УДК 698

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СВАРКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ: ОТ ТРАДИЦИОННЫХ ДО ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

♦♦♦♦♦

MODERN METHODS OF WELDING METAL STRUCTURES: FROM TRADITIONAL TO INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Ливенцова Анастасия Вячеславновна
студентка,
Кубанский государственный технологический университет
liventsova999@gmail.com

Аннотация. В данной статье описаны современные технологии сварки: от традиционного использования электродуговой и газовой сварки до передовых методов, таких как лазерная сварка, плазменная, ультразвуковая и сварка трением. Рассмотрены достоинства и недостатки каждого подхода, сравнительный анализ традиционных и современных методов. Значительное внимание уделено вопросам автоматизации и роботизации процессов сварки, но также экологическим вопросам разработки и проектирования устойчивых технологий сварки. Материал публикации также включает в себя значимость инноваций для будущего развития системы сварочного производства в сочетании с потребностью в технологическом развитии для поддержания активного прогресса научных и технических отраслей промышленности.

Ключевые слова: сварка, электродуговая сварка, газовая сварка, полуавтоматическая сварка, автоматическая сварка, лазерная сварка, ультразвуковая сварка, плазменная сварка.

Liventsova Anastasia Vyacheslavovna
Student,
Kuban State University of Technology
liventsova999@gmail.com

Annotation. This article describes modern welding technologies: from the traditional use of electric arc and gas welding to advanced methods such as laser welding, plasma, ultrasonic and friction welding. The advantages and disadvantages of each approach, a comparative analysis of traditional and modern methods are considered. Considerable attention is paid to the issues of automation and robotization of welding processes, but also to environmental issues of development and design of sustainable welding technologies. The publication material also includes the importance of innovations for the future development of the welding production system in combination with the need for technological development to maintain the active progress of scientific and technical industries.

Keywords: welding, electric arc welding, gas welding, semi-automatic welding, automatic welding, laser welding, ultrasonic welding, plasma welding.

Сварка – это один из основных способов соединения металлических деталей, который широко распространен во всех областях промышленности, строительстве и ремонте.

История сварки насчитывает тысячи лет. Первые упоминания об этом способе соединения металлов датируются Древним Египтом, где применялись методы горячей форжировки. С тех пор технология сварки постоянно развивалась и усовершенствовалась, постепенно покрывая все новые и новые методы и подходы.

В 19 веке случилась настоящая революция в развитии электродуговой сварки, а в 20 веке стали популярны методы аргоновой (TIG) и полуавтоматической (MIG). Со временем появились новые технологии – лазерная и плазменная сварка – которые сделали процесс еще более эффективным и точным, а также значительно увеличили возможности автоматизации [1]. Внедрение роботизированных систем заметно поменяло подход к сварке и повысило качество, снизив при этом ручной труд.

В данной статье мы рассмотрим как традиционные методы сварки, так и инновационные технологические процессы, вобравшие в себя опыт тысячелетий развития.

На протяжении многих лет основными методами сварки оставались традиционные технологии. Несмотря на появление современных альтернатив, данные методы до сих пор широко применяются в производстве. Эластичность, простота и скорость выполнения работ делают электродуговую сварку одним из наиболее доступных и распространенных способов соединения металлов [2]. Принцип действия этого метода прост - создается дуга между электродом и свариваемым металлом, и металлы соединяются друг с другом, нагретые температурой выше температуры плавления. Преиму-

щество метода – простота и скорость, недостаток – требование к обязательной защите шва и ограниченный, а иногда и вообще отсутствующие возможности для автоматизации процесса.

Так же традиционно применяется метод газовой сварки – это метод, который использует смесь кислорода и горючего газа (ацетилен), с помощью которой можно раскалить металл до температуры плавления. Таким образом, метод газовой сварки позволяет легко создать и удерживать на площади сварки требуемую температуру. Кроме того, этот метод позволяет сваривать металл не только в лабораторных условиях, но и в труднодоступных местах [3]. В некоторых случаях, газовая сварка заменяет такие процедуры, как пайка или резка. Однако, использование газовой сварки усложняется в случае, когда речь идет о работе с толстыми металлами. Это все же процесс долгий и менее эффективный, что ограничивает его применение в массовом производстве.

