

УДК 621.9/.048.7

Жариков В.М., Морозова И.Г., Наумова М.Г.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ
МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ
УПРАВЛЯЕМОГО ФОРМИРОВАНИЯ ЦВЕТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ
ЗАДАННОЙ МАРКИРОВКЕ**

НИТУ МИСиС,

Москва, Ленинский проспект, 4, 119049

Jarikov V.M., Morozova I.G., Naumova M.G.

**LASER TREATMENT OF METAL SURFACE MODE DETERMINATION
FOR CREATION A MANAGED COLOR IMAGE FORMING AT A GIVEN
MARKING**

National University of Science and Technology "MISIS",

Moscow, Leninskiy prospekt 4, 119049

Аннотация. В работе рассматривается проблема изучения влияния параметров лазерной обработки поверхности металла на формирование цветовой гаммы в зоне воздействия лазерного луча. Перспективы применения лазерной маркировки и гравировки поверхности металлических изделий могут быть существенно расширены за счет возможности управления цветом наносимого изображения. „Цветная“ версия метода лазерной маркировки и гравировки может быть полезна в промышленном производстве (в частности в точном приборостроении). Цель работы – определение параметров режимов лазерной обработки данной металлической поверхности для создания управляемого формирования цветных изображений при заданной маркировке.

Ключевые слова: Лазер, лазерная маркировка, лазерная маркирующая установка, нержавеющая сталь, цветное изображение, шкала цветов.

Abstract. In this paper we consider the problem of investigation influence of parameters laser metal surface treatment on the formation of the color gamut in the area of the laser beam. Prospects of the use of laser marking and engraving the surface of metal products can be significantly enhanced by the color management applied image. "Color" version of laser marking and engraving can be useful in industrial production (in particular in the precise engineering). Purpose of work - definition of the mode parameters of the laser processing of the metal surface for creation a managed color image forming at a given label.

Key words: Laser, laser marking, laser marking facility, stainless steel, color image, color scale.

Вступление.

Информационные, декоративные и художественные возможности лазерной маркировки и гравировки поверхности металлических изделий могут быть существенно расширены за счет уникальных возможностей лазерного излучения, позволяющих управлять цветом наносимого изображения.

Такая «цветная» версия метода лазерной маркировки и гравировки может быть полезна, в частности, в промышленном производстве (нанесение цветных логотипов на выпускаемую продукцию с целью исключения возможности подделки и повреждения), в рекламном бизнесе (сувенирная продукция, визитки, панели приборов), в ювелирном производстве, декоративно-прикладном искусстве и т.п.

Лазерное импульсное воздействие предоставляет уникальную возможность управления геометрической структурой (топологией) образующихся окислов и степенью окисления металлов, что в принципе позволяет создавать полноцветное изображение на металлических поверхностях.

Маркировка изделий массового производства по ряду причин должна быть доступна восприятию индивидуумом даже без приборов.

В основе данной работы лежит феноменологический метод исследования, определяющий задачу как беспредпосылочное описание опыта познающего сознания и выделение в нём сущностных черт.

Цель работы – определение режимов лазерной обработки металлической поверхности для создания управляемого формирования цветных изображений при заданной маркировке.

В настоящее время остро стоит проблема создания технологий защиты информации нанесенной на изделия от несанкционированного вмешательства, использования и подделок. Одним из основных способов хищения средств организаций становится несанкционированное и бесконтрольное использование широко известных брендов. Всемирно известные фирмы изготовители продукции в сфере потребления несут колоссальные убытки, исчисляемые миллиардами долларов, и остро нуждаются в технологиях, гарантированно защищающих их интересы. Цели данной работы и этих корпораций пересекаются. Результаты настоящей работы далеки от практического использования в благородной цели защиты потребителей и корпораций производителей от некачественной продукции и убытков. Настоящая работа является лишь начальным шагом в этом направлении. Цель последующих работ можно трансформировать как создание невидимой глазом или не явно распознаваемой информации на изделиях потребительского назначения, которая может быть прочитана путем освещения источниками специального спектрального состава, либо со специальным пространственным размещением относительно тестируемого изделия.

