

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Зайнетдиновой Гульнары Тахировны
на тему «Влияние химического состава, термической и химикотермической
обработок на износостойкость псевдо β -титановых сплавов», представленную на
соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности
2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Актуальность темы диссертации

Общеизвестно, что титан и сплавы на его основе плохо работают на износ и в настоящее время не используются для изготовления деталей, работающих в условиях трения.

Однако, титановые сплавы благодаря их высокой удельной прочности и высокой коррозионной стойкости и способности работать при повышенных температурах безусловно нашли бы свое место в перспективных изделиях, если бы было найдено решение повышения антифрикционных характеристик изделий и снижения трения между поверхностями.

Тем не менее потребность промышленности в эффективных титановых подшипниках велика, но для этого необходимо решить проблемы с обеспечением равномерного движения вращательного характера без износа, эти детали должны обладать повышенной точностью, низким коэффициентом трения, выдерживать высокую частоту вращения и сохранить все преимущества титановых сплавов в широком диапазоне температур.

Поэтому исследование влияния термической и химикотермической обработок на объемную и поверхностную структуру псевдо β -титановых сплавов, их твердость и износостойкость, а также возможность применения вакуумной ионно-плазменной обработки для реализации задачи создания титановых подшипников, является актуальной научной и практической задачей.

Общая характеристика работы

В представленной на защиту работе достаточно подробно описываются современные материалы, технические и технологические решения для подшипников качения с точки зрения материаловедческих и конструктивных особенностей применения титановых сплавов. Технологии как объемного, так и поверхностного упрочнения полуфабрикатов из титановых сплавов.

Большое внимание уделено влиянию таких факторов, как химический состав, пластическая деформация, температура старения и нагрева под закалку на структуру и свойства псевдо β -титановых сплавов.

Тщательно изучены вопросы влияния режимов вакуумной ионно-плазменной обработки (азотирования и нанесения нитрида титана) на объемную и поверхностную структуру, на изменение твердости, на формирование фазового состава и триботехнические характеристики изделий из псевдо β -титановых сплавов

Наиболее важные научные результаты:

1. Установлены закономерности влияния химического и фазового состава, поверхностной и объемной структуры на твердость псевдо β -титановых сплавов при различных режимах термической и вакуумной ионно-плазменной обработок и обеспечивающих высокий уровень триботехнических характеристик.
2. Обоснование алгоритма выбора системы легирования для создания титановых сплавов с высокой твердостью. Показано, что для этого лучше всего подходят псевдо β -сплавы, а для получения максимального упрочнения молибденовый эквивалент должен находиться в пределах 12-14.
3. Предложен новый псевдо β -титановый сплав - Ti-6Al-4V-1Mo-1Cr-3,5Fe-2Sn-2Zr, который при тех же технологических свойствах обладает уровнем твердости на 2 – 4 единицы HRC больше, чем у серийных промышленных титановых сплавов.
4. Определены режимы термообработки, в частности, тот факт, что оптимальные температуры нагрева псевдо β -титановых сплавов под закалку должны быть на 30-50°C ниже температуры полиморфного превращения, что позволяет сохранить в структуре небольшое количество частиц первичной α -фазы и исключить рекристаллизацию β -фазы.
5. После проведения вакуумной ионно-плазменной обработки, совмещающей процессы азотирования и нанесения нитрида титана, образуется беспористое покрытие, исключающее скалывание и показавшее хорошие результаты при испытаниях на трение.

