Реферат

**"ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ В ИНЕРТНЫХ ГАЗАХ"**

**Введение**

При дуговой сварке атмосферный кислород и азот активно взаимодействуют с расплавленным металлом, образуют окислы и нитриды, которые снижают прочность и пластичность сварного соединения. Одним из способов защиты сварочной ванны от воздействия окружающего воздуха является использование защитных газов.

# 1. История развития сварки в защитных газах

Сварка в струе защитных газов былаизобретена русским изобретателем Николай Николаевичем Бенардосом *(26.06.1842 – 21.09.1905)* в 1883 году. Защита от воздуха, по его предложению, осуществлялась светильным газом. Но этот метод Бенардоса нашел применение лишь спустя почти пол века и был необоснованно назван американцами «способом Александера». В период Второй мировой войны в США получила развитие сварка в струе аргона или гелия неплавящимся вольфрамовым электродом и плавящимся электродом. Этим способам сварки присвоена аббревиатура TIG и MIG. TIG (Tungsten Inert Gas) – сварка неплавящимся (вольфрамовым) электродом в среде инертного защитного газа, например так называемая аргонодуговая сварка. MIG (Mechanical Inert Gas) – механизированная (полуавтоматическая или автоматическая) сварка в струе инертного защитного газа. Вскоре эта технология пришла и в Европу. Сначала применялись только инертные газы или аргон, содержащий лишь небольшие доли активных компонентов (например, кислорода), поэтому такая технология сокращенно называлась S.I.G.M.A. Эта аббревиатура означает «shielded inert gas metal arc» – «дуговая сварка металлическим электродом в среде инертного газа». В настоящее время сварка в струе различных газов – аргона, гелия, азота – применяется во многих отраслях техники от небольших мастерских до крупных предприятий. В России с 1953 года вместо дорогостоящих инертных газов стали использовать при сварке активный газ, а именно углекислый газ (CO2). Коллективами Центрального научно-исследовательского института технологий машиностроения и Института электросварки имени Е.О. Патонова разработана и в 1952 году внедрена полуавтоматическая сварка в углекислом газе. Это стало возможным благодаря изобретению проволочных электродов, при использовании которых учитывались большие потери легирующих элементов при сварке в активном газе. Авторы сварки в углекислом газе плавящимся электродом К.М. Новожилив, Г.З. Волошкевич, К.В. Любавский и др. удостоены Ленинской премии.

## 

## 2. Защитные газы, применяемые при сварке

При ручной сварке неплавящимся электродом в качестве основного газа применяется аргон – инертный газ, не способный к химическим реакциям и практически не растворим в металлах. Аргон считается наиболее доступным и сравнительно дешевым среди инертных газов. Будучи тяжелее воздуха, он хорошо защищает дугу и зону сварки. Дуга в аргоне отличается высокой стабильностью. Аргонодуговую сварку применяют для соединения легированных сталей, цветных металлов и их сплавов, ее выполняют постоянным и переменным током плавящимся и неплавящимся электродами. Аргон является основной защитной средой при сварке алюминия, титана, редких и активных металлов. Газообразный аргон хранится и транспортируется в стальных баллонах (по ГОСТ 949–73). Баллон с чистым аргоном окрашен в серый цвет, с надписью «Аргон чистый» зеленого цвета. Употребление газовых смесей вместо технически чистых газов аргона или гелия в некоторых случаях повышает устойчивость горения сварочной дуги, уменьшает разбрызгивание металла, улучшает формирование шва, увеличивает глубину противления, а также воздействует на перенос металла

Смесь из 90% аргона и 10% водорода употребляется при сварке тонкого металла, обеспечивая увеличение скорости сварки, уменьшение зоны термического влияния, количества выгораемых легирующих элементов и остаточных деформаций. Смесь аргона с 10 – 12% азота позволяет избежать предварительной термообработки, обеспечивая коррозионную стойкость металла шва. Добавка к аргону небольшого количества кислорода или другого окислительного газа существенно повышает устойчивость горения дуги и улучшает качество формирования сварных швов. Для улучшения борьбы с пористостью к аргону иногда добавляют кислород в количестве 3–5%. При этом защита металла становится более активной. Чистый аргон не защищает металл от загрязнений, влаги и других включений, попавших в зону сварки из свариваемых кромок или присадочного металла. Кислород же, вступая в химические реакции с вредными примесями, обеспечивает их выгорание или превращение в соединения, всплывающие на поверхность сварочной ванны. Это предотвращает пористость.

