

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

эксперта диссертационного совета Д 05.24.703 при Институте машиноведения, автоматике и геомеханики Национальной академии наук Кыргызской Республики Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова проф. д.т.н. Алмаматова Мыйманбай Закировича по диссертации Наумовой Маргариты Геннадьевны на тему: «Разработка лазерной технологии, повышающей качество маркировки металлической продукции путем формирования на ней цветных изображений», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – технология машиностроения.

Эксперт д.т.н., проф. Алмаматов М.З. рассмотрев представленную диссертацию соискателя Наумовой М.Г. на тему: «Разработка лазерной технологии, повышающей качество маркировки металлической продукции путем формирования на ней цветных изображений», по специальности 05.02.08. – технология машиностроения, пришел к следующему заключению:

1. Соответствие диссертации специальности 05.02.08 – технология машиностроения

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, представленная Наумовой Маргаритой Геннадьевной, на тему: «Разработка лазерной технологии, повышающей качество маркировки металлической продукции путем формирования на ней цветных изображений», соответствует профилю диссертационного совета.

В работе представлены и обоснованы факторы, влияющие на получение качественного цветного изображения на нержавеющей стали, а также на хромированных металлах с помощью высокоточного источника энергии, что позволяет повышать качество различных деталей в машиностроении при их массовом производстве, что в полной мере отвечает требованиям паспорта специальности 05.02.08. – технология машиностроения.

2. Целью диссертации является совершенствование процесса цветной лазерной маркировки металлургической продукции на основе исследования и разработки режимов лазерной обработки с целью формирования цветных изображений на металлической поверхности. Поставленная цель достигнута решением в диссертационной работе следующих задач:

- влияние микрогеометрии сложного регулярного рельефа и шероховатости поверхности позволит определить заданную цветовую гамму изображений при лазерной маркировке.

- подобраны режимы лазерной маркировки хромированных поверхностей, позволяющие получать контрастные, считываемые стандартными устройствами изображения за счет управления тремя основными параметрами лазерного маркировочного комплекса.

- разработанная программа для подбора параметров лазерной маркировки «Лазкон» на языке программирования JavaScript, позволит

автоматизировать процесс получения цветowych изображений на поверхности различных металлических материалов.

Объектом исследования диссертационной работы являются поверхности из стали и поверхности хромированных цветных металлов, в том числе покрытия, окрашенные в различные цвета в результате лазерной маркировки с различными параметрами.

Предметом исследования являются определение влияния микрогеометрии сложного регулярного рельефа металлических поверхности на цветное окрашивание при лазерной маркировке и определение влияния теплофизических характеристик материала-подложки на формирование цветового изображения на материале-покрытии при цветной лазерной маркировке, предназначенной для деталей в разных отраслях промышленности. Это соответствует требованиям к исследованиям по специальности 05.02.08. – «Технология машиностроения».

Актуальность темы диссертации.

Цветная лазерная маркировка (ЦЛМ), осуществляемая с помощью термического воздействия импульсным лазерным излучением, является одним из самых точных и надежных современных способов защиты изделий от подделок и нанесения на изделия другой необходимой информации. При этом очень важным является тот факт, что изображение наносится на поверхность металла с высокой точностью без механического воздействия на изделие. Благодаря достижению практически дифракционного предела диаметра лазерного пучка, появилась возможность уменьшить обрабатываемую площадь. При нанесении различной информации на изготовленную деталь удастся избежать повреждения поверхности.

Промышленное применение лазерных технологий представляет практический интерес вследствие возможности использования при термическом воздействии на поверхность металлов компьютерной техники, возможности быстрой перенастройки и мобильности оборудования. Лазерное импульсное нагревание предоставляет уникальную возможность управления фазовым составом и геометрической структурой образующихся оксидов и степенью окисления металлов, что в принципе позволяет создавать полноцветное изображение на металлических поверхностях.

3. Научные результаты.

В работе представлены научно обоснованные теоретические и новые практические результаты, совокупность которых имеет немаловажное значение для получения качественного цветного автоматизированного получения изображения на металлических поверхностях деталей.

Результат 1. Обоснован выбор высокоточного оборудования для проведения и получения экспериментальных данных

Результат 2. Исследование влияние шероховатости поверхности металла, обработанного лазерным излучением, на ее цветное окрашивание.

Результат 3. Изучено влияние режимов лазерной обработки на трещинообразование в оксидных пленках, образующихся на поверхности металла в результате цветной лазерной маркировки.

Результат 4. Изучено влияние различия теплофизических характеристик материала-подложки на формирование цветового изображения на материале-покрытии при ЦЛМ.

Результат 5. Разработана программа для работы с полученной базой данных для получения цветового изображения на различных металлических поверхностях.

3.1. Степень новизны научных результатов и рекомендаций

Результат 1. Новый, поскольку описано сочетание подобранного оборудования для проведения такого рода эксперимента

Результат 2. Новый, так как графически представлена зависимость зон лазерного и термического воздействия при лазерной обработке металлических поверхностях

Результат 3. Новый, получены экспериментальные данные, при которых происходит трещинообразование в оксидных пленках на поверхностях обрабатываемых изделий и указано увеличение, при которых их можно наблюдать.