Обзор литературы.

В любой промышленности маркировка продукции является очень важным производственным этапом. Благодаря качественной маркировке осуществляется строгий учет каждой единицы изделия выпускаемого предприятием и контроль над его передвижением не только по самому предприятию, но и во время реализации того или иного товара.

Маркировка, от немецкого *markieren* — отмечать — нанесение определённых знаков или надписей на деталь, с целью возможности её идентификации. В серийном производстве это пункт технологического процесса.

Производственная маркировка – нанесение символов на оборудование, инструменты, детали и сборочные узлы.

Лазерная промышленная маркировка – это нанесение на изделие различной информации и идентификационных данных, в том числе цветовым способом. Лазерная маркировка является одним из самых надежных современных способов защиты изделий и продукции от подделок. Преимущества лазерной гравировки и маркировки перед другими способами нанесения информации очевидны:

- широкий спектр маркируемых материалов - металлы и их сплавы, пластики, резина, силикатное и акриловое стекло, дерево, картон, кожа, керамика и др.;

- возможность нанесения на изделия промышленного производства любой, даже мелкой, информации: логотип и название производителя, товарный знак, технические данные, сквозная нумерация и штрих-код продукции, выходные параметры изделия, название детали и т. п.;

- устойчивость к интенсивному режиму использования;

- нестираемость и долговечность (износостойкость) нанесенного изображения (информации);

- отсутствие механического воздействия на изделие (бесконтактность), что дает уникальную возможность маркировки изделия в сборе;

- высокое разрешение, контрастность и качество прорисовки нанесенного изображения;

- быстрота и точность маркировки.

Технология лазерной маркировки, в настоящее время переживает подъем своего развития и популярности. Современные лазерные технологии маркировки стремительно внедряются в промышленное производство, часто вытесняя традиционные методы обработки материалов. Сфокусированный лазерный луч регулируемой мощности оказался идеальным "рабочим инструментом" для создателей нового оборудования. Лазер, как инструмент обработки материалов, работает быстро, не изнашивается и не требует

приложения усилий, он экономичен, в высшей степени точен, а его воздействие легко поддается контролю и управлению.

Лазерная маркировка идеальна в процессах, где требуется высокая точность и недопустимо физическое или химическое воздействие, а также при нанесении маркировки в труднодоступных местах или в местах, подверженных воздействию агрессивной среды.

Лазерный маркер можно успешно применять при маркировке нержавеющей стали, железа, латуни, анодированного алюминия и прочих металлических сплавов. Как правило, маркировка металла представляет собой логотип, серийный номер, штрих-код, номер партии. Современные лазерные маркираторы позволяют быстро и достаточно легко выполнять маркировку совершенно в любых условиях предприятия, а также на любом производственном этапе изготовления и хранения металлической продукции.

Под воздействием лазерного излучения металлы могут существенно изменять свои спектральные свойства.

Профессор университета в г. Рочестер (США) Гуо Чунлеи (Chunlei Guo) вместе со своим ассистентом Анатолием Воробьевым предложили новый способ обработки металлов с помощью чрезвычайно коротких (фемтосекунды) и мощных лазерных импульсов.

В результате они получили металл, который поглощал весь падающий на него свет, и поэтому внешне он выглядел абсолютно черным. Способность полного поглощения падающего света можно использовать при разработке самых разных детекторов, а также в ряде других приложений, таких как создание новых катализаторов.

В новой статье Анатолия Воробьева и проф. Гуо, опубликованной в *Applied Physics Letters*, предложен вариант применения лазерной обработки металлов, при которой поверхности любого металла можно придать не только черный цвет, но и практически любой - металл будет отражать излучение и в ультрафиолетовом диапазоне, и в диапазоне терагерцевых волн [1].

Этого удалось достичь при помощи создания на поверхности микро- и наноструктур, размеры которых меньше длин волн падающего света. Эти структуры (линии, расположенные в определенном порядке, глобулы и другие формы) способны поглощать свет определенных длин волн и отражать излучение на других частотах.

