

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ ДЕТАЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК ИЗ РАЗНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Савельев Д.О.¹, Алымов Н.Р.¹, Вильданов А.М.¹, Земляков Е.В.¹

¹Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, Институт лазерных и сварочных технологий, г. Санкт-Петербург,

Ключевые слова: лазерная сварка, жаропрочные материалы, разнородные соединения.

Среди лазерных технологий обработки материалов особо выделяются технологии лазерной сварки и родственные технологии - технологии лазерной резки, наплавки и термоупрочнения. Высокая плотность энергии в зоне лазерного воздействия обеспечивает высокие скорости и низкое тепловложение в свариваемые детали по сравнению с традиционными технологиями. Возможность минимизировать тепловложение особенно важна при сварке сложнолегированных суперсплавов, склонных к трещинообразованию [1].

Еще одним важным преимуществом лазерных технологий является возможность формирования качественных неразъёмных соединений материалов с различными свойствами. Использование разнородных соединений в сфере промышленной энергетики имеет множество преимуществ, таких как: расширение возможностей проектирования, снижение веса конструкций, снижение затрат на производство, повышение эффективности рабочих элементов [2, 3].

В данной работе продемонстрированы возможности отечественных лазерных технологий на примере роботизированной лазерной сварки разнородного соединения форсунки (рисунок 1) камеры сгорания газотурбинной установки ГТЭ-65.1, разрабатываемой в настоящее время АО «Силовые машины» в кооперации с ведущими научно-исследовательскими институтами и предприятиями страны.

В случае рассматриваемого изделия разнородность материалов обосновывается по экономическим причинам. Насадка, работающая в зоне высоких температур, изготавливается из никелевых жаропрочных сплавов, которые обладают высокой термостойкостью и прочностью. Однако остальные участки форсунки работают при более низких температурах до 400 градусов, и поэтому для них используются другие материалы, такие как нержавеющая сталь.

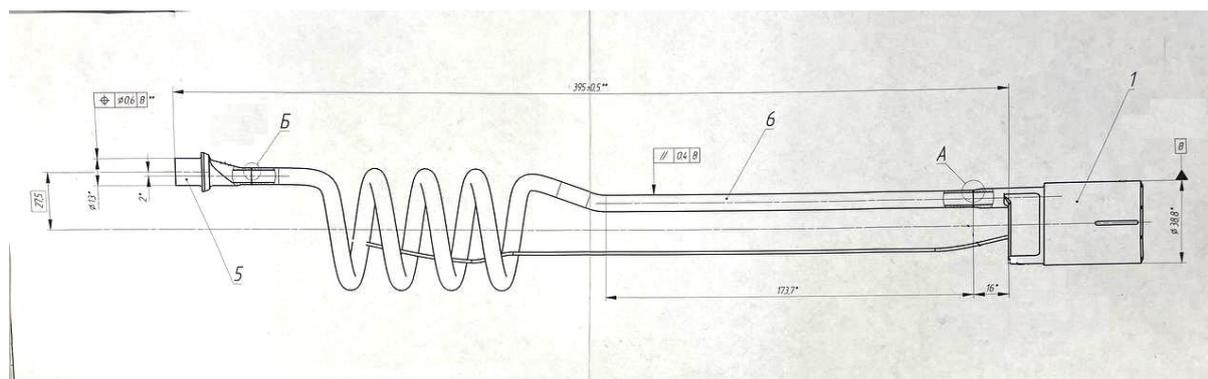


Рисунок 1 - Форсунка

Разнородное соединение представляет из себя цилиндрический кольцевой шов встык, никелевого жаропрочного сплава ВЖ159 с нержавеющей сталью 12Х18Н10Т, диаметр цилиндров 10 мм, толщина стенки 1 мм. Для выполнения представленного технического задания были выполнены следующие работы:

1. Сварка встык пластин из представленных материалов, толщиной 1 мм для отработки режима лазерной сварки. После сварки пластины проходили процедуру металлографических исследований;

2. Разработка и изготовление оснастки для выставления и соосного соединения требуемого цилиндрического соединения;

3. Сварка встык цилиндрических модельных образцов, имитирующих рабочее соединение. После сварки на образцах осуществлялся неразрушающий контроль сварных соединений, включающий в себя: визуально-измерительный контроль, капиллярный контроль и рентгенографический контроль согласно ГОСТ ISO 17635-2018;

4. После получения положительных результатов обработки технологии сварки на модельных образцах, была выполнена сварка требуемого соединения форсунки (рисунок 1), с последующим неразрушающим контролем (аналогично пункту (3)).

По результату проделанных работ, было получено бездефектное разнородное сварное соединение, удовлетворяющее требованиям технического задания. Полученный опыт даёт нам понимание о том, что технологические возможности современных лазерных технологий позволяют значительно снизить материальные и временные затраты при разработке и изготовлении разнородных деталей для нужд высокотехнологичных производств.

Список литературы

1. Alireza Mirak, Behrooz Shams, Soroush Bakhshi. Dissimilar welding of Inconel 713 superalloy and AISI 4140 steel using Nd:YAG pulse laser: An investigation on the microstructure and mechanical properties. Optics and Laser Technology, Volume 152, August 2022, 108143 (<https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2022.108143>);

2. Gushchina M. O., Klimova-Korsmik O. G., Turichin G. A., Direct laser deposition of Cu–Mo functionally graded layers for dissimilar joining titanium alloys and steels, Materials Letters, 307 (2022), 131042. DOI:10.1016/j.matlet.2021.131042

3. R.V. Mendagaliev, O.G. Klimova-Korsmik, G.A. Turichin, A.M. Vildanov. Direct energy deposition of Cu–Nb functionally graded layers for dissimilar joining titanium alloys and steels. Materials Letters. Volume 324, 2022, 132721. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2022.132721>.

Сведения об авторах

Савельев Д.О., инженер технологического отдела аддитивных технологий ИЛИСТ, аспирант СПбГМТУ.

Алымов Н.Р., инженер технологического отдела аддитивных технологий ИЛИСТ, аспирант СПбГМТУ.

Вильданов А.М., начальник технологического отдела аддитивных технологий ИЛИСТ, кандидат технических наук.

Земляков Е.В., заместитель директора по науке и проектной деятельности ИЛИСТ, кандидат технических наук, начальник лаборатории лазерных и аддитивных технологий ИЛИСТ.

EXPERIENCE IN LASER WELDING OF INDUSTRIAL GAS TURBINE COMPONENTS OF HETEROGENEOUS MATERIALS IN GAS TURBINE PLANTS

Savelev D.O.¹, Alymov N.R.¹, Vildanov A.M.¹, Zemlyakov E.V.¹
St. Petersburg State Marine Technical University, Institute of Laser and Welding Technologies,
St. Petersburg

Keywords: laser welding, heat-resistant materials, dissimilar joints.

The article presents the experience of application of laser welding of parts made of dissimilar materials by the example of a combustion chamber nozzle for a gas-turbine unit GTE-65.1. The application of laser welding in this case made it possible to weld parts made of nickel alloys and steel using spot welding. This welding method has a high degree of accuracy and allows high-quality welded joints to be produced without the use of additional materials.