

История сварочной техники и технологии

Разработка процесса сварки в защитных газах

Разработка процесса сварки в защитных газах

Идея сварки в защитном газе была предложена в конце XIX в. Н.Н. Бенардосом. Практическое осуществление данного способа сварки приходится на XX в.

Дуговая сварка в защитном газе основана **на оттеснении воздуха из зоны сварки потоком газа**. В качестве защитного газа используют **инертные газы**: аргон и гелий, **активные газы**: азот, водород, углекислый газ, а также **смеси газов**.

Практически впервые **сварку в смесях газов** осуществили в 20-е гг. XX в. в США.

Первые сообщения о **сварке в инертном газе неплавящимся вольфрамовым электродом** появились за рубежом в начале 40-х гг. прошлого века.

В нашей стране аналогичный способ сварки появился в конце 40-х гг.

Разработка процесса сварки в защитных газах

В 1949 г. в Институте электросварки был разработан **способ сварки угольным электродом в углекислом газе.**

Сварка в инертном газе плавящимся электродом была разработана в нашей стране в это же время.

В 1952 г. К.В. Любавский и Н.М. Новожилов получили положительные результаты по **сварке в углекислом газе плавящимся электродом.**

В настоящее время имеется много разновидностей сварки в защитных газах, которые получили широкое распространение в нашей стране и за рубежом.

Разработка процесса сварки в защитных газах

Интенсивное развитие сварки в защитных газах объясняется ее **преимуществами по сравнению с дуговой сваркой покрытыми электродами:**

- **высокая степень концентрации нагрева изделия,** позволяющая значительно уменьшить зону термического влияния и коробление изделия после сварки;

- **высокая производительность;**

- **возможность получения высококачественных соединений** из металлов и сплавов различных марок и толщин при различной конфигурации швов и различном расположении их в пространстве;

- **широкая возможность механизации и автоматизации процесса.**

Сварка неплавящимся электродом в инертном газе

Стабильность процесса зависит **от стойкости неплавящегося электрода.**

Первоначально применяли электроды из чистого вольфрама, однако их стойкость сравнительно мала. Поэтому были разработаны электроды, содержащие определенные добавки для повышения стойкости: **1,5–2 % окиси тория, 1–2 % окиси лантана, 1,5–2,3 % окиси иттрия.**

Разработка процесса сварки в защитных газах

В 60-е гг. прошлого столетия были проведены работы, определившие **основные направления увеличения производительности** сварки неплавящимися электродами.

В основе их лежат методы, **повышающие тепловое и силовое воздействие дуги** на основной металл.

Среди наиболее эффективных вариантов решения этой проблемы можно выделить следующие:

- **сжатие дугового промежутка;**
- **сосредоточение теплового воздействия во времени;**
- **заглубление дуги в сварочную ванну;**
- **уменьшение размеров активного пятна на поверхности изделия без изменения мощности дуги.**

Разработка процесса сварки в защитных газах

Практическая реализация этих решений привела не только к изменению техники данного вида сварки, но и к созданию новых сварочных материалов, оборудования и способов соединения металлов.

Принудительное обжатие столба дуги подающимся под давлением газом приводит к **повышению концентрации его тепловой энергии.**

В результате теплообмена с дугой газ нагревается, ионизируется и истекает из сопла в виде **плазменной струи.** Совершенствование этого процесса привело к разработке нового способа – **плазменной сварки и резки.**

При сварке тонкостенных конструкций необходимо иметь возможность регулировать тепловложение в металл для обеспечения качественного соединения. В частности, эту задачу удалось решить путем применения **импульсно-дуговой сварки,** которая разработана в 1961 г. в нашей стране.

Разработка процесса сварки в защитных газах

Стабильность процесса и равномерное формирование шва обеспечиваются специально разработанной **системой поддержания горения дуги**. Она заключается в том, что в промежутках между импульсами рабочей дуги поддерживается **дежурная маломощная дуга**. Ток дуги пульсирует от минимума во время паузы до максимума во время импульса.

При импульсно-дуговой сварке шов получается путем **расплавления отдельных точек с заданным перекрытием**. За счет регулирования соотношения между токами импульса и дежурной дуги можно изменять **усадочные явления** и **улучшить качество формирования шва**.

Разработка процесса сварки в защитных газах

При аргонно-дуговой сварке ряда металлов (титана, ниобия, молибдена, нержавеющей сталей) **улучшение технологических характеристик источника нагрева** достигается за счет применения **бескислородных флюсов и паст**, содержащих галоидные соли щелочных металлов.

Подобные флюсы ограничивают активное пятно, в результате чего увеличивается сосредоточенность теплового потока, повышается эффективность нагрева, снижается погонная энергия и резко уменьшается коэффициент формы шва.

Разработка процесса сварки в защитных газах

Большое значение в развитии сварки в защитном газе имела разработка **способов автоматической сварки неповоротных стыков труб.**

При сварке вольфрамовым электродом обеспечивается равномерное проплавление и формирование шва. Наиболее часто автоматическая сварка неповоротных стыков труб применяется при соединении труб диаметром от 8 до 220 мм.

Современное оборудование для сварки неповоротных стыков труб (орбитальной сварки) позволяет программировать режим сварки.

Разработка процесса сварки в защитных газах

Сварка плавящимся электродом в инертном газе

Сварка плавящимся электродом в инертном газе применяется для соединения **цветных металлов, титановых сплавов, нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов.**

Применение и совершенствование этого способа сварки основаны на знании закономерностей металлургических процессов и физики дуги.

