

УДК 621.791.65

**СВАРКА С ИМПУЛЬСНЫМ ПИТАНИЕМ
В УГЛЕКИСЛОМ ГАЗЕ ПРИ РАБОТЕ
СИСТЕМЫ С ОБРАТНЫМИ СВЯЗЯМИ**

А.Г. Крампит, Н.Ю. Крампит, М.А. Крампит

Юргинский технологический институт (филиал) ТПУ
E-mail: akrampit@mail.ru**Крампит Андрей
Гарольдович**, канд. техн. наук,
доцент кафедры сварочного
производства Юргинского
технологического института
(филиал) ТПУ. E-mail:
akrampit@mail.ruОбласть научных интересов:
разработка процессов сварки в
щелевую разделку и систем для
их реализации.**Крампит Наталья Юрьевна**,
канд. техн. наук, доцент
кафедры сварочного
производства Юргинского
технологического института
(филиал) ТПУ.

E-mail: nkrampit@mail.ru

Область научных интересов:
исследование процесса плавления
и переноса электродного металла
при импульсном питании
сварочной дуги в углекислом газе.**Крампит Максим Андреевич**,
студент кафедры сварочного
производства Юргинского
технологического института
(филиал) ТПУ.

E-mail: akrampit@mail.ru

Область научных интересов:
исследование процессов при
сварке и наплавке в углекислом
газе.

Представлены исследования процесса сварки в среде углекислого газа с импульсным питанием при работе системы с обратными связями. Установлено, что наибольшее влияние на процесс сварки с обратными связями оказывает длительность накладываемых импульсов. Сделан вывод о том, что использование системы с обратной связью позволяет стабилизировать процесс сварки за счет создания равных начальных условий перед наложением импульса сварочного тока.

Ключевые слова:

Сварка с импульсным питанием, система с обратными связями.

Key words:

Pulse welding process, feed-back system.

Вопрос обеспечения стабильности процесса при механизированных способах сварки остается актуальным, особенно при сварке в среде углекислого газа. В связи с этим возможность использования сварки с импульсным питанием сварочной дуги весьма целесообразна. Данный процесс относится к импульсно-дуговым способам, применение которых возможно не только при сварке в инертных газах, их смесях, но и в углекислом газе, так как полностью отвечает требованиям, предъявляемым к получению качественных сварных швов. Особенности и

результаты исследования процесса сварки с импульсным питанием по программе в среде углекислого газа были изложены в работах [1–3], где были представлены способы и системы для их реализации.

Основной частью системы, обеспечивающей импульсное питание сварочной дуги, является модулятор импульсов ИРС-1200АДМ [2]. Модулятор позволяет работать как по программе, так и с обратными связями. При работе модулятора по программе происходит наложение импульса независимо от начальных условий. Это может приводить к тому, что момент подачи импульса происходит при разных начальных условиях. Например, капля не успела за время паузы занять соосное положение с электродом или в результате проскальзывания проволоки напряжение на дуге может иметь разные значения (рис 1, а), что приводит к изменению параметров накладываемых импульсов (рис. 2).

Особенно это заметно при использовании режимов с малой длительностью импульсов (от 2 до 4 мс), что демонстрирует рис. 2, где хорошо видна разность амплитудных значений, т. е. появляется процесс автоколебания дуги (при больших значениях длительности импульсов

(от 6 до 10 мс) происходит эффект саморегулирования, в связи с чем выравниваются параметры импульсов и средние параметры сварки).

Данный недостаток решается при работе системы с обратными связями. На интервале паузы отслеживается напряжение дугового промежутка и при достижении заданного значения, а, соответственно, и равной длины дуги, подается импульс сварочного тока. При этом обеспечивается равенство начальных условий, следовательно, параметры импульсов получаются одинаковые (рис. 1, б).

