

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО РАСПЫЛЯЮЩЕГО ПОТОКА
НА МАССОПЕРЕНОС МЕТАЛЛА ПРИ ЭЛЕКТРОДУГОВОМ НАПЫЛЕНИИ****Роянов В. А., Бобиков В. И., Захарова И. В.**

Установлено, что распыляющий поток носит пульсирующий характер с временными промежутками между импульсами. В зависимости от формы проходного сечения канала пульсатора изменяется характер нарастания импульса (при прямоугольном сечении время нарастания значительно ниже). Также установлено, что применение импульсной подачи воздуха путем введения дополнительного элемента в распыляющую головку дугового металлатора позволяет повысить химический состав покрытия, повышается содержание углерода, кремния, марганца, что оптимальными частотами, которые обеспечивают повышение содержания легирующих элементов в покрытии, можно считать диапазон 40–80 Гц.

Встановлено, що розпилюючий потік носить пульсуючий характер з часовими проміжками між імпульсами. Залежно від форми прохідного перерізу каналу пульсатора змінюється характер наростання імпульсу (при прямокутному перерізі час наростання значно нижче). Також встановлено, що застосування імпульсної подачі повітря шляхом введення додаткового елемента в розпилюючу головку дугового металізатора дозволяє підвищити хімічний склад покриття, підвищується вміст вуглецю, кремнію, марганцю, що оптимальними частотами, які забезпечують підвищення вмісту легуючих елементів в покритті, можна вважати діапазон 40–80 Гц.

It was found that the spray stream is pulsating in nature with time intervals between pulses. Depending on the shape of the passage section of the duct varies nature pulsator pulse rise (at the rise time of the rectangular cross section is significantly lower). It is also found that the use of pulse air by introducing the additional element in the spray head metallizer arc improves the chemical composition of the coating increases the content of carbon, silicon, manganese, that the optimum frequency that enhance the content of alloying elements in the coating can be regarded 40-80 Gts.

Роянов В. А.

д-р. техн. наук,
проф., каф. ОиТСП ГВУЗ ПГТУ,
директор УНИМиС
аспирант каф. ОиТСП ГВУЗ ПГТУ

Бобиков В. И.

Захарова И. В.

канд. техн. наук,
доц. каф. ОиТСП ГВУЗ ПГТУ

ГВУЗ ПГТУ – Государственное высшее учебное заведение «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь;

УНИМиС – Учебно-научного института металлургии и сварки, г. Мариуполь.

УДК 621.791.75

Роянов В. А., Бобиков В. И., Захарова И. В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО РАСПЫЛЯЮЩЕГО ПОТОКА НА МАССОПЕРЕНОС МЕТАЛЛА ПРИ ЭЛЕКТРОДУГОВОМ НАПЫЛЕНИИ

Для нанесения покрытий в настоящее время широкое применение находит метод электродуговой металлизации. Метод состоит в том, что в зону плавления электродов электрической дуги с помощью, как правило, цилиндрического сопла подается непрерывный поток сжатого воздуха, обеспечивающего массоперенос жидкого металла на напыляемую поверхность. Дискретный характер истечения воздушно-распыляющего потока приводит к повышенному расходу сжатого воздуха, который составляет 1,8–2,2 м³/мин. в зависимости от конструкции распыляющих головок металлизаторов. В процессе напыления происходит интенсивное выгорание легирующих элементов. В частности, снижение содержания углерода, марганца, кремния в покрытии по сравнению с распыляемым материалом составляет 42,86 %; 40,0 %; 30% соответственно [1–4].

Целью настоящей работы является снижения окислительного воздействия воздушно-распыляющей струи на жидкий металл торцов электродов предложено применить импульсную подачу воздуха, путем введения дополнительного элемента в распыляющую головку дугового металлизатора.

В качестве дополнительного элемента разработано устройство, в котором пульсация воздушно-распыляющей струи достигается периодическим перекрытием канала сопла металлизатора. Устройство разработано применительно к стационарному металлизатору ЭМ-17. Кинематическая схема усовершенствованной распыляющей головки представлена на рис. 1. Принцип действия следующий: на входе от магистрали воздуха $P_{\text{МОЗ}}$ в распыляющую систему металлизатора, после редуктора давления 7, с помощью которого устанавливается рабочее давление, располагается пульсатор 5. При достижении рабочего давления воздуха манометр 6 включает электродвигатель 8 через муфту вращающий клапан пульсатора 5. В результате на распыляемый электродный материал 4 в зоне дуги подается пульсирующий поток воздуха.

