

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Губина Антона Михайловича на тему «Влияние параметров сварки трением с перемешиванием на структуру и свойства соединений композиционных материалов на основе алюминия», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки)

Диссертация Губина Антона Михайловича актуальна, поскольку посвящена решению важной научно-практической задачи, направленной на определение зависимостей свойств сварных соединений от структурно-фазового состояния и параметров режима при сварке трением с перемешиванием дисперсно-упрочнённых алюмоматричных композиционных материалов для создания на их основе сварных конструкций.

### **Научная новизна исследования:**

1. Экспериментально установлена возможность получения качественных бездефектных соединений дисперсно-упрочнённых алюмоматричных композиционных материалов в условиях сварки трением с перемешиванием при объемной доле упрочняющих частиц  $Al_2O_3$ ,  $SiC$  и  $B_4C$  10–30 об. %.
2. Разработаны расчетные модели зависимостей прочности и шероховатости поверхности сварных соединений дисперсно-упрочнённых алюмоматричных композиционных материалов от параметров режима сварки (обобщенный показатель подача инструмента на один его оборот) и объемной доли упрочняющих частиц. Определено критическое значение шероховатости поверхности шва, при котором обеспечиваются высокие значения малоциклового усталости.
3. Показано, что очагами разрушения являются поверхностные несовершенства сварного шва. Установлено, что при шероховатости поверхности  $Rz \geq 60$  мкм разрушение является многоочаговым и развивается от неровностей сварного шва на все сечение образца, а при  $Rz \leq 50$  мкм – одноочаговым с присутствием вязкой составляющей.
4. Установлено, что коэффициент прочности сварного соединения дисперсно-упрочнённых алюмоматричных композиционных материалов составляет 0,81–0,88 и снижается с увеличением объемной доли упрочняющих частиц. При этом временное сопротивление зоны перемешивания превышает значения временного сопротивления сварного соединения.
5. При сварке трением с перемешиванием в сварных соединениях сохраняется равномерное распределение упрочняющих частиц и отсутствует химическое взаимодействие между матричным сплавом и упрочняющими частицами с образованием нежелательных фаз типа  $Al_4C_3$ .

### **Практическая значимость:**

На основании полученных результатов исследований разработана производственная инструкция и комплект технологической оснастки и рабочий инструмент для сварки трением с перемешиванием алюмоматричных дисперсно-упрочнённых композиционных материалов. Также получены следующие результаты, имеющие важное практическое значение:

– определены диапазоны изменения основных технологических параметров процесса сварки трением с перемешиванием, которые рекомендуются для получения сварных соединений ДУКМ на алюминиевой основе с учетом их влияния на свойства композиционных материалов при повышенных температурах; – проведена оценка работоспособности стыковых соединений ДУАКМ в экспериментальных сварных конструкциях;

– установлены причины повышенного износа рабочего инструмента при сварке трением с перемешиванием дисперсно-упрочнённых алюмоматричных композиционных материалов по сравнению со сваркой матричного сплава. Снижение износа инструмента может быть обеспечено за счет уменьшения частоты вращения инструмента при сопутствующем подогреве свариваемого материала до 150–180 °С, а также при нанесении на инструмент вакуумных ионно-плазменных покрытий;

– разработаны технологические рекомендации по изготовлению сварных узлов и сборок из ДУАКМ с применением сварки трением с перемешиванием. – результаты исследований включены в учебный процесс при преподавании дисциплины «Технологии конструкционных материалов» направления 22.03.01 в ФГАОУ ВО «Московский Политех», а также при руководстве научными работами бакалавров и магистрантов, что подтверждено соответствующим актом.

**Достоверность результатов**, полученных в работе, подтверждается теоретическими и экспериментальными исследованиями, обеспечивающими обоснование цели и поставленных задач, апробированных классическими и современными общенаучными методами, научным обсуждением и одобрением отечественной и зарубежной общественностью.

**Результаты** диссертационной работы широко представлены в 15 печатных работах автора, в том числе 12 в журналах из перечня научных рецензируемых журналов ВАК РФ.

**Автореферат** содержит большое количество иллюстраций и развернутых пояснений к ним.

**Отличительной особенностью** и интересным научным результатом диссертационной работы является то, что эффективной мерой повышения скорости сварки дисперсно-упрочненных алюмоматричных композиционных материалов при сохранении высокого уровня механических свойств и снижением интенсивности износа рабочего инструмента является применение сопутствующего подогрева до 100–125 °С соединяемых заготовок в процессе сварки.

В целом актуальность работы, её научная новизна и практическая значимость не вызывают сомнений.

По выполненной работе имеются следующие **замечания**:

– из текста автореферата не ясно, какова экономическая эффективность предлагаемой технологии сварки трением с перемешиванием соединений композиционных материалов на основе алюминия;

– из текста автореферата не ясно, каковы перспективы дальнейшей разработки темы.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки выполненной работы.

В целом диссертационная работа «Влияние параметров сварки трением с перемешиванием на структуру и свойства соединений композиционных материалов на основе алюминия» представляет собой законченное научное исследование, основные результаты которого представляют научный и практический интерес для специалистов в области материаловедения сплавов на основе алюминия.

Судя по автореферату диссертационная работа «Влияние параметров сварки трением с перемешиванием на структуру и свойства соединений композиционных материалов на основе алюминия» соответствует требованиям п. 9... 11, 13, 14 «Положение о порядке присуждения учёных степеней» Постановления Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (ред. от 26.01.2023 г.), а ее автор, Губин Антон Михайлович, **заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук** по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки).

Агеева Екатерина Владимировна

Профессор кафедры технологии материалов и транспорта Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Юго-Западный государственный университет», 305040, РФ, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д. 94.

Ученая степень: доктор технических наук по специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Ученое звание: доцент по специальности 2.6.17. Материаловедение.

E-mail: [ageeva-ev@yandex.ru](mailto:ageeva-ev@yandex.ru)

Тел.: 8(910)310-33-36.



*Агеевой Е.В.*

*Черных Т.В.*