

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ГИБРИДНОЙ СВАРКИ РАМНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Рассказчиков Н.Г., Кузнецов А.Е.

Ключевые слова: автоматизация, гибридная лазерно-дуговая сварка, роботизированный комплекс, адаптивная система управления.

Аннотация. До внедрения автоматизированной сварки рамы технологический процесс сварки состоял из 18 операций. Участок состоит из лазерной установки ЛС-6 с дополнительным сварочным оборудованием фирмы «Dinse» и робота Fanuc 710ic/50. Изменению подлежит и вид сварки с заменой дуговой на гибридную лазерно-дуговую сварку. В системе управления реализовано оптическое слежение за швом и предлагается использовать обратную связь по температуре в зоне сварки. Использование в производстве современного сварочного роботизированного комплекса позволит увеличить скорость сварки и качество сварного шва.

AUTOMATION OF THE HYBRID WELDING PROCESS OF FRAME STRUCTURES

Rasskazchikov N.G., Kuznetsov A.E.

Keywords: automation, hybrid laser-arc welding, robotic complex, adaptive control system.

Abstract. Before the introduction of automated frame welding, the welding process consisted of 18 operations. The site consists of a laser installation LZ-6 with additional welding equipment of the company "Dinse" and a robot Fanuc 710i C/50. The type of welding is also subject to change, with the replacement of arc welding with hybrid laser-arc welding. In the control system implemented for optical tracking of the seam and are encouraged to use feedback on the temperature in the weld zone. The use of a modern robotic welding complex in production will increase the speed of welding and the quality of the weld.

Рама представляет собой конструкцию, выполненную из десятков деталей предварительно изготовленных на высокоточных гибочных и фрезерных станках с числовым программным управлением. Данная рамная конструкция (рис. 1) относится к оборонной промышленности и требования к ее изготовлению очень высоки. Для ее изготовления используется алюминиевый сплав АМг3. Общие габариты специзделия 1563/1010/175 мм. Последним сложным этапом ее изготовления является сборочно-сварочная операция. До внедрения автоматизированной сварки изделия технологический процесс сварки состоял из 18 операций, каждая из которых выполнялась с участием нескольких рабочих и на нескольких участках.

Автоматизировав сварочный процесс с помощью нового компактного оборудования данный технологический процесс возможно упростить. Использование в производстве современного сварочного роботизированного комплекса «СВАРОГ-2» [1] позволит увеличить скорость сварки, уменьшить температурное влияние на специзделие во время сварки, тем самым исключить дополнительные операции термической обработки, убрать возможность человеческой ошибки во время ручной сварки, уменьшить

потребление расходных материалов, снизить время ожидания полного остывания деталей при переустановке.

Изменению подлежит и вид сварки с заменой дуговой неплавящимся электродом в защитной среде инертного газа на гибридную сварку.

Некоторые сварочные операции могут выполняться на ручной аргонодуговой сварке параллельно с автоматизированным комплексом, что только увеличит производительность, за счет подготовительных сварочных работ, не теряя времени на лишнюю наладку оборудования для малогабаритных заготовок.

Типичная схема гибридной лазерно-дуговой сварки представлена на рисунке 2.

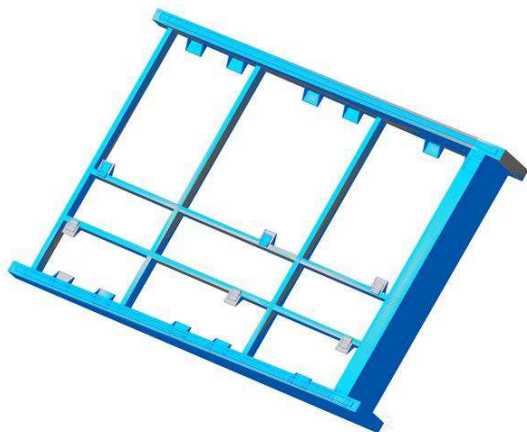
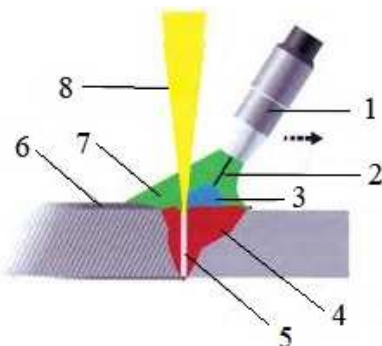


