

TRUMPF –

КОМПАНИЯ ВЫСОКИХ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Группа компаний TRUMPF занимает лидирующие позиции среди станкостроительных компаний мира. Ее объем продаж – 2,14 млрд. евро (2007–2008 финансовый год), а общая численность персонала 8000 человек. Группа TRUMPF уверенно лидирует на мировом рынке промышленных лазеров и лазерных систем. Она представлена в большинстве европейских стран, в Северной и Южной Америке, а также в Азии и имеет более 50 дочерних предприятий. Производственные предприятия компании располагаются в Германии, Австрии, Китае, Чехии, Франции, Японии, Мексике, Польше, Швейцарии, США и на Тайване.

ГЛАВНАЯ ЦЕЛЬ – ЗАЩИТА ИЗДЕЛИЙ ОТ ИЗНОСА

Производственная активность компании сосредоточена на трех направлениях:

- станки и электроинструмент для листообработки;
- лазерные технологии и электроника,
- медицинская техника.

Лазерная наплавка – идеальное решение для увеличения ресурса изделий, работающих в условиях экстремальных нагрузок и непрерывного воздействия агрессивных сред.

Многотонная буровая головка в поисках нефти вгрызается в скальные породы, возраст которых – миллионы лет. Управляемая сенсорами, она обходит углы и грани камней, устремляясь вниз, к источникам черного золота. Вслед за ней идет переполненная электроникой бурильная колонна с жидкостью внутри, которая своим гигантским давлением направляет буровую головку вглубь и обеспечивает подъем бурового шлама наверх, вдоль внешней поверхности колонны. Этот механизм успешно работает, пока не наступает абразивный износ, связанный с трибохимическими реакциями и приводящий к поверхностным разрушениям. Износ остается главной проблемой для нефтяников. Если находящаяся глубоко под землей труба не в состоянии выдержать

огромные нагрузки и деформации, то вызванный ее поломкой простой бурового агрегата может привести к убыткам в миллионы долларов. Это весомая причина того, чтобы нефтедобывающая промышленность и поставщики оборудования были заинтересованы в разработке надежного способа защиты от износа.

Решение проблемы было найдено в использовании лазерной наплавки защитного слоя, или LMD (laser metal deposition). LMD – это технологический лазерный процесс, при котором металл послойно наносится на поверхность инструментов или деталей. Под действием лазерного луча на поверхности обрабатываемого изделия формируется ванна расплава, в которую из специального сопла подается один или несколько видов металлических порошков. В ванне порошки плавятся и прочно связываются с поверхностью основного металла. После несколько проходов формируются новые слои материала. С помощью этой технологии удалось существенно повысить прочность наиболее уязвимых участков нефтяных буров (см. рекламный блок компании Trumpf, с.5).

Слой никелевого сплава, обладающий высокой износостойкостью, служит основой для нанесения сферических частиц карбида вольфрама. Такое поверхностное упрочне-

ние обеспечивает стойкость к самым высоким механическим нагрузкам, оно свободно от порообразования и создает прочную связь с основным материалом трубы. Эта технология обеспечивает значительные преимущества по сравнению с ранее используемой защитой, осуществляемой припайванием к трубе твердосплавных пластин.

МЕХАНИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ И АГРЕССИВНЫЕ ЖИДКОСТИ

Такие факторы воздействия, как истирание, образование задигов, давление, нагрев, кислотная среда и влажность, приводящие к абразивному износу и коррозии, создают проблемы не только нефтяникам. Нежелательные изменения структуры материалов и разрушение дорогостоящих деталей приводят к огромным убыткам в авиации, станкостроении и тяжелом машиностроении. Для борьбы с износом деталей и инструмента используется широкий спектр термических, механических, электромеханических и других способов обработки поверхностей.

Один из новейших и наиболее эффективных методов – лазерное нанесение металлов. Он был разработан в США в 70-х годах, однако долгие годы применялся только в военной промышленности, исследовательских лабораториях и научных учреждениях. И лишь недавно появились готовые решения для автоматизированного промышленного использования подобных формообразующих лазерных процессов.

