

УДК 621.791.035

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ СВАРКИ

Пукало М. И., Саява Н. А

Научный руководитель – старший преподаватель Германович Е.И.

Плазмой называется частично или полностью ионизированный газ, состоящий из нейтральных атомов и молекул, а также электрически заряженных ионов и электронов. В таком определении обычная дуга может быть названа плазмой. Однако по отношению к обычной дуге термин «плазма» практически не применяют, так как обычная дуга имеет относительно невысокую температуру и обладает невысоким запасом энергии по сравнению с традиционным понятием плазмы.

При обычной дуговой сварке дуга горит свободно между электродом и изделием. Однако если при помощи каких-либо приемов не дать возможность дуге занять ее естественный объем, принудительно сжать ее, то температура дуги (плазменной струи) значительно повысится. В плазмотронах сжатие дуги чаще всего осуществляется газовым потоком, который, проходя сквозь узкое сопло, ограничивает поперечные размеры дуги. Газ, подаваемый внутрь плазмотрона, выходит сквозь узкое отверстие в сопле, оттесняя дугу от стенок. Для устойчивой работы плазмотрона стенки сопла охлаждаются водой и при работе остаются холодными. Пристеночный охлажденный слой газа изолирует плазму от сопла, как в электрическом, так и в тепловом отношении. Поэтому дуговой разряд между электродом внутри горелки и изделием стабилизируется и проходит сквозь центральную часть отверстия в сопле. Такой способ сварки сжатой дугой и называют плазменной

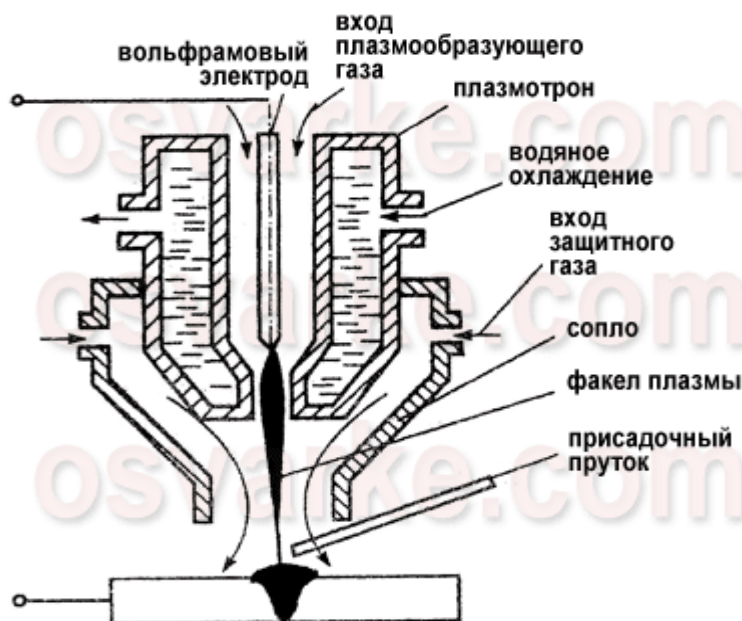


Рисунок 1. Схема процесса плазменной сварки

В итоге получаем два процесса: сжатие дуги и принудительное вдувание в нее плазмобразующего газа. Схема получения плазменной дуги приведена на рисунке выше. Сжатие дуги осуществляется за счет размещения ее в специальном устройстве – плазмотроне, стенки которого, как мы уже знаем, интенсивно охлаждаются водой. В результате сжатия уменьшается поперечное сечение дуги и возрастает ее мощность – количество энергии, приходящееся на единицу площади. Температура в столбе обычной дуги, горящей в среде аргона, и паров железа составляет 5000–7000°C. Температура в плазменной дуге достигает 30 000°C.

Одновременно со сжатием в зону плазменной дуги вдувается плазмообразующий газ, который нагревается дугой, ионизируется и в результате теплового расширения увеличивается в объеме в 50–100 раз. Это заставляет газ истекать из канала сопла плазмотрона с высокой скоростью. Кинетическая энергия движущихся ионизированных частиц плазмообразующего газа дополняет тепловую энергию, выделяющуюся в дуге в результате происходящих электрических процессов. Поэтому плазменная дуга является более мощным источником энергии, чем обычная.

