

ОТЗЫВ

научного руководителя, д.т.н., профессора Скворцовой Светланы Владимировны о диссертационной работе Зайнетдиновой Гульнаны Тахировны «Влияние химического состава, термической и химикотермической обработок на износостойкость псевдо β -титановых сплавов», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Диссертационная работа Зайнетдиновой Г.Т. посвящена решению актуальной задачи – исследованию влияния термической и химикотермической, включающей вакуумное ионно-плазменное азотирование и/или нанесение нитридного покрытия, обработок на объемную и поверхностную структуру титановых сплавов псевдо β -класса, твердость и износостойкость.

В качестве объекта исследования были выбраны образцы из промышленных псевдо β -титановых сплавов VT22 и Ti-5553 и разработанных в ходе исследований опытных титановых сплавов с молибденовым эквивалентов 12-14.

В ходе теоретических и экспериментальных исследований соискателем изучено влияние химического состава псевдо β -титановых сплавов на изменение фазового состава, объемной структуры и твердость, влияние режимов термической обработки на изменение значений твердости, влияние температуры и времени выдержки при вакуумной ионно-плазменной обработке на изменение поверхностной структуры и свойства образцов из псевдо β -титановых сплавов VT22, Ti-5553 и Ti-6Al-4V-1Mo-1Cr-3,5Fe-2Sn-2Zr.

Изучены режимы упрочняющей термической обработки. Установлено, что максимальную твердость (49-52 ед. HRC) имели образцы из сплавов VT22, Ti-5553 и Ti-6Al-4V-1Mo-1Cr-3,5Fe-2Sn-2Zr после закалки с температуры на 30-50 °С ниже полиморфного превращения с последующим старением при температуре 475°С и выдержке в течение 25 часов, т.е. структура представлена β - и первичными частицами α – фаз и дисперсными вторичными выделениями α -фазы, образующимися в процессе старения. Показано, что нагрев под закалку с температур выше полиморфного превращения и последующего старения не позволяет достичь максимальных значений твердости.

Показано, что вакуумное ионно-плазменное азотирование повышает микротвердость поверхности HV_{0,05} образцов из сплавов VT22, Ti-5553 и Ti-6Al-4V-1Mo-1Cr-3,5Fe-2Sn-2Zr в 1,5 раза по сравнению с упрочненным состоянием (с 520 HV_{0,05} до 700 HV_{0,05}) за счет формирования твердого раствора внедрения в поверхностном слое. Нанесение нитрида титана TiN повышает микротвердость в 2 раза до 1150 HV_{0,05}.

Показано, что температура нагрева при азотировании должна находиться в интервале 560-580°С для получения плотной беспористой пленки на поверхности образцов. Нагрев выше 600 °С приводит к дальнейшему росту значений микротвердости и увеличению диффузионной зоны, но ухудшает качество поверхности образцов. Показано, что продолжительность азотирования не должно превышать 60 минут, что позволяет получить максимальные значения твердости на поверхности образцов с низкой шероховатостью.

Показано, что вакуумная ионно-плазменная обработка, включающая азотирование при 580°С, 40 минут и нанесение нитридного покрытия при 400°С в течение 30 минут позволяет получить твердость до 1200 HV_{0,05} и глубину диффузионной зоны до 100 мкм.

Исследовано влияние вакуумной ионно-плазменной обработки на износостойкость образцов из псевдо β -титановых сплавов VT22, Ti-5553 и Ti-6Al-4V-1Mo-1Cr-3,5Fe-2Sn-2Zr. Показано, что при трении в паре со стальным шариком образцы с комбинированной обработкой показывают наименьший износ поверхности. Для образцов после нанесения только нитрида титана в ходе исследований наблюдалось скалывание покрытия.

При выполнении диссертационной работы Зайнетдинова Г.Т. проявила себя как грамотный специалист, способный решать комплексные аналитические и технологические задачи материаловедческого характера применительно к процессам получения и обработки сплавов на основе титана для получения требуемого уровня объемных и поверхностных

свойств. Соискателем получен ряд значимых результатов, научная новизна, достоверность и объективность которых не вызывает сомнения. Разработанные технологические принципы и рекомендации востребованы современной промышленностью, о чём свидетельствуют прилагаемый акт внедрения.

Результаты, полученные в ходе диссертационных исследований Зайнетдиновой Г.Т., используются в учебном процессе МАИ, являясь составной частью оригинальных лекционных курсов, а также для проведения практических и лабораторных занятий со студентами. Она активно консультирует выполнение студентами выпускных дипломных работ, участвует в научных мероприятиях кафедры различного уровня.

В целом соискателем успешно решены поставленные перед ним задачи, в полной мере реализованы планы исследований, что очевидным образом отражает содержание автореферата и диссертационной работы.

Результаты работы достаточно полно опубликовано в 13 научных работах, из них 8 в изданиях, входящих в перечень ВАК, их которых 5 в журналах, включенных в международные системы цитирования, доложены на 5 всероссийских и международных научных конференциях.

Считаю, что диссертация Зайнетдиновой Гульнары Тахировны выполнена на актуальную тему, представляет собой законченную работу, обладающую несомненной научной новизной, практической значимостью и внутренней целостностью, удовлетворяет требованиям ВАК, а диссертант является сложившимся научным исследователем и заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Научный руководитель:

доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры 1102 ФГБОУ ВО
«Московский авиационный институт
(Национальный исследовательский
университет)»



Скворцова Светлана Владимировна

20.09.2024г

121552 г. Москва, ул. Оршанская, д. 3

+7-916-024-8322

e-mail: skvortsovasv@mai.ru

Подпись С.В. Скворцовой удостоверяю:

Заместитель начальника

Управления по работе с персоналом



Иванов М.А.