

ЛАЗЕРНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МАРКИРОВКИ С ПОВЫШЕННОЙ СТЕПЕНЬЮ ЗАЩИТЫ

Галимуллин Р.А.

*Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВПО Казанский (Приволжский) федеральный университет,
423812, г. Набережные Челны, пр. Суюмбике, 10а.
e-mail: rafisih88@mail.ru*

поступила в редакцию 29 сентября 2014 года

Аннотация

Рассматривается общий подход к защите авторских прав изготовителей, на основе которого приведена общая структура системы защиты авторских прав, позволяющая оптимизировать выбор метода маркировки по техническому заданию заказчика. Рассмотрены вопросы микроструктурных изменений металла под воздействием лазерного излучения. Приведена структурная схема САУ ЛТК со стабилизацией показателей качества технологического процесса, позволяющая воспроизводить торговую марку.

Ключевые слова: маркировка, лазерные технологии, структура, параметры

Введение. В современных условиях производства и эксплуатации становятся частыми случаи недобросовестной конкуренции, когда потребителю предлагается под маркой известных заводов-изготовителей недоброкачественное изделие, изготовленное, как правило, в кустарных условиях, не отвечающего эксплуатационным требованиям. Как следствие, эксплуатация такого изделия машиностроения может привести к трагическим последствиям.

В подобных случаях потребитель имеет право по закону на возмещение причиненного ущерба, которое предъявляется заводу-изготовителю. Определение принадлежности вышедшего из строя изделия затрудняется из-за отсутствия достаточной доказательной базы. Поэтому часто несут убытки и моральную ответственность заводы-изготовители.

В настоящее время применяют различные виды маркировки изделий, но это не приводит к желаемому результату, поскольку широко используемые методы основаны на введении штрих кодов, различных торговых марок, кодировки с помощью нанесения видимых номеров и меток и т.д., что легко воспроизводится в любых условиях. Это усложняет задачу определения фальсифицированной продукции.

Основная часть. Одним из способов кодирования является маркировка с помощью высококонцентрированных источников энергии (ВКИЭ) путем создания видимого или невидимого изображения на нерабочей поверхности детали.

В системе защиты авторских прав (см. рисунок 1) маркировка входит в блок контроля признаков фальсификации.

Система защиты авторских прав состоит из двух крупных модулей, это законодательная база (блок «Закон») и модуль исполнительной базы (блок «Исполнение закона»).

В состав законодательной базы входят различные законодательные акты, в том числе федеральный закон [1]. В частности, применяются статьи 6, 14, 48, 49, в соответствии с которыми подлежат защите «произведения, являющиеся результатом творческой деятельности, независимо от назначения и достоинства произведения, а также от способа его выражения», к числу которых может быть отнесена техническая документация. С учетом прав авторства и использования: «Авторское право на произведение, созданное в порядке выполнения служебных обязанностей или служебного задания работодателя принадлежит автору служебного произведения. Исключительные права на использование служебного произведения принадлежат лицу, с которым автор состоит в трудовых отношениях, если в

договоре между ним и автором не предусмотрено иное». На основании указанного закона могут быть применены статьи АПК РФ и ГК РФ.

Для ответственных изделий целесообразно применять скрытую маркировку, обеспечивающую необходимую защиту авторских прав.

Скрытая маркировка может заключаться в изменении микроструктуры материала, химического состава и т.д.



Рисунок. 1. – Обобщенная блок-схема системы защиты авторских прав.

Наиболее целесообразным в настоящее время является применение высококонцентрированных источников энергии (ВКИЭ), позволяющих повысить производительность и эффективность нанесения маркировки. Одним из способов совершенствования защиты маркировки от подделок является миниатюризация условных знаков [2].

Были проведены исследования с целью изучения свойств материалов и по определению параметров и условий нанесения, скрытых меток после воздействия лазерного излучения (ЛИ).

Для проведения экспериментов использовались образцы из стали ШХ15, 40ХБ Р6М5, Ст45, сплав на основе титана ВТ4, сплав на основе циркония.

Обработка проводилась на лазере «Хебр-1200» на режимах $P=0,6$ кВт $V=1400$ мм/мин, $P=0,6$ кВт $V=2000$ мм/мин, $P=0,4$ кВт $V=1400$ мм/мин и лазерный комплекс АВТОМ Лазер 150 1300/1600.

