



ВЛИЯНИЕ КОЛЕБАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ СЕТИ НА ПРОЦЕСС ИМПУЛЬСНО-ДУГОВОЙ СВАРКИ

А. М. ЖЕРНОСЕКОВ, канд. техн. наук (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Экспериментально установлено влияние снижения напряжения питающей сети на разбрызгивание и характеристики наплавленного металла при импульсно-дуговой сварке плавящимся электродом углеродистых сталей в защитных газах. Показано, что при указанном возмущении эффективно применение двухканальных систем автоматической стабилизации.

Ключевые слова: импульсно-дуговая сварка, плавящийся электрод, напряжение сети, возмущения, разбрызгивание, стабилизация параметров

К настоящему времени достаточно широкое распространение в различных отраслях промышленности нашла импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом в защитных газах (ИДСПЭ). Свое развитие она получила в ряде новых технологий, таких, как двухдуговая импульсная сварка или импульсная сварка совместно с лазерной. Поскольку способ ИДСПЭ связан с производством изделий на больших промышленных предприятиях, где применяются другие способы сварки, например, контактная стыковая, а также используются мощные потребители электроэнергии (двигатели, трансформаторы и т. п.), вопрос воздействия на процесс ИДСПЭ колебаний напряжения питающей сети остается достаточно актуальным. Имеющиеся на рынке импульсные источники питания дуги обеспечивают сварку в диапазоне изменения сетевого напряжения, как правило, в пределах $\pm 10\%$. Кроме того, в них дополнительно предусмотрен режим стабилизации длины дуги. Однако поскольку процесс ИДСПЭ происходит без коротких замыканий дугового промежутка, то наиболее опасными оказываются возмущения в сторону снижения напряжения питающей сети, которые могут вызвать кратковременное нарушение принципа ИДСПЭ «1 импульс – 1 капля» и ухудшить качество металла швов.

Целью данной работы являются экспериментальные исследования влияния снижения напряжения сети на процесс ИДСПЭ сталей, а также эффективность применения при этом разработанных систем автоматической стабилизации параметров процесса.

Опыты проводили с использованием импульсного тиристорного источника питания дуги (с плавными регулировками длительности, амплитуды и частоты импульсов), подключенного через

«потенциал–регулятор» напряжения к питающей сети, а также сварочного автомата и разработанных систем автоматической стабилизации (САС) параметров процесса ИДСПЭ [1]. Использовали газовую смесь 82 % Ar + 18 % CO₂, проволоку Св-08Г2С диаметрами 1,2 и 1,6 мм.

На рис. 1 приведен внешний вид металла швов при ИДСПЭ стали Ст3сп без возмущений по сети с номинальным напряжением 380 В и с уменьшением напряжения сети U_c от номинального до 342...354 В. При ИДСПЭ сталей в смеси газов на номинальном режиме разбрызгивание металла составило 1...1,5 %, что подтверждается и другими авторами [2, 3]. Снижение напряжения питающей сети приводит к уменьшению среднего значения напряжения на дуге (источник питания с пологопадающими вольт-амперными характеристиками), возникают короткие замыкания дугового промежутка, приводящие к увеличению разбрызгивания металла ($K_p = 6,5...7\%$) с наличием брызг на сопло, что также ухудшает газовую защиту (рис. 1).

Для определения влияния снижения напряжения сети на характеристики металла швов проводили наплавки на сталь 25 проволокой Св-08Г2С диаметром 1,2 мм на номинальных режимах импульсно-дуговой сварки, с понижением напряжения питающей сети и с применением разработанных САС. При ИДСПЭ сталей применяли одно-



Рис. 1. Внешний вид металла швов при ИДСПЭ стали Ст3сп проволокой Св-08Г2С диаметром 1,6 мм в смеси газов 82 % Ar + 18 % CO₂ (скорость сварки 16 м/ч, длительность импульса 3,4 мс): 1 — $U_c = 376...380$ В (первая половина шва), 342...354 В (вторая); $K_p = 6,5...7\%$; 2 — $U_c = 376...380$ В; $I_{cp} = 250$ А; $U_{cp} = 25$ В; частота импульсов 82 Гц; $K_p = 1...1,5\%$