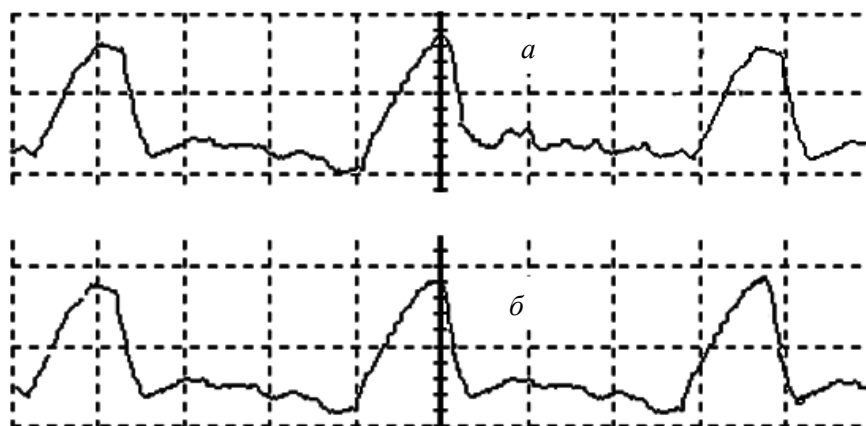


Рис. 1. Осциллограмма напряжения дугового промежутка при работе: а) без обратных связей; б) с обратными связями

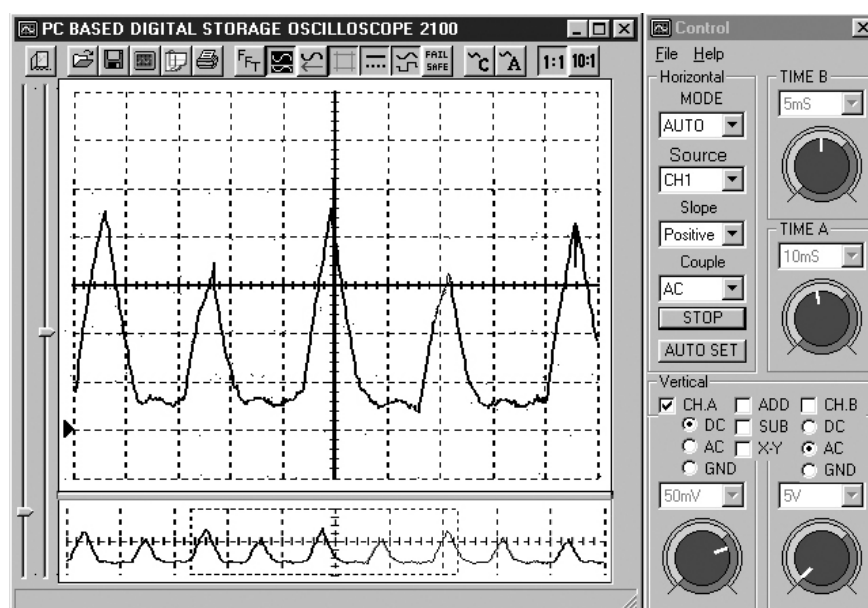


Рис. 2. Осциллограмма тока при сварке с импульсным питанием без обратных связей (средний ток 166 А, длительность импульса 2,99 мс, амплитудное значение 413...533 А, частота 88 Гц)

В статье приведены результаты исследований процесса сварки с импульсным питанием при работе системы с обратными связями.

Система с обратными связями позволяет значительно стабилизировать процесс каплепереноса, и повысить устойчивость сварочной дуги. При работе с обратными связями частота накладываемых импульсов подбирается автоматически и зависит от следующих параметров: заданного напряжения, длительности импульса, амплитудного значения сварочного тока. Для установления взаимосвязи между параметрами импульсного питания при

работе системы с обратными связями были проведены исследования по влиянию длительности и амплитуды тока на параметры импульсного питания.

Методика проведения эксперимента

Эксперименты проводились на специальной установке для исследования процесса сварки с импульсным питанием сварочной дуги в среде углекислого газа на следующих режимах:

- диаметр электродной проволоки 1,2 мм;
- скорость подачи электродной проволоки 360 м/ч;
- вылет электродной проволоки 15 мм;
- расход защитного газа 12 л/мин;
- скорость сварки 15 м/ч.

В непрерывном режиме при данной скорости сварки сила тока составляет 220...240 А. При сварке в углекислом газе такой процесс характеризуется наибольшим разбрызгиванием электродного металла [4].

Влияние длительности импульсов на параметры импульсного питания исследовалось при неизменной скорости подачи. Изменение длительности производили с 2,99 до 9,87 мс. Индуктивность в сварочной цепи увеличивали, чтобы обеспечить амплитудное значение в пределах управляемого переноса [5]. Показания снимали с осциллографа DSO 2100 при помощи персонального компьютера.

