

УДК 621.791

Перспективы применения полуавтоматической лазерной сварки

Труханов Константин Юрьевич

konstantin.truhanov@yandex.ru

Маханьков Денис Дмитриевич

mahannkov@mail.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

Рассмотрен процесс лазерной сварки, в том числе наиболее используемые типы лазеров, их концепция, области применения, а также преимущества и недостатки. Основное внимание сосредоточено на полуавтоматическом методе лазерной сварки, где обобщаются причины, по которым этот способ становится более популярным по сравнению с традиционной автоматической лазерной сваркой, анализируется принцип работы, используемый газ, присадочные материалы и области применения данного метода с перспективой развития в будущем.

Ключевые слова: лазерная сварка, полуавтоматическая сварка, оборудование, перспективы использования

Современные технологии предъявляют высокие требования к производственным процессам, что делает их непрерывное совершенствование необходимым условием для достижения максимальной эффективности и скорости работы. В условиях жесткой конкуренции компании стремятся оптимизировать свои процессы и внедрять инновации, что приводит к появлению новых методов и оборудования для обработки материалов. Одним из таких передовых решений является лазерная сварка. Этот метод не только обеспечивает высокую точность соединения, но и значительно ускоряет процесс обработки, что, в свою очередь, снижает затраты на производство. Лазерная сварка обладает множеством преимуществ как с технической, так и с экономической точки зрения, что делает ее привлекательной для различных отраслей промышленности.

Для производства широко используются два основных типа лазеров: твердотельный лазер, где в качестве активного элемента используется алюмоиттриевый гранат или рубиновый стержень, и газовый CO_2 -лазер, где в роли активного элемента выступает газовая смесь $\text{CO}_2 + \text{N}_2 + \text{He}$ [1]. Твердотельные лазеры имеют невысокую мощность и применяются в основном в приборостроении и работе с небольшими деталями, в то время как газовые лазеры широко используются в машиностроении для изготовления точных деталей из листового металла, сварки кузовов автомобилей и производства высокопрочных деталей.

Исследования показали, что использование лазерной сварки имеет несколько ключевых преимуществ [2]. Среди них значится возможность работать с различными материалами, высокая скорость работы, минимальное воздействие на детали в виде нагрева и деформации, а также высокое качество сварных соединений. Благодаря взаимосвязанным между собой зеркал

и оптоволоконных соединений имеется возможность вести сварку в труднодоступных местах. Лазерная сварка считается более эффективным и чистым процессом по сравнению с другими методами сварки, так как не загрязняет материалы. Несмотря на то, что КПД лазеров не слишком высока, с развитием технологий минусы начинают терять свою значимость.

В последнее время полуавтоматическая лазерная сварка получила широкое распространение и признание в различных сферах производства. Это можно объяснить несколькими важными факторами. Во-первых, уменьшение габаритных размеров оборудования позволяет избежать жесткой привязки к стационарному типу устройств. Это значительно упрощает как транспортировку, так и перемещение самого оборудования на производственном участке, что особенно важно для динамично меняющихся условий работы. Во-вторых, полуавтоматическая сварка предоставляет возможность вести сварочный процесс в более удобном и эргономичном положении. Это является значительным преимуществом по сравнению с автоматической лазерной сваркой, при которой необходимо производить переналадку параметров при изменении условий работы. Кроме того, полуавтоматическое оборудование сохраняет определенную степень гибкости ручного управления, что делает его особенно ценным для решения сложных или изменяющихся сварочных задач. Это позволяет операторам адаптировать процесс под конкретные требования, что делает данный метод идеальным для использования на средних и крупных предприятиях, где может возникнуть необходимость в быстрой адаптации к новым условиям или спецификациям. Полуавтоматическая лазерная сварка объединяет в себе преимущества автоматизации и ручного управления, что позволяет достигать высоких результатов в производительности и качестве сварных соединений.

При проведении сварочного процесса важно определить необходимость применения присадочной проволоки, которая подается от сварочного пистолета непосредственно в зону свариваемой кромки. Это позволяет улучшить качество соединения и обеспечить его прочность. Защитный газ поступает из сопла лазерной головки, создавая защитную атмосферу вокруг сварочной зоны. Он играет ключевую роль в снижении негативного воздействия, связанного с окислением окружающей среды, а также предотвращает образование брызг и пористости в сварном шве.

Полуавтоматическая лазерная сварка представляет собой отличную альтернативу традиционным методам сварки, позволяя соединять разнообразные материалы, включая химически активные металлы, тугоплавкие металлы, а также магний, никель, титан, медь, алюминий, углеродистую сталь, низколегированную сталь, легированную сталь и конструкционную сталь [3].

Для повышения качества и эффективности лазерной сварки, а также для расширения ее области применения продолжают исследования, направленные на улучшение лазерных источников с различными длинами волн и длительностью импульсов [4]. Разрабатываются многопроходные и многолучевые методы, гибридная сварка с использованием вставок и присадочных

материалов, а также осуществляется сканирование лазерного пучка по различным траекториям, что включает сварку разнородных и трудносвариваемых материалов, а также толстостенных соединений.

Литература

- [1] Кончакова Л.Н., Рогозина М.А. Технология лазерной сварки. *Научный диалог: молодой ученый. Сб. науч. тр. по материалам XIII Междунар. науч. конф.* Международная Объединенная Академия Наук, 2018, ч. 1, с. 5–6.
- [2] Якушев Е.Н., Кубышкин С.В., Кобзева Н.А. К вопросу о технологии лазерной сварки. *Актуальные направления развития техники и технологии. V Междунар. науч.-практ. конф.: сб. материалов.* Керчь, Керченский государственный морской технологический университет, 2024, с. 72–74.
- [3] Колесников Д.Н. Применение лазерной сварки в различных областях машиностроения. *Наука в движении: от отражения к созданию реальности. Материалы II Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием: сб. тр.* Москва, Перо, 2017, с. 73–75.
- [4] Игнатов А.Г. *Лазерная сварка: история, состояние и перспективы.*
URL: <https://ritm-magazine.com/en/node/4129> (дата обращения 11.04.2025).

Prospects for the semi - automatic laser welding application

Trukhanov K.Y. konstantin.truhanov@yandex.ru

Makhankov D.D. mahannkov@mail.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

This paper discusses the laser welding process, including the most used laser types, their concept, applications, and pros and cons. The main focus is on the semi-automatic laser welding method, which reviews the reasons why this method is becoming more popular than traditional automatic laser welding, analyzes the principle of operation, the gas used, filler materials and applications of this method with the prospect of development in the future.

Keywords: laser welding, semi-automatic welding, equipment, prospect of use