Для повышения производительности и качества сварных соединений были созданы полуавтоматические и автоматические методы, которые минимизируют влияние человеческого фактора и позволяют выполнять сварку с большей скоростью и точностью, с минимальным внешним воздействием [4].

Полуавтоматическая сварка предполагает использование специализированного оборудования. Оно позволяет сварщику контролировать процесс, однако подача сварочной проволоки и защитного газа осуществляется автоматически.

Основной источник энергии – электрод, который плавится и заполняет шов. Сварщик управляет процессом и направляет горелку на стык деталей. Основные преимущества данного метода в высокой скорость сварки, возможности вести работы на больших конструкциях и увеличенное качество соединений. Но, требуется высокая квалификация оператора, необходимость в постоянном контроле за качеством шва, риск перегрева и деформации материала при неправильной настройке.

Автоматическая MIG/MAG сварка является современным полностью механизированным методом, где все процессы, включая подачу проволоки и защитного газа, осуществляются автоматически [5]. Для проведения работ используют различные типы проволоки, что позволяет правильно проплавлять материал и обеспечить соединение весьма высокого качества. Применяется как постоянный, так и переменный ток. Данный метод сварки позволяет существенно сократить трудозатраты, обеспечивает высокую производительность и сохраняет одинаковое качество на больших объемах работ. Однако требует достаточно высоких первоначальных затрат на оборудование и регулярное техническое обслуживание.

В процессе развития науки и техники появились инновационные методы сварки, которые позволяют соединять материалы с высокой точностью, скоростью и минимальным воздействием на структуру металла.

Лазерная сварка – это довольно новый и современный способ сварки, главный инструментом здесь является мощный лазерный луч. Лазер генерирует высокоинтенсивный свет, который фокусируется на рабочей поверхности, создавая небольшую, но глубокую область нагрева. Луч может быть мобильным, что позволяет сваривать сложные конструкции [6]. Основными преимуществами данного метода является высокая скорость сварки, маленькая зона термического воздействия, а также минимальные деформации деталей и возможность сварки тонких листов.

Плазменная сварка – это еще один инновационный метод. При таком виде сварки используется ионизированный газ (плазма) для получения необходимой температуры. Аргон, как правило, используется как газовая среда. Проходящий через газ электрический ток вызывает образование плазмы, которая и передается на свариваемые детали. Это обеспечивает свариваемым материалам избавление от прямого контакта с электрической дугой.

Метод ультразвуковой сварки опирается на применение механических вибраций высокой частоты для соединения термопластов или тонких металлов. Ультразвуковые колебания передаются через специальные механизмы на соединяемые детали, создавая тепло за счет трения и обеспечивая их соединение [7]. Используя этот метод, мож-

но соединять металлы без добавления присадочных материалов, что обеспечивает высокую скорость и низкую избыточную чистоту процесса.

Метод сварки трением основан на использовании тепла, возникающего в результате трения между двумя металлическими деталями. Принцип действия: одну деталь вращают, другая остается неподвижной. Трение вызывает нагрев, и при достижении температур плавления детали соединяются. Особенность данного метода – создание прочных и легких соединений без использования дополнительных материалов.

Хотя первоначальные инвестиции в инновационное оборудование могут быть выше, в конечном итоге долгосрочные затраты на процессы массового производства, наоборот, снизятся, благодаря уменьшению расходных материалов и повышению качества.

Так, по сравнению с традиционными технологиями, современные методы сварки являются во многих отношениях более эффективными и дружественными к окружающей среде (табл. 1). Они потребляют меньше энергии, материалов и времени, а также обеспечивают более высокое качество сварных соединений и конечных изделий. Такие технологии меняют парадигму сварки, позволяя повысить стандарты качества и обеспечить более эффективную работу производственных цехов.

Таблица 1 – Сравнение традиционных и современных методов сварки

Характеристика	Традиционные методы	Современные методы
Производительность	Низкая	Высокая
Точность	Низкая	Высокая
Качество шва	Зависит от сварщика	Высокое, стабильное
Зона термического влияния	Большая	Малая
Возможность автоматизации	Низкая	Высокая

Будущее сварочных технологий связано с дальнейшей автоматизацией, роботизацией и разработкой новых материалов и процессов.

