
МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.791

А.А. Сивков, С.В. Варушкин, А.В. Метелев

A.A. Sivkov, S.V. Varushkin, A.V. Metelev

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Perm National Research Polytechnic University

КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ СО СКВОЗНЫМ ПРОПЛАВЛЕНИЕМ МЕТАЛЛА

PROCESS MONITORING OF LASER BEAM WELDING WITH THROUGH PENETRATION OF METAL

Твердотельные лазеры становятся все более совершенными и менее дорогостоящими, что обуславливает их распространение в промышленности. Рассмотрен процесс сварки тонколистовой стали 12Х18Н10Т с полным проплавлением. Такой процесс может быть применен для изготовления изделий точного приборостроения. Представлен метод контроля проплавления металла при лазерной сварке, приведено экспериментальное подтверждение метода. Для проведения эксперимента был использован твердотельный импульсный лазер.

Ключевые слова: лазерная сварка, импульсный лазер, сквозное проплавление, контроль, коллектор плазмы.

Currently solid-state lasers to come modernized and fall in price. It conditioned increase of distribution in industry. Laser beam welding is one of possible employment. The article discusses the process of create weld with full penetration mode on the thin sheet of stainless steel. When produce item of instrument-making this process may be used. A method of control of metal penetration with laser beam welding is shown. An experimental research of method of control has been performed. Solid-state impulse laser will use in experiment.

Keywords: laser beam welding, impulse laser, full penetration mode, control, plasm collector.

Лазерная сварка находит все более широкое применение в промышленности в связи с интенсивным развитием производства мощных технологических лазеров, и в частности – оптоволоконных лазеров [1–3].

Лазерная сварка позволяет формировать сварные швы со значительной глубиной проплавления при малой ширине сварного шва, получать минимальную

ширину зоны термического влияния. Это обеспечивает минимальные деформации свариваемого изделия и неизменность свойств свариваемого металла, при этом оборудование для лазерной сварки и расходы на его эксплуатацию требуют значительно меньших капиталовложений, чем для ближайшего аналога – электронно-лучевой сварки [3–5]. В то же время в приборостроении и других отраслях промышленности возникает необходимость получения сварных швов на тонкостенных изделиях. С этой задачей успешно справляются импульсные твердотельные лазеры, стоимость которых в настоящее время существенно ниже стоимости оптоволоконных технологических лазеров.

Обеспечение высокой воспроизводимости качества сварных соединений, часто требуемое при изготовлении изделий точного приборостроения, возможно только при осуществлении оперативного контроля параметров проплавления свариваемого металла. Целью данной работы являлось изучение возможности контроля сквозного проплавления металла при импульсной лазерной сварке твердотельным технологическим лазером.

В процессе исследования осуществлялись проходы лазерным лучом по пластинам из стали 12Х18Н10Т толщиной 1,2 мм со сквозным проплавлением металла на лазерной сварочной установке модели ALFA-300Т. Под исследуемым образцом на расстоянии 2 мм устанавливался электрически изолированный коллектор заряженных частиц, на который подавался отрицательный потенциал 48 В через резистор сопротивлением 10 кОм. При этом коллектор обеспечивал регистрацию плазменных потоков, возникающих под обрабатываемым изделием при сквозном проплавлении в результате интенсивного термического воздействия лазерного луча на металл.

Напряжение коллектора заряженных частиц фиксировалось информационно-измерительной системой, содержащей персональный компьютер с высокоточным аналого-цифровым интерфейсом на базе внешнего модуля АЦП E14-140M фирмы L-CARD. Информационно-измерительная система обеспечивала регистрацию напряжения коллектора и сохранение результатов в файл для анализа и дальнейшей обработки (рисунок).

Зафиксированы характерные скачки напряжения на коллекторе с частотой, равной частоте импульсов лазера. Из этого следует, что коллектор заряженных частиц, установленный под свариваемым изделием и имеющий отрицательный потенциал, позволяет эффективно контролировать сквозное проплавление при импульсной лазерной сварке металлов малых толщин.

Таким образом, процесс сквозного проплавления при лазерной сварке импульсным твердотельным лазером может контролироваться путем регистрации напряжения коллектора заряженных частиц, установленного под свариваемым изделием.

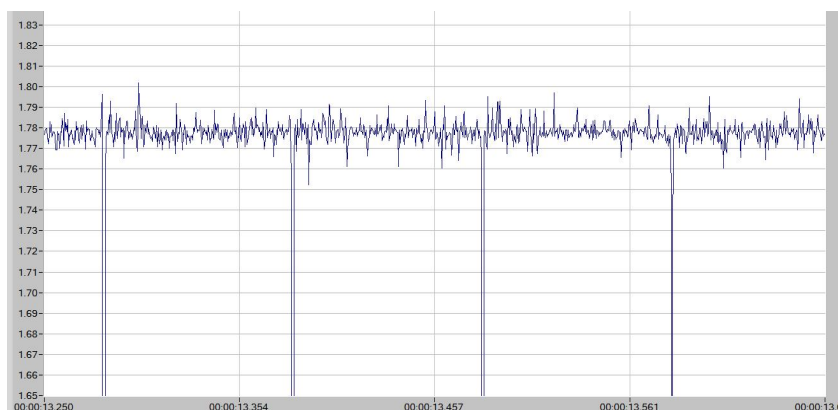


Рис. Осциллограмма напряжения коллектора заряженных частиц, установленного под свариваемым изделием. Режимы лазерного воздействия: напряжение накачки 340 В, длительность импульса 2,9 мс, длительность паузы 97,1 мс, частота импульсов 10 Гц

Список литературы

1. Fundamental phenomena during vacuum laser welding / Y. Arata, N. Abe, T. Oda, N. Tsujii // Proc. of ICALEO '85 Materials Processing Symp. / Laser Inst. of America, a. – 1985. – Vol. 44. – P. 1–7.
2. Перспективы применения светолазерных технологий / Г.М. Алексеев [и др.] // Автоматическая сварка. – 2005. – № 5. – С. 5–11.
3. Григорьянц А., Грезев А., Грезев В. Лазерная сварка сталей больших толщин с применением мощных оптоволоконных и CO₂-лазеров // Фотоника. – 2012. – № 5. – С. 38–43.
4. Deep Penetration Welding with High-Power Laser under Vacuum / S. Katayama [et al.] // Transactions of JWRI. – 2011. – Vol. 40, no 1. – P. 15–19.
5. Development of deep penetration welding technology with high brightness laser under vacuum / S. Katayama [et al.] // Physics Procedia. – 2011. – Vol. 12. – P. 75–80.

Получено 10.04.2015

Сивков Артем Александрович – магистрант, ПНИПУ, МТФ, гр. ЛТС-13-1м, e-mail: saa10208@yandex.ru.

Варушкин Степан Владимирович – магистрант, ПНИПУ, МТФ, гр. ЛТС-13-1м, e-mail: stepan.varushkin@mail.ru.

Метелев Алексей Владимирович – магистрант, ПНИПУ, МТФ, гр. ЛТС-14-1м, e-mail: metelevalexsei92@mail.ru.