

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Высоцкого Игоря Васильевича

«Разработка научных основ оптимизации процесса сварки трением с перемешиванием алюминиевого сплава АД33», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов

Сварка трением с перемешиванием (СТП) признана перспективным способом получения неразъемных соединений на термически-упрочняемых алюминиевых сплавах в связи с низким, по сравнению со сваркой плавлением, тепловложением, меньшим нагревом зоны термического влияния и создаваемой, тем самым, неравнопрочности зон шва. Диссертационная работа И.В. Высоцкого посвящена исследованию влияния режимов СТП и режимов постобработки на равнопрочность соединений из сплава АД33-Т6.

В первой главе приведены сведения об используемом в работе материале, особенностях СТП соединений и т.д. Вторая глава содержит необходимые сведения о полученном в работе материале, методиках измерения температуры при СТП, методах исследований и испытаний. Третья глава посвящена оптимизации тепловложения при СТП для снижения вероятности образования ослабленных зон шва и предложена и экспериментально проверена гипотеза о подавлении процесса коагуляции частиц за счет увеличения скорости сварки при данной частоте вращения инструмента. В четвертой и пятой главах рассматриваются результаты влияния термической и механотермической обработок на прочность СТП шва и влияние режимов СТП на усталостные характеристики швов, соответственно.

Тема работы актуальна, поскольку расширяет технологические возможности термически-упрочняемых сплавов при необходимости их использования для получения неразъемных конструкций, в том числе и из разнородных материалов. Полученные в работе результаты обладают научной новизной и практической значимостью, что подтверждается высоким уровнем публикаций. Выводы по работе следуют из полученных в работе результатов. Результаты работы представлены в научной рецензируемой печати 6 статьями из списка ВАК. Содержание автореферата адекватно отражает текст диссертации. Стиль и существо изложения свидетельствует о хорошей научной квалификации диссертанта.

В целом диссертационная работа И.В. Высоцкого является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи повышения равнопрочности и снижения вероятности образования ослабленных зон при СТП на термоупрочняемых алюминиевых сплавах.

По содержанию автореферата имеются следующие замечания:

1. Рисунок 1 свидетельствует о наличии ослабленных зон в швах, полученных при всех трех режимах СТП. В литературе наличие этих зон при СТП связывается с особенностями старения (коагуляцией или перестариванием) в зонах термомеханического влияния (ЗТМВ), а никак ни в зонах термического влияния (ЗТВ) (см. например <https://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2008.04.042>.) В работе утверждается, что коагуляция

протекает только в ЗТВ, но почему тогда есть узкая ослабленная зона и рядом зона повышенной твердости?

2. Из рисунка 1 следует, что твердость ЗТВ также выше для скоростей 380 и 760 мм/мин, чем для скорости 125 мм/мин. Стало быть дополнительный распад идет и там, но в отличие от зоны термомеханического влияния там нет падения твердости. В чем тогда различия процессов коагуляции в зависимости от зоны шва?
3. На стр. 10 утверждается, что «максимальная частота вращения инструмента, допустимая на использованной СТП машине (1100 мин-1), обеспечивала температуру, достаточную для практически полного растворения частиц упрочняющих фаз». Как это было установлено? Известно, что при СТП с параметрами, обеспечивающими получение качественного соединения происходит растворение не только мелких, но и крупных, так называемых нерастворимых частиц, за счет сверхинтенсивной пластической деформации при повышенной температуре. Почему учитывается только температурный фактор и игнорируется деформационно-индуцированное растворение частиц, которое является основным фактором при СТП, тем более, по сути, при увеличении скорости деформации?
4. На стр.12 утверждается, что «повышение температуры и увеличение скорости сварки способствует растворению частиц в ЗП». Означает ли это, что после прохождения инструмента более высокая температура сформировавшейся части шва будет способствовать более интенсивному старению?

Несмотря на имеющиеся замечания, считаю, что диссертационная работа И.В. Высоцкого заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности **05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов**, так как по своим целям, задачам и содержанию данная диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов и отрасли наук, по которой она представлена в совете, а также удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ от 24.09.2013г., №842.

Главный научный сотрудник

Института физики прочности и материаловедения СО РАН,  
профессор Отделения Материаловедения НИ ТПУ,  
доктор технических наук,

Сергей Юльевич Тарасов  
8.05.2020

Почтовый адрес организации: 634055, г. Томск, просп. Академический, 2/4

Телефон: +7 (3822) 286815 Факс: +7 (3822) 49-25-76.

E-mail: [tsy@ispms.ru](mailto:tsy@ispms.ru)

Личную подпись С.Ю. Тарасова удостоверяю

Ученый секретарь ИФПМ СО РАН,  
кандидат физико-математических наук



Н.Ю Матолыгина