

## Отзыв

на автореферат диссертации Рзаева Радмира Адильбековича  
**«Совершенствование технологии сварки трением с перемешиванием алюминия и меди с целью улучшения прочностных характеристик электромонтажных шин»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.8. Сварка, родственные процессы и технологии (технические науки)

Диссертация Радмира Адильбековича Рзаева направлена на увеличение прочностных характеристик сварных швов, полученных с помощью технологии сварки трением с перемешиванием (СТП). В условиях роста энергопотребления и ужесточения стандартов по энергоэффективности в промышленности всё большее применение получают электромонтажные шины, выполненные из разнородных материалов. Соединения таких разнородных материалов должны обеспечивать минимальное сопротивление току, высокую теплопроводность и механическую прочность. Технология СТП позволяет получать неразъёмные сварные соединения алюминия с медью (разнородных металлов), обладающие равномерной структурой и высокой прочностью, что критически важно для снижения потерь энергии и предотвращения перегрева соединений. Соединения, выполненные с применением СТП, обладают повышенной стойкостью к вибрации, коррозии, циклическим нагрузкам, что особенно важно для эксплуатации в энергетическом и промышленном секторах, в том числе на транспорте и в электроустановках повышенной ответственности.

К основным достижениям диссертационной работе следует отнести установленные зависимости между условиями образования структуры стыковых сварных соединений, выполненных из разнородных материалов («алюминий – медь») и влияние параметров режимов сварки трением с перемешиванием на прочностные характеристики таких соединений. Были определены оптимальные (для сочетания свариваемых материалов АД1+М1) параметры режимов сварки, а именно: частота вращения цилиндрического сварочного инструмента в диапазоне 800-1000 об/мин, скорость сварки 25-41 мм/мин и положение инструмента со смещением на медную часть 0,5-1 мм в поперечном сечении сварного шва. Указанные параметры обеспечивают формирование композитной структуры стыкового сварного соединения из разнородных материалов («алюминий – медь») с наличием интерметаллидных фаз  $Al_2Cu$  и  $Al_4Cu_9$ , толщина которых не превышает 3-5 мкм, что гарантирует механическую прочность шва близкую к прочности основного металла (АД1).

Также были созданы компьютерные модели процесса СТП, основанные на комбинированном подходе Эйлера и Лагранжа. Эти модели позволяют прогнозировать температурное распределение, возникновение дефектов и оптимизировать параметры режимов сварки. Практическое применение разработанной технологии при производстве электромонтажных шин показало улучшение механической прочности соединения и снижение потерь напряжения в контактной зоне более чем в два раза, по сравнению с традиционными разъёмными (болтовыми) соединениями.

Достоверность результатов, представленных в диссертационной работе, обеспечена применением современных научно-исследовательских методов и сопоставлением выявленных закономерностей с данными, полученными другими исследователями. Научные результаты диссертации нашли отражение в 62 публикациях, в том числе в 21 статье, опубликованной в рецензируемых научно-технических журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Российской Федерации для публикации основных научных результатов диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата наук. Кроме того, получено 4 патента Российской Федерации на изобретения и зарегистрировано 4 программы для электронно-вычислительных машин. Результаты исследования были представлены на многочисленных научных конференциях. На основе результатов диссертационного исследования и проведенных расчетов параметров СТП была разработана технология производства биметаллических пластин из алюминия АД1 и меди М1. Эта технология успешно прошла апробацию на предприятиях ООО НПП «СФО-АСТРА» и ООО «Стройспецмонтаж» и готовится к внедрению.

По тексту автореферата можно сделать следующие замечания:

1. В автореферате не дается ссылок на наличие метрологических проверок используемых в исследованиях средств измерений.
2. Не представлены исследования о влиянии геометрических размеров сварочного инструмента на механические свойства и распределения материалов в зонах шва.
3. Не описан механизм образования и размеров зон сварного соединения алюминия и меди при СТП.
4. На стр. 16 указано, что разработан способ СТП алюминия и меди, что, вероятно, является опечаткой так как способ СТП алюминия и меди известен по многочисленным публикациям других авторов. Вероятно, автор имел в виду разработку технологического процесса получения бездефектного сварного соединения алюминия и меди способом СТП с требуемыми механическими и эклектическими свойствами.

Однако, вышеуказанные замечания не влияют на общее положительное впечатление о работе и могут рассматриваться, как возможное направление дальнейших исследований. В целом, диссертация представляет собой законченную работу, содержащую новые результаты, имеющие научную и практическую значимость. Работа выделяется большим объемом эмпирических и теоретических исследований, результаты которых представлены в 21 публикации в изданиях из перечня ВАК, 8 публикациях, цитируемых в базах данных Scopus и Web of Science, 4 патентах РФ на изобретения, 4 свидетельствах о государственной регистрации программ для ЭВМ. Рассматриваемая работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, в том числе п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, а ее автор, Рзаев Радмир Адильбекович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.5.8. Сварка, родственные процессы и технологии (технические науки).

Автор отзыва дает согласие на обработку персональных данных.

Главный эксперт по сварке  
Филиал АО "АЭМ-технологии"  
"Атоммаш" в г. Волгодонск,  
кандидат технических наук (05.02.10

Сварка, родственные процессы и технологии) Крамской Александр Владимирович

Тел. 8(8639) 29-29-29, доб. 22-56. e-mail: kramskoi\_av@atom mash.ru  
347360, Ростовская обл., г. Волгодонск, Жуковское шоссе, 10.  
Филиал АО "АЭМ-технологии" "Атоммаш" в г. Волгодонск

24.02.2026 г.

Подпись А.В. Крамского удостоверяю.

Начальник отдела по работе с  
персоналом  
Филиал АО "АЭМ-технологии"  
"Атоммаш" в г. Волгодонск

Литовка И.А.



Сотрудник отдела  
Васильев А.А.

Васильев А.А. 03.03.2026.

« 03 » ЛИСТОВ	Вх. № 08, СС-65-27 « 02 » 03 2026 г. ВолгГТУ
------------------	----------------------------------------------------