Проф. Гуо сообщил, что, меняя интенсивность и продолжительность лазерного излучения, можно создавать разные структуры и тем самым полностью регулировать отражательные свойства металлов [2].

Более того, можно создавать металлы, которые выглядят по-разному под разными углами, имитируют перламутровую окраску и т.д. Очень важно, что никаких других реагентов при обработке не используется, и металл по сути не имеет покрытия.

Гуо и Воробьеву предстоит решить множество научных проблем. Пока нельзя утверждать, что метод работает на всех металлах, но для всех проверенных исследователями он доказал свою эффективность. В ближайшее время предполагается получить оттенки всех цветов радуги. Проблемы, которые предстоит решить:

- повышение эффективности обработки, поскольку сейчас она требует очень много энергии;
- обобщение данных о воздействии лазерного излучения на формирование цветового спектра у различных металлов и сплавов.

Такой материал как нержавеющая сталь применяется во многих производственных линиях. Как правило, при изготовлении какой-либо продукции из этого металла, на каждую единицу изделия обязательно наносится штрих-код, логотип, табличный код, серийный номер и другая идентифицирующая то или иное изделие информация.

Лазерные маркирующие установки для такого типа задач как маркировка нержавеющей стали подходят идеально и вряд ли сегодня можно найти что-то более усовершенствованной лазерного оборудования. Лазерные системы позволяют получить долговечную, износостойкую, термостойкую, устойчивую

к химическим и механическим воздействиям, защищенную от подделок маркировку.

Лазерный луч управляемый специализированной компьютерной программой воздействует на поверхность металла, вследствие чего после нанесения лучом маркировки на поверхности остаются четкие и разборчивые следы. При этом правильно регулируя разные параметры воздействия луча на металл (скорость передвижения, частота развертки, мощность пучка и т.д.) опытный оператор способен получить высококачественный результат маркировки на любом изделии из нержавеющей стали, а также алюминии, титане, золоте, платине, латуни и других металлах и сплавах.

Лазерная маркировка позволяет в местах нанесения изменять цвет материала (создавать эффект цветного изображения с помощью цветов побежалости). Стабильность функционирования лазерной установки и локальное распределение энергии лазерного излучения позволяют на нержавеющей стали создавать эффект цветной маркировки.

Преимущество лазерной обработки состоит еще и в том, что один раз создав файл с изображением можно копировать его многократно. Однако в каждом конкретном случае необходимо изучать параметры лазерной обработки металлической поверхности с целью достижения желаемого результата.

Входные данные и методы.

Материалом для проведения исследования послужила пластина из нержавеющей стали 12Х18Н10Т, отдельные участки которой были обработаны лазерным излучением разных режимов (варьировали мощность излучения, скорость перемещения луча и расфокусировку). В качестве источника лазерного излучения применен иттербиевый волоконный лазер. Он отличается рядом преимуществ по сравнению с другими граверами и маркерами. В первую очередь, работы на этом аппарате являются безопасными и экологически чистыми, т.к. он оснащен специальными вентиляционными решетками, способствующими отводу газа и дыма, которые образуются при работе с металлом.

Отличительной чертой данного типа лазера является его большая мощность, что безусловно влияет на повышение производительности работ.

Полученное цветное изображение на поверхности металла оценивали визуально посредством прямого наблюдения цветов обработанных участков и после фиксации с помощью камеры EOS 5D Mark III . Это полнокадровая зеркальная 22,3-мегапиксельная камера с 61-точечной автофокусировкой и режимом серийной съемки 6 кадров/сек. EOS. 5D Mark III обеспечивает превосходное качество снимков независимо от условий освещения. Создает высококачественные детализированные снимки с 22,3-мегапиксельным CMOS-датчиком изображения и процессором обработки изображения DIGIC 5+. Яркие, но при этом естественные цвета и тончайшие детали даже при съемке в тенях и ярко освещенных местах.