Применение смеси аргона и углекислого газа (обычно 18–25%) эффективно при сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей. По сравнению со сваркой в чистом аргоне или углекислом газе более легко достигается струйный перенос электродного металла. Сварные швы более пластичны, чем при сварке в чистом углекислом газе. По сравнению со сваркой в чистом аргоне меньше вероятность образования пор. Газовая смесь аргона с кислородом обычно используется при сварке легированных и низкоуглеродистых сталей. Добавление к аргону кислорода позволяет предотвратить пористость. Наличие кислорода в дуге способствует мелкокапельному переносу электродного металла.

Гелий используется сравнительно реже. Гелий может применяться в качестве инертного защитного газа при сварке нержавеющих сталей, цветных металлов и сплавов, химически чистых и активных материалов. Гелий легче воздуха, что усложняет защиту сварочной ванны, и, следовательно, требует большего его расхода на защиту. По сравнению с аргоном он обеспечивает более интенсивный нагрев зоны сварки. Он обладает высокой теплопроводностью, имеет высокий потенциал ионизации, поэтому при сварке в гелии увеличивается температура дуги, напряжение и её проплавляющая способность, в связи с чем его иногда используют для проплавления больших толщин или получения специальной формы шва. Часто используется смесь 70% аргона и 30% гелия. Газообразный гелий хранится и транспортируется в стальных баллонах (согласно ГОСТ 949–73). Баллон окрашен в коричневый цвет, с надписью «Гелий» белого цвета.

При сварке меди защитным газом служит азот, так как по отношению к меди он является инертным газом.

## 

## 3. Область применения и преимущества аргонодуговой сварки

Основная область применения аргонодуговой сварки неплавящимся электродом – соединения из легированных сталей и цветных металлов. При малых толщинах аргонная сварка может выполняться без присадки. Способ сварки обеспечивает хорошее качество и формирование сварных швов, позволяет точно поддерживать глубину проплавления металла, что очень важно при сварке тонкого металла при одностороннем доступе к поверхности изделия. Он получил широкое распространение при сварке неповоротных стыков труб, для чего разработаны различные конструкции сварочных автоматов. В этом виде сварку иногда называют орбитальной. Сварка неплавящимся электродом – один из основных способов соединения титановых и алюминиевых сплавов.

Аргоновая сварка плавящимся электродом используется при сварке нержавеющих сталей и алюминия. Однако объем ее применения относительно невелик.

## 

## 4. Недостатки аргонодуговой сварки

Недостатками аргонодуговой сварки являются невысокая производительность при использовании ручного варианта. Применение же автоматической сварки не всегда возможно для коротких и разноориентированных швов.

## 

## 5. Технология ручной сварки неплавящимся электродом в инертных газах

Аргонная сварка может быть ручной, когда горелка и присадочный пруток находятся в руках сварщика, и автоматической, когда горелка и присадочная проволока перемещаются без непосредственного участия сварщика.

В отличие от сварки плавящимся электродом, зажигание дуги не может быть выполнено путем касания электродом изделия. Касание изделия вольфрамовым электродом приводит к его загрязнению и интенсивному оплавлению. Поэтому при аргонной сварке неплавящимся электродом для зажигания дуги параллельно источнику питания подключается устройство, которое называется «осциллятор».

Осциллятор для зажигания дуги подает на электрод высокочастотные высоковольтные импульсы, которые ионизируют дуговой промежуток и обеспечивают зажигание дуги после включения сварочного тока. Если аргонная сварка производится на переменном токе, осциллятор после зажигания дуги переходит в режим стабилизатора и подает импульсы на дугу в момент смены полярности, чтобы предотвратить деионизацию дугового промежутка и обеспечить устойчивое горение дуги.

