

## ПЛАЗМЕННАЯ ИЛИ ЛАЗЕРНАЯ НАПЛАВКА: ОБЕРНЕМ МИНУСЫ В ПЛЮСЫ

Н. Л. Истомина, АО "РИЦ "ТЕХНОСФЕРА", Москва

**А**ддитивные технологии, выйдя на рынок металлообработки, уже прочно заняли место одного из перспективных промышленных направлений. Судя по темпам роста продаваемых АМ-машин или станков с комбинацией аддитивных и фрезерных операций, 3D-технологии продолжают развиваться. Те детали, на исполнение которых раньше уходило 3-4 месяца, с 3D-технологией можно сделать быстрее. Объемы создания металлических деталей в производстве комплектующих настолько велики, что на рынке технологического оборудования есть место и для лазерных технологий, и для плазменных. Порой их промышленные возможности пересекаются между собой, но каждый метод занимает свою нишу и в резке, и в наплавке, и в сварке.

Между тем, между аддитивными методами существуют различия. Для выбора технологического метода специалисты оценивают значение такого параметра, как "Burn-to-fly ratio". Это отношение массы материала, необходимого для изготовления детали, к массе конечной детали. Эта величина характеризует уровень производства. Для традиционных механообрабатывающих технологий величина параметра соответствует отношению 15:1. Аддитивные технологии способны довести этот показатель до 1:1 [1]. Но пока заинтересованность в таких технологиях проявляют только компании-производители изделий сложной формы для ветрогенераторов и газотурбинных двигателей и авиационно-строительные компании, использующие в производстве титановые или

алюминиевые сплавы. Хотя это очень горючие материалы, и работа с ними сложна.

Основным недостатком плазменных методов является высокий подвод тепла к основному материалу, что может привести к тепловой деформации изделия. Поэтому для потребителя главное достоинство лазерной наплавки - низкий подвод тепла к основному материалу. Это позволяет при условии высокой скорости охлаждения сформировать желаемую мелкозернистую микроструктуру и снизить деформации в создаваемых деталях. При низком разжижении наплавленного слоя с металлом основы все равно достигается его полное metallургическое сцепление. Получаемая толщина изделия укладывается в допуски, заданные конструктором, и изделию требуется лишь небольшая доработка. Не будем забывать, что шероховатость поверхности детали, получившаяся в результате процесса, не играет ключевой роли, и поверхность без дополнительной механической обработки может оставаться на уровне 3-6 класса чистоты. С помощью стекло- или дробеструйной обработки поверхность можно довести до показателя в Ra 2,5-7 мкм. Изделие также может обрабатываться на станках с ЧПУ, где поверхность слаживается до Rz<0,1 мкм за счет фрезерования или шлифовки.

Остается вопрос выбора присадочного материала: порошок или проволока. Он определяется задачами функционирования изготавливаемого изделия. Проволока обычно используется в тех технологических методах,





которые решают процесс наплавки, идущий всегда в одном направлении, например, при наплавке цилиндрических объектов типа валков прокатных станов, колесных пар. При этом недостаток метода на сегодняшний день заключается в сложности подачи проволоки вне зависимости от направления сварки [2]. На данный момент ведутся разработки оптических головок с коаксиальной подачей проволоки, которые способны преодолеть это ограничение. Для ремонта более сложных по форме изделий альтернативой проволоке остается порошок. Однако использование порошка влечет за собой высокие первоначальные и эксплуатационные (стоимость расходных материалов) затраты. Не будем забывать и о металлической пыли, оседающей на оптических элементах.

Для печати одной габаритной по оси Z детали придется приобрести достаточное количество порошка для заполнения необходимой высоты в бункере. К примеру, для производства одного изделия высотой в 250 мм требу-

ется загрузить в стандартную установку от 40 до 100 кг металлического порошка (в зависимости от его насыпной плотности). Необходимо для обеспечения гибкости производства постоянно иметь в запасе объемы различных материалов.

Следует помнить, что для ряда отраслей (авиа- и ракетостроения) огромную роль играет соотношение весовых и прочностных характеристик изделий. Для изделий, выполненных 3D-порошковыми методами, прочностные характеристики пока еще не сертифицированы.

Таким образом, минусы лазерной наплавки способны превратиться в плюсы плазменной наплавки для изделий, работающих под большими нагрузками.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **V. Recemchuk.** SLM Solutions. – Photonics, 2016, № 3, p.14–20.
2. **O. Raykis.** Diode Lasers for Laser Cladding. – Photonics, 2015, № 51, p 48–55.