Результат 4. Новый, так как в работе доказано, что формирование цветов на хромированных поверхностях при термическом воздействии с помощью импульсной лазерной обработки зависит не только от режима излучения, но и от материала-подложки, составлена математическая модель.

Результат 5. Подробно описано на языке программирования новая программа по автоматизации процесса маркировке

3.2. Обоснование достоверности научных результатов

Результат 1. Обоснована достоверность получения экспериментальных данных на выбранном оборудовании

Результат 2. Обоснована достоверность полученных параметров шероховатости в виде аналитических графиков и высокоточных изображений, полученных путем высокого увеличения на экспериментальном оборудовании.

Результат 3. Достоверность получения трещинообразования на поверхностях исследуемых образцов представлена на снимках высокого расширения

Результат 4. Обоснована достоверность получением и обоснованием математической модели при формировании цветного лазерного изображения на материале-подложки хромированных изделий

Результат 5. Достоверность обоснована получением Свидетельства о регистрации права программы для ЭВМ.

3.3. Теоретическое значение работы

Положения диссертации Наумовой Маргариты Геннадьевны на тему: «Разработка лазерной технологии, повышающей качество маркировки металлической продукции путем формирования на ней цветных изображений» представляют собой исследования, направленные на получения качественной цветной лазерной маркировки на поверхности металлических изделий. Широко распространенные способы маркировки и идентификации готовой продукции не позволяют технологично решить

данную проблему, т.к. они наносятся либо на промежуточные носители информации (бумага, пластик и др.), а не непосредственно на само изделие.

Обоснование параметров, обеспечивающих технологический процесс лазерной цветной маркировки поверхности для нанесения качественных цветных символов, является актуальной задачей при производстве металлических деталей машин и агрегатов.

Исследования, проведенные в работе, имеют внутреннее единство и направленность при получении результатов, что свидетельствует о личном вкладе автора.

3.4. Соответствие квалификационному признаку

Диссертация соискателя Наумовой М.Г. соответствует требованию п. 11, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Указом Президента КР №12, от 18.01.2022 г. и является индивидуальной научно-квалификационной работой, представленной в виде специально подготовленной рукописи, содержание которой отвечает следующему квалификационному признаку - изложение научно обоснованных технических, социально-экономических или технологических разработок, имеющих существенное значение для экономики страны в зависимости от сферы науки и тематики.

4. Практическая значимость полученных результатов.

Работа выполнена в рамках государственной работы «Проведение научно-исследовательских работ (фундаментальных научных исследований, прикладных научных исследований и экспериментальных разработок)» государственного задания Минобрнауки России в сфере научной деятельности на 2014-2016 гг. (Задание № 2014/113). А также в рамках Договора подряда № ГПХ22-2019/291 от 01.04.2019 на тему «Исследование параметров цветной лазерной маркировки металлических поверхностей».

Основные результаты и положения диссертации доложены на научных конференциях.

1. Юбилейной десятой ежегодной международной научно-практической Интернет-конференции «Современные направления теоретических и прикладных исследований'2015» (с 17 по 29 марта 2015 г.). Проект SWorld (www.sworld.education)

2. «Научно-практические конференции студентов НИТУ «МИСиС». Под редакцией С.М. Горбатюка Киров, 2016 г, с. 54-58 «Феноменологическое исследование возможностей создания управляемого формирования цветowych изображений на металлической поверхности».

3. «Научно-практические конференции студентов НИТУ «МИСиС» Под редакцией С.М. Горбатюка. Киров, 2017 г, с. 37-40 «Влияние параметров лазерного излучения на топологию и цветовую гамму металлической поверхности».

4. International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). 2019.

5. Международная научно-техническая конференция Пром-Инжиниринг 2019 25-29 марта в город Сочи (<http://icie-rus.org/icie2019-rus.html>).

Научные результаты, полученные в диссертации, были внедрены:

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2024615431 Программа для подбора параметров лазерной маркировки «Лазкон» 06. Марта 2024 г.
2. В ООО НТЦ «ТСМ» (Акт внедрения 26.08.2024 г.).
3. В ООО «Уфимский компрессорный завод» (Акт внедрения 29.08.2024 г).
4. В «СОЛИД ЛАЙН» (Акт внедрения 27.08.2024).

Реализация материалов диссертации соискателя Наумовой М.Г. позволила:

- разработать режимы лазерной маркировки, учитывая разные аспекты представленные в диссертационной работе;
- установить зависимость параметров лазерного излучения на металлическую поверхность исследуемых образцов;
- за счет представленных экспериментов сделать процесс маркировки изделий на промышленных предприятиях автоматизированным, и внедрить лазерное оборудование в технологические линии производства

По материалам диссертации имеется 18 публикаций, 5 из которых входят в перечень рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК, 9 статей опубликованы в единой базе рецензируемой научной литературы Scopus. Научометрический показатель, индекс Хирша (h-индекс) соискателя равен 9. Общее количество баллов по публикациям соискателя составляет 396 баллов.

