

ПАРАМЕТРЫ РЕЖИМА ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКОВ МИКРОДИАПАЗОНА

М.А. Кузнецов^а, к.т.н., А.М. Курбонов, студент гр. 10А12, Т.С. Сайлаухан, студент гр. 10А12
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета,
652055, г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел 8(38451)7-77-61

E-mail: kuznechik85@tpu.ru

Аннотация. В данной работе представлены результаты отработки режимов получения порошков микродиапазона. Экспериментальные исследования позволили определить оптимальные режимы для проволок различного химического состава. Основными параметрами режима исполнительного оборудования является: сила тока, давление плазмообразующего газа, скорость подачи проволоки, частота ультразвуковых колебаний

Ключевые слова: порошки, режимы, технология, сопло плазмотрона.

Abstract. This paper presents the results of testing modes for obtaining microrange powders. Experimental studies made it possible to determine the optimal modes for wires of various chemical compositions. The main parameters of the operating equipment mode are: current strength, plasma gas pressure, wire feed speed, frequency of ultrasonic vibrations Key words: powders, regimes, technology, plasma torch nozzle.

Keyword: powders, modes, technology, plasma torch nozzle.

В последние годы, наука о материалах в основном сосредоточена на разработке порошков микро – и нанодиапазона сферической формы. Главным преимуществом этих материалов является их применение в различных областях промышленности, так как их структура дает улучшенные свойства материалов, таких как твердость, прочность и пластичность. Поэтому на сегодняшний день перед исследователями становится актуальным вопрос по модернизации существующих способов получения порошков, а также по разработке новых.

На сегодняшний день существуют химико-металлургические методы производства порошков. Способ [1] заключается в восстановлении водородом наноразмерного гидроксида железа при высоких температурах, а способ 2] в плазмохимическом получении порошков оксидов металлов. Так же известен метод [3] получения мелкодисперсного металлического порошка путем распыления инертного газа для. Этот способ обеспечивает получение порошков с высокой сферической формой. Одним из достаточно новых методов [4] является гибридный метод получения сферических мелких металлических порошков центробежным распылением моноразмерных капель с пульсирующим отверстием. Этим методом были получены порошки с малым размером, узким распределением по размерам и высокой сферичностью. Помимо некоторых методов, использующих дробилки для производства порошка, распыление жидкого расплава является наиболее распространенным способом получения металлических порошков. Поэтому можно использовать различные технологии плавки. А также методы распыления (вода, газ). В зависимости от используемой технологии плавления и распыления получаемый порошок может различаться по размеру и форме [5]. Существуют разнообразные технологии производства металлических порошков: газовые, водяное распыление, центробежное распыление, плазменное распыление, механическое измельчение и легирование, твердофазное восстановление, электролитические и различные химические процессы. Все эти способы позволяют получать металлические порошки, различные по морфологии, форме и размеру, со сферичностью частиц и неровной поверхностью. При получении порошка отталкиваются от его физических, химических, объемных свойств. Обычно высококачественные металлические порошки с отличным гранулометрическим составом и без примесей оксидов, используемые для производства материалы конструкционного и функционального назначения [6, 7]. Для сфероидизации порошков широко применяют плазменную обработку это позволяет адаптировать порошки для 3d-печати. Кроме того плазменная обработка позволяет снижать средний размер частиц в диапазоне от 10 до 100 мкм [8]. Порошки производят в процессе гидрогенизации-дегидрирования с последующей плазменной сфероидизацией, это позволяет оптимизировать технологические параметры процесса и измельчения. Получены сферические порошки 40–70 мкм [9]. Гранулированные порошки, полученные с помощью распылительной суши, сфероидизировали с помощью высокочастотной индуктивно связанной плазмы. Применение плазменной обработки привело к уменьшению размера частиц, уплотнению микроструктуры и улучшению плотности и сыпучести. Термически обработанные порошки из-за их хорошей сферичности, улучшенной плотности и текучести подходят для 3d-печати [10].

