

Таблица 1

Результаты анализа выделений пыли, газов и других примесей при РДС  
с использованием различных типов источника питания

Условия отбора проб	Наименование определяемого фэлемента	Единица измерения	Источник питания		Предельно допустимая концентрация [5]
			инвертор	диодный выпрямитель	
Материалы LB -52U Ø 3,2 мм, Сталь 09Г2С	Углерода оксид	мг/м <sup>3</sup>	0,05	0,05	20,0
	Двуокись азота		менее 0,6	менее 0,6	2,0
	Фтористый водород		менее 0,02	менее 0,02	0,5
	Сварочный аэрозоль		2,2±0,5	3,6±0,9	
	Хромовый ангидрид		менее 0,003	менее 0,003	0,01
	Оксид хрома		менее 0,5	менее 0,5	1,0
	Марганец		0,10±0,03	0,15±0,03	0,6

Из таблицы 1 видно, что при использовании инверторного источника питания наблюдается меньшая концентрация сварочной аэрозоли и марганца, т. е. снижается риск токсичного отравления и воспаления слизистой оболочки дыхательных путей сварщика и вспомогательных рабочих. Инверторный источник питания ограничивает ток короткого замыкания [2], что обеспечивает меньшее выгорание легирующих элементов Si до 0,08% и Mn до 0,2%.

Литература.

1. Ильященко, Д.П. Сварочный аэрозоль как основной фактор, влияющий на безопасность труда сварщика [Текст]/ Д.П. Ильященко, В.М. Гришагин// Сварочное производство. № 5 .2009. – С. 51-55.
2. Ильященко Д. П. , Чинахов Д. А. Улучшение санитарно-гигиенических характеристик условий процесса ручной дуговой сварки покрытыми электродами // Технология металлов. - 2013 - №. 4. - С. 34-37
3. Ильященко, Д.П. Химический состав сварочного аэрозоля при ручной дуговой сварки покрытыми электродами [Текст]/ Д.П. Ильященко, Е.А. Зернин, Шадский СВ.// Сварочное производство. № 4. 2010. - С. 28-31.
4. Металлургия дуговой сварки: процессы в дуге и плавление электродов / Под. ред. И.К.Походня.- К: Наукова думка,1990.-222 с.
5. ГН 2.2.5.1313 – 03 Предельные допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
6. 6 Iljyashchenko D. P. , Chinakhov D. A. , Gotovshchik Y. M. MAW productivity development and reduction of its harmful effect on human organisms // Applied Mechanics and Materials. - 2014 - Vol. 682. - p. 122-126

## УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕНОСОМ ЭЛЕКТРОДНОГО МЕТАЛЛА ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ В ЗАЩИТНЫХ ГАЗАХ

*И.Д. Садыков, 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*

Важнейшим фактором, определяющим производительность дуговой сварки и качество сварных швов является оптимизация параметров процесса в заданном диапазоне. Алгоритм управления процессом должен предусматривать комплекс взаимосвязанных параметров, например, размер электродных капель, частоту их переноса, длительность пребывания расплавленного металла в жидком состоянии, погонную энергию, форму и геометрию шва. Характер переноса металла при сварке плавящимся электродом оказывает существенное влияние на технологические возможности того или иного способа сварки, металлургические реакции в зоне плавления, механические и другие свойства соединения.

Крупнокапельный перенос затрудняет механизацию процесса сварки в защитных газах, особенно при выполнении швов в положениях, отличных от нижнего, увеличивает разбрызгивание, в ряде случаев не обеспечивает стабильного качества соединений, в частности металла малых толщин. При дуговой сварке плавящимся электродом диапазон рабочих токов может быть значительно расширен путем импульсной подачи электродной проволоки по программе, обеспечивающей принудительный перенос расплавленного металла в ванну [1].

При сварке с короткими замыканиями дугового промежутка в аргоне и углекислом газе устойчивость горения дуги улучшается, стабилизируется частота коротких замыканий. При сварке без коротких замыканий для управляемого переноса электродного металла во всех пространственных положениях требуются токи в 2...3 раза меньшие, чем для начала струйного переноса при постоянной подаче проволоки. В оптимальном диапазоне режимов снижаются потери металла на угар и разбрызгивание, улучшаются формирование швов и их механические свойства [2].

Инверторные источники питания дают возможность управлять плавлением и переносом электродного металла. Фирма «Lincoln Electric» разработала способ переноса металла при сварке в CO<sub>2</sub> силами поверхностного натяжения (Surface Tension Transfer). Основными его преимуществами являются уменьшение разбрызгивания, стабильность процесса сварки, меньшее количество дыма. В России похожее управление применяет «ТехноТрон» при сварке корневых швов трубопроводов. Исследование переноса металла силами поверхностного натяжения проводилось ранее в Институте электросварки им. Е.О. Патона и Институте электродинамики НАН Украины.

Фирма «Fronius» разработала способ управления переносом металла с торговой маркой СМТ – (Cold Metal Transfer). Во время короткого замыкания проволока оттягивается назад, протекание тока прекращается, капля переходит в ванну без брызг. Уменьшается нагрев изделия и выделение вредных веществ. Подобные работы по ускорению перехода металла с помощью пульсирующей подачи проволоки проводили в Институте электросварки им. Е. О. Патона в 1970-е годы. В СМТ – «Advanced» полярность напряжения на электроде изменяется во время короткого замыкания. Отрицательная полярность увеличивает скорость плавления электрода. На положительной полярности обеспечивается контролируемый прецизионный перенос металла. Соотношения между положительными и отрицательными полярностями определяются индивидуально.

