

Орлик Геннадий Владимирович, Орлик Антон Геннадьевич, Сапожников Андрей Юрьевич
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

В статье рассматривается вопрос эффективности сварочного оборудования в процессе изготовления теплообменных аппаратов. Исследуются преимущества применения роботизированного комплекса с использованием лазерной сварки перед аргодуговой сваркой в процессе сварки труб с трубной доской теплообменного аппарата. Говорится об устройстве и принципе работы роботизированного комплекса. Приводятся параметры режима сварки и основные характеристики образцов свариваемого узла, позволяющие сделать выводы о способе сварки.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2016/12/19.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2016. № 12 (114). С. 71-74. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2016/12/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net
Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

УДК 621.791

Технические науки

В статье рассматривается вопрос эффективности сварочного оборудования в процессе изготовления теплообменных аппаратов. Исследуются преимущества применения роботизированного комплекса с использованием лазерной сварки перед аргонодуговой сваркой в процессе сварки труб с трубной доской теплообменного аппарата. Говорится об устройстве и принципе работы роботизированного комплекса. Приводятся параметры режима сварки и основные характеристики образцов свариваемого узла, позволяющие сделать выводы о способе сварки.

Ключевые слова и фразы: сварка; новые технологии; роботизированный комплекс; сварочные образцы; преимущества способа сварки.

Орлик Геннадий Владимирович, к.т.н., доцент

Орлик Антон Геннадьевич, к.т.н.

Сапожников Андрей Юрьевич

*Калужский филиал Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана
zbsmne@rambler.ru; M19toxa@yandex.ru; sapozhnikov.andrei2016@yandex.ru*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

Теплообменные аппараты в настоящее время используются в ряде отраслей промышленности, таких как энергетика, химическая и нефтехимическая промышленность. Высокая конкуренция со стороны производителей требует постоянного совершенствования технологии производства.

Повышение производительности изготовления теплообменных аппаратов направлено на улучшение конкурентоспособности продукции. При изготовлении теплообменных аппаратов сокращение времени производства играет важную роль для процесса сварки, так как количество трубок в одном теплообменнике, подлежащих приварке к трубной доске, может колебаться от 40 до 4000 штук. Так, орбитальная сварка неплавящимся вольфрамовым электродом до последнего времени была наиболее производительным и эффективным способом сварки труб с трубными досками. Тем не менее, время цикла процесса сварки при использовании данного способа достаточно высоко.

В настоящее время все большее применение находит лазерная сварка. Для производства теплообменных аппаратов ряд компаний разработали и применили новый метод для сварки пластин пластинчатых теплообменных аппаратов. Первоначально лазерная сварка использовалась при ремонте трубных досок, а в настоящее время этот способ используется для сварки труб с трубными досками [1, с. 42]. Возможность автоматизации процесса лазерной сварки позволяет сократить время сварочной операции. Основным преимуществом лазерной сварки является то, что плотность мощности энергии на выходе высока и размер пятна лазерного луча – 02-06 мм. Это приводит к уменьшению сечения сварного шва по ширине и тепловложения в него, что способствует получению качественного сварного соединения и хорошей воспроизводимости результатов.

Однако высокосфокусированная энергия лазера дает этому способу сварки один существенный недостаток – точность позиционирования. Для его устранения разработан роботизированный комплекс, включающий в себя головку орбитальной лазерной сварки, используемую как основной инструмент. Она состоит из двух узлов. Первый узел – система связи робота и вращающегося механизма. Вторая часть головки состоит из пакета линз для фокусировки сварочного луча. Она построена с использованием стандартных модулей из серии «Prcsites YW30» [5]. В узле также имеется механизм дополнительной корректировки. Вращающаяся часть позволяет сформировать круговое движение. Система позиционирования обеспечивает точное позиционирование головки относительно трубы для сварки с погрешностью до 0,01 мм. Общий вид головки для сварки лазером показан на Рис. 1.

