

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ЛАЗЕРНОЙ МАРКИРОВКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Рахимов Р.Р., Звездин В.В., Исрафилов И.Х., Саубанов Руз.Р., Саубанов Русл.Р.
(НЧИ КФУ, г. Набережные Челны, Российская Федерация)
Тел.: +7 (8552) 589538, Email: rafisih88@mail.ru

Abstract: *Laser marking is a necessary process of modern engineering. Application details of marking not only protects items from fake products, but also automate the process of accounting, quality control.*

Лазерная маркировка применяется в различных отраслях промышленности, начиная с пищевой и ювелирной и кончая авиастроительной и атомной. Это универсальный метод нанесения информации на детали и изделия.

Маркировка изделий машиностроения – одна из наиболее востребованных областей применения этого метода. Минимальность воздействия на материал дает возможность наносить информацию на готовое изделие без дополнительных операций. Так как любое изделие массового производства всегда имеет разброс параметров, то предварительная сортировка и последующая маркировка уже готового узла дает возможность совместить реальные параметры изделия (класс, сорт, точность и т. д.) с тем, что заявляет производитель. Нанесение информации непосредственно на изделие, позволяет также обеспечить высокую степень защиты изделий от подделки.

Технология лазерной маркировки материалов

По технологическим особенностям и цене станок для лазерной маркировки практически ничем не отличается от аппарата для гравировки: энергия лазерного луча под воздействием высоких температур наносит на поверхность материала необходимую информацию.

Лазерная маркировка представляет собой процесс изменения микроструктуры в зоне взаимодействия ЛИ с металлом и заключается в нагреве металла выше критической точки с формированием аустенитной структуры и последующем быстром охлаждении со скоростью выше критической с образованием твердого раствора, состоящего из мартенсита, цементита и остаточного аустенита [1]. Микроструктура и твердость в этом случае могут быть различными в зависимости от исходного состояния сплава.

Нанесение невидимого изображения может быть получена незначительным изменением поверхностного слоя материала, при котором меняется протравливаемость. Однако за счет нестабильного качества подготовленности поверхностных слоев заготовок получаются разные по качеству изображения, и соответственно нельзя предугадать получающуюся микроструктуру металла. С целью устранения данного недостатка предлагается контролировать температуру в зоне обработки или следить за контрастностью изображения. Следовательно, для осуществления данного технологического процесса требуются дополнительные контролирующие и управляющие устройства. Поэтому предлагается разработка системы автоматического управления (САУ) для лазерного технологического процесса.

При контроле параметров технологического процесса требуемую информацию может нести: излучение, генерируемое лазером; излучение, проходящее через обрабатываемый материал; излучение, отраженное от обрабатываемого материала; собственное излучение обрабатываемого материала, возникающее в результате воздействия лазерного пучка; излучение плазменно-эрозионного факела, возникающего

на поверхности материала при его облучении; поток газа, проходящий через канал реза.

Контроль энергетических и пространственных параметров излучения лазерных установок производится с помощью приборов измерения мощности излучения и расходимости пучка. При необходимости можно измерить диаметр лазерного пучка и визуализировать распределение интенсивности излучения по сечению пучка.

Управляемыми при лазерной обработке являются энергетические и пространственно-временные параметры излучения, а также параметры относительного перемещения лазерного пучка и обрабатываемого материала. К первым можно отнести плотность мощности лазерного излучения в зоне обработки, частоту следования импульсов, ко вторым – траекторию и скорость движения лазерного пучка и обрабатываемого материала. Изменение этих параметров в разомкнутых системах автоматического управления осуществляется по заданной программе обработки, а в замкнутых – по сигналам обратной связи с измерительных датчиков.

Примером осуществления управления технологическим процессом и обеспечения оптимального режима обработки может служить автоматизированная система управления, в которой применен принцип обратной связи параметров технологического процесса.

Для ТП лазерной маркировки разработан способ контроля ПК на основе интерполяции измеренных значений температуры в трех точках.

