

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. Рагрин Николай Алексеевича 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 диссертационного совета проф. д.т.н. Рагрин Н.А., 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 диссертационной работы 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 приведены и обоснованы факторы, влияющие на получение качественного цветного изображения на металлических поверхностях с помощью лазерной термической обработки, что позволяет повышать качество изделий 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:

1. Исследовать влияние микрогеометрии сложного регулярного рельефа и шероховатость поверхности на цветное окрашивание при лазерной маркировке.

2. Разработать режимы нанесения на металлическую поверхность цветных изображений, путем лазерной модификации небольшого слоя материала.

3. Разработать возможный способ автоматизации при подборе параметров лазерной маркировки.

Объектом исследования диссертационной работы являются поверхности из стали и хромированных цветных металлов, в том числе

покрытия, окрашенные в различные цвета в результате лазерной маркировки с различными параметрами.

Предметом исследования является определение влияния микрогеометрии сложного регулярного рельефа поверхности на цветное окрашивание при лазерной маркировке; определение влияния теплофизических характеристик материала-подложки на формирование цветового изображения на материале-покрытии при ЦЛМ для создания автоматизированного процесса маркировки при массовом выпуске деталей в машиностроении. Это соответствует требованиям к исследованиям по специальности 05.02.08 – технология машиностроения.

Актуальность темы диссертации

Факторы влияния на процесс получения цветового изображения на металлических поверхностях, недостаточно и узконаправленно изучены и поэтому требуют дальнейшего исследования с целью выявления, систематизации и определения взаимодействия этих факторов.

Нанесение маркировки на металлическую продукцию крайне необходимо в таких отраслях как авиационная промышленность, автомобилестроение, приборостроение, при производстве различного инструмента и т.д. Вследствие особенностей технологических процессов, иногда маркировка изделий массового производства должна быть доступна восприятию обслуживающим персоналом без вспомогательных приборов. При этом очень важным является тот факт, что изображение наносится на поверхность металла с высокой точностью без механического воздействия на изделие. Это позволяет сделать вывод, что тема диссертационной работы является актуальной.

3. Научные результаты

В работе представлены следующие новые, научно обоснованные результаты, совокупность которых имеет немаловажное значение для получения качественного цветового изображения на металлических поверхностях.

Результат 1. Экспериментально определены параметры дефекта на поверхности оксидных пленок – трещинообразование, который возникает при определенных параметрах лазерного излучения. Сетка трещин образовалась на скоростях продвижения луча 400...500 мм/с на расстоянии между проходами луча 0,005 мм.

Результат 2. Определено изменение состава оксидных пленок на поверхности металлических изделий под воздействием лазерного излучения.

Результат 3. Графически представлены результаты измерений глубин неровностей сложного регулярного рельефа, возникающего в результате лазерного термического взаимодействия с металлическими поверхностями, влияющего на цветообразование.

Результат 4. Определены режимы термического лазерного воздействия, необходимые для получения заданных цветов на поверхности нержавеющей стали, соответствующих ряду контрастных групп по шкале RAL на хромированных поверхностях стали 08 и латуни Л63.

Результат 5. Разработана программа для автоматизации процесса нанесения цветного изображения на металлические поверхности.

3.1. Степень новизны научных результатов и рекомендаций

Результат 1. Новый, впервые экспериментально определены параметры лазерного излучения, при которых происходит дефект - трещинообразование.

Результат 2. Новый, до настоящего времени не было доказано, что с изменением окрашивания оксидных пленок в значительной степени изменяется массовая доля фаз, например окислов железа.

Результат 3. Новый, впервые представлены зависимости результатов измерений глубин неровностей сложного регулярного рельефа, возникающие в результате лазерного термического взаимодействия с металлическими поверхностями, влияющие на цветообразование.

Результат 4. Новый, впервые экспериментально определены режимы лазерного влияния на металлические поверхности образцов.

Результат 5. Новый, впервые разработана программа для автоматизации процесса нанесения цветного изображения на металлические поверхности, запатентованная и внедренная в промышленные предприятия.

