

УДК 621.791.037

Роянов В.А.¹, Бобиков В.И.²

ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ МЕТАЛЛИЗАЦИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПУЛЬСИРУЮЩЕЙ РАСПЫЛЯЮЩЕЙ СТРУИ

Представлены результаты исследования влияния режимов напыления на свойства покрытий с использованием различных марок проволок, и влияние пульсирующей струи на технологические свойства покрытий.

Данные, приведенные в работах [1 – 4] показывают, что в процессе напыления происходит интенсивное воздействие воздушно - распыляющей газовой струи на распыляемый материал, которое приводит к значительному выгоранию легирующих элементов. В частности, процент уменьшения содержания углерода, марганца и кремния в напыленном покрытии, по сравнению с напыляемым материалом составляет 42,86, 40,0, 30,0 процентов соответственно. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав покрытия напыленного электродуговым способом из углеродистой стали [2]

Наименование	Содержание легирующего элемента, %			
	С	Mn	Si	P
До напыления	0,14	0,50	0,020	0,032
Напыленное покрытие	0,08	0,30	0,014	0,026
Уменьшение содержания	42,86	40,0	30,0	18,75

Целью данной работы являлось снижение окислительного воздействия воздушно – распыляющей струи на жидкий металл торцов расплавленных электродов, путем ее импульсной подачи, т.к. при электродуговой металлизации на отрыв капель с торца плавящихся электродов значительное влияние оказывают силы воздушно – распыляющего потока [5]. Для чего разработано соответствующее устройство, в котором пульсация воздушно – распыляющей струи достигалась путем перекрытия сопла металлатора вращающимся клапаном с отверстием, соответствующим каналу сопла. Устройство разработано применительно к стационарному электродуговому металлатору ЭМ – 17.

Проводились исследования характера динамического напора при различной частоте перекрытия распыляющего сопла металлатора. Схема перекрытия распыляющего сопла металлатора представлена на рисунке 1.

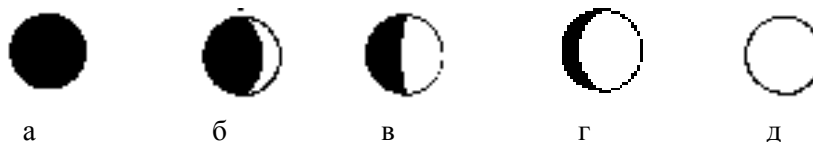


Рис. 1 – Форма перекрытия распыляющего сопла металлатора: а – закрыт, б – открыт на 25 %, в – открыт на 50 %, г – открыт на 75 %, д – открыт полностью

При разработке вращающегося клапана, исследовались: эффективность напора струи и форма импульсов круглого и прямоугольного проходные отверстия. Экспериментальные замеры осуществляли методом воздействия газовой струи на металлическую пластину, на которой установили тензодатчик. Сигналы с тензодатчика регистрировали с помощью осциллографа.

¹ПГТУ, д-р техн. наук, проф.

²ПГТУ, аспирант

На рисунке 2 представлены осциллограммы изменения динамического напора струи и форма импульсов в зависимости от применяемого сечения вращающегося клапана.

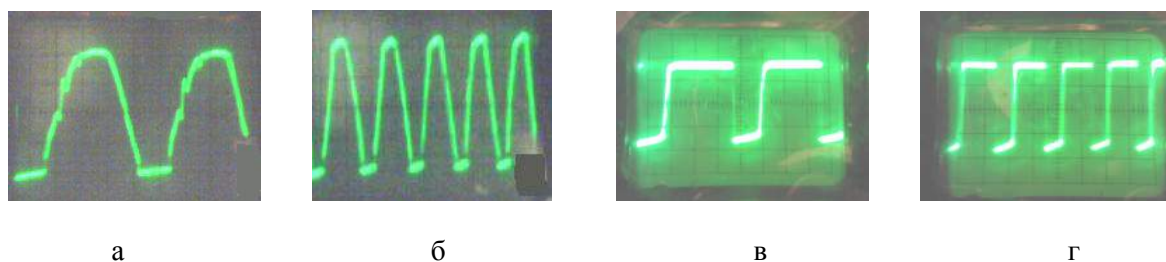


Рис. 2 – Изменения динамического напора струи в результате проведения экспериментальных измерений и в зависимости от применяемого проходного сечения:

- 1 – Осциллограммы, полученные при измерениях проходного сечения круглой формы:
а – при частоте пульсаций сжатого воздуха 30 Гц; б – при частоте пульсаций сжатого воздуха 65 Гц.
- 2 – Осциллограммы, полученные при измерениях проходного сечения прямоугольной формы:
в – при частоте пульсаций сжатого воздуха 40 Гц; г – при частоте пульсаций сжатого воздуха 75 Гц

Из приведенных осциллограмм видно, что воздушно распыляющая струя имеет пульсирующую форму с временными промежутками. Применение различного проходного сечения также изменяет и форму нарастания самого импульса. Так при использовании круглого сечения импульс имеет плавнорастающую форму, по сравнению с прямоугольным проходным отверстием. Прямоугольное сечение дает возможность получить более крутонрастающую форму импульса. В дальнейшем проводились исследования импульсов с прямоугольным сечением клапана.

