

УДК 621.791.037

Роянов В.А.¹, Бобиков В.И.²

ВЛИЯНИЕ ПУЛЬСИРУЮЩЕЙ РАСПЫЛЯЮЩЕЙ СТРУИ НА СТРУКТУРУ И МИКРОТВЕРДОСТЬ ЧАСТИЦ ПОКРЫТИЙ ПРИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ

В статье представлены результаты исследования влияния частоты пульсирующего воздушно – распыляющего потока на структуру и микро- твердость частиц покрытий при электродуговом напылении порошковой проволокой ПП – ММ – 2.

Ключевые слова: Пульсирующая струя, напыление, свойства покрытий структура покрытий, микротвердость, порошковая проволока, размеры частиц.

Роянов В.О., Бобиков В.И. Вплив пульсуючого розпилюючого струменя на структуру та мікротвердість часток покриттів під час электродугової металізації. В статті представлені результати дослідження впливу частоти пульсуючого розпилюючого струменя на структуру та мікротвердість часток покриттів під час электродугової металізації порошковим дротом ПП – ММ – 2.

Ключові слова: Пульсуючий струмінь, наплення, властивості покриттів, структура покриттів, мікротвердість, порошковий дріт, розміри часток.

V.O. Roynov, V.I. Bobikov. Influence of pulsing spraying stream on structure and hardness of the particles covering at electric-arc metallization . In the article presented were results of the study of the influence of the frequency pulsing air - spraying flow on structure and micro- hardness of the particles covering at air - spraying evaporation by powdered wire PP - MM – 2.

Keywords: Pulsing stream, evaporation, characteristic covering, structure covering, hardness, powdered wire, sizes of the particles.

Постановка проблемы. В процессе напыления основным фактором влияющим на технологические свойства покрытий, в частности их структуру и микротвердость отдельных частиц, является воздействие воздушно – распыляющей струи на жидкий металл расплавленных торцев электродов.

Анализ последних исследований и публикаций. Принцип электродуговой металлизации с применением пульсирующей воздушно – распыляющей струи, а также работа устройства для получения пульсации распыляющего потока в диапазоне 25 – 132Гц, представлены в работе [1]. Показано, что применение пульсирующей струи позволяет увеличить содержание легирующих элементов в покрытии, прочность сцепления с основой. Рекомендован диапазон частот, обеспечивающих улучшение технологических свойств покрытий.

Цель статьи – в настоящей статье представлен анализ влияния частоты на микроструктуру покрытий и микротвердость частиц при распылении порошковой проволоки, разработанной на кафедре оборудования и технологии сварочного производства ПГТУ.

Изложение основного материала. Свойства покрытий исследовали на образцах, полученных электродуговой металлизацией на различных частотах воздушно – распыляющего потока. В качестве материала основы использовали сталь 09Г2С, в виде пластин размером 75 × 35 × 5 мм. Перед напылением образцы обезжиривали бензином и подвергали пескоструйной обработке корундом с последующей обдувкой сжатым воздухом (для удаления пыли). Напыление проводили с помощью металлизатора ЭМ-17 с разработанным авторами устройством пульсирующей подачи воздуха, с применением порошковой проволоки ПП – ММ – 2. Металлографический анализ напыленных покрытий проводили на протравленных образцах, для выявления феррита, перлита и закалочных структур.

Микроструктуру, толщину и пористость покрытий исследовали световым электронным оптическим микроскопом Zeisse – 200М. Микротвердость покрытий определяли по методу

¹ д-р техн. наук, профессор. Приазовский государственный технический университет

² аспирант, Приазовский государственный технический университет, инженер ОАО «Азовмаши»

Викерса на цифровом микротвердомере LM – 100 при нагрузке 500 г.с. Строеение полученных покрытий соответствует данным приведенным в работах [2, 3, 4], где покрытие состоит из отдельных деформированных частиц, расположенных слоями. Между частицами и слоями наблюдаются границы из оксидных пленок, наблюдается пограничный слой между основой и покрытием.

