

**Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом
(ИДСПЭ) тонколистовых изделий**

Тимашков В.Д., Ковалевский В.Н., Лученок В.П.*
Белорусский национальный технический университет,
РУП «Минский автомобильный завод»*

1.1. Введение

Импульсно-дуговой процесс плавящимся электродом (ИДСПЭ) может быть осуществлен с непрерывным горением слабомощной дежурной дуги и принудительными короткими замыканиями путем наложения импульсов тока, либо с частыми короткими замыканиями изменением скорости плавления электродной проволоки; либо с принудительным гашением дуги.

Нами в лаборатории сварки РУП МАЗа в рамках выполнения задания 03-46 ГНТП «Сварка» выполнены исследования по изучению процесса ИДСПЭ в двухкомпонентных смесях ($Ag + 5-20\% CO_2$) тонколистовых заготовок кабины МАЗ-6430 длинными ($L > 500$ мм) угловыми швами нахлесточных соединений из сталей 08кп и 08Ю) оцинкованных и без покрытия. В качестве источника тока использовалась многофункциональная установка Vario Mic 400 L(W)/DV36L(W) ф. Dalex (Германия), обеспечивающая сварку в нормальном и импульсном режимах различных материалов.

1.2. Сущность процесса ИДСПЭ с управляемым переносом электродного металла

Как известно при сварке стационарной дугой характер переноса электродного металла, в основном определяется силой тока - I_{CB} и напряжения дуги - U_d ; т.е. теми же параметрами, что и размеры шва; что в результате приводит к повышенному разбрызгиванию электродного металла.

При сварке же нестационарной (пульсирующей) дугой (ИДС) можно принудительно независимо от силы тока - I_{CB} и напряжения дежурной дуги - U_d задавать желаемый вид переноса электродного металла (крупно-, мелкокапельный или струйный) с замыканием или без замыкания дугового промежутка.

Мелко- или крупнокапельный перенос без коротких замыканий дугового промежутка осуществляется при ИДСПЭ в инертных газах и их смесях с углекислым газом - CO_2 , кислородом -

О₂. Образование капли на конце электрода и сброс ее происходит за счет энергии кратковременного импульса тока, при этом размеры капли и направление ее сброса зависят от величины энергии импульса и рода защитного газа (рис. 1).

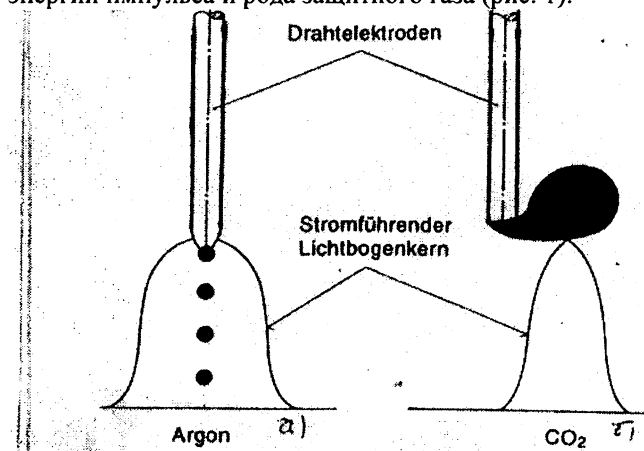


Рис. 1. Влияние сорта защитного газа на перенос электродного металла: а - в аргоне (А_r); б - в углекислом газе (СО₂)

Энергия импульса зависит от рода защитного газа, материала и диаметра электрода, параметров импульса, выбираемых в зависимости от пространственного положения и решаемой технологической задачи сварки.

Диаметр электродной проволоки при ИДСПЭ обычно составляет $d_3 = 0,8 - 1,6$ мм, а капля - $d_k = (0,5-1,5) d_3$. Если длина дуги больше $(2-2,5) d_k$, то перенос происходит без к.з, а если меньше, то с к.з дугового промежутка.

Критерием оценки переноса электродного металла может быть принят характер перемещения центра тяжести капли относительно конца электрода. При ИДСПЭ можно выделить три типичных вида переноса электродного металла:

- а) импульс тока не сбрасывает каплю с конца электрода; и требуется дополнительный или т.н. «Реак-импульс»;
- б) импульс тока сбрасывает с электрода только одну каплю;
- в) импульс тока сбрасывает с электрода несколько (2...3) капли.

Наиболее удобен для управления процессом сварки второй

вид переноса, т.н. «1 капля за импульс», при котором плавно изменяя форму и параметры импульса можно добиться перехода электродного металла в сварочную ванну почти или с минимальным (2...3%) разбрызгиванием (рис. 2).

Для отрыва капли от электрода необходимо затратить определенную энергию, т.н. «работу отрыва», которая зависит от энергии импульса, рода защитного газа или смеси, химсостава и диаметра электродной проволоки. Необходимая для сброса энергии импульса тока обычно пропорциональна критическому току сварки - $I_{кр}$ стационарной дугой в защитных газах (рис. 3).

Разбрызгивание электродного металла при ИДСПЭ происходит в основном при выбросе за пределы сварочной ванны мелких капелек.

