

Отзыв

официального оппонента к.т.н. Ашмарина Артема Александровича на диссертационную работу Грушина Ивана Алексеевича «Влияние легирования редкоземельными металлами на структуру и свойства α - и псевдо α – титановых сплавов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

На отзыв представлены автореферат и диссертационная работа объемом 166 страниц машинописного текста, включая 72 рисунка и 23 таблицы. Работа состоит из введения, пяти глав (гл. 1 «Состояние вопроса», гл. 2 «Объекты и методы исследования», гл. 3 «Фазовый состав, структура и физико-механические свойства сплавов системы Ti-6Al-Sc и сплавов Ti-20Sc и Ti-7Al-8Si», гл. 4 «Влияние микролегирования гадолинием на структуру и свойства опытного жаропрочного титанового сплава Ti-6,5Al-4Zr-2,4Sn-0,95Nb-0,7Mo-0,2Si», гл. 5 «Влияние гадолиния на структуру и свойства сварных соединений из опытного сплава Ti-6,5Al-4Zr-2,4Sn-0,95Nb-0,7Mo-0,2Si»), выводов и списка цитируемой литературы, содержащего 125 ссылок.

1. Актуальность темы диссертационной работы

Для создания современных летательных аппаратов важнейшим требованием является снижение массы и габаритов их узлов. Одним из вариантов достижения этой цели является разработка, хорошо зарекомендовавших себя в авиационной и ракетной промышленности, сплавов на основе титана, легированных элементами замещения с меньшими, чем у титана, атомными массами, и растворимыми в титане в твердом состоянии. Другой вариант – совершенствование существующих сплавов путем микролегирования для повышения их эксплуатационных свойств. Существенные результаты в этом направлении могут быть достигнуты при использовании в качестве легирующих элементов РЗМ. Особый интерес к легированию РЗМ вызван их способностью сильно влиять на структуру и свойства при микролегировании. Однако влияние микролегирования РЗМ на структуру и свойства титановых сплавов, особенно жаропрочных, изучены не достаточно.

В связи с этим диссертационная работа, в которой исследовано влияние РЗМ на структуру и свойства α - и псевдо α – титановых сплавов, для улучшения их удельных эксплуатационных характеристик является своевременной и актуальной.

2. Общая характеристика работы.

Во введении автор диссертационной работы обосновывает актуальность работы для авиационной и ракетной промышленности, формирует цель работы и задачи для её достижения.

Автором проанализировано «формирование» плотности в титановых сплавах и пути её снижения, дана характеристика жаропрочных титановых сплавов и влияние РЗМ, в частности Sc и Gd, на свойства Ti. Обзор литературы показывает, что автор диссертационной работы в достаточной мере владеет анализом научно-технической

литературы по теме исследования и способен выбрать обоснованные методы решения поставленных задач.

Автором исследовано влияние различного количества Sc на структуру и свойства Ti и сплава Ti-6Al, на основании полученных данных построен политермический разрез тройной диаграммы состояния Ti-6Al-Sc в интервале концентраций Sc от 0 до 10 мас. % и температур от 800 до 1100° C, подобраны режимы ТУ, позволяющие корректировать значение прочности в диапазоне 1010-1060 МПа и пластичности в диапазоне 2-6%, удельной прочности в диапазоне от 24,5 до 25,7 км для сплава Ti-6Al-10Sc. Причем при прочности 1060 МПа и относительном удлинении 2 % плотность сплава оказалась на 5 % меньше чем у ВТ6, что позволило повысить удельную прочность сплава на 14 % при той же обработке.

Автором показано положительное влияние микролегирования жаропрочного титанового сплава Ti-6,5Al-4Zr-2,4Sn-0,95Nb-0,7Mo-0,2Si гадолинием, в частности уменьшение глубины альфированного слоя с 110 до 70 мкм и увеличение циклической долговечности на 30 %.

Автор диссертационной работы продемонстрировано положительное влияние на структуру и свойства сварных соединений из опытного сплава Ti-6,5Al-4Zr-2,4Sn-0,95Nb-0,7Mo-0,2Si легированного гадолинием, и улучшение характеристик сварного шва при аргонно-дуговой сварки расходуемым электродом с 0,05 и 0,2 мас. % Gd.

Выбор используемых методов исследования и интерпретация полученных результатов указывают на фундаментальную подготовку автора, и не вызывают сомнений. Полученные им результаты носят оригинальный характер.

Автореферат, 17 публикаций, 6 из которых опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендуемых ВАК, и изданиях, включенных в базу данных Scopus полностью отражают основное содержание диссертационной работы.

3. Научная новизна.

Впервые построен политермический разрез тройной диаграммы состояния Ti-6Al-Sc в интервале концентраций Sc от 0 до 10 мас. % и температур от 800 до 1100° C, показано, при легировании Sc на каждые 2 мас. % приходится снижение плотности в среднем на 0,025 г/см³.

