

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ДЕТАЛЕЙ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКОЙ

М.Н. Верещагин¹, М.Ю. Целуев², С.Н. Целуева¹

¹Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого, Гомель, Беларусь

²Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого НАН Беларуси, Гомель, Беларусь

Введение. Одной из распространенных технологических схем лазерной обработки металлических деталей является лазерное “глазурирование” нанесенного тонкого слоя порошка на подложку [1]. Это обеспечивает возможность получения микрокристаллических и аморфных структур в тонких поверхностных слоях деталей [2]. Наличие взаимодействия пары расплав-деталь под воздействием лазерного луча позволяет фиксировать высокие скорости охлаждения, порядка $10^5 \dots 10^7$ К/с. Импульсное плавление малых объемов металла на поверхности обеспечивает получение гомогенных жидкостей (расплавов), которые после кристаллизации могут фиксировать структуру жидкости с уникальными свойствами.

Целью работы является исследование процесса модифицирования поверхностных слоев металлических деталей импульсной лазерной обработкой.

Материалы, оборудование и методы исследования. Материалы основы образцов — стали Ст3, 45, 20Х13. Материал покрытия — сплав системы Fe-Ni-Co-Cr-Mo-B-Si.

Экспериментальная установка, включающая лазерную установку для импульсной сварки, резки и термообработки Квант-15 и координатный стол.

Структуру и фазовый состав определяли методом рентгеноструктурного и рентгенофазового на дифрактометре Дрон-3, микротвердость — на приборе ПМТ-3 в соответствии с методикой, изложенной в ГОСТ 9450-76, микроструктуру — на металлографическом микроскопе Метам-Р1, триботехнические характеристики — при торцевом трении в соответствии с ГОСТ 23.211-80.

Результаты и их обсуждение. Наиболее значимым фактором импульсной лазерной поверхностной обработки (ИЛПО) с изменением химического состава является плотность мощности (величина энерговыклада) лазерного излучения (ЛИ) на обрабатываемой поверхности. Установлено наличие трех диапазонов энерговыклада при ИЛПО. При среднем энерговыкладе происходит процесс лазерной наплавки материала с незначительным изменением химического состава наплавляемого слоя, при этом формируется высокая адгезионная связь между покрытием и заготовкой.

Наплавка покрытия из сплава системы Fe-Ni-Co-Cr-Mo-B-Si на металлическую основу из сталей Ст3, 45, 20Х13 начинается при плотности ЛИ на поверхности обработки $1800 \dots 2000$ Вт/мм², а легирование — при $3500 \dots 4000$ Вт/мм².

Другим важным фактором ИЛПО является частота следования импульсов ЛИ.

При ИЛПО зона лазерного воздействия (ЗЛВ) имеет слоистое строение: зона оплавления (ЗО) — количество аморфной фазы составляло 70...80%, кристаллическая составляющая представлена α -фазой, интерметаллическими соединениями FeCr и FeCrMo и металлическим соединением Fe₂B, микротвердость ЗО составляла 800...910 НВ; зона термического влияния (ЗТВ) — структура слоя обусловлена неполной и негомогенной (по углероду) аустенизацией материала основы образцов в условиях высокоскоростного лазерного нагрева; третий слой имеет структуру и микротвердость исходного состояния материала основы образцов.

При наплавке аморфизируемого сплава на основе железа на металлическую основу из стали 45 аморфно-кристаллический (до 25% кристаллической фазы) слой имеет толщину 75...100 мкм и микротвердость 800...870 НВ. ЗТВ характеризуется структурной неоднородностью — вблизи границы оплавления вокруг мартенсита образуется тростито-ферритная сетка, переходящая в ферритную. Микротвердость ЗТВ — 290...350 НВ. ЗТВ имеет толщину 15...25 мкм и переходит в исходную ферритно-перлитную структуру с микротвердостью 120...140 НВ.

ИЛПО с изменением химического состава поверхности в режиме наплавки позволяет получать износостойкие покрытия, причем для аморфно-кристаллического покрытия фактически отсутствует период приработки и снижается склонность к схватыванию при коэффициенте трения 0,17...0,2.

Заключение. На основании полученных экспериментальных данных при получении износостойких покрытий с аморфной и аморфно-кристаллической структурой на поверхности металлических изделий методом ИЛПО с изменением химического состава поверхности рекомендуется использовать средний диапазон энерговыклада (определяемый для различных материалов экспериментально или с помощью соответствующих математических моделей) и частоту следования импульсов излучения до 3...8 Гц.

1. Григорьянц, А.Г. Основы лазерной обработки материалов / А.Г. Григорьянц. — М.: Машиностроение, 1989. — 304 с.
2. Криштал, М.Л. Структура и свойства сплавов, обработанных излучением лазера / М.Л. Криштал, А.А. Жуков, А.Н. Кокора. — М.: Металлургия, 1973. — 192 с.