Технологические свойства дуги в значительной мере определяются родом и полярностью сварочного тока. При прямой полярности на изделии выделяется до 70% теплоты дуги, что обеспечивает глубокое проплавление основного металла. При обратной полярности напряжение дуги выше, чем при прямой полярности. На аноде – электроде выделяется большое количество энергии, что приводит к значительному его разогреву и, как следствие, повышенному его расходу.

Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом на постоянном токе обратной полярности практически не применяется. Легированные стали, медные и титановые сплавы свариваются на постоянном токе прямой полярности. При сварка алюминиевых и магниевых сплавов применяется переменный ток. Применение переменного тока производит очищающее действие на сварочную ванну. В полупериоды обратной полярности тяжёлые положительные ионы ударяясь о поверхность металла разрушают и распыляют оксидную пленку (так называемый эффект катодного распыления).

При ручной аргонодуговой сварке на постоянном токе прямой полярности конец вольфрамового электрода затачивают на конус. Длина заточки, как правило должна быть равна двум-трем диаметрам электрода. При сварке на переменном токе рабочий конец вольфрамового электрода затачивают в виде полусферы.

Аргонодуговой сваркой можно выполнять всё виды соединений: стыковые, тавровые, нахлесточные и угловые.

При сварке активных металлов необходимо не только получить хороший провар в корне шва, по и обеспечить защиту от воздуха с обратной стороны расплавленного и нагретого металлов. Это достигается использованием медных или других подкладок с канавками, в которые подается защитный инертный газ. Эта же цель в некоторых случаях достигается при использовании флюсовых подушек. При высокой химической активности титана и его сплавов непременным условием получения качественного соединения при сварке является не только хорошая защита сварочной ванны, но и полная двухсторонняя защита участков сварного соединения, нагретых выше 500 градусов, от взаимодействия с воздухом. Для это применяются специальные насадки и поддувки.

Для сварки тугоплавких и активных металлов, для улучшения защиты нагретого и расплавленного металла используют специальные камеры (сварка в контролируемой атмосфере). Детали помещают в специальные камеры, откачивают воздух до создания вакуума и заполняют инертным газом высокой чистоты. Сварку выполняют вручную или автоматически с дистанционным управлением.

Для сварки в контролируемой атмосфере крупногабаритных изделий находят применение обитаемые камеры объёмом до 450 м3. Сварщик находится внутри камеры в специальном скафандре с индивидуальной системой дыхания. Инертный газ, заполняющий камеру, регулярно очищается и частично заменяется. Для доступа сварщика в камеру и подачи необходимых материалов имеется система шлюзов.

Ручную аргонодуговую сварку выполняют без колебательных движений горелки, которые не рекомендуется применять из-за возможности нарушения защиты зоны сварки. Угол между осью мундштука аргонодуговой горелки и плоскостью свариваемого изделия должен быть 75 – 80°. Присадочную проволоку располагают под углом 90° относительно оси мундштука горелки, а угол между проволокой и изделием должен быть 15 – 20°. Совершенно недопустимо вводить присадку в столб дуги, т. к. это приводит к мгновенному оплавлению прутка и разбрызгиванию. Во время сварки необходимо следить, чтобы расплавленный металл находился в защитной зоне газа. По окончании сварки перекрывать защитный газ можно только при остывании вольфрамового электрода (5 – 10 секунд). Вылет вольфрамового электрода: 5 – 12 мм.

Гелиедуговая сварка имеет одинаковый принцип работы с аргонодуговой сваркой, поэтому отдельно не рассматривается.

При сварке меди и некоторых типов нержавеющих сталей для защиты зоны дуги можно использовать азот, полученный путем ректификации воздуха на кислородных установках. Азот инертен по отношению к меди. Хранят и транспортируют азот в стальных баллонах черного цвета с Желтой кольцевой полосой при давлении 15 МПа.

При азотно-дуговой сварке электродами служат угольные или графитные стержни, применять вольфрамовые стержни нецелесообразно, так как образующиеся на их поверхности нитриды вольфрама легкоплавки, вследствие чего расход вольфрама резко возрастает. При азотно-дуговой сварке угольным электродом напряжение дуги должно быть 22 – 30 В. Сварку выполняют постоянным током прямой полярности, диаметр угольного электрода 6–8 мм при токе 150 – 500 А. Расход азота составляет 3 – 10 л/мин. Установка для сварки в азоте аналогична установке для сварки в аргоне. Горелка должна иметь специальные сменные наконечники для закрепления угольных стержней.

