

ИМПУЛЬСНО-ДУГОВАЯ СВАРКА ТАВРОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ПОЛНЫМ ПРОПЛАВЛЕНИЕМ

А.С. Сапожков, М.С. Зубков, Ю.С. Александрова

Научный руководитель: Крампит М.А., ассистент

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (384-51)-7-77-67

E-mail: sapogkov94@mail.ru

В настоящее время сварка является одним из лидирующих способов получения неразъемных соединений, как в машиностроении, так и в других отраслях. Свариваемые толщины колеблются от долей миллиметра до десятков миллиметров.

При сварке малых толщин возникает опасность прожога. При увеличении скорости сварки возникает вероятность появления различных дефектов. Необходимо снизить тепловложение и обеспечить управляемый перенос электродного металла.

Разработки с целью создания процесса малой мощности без механического вмешательства в подачу проволоки привели к созданию варианта процесса, при котором все необходимые воздействия производятся исключительно в источнике тока. Этот вариант MIG/MAG процесса, относится к сварке короткой дугой. Характер изменения напряжения идентичен изменению при обычной сварке короткой дугой. Напряжение является задающим параметром при регулировке силы тока.

Для этого необходимо непрерывно измерять напряжение и соответствующим образом реагировать на каждое его изменение (высокодинамичная регулировка мгновенных значений). Благодаря цифровому процессу обработки сигналов (DSP) можно отнять энергию от дуги менее чем за 1 микросекунду до зажигания, в результате чего зажигание пройдет очень мягко. При этом на конце электрода может сразу же образоваться достаточное количество расплавленного материала, и это повысит потребность в энергии. Поэтому непосредственно после зажигания дуги сила тока за короткое время поднимается до так называемого импульса расплавления. Только после этого, чтобы минимизировать плавление, происходит переход на низкий ток и начинается следующая фаза. Из-за импульса расплавления после каждого короткого замыкания на электроде образуется большой расплавленный купол, что ведет к очень равномерному протеканию процесса. Только благодаря этому стало возможным работать в фазах между короткими замыканиями с очень низкой силой тока, не прибегая к последующему плавлению проволоки или гашению дуги [1], [2], [3], [4].

Конструкции из листов более 4 мм для обеспечения гарантированного проплавления корня шва свариваются в разделку, что повышает трудоемкость, возрастает расход сварочных материалов и электроэнергии, что в итоге увеличивает стоимость цену конечного продукта.

При сварке плавящимся электродом в защитных газах необходимо погрузить дугу в зазор и обеспечить устойчивое горение сварочной дуги между двумя кромками. Решено было рассмотреть различные способы импульсно-дуговой сварки [5], [6]. Был выбран процесс сварки короткой сфокусированной дугой.

Данный процесс нацелен на повышение качества сварных соединений из толстолистового металла, связанного с обеспечением гарантированного проплавления в корне шва, а также MIG/MAG сварки в узкую разделку. В отличие от стандартной струйной дуги форсированная дуга поддерживает уверенный струйный процесс переноса металла более короткой дугой. Дуга становится более сфокусированной, очень устойчивой. Благодаря высокому плазменному давлению в дуге обеспечивается более глубокое проплавление. При этом снижается тепловложение в основной металл и снижается вероятность возникновения таких дефектов, как подрезы [7], [8].

В настоящее время рекомендаций по сварке таких соединений в литературе мало и они носят больше рекламный характер без конкретных данных, позволяющих использовать их на производстве. В работе [9] авторы опытным путем определили параметры сварки (величина зазора в соединении; угол наклона горелки; индуктивность цепи и т.д.). Но из-за использования форсированных режимов повышалась вероятность прожога либо непровара.

Лучший способ устранения непровара - подварка шва с обратной стороны. Но часто подварку трудно выполнить, так как обратная сторона шва бывает малодоступна (потолочное положение) или совсем недоступна (сварка труб встык и т. п.), кроме того, подварка значительно увеличивает трудоемкость работ (на 30-40%).

Применение подкладок значительно повышает производительность сварки, так как сварщик может не опасаться прожогов и работать на повышенных режимах [10].

Применение остающейся подкладки. Методика: в качестве подкладки использовали проволоку, по диаметру близкую к величине зазора, расположенную с противоположной от подвода дуги стороны. Варьируя напряжением на дуге, скоростью подачи проволоки и углом наклона горелки подбирали рациональный режим. При короткой дуге и опоре на проволоку происходил прожог и вытекание металла (рисунок 1, а). При наклоне горелки и короткой дуге происходил срез одной кромки и образовывался подрез на другой (рисунок 1, б). При повышенном напряжении и пониженной скорости подачи горение дуги происходило между двумя кромками, но не было проникновения дуги внутрь стыка (рисунок 1, в). Необходимо было обеспечить необходимый диаметр столба дуги и напряжение для обеспечения тепловложения в обе кромки и остающуюся подкладку одновременно (рисунок 1, г). Это обеспечивает формирование корня шва и сплавление с кромками.

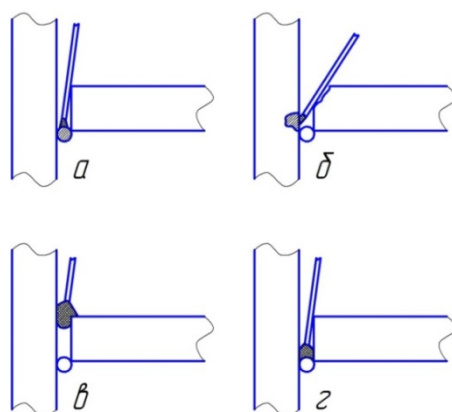


Рис. 1. Сварка с остающейся подкладкой в корне шва
(а – прожог проволоки, б – подрез кромки, в – несплавление, г – идеальное течение процесса)

На рисунке 2 представлен протравленный шлиф корневого шва. Видно, что произошло формирование обратного валика, а также сплавление с кромками по всей толщине зазора. Произошло полное заполнение стыка, при необходимости можно наложить облицовочный валик.