Влияние амплитудного значения сварочного тока на параметры импульсного питания исследовалось при фиксированном значении длительности импульса (9,09 мс). Амплитудное значение тока меняли за счет изменения индуктивности сварочной цепи (переключением выводов секционированного дросселя).

Исследования по влиянию длительности импульсов на параметры импульсного питания

При увеличении длительности происходит возрастание среднего значения сварочного тока. Так как увеличение длительности протекания импульса приводит к повышению амплитудного значения тока, которое может выйти из области управляемого переноса, амплитуду тока корректировали согласно работе [5].

На рис. 3 приведены осциллограммы тока при различных значениях длительности импульса (для лучшей наглядности осциллограммы совмещены на одной координатной сетке).

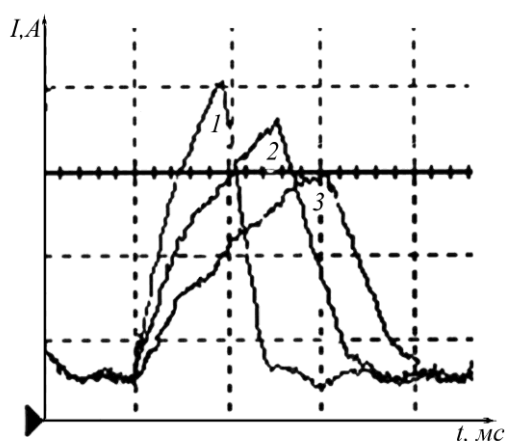


Рис. 3. Характерные импульсы различной длительности: 1) длительность 4,94 мс, частота 69 Гц, амплитуда тока 546 А; 2) длительность 7,4 мс, частота 58 Гц, амплитуда тока 460 А; 3) длительность 9,87 мс, частота 42 Гц, амплитуда тока 423 А

Для обеспечения стабильности горения дуги амплитудное значение выбиралось согласно рис. 4, при этом скорость нарастания импульсов уменьшается (рис. 5). Резкие скачки экспериментальных точек в районе 4,5 и 8,5 мс (рис. 4) вызваны переключением секционированного дросселя для корректировки амплитудного значения тока.

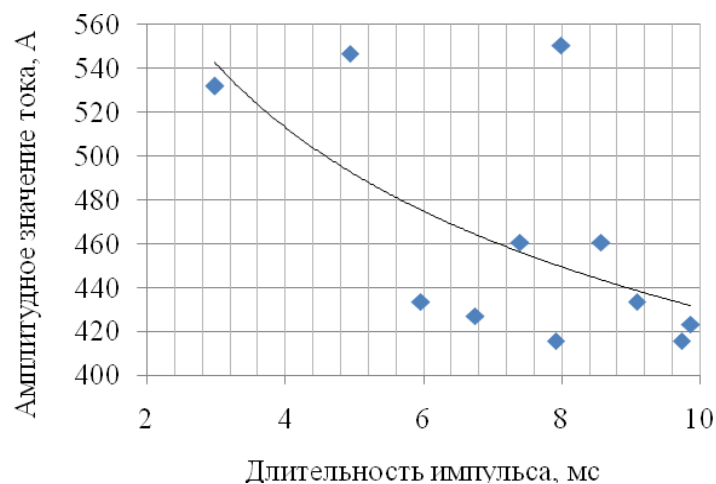


Рис. 4. Зависимость амплитудного значения сварочного тока в импульсе от длительности импульса

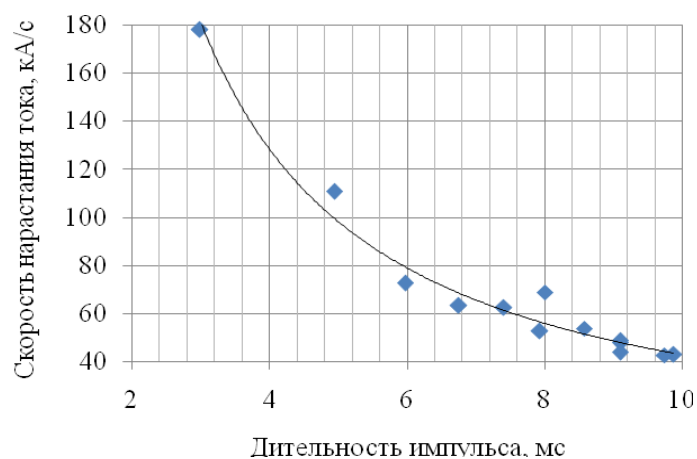


Рис. 5. Зависимость скорости нарастания тока в импульсе от длительности импульса

При увеличении длительности импульса частота следования импульсов снижается с 90 до 42 Гц (рис. 6), а среднее значение сварочного тока повышается (рис. 7).

