

СИСТЕМА ИМПУЛЬСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СВАРКИ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ

*Князьков А.Ф., Поляков Ю.В., Зевакин И.А.
Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Князьков А.Ф., к.т.н., доцент кафедры
оборудования и технологии сварочного производства*

Порошковая проволока представляет интерес для автоматизации процесса сварки неповоротных стыков магистральных трубопроводов. В настоящее время для механизированной сварки неповоротных стыков магистральных трубопроводов применяются порошковые проволоки типа INNERSHIELD марок NR-207 диаметром 1.7 мм и 208Н диаметром 1.7 и 2.0 мм на прямой полярности стационарной дугой без дополнительной защиты. Такой процесс реализуется при большом значении сварочного тока (200-300) А и сопровождающийся большим разбрызгиванием. При прохождении вертикального участка (близкого к нему) необходимо накладывать корректирующие швы, чтобы выровнять сварочный шов. Кроме того, при изменении режима сварки(по величине сварочного тока) изменяется условия нагрева, плавление и разложение шихты, что приводит к нарушению защиты, возможности попадания нерасплавленных частиц шихты в сварочную ванну, разной степени завершения металлургических реакций на стадии капли и изменение химического состава наплавленного металла.

На основании исследований проведенных на кафедре можно заметить, что во время импульса, при сварке порошковой проволокой, оболочка цилиндрической проволоки плавится быстрее, чем сердечник. При этом остается значительная выступающая часть не оплавленного сердечника из шихты, которая может попадать в сварочную ванну, образуя дефект сварного соединения. Из этого следует вывод, что применение чисто импульсного питания для сварки порошковой проволокой с цилиндрической оболочкой недопустимо. Для решения этой проблемы была разработана оптимальная форма циклограммы, позволяющая реализовать этот процесс (рисунок 1).

Процесс происходит следующим образом. Капля электродного металла плавится сложным импульсом. На промежутке времени t_1-t_2 происходит плавление порошковой проволоки при оптимальной силе тока. В момент времени t_2-t_3 происходит импульс тока, который переносит расплавленную каплю электродного металла в сварочную ванну. Затем в промежуток времени t_3-t_4 ток уменьшается до дежурного, при котором напряжение выравнивается.

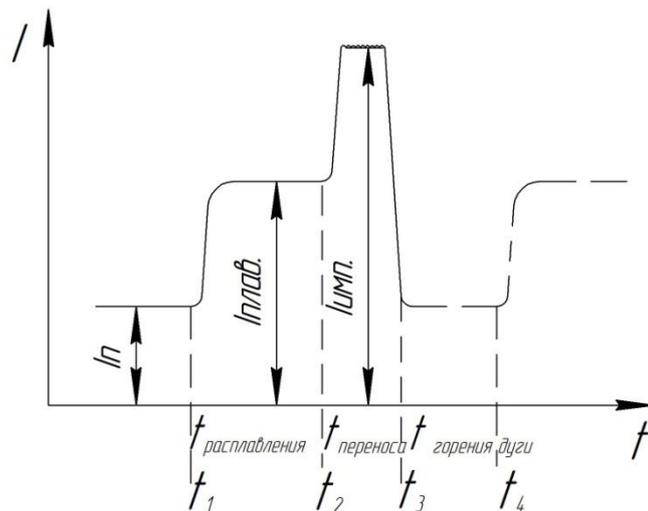


Рисунок 1 – Циклограмма процесса сварки порошковой проволокой

Для реализации такой циклограммы разработан импульсный источник питания сварочной дуги, синтезированный из различных систем, функциональная схема которого представлена ниже (рисунок2) [1, 2].

Функциональная схема содержит основные блоки и узлы для формирования импульсов сварочного тока:

