

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(НИТУ МИСИС)**

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
Экотехнологий и инжиниринга
НИТУ МИСИС
к.т.н., доцент А.Я. Травянов



27.06.2024 г

Выписка из протокола №6

расширенного заседания кафедры ИТО

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
(НИТУ МИСИС)

Г. Москва

27.06.2024 г.

Председатель: Карфидов А.О., заведующий кафедрой Инжиниринга
технологического оборудования

Секретарь: Герасимова А.А., к.т.н. (05.16.05), доцент, ученый секретарь

Присутствовали: Горбатюк С.М., д.т.н., (05.16.05), проф.; Чиченев Н.А., д.т.н.,
(05.16.05), проф.; Кобелев О.А., д.т.н. (05.16.02), проф.; Шахов С.И., д.т.н.,
(05.16.02), доцент; Морозова И.Г., к.т.н. (05.16.01), доцент; Герасимова А.А.,
к.т.н. (05.16.05), доцент; Макаренко К.И., к.т.н. (01.01.02), доцент; Шинкарев
А.С., к.т.н. (05.02.13), доцент; Пушкин К.В., к.т.н. (05.16.01), доцент;
Мнацаканян В.В., д.т.н., (05.02.08), проф.; Королев П.А., к.т.н. (05.02.08),
доцент; приглашенные специалисты Тимирязев В.А., д.т.н. (05.02.08), проф.;
сотрудники института.

Всего 20 человек

Повестка дня:

1. Обсуждение диссертационной работы соискателя Наумовой М.Г. 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

СЛУШАЛИ

По первому вопросу:

Герасимова А.А., секретарь заседания ознакомила с документами соискателя Наумовой М.Г.

Наумова Маргарита Геннадьевна – образование высшее, закончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный институт стали и сплавов (технологический университет)» (специалитет), очная форма обучения, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (магистратура), очная форма обучения, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (аспирантура), очная форма обучения. В институте НИТУ МИСИС работает с 2007 года, с 2014 года в должности старшего преподавателя кафедры Инжиниринга технологического оборудования.

Научный руководитель - Морозова Ирина Георгиевна, кандидат технических наук, ученой степенью по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов», доцент кафедры инжиниринга технологического оборудования НИТУ МИСИС.

Тема диссертации и научный руководитель утверждены на заседании ученого совета института Экотехнологий и инжиниринга НИТУ МИСИС 17 сентября 2020 г., протокол №01-20/21

Работа выполнена на кафедре Инжиниринга технологического оборудования НИТУ МИСИС

Рецензенты:

- Наговицын В.А. – заведующей лабораторий кафедры Инжиниринга технологического оборудования

- Васильев М.В. – генеральный директор ООО «Карфидов лаб».

Наумова М.Г. выступила с докладом об основных положениях и выводах диссертации:

Вопросы по докладу:

Шинкарев А.С.: Возможно ли используемый лазер встроить в технологическую линию и от чего это зависит?

Ответ: Да, возможно, время выхода годного продукта не увеличится, критерии автоматизации зависят от материала маркируемого изделия

Макаренко К.И.: Сколько времени уходит для получения цветового изображения представленного размера?

Ответ: не более 5-10 секунд

Шахов С.И.: Почему в качестве испытуемого образца была взята представленная марка нержавеющей стали?

Ответ: сталь 12X18H10T - универсальная и широко используемая наравне с 12X18H9T, 08X18H10T, AISI 321; свариваемость стали - хорошая и эта марка, как и марки нержавеющей стали с содержанием титана рекомендуются к применению в свариваемых изделиях; сталь слабомагнитна, в термообработанном состоянии практически немагнитна; сталь 12X18H10T рекомендуется применять для сортового проката и горячекатаного листа, не изготавливаемого на станах непрерывной прокатки; хорошая сопротивляемость атмосферной и межкристаллитной коррозии в совокупности с жаростойкостью, стабильностью, прочностью, легкостью обработки, возможностью использования в широком диапазоне температур сделали эту марку стали одной из самых производимых и используемых в различных отраслях промышленности, в том числе для изготовления деталей машин и аппаратов продовольственного и торгового машиностроения, товаров народного потребления и проч.

Кобелев О.А.: Нужно ли дополнительно обучаться сотруднику или оператору лазерного станка для того чтоб воспользоваться представленной программой?

Ответ: Дополнительно обучаться оператору лазерного станка не нужно. Она написано на понятном, грамотно-составленном языке, имеет русский интерфейс

Чиченев Н.А.: Почему топоологию поверхности исследовали по показателям шероховатости Ra и Rz.

