

УЛУЧШЕНИЕ ЗАЖИГАНИЯ ДУГИ ПРИ СВАРКЕ ТОНКОЙ АЛЮМИНИЕВОЙ ПРОВОЛОКОЙ

Накладыч В.А., Мейстер А.Р.
Научный руководитель – доцент, к. т. н. Мейстер Р.А.

Сибирский федеральный университет

Наибольшее применение в настоящее время получила сварка плавящимся электродом диаметром до 2,5 мм в среде защитных газов с постоянной скоростью подачи электрода в зону горения дуги.

В процессе дуговой сварки, состоящем из начала (установления) процесса, стабильного течения и его окончания, под началом процесса понимают время установления стабильного процесса сварки, включающее зажигание дуги и переход к заданным параметрам режима сварки.

Установление процесса сварки для систем с постоянной скоростью подачи электрода (рис. 1) происходит в несколько стадий: замыкание электрода с изделием и нагрев электрода протекающим током; перегорание электрода на участке вылета, зажигание, горение и угасание дуги; перемещение электрода к основному металлу до следующего замыкания.

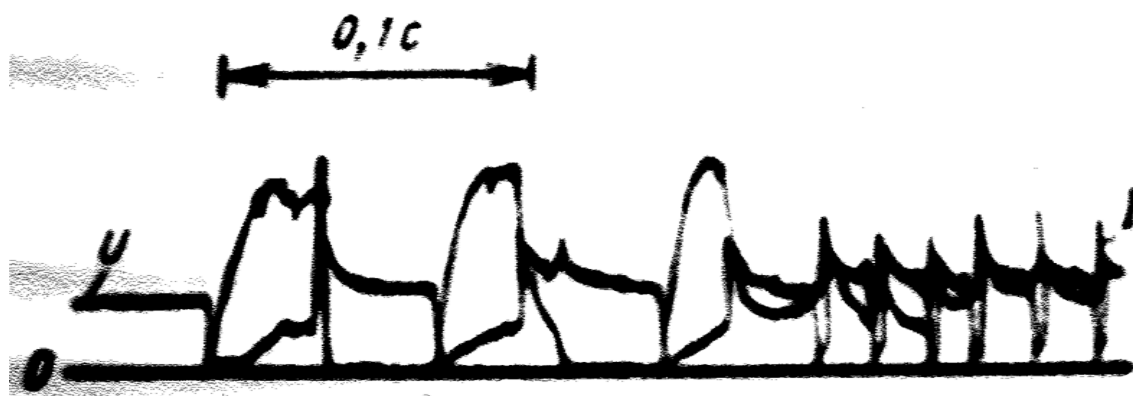


Рис. 1. Осциллограмма установления процесса сварки

Число замыканий электрода с изделием до установления устойчивого процесса меняется случайным образом от двух и более зависит главным образом от случайных значений температуры электрода у токоподводящего наконечника.

По ГОСТ 25616-83 допускается возбуждение дуги после трех соприкосновений электрода с изделием. У сварочных выпрямителей ВДУ число коротких замыканий может быть от одного до четырех, а у однофазных два – пять.

В идеальном варианте для зажигания дуги перед подачей проволоки дуговой промежуток должен быть ионизирован при наличии на торце электрода раскаленной и кипящей капли, а температура по вылету электрода распределялась согласно рис. 2.

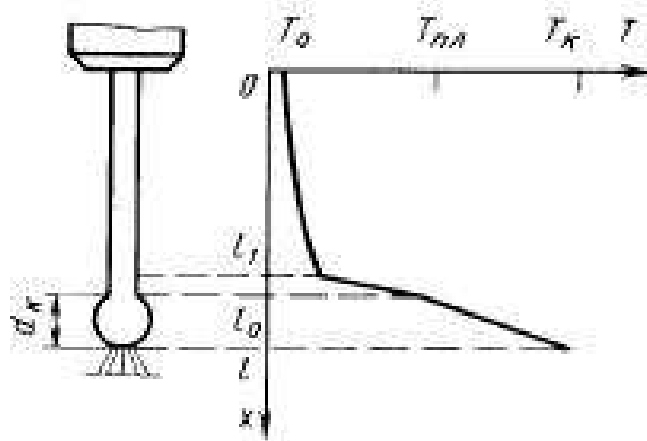


Рис. 2. Идеальное распределение температуры по вылету электрода.

