

УДК 621.375

КОМБИНИРОВАННАЯ ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Александр Александрович Приходько

Студент 5 курса,
кафедра «Лазерная физика и технология»,
Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева

Научный руководитель: М.Н. Еришков,
старший преподаватель кафедры «Лазерная физика и технология»,
Ковровская государственная технологическая академия имени В.А. Дегтярева

Особенностями алюминиевых сплавов, затрудняющими их лазерную сварку, являются: высокий коэффициент отражения лазерного излучения, высокая теплопроводность, малая температура плавления и присутствие на поверхности алюминиевых сплавов термодинамически стабильной тугоплавкой оксидной пленки, практически не растворимой в расплаве металла. Последняя особенность приводит к тому, что одним из основных дефектов сварки (~ 48%) является газовая пористость [1]. Для улучшения качества сварного соединения в настоящее время широкое распространение получили способы, основанные на использовании флюсов, позволяющих растворять окисную пленку в процессе сварки. Но при обработке лазерным излучением их использование сопровождается высоким уровнем непроизводительных потерь энергии на нагрев и расплавление флюса, что вызывает резкое уменьшение глубины проплавления [2].

Исключить указанные недостатки позволяет разработанный способ комбинированной лазерной сварки [3]. В предложенном способе, решение указанной задачи заключается во введении в зону обработки дополнительного модулированного излучения (рис.1), позволяющего удалять пленку окислов с обрабатываемых поверхностей кромок. Причем, для предотвращения повторного образования окисной пленки, ее удаление осуществляется непосредственно во время развития генерации плавящего импульса основного лазера (рис.2). На первом этапе короткие импульсы модулированного излучения, удаляют пленку окислов с поверхности свариваемых элементов и вдоль их границы раздела (стыка). На втором этапе импульс излучения основного лазера производит сварку деталей в локальной зоне воздействия.

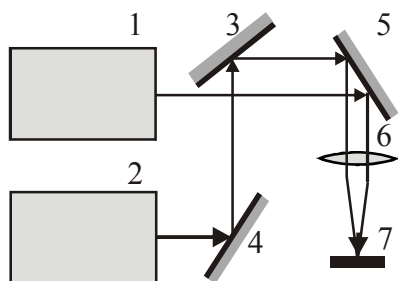


Рис.1. Оптическая схема:

- 1 – лазер в режиме свободной генерации;
- 2 – лазер с модуляцией добротности;
- 3,4,5 – система поворотных зеркал;
- 6 – объектив; 7 – заготовка

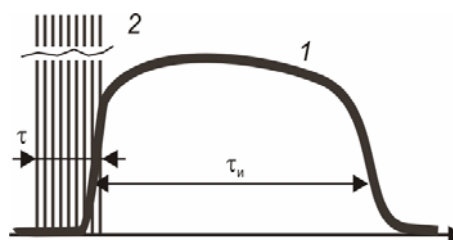


Рис.2. Совмещенная огибающая:

- 1 – плавящий импульс;
- 2 – пуг модулированного излучения

Экспериментальное исследование режимов обработки комбинированным излучением выполняли с помощью лазерного комплекса, созданного на базе технологических установок Квант–15 и ЛТИ–130. Радиус сфокусированного пятна варьировался в диапазоне 0,5-1,0 мм. Максимальная энергия излучения лазера на базе установки Квант–15 в режиме свободной генерации составляла 23 Дж при длительности цуга импульсов 3 мс. Модуляцию добротности лазера на базе установки ЛТИ–130 осуществляли пассивным затвором на кристалле LiF:F_2^- с начальным пропусканием 52 %. При этом максимальная энергия цуга длительностью 200 мкс, состоящего из 150 импульсов длительностью 60 нс каждый, составляла 2,2 Дж. Радиус сфокусированного пятна варьировался в диапазоне 0,5-1,0 мм.

Исследования шлифов сварных соединений, полученных в результате комбинированного лазерного воздействия, показали:

1. отсутствие в материале сварного шва дефектов, характерных при одиночном воздействии плавящих импульсов;
2. глубина проплавления практически равна толщине свариваемых пластин (1 мм);
3. при комбинированном воздействии соотношение $h_{\text{кон}} / h_{\text{сфер}}$ более 3, а при одиночном воздействии плавящих импульсов $h_{\text{кон}} / h_{\text{сфер}} \approx 1$, где $h_{\text{кон}}$ и $h_{\text{сфер}}$ – коническая и сферическая составляющие профиля сварного соединения.

Рациональный режим комбинированного воздействия на тонколистовой материал определялся из условия минимального испарения основного металла при наиболее полном удалении пленки окислов. Для образцов толщиной 1 мм это условие выполняется в интервале энергии цуга импульсов модулированного излучения 1,8-2,2 Дж. Полученные результаты по пористости сварных соединений хорошо согласуются с результатами испытаний, показавших улучшение механических свойств соединений при испытаниях на статический изгиб.

Таким образом, проведенные исследования указывают на возможность получения с помощью комбинированного лазерного излучения качественных сварных соединений деталей малых толщин из алюминиевых сплавов.

Литература

1. Рабкин Д.М. Металлургия сварки плавлением алюминия и его сплавов. – Киев: Наукова думка, 1986. – 256 с.
2. Сварка и свариваемые материалы: В 3-х т. Т.1. Свариваемость материалов. Справочное издание / Под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Металлургия, 1991. – 528 с.
3. Федин А.В., Чащин Е.А. Сварка алюминиевых сплавов комбинированным излучением // Изв. АН. Сер. Физическая, Т.66. – 2002. – № 7. – С. 973-975.