

ДИНАМИЧЕСКАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ СВАРОЧНОЙ ВАННЫ ПРИ СВАРКЕ В CO₂ С ИМПУЛЬСНЫМ ПИТАНИЕМ ДУГИ

А. Ф. Князьков, А. В. Веревкин, С. А. Князьков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
г. Томск, Россия

Основной трудностью при сварке с изменяющимся пространственным положением является удержание металла сварочной ванны от вытекания и формирование шва с требуемой геометрией. Применяя сварку с импульсным питанием дуги можно решить эту проблему, так как при сварке с импульсным питанием дуги металл сварочной ванны перемещается в хвостовую часть не равномерно, а с частотой следования импульсов. Это объясняется тем, что в момент импульса давление дуги значительно возрастает и расплавленный металл отжимается в хвостовую часть сварочной ванны, этому также способствует перенос капли электродного металла, которая, ускоряясь «бьет» по ванне способствуя ее движению в хвостовую часть. В паузе часть не закристаллизовавшегося металла стекает обратно по фронту кристаллизации под дугу, сокращая тем самым дуговой промежуток. Можно выделить следующие стадии процесса (рисунок 1).

Используя в устройстве для импульсного питания дуги обратную связь по скорости изменения напряжения на дуговом промежутке (dU/dt) можно оценивать характер движения металла сварочной ванны и своевременно включать ток импульса, для исключения вытекания металла сварочной ванны, тем самым, обеспечивая динамическую стабилизацию сварочной ванны при сварке с изменяющимся пространственным положением.

Для исследования движения металла сварочной ванны была проведена скоростная киносъемка процесса сварки с импульсным питанием дуги.

Наиболее явно, динамическую стабилизацию сварочной ванны можно наблюдать в полупотолочном положении, так как в этом положении хорошо виден гребень сварочной ванны, который под действием нормальной составляющей равнодействующей силы стремится оторваться, а под действием тангенциальной составляющей стечет в головную

часть сварочной ванны. При использовании схемы измерений, представленной на рисунке 2, были получены зависимости движения гребня сварочной ванны в процессе сварки (рисунок 3).

Из графиков видно, что движение гребня в хвостовую часть начинается не мгновенно с началом импульса (кадры 15–20) рисунок 3, а с некоторой задержкой, что можно объяснить инерцией металла сварочной ванны. Дуга сначала останавливает металл, стекающий в головную часть сварочной ванны, а к концу импульса дуга и переходящая капля придают металлу сварочной ванны кинетическую энергию, под действием которой он движется в хвостовую часть. Также видно, что момент включения тока импульса в каждом цикле происходит практически при одной и той же длине дуги, и гребень к началу импульса находится почти на одном расстоянии от электродной проволоки.

Из графиков видно, что к концу паузы гребень занимает всегда одно положение (кадр № 30) рисунок 3 из которого начинается движение металла в хвостовую часть сварочной ванны. Также можно отметить, что в паузе скорость движения металла ванны разных циклов несколько отличается (кадры 5–20), однако к началу импульса положение гребня всегда одинаково, что достигается наличием обратной связи по скорости изменения напряжения на дуге. При этом характер движения идентичен для каждого цикла, что хорошо видно из полученных зависимостей. Сама кривая имеет вид экспоненты, что хорошо согласуется с данными различных авторов, в частности с А. А. Ерохиным. Полученные зависимости показывают, что при сварке в углекислом газе с импульсным питанием дуги осуществляется динамическая стабилизация сварочной ванны, при которой она совершает колебательные движения относительно центра.