Практическая значимость работы

К наиболее значимым практическим результатам диссертационной работы можно отнести следующие:

1. В работе установлено, что сочетание упрочняющей термической и вакуумной ионно-плазменной обработок, включающее закалку, старение, азотирование и нанесение покрытия из нитрида титана, позволяет создать в псевдо β -титановых сплавах структуру, обеспечивающую высокую твердость и износостойкость.
2. Разработан режим упрочняющей термической обработки для псевдо β -титановых сплавов (нагрев на 30-50 C ниже температуры полиморфного превращения с последующей закалкой в воде и старение при температуре 475 C в течение 25 ч), что позволило получить объемную твердость 49-53 ед. HRC.
3. Предложенный режим вакуумной ионно-плазменной обработки, включающий азотирование с последующим нанесением нитридного покрытия, позволил создать в поверхностных слоях структуру, которая повысила твердость с 500 до 1200HV 0,05 и в 10 раз снизила износ при испытании на трение в паре со стальным ШХ15 и керамическим ZrO₂ контртелами. Этот технологический режим уже использован ООО «Дона-М» при обработке медицинских изделий, что подтверждается соответствующим актом.

Достоверность полученных результатов обеспечена использованием поверенного и сертифицированного оборудования с использованием лицензионного программного обеспечения; проведением исследований и

испытаний в соответствии с требованиями научно-технической документации, действующей на территории Российской Федерации (ГОСТ); хорошим совпадением экспериментальных данных и теоретических расчетов, использованием методов математической статистики при обработке результатов.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, апробированы на 5-ти научно-технических конференциях, опубликованы в 13 печатных работах, из них 8 статей в изданиях, входящих в перечень ВАК и 5 в журналах, включенных в международные системы цитирования.

Автореферат и опубликованные работы полностью отражают содержание диссертации.

Замечания:

1. В п.1. Научной новизны написано, что «обоснован выбор системы легирования для создания сплавов на основе титана с высокой твердостью», а в п.5. «Доказано, что химический состав не оказывает существенного влияния на износостойкость псевдо β - титановых сплавов». Если оба утверждения верно, нет ли здесь противоречия?

2. В названии п. 4.1 «Влияния температуры нагрева и времени выдержки на изменение твердости псевдо β -титановых сплавов», видимо, пропущено «под закалку».

3. На всех графиках отсутствуют доверительные интервалы, хотя и указывается, что «экспериментальные данные обрабатывали методами математической статистики».

4. В работе указывается, что «нагрев образцов под закалку проводился в высокотемпературной электропечи СНОЛ 2.2,5.2/12,5-И1 (до 1250°C) с воздушной атмосферой, для старения – в электропечи СНОЛ - 2.2,5.1,8/10-ИЗ (до 1000°C) с воздушной атмосферой», но не упоминается газонасыщенный / альфированный слой. Ни как он образуется/удаляется, ни как он влияет на твердость поверхности, ни на процессы при ионно-плазменной обработке, включающей и азотирование, и нанесение нитридного покрытия.

5. В Глава 5 стр.145, написано, что «Полученный по промышленной технологии полуфабрикат должен быть подвергнут не полному, а частичному отжигу или отжигу для снятия напряжений, чтобы сохранить в структуре повышенную плотность дефектов кристаллического строения, в первую очередь дислокаций.» Вопрос: может быть вообще не проводить отжиг или если проводить, то как оценить «сохранность плотности дефектов кристаллического строения».

Сделанные замечания не снижают положительной оценки работы. Выводы, сделанные в работе, не вызывают сомнений и могут быть использованы в дальнейших исследованиях износостойкости псевдо β -титановых сплавов.

Заключение

Диссертационная работа Зайнетдиновой Гульнары Тахировны выполнена на высоком научно-техническом уровне. Она представляет собой законченную

научно-квалификационную работу, в которой на основе изучения влияния химического состава, фазовых и структурных превращений, происходящих в псевдо β -титановых сплавах при термической и химико-термической обработках, разработаны технологические режимы их обработки, обеспечивающие высокий уровень их триботехнических характеристик.

По научному уровню полученных результатов, 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, Зайнетдинова Гульнара Тахировна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Официальный оппонент,
кандидат технических наук, доцент,
генеральный директор
Некоммерческого партнерства
«Цент по развитию Цинка»



Полькин Владислав Игоревич

18.11.2024

Тел.: +7-926-115-0739

E-mail: polkin@zdc.ru

Адрес организации: 121108, Москва, Рублевское ш. д.9, оф.8