

УДК 620.179

ПРЕЦИЗИОННАЯ ЛАЗЕРНАЯ МАРКИРОВКА ИЗДЕЛИЙ.
ДЕФЕКТЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОГРЕШНОСТИ
ПРИ НАНЕСЕНИИ НАДПИСЕЙ

Л. И. ЛЕБЕДЕВА, А. Д. КАТУНИН
Ф-л ФГБОУ ВПО «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
УЧЕБНО-НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС»
Карачев, Россия

Лазерные технологии широко используются в машиностроении и приборостроении. Лазерное технологическое оборудование успешно применяется для резки материалов, заточки инструмента, лазерной пайки, сварки и маркировки изделий. Прецизионная лазерная маркировка отличается от других способов нанесения символов высокой производительностью, чёткостью, миниатюрностью и износостойкостью надписей.

Технология лазерной маркировки обладает достоинствами [1]:

- высокая экономическая эффективность и снижение трудоёмкости на операции маркировки даже при выпуске изделий малыми партиями;
- снижение трудоёмкости контрольных операций при проведении приёмосдаточных и периодических испытаний;
- высокая скорость нанесения надписей и рисунков обеспечивает лучшую пропускную способность оборудования и повышенный коэффициент его использования по сравнению с другими способами маркировки;
- максимально щадящий метод для любых материалов и изделий, отсутствие всевозможных механических воздействий, приводящих к нарушению целостности изделий;
- высококонтрастные надписи обеспечивают превосходное считывание, в том числе и машинное (автоматическое);
- сочетание надёжности, удобства и защищённости информации (надписи невозможно удалить и изменить, прекрасная защита от любых попыток фальсификации);
- высокая устойчивость к воздействию температур, истиранию, щелочам, кислотам, растворителям, другим агрессивным средам, повышенной влажности воздуха и морскому (соляному) туману;
- возможность выполнения надписей достаточно большого объёма на малых площадках корпусов и сохранение необходимых площадей для нанесения дополнительной маркировки соединителей при монтаже в составе аппаратуры потребителей.

Внедрение лазерной маркировки не требует значительных затрат, изделия маркируются на компактной установке, срок окупаемости которой составляет всего 5 месяцев.

Таким образом, лазерная маркировка изделий является наиболее перспективным способом нанесения надписей (по сравнению с маркировкой краской, литьём и объёмной штамповкой, электроэрозионной обработкой). *Актуальной проблемой* расширения возможностей лазерной маркировки является анализ её режимов и погрешностей, а также обоснование её применения в условиях, сопряжённых с риском разрушения изделия.

Целью данной работы является анализ качества лазерного шва, режимов и погрешностей лазерной обработки, а также экспериментальное обоснование пригодности лазерной технологии для нанесения надписей на тонкоплёночные покрытия без их повреждения.

Технологический маршрут прецизионной лазерной маркировки включает в себя следующие операции:

- 1) подготовка рабочего места. Необходимо включить питание управляющего компьютера, включить питание лазерной установки;
- 2) запуск заранее созданной программы для маркировки изделия, содержащей основные технологические режимы маркировки;
- 3) проверка правильности наносимой надписи. Следует проверить наличие в надписи всех элементов, указанных в технических условиях;
- 4) установление фокусного расстояния маркировки. Необходимо расположить изделие на рабочем столе, проверить фокусное расстояние от объектива лазерной установки до поверхности изделия по шаблону;
- 5) оптимизация режимов маркировки. Необходимо оптимизировать режимы маркировки по качеству наносимых знаков;
- 6) нанесение маркировки на поверхность изделия. Необходимо нанести маркировку на поверхность изделия нажатием на педаль или с помощью «мыши» компьютера;
- 7) контроль. Необходимо выполнить визуальный контроль качества маркировки поверхности изделия и положить готовое изделие в тару.

Задание технологических режимов маркировки происходит на этапе запуска заранее созданной программы. Управляющая программа должна содержать следующие режимы:

- 1) частота импульсов лазерного излучения – 10 кГц;
- 2) скорость перемещения луча – 50...300 мм/с;
- 3) ширина следа линии лазерного излучения (шва) – 0,05...3 мм;
- 4) мощность лазерного излучения – 20...100 % от максимальной мощности лазерного излучения установки;
- 5) продолжительность прожига надписи – 5...10 с;
- 6) координаты нанесения надписи относительно рабочего стола задаёт составитель программы изготовлением рабочего чертежа надписи.

Технологические режимы лазерной маркировки отличаются высокой степенью адаптации к особенностям поверхностей обрабатываемых изделий, возможностью автоматизации, высокими механическими и физико-химическими свойствами надписей. Благодаря этим достоинствам лазерную маркировку можно рекомендовать как предпочтительный метод нанесения

надписей на детали сложной конфигурации с особыми свойствами. Гибкая технология лазерной маркировки позволяет по требованию потребителя вводить в состав маркировки необходимую дополнительную информацию, не включенную в обязательный блок.

Актуальной проблемой лазерной маркировки является качество шва. Под качеством шва понимается отсутствие отклонений размера шва в направлении, поперечном ходу лазерного луча. Для оценки качества лазерного маркировочного шва было выполнено исследование знаков маркировки с помощью исследовательского микроскопа AKSTOCKOP2 MAT. Установлено, что шов идёт зигзагами, причём неровность лазерного шва проявляется как в продольном, так и в поперечном направлениях. Результаты измерений колебаний лазерного шва показывают, что период колебаний в продольном и поперечном направлениях неодинаковый. Частота импульсов лазерного излучения составляет $f = 10$ кГц, значит, она может обеспечивать колебания лазерного шва с периодом $T = 0,1$ мс и шаг колебаний $L = 30$ мкм, что в 4 раза меньше шага поперечных колебаний надписи и в 10 раз меньше шага её продольных колебаний. Следовательно, частота лазерного излучения не может быть причиной выявленных неровностей надписи. Можно предположить, что низкая точность шва связана с вибрацией стола приспособления для маркировки. Таким образом, основным условием качества лазерной маркировки является жёсткость системы СПИД лазерного технологического оборудования.

Другой актуальной проблемой лазерной маркировки является назначение режимов нанесения символов на поверхности миниатюрных деталей с тонкоплёночным покрытием. Конструктивной особенностью данных изделий является коробчатая форма, получаемая литьём из термопластичных полимерных материалов и последующим нанесением двухслойного металлического (экранирующего) двухстороннего покрытия. При этом целостность тонкого металлического покрытия, состоящего из слоя меди (30...40 мкм) и слоя никеля блестящего (40...60 мкм), не должна быть нарушена.

Наблюдение среза поверхности маркированного корпуса в микроскоп показало, что реальная толщина металлического и электропроводного покрытия находится в пределах от 90 до 150 мкм, а глубина буквы, нанесённой лазерной маркировкой, составляет 20...30 мкм. При соблюдении режимов обработки технология лазерной маркировки обеспечивает, как минимум, двукратный запас по толщине покрытия и может успешно использоваться для маркировки изделий с тонкими покрытиями поверхностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Крылов, К. И.** Применение лазеров в машиностроении и приборостроении / К. И. Крылов, В. Т. Прокопенко, А. С. Митрофанов. – М. : Машиностроение, 2008. – 336 с.

E-mail: pms35vm@yandex.ru