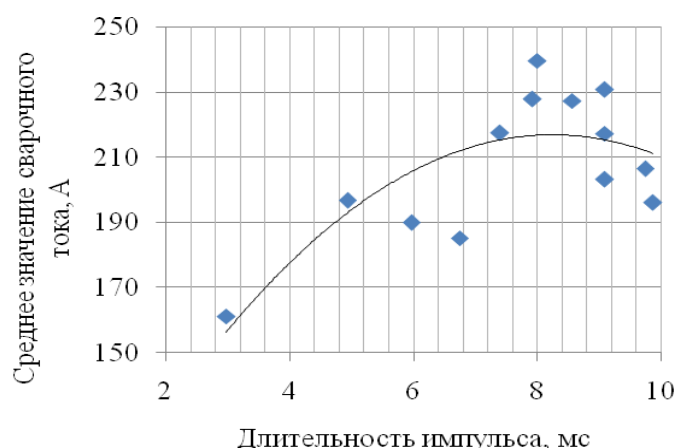


Рис. 6. Зависимость среднего значения сварочного тока от длительности импульса

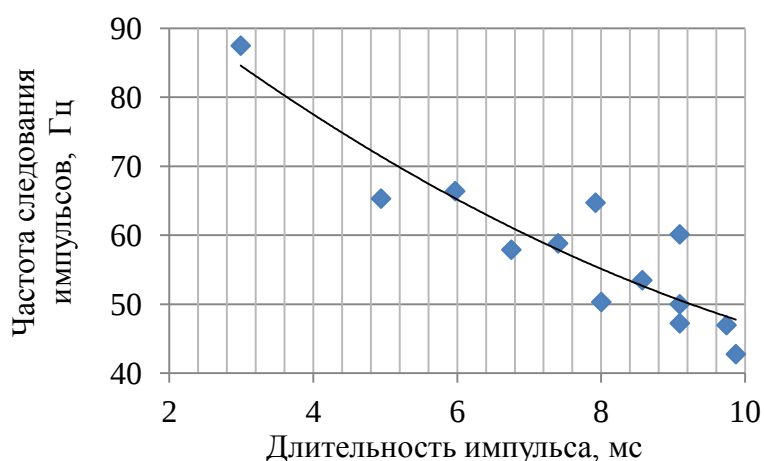


Рис. 7. Зависимость частоты следования импульсов от длительности импульса

Повышение среднего значения при увеличении длительности и снижении частоты (при одинаковой скорости подачи электродной проволоки) можно объяснить тем, что средний размер капли находится в обратной зависимости от частоты накладываемых импульсов. В результате увеличения размера капли происходит перераспределение тепла, вводимого со стороны дуги в электрод и в каплю жидкого металла, так как ввод тепла в электрод осуществляется через увеличивающийся размер (диаметр) капли.

При возрастании длительности импульса увеличивается размер переносимых капель и соответственно значение длины дугового промежутка будет больше, в результате для достижения заданного значения напряжения на дуге (длины дуги) в паузе затрачивается больше времени, что приводит к снижению частоты накладываемых импульсов.

Исследования по влиянию амплитудного значения сварочного тока на параметры импульсного питания

Зависимости изменения параметров от амплитуды сварочного тока приведены на рис. 8 и 9.