ДИНАМИЧЕСКАЯ СТАБИЛИЗАЦИЯ СВАРОЧНОЙ ВАННЫ
ПРИ СВАРКЕ В CO_2 С ИМПУЛЬСНЫМ ПИТАНИЕМ ДУГИ

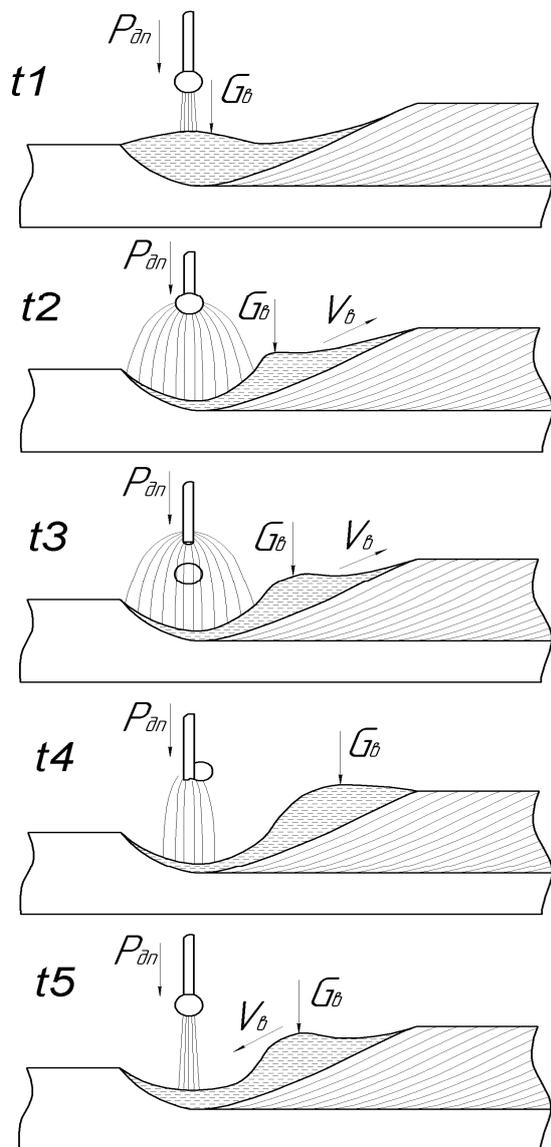


Рисунок 1 – Движение металла в сварочной ванне: t1 – Конец паузы, протекает ток дежурной дуги, капля занимает соосное положение с электродом; t2 – Момент начала включения тока импульса; t3 – Перенос капли электродного металла, этот момент также фиксируется по всплеску напряжения на дуге; t4 – Окончание протекания тока импульса, и завершено расплавление следующей капли, из-за большого давления дуги капля отжимается, и находится на боковой поверхности электрода; t5 – Протекает ток дежурной дуги, и капля занимает соосное положение с электродом

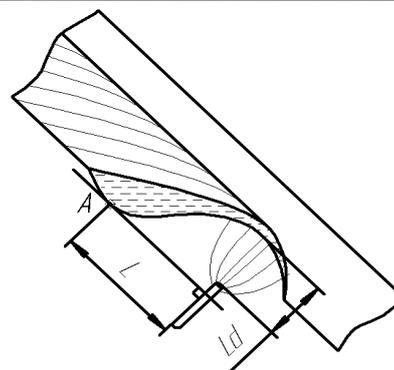
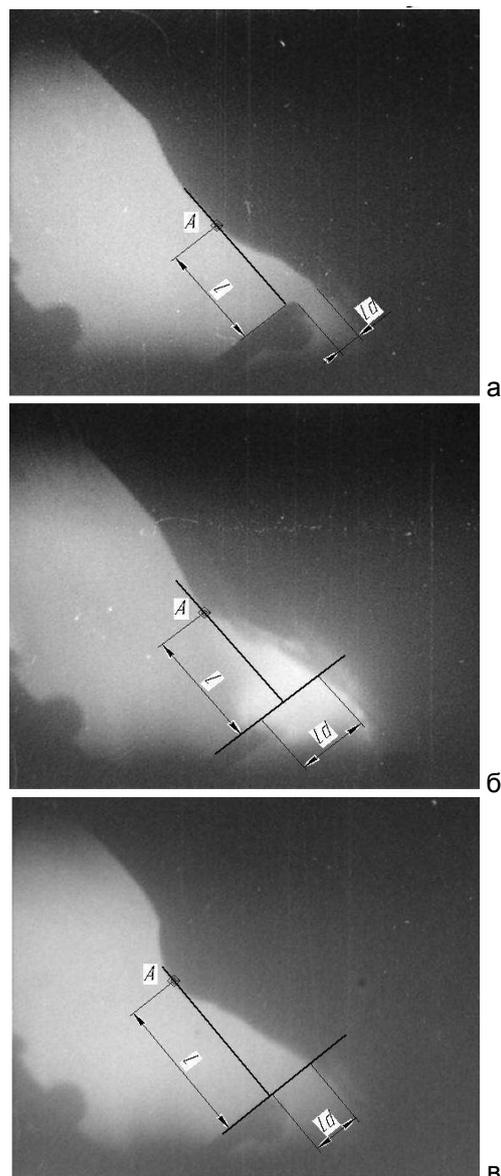


Рисунок 2 – Схема измерений: l_d - длина дуги; L - расстояние от образующей электрода до гребня; а) окончание паузы, перед включением тока импульса, б) протекание тока импульса, в) пауза после окончания импульса

