

УДК: 624.791.037

**СПОСОБ ПЛАЗМЕННОЙ СВАРКИ НА ПЕРЕМЕННОМ ТОКЕ**

Садриев Р.Ш.

*Камский государственный политехнический институт*

**Статья посвящена решению проблемы сварки металлов, имеющих на поверхности тугоплавкие окисные пленки. Были проведены исследования дугового разряда обратной полярности, горящий между соплом плазменной горелки и изделием, возбуждаемый и стабилизируемый с помощью факела плазмы, в ходе экспериментов были получены сваренные образцы из цветных металлов и алюминия.**

Сварка является одним из самых распространенных технологических процессов в машиностроении и строительстве. Простейшие приемы сварки были известны еще с глубокой древности. Древним была известна в основном литейная сварка. Соединяемые детали заформовывали и подогревали, а место соединения заливали заранее приготовленным расплавом металлов. Чтобы получить изделие из железа и его сплавов, нужно было нагревать металлов кузнечных горнах и проковывать его. Такой метод получил название горновой, или кузнечной, сварки. Этот вид сварки был широко известен и использовался во всем мире вплоть до конца XIX века. Научное обоснование и дальнейшее развитие сварка получила благодаря трудам великого русского ученого-энциклопедиста М.В.Ломоносова и его друга - академика Г.В. Рихмана. Широко известны слова Ломоносова, о том, что «...электрическая сила открывает великую надежду к благополучию человеческому».

Русский электротехник, профессор Петербургской медико-хирургической академии В.В.Петров развил учение Ломоносова об электрической дуге и в 1802 году продемонстрировал членам медицинской коллегии свое замечательное открытие - электрическую дугу, которая возникает при соединении двух угольков, соединенных проводами с источником тока высокого напряжения. Продолжая экспериментировать в своей лаборатории, ученый заменяет один из углей металлической проволокой и в результате получает пламя, от которого плавится металл. Таким образом ученый пришел к выводу, что электрическую дугу можно использовать для плавления металла.

Для практического осуществления электрической сварки металлов понадобились многие годы совместных усилий физиков и техников. В 1882 году россиянин Н.Н.Бенардос предложил способ электрической дуговой сварки угольным электродом. Идея электросварки посетила Бенардоса во время посещения кузни, когда ученый

наблюдал за кузнечной сваркой - разогревом кромок стальных и свинцовых деталей и проковыванием их в месте соединения. Бенардос предложил разогревать кромки при помощи электрической дуги. Для соединения свинцовых пластин аккумуляторов изобретатель использовал тепло электрической дуги, открытой В.В.Петровым. Дуга возникала между углем и аккумуляторной пластиной, которая была электропроводка и служила одновременно вторым электродом. К пластине, прижатой к раме, подсоединялся один полюс батареи, второй полюс должен быть соединен с угольным стержнем, закрепленным в специальной рукоятке. Ученый касался углем места соединения. От дуги начали плавиться кромки соединенных деталей, образуя так называемую ванну расплавленного металла. Вводя в пламя дуги конец свинцового прутка, Бенардос расплавил его. В образовавшейся сварочной ванночке происходило слияние соединяемых частей металлов. После затвердения образовался однородный наплавленный металл - сварной шов.

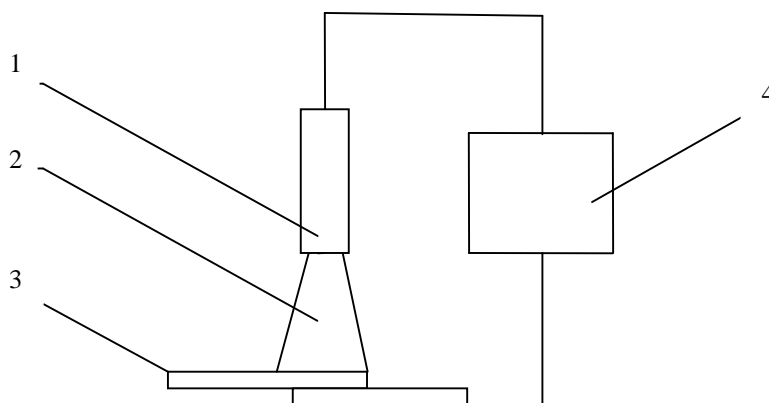
В 1888 году другой русский ученый - Н.Г.Славянов - изобрел способ дуговой электрической сварки, который был назван электрической отливкой металлов. Способ обеспечил непрерывное плавление и повысил эффективность сварки. Кроме того, Славянов впервые осуществил и описал сварку дугой, погруженной во флюс.

В 1940 году академик Е.О.Патон, основываясь на работах Славянова, разработал со своими учениками способ скоростной автоматической сварки под флюсом. Этот способ положен в основу механизации сварочного производства в нашей стране. В настоящее время широко применяется электродуговая, электрошлаковая и плазменно-дуговая сварка [1,2].

Из всех видов сварки менее исследованным является плазменно-дуговая сварка. По этой причине были проведены исследования дугового разряда обратной полярности, горящий между соплом плазменной горелки и изделием, возбуж-

даемый и стабилизируемый с помощью факела плазмы, в ходе экспериментов были получены сваренные образцы из цветных металлов и алюминия толщиной в десятые доли миллиметра. Однако в этом случае блуждание катодного пятна приводит к образованию широкого шва и значительной зоны термического влияния по сравнению, например, с микроплазменной сваркой дугой прямой полярности.