Фирма «Logch» объединила несколько алгоритмов управления под общей торговой маркой «Speed» – (Скорость). По сравнению с обычной импульсно-дуговой сваркой «Speed Pulse» уменьшает диаметр капель и увеличивает их количество. Перенос металла становится похожим на струйный. Увеличивается провар и производительность на 48 %. Технология «Speed Arc» предназначена для сварки металла толщиной до 15 мм в узкую разделку за один проход. Увеличенный вылет электрода способствует предварительному нагреву проволоки и повышению скорости плавления на 30 %. Подобные исследования систем автоматического управления при сварке с увеличенным вылетом были начаты в 1970-е годы. Для полуавтоматической сварки вертикальных швов применяют технологию «Speed Up». В горячей фазе горения дуги увеличенный ток расплавляет материал. В холодной стадии небольшой ток обеспечивает точное заполнение шва. Похожий способ приведён в работе по управлению скоростью подачи проволоки при механизированной сварке вертикальных швов. Там же исследованы траектории движения держателя при полуавтоматической сварке вертикальных швов и предложены алгоритмы управления скоростью подачи, позволяющие ещё больше снизить разбрызгивание и увеличить производительность. Технология «Speed Root» предназначена для сварки корня шва с зазором шириной до 8 мм методами «MIG-MAG». Создаются управляемые колебания сварочной ванны в направлении электрода. Перенос капли в ванну происходит при коротком замыкании без тока в момент движения ванны от электрода, что уменьшает температуру металла [3].

Фирма «Kemppi» свои алгоритмы управления представляет под торговой маркой «Wise». Полуавтоматическая и автоматическая сварка корня шва с зазором выполняется технологией «Wise Root» с поперечными колебаниями электрода. Система управления контролирует объём ванны и периодически отключает подачу проволоки, давая время металлу остыть. Технология «Wise Thin» позволяет сваривать металл толщиной до 0,6 мм.

В работе по эффективности стабилизации сварочного тока при полуавтоматической сварке показано, что колебания руки сварщика могут накладываться на скорость движения проволоки к поверхности изделия, увеличивая потери металла и ухудшая формирование шва. Стабилизировав реальную скорость подачи проволоки в дугу, можно снизить разбрызгивание. Особенно заметный эф-

фekt регулирования скорости подачи проволоки можно получить при сварке вертикальных швов. Такой способ управления пока не используется в серийном оборудовании.

В советский период было выполнено много разработок, опережавших своё время. Сейчас они внедряются в производство ведущими фирмами под различными торговыми марками. По мере развития элементной базы возможности импульсной подачи проволоки будут расширяться. Перспективными направлениями улучшения являются увеличение надёжности импульсной подачи проволоки и расширение диапазонов регулирования подачи проволоки.

Литература.

1. Управление процессом дуговой сварки путём программирования скорости подачи электродной проволоки / Б.Е. Патон, Н.М. Воропай, В.Н. Бучинский и др. // Автоматическая сварка. – 1977. – № 1. – с. 1 – 5.
2. Электромагнитные механизмы импульсной подачи сварочной проволоки / Н.М. Воропай, О.Н. Савельев, С.С. Семергеев // Автоматическая сварка. – 1980. – № 1. – с. 46 – 49.
3. Транзисторные источники питания для электродуговой сварки (обзор) / А.В. Лебедев // Автоматическая сварка. – 2012. – № 9. – с. 34 – 40.

### ТЕПЛОСОДЕРЖАНИЕ КАПЕЛЬ ЭЛЕКТРОДНОГО МЕТАЛЛА ПРИ РДС ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ С РАЗЛИЧНЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

*И.Д. Садыков, студент группы 10А52*

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

Большинство сварочных процессов обеспечивает нагревание соединяемых деталей различными типами источников теплоты. В этом случае качество сварного шва во многих отношениях определено условиями нагревания и охлаждения. Природа, конечно, тепловых процессов определяет производительность таяния главного металлического и совокупного материала, направления и полноты, конечно, металлургических процессов в сварочной ванне, условиях формирования структуры металла шва и зоны теплового влияния, эксплуатационных свойств сварных соединений [1].

Для получения полной картины распределения температурных полей с использованием тепловизора были проведены исследования по методике [2]. При сварке плавлением осуществляли ручную дуговую наплавку валика покрытыми электродами марки LB 52U на пластину 100x150 мм толщиной 6 мм из стали Ст3. В качестве источника питания использовался цифровой инвертор и диодный выпрямитель. Регистрацию полей осуществляли с помощью тепловизора ThermoCAM P65HS фирмы FLIR. Съёмку проводили на протяжении времени сварки одного прохода с частотой 5 кад/сек. Адекватность полученных температурных полей контролировали с помощью инфракрасного пирометра С 500.

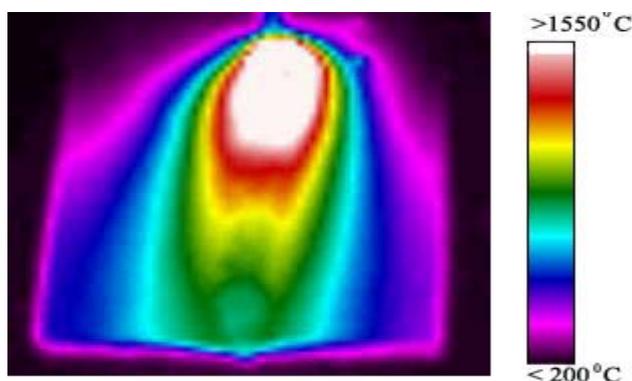


Рис. 1. Изображение температурных полей, полученных тепловизором

В результате проведения эксперимента получили изображения температурных полей (термограмм) (рисунок 1) процесса нагрева, после обработки исходных термограмм в приложениях