T_k - температура кипения металла, $T_{пл}$ - температура плавления металла, d_k - диаметр капли

Но перед зажиганием дуги распределение температуры согласно рис. 2 до настоящего времени реализовано не было.

Но и данный способ зажигания имеет недостатки: индуктивность источника питания должна быть минимальной; с увеличением диаметра электрода зажигание ухудшается; диаметр застывшей капли на торце электродной проволоки не должен превышать полутора-двух диаметров проволоки; зажигание ухудшается с увеличением диаметра проволоки и скорости ее подачи; с увеличением угла между изделием и горелкой зажигание ухудшается; необходимое расстояние от электрода до детали не менее 3-5 мм; применение данной схемы зажигания осложняется у выпрямителей с диодами и преобразователей.

По мнению Морозкина И. С. ни «горячий старт», ни программированное изменение скорости подачи электродной проволоки не решают задачу надежного и управляемого зажигания сварочной дуги. «Горячий старт» подразумевает подход электрода к изделию с повышенным напряжением и полной индуктивностью источника питания. В момент зажигания дуги напряжение падает до величины определяемой режимом сварки, поэтому условие превышения скорости развития межэлектродного промежутка над скоростью его сокращения не выполняется и процесс переходит в короткое замыкание.

Для дуги в аргоне электродной проволокой Св-АМг6-1 минимальный ток равен 2-3 А. В данном случае за минимальный принимается ток, при котором еще наблюдается непрерывное горение дуги в течение 20 мс. Данных о длительном горении дуги на таких токах нет.

По данным Ростовской школы сварщиков с увеличением диаметра проволоки и скорости подачи зажигание дуги ухудшается. В связи с тем, что алюминиевая проволока имеет, в сравнении со стальной, меньшую жесткость и предел прочности при коротком замыкании без зажигания дуги происходит смятие и разрыв проволоки у подающих роликов, и зажигание дуги становится невозможным. Поэтому зажигание и установление процесса необходимо осуществлять с первого касания торца вылета изделия.

Как и при зажигании стальной проволокой с первого касания дуга зажигается при касании и последующем отрыве торца неподвижного вылета от изделия с напряжением холостого хода вспомогательного источника питания 85-95 В, с падающей характеристикой и силе тока 5-6 А. После зажигания вспомогательной дуги, ионизации дугового промежутка, появления жидкой прослойки на торце вылета подаётся сварочная проволока, а цепь вспомогательной дуги отключается.

На рис. 3, 4 показано горение дуги между торцом неподвижного вылета диаметром 1,2 и 1,6 мм соответственно и алюминиевой подложкой на обратной полярности в аргоне. Частота видеосъемки 30 кад/с, видеосъемка осуществлялась без подсветки, через светофильтр.

