

ОТЗЫВ

официального рецензента диссертационную работу

Алимжановой Алии Маргулановны

на тему: **«Разработка перспективных сплавов на основе титана с высоким уровнем механических и технологических свойств»**,

представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов»

1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными общегосударственными программами

Большой интерес к титановым сплавам со стороны ученых и практиков во всем мире обусловлен комплексом их уникальных свойств, которые особенно ярко проявляются в области повышенных температур эксплуатации, а также в условиях действия агрессивных сред разного происхождения (выхлопные газы, отработанное топливо, продукты распада при крекинге углеводородов и др.). В тоже время в Республике Казахстан имеется богатая сырьевая база и проводится работа по созданию современного производства некоторых марок титановых сплавов. Особенно большим спросом пользуются на мировом рынке сложнолегированные титановые сплавы.

Диссертационная работа Алимжановой А.М. посвящена актуальной проблеме создания наиболее перспективных сложнолегированных сплавов на основе титана с высоким уровнем механических и технологических свойств. Сложность решения поставленной задачи для многокомпонентных систем на основе титана связана с известным фактом, что часто температурно-концентрационные зоны на фазовых диаграммах на основе титана имеют очень малую протяженность. В связи с этим, исследования должны иметь прецизионный характер.

Для повышения эффективности и снижения трудоемкости исследований по разработке новых сплавов диссертантом проведен анализ термодинамических методов расчета фазовых равновесий в металлических системах. Показано, что существующие в настоящее время методы прогноза перспективных сплавов, включая методы планирования эксперимента и распознавания образов, требуют большого количества вычислений и не гарантируют получение заданного структурного состояния и свойств сплавов. Среди существующих современных методов компьютерного моделирования, методов расчета и программного обеспечения определенное преимущество имеют «Thermo-Calc», базы данных TTTIAL1 ThermotechTiAl-basedAlloysDatabase. Они основаны на закономерностях физико-химических взаимодействий в многокомпонентных системах в области жидкого, жидко-твердого и твердого состояний. В связи с этим, в диссертационной работе обоснованно выбран термодинамический метод анализа соответствующая компьютерная программа "ThermoCalc" для расчета фазовых превращений и построения фазовых диаграмм многокомпонентных систем на основе титана.

Диссертационная работа выполнена в рамках научно-технической программы Государственного гранта КН МОН РК по проекту № 4521/ГФ4 - «Разработка перспективных титановых сплавов с высокой прочностью и технологичностью».

Расчеты фазовых превращений и построение изотермических и политермических разрезов фазовых диаграмм на основе титана, а также экспериментальные исследования по теме диссертации диссертантом были проведены в научно-исследовательской лаборатории КазНИТУ им. К.И. Сатпаева (Satpayev University) и в инжиниринговом центре «Инновационные литейные технологии и материалы» при НИТУ МИСиС (Российская Федерация, г. Москва).

2. Научные результаты и их обоснованность

В диссертационной работе получены ниже следующие новые научные результаты:

1. На основе анализа литературных данных и экспериментальных исследований, научно обоснованно выбраны оптимальные составы двойных лигатур на основе систем Nb-Al и Mo-Al, которые полностью отвечают всем требованиям, предъявляемым к лигатурным сплавам по физическим свойствам (плотности, температуре плавления, теплопроводности и теплоемкости) и используются в диссертационной работе для получения сложнолегированных сплавов титана; оптимальные составы лигатур обеспечивают введение основных легирующих элементов в расплав с максимальной эффективностью их усвоения за счет относительно невысокой температуры плавления и плотности лигатур;

2. Установлены оптимальные содержания легирующих элементов (алюминия, ниобия и молибдена), при которых обеспечивается устойчивое структурное состояние γ -фазы; получены новые однофазные сплавы системы Ti-Al-Nb-Mo со структурой стабильной γ -фазы, которые имеют высокий уровень механических, эксплуатационных и технологических характеристик;

3. С помощью программного продукта Thermo-Calc расчетным путем изучены фазовые превращения в многокомпонентных титановых сплавах системы Ti-Al-Nb-Mo и модельной системы Ti-Al-Mo-V-Zr, для которых обнаружено полное соответствие между расчетными и экспериментальными значениями границ температурно-концентрационных областей; с этой целью рассчитаны термодинамические параметры и построены изотермические и политермические разрезы соответствующих фазовых диаграмм систем Ti-Al-Nb-Mo и Ti-Al-Mo-V-Zr при содержаниях алюминия 41 и 43%;

4. По результатам расчетных и экспериментальных исследований диссертантом предложен новый однофазный титановый сплав состава Ti-43%Al-4%Nb-1%Mo и режимы его обработки; для стабилизации структурно-фазового состояния предлагаемого сплава и устранения пористости его структуры диссертантом предложен режим термомеханической обработки с последующим высокотемпературным отжигом;

5. Получены новые научные данные о фазовом составе, структуре и свойств нового опытного сплава на основе титана; установлено достаточно высокая стабильность его структуры и свойств при повышенных температурах эксплуатации.

3. Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата (научного положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений и выводов, рекомендуемых в диссертационной работе, подтверждается корректностью поставленных задач, грамотным использованием теоретических положений, применением всемирно

известной компьютерной программы расчета фазовых диаграмм. Степень обоснованности выводов сформулированных в диссертационной работе определяется полученными результатами. Сильной стороной диссертационной работы является применение термодинамического расчета и большой объем экспериментальных исследований. В работе изучены, рассчитаны и построены политермические и изотермические разрезы, а также проекции поверхностей ликвидуса и солидуссоответствующих многокомпонентных диаграмм состояния с помощью программного продукта Thermo-Calc. Получены многокомпонентные γ -сплавы титана системы Ti-Al-Nb-Mo изучены их структура, фазовый состав, механические и технологические свойства при комнатной и повышенных температурах.