Рис. 1. 3D модель алюминиевой рамы



1- сопло дуговой горелки, 2- электрод, 3- электрическая дуга, 4- сварочная ванна, 5- парогазовый канал, 6- наплавленный металл, 7- защитный газ, 8- лазерный пучок

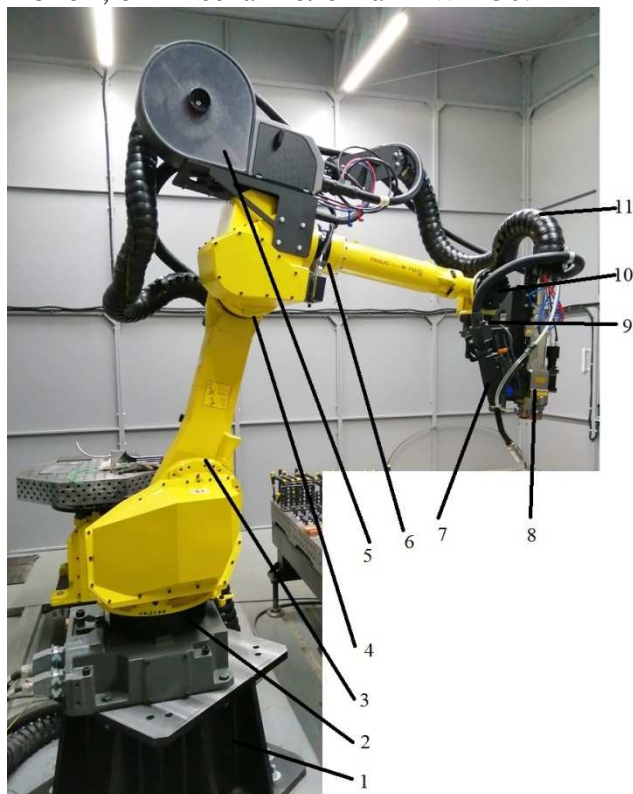
Рис. 2.Схема гибридной лазерно-дуговой сварки

Идея совместно использовать лазерный пучок и электрическую дугу для сварки и других видов обработки металлов таким образом, чтобы оба источника тепла воздействовали на изделие в пределах одной зоны нагрева, принадлежит английскому ученому Стину (W.M. Steen) [2]. Сочетание дуговой сварки с лазерной имеет существенные преимущества. Одним из недостатков лазерной сварки является наличие пор, которые возникают из-за высокой мощности и глубокого проплавления, особенно при частичном проплавлении.

Пористость образуется в результате испарения таких легирующих элементов, как магний. При несоответствующих параметрах сварки также могут возникать трещины. Сочетание лазерного излучения и сварочной дуги способствует уменьшению этих недостатков и выполнению швов шириной, достаточной для компенсации зазоров в стыках. С целью исключения тепловой деформации и излишнего оплавления необходимо минимизировать ток сварки и использовать дополнительный защитный газ.

По расчетам гибридная лазерная сварка снижает затраты на расходные материалы примерно в два раза и многократно повышает производительность.

Участок состоит из лазерной установки ЛС-6 со сварочным оборудованием фирмы «Dinse» и робота Fanuc 710ic/50 (рис. 3). Дополнительно на роботе установлено оборудование (кондуктор) для подачи присадочной проволоки, сварочная горелка с дублирующим подающим проволоку механизм, оптическая головка FLW D50.



1- опора, 2- первая ось, 3- вторая ось, 4- третья ось, 5- механизм подачи проволоки, 6- четвертая ось, 7- сварочная горелка, 8- оптическая головка, 9- шестая ось, 10- пятая ось, 11- волоконный кабель

Рис. 3. Робот Fanuc 710ic/50

Управляющая программа разрабатывается в специализированном программном обеспечении от компании «FANUC» программу «Roboguide». В нее загружается созданная по сопроводительной документации 3D модель будущего специзделия (рис. 1). Режим симуляции (рис. 4) позволяет не только проводить визуализацию процесса сварки, но и полностью создать и перенести с помощью внешнего носителя управляющую программу, по которой в дальнейшем возможно осуществлять сварку.