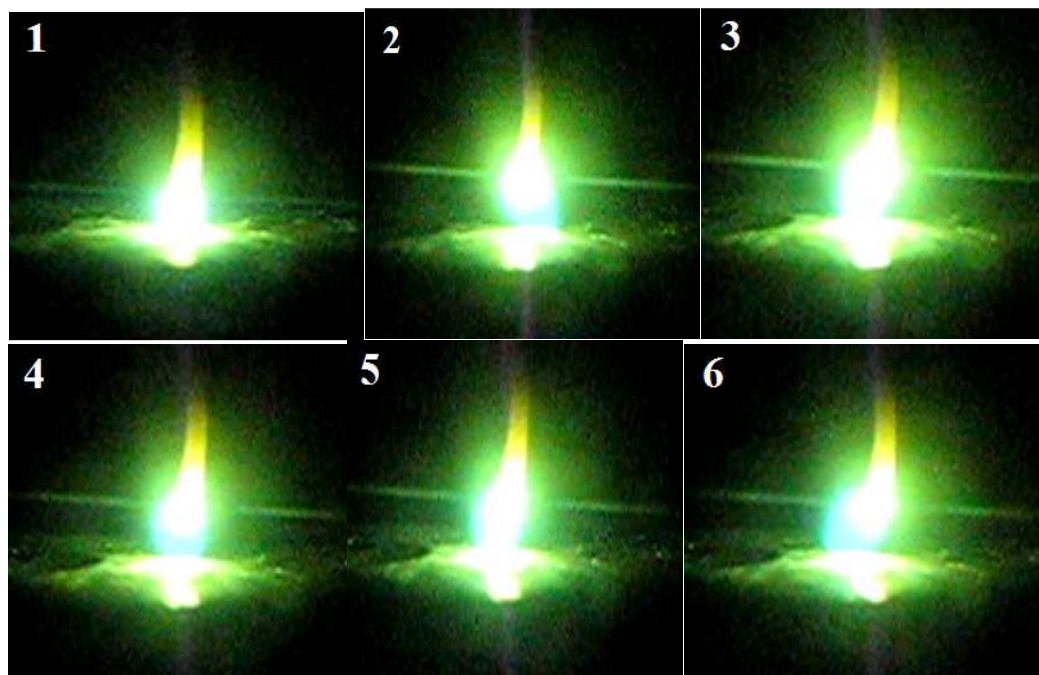


Рис. 3. Кинокадры процесса.
 $I_{д.}=4$ А, $U_{д.}=25-30$ В

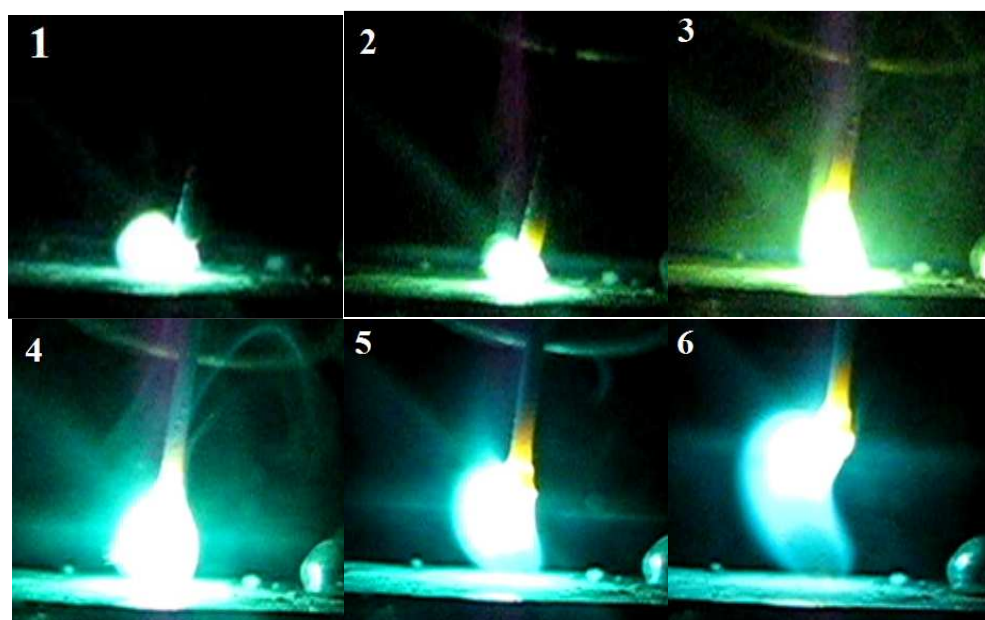


Рис. 4. Кинокадры процесса.
 $I_{д.}=5,25$ А, $U_{д.}=25-30$ В

Выявлено, что при зажигании вспомогательной дуги при силе тока 4-5 А переход горения вспомогательной дуги на рабочую дугу происходит без коротких замыканий. На рис. 5 изображен переход горения вспомогательной дуги на основную.