Цвета полученного изображения идентифицировали с помощью шкалы цветов RAL (нем. Reichsausschuß für Lieferbedingungen und Gütesicherung). Цветовые шкалы используются для визуализации в самых разнообразных задачах. Разработанная универсальная система выбора цветов RAL востребована практически во всех отраслях, где нужно правильное понимание цвета [3].

Цвет — это ощущение, которое получает человек при попадании ему в глаз световых лучей. Одни и те же световые воздействия могут вызвать разные ощущения у разных людей. И для каждого из них цвет будет разным. Отсюда следует, что споры, «какой цвет на самом деле», бессмысленны, поскольку для каждого наблюдателя истинный цвет тот, который видит он сам, следовательно, и в данном исследовании оценка цветов носит субъективный феноменологический характер.

Результаты. Обсуждение и анализ.

Результаты проведенных экспериментов, полученные при проведении анализа корреляции параметров лазерного излучения и зафиксированного цветного изображения поверхности пластины из стали 12X18H10T представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Корреляция параметров лазерного излучения и зафиксированного
цветового изображения поверхности пластины из стали 12X18H10T**

Энергия импулься, мДж	Скорость перемещения луча, мм/с	Расфокусировка ΔF , мм	Оценка контрастных групп полученного зафиксированного цветовое изображение по шкале цветов RAL
Группа оттенков бежевого цвета			
0,5	2,0-2,4	0,2	RAL 7038 Серый агат
Группа оттенков розового цвета			
0,5	2,4-2,6	0,4	RAL 4002 Фиолетовый красный
Группа оттенков серого цвета			
0,5	2,6-3,0	0,6	RAL 7016 Серый антрацит

Эксперименты показали, что с помощью таких параметров лазерного излучения как мощность, скорость перемещения луча и расфокусировка излучения, можно формировать определенное заданное цветовое изображение на поверхности изделий из стали 12X18H10T. Определены значения указанных выше параметров лазерного излучения для создания на поверхности пластины из стали 12X18H10T трех контрастных цветовых групп. При этом, по мнению авторов, непосредственная визуальная оценка достаточно затруднена из-за субъективности восприятия наблюдателя и возможных изменений параметров окружающей среды. Поэтому цвета оценивали по зафиксированному с помощью оптического устройства изображению [4].

Получена корреляция ряда параметров лазерного излучения, и формирования конкретных контрастных групп цветов на поверхности пластины из нержавеющей стали 12X18H10T.

В результате воздействия лазерного излучения с различными параметрами получены следующие контрастные группы цветов поверхности

пластины из стали 12Х18Н10Т: группа оттенков бежевого цвета, группа оттенков серого цвета и группа оттеков розового цвета.

Получение заданного цветового спектра, обработанных лазерным излучением поверхностей из стали 12Х18Н10Т, в большом объеме требует проведения дальнейших исследований.

Авторы благодарят Л.Г. Сапрыкина и его коллег - сотрудников за любезно предоставленные образцы.

Заключение и выводы.

Было рассмотрено влияние параметров лазерного излучения на формирование цветового изображения на поверхности металлического изделия из стали 12Х18Н10Т.

Были получены конкретные параметры лазерного излучения для формирования нескольких контрастных групп цветового изображения на этой металлической поверхности.

Настоящая работа является лишь начальным шагом в направлении изучения влияния параметров лазерного излучения на формирование контрастных групп цветового изображения на заданных металлических поверхностях.

Литература:

1. <http://tech.obozrevatel.com/news/2008/2/4/215580.htm> (дата обращения 12.12.2014);
2. http://www.rtc.ru/news/6/4459_1.html (дата обращения 10.01.15);
3. http://ral.ru/classic_colours (дата обращения 10.10.2014);
4. Gorbatyuk S. M. [Calculation of the geometric parameters of rotary rolling by using the automated design system autodesk inventor](#) / Gorbatyuk, S. M.; Osadchii, V. A.; Tuktarov, E. Z. // Metallurgist Volume: 55 Issue: 7-8 Pages: 543-546

Статья отправлена: 10.03.2015 г.

© Жариков В.М., Морозова И.Г., Наумова М.Г.