

ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора технических наук, профессора
Мелюкова Валерия Васильевича
на диссертационную работу
Терентьева Сергея Александровича
«Разработка технологии и оборудования аддитивного производства
металлических изделий плазменной наплавкой плавящимся электродом»,
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

Аддитивные технологии или технологии послойного изготовления изделий - одно из наиболее динамично развивающихся направлений цифрового производства. Использование таких технологий для изготовления металлических конструкций позволит значительно ускорить решение задач технологической подготовки производства и выпуска готовой продукции. На сегодняшний день успешно разрабатываются технологии аддитивного формирования металлических деталей с применением концентрированных источников нагрева путем послойного спекания порошковых материалов и послойной наплавки проволочных материалов. Однако такие технологии имеют низкую производительность и высокую дефектность полученного материала. Разработка производительного способа аддитивного формирования металлических изделий высокого качества с минимальным припуском на механическую обработку является актуальной прикладной задачей.

В диссертационной работе «Разработка технологии и оборудования аддитивного производства металлических изделий плазменной наплавкой плавящимся электродом» её автор Терентьев Сергей Александрович поставил и решил эту актуальную задачу путём применения гибридной технологии и моделирования аддитивного процесса наплавки с целью повышения производительности и качества изготовления деталей сложной геометрической формы.

Научная новизна работы:

Автором данной диссертационной работы определено влияние параметров режима плазменной наплавки плавящимся электродом на устойчивость процесса формирования наплавленного валика.

Разработана математическая модель прогнозирования размеров и профиля наплавленного валика и алгоритм формирования послойной наплавки.

Установлены условия теплопередачи при гибридной плазменной наплавке, определяющие распределение и величину тепловложения в узлы плазмотрона и в изделие в зависимости от конструкции и технологических параметров процесса.

Обоснованность и достоверность работы

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждена применением современного научно-исследовательского оборудования и методов исследования, всестороннего и тщательного проведения экспериментов, комплексным анализом результатов экспериментов. Результаты исследований не противоречат известным результатам, полученным другими учеными. Надежность экспериментальных данных подтверждается использованием стандартных методик исследования и применением калиброванного оборудования

Апробация и публикации

Результаты проведенных исследований докладывались, обсуждались на 7 международных, всероссийских и других научно-технических конференциях, форумах и семинарах. По теме диссертационного исследования опубликовано 5 печатных работ, в том числе 2 - в журналах, входящих в международные базы цитирования Scopus или Web of Science, 3 - в изданиях, рекомендованных ВАК, получен 1 патент РФ.

Личный вклад автора

Соискателем лично выполнены экспериментальные исследования по определению диапазона параметров режимов, при которых процесс плазменной наплавки плавящимся электродом устойчив. Разработана математическая модель описывающая влияние технологических параметров плазменной наплавки плавящимся электродом на форму и размеры наплавленного валика. Создан компактный надежный плазмотрон. Исследованы особенности теплопередачи в узлы плазмотрона. Разработаны технологические рекомендации по применению плазменной наплавки плавящимся электродом изделий из высоколегированных сталей аустенитного класса, исследованы структура и свойства полученного материала.

Практическая значимость работы.

Для аддитивного процесса гибридной наплавки создан компактный плазмотрон, совместимый с серийным сварочным оборудованием и позволяющий выполнять наплавку плавящимся электродом с аксиальной подачей присадочной проволоки.

Разработаны технологические рекомендации для аддитивного процесса послойного формирования металлических деталей сложной формы.

Разработан высокопроизводительный способ изготовления металлических деталей послойной плазменной наплавкой плавящимся электродом с обеспечением необходимых эксплуатационных характеристик.

Соответствие диссертации установленным критериям

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук Терентьева С.А. соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. В диссертации приведены ссылки на авторов и источники заимствованных материалов и отдельных результатов. В работе соискатель отмечает вклад в научные труды, опубликованные лично и в соавторстве.