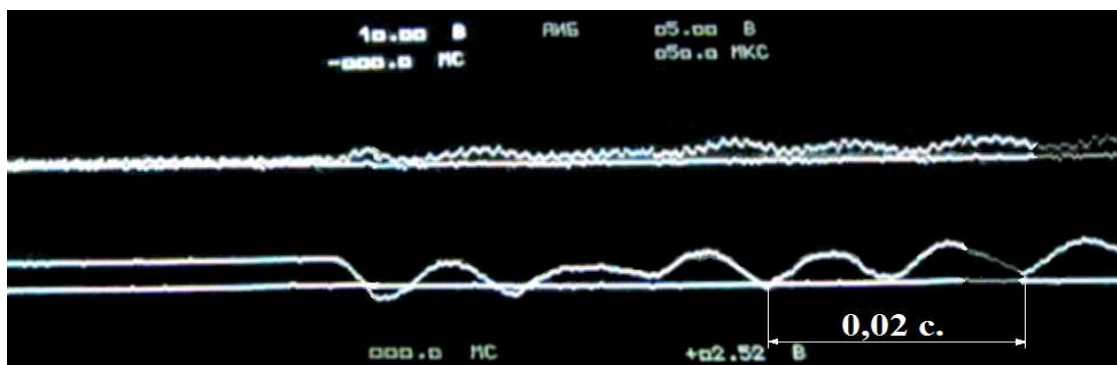


Рис. 5. Осциллограмма перехода горения вспомогательной дуги на основную.
 $\varnothing_{пр.}=1,2$ мм, $I_{д.}=22$ А, $U_{д.}=17$ В

Выявлено, что при механизированной наплавке валиков на алюминий толщиной 1-4,2 мм проволокой Св-АК5 диаметром 1,2 мм на обратной полярности формируются швы на следующих режимах: $U_{х.х.}=17-21$ В, $I_{д.}=12-40$ А, $U_{д.}=12-16$ В, вылет 8-10 мм, расход аргона 9-10 л/мин.

При силе тока 12-20 А визуально фиксируется нарастание капли на торце электродной проволоки и её переход в сварочную ванну. Внутренний диаметр защитного сопла для подачи газа составлял 14 мм, а токоподводящий наконечник был «утоплен» на 4-5 мм от среза сопла. При минимальном расстоянии от сопла до изделия чёрный налёт и пористость отсутствуют.

На рис. 6 показано поперечное сечение шва, выполненного на режимах: а) $U_{х.х.}=21$ В, $I_{д.}=40$ А, $U_{д.}=16-17$ В, толщина образца 2 мм; б) $U_{х.х.}=17,5$ В, $I_{д.}=40$ А, $U_{д.}=15,5$ В, толщина образца 2,8 мм.

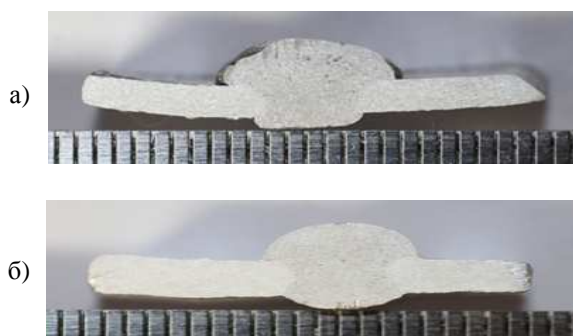


Рис. 6. Поперечные сечения швов

На рис. 7 изображен образец, выполненный механизированной сваркой на подложке из нержавеющей стали на следующих режимах: $I_{д.}=37$ А, $U_{д.}=16,5$ В, $\varnothing_{пр.}=1,2$ мм, полярность обратная, расход аргона 7-8 л/мин, толщина образца 1 мм.



Рис. 7. Наплавленный валик.

а – вид сверху, б – вид снизу, в – поперечное сечение шва

С уменьшением тока до 12-13 А визуально фиксируется крупнокапельный перенос металла в дуге, и шов формируется с перекрытием капель.