

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГАОУ ВО «Уральский
федеральный университет имени
первого Президента В.Н. Ельцина»

Кокшаров В. А.

2019 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента В. Н. Ельцина» на диссертационную работу Терентьева Сергея Александровича на тему: «Разработка технологии и оборудования аддитивного формирования металлических изделий плазменной наплавкой плавящимся электродом»

Представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук диссертация Терентьева Сергея Александровича посвящена развитию методов аддитивного формирования металлических изделий путем применения гибридной плазменной наплавки плавящимся электродом с целью увеличения производительности процесса послойного формирования металлических заготовок и повышения качества полученных изделий.

Актуальность исследований. Современное производство характеризуется быстро изменяющейся номенклатурой продукции, применением различных металлов, сложностью геометрии готовых изделий, повышенными требованиями к качеству продукции при снижении затрат. Обеспечить гибкость производства, сократить затраты на технологическую подготовку производства, снизить материалоемкость, обеспечить высокое качество готовой продукции позволяют аддитивные технологии. Формирование металлических изделий послойной дуговой наплавкой являются альтернативным направлением развития производства. Применение гибридной технологии плазменной наплавки плавящимся электродом может стать прогрессивным путем повышения производительности и качества наплавки. Высокая производительность наплавки,

эффективная катодная очистка и подогрев зоны наплавки плазменной дугой обратной полярности, аксиальная подача присадочного проволочного электрода и др. делают данный способ перспективным для аддитивного формирования металлических изделий. Несмотря на то, что имеется научный задел работ по плазменной наплавке плавящимся электродом, этот способ почти не применяется в промышленности и, в частности, аддитивных технологиях. Таким образом, проведенные диссертантом исследования представляются актуальными и важными.

Структура и содержание диссертационной работы Терентьева С.А. состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы. Объем работы составляет 134 страницы, среди них 77 рисунков, 23 таблицы. Список литературы содержит 162 наименования.

Во введении обоснована актуальность работы, сформирована цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость работы, изложены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен обзор технологии аддитивного производства металлических изделий послойной дуговой наплавкой. Для повышения производительности формирования изделий и обеспечения высокого качества наплавленного металла предложен комбинированный способ плазменной наплавкой плавящимся электродом.

Во второй главе исследованы закономерности влияния параметров режима плазменной наплавки на стабильность процесса и формирование наплавленного валика. Получена математическая модель расчета размеров и формы валика для создания алгоритма наплавки заготовки.

Третья глава посвящена исследованию особенностей тепловых процессов при плазменной наплавке плавящимся электродом. Представлено разработанное оборудование для аддитивного формирования металлических изделий: плазматрон для плазменной наплавки плавящимся электродом, роботизированный комплекс, многофункциональный комплекс для создания готовых изделий.

В четвертой главе представлены результаты исследования структуры и свойств заготовки из высоколегированной аустенитной стали, полученной

послойной плазменной наплавкой плавящимся электродом. Металл, по прочностным и коррозионным свойствам, а также химическому составу соответствует требованию соответствующей нормативной документации и имеет характерную для послойной наплавки аустенитно-ферритную структуру.

Научная новизна полученных результатов заключается в следующих положениях:

- Выявлены зависимости параметров режима плазменной наплавки плавящимся электродом на устойчивость процессов взаимного горения дуг, переноса электродного металла и формирование наплавленного валика при работе на режимах с минимальными плотностями тока электрических дуг.
- Разработана математическая модель прогнозирования размеров и профиля наплавленного валика, для формирования алгоритма построения изделия послойной плазменной наплавкой плавящимся электродом.
- Установлено комплексное влияние конструктивных и технологических параметров плазменной наплавки плавящимся электродом на характер распределения и величину теплопередачи в узлы плазмотрона и изделие.

Значимость результатов для науки и практики полученных автором результатов. Основные положения и выводы диссертационного исследования дополняют теоретические основы плазменной наплавки плавящимся электродом и технологии аддитивного формирования металлических изделий послойной дуговой наплавкой. Практическая значимость работы подтверждена актом использования оборудования и технологических рекомендации плазменной наплавки плавящимся электродом при создании многофункционального комплекса производства ПАО «Протон-ПМ» для аддитивного производства металлических деталей полного цикла.

Результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы для внедрения на предприятиях двигателестроения, судостроения и др., которые производят изделия сложной формы из высоколегированных коррозионных и жаропрочных сталей.

Результаты исследования рекомендуется использовать для расчета траектории перемещения плазмотрона и подбора оптимальных параметров режима наплавки.

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием современных средств проведения аналитических и технологических исследований, сходимостью результатов, а также опытно-промышленной апробацией разработанного оборудования и полученных изделий. Результаты исследований наглядно представлены на рисунках, диаграммах и в таблицах, что позволяет адекватно квалифицировать научный уровень проведенной работы.

Материалы диссертации обобщены в 6 печатных работах, в том числе, 5 статей опубликованы в журналах, рекомендуемых ВАК, 2 статьи – в журналах, входящих в базы цитирования Scopus и Web of Science; имеется 1 патент РФ, относящийся к теме диссертационной работы. Результаты диссертационной работы широко представлены на конференциях различного уровня.

Содержание автореферата соответствует основным идеям и выводам диссертационной работы.

Замечания:

1. Представленная математическая модель, предназначенная для расчета геометрических параметров одиночного валика при плазменной наплавке плавящимся электродом применительно к условиям аддитивного формирования металлических изделий, не учитывает нагрев ниже лежащих слоев при послойной наплавке;
2. Выявленные особенности теплопередачи в изделие при плазменной наплавке плавящимся электродом, не использованы в работе для описания условий нагрева металла при послойной наплавке;

Заключение. Указанные замечания не снижают общего положительного впечатления о представленной работе. Диссертационная работа Терентьева Сергея Александровича выполнена на высоком научно-техническом уровне с применением комплекса современных инструментальных методов исследования. Полученные результаты представляют не только научный интерес, но имеют реально практическое значение, так как достигнуто существенное увеличение эксплуатационных свойств материала, полученного по технологии послойной плазменной наплавки плавящимся электродом, и сформулированы рекомендации по оптимальным технологическим режимам.

Сонскателем выполнено комплексное законченное исследование, обладающее логичным единством этапов исследования. Выводы соответствуют цели работы и поставленным научным задачам.

По актуальности, научной новизне и практической значимости диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Терентьев Сергей Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 – Сварка, родственные процессы и технологии.

Отзыв заслушан и обсужден на заседании кафедры «Технология сварочного производства» ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента Б.Н. Ельцина» 26 декабря 2019 г. № 8 от 26 декабря 2019 г.

Заведующий кафедрой
«Технология сварочного
производства», д.т.н., профессор



Шалимов М.В.

«26» декабря 2019 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента Б.Н. Ельцина»

Адрес:

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д.

19 Телефон: +7 (343) 375-44-44

E-mail: contact@urfu.ru.

Адрес официального сайта в сети «интернет»: www.urfu.ru

ПОДПИСЬ
ЗАВЕРЯЮ

Ученый секрет
МОРОЗОВА Э.

