



Рис. 2. Полученный наплавленный валик под флюсом 2 при оптимальном режиме

Химический состав шлаковой корки приведен в таблице 3.

Таблица 3

Химический состав шлаковой корки												
Флюс	FeO	MnO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	F	C	S	P
1	0,87	0,16	37,51	41,80	4,32	7,30	4,41	до 0,16	2,24	до 0,32	0,89	0,02
2	1,31	0,19	37,56	40,16	4,63	8,35	4,00	до 0,16	2,39	до 0,32	0,91	0,02

Выводы:

1. Показана принципиальная возможность использования ковшевого шлака сталеплавильного производства для изготовления флюса.
2. Разработана технология изготовления керамического флюса при соотношении 60% ковшевого шлака и 40% жидкого стекла и 67% на 33% соответственно.
3. Подобран оптимальный режим наплавки для флюса 1: $I_{св} = 680$ А, $U_{д} = 27$ В, $V_{св} = 22$ м/ч и для флюса 2: $I_{св} = 680$ А; $U_{д} = 27$ В; $V_{св} = 30$ м/ч, обеспечивающие наименьшее количество пор и лучшее качество поверхности шва.

Литература.

1. Подгаецкий В. В. Сварочные флюсы: учебник / В. В. Подгаецкий, И. И. Люборец. – К.: Техника, 1984. – 167 с.

ИМПУЛЬСНО-ДУГОВАЯ СВАРКА В ЗАЩИТНЫХ ГАЗАХ

*М.С. Тихонов, студент группы 10А12, Л.Н. Зубенко, студент группы 10А22,
научный руководитель: Крампит Н.Ю.*

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

Импульсно-дуговой сваркой плавящимся электродом называется процесс программного управления плавлением и переносом металла путем изменения тока в виде импульсов значительной мощности.

В последние годы в машиностроении предъявляют все более жесткие требования к изготовляемому оборудованию. Если учесть, что процесс сварки является основным, используемым в производстве, то от работоспособности сварных соединений зависят эксплуатационные свойства конструкций. Различие способов сварки и направлений их реализации обуславливает разнообразие термических циклов, протекающих в металле, и соответственно в металлургических процессах [1].

Управление переносом плавления и переноса электродного металла можно обеспечить с помощью импульсно-дуговой сварки, сущность в которого заключается в наложении мощных импульсов на дежурную дугу (дополнительную дугу). Ток дежурной дуги составляет 30-50 А при сварке в активных газах [2].

В основу процесса дуговой сварки с импульсной подачей сварочной проволоки положено использование дополнительной силы (силы инерции, действующей в период торможения электрода), которая резко изменяет характер плавления и переноса электродного металла аналогично импульсу электродинамической силы при импульсно-дуговом процессе. Одним из повышения эффективности применения сварки с импульсной подачей сварочной проволоки является использование смеси газов $Ar+CO_2$. Это позволяет обеспечить лучшее формирование шва и уменьшить разбрызгивание электродного металла, чем при сварке в чистом углекислом газе [3].

Импульсные процессы в сварке позволяют получать не только управляемый перенос электродного металла, но и качественные сварные соединения с заданными механическими свойствами и однородным химическим составом. Сварка с импульсным питанием сварочной дуги является разновидностью импульсно-дуговой сварки, применение которой повышает прочность металла сварных швов. При сварке с импульсным питанием сварочная ванна непрерывно колеблется с частотой, равной частоте следования импульсов тока. Находящийся в ней металл интенсивно перемешивается под действием пульсирующего давления дуги и удара капель электродного металла. Интенсивное перемешивание создает благоприятные условия для выхода газов, находящихся в жидком металле. Поскольку сварка с импульсным питанием сопровождается пульсацией тепловой мощности дуги, то это позволяет влиять на условия нагрева и охлаждения металла [4].

Увеличение длительности импульса при прочих равных усилиях будет вызывать усиление теплового потока и увеличение глубины проплавления. При импульсном питании сварочной дуги размер сварочной ванны зависит от среднего значения сварочного тока, так как ванна более инерционна к тепловому воздействию. При увеличении среднего тока будет увеличиваться глубина и площадь проплавления основного металла [5].

В настоящее время появляются новые способы импульсно-дуговой сварки. Это, к примеру, импульсно-дуговая сварка с подогревом электродной проволоки, двухдуговая импульсная сварка, импульсная сварка с увеличенным вылетом электродной проволоки, технологии SpeedPulse, STT, ForceArc, ColdArc.

С целью повышения эффективности сварки плавящимся электродом в среде инертных газов применяют предварительный подогрев сварочной проволоки проходящим током и импульсно-дуговую сварку. Полуавтоматическая импульсно-дуговая сварка титановых сплавов обеспечивает повышение производительности сварочных работ в 2 ... 3 раза при снижении погонной энергии сварки в 2 ... 2,5 раза [6].

Двухдуговая сварка «расщепленным» электродом с общим токоподводом применяется с целью повышения коэффициента наплавки, увеличения скорости сварки. В процессе сварки происходят короткие замыкания между одной из электродных проволок и ванной, а также прекращается горение дуги на второй проволоке.

Импульсные процессы широко применяются и при наплавке. К примеру, для получения более чистого слоя наплавленного металла применяют увеличение вылета электродной проволоки [7]. Также при повышенном вылете электрода становится возможна сварка «в узкую разделку».

Объединив качество импульсной дуги и скорость струйной дуги, получили технологию SpeedPulse. При этом обеспечиваются уменьшенное тепловложение, улучшенный провар и четкое формирование шва. Отличие от традиционного импульсного процесса заключается в том, что во время пауз между импульсами на долю миллисекунды включается струйный процесс сварки, тем самым перенос электродного металла происходит и между импульсами тоже [8].