Особое внимание уделяется развитию искусственного интеллекта для создания более адаптивных и интеллектуальных роботов с автономностью в принятии решений [8]. По мере развития новых материалов, таких как композиты, сплавы и легирующие материалы, требуются новые методы сварки для обеспечения прочности и надежности соединений. Изучение возможностей комплексного сочетания сварки с такими технологиями, как лазерная или 3D-печать, откроет новые горизонты в инженерии производства. Интеграция роботов в сварочные процессы уже началась, и ее дальнейшее развитие сосредоточится на повышении производительности и качества. Применение искусственного интеллекта позволит машинам, выполняющим сварочные работы, оптимизировать процессы, оперативно реагируя на изменяющиеся условия работы и улучшая качество выполняемых сварочных швов.

С ростом автоматизации появится необходимость обновления образовательной программы обучения профессии сварщика, включающей в себя обучение новым технологиям и программному обеспечению [9]. Возрастающее внимание к экологическим аспектам вынуждает производителей искать более безопасные и экологически чистые для окружающей среды методы, включая использование перерабатываемых материалов.

Будущее сварки выглядит перспективным благодаря интеграции новых технологий, автоматизации процессов и фокусу на экологической устойчивости. Это направление позволяет повышать качество, надежность, безопасность и эффективность сварочных работ во всех отраслях промышленности.

Литература

1. Леонова А.Н. База данных учебного материала «Классификация сварки» Свидетельство о регистрации базы данных RU 2020620270, 12.02.2020 / А.Н. Леонова, Э.Г. Абрывина. Заявка № 2020620112 от 03.02.2020.
2. Орловский В.А. Сварочные процессы и оборудование / В.А. Орловский, А.И. Кудрявцев, И.А. Гвоздецкий. – М. : Академия, 2008. – 480 с.

3. Сорокина Е.Н. Балки и балочные клетки : учеб. пособие / Е.Н. Сорокина, А.Н. Леонова. – Краснодар, 2020.
4. Панов А.Н. Сварка: проверенные технологии и инновации / А.Н. Панов, И.А. Сидоров. – СПб. : Политехника, 2021.
5. Федоров С.Д. Высокотехнологичные методы сварки. Новые материалы и технологии. – М. : Научная книга, 2020.
6. Богатов Д.С. Лазерная сварка разнородных материалов / Д.С. Богатов, А.В. Петров // Вестник машиностроения. – 2020. – № 5. – С. 32–36.
7. Аверин С.В. Современные методы сварки и их применение в промышленности / С.В. Аверин, С.Н. Григорьев, Ф.Н. Дунаев // Сварочное производство. – 2018. – № 8. – С. 10–14.
8. Лебедев А.П. Инновационные сварочные технологии и их применение // Журнал металлообработки, 2022.
9. Кузнецов И.Б. Автоматизация процессов сварки. – М. : Радио и связь, 2023.

References

1. Leonova A.N. Database of educational material «Welding Classification» Certificate of database registration RU 2020620270, 12.02.2020 / A.N. Leonova, E.G. Abryvina. Application № 2020620112 dated 03.02.2020.
2. Orlovsky V.A. Welding processes and equipment / V.A. Orlovsky, A.I. Kudryavtsev, I.A. Gvozdetsky. – M. : Academy, 2008. – 480 p.
3. Sorokina E.N. Beams and beam cells: a tutorial / E.N. Sorokina, A.N. Leonova. – Krasnodar, 2020.
4. Panov A.N. Welding: proven technologies and innovations / A.N. Panov, I.A. Sidorov. – SPb. : Polytechnic, 2021.
5. Fedorov S.D. High-tech welding methods. New materials and technologies. – M. : Scientific book, 2020.
6. Bogatov D.S. Laser welding of dissimilar materials / D.S. Bogatov, A.V. Petrov // Bulletin of mechanical engineering. – 2020. – № 5. – P. 32–36.
7. Averin S.V. Modern welding methods and their application in industry / S.V. Averin, S.N. Grigoriev, F.N. Dunaev // Welding production. – 2018. – № 8. – P. 10–14.
8. Lebedev A.P. Innovative welding technologies and their application // Metalworking magazine, 2022.
9. Kuznetsov I.B. Automation of welding processes. – M. : Radio and communication, 2023.