



Отзыв

на автореферат Тынченко Вадима Сергеевича на тему
«Модели и методы управления процессами создания неразъемных соединений на предприятиях
аэрокосмической отрасли»

На предприятиях аэрокосмической отрасли применение высокотехнологичных методов формирования неразъемных соединений, таких, как индукционная пайка, электронно-лучевая сварка (ЭЛС) и диффузионная сварка используется на многих этапах производства современной техники, например при сборке конструкций антенно-фидерных устройств, при производстве корпусов аэрокосмических аппаратов, при сварке материалов из титановых сплавов. При этом существуют проблемы, связанные с эффективностью и качеством проведения технологических процессов создания неразъемных соединений тонкостенных конструкций. В задачах управления индукционной пайкой – уменьшение разницы температур паяемых элементов, сокращение величины перерегулирования, В задачах управления ЭЛС – уменьшение общего времени сварки, сокращение расстояния повторного прохода лучом сварного шва при вводе и выводе луча из детали. В задачах управления диффузионной сваркой – обеспечение выполнения на всех этапах процесса управления технологических требований по скорости первоначального нагрева изделия до температуры стабилизации и скорости контролируемого остывания изделия, а также снижение величины перерегулирования. Вышеозначенные проблемы могут быть решены в результате внедрения современных автоматизированных систем, разработанных на основе новых эффективных моделей и методов управления, в том числе с применением цифровых двойников рассматриваемых технологических процессов, поэтому **актуальность темы диссертационного исследования сомнений не вызывает.**

Новыми научными результатами работы являются:

1. Разработанная методология построения систем управления технологическими процессами создания неразъемных соединений, основанная на использовании цифровых двойников процессов индукционной пайки и электронно-лучевой сварки, которая позволяет повысить качество управления в части соответствия программе процесса.
2. Разработанные модели процессов создания неразъемных соединений индукционной пайки и электронно-лучевой сварки, которые позволяют повысить качество управления процессом индукционной пайки в части повышения соответствия технологии и снижения перерегулирования, и процессом электронно-лучевой сварки в части сокращения общего времени сварки и расстояния повторного прохода лучом сварного шва.
3. Разработанные многокритериальные постановки задач оптимального управления технологическими процессами создания неразъемных соединений тонкостенных конструкций, которые позволяют улучшить качество управления в части повышения соответствия технологии, снижения перерегулирования и повышения количества успешно проведенных процессов.
4. Разработанный способ пайки волноводных трактов, основанный на двухконтурном управлении, который позволяет повысить качество паяных соединений в части заполнения припоем технологических зазоров за счет снижения разницы температур паяемых элементов.
5. Разработанный способ ввода и вывода электронного луча в процессе электронно-лучевой сварки тонкостенных конструкций, который позволяет повысить качество сварного соединения в зоне ввода луча в части обеспечения требуемой геометрии сварного шва.

6. Разработанный универсальный комплекс алгоритмических решений, который позволяет гарантированно проводить технологические процессы индукционной пайки, электронно-лучевой и диффузионной сварки при различных вариантах компоновки производственного оборудования и вычислительных ресурсов предприятия ракетно-космической отрасли. **Практическая значимость работы** заключается в том, что разработанные программные системы, реализующие управление технологическими процессами создания неразъемных соединений тонкостенных конструкций, внедрены на предприятии АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва» (АО «РЕШЕТНЁВ»), г. Красноярск и участвуют в создании соединений ответственных изделий при производстве спутников, при этом разработанное в процессе выполнения диссертационной работы модельно-алгоритмическое обеспечение, реализованное в виде программных систем, позволяет автоматизировать технологические процессы индукционной пайки, электронно-лучевой и диффузионной сварки с высокой степенью повторяемости таких процессов.

Замечания по диссертационной работе:

1. Автор пишет, что волноводные тракты антенно-фидерных устройств изготавливаются из алюминиевых сплавов и соединяются высокотемпературным припоем, в своей работе он рассматривает именно этот материал, однако известно изготовление волноводных трактов с применением низкотемпературных припоев и из медных сплавов. Такие случаи автором не упоминаются. Будут ли при этом переделываться системы управления, или достаточно только изменение алгоритмов – непонятно.
2. Большинство разработчиков электронно-лучевой аппаратуры используют для ввода-вывода луча в деталь равномерный закон изменения тока луча. Автору следовало бы обосновать необходимость оптимизации изменения тока луча на этом этапе сварки.

Заключение. Высказанные замечания не снижают высокого уровня проведенной соискателем работы, диссертационная работа Тынченко Вадима Сергеевича «Модели и методы управления процессами создания неразъемных соединений на предприятиях аэрокосмической отрасли» является завершенной научно-квалификационной работой. Полученные автором результаты являются достаточно новыми, обоснованными и достоверными.

Работа отвечает требованиям Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор, Тынченко Вадим Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

Главный технолог АО «РЕШЕТНЁВ»
кандидат технических наук
— М.М. Михнёв
Начальник сектора технологий сварки
и пайки — главный сварщик АО «РЕШЕТНЁВ»
кандидат технических наук

С.К. Злобин

АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва»

Адрес: 662972, г. Железногорск, улица Ленина, д. 52
Тел.: +7 (3919) 72-24-39, e-mail: office@iss-reshetnev.ru
Я, Михнёв Михаил Михайлович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Я, Злобин Сергей Константинович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

«07» сентября 2023 г.