

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Зубковой Ю.В. «Обеспечение точности позиционирования электронного луча при электронно-лучевой сварке», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами (в машиностроении и приборостроении)»

Работа Зубковой Ю.В. посвящена повышению качества электронно-лучевой сварки (ЭЛС) путем совершенствования системы управления позиционированием электронного луча по стыку. Такой метод сварки сегодня находит широкое применение в различных отраслях производства; при этом проблема обеспечения высокой точности при достаточно высокой скорости процесса сварки и трудности непосредственного визуального контроля по-прежнему является актуальной.

Достоинством работы Зубковой Ю.В. является тщательное исследование процесса сварки с помощью сварочного манипулятора с учетом кинематики и динамики этого механизма. Проведен обстоятельный анализ всех погрешностей, которые могут повлиять на точность выполнения технологического процесса, позволивший, в конечном итоге, разработать математическую модель позиционирования электронного луча по стыку при ЭЛС. Отметим, что предложенная модель является достаточно полной и учитывает не только кинематические, но и динамические ошибки системы, что важно с учетом значительной скорости перемещения электронного луча (ЭЛ). Автором сформулированы пять критериев, определяющих точность позиционирования ЭЛ (3), которые в совокупности дают достаточно полную оценку этой точности.

На основе анализа всех факторов, влияющих на точность отработки траектории выходным звеном робота, предложена обобщенная математическая модель, определяющая эту точность. Это один из основных результатов диссертации. К сожалению, в автореферате не раскрыт вид целевой функции (1), определяющий «вес» каждой из исследованных погрешностей, а также и формула (8), определяющая обобщенную математическую модель, что затрудняет её оценку.

Основной результат работы, по мнению рецензента, заключается в разработке на основе проведенного анализа и построенной математической модели алгоритма управления процессом позиционирования электронного луча с учетом кинематических и динамических погрешностей манипулятора. Отметим корректную постановку задачи управления манипулятором как задачи управления положением фокального пятна нагрева. Сущность предлагаемой методики заключается в том, что в процессе управления производится коррекция положения сварочной головки с учетом разработанной математической модели в зависимости от её текущего положения и скорости перемещения

Схема управления (рис. 4), тем не менее, вызывает ряд вопросов. Поскольку автор указывает на трудность непосредственного контроля положения ЭЛ, то неясно, что здесь является датчиком положения обратной связи. Можно предположить, что фактическое положение сварочной головки вычисляется в процессе работы путем решения (прямой) кинематической задачи, но тогда неизбежны погрешности, связанные с неточностью кинематической модели. Вызывает сомнения и решение обратной задачи динамики в реальном масштабе времени, так как для этого надо знать не только текущие скорости, но и текущие ускорения. Соответствующие датчики в системе не предусмотрены. Наконец, в автореферате ничего не говорится о корректирующем устройстве. Между тем, при неудачном выборе параметров этого устройства в нелинейной многоконтурной системе с отрицательной обратной связью могут возникнуть проблемы с устойчивостью. Вопросы

вх. 024 12
от 22.12.2015

теоретического анализа рассматриваемой системы в автореферате не раскрыты. Надеемся, что эти вопросы освещены в основном тексте диссертации.

Проведенные в процессе работы эксперименты показали, что применение разработанной в диссертации методики достаточно эффективно и позволяет повысить точность позиционирования выходного звена сварочного манипулятора (при учете как кинематической, так и динамической погрешности) на 75%, что является очень хорошим результатом.

Очевидную практическую ценность имеет предложенная в диссертации методика определения погрешности электромеханического оборудования сварочной установки (гл.4), без которой представленная работа была бы неполной. Однако, здесь, как и в предыдущем разделе, не раскрыты эмпирические зависимости, которыми автор характеризует динамику манипуляционного механизма. В связи с этим, считая важным сам факт учета динамики, трудно оценить эффективность предложенного алгоритма в этой части. В целом, можно заключить, что автором предложена законченная методика обеспечения точности позиционирования ЭЛ по стыку с использованием рассматриваемого в работе технологического оборудования. Эта методика получила экспериментальное обоснование и может быть рекомендована к практическому применению.

По автореферату можно сделать следующие замечания:

1. Не раскрыт вид целевой функции (1) и формула (8), определяющая обобщенную математическую модель, что затрудняет её оценку.
2. В автореферате не раскрыты вопросы анализа предложенной системы автоматического управления и способы обеспечения её устойчивости и качества.

Заключение. Отмеченные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Зубковой Ю.В.

Основные результаты диссертации достаточно полно опубликованы в 17 работах, в том числе в трех изданиях по перечню ВАК.

Диссертация в целом представляет собой законченное научное исследование, выполненное по актуальной теме и содержащее новые научные результаты, представляющие очевидную практическую ценность.

Диссертация удовлетворяет требованиям ВАК по присуждению ученых степеней, а ее автор – Зубкова Юлия Валерьевна достойна присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами (в машиностроении и приборостроении)».

Профессор кафедры «Робототехнические системы и мехатроника» МГТУ им. Н.Э.Баумана, доктор технических наук, профессор



А.С. Ющенко

105005, г. Москва,

ул. 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1

Тел.: +7 (499) 263-63-91, факс: +7 (499) 267-48-44

E-mail: bauman@bmstu.ru

11 ноября 2015

