

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Тынченко Вадима Сергеевича
«Модели и методы управления процессами создания неразъемных
соединений на предприятиях ракетно-космической отрасли»,
представленной на соискание ученой степени
доктора технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и
управление технологическими процессами и производствами

Представленный автореферат диссертации раскрывает содержание и результаты исследования актуальной темы совершенствования математического аппарата и программных средств автоматизированного управления технологическими процессами создания неразъемных соединений при производстве ответственных изделий на предприятиях ракетно-космической отрасли (РКО).

Сам характер такого объекта исследования предполагает комплексный подход к рассмотрению существующих проблем, который и был выбран автором. В диссертационной работе внимание сосредоточено на основных способах создания неразъемных соединений элементов конструкций космических аппаратов – индукционной пайке, электронно-лучевой и диффузионной сварке. Для них автором предлагаются новые решения, составляющие комплексную технологию эффективного управления указанными производственными процессами, включающую набор модельно-алгоритмического и программно-аппаратного обеспечения, позволяющий учитывать особенности используемых материалов, различную компоновку производственного оборудования и вычислительных ресурсов.

На основе концепции цифровых двойников автором предложена новая методология построения систем управления технологическими процессами создания неразъемных соединений на предприятиях РКО, позволяющая повысить качество управления в части соответствия программе процесса. В рамках данной методологии автоматизированная система может формировать и динамически корректировать траекторию управления индукционной пайкой или электронно-лучевой сваркой (ЭЛС), учитывая установленные технологом параметры, данные с измерительных устройств и информацию о развитии процесса из его математической модели – цифрового двойника.

Представляет интерес построенный автором для процессов индукционной пайки и ЭЛС комплекс математических моделей распределения энергии, учитывающих геометрические и теплофизические характеристики соединяемых элементов.

Разработанные модели легли в основу последующего формирования подходов к оптимизации режимов управления технологическими процессами. Автором сформулированы многокритериальные постановки задач оптимизации, позволяющие получать эффективные траектории, управляющие рассматриваемыми процессами. Для решения

оптимизационных задач в работе обоснованно предлагается применение гибридного подхода, включающего эволюционный алгоритм NSGA-2 и метод локального поиска L-BFGS-B, что обеспечивает высокую скорость и точность поиска глобального экстремума.

Хочется отметить разработанный в диссертации универсальный комплекс алгоритмов управления процессами создания неразъемных соединений для различных типов реализации систем автоматизации. Для индукционной пайки предлагается семейство алгоритмов управления при одно- и двухконтурной реализации автоматизированной системы на основе предварительно сформированных оптимальных траекторий. Для ЭЛС создан алгоритм управления с оптимизацией этапов ввода и вывода электронного луча с целью повышения качества в зонах начала и окончания сварки. Для процесса диффузионной сварки разработан алгоритм управления нагревом свариваемой конструкции для обеспечения заданных технологических требований. Предложенные алгоритмы ориентированы на изделия из титановых и алюминиевых сплавов, при этом ряд из алгоритмов допускает реализацию в виде встраиваемых систем.

Практическая значимость разработанных моделей и алгоритмов подтверждается их реализацией в виде компьютерных систем управления, которые внедрены в производственный процесс одного из ведущих предприятий ракетно-космической отрасли России – АО «Информационно-спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева, где используются для создания неразъемных соединений тонкостенных конструкций при производстве спутников.

После ознакомления с материалами диссертационного исследования, представленными в автореферате, считаю возможным сделать следующие замечания:

1. Автор указывает: «Для трубы волноводного тракта (рисунок 10) следует исходить из следующих допущений: труба представляет собой достаточно длинное тело из однородного материала; сечение волноводной трубы по всей длине является постоянным; труба имеет схожий со стержнем механизм теплопередачи и теплопроводности» (с. 13 автореферата), – однако не приводит обоснования таких допущений.

2. Автор указывает: «Далее оптимизируется траектория управления выводом электронного луча с применением гибридного эволюционного алгоритма решения задач оптимизации, использующего алгоритм NSGA-2 в качестве глобального оптимизатора и L-BFGS-B в качестве алгоритма локального поиска» (с. 27 автореферата), – однако не показывает, каким образом вышеуказанный алгоритм работает в рассматриваемом случае.

Невзирая на указанные замечания, следует сказать, что диссертация В.С. Тынченко, являясь самостоятельной научно-квалификационной работой, выполнена на актуальную тему, содержит новые научные результаты, имеющие существенное значение для развития подходов к управлению технологическими процессами создания сварных и паяных неразъемных

соединений, а также повышения эффективности производства ответственных изделий на предприятиях ракетно-космической отрасли.

Диссертационная работа удовлетворяет требованиям Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней. Соискатель Тынченко Вадим Сергеевич достоин присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

« 11 » октября 2023 г.

Главный научный сотрудник лаборатории оптимального управления
федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова
Сибирского отделения Российской академии наук
доктор технических наук

____ Александр Юрьевич Горнов

Адрес: 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 134, а/я 292
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова
Сибирского отделения Российской академии наук
Тел.: 8 (3952) 45-30-04
E-mail: gornov@icc.ru



Подпись заверяю
Нач. отдела логистики, производства
и снабжения
ИД
Г.Б. Кононенко
11.10.2023