

ОТЗЫВ

официального оппонента Бравермана Владимира Яковлевича
на диссертационную работу Варушкина Степана Владимировича
«Управление электронно-лучевой наплавкой проволочным материалом по
параметрам тормозного рентгеновского излучения», представленную в
диссертационный совет Д ПНИПУ.05.03 на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.02.10 – Сварка,
родственные технологии и процессы

Актуальность темы

В диссертационной работе Варушкина С.В. рассматриваются вопросы, связанные с повышением стабильности качества изделий при многослойной электронно-лучевой наплавке путем управления положением присадочной проволоки относительно электронного луча.

Диаметр электронного луча в точке фокусировки составляет доли миллиметра, поэтому во избежание отклонения присадочной проволоки от электронного луча требуется применение дополнительных технологических приемов или оперативного управления.

В связи с вышеизложенным можно констатировать, что тема диссертационной работы **Варушкина Степана Владимировича** «Управление электронно-лучевой наплавкой проволочным материалом по параметрам тормозного рентгеновского излучения», является **актуальной**.

Новизна проведенных исследований и полученных результатов

На основании анализа полученных автором результатов исследования, а также научных публикаций, в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК, посвященных тематике диссертационной работы

Варушкина С.В., можно выделить следующие научные и практические положения:

1. Разработана модель, описывающая формирование тормозного рентгеновского излучения в зависимости от технологических параметров при взаимодействии осциллирующего электронного луча с присадочной проволокой и подложкой в процессе наплавки;

2. Разработаны методики визуализации положения присадочной проволоки относительно электронного луча в процессе электронно-лучевой наплавки;

3. Разработан способ электронно-лучевой наплавки с оперативным контролем и управлением положением присадочной проволоки по параметрам тормозного рентгеновского излучения, позволяющий до 50% повысить стабильность качества наплавленных слоев;

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов, рекомендаций и заключений, сформулированных в диссертации

Достоверность полученных в диссертации результатов подтверждается использованием современных средств проведения исследований, обоснованностью методов исследований и верификацией модели по экспериментальным данным, полученным на действующих технологических машинах электронно-лучевой сварки. Результаты исследований не противоречат известным результатам других ученых. Математические модели верифицированы путем сравнения данных их численной реализации с экспериментальными данными.

Публикации и апробация

Результаты диссертации были представлены на всероссийских и международных научно-практических конференциях, а также опубликованы в рецензируемых журналах, в том числе рекомендованных ВАК. По теме

диссертации опубликовано 24 печатных работ, в том числе 6 в журналах, рекомендованных ВАК, 4 работы в международных журналах, входящих в базы Web of Science или Scopus.

Необходимо так же отметить, что все экспериментально-теоретические исследования и разработанные технические решения, полученные как в лабораторных, так и в опытно-промышленных условиях, а также обработка и анализ их выполнены **лично автором**.

Практическая значимость результатов работы

Практическая значимость представленной работы состоит в следующем:

1. Установлены закономерности сигнала тормозного рентгеновского излучения в зависимости от параметров электронно-лучевой наплавки, позволяющие использовать тормозное рентгеновское излучение в качестве сигнала обратной связи для оперативного управления положением присадочной проволоки в процессе наплавки.

2. Разработаны технологические рекомендации получения наплавленных электронным лучом слоев проволокой из аустенитной хромоникелевой стали, обеспечивающие стабильность процесса плавления присадочной проволоки и отсутствие дефектов наплавленных слоев;

3. Результаты диссертационного исследования в виде технологических рекомендаций использованы предприятиями АО «Машиностроитель» и ПАО «Протон-ПМ»;

4. По результатам диссертационного исследования получены два патента РФ и работы выполнены в рамках грантов и государственных заданий при поддержке Министерства науки и высшего образования российской федерации.

Заключение о соответствии диссертации установленным критериям

Кандидатская диссертация Варушкина С.В. полностью отвечает критериям, которые предусматривает для таких квалификационных работ «Положение о присуждении ученых степеней», утвержденное Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842. В ней реализованы следующие принципы соответствия:

- содержание диссертации полностью соответствует заявленным в работе целям и задачам;
- автореферат диссертации соответствует содержанию диссертации;
- печатные работы Варушкина С.В., опубликованные в научных изданиях, в том числе научных журналах, рекомендованных ВАК, а также сборниках научных трудов международных конференций с достаточной полнотой отражают содержание диссертации;
- диссертация Варушкина С.В. соответствует паспорту научной специальности 05.02.10 - Сварка, родственные процессы и технологии, как по области исследования, так и по предмету исследования. Поэтому соответствие темы диссертации и научной специальности сомнений не вызывает.

