



РПКБ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
Акционерное общество
"Раменское приборостроительное конструкторское бюро"
(АО "РПКБ")

140103 Московская обл., г. Раменское, ул. Гурьева, д. 2
E-mail: rpkb@rpkb.ru, сайт: www.rpkb.ru

Тел.: +7(495) 992-56-97, +7(495) 556-22-19
Факс: +7(495) 181-57-95, +7(496) 463-19-72

19.04.21г. № 1024-ОГТ

**ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертационную работу Галиевой Эльвины Венеровны**

«Твердофазное соединение интерметаллидного сплава на основе Ni₃Al и жаропрочного никелевого сплава с использованием сверхпластической деформации», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Актуальность темы диссертации

Жаропрочные никелевые сплавы и интерметаллидные сплавы с монокристаллической структурой на основе интерметаллида Ni₃Al нашли широкое применение при изготовлении деталей авиационных газотурбинных двигателей. Основной проблемой при сборке этих двигателей является невозможность получения неразъемных соединений за счет применения технологий сварки плавлением (argonно-дуговая сварка, электронно-лучевая и др.) или пайки. Применительно к высоколегированным жаропрочным сплавам с высоким содержанием упрочняющей γ'-фазы (50-60%) сварка плавлением неприменима из-за склонности к трещинообразованию в зоне сварного шва. Высокотемпературная пайка с применением припоев, состав которых близок к составу соединяемых материалов, также не обеспечивает прочностную надежность из-за того, что они обладают высокой хрупкостью, для устранения которой требуется последующая многоступенчатая термообработка узла.

Указанные недостатки сварки плавлением и пайки можно избежать при сварке давлением, когда соединение формируется в твердой фазе, без расплавления соединяемых кромок деталей. Особый интерес при этом вызывает реализация технологии сварки давлением в сочетании со сверхпластичным деформированием. Ее применение позволяет не только исключить вышеуказанные недостатки, но и оптимизирует параметры режима сварки давлением, а также обеспечивает повторяемость и воспроизводимость процесса.

Входящий ИПСМ
№ 242
от 23.04.2021

Анализ диссертации по главам

Первая глава рассматриваемой работы посвящена описанию общего применения жаропрочных никелевых сплавов и интерметаллидных сплавов на основе интерметаллида Ni₃Al. Автором приведен глубокий обзор отечественной и зарубежной литературы по свариваемости и пайке данных и аналогичных сплавов. Проведенный анализ выявил, что существуют вполне реальные проблемы при сварке плавлением и пайке высокотемпературными припоями жаропрочных сплавов. Поэтому, для соединения жаропрочных сплавов предложено применение сварки давлением с использованием сверхпластичной деформации.

Во второй главе диссертации приведены стандартные сертифицированные методики исследований структур сварных соединений и специализированное технологическое оборудование для проведения экспериментальных работ.

В третьей главе проведены исследования по формированию ультрамелкозернистой структуры при деформационно-термической обработке жаропрочных и интерметаллидных сплавов. Определены оптимальные температуры деформационной термической обработки, позволяющие формировать в сплавах ультрамелкозернистую структуру.

В четвертой главе проведены исследования по получению соединений жаропрочных сплавов в одноименном и разноименном сочетании сваркой давлением. Произведена оценка влияния исходной микроструктуры на формирование сварного соединения. Показано, что для получения равнопрочного соединения достаточно, чтобы хотя бы в одном соединяемом образце был реализован эффект сверхпластичности материала, для чего он должен иметь ультрамелкозернистую структуру.

Пятая глава посвящена исследованиям по получению соединения жаропрочного сплава ЭП975 с интерметаллидными сплавами ВКНА-Моно и ВКНА-25 сваркой давлением с использованием сверхпластичности. Установлено, что независимо от температуры и степени деформации, практически вся пластическая деформация локализуется в деформируемом поликристаллическом сплаве ЭП975, имеющем мелко- и ультрамелкозернистую структуру.