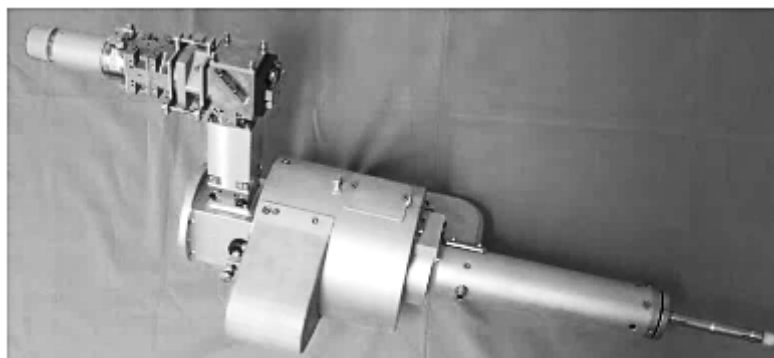


Рис. 1. Общий вид головки для лазерной сварки

Система управления сварочной головкой основана на использовании программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС) – электронный контент, используемый для создания цифровых интегральных схем. В отличие от обычных цифровых микросхем, логика работы ПЛИС не определяется при изготовлении, а задаётся посредством программирования. Для программирования используются программатор и отладочная среда, позволяющие задать желаемую структуру цифрового устройства в виде принципиальной электрической схемы или программы на специальных языках описания аппаратуры: *Verilog*, *VHDL*, *AHDL* и др. [6, р. 5].

Конечный пользовательский интерфейс позволяет изменять основные параметры сварки: мощность лазера, скорость сварки, угол поворота, частоту и скорость вращения головки. Так как обработка данных ведется в реальном времени, оператор через интерфейс может наблюдать за стабильностью процесса сварки каждой трубки. Для сварки контрольных образцов использовались: роботизированный комплекс «ABB IRB 6600» для перемещения сварочной головки [3], 2 кВт волоконный лазер FL020 от *ROFIN* [4] с диаметром сердцевинны 50 мкм. Общий вид лазерной установки представлен на Рис. 2. Исходные данные для сварки труб в трубную доску приведены в Таблице 1.

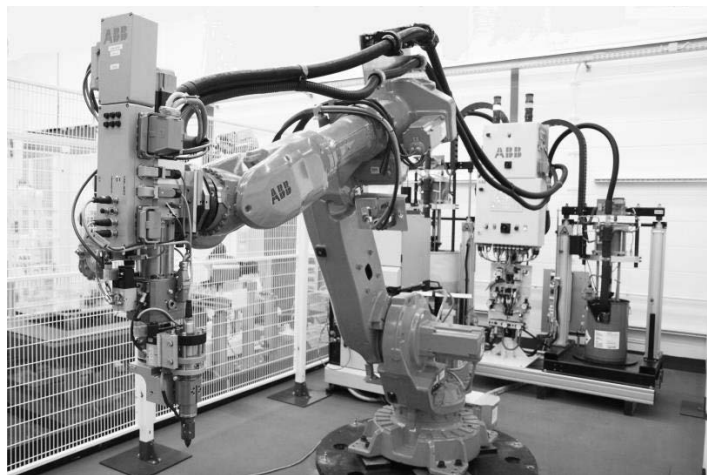


Рис. 2. Общий вид лазерной установки

Таблица 1.

Исходные данные сварочных образцов

Материал трубки	Диаметр трубки, мм	Толщина трубки, мм	Материал трубной доски	Толщина трубной доски, мм
08X18N10T	13	1	08X18N10T	30

Вид сварного шва обусловлен соответствующими параметрами сварки. В результате мы можем получить соединение с оплавлением кромки или без него. В процессе исследования сварка осуществлялась лазером 2 кВт мощности на различных скоростях: в первом случае скорость сварки была 2 м/мин, во втором – 1,5 м/мин. В качестве защитного газа использовался гелий с расходом 30 л/мин. Вид шва сваренного образца представлен на Рис. 3.

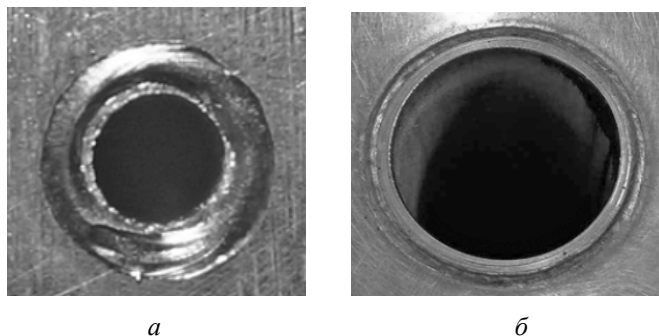


Рис. 3. Вид сварного шва, выполненного лазерной сваркой: а) при скорости сварки 1,5 м/мин; б) при скорости сварки 2 м/мин

В итоге получаем высокоточные кольцевые швы достаточной глубины проплавления, без пор. На Рис. 4 представлены макрошлифы исследуемых сварных швов, полученных на разных режимах лазерной сварки.