Сварочный процесс по технологии SpeedPulse ведется при дистанции порядка 65 - 70 мм, при этом длина дуги составляет всего 3 - 4 мм. При уменьшении дистанции работ процесс переходит в нестабильную фазу с повышенным разбрызгиванием; дугу «затягивает» внутрь металла. Особенности технологии SpeedPulse являются высокая скорость сварочного процесса (увеличение составляет до 40 - 45%) и резкое снижение удельного тепловложения.

Сварочный процесс STT (сокращение от английского термина Surface Tension Transfer – перенос за счет сил поверхностного натяжения) был разработан компанией «Lincoln Electric» в результате активных исследований в области управляемого переноса металла при сварке.

Процесс STT – преемник обычного сварочного процесса MIG/MAG с переносом короткими замыканиями. Однако STT принципиально отличается от него возможностью прямого управления условиями переноса в сварочную ванну наплавленного металла [9].

Сейчас многие производители сварочного оборудования предлагают процесс сжатой, короткой дуги.

Форсированная дуга имеет ряд преимуществ перед дугой со струйным переносом:

- Глубокое проплавление благодаря увеличенному давлению дуги на ванну жидкого металла;
- Отсутствие подрезов благодаря короткой дуге;
- Высокая производительность, обусловленная более высокой скоростью сварочного процесса и увеличению коэффициенту наплавки (уменьшение числа проходов);

- Уменьшение необходимой ширины разделки.

Процесс SpeedArc нацелен на повышение качества сварных соединений из толстолистового металла, связанного с обеспечением гарантированного проплавления в корне шва, а также MIG/MAG сварки в узкую разделку. Функция SpeedArc в отличие от стандартной струйной дуги поддерживает уверенный струйный процесс переноса металла более короткой дугой. Дуга становится более сфокусированной, очень устойчивой. Благодаря высокому плазменному давлению в дуге обеспечивается более глубокое проплавление. При этом снижается тепловложение в основной металл и снижается вероятность возникновения таких дефектов, как подрезы [10].

Как видно из осциллограммы по напряжению, сварка ведется с коротким замыканием. В момент короткого замыкания идет снижение тока до базового значения, или даже ниже его. Это обеспечивает перенос металла без разбрызгиваний, которые происходят из-за “взрыва” перемычки в связи с увеличением силы тока.

Импульсные процессы помогают в формировании шва при сварке вертикальных швов снизу-вверх. Возможность MIG/MAG сварки без сложных движений горелкой (техники сварки «елочка» или поперечными колебаниями) достигается комбинированием двух технологий или, точнее, двух фаз сварочной дуги. Первая фаза – «горячая» фаза тока большой силы с высокой подачей энергии – для оптимального расплавления материала. Затем без переходов и, таким образом, практически без брызг наступает вторая, «холодная» фаза благодаря идеальному автоматическому регулированию.

Обычно сварка вертикальных швов требует от сварщика максимального умения и квалификации. Компания Шторм-Lorch для этой цели предлагает процесс SpeedUp. С функцией SpeedUp сварщику не нужно выполнять сложные движения горелкой (техники сварки «елочка» или поперечными колебаниями), ему необходимо лишь перемещать горелку вдоль стыка с постоянной скоростью. Сварочный аппарат выстроит алгоритм импульсов так, чтобы обеспечить уверенный провар корня и получить качественное формирование шва с плавным переходом на основной металл [11].

Литература.

1. Крюков А.В., Павлов Н.В., Зеленковский А.А. Особенности сварки с импульсной подачей электродной проволоки // Сварочное производство. 2013. №5. С.37-39.
2. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Импульсно-дуговая сварка с подогревом вылета электрода в паузе // Сварочное производство. 2014. №3. С. 8-10.
3. Павлов Н.В., Крюков А.В., Зернин Е.А. Сварка с импульсной подачей проволоки в смеси газов// Сварочное производство. 2010. №4.С.28-29.
4. Крампит Н.Ю., Крампит А.Г. Механические свойства сварных соединений при сварке непрерывной и импульсной дугой // Сварочное производство. 2010. №3. С.3-5.
5. Крампит А.Г., Крампит Н.Ю. Влияние параметров импульсов сварочного тока на формирование сварного шва // Сварка и диагностика. 2013.№2.С.11-13.
6. Жерносеков А.М., Андреев В.В. Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом (обзор) // Автоматическая сварка – 2007 - №10
7. Жерносеков А.М. Влияние вылета электрода на параметры шва при импульсно-дуговой сварке сталей // Автоматическая сварка – 2004 - №8
8. <http://shtorm-lorch.ru>
9. <http://www.intertehno.ru/articles/c4/35/>
10. <http://www.shtorm-lorch.ru/rus/info/tech/speedarc.php>
11. <http://www.shtorm-lorch.ru/rus/info/tech/speedup.php>

ВЛИЯНИЕ ВВЕДЕНИЯ УГЛЕРОДФТОРСОДЕРЖАЮЩЕЙ ДОБАВКИ ВО ФЛЮС АН-67Б НА КАЧЕСТВО СВАРНЫХ ШВОВ СТАЛИ 09Г2С

*П.Е. Шишкин, студент группы ММС– 11,
научный руководитель: Крюков Р.Е.*

*ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
654007 Кемеровская обл., г. Новокузнецк, ул. Кирова 42*

Из результатов проведенных исследований в работах [1–3] видно, что углерод в углеродфторсодержащей добавке для плавящихся окислительных флюсов, выступая в качестве раскислителя удаляет газообразные соединения СО и СО₂ позволяя очистить металл шва от неметаллических включе-