекания фазовых превращений в условиях равновесной и неравновесной кристаллизации при разных условиях легирования, влияния примесей в исходной титановой шихте на структуру сплавов, составы перспективных гамма-сплавов, обеспечивающих повышение уровня эксплуатационных свойств являются оригинальными и имеют все признаки научной новизны.

Несомненным достоинством работы является тот факт, что ее основные результаты, а именно: разработанные составы сплавов и технология их плавки, новый технологический процесс изготовления отливок, основанный на совмещении процесса приготовления сплава с использованием лигатур и литья в многоразовую графитовую форму успешно прошли опытно-производственное опробование.

Адекватность полученных результатов обеспечена использованием самых современных методов исследования свойств сплавов, и подтверждена в ходе экспериментальных исследований, проведенных автором, и производственного опробования.

По работе можно сделать следующие замечания:

- оценку эксплуатационных свойств сплава автор проводит только по его кратковременной прочности, желательно было бы провести оценку и по усталостной прочности, ударной вязкости жаропрочности и жаростойкости;
- известно, что свойства подобных сплавов зависят от их химического состава, поэтому не совсем понятно как в условиях совмещенного процесса

приготовления сплава с использованием лигатур и заливки литейной формы будет обеспечиваться требуемая точность химического состава;

- из текста автореферата не совсем понятно, каким образом выбирались автором режимы ГИП и термической обработки.

В целом, несмотря на отмеченные недостатки, диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Дашкевич Нина Игоревна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 «Литейное производство»

Рецензент:

Профессор кафедры «Материаловедения, литья, сварки» ФГБОУ ВО РГТУ имени П.А. Соловьева, доктор технических наук, профессор

152934. г.Рыбинск, Ярославская область,

ул. Пушкина, д.53

тел. 8(4855) 280479

E-mail: mls@rsatu.ru

Изотов
Владимир
Анатольевич

Подпись Изотова В.А. заверяю,
проректор по УВР ФГБОУ ВО
РГТУ имени П.А.Соловьева



А.А.Шатульский

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Дашкевич Нины Игоревны
«Исследование фазового состава и разработка новой технологии приготовления
многокомпонентных сплавов на основе алюминидов титана с целью получения
фасонных отливок с заданным комплексом служебных свойств»
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по
специальности 05.16.04. — «Литейное производство»

Диссертационная работа Дашкевич Н.И. посвящена важной и актуальной научно-технической задаче по эффективной технологии получения гамма-сплавов и отливок из них на основе количественного анализа фазового состава тройных, четверных и пятерных систем на основе алюминидов титана.

Научная новизна диссертационной работы заключается прежде всего в том, что установлены особенности фазовых превращений при равновесной и неравновесной кристаллизации, определены составы фаз при различных температурах и температуры фазовых переходов в многокомпонентных системах Ti-Al-X, Ti-Al-X-Y, Ti-Al-Nb-X-Y. Кроме того установлено влияние различных легирующих элементов на интервал кристаллизации гамма-сплавов на основе алюминидов титана.

Исследовано влияние примесей в исходной титановой шихте на структуру гамма-сплавов и отливок из них. Показано, что требуемую структуру сплава, соответствующую базовому сплаву TNM-BI, нельзя получить, используя в шихте губчатый титан марки ТГ 110, но возможно ее получение при применении йодидного титана.

На основании проведенных исследований определены составы перспективных гамма-сплавов систем Ti-43Al-4Nb-1Mo, Ti-40Al-4Nb-1Mo, Ti-43Al-4Nb-1Mo-1Cr, Ti-43Al-4Nb-1Mo-1Cr-1Zr, с оптимальным соотношением α , γ , β , α_2 фаз, обеспечивающим повышение эксплуатационных свойств отливок

Практическая значимость работы состоит в том, что автором разработана новая импортозамещающая технология получения гамма-сплавов системы Ti-Al, основанная на использовании лигатур Al-Mo и Al-Nb, обеспечивающих введение основных легирующих элементов в расплав с максимальной эффективностью их усвоения за счет корректировки температуры плавления и плотности лигатур. Для реализации данной технологии рассчитаны составы лигатур Al-Mo и Al-Nb и исследованы их свойства - (плотность, теплоемкость, теплопроводность, электропроводность). Установлена перспективность получения гамма-сплавов одностадийным переплавом в индукционной печи, что существенно эффективнее по сравнению с многостадийным дуговым переплавом.