5. Соответствие автореферата содержанию диссертации.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации, поставленной в ней цели и задачам. Автореферат имеет идентичное резюме на кыргызском, русском и английском языках.

6. Замечания:

Устранить замечания в соответствии с последними требованиями Инструкции по оформлению диссертации и автореферата НАК при ПКР.

7. Предложения:

Эксперт диссертационного совета д.т.н., профессор Алмаматов М.З. предлагает по рассматриваемой диссертации, представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – технология машиностроения назначить:

- в качестве ведущей организации – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный технологический университет "СТАНКИН", Москва, переулок Вадковский 3-А.

- в качестве официальных оппонентов назначить:

первым официальным оппонентом - доктора технических наук, профессора Абсадыкова Бахыт Нарикбаевича, специальность 05.02.08 – технология машиностроения, главного ученого секретаря Института химических наук им. А.Б. Бектурова, Республика Казахстан, г. Алматы

вторым официальным оппонентом - доктора технических наук, профессора Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» Полякова Романа Николаевича, который имеет труды близкие по теме исследования:

1) Бондаренко, М.Э. и др. Prediction of Remaining Useful Life of Passive and Adjustable Fluid Film Bearings Using Physics-Based Models of Their Degradation / М.Э. Бондаренко, Р.Н. Поляков, Л.А. Савин, И.Н. Стебаков, Д.В. Шутин // Mechanisms and Machine Science. - 2024. - № 139. - С.211-223. Doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-40455-9_17. [Электронный ресурс]. - URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-40455-9_17.

2) Поляков А.Ю. и др. Повышение точности и достоверности полученных результатов при экспериментальных исследованиях узлов с бесконтактными уплотнениями / И.Л. Агашков, А.В. Внуков, А.В. Горин, Р.Н. Поляков, А.Ю. Родичев // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. - 2024. - № 1(3630). - С.69-78)

3) Кислов, С.В. и др. Триботехнические качества поверхностей трения с минеральными покрытиями / С.В. Кислов, Р.Н. Поляков, Л.А. Савин // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. - 2024. - № 2 (364). - С.64-71.

8. Рекомендации:

Пополнять цветовую палитру путем подбора параметров лазерного излучения не только на металлических поверхностях, но и рассмотреть влияние спектра факторов при получении цветной лазерной маркировке на изделиях не металлического материала

9. Заключение:

На основании вышеизложенного считаю, что представленная к защите диссертация соискателя Наумовой М.Г. содержит теоретические результаты и экспериментальные данные, необходимые для получения качественного цветового изображения при лазерной маркировке металлических поверхностей.

Обоснованность и достоверность научных положений работы определяется сходимостью теоретических расчетов технологических режимов маркировки деталей для материалов различных марок с результатами их практической апробации. Исследования структурно-фазового состава и геометрических параметров оксидных пленок выполнены с использованием современного оборудования и методик анализа. Экспериментально подтверждены рассчитанные параметры процесса маркировки и применимость предложенных технологических решений. Разработанные технологические режимы процесса маркировки успешно

прошли апробацию в лабораторных условиях. Научные результаты, представленные в работе, согласуются с материалами публикаций в открытой печати по теме диссертации.

Новизна результатов исследования заключается в научно-обоснованных рекомендациях по подбору технологических режимов лазерного комплекса с целью маркировки деталей машин и агрегатов. Разработанные методики и технологические регламенты формирования цветных изображений на металлических поверхностях в процессе их лазерной обработки могут быть использованы при маркировке промышленных изделий

По проверке первичной документации: проверка первичного материала подтверждает, что соискателем проведена самостоятельная работа по теме диссертации. Имеющаяся в наличии первичная документация достоверна, репрезентативна, выполнена лично соискателем и полностью соответствует целям и задачам исследования. Все необходимые документы для проведения дальнейших действий в диссертационном совете находятся на достаточном уровне.

Диссертация Наумовой М.Г. удовлетворяет требованию п. 9, 11 предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Указом Президента КР №12, от 18.01.2022 г. и является индивидуальной научно-квалификационной работой и написана единолично соискателем, содержит совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для публичной защиты, имеет внутреннее единство диссертационной работы, которая направлена на совершенствование процесса цветной лазерной маркировки металлургической продукции.

10. Эксперт диссертационного совета, рассмотрев представленные документы рекомендует диссертационному совету Д 05.24.703 при Институте машиноведения, автоматики и геомеханики Национальной академии наук Кыргызской Республики Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова принять диссертацию Наумовой М.Г., на тему «Разработка лазерной технологии, повышающей качество маркировки металлической продукции путем формирования на ней цветных изображений», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – технология машиностроения к защите.

Эксперт, д.т.н. проф.

Алматов М.З.
13.01.2025 г.

Подпись эксперта диссертационного совета Д 05.24.703 заверяю.

Ученый секретарь диссертационного совета, Д 05.24.703

к.т.н., с.н.с.



Эликбаев К.Т
13.01.2025 г.