Ответ: Любая, обработанная даже тщательнейшим образом поверхность детали, не может быть полностью идеально ровной. Значение гладкости и ровности поверхности детали в любом случае будет отличаться от заданного чертежом значения, т.е. от номинального значения. При этом, отклонение может быть либо макрогеометрическим, либо микрогеометрическим. Макрогеометрические отклонения могут быть охарактеризованы волнистостью детали и несоответствием форме. Микрогеометрические отклонения, в свою очередь, определяются не чем иным, кроме шероховатости поверхности. Шероховатость поверхности - это совокупность неровностей поверхности с относительно малыми шагами, выделанная с помощью базовой длины. Количественно шероховатость оценивают следующими параметрами: Ra — среднее арифметическое отклонение профиля; Rz — высота неровностей профиля по десяти точкам; Rmax — наибольшая высота неровностей профиля.

Горбатюк С.М.: Почему Вас привлекло провести эксперимент по получению цветной лазерной маркировки на хромированных поверхностях?

Ответ: Хромирование — диффузионное насыщение поверхности стальных изделий хромом, либо процесс осаждения на поверхность детали слоя хрома из электролита под действием электрического тока. Слой хрома может наноситься для декоративных целей, для обеспечения защиты от коррозии или для увеличения твердости поверхности. Хромирование деталей применяют придание более высокой износостойкости произведенным инструментам и деталям механизмов; для продления эксплуатационного срока и

восстановления износа поверхностей бывших в употреблении деталей и механизмов. Поэтому очень важно защитить такие изделия от подделок.

Научный руководитель Морозова И.Г. ознакомил с отзывом по работе Наумовой М.Г., отметив, что одна из актуальных задач данной работы заключалась в создании автоматизации процесса маркировки на технологических линиях изготовления металлической продукции путем разработки специализированной программы для лазерного обеспечения. Стоит отметить, что разработанная программа, может пополняться новыми параметрами лазерного излучения и новыми материалами, для более широкого его применения в промышленных целях.

С оценкой диссертации выступили рецензенты:

Наговицын В.А., заведующей лабораторией кафедры ИТО, который отметил, что экспериментальная часть работы выполнялась на лазерном гравере RAYMARK CNC MARK 2., установленном на кафедре. Был отмечен личный вклад соискателя в диссертационную работу.

Васильев М.В. отметил, что в рамках проектов компании «Карфидов лаб» в тестовом режиме была испробована программа для нанесения цветowych изображений на металлические поверхности. Результат был получен положительный. Была отмечена актуальность темы диссертации, практическая значимость и новизна.

По диссертационной работе высказаны следующие замечания:

1. Диссертационную работу и автореферат оформить в соответствии с требованиями, предъявляемые к оформлению диссертационных работ при сдаче их в ВАК
2. Проверить и уточнить терминологию, применяемую в диссертации
3. Раскрыть темы выбора параметров шероховатости

В целом содержании диссертации соответствуют требованиям ВАК и она может быть рекомендована к защите.

С обсуждением диссертации выступили:

Чиченев Н.А., д.т.н., проф.: Работу Наумовой М.Г. можно охарактеризовать как законченное исследование, имеющее теоретическую, так

и практическую ценность, работа выполнена на современном методическом уровне. Необходимо уделить внимание формулировке актуальности работы, которая позволит расширить географию применения данной работы.

Кобелев. О.А., д.т.н., проф.: Диссертационная работа соответствует всем требованиям к кандидатским работам, новизна работы не вызывает сомнений. Разработанная программа действительно повысит качество изделий, предотвратит от покупки бракованной металлической продукции и сократит время нанесения лазерного цветного изображения. Квалификация соискателя соответствует уровню кандидата наук/, работу к защите рекомендую по направлению 05.02.08 – Технология машиностроения.

Макаренко К.И., к.т.н., доцент: Согласен с мнением коллег, присутствующих на расширенном заседании кафедры. Работа представлена в полном объеме, содержит интересные исследования и полезные результаты. Соискатель Наумова М.Г. показала свою квалификацию и достойна звания кандидата технических наук.

Шахов С.И., д.т.н., доцент: Работа имеет достаточную апробацию и количество публикаций, в которых докладывались основные этапы исследования. Соискатель Наумова М.Г. показала высокую теоретическую подготовку и владение представляемой темой. С учетом небольших замечаний работа и ее автор достойна к представлению на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В результате обсуждения доклада Наумовой М.Г. по диссертационной работе и выступления рецензентов и членов расширенного заседания кафедры получено следующее **заключение:**

Актуальность темы исследования

Разработанная технология нанесения цветных изображений на металлические поверхности может быть эффективно использована для печати товарных знаков, защищающих высококачественную продукцию от подделок, для классификации деталей в микротехнологиях. 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 о том, что тема диссертационной работы является, безусловно, актуальной.

