

УДК 621.791

РАЗРАБОТКА СВАРОЧНОЙ ГОЛОВКИ ДЛЯ РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА

Нестерова Т.А., студент гр. 12002540, I курс,

Сапронов М.В., студент гр. 12002212, IV курс

Научный руководитель: Шеметова О.М., к.т.н., доцент

Белгородский государственный национальный исследовательский
университет, г. Белгород, Россия

Последнее время наблюдается значительный спрос на автоматизацию технологического процесса в различных отраслях производства. В ближайшее десятилетие рынок промышленной робототехники вступит в фазу технологического скачка. К 2035 году автоматизация производства будет строиться на базе автономных систем, обладающих когнитивными функциями, самосознанием и способностью к самооптимизации. Это будет возможным благодаря слиянию робототехники с квантовыми вычислениями, ИИ, роевой логикой и облачными когнитивными вычислениями.

Современные сварочные роботы внедряются на производство всё более активно. Так как при увеличивающейся технологичности и уменьшению затрат промышленные сварочные роботы выполняют главную роль. Их применение в производстве вагонов сократило затраченное время на сварку на 30 процентов, это обуславливается тем, что роботы могут более эффективно сваривать изделия в труднодоступных местах и уменьшают трудозатраты производства. Хотя и требуют перед своим использованием большой работы по установке, наладке, а также квалифицированные кадры, которые смогут настроить оборудование для определённых задач [1].

В промышленной автоматизации сварки применяется пять основных типов роботизированных систем, различающихся конструкцией и областью применения. Наиболее распространены шарнирно-сочленённые антропоморфные роботы с шестью осями, занимающие 75% рынка благодаря высокой манёвренности и способности выполнять сложные пространственные траектории с точностью до 0,02–0,04 мм, однако они отличаются высокой стоимостью и сложностью программирования. Для работы с крупногабаритными изделиями, такими как цистерны или мостовые конструкции, оптимальны порталные роботы на линейных направляющих, обеспечивающие высокую жёсткость, возможность установки нескольких сварочных головок и минимальные колебания при движении, но требующие значительного пространства и трудоёмкого монтажа. В микроэлектронике и производстве тонколистового металла востребованы четырёхосные SCARA-роботы, отличающиеся высокой скоростью точечной сварки и повторяемостью операций, однако их конструкция ограничивает свободу движений и не

позволяет выполнять пространственную сварку. Для задач, требующих экстремально высокой скорости и максимальной точности, применяются дельта-роботы с параллельной кинематикой, но их грузоподъемность и рабочая зона невелики. Наконец, коллаборативные роботы, оснащенные датчиками силы и упрощенной системой обучения, предназначены для совместной работы с человеком на малых производствах и в мелкосерийной сварке благодаря низкой стоимости, минимальным требованиям безопасности и лёгкости переналадки, хотя уступают промышленным моделям в скорости, точности и грузоподъемности [2-3].

Конструкции сварочных головок робототизированных систем включают в себя несколько функциональных модулей. Токопроводящий узел, механизм подачи проволоки, охлаждающей систему, газораспределительный канал, защитное сопло, датчики контроля процесса и корпус из термостойких материалов. Существует два основных вида головок — это воздушно-охлаждаемые и жидкостно охлаждаемые. Воздушно-охлаждаемые обладают малой массой и простотой обслуживания, но ограничены по допустимому сварочному току точка жидкостно-охлаждаемые головки способны выдерживать токи до 450-500 А, поддерживая стабильную температуру контактного наконечника и снижая износ сопла при длительных проходах. Таким образом, сварочная головка является критически важным элементом роботизированного комплекса, определяющим точность процесса, стабильность дуги долговечность оборудования [4].

Для улучшения конструкции будет разработан новый тип сварочной головки для двух типов проволоки и программная составляющая для её управления, что увеличит производительность и адаптивность робота.

