

## УЛУЧШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРЕНИЯ ДУГИ В УГЛЕКИСЛОМ ГАЗЕ

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

Получили распространение однофазные выпрямители с конденсаторным множителем напряжения, которые применяются для ручной дуговой сварки и сварки в защитных газах. Данные выпрямители чаще применяют в условиях малых предприятий, при ремонте автомобилей, сантехнических устройств и др. Ограничения, которые накладываются действующими стандартами на величину максимального тока из питающей сети напряжением 220 В в бытовых условиях (15 А) вынуждают уменьшать сварочный ток до 140 А. Данные выпрямители просты по устройству, легко ремонтируются и в сравнении с инверторными обеспечивают уменьшение высших гармоник в питающей сети. При сварке проволоками диаметром 0,8 и 1,2 мм в углекислом газе дуга горит устойчиво при силе тока 12-20 А, что позволяет сваривать сталь толщиной 0,5 мм и более.

Успешно работающие выпрямители ВС-600 российского и украинского производства – простейшие по устройству, но эти источники не обеспечивают формирование швов при токе менее 50 А, и зажигание осуществляется с нескольких касаний изделия вылетом.

В данной работе сравнивались сварочные свойства выпрямителя ВС-600 (г. Каховка) и двухфазного выпрямителя. Для умножения напряжения применялись электролитические конденсаторы емкостью 2000 мкФ. Индуктивность дросселя со ступенчатым регулированием составляла 0,5-1,2 мГн. При питании выпрямителя с конденсаторным множителем напряжением 380 В от двух фаз возможно увеличение сварочного тока до 300-400 А без перегрузки питающей сети, но напряжение холостого хода в сравнении с однофазным питанием увеличивается не в 2,82, а в 2 раза.

Оценка сварочно-технологических свойств осуществлялась согласно ГОСТ 25616-83. Электрические параметры режимов фиксировались цифровым осциллографом С9-8. Наблюдение за переносом капель металла велось путем видеосъемки цифровой камерой с частотой 60 кадров/с при подсветке угольной дугой. Валики наплавливались омедненными проволоками Св-08Г2С диаметром 0,8 и 1,2 мм на обратной и прямой полярности.

Установлено, что при питании дуги выпрямителем ВС-600 без конденсаторного множителя напряжения на прямой полярности проволокой диаметром 1,2 мм не обеспечивается устойчивое зажигание дуги со стабильным формированием швов. При включении на прямой полярности конденсаторного множителя хорошо формируются швы на следующих режимах:  $U_{xx}=27$  В (с конденсаторами – в два раза больше),  $V_{п}=53,75$  м/ч,  $I_{д}=23$  А,  $U_{д}=22$  В,  $V_{св}=4,6$  м/ч;  $V_{п}=91,5$  м/ч,  $I_{д}=45$  А,  $U_{д}=23$  В,  $V_{св}=4,6$  м/ч.

Сварка на прямой полярности практически не применяется из-за неудовлетворительного формирования швов и повышенного разбрызгивания. На приведенных выше режимах разбрызгивание минимальное. Валик, наплавленный в данных условиях на образец толщиной 2 мм, показан на рис. 1.



Рис. 1. Наплавленный валик ( $I_{д}=45$  А,  $U_{д}=23$  В,  $V_{св}=4,6$  м/ч)

На обратной полярности с отключенными конденсаторами ухудшается зажигание дуги и формирование швов согласно рис. 2, а. На рис. 2, б показано начало шва, наплавленного с конденсаторным множителем напряжения проволокой диаметром 1,2 мм.

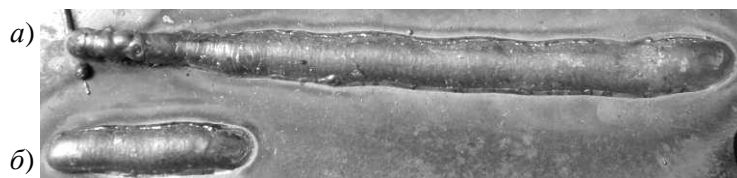


Рис. 2. Наплавленные валики ( $V_{п}=53,75$  м/ч,  $I_{д}=32$  А,  $U_{д}=22$  В,  $V_{св}=4,6$  м/ч):  
а) без конденсаторов; б) конденсаторы включены

Аналогично для проволоки диаметром 0,8 мм на обратной полярности без конденсаторов формирование швов ухудшается (рис. 3).