В частности, была установлена связь между **режимом переноса металла и формой проплавления изделия, роль электродинамических сил.**

При изготовлении конструкций из цветных металлов и нержавеющей сталей сварка ведется на **повышенных режимах по току, обеспечивающих струйный перенос металла.** Сварка в этом случае отличается **высокой стабильностью и качеством шва.**

Разработка процесса сварки в защитных газах

Однако сварку плавящимся электродом в инертном газе можно вести только **в нижнем положении.**

Для выполнения сварки в других пространственных положениях используют **импульсно-дуговую сварку.**

Разработаны различные ее варианты, позволяющие регулировать продолжительность горения дуги и паузы.

Разработка процесса сварки в защитных газах

Для изменения характеристик процесса сварки плавящимся электродом в инертном газе разработаны и применяются различные схемы его ведения:

- введение в дуговой промежуток веществ, понижающих или повышающих эффективный потенциал ионизации;
- изменение давления и состава газа;
- наложение на электрод, дугу или сварочную ванну магнитных полей разной конфигурации;
- механические колебания электрода вдоль или поперек оси движения.

Все эти меры позволяют уменьшить разбрызгивание, влиять на процессы кристаллизации, изменять форму провара, улучшить формирование шва при выполнении как стыковых, так и угловых соединений.

Разработка процесса сварки в защитных газах

Сварка в углекислом газе

При высокой температуре углекислый газ разлагается на **окись углерода** и **кислород**. В целом такая среда является **окислительной по отношению к большинству компонентов металлов**. Поэтому углекислый газ, защищая расплавленный металл от взаимодействия с воздухом, не может исключить **окисление его компонентов**.

Сведение к минимуму влияния окислительных свойств газовой фазы на состав металла шва и его формирование является основной задачей, решение которой позволило осуществить промышленное применение данного способа сварки.

Первоначально эта задача решалась путем применения **угольного неплавящегося электрода** для сварки низкоуглеродистых сталей.

Разработка процесса сварки в защитных газах

Как показали исследования, проведенные в ИЭС им. Е.О. Патона, при сварке низкоуглеродистой стали на постоянном токе прямой полярности происходит незначительное выгорание углерода, что обеспечивает близость химического состава и свойств металла шва к полученному аргонно-дуговой сваркой.

Это и ряд других сварочно-технологических характеристик позволили очертить первоначальную область применения этого способа сварки: **тонкостенные изделия или трубы малого диаметра.**

Разработка процесса сварки в защитных газах

В основном применялась сварка с **отбортовкой кромок или стыковых швов**. Во всех этих случаях сварка тонкого металла угольной дугой обеспечивала удовлетворительное формирование шва в любом пространственном положении, так как объем жидкой ванны мал.

Изучение металлургических процессов позволило распространить сварку угольным электродом в углекислом газе на **нержавеющие стали и комбинированные соединения** (низкоуглеродистая сталь + высоколегированный сплав).

Разработка процесса сварки в защитных газах

Применение плавящихся электродов для сварки в углекислом газе сдерживалось тем, что наличие окислительной атмосферы приводило к **выгоранию углерода и легирующих компонентов из металла**, а также к **появлению пор в шве**. Также такой процесс сопровождался **повышенным разбрызгиванием металла**.

Таким образом, для предотвращения указанных выше недостатков необходимо было подавить **окислительный потенциал газовой фазы**.

Это было достигнуто путем **применения проволоки, легированной марганцем и кремнием**, которые являются **хорошими раскислителями**.

Введение дополнительного количества раскислителей в зону дуги подавляет окисление углерода и выгорание других элементов из металла, что устраняет образование пор и обеспечивает получение швов с достаточно высокими механическими свойствами.

Разработка процесса сварки в защитных газах

Сотрудниками ЦНИИТМАШ в середине 50-х гг. XX в. были разработаны технологические рекомендации по сварке в углекислом газе проволоками диаметром 1,6–2,5 мм углеродистых, нержавеющей и ряда конструкционных сталей.

Новый способ сварки обеспечивал более **высокую производительность** по сравнению с ручной дуговой сваркой, но мог быть использован только **для выполнения швов в нижнем положении металла средних и больших толщин.**

Разработка процесса сварки в защитных газах

В это же время в Институте электросварки был разработан процесс сварки в CO_2 тонкой проволокой диаметром 0,5–1,2 мм, протекающий с **принудительными короткими замыканиями**. По своей физической природе данный процесс является **импульсно-дуговым**. Данный вариант сварки применяется для соединения углеродистых и нержавеющей сталей малых толщин, выполнения швов, расположенных в вертикальном, горизонтальном и потолочном положении.

Для реализации этих способов разработана специальная аппаратура для автоматической и полуавтоматической сварки.

Полуавтоматическая сварка в CO_2 отличается **большой маневренностью, простотой поддержания стабильного режима и техники выполнения швов**.

Разработка процесса сварки в защитных газах

В то же время при использовании серийной проволоки Св-08Г2С процесс сварки сопровождался **разбрызгиванием до 15%**.

Исследованиями российских ученых установлено, что потери на разбрызгивание существенно зависят от соотношения между напряжением и током сварки, чистоты поверхности проволоки, магнитного дутья, динамических свойств источника питания, техники выполнения сварки и квалификации сварщика.

Разработка процесса сварки в защитных газах

Одним из путей **уменьшения разбрызгивания при сварке в углекислом газе** является введение в дугу ряда веществ: солей щелочных и щелочноземельных металлов, оксидов титана, легирующих элементов.

Наиболее широкое распространение получил способ введения различных веществ в дугу при сварке в углекислом газе за счет использования порошковой проволоки. Основу шихты порошковых проволок, используемых для сварки в CO_2 , составляют шлакообразующие, раскислители и легирующие.

Наиболее широкое применение нашли рутитовые и рутит-флюоритные порошковые проволоки.