Благодаря качественной маркировке осуществляют строгий учет каждой единицы изделия, выпускаемого предприятием и контроль за его передвижением не только по самому предприятию, но и при реализации. Вследствие особенностей технологических процессов, иногда маркировка изделий массового производства должна быть доступна восприятию обслуживающим персоналом без приборов и вопрос о правильном применении той или иной детали требует очень быстрого ответа. В этих случаях цветная лазерная маркировка незаменима.

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

Личное участие автора в получение результатов, изложенных в диссертации.

На всех этапах выполнения диссертационной работы автор принимал прямое участие в постановке задач исследования, в планировании и методическом обеспечении эксперимента, в проведении большинства экспериментальных измерений, в обсуждении полученных результатов и формулировании выводов. Вся экспериментальная работа и необходимые расчёты проводились соискателем лично или при его непосредственном участии.

Степень обоснованности и достоверности научных результатов.

Диссертационная работа обеспечена проведением экспериментов в лабораторных и производственных условиях на сертифицированном оборудовании с использованием хорошо отработанных методов обработки экспериментальных данных с применением информационных технологий, опытно-промышленным опробованием результатов работы.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Влияние микрогеометрии сложного регулярного рельефа и шероховатости поверхности позволяет определить заданную цветовую гамму изображений при лазерной маркировке.

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

3. Программа для подбора параметров лазерной маркировки «Лазкон» на языке программирования JavaScript, позволяющая автоматизировать процесс получения цветowych изображений на поверхности различных металлических материалов.

Научная новизна заключается в:

– научно обоснованы рекомендации по расчету и подбору технологических режимов лазерного маркировочного комплекса для получения на металлических поверхностях заданных контрастных изображений;

– разработка методики автоматизации процесса формирования воспроизводимых контрастных изображений на металлических поверхностях в процессе лазерной обработки при которых не происходит появление трещин в оксидных пленках.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

– на основании исследования ЦЛМ на металлические поверхности и полученных результатов разработана программа для работы с базой данных для получения четкого цветного изображения на конкретной марке металла при лазерной обработке.

Полнота изложения материалов диссертации.

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) автора равен 9.

1. **Наумова М.Г.** Феноменологическое исследование возможностей создания управляемого формирования цветowych изображений на

металлической поверхности / И.Г. Морозова, М.Г. Наумова // Сборник научных трудов студентов и аспирантов НИТУ МИСиС. – 2016 г. Киров. – с. 54-58, 5С. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27361421>

2. **Naumova M.G.** Effective laser technologies for production of metal products and tools / L. M. Glukhov, S.M. Gorbatyuk, M.G. Naumova, I.G. Morozova // Metallurgist. – 2016. – Vol. 60, Issue 3. – p.1-6С. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35526423>

3. **Naumova M.G.** Color Mark Formation on a Metal Surface by a Highly Concentrated Energy Source / S.M. Gorbaturk, M.G. Naumova, I.G. Morozova // Metallurgist. – September 2016. – Vol. 60, Issue 5P. – 646-650 5С. Режим доступа <https://elibrary.ru/item.asp?id=30994256>

4. **Наумова М.Г.** Эффективные лазерные технологии производства металлопродукции и инструмента / Л.М. Глухов, С. М. Горбатюк, М.Г. Наумова, И.Г. Морозова // Журнал Металлург. – №3 2016. – с. 80-85 5С. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26505312>

5. **Наумова М.Г.** Формирование цветной маркировки поверхности металла с помощью высококонцентрированного источника энергии / С.М. Горбатюк, И.Г. Морозова, М.Г. Наумова // Журнал Металлург. – 2016 г. – №6 – с. 91-94, 4С. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26527002> 3 Naumova M.G.

6. **Naumova M.G.**, Reindustrialization Principles in the Heat Treatment of Die Steels / S.M. Gorbatyuk, M.G. Naumova, I.G. Morozova // Steel in Translation. – No. 5, 2017. – Vol. 47, p. 308-312 5С. Режим доступа: <https://link.springer.com/article/10.3103/S0967091217050047>

7. **Наумова М.Г.** Разработка рабочей модели процесса реиндустриализации производства термической обработки штамповых сталей/ Горбатюк С.М., Морозова И.Г., Наумова М.Г.// Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2017. Том. 60. №. 5, ISSN 0368-0797, с. 410–415. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29197735>

8. **Наумова М.Г.** Влияние параметров лазерного излучения на топологию и цветовую гамму металлической поверхности / М.Г. Наумова, В.А.

Наговицин, И.Г. Морозова // Сборник научных трудов студентов и аспирантов НИТУ МИСиС. – 2017 г. – Киров. – с. 37-40, 4С. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28992018>

9. **Наумова М.Г.** Качественный рентгеноспектральный анализ поверхности стали, обработанной лазерным излучением / М.Г. Наумова, А.А. Сафронова // Сборник научных трудов студентов и аспирантов НИТУ МИСиС. – 2018 г. – Киров. – с. 108-111, 4С. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32711032>

10. **Наумова М.Г.** Создание маркировки медного сплава по изменению топологии его поверхности под воздействием лазерной термической обработки / И.Г. Морозова, М.Г. Наумова, А.Ю. Зарапин, П.В. Борисов // Журнал Металлург. – 2018 г. – № 5 – 4С. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35000814>

11. **Naumova M.G.** Copper Alloy Marking by Altering its Surface Topology Using Laser Heat Treatment / I.G. Morozova, M.G. Naumova, A. Y. Zarapin, P.V. Borisov // Metallurgist, – 2018. – 62(5-6). – с. 464-469 6С. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35748513>

12. **Наумова М.Г.** Применение лазерной маркировки для автоматизации технологического процесса производства трубной продукции в условиях ПАО ЧТПЗ / М.Г. Наумова, П.В. Борисов // Сборник научных трудов студентов и аспирантов НИТУ МИСиС. – 2018 г. – Киров. – с. 112-115, 4С. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32711033>

13. **Naumova M.G.** Investigating the features of color laser marking process of galvanic chrome plating in order to create a controlled color image formation at given marking. / M.G. Naumova, I.G. Morozova, P.V. Borisov // Materials Today: Proceedings : International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment. – 2019. – Vol. 19. – pp. 2405-2408. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.08.044>. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43249538>

14. **Naumova M.G.** Study of metal surface with color image obtained with laser marking / I.G. Morozova, M.G. Naumova, P.V. Borisov // Сборник трудов

конференции "2019 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM). Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43249396>

15. **Naumova M.G.** Using the similarity theory for description of laser hardening processes. / N.A. Chichenev, S.M. Gorbatyuk, M.G. Naumova, I.G. Morozova // – 2020. – CIS Iron and Steel Review. – Vol. 19. – pp. 44-47. – DOI: <https://doi.org/10.17580/cisirs.2020.01.09>. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45443759>

16. **Naumova M.G.** Effect of laser treatment modes on metal surface marking color. / S.M. Gorbatyuk, I.G. Morozova, M.G. Naumova, N.A. Chichenev. // CIS Iron and Steel Review. – 2020. – Vol. 20. – pp. 37-40. – DOI: <https://doi.org/10.17580/cisirs.2020.02.09>. Режим доступа:

17. **Naumova M.G.** Qualitative phase analysis of oxide films on the surface of steel 12Kh18N10T, formed as a result of a given laser marking. / I.G. Morozova, M.G. Naumova, V.A. Nagovitsyn, R. Yu. Kazbekov // Metallurg, –2023. – Vol. 67. – No. 2, pp. 63-69. – DOI: https://doi.org/10.52351/00260827_2023_02_63. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=61896929>

18. **Наумова М.Г.** Качественный фазовый анализ оксидных пленок на поверхности стали 12X18H10T, образованных в результате заданной лазерной маркировки/ И.Г. Морозова, М.Г. Наумова, В.А. Наговицын, Р.Ю. Казбеков // Metallurg. – 2023. – № 2. – С. 63-69. – DOI 10.52351/00260827_2023_02_63. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50285189>

Представленная диссертационная работа отвечает поставленным задачам исследования и требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Диссертационная работа Наумовой М.Г. после внесения исправлений в соответствии со сделанными замечаниями рекомендуется к представлению в диссертационный совет для защиты на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения

ПОСТАНОВИЛИ

1. Диссертационная работа Наумовой Маргариты Геннадьевны на тему: «Разработка лазерной технологии, повышающей качество маркировки металлической продукции путем формирования на ней цветных изображений» является законченным научным исследованием, в котором решена актуальная задача по автоматизации лазерной цветной маркировки на металлические поверхности деталей, и соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям.

2. Принять положительное заключение по диссертационной работе Наумовой Маргариты Геннадьевны на тему: «Разработка лазерной технологии, повышающей качество маркировки металлической продукции путем формирования на ней цветных изображений» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – технология машиностроения

Результаты голосования:

«за» - 12, «против» - нет, «воздержалось» - нет

Председатель:

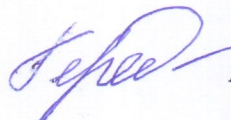
Заведующий кафедрой ИТО



А.О. Карфидов

Секретарь

Ученый секретарь кафедры ИТО, к.т.н., доцент



А.А. Герасимова

Подпись
заверяю

Зам. начальника
отдела кадров

Карфидов А.О.; Кузнецова А.А.

Кузнецова А.Е.

«18» 06 2024 г.