

УСТОЙЧИВЫЕ РЕЖИМЫ ГОРЕНИЯ ДУГИ НА МАЛЫХ ТОКАХ

**Вацлавский Е.С., Рожнов Р.А., Мейстер А.Р.,
научный руководитель, к.т.н., доцент Мейстер Р.А.
Сибирский Федеральный Университет
Политехнический Институт**

Способ сварки плавящимся электродом в отличие от сварки неплавящимся вольфрамовым электродом менее чувствителен к размерам зазора и превышению толщин соединяемого металла, обеспечивает более высокую скорость сварки и незначительный уровень остаточных деформаций.

По Российским стандартам процесс сварки плавящимся электродом не рекомендован для стыковых соединений толщиной менее 3 мм и не менее 4 мм для угловых и нахлесточных.

В отечественной научно-технической литературе фактически отсутствуют сведения о сварке плавящимся электродом алюминиевых сплавов проволоками диаметром 0,8 и 1,2 мм током менее 50 А. Качественные соединения из алюминиевых сплавов толщиной 1-2,8 мм получены импульсной дуговой сваркой током более 55 А в ИЭС Е.А. Патона.

Дуговая сварка с импульсной подачей проволоки процесс СМТ (Cold Metal Transfer- перенос холодного металла) позволяет сваривать металл толщиной 0,3 мм и более, по данным процесс относительно сложный и дорогостоящий.

Однако сложные системы управления и источники с современными компьютеризированными системами управления практически могут быть использованы не везде из-за высокой стоимости и проблем, возникающих при обслуживании и ремонте. Очевидно, что проблема надежности источника сварочного тока с более простыми системами управления и регулирования достаточно актуальна.

Цель данной работы - исследовать возможность формирования швов и устойчивое горение дуги плавящимися алюминиевыми проволоками диаметром 0,8 и 1,2 мм при токе более 12 А.

Для питания дуги применяли однофазный выпрямитель с конденсаторным множителем напряжения и наклоном внешней характеристики 0,035 В /А. В цепь питания дуги включали дроссель индуктивностью 1,5-2,5 мГн. Электрические параметры режимов фиксировали цифровым осциллографом. Для оценки переноса металла в дуге использовали цифровой фотоаппарат. При видеосъемке камера прикреплялась к сварочной головке и через светофильтры её объектив, был постоянно направлен на дугу. При сварке автоматом, проволоки подавали гладкими роликами с минимальной глубиной клиновидной канавки и перед сваркой не зачищали.

Сварные образцы обезжиривали, зачищали вращающейся металлической щёткой и фиксировали на подложке из нержавеющей стали.

На рис. 3 показан валик, наплавленный на алюминий толщиной 0,35 мм проволокой 0,8 мм на следующих режимах: $U_{xx}=15$ В(с включенными конденсаторами в 2,82 раза больше), $I_d=12$ В, $V_{св}= 3,7$ м/ч, расход аргона 7 литров в минуту.

