

ОТЗЫВ

официального оппонента Щербакова Алексея Владимировича на диссертацию Родионова Дмитрия Викторовича «Совершенствование средств автоматизации технологической подготовки управляющих программ комплекса лазерной сварки при единичном и мелкосерийном производстве», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)»

Актуальность диссертации.

Развитие и внедрение современных промышленных комплексов лазерной сварки металлоконструкций непосредственно сопровождается совершенствованием научных методов и средств автоматизации этапов производства. Среди всех этапов подготовка производства занимает ключевое место при организации выпуска продукции. Однако применение лазерной сварки в штучном и мелкосерийном производстве сопровождается ростом трудоемкости технологической подготовки управляющих программ исполнительного оборудования.

Современная методика технологической подготовки управляющих программ лазерного роботизированного комплекса сварки включает операции, реализация которых в условиях постоянной смены выпускаемой продукции занимает значительную долю времени. Среди наиболее трудоемких операций при подготовке управляющих программ выделяют трансляцию траектории движения из пространства моделей в пространство промышленного комплекса и отладку транслированной траектории на детали.

Приемлемое снижение трудоемкости при трансляции траектории и отладки положения инструмента возможно осуществить исключительно совершенствованием средств автоматизации. Таким образом диссертация является актуальным научно-техническим исследованием, призванным решить вполне конкретную проблему современного единичного и мелкосерийного производства с лазерной сваркой.

Оценка содержания работы.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 120 наименований. Текст изложен на 163 страницах машинописного текста и включает 83 иллюстрации и 21 таблицу.

Первая глава посвящена результатам анализа современного состояния автоматизации технологической подготовки управляющих программ лазерного роботизированного комплекса сварки. Рассмотрены современные научные ме-

тоды и средства автоматизации подготовки управляющих программ. Исследованы автоматизированные системы технологической подготовки производства комплексов лазерной роботизированной сварки.

Вторая глава посвящена разработке методики автоматизированной технологической подготовки управляющих программ. Положения методики содержат исчерпывающие структурные схемы и описания. Представлены кинематические модели движения инструмента и подвижного устройства фиксации детали. Подробно обоснован и описан состав средств автоматизации. В соответствии с предложенными схемами и структурами разработаны алгоритмы генерации управляющих программ роботизированного манипулятора и промышленного лазера.

В третьей главе представлено подробное описание метода автоматизированной трансляции траектории движения инструмента средствами датчика глубины и усовершенствованных моделей и алгоритмов корректировки положения инструмента в точках транслированной траектории с распознаванием свариваемых кромок на видеоизображении.

Метод трансляции содержит алгоритм и описание детектирования области локализации свариваемой детали в трехмерном пространстве. Представлены модели и алгоритмы создания траектории движения датчика глубины, размещаемого на инструменте для трехмерного сканирования детали. Рассмотрены расчетные модели трехмерного сканирования детали. Определены параметры алгоритмов сопоставления положения результата сканирования свариваемой детали и ее модели.

Подробно описана корректировка положения инструмента в точках транслированной траектории относительно свариваемых кромок, распознаваемых на видеоизображении, формализованная алгоритмом. Представлены новые расчетные модели и алгоритмы сегментации и распознавания свариваемых кромок на видеоизображении. Предложен расчет по определению корректного положения инструмента относительно результата распознавания и модель трансляции координат из плоской координатной системы изображения в координатную систему промышленного комплекса. Разработана модель по автоматизированной фокусировке видеокамеры с постоянным фокусным расстоянием, встраиваемой в лазерную головку. Модель позволяет автоматизированно настраивать положение инструмента и достигнуть резкого видеоизображения, на котором осуществляется распознавание, а также рассчитать положение пятна лазерного излучения.

Четвертая глава диссертации посвящена разработке подсистемы технологической подготовки управляющих программ и ее экспериментальному исследованию на производственном предприятии.

Описана подсистема автоматизированной системы технологической подготовки производства по технологической подготовке управляющих программ. Представлены структурные схемы и архитектура программных модулей, реализующих теоретические разработки. Приведены результаты программной реализации.

Для оценки эффективности автоматизации была разработана программа и методики экспериментального исследования технологической подготовки управляющих программ на трех различных деталях. В таблицах приведены результаты эксперимента по оценке сокращения времени технологической подготовки управляющих программ и составляющих ее операций.