Оценка содержания диссертации

Автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. Автором изучены и критически проанализированы известные достижения и теоретические положения многих исследователей, занимающихся проблемами электронно-лучевой сварки и наплавки.

Для подтверждения теоретических положений автором проведены экспериментальные исследования, целью которых является изучение и установление связи между положением присадочной проволоки в процессе электронно-лучевой наплавки и характеристиками сигнала тормозного рентгеновского излучения из зоны наплавки.

Обоснованность результатов исследований и сделанных выводов, основывается на согласованности данных эксперимента и расчетных значений тормозного рентгеновского излучения в процессе электронно-лучевой наплавки.

Замечания и дискуссионные положения

1. Традиционное для работ такого уровня замечание: некоторая избыточность информации в главе 1 и части раздела 2.1 второй главы. Так, в 1 главе в ряде случаев можно было бы ограничиться определением метода управления и ссылкой на литературу.

В разделе 2.1 приведены довольно подробные сведения об электронно-лучевой установке (правая стенка корпуса вакуумной камеры, рис. 2.3, задняя стенка корпуса вакуумной камеры рис. 2.4 и т.д.).

В то же время в разделе 3.1 (стр. 75) не понятна конфигурация площадки dS . На рис. 3.6 это линия. Отсюда не понятно выражение (3.2). Желательно было бы подробнее пояснить эту ситуацию. Представляется достаточным применение коэффициента (3.5) для определения зависимости интенсивности рентгеновского излучения от угла φ .

2. В работе не обоснован выбор сцинтилляционного детектора на основе монокристалла цезия йодистого, активированного таллием (почему, например, не монокристалл натрия йодистого, активированного таллием). Соответствует ли спектр тормозного рентгеновского излучения области эффективного приема детектора?

3. Вызывает сомнение целесообразность применения кольцевого сканирования. По мнению оппонента для определения положения присадочной проволоки относительно луча достаточно сканирования в одном направлении. Это упростило бы устройство и математическое описание процесса выделения информации. Так в выражениях (3.1)–(3.6) можно не учитывать плотность распределения по оси y и исключить

параметр dS , а в выражениях (3.7), (3.10), (3.13), (3.19) уменьшить кратность интеграла.

По диссертации имеются и другие замечания, которые не затрагивают существо работы: не удалось избежать опечаток и терминологических неточностей, однако их количество невелико.

Заключение

Диссертационная работа Варушкина С.В. на тему «Управление электронно-лучевой наплавкой проволочным материалом по параметрам тормозного рентгеновского излучения» представляет собой законченную работу, в которой автор основываясь на литературном анализе проблемы, а также на теоретическом анализе и экспериментальном материале достиг поставленной цели. По результатам работы Разработан способ электронно-лучевой наплавки с оперативным управлением положением присадочной проволоки по сигналу тормозного рентгеновского излучения из технологической зоны. Способ исключает вынужденные прерывания процесса вследствие выхода присадочной проволоки из-под воздействия электронного луча. И повышает воспроизводимость качества наплавки на величину до 50% за счет уменьшения колебания ширины наплавленных слоев и их смещения относительно друг друга.

Выводы по работе соответствуют результатам теоретических и экспериментальных исследований. Выводы сформулированы корректно и отражают суть проведенных исследований. Основное содержание диссертации отражено в публикациях автора, в том числе в 6-ти статьях в изданиях рекомендованных ВАК.

По значимости полученных результатов, их новизне и оригинальности, а также практической ценности, представленная диссертационная работа «Управление электронно-лучевой наплавкой проволочным материалом по параметрам тормозного рентгеновского излучения» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским

диссертациям, а ее автор Варушкин Степан Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 – Сварка, родственные процессы и технологии.

09.01.2020

Официальный оппонент,
доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры «Сварка
летательных аппаратов»

/Браверман Владимир
Яковлевич/

Подпись доц., д-ра техн. наук

Бравермана В.Я. заверяю,

Гончаров Александр Евгеньевич,
ученый секретарь ученого совета
сибирского государственного
университета науки и технологий
им. академика М.Ф. Решетнева

Место работы:

660037, Красноярский край, город Красноярск, проспект имени газеты «Красноярский рабочий», д. 31

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева»

Тел.: +7 (391) 291-92-52

E-mail: info@sibsau.ru; <https://www.sibsau.ru>