На сегодняшний день существует множество способов получения порошков, однако необходимые для аддитивного производства порошки микродиапазона сферической формы является довольно сложной производственной задачей.

Основными параметрами режимов процесса получения порошков микродиапазона являются: сила тока (I , А), давление плазмообразующего газа (p , атм), скорость подачи проволоки (v , мм/с), диаметр проволоки (d , мм), химический состав проволоки.

Не менее важным параметром является расстояние от выхода плазмы из сопла плазмотрона до проволоки (l , мм). Данный параметр обеспечивается конструкцией сопла плазмотрона. В разработанном сопле плазмотрона $l = 3$ мм.

Следующим параметром является расстояние от проволоки до сопла Лаваля. При изготовлении сопла плазмотрона был учтен параметр расстояния от проволоки до сопла Лаваля (L , мм). В сопле плазмотрона $L = 45$ мм.

Еще одним из основных параметров является химический состав проволоки. Для получения более чистых по химическому составу порошков необходимо создать инертную среду, поэтому в качестве газа применяли аргон и гелий. Размер порошка зависит от режимов и диаметра проволоки, химический состав порошка зависит от химического состава проволоки.

Вывод

Экспериментально установлены параметры режимов получения порошков микродиапазона из проволок различного химического состава:

- расстояние от выхода плазмы из сопла плазмотрона до проволоки (l , мм) – 3 мм;
- расстояние от проволоки до сопла Лаваля (L , мм) – 45 мм;
- сила тока – 70-80А;
- давление плазмообразующего газа – 0,7-0,8 атм;
- скорость подачи проволоки – 20-40 мм/с;
- частота ультразвуковых колебаний – 50МГц.

На полученных режимах получили порошки различных размеров, и формы из проволок различного химического состава. Порошки, полученные из стальных проволок имеют правильную форму близкую к сфере и средний размер 50-100 мкм.

Также в процессе экспериментальных исследований были получены порошки, у которых частица имеет не правильную форму, такие порошки возможно использовать только после процесса сфероидизация. Неправильная форма частиц порошков обоснована тем, что все металлы имеют различные физические, механические свойства и температуру плавления, поэтому невозможно учесть все особенности и разработать оптимальную конструкцию сопла плазмотрона для получения порошков правильной формы из всех металлов. Для того что бы получать частицы порошков правильной формы из металлов с повышенной жидкотекучестью (алюминий, титан, медь) необходимо изменять следующие параметры: угол α , диаметр входного и выходного отверстия газового канала, в котором образуется плазма, т.е. в сопле плазмотрона создавать необходимые направления плазменных потоков для образования на поверхности капли жидкого металла микронеровностей. Для получения порошков до 10 мкм необходимо в нижнем корпусе сопла плазмотрона размещать сопло Лаваля.

Список используемых источников:

1. Baldokhin, Yu.V., Suzdalev, I.P., Prusakov, V.E., Burnazyan, D.A., Korneev, V.P., Kovalenko, L.V., Folmanis, G.E. A study of nanostructures formed in the hydrogen reduction of Fe(OH) 3 (2012) Russian Journal of Physical Chemistry B, 6 (1), pp. 81-88.
2. Zhukov, I., Vorozhtsov, S., Promakhov, V., Bondarchuk, I., Zhukov, A., Vorozhtsov, A. Plasma-chemical method for producing metal oxide powders and their application (2015) Journal of Physics: Conference Series, 652 (1), статья № 012027.
3. Smirnov M.A., Kaplan M.A., Sevostyanov M.A. Receiving finely divided metal powder by inert gas atomization // IOP Conference Series-Materials Science and Engineering. – 2018. Vol. 347. – 012033.
4. Dong W, Meng Y, Xu F.M., Han Y., Wang, Y.Y., Wang X.M, Zhao Y. Preparation of Sn-Pb Spherical Fine Metal Powders by Centrifugal Atomization Based on Mono-Sized Droplets // Powder metallurgy and metal ceramics. – 2020. – Vol. 56. – № 5-6. – pp. 239-248.
5. Wallner S. Powder Production Technologies // Berg Huettenmaenn Monatsh 164, 108–111 (2019).
6. K. Kassym and A. Perveen, Atomization processes of metal powders for 3D printing, Materials Today: Proceedings, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.364>.

