

РАЗВИТИЯ ИМПУЛЬСНЫХ СПОСОБОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СВАРКИ В ЗАЩИТНЫХ ГАЗАХ

*Р.К. Садыров, студент группы 10А42,
научный руководитель: Крампит Н.Ю.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Управление сварочной дугой и ее свойствами необходимо для повышения стабильности горения дуги и получения направленного переноса электродного металла в сварочную ванну, что особенно актуально при сварке в положениях, отличных от нижнего, а также воздействия на процессы, протекающие в сварочной ванне в околошовной зоне.

Существуют два способа управления свойствами сварочной дуги: внутренний и внешний. К первому способу относят: изменение состава газовой среды, активация электрода, изменение химического состава электрода. Ко второму способу относят: вибрацию электрода, создание магнитного поля, программирование скорости подачи электрода, импульсное изменение тока и напряжения [1].

В статье рассмотрено развитие импульсных способов управления процессом сварки в защитных газах на примере способа с программированием скорости подачи электрода и способа с импульсным изменением тока и напряжения.

Программирование скорости подачи электрода, или импульсная подача электродной проволоки позволяет добиться принудительных замыканий дугового промежутка. Один цикл каплепереноса протекает в 4 этапа:

- формирование капли за счет плавления электродной проволоки;
- движение электродной проволоки;
- торможение капли;
- короткое замыкание [2].

Увеличение коэффициента наплавки при сварке с импульсной подачей электродной проволоки объясняют следующим образом:

- управляемый процесс образования капли электродного металла;
- отсутствие больших значений токов короткого замыкания;
- увеличение тока в импульсе подачи [3].

Способы сварки с импульсным изменением тока и напряжения следующие:

- сварка модулированным током;
- импульсно-дуговая сварка;
- сварка пульсирующей дугой.

К преимуществам сварки с модулированным током относят возможность дозировать теплоту, поставляемую в сварочную ванну; облегчать сварку в вертикальном и потолочном пространственном положениях; обеспечивать управляемый мелкокапельный перенос электродного металла. [4].

Импульсно-дуговая сварка снижает разбрызгивание электродного металла, обеспечивает управляемый перенос. Во время паузы горит дежурная дуга, служащая для поддержания горения, либо плавления электрода. В момент подачи импульса тока происходит формирование капли и перенос ее в сварочную ванну.

Существует большое количество способов импульсно-дуговой сварки. *Подогрев электродной проволоки* повышает эффективность сварочных работ в 2-3 раза [5]. *Двухдуговая сварка "расщепленным" электродом* с общим токоподводом применяется с целью повышения коэффициента наплавки, увеличения скорости сварки. В процессе сварки происходят короткие замыкания между одной из электродных проволок и ванной, а также прекращается горение дуги на второй проволоки. *Увеличение вылета электродной проволоки* применяют для получения более чистого слоя наплавленного металла. При увеличении вылета электрода ширина шва и глубина проплавления уменьшается, а выпуклость шва увеличивается [6]. При процессе *SpeedPulse* обеспечиваются уменьшенное тепловложение, улучшенный провар и четкое формирование шва. Отличие от традиционного импульсного процесса заключается в том, что во время пауз между импульсами на долю миллисекунды включается струйный процесс сварки, тем самым перенос электродного металла происходит и между импульсами тоже [7]. *Сварочный процесс STTTM* (сокращение от английского термина Surface Tension Transfer – перенос за счет сил поверхностного натяжения) приемник обычного сварочного процесса

MIG/MAG с переносом короткими замыканиями [8]. Однако STTTM принципиально отличается от него возможностью прямого управления условиями переноса в сварочную ванну наплавляемого металла. *Технология forceArc* обеспечивает дугу со струйным переносом без коротких замыканий дугового промежутка. Высокая скорость передачи сигнала по системе обратных связей и малая индуктивность сварочного контура силового инвертора позволяет ограничить размер капли расплавленного металла и мгновенно корректировать сварочный ток, не позволяя, тем не менее, процессу переходить в режим коротких замыканий. *ColdArc* разработан с целью создания процесса малой мощности без механического вмешательства в подачу проволоки [9]. При подогреве проволоки током паузы нет потерь мощности, как в устройствах, использующих балластное сопротивление [10]. Сутью процесса с двойными импульсами является модулирование высокочастотного несущего сварочного тока, вырабатываемого силовым инвертором, низкочастотными импульсами, которые формируются вторичным инвертором. Изменяется форма импульса и соотношения ток-пауза. За счет изменения формы импульса и угла наклона фронта волны импульса появляется возможность получения управляемого мелкокапельного переноса в режиме короткого замыкания.

Начиная с 2002 года, авторами представлен ряд статей, в которых рассмотрены особенности импульсного управления процессом сварки длинной дугой в углекислом газе [11, 12], а также представлены разработанные способы и устройства для их реализации [13, 14].

Сварка пульсирующей дугой представляет собой специализированный процесс сварки со струйным переносом металла. При горении пульсирующей дуги в инертных газах может наблюдаться очень мелкокапельный перенос электродного металла. Импульсы высокого напряжения быстро обеспечивают глубину расплавления основного металла, но не вызывают интенсивного разогрева материала. Фоновый ток при этом поддерживает нужное состояние дуги между импульсами. По сравнению с постоянной дугой пульсирующая дуга усиливает проникновение, не повышая температуру соединения.