После воздействия ЛИ на материал во всех случаях повышается твердость обработанной зоны (см. рисунок 2): от $500 HV_{0,1}$ при твердости матрицы $205 HV_{0,1}$ (образец Ст 45 при $P=0,6$ кВт $V=2000$ мм/мин) до $850 HV_{0,1}$ при твердости матрицы $429 HV_{0,1}$ (образец ШХ 15 при $P=0,6$ кВт $V=1400$ мм/мин), глубина зоны термического влияния колеблется в пределах от $0,130$ мм образец Ст 45 при $P=0,6$ кВт $V=2000$ мм/мин) до $0,338$ мм (образец ВТ 4 при $P=0,6$ кВт $V=1400$ мм/мин), средняя ширина – $0,4$ мм.

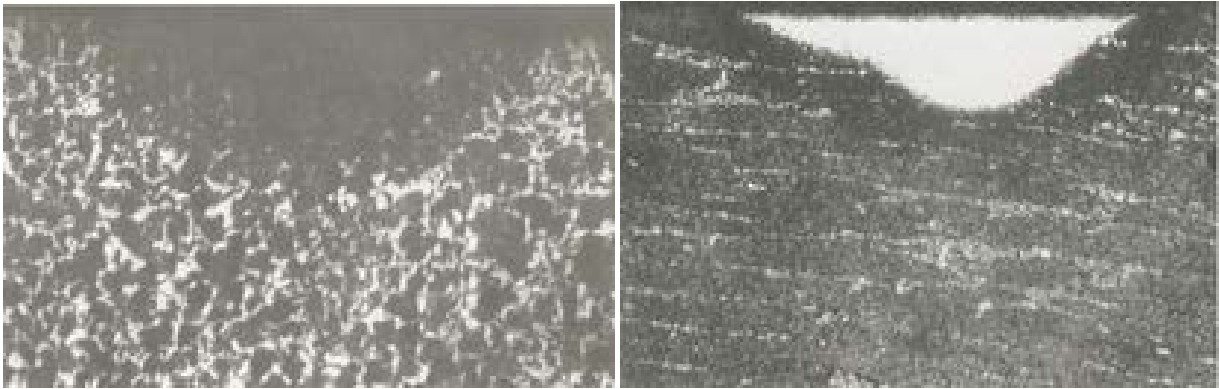


Рисунок 2. – Микроструктура образца Ст 45 при $P=0,6$ кВт $V=2000$ мм/мин (*200) (слева), образца ШХ 15 при $P=0,6$ кВт $V=1400$ мм/мин (*200) (справа)

Зона термического влияния для сталей имеет слоистую структуру, которая подробно описана во многих работах, в том числе [3,4,6]. ЗТВ представляет собой у поверхности твердый раствор из мартенсита, цементита и остаточного аустенита, ближе к матрице – смесь перлита и цементита (рисунок 3).



Рисунок 3. – Слоистая микроструктура легированной стали после обработки ЛИ (*200) глубина 0,2мм



Рисунок 4. – Логотип нанесенной маркировки на деталь и штрих код, полученный с помощью ЛИ.

На лабораторной установке АВТОМ Лазер 150 1300/1600 было проведено воссоздание логотипа эмблемы КАМАЗ и штрих кода. На рисунке 4 показан знак с увеличением в 2 раза. Это позволило создание изображения символа завода изготовителя, как на деталях, используемых при сборке, так и на деталях запчастей. Использование штрихового кодирования дает возможность автоматизации процесса обработки информации в ЭВМ для последующего быстрого решения задач фиксации получения, отгрузки, продажи.

Анализ поверхности и поперечных разрезов образцов позволяет сделать выводы: граница раздела между матрицей и ЗТВ четкая, что характеризует изменение коэффициента отражения за счет изменения микроструктуры, разброс размеров ширины линии ЗТВ составляет менее 5%.

Для металлов группы титана ЗТВ имеет более резкий переход к матрице без переходной зоны, что обусловлено образованием оксидов (карбидов, нитридов – в зависимости от газа подаваемого в зону обработки), обладающих высокой твердостью, химической инертностью и высокой температурой плавления.