3.2. Обоснование и достоверность научных результатов

Результат 1. Обоснован необходимостью экспериментального определения параметров дефекта на поверхности оксидных пленок - трещинообразование, достоверность которых подтверждена наличием высокоточных экспериментальных стендов.

Результат 2. Обоснован необходимостью изучения изменения состава оксидных пленок с помощью электронной микроскопии достоверность которого подтверждается совпадением результатов теоретических и экспериментальных исследований.

Результат 3. Обоснован, необходимостью проведения исследований влияния микрогеометрии сложного регулярного рельефа поверхности, сформированного при цветной лазерной маркировке на цветообразование, достоверность которого подтверждена результатами экспериментов, подтверждающими наличие лазерного термического взаимодействия с металлическими поверхностями.

Результат 4. Обоснован необходимостью экспериментального определения режимов лазерного влияния на металлические поверхности, достоверность которые подтверждена в результатами экспериментальных исследований на образцах необходимого цветового изображения классифицированных по шкале цветов RAL.

Результат 5. Обоснован тем, что до настоящего времени отсутствовала программа для автоматизации процесса нанесения цветного изображения на металлические поверхности, достоверность которого подтверждена 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 с помощью автоматизированной программы, которая может упростить работу по нанесению цветной маркировки на металлические поверхности и увеличить производительность работы операторов лазерного оборудования при массовом типе производства металлической продукции на промышленных предприятиях.

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 цветных 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 определить режимы термического лазерного воздействия для получения заданных цветов на поверхности нержавеющей стали, и хромированных поверхностях стали 08 и латуни Л63. И на основании экспериментальных данных разработать программу для работы с базой данных полученных результатов при лазерной обработке металлических образцов с покрытием.

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 Рагрин А.Н. 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", г. Москва.

- в качестве официальных оппонентов назначить:

первым официальным оппонентом –д.т.н., профессора Муслимова А.П. КГТУ им. Раззакова, который имеет труды близкие по теме исследования:

1). Муслимов А.П., Шакенова Ж.Н., Ким Е.Р. Определение величин подач инструмента для обработки нежёстких валов. Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2020. № 1 (53). С. 13-18.

2). Муслимов А.П., Елеукулов Е.О. Разработка экспериментального стенда управления режимами работ токарного станка по двум параметрам. Механика XXI века. 2021. № 20. С. 131-134.

- **вторым официальным оппонентом** - к.т.н. Бажаева Н.А., Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева (Satbayev University), труды:

1) Dyussebayev I.M., Issabekov Z., Tulegulov A.D., **Bazhaev N.A.**, Kaipova A.A. Methodological basis for the application of wind generators in geology // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2022, 2022(5), pp. 63–78.

2) Tulegulov A.D., Yergaliyev D.S., Karipbayev S.Z., **Bazhaev N.A.**, Zuev D.V., Adilkhanov Y.G. Modern methods of gyroscopic orientation of mine workings // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2022, 4(454), pp. 213–226.

3) Tulegulov A.D., Yergaliyev D.S., Aldamzharov K.B., Karipbaev S.Zh., **Bazhaev N.A.** Quantitative estimates of the transient process of the non-contact gyroscope rotor // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2021, 6(450), pp. 147–154.

8. Рекомендации

Необходимо постоянно пополнять базу данных запатентованной программы, для расширения сферы использования

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 поверхностях, что позволит автоматизировать процесс маркировки металлической продукции при массовом типе производстве на промышленных предприятиях. Выводы диссертации соответствуют целям и задачам исследования, а практические рекомендации основаны на результатах теоретических и экспериментальных исследований.

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 на основе исследования и разработки режимов воздействия высококонцентрированного источника энергии на поверхности металлов, что свидетельствует о личном вкладе соискателя в науку. Соискателю принадлежит идея разработки автоматизированной программы «Лазкон» для нанесения качественной цветной маркировки на металлические поверхности.

10. Эксперт диссертационного совета, рассмотрев представленные документы рекомендует диссертационному совету Д 05.24.703 при Институте машиноведения, автоматике 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.



Рагрин Н.А.
14.01.2025 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

15.01.2025 г.