Свойства покрытий исследовали на образцах, полученных электродуговой металлизацией на различных режимах напыления. В качестве материала основы использовали сталь 09Г2С, в виде пластин размером 100 x 50 x 5 мм. Перед напылением образцы обезжировали бензином и подвергали пескоструйной обработке электрокорундом с последующей обдувкой сжатым воздухом (для удаления пыли).

Напыление проводили с помощью металлатора ЭМ-17 с разработанным устройством при давлении $p = 0,55$ МПа, токе $I = 210 - 230$ А, напряжении $U = 30 - 32$ В, скорости подачи проволоки $v = 4,8 - 5,4$ м/мин. Для распыления использовано сопло диафрагменного типа диаметром $d = 7 \cdot 10^{-3}$ м². Питание дуги осуществлялось от источника ВДУ-506. Твердость покрытий определяли по методу Виккерса на цифровом микротвердомере LM – 100 при нагрузке 500 г.с. Прочность сцепления покрытия определяли методом отрыва штифтовой пробы.

Для исследования влияния пульсирующей струи на технологические свойства покрытий использовали различные проволоки диаметром 2 мм: Св08Г2С, порошковую проволоку ПП – ММ – 2, 18ХН10Т. Микроструктуру, толщину и пористость покрытий исследовали световым электронным оптическим микроскопом Zeisse – 200М.

Микроструктура покрытий, полученных на различных частотах пульсирующей струи с использованием импульсов прямоугольной формы представлена (см. рис. 3)

Металлографические исследования покрытий проводили на травленных шлифах. Как видно (см. рис. 3), микроструктура покрытия значительно изменяется при изменении числа пульсаций. При отсутствии пульсаций сжатого воздуха микроструктура неоднородна, с большим количеством частиц различного размера и формы. Наряду с крупными частицами наблюдается большое количество мелких, явно выражено наличие оксидных пленок (см. рис. 3а). По мере установки пульсирующего истечения газовой струи размеры частиц стабилизируются. Однако, все частицы подверглись пластической деформации (см. рис. 3б, 3в). Наблюдается снижается количество оксидных прослоек с ростом пульсирующего истечения газовой струи (см. рис. 3в, 3г).

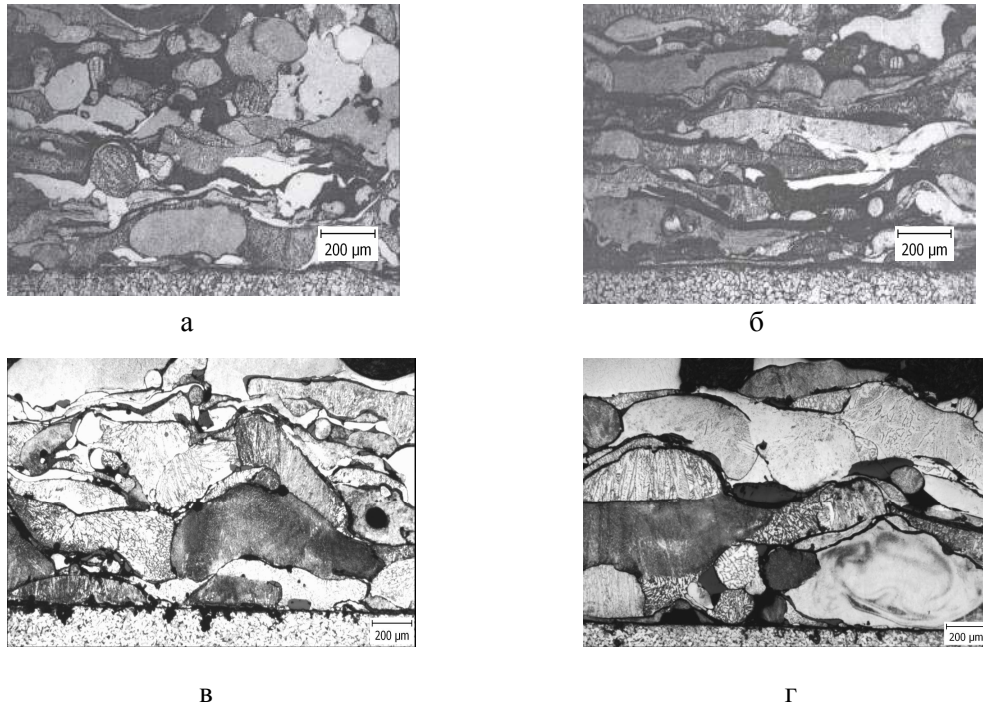


Рис. 3 – Микроструктура покрытий в зависимости от числа пульсаций сжатого воздуха:
а – без пульсаций, б – пульсации 43 Гц, в – пульсации 85 Гц, е – пульсации 105 Гц

В ходе проведения металлографических исследований получены данные химического состава, прочности сцепления и твердости напыленных покрытий образцов с использованием различных частот воздушно – распыляющей струй (см. рис. 4, 5, 6).