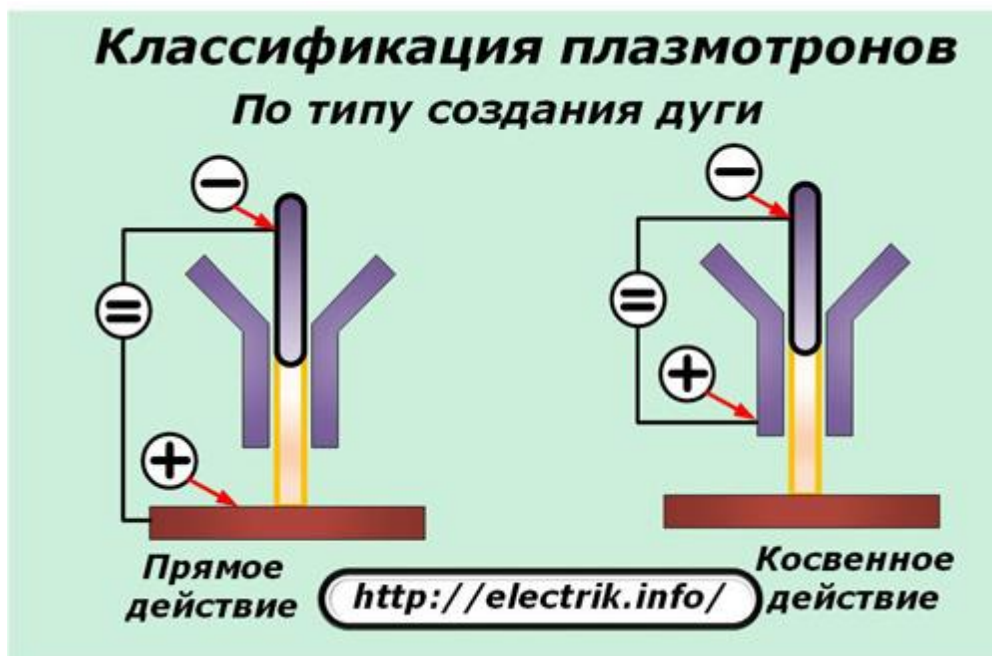


Рисунок 2. Классификация плазмотронов по типу создания дуги

По принципу работы плазмотрон бывает прямого или косвенного действия. В первом случае разность потенциалов внешнего поля генератора, создающего условия для образования дуги, прикладывается прямо к обрабатываемой детали и электроду газовой горелки. За счет этого повышается эффективность охлаждения конструкции. При втором методе электрическое напряжение прикладывается только между частями горелки для создания струи плазмы. За счет этого требуется усложнять систему охлаждения соплового узла.

У плазматронов прямого действия вырабатывается дуга, приблизительно напоминающая цилиндрическую форму, немного расширяющуюся у поверхности обрабатываемого металла. Внутри нейтрального электрического сопла происходит сжатие и стабилизация дуги. При этом сочетание тепловой и кинетической энергии плазмы формирует для нее повышенную мощность, позволяющую глубже проплавливать металл.

Горелки косвенного действия создают плазму в форме конической струи, окруженной факелом, направленным к изделию. Струю выдувает поток плазмы, исходящий из горелки.

Для запуска плазматрона может использоваться переменный или постоянный ток. В качестве примера рассмотрим работу генератора от обычной сети электроснабжения 220 вольт.

На мощность создаваемой дуги влияет сила применяемого тока. По ее величине определяют три вида сварки:

- микроплазменная;
- средняя;
- на больших токах.

Микроплазменная сварка

Она работает на токах, ограниченных величинами $0,1 \div 25$ ампер. Эта технология используется в радиоэлектронике, приборостроении, ювелирном деле, изготовлении сильфонов, мембран, термодар, фольги, тонкостенных труб и емкостей, позволяя прочно соединять детали толщиной $0,2 \div 5$ мм.

