

7. Влияние параметров процесса селективного лазерного сплавления на структуру алюминиевого сплава системы Al-Si-Mg / Н.В. Дынин, А.В. Заводов, М.С. Оглодков, Д.В. Хасиков // Труды ВИАМ. – 2017. – № 10. – С. 3–14.
8. Тульев В.В. Микротвёрдость поверхности алюминия и сплава АК9, модифицированной осаждением покрытий Mo и W в условиях ионного ассистирования / В.В. Тульев, И.С. Ташлыков // Труды БГТУ. – 2016. – № 6. – С. 96–100.
9. Шепелевич В.Г. Структура и стабильность быстрозатвердевшей фольги сплавов системы алюминий–олово / В.Г. Шепелевич, А.И. Грачёв // Вестник БГУ. – 2008. – № 2. – С. 19–21.
10. Шепелевич В.Г. Структура быстрозатвердевших фольг сплавов Al-Bi / В.Г. Шепелевич // Журнал Белорусского государственного технического университета. Физика. – 2022. – № 1. – С. 75–79.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАЗА НА ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КАПЛИ

М.А. Кузнецов^а, к.т.н., Е.В. Судариков, студент гр. 10А22

Юргинский технологический институт (филиал)

Национального исследовательского Томского политехнического университета,

652055, г. Юрга, ул. Ленинградская, 26,

E-mail:^а kuznechik85@tpi.ru

Аннотация: В работе рассмотрено влияния газа на геометрические параметры капли расплавленного металла, образующейся при получении порошков нано- и микродиапазона. Течение защитного газа, а именно его давление и скорость оказывают прямое влияние на формообразование и размер капли расплавленного металла.

Ключевые слова: защитный газ, капля расплавленного металла.

Abstract: The paper considers the effect of gas on the geometric parameters of a drop of molten metal formed during the production of nano- and microrange powders. The flow of the protective gas, namely its pressure and speed, have a direct effect on the formation and size of the molten metal drop.

Keyword: *shielding gas, a drop of molten metal.*

Введение. На сегодняшний день математическое моделирование является мощным средством теоретического решения нелинейных задач почти во всех областях науки и техники. Математическое моделирование облегчило задачу проведения экспериментальных исследований в тех областях, в которых проведение натурального эксперимента имеет очень высокую стоимость и сложность [1–8].

В настоящее время актуальным является вопрос влияния газа на геометрические параметры капли расплавленного металла, образующейся при получении порошков нано- и микродиапазона. Течение защитного газа, а именно его давление и скорость оказывают прямое влияние на формообразование и размер капли расплавленного металла.

Целью работы является исследование влияния газа на формообразование и размер капли расплавленного металла.

Процесс отработки и корректировки режимов лабораторной установки является одной из основных задач получения порошков Т.к. технология получения порошков напрямую зависит от режимов их получения.

Первостепенной задачей отработки режимов являлось установление влияния, введенного в рабочую зону инертного газа на геометрические параметры микронеровностей, образованных и оторванных с поверхности капли расплавленного металла (далее микронеровностей). Схематично капля расплавленного металла, с образовавшимися на поверхности микронеровностями представлена на рисунке 1.

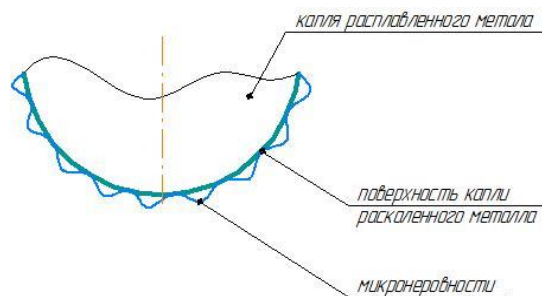


Рис. 1. Схема капли расплавленного металла

Инструментом для образования капли расплавленного металла, и соответственно микронеровностей на ней служили проволоки различного химического состава и диаметра.

