

Лекция № 26.

Лазерные механические операции термообработки материалов.

1. Лазерная закалка материалов.

Поверхностная закалка имеет целью увеличения твердости на поверхности и в околоповерхностном слое без значительной деформации и окисления материала. Для этой цели используют СО₂ лазеры непрерывного действия мощностью 1-10 кВт. Такие операции применяют для закалки деталей из стали. Поглощение несфокусированного или малосфокусированного излучения лазера вызывает значительное увеличение температуры поверхности стали. Для увеличения поглощения излучения СО₂ лазера ($\lambda=10.6$ мкм), используют покрытие закаливаемой поверхности слоем графита. Температура закаливаемой стали должна составлять 800-900 °С, причем температура поверхности не должна превышать 1200 °С. Например, при плотности мощности поглощаемого излучения около 8кВт/см² в околоповерхностном слое толщиной 0,5 мм достигается температура 900 °С в течении 0,05 сек.

Прекращение воздействия лазерного излучения или перемещение пучка в другое место вызывает резкое снижение температуры стали и образование мартенситного слоя с повышенной твердостью. Практически, время закаливания поверхности и слоя материала толщиной 0,5 мм при использовании лазера мощностью 5-10 кВт. Достигнуть, твердой стали на поверхности и в слое толщиной до 0,5 мм после лазерной закалки, достигает 40-60 единиц по шкале Роквелла. Деформация в слое глубиной 0,05-0,1 мм, имеющая место при лазерной закалке, меньше чем при других видах закалки. При закалке больших поверхностей перемещают деталь относительно пучка, либо пучок по поверхности детали, а иногда и то и другое.

2. Лазерное оплавление поверхности металлов.

Лазерное плавление поверхности металлов выполняют с применением газовых СО₂ лазеров непрерывного действия для металлов без примесей или покрытий, а также покрытых дополнительными компонентами: хромом, графитом, кобальтом в виде порошков. Цель оплавления – локальные изменения структуры и свойств

определенного участка поверхности, например повышение твердости, коррозионной стойкости и т.п. Эта операция осуществляется в атмосфере нейтрального защитного газа.

Оплавление поверхности без примесей или покрытий выполняется на глубину 1-10 мкм с помощью перемещающегося фокусированного пучка излучения с поверхностной плотности мощности 10^4 - 10^7 Вт/см². Плавление околоповерхностного слоя, после прекращения лазерного пучка, его затвердевание вызывает образование аморфных, квазистеклообразных или ультрамикроструктурных структур.

Оплавление поверхности с примесями осуществляется на большую глубину до 1 мм. Концентрация примесей в образующихся сплавах может превышать 50%.

Нанесение защитных покрытий таким способом на поверхности деталей заключается в плавлении металла, нанесенного в виде фольги или порошка на поверхность деталей с помощью пучка излучения СО₂ лазера. Поверхность подложки при этом подвергается только незначительному оплавлению. Толщина защитных покрытий, получаемых таким методом, может составлять 0,1-1 мм. Успешным применением такой технологии было применение для нанесения покрытий на клапана двигателя внутреннего сгорания.

3. Маркировка.

Лазерный пучок, форма которого определена маской с вырезанными буквами или цифрами, проецирует уменьшенное изображение маски на маркируемую поверхность, что позволяет локально удалить небольшой слой материала в форме выбранной буквы или цифры. Для этой цели в ПС применяют импульсные, рубиновые или неодимовые лазеры с большой энергией импульса – около 20 Дж. Достоинство лазерной маркировки – бесконтактное воздействие и отсутствие деформаций и напряжений в маркируемом материале.

При исследованиях, проводимых с рубиновым и неодимовым лазерами, маркировки поверхности кремневых пластин и ферритовые элементы магнитных головок. Высота наносимых знаков около 1мм, а глубина эрозии материала составляет 10-20 мкм для кремневой поверхности и 2 мкм для ферритовой

поверхности. Общая продолжительность маркировки одной кремниевой пластины с семизначным числом составляет 12 сек., а время маркировки ферритовой поверхности 1-й цифрой – 1 сек.

Маркирующие знаки можно наносить на металлические, полупроводниковые, керамические, пластиковые и другие поверхности. Промышленно достигнуто размеры знаков 0,2-30 мм, поле записи 50 на 50 мм, скорость маркировки 2-0,1 сек/знак, в зависимости от величины и формы знаков (его площади).

4. Нарезка и гравировка стекла.

Декоративную нарезку на стеклянной поверхности изделий с помощью сфокусированного пучка газового CO₂ лазера применяют, как в ПС, так и для производства товаров народного потребления. Возможно получение сложных узоров путем прецизионных движений пучка или обрабатываемой поверхности, а также с использованием масок. Промышленно применяется гравировка стекла газовые CO₂ лазеры непрерывного действия мощностью 60-120 Вт с многомодовым режимом генерации излучения. Полученная глубина нарезки составляет 0,03-0,1мм в зависимости от толщины стекла.