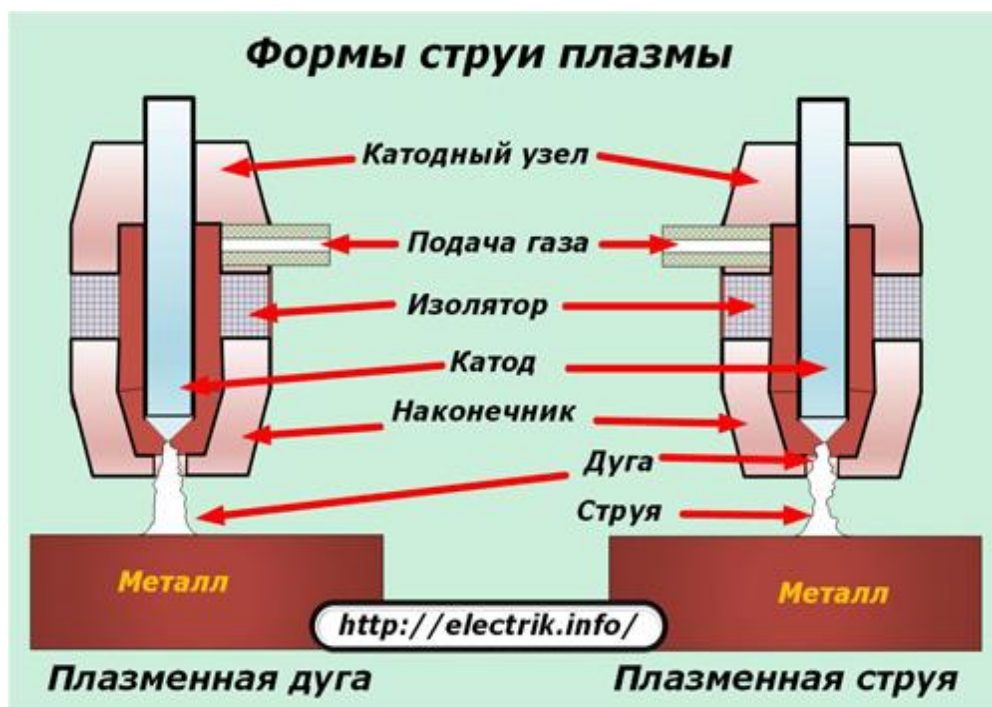


Рисунок 3. Классификация по форме струи

Для обработки разных материалов подбираются сочетания плазмообразующих и защитных газов, степень сжатия дуги, приближение к аноду. При обработке особенно тонких материалов используется режим импульсной работы при малоамперном питании дуги с подачей разнополярных импульсов тока.

Во время прохождения импульса одной полярности происходит наплавка или сварка металла, а при паузе за счет смены направления идет остывание и кристаллизация металла, создается сварная точка. Для ее хорошего образования оптимизируется процесс подачи тока и паузы. В сочетании с регулировкой амплитуды и удалением электрода это позволяет достичь высокого качества соединения различных металлов и сплавов.

Для выполнения микроплазменной сварки разработано много технологий, учитывающих разные углы наклона плазмотронов, создания поперечных колебаний для разрушения оксидных слоев, перемещение сопла относительно обрабатываемого шва и другие способы.

Сварка плазмой при средних токах $50 \div 150$ ампер используется в промышленном производстве, машиностроении и ремонтных целях.

Высокие токи от 150 ампер используются для плазменных сварок, осуществляющих в промышленных условиях обработку легированных и низкоуглеродистых сталей, сплавов меди, титана, алюминия. Она позволяет снизить затраты на разделку кромок, повысить производительность процесса, оптимизировать качество швов по сравнению с электродуговыми способами соединений.

Преимущества плазменной сварки - очаг дуги, создаваемый при плазменной сварке, отличается от обычной электрической:

- большим тепловым воздействием, благодаря приближению к цилиндрической форме;
- повышенным механическим давлением струи на металл (примерно в $6 \div 10$ раз);
- меньшей контактной площадкой на обрабатываемом металле;
- способностью поддержания горения дуги на низких токах, вплоть до 0,2 ампера.

По этим четырем причинам плазменная сварка считается более перспективной и многоцелевой при обработке металлов. Она обеспечивает лучшее расплавление внутри уменьшенного объема. Дуга плазмы обладает наиболее высокой концентрацией температуры и позволяет резать и сваривать металлы повышенной толщины даже при определенных увеличениях расстояния от сопла горелки до обрабатываемого изделия.

Кроме того, устройства плазменной сварки отличаются:

- относительно небольшими габаритами;
- надежностью в работе;
- простотой регулирования мощности;
- легким запуском;
- быстрым прекращением рабочего режима.

Недостатки: высокая стоимость оборудования ограничивает широкое внедрение плазменной сварки во все отрасли производства и среди маленьких предприятий.

Литература

1. Интернет ресурс <http://elektrik.info/device/1038-kak-ustroen-i-rabotaet-plazmennyy-svarochnyy-apparat.html>
2. Интернет ресурс <http://www.osvarke.com/plasma.html>
3. Малышев Б.Д. Ручная дуговая сварка М: Стройиздат, 1990г. — 320 с.