

Плетнев Н. О., Полейчук П. А.
N. O. Pletnev, P. A. Poleychuk

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗОНЫ ТЕРМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ НА ДЕФОРМАЦИЮ ПРИ ИМПУЛЬСНОЙ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКЕ

EFFECT OF HEAT-AFFECTED ZONE TEMPERATURE ON DEFORMATION DURING PULSED LASER WELDING

Плетнев Никита Олегович – старший преподаватель кафедры «Технология сварочного и металлургического производства имени В. И. Муравьева» Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре); тел. 8(924)317-49-19. E-mail: nik1111ta@mail.ru.

Nikita O. Pletnev – Senior Lecturer, Department of «Technology of Welding and Metallurgical Production named after V. I. Muravyev», Komsomolsk-na-Amure State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur); tel. 8(924)317-49-19. E-mail: nik1111ta@mail.ru.

Полейчук Полина Анатольевна – магистрант Комсомольского-на-Амуре государственного университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре); тел. 8(924)317-49-19. E-mail: nik1111ta@mail.ru.

Polina A. Poleychuk – Master's Degree Student, Komsomolsk-na-Amure State University (Russia, Komsomolsk-on-Amur); tel. 8(924)317-49-19. E-mail: nik1111ta@mail.ru.

Аннотация. В работе представлена зависимость температуры от времени во время импульсной лазерной сварки нержавеющей стали 12X18N10T, которая позволяет подробнее изучить влияние температуры на внутренние напряжения и появление деформации.

Summary. The paper presents the time dependence of temperature during pulsed laser welding of 12X18N10T stainless steel, which allows us to study in detail the influence of temperature on internal stresses and the appearance of deformation.

Ключевые слова: сварка, неразъёмные соединения, лазерная сварка, лазерный импульс, RMS.

Key words: welding, permanent joints, laser welding, laser pulse, RMS.

УДК 621.791.72

Введение. Ранее уже выполнялись исследования, в которых проводилось измерение деформации тонкостенных деталей при импульсной лазерной сварке. В работе были представлены отработки технологий трёхмерного лазерного сканирования листовых деталей из нержавеющей сталей, а именно 12X1810T, свариваемых при помощи импульсной лазерной установки BULAT LRS 300. Измерение деформации заготовок было проведено лазерным сканером ModelMaker MMDx100 на манипуляторе Nikon MCAx с разными временными промежутками. В конце статьи для понимания образования внутренних напряжений и появления деформаций было предложено добавить в экспериментальную установку возможность измерения температуры зоны термического влияния и заготовки в целом [1].

Методика проведения исследований. Сварка образцов осуществлялась при помощи импульсной лазерной установки BULAT LRS-300, представленной на рис. 1.

Устройство установки для лазерной сварки BULAT LRS-300:

1. основной блок установки с источником питания и системой охлаждения;
2. пульт управления, на котором расположены кнопки включения устройств и панель управления, служащая для изменения параметров и режимов работы установки;
3. лазерный излучатель с оптической контрольно-фокусирующей системой;
4. рабочий стол – ручной двухкоординатный;
5. механизм перемещения излучателя.

Для более точного понимания образования внутренних напряжений и появления деформации при импульсной лазерной сварке или последующего предупреждения их образования следует добавить в экспериментальную установку возможность измерения температуры зоны термического влияния и заготовки в целом. На следующем этапе было предложено повторить эксперимент с использованием измерения температуры деталей в процессе сварки с помощью цифрового измерителя температуры АТТ-2004 и хромель-алюмелевых термопар, размещённых в 10 мм от стыка и кромок пластины в начале и конце стыка (см. рис. 2).



Рис. 1. Основной блок установки



Рис. 2. Комплекс оборудования для исследований деформации и измерения температуры листовых деталей при выполнении стыковых сварных соединений лазерной сваркой

Результаты исследования и их обсуждение. При импульсной лазерной сварке пластины термопара 1 в начале сварного шва имела минимальную температуру 20,8 °С, а максимальную – 140,4 °С. Термопара 2, установленная в конце шва, имела минимальную температуру 21,0 °С, а максимальную – 145,8 °С. Далее были получены скан-модели при помощи лазерного сканера (см. рис. 3-5) и замерены деформации.

Температура при сварке была измерена при помощи термопар, которые были приварены импульсной лазерной сваркой при помощи присадочного материала марки 12Х18Н10Т в начале и конце сварного шва, на расстоянии 10 мм от края пластины и 10 мм от стыка двух пластин. Максимальная температура начала шва импульсной лазерной сварки составляет 148 °С, минимальная – 20,2 °С. Диаграмма зависимости температуры от времени первой термопары показана на рис. 6.