На основании исследований, выполненных автором предложен новый способ получения отливок из гамма-сплавов системы Ti-Al, основанный на совмещении процесса приготовления сплава с использованием лигатур и литья в многоразовые графитовые формы, изготовленные по безмодельной технологии.

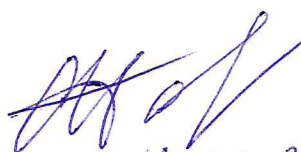
Вместе с тем, по автореферату имеется следующее замечание

- В гамма - сплавах системы Ti-Al на качество фасонных отливок большое влияние оказывает наличие альфированного слоя на поверхности отливок, однако в представленном автореферате данная особенность рассматриваемых сплавов не отражена.

Сделанное замечание носит частный характер и не снижает в целом высокий уровень работы.

Считаю, что представленная диссертационная работа Дашкевич Нины Игоревны является законченной научно-исследовательской работой, содержит в себе новые решения научных проблем, имеющих актуальное значение для развития теории и практики эффективной технологии получения гамма-сплавов и отливок из них на основе количественного анализа фазового состава тройных, четверных и пятерных систем на основе алюминидов титана., выполнена в полном соответствии с требованиями ВАК России, в т.ч. п.9 Положения о присуждении учёных степеней, а её автор заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04. — «Литейное производство»

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры
"Машины и технология
литейного производства"
ФГБОУ ВПО "Уфимский
государственный авиационный
технический университет"


14.06.2018

Ганеев Альмир
Амирович.
тел.+7(347)273-77-55

ФГБОУ ВПО "УГАТУ"
450008, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул.К. Маркса, д. 12
тел. +7 (347) 2737927, +7 (347) 2726307, +7 (347) 2722918 (общий отдел)
сайт www.ugatu.ru, e-mail office@ugatu.ru



Отзыв

на автореферат диссертации Дашкевич Нины Игоревны
«Исследование фазового состава и разработка новой технологии приготовления
многокомпонентных сплавов на основе алюминидов титана с целью получения фасонных
отливок с заданным комплексом служебных свойств», представленной на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.16.04 «Литейное производство»

Одним из основных требований к авиационным газотурбинным двигателям (ГТД) является снижение их массы для увеличения эксплуатационных характеристик, а также грузоподъемности летательных аппаратов, поэтому наиболее перспективными материалами для использования в конструкциях ГТД нового поколения являются сплавы на основе гамма-алюминидов титана, которые обладают сбалансированным комплексом служебных свойств (в частности, высокой удельной прочностью при комнатной и рабочей температурах) при практически в 2 раза меньшей плотности по сравнению с никелевыми сплавами, используемыми в конструкциях ГТД в настоящее время. Это вызывает необходимость разработки новых отечественных гамма-сплавов и эффективных технологий их приготовления и изготовления из них отливок, что и определяет актуальность данной работы.

Полученные в работе расчетные данные о фазовом составе многокомпонентных диаграмм в области гамма алюминидов титана использованы для разработки перспективных составов отечественных гамма-сплавов.

На основе проведенных экспериментальных исследований разработана эффективная технология, сочетающая процесс приготовления сплава с использованием лигатур тугоплавких металлов и литье заготовок в графитовые формы, изготовленные по цифровым технологиям. Показано, что полученный сплав-аналог по структуре и свойствам, в том числе высокотемпературным, сопоставим со сплавом-аналогом TNM-B1.

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на 2 российских и международных научных конференциях. По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ, в том числе 5 в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Особо следует отметить то, что результаты работы нашли отражение в учебном пособии («Фазовый состав многокомпонентных гамма-сплавов на основе алюминидов титана», Издательство ВИАМ, 2018 г, 348 с.) под общей редакцией академика РАН, профессора Каблова Е.Н. Издание данной книги стало возможным благодаря тому, что рукопись была признана

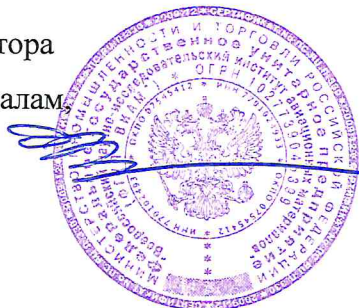
победителем одного из открытых конкурсов на создание монографий (учебных пособий) в области современного материаловедения, проводимых в ФГУП ВИАМ.