В разработанном способе сварки дуга обратной полярности используется только в один полупериод для разрушения (очистки) окисных пленок на кромках свариваемых деталей. Плавление металла осуществляется в другой полупериод высококонцентрированным источником тепла - дугой прямой полярности, горящей между электродом плазматрона и изделием. При этом получается узкий шов с малой зоной термического влияния.



**Рисунок 1.** Схема принципа плазменной сварки на переменном токе:

- 1 – электрод;
- 2 – плазменная дуга;
- 3 – свариваемое изделие;
- 4 – источник питания.

Сущность способа иллюстрируется схемой, изображенной на рис.1. Между электродами плазматрона в потоке плазмообразующего газа непрерывно горит дежурная дуга постоянного тока, создающая в промежутке электрод – изделие факел плазмы. При подаче на сопло горелки положительного относительно изделия полупериода напряжения между электродом и изделием формируется дуга обратной полярности с нестационарным катодным пятном. В течение этого полупериода происходит разрушение окисной пленки на кромках свариваемого изделия. Величина тока обратной полярности выбирается только из соображений качественной очистки и поэтому мала. Затем на медный электрод горелки поступает отрицательный относительно изделия полупериод напряжения. При этом формируется плазменная дуга с большой плотностью энергии, достаточной для плавления, и, таким образом, осуществляется сварка металлов, имеющих на поверхности тугоплавкие окисные пленки [3].

В созданном способе плазменной сварки на переменном токе на электроды попеременно подаются полупериоды напряжения синусоидальной формы промышленной частоты (50 Гц). Как следует из описанного способа сварки, через изделие проходит асимметричный переменный ток,

а по медному электроду — только ток прямой полярности. Поэтому оплавления электрода, как при аргонодуговой сварке на переменном токе, не происходит. Это обеспечивает высокую пространственную устойчивость и стабильность горения дуги даже на токах = 1 А.

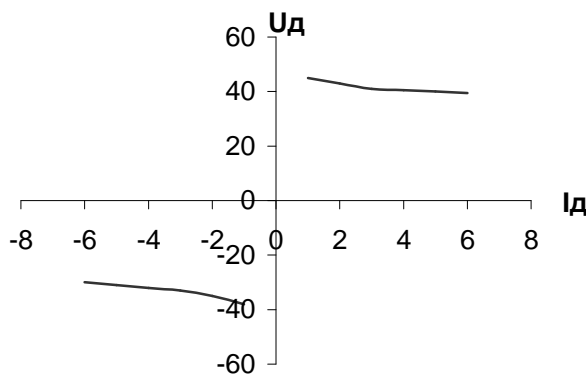
Возможность отдельной регулировки тока прямой и обратной полярности является важным технологическим преимуществом данного способа сварки, поскольку это позволяет независимо управлять степенью очистки поверхности и скоростью плавления металла.

Режим дежурной дуги и величины токов в различные полупериоды являются важными технологическими параметрами, оптимальный выбор которых обеспечивает стабильность процесса сварки цветных металлов и хорошее качество сварного соединения.

Следует отметить, что нестационарное катодное пятно в процессе своего блуждания не только очищает открытые поверхности изделия, но и проникает в зазор между свариваемыми кромками, обеспечивая получение высококачественного сварного соединения без окисных включений. Это свойство пятна проникать в щели, трещины, поры, раковины и т. п. было использовано нами при разработке способа заварки

дефектов в различных металлах, в том числе и алюминии. Сущность этого способа заключается в следующем. В начале процесса дефектный участок изделия (в том числе внутренние полости дефектов) очищается от окисной пленки и других загрязнений дугой обратной полярности, го-

рящей между электродом и изделием. Ток дуги мал, и заплавления дефектов не происходит. По окончании очистки наступает вторая стадия процесса — заплавление дефекта по способу сварки на переменном токе.



**Рисунок 1.** Динамическая вольт-амперная характеристика дуги

Стабильность процесса горения дуги прямой и обратной полярности на переменном токе иллюстрируется динамической вольт-амперной характеристикой (рис.1). По оси абсцисс записывается ток дуги, по оси ординат - падение напряжения. В обоих случаях как при  $\frac{dI_d}{dt} > 0$ , так и

при  $\frac{dI_d}{dt} < 0$  характеристика  $U_d = f(I_d)$  для

дуги прямой полярности падающая  $\left( \frac{dU_d}{dI_d} < 0 \right)$ .

Характеристика подобна статическим вольт-амперным характеристикам плазменной дуги на постоянном токе.

Как показала практика, разработанный способ плазменной сварки металлов на переменном токе является устойчивым процессом даже на малых токах и позволяет осуществлять качественную сварку алюминия и его сплавов малых и весьма малых толщин.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лесков Г.И. Электрическая сварочная дуга. М., Машиностроение, 1970. 335 с.
2. Ширшов И.Г., Котиков В.Н. Плазменная резка. Изд. Машиностроение Ленинградское отделение. 1987.
3. Теория термической электродуговой плазмы. Под ред. Жукова М.Ф. Новосибирск. 1987.

#### A WAY OF MELTING METALS USING ALTERNATING CURRENT

Sadriev R.Sh.

The article is devoted to the problem of melting the metals having hard-melting oxidic cover on the surface. Researches were done the arc discharge having an opposite polarity and burning between the nozzle of a plasma torch and a ware which is caused and stabilized with the help of a not plasma. As a result of the experiments the examples made of non-ferrous metals and aluminum were got.