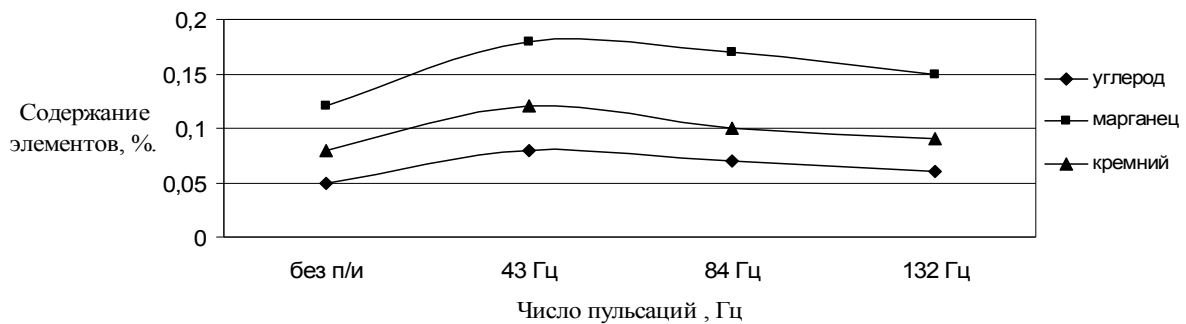


Рис. 4 – Химический состав напыленных покрытий проволокой Св 08А

На основании представленного графика можно судить о том, что изменение химического состава покрытия характеризуется наличием пульсирующей струи. Разница содержания химических элементов объясняется меньшей степенью воздействия окислительной среды на напыляемый материал.

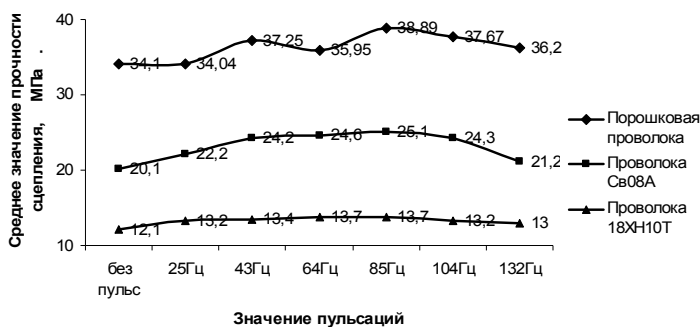


Рис. 5 – Зависимость среднего значения прочности сцепления покрытия от числа пульсаций сжатого воздуха

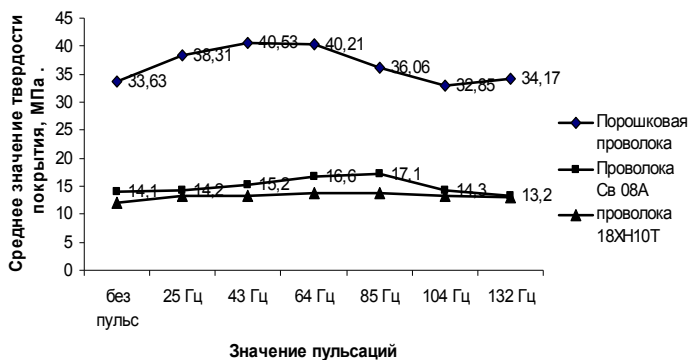


Рис. 6 – Зависимость среднего значения твердости покрытия от числа пульсаций сжатого воздуха

На величину значения прочности сцепления и твердости покрытия оказывает влияние содержание легирующих элементов в покрытии, что так же характеризуется меньшей степенью окислительного воздействия воздушно – распыляющей струи на напыляемый материал.

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 изменяется от 0,05 % без пульсаций до 0,07 % с пульсацией 65 Гц.
3. Прочность сцепления напыленного слоя, полученного пульсирующей струей, изменяется в диапазоне: порошковой проволоки – 34,0 – 39,0 МПа, проволоки Св 08А – 18,0 – 25,1 МПа, проволоки 18ХН10Т – 11,0 – 17,1 МПа.
4. Установлено, что оптимальными частотами, которые обеспечивают улучшение свойств покрытий, являются 43 – 85 Гц.

Перечень ссылок

1. Кудинов В.В. Нанесение покрытий напылением. Теория технология и оборудование: Учебник для вузов / В.В. Кудинов, Г.В. Бобров. – М.: Металлургия, 1992. – 432 с.
2. Хасуи А. Техника напыления: Пер. с японского / А. Хасуи. – М.: Машиностроение, 1975. – 288 с.
3. Коробов Ю.С. Кинетика взаимодействия напыляемого металла с кислородом при электродуговой металллизации / Ю.С. Коробов, В.Н. Бороненков // Сварочное производство. – 2003. – № 7. – С. 30 – 36.
4. Катц Н.В. Металлизация распылением / Н.В. Катц. – М.: Машиностроение, 1966. – 248 с.
5. Роянов В.А. Плавление электродов при дуговой металллизации / В.А. Роянов // Сварочное производство. – 1980. – № 2. – С. 35 – 37.

Рецензент: В.И Щетинина
д-р техн. наук, проф., ПГТУ

Статья поступила 31.03.2009