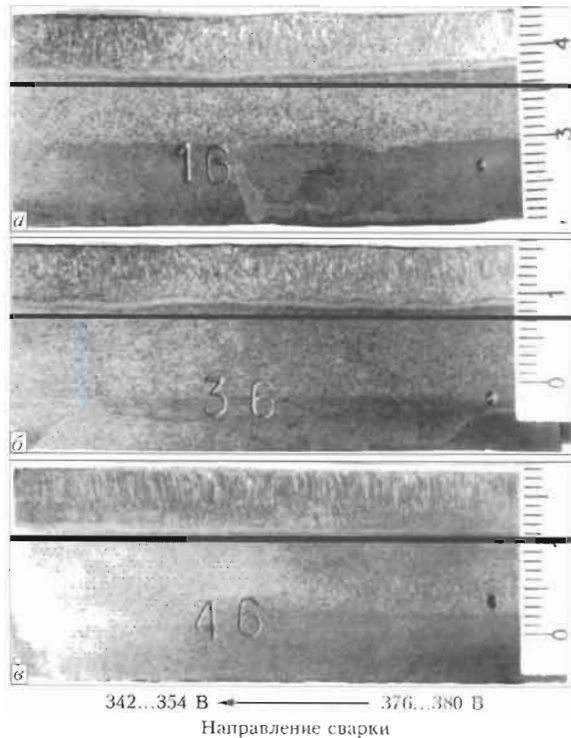


Рис. 2. Макрошлифы (продольный разрез вдоль оси наплавки) наплавленного на сталь 25 металла при плавном снижении U_c до 342...354 В (ИДСПЭ в смеси 82 % Ar + 18 % CO₂ проволокой Св-08Г2С диаметром 1,2 мм; скорость сварки 23 м/ч, длительность импульса 3,2 мс): а — без САС; б — САС напряжения на дуге U_{cp} ; в — САС U_{cp} и I_{cp}

канальную САС средних значений сварочного напряжения U_{cp} с управляющим воздействием на параметры источника питания дуги и двухканальную. Во втором случае стабилизацию средних значений сварочного тока I_{cp} осуществляли с управляющим воздействием на скорость подачи сварочной проволоки, а стабилизацию U_{cp} — воздействием на параметры источника питания дуги. Применение как одно-, так и двухканальных САС позволяет устранять при снижении напряжения сети короткие замыкания и понижать разбрызгивание металла до уровня без возмущения сети. На рис. 2 приведены макрошлифы продольных разрезов (по оси) металла швов. При работе двухканальной САС глубина проплавления и высота выпуклости наиболее стабильны (рис. 2, в).

Для изучения микроструктурных составляющих металла швов образцы разрезали поперек. По результатам металлографических исследований можно заключить, что при напряжении питающей сети 376...380 В литая микроструктура в центре металла швов стали 25 состоит из доэвтектоидного феррита,

выделившегося по границам литых кристаллитов, отдельных зерен структурно-свободного феррита, иногда ориентированных подобно видманштеттовой структуре, а также небольших участков перлита. В теле кристаллитов наблюдается структура верхнего и нижнего бейнита. Твердость составляет $HV 50$ — 2100...2210 МПа (пять измерений в центре металла швов). При уменьшении напряжения питающей сети до 342...354 В появляется больше участков перлита и феррита, ориентированных подобно видманштеттовой структуре ($HV 50$ — 2320...2370 МПа). При применении САС средних значений напряжения на дуге структура образца также содержит больше участков перлита и больше участков феррита, ориентированных по Видманштетту ($HV 50$ — 2290...2370 МПа). Использование двухканальной САС средних значений напряжения на дуге и сварочного тока позволяет получить структурные составляющие более однородные, чем при одноканальной САС U_{cp} . Твердость при этом не изменялась и составила $HV 50$ — 2340 МПа.

Известно, что образование видманштеттовой структуры зависит от содержания в металле углерода, размера зерна аустенита и скорости охлаждения металла [4]. Больше появление такой структуры в металле шва при действии возмущений по напряжению питающей сети, а также при использовании САС U_{cp} , по-видимому, связано с изменением скорости охлаждения металла.

Таким образом, уменьшение напряжения питающей сети при ИДСПЭ может привести к повышенному разбрызгиванию металла, загрязнению сопла и колебаниям глубины проплавления. Применение одноканальных САС полностью не компенсирует влияния возмущений по сети. Более эффективными являются двухканальные системы.

1. Шейко П. П., Жерносеков А. М., Шимановский Ю. О. Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом с автоматической стабилизацией параметров режимов // Автомат. сварка. — 2004. — № 1. — С. 8–11.
2. Импульсно-дуговая сварка низколегированных сталей плавящимся электродом в смеси аргона с углекислым газом / С. Т. Римский, В. Г. Свечинский, П. П. Шейко и др. // Там же. — 1993. — № 2. — С. 38–41.
3. Killing R. Schutzgase zum Lichtbogenschweißen — schweißtechnische Eigenschaften // Praktiker. — 1993. — № 8. — S. 448–455.
4. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Под ред. Б. Е. Патона. — М.: Машиностроение, 1974. — 768 с.

The influence of mains voltage lowering on spattering and molten metal characteristics at consumable electrode gas-shielded pulsed-arc welding of carbon steels is experimentally established. It is shown that application of two-channel systems of automatic stabilization is affective at the above disturbance.

Поступила в редакцию 15.10.2007