Аргонодуговая сварка в инертных газах или их смесях отличается минимальным угаром легирующих элементов, что важно для высоколегированных сталей. Сварку неплавящимся электродом выполняют на постоянном токе прямой полярности (за исключением сталей с большим содержанием алюминия, которые сваривают на переменном токе). Толщина свариваемого металла не более 5…7 мм. Хорошее формирование обратного валика позволяют рекомендовать сварку вольфрамовым электродом для выполнения корневых швов на сталях повышенных толщин (остальные валики могут выполняться под флюсом, покрытыми электродами или плавящимся электродом в защитных газах). Сварку можно вести непрерывно или импульсной дугой, вручную, механизировано или автоматически.

Лучшие результаты при сварке большинства металлов дает применение электродов не из чистого вольфрама, а торированных, иттрированных или ланттанированных. Добавка в вольфрам при изготовлении электродов 1,5–2% окислов иттрия и лантана повышает их стойкость и допускает применение повышенных на 15% сварочных токов. Перед сваркой рабочий конец электрода обычно затачивают на конус с углом 60° на длине двух-трех диаметров. Форма заточки электрода влияет на форму и размеры шва. С уменьшением угла заточки и диаметра притупления в некоторых пределах глубина проплавления возрастает.

Основным недостатком сварки свободногорящей дугой является невысокая производительность. Разработано несколько разновидностей сварки вольфрамовым электродом, основанных на увеличении проплавляющей способности дуги за счет увеличения интенсивности теплового и силового воздействия дуги на свариваемый металл. К этим разновидностям относятся сварка погруженной дугой, с применением флюса, при повышенном давлении защитной среды, импульсно-дуговая, плазменная сварка.

Интересной разновидностью применения вольфрамового электрода является сварка погруженной дугой, при которой используют электрод повышенного диаметра и повышенный сварочный ток. Соединение собирают встык без разделки кромок, без зазора. При увеличении подачи защитного газа через сопло до 40 – 50 л/мин дуга обжимается газом, что повышает ее температуру. Как и в плазмотронах проходящий через дугу газ, нагреваясь, увеличивает свой объем и приобретает свойства плазмы. Давление защитного газа и дуги, вытесняя расплавленный металл из-под дуги, способствуют ее углублению в основной металл. Таким образом, дуга горит в образовавшейся в металле полости. Это позволяет опустить электрод так, чтобы дуга горела ниже поверхности металла. Глубина проплавления достигает 10–12 мм. и выше, расход аргона составляет 15–20 л/мин.

Этим способом можно сваривать титан, алюминий, высоколегированные стали толщиной до 36 мм с двух сторон.

Нанесение на поверхность свариваемых кромок слоя флюса небольшой толщины (0,2–0,5 мм), состоящего из соединений фтора, хлора и некоторых оксидов, способствует повышению сосредоточенности теплового потока в пятне нагрева и увеличению проплавляющей способности дуги. При этом благодаря высокой концентрации тепловой энергии повышается эффективность проплавления и снижается погонная энергия при сварке.

Мощность дуги возрастает с увеличением давления окружающей зону сварки защитной атмосферы при неизменной силе тока и длине дуги. Дуга при этом сжимается, благодаря чему увеличивается её проплавляющая способность примерно на 25–60%. Этот способ может использоваться при сварке в камерах с контролируемой среде, с применением общей защиты.

Импульсная дуга находит применение для сварки тонколистового металла. Основной металл расплавляется дугой, горящей периодически отдельными импульсами постоянного тока с определенными интервалами во времени. При большом перерыве в горении дуги дуговой промежуток деионизируется, что приводит к затруднению в повторном возбуждении дуги. Для устранения этого недостатка постоянно поддерживается вторая, обычно маломощная дежурная дуга от самостоятельного источника питания. На эту дугу и накладывается основная импульсная дуга. Дежурная дуга, постоянно поддерживая термоэлектронную эмиссию с электрода, обеспечивает стабильное возникновение основной сварочной дуги.