Для проведения исследований было использовано два инертных газа: аргон высшего сорта ГОСТ 10157–2016 (содержание аргона не менее 99,993 %) и гелий марки А ГОСТ 20461–75 (содержание гелия не менее 99,99 %).

Для изучения влияния плазменных потоков от различных инертных газов на геометрические параметры микронеровностей, применяли метод скоростной видеосъемки. При съемке микронеровностей, которые имеют высокую температуру, матрица видеокамеры воспринимает световой поток поверхности плазмы. Поэтому микронеровности, которые находятся в светящемся столбе, остаются невидимыми.

Чтобы сделать микронеровности видимыми необходимо добавить мощное дополнительное освещение, которое размещают за плазменным потоком. Фокусирование источника света, которым является CuVr-лазер, происходит оптической системой линз. Сфокусированный луч, проникая через плазменный поток, дает теневое изображение микронеровностей. CuVr-лазер, плазменный поток и высокоскоростная камера располагаются на одной оси.

Для исследования и изучения геометрических параметров микронеровностей, а также характера отрыва и переноса их в среде плазменного потока инертных газов (аргон и гелий) применялся экспериментальный комплекс (рисунок 2).

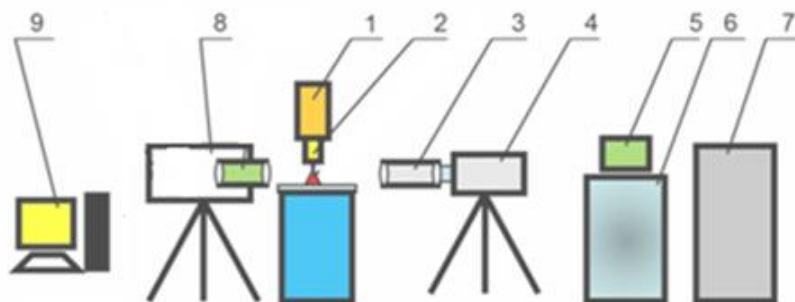


Рис. 2. Схема экспериментального комплекса:

- 1 – установка для генерации капель микро- и нанодиапазона; 2 – разработанное сопло плазматрона;
- 3 – система фокусировки высокоскоростной камеры; 4 – высокоскоростная камера «Fastec IL5LM4»;
- 5 – цифровой осциллограф «DSO 1012A»; 6 – источник питания плазматрона LGK 200;
- 7 – блок автоматического регулирования параметров, 8 – CuVr-лазера для создания «теневого» эффекта;
- 9 – персональный компьютер

Для того что бы произвести запуск экспериментального комплекса, необходимо сфокусировать CuVr-лазер и высокоскоростную камеру Fastec IL5LM4. Последовательность запуска экспериментального комплекса состоит в следующем: сначала включается CuVr-лазер, затем цифровая высокоскоростная видеокамера, источник питания, блок автоматического регулирования, компьютер, осциллограф.

Обработка изображений, полученных после высокоскоростной съемки осуществлялась в Sony Vegas. Видеофайлы, полученные по средствам высокоскоростной съемки, разделялись на отдельные кадры. Результаты, которые получены в процессе осциллографирования, обрабатывались в DS_Wave_DSO.

Для определения геометрических параметров формируемых микронеровностей был рассмотрен этап, на котором микронеровности уже сформировались, т. е. непосредственно перед отрывом их с поверхности капли расплавленного металла. Получение опытных значений геометрических параметров микронеровностей производилось в несколько этапов. Первый этап заключался в видеосъемке процесса образования микронеровностей на поверхности капли расплавленного металла. На втором этапе происходила разделение видеосъемки на отдельные кадры и ее оцифровка, а также выбор кадра процесса, при котором микронеровности находятся в последней стадии перед отрывом с поверхности капли расплавленного металла. После чего производилось преобразование данного кадра в растровое изображение. Полученное изображение измерялось в десяти плоскостях по оси X и Y, что является необходимым и достаточным для построения адекватной модели.