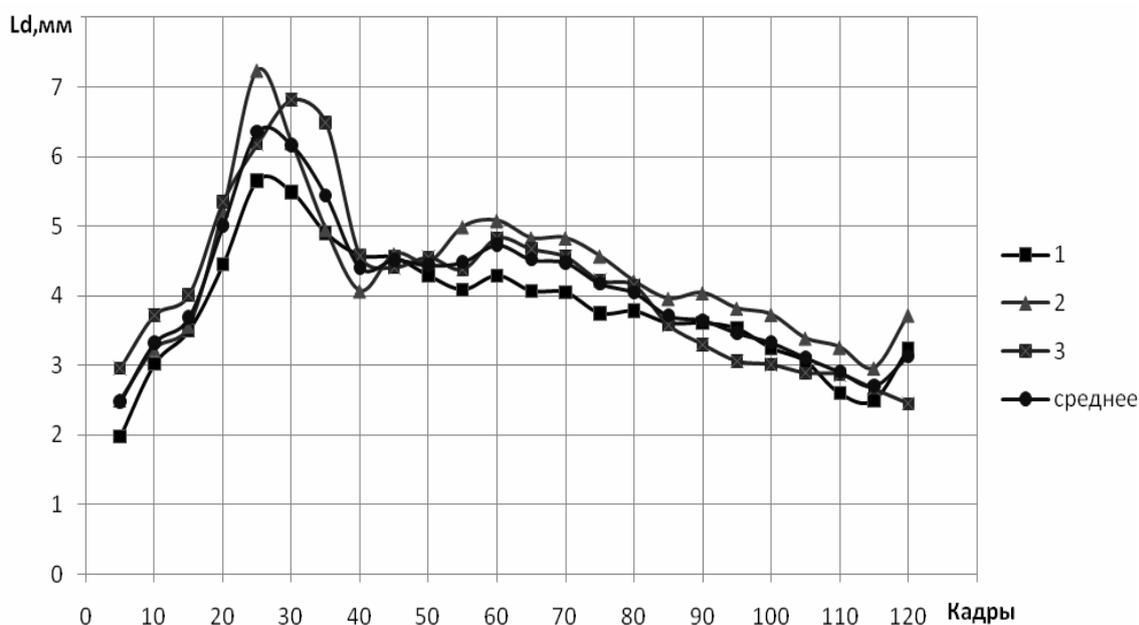
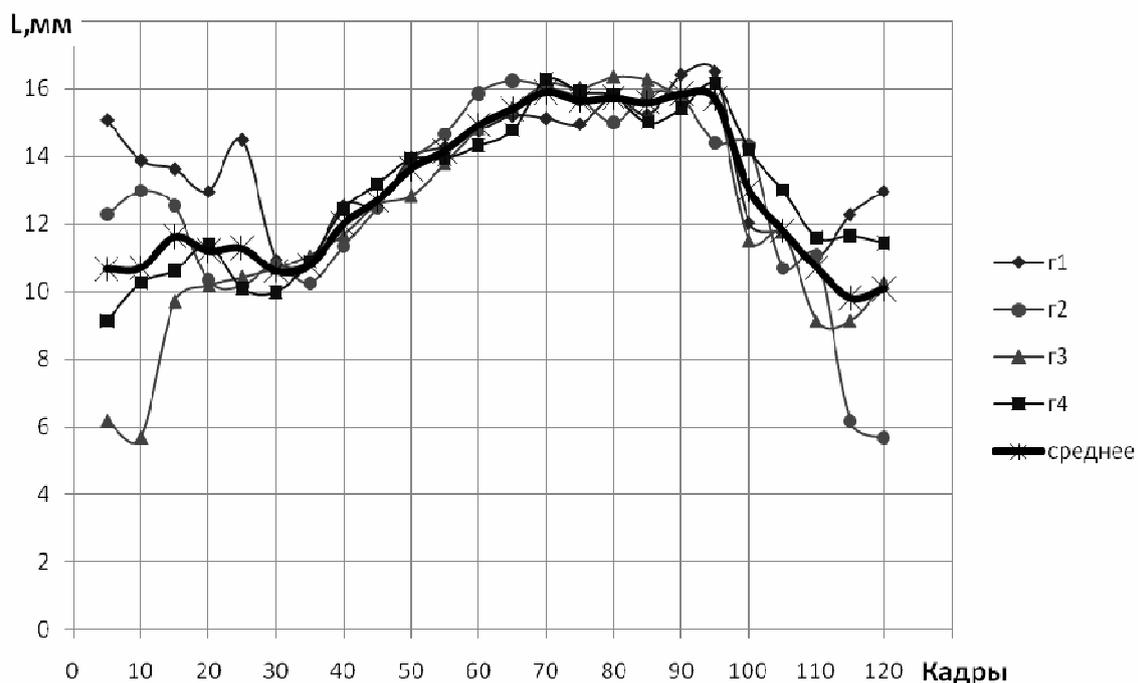


Рисунок 3 – Изменение расстояния до гребня: l_d - длина дуги; L - расстояние от образующей электрода до гребня

Выводы

1. Применение обратной связи по скорости изменения напряжения на дуге (dU/dt) позволяет оценивать характер движения металла сварочной ванны.

2. При сварке в углекислом газе с импульсным питанием дуги сварочная ванна со-

вершает колебательные движения относительно центра и находится в динамическом равновесии. Исследование процесса сварки с импульсным питанием сварочной дуги в различных пространственных положениях показали перспективность данного направления по формированию качественного сварного соединения.