



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
СРЕДСТВ ПРОИЗВОДСТВА И КОНТРОЛЯ
АО «НИИАСПК»

394076, Воронеж, ул. Циолковского 129-а
тел/факс (4732) 753-013
E-mail: mail@niiaspk.vrn.ru
ОГРН 1073667038928
ИНН/КПП 3663067622/366301001

«УТВЕРЖДАЮ»
Технический директор
АО «НИИАСПК»
д.т.н., проф. Егоров В.Г.
12 ноября 2019г.



12.11.2019 года № 01-443

ОТЗЫВ

ведущей организации АО «Научно-исследовательский институт автоматизированных средств производства и контроля» на диссертационную работу Шахова Сергея Викторовича «Влияние газонасыщенных слоёв и оксидных плёнок, формирующихся при воздушном отжиге, на сопротивляемость тонколистовых титановых полуфабрикатов динамическим нагрузкам», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01- «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Актуальность темы диссертации

В настоящее время тонколистовые титановые полуфабрикаты находят широкое применение для производства деталей и узлов в авиакосмической отрасли. Совершенствование технологий получения окончательных деталей и узлов из тонколистовых титановых полуфабрикатов с заданными механическими характеристиками после операций формообразования, сварки, гибки, является перспективным направлением, связанных с режимами термообработки. Нагрев титана и сплавов на его основе выше температур 600...650 °С приводит не только к окислению, но и образованию газонасыщенных слоев, снижающих механические характеристики, окончательно готовых деталей и узлов. На основе анализа литературных данных о влиянии газонасыщенных слоев, оксидных пленок и степени окисления показана возможность повышения механических характеристик за счет неполного удаления газонасыщенных слоев с поверхности тонколистовых полуфабрикатов из титановых сплавов, сформулированы основные задачи диссертационной работы. Автором рассмотрена возможность использования тонколистовых титановых полуфабрикатов с газонасыщенными слоями для дальнейшего использования в производстве деталей и узлов для авиакосмической промышленности.

Для решения данного вопроса автором проведены исследования по влиянию

газонасыщенных слоев на механические характеристики тонколистовых титановых полуфабрикатов, в частности на малоцикловую усталость и ударную вязкость. Определены оптимальные параметры газонасыщенных слоев, которые не только соответствуют механическим характеристикам основного металла без газонасыщенных слоев, но и повышают малоцикловую усталость и ударную вязкость. Так же автором рассмотрена возможность применения тонколистовых титановых полуфабрикатов с частично сохраняемыми газонасыщенными слоями для дальнейшего производства деталей и узлов авиакосмической техники. Исследовано влияние режимов воздушного отжига в интервале температур 350...650 °С на малоцикловую усталость, ударную вязкость, кратковременную прочность и технологическую пластичность листов с частично сохраняемыми газонасыщенными слоями, как основного металла, так и сварных соединений.

Исследования диссертационной работы направлены не только на возможность использования тонколистовых полуфабрикатов с частично сохраняемыми газонасыщенными слоями, но и на возможность повышения механических характеристик готовых деталей и узлов из титановых сплавов.

Поэтому тематика диссертационной работы является актуальной с научной и практической точки зрения, а сформулированные задачи и цели исследования обоснованы, конкретны и направлены на решение материаловедческой, технологической и практической проблем.

Научная новизна диссертационной работы:

1. Выявлен эффект положительного воздействия оксидных пленок толщиной 35-45 нм, формирующихся при низкотемпературном воздушном отжиге в интервале температур 350-450 °С, на сопротивляемость листов из титановых сплавов ВТ1-0, ПТ7м малоцикловой усталости и ударной вязкости. Значения малоцикловой усталости технического титана ВТ1-0 возрастают на 5-10%, сплава ПТ7м на 15-40%, а ударной вязкости - на 15% и на 65% соответственно в сравнении с основным металлом.

2. Установлено, что поверхностные оксидные пленки в максимальной мере увеличивают сопротивляемость титановых листов динамическим нагрузкам без газонасыщенных слоев и с газонасыщенными слоями с перепадами микротвердости $\Delta HV \leq 20\%$. Для титана ВТ1-0 выявлен рост значений малоцикловой усталости до 60%, а для сплава ПТ7м - до 40%, а для сплава ВТ6ч - до 10%.