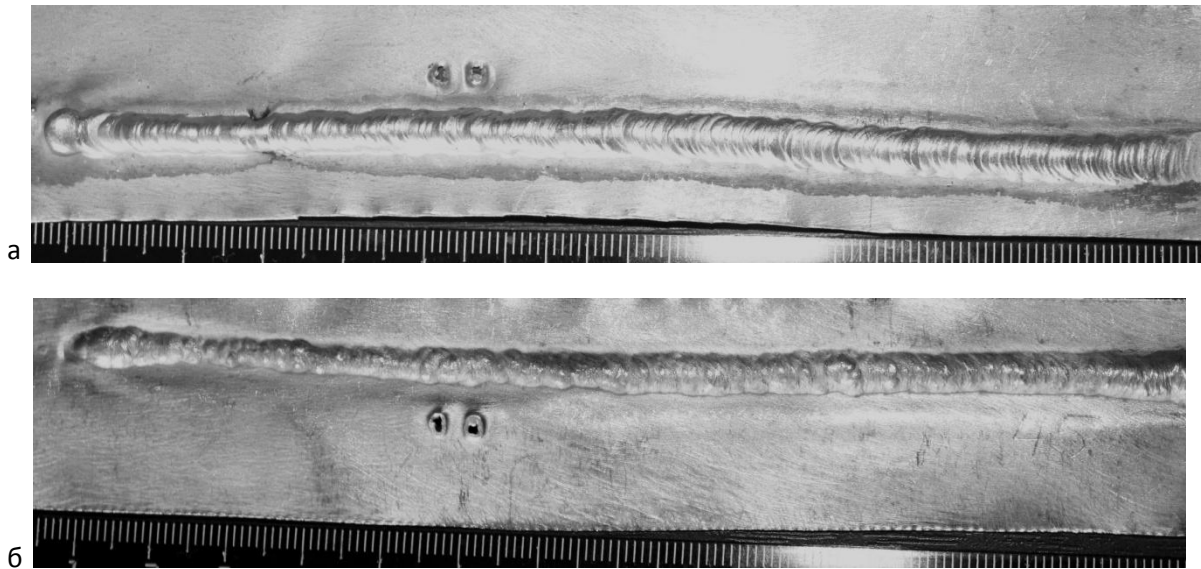


Рис.1. Наплавленный валик (а) и его обратная сторона (б.).

Несмотря на плотное поджатие образца к подложке, в зоне выполнения шва алюминиевый образец поднимается перед дугой на 1,5-2 мм. Для устранения деформаций перед дугой в зоне выполнения шва необходимо прижимать образец к подложке прижимом, перемещающимся со скоростью сварки.

На рис.2 представлен валик, наплавленный при силе тока 15 А. (остальные параметры режима аналогичны рис.1).

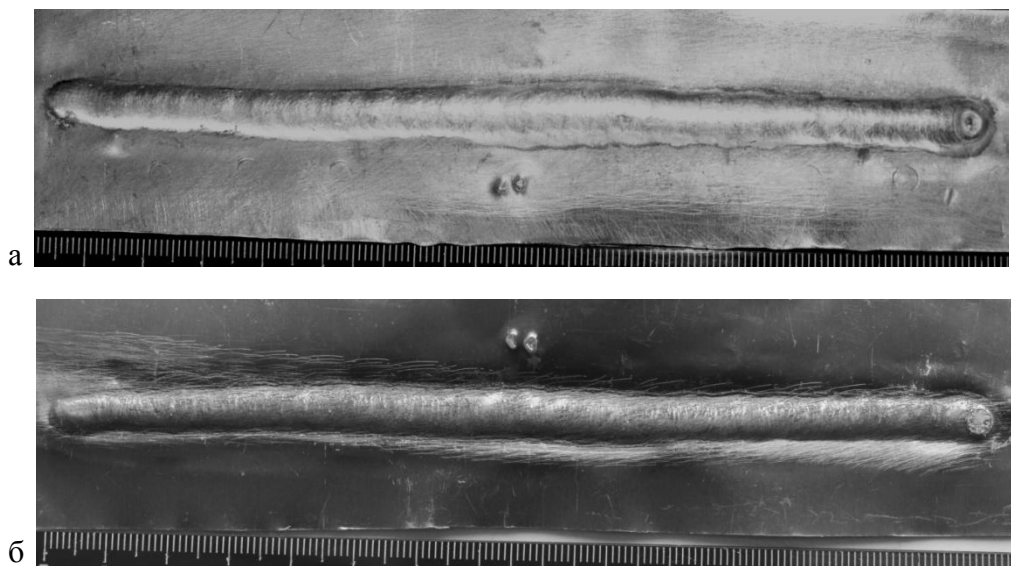


Рис. 2. Наплавленный валик (а) и его обратная сторона (б.).

С увеличением толщины образцов до 0,5-1 мм наплавленные валики формируются током 20-40 А и деформации уменьшаются.

