

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Иванова Алексея Николаевича «Разработка способа и оборудования сварки трением с перемешиванием с ультразвуковым воздействием для получения прочных сварных соединений из алюминиевого сплава Д16», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 – «Сварка, родственные процессы и технологии»

### Актуальность темы

Алюминиевый сплав Д16 достаточно давно применяется в конструкциях летательных аппаратов. При высоких значениях механических свойств данного сплава, его существенным недостатком является невозможность использования в конструкциях, выполняемых сваркой плавлением из-за склонности к замедленному разрушению сварного соединения. Поэтому для соединения деталей из сплава Д16 обшивочного типа применяется только контактная сварка (точечная или шовная).

В связи с этим весьма актуальной задачей является применение для соединения деталей из сплава Д16 способа сварки трением с перемешиванием. При сварка трением с перемешиванием, несмотря на внешнюю простоту процесса, протекают весьма сложные термические, деформационные и рекристаллизационные процессы, которые могут приводит в результате к снижению уровня механических свойств шва.

В последнее время проводятся исследования по использованию комбинированной технологии, основанной на использовании ультразвукового воздействия на свариваемый материал в процессе сварки трением с перемешиванием. Отмечается положительное влияние ультразвукового воздействия на повышение уровня механических свойств сварных соединений.

Поэтому исследование процесса ультразвукового воздействия на свойства и структуру соединений сплава Д16 при сварке трением с перемешиванием представляется актуальной задачей как с научной, так и с практической стороны.

Актуальность выполненных исследований подтверждена также тем, что они проведены в рамках реализации соглашений о предоставлении субсидий Министерства образования и науки Российской Федерации.

### Цель работы

Цель работы состоит в разработки способа оптимизации режимов сварки трением с перемешиванием, способа ультразвукового воздействия в

«03»	12	2019 г.
Вх. №	10	1
инд.		

процессе сварки и оборудования для их реализации для получения прочных сварных соединений термически упрочняемого алюминиевого сплава Д16.

В этой связи в диссертационной работе Иванова Алексея Николаевича сформулирован взаимосвязанный комплекс четких основных задач, решение которых позволяло достичь цель исследования.

### **Научная новизна положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Считаю, что автор достаточно четко сформулировал основные научные результаты работы, которые заключаются в следующем:

1. Определены взаимосвязи параметров механического отклика материала с параметрами режима сварки трением с перемешиванием, с применением которых разработан новый способ определения режимов сварки, основанный на мониторинге параметров режима сварки и механического отклика материала в режиме реального времени;

2. Разработан и применен в процессе сварки трением с перемешиванием способ ультразвукового воздействия с фиксацией сонотрода на свариваемом материале. Методом лазерной виброметрии показано, что разработанный способ обеспечивает подвод к свариваемому материалу ультразвуковых колебаний с высокой амплитудой на всей длине сварного шва;

3. Показано положительное влияние сварки трением с перемешиванием с наложением ультразвуковых колебаний на свариваемый материал на повышение прочности сварных соединений;

4. Впервые показано, что комбинированное применение сварки трением с перемешиванием на оптимальных режимах и ультразвукового воздействия в процессе сварки обеспечивает прочность сварных соединений листов алюминиевого сплава Д16 в соответствии с требованиями к ответственным сварным соединениям аэрокосмической отрасли.

### **Практическая значимость полученных автором результатов**

1. Полученные автором результаты легли в основу технологических рекомендаций по сварке трением с перемешиванием конструкций из алюминиевых сплавов сваркой трением с перемешиванием на ЗАО "Чебоксарское предприятие "Сеспель".

2. Результаты работы использованы в учебном процессе инженерной школы новых производственных технологий НИ ТПУ при разработке

магистерской программы "Технологии космического материаловедения", программы повышения квалификации "Формирование неразъемных соединений методом сварки трением с перемешиванием" совместно с НИ ТПУ и ПАО "Ракетно-космическая корпорация "Энергия" имени С.П. Королева".

#### **Достоверность полученных результатов определяется:**

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждена результатами большого объема выполненных экспериментов и исследований, проведенных с использованием современных аналитических методов и аттестованного оборудования.

