

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Милова Антона Владимировича
«Управление процессом индукционной пайки на основе интеллектуальных
методов обработки информации», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 –
Автоматизация и управление технологическими процессами и
производствами

Актуальность темы диссертации

Технология индукционного нагрева широко применяется на предприятиях отечественной промышленности как для формирования неразъемных соединений элементов изделий, так и для поддержки технологических операций улучшения физических свойств материалов изделий. Метод индукционного нагрева для формирования паяных соединений хорошо себя зарекомендовал при производстве трактов антенно-фидерных устройств. Внедрение такого способа позволяет улучшить их радиотехнические характеристики, до 40 % снизить массу, сократить затраты на изготовление в 2–2,5 раза по сравнению со сварными аналогами. Применение паяных тонкостенных волноводных трактов в составе конструкции космического аппарата позволяет сократить межблочные расстояния между элементами полезной нагрузки, размещая ее при этом более компактно. Это, в свою очередь, позволяет снизить габариты и массу космического аппарата на 15-20 %, либо увеличить пропускную способность космического аппарата при заданном ограничении по массе.

Управление технологическим процессом индукционной пайки происходит в условиях неопределенности, вызванных либо полным отсутствием информации о температуре нагрева элементов сборки изделия, либо недостаточной достоверностью данной информации, что делает контроль нагрева невозможным. Недостоверность информации о температуре нагрева элементов сборки, как правило, вызвана наличием погрешностей бесконтактных средств измерения, широко применяемых на практике.

Применение интеллектуальных методов обработки информации позволит проводить оценку достоверности информации, получаемой из зоны нагрева, оценивать погрешности средств измерения и формировать адекватное управление технологическим процессом в условиях неопределенности с целью повышения качества управления процессом пайки.

Таким образом, можно сделать обоснованный вывод об актуальности темы рассматриваемой диссертационной работы, направленной на

разработку технологии управления технологическим процессом индукционной пайки на основе интеллектуальных методов обработки информации.

Научная новизна полученных результатов

Научная новизна диссертационной работы Милова А.В. заключается в следующем:

- Разработан новый метод идентификации и коррекции погрешностей средств измерения в процессе индукционной пайки, отличающийся от известных использованием искусственных нейронных сетей, позволяющий повысить качество управления процессом индукционной пайки посредством снижения влияния ненормативных погрешностей измерения пирометрических датчиков.
- Разработан новый метод управления индукционной пайкой, основанный на моделировании показаний пирометрических датчиков средствами искусственных нейронных сетей, позволяющий повысить живучесть автоматизированной системы управления и производить индукционную пайку с требуемым качеством в условиях неполной или недостоверной информации о технологическом процессе.
- Разработан новый алгоритм управления индукционной пайкой, основанный на использовании искусственных нейронных сетей, позволяющий осуществлять управление индукционной пайкой с требуемым качеством в условиях отсутствия информации с пирометрических датчиков.

Обоснованность и достоверность результатов и выводов диссертации

Цель диссертационной работы состоит в повышении качества управления технологическим процессом индукционной пайки волноводных трактов посредством внедрения технологии управления на основе интеллектуальных методов обработки информации.

Для достижения данной цели в диссертационной работе проведен анализ существующих методов и средств управления технологическим процессом индукционной пайки волноводных трактов, а также методов его моделирования. Разработана технология управления технологическим процессом индукционной пайки на основе интеллектуальных методов обработки информации. Реализован предложенный интеллектуальный подход к управлению процессом индукционной пайки волноводных трактов в виде программного обеспечения, а также проведена проверка его работоспособности.

Результаты проведенных исследований были широко представлены на международных и зарубежных конференциях, а также опубликованы в

ведущих журналах, в том числе опубликовано 11 статей в научных изданиях, входящих в Перечень ВАК, а также 17 работ в изданиях из международных систем цитирования Web of Science и/или Scopus. Получены 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Достоверность научных результатов подтверждается применением известных положений теории и практики системного анализа, теории математического моделирования тепловых процессов, теории автоматического управления, а также апробацией на конференциях различного уровня и участием в реализации работ в рамках Гранта Президента Российской Федерации № МК-6356.2018.8 от 17.01.2018 по теме «Интеллектуализация технологических процессов формирования неразъемных соединений на предприятиях ракетно-космической отрасли», а также в рамках внутреннего гранта СибГУ им. М.Ф. Решетнева на выполнение НИР по перспективным научным направлениям среди аспирантов и молодых ученых №02 (приказ по СибГУ им. М.Ф. Решетнева от 06.04.2020 г. № 681) по теме «Математическое и программное обеспечение процесса индукционной пайки волноводных трактов космических аппаратов».