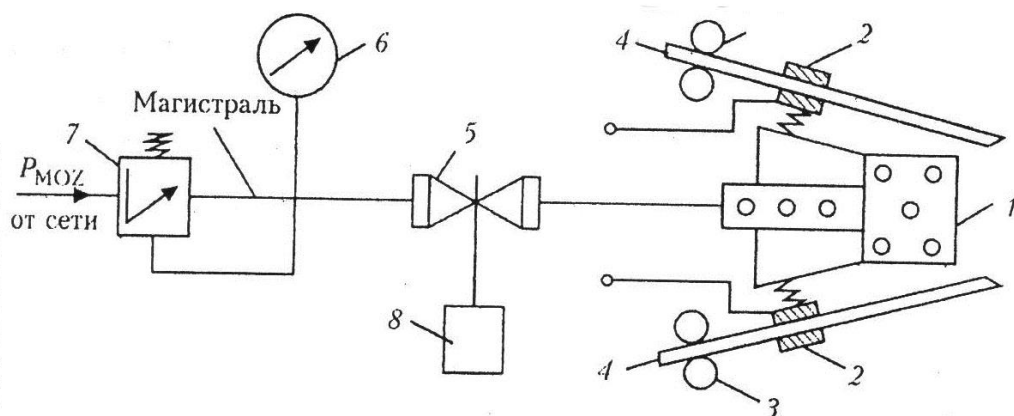


Рис. 1. Схема головки металлизатора для пульсирующего распыления:

1 – распыляющее сопло; 2 – токоподводы; 3 – подающие ролики; 4 – распыляемый электродный материал; 5 – пульсатор; 6 – манометр давления; 7 – редуктор давления; 8 – электродвигатель

Работа пульсатора заключается в периодическом перекрытии вращающегося клапана канала сжатого воздуха. Форма сечения канала клапана определяет форму импульсного потока. Пример перекрытия канала при округлой форме проходного сечения приведен на рис. 2.

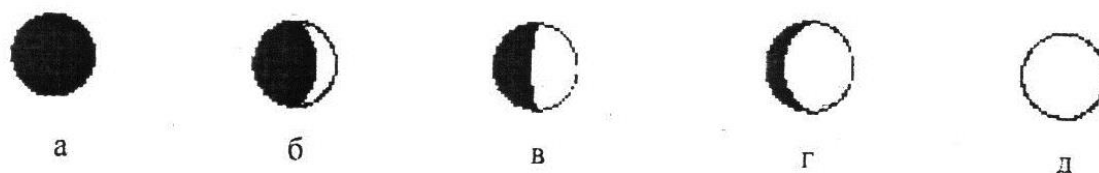


Рис. 2. Схема перекрытия канала воздушно-распыляющей струи металлатора:
а – канал перекрыт на 100%; б – открыт на 25%; в – открыт на 50%; г – открыт на 75%; д – канал для распыляющего потока полностью открыт

Такая схема перекрытия обеспечивает синусоидальную форму импульса с плавным нарастанием к максимальному давлению, что не всегда соответствует поставленной задаче. После проведения исследований рекомендовано прямоугольное сечение канала пульсатора, что позволяет получать импульсы потока прямоугольной формы, что обеспечивает некоторое время плавления электродов при полном отсутствии воздействия потока воздуха. Экспериментальное определение характера импульсов на выходе из сопла металлатора определяли путем воздействия воздушно-распыляющей струи на тонкую металлическую пластину с установленным датчиком деформации. Сигналы от датчика регистрировались катодным осциллографом. На рис. 3 представлены осциллограммы изменения динамического напора струи и форма импульсов, характерные для исследуемых схем перекрытия.

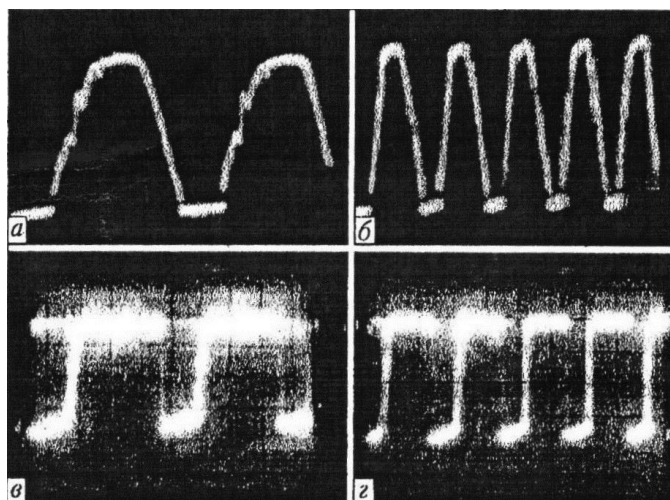


Рис. 3. Характер импульсов динамического напора струи в зависимости от характера проходного сечения канала пульсатора:

