

Азимов С. Ж., старший преподаватель кафедры «Материаловедение и машиностроение»

*Бекмурзаев Н.Х. кандидат технических наук, доцент
доцент кафедры «Материаловедение и машиностроение»*

Хужахмедова Х.С. старший преподаватель кафедры «Материаловедение и машиностроение»

Валиева Д.Ш, ассистент кафедры «Материаловедение и машиностроение»

Журакулова Ф.С. студентка

Ташкентский Государственный транспортный университет

СТЕПЕНЬ СОСТОЯНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

Аннотация: В данной работе приведены теоретические исследования по лазерной обработке конструкционных сталей. Преимуществами этого метода является локальным нагреванием обрабатываемого поверхности детали.

Ключевые слова: Лазерной обработки, лазерная сварка, лазерный луч, лазерной закалки, лазерного излучения, прочность, лазерного шва.

Abstract: This paper presents theoretical studies on laser processing of structural steels. The advantage of this method is the local heating of the workpiece surface.

Keywords: laser processing, laser welding, laser beam, laser hardening, laser radiation, strength, laser seam.

Наибольшее распространение в машиностроении из видов лазерной обработки получили лазерная сварка и закалка.

Лазерная сварка – процесс, предполагающий соединение деталей при помощи лазерного излучения. На поверхности часть луча отражается, а часть проходит внутрь, что приводит к нагреву и плавлению материала, формированию сварного шва. В результате получается прочное соединение. Луч, сгенерированный квантовым лазерным генератором, попадает в

фокусирующую систему установки, где перераспределяется в пучок меньшего сечения. По концентрации энергии воздействие лазера в десятки раз превосходит другие источники тепла. Она позволяет соединять материалы толщиной от пары микрометров и до нескольких сантиметров.

Преимуществами лазерной сварки являются то, что лазерная сварка обеспечивает малые размеры сварного соединения и зоны термического влияния, высокую скорость процесса и возможность сваривать детали из коррозионностойкой стали, никеля молибдена, а также материалов с высокой теплопроводностью и плохо поддающихся сварке другими методами.

Лазерный луч обладает точной направленностью, что выгодно выделяет его на фоне пучка света. Это обусловлено тем, что он монохроматичен и когерентен. Лазер сосредотачивает всю тепловую мощность, которая потребуется при соединении деталей непосредственно в пятно малого диаметра в месте обработки. Такие особенности лазерной сварки позволяют соединять элементы практически незаметным швом.

Лазерная сварка может быть точечной и шовной, и осуществляется в импульсном и непрерывном режимах генерации лазерного излучения. При этом скорость работ пропорциональна частоте генерируемых лазером импульсов. Точечная технология получила распространение при соединении тонких металлических элементов и реализуется вручную. Шовная преимущественно выполняется аппаратным методом и позволяет формировать глубокие сварные соединения.

Плотность мощности лазерного излучения на поверхности свариваемых деталей в зависимости от материала может быть 0,1-1 Вт/см длительностью 1-10мс.

Производительность шовной сварки составляет 20м/мин и более, а точечной-60 операций в мин.

Металл шва лазерной сварке защищают от окисления инертными газами. Прочность сварных соединений при лазерной сварке достигает уровня прочности свариваемого материала. Улучшение механических характеристик

лазерного шва достигается термообработкой. Так для конструкционной легированной стали рекомендуется нагрев свариваемых деталей до 225°C высокий отпуск после сварки при температуре 600-400°C в течение 2 часов. В результате такой термообработки прочность лазерного сварного шва составила 92-97 от уровня прочности свариваемого металла (табл. 1). Диаграммы микро твёрдости сварного шва и около шовной 4 зоны при различных температурах отпуска 400, 500 и 600°C для стали Д6АС 0,45С, 0,24 Si, 0,93 Mn, 0,66 Ni, 1,09 Cr, 0,77 Mo, 0,058 V, 0,01 P и 0,008 S показывают, что микро твёрдость сварного шва уменьшается с ростом температуры отпуска. Структура стали в сварном шве представляет собой смесь низкого байнита и отпущенного мартенсита. Сварку вели СО2-лазерном при мощности облучения 3кВт, скорости сканирования 1м/мин и диаметра пятна облучения 0,5 мм. В качестве защитного газа использовали аргон.

Механические характеристики стали Д6АС*

Таблица 1.

