

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный технический
университет»

доктор технических наук, профессор
Петренко Владимир Романович

2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию

Саломатовой Екатерины Сергеевны

на тему «Закономерности изменения химического состава
сварных соединений при электронно-лучевой сварке с динамическим воздействием
на электронный луч»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.02.10 – Сварка, родственные процессы и технологии

Актуальность работы. Для повышения качества сварных соединений и устранения специфических дефектов применяют технологии с динамическим воздействием на электронный луч (осцилляция по различным траекториям и динамическое расщепление электронного луча, с одновременным ведением процесса сварки в различных точках). Физические процессы в парогазовом канале, формирующемся в металле при электронно-лучевой сварке с динамическим воздействием на электронный луч, до настоящего времени являются малоизученными. При этом одним из важнейших процессов, протекающих при электронно-лучевой сварке материалов, содержащих легкоиспаряемые легирующие элементы, является процесс испарения. Процессы испарения при электронно-лучевой сварке оказывают влияние на формирование парогазового канала, на конечный химический состав и, соответственно, на эксплуатационные характеристики сварных соединений.

До настоящего времени в литературе практически отсутствуют данные исследований о процессах испарения и истощения сплавов легкоиспаряемыми легирующими элементами при электронно-лучевой сварке с динамическим воздействием на электронный луч. Восполнение этого пробела является актуальной научной задачей, имеющей важное фундаментальное и прикладное значение.

Научная новизна

В диссертационной работе получены следующие новые научные результаты:

- предложены численные модели процессов испарения и изменения химического состава сварных швов, полученных при электронно-лучевой сварке с динамическим воздействием на электронный луч;
- разработана методика определения интегральной температуры, давления и состава паров в парогазовом канале при электронно-лучевой сварке с осцилляцией и динамическим расщеплением электронного луча на основе изучения процессов испарения и осаждения;
- получены закономерности формирования химического состава сварных швов при динамическом расщеплении электронного луча на три тепловых источника с образованием трех парогазовых каналов при электронно-лучевой сварке алюминиевых сплавов;
- впервые определены зависимости изменения химического состава в сварных соединениях от параметров режимов сварки при электронно-лучевой сварке с динамическим воздействием на электронный луч.

Практическая значимость

Разработанные математические модели процессов испарения позволяют прогнозировать конечный химический состав сварных соединений, полученных при электронно-лучевой сварке с осцилляцией и динамическим расщеплением электронного луча.

Определены оптимальные параметры режимов электронно-лучевой сварки с динамическим расщеплением электронного луча на несколько тепловых источников применительно к сварке алюминиевых сплавов с толщиной металла от 4 до 10 мм.

Результаты диссертационной работы апробированы при разработке новых технологий электронно-лучевой сварки в отделе «Главного сварщика» на ОАО «Пермский моторный завод».

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. Автором изучены и критически анализируются известные отечественные и международные результаты исследований в области процессов испарения при ЭЛС. Список литературы содержит 163 наименования.

В ходе выполнения работы использовался широкий спектр методов: методы планирования эксперимента положения теории физики тепломассопереноса, численные методы математического моделирования. При проведении расчетов использовались прикладные программные пакеты Comsol Multiphysics, Mathcad. Обоснованность и достоверность научных результатов подтверждается корректностью принимаемых допущений, обоснованностью методов исследований и сопоставлением результатов моделирования с экспериментальными данными, полученными на действующих технологических установках.

Общая характеристика диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений 1,2. Работа изложена на 156 страницах основного текста, включая 59 рисунков и 33 таблицы. Библиографический список содержит 163 наименования. По теме диссертации опубликовано 17 работ, из них 8 статей – в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ.

Первая глава посвящена анализу состояния научных исследований в области изучения процессов, протекающих при электронно-лучевой сварке, моделированию

процессов испарения при электронно-лучевой сварке статическим лучом и экспериментальным исследованиям в данной области.