В шестой главе исследовано влияние термической обработки на микроструктуру и свойства сварных соединений пары ЭП975 + ВКНА-25. Показано, что термообработка сваренных образцов приводит к изменениям в структуре сплава ЭП975, а структура сплава ВКНА-25 стабильна и не претерпевает каких-либо изменений. Термообработка приводит к

расширению диффузионной зоны в соединении, что приводит к повышению прочности до уровня, превышающего уровень прочности сплава ВКНА-25.

Характеристика научной новизны

Среди наиболее значимых научных результатов диссертационной работы можно выделить следующие:

1. Впервые проведены системные исследования по влиянию сверхпластической деформации на свариваемость разнородных сплавов на основе никеля при сварке давлением.
2. Изучено влияние исходной микроструктуры свариваемых материалов, а также температуры процесса и степени деформации образцов на формирование качественного соединения. Показано, что с переходом от мелкозернистой структуры к ультрамелкозернистой можно снизить температуру сварки с обеспечением бесспористого сварного шва.
3. Установлены закономерности формирования градиентных структур при сварке давлением разнородных сплавов в условиях применения сверхпластичности и последующей термической обработки.

Практическая значимость работы заключается в том, что на основе проведенных исследований по сварке давлением жаропрочных и интерметаллидных сплавов на никелевой основе разработана технология получения неразъемных соединений, защищенная патентом РФ №2608118. Эта технология готова к промышленному внедрению в авиационном двигателестроении, в частности, для изготовления деталей типа «Блиск».

Достоверность научных положений и выводов работы подтверждается использованием широкого спектра современных материаловедческих методов изучения сварных соединений интерметаллидного сплава с жаропрочными сплавами, реализованных с применением сертифицированного исследовательского и технологического оборудования. Еще одним свидетельством этого является тот факт, что исследования проводились на гранты РФФИ и РНФ.

Замечания по диссертации:

1. Название диссертационной работы не в полной мере отражает содержание проведенных исследований. В тексте работы автор постоянно употребляет термин «сварка давлением» жаропрочных и интерметаллидных материалов,

даже в цели работы. Думаю, замена в названии «твердофазного соединения» на «сварка давлением» более полно соответствовала бы направлению работ.

2. П.3 выводов по главе 3: так мелкозернистая структура в ультрамелкозернистую формируется принудительно за счет температуры и сварочного давления или трансформируется под влиянием только термической обработки?

3. Целесообразно было бы в главу 2 вставить фото специализированного оборудования, на котором проводили эксперименты по сварке давлением (ИМАШ 20-78).

Заключение

Диссертация **Галиевой Эльвины Венеровны** является полностью самостоятельной и законченной научной квалификационной работой. Основные задачи диссертационного исследования успешно решены.

Результаты диссертационного исследования характеризуют высокую степень научной и профессиональной подготовки соискателя Галиевой Эльвины Венеровны. При подготовке диссертации продемонстрирована способность автора к аналитическому исследованию, формированию научно обоснованных и логически достоверных научно-практических выводов.

Автореферат и опубликованные работы в полной мере отражают содержание и выводы исследования.

Диссертация **Галиевой Эльвины Венеровны** полностью отвечает требованиям п.п.9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Официальный оппонент:

Заместитель главного технолога-
Начальник НИЛ СТ АО РПКБ,

Доктор технических наук,

Лауреат Государственной премии РФ,

Лауреат премии Правительства РФ

Люшинский Анатолий Владимирович

Люшинский А.В.



140103 Московская область, г. Раменское, ул. Гурьева, 2

E-mail: nilsvarka@yandex.ru

Тел/факс: 8(49646)3-47-52

Акционерное общество

«Раменское приборостроительное конструкторское бюро».

Заместитель главного технолога – начальник научно-исследовательской лаборатории сварочных технологий.

Доктор технических наук по специальностям: 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы; 05.03.06 – Технология и машины сварочного производства.

Я, Люшинский Анатолий Владимирович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