Показатели	Температура отпуска, °С				
	1480	14221	1362	1294	1255
Напряжение текучести в металле	1480	14221	1362	1294	1255
В сварном шве	1431	1362	1333	1274	1251
Предельное напряжение в металле	1637	1539	1460	1440	1343
В сварном шве	1519	1470	1421	1352	1254
Удлинение в металле	8,7	9,3	10,5	11	12,6
В сварном шве	3	4,3	6,5	8	9,6
Общий эффект	92,8	95,5	97,3	95,8	96,4
Отношение напряжения в шве к напряжению в металле					

Термическая закалка большинства высоколегированных сталей приводит к слабому упрочнению. В случае лазерной закалки значительно повышаются не только прочностные свойства, но и отдельные эксплуатационные характеристики (стойкость к коррозии и кавитационному разрушению). Упрочнение поверхности при лазерной закалке сталей во

многим определяется формой пятна облучения или перекрытием дорожек - треков при непрерывном режиме облучения.

Необходимое расстояние между отдельными пятнами или треками зависит от цели, для которой предназначена лазерная закалка. Так для повышения износостойкости расстояние между треками может быть несколько больше, чем когда износ сопровождается ударными нагрузками. В тех случаях, когда закалка применяется с целью изменения свойств всей поверхности, облучение следует вести с перекрытием пятен (треков).

Формулы для расчета параметров лазерной закалки.

Таблица 2.

Параметры	Расчетная формула
Плотность мощности, облучения Вт/см	$E = 4P/\pi d^2$
Скорость сканирования луча, м/с	$V_d = \pi D n / 100 * 60$
Время воздействия облучения, с	$T = d/V_d$
Время между повторными воздействиями облучения, с	$t = \pi D / V_d$
Расстояние между дорожками облучения, м	$h = \pi d S / V_3 - d$
Кратность воздействия облучения	$K = d V_d / \pi D S$
Плотность энергии облучения Дж/м ²	$q = ET$

Где P-мощность облучения, S- подача; d - диаметр пятна облучения, V₃ - скорость вращения заготовки; n – число оборотов заготовки в мин.; K – коэффициент перекрытия.

Литература

1. К.И.Крылов, В.Т.Прокопенко, В.А.Тарлыков « Основы лазерной техники », 1990г
2. С. Катаяма « Справочник по лазерной сварке », 2015г
3. В.М.Андрияхин « Процессы лазерной сварки и термообработки », 1988г
4. А.Г.Григорьянц «Основы лазерной обработки материалов», 1989г
5. Г.А.Воробьева, В.К.Ерофеев, Е.Е.Складнова « Констркционнные стали и сплавы », 2013г
6. Kayumjonovich, T. N. (2022). DEVELOPMENT OF A METHOD FOR SELECTING THE COMPOSITIONS OF MOLDING SANDS FOR

- CRITICAL PARTS OF THE ROLLING STOCK. Web of Scientist: International Scientific Research Journal, 3(5), 1840-1847.
7. Kayumjonovich, T. N., Komissarov, V. V., & Pirmukhamedovich, A. S. (2022). EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS SLIPPING IN A FRICTION PAIR OF STEEL MATERIALS. Web of Scientist: International Scientific Research Journal, 3(6), 1062-1073.
 8. Erkinov, S. M., Kh, O. I., Islamova, F. S., & Kuchkorov, L. A. (2022). EVALUATION OF HEIGHT PARAMETERS IN MEDIUM ZERAFSHAN LANDSCAPES BASED ON MODERN METHODS. Web of Scientist: International Scientific Research Journal, 3(5), 1826-1833.
 9. Sh, V. D., Erkinov, S. M., Kh, O. I., Zh, A. S., & Toirov, O. T. (2022). IMPROVING THE TECHNOLOGY OF MANUFACTURING PARTS TO REDUCE COSTS. Web of Scientist: International Scientific Research Journal, 3(5), 1834-1839.
 10. Urazbayev, T. T., Tursunov, N. Q., Yusupova, D. B., Sh, V. D., Erkinov, S. M., & Maturaev, M. O. (2022). RESEARCH AND IMPROVEMENT OF THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF HIGH-MANGANESE STEEL 110G13L FOR RAILWAY FROGS. Web of Scientist: International Scientific Research Journal, 3(6), 10-19.
 11. Ruzmetov, Y., & Valieva, D. (2021). Specialized railway carriage for grain. In E3S Web of Conferences (Vol. 264, p. 05059). EDP Sciences.
 12. Мухаммадиева, Д. А., Валиева, Д. Ш., Тоиров, О. Т., & Эркабаев, Ф. И. (2022). ПОЛУЧЕНИЕ ПИГМЕНТА НА ОСНОВЕ ОСАДКОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ХРОМАТСОДЕРЖАЩИХ СТОКОВ. Scientific progress, 3(1), 254-262.
 13. Азимов, Ш. И. М. М., & Валиева, Д. Ш. (2021). АНАЛИЗ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ ПРИВОДА ПОДАЧИ РАБОЧЕГО ОРГАНА ШТРИПСОВОГО СТАНКА. Scientific progress, 2(2), 1470-1472.