Во второй главе описываются разработанные методики проведения исследований и математическая модель испарения и изменения химического состава сварных швов при ЭЛС с динамическим воздействием на электронный луч, применяемое уникальное оборудование и программное обеспечение для управления параметрами режима электронно-лучевой сварки, используемые математические пакеты прикладного программного обеспечения.

В третьей главе исследованы особенности испарения, рассчитаны интегральные значения температуры, давления, состава паров в парогазовом канале и химический состав сварных швов полученных при электронно-лучевой сварке с продольной и поперечной осцилляцией электронного луча. Анализ полученных экспериментальных данных, с построением уравнения регрессии описывающего влияние скорости сварки на химический состав сварных швов.

В четвертой главе исследованы особенности испарения, рассчитаны интегральные значения температуры, давления, состава паров в парогазовом канале и химический состав сварных швов, полученных при электронно-лучевой сварке с расщеплением электронного луча. Так как, данные подходы были использованы впервые, то определялись критерии, характеризующие формирование бездефектных соединений конусообразной формы с более скругленным корнем и оптимальные параметры режимов сварки с помощью решения системы уравнений для заданной толщины свариваемого материала.

В приложение представлен акт внедрения результатов работы на предприятие ОАО «Пермский Моторный Завод».

Рекомендации по использованию результатов работы

Результаты диссертационного исследования рекомендуется использовать на предприятиях энергомашиностроительной, авиационной и ракетно-космической и других наукоемких отраслях промышленности, применяющих электронно-лучевые технологии при сварке ответственных изделий, с целью повышения качества продукции, энергоэффективности и конкурентоспособности производства, таких

как ОАО «НПО» Сатурн», «НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко, ФГУП «НПО «Техномаш», АО «Красмаш» и др.

Замечания по диссертационной работе

1. При описании моделирования процессов испарения в парогазовом канале при ЭЛС (глава 2 диссертации) не указываются все исходные данные и их величины (теплофизические характеристики сплавов, например скрытая теплота испарения), использованные при расчетах.

2. В тексте диссертации не приведены экспериментальные данные по определению химического состава паров для сплава АМг-6 (согласно методике п. 2.3). Поэтому не ясно как расчетные значения концентраций Mg в парогазовом канале коррелируются с экспериментом и насколько корректно получены значения давления паров и температуры в канале для сплава АМг-6 (с. 70).

3. Несмотря на высокий общий уровень оформления диссертации, в её тексте есть опечатки и ошибки. На странице 103 в регрессионных уравнениях идет речь о мощности электронного луча в каждом парогазовом канале (W_i), а ниже по тексту – уже о количестве электричества в каждом парогазовом канале (Q_i), в таблице 4.1 на странице 98 опечатка в слове «точками».

4. Из текста диссертации не понятно, возможно ли применение разработанной модели испарения и формирования конечного химического состава сварных швов для трудноиспаряемых компонентов сплава, например силуминов.

Сделанные замечания не снижают общего положительного впечатления от работы.

Заключение


Диссертационная работа Саломатовой Екатерины Сергеевны на тему «Закономерности изменения химического состава сварных соединений при электронно-лучевой сварке с динамическим воздействием на электронный луч»

представляет собой завершённую научную квалифицированную работу, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения, направленные на получение качественных сварных соединений и прогнозирование конечного химического состава сварных соединений при электронно-лучевой сварке с динамическим воздействием на электронный луч.

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Саломатова Екатерина Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 – Сварка, родственные процессы и технологии.

Диссертация обсуждалась на заседании расширенного научного семинара кафедры «Технологии сварочного производства и диагностики» (протокол № 1 от 29 февраля 2016 г.).

Заведующий кафедрой
«Технологии сварочного производства
и диагностики», доктор технических наук,
профессор

 Владимир Федорович
Селиванов

394026, Российская Федерация, г. Воронеж, Московский пр-т, д. 14
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
Тел./факс (473) 246-4265
E-mail: mail@vorstu.ru
<http://www.vorstu.ru>