Формирование марки обеспечивается траекторией перемещения ЛИ по поверхности изделия, которая является видимой в течение некоторого времени, необходимого для его

установки в агрегат. Данное время определяется химическим составом среды, в которой происходит процесс нанесения марки. При эксплуатации маркировка становится невидимой за счет химических преобразований поверхностного слоя, причем скоростью преобразований можно управлять.

Таблица 1. – Скорости окисления.

Оксид Температура, °С	Fe ₂ O ₃ ржавчина	Fe ₂ O / FeO синий оттенок
норм.	10 минут и более**	2-4 месяца*
150-200	–	2-3 мкм/сутки
400	–	До 5 мкм/сутки

* время, в течение которого поверхность образца покрывается однородным слоем оксида

** под воздействием кислот

При выходе из строя узла и необходимости выявления его изготовителя, выполняют химическую обработку известного места нанесения маркировки, с целью идентификации ее с маркой изготовителя. Для повышения достоверности процесса идентификации возникает необходимость в стабилизации заданных режимов обработки лазерным излучением. Требованиям к качеству процесса нанесения маркировки отвечает разработанная система автоматического управления лазерным технологическим комплексом.

Вследствие нестабильности параметров лазерного излучения и оптико-физических свойств поверхности (мощность излучения, его плотность, модовый состав, коэффициент поглощения поверхности, шероховатость, теплофизические свойства материала изделия и т.д.) снижается достоверность идентификации. Для обеспечения требуемого качества маркировки разработана система управления лазерным технологическим комплексом (САУ ЛТК) с обратной связью по информативным параметрам, характеризующим процесс взаимодействия ЛИ с металлом в реальном времени (рисунок 5) [8-10].

Описание математической модели условно разделено на три подсистемы, одна из которых направлена на стабилизацию мощности лазера и реализуется во всех лазерных технологических установках, две другие относятся к стабилизации температуры и положения пятна фокуса на поверхности. Использование приближенных математических моделей [4] при анализе качества САУ показали удовлетворительную сходимость результатов с экспериментальными данными.

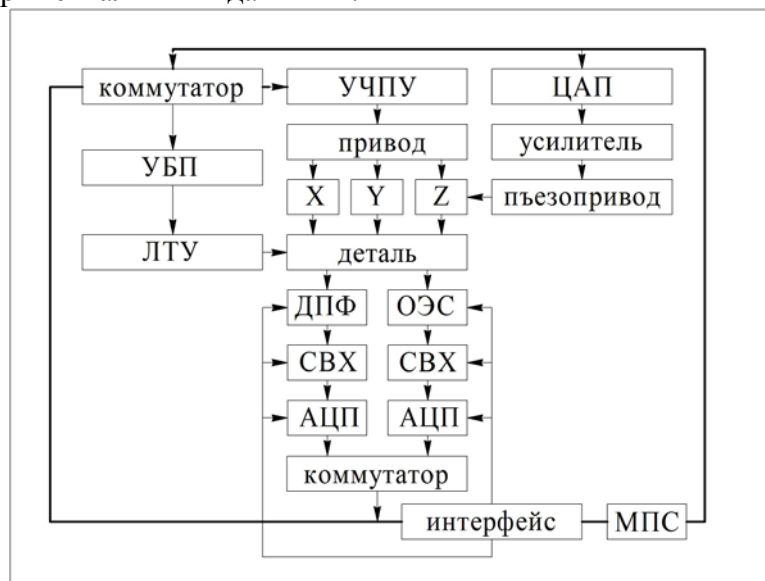


Рисунок 5. – Блок-схема САУ ЛТК.

Блок «ЛТУ» представляет собой лазерную технологическую установку, основной частью которой является оптический квантовый генератор (ОКГ). Кроме того, в ЛТУ входит система контроля мощности излучения. Блоки «УЧПУ», «X», «Y», «Z» представляют собой систему

перемещения стола и оптической системы под управлением УЧПУ со встроенными системами контроля перемещений и т.д., достаточными для обеспечения точного позиционирования центра пятна ЛИ на поверхности изделия и обеспечения заданной стабильной скорости перемещений.