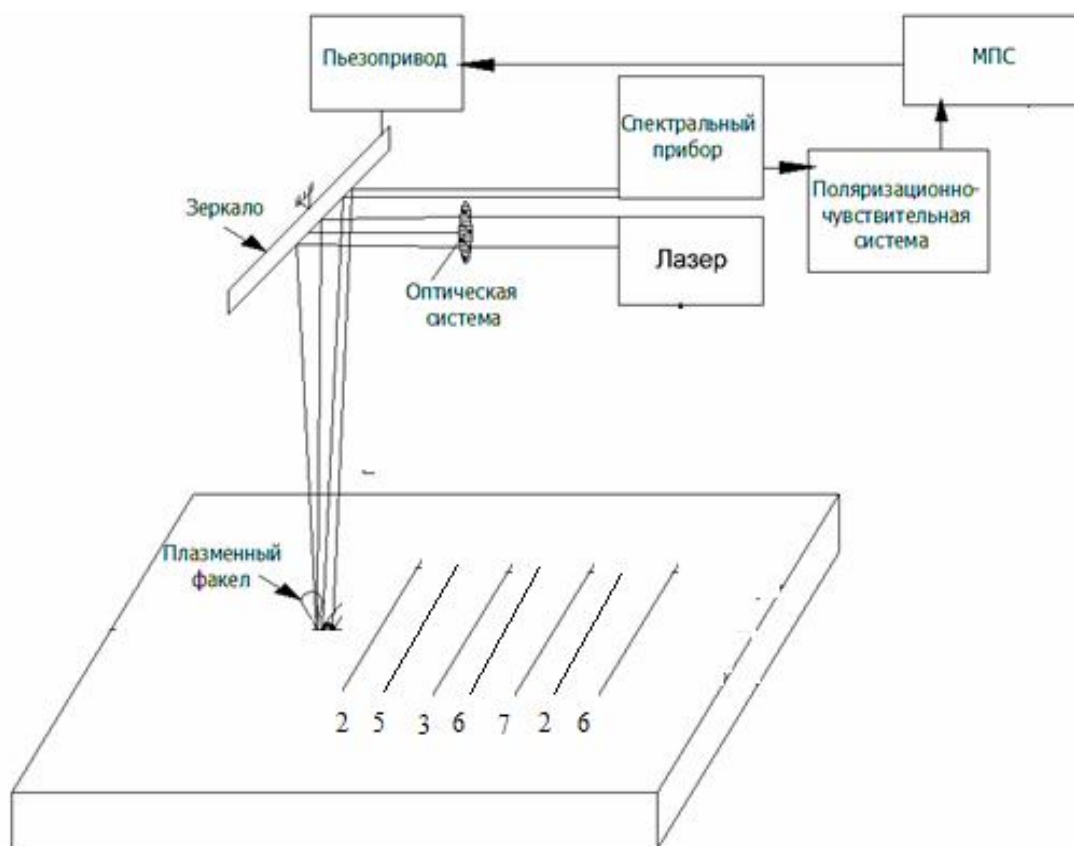


Рис. 1. Структурная схема управления ЛПТК маркировки деталей

Для определения температуры излучения поверхности металла (рисунок 1) через линзу направляется на вход спектрального прибора и далее разлагается на монохроматические компоненты, которые попадают на поляризационно-чувствительные фотоприемники.

В МПС происходит выделение спектральных составляющих излучения металла не менее чем трех длин волн, соответствующему математической модели [18]:

$$\varphi_{Mi}(\lambda_i, T) = \varphi_{\Sigma i} \cdot \frac{P_{\Sigma i}}{P_M}, \quad (1)$$

где $\varphi_{Mi}(\lambda_i, T)$ – спектральная плотность собственного излучения металла, соответствующая i -ой длине волны спектра излучения λ_i ;

$\varphi_{\Sigma i}$ – спектральная плотность излучения из зоны обработки;

P_M – степень поляризации собственного излучения металла – определяется по известным показателям преломления и поглощения в рабочем диапазоне температур;

$P_{\Sigma i}$ – степень поляризации излучения из зоны обработки:

$$P_{\Sigma i} = \frac{a^2 - b^2}{a^2 + b^2} = \frac{\sqrt{A^2 + B^2 + C^2} - 2 \cdot A \cdot C}{A + C} \quad (2)$$

Для определения температуры в зоне взаимодействия ЛИ и плазмы с металлом воспользуемся интерполяцией методом наименьших квадратов, так как данная задача обеспечивает наиболее точную интерполяцию температуры в точку, расположенную в зоне взаимодействия ЛИ и плазмы с металлом.

Способ интерполяции измеренных значений температуры в исследуемую температуру зоны обработки позволяет исключить влияние плазменного факела на погрешность измерения.

Вывод. Предложенный метод контроля температуры в зоне обработки позволит следить за качеством технологического процесса маркировки, а при необходимости создания невидимого изображения, контролировать процесс изменения микроструктуры металла.

Список литературы: 1. В. В. Звездин, А. В. Хамадеев, Р. Б. Каримов, Р.Г Загиров, Р.Р. Юсупов. Управление процессом лазерной маркировки // Межвузовский научный сборник «Проектирование и исследование технических систем» – Наб. Челны, 2007. — №11. – С. 39 – 44. 2. С.Г. Горный, к.т.н., К.В. Юдин. Применения методов лазерной маркировки в промышленности // ЛАЗЕР – ИНФОРМ. Информационный бюллетень Лазерной ассоциации № 8(263) апрель, 2003 3. Филачев А.М. Твердотельная фотоэлектроника. Физические основы/ А.М. Филачев, И. И Таубкин, М.А. Тришенков. – М.: Физматкнига, 2005. – 384 с.