По работе имеются следующие замечания:

1. Автором предложено проведение ГИП-обработки литых образцов гамма-сплавов с последующим отжигом. При этом необходимость проведения отжига при 800 °С после ГИП-обработки не достаточно обоснована.
2. На изображениях микроструктуры сплава-аналога, представленных на рисунках 10-12, не указаны имеющиеся фазы.

Указанные замечания, тем не менее, не снижают общей научной ценности и практической значимости диссертационной работы. Диссертационная работа Дашкевич Н.И. «Исследование фазового состава и разработка новой технологии приготовления многокомпонентных сплавов на основе алюминидов титана с целью получения фасонных отливок с заданным комплексом служебных свойств» соответствует научной специальности 05.16.04. – Литейное производство, и представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, имеющую ряд важных научных и прикладных результатов, а также полностью удовлетворяет требованиям пунктов 9 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Дашкевич Нина Игоревна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04. – Литейное производство.

Заместитель Генерального директора
ВИАМ по металлическим материалам
кандидат технических наук,



В.В. Антипов

Дата подписания отзыва: « 13 » 06 2018 г.

105005, Россия, Москва, ул. Радио, д. 17

ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов"

Государственный научный центр РФ

Телефон: 8(499)261-69-72. E-mail: admin@viam.ru

Учёному секретарю диссертационного совета
Д 212.132.02 при Национальном исследовательском
технологическом университете «МИСиС»
к.т.н., доценту А.В.Колтыгину

119049, г.Москва, Ленинский пр-кт, д.6

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Дашкевич Н.И. « Исследование фазового состава и разработка новой технологии приготовления многокомпонентных сплавов на основе алюминидов титана с целью получения фасонных отливок с заданным комплексом служебных свойств», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – «Литейное производство»

Диссертационная работа Дашкевич Н.И. посвящена актуальной проблеме получения фасонных отливок с заданным комплексом служебных свойств из интерметаллидных сплавов на основе алюминида титана.

В работе при помощи современных методов компьютерного моделирования был изучен фазовый состав ряда многокомпонентных сплавов на базе алюминия и титана. Были построены политермические и изотермические сечения трёх-, четырёх- и пятикомпонентных систем, определены границы фазовых областей, температуры фазовых переходов, составы и количество фаз при заданных температурах, исследованы особенности неравновесной кристаллизации сплавов, установлено влияние отдельных элементов на величину неравновесного температурного интервала кристаллизации этих сплавов. Результаты исследования позволили определить составы перспективных сплавов на основе алюминия и титана, которые могут быть рекомендованы в качестве отечественных аналогов известным зарубежным сплавам как объекты импортозамещения.

В работе были также изучены особенности технологии приготовления исследуемых сплавов в индукционных печах. Показана возможность выплавки сплавов требуемого качества в вакуумных индукционных печах с холодным тиглем. Для этого необходимо, чтобы выплавка сплава велась в тигле с гарнисажем от предыдущей плавки. При этом снижается угар алюминия и обеспечивается более точное попадание в заданный химический состав, а также снижается расход металла в расчёте на единицу продукции.

Диссертантом были разработаны и исследованы лигатуры для введения в расплав тугоплавких элементов с высокой плотностью. Применение этих лигатур при выплавке исследуемых интерметаллидных сплавов обеспечивает полное усвоение вводимых в расплав элементов. Кроме того в работе была разработана литейная форма для изготовления отливок авиационных лопаток компрессора высокого давления. При расчёте литниковой системы использовали методы компьютерного моделирования литейных процессов.

Результаты диссертационной работы Дашкевич Н.И. обладают научной новизной и практической значимостью. Эффективность предложенных в работе технических решений подтверждается результатами экспериментальных плавок в условиях, приближенных к промышленным. Следует особо отметить, что все разработанные технические решения базируются на отечественном сырье, материалах и являются импротозамещающими.