Микроструктура покрытий, полученных различной частотой пульсирующей воздушно – распыляющей струи с использованием порошковой проволоки ПП – ММ – 2 представлена на рис. 1. На снимках не трудно усмотреть, что микроструктура покрытия меняется при изменении числа пульсаций. При отсутствии пульсаций воздушно – распыляющего потока структура покрытия неоднородна, с большим количеством частиц различной формы (см. рис. 1 а). Отмечены частицы сферической формы, не разбитые напором воздуха на более мелкие. Большинство частиц вытянутой, деформированной формы. Отмечено наличие оксидных пленок. По мере использования пульсирующей воздушно – распыляющей газовой струи покрытия имеют более равномерную микроструктуру. Количество частиц с различным размером уменьшается. Все частицы подвергались значительной пластической деформации (см. рис. 1 б). При частоте пульсаций 43Гц структура покрытий по всей толщине равномерная, что свидетельствует о стабильности процесса. Переходная зона имеет оксидные пленки, но в меньшей степени по сравнению с структурой покрытия выполненного при отсутствии пульсирующей воздушно – распыляющей струи.

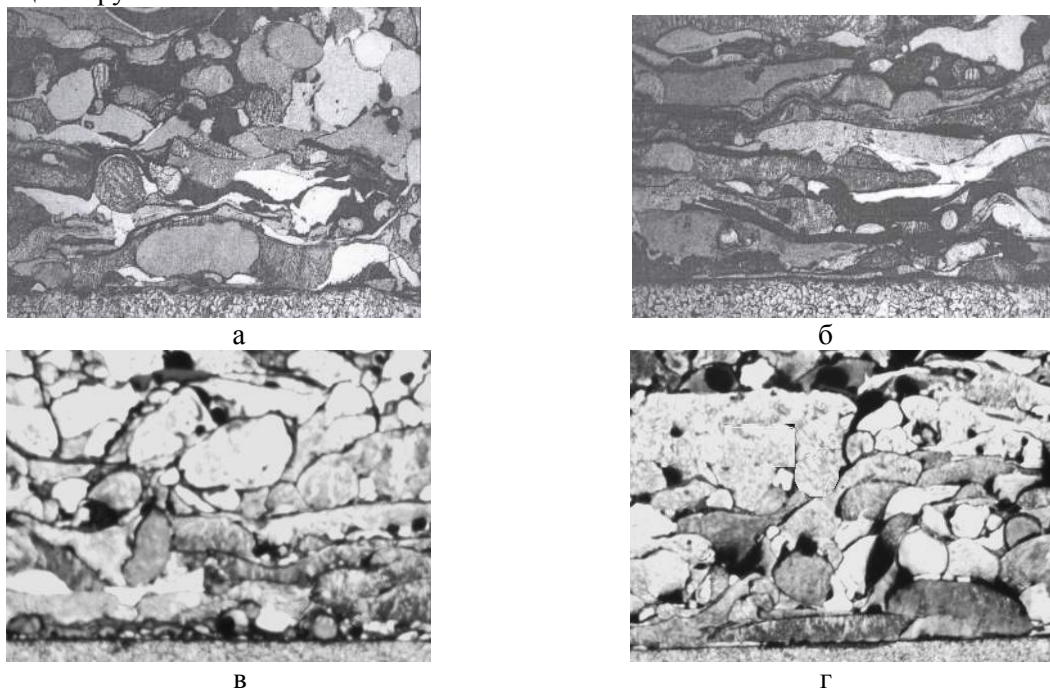


Рис. 1 – Микроструктура покрытий в зависимости от числа пульсаций сжатого воздуха, $\times 50$: а – без пульсаций, б – пульсации 43 Гц , в – пульсации 65 Гц, г – пульсации 105Гц

Так при частоте в 43Гц отмечается существенное изменение формы напыляемых частиц по сравнению со строеением покрытия без пульсаций. Частицы имеют меньшие размеры по сравнению с образцами выполненными без пульсаций. Средний размер частиц находится в пределах 100 – 450 мкм. При частоте 43Гц задержка в следовании импульсов составляет 0,026с.

При частоте 64 Гц отмечается увеличение количества частиц малых размеров на ряду с крупными (см. рис. 1 в). Средний размер частиц колеблется в пределах 50 – 350 мкм. Это объясняется тем, что промежуток в следовании импульсов воздушно – распыляющей струи имеет меньшую по времени величину, по сравнению с частицами полученными на частоте в 43Гц. Скорость плавления электродов и образования жидкого металла на торце имеет большее по продолжительности время, чем временной промежуток в следовании воздушно – распыляющего потока при данной частоте, что увеличивает усилие сброса жидкого металла с торцев электродов силой распыляющего потока.