Заключения и выводы, сформулированные в работе, достаточно обоснованы и достоверны, подтверждаются результатами расчетных и экспериментальных исследований, а также ссылками на собственные публикации и литературные источники других авторов.

4. Степень новизны каждого научного результата (положения), выводов соискателя, сформулированных в диссертации

В диссертации впервые изучены закономерности фазовых превращений в сплавах системы на основе титана в области концентраций легирующих компонентов, близких к составам нового титанового γ -сплава TNM и широко используемого в промышленности псевдо α -сплава BT20L.

Впервые изучены закономерности фазовых превращений в титановых сплавах и расчетным путем с использованием компьютерной программы Thermo-Calc построены политермические и изотермические разрезы, а также проекции поверхностей ликвидуса и солидуса фазовых диаграмм многокомпонентных систем Ti-Al-Nb-Mo и Ti-Al-Mo-1V-Zr. Предложены оптимальные химические составы, режимы плавки, литья и термической обработки нового сплава Ti-43%Al-4%Nb-1%Mo. Выбран оптимальный режим термической и деформационной обработки, обеспечивающий минимальную пористость и повышенные значения механических свойств нового сплава при температурах эксплуатации.

5. Оценка внутреннего единства полученных результатов

Результаты диссертационной работы обладают внутренним единством. Все разделы направлены на решение проблемы в создание и получение перспективных титановых сплавов.

6. Практическая и теоретическая значимость научных результатов

Методы исследования многокомпонентных металлических систем с использованием программы Thermo-Calc универсальны, используются для определения состава и оптимального содержания легирующих компонентов, которые обеспечивают заданное структурно-фазовое состояние и свойства многокомпонентных титановых сплавов.

Результаты проведенных научных исследований и разработок направлены на решение актуальных практических задач по разработке технологии получения и обработки титановых сплавов. В диссертационной работе разработана технология получения однофазных гамма - сплавов с использованием лигатур Mo-Al и Nb-Al. Оптимальные составы лигатур обеспечивают введение основных легирующих элементов в расплав с максимальной эффективностью их усвоения за счет относительно невысокой температуры плавления и плотности лигатур.

Результаты работы используются в лекционных курсах для студентов и магистрантов специальности «Материаловедение и технология новых материалов».

7. Подтверждение достаточной полноты публикации основных положений, результатов, выводов и заключения диссертации

Основные научные положения, результаты исследований и выводы Алимжановой А.М. апробированы и опубликованы в 10 печатных работах. Из них 5 статей: 2 статьи в журналах, входящих в базу данных Web of Science Core Collection (IF-0.215 (Metal Science and Heat Treatment) и базу Scopus IF- 0.790 (The Physics of Metals and Metallography), 3 статьи в изданиях, рекомендованных ККСОН МОН РК, 4 – в материалах международных и республиканских конференции, в том числе 1 в материалах зарубежной конференции и одним Патентом РК.

Полнота публикации основных положений соответствует формальным требованиям, предъявляемым к диссертации PhD.

8. Соответствие аннотации содержанию диссертации

Аннотация диссертационной работы полностью соответствует содержанию диссертации и отражает все необходимые аспекты научной работы.

9. Замечания и предложения по диссертации

- 1) Излишне подробно описана методика рентгенофазового анализа.
- 2) Имеются грамматические опечатки и редакционные неточности.
- 3) В пункте «Актуальность темы» введения следует отметить истоки происхождения проблемы - почему необходимо заниматься указанной тематикой исследований?
- 4) Литературный обзор, представленный в главе 1, не последовательный, имеет множество ошибок и требует редакции.

В целом, эти замечания и предложения носят уточняющий пояснительный характер, не умаляют научную и практическую значимость диссертационной работы, достоинства которой очевидны. Диссертация имеет большой прикладной потенциал, выполнена на высоком научно- методическом уровне.

10. Соответствие содержания диссертации в рамках требований Правил учёных степеней

Диссертация является квалификационной работой, которая содержит новые научно-обоснованные результаты по разработке перспективных многокомпонентных титановых сплавов с высоким уровнем механических и технологических свойств. Тема работы актуальна, поскольку возникла необходимость замены дорогостоящих, с высокой плотностью никелевых сплавов на более дешёвые титановые, с повышенной удельной прочностью и стойкостью при работе в агрессивных средах.

Диссертация Алимжановой А.М. «Разработка перспективных сплавов на основе титана с высоким уровнем механических и технологических свойств» обладает научной новизной, практической значимостью и соответствует требованиям, предъявляемым к PhD диссертациям.

Решаемая в работе задача соответствует уровню научно-прикладных исследований в области материаловедения и технологии новых материалов. Обоснованность основных положений работы и достоверность полученных результатов не вызывает сомнения, так как они получены с использованием комплекса различных методов исследования, которые дополняют и подтверждают друг друга.

По содержанию полученного материала, его анализа и объему диссертационная работа Алимжановой А.М. «Разработка перспективных сплавов на основе титана с высоким уровнем механических и технологических свойств» соответствует требованиям заслуживает присуждения ученой доктора PhD по специальности 6D071000 – Материаловедение и технология новых материалов.

Официальный рецензент
Доктор технических наук, профессор
Директор филиала РГП «НЦ КПМС РК»
«ХМИ им. Ж.Абишева»



С.О. Байсанов