Процесс импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом имеет существенные технологические преимущества по сравнению с обычной сваркой плавящимся электродом в защитных газах: управляемый и направленный перенос электродного металла; малые потери металла на угар и разбрызгивание; возможность сварки длинной дугой на низких режимах; возможность выполнения сварки во всех пространственных положениях и упрощение техники сварки; уменьшение сварочных деформаций; улучшение качества сварных соединений благодаря большей концентрации энергии источника нагрева и лучшим условиям первичной кристаллизации; облегчение начального зажигания дуги; улучшение технологии сварки в шелевую разделку; улучшение санитарно-гигиенических условий труда благодаря уменьшению выделения аэрозолей.

Анализ литературных данных показывает, что технологические преимущества, получаемые при импульсно-дуговой сварке, привели к проведению интенсивных работ, как в России, так и за рубежом по созданию новых способов импульсно-дуговой сварки и разработке эффективного сварочного оборудования.

Таким образом, импульсные методы позволяют повысить качество сварного соединения, уменьшить разбрызгивание, улучшить условия для сварки материалов с плохой свариваемостью.

Вывод:

В настоящее время актуальность эффективного применения импульсных способов сварки очевидна, так как создаются благоприятные условия для активного управления плавлением и переносом электродного металла, что, в свою очередь, позволяет повысить качество сварки в различных пространственных положениях и получить сварной шов с заданными свойствами.

Литература.

1. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Управление процессом плавления и переноса при сварке в углекислом газе длинной дугой. Монография. – 2009. 215с.
2. Зернин Е.А. Распределение температурных полей при сварке в смеси газов с импульсной подачей электродной проволоки // Сварочное производство. – 2011. – №1 – С. 35-36.
3. Мозок В.М. Дополнительные особенности технологии дуговой механизированной и автоматической сварки с импульсной подачей электродной проволоки // Сварочное производство – 2010. – №2 – С. 34-38.
4. Шигаев Т.Г. Сварка модулированным током // Итоги науки и техники. Сварка. Том 17 – 1985. – С.91-133

5. Жерносеков А.М., Андреев В.В. Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом (обзор) // Автоматическая сварка. – 2007. – №10 – С. 48-52.
6. Жерносеков А.М. Влияние вылета электрода на параметры шва при импульсно-дуговой сварке сталей // Автоматическая сварка. – 2004. – №8. – С. 52-53.
7. Сварочно-технологический центр «ШТОРМ-ЛОРХ». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://shtorm-lorch.ru>
8. Технология импульсного сварочного процесса: TwinPulse, SpedPulse, STT, HighSpeed. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.intertehno.ru/articles/c4/35/>
9. Процесс дуговой сварки с уменьшенной отдачей энергии для чувствительных к теплу материалов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ewm-russia.ru/articles/coldarc.php>
10. Крампит А.Г., Крампит Н.Ю., Крампит М.А. Устройство, использующее подогрев электродной проволоки // Ремонт, восстановление и модернизация. – 2011. – №7. – С. 9-10.
11. Крампит Н. Ю., Крампит А. Г., Князьков С.А. Особенности импульсного управления процессом сварки длинной дугой в углекислом газе // Автоматизация и современные технологии. – 2002. – №9. – С. 12-15.
12. Крампит Н. Ю. Повышение стабильности процесса при сварке в углекислом газе длинной дугой / Сварочное производство. – 2010. – №2. – С. 26-29.
13. Князьков А.Ф., Крампит Н.Ю., и др. Устройство и способ для дозирования энергии, идущей на расплавление капель электродного металла при сварке в CO₂ длинной дугой // Автоматизация и современные технологии. – 2005. – №10. – С.19–21.
14. Крампит А. Г., Крампит Н. Ю. Способ и устройство для импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом в среде защитных газов // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2014. – №2 (95). – С. 114-121.

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ МЕТАЛЛА НАПЛАВЛЕННОГО ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ СИСТЕМЫ C- Si-Mn-Cr-Mo-Ni-V

*И.В. Осетковский, магистрант группы МММ-15, А.И. Гусев аспирант,
научный руководитель: Козырев Н.А., д.т.н. профессор
ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
654007, г. Новокузнецк ул. Кирова, 42*

Для защиты бункеров и желобов, применяемых в горнорудной промышленности используется наплавочная проволока соответствующая системе C-Si-Mn-Cr-Mo-V.

Целью работы являлось исследования влияния введение в систему C-Si-Mn-Cr-Mo-V никеля.

В ходе работы были проведены расчеты компонентов шихты порошковой проволоки. В качестве углерода использовали отходы металлургического производства, со следующим составом компонентов, мас. %: Al₂O₃ = 21-46,23; F = 18-27; Na₂O = 8-15; K₂O = 0,4-6; CaO = 0,7-2,3; Si₂O = 0,5-2,48; Fe₂O₃ = 2,1-3,27; C_{общ} = 12,5-30,2; MnO = 0,07-0,9; MgO = 0,06-0,9; S = 0,09-0,19; P = 0,1-0,18; Изготовленной проволокой диаметром 5мм проведена наплавка в 3слоя под флюсом АН-26С. Режим наплавки 450-520А; 27-32В; 10-15см/мин. Химический состав исследуемых наплавленных образцов определяли рентгенофлуоресцентным методом на спектрометре XRF-1800 и атомно-эмиссионным методом на спектрометре ДФС -71. Результаты химического анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты химического анализа образцов

№ образца	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V
1	0,228	0,25	0,66	0,95	0,351	0,34	0,29
2	0,1	0,15	0,45	0,23	0,1	0,08	0,11
3	0,28	0,17	1,12	2,00	0,7	0,6	0,82

Измерение твердости проводилось с использованием твердомера МЕТ-УД. Испытания на износостойкость производили на машине 2070 СМТ – 1. Режим: нагрузка -30 мА, частота -20 обр/мин. Результаты испытаний приведены в таблице 2.