Рис. 3. Скан-модель в профиль с замером угловой деформации в 10,991 мм

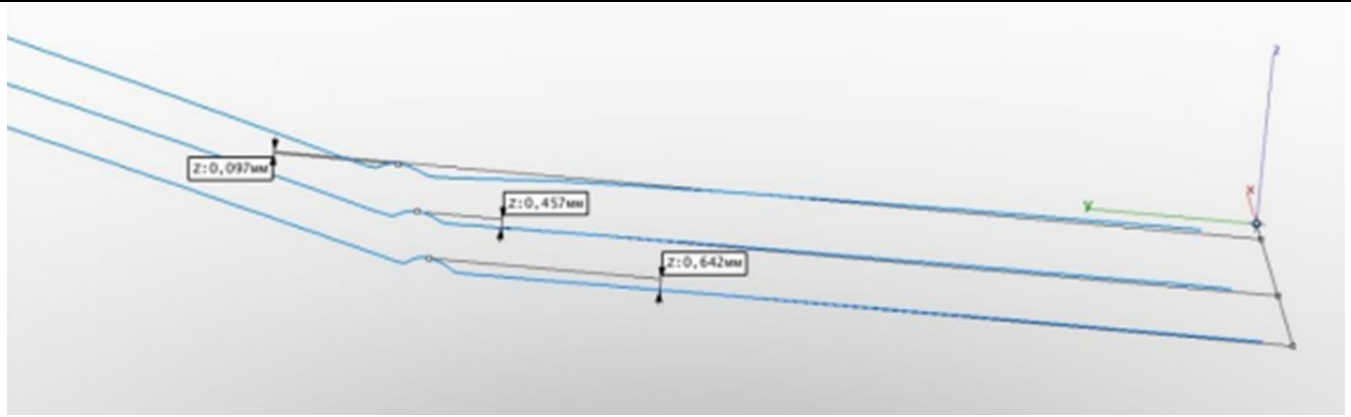


Рис. 4. Скан-модель полученного образца в трёх сечениях

Максимальная температура конца шва импульсной лазерной сварки составляет 89,9 °С, минимальная – 19,8 °С. Диаграмма зависимости температуры от времени второй термопары показана на рис. 7.

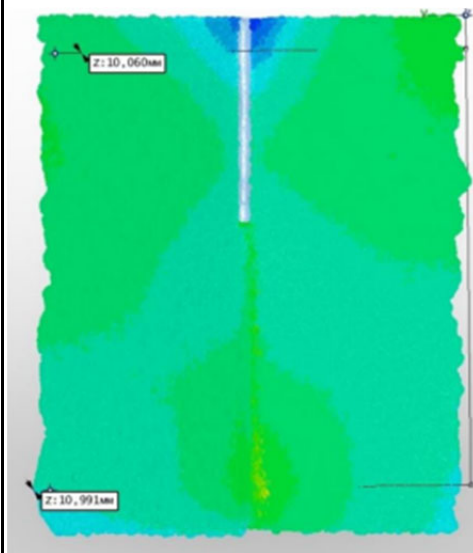


Рис. 5. Скан-модель пластины после сварки, вид сверху

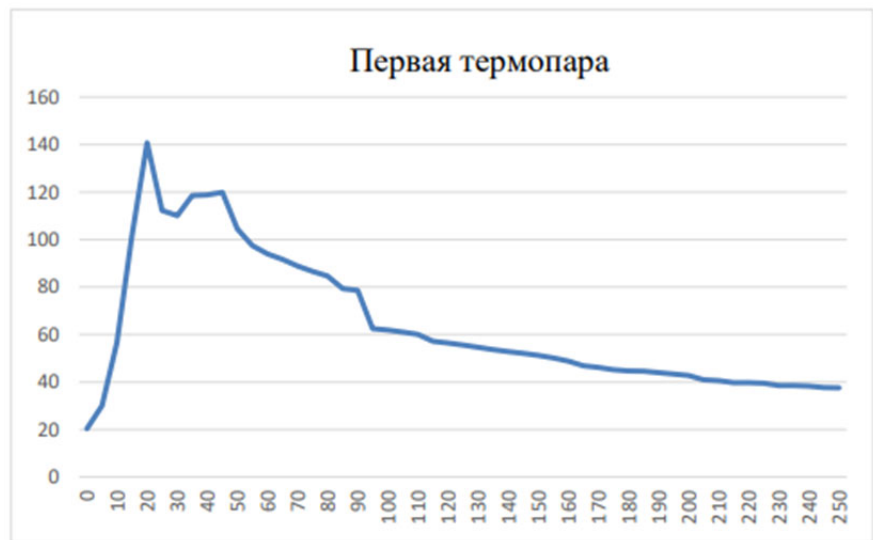


Рис. 6. Диаграмма зависимости температуры (°С) от времени (с) первой термопары



Рис. 7. Диаграмма зависимости температуры (°C) от времени (с) второй термопары

Так как термопары зафиксировали температуру не выше 190 °C, значит, воздействие на структуру основного металла на расстоянии 10 мм от шва не вызывает деформацию при сварке. Из этого следует, что деформация происходит в процессе сварки за счёт термического расширения при кристаллизации расплавленного металла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полейчук, П. А. Деформация тонкостенных деталей при импульсной лазерной сварке / П. А. Полейчук, Н. О. Плетнев // Молодёжь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы VI Всероссийской национальной научной конференции молодых учёных. В 3 ч. Ч. 1. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2023. – С. 92-94.
2. Полейчук, П. А. Влияние формы импульса на соотношение наплавленного металла в объёме сварной точки / П. А. Полейчук, Н. О. Плетнев // Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению: материалы II Международной научно-практической конференции молодых учёных, Комсомольск-на-Амуре, 14-18 ноября 2022 г. / Редкол.: А. В. Космынин (отв. ред.) [и др.]. Ч. 2. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2022. – С. 150-154.
3. Григорьев, А. А. Местные сварочные деформации тонколистовых конструкций и мероприятия по их уменьшению / А. А. Григорьев, А. Н. Сидоренков. – Ленинград: Книжная типография Полиграфиздата, 1957. – 127 с.
4. Винокуров, В. А. Теория сварочных деформаций и напряжений / В. А. Винокуров, А. Г. Григорьянц. – Москва: Машиностроение, 1984. – 280 с.