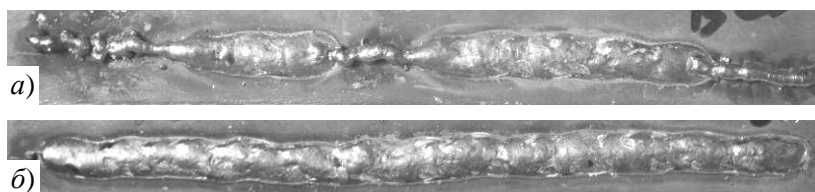


Рис. 3. Валики, наплавленные при  $V_{п}=205$  м/ч,  $I_{д}=70$  А,  $U_{д}=23$  В,  $V_{св}=11,5$  м/ч:  
а) без конденсаторов; б) с конденсаторами

На рис. 4 показан валик, наплавленный при питании дуги от выпрямителя с двухфазным питанием 380 В на прямой полярности проволокой диаметром 0,8 мм при толщине образца 0,7 мм. Обеспечивается полное проплавление без вытекания ванны.



Рис. 4. Валик, наплавленный при  $V_{п}=205$  м/ч,  $I_{д}=42,5$  А,  $U_{д}=24$  В,  $V_{св}=7,7$  м/ч

Хорошее формирование швов наблюдается на обратной полярности при силе тока 20-95 А. Осциллограмма горения дуги на обратной полярности представлена на рис. 5. Процесс протекает с короткими замыканиями дугового промежутка при частоте переноса 10-11 капель в секунду.

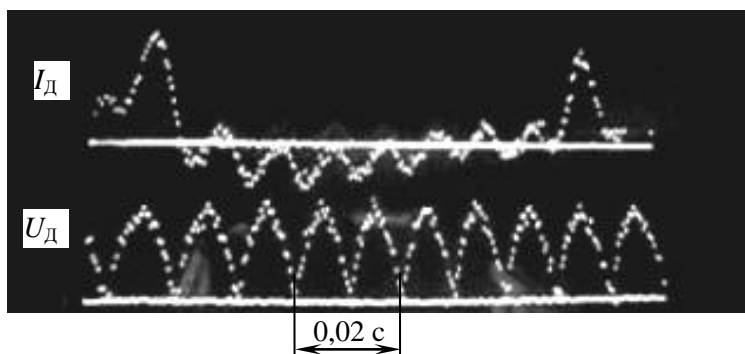


Рис. 5. Осциллограмма горения дуги при  $V_{п}=53,75$  м/ч,  $I_{д}=37,5$  А,  $U_{д}=26$  В,  $V_{св}=4,4$  м/ч

На рис. 6 представлены видеogramмы горения дуги на прямой полярности с подсветкой угольной дугой при сварке проволокой диаметром 1,2 мм в углекислом газе.

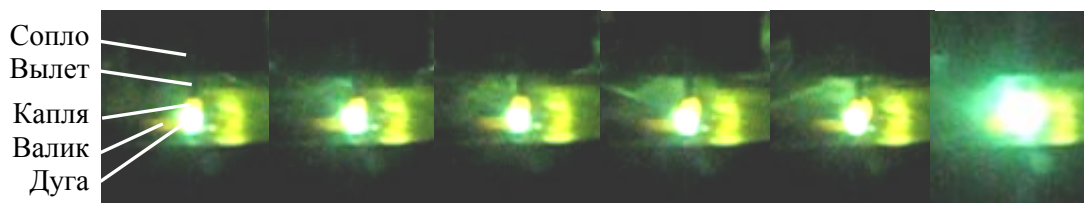


Рис. 6. Видеogramмы горения дуги ( $I_d=16,2$  А,  $U_d=24$  В, вылет 10-12мм)

Судя по осциллограммам и видеogramмам, процесс горения дуги происходит с короткими замыканиями. Фиксируется перенос каплями крупного размера с частотой  $\sim 1$  капля за 0,6 с (см. рис. 6). Судя по видеogramмам, процесс протекает с короткими замыканиями. Разбрызгивание на данном режиме практически отсутствует.

Без конденсаторов ухудшается зажигание дуги, и наблюдаются длительные короткие замыкания. С конденсаторным множителем напряжения в исследованной области режимов (до 100 А) формирование швов обеспечивается без заметного разбрызгивания. По-видимому, передача энергии от дросселя и конденсаторов и повышенное напряжение холостого хода увеличивают разрывную длину дуги и саморегулирование.

При полуавтоматической наплавке в вертикальном положении сверху вниз формируются швы током 20-30А на прямой полярности.

При этом обеспечивается полное проплавление образца без вытекания ванны. При токах 12–20 А визуально фиксируется перенос металла в дуге без взрывных явлений.

#### Выводы

1. Конденсаторы улучшают устойчивость горения дуги при трехфазной и двухфазной схеме выпрямления.
2. На прямой и обратной полярности обеспечивается формирование швов током 16 А и более.