УДК 621.375.826

ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА СОВМЕЩЁННЫМИ ТЕПЛОВЫМИ ИСТОЧНИКАМИ

Самарин Пётр Евгеньевич⁽¹⁾, Макаров Валерий Викторович⁽¹⁾, Аунг Лин Хтет⁽²⁾

*Студенты 6 курса⁽¹⁾, магистр 2 года⁽²⁾,
Кафедра МТ-12*

*Московский Государственный Технический Университет имени Н. Э.
Баумана*

*Научный руководитель: А. И. Мисюров,
Кандидат технических наук, доцент кафедры МТ-12*

Применение лазерного излучения для сварки металлов позволяет значительно расширить технологические возможности сварочных процессов, повысить их производительность и улучшить качество сварных соединений. Использование дополнительного теплового источника позволяет повысить эффективность процесса лазерной сварки. Реализация преимуществ достигается при регулировании взаимного положения тепловых источников, имеющих различную распределённость плотности мощности. Изменение взаимного положения тепловых источников позволяет регулировать тепловую обстановку в свариваемом изделии. Высокая сложность процессов создаёт сложности в выборе оптимальных режимов с использованием технологических экспериментов. Поэтому применение методов компьютерного моделирования позволяет упростить выбор оптимальных параметров обработки. В данной работе мы использовали модель, созданную по нашему техническому заданию в Санкт-Петербургском Государственном Техническом Университете. В программе присутствует база данных по материалам, в которой содержится информация о физических свойствах различных сталей и сплавов и их химическом составе. Имеет возможность быстрого поиска необходимого материала, редактирования имеющихся данных и добавления новых.

В данной работе исследовали влияние теплофизических свойств и толщины свариваемого металла на эффективность процесса гибридной сварки. Для этого сваривали сталь 30ХГСА ($\lambda_r = 0,32$ Вт/(см·К)) сталь типа Х18Н9 ($\lambda_r = 0,163$ Вт/(см·К)) различной толщины: 0,6 и 100 мм.

Установлено, что увеличение мощности дополнительного источника во всех случаях приводит к повышению эффективности процесса. Однако имеются различия, они состоят в следующем. Степень эффективности зависит от взаимного положения источников тепла. Для тонколистовых

металлов, независимо от их теплофизических свойств необходимо располагать дополнительный источник тепла спереди от лазерного луча.

С увеличением толщины эффективность процесса резко снижается. При толщине 100 мм по сравнению с 0,6 мм происходит её уменьшение почти в 10 раз.

Снижение теплопроводности приводит к повышению эффективности. В нашем случае оно составляет около 25 %.

Наряду с изменением эффективности, при использовании дополнительного источника тепла возможно регулирование тепловой обстановки при сварке. Это особо важно при сварке закаливающихся сталей, в которых при лазерном воздействии происходит образование хрупких структур.

При изменении параметров сварочного термического цикла можно добиться благоприятной структуры сварного соединения. Расчёты показывают, что использование дополнительного источника способствует снижению скорости охлаждения $\omega_{700-800}$ и увеличению времени пребывания при $t > 900^{\circ}\text{C}$. Это должно привести к увеличению пластичности сварного соединения за счёт изменения структуры.

Проведенные эксперименты показали, что при лазерной сварке стали 30ХГСА за счет высоких скоростей охлаждения в металле шва образуется крупноигльчатая структура, состоящая в основном из мартенсита (М) и бейнита (Б). Такая структура мало пластична и склонна к трещинообразованию.

При гибридном способе сварке происходит снижение скорости охлаждения и структура шва состоит из троосто-бейнита. Образование в структуре шва троосто-бейнита приводит к снижению вероятности образования трещин.