

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации 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».

Жаропрочные сплавы на основе никеля, в том числе интерметаллидные, широко используемые для изготовления различных деталей газотурбинных двигателей, имеют сложный многокомпонентный химический состав. Из-за достаточно большого содержания в них алюминия и титана традиционный метод сварки плавлением, а также некоторые другие методы сварки давлением не применимы, или имеют ограниченное применение из-за возникновения значительных термических и фазовых напряжений, приводящих к образованию микротрещин в зоне соединения, что ухудшает их качество и прочность. Предлагаемый автором данной работы метод сварки давлением в условиях сверхпластичности позволяет исключить вышеуказанные недостатки других методов сварки и получить высококачественные твердофазные соединения из высокожаропрочных сплавов на основе никеля, таких как дисковый сплав ЭП975 и лопаточный интерметаллидный сплав типа ВКНА-25, имеющий монокристаллическую структуру. Следует отметить, что такое сочетание сплавов перспективно для изготовления биметаллических деталей типа Блиск, применение которых предполагается в новых конструкциях газотурбинных двигателей. В связи с этим, считаю, что в диссертации Галиевой Э.В. поставлена актуальная для **материаловедения задача** - разработать научно-обоснованные режимы сварки давлением с использованием эффекта структурной сверхпластичности для изготовления сварных соединений в твердофазном состоянии между литыми монокристаллическими интерметаллидными сплавами типа ВКНА на основе Ni₃Al и деформируемыми никелевыми сплавами ЭК61 и ЭП975.

Автором выполнен значительный объем сложных экспериментов и исследований, а именно: подготовка ультрамелкозернистой структуры в сплавах ЭК61 и ЭП975 посредством деформационно-термической обработки и исследование сверхпластических характеристик в них с использованием схем одноосного растяжения и сжатия; проведение экспериментов по сварке давлением разноименных сплавов на основе никеля при различных режимах сварки; компьютерное моделирование напряженно-деформированного состояния в зоне твердофазного соединения; исследование закономерностей формирования градиентных структур в зоне соединения; анализ влияния термической обработки

Входящий №ПСМ
№ 318
от 26.05.2021

на структуру и свойства сварных соединений. **Все перечисленные эксперименты и исследования выполнены с применением современных методов** изучения структуры и определения свойств металлических материалов, **что свидетельствует о высокой квалификации автора как самостоятельного исследователя.**

К наиболее значимым **результатам работы, имеющим научную и практическую ценность**, можно отнести следующие:

1. На примере деформируемых никелевых сплавов ЭК61 и ЭП975 с различным типом упрочняющей фазы, продемонстрирована эффективность деформационно-термической обработки, в результате которой формируется смешанная ультрамелкозернистая структура. Максимальные характеристики сверхпластичности ($m \geq 0,4$, $\delta > 1000\%$) в указанных сплавах проявляются при низких температурах менее 1000 °С.
2. Проанализированы и определены особенности формирования градиентных структур в зоне твердофазных соединений разноименных жаропрочных сплавов на основе никеля при сварке давлением и последующей термической обработки.
3. Разработаны технологические рекомендации Инв. № ТР. 49 ИНЕБ-21 ИПСМ РАН по подготовке ультрамелкозернистой структуры в сплавах ЭК61 и ЭП975 и патент РФ № 2608118 «Способ изготовления биметаллического изделия».

Наиболее значимые результаты работы опубликованы в 20 рецензируемых отечественных и зарубежных изданиях, из них 14 статей в журналах, рекомендованных ВАК, а также представлены и обсуждены на различных Всероссийских и международных конференциях.

По работе имеются замечания:

1. В работе представлены результаты по влиянию исходной микроструктуры при сварке давлением сплава ЭК61 в одноименном сочетании. Приведены сварные образцы, полученные при сварке давлением двух крупнозернистых образцов с использованием прослойки из ультрамелкозернистого сплава ЭК61. Почему не проводились аналогичные эксперименты по сварке давлением одноименных сплавов ЭП975 через прослойку с ультрамелкозернистой структурой?
2. В автореферате нет данных по оценке прочности сварных соединений в сочетании сплавов ЭК61//ВКНА-моно.
3. На рисунке 5 представлены графики распределения легирующих элементов в зоне твердофазного соединения в сочетании ЭП975//ВКНА-25. Шкала, нанесенная на ось ординат, мелкая, что затрудняет анализ зависимостей распределения легирующих элементов в зоне соединения.

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки данной работы. Работа Э.В. Галиевой актуальна, ее научная новизна, научная и практическая значимость несомненны.

Представленная в автореферате, диссертационная работа Галиевой Э.В. является законченной научно-квалификационной работой, которая полностью удовлетворяет требованиям п.9-11, 13 и 14 согласно Положению о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и соответствует паспорту специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов». Автор работы - Галиева Эльвина Венеровна - заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Ведущий научный сотрудник,
И.о. заведующего лабораторией
физикохимии и механики металлических
материалов (№19) ИМЕТ РАН,
доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры МАИ,

Костина Мария Владимировна

«18» мая 2021 г.

Подпись Костиной М.В. заверяю:
Ученый секретарь ИМЕТ РАН,
К.т.н.



Фомина Ольга Николаевна

Костина Мария Владимировна,
доктор технических наук по специальности 05.16.01: Metallovedeniye i
termicheskaya obrabotka metallov i spлавov, доктор технических наук,
и.о. заведующего Лабораторией физикохимии и механики металлических
материалов (№19) Федерального государственного бюджетного учреждения
науки Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской
академии наук (ИМЕТ РАН)

Адрес: Москва, 119334, Ленинский пр-т., 49
тел.: +7 (499) 135-2060, imet@imet.ac.ru

Я, Костина Мария Владимировна, даю согласие на включение своих
персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного
совета, и их дальнейшую обработку.