Двух проволоочная сварочная головка состоит из двух независимых подающих каналов, контактных наконечников и сопел расположенных параллельно или под определённым углом относительно друг друга. Раздельная подача проволоки позволяет регулировать скорость подачи каждый из них и выбирать различные режимы их синхронизации и использовать специфические методы сварки Tandem MIG/MAG, double pulse MIG и параллельную дугу. Такая конструкция обеспечит увеличение скорости наплавки по сравнению с традиционной однопроволоочной сваркой сохраняя при этом устойчивость дуги и уменьшая разбрызгивание [5].

Преимущество двух проволоочных головки обусловлено возможностью уменьшения тепловой деформации за счёт оптимизированного распределения тепла между двумя дугами при настройке параметров сварки обеспечивается высокая степень проплавления равномерность шва и улучшенная структура металла. На рисунке 1 изображена схема разрабатываемой сварочной головки.

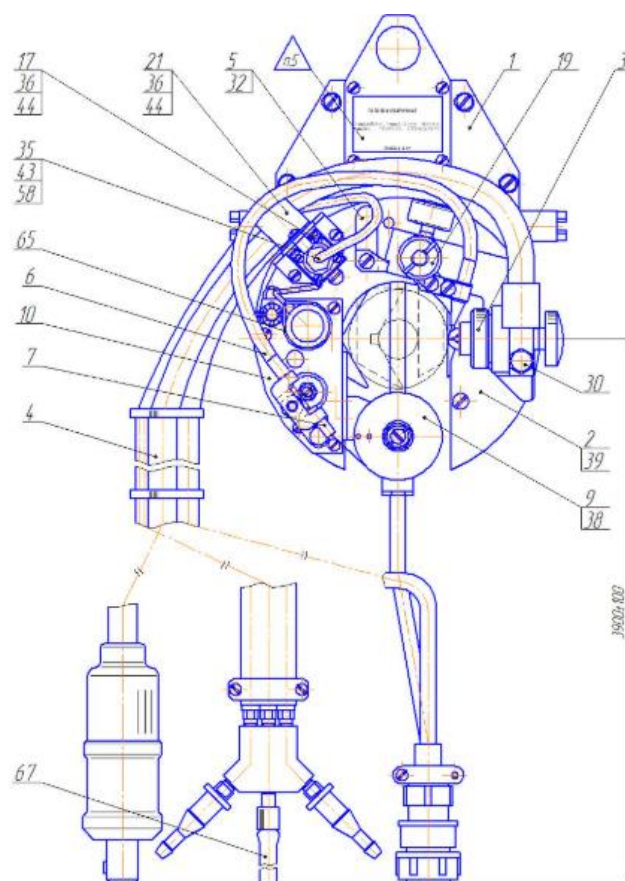


Рисунок 1 – Схема сварочной головки

1 - вращатель; 2 - планшайба; 3 - горелка; 4 - кабель; 5 - упор; 6 - тракт; 7 - канал; 8 - фиксатор; 9 - блок катушки; 10 - механизм подачи проволоки; 11 - стойка

Применение двух проволочных сварочных головок сопровождается рядом технических сложностей. Необходима точная синхронизация согласования параметров подачи проволок, стабильное газовое покрытие, правильно рассчитаны конструкция охлаждения головки. увеличение тепловой нагрузки требует применение чётного охлаждения, у сильных теплоотводов и устойчивых контактных наконечников. Кроме того, масса двух проволочной головки выше, чем у стандартной, что накладывает ограничение на робот-манипулятор. Также необходимо разработать программную составляющую для обновлённого центра масс и повысить точность.

Сварочная головка с двухпроволочной подачей представляет собой механико-технологический узел, устанавливаемый на манипулятор промышленного робота и предназначенный для формирования сварочной дуги, подачи присадочного материала и стабилизации процесса сварки (рис. 2). В отличие от традиционных однопроволочных систем, данная конструкция обеспечивает одновременную подачу двух электродов в зону сварки, что позволяет реализовывать режимы повышенной производительности, в том числе параллельное плавление или комбинированное управление дугами.

