

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Пожога Оксаны Зияровны

«Закономерности формирования фазового состава и структуры в жаропрочном сплаве на основе интерметаллида титана ВТИ-4 при термической и термоводородной обработках», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01- Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Актуальность

Диссертационная работа посвящена изучению влияния различных режимов термической и термоводородной обработки на фазовый состав, структуру и свойства жаропрочного титанового сплава на основе интерметаллида титана Ti_2AlNb .

Сплавы на основе интерметаллида титана Ti_2AlNb обладают более высокой технологической пластичностью по сравнению со сплавами на основе других алюминидов титана Ti_3Al и $TiAl$. Несмотря на более высокую плотность, отдельные механические свойства орторомбических алюминидов титана превосходят свойства сплавов на основе титана при температурах 550-600°C, а при температурах 650-750°C орто-сплавы могут применяться взамен жаропрочных сталей благодаря более высокой удельной прочности и жаропрочности.

Для формирования в орто-сплавах многофазных структур и достижения требуемого комплекса свойств необходимо применение оптимальных режимов термомеханической и термической обработок. Однако для сплавов на основе упорядоченных структур характерны ограниченные возможности повышения пластических свойств полуфабрикатов традиционными методами термической обработки. Эффективным способом повышения технологических свойств полуфабрикатов титановых сплавов разных классов является применение обратимого легирования водородом.

Однако о каком-либо практическом применении водородных технологий для получения различного рода полуфабрикатов и разработки режимов термоводородной обработки орто-сплавов практически нет сведений. Поэтому установление закономерностей формирования фазового состава, структуры и свойств жаропрочного титанового сплава на основе интерметаллида Ti_2AlNb при термической и термоводородной обработках, исследование фазовых равновесий в системе сплав-водород, а также изменений фазового состава и структуры в водородсодержащем сплаве при различных видах термического и деформационного воздействия следует признать актуальной и своевременной задачей.

Несомненным достоинством работы является тот факт, что в ней исследована вся технологическая цепочка производства полуфабрикатов из сплава ВТИ-4, начиная от выплавки слитка и заканчивая финишной термической (или термоводородной) обработкой деформированного полуфабриката. Данная работа еще раз демонстрирует, каким мощным средством воздействия на структуру и свойства титановых сплавов является термоводородная обработка.

Научная новизна

1. Установлено, что дополнительное легирование водородом сплава ВТИ-4 приводит к снижению термодинамической устойчивости $B2$ -фазы, ее разупорядочению, инициирует $\beta \rightarrow \alpha_2$ -превращение и способствует повышению стабильности O -фазы. Показано, что наводороживающий отжиг до 0,3-0,4 масс.% сплава ВТИ-4 приводит к стабилизации при комнатной температуре однофазного O -состояния. Построен участок температурно-концентрационной диаграммы системы сплав ВТИ-4 – водород в интервале концентраций водорода от 0,006 до 0,4 масс.% и температур 800-1200°C, определяющий границы фазовых областей в этой системе.

2. Показано, что предпочтительные места выделения интерметаллидных фаз зависят от содержания водорода в сплаве ВТИ-4: при 0,2 масс.% водорода образование частиц O - и α_2 -фаз происходит

преимущественно по границам исходных β -зерен, а при 0,3 и 0,4 масс.% водорода – преимущественно по телу β -зерна.

3. Установлено, что при содержании в сплаве ВТИ-4 0,4 масс.% водорода $\beta \rightarrow \alpha$ превращение протекает с большим объемным эффектом (от 2 до 6%), что способствует накоплению дефектов кристаллического строения. При температурах выше 1050°C в частицах α -фазы протекают процессы полигонизации и сфероидизации, и образуется структура, близкая к глобулярной.

Практическая значимость

В диссертации получен целый ряд результатов, имеющих важное практическое значение:

1. Доказана возможность использования временного легирования водородом для повышения технологической пластичности сплава ВТИ-4. Показано, что введение в сплав водорода на 30-35% уменьшает максимальное усилие деформации при осадке.

2. Разработан режим двухступенчатого отжига интерметаллидного титанового сплава ВТИ-4, включающий нагрев до температуры 980°C, медленное охлаждение до 850°C, изотермическую выдержку при этой температуре в течение 6 часов и последующее охлаждение на воздухе до комнатной температуры, позволивший создать регламентированную структуру, обеспечивающую значения прочности на уровне 1000 МПа и пластичности 10%.

3. Разработан режим упрочняющей термической обработки интерметаллидного титанового сплава ВТИ-4, включающий нагрев до температуры 980°C, охлаждение на воздухе до комнатной температуры, последующий нагрев до 800°C с изотермической выдержкой при этой температуре в течение 6 часов, позволивший создать мелкодисперсную структуру, обеспечивающую значения прочности на уровне 1170 МПа и пластичности 3%.

Достоверность полученных результатов

Все результаты получены на поверенном оборудовании с использованием лицензионного программного обеспечения, испытания и

измерения проводились в соответствии с требованиями ГОСТ, достоверность результатов подтверждается хорошим совпадением экспериментальных данных и теоретических расчетов, использованием методов математической статистики при обработке результатов.

Замечания

1. В диссертации указано, что результаты экспериментов были обработаны методами математической статистики (стр. 83). Однако в методической части работы, к сожалению, не отмечено, сколько измерений проводили на один режим испытаний. На графиках, отражающих результаты экспериментальных исследований, желательно было показать экспериментальные точки вместе с доверительными интервалами. Это способствовало бы большей убедительности выводов автора. Кроме этого необходимо отметить, что не все возможности статистического анализа были использованы.

2. В диссертации исследована микроструктура сплава ВТИ-4 в различных состояниях, но сравнительный анализ целесообразно было провести на основе количественных микроструктурных исследований.

3. В диссертации желательно было бы привести не только обоснование технологических режимов получения прутка из сплава ВТИ-4, но и перечислить возможные перспективные области использования данного материала и разработанных технологий для конкретных деталей.

4. В тексте диссертации есть опечатки (например, на стр. 95 рис. 3.5 указан вместо 3.6; на стр. 99 табл. 3.3 вместо 3.6 и т.п.); не все рисунки имеют ясные подрисуночные подписи.

Сделанные замечания носят частный характер и не снижают общей высокой оценки диссертации.

Заключение:

В целом представленная диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные

технические и технологические решения: разработаны режимы двухступенчатого отжига и упрочняющей термической обработки интерметаллидного титанового сплава ВТИ-4, обеспечивающие необходимые свойства; доказана возможность использования временного легирования водородом для повышения технологической пластичности сплава ВТИ-4.

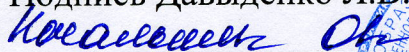
Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на 12 научно-технических конференциях, опубликованы в 24 печатных работах, в том числе в 13 статьях в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК. Результаты диссертационной работы могут быть использованы в области технологии получения изделий из интерметаллидного титанового сплава ВТИ-4.

Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Пожого Оксана Зияровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 - Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

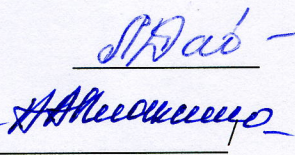
Давыденко Людмила Васильевна,
доцент кафедры «Материаловедение»
Московского политехнического университета,
к.т.н., доцент

Подпись Давыденко Л.В. удостоверяю.









107023, г. Москва, Б. Семеновская, д. 38.
ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет»
Электронный адрес: mospolytech@mospolytech.ru
Телефон: 8-495-223-05-23