

ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНОЙ ПОДАЧИ ЭЛЕКТРОДНОЙ ПРОВОЛОКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ НАПЛАВЛЕННОГО ВАЛИКА, А ТАКЖЕ ПОТЕРИ ЭЛЕКТРОДНОГО МЕТАЛЛА ПРИ ДУГОВОЙ НАПЛАВКЕ В CO_2

И.В. ЛЕНДЕЛ¹, С.Ю. МАКСИМОВ¹, В.А. ЛЕБЕДЕВ¹, О.А. КОЗЫРКО²

¹ ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ. 03680, г. Киев-150, ул. Боженко, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

² ПАО «ДМТ Продакшин». 54029, г. Николаев, Бугский б-р, 11/2. E-mail: o.kozurko@dmt-wiches.com

В работе рассматриваются результаты исследований влияния параметров импульсной подачи электродной проволоки при электродуговой наплавке в CO_2 на условия формирования валика наплавляемого металла, износостойкость и потери электродного металла. Проведен сравнительный анализ результатов, полученных при постоянной и импульсной подаче электродной проволоки. Показано, что изменение скорости подачи электродной проволоки при постоянных энергетических параметрах процесса наплавки позволяет эффективно влиять на формирование наплавленного валика, износостойкость и количество потерь электродного металла. Данный результат достигается за счет изменения кинематических условий переноса электродного металла с торца электрода через дуговой промежуток в ванну жидкого металла. Библиогр. 11, рис. 4.

Ключевые слова: наплавленный металл, параметры импульсной подачи электродной проволоки, геометрические параметры наплавленного валика, скорость подачи электродной проволоки, потери электродного металла, управление переносом электродного металла

Важнейшей отраслью современной сварочной науки и техники является наплавка. Доминирующее положение в производственной практике получили дуговые способы наплавки. Одним из распространенных способов остается наплавка в чистом CO_2 . Однако этот процесс имеет ряд недостатков, основные из которых: большая глубина проплавления основного металла; большие потери электродного металла на разбрызгивание (от 5 до 15 %); узкий диапазон режимов наплавки с получением удовлетворительного формирования валика и др. [1, 2].

Исследованиям, направленным на устранение недостатков и совершенствование этого технологического процесса, посвящено большое количество работ, из которых следует, что условия формирования наплавленного металла и технологичность способа дуговой наплавки в CO_2 в большей степени определяются возможностью реализации управляемого переноса расплавленного электродного металла в сварочную ванну [3, 4].

Воздействие на перенос электродного металла с постоянной скоростью подачи электродной проволоки и импульсным управлением электрическими параметрами сварочной дуги реализовано такими производителями сварочного оборудования, как EWM, OTC Daihen, Kemppu, Cloos, Esab и рядом других. Компанией Fronius реализовано ком-

бинированное электромеханическое управление [5–10].

О возможностях управления переносом расплавленного электродного металла только за счет изменения скорости подачи электродной проволоки с использованием схем управления электрическими параметрами серийных источников сварочного тока в литературе имеется весьма ограниченная информация.

Для этих исследований в институте электро-сварки им. Е.О. Патона НАН Украины был разработан уникальный механизм импульсной подачи электродной проволоки (рис. 1), который позволяет без использования обратных связей с источником сварочного тока управлять переносом электродного металла.

Исследования влияния импульсной подачи электродной проволоки на геометрические размеры валика наплавленного металла проводились для характерных диапазонов параметров процесса наплавки в CO_2 , при которых сохраняется удовлетворительное формирование поверхности наплавленного металла: ток наплавки варьировался в диапазоне 80...400 А, напряжение на дуге 14...38 В, скорость наплавки 7 мм/с, вылет электрода 12 мм, расход защитного газа 0,3 л/с, диаметр сопла 20 мм. Применялись источники питания Kemppi FastMIG KMS-500 и ВДУ-506. Основной металл — сталь Ст3. Электрод-

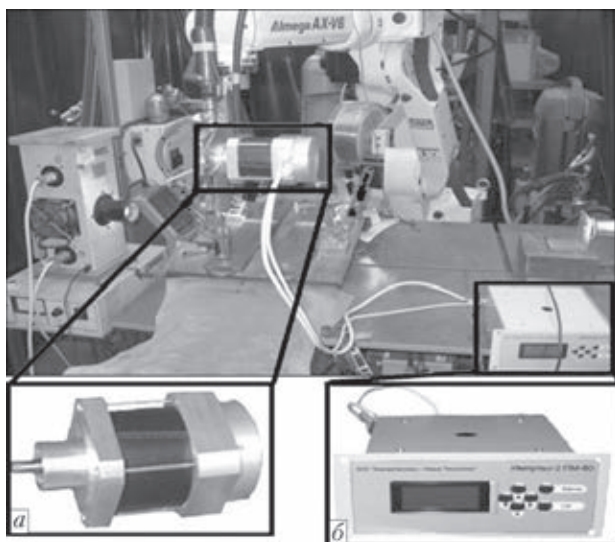


Рис. 1. Механизм импульсной подачи электродной проволоки, установленный на сварочный робот: а — вентильный электродвигатель; б — блок управления привода

ная проволока диаметром 1,2 мм Св-08Г2С и Нп-30ХГСА.