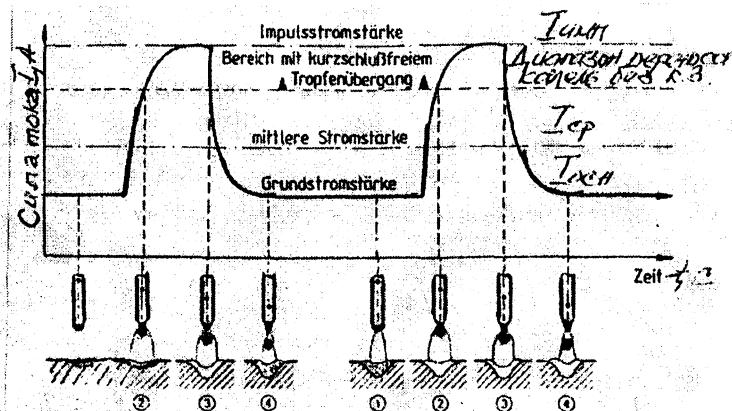


Рис. 2. Переход электродного металла в сварочную ванну при ИДСПЭ 1 - нагрев торца электрода; 2 - образование капли на торце; 3 - сужение шейки и вытягивание капли в направлении сварочной ванны; 4 - отрыв капли и ее переход в сварочную ванну мелких капелек, образующихся из шейки при отрыве капли от электрода

Набрызгивание электродного металла также возможно и при разрыве капли в результате повышенного давления газов, в основном СО, проникающих внутрь капли жидкого электродного металла.

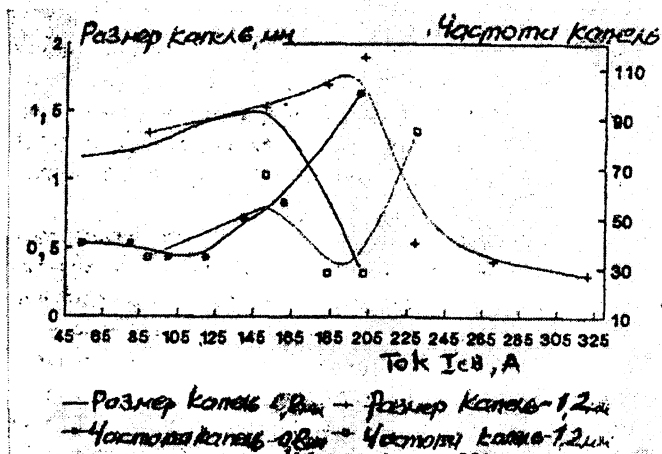


Рис. 3. Значения критического тока - $I_{cв}$ при дуговой сварке в защитных газах стационарной дугой

1.3. Параметры режима ИДСПЭ и их выбор

Для обеспечения непрерывного и управляемого переноса электродного металла в сварочную ванну по принципу «1 капля за импульс» необходим оптимальный выбор параметров основной и импульсной фаз процесса. Для ИДСПЭ заготовок верха кабины МАЗ-6430 с толщиной стенок $S_1 = 0,9$ и $S_2 = 1,2$ мм оцинкованных с величиной слоя цинка $Zn - 0,015$ мм и без покрытия необходимо небольшое тепловложение для предотвращения испарения цинка и обеспечения требуемой формы и размеров нестандартного углового шва.

При ИДСПЭ ток уменьшается сразу же после касания электродного металла с расплавленной ванной, что приводит к мягкому замыканию дугового промежутка капель. После этого ток увеличивается до появления Пинч-эффекта и затем снова уменьшается для отделения расплавленного металла проволоки с тем, чтобы он смог перейти в сварочную ванну без разрыва каплей и разбрызгивания. Различные типы используемых при ИДСПЭ форм волн импульсного тока показаны на рис. 5.

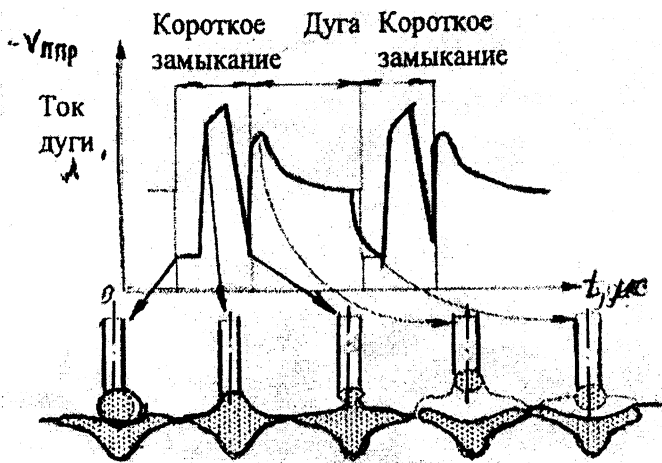


Рис. 4. Типичное регулирование формы волн импульсов тока
 Выбор параметров режима ИДСПЭ на предварительной стадии изучения процесса ИДСПЭ с обеспечением управляемого переноса электродного металла проводился экспериментально с использованием метода планирования экспериментов

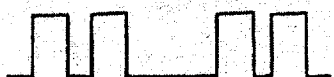
Обычная импульсная сварка МИГ	 О А
Сварка МИГ с пульсирующими волнами	 О А
Сварка МИГ с импульсными циклами	 О А

Рис. 5. Различные типы формы волны при МИГ - импульсной сварке Средняя мощность теплового потока для нахлесточного соединения с толщиной стенок 0,9 и 1,2 мм составит 3605J