Шов в этом случае состоит из отдельных перекрывающих друг друга точек. Величина перекрытия зависит от металла и его толщины, силы сварочного тока и тока дежурной дуги, скорости сварки и т.д. С увеличением силы тока и длительности его импульса ширина шва и глубина проплавления увеличиваются. Размеры шва в большей степени зависят от силы тока, чем от длительности его импульса. Благоприятная форма отдельных точек, близкая к кругу, уменьшает возможность вытекания расплавленного металла из сварочной ванны (прожога). Поэтому сварку легко выполнять па весу без подкладок при хорошем качестве, но всех пространственных положениях.

Представляет определенный интерес использование внешнего магнитного поля для отклонения или перемещения непрерывно горящей дуги. Внешнее переменное или постоянное магнитное поле, параллельное или перпендикулярное к направлению сварки, создается П-образными электромагнитами. При использовании постоянного магнитного поля дугу можно отклонить в любую сторону относительно направления сварки. При отклонении дуги в сторону направления сварки (магнитное поле также параллельно направлению сварки) наблюдается такой же эффект, как и при сварке наклонным электродом – углом вперед. В этом случае уменьшается глубина проплавления. При отклонении дуги в обратном направлении наблюдается увеличение глубины проплавления, как при сварке с наклоном электрода углом назад.

При переменном внешнем магнитном поле дуга колеблется с частотой внешнего магнитного поля. К результате изменяются условия ввода теплоты в изделие, и, а частности, се распределение по поверхности. При колебании дуги поперек направления сварки увеличивается ширина шва и уменьшается глубина проплавления. Это позволяет сваривать тонколистовой металл. Удобно использовать этот способ для сварки разнородных металлов (например, меди и стали и др.) небольшой толщины при отбортовке кромок.

Колебания, сообщаемые расплавленному металлу сварочной ванны, изменяют характер его кристаллизации и способствуют измельчению зерна. В результате улучшаются свойства наплавленного металла. Поэтому этот способ используют при сварке металлов, характеризующихся крупнозернистым строением металла шва, таких как алюминий, медь, титан и их сплавы. Имеется положительный опыт использования способа и при сварке высокопрочных сталей и сплавов.

Сварка вольфрамовым электродом обычно целесообразна для соединения металла толщиной 0,1–6 мм. Однако ее можно применять и для больших толщин. Сварку выполняют без присадки, когда шов формируется за счет расплавления кромок, и с дополнительным присадочным металлом, предварительно уложенным в разделку или подаваемым в зону дуги в виде присадочной проволоки. Угловые и стыковые швы во всех пространственных положениях выполняют вручную, полуавтоматически и автоматически.

Для получения качественной сварки, особенно тонколистовых конструкций, следует обеспечивать точную подготовку и сборку кромок прихватками вручную вольфрамовым электродом или в специальных сборочно-сварочных приспособлениях.

Загрязнение рабочего конца электрода понижает его стойкость (образуется сплав вольфрама с более низкой температурой плавления) и ухудшает качество шва. Поэтому дугу возбуждают без прикосновения к основному металлу или присадочной проволоке, используя осциллятор. При правильном выборе силы сварочного тока рабочий конец электрода расходуется незначительно и долго сохраняет форму заточки.

Качество шва в большой степени определяется надежностью оттеснении от зоны сварки воздуха. Необходимый расход защитного газа устанавливают в зависимости от состава и толщины свариваемого металла, типа сварного соединения и скорости сварки. При сварке соединений где требуется повышенный расход защитного газа рекомендуется применять экраны, устанавливаемые сбоку и параллельно шву. Поток защитного газа при сварке должен надежно охватывать всю область сварочной ванны, разогретую часть присадочного прутка и электрод. При повышенных скоростях сварки поток защитного газа может оттесняться воздухом. В этих случаях следует увеличивать расход защитного газа.

При сварке многопроходных швов с V – или Х-образной разделкой кромок первый проход часто выполняют вручную или механизированно без присадочного металла на весу. Разделку заполняют при последующих проходах с присадочным металлом. Для формирования корня шва можно использовать медные или стальные съемные подкладки, флюсовую подушку. В некоторых случаях возможно применение и остающихся подкладок.