При частотах в пределах от 105 Гц существенного изменения в размерах частиц не отме-

чено, но все же отличия имеются. Наличие промежутка в следовании воздушно – распыляющего потока имеет малое значение по сравнению с временем необходимым для формирования жидкого металла на торце плавящихся электродов. Сила воздействия распыляющего потока на жидкий металл становится практически постоянной. Изменение структуры предположительно можно объяснить как суммарное воздействие сил поверхностного натяжения и сил воздействия воздушно – распыляющего потока, которые оказывают значительное влияние на процесс отрыва жидких капель с торца плавящихся электродов. Об этом свидетельствует увеличение числа крупных частиц. Структура покрытия близка по строению как и при отсутствии импульсов.

Исследование влияния частоты пульсаций на микроструктуру и микротвердость частиц производилось на приборе LM – 100 при нагрузке 500 г.с. Для анализа частицы выбирались на равноудаленном участке от основы. На рис. 2 представлена микроструктура и микротвердость отдельных частиц покрытий.

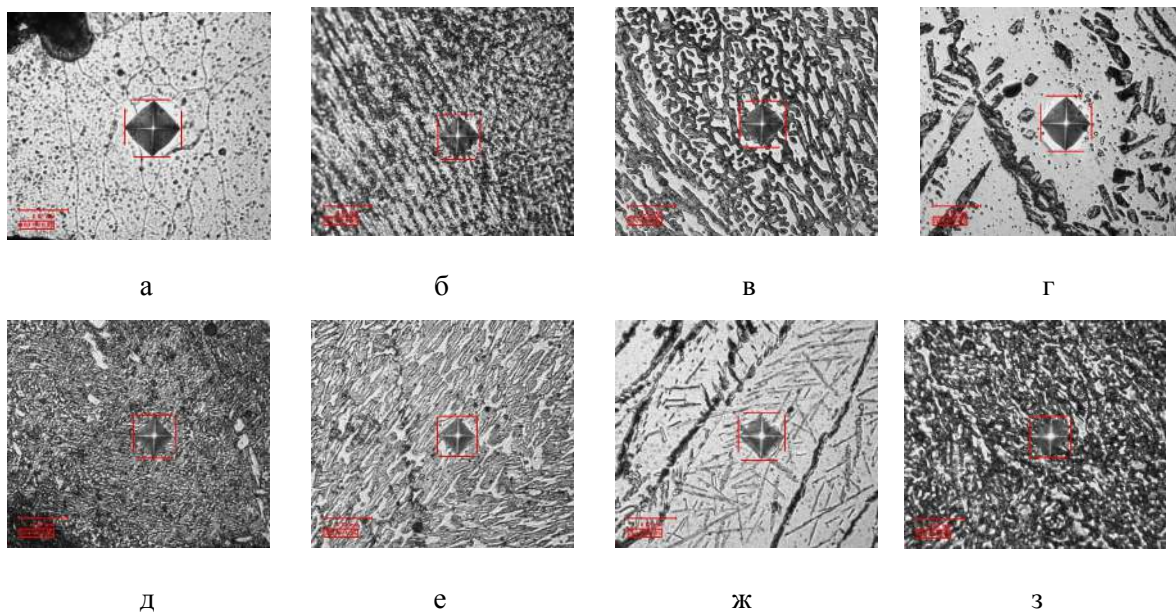


Рис. 2 – Микроструктура и микротвердость отдельных частиц покрытий при различной частоте пульсаций, $\times 500$: а – без пульсаций, структура феррита с выделением карбидной фазы, 180HV; б – пульсации 25Гц, структура перлитная с равномерно распределенными карбидами хрома, 311HV; в – пульсации 43 Гц, структура пластинчатого перлита с равномерно распределенными карбидами хрома, участки свободного алюминия, 276HV; г – пульсации 65Гц, легированный феррит, карбиды хрома, 206HV; д – пульсации 65Гц, мелкодисперсный сорбит с карбидами хрома, 320HV; е – пульсации 85 Гц, карбиды хрома, структура перлит и легированный феррит, 368HV; ж – пульсации 105Гц, игольчатые фрагменты бейнита, феррит и столбчатые карбиды хрома, 263HV; з – пульсации 105 Гц, пластинчатый перлит, феррит и карбиды хрома, 349HV

