

ОТЗЫВ
на автореферат диссертации Галиевой Эльвины Венеровны
«Твердофазное соединение интерметаллидного сплава на основе
 Ni_3Al и жаропрочного никелевого сплава с использованием
сверхпластиической деформации», представленной на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности
05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Одной из актуальных задач, стоящих перед авиационным двигателестроением, является получение высококачественных соединений из разноименных жаропрочных сплавов. Такие соединения позволяют снижать массу изделий и оптимизировать механические характеристики деталей согласно реальным условиям их эксплуатации. Соответственно диссертация Галиевой Эльвины Венеровны, направленная на отработку научно-обоснованных режимов сварки давлением в температурно-скоростном режиме сверхпластиической деформации никелевых сплавов с мелкозернистой или ультрамелкозернистой структурой, является актуальной.

Приведенные в работе экспериментальные данные доказывают эффективность метода сварки давлением с использованием сверхпластиической деформации, позволяющего получать качественные соединения интерметаллидных монокристаллов с образцами из жаропрочных никелевых сплавов.

Научная новизна диссертации заключается в том, что:

- на примере деформируемых никелевых сплавов ЭК61 и ЭП975 с различным типом упрочняющей фазы γ'' - Ni_3Nb и γ' - $Ni_3(Al, Ti)$, соответственно, показано, что низкотемпературной деформационно-термической обработкой (ДТО) возможно формирование УМЗ структуры смешанного типа, которая включает УМЗ составляющую с размером зерен матрицы (γ -фазы) и второй фазы менее 1 мкм, а также крупные некогерентные частицы второй фазы размером до $2\pm0,5$ мкм в сплаве ЭК61 и $4,5\pm1,2$ мкм в сплаве ЭП975, унаследованные от МЗ структуры дуплексного типа. Показано, что сплавы со смешанной УМЗ структурой проявляют эффект низкотемпературной сварки давлением (СД). Максимальные характеристики СП ($m\geq0,4$, $\delta>1000\%$) выявлены в сплаве ЭК61 при $T=800\dots850$ °C, а в сплаве ЭП975 при $T=950$ °C,

- впервые проведены системные исследования влияния сверхпластиической деформации на твердофазную свариваемость (ТФС) одноименных и разноименных сплавов на основе никеля. Получены качественные твердофазные соединения литых интерметаллидных сплавов типа ВКНА на основе Ni_3Al с деформируемыми никелевыми сплавами ЭК61 и ЭП975 в условиях проявления в них высокотемпературной и низкотемпературной структурной СП,

- впервые изучено влияние исходной микроструктуры, температуры и степени деформации на формирование качественного ТФС при СД разноименных

сплавов в сочетании ЭП975//ВКНА-25. Создание УМЗ структуры в сплаве ЭП975 позволяет снизить температуру СД до 950 °С. Показано, что в случае применения сплава ЭП975 с МЗ структурой повышение температуры СД с 1075 до 1175 °С приводит к формированию практически беспористого ТФС. Увеличение степени деформации от 24 до 40% приводит к формированию извилистой границы соединения в результате локализации деформации в зоне ТФС и повышению прочностных характеристик сварных соединений,

- установлены закономерности формирования градиентных структур в зоне ТФС разноименных жаропрочных сплавов на основе никеля при СД в условиях СП и последующей ТО. Термическая обработка приводит к расширению диффузационной зоны в 2...4 раза и повышению прочности ТФС разноименных сплавов ЭП975//ВКНА-25 на 6...30%.

Практическая значимость заключается в том, что:

- результаты проведенного в рамках диссертационной работы физического и компьютерного моделирования СД разноименных никелевых сплавов в условиях СП явились основой для разработки способа получения ТФС из литого монокристаллического интерметаллидного сплава на основе Ni₃Al и деформируемого дисперсионно-твердеющего жаропрочного никелевого сплава, на который выдан патент РФ №2608118 «Способ изготовления биметаллического изделия». Это изобретение может найти применение в авиадвигателестроении при изготовлении изделий, в которых предусмотрено использование неразъёмных соединений из упомянутых материалов, в частности, при изготовлении деталей типа «БЛИСК» для авиационных и вертолетных ГТД нового поколения, а также наземных энергетических установок,

- усовершенствована методика СД, позволяющая уменьшить окисление соединяемых поверхностей и повысить вакуум до $P=5\cdot10^{-2}$ Па, что обеспечивает получение качественного твердофазного соединения из разноименных сплавов ЭП975//ВКНА-25.

По материалам автореферат имеется следующее замечание:

Автором впервые продемонстрирована эффективность применения метода сварки давлением в условиях сверхпластичности для получения качественных твердофазных соединений из деформируемого сплава ЭП975 и интерметаллидного сплава ВКНА-25 с монокристаллической структурой. Оценка прочности таких соединений проведена по результатам кратковременных испытаний на растяжение при 20°C и 850°C. Вместе с тем следует отметить, что при эксплуатации диски и лопатки ГТД, как известно, подвергаются длительному воздействию температуры и нагрузок. Поэтому для оценки эксплуатационных характеристик таких материалов предусмотрены дополнительные испытания, например, испытания на длительную прочность. Однако в автореферате не приведены результаты исследований на длительную прочность твердофазных соединений ЭП975//ВКНА-25.

Указанное замечание не снижает научной и практической значимости выполненной автором работы. Работа полностью удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Галиева Эльвина Венеровна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Главный специалист производственного комплекса «Салют» АО «ОДК»
доктор техн. наук, ст. научн. сотр.

И.А. Бурлаков

«14» апреля 2021г.

Подпись Бурлакова И.А. заверяю:

Начальник управления персоналом
производственного комплекса
«Салют» АО «ОДК»



Бурлаков Игорь Андреевич,
Главный специалист производственного комплекса «Салют» АО «ОДК»,
Специальность 05.03.05 «Технологии и машины обработки металлов давлением»

АО «НПЦ газотурбостроения «Салют»,
105118, г. Москва, РФ, Проспект Буденного, 16, к. 2.
burlakov-ia@uecrus.com
8 499 785-81-59

Я, Бурлаков Игорь Андреевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Главный специалист производственного
комплекса «Салют» АО «ОДК»
доктор техн. наук, ст. научн. сотр.

/ И.А. Бурлаков /

«14» апреля 2021г.