

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Карташева Максима Федоровича «Трехмерная электродуговая наплавка сплава ВТ6 плавящимся электродом», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
2.5.8. Сварка, родственные процессы и технологии

### **Актуальность темы.**

Диссертационная работа Карташева М.Ф. направлена на решение проблемы повышения качества материала из сплава ВТ6, получаемого при трехмерной электродуговой наплавке плавящимся электродом.

При трехмерной наплавке титановых сплавов встречается ряд проблем, ограничивающих качество получаемых по таким технологиям изделий: образование столбчатых первичных  $\beta$ -зерен вдоль направления выращивания, анизотропия механических свойств, низкие механические свойства, низкая стабильность геометрических характеристик наплавляемых изделий в связи с изменяющимися условиями теплоотвода в процессе наплавки, образование внутренних дефектов.

Следовательно, может быть сделан вывод, что тема диссертационной работы Карташева Максима Федоровича «Трехмерная электродуговая наплавка сплава ВТ6 плавящимся электродом», является актуальной.

### **Анализ содержания диссертации**

Диссертация соответствует поставленным целям и задачам и в достаточной мере отражает их решение. Произведен анализ литературных данных в области трехмерной наплавки титанового сплава ВТ6. Разработана методика проведения исследований, описано использованное оборудование и программное обеспечение, предложены методы математической обработки. Проведены эксперименты по трехмерной наплавке сплава ВТ6 плавящимся электродом. Разработаны и верифицированы математические модели. Разработан способ управления тепловложением при наплавке, использующего численный алгоритм определения требуемого изменения технологических параметров во времени при решении тепловой задачи посредством математического моделирования. Исследовано влияние послойной деформационной обработки и последующей общей термообработки на структуру и механические свойства наплавленного металла при трехмерной электродуговой наплавке плавящимся электродом.

### **Научная новизна диссертационной работы:**

Автором данной диссертационной работы разработан численный алгоритм определения закона изменения технологических параметров во времени при решении тепловой задачи для обеспечения качественного формирования изделий, получаемых при трехмерной наплавке.

Установлен механизм измельчения структуры при трехмерной наплавке сплава ВТ6 с применением послойной деформационной обработки.

Установлено, что применение послойной деформационной обработки и последующей общей термообработки при трехмерной наплавке сплава ВТ6 позволяет добиться повышения механических свойств до уровня кованных материалов.

#### **Практическая и теоретическая значимость результатов работы.**

Разработаны практические рекомендации трехмерной наплавки сплава ВТ6 плавящимся электродом.

Разработан способ определения параметров теплового воздействия в процессе трехмерной наплавки, позволяющий обеспечить устойчивое формирование выращиваемого изделия. На разработанный способ управления наплавкой получен патент на изобретение.

Результаты диссертационного исследования применены предприятиями ООО «иксВелд», АО «Пермский завод «Машиностроитель» и АО «РЕДУКТОР-ПМ» при изготовлении прототипов изделий.

#### **Достоверность научных результатов и обоснованность выводов**

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.

#### **Замечания.**

1. Во второй главе, при исследовании влияния технологических параметров наплавки на качество формирования получаемого материала отсутствуют металлографические исследования наплавленных валиков, то есть отсутствует взаимосвязь параметров режимов наплавки со структурой получаемого материала.

2. В работе не отражены экономические аспекты применения разработанных технологических рекомендаций.

3. В главе 4, в таблице 4.9, отсутствуют результаты испытаний механических свойств в направлении Z образцов, наплавленных с применением послойной проковки.

#### **Соответствие диссертационной работы указанной специальности.**

Диссертационная работа Карташева Максима Федоровича по содержанию и полноте изложенного материала соответствует паспорту специальности 2.5.8. Сварка, родственные процессы и технологии: пункту № 3 –

процессы в материалах при сварке и родственных технологиях, фазовые и структурные превращения, образование соединений и формирование их свойств»; № 4 – «Технологические основы сварки и родственных процессов»; пункту № 6 – «Системы стабилизации, программного управления и регулирования параметров технологии сварки и родственных процессов»; № 7 – «Влияние конструктивных особенностей сварных соединений и технологии сварки на прочность, надежность и ресурс сварных конструкций».

### **Заключение.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук Карташева М.Ф. на тему «Трехмерная электродуговая наплавка сплава ВТ6 плавящимся электродом» представляет собой законченную работу. Достижение поставленной цели основано на литературном анализе проблемы, моделировании и экспериментальных исследованиях. Разработанная технология трехмерной наплавки титанового сплава ВТ6 позволяет получать изделия высокого качества, с механическими свойствами на уровне кованных материалов.

Результаты диссертационных исследований отражены в 9 статьях в научных журналах, рекомендованных ВАК.

Диссертационная работа соответствует требованиям п.9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней» постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в редакциях от 21.04.2016 № 335 и 12.10.18 № 1168), а ее автор Карташев Максим Федорович достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.8.Сварка, родственные процессы и технологии.

21.11.2022 г

Официальный оппонент,

Доктор технических наук, профессор,

Зам. директора ООО «Вятский

аттестационный центр»

/ Мелоков Валерий Васильевич /

М.П. подпись

Подпись проф., д-ра техн. наук

Мелокова В.В. заверяю:

/Чуватин В.В./

Руководитель ЗУР5АЦ  
ООО «ВАЦ»

подпись

М.П. ОТРАЖИТЕЛЬНО

"Вятский"

Мелоков Валерий Васильевич, доктор технических наук, профессор,  
директор ООО «Вятский аттестационный центр»

610033, город Киров, ул.Московская, 107б, оф. 402

Тел.: +7 (8332) 25-19-25

E-mail: [vcc.naks@mail.ru](mailto:vcc.naks@mail.ru); <http://naks-kirov.ru>

Наименование научной специальности, по которой была защищена  
докторская диссертация: 05.03.06 - Технология и машины сварочного  
производства