

УДК 621.791.763.2

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ

А. А. ЛЕЖАВА<sup>1</sup>

Научный руководитель Ф. И. ПАНТЕЛЕЕНКО<sup>2</sup>, д-р техн. наук, проф.,  
чл.-корр. НАН Беларуси

<sup>1</sup>Филиал «Индустриально-педагогический колледж»  
Республиканского института профессионального образования

<sup>3</sup>Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Технологии лазерной обработки металла с каждым годом набирают популярность и интерес в различных сферах. В мировом рейтинге производства и экспорта лазеров преобладают Китай, Япония, Германия, США, Великобритания, а также Россия. Основываясь на данные рынка продаж в промышленности, лазерная резка занимает лидирующие позиции – 72 %, сварка занимает второе место – 24 %, остальные виды – это лазерная наплавка, аддитивные технологии, лазерное упрочнение, лазерная чистка металла и другие – составляют всего лишь 4 %. Взяв во внимание тему лазерной наплавки, как родителя аддитивных технологий, можно сказать, что в России она имеет слабое развитие, не говоря уже о существовании данной технологии в Беларуси. На лидеров технологического развития, таких как США, Китай, Германия, Япония, Великобритания, Япония, в сумме приходится более 50 % от мирового рынка аддитивного производства. И только до 1 % рынка приходится на долю России.

Основное преимущество лазерных технологий при обработке металлов – это бесконтактное воздействие энергии высокой концентрации на малую площадь за короткий промежуток времени, что, в свою очередь, значительно уменьшает зону термического влияния. Как следствие, на структуру металла в ЗТВ оказывается минимальное воздействие, напряжения после термического цикла минимальны.

Лазерная наплавка представляет собой точное и целенаправленное с дозированным тепловложением нанесение присадочного материала на материал подложки, которые сплавляются с помощью лазерного луча. Наплавленный слой может приобретать улучшенные свойства, такие как повышенная износостойкость, коррозионная стойкость, стойкость к окислению, твёрдость и другие в зависимости от наплаваемого материала.

Лазерная наплавка может выполняться с помощью порошковых, газопорошковых присадок и проволоки. Подача в зону плавления присадочного материала может быть коаксиальная (через сопло), латеральная (по трубке)

и радиальная. Материалами для наплавки могут быть металлические порошки (никель, титан, алюминий, кобальт), керамические порошки (глинозем, диоксид циркония, карбид кремния), присадочная проволока (нержавеющая сталь, сплавы на основе никеля, кобальта).

По длительности воздействия лазерного излучения на материалы наплавка бывает непрерывной, которая характеризуется высокой производительностью, и импульсной, где необходимы минимальная зона воздействия и высокая скорость протекания процесса.

Наплавка может осуществляться как автоматически, на станках и роботизированных комплексах, так и вручную.

К преимуществам лазерной наплавки относятся: точная дозировка энергии; локальность и минимальное время воздействия импульса лазерного излучения на материал; высокая адгезия наплавляемого материала; минимальное смешивание наплавляемого и основного материала; возможность корректировать физико-химические свойства наплавленного слоя; отсутствие деформации восстанавливаемого материала.

Недостатки заключаются в малой производительности процесса, низком КПД и в дорогостоящем оборудовании.

Для лазерной наплавки необходимо применять лазеры высокой мощности. Они могут обеспечить достаточную плотность энергии и эффективно расплавлять материал на подложке. Наиболее распространенными типами лазеров, используемых для лазерной наплавки, являются CO<sub>2</sub>-лазеры, YAG-лазеры и волоконные лазеры.

В последнее время рынок завоёвывают волоконные лазеры, составляя численность более половины среди других лазеров. Волоконные лазеры имеют высокое качество излучения, высокий КПД (до 30 %...40 %), возможность глубокого регулирования излучения по мощности, частоте и длительности импульсов, возможность передачи излучения на значительные расстояния (несколько десятков метров), минимальные вес и габариты, надёжность, долговечность и низкие эксплуатационные расходы.

Восстановление наплавкой деталей машин в местах повышенного износа (поверхности вращения), наплавка износостойких участков трубопроводов в нефтегазовой и химической промышленности, наплавка лопастей в энергетике и авиастроении, наплавка мест износа вырубных штампов и различных других элементов всегда представляет собой научно-практический интерес. С развитием технологий лазерной обработки материалов интенсивно открываются и дополнительные возможности широкого и эффективного применения лазеров для наплавки в различных сферах и отраслях, а также проведения научно-исследовательских работ.