Блоки «УЧПУ», «Х», «Y», «Z», «ЛТУ» образуют ЛТК.

Блоки «Оптико-электронная система со спектральной и поляризационной фильтрацией», «СВХ», «коммутатор», «АЦП», «МПС» образуют ветвь измерения степени поляризации собственного теплового излучения металла и измерения температуры.

Блоки «Z», «пьеzoпривод», «усилитель», «ЦАП», «МПС», «АЦП», «коммутатор», «СВХ», «Оптико-электронная система со спектральной и поляризационной фильтрацией» образуют контур быстрого изменения положения фокальной плоскости.

Блоки «Датчик положения фокуса», «СВХ», «коммутатор», «АЦП», «МПС» образуют ветвь измерения положения фокальной плоскости.

Блоки «Датчик положения фокуса», «СВХ», «коммутатор», «АЦП», «МПС», «УЧПУ», «Z» образуют контур изменения положения фокуса среднего быстрого действия.

Заключение

1. Эффективным способом защиты авторских прав является повышение степени защиты маркировки путем создания скрытой маркировки.

2. Исследования взаимодействия лазерного излучения со сплавами Fe-C показывают, что при обеспечении определенных условий ТП происходит изменение микроструктуры, изменение ее химического состава и изменение коэффициента отражения поверхности.

3. Система управления перемещением лазерного излучения позволяет получать маркировку достаточно малых размеров.

4. Минимальная разрешающая способность, полученная экспериментально, не менее 20 мкм.

5. При данных параметрах режима обработки и излучения обеспечивается невозможность удаления маркировки без видимого изменения геометрии поверхности детали т.к. глубина маркировки достигает 200 мкм и более.

Благодарность. Выражаю искреннюю благодарность научному руководителю старшему преподавателю кафедры «Высокоэнергетические процессы и агрегаты» НЧИ КФУ, Рахимову Радику Рафисовичу и доктору технических наук, доценту Звездину Валерий Васильевичу.

Список литературы

- 1) Федеральный закон «Об авторском праве и смежных правах» от 9 июля 1993г. № 5351-1 (с изменениями от 19 июля 1995 г.).
- 2) Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюрлов А.И.. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. пособие для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана. 2006. 664 с.
- 3) Звездин В.В., Хамадеев А.В., Каримов Р.Б., Загиров Р.Г., Юсупов Р.Р. Управление процессом лазерной маркировки // Межвузовский научный сборник «Проектирование и исследование технических систем». Наб. Челны. 2007. №11. С.39-44.
- 4) Песошин В.А., Глова В.И., Захаров В.М. Синтез автономных автоматных моделей для статистического моделирования // Вестник КГТУ им. А. Н. Туполева. 1997. вып.4.
- 5) Филачев А.М., Таубкин И.И., Тришенков М.А. Твердотельная фотоэлектроника. Физические основы. М.: Физматкнига. 2005. 384 с.
- 6) Звездин В.В., Хамадеев А.В., Фардиев Р.К., Башмаков Д.А., Исрафилов Д.И. Влияние модового состава лазерного излучения на зону термического воздействия в металлах // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. 2007. №2. С.84-85.
- 7) А.с. 1600480 СССР. МПК G01J5/60. Способ измерения температуры металла / В.В. Звездин. 4268562; Заявлено 02.04.87; Зарегистрировано 15.06.90, (1990, бюл. 38, стр. 260).
- 8) А.с. 1767792 СССР. МПК G01J5/60. Система автоматического управления лазерным технологическим комплексом / В.В. Звездин, А.З. Асанов. 4799870; Заявлено 08.06.92; Зарегистрирован 08.06.92. (1992, бюл. 37, стр. 217).

- 9) Пат. 2003121076/28 Россия. МПК G 01J 5/60. Способ измерения цветовой температуры металла / Р.Б. Каримов, В.В. Звездин, И.С. Сабиров; Заявлено 08.07.2003; Опубл. 10.05.05, Бюл. № 13. С2.
- 10) Саубанов Р.Р., Алеев Р.М., Звездин В.В., Галеев Р.М., Рахимов Р.Р. Способ измерения информативного параметра на основе оптико-физических методов исследований // Интеллектуальные системы в производстве. 2011. №1(17). С.231-237.