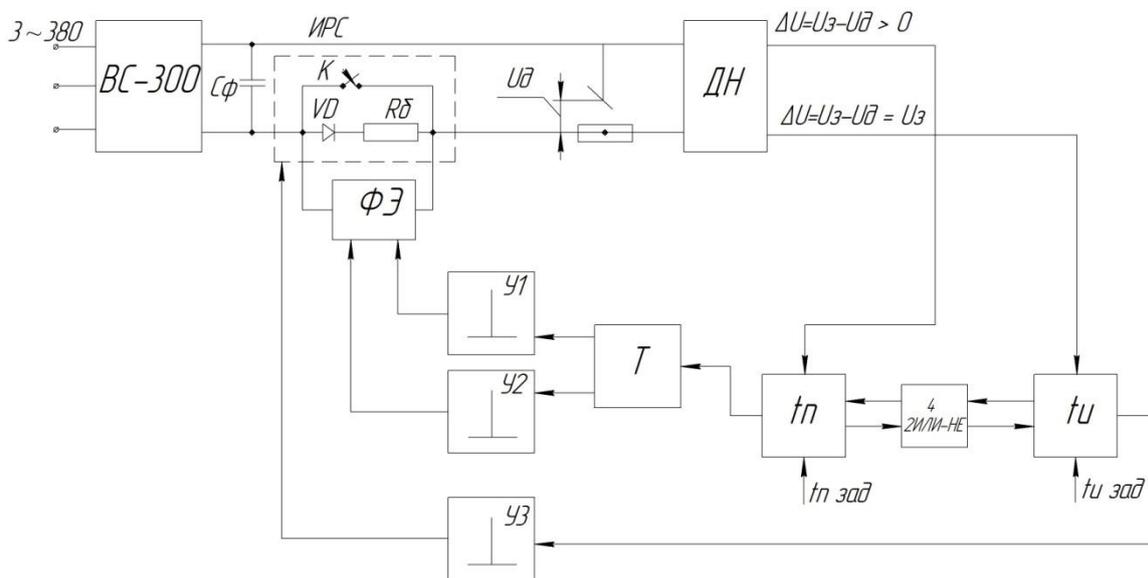


Рисунок 2 – Функциональная схема системы импульсного питания

где BC – 300 - источник питания постоянного тока с внешней, крутопадающей вольтамперной характеристикой; ИРС – импульсно регулируемое сопротивление состоящее из тиристорного ключа К и R_δ-балластного сопротивления, обеспечивающего протекание тока паузы;

ДН - датчик напряжения с двумя выходами, с одного выхода снимается текущее отклонение дугового напряжения от заданного, а с другого выхода фиксируется наличие короткого замыкания; t_i - таймер отсчитывающий длительности импульса; t_p - таймер отсчитывающий длительности паузы; У1, У2, У3 – импульсные усилители; ФЭ – формирующий элемент состоящий из однофазной мостовой схемы на тиристорах и однородной искусственной формирующей линии[2]; Т-триггер; интегральная микросхема 4 2ИЛИ-НЕ – микросхема согласующая работу таймеров длительности импульсов и длительность паузы; VD – блокирующий диод.

Работа схемы происходит следующим образом. При горении дуги на интервале паузы скорость плавления электрода значительно меньше скорости подачи, поэтому торец электрода приближается к изделию. Ток паузы протекает через балластный реостат Rб и блокирующий диод VD. Напряжение дугового промежутка уменьшается, что фиксируется цепью обратной связи. В момент когда $U_d = U_z$ на одном из выходов таймера отсчитывающего длительность паузы (t_p) появляется сигнал который через элемент 4 2ИЛИ-НЕ запускает таймер отсчитывающий длительность импульса. При этом в этот же момент времени с другого из выходов таймера (t_i) поступает сигнал на усилитель У3. С выхода усилителя, сигнал поступает на замыкание ключа К. Это происходит в момент времени t_1 . Начинает протекать ток расплавляющий каплю. Длительность протекания тока и размеры капли дозируются таймером t_i . В момент времени t_2 таймер срабатывает. При этом заканчивается дозирование энергии на расплавление капли и со второго выхода таймера через элемент 4 2ИЛИ-НЕ запускается таймер на длительность паузы (t_p). В момент срабатывания таймера (t_p) с одного из его выходов поступает сигнал на вход Т-триггера. При этом с одного из выходов Т-триггера поступает сигнал на усилитель У1. После усиления с выхода У1 сигнал поступает на один из входов формирующего элемента ФЭ. При этом на интервале $t_2 - t_3$ протекает импульс тока переносящий каплю в сварочную ванну в любом пространственном положении. С момента t_3 начинает протекать ток паузы. Время паузы отсчитываемое таймером t_p корректируется при помощи цепи обратной связи. В момент времени t_4 напряжение дуги становится равным заданному, таймер срабатывает и сигналом с одного из выходов через элемент 4 2ИЛИ-НЕ запускает таймер (t_i). В этот момент с одного из выходов таймера через усилитель У3 включается ключ К и процесс повторяется.

Длительность импульса на расплавление капли заданных размеров $t_{И\text{заданное}}$ задается предварительно и в процессе сварки ограничивается до минимального значения в случае короткого замыкания (при первоначальном возбуждении дуги с короткого замыкания или при случайном коротком замыкании в процессе сварки) цепью обратной связи.

Длительность паузы $t_{П\text{заданное}}$ устанавливается максимальной из условия энергоресурсосбережения в режиме холостого хода. В процессе сварки длительность паузы будет определяться автоматически цепью обратной связи в функции скорости подачи электрода, обеспечивающее равенство $U_d = U_z$ в моменты времени t_1 , t_4 и т.д.

Выводы:

1) Особенностью схемы является то, что импульс, создаваемый формирующим элементом, выполняет две функции:

- формирует расплавленный металл на торце электрода в каплю и переносит ее в сварочную ванну в любом пространственном положении;
- переводит тиристор, через который протекает ток на расплавление капли, являющийся полууправляемым элементом в непроводящее состояние.

2) Система импульсного питания имеет переменную структуру:

- на интервале протекания дежурного тока работает цепь из последовательно соединенных блокирующего диода VD и балластного сопротивления Rб;
- на интервале дозированного расплавления капли ток протекает через тиристорный ключ К;
- на интервале выключения тока расплавляющего каплю, ток формируется импульсным элементом с одновременным выключением фронтом формируемого импульса тиристорного ключа К.

Список информационных источников

1. Устройство для импульсного питания сварочной дуги. Пат. 2457088 РФ. А.Ф. Князьков, Ю.В. Сотокина, С.Ф. Князьков, Д.В. Уткин; Оpubл. 23.12.2010.

2. Устройство для формирования импульсов сварочного тока. Пат. 2343051 РФ. / А.Ф. Князьков, В.Л. Князьков, О.С. Бирюкова, В.А. Устинов.; Оpubл. 10.01.2009.