

**ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ СВАРОЧНОЙ ГОРЕЛКИ
ПРИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ПОСЛОЙНОЙ НАПЛАВКИ**

Е.В. Судариков^а, студент гр. 10А22, А.А. Яркова, студент гр. 10А32, С.Е. Беляев студент гр. 10А32

Научный руководитель: Кузнецов М.А., к.т.н., доц.

Юргинский технологический институт (филиал)

Национального исследовательского Томского политехнического университета

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

E-mail: ^аevs120@tpu.ru

Аннотация: В данной статье приведены экспериментальные исследования по выбору траектории сварочной горелки при электродуговой послойной наплавки. Рассмотрены несколько вариантов заполнения наплавленного слоя, при этом так же учитывалось место начала наплавки каждого слоя.

Ключевые слова: электродуговая наплавка, траектория, сварочная горелка.

Abstract: This article presents experimental studies on the choice of the trajectory of a welding torch during electric arc layer-by-layer surfacing. Several options for filling the deposited layer were considered, while the starting point of each layer was also taken into account.

Keywords: electric arc surfacing, trajectory, welding torch.

Введение. В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений реализации технологических процессов изготовления металлических изделий сложной конфигурации является аддитивное производство. В его основе лежит послойная наплавка металла в соответствии с трехмерной моделью, созданной посредством компьютерного моделирования и проектирования [1]. В качестве исходного материала используют металлические порошки микронного диапазона [2] или проволоку необходимого диаметра [3] различных химических составов. В качестве источника энергии (теплоты) используют электронный [4], лазерный [5] или плазменный луч, а также электрическую дугу [6]. Кроме того, возможно применение гибридных источников тепла, например, совместно электрическую дугу и лазерный луч [7].

Целью данной работы является разработка траектории движения сварочной горелки для получения корпусных изделий с различной толщиной стенки и разной конфигурации методом послойной наплавки металла из цельнометаллической сварочной проволоки в среде защитного газа.

Отработка режимов для многослойной наплавки металла заключается в проведение экспериментальных исследований процесса формирования наплавленных слоев в среде защитных газов плавящимся электродом.

Формирование сложной траектории движения горелки заключается в заполнении наплавленного слоя с применением заданной стратегии наполнения объема расплавленным металлом. Исходными данными для формирования траектории является толщина стенки b (рисунок 1), шаг формирования элемента траектории h (рисунок 1), угол отклонения от прямолинейного движения, радиус r (рисунок 1). Параметры h и r зависят от параметра b . Результаты, полученные при работе над программным модулем, позволяют использовать алгоритмы для формирования сложной многослойной траектории горелки для послойной наплавки сварочной проволокой стенок корпусных деталей. Для получения изделия с толщиной стенки до 5 мм достаточно прямолинейного движения сварочной горелки. При толщине стенки более 5 мм необходимо применять одну из стратегий заполнения, представленную на рисунке 1.

Необходимые данные для наплавки металлического изделия: начало координат (точка, в которой начинается наплавка, шаг, скорость и траектория перемещения горелки, величина однократного поднятия горелки после каждого наплавленного слоя, количество слоев.).

Так же очень важно правильно рассчитать и подобрать режимы наплавки (сила тока, напряжение, скорость наплавки, скорость подачи проволоки). Данные параметры рассчитываются в зависимости от конфигурации и толщины стенки наплаваемого изделия. Правильно подобранные режимы наплавки позволят обеспечить равномерные физико-механические свойства материала по всему объему детали.

Возможно запрограммировать несколько вариантов наплавки: (все слои начинают выращиваться с одного и того же места (рисунок 2, а), в этом случае необходимо учесть то, что при окончании наплавки слоя, сварочная дуга должна еще гореть 1–2 с для того что бы избежать образования кратера при затухании сварочной дуги; каждый слой начинает наплавляться со смещением от начала наплавки предыдущего слоя на 2–3 мм (рисунок 2, б); каждый слой начинает наплавляться с запрограммированной точки (рисунок 2, в).