При сварке труб или закрытых сосудов газ пропускают внутрь сосуда. Инертные газы, увеличивая поверхностное натяжение расплавленного металла, улучшают формирование корня шва. Поэтому их поддув используют при сварке сталей на весу. При сварке на весу, особенно без присадочного металла, следует тщательно поддерживать требуемую величину зазора между кромками.

## 

## 6. Сварка плавящимся электродом в инертных газах

Принцип этой технологии заключается в том, что на подводимый от катушки при помощи двигателя подачи проволочный электрод незадолго до выхода из горелки подается ток через токоподводящий мундштук, благодаря чему между концом проволочного электрода и изделием горит электрическая дуга. Защитный газ подается через газовое сопло, концентрически окружающее проволочный электрод. Благодаря этому осуществляется защита наплавляемого металла от атмосферных газов – кислорода, водорода и азота.

Сварку плавящимся электродом выполняют полуавтоматически или автоматически в инертных, активных газах или смесях газов. При сварке сталей, содержащих легкоокисляющиеся элементы (алюминий, титан и др.), в качестве защитного газа рекомендуют использовать аргон.

При аргонодуговой сварке плавящимся электродом возможен крупнокапельный или струйный перенос электродного металла. При крупнокапельном переносе процесс сварки неустойчивый, с большим разбрызгиванием. Его технологические характеристики хуже, чем при полуавтоматической сварке в углекислом газе, так как вследствие меньшего давления в дуге капли вырастают до больших размеров. Диапазон токов для крупнокапельного переноса достаточно велик, например для проволоки диаметром d = 1,6 мм Iсв = 120–240А. При силе тока Iсв больше 260А происходит резкий переход к струйному переносу, стабильность процесса сварки улучшается, разбрызгивание уменьшается. Для сварки в инертных газах необходимо выбирать силу тока, обеспечивающую струйный перенос электронного металла. Однако такие токи не всегда соответствуют технологическим требованиям. Поэтому более рационально для обеспечения стабильности процесса использовать импульсные источники питания дуги, которые обеспечивают переход к струйному переносу на токах около Iсв ≈ 100А.

В настоящее время для сварки конструкционных сталей широко применяется полуавтоматическая сварка в смеси 82% аргона и 18% углекислого газа.

# Заключение

В реферате изложены особенности технологии сварки в инертных газах. Рассмотрены история развития данного вида сварки, применяемые для защиты газы, разновидности сварки в защитных газах. Приведены ориентировочные режимы сварки, особенности сварки активных металлов и сплавов. Несмотря на то что сварка в инертных газах получила широкое применение более полувека назад, она до сих пор является одной из самых востребованных способов сварки.

# Список литературы

1. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки: Учебник для вузов. – 2-е изд., испр. и доп. / А.И. Акулов, В.П. Алехин, С.И. Ермаков и др. /Под ред. А.И. Акулова. – М: Машиностроение, 2003. – 560 с.

2. Справочник «Сварка. Резка. Контроль» в 2-х томах / Под общ. ред. Н.П. Алёшина, Г.Г. Чернышева, М.: Машиностроение, т. 1, 2004. – 624 с.

3. Чернышев Г.Г. Сварочное дело: Сварка и резка металлов. – М.: издательский центр «Академия», 2007. – 496 с.

4. Виноградов В.С. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки: Учеб. для проф. учеб. заведений. – 3-е изд., стер. – М.: Высш. шк., Изд. центр «Академия», 2000. – 319 с.

5. Теория сварочных процессов: Учебник для вузов / А.В. Коновалов, А.С. Куркин, Э.Л. Неровный, Б.Ф. Якушин; Под ред. В.М. Неровного. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 752 с.

6. Ашихмин В.Н. Закураев В.В. Автоматизированное проектирование технологических процессов: Учеб. пособ. для вузов. – Новоуральск, Новоуральский гос. технологич. институт, 2006. – 196 с.

7. Хромченко Ф.А. Справочное пособие электросварщика – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2005. – 415 с.

8. Ханапетов М.В. Сварка и резка металлов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1987. – 288 с.