а, б – частота пульсаций 30 Гц и 65 Гц при округлом сечении канала; в, г – частота пульсаций 40 Гц и 75 Гц при прямоугольной форме проходного сечения

Из представленных на рис. 3 осциллограмм нетрудно усмотреть, что распыляющий поток носит пульсирующий характер с временными промежутками между импульсами. В зависимости от формы проходного сечения канала пульсатора изменяется характер нарастания импульса (при прямоугольном сечении время нарастания значительно ниже). Так при использовании округлого сечения импульс имеет плавнорастающую форму (рис. 2, а, б) при прямоугольном – резкую, ограниченную по времени. Для проведения дальнейших исследований рекомендовано использовать распыляющий поток с прямоугольным сечением канала пульсатора.

Исследование влияния характера проходного сечения пульсатора на динамический характер и структуру пульсирующей воздушно-распыляющей струи на выходе из сопла металлатора проводили с помощью теневого метода (рис. 4).

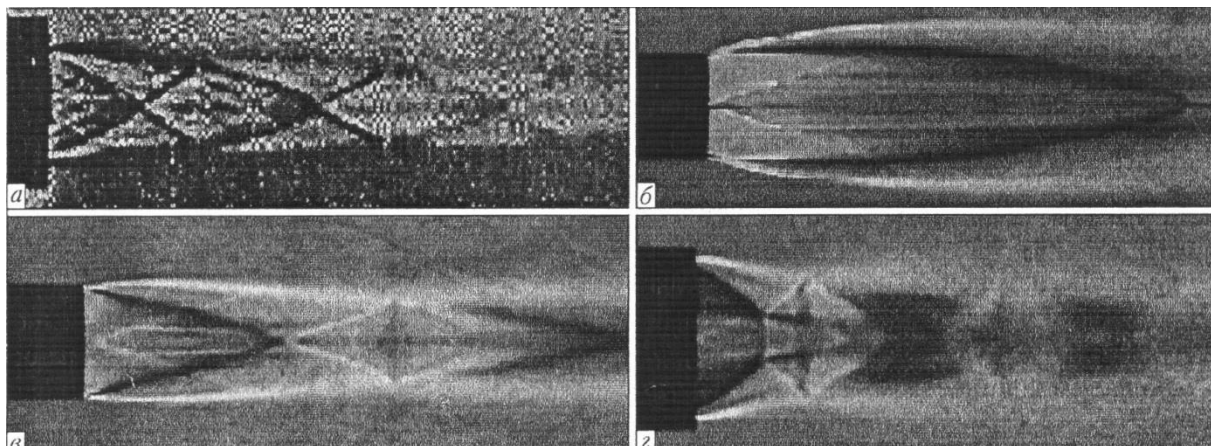


Рис. 4. Газоспектрограммы воздушных распыляющих струй на выходе из цилиндрического сопла электродугового металлатора:

а – без пульсации; б, в, г – частота пульсаций 25,56,85 Гц для прямоугольного проходного сечения канала пульсатора

Газоспектрограмма газовой струи без пульсаций (рис. 4, а) характеризует нестационарное пространственно неоднородное газовое образование [4]. Все области струи находятся в колебательном движении относительно геометрической оси сопла, из которого она истекает. Наблюдается бочкообразная волновая структура начального и переходного участков с пилообразным распределением давления вдоль оси струи. У среза сопла возникает течение разряжения в виде центрированной волны.

Распыляющая струя с пульсацией воздушного потока (рис. 4, б, в, г) также представляет собой неоднородное газовое образование, однако имеющее иной вид.

Так, при частоте пульсаций в 25 Гц (рис. 4, б) газовая струя при выходе из сопла образует центрированную конусообразную зону, ограниченную волнами разряжения. При частотах 56 и 85 Гц (рис 4, в, г) все области струи находятся в колебательном движении. Наблюдается наличие волн разряжения, которые сопровождаются ударными волнами, бочкообразная волновая структура начального и переходящего участков с пилообразным распределением давления вдоль оси струи. Между волнами присутствует участок стационарного разрыва газовой струи. При частоте 85 Гц заметно увеличение количества участков стационарного разрыва с перепадами давления.

Влияние пульсирующего распыляющего потока на свойства покрытий исследовали на образцах, полученных электродуговой металлацией на различных режимах напыления. В качестве материала основы использовали сталь 09Г2С в виде пластин размером 100×50×5 мм. Перед напылением образцы обезжировали бензином и подвергали пескоструйной обработке корундом с последующей обдувкой сжатым воздухом (для удаления пыли). Напыление проводили с помощью металлатора ЭМ-17 с разработанным пульсатором при давлении $p = 0,55$ МПа, токе $I = 210-230$ А, $U = 30-32$ В, скорости подачи проволоки $v = 4,8-5,4$ м/мин. Для распыления использовано прямоточное сопло диафрагменного типа диаметром $d = 7 \times 10^{-3}$ м. Для исследования влияния пульсирующей струи на химический состав покрытий использовали проволоки диаметром 2 мм Св-08А, порошковую проволоку ПП-ММ-2, 12Х18Н10Т. Влияние частоты пульсаций воздушно-распыляющей струи на химический состав покрытий представлено на рис. 5.