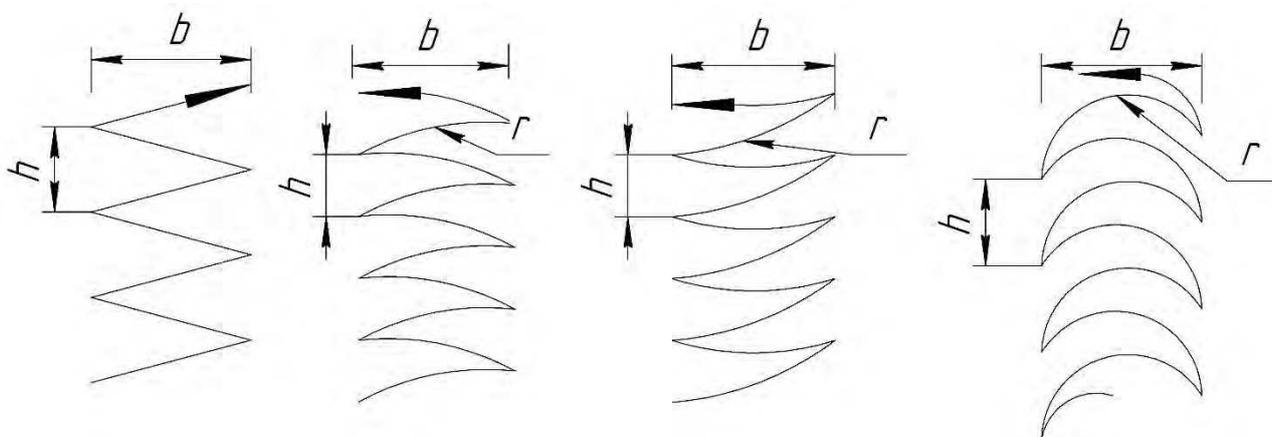


Рис. 1. Варианты стратегии заполнения объема металла

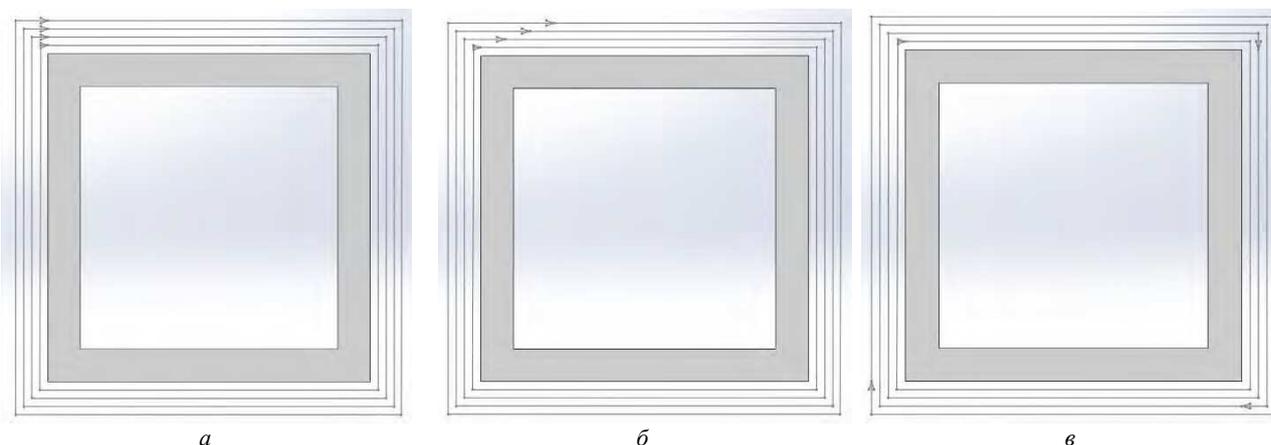


Рис. 2. Схема траектории наплавки слоев (стрелками показано начало наплавки каждого слоя)

Выводы

Установлено, что варианты, представленные на рисунках 2, б и в, являются наиболее оптимальными для электродуговой наплавки, т. к. они позволяют избежать образования кратера при затухании сварочной дуги и увеличить время охлаждения изделия между наплавленными слоями).

Список использованных источников:

- 1 ГОСТР 57558-2017 Аддитивные технологические процессы. Базовые принципы. Часть 1. Термины и определения. – URL: <https://base.garant.ru/72111262/> (дата обращения: 12.03.2024). – Доступ из справ. - правовой системы Гарант. – Текст: электронный.
2. Fabrication of metal and alloy components by additive manufacturing: Examples of 3D materials science / L.E. Murr, E. Martinez, K.N. Amato [и др.] // Journal of Materials Research and Technology. – 2012. – P. 42–54.
3. Frazier William E. Metal additive manufacturing: a review/ William E. Frazier // JMEPEG. – 2014. – 23. – P. 1917–1928.
4. Sing S.L. Laser and electron-beam powder-bed additive manufacturing of metallic implants: A review on processes, materials and designs / S.L. Sing, J. An, W.Y. Yeong, F.E Wiria // Journal of Orthopaedic Research. – 2016. – 34:3. – P. 369–385.
5. Additive manufacturing of metals, Acta Materialia / Dirk Herzog, Vanessa Seyda, Eric Wycisk, Claus Emmelmann. – 2016. – 117. – P. 371–392. – URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actamat.2016.07.019> (дата обращения: 14.03.2024). – Текст: электронный.

