

УДК 621.791.725

ГИБРИДНАЯ ЛАЗЕРНО-ДУГОВАЯ ИМПУЛЬСНАЯ СВАРКА НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ

Васильев Александр Андреевич⁽¹⁾,

*Аспирант 1 курса⁽¹⁾,
кафедра «Лазерные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: И.Н. Шиганов,
доктор технических наук, профессор кафедры «Лазерные технологии в
машиностроении»*

Технология гибридной лазерно-дуговой сварки является одним из перспективных способов сварки легированных сталей большой толщины, а с появлением в начале 2000-х годов мощных волоконных лазеров данная технология получила новое развитие [1]. Ввиду особенностей взаимодействия лазерного луча и сварочной дуги имеется возможность повысить скорость сварки, увеличить свариваемую толщину, уменьшить сварочные деформации в сравнении с дуговой сваркой, а также проводить сварку с большим зазором в отличие от сварки только лазерным лучом [2].

В работе рассмотрены особенности однопроходной гибридной лазерно-дуговой сварки с импульсной дугой стыковых соединений из низколегированной стали марки 09Г2С толщиной 8 мм.

Технологические работы проводили на роботизированном стенде, оснащенном волоконным лазером производства IPG Photonics с выходной мощностью излучения до 10 кВт, сварочным инвертером Fronius TPS5000 с током до 500А и MIG/MAG горелкой.

Гибридная лазерно-дуговая сварка реализовывалась совмещением в единую сварочную ванну лазерного луча и сварочной дуги плавящегося электрода. Излучение фокусировали с помощью оптической сварочной головки FLW D50 производства IPG Photonics в пятно с размером 250 мкм.

Сварочная дуга располагалась позади вертикально расположенного лазерного луча, наклон дуги по отношению к лучу составлял 30°. Сварка осуществлялась без разделки кромок. Применялась сварочная проволока диаметром 1,2 мм фирмы ESAB марки 12.51. Защита сварного шва производилась сварочной смесью Ar+CO₂ (20%+80%), которая подавалась через сопло сварочной горелки.

На первом этапе работы были выбраны оптимальные диапазоны режимов гибридной сварки с постоянной сварочной дугой, обеспечивающие качественное формирование шва. Мощность лазерного излучения составляла от 5,0 до 7,0 кВт; ток сварочного источника – от 300 до 375А; скорость сварки – 1,2 до 1,5 м/мин.

Для повышения производительности процесса сварки со сквозным проплавлением была увеличена скорость до 1,8 м/мин, соответственно увеличили мощность излучения до 9,0 кВт, а ток дуги до 400 А. Подобные режимы привели к снижению стабильности горения сварочной дуги, образованию разбрызгивания и как следствие неравномерному формированию шва и образованию дефектов в корне шва.

В целях обеспечения более стабильного горения дуги и улучшения условий капельного переноса металла в дуге с увеличением скорости сварки опробовано применение метода наклона дуговой горелки и лазерной головки совместно с использованием импульсного режима сварочной дуги [3]. Сварку проводили на скоростях 1,8 м/мин и 2,4 м/мин при мощности лазерного излучения 7,0 кВт и

импульсном токе сварочной дуги 400А. Использование импульсного режима дуги позволило при повышенной скорости сварки получить качественные сварные соединения без внешних дефектов. На сваренных образцах были исследованы механические свойства.

Замеры твёрдости показали, что в металле шва и на линии сплавления она находилось в пределах 220-260HV, что указывает на отсутствие в этих зонах закалочных структур. При испытаниях на статический разрыв все сварные соединения показали равнопрочность с основным металлом. Значения ударной вязкости при температуре испытаний -52°C на линии сплавления превышали 50 Дж/см², а в металле шва составляли более 40 Дж/см². Ударная вязкость при температуре испытаний -40° на линии сплавления и в металле шва составляли не менее 50 Дж/см².

Литература

1. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 650 с.
2. Кривцун И.В., Хаскин В.Ю., Коржик В.Н., Ло Цзыи. Промышленные применения гибридной лазерно-дуговой сварки. // Автоматическая сварка. – 2015. – №7. – С.15-22.
3. Хаскин В.Ю., Коржик В.Н., Жерносеков А.М., Пелешенко С.И., Ву Бой. Гибридная лазерно-дуговая сварка сталей с импульсной модуляцией дуги плавящегося электрода. // Первый независимый научный вестник. – 2016. – №5. – С.3-8.