Рис. 2. Шлиф корневого шва таврового соединения толщиной 12 мм

Таким образом, обеспечение полного проплавления возможно при правильном соотношении ширины разделки, скорости подачи электродной проволоки, напряжения дуги, а также углов горелки вдоль шва и угла наклона горелки к вертикальной кромке

Литература.

1. С.-Ф. Гёке. Процесс дуговой сварки с уменьшенной отдачей энергии для чувствительных к теплу материалов. URL: <http://www.ewm-russia.ru/articles/coldarc.php> (дата обращения 15.01.2015)
2. Алёшин Н.П., Гладков Э.А., Бродягин В.Н., Кузнецов П.С., Копотева Е.Н., Шолохов М.А. Импульсные технологии управления каплепереносом при MIG/MAG сварке // Сварка и диагностика – 2014 - №3
3. Процесс MerkleColdMIG. URL: <http://merkle-russia.ru/files/merkle3.pdf> (дата обращения 15.01.2015)

4. Precision Pulse Weld Process Overview. URL: <http://www.lincolnelectric.com/assets/us/en/literature/te12007.pdf> (дата обращения 15.01.2015)
5. Крампит М.А. СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ИМПУЛЬСНО-ДУГОВОЙ СВАРКИ, РАЗРАБОТАННЫЕ ЗА РУБЕЖОМ // "Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований" – 2015 - №5 - 18-21
6. Крампит А.Г., Зернин Е.А., Крампит М.А. Современные способы импульсно-дуговой MIG/MAG сварки // "Технологии и материалы" – 2015 - №1 – 4-11
7. Процесс SpeedArc. URL: <http://www.shtorm-lorch.ru/rus/info/tech/speedarc.php> (дата обращения 15.01.2015)
8. Waveform analysis for MIG / GMAW "Lincoln RapidArc" on steel. URL: http://www.weldsmith.co.uk/dropbox/cranu/110523_waveforms_GMAW_steel/waveforms_GMAW-P_RapidArc.html (дата обращения 15.01.2015)
9. Зернин Е. А. , Крампит А. Г. , Крампит М. А. , Чернов А. С. Исследование процесса формирования сварного шва с полным проплавлением при импульсно-дуговой сварке тавровых соединений // Технологии и материалы. - 2015 - №. 2. - С. 28-33
10. Особенности сварки при различных условиях и материалах. Часть 1. URL: <http://penzaelektrod.ru/articles/art21.htm> (дата обращения 20.06.2015)

ДЕЙСТВИЕ СИЛ НА КАПЛЮ ЭЛЕКТРОДНОГО МЕТАЛЛА ПРИ ИМПУЛЬСНО-ДУГОВОЙ СВАРКЕ В НИЖНЕМ ПОЛОЖЕНИИ

Р.К. Садыров, Э.К. Габитов, студенты гр. 10А42,

Научный руководитель: Крампит Н.Ю., к.т.н., доцент

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: nkrampit@mail.ru

Технологические преимущества импульсно-дуговой сварки позволяют создавать новые более совершенные способы и разрабатывать эффективное сварочное оборудование, имеющее широкие возможности для управления технологическими процессами, а именно процессами плавления и переноса электродного металла и формирования сварного шва [1].

В статье описаны силы, действующие на каплю электродного металла при импульсно-дуговой сварке в среде углекислого газа в нижнем положении.

При сварке в защитных газах на каплю электродного металла действуют следующие основные силы: сила тяжести F_T ; сила поверхностного натяжения $F_{п.н.}$; электродинамическая сила $F_{эд.}$; реактивное давление испаряющегося с поверхности капли металла и давления газа F_p ; сила давления потоков плазмы и бомбардировки заряженными частицами $F_п.$ [2].

Сила тяжести. Сила F_T оказывает существенное влияние только при больших размерах капель. В зависимости от пространственного расположения шва сила F_T способствует отрыву капли от электрода, если шов расположен в нижнем положении; если шов в потолочном положении, то сила тяжести препятствует отрыву; а если в вертикальном, то сила тяжести отклоняет каплю от электрода.

Сила поверхностного натяжения. Сила $F_{п.н.}$ обычно препятствует переносу капель с электрода в ванну. Местом приложения силы $F_{п.н.}$ может быть принято такое сечение на жидкой капле, в котором эта сила минимальна.

Электродинамическая сила. Сила $F_{эд.}$ возникает при прохождении тока по проводнику из-за взаимодействия тока с собственным магнитным полем. Если сечение проводника постоянно, то эта сила направлена по радиусу к оси проводника и стремится его сжать.

Реактивная сила F_p . Расплавленный металл на электроде и изделия в зоне активных пятен находится при температуре, близкой к температуре кипения. По этой причине с поверхности активных пятен происходит интенсивное испарение, а иногда и выделение различных газов. Из газов, которые могут образовываться на электроде, существенно образование окиси углерода.

Сущность управления плавлением и переносом электродного металла можно рассмотреть при исследовании процесса импульсно-дуговой сварки с помощью скоростной киносъемки. Данная методика описана в работе [3].