6. Additive manufacturing of metallic components – Process, structure and properties / T. DebRoy, H.L. Wei, J.S. Zuback [и др.] // Progress in Materials Science 92. – 2018. – P. 112–224. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2017.10.001> (дата обращения: 14.03.2024). – Текст: электронный.

7. Comparative study of microstructure evaluation and mechanical properties of 4043 aluminum alloy fabricated by wire-based additive manufacturing / Qiuyu Miao, Dongjiang Wu, Dongsheng Chai [и др.] // Materials and Design. – 2020. – 186. – 108205. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2019.108205> (дата обращения: 14.03.2024). – Текст: электронный.

ЗАЩИТА ГИБКОГО ТОКОПОВОДА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОЛОШНИКОВЫХ ГАЗОВ И ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

А.С. Губарев^а, студент гр. 10В11

Научный руководитель: Валуев Д.В. к.т.н., доц.

Юргинский технологический институт (филиал)

Национального исследовательского Томского политехнического университета

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

E-mail: ^аufz_c6@bk.ru

Аннотация: Данная статья рассматривает производство ферросилиция в электрометаллургической отрасли. Производство ферросилиция является одним из наиболее крупнотоннажных и энергоёмких видов ферросплавов. Вместе с тем, производство ферросилиция постоянно увеличивается. В статье отмечается, что несмотря на достигнутые успехи в производстве, остается ряд проблемных задач. Эти задачи включают в себя совершенствование технологии плавки, оптимизацию геометрических параметров ванны, электрических режимов работы печей, разливку, фракционирование ферросилиция и решение экологических вопросов.

В работе, представлено мероприятие по защите гибкого токопровода от воздействия колошниковых газов и высоких температур электрической сети.

Ключевые слова: ферросплав, токопровод, ферросилиций, газы, температура.

Abstract: This article examines the production of ferrosilicon in the electrometallurgical industry. The production of ferrosilicon is one of the most large-scale and energy-intensive types of ferroalloys. At the same time, ferrosilicon production is constantly increasing. The article notes that despite the progress achieved in production, a number of problematic tasks remain. These tasks include improving smelting technology, optimizing the geometric parameters of the bath, electrical operating modes of furnaces, casting, fractionation of ferrosilicon and solving environmental issues.

The work presents a measure to protect flexible current supply from the effects of furnace gases and high temperatures of the electrical network.

Keywords: ferroalloy, current supply, ferrosilicon, gases, temperature.

В открытых ферросплавных печах через открытую колосниковую решетку выделяется большое количество тепла и отходящих газов, которые оказывают негативное воздействие на гибкие токоподводящие провода.

Из-за наличия влаги и углекислого газа в отходящих газах (при температуре выше 200 °С) в открытых ферросплавных печах сильно окисляются поверхности медной проволоки и ленты гибких токопроводов. Толщина оксидной пленки достигает 0,15–0,3 мм, площадь поперечного сечения отдельных проволок, лент и токопроводов в целом уменьшается на 20–60 % (усадка), быстро увеличивается электрическое сопротивление. С увеличением активного сопротивления возрастают потери, т. е. увеличивается количество выделяемой тепловой энергии и температура токопровода; при температуре выше 100 °С возрастает интенсивность коррозии при воздействии на медь агрессивных компонентов колошниковых газов (например, водорода, углекислого газа, серосодержащих веществ во взвешенном состоянии). Гибкие токопроводы в коротких сетях охлаждаются только в башмачной части, поэтому температура в их средней части максимальна (на 30–60 °С выше).

Как показала практика, в условиях замещения части кокса длиннопламенным углём, данные гибкие токопроводы уязвимы к действию колошниковых газов и выделяемому теплу от продуктов горения, что увеличило количество горячих простоев открытых ферросплавных печей, тем самым привело к потерям в производстве и перерасходу электроэнергии.

Для бесперебойной работы печи на повышенных навесках длиннопламенного угля и с целью уменьшения горячих простоев и потерь в производстве необходима защита гибкого токопровода от воздействия высоких температур и агрессивных компонентов колошниковых газов.