Автореферат диссертации полностью соответствует ее содержанию.

Значимость для науки и практики

Теоретическая значимость исследования заключается в исследовании и развитии подхода к управлению технологическим процессом индукционной пайки с помощью интеллектуальных методов обработки информации.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработана программная система, реализующая управление технологическим процессом индукционной пайки волноводных трактов космических аппаратов на основе интеллектуальных методов обработки информации. Работа выполнена в рамках Гранта Президента Российской Федерации № МК-6356.2018.8 от 17.01.2018 по теме «Интеллектуализация технологических процессов формирования неразъемных соединений на предприятиях ракетно-космической отрасли», а также в рамках внутреннего гранта СибГУ им. М.Ф. Решетнева на выполнение НИР по перспективным научным направлениям среди аспирантов и молодых ученых №02 (приказ по СибГУ им. М.Ф. Решетнева от 06.04.2020 г. № 681) по теме «Математическое и программное обеспечение процесса индукционной пайки волноводных трактов космических аппаратов». Разработанная система может использоваться на предприятиях ракетно-космической отрасли, таких как АО «Информационные спутниковые системы им. М. Ф. Решетнева», АО «Красноярский машиностроительный завод», АО «НПП Радиосвязь».

Получен акт о внедрении научных и практических результатов на АО «Информационные спутниковые системы им. М. Ф. Решетнева».

Рекомендации по использованию результатов и выводов

Результаты диссертационного исследования рекомендуются к расширенному использованию предприятиями ракетно-космической отрасли при автоматизации процесса индукционной пайки.

Соответствие темы диссертационной работы заявленной научной специальности

Тема диссертационной работы Милова Антона Владимировича на тему «Управление процессом индукционной пайки на основе интеллектуальных методов обработки информации» соответствует пунктам 1, 12-13 и 15 паспорта специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

Замечания по работе

Изучение материалов диссертационной работы выявило следующие присущие ей недостатки:

1. В тексте диссертации приводятся большие объемы общедоступной справочной информации, например об искусственных нейронных сетях и о генетических алгоритмах.
2. Из текста диссертации непонятно, проводился ли обзор существующего программного обеспечения для автоматизации процесса индукционной пайки волноводных трактов космических аппаратов.
3. Не приведено обоснование выбора языка Python и библиотеки TensorFlow для реализации программного обеспечения.
4. Генетические алгоритмы использованы только для подбора наилучшей структуры искусственных нейросетей, хотя их использование возможно также для обучения сетей как альтернатива алгоритму обратного распространения ошибки, что не рассмотрено в представленном исследовании.

Однако приведенные недостатки не снижают общей положительной оценки работы.

Оценка диссертационной работы в целом

Представленная к защите диссертационная работа Милова А.В. является завершенным научным исследованием, изложена корректным научным языком, выполнена на актуальную тему, является целостной и содержит новые научные результаты и положения, а также рекомендации по

их использованию на практике. В работе представлена разработка технологии управления процессом индукционной пайки, позволяющая повысить качество управления технологическим процессом индукционной пайки волноводных трактов посредством внедрения технологии управления на основе интеллектуальных методов обработки информации.

Результаты диссертационного исследования опубликованы в полном объеме в рецензируемых научных журналах.

Представленная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор Милов Антон Владимирович, достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

Официальный оппонент

Доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры автоматизированных
и вычислительных систем
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет»

Кравец Олег Яковлевич
22.08.2022

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
Кафедра автоматизированных и вычислительных систем
394066 г. Воронеж, Московский проспект, 179
Тел. +7 (473) 243-77-18
E-mail: csit@bk.ru

Подпись Кравца Олега Яковлевича удостоверяю

Проректор по учебной работе _____ Колосов Александр Иванович

22.08.2022