

# ИМПУЛЬСНАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕНОСА ЭЛЕКТРОДНОГО МЕТАЛЛА ПРИ СВАРКЕ ПОРОШКОВЫМИ ПРОВОЛОКАМИ

*Князьков А.Ф., Зевакин И.А., Поляков Ю.В.*

*Научный руководитель: Князьков А.Ф., к.т.н., доцент кафедры оборудования и технологии сварочного производства*

Порошковая проволока представляет интерес для автоматизации сварочных процессов, однако в научно-технической литературе практически отсутствует информация по импульсному управлению процессом сварки как самозащитными порошковыми проволоками, так и с дополнительной защитой в газах и их смесях[1].

Сварка порошковыми проволоками в стационарном режиме горения дуги приводит к ряду проблем, которые влекут за собой большое количество отрицательных факторов, что в конечном итоге приводит к браку сварных соединений. При сварке порошковыми проволоками в стационарном режиме наблюдается большое разбрызгивание электродного металла при больших значениях сварочного тока, химический состав наплавленного металла при различных параметрах режимов разный, что приводит к плохим механическим свойствам и следовательно плохо сказывается на качестве сварных швов, плохое формирование сварных соединений в вертикальном и потолочном положениях.

Проведенный анализ сварки порошковыми проволоками говорит о том, что целесообразно использовать импульсное управление плавлением и переносом электродного металла импульсами специальной формы, как показано на рисунке 1.

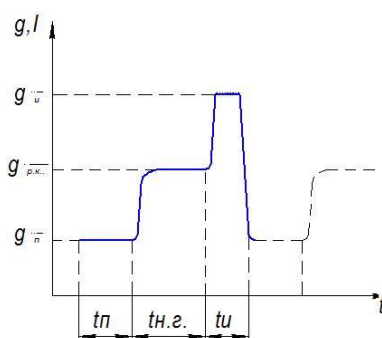


Рисунок 1- Эпюра тока и теплового потока импульсного управления процессом

Обозначения принятые на рисунке 1:  $q_u$ - тепловой поток во время импульса тока переносящего каплю;  $q_{р.к.}$ - тепловой поток во время номинального значения тока на расплавления капли;  $q_n$ - тепловой поток во время паузы между импульсами тока

При сварке порошковыми проволоками при импульсном питании сварочной дуги согласно эюре тока, действует ряд сил, которые способствуют как переносу капли электродного металла в сварочную ванну, так и удерживают каплю электродного металла на торце порошковой проволоки. На электродную каплю расплавленного металла в дуге действуют следующие основные силы: тяжести, поверхностного натяжения, электромагнитного происхождения, теплового происхождения, реактивного давления паров испаряющихся с металла капли, сила отдачи.

При разработке модели плавления порошковой проволоки при импульсном питании сварочной дуги необходимо определить допущения, условия, силы действующие на каплю, этапы формирования и переноса капли.

Порошковая проволока будет расплавляться при номинальном значении сварочного тока при котором проявляются наилучшие сварочно- технологические свойства электрода и затем при увеличении амплитуды током импульса электродная капля будет переносится в сварочную ванну, тепловой поток во время паузы необходим для поддержания непрерывного горения дуги.

Для анализа характера сил действующих на электродную каплю, период каплеобразования разделим на этапы.

**Первый этап** определяется длительностью паузы, когда плавление порошковой проволоки совсем незначительное. Расплавленный жидкий металл, оставшийся после отрыва электродной капли формируется в сегмент на торце электрода. Газообразование с поверхности сердечника невелико, но достаточно для защиты зоны сварки. Поскольку на данном этапе активное пятно занимает незначительную часть поверхности нижней части сегмента жидкого металла, то есть пятно контрагировано, а столб дуги имеет цилиндрическую форму.

Все силы действующие на каплю на данном этапе незначительные по величине, масса жидкого металла так же незначительна, вследствие этого сила поверхностного натяжения будет наибольшей, а результирующая всех сил направлена к торцу электрода.

