

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лиджиева Арсланга Алексеевича
«Использование водородных технологий для управления структурой,
технологическими и эксплуатационными свойствами высокомодульного
титанового сплава медицинского назначения», представленной на соискание
учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1.

Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов (технические науки)

Диссертация Лиджиева Арсланга Алексеевича посвящена актуальной проблеме повышения показателей технологичности при обработке давлением и резанием высокомодульных титановых сплавов. Проведено исследование влияния режимов термоводородной и вакуумной ионно-плазменной обработок на фазовый состав, структуру, а также технологические и эксплуатационные свойства опытного титанового сплава Ti-8,7Al-1,5Zr-2Mo. По результатам исследований была разработана комплексная технология изготовления и обработки изделий медицинского назначения из высокомодульных титановых сплавов.

Полученные результаты и сформулированные научные положения, выносимые на защиту, имеют научную и практическую значимость.

К наиболее важным научным результатам диссертации можно отнести следующие:

- 1) установлены закономерности влияния термобарических и концентрационных параметров наводороживающего отжига на фазовый состав и структуру опытного высокомодульного титанового сплава Ti-8,7Al-1,5Zr-2Mo. Показано, что повышение давления водорода с 100 до 130 кПа при наводороживающем отжиге до концентраций (0,2 – 0,6) % и температуре 850 °С приводит к структурной неоднородности по сечению заготовок с формированием в их поверхностных слоях крупной α -фазы пластинчатой морфологии;

2) изучено влияние температуры вакуумного отжига на закономерности процессов структурообразования в исследуемом опытном титановом сплаве, предварительно легированном водородом. В частности, показано, что проведение вакуумного отжига на цилиндрических заготовках с исходной концентрацией водорода 0,4 мас. % при температуре 950 °С приводит к формированию градиентной ($\alpha+\beta$)-структуры с глобулярной α -фазой размером (6 – 9) мкм на поверхности и крупнопластинчатой α -фазой в сердцевине. Снижение температуры вакуумного отжига приводит к выравниванию структуры по сечению образца и формированию более дисперсной глобулярной α -фазы размером менее 2 мкм;

3) установлены термосиловые режимы изотермической штамповки заготовок рашпелей из сплава Ti-8,7Al-1,5Zr-2Mo, дополнительно легированного водородом. Методом компьютерного математического моделирования определено, что максимальное усилие штамповки для опытного сплава, легированного 0,6 мас. % водорода, составило 7,7 МН, что сопоставимо с аналогичным технологическим параметром для сплава ВТ6, полученного по промышленной технологии;

4) определено влияние режимов термоводородной обработки на термосиловые параметры резания заготовок из сплава Ti-8,7Al-1,5Zr-2Mo. Установлено, что основными факторами, приводящими к изменению силы резания наводороженных заготовок из опытного сплава являются увеличение содержания алюминия в α -фазе и выделение вторичной α'' -, упорядоченной α_2 - и гидридной TiH_x-фаз. Показано, что наименьшие силы резания характерны для образцов из опытного сплава с 0,6 мас. % водорода и образцов с глобулярной ($\alpha+\beta$)-структурой после вакуумного отжига при (800 – 900) °С. В то же время, наличие в структуре сплава с 0,6 мас. % водорода гидридных фаз приводит к увеличению температуры в зоне резания;

5) определено влияние вакуумной ионно-плазменной обработки на ударную вязкость образцов из сплава Ti-8,7Al-1,5Zr-2Mo, предварительно подвергнутых термоводородной обработке. Показано, что проведение ионно-плазменного азотирования в целом негативно сказывается на показателях ударной вязкости исследуемого сплава, снижая её значения в (1,5 – 2,5) раза.

В качестве наиболее значимых практических результатов работы стоит отметить разработку схемы комплексной технологии получения и обработки

заготовок рашпелей из высокомодульного сплава Ti-8,7Al-1,5Zr-2Mo для ортопедических операций эндопротезирования, включающей наводороживающий отжиг, изотермическую штамповку по режимам, применяемым для штамповки ножек эндопротезов, обработку резанием в наводороженном состоянии, вакуумный отжиг, чистовую механическую обработку и вакуумное ионно-плазменное азотирование. Показано, что разработанные технологические рекомендации позволяют обеспечить удовлетворительный уровень механических и эксплуатационных свойств изделия и были использованы АО «Имплант МТ» при разработке конструкций и технологий производства ортопедических инструментов из титановых сплавов.

Достоверность полученных в диссертации результатов обеспечена применением современных методов исследования и подтверждается большим объемом и хорошим совпадением экспериментальных данных, а также апробацией материалов диссертации на международных научных конференциях.

Несмотря на перечисленные достоинства, в качестве замечаний к работе можно отнести следующие:

1) из текста автореферата неясно, проведена ли апробация разработанных технологических режимов ТВО, отработанных на образцах сплава Ti-8,7Al-1,5Zr-2Mo, вырезанных из прутка \varnothing 22 мм, для реализации их на заготовках, предназначенных для изготовления крупногабаритного инструмента для травматологии и ортопедии, с целью формирования необходимого структурно-фазового состояния материала по всему сечению таких заготовок;

2) в тексте автореферата подробно рассмотрены проведенные исследования по влиянию концентрационного параметра наводороживающего отжига на фазовый состав, структуру и ряд свойств исследуемого сплава. В связи с этим, было бы целесообразно привести данные компьютерного моделирования изотермической штамповки заготовок рашпелей, легированных не только до 0,6 мас. % водорода, но и до других рассматриваемых в работе концентраций;

3) в автореферате целесообразно было бы привести фотоизображения, подтверждающие сделанные по результатам фрактографического анализа заключения о характере разрушения образцов при испытаниях на ударную вязкость.

Указанные замечания не снижают практической значимости диссертации, которая выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет всем требованиям

пп. 9 – 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, а ее автор – Лиджиев Арсланг Алексеевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов (технические науки).

Начальник лаборатории
измерений и испытаний
АО «ЦИТО»
кандидат технических
наук (05.16.01), доцент



/ Д.А. Дзунович

Подпись начальника лаборатории измерений и испытаний, кандидата технических наук, доцента Дзуновича Д.А. удостоверяю.

Начальник отдела кадров



/ О.В. Исакова

Акционерное общество «ЦИТО»
127299, Россия, г. Москва, вн. тер.
г. муниципальный округ Коптево,
ул. Приорова, д. 10, стр. 7
Тел.: (495) 450-66-22
E-mail: info@cito-pro.ru

