

3. Ильященко, Д.П. Влияние типа источника питания на тепло - и массоперенос при ручной дуговой сварке/ Д.П. Ильященко, Д.А. Чинахов/ Сварка и диагностика. 2010. № 6. С. 27-30.
4. Ильященко Д.П., Павлов Н.В. Программа для ЭВМ «Расчет тепловложения в каплю электродного металла при РДС». Свидетельство о регистрации программ для ЭВМ № 2015615010 06 мая 2015 г.
5. D.P. Il'yashchenko, D.A. Chinakhov, Yu.M. Gotovshchik Calculation of the Heat Content of the Electrode Metal Droplet When Applying Power Supplies for Manual Arc Welding With Different Volt-Ampere Characteristic// Applied Mechanics and Materials Vol. 756 (2015) pp 101-104.
6. Ильященко Д. П. Методика расчета теплосодержания капли расплавленного электродного металла в зависимости от энергетических параметров источников питания РДС // Научно-технический вестник Поволжья. - 2014 - №. 3. - С. 126-129.

### ХАРАКТЕР ПЕРЕНОСА ЭЛЕКТРОДНОГО МЕТАЛЛА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНВЕРТОРНЫХ И ДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

*И.Д. Садыков, студент группы 10А52*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Процессы плавления и переноса металла при ручной дуговой сварке оказывают значительное влияние на свойства металла шва, его химический состав, содержание газов и склонность к образованию пор. Разбрызгивание электродного металла и последующее набрызгивание на поверхность свариваемого изделия повышают трудоемкость изготовления сварных конструкций и снижают качество выпускаемой продукции в целом.

Перенос металла с электрода на изделие определяет технологические характеристики и области применения процессов сварки плавящимся электродом. В результате многочисленных исследований было установлено, что основная масса металла плавящегося электрода переносится в виде капель различной величины и пара. При этом капельный перенос может быть либо с короткими замыканиями дугового промежутка каплей расплавленного электродного металла, либо без замыканий. Причем перенос металла без замыканий происходит крупными и мелкими каплями. Основные виды переноса электродного металла при ручной дуговой сварке: крупнокапельный с естественными короткими замыканиями разрядного промежутка и капельный без коротких замыканий.

О характере переноса электродного металла судят из соотношения [1]:

$$E = \frac{P}{m_K},$$

где  $P = m_K - m_0$ ,

$m_K$  - масса капли на торце электрода перед переходом;

$m_0$  - масса жидкого металла, оставшегося после перехода.

При крупнокапельном переносе соотношение  $E$  обычно равно 0,4 – 0,8. Такой тип переноса наблюдается при сварке электродами с фтористокальциевым покрытием на обратной полярности.

При мелкокапельном переносе значение,  $E$  по крайней мере, на один – два порядка меньше. Для электродов АН0-4 с покрытием рутилового типа  $E = 0,05-0,07$ .

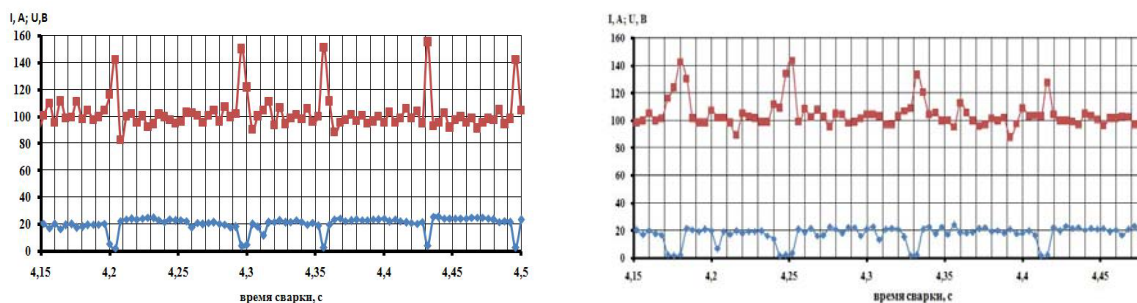
На торце электрода с покрытием рутилового или руднокислого типа при его плавлении непрерывно висит капля жидкого металла, от которой через определенные промежутки времени открываются мелкие частицы металла [1].

При крупнокапельном переносе на электроде образуются капли диаметром более 1,5 диаметра электрода. Если капля больше длины разрядного промежутка, то переход ее в ванну сопровождается короткими замыканиями разрядного промежутка и гашением дуги. Если капли меньше длины разрядного промежутка, то переход их в ванну происходит без короткого замыкания. Основными силами, обуславливающими крупнокапельный перенос, являются: сила тяжести, силы поверхностного натяжения, давление плазменных потоков и реакция испарения. Отрыв капли от электрода, и направление ее полета определяются на малых токах в основном силой тяжести, а на больших токах – электродинамической силой.

Известно [2], что размер капли и время её существования влияют на полноту металлургических процессов, в частности на степень легирующих элементов: с уменьшением времени существования капли коэффициент перехода легирующих элементов из электрода в наплавленный металл увеличивается, то есть качество шва и сварного соединения улучшается. С уменьшением размера капель увеличивается стабильность процесса сварки а, следовательно, улучшается качество сварных конструкций.

В результате анализа осциллограмм от инвертора и диодного выпрямителя (рисунок 1) установлено [41] различие энергетических параметров процесса сварки во время образования и переноса капли электродного металла. При сварке инверторным источником амплитуда тока изменяется в пределах 90...140 А, а при сварке диодным выпрямителем – в пределах 80...160 А при том же значении среднего сварочного тока 100 А. Следовательно, изменяется тепловое воздействие дуги на каплю электродного металла.

