

**СТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ СТАЛИ 12X18H10T,
ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ГИБРИДНОЙ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ**

А.П. Малюк¹, А.Н. Ступаков¹

Научный руководитель: профессор, д.т.н. С.Ю. Тарасов²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

²Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук,

Россия, г. Томск, пр. Академический, 2/4, 634055

E-mail: antohindenis@mail.ru

**STRUCTURE AND MECHANICAL PROPERTIES OF STEEL 321 SAMPLES OBTAINED BY THE
METHOD OF HYBRID LASER WELDING**

A.P. Malyuk¹, A.N. Stupakov¹

Scientific Supervisor: Prof., Dr. S.Yu. Tarasov²

¹Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

²Institute of Strength Physics and Materials Science Siberian Branch of Russian Academy of Sciences,

Russia, Tomsk, Akademicheskii str., 2/4, 634055

E-mail: antohindenis@mail.ru

***Abstract.** In our work, we are research macrostructure of 12X18H10T steel, using optical microscopy and revealed the mechanical properties of the samples in tensile tests. Strength parameters of welded joints demonstrate high strength, located at base metal level. The structure of the welds did not reveal the presence of macro defects in the form of pores, cracks and non-metallic inclusions.*

Введение. В настоящее время широко используется метод гибридной лазерной сварки. Экспериментальные и смоделированные исследования по лазерной сварке продвигаются вперед. Гибридная лазерная сварка одновременно использует лазерный луч и электрическую дугу, в общей сварочной ванне. С фундаментальной точки зрения влияние лазерного луча и дуги на материал оказывает синергетический эффект лазерного луча и электрической дуги приводят к увеличению скорости сварки, и глубины проплавления, а так же стабильности процесса [1-2]. Аустенитные нержавеющие стали такая как 12X18H10T имеют высокую пластичность ударную вязкость и коррозионную стойкость, в качестве элементов для криогенной техники или деталей сварных конструкций, которые будут функционировать при очень низкой температуре, а так же производства емкостного, теплообменного, реакционного оборудования [4]. Гибридная лазерно-дуговая сварка может покрыть дефицит единого источника тепла, что увеличивает использование энергии и уменьшает сварочные дефекты [3].

Материал и методика эксперимента. Получены образцы неразъемных соединений методом гибридной лазерной сварки из листового проката стали 12X18H10T толщиной 2,5 мм. Схема процесса гибридной лазерной сварки приведена на рисунке 1. Сварка осуществляется комбинированным методом посредством дуги 3 от дугового источника 1 и лазерного луча 2. в результате образуются сварочные ванны от лазера 5 и дуги 4 с запаздыванием ванны от дуги на некоторое расстояние относительно ванны

от лазера. Мощность лазера при сварке находилась на уровне 3,5 кВт, ток сварочной дуги порядка 145 А, напряжение дуги 21,2 В, скорость сварки – 2,5 м/мин.

Исследования макроструктуры проводили на оптическом микроскопе Altami Met 1с. Механические свойства определяли на универсальной испытательной машине УТС 110М в экспериментах на растяжение.

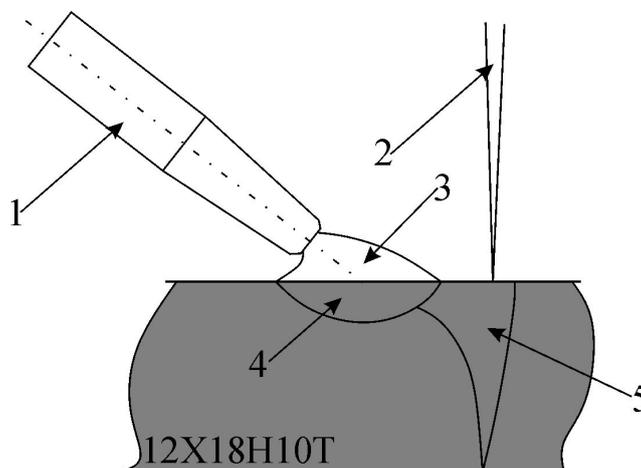


Рис. 1. Схема процесса гибридной лазерной сварки

Результаты и обсуждение. Макроструктура образцов (рис. 2) представлена классическим строением с четко выделяющимися ваннами расплава от сварочной дуги и от лазера. Ванна расплава от сварочной дуги в данном случае имеет слишком большой размер, предположительно, по причине слишком большой мощности дуги. Структура металла обеих зон представлена литой крупнокристаллической дендритной структурой. Зона термического влияния как от сварочной дуги, так и от лазерного воздействия невелика и на изображении четко не выделяется.

Испытания на растяжение (рис. 3) показывают, что образцы, вырезанные поперек сварного шва, демонстрируют высокие значения прочности и, особенно, пластичности образцов. Разрушение образцов происходит в центральной части шва после длительной стадии пластического течения. При этом предел прочности образцов находится на уровне прочности основного металла и разупрочнения в зоне шва при сварке не выявляется.