Результаты проведенных исследований показывают возможность эффективно влиять на геометрические параметры наплавленного валика, регулировать глубину проплавления основного металла в диапазоне частот 10...60 Гц и скважности 1,25...5 ед. (рис. 2). По сравнению с постоянной подачей электродной проволоки с помощью импульсной подачи возможно снизить глубину проплавления в 1,2...2,0 раза.

Кроме этого, одновременно с изучением влияния импульсной подачи электродной проволоки на геометрические параметры наплавленного валика, изучалось ее влияние на потери электродного металла. Полученные данные показывают, что импульсная подача электродной проволоки за счет создания более благоприятных условий для

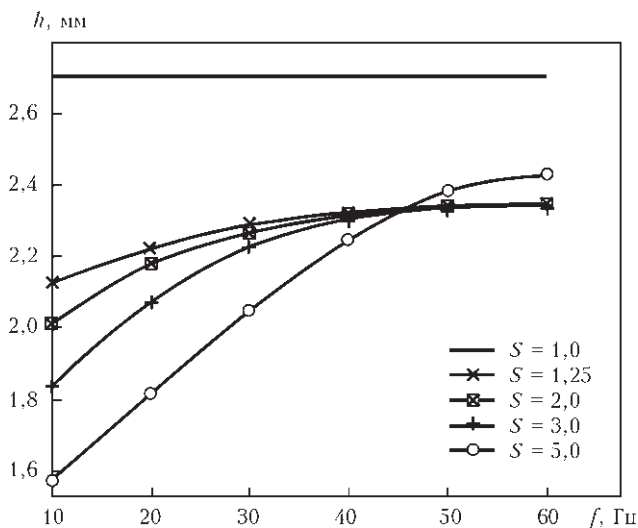


Рис. 2. Зависимость глубины проплавления h от частоты f и скважности S импульсной подачи электродной проволоки при среднем токе $I = 220$ А и напряжении $U = 26$ В

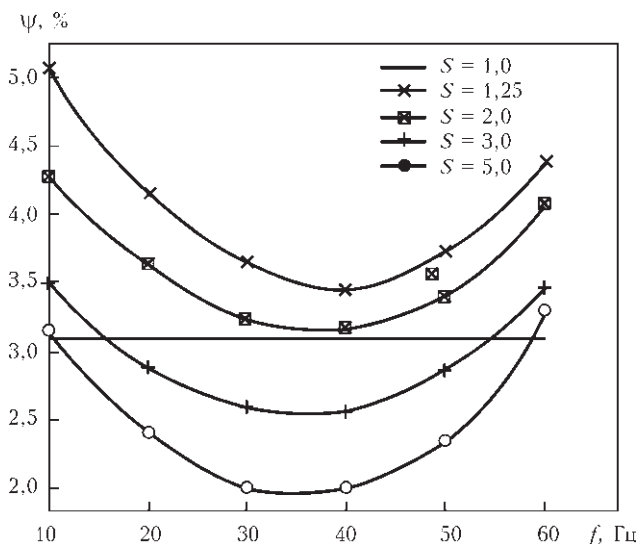


Рис. 3. Зависимость потерь электродного металла ψ от частоты f и скважности S импульсной подачи электродной проволоки при среднем токе $I = 220$ А и напряжении $U = 26$ В

перехода капли электродного металла в сварочную ванну позволяет снизить в 1,1...2 раза потери электродного металла на разбрызгивание, что особенно эффективно при частоте импульсов 20...50 Гц и скважности 3...5 ед. (рис. 3).

Для исследования влияния импульсной подачи электродной проволоки на износостойкость наплавленного металла выполнялись эксперименты по однослойной и пятислойной наплавке проволокой Нп-30ХГСА с частотой подачи 15, 20 и 60 Гц и скважностью 3...5 ед.

Испытания на износостойкость при трении металла по металлу проводили на установке для комплексной оценки свойств наплавленного металла, разработанной в ИЭС им. Е.О. Патона [11], при следующих условиях: удельное давление в месте контакта 100 МПа; скорость трения 11...12 м/мин; температура кольца-контртела (по ГОСТ 12423-66) 23 ± 2 °С; температура на поверхности испытуемого образца в контактной зоне 30...40 °С; время испытания 1 ч. Размеры кольца-контртела, изготовленного из закаленной стали 45, следующие: диаметр 110 мм, ширина 30 мм, толщина 20 мм; размеры образца 10×20×40 мм. Для сравнения в качестве эталона испытывали также образцы полученные при постоянной подаче электродной проволоки. Сопrotивление изнашиванию оценивали по потере массы ΔG испытуемого образца и истирающего кольца до и после изнашивания.