На минимальных напряжениях визуально фиксируется перенос каплями крупного размера, но разбрызгивание практически отсутствует.

При механизированной сварке стыковых соединений формируются швы на следующих режимах: $I_d = 16-30$ А, $U_d = 12-15$ В, вылет 8-10 мм, расход аргона 7-8 литров/мин.

По-видимому, из-за малой толщины образцов и широкой ванны лучше осуществляется её дегазация и в швах не выявлено заметной пористости.

В литературе мало сведений о надежности зажигания дуги при сварке алюминиевыми проволоками в аргоне.

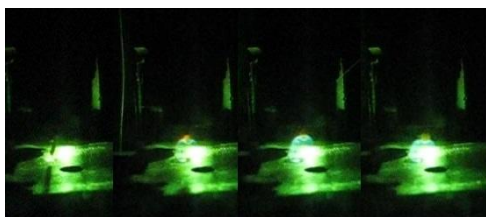
Зажигание дуги коротким замыканием происходит при непрерывной подаче стальной проволоки без отвода от детали. Наиболее интенсивно проволока нагревается вблизи токоподвода, здесь она и перегорает. Обычно дуга надёжно возбуждается после 2-3 перегораний проволоки.

По нашим экспериментам при вертикальном расположении не зачищенной проволоки СВАК5, диаметром 1,2 мм и вращении тянущих роликов при касании проволокой изделия дуга не зажигается и проволока рвётся при входе в тянущие ролики. При механизированной подаче проволоки под углом менее 40° к изделию дуга зажигается увереннее, но не с первого касания проволокой изделия.

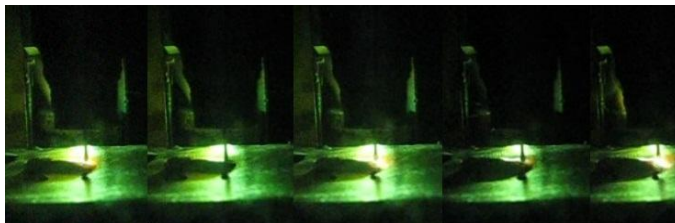
С первого касания дуга зажигается при касании и последующем отрыве торца неподвижного вылета из изделия с напряжением холостого хода вспомогательного источника питания 85-95 В, падающей внешней характеристикой и токе 5-6 А. После зажигания вспомогательной дуги, ионизации дугового промежутка, плавления жидкой прослойки на торце вылета, подается сварочная проволока, а цепь вспомогательной дуги отключается.

По данным Потапьевского, для алюминиевой проволоки диаметром 1,2 мм, при силе тока 100 А частота переноса металла в дуге 10 капель/с.

Кадры зажигания дуги в аргоне между неподвижным вылетом диаметром 1,2 мм и изделием показаны на рис. 3. Дуга зажигалась касанием торцом вылета изделия и последующем размыкании электродов. Далее после подачи проволоки цепь питания вспомогательной дуги отключалась.



а)



б)

Рис 3. Зажигание дуги (а) и горение дуги (б)., ($I_d = 30 \text{ А}$, $U_d = 16 \text{ В}$, $V_{св.} = 4,5 \text{ м/час.}$)

При подсветке угольной дугой и частоте видеосъемке 60 кадров/с перенос в дуге и размер капель фиксируется. Разбрызгивание практически не наблюдается, и в некоторые моменты крупнокапельный перенос переходит в мелкокапельный. По-видимому, это объясняется большим погружением сварочной проволоки в ванну.

На рис. 4 показан валик наплавленный проволокой диаметром 1,2 мм током 90 А и толщине изделия 4 мм. Изделие фиксировалось на подложке без поджатия.



Рис 4. Наплавленный валик.

Выводы

1. При питании дуги от однофазного выпрямителя формируются швы при толщине детали 0,35 мм и более.
2. В исследованной области режимов крупнокапельный перенос не увеличивает потери на разбрызгивание.