

УДК 621.9

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ НАПЛАВКИ И МОДЕЛЬНОЙ ПЛИТЫ НА СТРУКТУРУ НАПЛАВЛЕННОГО МАТЕРИАЛА

А. С. ФЕДОСЕНКО, А. С. ОЛЕНЦЕВИЧ

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Аддитивные технологии (АТ) позволяют значительно сократить затраты на производство деталей сложной конструкции. При использовании АТ значительно снижается количество обрабатываемого материала, сокращается энергоемкость производства и количество материала, требующего переработки. Аддитивные технологии получают широкое распространение в аэрокосмической отрасли, медицине, автомобильной промышленности. На данный момент существует множество способов получения изделий аддитивными технологиями.

SLS-технология – селективное лазерное спекание и SLM-технология – селективное лазерное сплавление. Они близки по содержанию технологического процесса и отличаются лишь степенью расплавления материала. Оба способа позволяют безотходно изготавливать конструкции при помощи 3D- и CAD-систем почти любой сложности. Основная особенность этой технологии заключается в использовании мощного лазера, что позволяет спекать или сплавливать частицы.

DLMD – прямое лазерное наплавление металла. Этим способом можно изготавливать полностью функциональные металлические детали непосредственно из спроектированной 3D-модели. Принцип действия заключается в подаче металлического порошка через сопло в лазерный луч высокой мощности и создание ванны расплава на поверхности твердой подложки, на которую наносится металлический порошок.

3DP – струйная трехмерная печать. Процесс заключается в том, что слой порошка не оплачивается как в первых двух случаях, а вместо этого специальная головка наносит слой клея, который и связывает частицы порошка. Способ не имеет недостатков, однако его экономически целесообразно использовать для быстрого прототипирования концептуальных моделей.

Среди классических промышленных способов, в основу которых положен принцип добавления материала, к перечисленным АТ близки способы электродуговой наплавки. Широко используют электродуговую, под слоем флюса, покрытыми электродами, плазменную и в защитных газах. Последний способ получает наибольшее распространение в области аддитивных технологий в силу простоты технологии, универсальности, маневренности горелок и ряда других преимуществ.

Известно, что одним из недостатков изделий, полученных широко используемыми способами аддитивных технологий, является направленный рост зерен и, как следствие, значительная анизотропия свойств. Заметное

влияние на данное явление оказывает модельная плита, на которой формируется изделие. Закономерно предположить, что это влияние присутствует и при получении изделий дуговой наплавкой. С целью проверки данного предположения были изготовлены образцы и исследована их структура.

Наплавку проводили в автоматическом режиме с помощью сварочного робота Fanuc M-710iC. Режимы наплавки: напряжение – 17,5 В; ток – 105 А; толщина проволоки – 1,2 мм; подача проволоки – 2,6 м/мин; защитный газ – 80 % Ar + 20 % CO₂; расход газа – 20 л/мин. Скорость перемещения горелки первого прохода – 20 см/мин, второго и третьего – 30 см/мин. Первый образец наплавлялся без паузы между проходами, второй – с задержкой в 15 с, третий – с задержкой между проходами в 30 с. Для исследования использовали модельную плиту из низкоуглеродистой стали. Одну из пластин отожгли при температуре 870 °С, а вторую подвергли закалке в воде с той же температуры. На каждой из подложек было получено по три образца, из которых изготовили микрошлифы по стандартной технологии, и изучена структура переходной зоны между основным и наплавленным металлом.

Результаты исследований показали, что изменение временного интервала между проходами оказывает влияние на формирование зоны термического влияния и пограничную зону между основным и наплавленным металлом. Прослеживается уменьшение размера формирующихся зерен в области, прилегающей к основному металлу. Размер зерен в объеме наплавленного металла и их направленный рост сохраняются во всех образцах, хотя и прослеживается некоторое уменьшение размера зерна с уменьшением скорости наплавки.

В образцах, полученных на поверхности предварительно закаленной подложки, наблюдается некоторое уменьшение размера зерен в зоне между плитой и наплавленным металлом, по сравнению с образцами, полученными на отожженной стали. Размер зерен в теле наплавленного металла сопоставим с образцами, полученными на отожженной пластине.

Исходя из полученных данных, можно сделать предположение, что размер зерен основы оказывает влияние на размер зерен, непосредственно прилегающих к основному материалу. Слабо прослеживаемая зависимость размера зерен в наплавленном металле от размера зерен основы, вероятнее всего, обусловлена большим тепловложением в подложку, что способствует росту зерен основы и наплавленного металла. Эффект должен быть более выраженным при использовании модельной плиты из средне- или высокоуглеродистой стали, имеющих меньшую критическую скорость закалки и склонность к росту зерен, а также при использовании более массивной плиты, либо применения технологических приемов, способствующих ускорению охлаждения наплавленного металла.