В работах авторов [3-7] установлено влияние динамических характеристик источников питания (тип источника питания) на химический состав и теплосодержание переносимых капель электродного металла, а также на величину разбрызгивания.



а)

б)

Рис. 1. Осциллограммы тока и напряжения (электроды марки LB-52U диаметром 3,2 мм): а – ВД-306; б – Nebula-315

Массу переходящих капель с короткими замыканиями [8] можно найти:

$$m = a \cdot \tau_{к.з.}^3, \tag{1}$$

Где  $\tau_{к.з.}$  - время пребывания капли на торце электрода,  
 а – коэффициент  $0,33 \cdot 10^{-4}$

Таблица 1

Расчетные данные массы переносимых электродных капель

Источник питания	Ср. значения	$\tau_{к.з.}, \text{с}$	m, г
Инвертор	I=100А; U=22В	0,010-0,014	$\frac{0,033 \dots 0,090}{0,0615}$
Диодный выпрямитель	I=100А; U=22В	0,007-0,009	$\frac{0,0168 \dots 0,057}{0,0369}$

Различное тепловложение в каплю электродного металла и время пребывания капли на торце электрода влечет за собой изменение в размерах переносимых капель. Капли разного размера имеют разную активную поверхность взаимодействующую со шлаком и атмосферой, а соответственно полноту протекания металлургических реакций [2].

Литература.

1. Походня И.К., Костенко Б.А. Исследование кинетики плавления электродов при сварке // Автоматическая сварка. – 1965. - №4. – С.11-14.
2. Новожилов Н.М. Основы металлургии дуговой сварки в газах. М. – Машиностроение. – 1979. – 231 с.

3. Ильященко Д.П. Исследование влияния инверторного источника питания дуговой сварки на свойства сварных соединений // Научно-технический вестник Поволжья. № 6. 2012. – С. 260-264.
4. Ильященко Д. П. Влияние динамических характеристик инверторного источника питания на химический состав и микроструктуру сварного шва из стали 12X18H9T // Научно-технический вестник Поволжья. - 2013 - №. 4. - С. 178-180.,
5. Кусков В.Н., Мамадалиев Р.А., Обухов А.Г. Переход легирующих элементов в наплавленный металл при сварке стали 12X18H10T/ Фундаментальные исследования № 11-9 / 2013. С. 1794-1797.
6. Ильященко Д. П. Влияние динамических характеристик инверторного источника питания на химический состав и микроструктуру сварного шва из стали 12X18H9T // Научно-технический вестник Поволжья. - 2013 - №. 4. - С. 178-180.
7. Ильященко Д. П. Исследование влияния инверторного источника питания дуговой сварки на свойства сварных соединений из стали 1.0503(DIN, Германия)// Научно-технический вестник Поволжья. - 2013 - №. 6
8. Макаренко, В.Д. Расчет кинетических характеристик электродных капель при их переходе через дуговой промежуток в процессе сварки покрытыми электродами/ Макаренко В.Д., Шатило С.П./ Сварочное производство. 1999. №12. С.6 -10.
9. Новожилов Н.М. Основы металлургии дуговой сварки в газах. М. – Машиностроение. – 1979. – 231 с.

### **ИМПУЛЬСНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПОДАЧИ ЭЛЕКТРОДНОЙ ПРОВОЛОКИ**

*А.В. Судариков, студент группы 10А52,  
научный руководитель: Филонов А.В.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Многие характеристики процесса сварки плавящимся электродом в защитных газах зависят от типа каплепереноса металла электрода. Типы переноса металла, а также силы, действующие на металл электрода в дуге, описаны в работах [1, 2]. Каждый тип переноса металла характеризуется как преимуществами, так и недостатками.

Возможны несколько вариантов получения капель заданной массы. Одним из перспективных направлений для решения задач управления каплепереносом является введение в процесс импульсных воздействий [3].

Первое направление – электрические системы – изучено наиболее полно и воплощено в различных импульсных источниках питания сварочной дуги [4]. Разнообразие способов реализации первого направления позволяет получить практически любые алгоритмы изменения энергетических характеристик сварочной дуги. Кроме того реализация обратных связей в подобных устройствах позволяет создавать адаптивные системы управления.

Вторую группу – механические системы – согласно классификации, предложенной в работе [5], представляют устройства, оказывающие воздействие на систему подачи присадочного материала. Устройства, действующие на систему подачи присадочного материала, представлены механизмами с изменяемым местом токоподвода, механизмами с некруглыми и специальными профилированными роликами, механизмами с изменяемой скоростью вращения двигателя подачи электродной проволоки.

В настоящее время материалы, касающиеся данного вопроса и изложенные в работе [5], получили дальнейшее развитие.

Существующие механизмы импульсной подачи электродной проволоки можно разделить по ряду признаков определяющих их характерные особенности.

Одним из важных признаков механизмов подачи как постоянной, так и импульсной является способ подачи проволоки. Согласно этому признаку можно провести разделение на механизмы толкающего, тянущего и тянуще-толкающего типов.

Другим классификационным признаком может являться вид применяемого привода подачи электродной проволоки. В соответствии с данным признаком можно выделить два основных направления в развитии механизмов импульсной подачи сварочной проволоки:

– механизмы с приводом от электродвигателя (постоянного или переменного тока, шаговые электродвигатели);