

ОТЗЫВ

официального оппонента Демиденко Николая Даниловича

на диссертацию Дружининой Александры Алексеевны

«Автоматическая компенсация влияния магнитных полей на точность позиционирования по стыку соединения при электронно-лучевой сварке», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»

Актуальность темы

Электронный пучок при электронно-лучевой сварке, благодаря своей высокой чувствительности к магнитным полям, отклоняется от оптической оси электронно-лучевой пушки как в промежутке от пушки до свариваемого изделия, так и по глубине канала проплавления в свариваемом изделии под действием поля помехи, действующей на пучок в процессе ЭЛС. Причем отклонения электронного пучка от стыка соединения намного превышают допустимые значения. Это приводит к образованию непроваров по глубине соединения, особенно при сварке изделий больших толщин. Влияние магнитных полей, наводимых в свариваемых деталях, на точность позиционирования электронного пучка по стыку соединения является сложной научно-технической проблемой, препятствующей достижению высокого качества сварных соединений.

Существующие методы уменьшения влияния магнитных полей не могут в полной мере обеспечить получение высокого качества сварных соединений. В ряде случаев их применение приводит к необходимости проведения предварительных дорогостоящих и трудоемких операций по размагничиванию деталей.

Таким образом **актуальность избранной диссертантом темы не вызывает сомнений.**

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

Автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов и рекомендаций.

Первая глава посвящена анализу существующих автоматических систем позиционирования электронного пучка по стыку соединения, а также влияние магнитных полей на положение электронного пучка в процессе ЭЛС. Рассмотрены способы устранения влияния магнитных полей при ЭЛС. По результатам анализа автором предложено в качестве наиболее

перспективного способа защиты пучка электронов от магнитного поля использовать его компенсацию в зоне сварки. Во **второй главе** в результате проведенных исследований автором были получены математические модели распределения магнитной индукции поля термоэлектрических токов и поля остаточной намагниченности. **Предложенные модели математически обоснованы и достоверны. Обоснованность результатов, полученных автором, основывается на согласованности данных эксперимента и научных выводов.** В третьей главе на основе полученных моделей автором предложен и реализован способ контроля влияния магнитных полей на отклонение электронного пучка. В качестве датчика измерительного устройства автором выбран рентгеновский коллимированный датчик. В **четвертой главе** автор проводит анализ и синтез системы управления. При этом применяются методы теории систем автоматического регулирования. В результате выполненных расчетов автором выработаны рекомендации по рациональному выбору параметров элементов системы управления, удовлетворяющие условиям устойчивости и требованиям качества управления. **Достоверность предложенных автором технических решений и эффективность управления подтверждена результатами лабораторных испытаний.**

Оценка новизны и достоверности.

В качестве наиболее существенных научных результатов следует отметить следующие положения:

1. Разработаны новые математические модели распределения магнитной индукции в пространстве электронно-лучевой пушки – свариваемое изделие полей термоэлектрических токов и остаточной намагниченности деталей, основанные на представлении намагниченности в виде эквивалентных проводников с током, позволяющие рассчитать отклонение электронного пучка от оптической оси пушки.

2. Впервые разработаны метод контроля отклонения электронного пучка от оптической оси электронно-лучевой пушки, основанный на сканировании электронного пучка поперек стыка и обработке сигнала коллимированного рентгеновского датчика по методу синхронного детектирования, и его математическая модель, позволяющие сформировать сигнал управления системы автоматической компенсации.

3. Впервые предложен метод автоматической компенсации влияния магнитных полей термоэлектрических токов и остаточной намагниченности деталей при электронно-лучевой сварке, в котором контролируется отклонение электронного пучка от оптической оси электронно-лучевой

пушки и путем введения компенсирующих магнитных полей, создаваемых с помощью управляемых источников тока или электромагнита, это отклонение устраняется.

Практическая значимость работы.

1. Разработаны методики расчета отклонений электронного пучка от оптической оси электронно-лучевой пушки под действием полей остаточной намагниченности свариваемого изделия и токов термо-ЭДС, позволяющие оценить возможность получения качественных сварных соединений.

2. Получены расчетные характеристики устройства контроля отклонения пучка электронов от оптической оси пушки по рентгеновскому излучению из зоны обработки, позволяющие спроектировать систему автоматической компенсации влияния магнитных полей.

3. Разработана система автоматической компенсации влияния магнитных полей. Испытания системы подтвердили ее работоспособность. Погрешность совмещения электронного пучка с плоскостью стыка от влияния магнитных полей уменьшилась в 30-50 раз. Использование разработанной системы в промышленности позволяет производить качественную сварку изделий из разнородных и магнитных материалов без предварительного размагничивания.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что полученные в диссертации результаты обладают научной новизной и практической значимостью.

Соответствие содержания диссертации содержанию и качеству опубликованных работ.

По теме диссертации опубликовано 9 научных работ, включая 3 работы, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, внесенных в Перечень журналов и изданий, утвержденных Высшей аттестационной комиссией, 1 патент РФ на изобретение.

Содержание опубликованного материала соответствует направлению научных исследований, изложенному в тексте диссертационной работы.

Соответствие темы диссертации заявленной научной специальности

Тема диссертационной работы соответствует паспорту специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»:

п. 4 «теоретические основы и методы математического моделирования организационно-технологических систем и комплексов, функциональных задач и объектов управления и их алгоритмизация»;

п. 6 «научные основы, модели и методы идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления»;

п. 8 «формализованные методы анализа, синтеза, исследования и оптимизация модульных структур систем сбора и обработки данных в АСУТП, АСУП, АСТПП и др».

Замечания по работе

1. В главе 1 на стр.17 используется фраза: «Удовлетворительного качества совмещения электронного пучка со стыком удастся добиться благодаря выполнению нескольких контрольных проходов». В этом случае не учитывается накапливающая ошибка, которая может повлиять на точность совмещения.
2. В работе не рассмотрено влияние на чувствительность рентгеновского датчика площади пятна электронного пучка. Это важно потому, что при сварке острый фокус находится не на поверхности детали.
3. В работе не приводятся данные о надежности работы рентгеновских датчиков, не указан их практический ресурс работы, не рассмотрены вопросы надежности системы автоматической компенсации магнитных полей.
4. В работе не дается оценка погрешности метода компенсации магнитных полей при изменении тока луча при сварке.
5. В диссертационной работе в выводах к главе 3 (стр.84) говорится о том, что был изготовлен макетный образец, однако в главе 3 он не описан.
6. Имеются замечания редакционного характера. В частности: в ведении на стр.4 используются общие фразы: «ряд недостатков» и «ряд случаев», которые предполагают какое-либо перечисление. По тексту такое перечисление отсутствует, в главе 1 на стр.15 некорректно используется термин «программа», наиболее подходящим является термин «траектория», в главе 2 некоторые составляющие математических формул модели распределения магнитных полей не имеют размерности. Например, на стр. 50.

Приведенные замечания в целом не снижают ценность полученных результатов и общей положительной оценки о выполненной диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения и свидетельствует о личном вкладе автора

Основные результаты диссертации опубликованы в 9 печатных работах, из них: 3 работы в изданиях, входящих в перечень ВАК, получен 1 патент РФ на изобретение. Результаты работы обсуждались на различных конференциях и были поддержаны ведущими специалистами в своих областях. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Результаты диссертации соответствуют паспорту специальности
05.13.06.

Ведущий научный сотрудник,
доктор технических наук, профессор

Handwritten signature: *Handwritten signature*

28.05.2015

Зам директора по научной работе
СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН, д.т.н.

H. Sturges

А.М. Лепихин

