

Отзыв официального оппонента

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

Актуальность

Возрастающие требования, предъявляемые к прочностным, технологическим и эксплуатационным свойствам алюминиевых деформируемых сплавов, применяющихся в авиационной технике, обусловлены увеличением нагрузок, расширением интервалов рабочих температур на элементах конструкции перспективных летательных аппаратов, а также стремлением применять в производстве композиционные материалы на основе алюминиевых сплавов с возможностью применения обработки давлением, сварки и т.д.

Зачастую при использовании традиционных методов сварки, основанных на плавлении металла, для соединения дисперсно-упрочняемых алюмоматричных композиционных материалов в результате воздействия высоких температур на материал сварного соединения существенно изменяется структурно-фазовое состояние, наблюдается химическое взаимодействие упрочняющих частиц с матрицей и снижаются прочностные свойства металла, что ограничивает применение таких материалов для создания легких и надежных сварных конструкций.

Одним из направлений решения данной проблемы является применение сварки трением с перемешиванием (СТП), при котором соединение формируется в твердой фазе. Это позволяет получать неразъемные соединения прочностные и усталостные характеристики которых приближаются к характеристикам исходного материала.

Существенный резерв в повышении свойств неразъемных соединений дисперсно-упрочненных алюмоматричных композиционных материалов, получаемых методом СТП, является правильный выбор диапазона изменения

основных параметров режима, при которых формируется соединение без внешних и внутренних дефектов.

В связи с этим не вызывает сомнений актуальность диссертационной работы Губина А.М., направленной на исследование влияния основных параметров режима сварки трением с перемешиванием на структуру и свойства соединений дисперсно-упрочненных алюмоматричных композиционных материалов.

Научная новизна

Диссертантом на основе детального анализа большого массива экспериментальных данных установлена возможность получения качественных бездефектных соединений дисперсно-упрочненных алюмоматричных композиционных материалов в условиях СТП при объемной доле упрочняющих частиц Al_2O_3 , SiC и B_4C 10–30 об. %.

Разработаны расчетные модели зависимостей прочности и шероховатости поверхности сварных соединений дисперсно-упрочненных 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.

Обосновано, что очагами разрушения являются поверхностные несовершенства сварного шва. При значении 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.

Установлено, что коэффициент прочности сварного соединения дисперсно-упрочненных 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.

Выявлено, что при СТП 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

Практическое значение диссертации заключается в разработке процесса выполнения стыковых соединений дисперсно-упрочненных алюмоматричных композиционных материалов методом СТП, а также указанных материалов с деформируемыми алюминиевыми сплавами. Предложено оборудование для реализации разработанной технологии в условиях производства.

На основе проведенных статистических исследований и теоретической оценки разработаны рекомендации по применению разработанного процесса для изготовления сварных конструкций ответственного назначения.

Достоверность результатов

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждена результатами большого объема выполненных исследований и экспериментов, проведенных с использованием современных статистических методов и аттестованного оборудования. Интерпретация полученных экспериментальных зависимостей и трактовка предложенных теоретических положений не противоречат классическим научным представлениям, принятым в материаловедении и технологии конструкционных материалов.

Замечания

1. Отсутствует описание получения экспериментальных образцов, все ограничивается одним предложением «Для получения полуфабрикатов ДУАКМ использовались методы порошковой металлургии». Оборудование, методика получения исходных порошков, описание самого процесса получения композитов не приведены.
2. Не ясно, как были получены исходные сплавы 1565чМ и Д16Т: традиционным способом в виде деформированных полуфабрикатов

- или методом порошковой металлургии. Для оценки влияния упрочняющих частиц последний вариант был бы более корректным.
3. Поскольку в процессе СТП происходит повышение температуры, что в значительной мере зависит от теплопроводности свариваемого материала, то было бы весьма полезным привести данные по теплопроводности рассматриваемых композитов.
 4. Использование метода планирования эксперимента, безусловно, является полезным, однако в диссертации он описан не вполне ясно. Вместо большого количества подробностей, которые можно было бы и не описывать, следовало бы привести итоговые уравнения зависимости параметров оптимизации (временного сопротивления и шероховатости) от рассматриваемых факторов (подачи инструмента на один оборот и объемной доли армирующей фазы).
 5. Структуры изломов следовало бы привести при большем увеличении, которое позволяет выявлять частицы армирующей фазы.
 6. Рис.4.8 не содержит масштабной отметки.

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертации.

Заключение

В целом представленная диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены научно-обоснованные технические и технологические решения по управлению структурой стыковых соединений дисперсно-упрочненных алюмоматричных композиционных материалов в процессе сварки трением с перемешиванием.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли достаточную апробацию на научно-технических конференциях, опубликованы в 8 печатных работах, в том числе в 12 статьях в ведущих рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК. Результаты

диссертационной работы могут быть использованы в авиационной, судостроительной, автомобильной и других отраслях промышленности.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Губин Антон Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки).

Официальный оппонент
доктор технических наук,
профессор



Белов Николай Александрович

Адрес организации: 119049, Москва, Ленинский проспект, д. 4, стр. 1.

Наименование организации: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС».

Электронный адрес: nikolay-belov@yandex.ru

Телефон: 8-910-476-58-57

Подпись Белова Николая Александровича удостоверяю.

Проректор по науке и инновациям

21.06.2023г.



Губин А.М.