

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ

Самусев В.П. (студент, гр. ТМ-41)

*Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого,
Республика Беларусь*

Актуальность. Лучевые методы сварки находят успешное применение в различных отраслях промышленности. Среди этих методов наибольшее распространение получила электронно-лучевая сварка (ЭЛС), позволяющая соединять за один проход металлы и сплавы толщиной от 0,1 до 400 мм. Электронно-лучевая сварка относится к методам сварки высококонцентрированными источниками энергии и обладает широкими технологическими возможностями [1].

Цель работы – проведение обзора исследований, выделяющие преимущества и недостатки электронно-лучевой сварки, с определением её перспективности.

Анализ полученных результатов. Электронно-лучевая сварка рассматривается как наиболее перспективный способ соединения изделий из тугоплавких металлов; изделий из термически упрочненных материалов, когда нежелательна, затруднена или невозможна последующая термообработка; изделий после завершающей механической обработки при необходимости обеспечения минимальных сварочных деформаций; ряда толстостенных и толстолистовых конструкций ответственного назначения [3].

В статье [2] были выделены основные факторы проплавления во время электронно-лучевой сварке: давлением потока электронов; характером выделения теплоты в объеме твердого металла; реактивным давлением испаряющегося металла, вторичных и тепловых электронов; излучением.

Также можно проводить сварку непрерывным электронным лучом. Но при сварке легкоиспаряющихся металлов — например, алюминия или магния — эффективность электронного потока и количество выделяющейся в изделии теплоты уменьшаются из-за потери энергии на ионизацию паров металлов. Тогда лучше вести сварку импульсным электронным лучом с большой плотностью энергии и частотой импульсов 100... 500 Гц.

В результате глубина проплавления повышается. Правильная установка соотношения времени паузы и импульса позволяет сваривать очень тонкие листы. Теплоотвод во время пауз уменьшает протяженность зоны термического влияния. Однако при этом возможно образование подрезов, которые можно устранить сваркой колеблющимся или расфокусированным лучом [3].

По результатам работы [2] были выделены основные преимущества электронно-лучевой сварки: высокая концентрация ввода теплоты в изделие, малое количество вводимой теплоты, отсутствие насыщения расплавленного

и нагретого металла газами. Рассмотрим каждое преимущество по отдельности.

Высокая концентрация ввода теплоты в изделие. Теплота выделяется не только на поверхности изделия, но и на некоторой глубине в объеме основного металла. Фокусировка электронного луча может создать пятно нагрева диаметром 0,0002... 5 мм — это позволяет за один проход сваривать металлы толщиной от десятых долей миллиметра до 200 мм. Так можно получить швы, в которых соотношение глубины провара к ширине до 20:1 и более. Появляется возможность сварки тугоплавких металлов (вольфрама, тантала и др.), керамики и т.д. Уменьшение протяженности зоны термического влияния снижает вероятность рекристаллизации основного металла в этой зоне.

Отсутствие насыщения расплавленного и нагретого металла газами. Наоборот, в ряде случаев наблюдается дегазация металла шва и повышение его пластических свойств. Это приводит к высокому качеству сварных соединений на таких химически активных металлах и сплавах, как ниобий, цирконий, титан, молибден и др. Можно также достичь хорошего качества электронно-лучевой сварки на низкоуглеродистых, коррозионностойких сталях, меди и медных, никелевых, алюминиевых сплавах [2].

Так есть и недостатки электронно-лучевой сварки: сложность и высокая стоимость оборудования; необходимость наличия вакуумных камер, что ограничивает размеры свариваемых изделий; вредное рентгеновское излучение в процессе ЭЛС; необходимость высококвалифицированного персонала.

Заключение. Проведенный анализ показывает, что метод электронно-лучевой сварки имеет больше перспективы для улучшения благодаря множеству возможных направлений его развития.

Благодарность. *Выражаю признательную благодарность научному руководителю Петришину Г.В. за консультацию и помощь при проведении данного исследования.*

Литература.

1. Львов В. А. Электронно-лучевая сварка крупногабаритных изделий ракетостроения на современном уровне. Материалы XXIII Международной научно-практической конференции «Решетневские чтения». – Красноярск, 2019, 1, С. 260–261.

2. Петришин, Г. В., Пантелеенко Е.Ф., Невзоров М.В. Исследование микроструктуры поверхности лазерных покрытий из диффузионно-легированных порошков на основе отходов производства / Г. В. Петришин, // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2024. – № 3 (98). – С. 28–37. <https://doi.org/10.62595/1819-5245-2024-3-28-37>

3. Петришин Г.В. Применение самофлюсующихся порошков в процессе магнитно-электрического упрочнения/ / Вестник Брестского государственного технического университета. – 2004. – №4. – С.37–39.