Установлено различное влияние микролегирования гадолинием на структуру и свойства опытного жаропрочного титанового сплава Ti-6,5Al-4Zr-2,4Sn-0,95Nb-0,7Mo-0,2Si в литом и деформированном состоянии.

Установлено, что легирование сплава Ti-6,5Al-4Zr-2,4Sn-0,95Nb-0,7Mo-0,2Si 0,2 мас. % Gd не оказывает влияния на предпочтительные места выделения силицидов, но в 1,5-2 раза уменьшает размер их частиц.

Установлено, что введение 0,05 и 0,2 мас. % Gd в сплав Ti-6,5Al-4Zr-2,4Sn-0,95Nb-0,7Mo-0,2Si существенно не влияет на размер зерен β-фазы в сварном шве листовых полуфабрикатов, при сварке нерасходуемым электродом. При АД сварке листов сплава Ti-

6,5Al-4Zr-2,4Sn-0,95Nb-0,7Mo-0,2Si расходуемым электродом из сплава Ti-6,5Al-4Zr-2,4Sn-0,95Nb-0,7Mo-0,2Si с 0,05 и 0,2 мас. % Gd размер зерен β -фазы в сварном шве уменьшается в 4-5 раз.

4. Достоверность полученных результатов.

Достоверность полученных в диссертационной работе результатов подтверждается проведением большого объема экспериментальных работ и применением современных методов исследования, а также сравнением полученных данных с данными имеющимися в отечественной и зарубежной технической литературе; признанием научной общественностью публикаций в научно-технических журналах. Всё это дает основание считать выводы диссертационной работы обоснованными и достоверными.

5. Практическая значимость работы.

Доказана возможность измельчения внутрезеренной литой структуры при легировании жаропрочного псевдо- α Ti сплава 0,2 мас. % Gd.

Разработан режим ТО сварных соединений из опытного жаропрочного сплава Ti-6,5Al-4Zr-2,4Sn-0,95Nb-0,7Mo-0,2Si с 0,2 мас. % Gd, позволяющий повысить предел прочности сварного соединения на 30% и увеличить относительное удлинение на 8 %.

Разработан технологический процесс по ТМО опытного сплава Ti-6Al-10Sc, позволяющий получить кованный полуфабрикат не уступающий по свойствам плите из ВТ6, а по удельным характеристикам превосходящий его.

6. Замечания по диссертационной работе.

1. На мой взгляд работе придали бы «законченности» рассчитанные для разработанных выплавленных сплавов эквиваленты.

2. Почему не приведено сравнение опытного жаропрочного сплава Ti-6,5Al-4Zr-2,4Sn-0,95Nb-0,7Mo-0,2Si легированного Gd со сплавом близким по составу ВТ18У?

3. С. 67 1 абзац «...которое обеспечило бы плотность на 5 %ниже...» почему именно на 5 %?

4. С. 73 рис. 3.5 (б), рис. 3.6 (б), рис. 3.7 (б), с. 85 рис. 3.16 и 3.18, с. 107 3.38 а) у дифрактограмм нет осей.

5. Примерно во сколько раз сплав системы Ti-6Al-Sc, по свойствам близкий к ВТ6, но с плотностью на 5 % ниже дороже сплава ВТ6?

7. Заключение

Отмеченные замечания носят рекомендательный характер или вызваны тех. ошибками и не снижают высокого научного и технологического уровня работы. Диссертационная работа Грушина И. А. является законченной научно-исследовательской работой, в которой в результате комплексных исследований разработан и опробован новый способ

легирования Ti сплавов перспективный для авиационной и ракетной промышленности. Учитывая новизну и актуальность проведенных исследований, теоретическую и практическую значимость результатов, считаю, что диссертационная работа Грушина И. А. на тему «Влияние легирования редкоземельными металлами на структуру и свойства α - и псевдо α – титановых сплавов», по своему объему, теоретическому и практическому уровню, новизне, достоверности и важности полученных результатов соответствует паспорту специальности «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» и требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 года № 335. Она, несомненно, должна быть оценена как научно-квалификационная работа, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для науки, а также изложены научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны. Автор диссертационной работы, Грушин Иван Алексеевич, безусловно, заслуживает присвоения ему искомой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Ашмарин Артем Александрович, к.т.н.



Специальность: 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, лаб. №4

Должность: старший научный сотрудник.

Адрес: 119334, г. Москва, Ленинский пр-кт, д. 49

Электронная почта: imet@imet.ac.ru, ashmarin_artem@list.ru

Приемная тел.: +7 (499) 135-2060

Подпись А. А. Ашмарина ЗАВЕРЯЮ
нач. отдела кадров Г. А. Корочкина