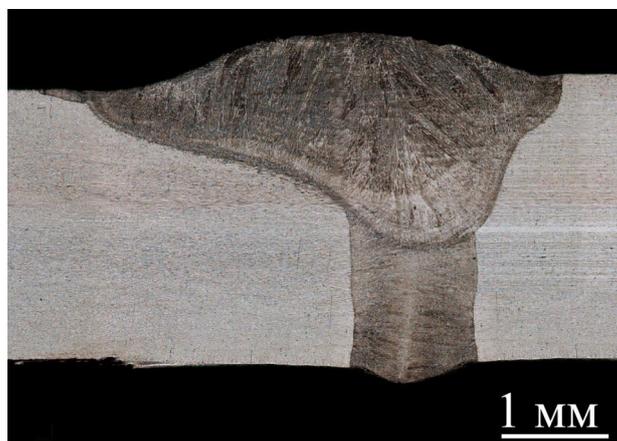


Рис. 2. Структура сварного шва стали 12X18H10T, полученного методом гибридной лазерной сварки

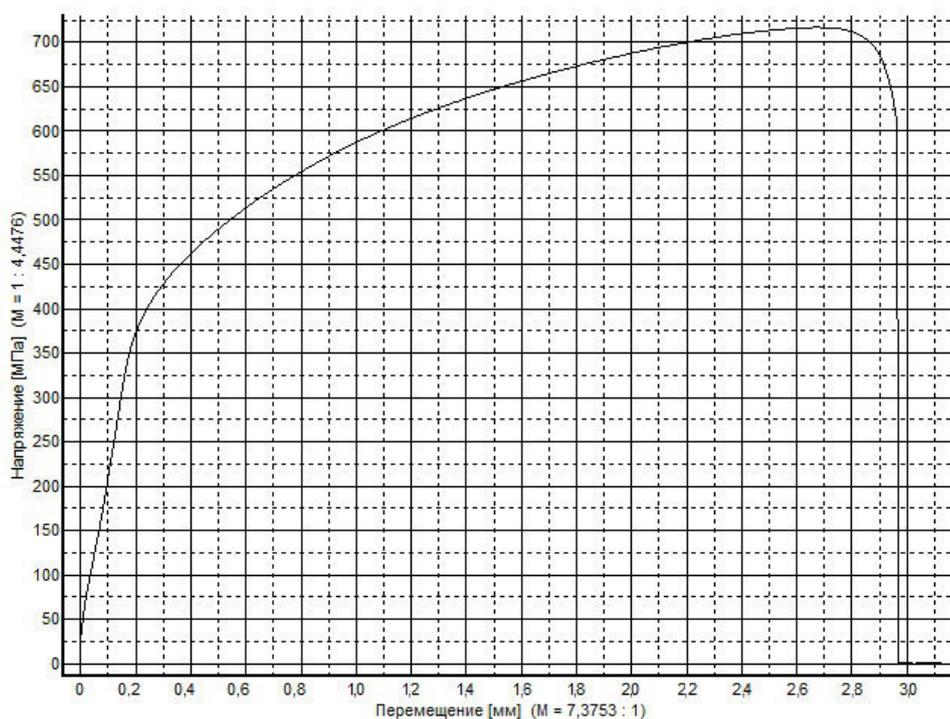


Рис. 3. Диаграмма испытания сварного шва стали 12X18H10T, полученного методом гибридной лазерной сварки

Заключение. Проведенные механические испытания показывают, что разрушение сварного шва, полученного методом гибридной лазерной сварки из стали 12X18H10T происходит в зоне сварного шва по линии стыка изначальных свариваемых листов. При этом не происходит разупрочнения материала и прочность сварного шва находится на уровне прочности основного металла. Макроструктура сварного соединения представляет собой классический вид, с достаточно малой зоной термического влияния, как от сварочной дуги, так и от лазера. В образцах можно выделить повышенный размер ванны расплава сварочной дуги, вероятно, связанное с повышенной мощностью дуги для данной толщины металла.

Работы выполнены при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России (Соглашение № 14.607.21.0190, идентификатор проекта RFMEFI60717X0190).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В. Ачергее Hybrid laser arc welding: State-of-art review// Optics and Laser Technology 99 (2018) 60–71.
2. Туричин Г.А. Технология гибридно-лазерно дуговой сварки: учеб.пособие / Г.А. Туричин, И. А. Цибульский, М. В. Кузнецов. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2015. – 48 с.
3. Lin Chen Numerical and experimental investigation on microstructure and residual stress of multi-pass hybrid laser-arc welded 316L steel// Materials & Design – vol. 168 – 12 February 2019.
4. Абрамова Т.Н. Математическое моделирование сопряжённой задачи теплообмена в проточной части пружинно-витых каналов: Науч. рук. Золотоносов Я.Д. док. тех. наук. – Казань, 2015. – 9 с.