Анализ представленных микроструктур показывает, что структура частиц является в основном феррит или феррито – перлит с наличием карбидной фазы или включений хрома и оксидов алюминия (см. рис. 2 а). Необходимо отметить, что с увеличением частоты пульсаций увеличивается количество карбидной фазы в частицах покрытия (см. рис. 2 б, в, г). При частотах 65 и 105Гц в частицах появляются закалочные структуры (см. рис. 2 д, ж), что вероятно обусловлено изменением размеров частиц и повышением скоростей охлаждения. Вместе с тем в частицах покрытия при частоте 85 и 105 Гц преобладает феррито – перлитная структура с включением карбидов (как и в частицах покрытия полученных без пульсации или низких частотах 25 Гц) (см. рис. 2 е, з).

Измерение микротвердости показывают, что с увеличением частоты пульсаций распыляющей струи микротвердость частиц увеличивается для частот 65 – 85Гц , затем наблюдается некоторое снижение. Микротвердость приближается к уровню, что и при низких частотах или без пульсаций. Характер изменения и диапазон изменений твердостей в частицах представлен на рис. 3.

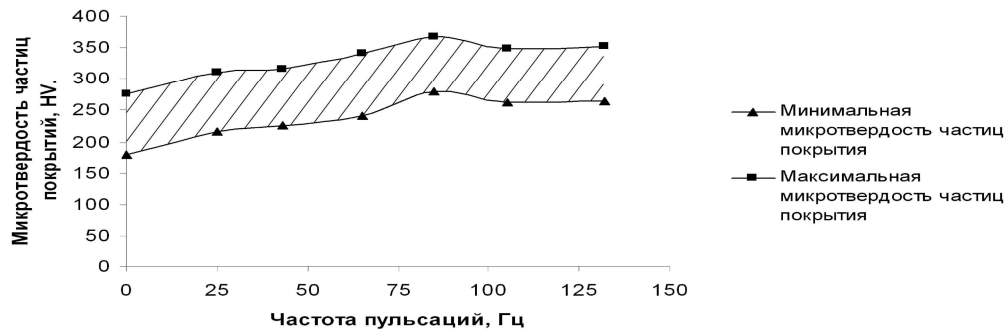


Рис. 3 – Характер изменения микротвердости частиц покрытия.

Зависимость построена с учетом максимальной и минимальной твердости частиц в покрытии. Характер изменения твердости в зависимости от частоты соответствует характеру изменения микроструктуры частиц покрытия.

Выводы

1. Применение пульсирующей распыляющей струи при электродуговой металлизации оказывает влияние на общее строение и структуру покрытия.
2. Микроструктура частиц покрытия феррит или феррито – перлитная с внедрением карбидов хрома и оксидов алюминия. С увеличением частоты пульсаций количество карбидной фазы возрастает и достигает максимума при частотах 65 – 85Гц. При увеличении частот свыше 85Гц имеет место некоторое снижение карбидной фазы, но появляются закалочные структуры.
3. Микротвердость частиц покрытия зависит от частоты пульсаций распыляющей струи и достигает максимальных значений при частотах 65 – 85Гц. При дальнейшем росте частоты пульсаций, существенного увеличения твердости не наблюдается.
4. На основании проведенных исследований установлено, что оптимальным диапазоном частот пульсаций воздушно – распыляющей струи является 65 – 85Гц, что обеспечивает улучшение свойств покрытия при использовании порошковой проволоки ПП – ММ – 2.

Список использованных источников:

1. Роянов В. А. Электродуговая металлизация с применением пульсирующей распыляющей струи / В.А. Роянов, В.И. Бобиков // Вісник Приазовського державного технічного університету. – 2009. – №19. – С. 177 – 180.
2. Хасуи А. Техника напыления. Пер. с японского / А. Хасуи // – М.: Машиностроение, 1975. – 288 с.
3. Катц Н. В. Металлизация распылением / Н. В. Катц // – М.: Машиностроение, 1966. – 248 с.
4. Кудинов В.В. Нанесение покрытий напылением. Теория технология и оборудование. Учебник для вузов / В.В. Кудинов, Г. В. Бобров // – М.: Металлургия, 1992. – 432 с

Рецензент: А.Д. Размышляев
д – р техн.наук,проф., ПГТУ

Статья поступила 20.04.2010