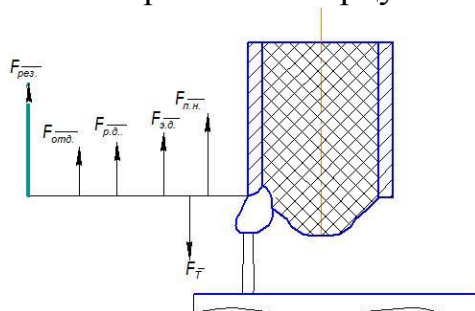


Рисунок 2- Схема модели на этапе паузы

**Второй этап** тепловой поток, при котором порошковая проволока расплавляется при номинальном значении сварочного тока. Активное пятно скачкообразно увеличивается. Все силы, действующие на каплю электродного металла, резко форсируются. Столб дуги принимает несколько коническую форму, расширяющуюся к сварочной ванне, что приводит к незначительному возникновению электродинамической силы направленной в сторону изделия, но не имеющая существенного влияния на перенос электродного металла. На этом этапе результирующая сила так же не может оторвать каплю от электрода и перенести ее в сварочную ванну.

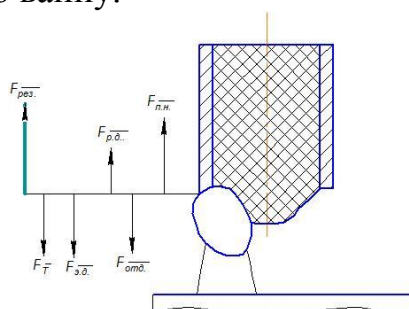


Рисунок 3- Схема модели при номинальном значении сварочного тока

**Третий этап.** На третьем этапе теплового потока резко увеличивается сварочный ток и все силы действующие на каплю. Результирующая всех сил направлена в сторону сварочной ванны. Формируется шейка между каплей и оболочкой порошковой проволоки. Капля под действием результирующей силы получает момент количества движения в сторону сварочной ванны.

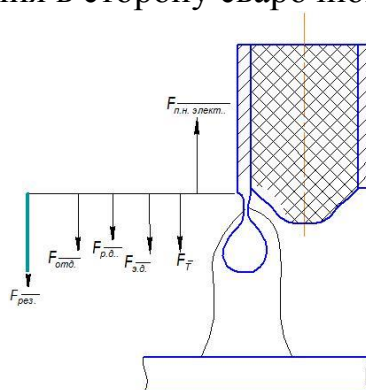


Рисунок 4 – Схема модели образования шейки

На **четвертом этапе** под действием результирующей силы происходит разрыв шейки и капля электродного металла ускорено переносится в сварочную ванну при любом ее пространственном положении.

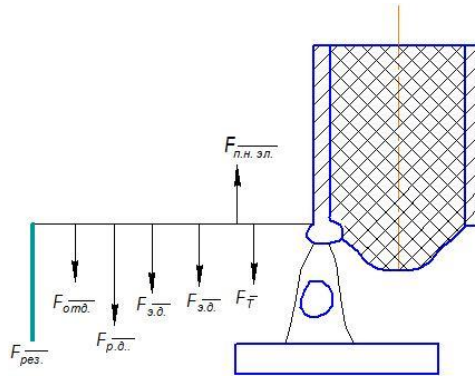


Рисунок 5- Схема модели отрыва электродной капли

После отрыва электродной капли дуга несколько удлиняется, вводится пауза, для того чтобы напряжение дуги снизилось до заданного напряжения горения дуги и затем процесс повторяется.

Выводы:

Разработанный процесс позволяет получать постоянный химический состав наплавленного металла, так как каждая капля расплавляется дозированным количеством энергии с постоянными параметрами и управляемый перенос электродного металла независимо от среднего значения сварочного тока.

### Список информационных источников

1. Сварка порошковой проволокой. Под ред. И.К. Походня и др. -К.: Наукова думка,- 1972.-223 с.

## ОСОБЕННОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА ПРИ КОНТАКТНОЙ И ДУГОВОЙ СВАРКЕ

*Зеленков А.А.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Гордынец А.С., к.т.н., ассистент кафедры  
оборудования и технологии сварочного производства*

Вектор развития источников питания для контактной и дуговой сварки направлен на улучшение их энергоэффективности, снижение массогабаритных показателей и расширение технологических возможностей. В настоящее время это достигается благодаря использованию принципа высокочастотного преобразования электрической энергии [1]. В свою очередь, особое внимание уделяется