На основе полученных числовых значений производилось построение плоской фигуры и ее 3D-модели с использованием программного комплекса «Компас 3D» фирмы «Аскон» с последующим расчетом ее геометрических параметров посредством встроенного расчетного алгоритма.

Изображение, полученное при скоростной видеосъемке, помещается в программу «Компас 3D», где при помощи команды «Сплайн», производили визуализацию контура. На этом этапе определяется масштаб построения. На визуализированный контур наносились линии, соответствующие положению будущих секущих плоскостей. При этом первоначально линии наносились в местах изменения направления контура, затем с некоторым интервалом между ними. По полученному изображению определялись диаметры окружностей сечений и положение центра окружности относительно оси. Моделирование геометрических параметров микронеровностей, производили в режиме трёхмерного моделирования в приложении «Компас 3D». Для этого строился ряд параллельных плоскостей, в которых, строились сечения микронеровностей. Далее при помощи функции «По сечениям» строилось объёмное тело, соответствующее форме микронеровности. Производились измерения при помощи предоставляемых «Компас 3D» возможностей, таких как геометрические параметры.

Влияние силовых параметров (сила тока, напряжение) на геометрические параметры микронеровностей, регистрировались при помощи портативного двухканального цифрового осциллографа DSO 1012A.

Анализ осциллограмм тока в цепи и напряжения между электродами показал, что процесс протекает стабильно и в аргоне, и в гелии с применением проволок различного химического состава (стальная проволока – Св-08Г2С, проволока из нержавеющей стали – ОК Autrod 347Si, алюминиевая проволока – ML 1070, медная проволока – ML CuSi3, титановая проволока – BT1-00). Однако геометрические параметры микронеровностей различны.

Различие в геометрических параметрах микронеровностей можно объяснить тем, что во всех случаях состав плазмы дуги был различным, т. е. она горела ни в однородном газе, а в смеси газов и паров различных металлов, которые входят в состав проволоки. Кроме аргона или гелия в плазме дуги присутствуют пары металлов, входящих в состав стальной, нержавеющей, алюминиевой, титановой и медной проволок (Св-08Г2С, ОК Autrod 347Si, ML 1070, ML CuSi3, BT1-00). Также на геометрические параметры микронеровностей оказывает тот факт, что материалы, из которых изготовлены проволоки, имеют различную теплоемкость и текучесть в жидком состоянии.

Обработанные кинограммы процесса позволили установить зависимости между геометрическими параметрами микронеровностей и инертным газом, а также химическим составом проволок. Пример трехмерной модели микронеровности представлен на рисунке 3. После прохождения сопла Лаваля микронеровность приобретает правильную форму близкую к сфере и уменьшается в размере.

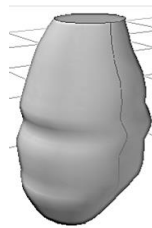


Рис. 3. Трёхмерная модель микронеровностей

Выводы:

Установлено, что введение в рабочую зону аргона или гелия и проволок различного химического состава, позволяет получать микронеровности, образованные и оторванные с капли расплавленного металла различного размера. При введении аргона микронеровности приобретают более вытянутую форму, что способствует лучшему отрыву от проволоки. При обработке результатов экспериментальных исследований параметров образования и отрыва микронеровностей с поверхности капли расплавленного металла определялись геометрические параметры.

Список использованных источников:

1. Мажукин В.И. Математическое моделирование теплофизических свойств, процессов нагрева и плавления металлов методом молекулярной динамики / В.И. Мажукин, А.В. Шапранов, В.Е. Пережигин // X International Seminar «Mathematical Models & Modeling in Laser-Plasma Processes & Advanced Science Technologies». – 2012. – Vol XXIV. – С. 47–65.