ОПТИМИЗАЦИЯ, КОРРЕКТИРОВКА И РЕМОНТ

Лазерная наплавка имеет множество применений. Обработка поверхности, практикуемая, например, при бурении нефтяных скважин, позволяет целенаправленно улучшать определенные свойства материалов, приспособляя их к специфическим условиям эксплуатации. Комбинируя несколько материалов, инженеры могут добиваться заданных свойств обрабатываемых поверхностей.

Порошки различных металлов могут наноситься в определенном порядке, образуя определенные системы слоев. Так, пластичные материалы могут иметь твердые поверхности, а термоизолирующие подложки могут иметь теплопроводящие слои. Помимо улучшения качества деталей, метод LMD позволяет экономить материальные ресурсы. В ряде случаев для улучшения качества достаточно бывает просто нанести тонкий слой высококачественного материала на поверхность дешевого основного материала, например чугуна.

Данный метод весьма перспективен при ремонте поврежденных деталей оборудования. Вместо замены изношенных или поврежденных элементов, их можно легко восстановить с помощью лазерной наплавки. Технология лазерного нанесе-

ния металлов расширяет возможности для восстановительного ремонта деталей авиационных двигателей. При повреждении турбинных лопаток в результате столкновения с птицами ремонт с помощью LMD осуществляется быстрее и стоит в 6–7 раз дешевле, чем замена этих деталей новыми, при сохранении качества и функциональной надежности. Автомобилестроители регулярно используют лазерную наплавку для восстановления дорогостоящих штампов.

Помимо промышленных автоматизированных применений существуют также системы с ручной подачей проволоки или полуавтоматическим соплом подачи порошка, которые применяются, например, для изготовления пресс-форм и инструментов. Процесс лазерной наплавки обеспечивает огромную экономию в тех случаях, когда речь идет о внесении небольших модификаций и изменении конструкции готового продукта, а также при исправлении погрешностей, возникших в ходе обработки деталей. Технология LMD позволяет исправлять ошибки проектирования, добиваться заранее установленных номинальных размеров и восстанавливать старые детали до рабочего состояния при значительно меньших затратах времени, средств и усилий. При этом свойства материала и несущая способность первоначальной детали полностью сохраняются.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОСЛЕДНИХ ДОСТИЖЕНИЙ

Для лазерной наплавки применяются как твердотельные, так и CO₂-лазеры. Такие свойства лазера, как фокусирующая способность и плотность энергетического потока, делают его идеальным инструментом для нанесения металлических слоев. По сравнению с другими методами сварки уровень качества стыков, соединений, перемешивания, а также низкий уровень деформаций и высокая повторяемость при использовании метода LMD значительно выше. Критическая для металлургии зона нагрева мала, а ее быстрое остывание позволяет избежать деформаций. Появляется возможность комбинации различных материалов.

Наплавку можно осуществлять даже на участках, технологически недоступных для обычного сварочного оборудования. Для микроскопических применений лазерный луч может быть сфокусирован до пятна, размер которого менее 50 мкм. Если же есть необходимость в нанесении металла на большие площади, то луч просто сильно дефокусируют. Данная технология дает возможность точного управления потоком энергии, так что риск сквозного проплавления или изменения свойств соединения из-за повышенного нагрева – минимален. В зависимости от размера пятна, мощности и скорости перемещения лазерного луча можно достичь производительности нанесения покрытия, равной 300 см³ в час. Толщина слоев при этом может варьироваться от 0,1 до 2 мм. Эффектив-

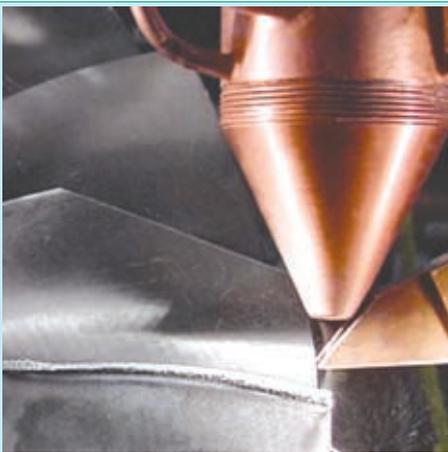


Рис.1 Лазер последовательно восстанавливает прежнюю форму лопатки турбины

ность использования порошка при напылении приближается к 90%, а значит и применяемый материал, который бывает весьма дорогостоящим, используется в полной мере.