Система оптического слежения за швом использует триангуляционный датчик слежения ТН6D [3] (рис. 5). Триангуляционный датчик, не касаясь поверхности, определяет шов между деталями и передает информацию роботу о положении шва, размере зазоров, смещениях, а также ориентирует сварочную головку к обрабатываемой поверхности.

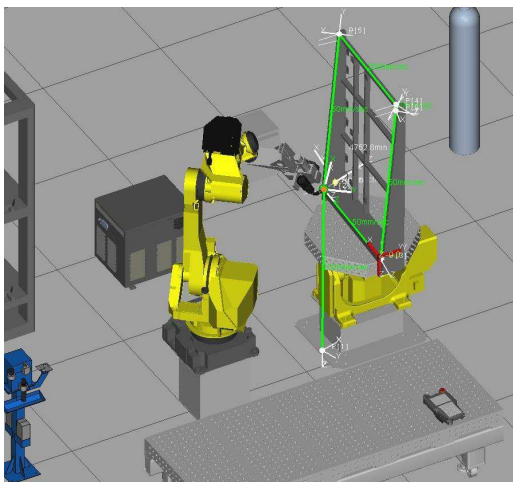


Рис. 4. Передвижение робота по заданным точкам



Рис. 5. Способ крепления и общий вид датчика TH6D

Для подбора оптимальных технологических режимов предлагается использовать адаптивную систему управления (АСУ) с обратной связью по температуре плавления в зоне сварки [4]. Измерение температуры необходимо осуществлять с помощью бесконтактного пирометра с временем отклика не более 0,05 с.

Алгоритм работы АСУ следующий: устанавливаются параметры материала и толщины свариваемой детали из базы данных, затем проводится моделирование (симуляция) процесса лазерной сварки и определяется технологический режим (температура, скорость, мощность лазерного излучения и допустимые отклонения температуры), одновременно с началом выполнения программы включаются датчик слежения за швом и пирометр. При увеличении температуры от заданного значения будет уменьшаться мощность лазерного излучения, а при уменьшении будет увеличиваться.

Разработанный алгоритм работы АСУ позволяет производить коррекцию технологических параметров в режиме реального времени для обеспечения более качественного, стабильного процесса лазерной сварки на роботизированном лазерном комплексе.

Список литературы

1. Комплекс для лазерной сварки, резки, наплавки СВАРОГ-2 / URL:<http://laser-hard.ru>
2. Eboo M., Steen W.M., Clarke J. Arc augmented laser welding // Advances in welding processes: Proceedings of the 4th Int. Conf., England, Harrogate, 1978. – Vol. 1. – P. 257-265.
3. TH6D Optical Sensor / URL: <http://www.scansonic.de/en/products/th6d-optical-sensor>
4. Рассказчиков Н.Г. Моделирование адаптивной системы управления со стабилизацией температурного режима процесса лазерного термического

упрочнения / Н.Г.Рассказчиков, А.Н.Шлегель // Вестник МГТУ "Станкин". – 2013. – №2 (25). – С. 86-90.

References

1. Complex for laser welding, cutting, surfacing SVAROG-2/ URL:<http://laser-hard.ru>
2. Eboo M., Steen W.M., Clarke J. Arc augmented laser welding // Advances in welding processes: Proceedings of the 4th Int. Conf., England, Harrogate, 1978. – Vol. 1. – P. 257-265.
3. TH6D Optical Sensor / URL: <http://www.scanson.de/en/products/th6d-optical-sensor>
4. Rasskazchikov N.G., Shlegel A.N. Modeling of an adaptive control system with stabilization of the temperature of the process of laser thermal hardening // Bulletin of MSTU "Stankin". 2013. No. 2(25). P. 86-90.

| | |
|--|---|
| Рассказчиков Николай Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов, мехатроника и робототехника», rasskazchikov_ng@mail.ru | Rasskazchikov Nikolai Gennadievich – candidate of technical sciences, associate professor of Department «Automation of technological processes, mechatronics and robotics», , rasskazchikov_ng@mail.ru |
| Кузнецов Антон Евгеньевич –магистрант, seven_fo@mail.ru | Kuznetsov Anton Evgenievich – undergraduate, seven_fo@mail.ru |
| Владимирский государственный университет, г.Владимир, Россия | Vladimir State University, Wladimir, Russian Federation |

Received 07.04.2020