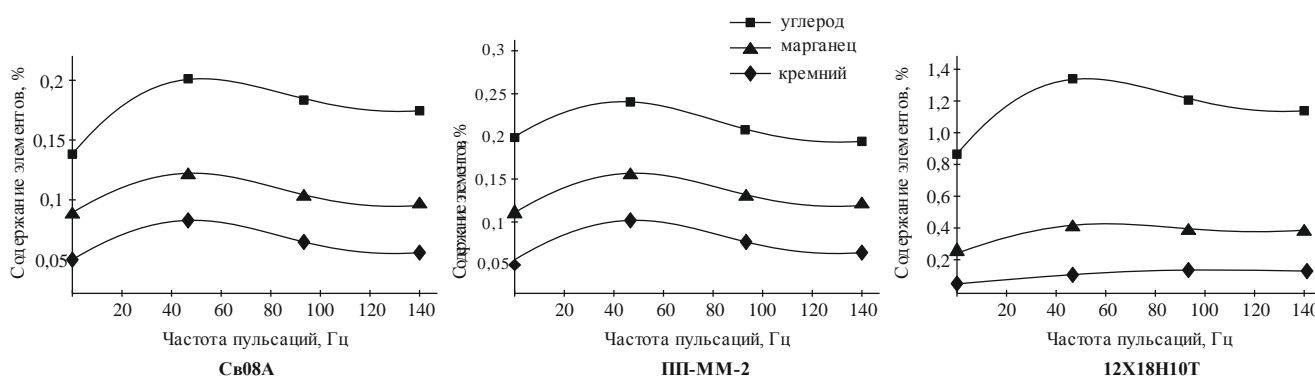


Рис. 5. Влияние частоты пульсаций распыляющей воздушной струи на химический состав покрытий для различных проволок:

а – проволока Св-08А; б – порошковая проволока ПП-ММ-2; в – проволока 12Х18Н10Т

Представленные графики показывают, что при использовании пульсирующей воздушно-распыляющей струи имеет место увеличение содержания легирующих элементов в покрытии. Так, при частоте пульсаций 43 Гц содержание углерода возрастает на 38 %, марганца на 46 %, кремния на 42 % для проволоки Св-08А (рис. 5, а) по сравнению с напыленным покрытием без пульсаций. Аналогичное увеличение содержания элементов наблюдается и в напыленных покрытиях при использовании проволок ПП-ММ-2 и 12Х18Н10Т (рис. 5, б, в). Оптимальной частотой пульсаций можно считать диапазон 40 – 60 Гц, наблюдается минимальное окисление элементов. При увеличении частоты более 80 Гц, наблюдается некоторое увеличение потерь, т.к. увеличивается время взаимодействия жидкого металла с кислородом воздушно-распыляющей струи.

ВЫВОДЫ

1. Разработано устройство, позволяющее получить пульсирующий режим воздушно-распыляющей струи с импульсами прямоугольной формы в диапазоне частот 0–132 Гц.
2. Применение пульсирующей струи позволяет повысить химический состав покрытия, повышается содержание углерода, кремния, марганца. Для проволоки Св-08А содержание углерода увеличивается на 38 % с пульсацией 43 Гц. Аналогичное увеличение содержания элементов наблюдается и в напыленных покрытиях при использовании проволок ПП-ММ-2 и 12Х18Н10Т.
3. На основании представленных исследований установлено, что оптимальными частотами, которые обеспечивают повышение содержания легирующих элементов в покрытии можно считать диапазон 40–80 Гц.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хасуи А. Техника напыления. Перевод с японского / А. Хасуи. – М. : Машиностроение, 1975. – 288 с.
2. Кудинов В.В. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование. Учебник для ВУЗов / В.В. Кудинов, Г.В. Бобров. – М. : Металлургия, 1992. – 432 с.
3. Коробов Ю.С. Кинетика взаимодействия напыляемого металла с кислородом при электродуговой металлзации / Ю.С. Коробов, В.Н. Бороненков // Сварочное производство. – 2003. – № 7. – С. 30-36.
4. Гинзбург А.П. Аэрогазодинамика / А.П. Гинзбург. – М.: Высшая школа, 1968. – 230 с.