Замечания по автореферату диссертации:

1. На стр.4 в разд. «Научная новизна», п.2 записано «Определены составы с **оптимальным** соотношением фаз ...», но математическая задача по нахождению оптимума для данного случая в работе не решалась.
2. На стр.4 в разд. «Научная новизна», п.3. диссертант говорит о применении **иодного** титана, но такого титана не бывает. По-видимому здесь идёт речь о применении **йодидного** титана.
3. Качество рисунков 1-5 оставляет желать лучшего.
4. Рис. 14 оформлен неаккуратно. На подрисуночной подписи ничего невозможно прочесть. На экспериментальных графиках отсутствуют доверительные интервалы.
5. В тексте автореферата имеются неудачно составленные фразы(стр.12, п.4), ошибки в написании слов (стр.11).

Данные замечания не снижают научной и практической ценности работы и не сказываются на основных её положениях и выводах. Диссертация Дашкевич Н.И. отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Дашкевич Нина Игоревна, заслуживает присвоения ей учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04. - «Литейное производство».

Профессор кафедры «Технология функциональных

и конструкционных материалов» ВлГУ, д.т.н.

И.В.Беляев

ПОДПИСЬ
НАЧАЛЬНИК
КАДРОВ
МАЛАХОВА М.И.

ЗАВЕРЯЮЩАЯ
УПРАВЛЕНИЕ
ВЛГУ
М.И.



ОТЗЫВ

На автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук «Исследование фазового состава и разработка новой технологии приготовления многокомпонентных сплавов на основе алюминидов титана с целью получения фасонных отливок с заданным комплексом служебных свойств», выполненный Дашкевич Ниной Игоревной

Газотурбинные двигатели постепенно становятся приоритетными в двигателестроении. Лопатки для турбин, изготовленные из интерметаллидных сплавов, позволяют существенно снизить металлоемкость двигателей, снизить уровень шума и достичь других положительных характеристик. Замена никелевых сплавов на литейные сплавы на основе гамма-алюминидов титана обеспечивает снижение массы лопаток почти в 2 раза и существенно снижает уровень напряжений в компрессоре.

Работа, направленная на разработку нового сплава, а тем более на разработку производства в России отливок из гамма-сплавов является актуальной.

Правильно сформулированные цель и задачи комплексного исследования, позволили сформулировать научную новизну работы: установлены фазовые превращения при равновесной и неравновесной кристаллизации, составы фаз при различных температурах и температуры фазовых переходов, а также определить влияние легирующих элементов на интервал кристаллизации гамма-сплавов; определены составы перспективных гамма-сплавов с оптимальными соотношениями имеющихся фаз, которые влияют на эксплуатационные их свойства; установлено влияние примесей в исходной титановой шихте на структуру гамма-сплавов.

Практическая ценность работы заключается в разработке импортозамещающей технологии получения гамма-сплава (Ti-Al), в определение лигатур для получения гамма-сплава, а так же предложен новый способ получения отливок, основанный на совмещении процесса приготовления сплава и литья в многократные графитовые формы, изготовленные по безмодельной технологии.

Необходимо отметить, что в работе количественный анализ фазового состава гамма-сплавов проведен расчетным путем-анализом тройных, четверных и пятерных систем на основе Ti-Al, позволивший оценить влияние легирующих элементов на конечный фазовый состав сплава.

Работа хорошо апробирована на различных научных конференциях, достаточно опубликована. В качестве замечаний можно отметить: перебор разрешенных страниц автореферата, не показан способ изготовления графитовых форм, но эти замечания не снижают ценности представленной работы.

Она является завершенной научно-квалификационной работой, которая направлена на совершенствование процесса литья гамма-сплавов, которые

могут быть использованы при производстве различных двигателей. Исследование соответствует требованиям ВАК РФ, а Дашкевич Нина Игоревна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 – «Литейное производство».

Зав. кафедрой технологии металлургии
и литейных процессов ФГБОУ ВО
«МГТУ им. Г.И. Носова» д.т.н, профессор

К.Н. Вдовин

