

РОБОТЫ В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ СВАРКЕ

В.М. Скоробогатов, студент гр. 1В91.

А.П. Соколов, к.т.н., доц.,

*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,
тел.(3822)-606306*

E-mail: yms10@tpu.ru

При изготовлении уникальной деталей интерьера используется ручной труд. Мастер использует технологию электродуговой сварки для создания художественных поделок из металла. Но для создания больших художественных сооружений потребуется большое количество человеко-часов труда. С развитием нынешних технологий это время можно сократить и даже увеличить масштаб сооружения. Добиться этого можно с помощью автоматизации труда, замены людей на роботов.

Технология автоматической электродуговой сварки представляет собой дуговую сварку с механизированной подачей плавящегося электрода и перемещением дуги вдоль кромок. Таким образом, промышленный робот в данной технологии используется как устройство, манипулирующее электродом, а траектория движения и вид шва либо выбираются из библиотеки швов в ПО робота, либо задаются оператором вручную [1].

Данная технология применяется в производстве автомобилей, а голландская компания MX3D применила её в архитектуре. Компания смогла “напечатать” мост с помощью четырех сварочных роботов MX3D-Metal [2]. Каркас моста выполнен в виде скрученных металлических балок, создающих объект в бионическом стиле. Законченный мост имеет длину 12.5 метров, ширину – 6.3 метра, а его вес составляет 4500 килограммов (рис. 1). При этом, за счет высокой прочности металла, для изготовления конструкции моста не потребовалось никаких дополнительных элементов и опорных конструкций. Процесс печати его конструкции продолжался в течение шести месяцев, за которые через концевники горелок роботов прошло 100 километров сварочной проволоки из нержавеющей стали [3]. Примечательным этот мост делает не только то, что он полностью напечатан, но и его бионическая форма, которая не содержит прямых линий. Хоть дизайнер имеет максимальную свободу формообразования, но часто теряются ориентиры гармоничного соответствия требований эстетики и физических требований к форме объекта. Дизайнеру в этом случае помогает знание бионических принципов формообразования, которые помогают найти биологический аналог формы разрабатываемого объекта [4]. Из-за отсутствия прямых линий в конструкции моста, предел прочности не поддается расчету на этапе моделирования. Поэтому, использовать биологические аналоги представляются лучшей альтернативой.

Для оценки технических возможностей данного моста, его можно сравнить с классической фермой.



Рис.1. 3Д-печать моста

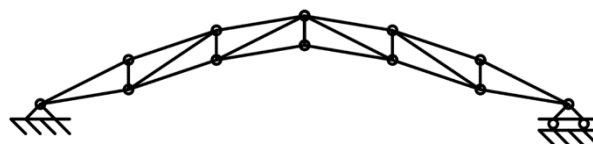


Рис.2. Мостовая ферма. Схема

Мостовая ферма – это классический мост, который имеет ряд преимуществ, таких как высокая жесткость конструкции, минимальная материалоемкость.

Для создания столь масштабного проекта была использована технология аддитивного электродугового выращивания (Wire + ArcAdditiveManufacturing, WAAM).

Для более яркого примера возможностей данной технологии, её можно сравнить с работой специалиста, использующего ручную электродуговую сварку. В качестве сравнительного варианта был использован объект в бионическом стиле – винтовая лестница вокруг тополя, масса – 500 кг. На её изготовление сварщик потратил 336 часов (8 недель – 42 часа в неделю). На изготовление моста было потрачено 6 месяцев работы 4-х роботов. Если исходить из 8-ми часового рабочего дня по пятидневке, то получается примерно 4160 часов. Сопоставим: лестница – 500 кг и 336 часов; мост – 4500 кг и 4160. Получается, что 4 сварщика потратили бы на мост 3024 человека-часа. Таким образом, сварщики выполнили бы работу на 25% времени быстрее.

Проведём сравнение потери электроэнергии по двум вариантам. Сварные роботы осуществляют наплавку без перерыва, т.е. 4160 часов непрерывной сварки. Сварщик же непосредственно на сварку тратит менее 50% времени. С затрат времени (3024 человека-часа) при ручной сварке получается 1512 часов непрерывной сварки и соответственно снижение затрат электроэнергии 63 %.

Приведённые расчёты показали, что с точки зрения затрат времени и электроэнергии описанная технология с применением только сварочных роботов не является рациональной. Более рационально использовать различные роботы. В рациональном варианте: один робот делает заготовку элементов конструкции из стальных труб различного сечения, второй робот устанавливает в пространстве подготовленные элементы, а два других робота делают сварку устанавливаемых элементов.

Проведя сравнение (рис. 1) и (рис. 2), можно сделать ещё несколько выводов.

Реализованная конструкция моста (рис. 1) имеет утяжеление по краям, контактирующим с «берегами». В то же время, рациональная конструкция (рис. 2) требует утяжеления в центре моста. В поисках объяснения авторы данной статьи пришли к заключению, что это сделано для обеспечения устойчивости двух половин моста, при отсутствии дополнительных опор.

Рациональный вариант экономит время и энергию, но усложняет проектирование и требует использования роботов, которые сложнее и соответственно дороже сварочных роботов.

Список литературы:

1. <https://www.shtorm-its.ru/info/articles/tekhnologiya-svarki-mig-mag/>
2. <https://mx3d.com/projects/mx3d-bridge/>
3. <http://integral-russia.ru/2018/04/26/18861/>
4. А.П. Соколов, М.С. Кухта Математическое моделирование в бионическом стиле // Труды Академии технической эстетики и дизайна. - 2016. - №1. - С. 18-21.
5. Кухта М.С., Казьмина О.В., Соколов А.П., Пелевин Е.А. Технологии соединения стекла и металла в объектах дизайна // Дизайн. Теория и практика. – 2014. – № 18. – С. 51-61.
6. Kukhta M., Sokolov A., Pelevin E. Welding technology in artistic metal processing // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 20, Modern Techniques and Technologies. Ser. "20th International Conference for Students and Young Scientists: Modern Techniques and Technologies, МТТ 2014" 2014. – С. 012044.
7. Соколов А.П., Воронкова М.А. Купол как оболочка сооружения // Труды Академии технической эстетики и дизайна. – 2017. – № 2. – С. 20-25.
8. Васильева М.О. Бионические принципы конструирования в предметном дизайне // Труды Академии технической эстетики и дизайна. – 2017. – № 2. – С. 11-14.