3. Показано, что положительный эффект от оксидных пленок максимально проявляется для листов с мелкозернистой микроструктурой. Для крупнозернистой β -превращенной микроструктуры, формирующейся в зоне термического влияния сварных соединений исследуемых титановых сплавов ВТ1-0, ПТ7 м и ВТ6ч, эффект снижается в 2-3 раза.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы:

1. Выявлены оптимальные параметры газонасыщенных слоев, повышающие на 10...60% малоцикловую усталость и ударную вязкость листов из титановых сплавов различных групп прочности, а именно, ВТ1-0, ПТ7м и ВТ6ч.

2. По результатам исследований влияния оксидных пленок на малоцикловую усталость, ударную вязкость, кратковременную прочность, а также технологическую

пластичность обоснована целесообразность применения низкотемпературного воздушного отжига листовых титановых полуфабрикатов при $T_{отж.} = 350...450 \text{ } ^\circ\text{C}$ как при наличии газонасыщенных слоев, так и без слоя.

3. Установлено, что удаление оксидных пленок, формирующихся при низкотемпературном воздушном отжиге на поверхности сварных соединений листовых титановых сплавов, повышает их малоцикловую усталость на 20...40%.

4. Основные результаты работы использованы на ПАО «ВАСО» при корректировке технологических процессов изготовления тонколистовых титановых конструкций, позволяющие повысить эксплуатационную долговечность изделий из титановых сплавов при одновременном снижении прямых производственных затрат в процессе их изготовления, что подтверждено Актом внедрения, приведенном в Приложении к диссертации.

Достоверность полученных результатов

При выполнении диссертационной работы автором были использованы современные методы исследования: измерение микротвердости, испытания на повторно-статическую долговечность и ударную вязкость, испытания на кратковременный разрыв, угол загиба, испытания на пробу Эриксона. Топографический анализ окисленной поверхности образцов и фрактографию изломов образцов проводили с использованием методов электронной микроскопии.

Замечаний по диссертационной работе

1. Автор использует для исследования образцы, изготовленные из тонколистовых полуфабрикатов толщиной в диапазоне от 0,8 мм до 1,2 мм, однако не показано влияние различных параметров газонасыщенных слоев на малоцикловую усталость и ударную вязкость листовых полуфабрикатов в зависимости от толщины, в частности до толщины 3,0 мм.

2. Не указаны режимы сварки для исследуемых сварных соединений.

3. Не проведены сравнительные исследования по влиянию вакуумного отжига на механические характеристики тонколистовых полуфабрикатов с частично сохраняемыми газонасыщенными слоями.

Заключение

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на 5 научно-технических конференциях, опубликованы в 10 печатных работах, в том числе 4 статьи в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК. Результаты диссертационной работы могут быть использованы в области авиакосмической техники.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

В целом представленная диссертация Шахова С.В. на тему: «Влияние газонасыщенных слоёв и оксидных плёнок, формирующихся при воздушном отжиге, на сопротивляемость тонколистовых титановых полуфабрикатов динамическим нагрузкам» выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно - квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения, направленные на возможность использования тонколистовых титановых полуфабрикатов, с частично сохраняемыми газонасыщенными слоями для производства готовых деталей и узлов для авиакосмической техники, при одновременном

снижении производственных затрат.

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 Шахов С.В., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 - «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Отзыв рассмотрен (диссертация заслушана) на заседании «Научно-экспериментального центра №90» № 5 от 11 ноября 2019 года. На заседании присутствовало 9 членов из 10. Результаты голосования: «за» – 9, против – нет, воздержавшихся -- нет.

Начальник НЭЦ-90, АО «НИИАСПК»

Кандидат технических наук



Дегтярёв Андрей Васильевич

Адрес организации: 394076, г.Воронеж, ул.Циолковского, 129-а

Наименование организации: АО «НИИАСПК»

Электронный адрес: akvapaskal@mail.ru

Телефон: 473.275-30-52