

## **УПРАВЛЕНИЕ УГЛОМ НАКЛОНА СВАРОЧНОЙ ГОЛОВКИ ПРИ СВАРКЕ НЕПОВОРОТНЫХ СТЫКОВ ТРУБОПРОВОДОВ**

*Габерлинг И.П., Михеев А.С., Лисицын А.А., Князьков А.Ф.  
Томский политехнический университет, г. Томск  
Научный руководитель: Князьков А.Ф., к.т.н., доцент кафедры  
оборудования и технологии сварочного производства*

Анализ научно-технической литературы по автоматизации сварки неповоротных стыков магистральных трубопроводов показывает, что для решения этой проблемы необходим специализированный робот, оснащенный средствами геометрической и технологической адаптацией.

Геометрическая адаптация определяет угол наклона сварочной головки в плоскости стыка, чтобы направить силовое давление дуги в противофазе с результирующей силой отрывающей сварочную ванну от трубы.

Роботизация процессов сварки неповоротных стыков трубопровода имеет свои особенности, одна из которых постоянно меняющееся пространственное положение сварочной ванны от нижнего до потолочного.

Так как сварочный стык имеет кольцевую форму в вертикальной плоскости неподвижной трубы (рис.1), то не требуется манипулятор изделия, а манипулятор инструмента имеет три степени свободы (координаты) – переносное движение сварочной головки вокруг горизонтально расположенной трубы по гибкой ленте, установленной на изолирующих стойках параллельно линии стыка, переносное движение сварочной головки в перпендикулярной плоскости относительно линии стыка, для сварки всех проходов сварочного стыка и ориентирующее движение – вращение сварочной головки вокруг оси перпендикулярной линии стыка и параллельной к образующей трубы, для изменения угла наклона электрода в функции пространственного положения сварочной ванны для сварки углом назад или вперед, причем мнимый центр вращения проходит через сварочную ванну.

Сущность геометрической адаптации заключается главным образом в следующем. В основу конструкций той части робота, которая отвечает за пространственное ориентирование рабочего органа – сварочной горелки, положена возможность изменения угла  $\beta$  наклона сварочной головки относительно нормали, как показано на рисунке 1. Это угол определяет направления сил, вызванных давлением дуги,

оказывающих воздействия на формирование сварочной ванны. На формирование сварочной ванны оказывают воздействия и множество других факторов. Таким образом, целью геометрической адаптации является осуществления соответствия угла наклона сварочной головки прочим условиям формирования сварочного шва.

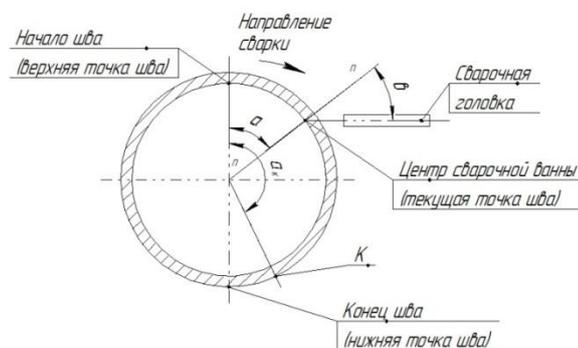


Рисунок 1 - Расположение сварного шва на трубе.

Система геометрической адаптации (СГА) должна в каждый момент времени обеспечивать равенство угла наклона сварочной головки некоторому требуемому значению.

Требуемое значение угла наклона сварочной головки определяется в соответствии с эмпирическим законом, установленным с учетом целого ряда факторов. Данный закон представляет собой оптимальную зависимость угла наклона сварочной головки от пространственного положения сварочной ванны. Пространственное положение сварочной ванны определяется углом  $\alpha$  между линией действия силы тяжести и линией  $n - n$ , соединяющий центр окружности сварного шва с центром сварочной ванны (рис.1). Закон изменения угла наклона сварочной головки в виде ломаной 1 представлен на рисунке 2.

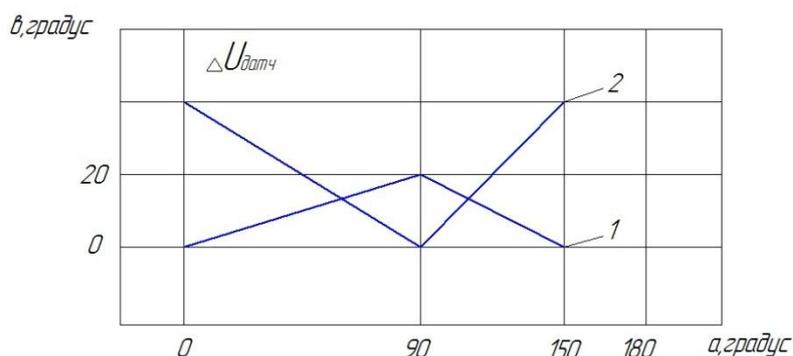


Рисунок 2 - Требуемый закон изменения угла наклона сварочной головки (ломаная 1) и фактический закон изменения напряжения на выходе функционального датчика пространственного положения сварочной ванны (ломаная 2) в зависимости от углового пространственного положения сварочной ванны (в соответствии с рис. 2).