2. Chinakhov D.A. Simulation of Active Shielding Gas Impact on Heat Distribution in the Weld Zone / D.A. Chinakhov, A.V. Vorobjev, A.A. Tomchik // Materials. Science Forum. – 2013. – № 762. – P. 717–721.
3. Chinakhov D.A. Simulation of wind Influence on the thermal processes in gas-shielded welding / D.A. Chinakhov, A.V. Vorobjev, Y.M. Gotovshchik // Applied Mechanics and Materials. – 2014. – № 682. – P. 91–95.
4. Темлянцев М.В. Моделирование температурных полей и сопротивления деформации в цилиндрических заготовках при нагреве с горячего посада под прокатку / М.В. Темлянцев, В.С. Стариков, В.Г. Кондратьев // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2000. – № 6 – С. 51–54.
5. Tashev P. Mathematical Modeling and Optimization of Parameters of the Mode for Tungsten-Inert Gas Remelting with Nanomodification of the Surface Layer / P. Tashev, P. Koprinkova-Hristova, T. Petrov, L. Kirilov, Y.J. Lukarski // Mater. Sci. Technol. – 2016. – 24 (4). – P. 230–243.
6. Peng J. Mathematical model on characteristics of V groove molten pool during MIG welding / J. Peng, L. Yang, J. CIESC. – 2016. – 67 (S1). – P.117–126.
7. Kumar N. Simulation of the effects of input parameters on weld quality in laser transmission welding (LTW) using a combined response surface methodology (RSM)-finite element method (FEM) approach / N. Kumar, A. Bandyopadhyay // Lasers Eng. – 2017. – № 36 – P. 225–243.
8. Bilenko G.A. Metallurgist Computer Simulation in Developing the Technology of Welding High-Tensile Steel Sheets / G.A. Bilenko, R.U. Khaibrakhmanov, Y.S. Korobov. – 2017. – № 61. – P. 265–270.

СВАРОЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ

Д.П. Ильященко^{1,2,a}, к.т.н, доц., Е.В. Лаврова³, д.т.н., проф., Н.В. Гутов⁴

¹Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина 30

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, 634055, г. Томск, пр. Академический, 2/4

³Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь, ул. Университетская 7

⁴ООО Газпром трансгаз Томск, 634029, г. Томск, пр. Фрунзе, д.9

E-mail: ^amita8@tpu.ru

Аннотация: В данной статье произведена оценка количественных показателей сварочно-технологических свойств источников питания для ручной дуговой сварки покрытыми электродами и технологическими показателями, регламентируемыми действующими стандартами в их оценке.

Ключевые слова: стабильность, источник питания, покрытые электроды, диодный выпрямитель.

Abstract: This article assesses the quantitative indicators of the welding and technological properties of power supplies for manual arc welding with coated electrodes and technological indicators regulated by the current standards in their assessment. «»

Keywords: stability, power supply, coated electrodes, diode rectifier.

В России с каждым годом увеличивается количество сварных конструкций изготавливаемых из сталей с особыми эксплуатационными свойствами, требующие применение специализированного оборудования, реализующего оптимальные термические циклы сварки [1, 2], что требует применения нового поколения источников питания, обладающих более высокими статическими и динамическими характеристиками [3].

Цель исследований: Оценка количественных показателей сварочно-технологических свойств источников питания для ручной дуговой сварки покрытыми электродами и технологическими показателями, регламентируемыми действующими стандартами в их оценке.

Методика и техника эксперимента: Для устранения выше приведенного недостатка, была разработана методика количественной оценки сварочно-технологических характеристик [4]. В качестве основных источников питания были выбраны: источник питания, изготовленный по классической схеме сварочного выпрямителя – типа ВД-306Э (диодный выпрямитель) и источники питания инверторного типа: «ARC 250» (WS Weldeship); «Ресанта: САИ 250 ПРОФ»; «Fubag INTIG 200 SYN PLUS». Перечисленные источники питания отличаются своими динамическими и статическими характеристиками, определяемыми в соответствии с внешними характеристиками. Динамические свойства источников питания можно оценить исходя из анализа осциллограмм тока и напряжения на дуге (рисунок 1). Начальное зажигание дуги (первое свойство сварочно-технологических параметров по ГОСТ 25616–83) у инверторных источников питания не вызывает затруднения так как они все оборудованы функцией HOT START, данная функция у других типов источников питания отсутствует.