

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Дружининой Александры Алексеевны

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

Актуальность темы

Диссертационное исследование Дружининой А.А. посвящено повышению качества сварных соединений при электронно-лучевой сварке (ЭЛС) в условиях действия магнитных помех за счет повышения точности позиционирования электронного пучка по стыку. Тема диссертационной работы посвящена автоматизации процесса ЭЛС, и, несомненно, является актуальной, на что указывает стабильный рост числа публикаций в этой области и докладов на конференциях, посвященных электронно-лучевым технологиям.

Электронный пучок, 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. При этом, в ряде случаев, отклонение электронного пучка от стыка соединения намного превышают допустимые значения. Это приводит к образованию непроваров по глубине соединения, особенно при сварке изделий больших толщин. Таким образом, 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. При ЭЛС широко используются различные системы для совмещения электронного пучка со стыком. Однако существующие автоматические устройства не в полной мере удовлетворяют современным требованиям точности и надежности при наличии маг-

нитных помех, действующих в зоне сварки. Поэтому исследование возможности их компенсации в зоне сварки является крайне своевременным.

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 разработке автоматических систем позиционирования электронного пучка по стыку. Список литературы содержит 136 наименований.

Обоснованность и достоверность научных результатов подтверждается корректностью принимаемых допущений. В работе широко используются методы математического моделирования и теории автоматического управления. Результаты моделирования подтверждаются экспериментальными данными, как полученными автором, так и представленными в литературе.

Оценка новизны и достоверности

В качестве новых научных результатов диссертантом выдвинуты следующие положения:

1. Разработаны новые математические модели распределения магнитной индукции в промежутке «электронно-лучевая пушка – свариваемое изделие» полей термоэлектрических токов и остаточной намагниченности деталей, основанные на представлении намагниченности в виде эквивалентных проводников с током и 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 дета-

лей при ЭЛС, 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.

Результаты, полученные автором, являются новыми научными знаниями в области разработки методов автоматического позиционирования электронного пучка по стыку и имеют как практическую, так и теоретическую значимость. Описанные результаты соответствуют сформулированной теме. Поставленные в работе задачи решены полностью. Особый интерес представляют разработанные 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. Оригинальным представляется использование дополнительных источников тока для создания компенсирующих магнитных полей при ЭЛС разнородных материалов.

Перспективным является использование разработанной системы в промышленности, что позволит производить качественную сварку изделий из разнородных и магнитных материалов без их предварительного размагничивания. При этом погрешность совмещения электронного пучка с плоскостью стыка от влияния магнитных полей уменьшается в 30-50 раз по сравнению с традиционной технологией.

Основные результаты диссертации представлялись на всероссийских и международных научных конференциях, изложены в 9 публикациях, среди которых 3 статьи в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных в действующем перечне ВАК, и 1 патент на изобретение. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Замечания по диссертационной работе

1. В третьей главе разрабатывается модель коллимированного рентгеновского датчика, позволяющей определить величину отклонения электронного пучка от оси электронно-лучевой пушки по амплитуде первой гармоники частоты

ты сканирования, а также направление отклонения по фазе этой гармоника. В дальнейшем, по сути, эта модель применяется при разработке метода автоматической системы компенсации влияния магнитных полей термоэлектрических токов. При этом в модели, согласно формуле (6), приведенной в автореферате, не учитывалось изменение интенсивности рентгеновского излучения при падении на материалы с отличающимися атомными номерами. Описанный эффект не должен проявляться при ЭЛС нержавеющей и низкоуглеродистых сталей между собой, но должен учитываться при сварке разнородных материалов, например сталей с бронзой.

2. Разработанные методы автоматической системы компенсации влияния магнитных полей термоэлектрических токов используют метод синхронного детектирования и подразумевают непрерывное технологическое сканирование электронного пучка. Такое сканирование помимо обеспечения измерения отклонения электронного пучка от стыка расширяет возможности повышения качества сварки за счет управления распределением энергии, выделяемой в зоне сварки. Однако выбранное значение частоты технологического сканирования $f_s=64$ кГц значительно превышает рекомендованные в литературе значения для ЭЛС большинства материалов, и не является необходимым для рассматриваемых методов.

3. К сожалению, в рукописи не содержится информации о том, как предлагается осуществлять предварительное позиционирование коллимирующего датчика на стык. От точности такого позиционирования во многом зависит результирующая точность позиционирования, и представляло бы интерес ознакомиться с точкой зрения автора на проведение этой процедуры.

Заключение

Указанные замечания являются частными и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы Дружининой А.А.

Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным на высоком научном уровне. В работе изложены научно обоснованные технические разработки, имеющие существенное значение для экономики или обеспечения обороноспособности страны. Диссертация написана гра-

мотно, доходчиво. Следует отметить хорошее оформление работы. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы.

Диссертационная работа отвечает требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор Дружинина Александра Алексеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный
исследовательский политехнический университет»,
614990, Пермский край, г. Пермь,

Комсомольский проспект, д. 29

Официальный оппонент,

к.т.н., с.н.с.

Тел.: 8(342)2-391-283

8(919)4-785-031

E-mail: trdimitr@yandex.ru

Трушников

Трушников

Дмитрий

Николаевич

Подпись официального оппонента

Д.Н. Трушникова заверяю

Ученый секретарь Пермского
национального исследовательского
политехнического университета

кандидат исторических наук, доцент

28 мая 2015 г.



В.И. Макаревич

В.И.Макаревич