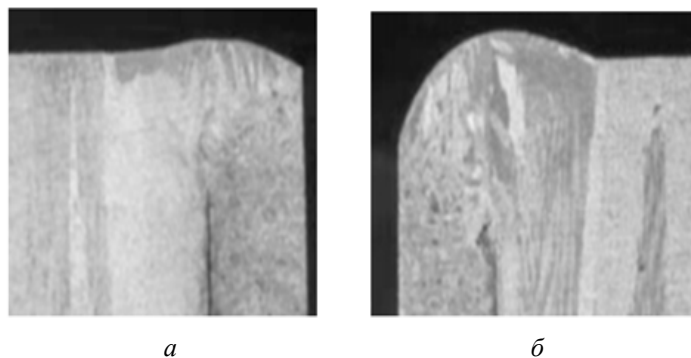


Рис. 4. Макрошлифы сварных швов: а) глубина проплавления 1,3 мм; б) 1,6 мм

При выборе режима лазерной сварки наблюдалось возникновение наплыва на внутреннюю стенку трубки как при сварке вольфрамовым электродом. На Рис. 5 изображены наплывы на внутреннюю стенку трубки в обоих случаях. В технологии изготовления теплообменных аппаратов допускается наплыв на внутреннюю стенку трубки, регламентирующийся техническими указаниями. Устранение наплыва за счет подбора оптимальных параметров режима сварки позволит увеличить проходное сечение трубки, что повысит КПД изделия.

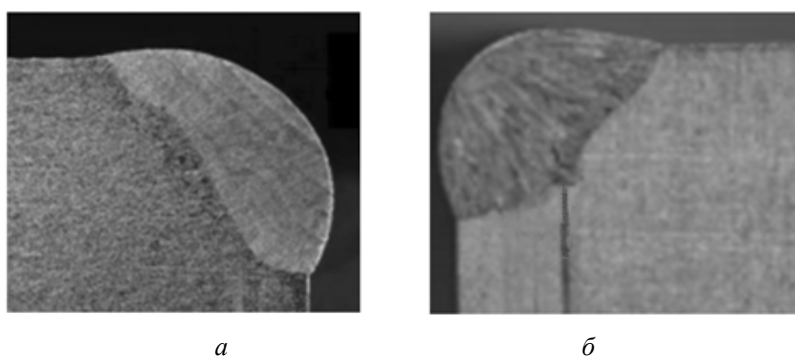


Рис. 5. Наплыв на внутреннюю стенку сварного шва: а) лазерная сварка; б) сварка вольфрамовым электродом

Также в процессе сварки теплообменных аппаратов встает вопрос о тепловложении, которое, суммируясь с уже имеющимися деформационными напряжениями, создает напряжение от линейного теплового изменения размеров. Это может привести к сильному короблению конструкции и выводу изделия из строя или снижению его эффективности. Также следует отметить влияние разных типов сварки на структуру металла шва и околошовной зоны после сварки. Из Рис. 6 видно, что структура при сварке лазером более однородна, чем при аргодуговой сварке. Также следует отметить, что мелкозернистость структуры при лазерной сварке сохраняет требуемые механические свойства при длительном усталостном нагружении [2, с. 373].

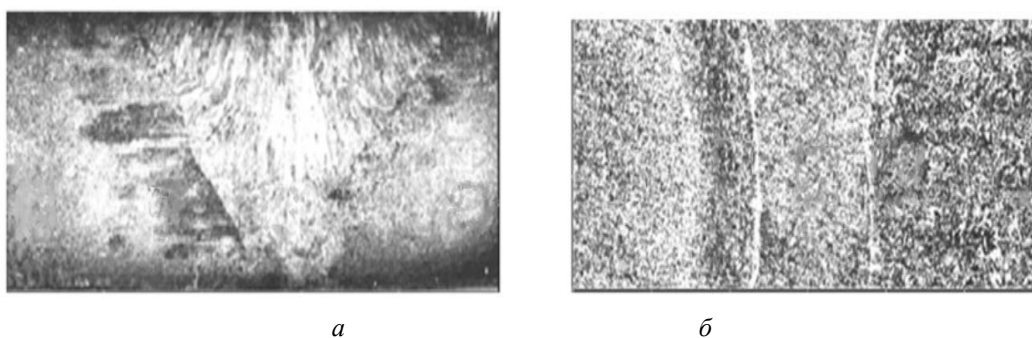


Рис. 6. Микрошлифы сварных швов: а) дуговая сварка; б) лазерная сварка

На основании полученных данных способ сварки лазерным лучом имеет ряд преимуществ перед дуговой сваркой неплавящимся электродом. Главным из них является форма сечения сварного шва (кинжальное проплавление), позволяющая снизить напряженно-деформированное состояние. Также следует отметить, что при определенных режимах лазерной сварки оплавление кромки трубки не происходит, следовательно, проходное сечение не уменьшается, повышая эффективность изделия.

