

# МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

**Верещагин М.Н., Целуев М.Ю., Горанский Г.Г.\***

*Гомельский государственный технический  
университет имени П.О. Сухого*

*\*Белорусский национальный технический  
университет*

**Введение.** Одним из важных направлений в развитии современного машиностроения является получение высококачественных свойств поверхностей деталей при их изготовлении и восстановлении после износа. Наряду с традиционными методами (химико-термическая обработка, поверхностное пластическое деформирование) в последнее время интенсивно развивается новое направление – изменение поверхностных слоев материалов при обработке концентрированными потоками энергии. Наиболее перспективными методами высокоэнергетической обработки являются ионное распыление, ионная имплантация, лазерная и электронно-лучевая обработка. Перспективность данных технологий обусловлена возможностью создания новых поверхностных структур с улучшенными физико-химическими и механическими свойствами.

**Методика исследований.** В исследуемом процессе модифицирование поверхности заготовки осуществлялось за счет оплавления предварительно нанесенного на поверхность основного металла слоя легирующего вещества, в результате чего происходило их сплавление. Оплавление поверхности осуществлялось лазерным излучением импульсного действия установки "Квант-15" с энергией импульса 10-15 Дж при плотности мощности излучения 108-109 Вт/см<sup>2</sup>. Толщина покрытия составляла 20-80 мкм. В качестве исходного материала для получения покрытия использовалась лента сплава системы Fe-Cr-Ni-Co-Mo-B-Si после ее получения методом спиннингования расплава на поверхность медного быстровращающегося диска. Сплавление основного и легирующего слоев приводило к изменению химического состава сплава вблизи поверхности образца, а последующее быстрое охлаждение расплава за счет отвода тепла вглубь холодного материала основы к фиксации метастабильных структур.

На основе закономерностей классической теории теплопроводности [1] рассмотрен процесс нагрева двухслойной металлической системы прямоугольным импульсом лазерного излучения с нормальным распределением плотности мощности по сечению пучка, причем источник тепла считали поверхностным, потерями энергии на скрытую теплоту фазовых переходов пренебрегали, а теплофизические и оптические свойства обрабатываемых металлов считали постоянными.

**Результаты исследований.** С точки зрения получения качественного изделия при выполнении лазерного плакирования металлических деталей необходимо выполнение двух условий: проплавление всего легирующего слоя и части основного металла (условие получения надежного соединения слоев) и недостижение на

поверхности обработки температуры кипения (условие получения качественного рельефа поверхности).

Температурный профиль по глубине стальной заготовки с покрытием при взаимодействии лазерного импульса длительностью 5 мс диаметром 0,5 мм показал, что технологические режимы воздействия ограничены значениями энергии в импульсе от 4 до 12 Дж. Максимальная глубина проплавления соответствует энергии воздействия 12 Дж и не превышает 130 мкм.

При лазерной обработке со сканированием луча ширина зоны термического влияния лазера уменьшается с увеличением его скорости сканирования.

Анализ построенных на основе закономерностей кинетики роста и зарождения кристаллов [2] ТВП-диаграмм (температура-время-превращение) показал, что метод модифицирования поверхности движущимся лазерным излучением позволяет получать аморфные функциональные слои из исследованного сплава на поверхности металлических изделий. Скорость охлаждения металла после нагрева одиночным импульсом излучения более высока, чем в случае сканирования луча по поверхности. При построении кривых ТВП температурную зависимость вязкости сплавов аппроксимировали по закону Фогеля-Фулгера, а относительное количество кристаллической фазы принимали  $X=10^{-6}$ . ТВП-диаграммы строили для  $\gamma$ -Fe фазы, которая наиболее вероятно образуется по эвтектической реакции при сверхбыстрой закалке и кристаллизации аморфных сплавов на основе Fe.

#### Литература

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 600 с.
2. Дэвис Г.А. Методы быстрой закалки и образование аморфных металлических сплавов // Быстрозакаленные металлы: Сб. науч. трудов. Под ред. Б. Кантора. Пер. с англ. - М.: Металлургия, 1983. – с. 11-30.