Содержание диссертации

Диссертация соответствует поставленным целям и задачам исследования, а её содержание в достаточной мере отражает их решение и полученные результаты. Проведен обзор и анализ литературных источников существующих способов аддитивного производства металлических изделий. Разработана методика проведения научных исследований и закономерностей формирования наплавленного валика при плазменной наплавке плавящимся электродом.

Особую значимость диссертационной работы представляет вторая глава, в которой исследованы условия формирования наплавленного валика в зависимости от заданной его формы и устойчивость процесса плазменной наплавки плавящимся электродом.

Для выбора формы валика использован аппроксимирующий полином и на основании метода аппроксимации заданной функции полинома разработана математическая модель расчета высоты и ширины валика при плазменно - дуговой наплавке в виде регрессионного уравнения. Точность прогнозирования профиля валика с использованием модели регрессионного уравнения составляет не менее 90%.

Регрессионное уравнение предпочтительнее использовать при моделировании многофакторных процессов, к которым относится процесс

гибридной плазменно-дуговой наплавки, и использование регрессионного метода не требует длительных вычислительных процедур по сравнению с математическими моделями уравнений теплопроводности.

Создана конструкция компактного плазмотрона с аксиальной подачей присадочной проволоки и системой охлаждения кольцевого анода, обеспечивающей безаварийный режим работы при токах до 160 А. Исследование структуры и анизотропии механических свойств многослойного металла в продольном и поперечном направлениях наплавки свидетельствует об удовлетворительных механических и эксплуатационных характеристиках металла, полученного послойной наплавкой.

В заключении диссертационной работы сформулированы выводы и обобщены основные результаты полученных при выполнении диссертационной работы, которые в достаточной степени отражают новизну и практическую значимость работы.

Замечания и предложения

1. Целью диссертационного исследования является повышение качества аддитивного производства, однако не ясно какие конкретно критерии изготовления деталей сложной геометрической формы автор работы использовал для оценки качества послойной плазменной наплавки плавящимся электродом.
2. При металлографическом исследовании структуры наплавленного металла обнаружена остаточная пористость, но в диссертационной работе отсутствует разъяснение, почему данный дефект не выявлен при ультразвуковом контроле.
3. В работе отсутствует в явном виде взаимосвязь параметров режима плазменной наплавки плавящимся электродом со структурой, свойствами, показателями качества или эксплуатационными характеристиками полученного материала.
4. В работе не отражены экономические аспекты применения разработанных технологических рекомендаций.

По диссертации и автореферату имеются и другие замечания, которые не затрагивают существо работы.

Заключение

Диссертационная работа Терентьева С.А. на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Разработка технологии и оборудования аддитивного производства металлических изделий плазменной наплавкой плавящимся электродом» представляет собой законченную комплексную

работу, обладающую признаками актуальности, научной новизны, и практической значимости.

Автор разработал теоретические и технологические основы использования комбинированного процесса плазменной наплавки плавящимся электродом для аддитивного производства металлических изделий. Представленные результаты свидетельствуют об успешном решении поставленных задач.

Представленная диссертационная работа «Разработка технологии и оборудования аддитивного формирования металлических изделий плазменной наплавкой плавящимся электродом» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Терентьев Сергей Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 – Сварка, родственные процессы и технологии.

Официальный оппонент,
Доктор технических наук, профессор,
директор ООО «Вятский
аттестационный центр»

Мелюков Валерий Васильевич /

Подпись проф., д-ра техн
Мелюкова В.В. заверяю:

/Т.Я. Мелюкова /

Исполнительный директор
ООО «ВАЦ»

Место работы:

610033, город Киров, ул.Московская, 1076, оф. 402

ООО «Вятский аттестационный центр»

Тел.: +7 (8332) 25-19-25

E-mail: vcc.naks@mail.ru; <http://naks-kirov.ru>