В заключении представлены выводы по решению задач диссертационного исследования, свидетельствующие о достижении поставленной цели.

Научная новизна.

Разработана методика технологической подготовки управляющих программ лазерного роботизированного комплекса сварки. Методика включает новые автоматизированные операции по трансляции траектории движения инструмента из пространства моделей в пространство промышленного комплекса и корректировки положения инструмента в точках транслированной траектории.

Разработан метод по автоматизированной трансляции траектории движения инструмента из пространства моделей в пространство промышленного комплекса путем трехмерного сканирования детали и сопоставления результата с моделью.

Модифицированы модели и алгоритмы отладки положения инструмента в точках транслированной траектории за счет совершенствования теоретических конструкций сегментации и распознавания свариваемых кромок на видеоизображении. Разработана модель автоматизированной фокусировки видеокамеры с постоянным фокусным расстоянием, встраиваемой в лазерную головку, и предложен расчет положения пятна лазерного излучения.

Разработана структура и архитектура подсистемы технологической подготовки управляющих программ лазерного роботизированного комплекса, как составной части более общей автоматизированной системы технологической подготовки производства.

Значимость для промышленного производства.

Полученные результаты диссертационного исследования имеют непосредственную практическую значимость для предприятий с единичным и мелкосерийным производством, реализующим лазерную сварку.

Разработана автоматизированная подсистема технологической подготовки управляющих программ лазерного роботизированного комплекса сварки. Результаты теоретического исследования реализованы в математическом и информационном обеспечении подсистемы

Экспериментальное исследование подсистемы на трех различных деталях показали снижение времени выполнения подготовки управляющих программ более чем в 3 раза. При этом операция по трансляции траектории движения из пространства моделей в пространство промышленного комплекса сократилась более чем в 3 раза и время отладки положения инструмента в точках транслированной траектории сократилась более чем в 2.5 раза.

Подсистема и её составляющие элементы были зарегистрированы в установленном порядке и получили 6 государственных Свидетельств о регистрации программ ЭВМ.

Практическая значимость работа подтверждается внедрением разработанной подсистемы на производственном предприятии ООО «Инжиниринговый центр при ВлГУ» в г. Владимире. Соответствие качества произведенной опытной партии деталей с использованием разработанной подсистемы конструкторской документации было подтверждено при входном контроле на предприятии-заказчике АО «Ковровский электромеханический завод» в г. Коврове.

Замечания.

1. Предлагаемая структурная схема АС ТПП не содержит связей составляющих подсистем с подсистемой технологической подготовки управляющих программ.

2. В работе не указано в какой системе координат представлена разработанная технологическая траектория.

3. Неясно представлено обоснование использования видеокамеры, встраиваемой в лазерную головку и имеющую постоянное фокусное расстояние, в качестве инструментария распознавания свариваемых кромок.

4. Не проведен анализ и обоснование выбора алгоритма трансформации трехмерной модели в облако точек.

5. В тексте диссертации не раскрыты возможности по развитию моделей и алгоритмов распознавания свариваемых кромок и корректировки относительно них пятна лазерного излучения в процессе лазерной сварки.

Замечания не снижают научно-технической и практической значимости диссертации.

Выводы.

Диссертация Д.В. Родионова на тему «Совершенствование средств автоматизации технологической подготовки управляющих программ комплекса лазерной сварки при единичном и мелкосерийном производстве» является оригинальной научно-квалифицированной работой, обладающей новизной.

Диссертационная работа удовлетворяет пп. 9–14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. в редакции от 20.03.2021 г. №426. Соискатель Родионов Дмитрий Викторович заслуживает присуждение ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)».

Официальный оппонент

Профессор кафедры «Электро-снабжение промышленных предприятий и электротехнологий» ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», докт. техн. наук (05.09.10 – Электротехнология), доцент

Щербаков А.В.

111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, 14

Email: ShcherbakovAV@mpei.ru

Телефон: 8 (495)362-70-59

Подпись докт. техн. наук, доцента

Щербакова А.В. заверяю:

Ученый секретарь Учен-
та ФГБОУ ВО «НИУ «МЭ

Кузовлев И.В.

10.02.2022 г.