Полученные результаты показали, что при импульсной подаче электродной проволоки с низкой частотой 15...20 Гц и скважностью 3...5 ед. уже в первом наплавленном слое можно достичь уровня износостойкости пятого наплавленного слоя, выполненного с постоянной подачей электродной проволоки, а по сравнению с однослой-

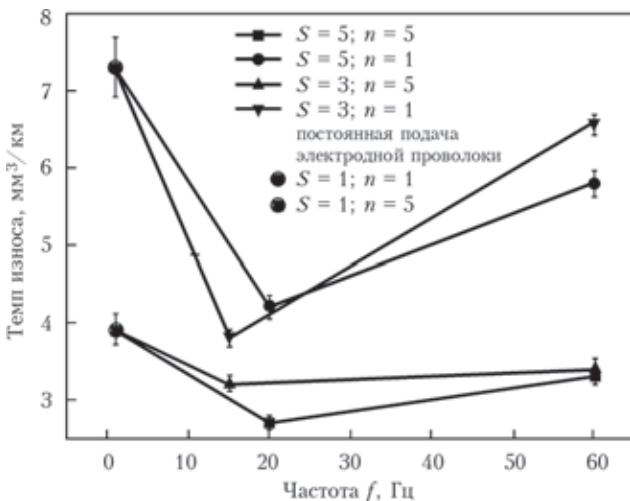


Рис. 4. График темпа износа образцов в зависимости от частоты, скважности и количества n наплавленных слоев (средний ток $I = 220$ А, напряжение $U = 26$ В)

ной наплавкой, полученной при постоянной подаче электродной проволоки, износостойкость выше практически в 2 раза (рис. 4).

Таким образом, по результатам проведенных исследований влияния импульсной подачи электродной проволоки на формирование наплавленного валика, износостойкость и потери электродного металла сделаны следующие выводы:

1. Импульсная подача электродной проволоки позволяет управлять геометрическими параметрами валика наплавленного металла. В частности при токе 220 А и напряжении 26 В глубина проплавления снижается в 2 раза. Увеличение частоты с 10 до 60 Гц приводит к увеличению глубины проплавления с 1,5 до 2,4 мм, что ближе к значению, полученному при постоянной подаче электродной проволоки.

2. При импульсной подаче электродной проволоки с частотами 20...50 Гц и скважностью

3...5 ед. наблюдается снижение потерь электродного металла. При частоте 30...40 Гц и скважности 5 ед. обеспечиваются минимальные потери электродного металла — в 2 раза меньше, чем при постоянной подаче электродной проволоки.

3. Импульсная подача электродной проволоки при частоте импульсов 15...20 Гц и скважности 3...5 ед. дает возможность уже в первом слое получить характеристики износостойкости, аналогичные пятислойной наплавке с постоянной скоростью подачи электродной проволоки. Также наблюдается улучшение износостойкости практически в 2 раза при однослойной наплавке и в 1,5 раза при пятислойной.

1. Патон Б.Е. Проблемы сварки на рубеже веков // Автомат. сварка. – 1999. – № 1. – С. 4–14.
2. Рябцев И.А., Сенченков И.К. Теория и практика наплавочных работ. – Киев: ЕкоТехнологія, 2013. – 400 с.
3. Крампит Н.Ю. Способы управления плавлением и переносом электродного металла (Обзор) // Свароч. пр-во. – 2009. – № 3. – С. 31–35.
4. Жерносеков А.М. Тенденции развития управления процессами переноса металла в защитных газах (Обзор) // Автомат. сварка. – 2012. – № 1. – С. 33–38.
5. Goecke S.F. Low Energy Arc Joining Process for Materials Sensitive to Heat // EWM hightec welding GmbH, 2005.
6. OTC Daihen Inc. Advanced Welding and Robotic Systems. DP-400/DP-500/DM-350/DM-500 Digital Controlled DC Inverter Arc Welding Machines CAT. NO. A446C. 2013.
7. Uusitalo J. Kemppi Pro News 2/2006. FastROOT Process. – P. 4–8.
8. Kemppi. Product Catalogue 2008–2009. Publisher: Kemppi Oy. P.O. Box 13. 15801 Lahti. Finland.
9. Cloos. Products 2011. Carl Cloos Schweißtechnik GmbH. – P. 142.
10. Product catalogue 2014/2015 Fronius International GmbH, Austria. – P. 120.
11. Рябцев И.И., Черняк Я.П., Осин В.В. Блочно-модульная установка для испытаний наплавленного металла // Сварщик. – 2004. – № 1. – С. 18–19.

Поступила в редакцию 18.05.2015

■ СКОРОСТНАЯ ЭЛЕКТРОШЛАКОВАЯ СВАРКА ТОЛСТОЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА БЕЗ НОРМАЛИЗАЦИИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

При традиционной электрошлаковой сварке в сварном соединении наблюдаются отдельные участки с пониженной стойкостью к хрупкому разрушению по сравнению с основным металлом. Как правило, неоднородность структуры и механических свойств этих участков устраняют применением последующей высокотемпературной обработки, например, нормализации. Однако это ведет к резкому повышению стоимости изготовления изделия.

В ИЭС разработан новый способ скоростной электрошлаковой сварки с автоматической коммутацией токоподводов к группам электродов и кромкам сварного соединения. Оборудование для его осуществления позволяет получать качественные сварные соединения без последующей высокотемпературной обработки.