Для реализации закона изменения угла наклона сварочной головки, представленного на рисунке 3 ломаная 1, была предложена система геометрической адаптации, работающая в соответствии с функционально схемой, представленной на рисунке 3.

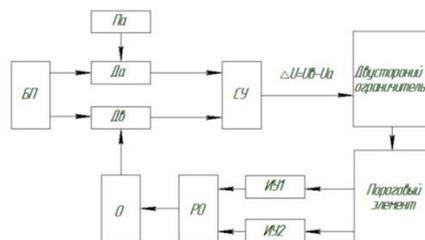


Рисунок 3 - Функциональная схема СГА.

В Функциональной схеме (рис. 3) Па – приводное устройство перемещения сварочной головки вдоль линии стыка; Да – функциональный датчик пространственного положения сварочной ванны; Дп – датчик угла наклона сварочной головки; СУ – сравнивающее устройство; ИУ1 и ИУ2 – исполнительные устройства; РО – регулирующий орган; О – объект (сварочная головки).

Функциональная схема СГА, как видно из рис.3, содержит обратную связь. Физическая сущность этой обратной связи заключается в следующем. Функциональный датчик пространственного положения (Да) на выходе имеет величину напряжения, изменяющуюся в функции пространственного положения сварочной ванны. На схеме (рис.3) эта величина напряжения показана как  $U_{\alpha}=f(\alpha)$ , она отображает требуемое значение угла наклона сварочной головки. Фактическое значение угла наклона сварочной головки фиксируется датчиком Дп в виде напряжения  $U_{\beta}$ . Разница напряжений  $U_{\beta}$  и  $U_{\alpha}$ , снимаемых с соответствующих датчиков является величиной, задающей управляющее воздействие на объект. Регулирующий орган, представляющий собой двигатель привода изменения угла наклона сварочной головки, работает по релейному принципу. Изменение угла наклона сварочной головки происходит в обоих направлениях, следовательно, требуется реверсирование рабочего органа. Это реверсирование, в соответствии со схемой (рис.3), осуществляется исполнительными устройствами ИУ1 и ИУ2.

Таким образом, ключевую роль в возможности представленного управления углом наклона сварочной головки, играет функциональный датчик угла наклона сварочной головки Да, поскольку именно он генерирует напряжение, отображающее значение угла наклона сварочной головки.

Предлагаемый вариант СГА осуществляет управление углом наклона сварочной головки в соответствии с требуемым законом на базе функционального датчика пространственного положения сварочной ванны.

### **Список информационных источников**

1. Пат. 2167753 РФ. МПК<sup>7</sup> G01C 9/12. Автомат для дуговой сварки неповоротных стыков трубопроводов / А.Ф. Князьков, С.А. Князьков, Д.В. Пилипенко. Бюл. №15, опубл. 27.05.2001 г.

2. Пат. 2241207 РФ. МПК<sup>7</sup> G01C 9/12. Функциональный датчик пространственного положения сварочной ванны / А.Ф. Князьков, С.А. Князьков, С.В. Неклюдов, Ю.Н. Дементьев. Бюл. №33 от 27.11.2004 г.

## **ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ПРОЦЕССА СВАРКИ ВОЗДУХОСБОРНИКА**

*Горелов И.В.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Киселев А.С., к.т.н., доцент кафедры  
оборудования и технологии сварочного производства*

### **Введение**

В настоящее время в нефтегазовой отрасли России эксплуатируется большое число нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) для хранения, транспортировки и переработки различных нефтепродуктов, а также пожаро- и взрывоопасных жидкостей. НПЗ относится к опасным объектам. Одной из составных частей НПЗ является воздухосборник (ресивер) для буферного запаса воздуха или азота [1].

Параметры вертикальных проточных воздухосборников с эллиптическими днищами варьируются в диапазоне от 0,1...80 м<sup>3</sup>. Основное назначение воздухосборника сглаживание пульсаций поступающего от компрессора сжатого воздуха, а также охлаждения и сбора конденсата. Воздухосборник выравнивает давление сжатого воздуха, таким образом, устраняя сильную пульсацию. Возрастающие нагрузки на эксплуатирующее оборудование, требует расширение и обновление парка.

**Цель работы** – повысить технологичность процесса сварки воздухосборника и оценить эффективность предложенных мер, с точки