

ОТЗЫВ

научного руководителя о диссертационной работе Хазгалиева Руслана Галиевича на тему: «Влияние аустенитно-мартенситного превращения в слое TiNi на прочность диффузионного соединения титанового сплава и нержавеющей стали через прослойку никеля и сплава никель-хром», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Хазгалиев Руслан Галиевич в 2009 году окончил Уфимский государственный авиационный технический университет (УГАТУ) по специальности «Материаловедение и технология новых материалов». Научную работу Хазгалиев Р.Г. начал с третьего курса обучения в университете и после его окончания имел несколько публикаций в физических журналах с высокой репутацией. В процессе обучения в аспирантуре проявил себя ответственным и исполнительным молодым учёным. Успешно преодолел учебный процесс, сдал кандидатские экзамены. Основным научным интересом Хазгалиева Р.Г. стало изучение процессов сварки давлением однородных и разнородных материалов, титановых сплавов и нержавеющих сталей.

Перспективным методом соединения титановых сплавов и нержавеющих представляется сварка давлением, при которой можно избежать неконтролируемого образования охрупчивающих фаз, возникающих при сварке плавлением. Однако прямое соединение титанового сплава и нержавеющей стали сваркой давлением не удается осуществить из-за образования хрупких интерметаллических фаз системы Ti-Fe в зоне сварки. Избежать образования интерметаллидов можно используя прослойки между титановым сплавом и нержавеющей сталью, обеспечивающие соединение материалов и одновременно препятствующие образованию соединений системы Ti-Fe. Также на прочность соединения будет оказывать влияние напряжения в зоне сварки, возникающие при охлаждении изделий после сварки давлением.

Основными критериями выбора прослойки между титановым сплавом и нержавеющей сталью являются: обеспечение эффективного барьера диффузии титана и железа для исключения образования интерметаллидов системы Ti-Fe; промежуточное между титановым сплавом и нержавеющей сталью значение коэффициента термического расширения (КТР); достаточная пластичность для образования контакта свариваемых поверхностей. Прослойка должна соединяться сваркой давлением и с титановым сплавом, и с нержавеющей сталью. Известны способы соединения титанового сплава и нержавеющей стали с использованием различных прослоек. Однако не удается получить равнопрочное соединение, и разрушение происходит по одной из диффузионных зон. Причинами разрушения соединения называют различие КТР исходных материалов и образующиеся хрупкие интерметаллические фазы, не учитывая КТР фаз, образующихся в диффузионной зоне в процессе сварки давлением. Так в диффузионной зоне соединения могут образовываться фазы имеющие существенные изменения КТР в результате низко температурных аустенитно - мартенситных превращений (АМП), или инварные сплавы с минимальным значением КТР. Эффект изменения КТР при АМП существует в соединениях Cu — Al — Ni, Cu — Al, Ti — Ni, Ni — Al, Co — Ni, а инварный эффект характерен для соединений: Ti — Nb, Ni — Co — Fe, Fe — Ni и др.

Для разработки технологии получения качественного соединения материалов необходимо детальное рассмотрение механизмов разрушения. Различие КТР соединяемых материалов снижает используемая никелевая прослойка, КТР которой имеет промежуточное значение. В процессе сварки происходит образование хрупких интерметаллических слоев Ti_2Ni и $TiNi_3$, однако в промежутке образуется довольно пластичная фаза $TiNi$. Указанные в литературе причины разрушения не достаточны для объяснения механизмов разрушения соединения титанового сплава и нержавеющей стали через никелевую прослойку. При анализе разрушения не учитывается влияние КТР интерметаллических фаз, образующихся

на границе соединения титанового сплава и никеля, которые будут оказывать существенное влияние на разрушение. Повышение прочности соединения при использовании прослойки из сплава на основе никеля и добавок необходимо анализировать с точки зрения изменения свойств, образующихся при сварке давлением интерметаллидов TiNi, Ti₂Ni и TiNi₃. Необходимо обратить внимание на изменение свойств инетрметаллида TiNi при добавлении легирующих элементов в прослойку никеля. Результаты диссертационного исследования опубликованы в 14 научных работах, из них работ, опубликованных в рецензируемых научных журналах (из перечня ВАК) – 5. Результаты диссертационной работы опубликованы в полной мере, а также представлены на российских и международных конференциях и семинарах.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в следующем. На прочность соединения титанового сплава и нержавеющей стали, полученного сваркой давлением через никелевую прослойку, оказывает влияние не только разница КТР соединяемых материалов, но и КТР образующихся при сварке интерметаллидных фаз системы Ti-Ni и эффект значительного изменения КТР при АМП интерметаллидного слоя TiNi. Использованиеnanoструктурных прослоек из никеля позволяет снизить температуру сварки давлением на 50 °С. При использовании и хранении изделий с соединением титанового сплава и нержавеющей стали, полученного сваркой давлением через никелевую прослойку, следует контролировать температуру их хранения и эксплуатации. Снижение температуры хранения может приводить к снижению прочности соединения. Диссертация Хазгалиева Р.Г. представляет собой законченное и самостоятельное научное исследование, соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

В процессе работы над диссертацией и подготовки диссертации к защите Хазгалиев Р.Г. зарекомендовал себя как специалист, способный на высоком профессиональном уровне решать сложные научные задачи и заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Научный руководитель, профессор,
доктор физико-математических наук по специальности
01.04.07 – физика конденсированного состояния,
директор ФГБУН Института проблем сверхпластичности
металлов РАН.

Адрес: 450001, г. Уфа, ул.Ст. Халтурина 39
Тел. (347)2236407
E-mail: imsp@imsp.ru

Мулюков Радик Рафикович

25.12.2019

Подпись Р.Р. Мулюкова заверяю.
Начальник отдела кадров ИПСМ РАН

Соседкина Т.П.



ОТДЕЛ
КАДРОВ