Интерпретация полученных экспериментальных зависимостей и трактовка предложенных теоретических положений не противоречат классическим научным представлениям, принятым в материаловедении и технологии сварки конструкционных материалов.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

По тексту диссертационной работы и автореферата имеются следующие **замечания:**

1. В тексте диссертации и в автореферате указано на то, что сплав Д16Т является перспективным для применения в авиационных конструкциях. Данное утверждение не совсем корректно, так как данный сплав, разработанный в 30-х годах XX века, в настоящее время широко используется для изготовления панели крыла, лонжеронов, балок, обшивки гермокабины, силовых шпангоутов и деталей оперения.

2. При анализе свойств сплава Д16 было бы не лишним представить характеристику его свариваемости, указав, что для получения сварных соединений из сплава Д16 может быть применена только контактная сварка (точечная или шовная). Тогда более четко проявляется актуальность выполняемых исследований по применению сварки трением с перемешиванием для получения протяженных соединений.

3. На страницах 73 и 74 диссертации автор использует термин "локальный избыточный нагрев". Было бы правильным указать величину этого нагрева в градусах или в отношении к температуре солидуса сплава Д16.

4. Введение дополнительных ультразвуковых колебаний в процессе сварки трением с перемешиванием неизбежно будет оказывать воздействие на рабочий инструмент. В связи с этим из материала диссертации не ясно как

меняется ресурс инструмента при сварке с ультразвуковыми колебаниями по отношению к классическому варианту сварки трением с перемешиванием.

5. Из материалов металлографических исследований остается не освещенным вопрос приводит ли наложение ультразвуковых колебаний к изменению размера зерна в зоне перемешивания?

6. Сплав Д16 подвержен естественному старению. В тесте диссертации нет указаний на то, через какой промежуток время после сварки проводились механические испытания образцов сварных соединений. В этой же связи было бы полезным провести испытания полученных соединений через разное время после сварки, чтобы выявить тенденция сварного соединения к упрочнению в процессе естественного старения.

7. На рисунке 4 в автореферате приведены схемы выполнения сварки трением с перемешиванием с ультразвуковым воздействием, где указаны габаритные размеры свариваемой заготовки. Возникает вопрос: оказывают ли влияние размеры свариваемого изделия на эффективность сварки с ультразвуковым воздействием?

8. Рисунки 3.21 и 3.22 карты поверхностей виброперемещений следовало бы для лучшей наглядности приводить в цветном варианте.

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы, а ее автора Иванова А.Н. – как специалиста высокой квалификации. Замечания носят рекомендательный характер для планирования и организации последующих научно-исследовательских работ в рамках данной тематики.

Содержание диссертации соответствует положениям паспорта специальности 05.02.10 – «Сварка, родственные процессы и технологии» в следующих разделах:

п. 4. Технологические основы сварки плавлением и давлением.

п.5. Оборудование для сварки, резки, пайки, наплавки, нанесения покрытий, склеивания.

п.6. Системы стабилизации, программного управления и регулирования параметров технологии сварки и родственных процессов.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли апробацию на научно-технических конференциях, опубликованы в статьях в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК.

### **Заключение:**

В целом диссертационная работа Иванова А.Н. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований получены новые, научно обоснованные



технические и технологические решения проблемы получения высокопрочных соединений сплава Д16 при сварке трением с перемешиванием.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению диссертационная работа на тему «Разработка способа и оборудования сварки трением с перемешиванием с ультразвуковым воздействием для получения прочных сварных соединений из алюминиевого сплава Д16», соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, п.п. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842. Автор диссертации Иванов Алексей Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 – «Сварка, родственные процессы и технологии».

**Официальный оппонент**



Овчинников Виктор Васильевич

доктор технических наук, профессор, академик Международной академии информатизации, начальник лаборатории сварочных процессов АО «Российская самолетостроительная корпорация «МиГ», профессор кафедры "Материаловедение" ФГБОУ ВО "Московский политехнический университет"

Подпись Овчинникова В.В. удостоверяю.

Начальник отдела кадрового администрирования



Новикова Ирина Николаевна

Акционерное общество «Российская самолетостроительная корпорация «МиГ»; Почтовый адрес: 125284, Москва, 1-й Боткинский проезд, д.7; Телефон: +7 (495) 721-81-00; Адрес электронной почты: [mig@migavia.ru](mailto:mig@migavia.ru)