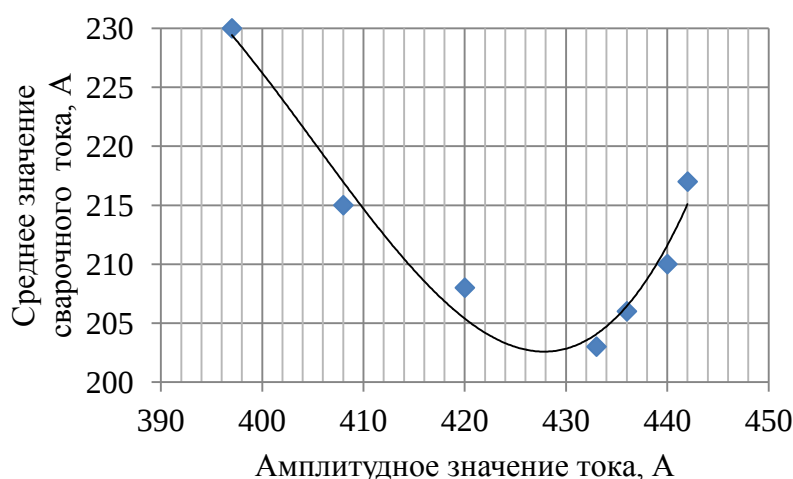


Рис. 8. Зависимость среднего тока от амплитудного значения тока (при длительности импульса 9,09 мс)

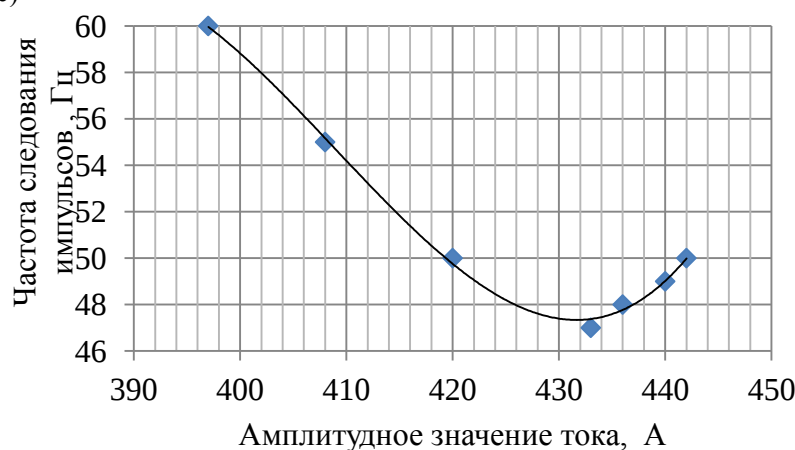


Рис. 9. Зависимость частоты следования импульсов от амплитудного значения тока (при длительности импульса 9,09 мс)

При увеличении амплитуды с 400 А до 420 А происходит снижение, как среднего тока (на 22 А), так и частоты накладываемых импульсов (на 12 Гц). Дальнейшее повышение амплитуды до 445 А вызывает увеличение среднего тока (на 15 А) и частоты следования импульсов (на 2 Гц). Исследования показывают, что изменением амплитуды тока (при равных значениях длительности) можно управлять значениями среднего тока и частоты (на 10 % от начального значения).

Таким образом, полученные результаты исследований показали взаимосвязь параметров импульсов при работе системы с обратными связями.

Выводы

1. Наибольшее влияние на процесс сварки с обратными связями оказывает длительность накладываемых импульсов. Изменение длительности импульса при амплитудном значении сварочного тока, не выходящим за пределы управляемого переноса, а также при неизменной скорости подачи электродной проволоки приводит к изменению таких параметров как средний ток и частота.
2. Изменением амплитудного значения сварочного тока можно регулировать значения среднего сварочного тока и частоты до 10 %.

3. Использование системы с обратной связью позволяет стабилизировать процесс сварки за счет создания равных начальных условий перед наложением импульса сварочного тока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Князьков А.Ф., Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. и др. Способ импульсно-дуговой сварки в среде углекислого газа // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2005. – № 1. – С. 23–25.
2. Князьков А.Ф., Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. и др. Искусственная формирующая линия в силовой части модулятора ИРС-1200АДМ // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2003. – № 12. – С. 28–30.
3. Князьков А.Ф., Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. и др. Устройство для импульсно-дуговой сварки // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2004. – № 6. – С. 26–28.
4. Потапьевский А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Ч. 1. Сварка в активных газах. – Київ: Екотехнологія, 2007. – 192 с.
5. Князьков А.Ф., Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Процесс переноса электродного металла при сварке в CO_2 длинной дугой // Сварка в Сибири. – 2006. – № 1. – С. 23–24.

Поступила 16.11.2011 г.