При рассмотрении микроструктур видно, что при сварке лазерным лучом переход между швом и околошовной зоной более плавный, чем при дуговой сварке. Структура с мелким зерном более благоприятна в данном случае. Деформации при сварке практически отсутствуют. Тепловложение лазерной сварки по сравнению с дуговой сравнительно мало, что позволяет снизить деформации конструкции.

В сочетании с роботизированным комплексом лазер ускоряет процесс сварочной операции в семь раз. Резко снижается влияние человеческого фактора на стабильность процесса.

Таким образом, применение процесса лазерной сварки в сочетании с роботизированным комплексом для изготовления теплообменных аппаратов имеет ряд преимуществ перед дуговой сваркой. В условиях стремительного развития новых технологий в машиностроении ускорение процесса производства теплообменных аппаратов дает положительный экономический эффект и обеспечивает высокую конкурентоспособность на рынке сбыта.

Список литературы

1. Москвитин Г. В., Поляков А. Н., Биргер Е. М. Применение методов лазерной сварки в современном промышленном производстве // Сварочное производство. 2012. № 6. С. 36-47.
2. Тукаев Р. Ф., Ибрагимов И. Г., Файрушин А. М., Сисанбаев А. В. Сравнительный анализ сварных швов в узле «труба – трубная решетка» кожухотрубчатого теплообменного аппарата из жаропрочной стали 15X5M, полученных различными способами сварки [Электронный ресурс] // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. 2013. № 5. URL: http://ogbus.ru/authors/TukaevRF/TukaevRF_1.pdf (дата обращения: 16.12.2016).
3. <https://www.robots.com/abb/irb-6600#cxreviews.html> (дата обращения: 20.11.2016).
4. <https://www.rofin.com> (дата обращения: 26.11.2016).
5. <http://www.precitec.de/en/products/joining-technology/processing-heads/yc52/> (дата обращения: 27.11.2016).
6. Vänskä M. P. Implementing the Modern Fiber Laser Technology for Welding of Stainless Tubular Products: Master's Thesis. Lappeenranta: Lappeenranta University of Technology, 2009.

IMPROVEMENT OF WELDING TECHNOLOGY OF HEAT-EXCHANGE APPARATUSES

Orlik Gennadii Vladimirovich, Ph. D. in Technical Sciences, Associate Professor

Orlik Anton Gennad'evich, Ph. D. in Technical Sciences

Sapozhnikov Andrei Yur'evich

Bauman Moscow State Technical University (Branch) in Kaluga

zbsmne@rambler.ru; M19toxa@yandex.ru; sapozhnikov.andrei2016@yandex.ru

The article discusses effectiveness of welding equipment in production of heat-exchange apparatuses. The authors study advantages of robotized systems application with the use of laser welding in comparison with argon-arc welding in the welding of pipes with a tube plate of the heat exchange apparatus. The paper describes the structure and principle of operation of the robotized complex. The article also gives the welding regime parameters and the basic characteristics of samples of the welded joint that allow drawing conclusions about the method of welding.

Key words and phrases: welding; new technologies; robotized complex; welding samples; welding method advantages.

УДК 821.161.1

Филологические науки

Статья посвящена анализу библейских аллюзий и реминисценций в творчестве А. П. Чехова, в частности, в его рассказе «Скрипка Ротшильда», содержащем ветхозаветные и новозаветные ассоциации. Проводится сравнение общих для религиозного и художественного текста элементов интертекстуальности, а также идей и символов, восстанавливается сакральный подтекст литературного произведения и выясняется религиозно-философская позиция русского писателя-классика.

Ключевые слова и фразы: Ветхий и Новый Завет; сто тридцать шестой псалом; богослужебные обряды православия; А. П. Чехов; рассказ «Скрипка Ротшильда»; библейские аллюзии и реминисценции в художественном тексте.

Парецкая Марина Эдуардовна

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

marinaparetskaya@rambler.ru

БИБЛЕЙСКИЕ АЛЛЮЗИИ И РЕМИНИСЦЕНЦИИ В РАССКАЗЕ А. П. ЧЕХОВА «СКРИПКА РОТШИЛЬДА»

Антон Павлович Чехов как один из самых известных и самых читаемых во всём мире русских писателей XIX века дал мощный импульс развитию отечественной литературы XX и XXI веков: типологическое сходство и чеховские приёмы можно обнаружить у многих российских литераторов – от Ивана Бунина и Михаила