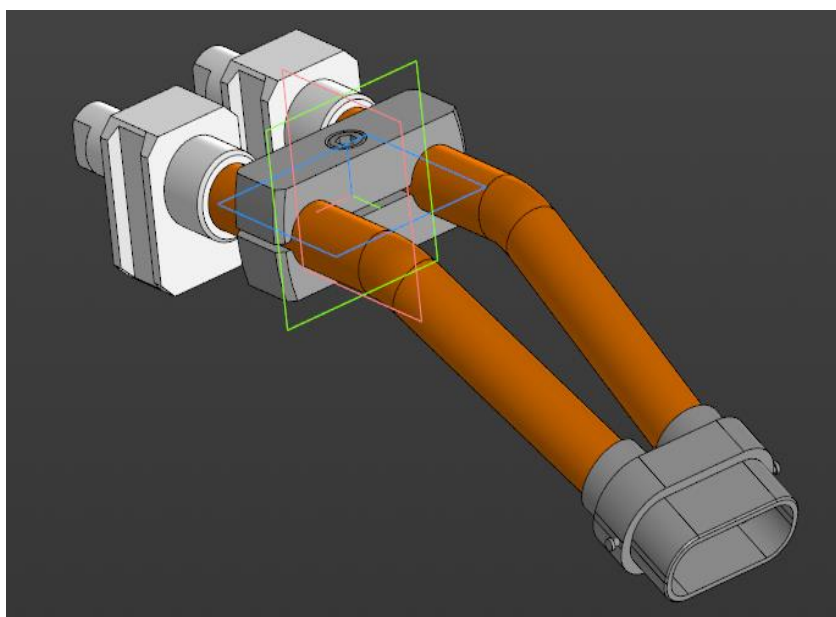


Рисунок 2 – Модель горелки дуговой сварки

Внутри корпуса горелки размещается механизм подачи проволоки, включающий приводной двигатель, редуктор и систему роликов. Этот узел обеспечивает транспортировку сварочных проволок из катушек к зоне сварки (рис. 3). Привод формирует необходимую скорость подачи, а ролики создают усилие прижима, исключающее проскальзывание материала. В двухпроводочной системе используются два независимых канала подачи, что позволяет регулировать параметры каждой проволоки отдельно.

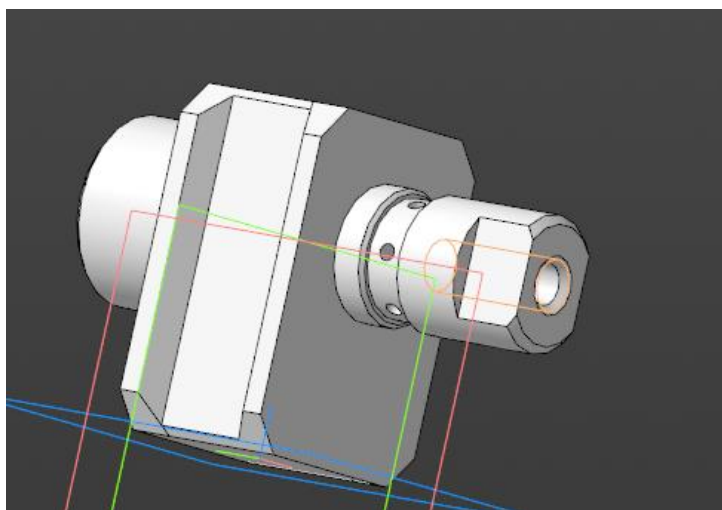


Рисунок 3 – Электрод горелки с направляющими роликами

Следующим важным элементом являются направляющие каналы (рис. 4). Они обеспечивают точное позиционирование проволок и предотвращают их деформацию при движении. Каналы выполняются из износостойких материалов и рассчитаны на длительную эксплуатацию в условиях трения и нагрева.

