

УДК 621.791

Е.В. Карасев (5 курс, каф. ТиТС ), Н.А. Соснин, д.т.н., проф.

## СВАРОЧНЫЕ СВОЙСТВА ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ ПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ

Тема исследования вызвана необходимостью объективно определять сварочные свойства источников с различным управлением и силовой частью при разработке нового сварочного оборудования, а также выбора наиболее подходящего оборудования для решения конкретных задач при сварке.

Одним из основных инструментов при оценке сварочных свойств должны стать осциллограммы напряжения на дуге и сварочного тока. Анализ осциллограмм дает объективный ответ по сравнению технических параметров установок, а также может лечь в основу более технологичной методики для оценки сварочных свойств источников питания в режимах ручной дуговой и механизированной сварки в защитных газах по сравнению с существующим стандартом ГОСТ 25616-83.

По осциллограммам можно оценивать все основные сварочные свойства, такие как: надежность зажигания дуги, устойчивость и стабильность процесса сварки, эффективность регулирования параметров режима, характер переноса электродного металла, характер проплавления основного металла при сварке. Наиболее эффективно анализировать характер и управление массопереносом.

В ходе испытаний были сняты осциллограммы для источников, характеризующихся различными особенностями: ВД-506ДК (с комбинированной ВАХ), Синермиг-401 (инвертор с синергетическим управлением), ВДУ-506 (тиристорное управление), ВС-300Б (с дросселем насыщения), ВД-313 (с магнитным шунтом). Одним из способов анализа осциллограмм является подсчет длительности и частоты коротких замыканий. На основе полученных данных строятся гистограммы этих зависимостей. Короткое замыкание характеризуется падением напряжения, поэтому при подсчете задается некоторое пороговое значение  $U_{св}$ , которое характеризует наличие короткого замыкания. Если при различных пороговых значениях результаты одного и того же процесса на гистограммах достаточно сильно отличаются, то это показывает, что этот процесс не стабилен или идет с повышенным разбрызгиванием. Наличие на гистограммах ярко выраженного максимума свидетельствует о стабильности процесса с управляемым массопереносом. При увеличении сварочного тока область максимума смещается влево, т.е. длительность короткого замыкания уменьшается вплоть до перехода в струйный перенос. На основе экспериментальных данных возможен подсчет диаметра капли, по которому можно судить о характере переноса. Из [1] известно, что крупными каплями считаются капли диаметром  $\geq 1.5d_э$ , средними  $(0.7-1.4)d_э$ , мелкими -  $< 0.7d_э$ . Осциллограммы, снятые в режиме РДС, показывают, что массоперенос не является управляемым, хотя это еще не говорит о плохом качестве сварки. Для оценки сварочных свойств по таким осциллограммам необходимо применять другие способы анализа, например, подсчет скорости нарастания сварочного тока или его максимальной величины, по которой можно судить о степени разбрызгивания или глубине проплавления, соответственно.

В работе разработана методика расчетного определения диаметра капли на основе полученных экспериментальных данных. Исходные данные:  $v_{под}$  – скорость подачи электродной проволоки,  $d_э$  – диаметр электродной проволоки,  $n_{кз}$  и  $n_{гор}$  – количество коротких замыканий и интервалов горения дуги соответственно,  $\tau_{кз}$  – средняя продолжительность короткого замыкания,  $\tau_{общ}$  – общее время сварки. Так как процесс сварки идет стабильно с соблюдением всех параметров режима, то будем считать, что  $v_{под} = v_{пл}$  ( $v_{пл}$  – скорость плавления электродной проволоки).

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}; V = S \cdot l = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l; m_{эл} = V \cdot \rho = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot \rho \cdot l}{4},$$

где  $m_{эл}$  - масса электродной проволоки расплавленная за 1 секунду.

$$\text{Общее время короткого замыкания: } \tau_{кз}^{общ} = \tau_{кз} \cdot n_{кз}.$$

$$\text{Общее время горения дуги: } \tau_{гор}^{общ} = \tau^{общ} - \tau_{кз}^{общ}$$

$$\text{Среднее время горения дуги в одном интервале: } \tau_{гор} = \frac{\tau^{общ}}{n_{гор}}$$

$$\text{Составим пропорцию для вычисления массы капли: } \frac{m_{кап} - \tau_{гор}^{ср}}{m_{эл} - 1с} \Rightarrow m_{кап} = \frac{m_{эл} \cdot \tau_{гор}^{ср}}{1с}$$

Будем считать каплю электродного металла шаром, поэтому  $V_{кап} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = m_{кап} \cdot \rho$

$$r_{кап} = \sqrt[3]{\frac{m_{кап} \cdot \rho \cdot 3}{\pi \cdot 4}}.$$

В табл. 1 приведены экспериментальные и расчетные характеристики сварочного процесса при механизированной сварке плавящимся электродом ( $d_3=1.2$  мм) в среде аргона сплава АМг5. Из анализа этой таблицы следует, что чем меньше среднее время короткого замыкания, тем ближе сварочный процесс к струйному переносу. При сварке на ВДУ-506С большие скорости нарастания тока, что свидетельствует о сильном разбрызгивании. Рекомендуется ограничивать скорость нарастания тока короткого замыкания значением 70 кА/с введением дросселя в цепь источника [2]. При сварке на ВС-300Б с низкой индуктивностью в сварочной цепи наблюдается крупнокапельный перенос. В остальных случаях - массоперенос средними каплями. Крупнокапельный перенос нежелателен, т.к. вводит ограничения на сварку в различных пространственных положениях, а также может повышать разбрызгивание.

Таблица 1. Экспериментальные характеристики сварочного процесса при механизированной сварке плавящимся электродом ( $d_3 = 1.2$  мм) в среде аргона сплава АМг5

Источник	Режим сварки		Среднее время короткого замыкания, мкс	Средний диаметр капель, мм	Средняя скорость нарастания тока к.з., кА/с	Максимальный пиковый ток в момент к.з., А
	I <sub>св</sub> , А	U, В				
ВД-506ДК	120	17	2517	1.24	30	250
ВД-506ДК	195	21	273	-	70	310
ВДУ-506С	160	20	349	-	170	230
ВДУ-506С	125	18	956	1.43	95	350
ВС-300Б*	110	18	666	1.42	43	260
ВС-300Б**	110	18	1005	1.96	85	300

\* - высокая индуктивность \*\* - низкая индуктивность

**Выводы.** Управляемый перенос наблюдался на всех установках, но на ВД-506ДК является наиболее стабильным и ярко выраженным. Большое разбрызгивание на ВДУ-506С подтверждается высокими расчетными значениями средней скорости нарастания сварочного тока. Во всех случаях массоперенос осуществляется средними каплями, кроме ВС-300Б с низкой индуктивностью, где наблюдается крупнокапельный перенос.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Потапьевский А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. М.:Машиностроение, 1974.

2. Милютин В.С., Коротков В.А. Источники питания для сварки. Челябинск: Metallургия Урала, 1999.