

УДК 621.791

Автоматизированный оптический контроль сварных соединений в роботизированных комплексах: сенсорные ограничения и обработка данных в условиях сварочного производства

Урюпин Даниил Юрьевич

uryupindy@student.bmstu.ru

Перковский Роман Анатольевич

proman@bmstu.ru

SPIN-код: 1138-5182

Могильнер Леонид Юрьевич

mogilner@mail.ru

SPIN-код: 8334-1680

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. На основании анализа литературных данных о применении робототехнических комплексов для сварки стыковых соединений показана целесообразность интеграции в такие комплексы систем для автоматизированного оптического контроля качества сварного шва в режиме реального времени. Определены основные направления исследований: повышение помехоустойчивости работы оптических датчиков при сварке, разработка устойчивых алгоритмов обработки информации, формирование обратных связей для регулирования параметров в процессе сварки по результатам контроля в реальном времени.

Ключевые слова: роботизированная сварка, оптический контроль, визуально-измерительный контроль, машинное зрение, лазерная триангуляция, профилометрия, сенсорика

Введение. Интеграция систем для автоматизированного оптического контроля в роботизированные сварочные комплексы позволяет повысить стабильность качества сварных соединений и снизить влияние человеческого фактора на формирование сварного шва [1, 2]. Оптические методы визуального и измерительного контроля (машинное зрение, лазерная триангуляция, использование структурированного света и др.) позволяют получить информацию о формировании сварного шва в процессе сварки, однако в настоящее время их применение в составе роботизированных комплексов имеет ограничения. Целью проведенного исследования является систематизация факторов, определяющих возможность применения оптического контроля для слежения за формированием сварного шва и организации обратных связей для оперативной корректировки параметров процесса в режиме реального времени.

Методы и материалы; результаты. На основании анализа публикаций, посвященных применению оптических методов контроля в сварочном производстве, в т. ч. с использованием камер и лазерных профилометров, а также алгоритмов выделения признаков шва и дефектов выделены пять направлений развития оптического контроля формирующегося сварного шва:

– вопросы метрологического обеспечения и точность измерений, которая может быть достигнута в условиях формирования сварного шва с учетом отражательной способности поверхностей, вибраций и т. д.;

– проблемы сенсорики и качества сигнала, связанные с тем, что сварка создает тяжелые условия для получения качественного изображения и стабильного измерительного сигнала (влияние засветки дугой, бликов, задымленности и т. д.;

– алгоритмические проблемы при обработке данных, связанные с нестабильностью освещенности зоны сварного шва в процессе сварки, необходимостью при автоматизации контроля выдавать результаты в жестко ограниченные временные интервалы, ориентировочно, при сварке 0,3–1,2 м/с время на кадр не превышает 10–20 мс;

– необходимость разработки специальных интерфейсов для обеспечения синхронизации в рамках единого комплекса сварочного робота, источника питания, оптических датчиков, управляющих контроллеров и производственной сети;

– отсутствие унифицированных критериев оценки качества изображений и результатов контроля, как следствие недостаток апробированных учебных и методических материалов, описывающих комплексный подход к внедрению оптических систем в сварочное производство.

Установлено, что наиболее значимые ограничения, определяющие воспроизводимость автоматизированного контроля в роботизированных комплексах, связаны с сенсорикой и обработкой данных. Для промышленно применимого онлайн-оптического контроля требуется совместное решение задач повышения помехоустойчивости сенсорного канала и разработки устойчивых алгоритмов обработки данных, обеспечивающих воспроизводимость результатов при изменчивых условиях сварочного производства.

Заключение. По результатам обзора сформирована проблематика, стоящая перед разработчиками систем для автоматизированного оптического визуального и измерительного контроля в роботизированные сварочные комплексы. Выделены основные группы ограничений: метрологические, сенсорные, алгоритмические, интеграционные и нормативно-организационные.

Список источников

- [1] Гладков Э.А., Киселев О.Н., Перковский Р.А., Трегубов Г.П. *Системы ориентации сварочного инструмента на линию стыка при дуговой сварке*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005, 129 с.
- [2] Шварц М.В., Малолетков А.В., Перковский Р.А. Применение лазерной системы слежения для управления процессом автоматической MIG/MAG сварки. *Машиностроение и компьютерные технологии*, 2013, № 9, с. 1–3.