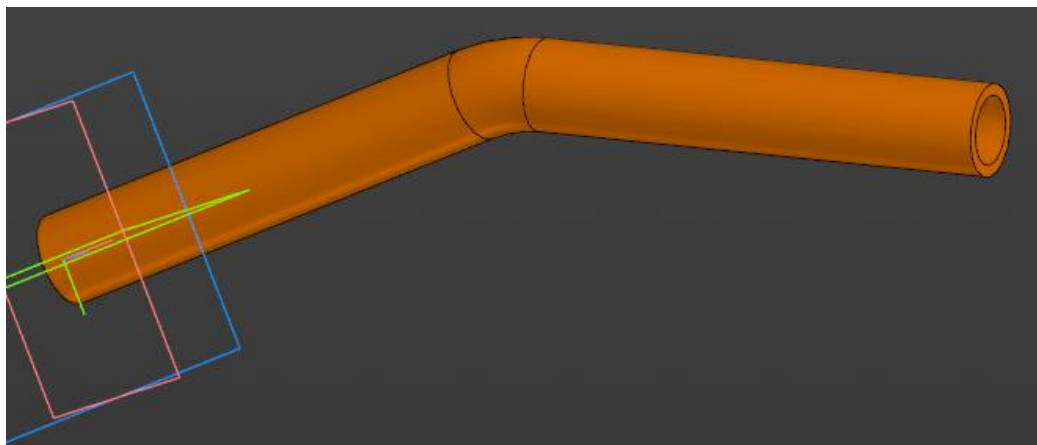


Рисунок 4 – Подающие трубки горелки

В передней части конструкции располагается токоподводящий узел, включающий контактные наконечники. Через них подводится сварочный ток к каждой проволоке, обеспечивая формирование электрической дуги. Конструкция наконечников рассчитана на минимальные потери напряжения и эффективный теплоотвод (рис. 5).

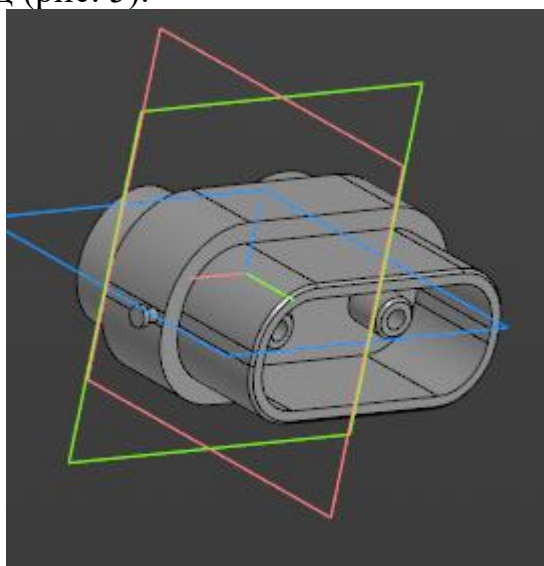


Рисунок 5 – Сварочная головка

После подающих трубок размещено газораспределительное устройство, которое предназначено для подачи защитного газа в зону сварки. Оно формирует равномерное газовое облако, предотвращающее окисление металла и стабилизирующее горение дуги. В двухпроводочных системах особое внимание уделяется симметричности подачи газа относительно обоих электродов.

Список литературы:

1. Системы управления промышленным роботом-манипулятором. [Электронный ресурс]. URL: <https://scilead.ru/article/151-sisemi-upravleniya-promishlennim-robotom-manip> (свободный 11.05.2025).

2. Роботы-манипуляторы – виды и особенности применения. [Электронный ресурс]. URL: <https://vektorus.ru/blog/robot-manipulyator.html> (свободный 11.05.2025).
3. Представление Денавита – Хартенберга. [Электронный ресурс]. URL: <https://studfile.net/preview/985240/page:9/> (свободный 11.05.2025).
4. Промышленные сварочные роботы. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ecosvar.com/produkcija/robotizatsiya-svarki/> (свободный 11.05.2025).
5. Сварочный робот ОТС -Daihen FD-V8. [Электронный ресурс]. URL: <https://k97.ru/catalog/roboty-manipulyatory/fd-v8/> (свободный 11.05.2025).