Материалом обрабатываемой детали может быть: сталь, никель, титан или кобальт. Помимо основных материалов в качестве присадок можно использовать вольфрам, титан и карбид хрома – обычно вместе с основным металлом (кобальтом или никелем).

Восстановленные детали можно подвергать последующей механической обработке: фрезерованию, шлифованию, сверлению, обточке или электроэрозионной обработке, так же, как и термической обработке. Затем деталь можно отполировать, протравить или нанести на нее покрытие методами вакуумного напыления (PVD/CVD).

Лазерная наплавка – сравнительно новый метод, который потенциально может иметь самое широкое применение. Сегодня она наиболее широко используется для ремонта оборудования. При этом технологический процесс часто полностью окупает себя даже при небольших объемах производства. Для окончательной обработки подобные методы используются сравнительно редко. Возможность обработки методом LMD деталей с большим разнообразием геометрических форм, а также возможность управления параметрами процесса обработки говорят о больших перспективах данной технологии. Она уже используется для ремонта буровых платформ, в авиации, строительстве и сельскохозяйственном машиностроении, а ряд ведущих компаний использует ее при производстве двигателей. Определяющими факторами успешного развития метода LMD являются высокий уровень как его технологической "зрелости", так и используемого оборудования. Немаловажно и растущее внимание предприятий к вопросу управления издержками (такими, как Total Cost of Ownership) в связи с непредсказуемостью роста мировых цен на сырье и материалы.

Инновационные технологии восстановления быстро окупаются, именно поэтому их применение и приобретает все большую популярность.



Рис.2 Отремонтированный край лопатки компрессора

СВЕТОТЕРАПИЯ ДЛЯ ТУРБИН

Использование интегрированных роторных нагнетателей позволяет производителям двигателей экономить значительные средства, учитывая, что замена изношенных роторов является дорогостоящей процедурой. Решение было найдено Фраунгоферовским институтом лазерных технологий (ILT).

Авиационные двигатели работают в экстремальных условиях и должны отвечать самому высокому уровню надежности. Вращающиеся лопатки компрессора двигателя часто повреждаются посторонними предметами (например, при попадании в них птиц) и подлежат регулярной замене. Современные двигатели оснащены колесами с интегрированными лопатками (Blade Integrated Disks, Blisks, или "блиски"). Роторы и лопатки изготавливаются в виде единого целого, что позволяет снизить их себестоимость и вес. Однако поврежденные лопатки таких конструкций не подлежат индивидуальной замене, так что при повреждении одной из лопаток приходится устанавливать новый дорогостоящий узел.

Инженеры института ILT разработали метод, основанный на лазерной наплавке, благодаря которому можно быстро и надежно ремонтировать поврежденные "блиски", причем стоимость ремонта оказывается в несколько раз ниже затрат на приобретение новых деталей (рис.1, 2).

НЕ ХУЖЕ НОВЫХ

Свойства материала после ремонта соответствуют строгим требованиям ТУ на исходную деталь. Ученые института добились больших успехов в области промышленного применения данного процесса. Ключевым решением стала разработка особого сопла. Оно точно позиционирует и направляет потоки металлического порошка с инертным газом, создающим защитную оболочку вокруг точки сварки. Сегодня данный процесс используется регулярно, и знаменитый изготовитель двигателей "Роллс-ройс" сертифицировал институт ILT на право проведения ремонта деталей двигателей.

По материалам компании Trumpf