7. Saheb S.H, Durgam V.K., Chandrashekhara A.A Review on Metal Powders in Additive Manufacturing // Third international conference on inventive material science applications (ICIMA 2020). – 2020. – Vol. 2218. – 020018.
8. Ji, L., Wang, C., Wu, W., Tan, C., Wang, G., Duan, X.-M. Spheroidization by Plasma Processing and Characterization of Stainless Steel Powder for 3D Printing (2017) Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science, 48 (10), pp. 4831-4841.
9. Kotlyarov, V.I., Beshkarev, V.T., Kartsev, V.E., Ivanov, V.V., Gasanov, A.A., Yuzhakova, E.A., Samokhin, A.V., Fadeev, A.A., Alekseev, N.V., Sinayskiy, M.A., Tretyakov, E.V. Production of spherical powders on the basis of group IV metals for additive manufacturing (2017) Inorganic Materials: Applied Research, 8 (3), pp. 452-458.
10. Yan, Z., Xiao, M., Mao, X., Khanlari, K., Shi, Q., Liu, X. Fabrication of spherical WC-Co powders by radio frequency inductively coupled plasma and a consequent heat treatment (2021) Powder Technology, 385, pp. 160-169.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОНЫ ПРОПЛАВЛЕНИЯ ПРИ РДС

Д.П. Ильященко, к.т.н., доцент

Институт физики прочности и материаловедения

Сибирского отделения Российской академии наук (ИФПМ СО РАН),

634055, г. Томск, просп. Академический, 2/4

E-mail: mita8@tpi.ru

Аннотация. В статье проанализированные литературные источники по моделированию формирования зоны проплавления при ручной дуговой сварке покрытыми электродами (РДС). Особенности формирования зоны проплавления при РДС приводят к большей неравномерности эволюции фронта плавления во времени, что означает необходимость проведения дополнительных исследований по влиянию технологических параметров режима, переноса электродного металла и типа используемого источника питания на формирование зоны проплавления при ручной дуговой сварке. Определены основные параметры управления геометрическими характеристиками зоны проплавления, а именно глубиной и шириной зоны.

Ключевые слова: ручная дуговая сварка, фронт плавления, эволюция зоны проплавления, математическая модель, управление формированием шва.

Abstract. The article analyzes literature sources that simulate the formation of a penetration zone in manual arc welding using electrodes (RDS). Features of the formation of the penetration zone during RDS lead to a greater non-uniformity of the evolution of the melting front in time. The main parameters for controlling the geometric characteristics of the penetration zone, namely the depth and expansion of the zone, are determined.

Keyword: shielded metal arc welding, melting front, fusion zone evolution, mathematical model, weld formation control.

Основной текст

Проблема управления переносом электродных капель применительно к ручной дуговой сварке покрытыми электродами до сих пор не формализована в связи с наличием многих случайных факторов и неконтролируемых параметров в процессе формирования сварочной ванны.

Известны работы, посвященные вопросам переноса электродного металла при механизированной сварке и наплавке проволочными [1-3] и ленточными [4, 5] электродами, в том числе, при использовании управляющих воздействий [6-8]. В работах [9-13] исследована методика определения размеров и массы капель электродного металла в зависимости от динамических характеристик источника питания [9], наличия на свариваемой поверхности защитных покрытий [10] и компонентов входящих в обмазку покрытого электрода при РДС [11-13].

В то же время влияние этих параметров на размеры зоны проплавления, ее рост и формирование, что, в конечном счете, является определяющими условиями для обеспечения равнопрочности сварного соединения, не изучено в достаточной степени [14, 15].

По результатам статистической обработки экспериментальных данных размеров зоны проплавления при электродуговой наплавке под флюсом [16] и в среде защитных газов [17] получены модели эволюции зоны проплавления до начала ее кристаллизации, представленные обобщенной нелинейной функцией вида: