

УДК 621.791

Требования к сварочным робототехническим комплексам дуговой сварки

Антонов Алексей Алексеевич

antonov.a@gubkin.ru

SPIN-код: 8104-2621

РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, Москва, Россия

Аннотация. Сформулированы основные требования к сварочным робототехническим комплексам. Выделены как легко выполнимые стандартные требования к манипуляторам, так и специализированные, непосредственно связанные с дуговой сваркой.

Ключевые слова: сварочный робототехнический комплекс, сварочная горелка, дуговая сварка в защитных газах, манипулятор

Введение. Президентом РФ В.В. Путиным поставлена задача — вывести Российскую Федерацию в список 25 ведущих стран мира по уровню роботизации к 2030 г. По данным на 2023 г. плотность промышленных роботов на 10 тысяч работников составила в России 10 единиц. Лидером по уровню роботизации является Южная Корея, у которой данный показатель составил 1012 единиц. Среднемировой уровень в 2023 г. был 162 единицы [1]. В правительстве РФ неоднократно заявлялось о нехватке сварщиков в стране. Поэтому создание сварочных робототехнических комплексов имеет высокий уровень актуальности.

Методы и материалы; результаты. Наиболее распространенная технология сварки — дуговая — предъявляет дополнительные требования к робототехническим комплексам.

Во-первых, это стандартные требования к манипуляторам по точности позиционирования, скорости перемещения сварочного инструмента, грузоподъемности.

Во-вторых, необходимо учитывать и дополнительные требования, связанные с самим процессом дуговой сварки. Это высокая температура нагрева элементов манипулятора, возникновение брызг расплавленного металла.

Для манипуляционной системы робототехнического комплекса возникают дополнительные задачи: обеспечение не только поступательного движения горелки вдоль шва, но и выполнения поперечных оси шва колебаний; выполнение операции по возбуждению дуги и поддержанию ее устойчивого горения; сохранение работоспособности горелки в случае ее столкновения с изделием или каким-либо другим препятствием.

В связи с необходимостью обеспечения непрерывности работы сварочного робототехнического комплекса в течение суток, возникают дополнительные требования к барабанам со сварочной проволокой [2].

Немаловажным фактором принятия решения о замене человека на робота является стоимость робототехнического комплекса. Чем больше число степеней подвижности руки манипулятора — тем выше качество сварных швов,

выше производительность, больше возможностей осуществить сварку в труднодоступных местах. Но и выше цена.

Стандартные требования к сварочным манипуляторам для дуговой сварки — точность позиционирования от 0,1 до 0,02 мм [3]; скорость перемещения сварочной горелки — до 3 м/с; грузоподъемность — от 5 до 30 кг, в зависимости от устанавливаемого сварочного оборудования. Эти требования легко выполнимы. Необходимо отметить, что повышение производительности сварочного робототехнического комплекса по сравнению с нероботизированным оборудованием не столь значительно. Это связано с тем, что скорость перемещения сварочной горелки нельзя изменить. А повышение производительности допускается за счет снижения времени на перемещение сварочной горелки между сварными швами.

Высокая температура дуги и большее время горения дуги приводят к необходимости организации теплоизоляции крайних элементов манипулятора и возникновение требований о невозможности размещения на этих элементах различных электронных элементов, датчиков обратной связи. Для обеспечения работоспособности манипулятора при попадании на него брызг расплавленного металла возникает необходимость в применении полых крайних звеньев, с размещением всех коммуникаций внутри них.

Манипуляционная система робототехнического сварочного комплекса для дуговой сварки должна иметь нулевое начальное положение звеньев. Но это положение не имеет четкой связи с нулевым положением торца электродной проволоки. Поэтому положение конца электродной проволоки нужно периодически контролировать и нулировать.

При конструировании сварочных горелок, обеспечивающих сварку на токах 200–250 А и выше, необходимо предусмотреть водяную систему охлаждения с соответствующими коммуникациями, так как охлаждение только путем протекания через горелку защитного газа оказывается недостаточным. Для снижения потерь времени на сервисное обслуживание необходимо обеспечить возможность быстрой смены сопла и токоподводящего наконечника, а также оперативную замену всей горелки, закрепленной на последнем звене манипулятора. Для сохранения горелки при столкновении ее с препятствием необходимо крепить горелку на манипуляторе не жестко, а упруго. Для автоматической очистки сопла горелки необходимо предусмотреть наличие специального очистного инструмента, подвод сжатого воздуха или противопригарной жидкости.

Поперечные колебания торца электрода при сварке можно обеспечить либо наложением на траекторию движения заданного закона поперечных колебаний, либо отдельным механизмом, закрепленным на последнем звене манипулятора (либо встроенным в инструмент) [4]. Дополнительной задачей, присущей только сварочным роботам, является операция по возбуждению дуги и поддержанию ее устойчивого горения, т. е. требуется датчик, определяющий расстояние между торцом сварочной горелки и поверхностью шва. Этот датчик будет функционировать в особо сложных условиях.

Снижение числа степеней подвижности сварочного манипулятора можно добиться за счет роботизации механизмов изменения положения свариваемой детали (кантователей и вращателей).

Заключение. Роботизация сварочного производства позволяет повысить производительность труда при гарантировании получения сварных соединений высокого геометрического совершенства и качества, однако стандартный манипулятор с дополнительно установленной на нем сварочной горелкой и проложенными открытым способом коммуникациями является не лучшим решением. Необходимо создавать сварочный манипуляционный комплекс практически заново.

Список источников

- [1] Антонов А.А. Особенности создания сварочных робототехнических комплексов. Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России. XVIII *Всерос. науч.-техн. конф.: сб. тр.* Москва, РГУ нефти и газа (национальный исследовательский университет) им. И.М. Губкина, 2025, с. 342–347.
- [2] Гладков Э.А., Киселев О.Н. *Робототехнические комплексы для дуговой и контактной сварки.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009, 107 с.
- [3] Климов А.С., Машнин Н.Е. *Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке.* Санкт-Петербург, Лань, 2011, 240 с.
- [4] Кочунов Е.Б., Карюк Н.В. *Роботы в сварочном производстве.* Екатеринбург, ООО «Издательские решения», 2024, 88 с.