

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ГУ 212.224.07
ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА (ДОКТОРА) НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 23.12.2021 № 15

О присуждении **Кончус Дарине Александровне**, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Установление закономерностей структурных изменений физико-химических свойств на поверхности металлических изделий при их лазерной маркировке» по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение) принята к защите 14.10.2021 г. (протокол заседания № 12) диссертационным советом ГУ 212.224.07 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России, 199106, Санкт-Петербург, линия 21-я В.О., дом 2, приказ ректора Горного университета о создании диссертационного совета от 23.09.2019 № 1233 адм (с изменениями от 23.10.2019 № 1413 адм, от 10.07.2020 № 889 адм, от 28.01.2021 № 115 адм, от 14.12.2021 № 2408 адм).

Соискатель **Кончус Дарина Александровна** 04 января 1986 года рождения, в 2011 г. окончила государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Западный государственный заочный технический университет».

В период подготовки диссертации с 2014 г. по настоящее время соискатель **Кончус Дарина Александровна** является аспирантом очной формы обучения кафедры материаловедения и технологии художественных изделий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Работает в должности инженера-лаборанта 1 категории на кафедре материаловедения и технологии художественных изделий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре материаловедения и технологии художественных изделий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор **Пряхин Евгений Иванович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», кафедра материаловедения и технологии художественных изделий, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Жукова Любовь Тимофеевна, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», директор института прикладного искусства, кафедра технологии художественной обработки материалов и ювелирных изделий, заведующий кафедрой.

Горный Сергей Георгиевич, кандидат технических наук, ООО «Лазерный Центр», генеральный директор.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»**, г. Великий Новгород, в своем положительном отзыве, подписанном **Филипповым Дмитрием Александровичем**, доктором физико-математических наук, профессором, заведующим кафедрой «Промышленных технологий», и

Удальцовой Еленой Владимировной секретарем заседания, и утвержденном Ефременковым Андреем Борисовичем проректором по научной работе и инновациям, указала, что в целом диссертационная работа Кончус Дарины Александровны на тему «Установление закономерностей структурных изменений физико-химических свойств на поверхности металлических изделий при их лазерной маркировке» по актуальности темы, постановке и решению задач исследований, научным результатам и практическому выходу представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, обеспечивающие решение важной прикладной задачи реализации комплексного подхода к изучению лазерного воздействия на маркируемую поверхность металлических изделий по нанесению QR-кода. Логарифмическая зависимость между контрастностью и показателем перепада шероховатости поверхности нанесенной маркировки позволяет использовать профилометр для оценки контрастности нанесенного изображения. Перед внедрением изделий с лазерной маркировкой в промышленность требуется тщательный анализ среды работы данного изделия. По результатам проделанной работы можно судить о нежелательных режимах эксплуатации изделий с лазерной маркировкой (агрессивные среды в присутствии ионов хлора, кипящая вода). В дальнейшем рекомендуется уделить большее внимание оптимизации режимов маркировки, с возможным снижением начальной пиковой мощности лазера. Рекомендации по применению оптимальных параметров режимов лазерной маркировки различных металлических материалов будут использоваться при маркировке и гравировке готовых изделий при лазерной обработке. Полученные диссертантом новые научные результаты имеют важное значение для развития машиностроительной отрасли страны. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы.

Соискатель имеет 42 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 17 работ, из них в рецензируемых научных

изданиях опубликовано 16 работ, в том числе в 3 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 3 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Общий объем – 5,5 печатных листа, в том числе 2,4 печатных листа – соискателя.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Публикации в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук:

1. Кончус, Д.А. Влияние лазерной маркировки на свойства поверхности стали 08Х8Н10 / Д.А. Кончус, А.В. Сивенков, Е.И. Пряхин // Научно-производственный журнал «Металлообработка». - 2018. - №4 (106). - С. 21-27.

Соискателем определена возможность оценки контрастности изображения с помощью профилометра. Показана зависимость контрастности изображения от шероховатости элементов QR-кода.

2. Кончус, Д.А. Особенности лазерной маркировки металлических изделий / Д.А. Кончус, А.В. Сивенков, Е.И. Пряхин // Научный журнал: Информационно-технологический вестник / ГБОУ ВО МО «Технологический университет». – 2020. - № 1(23). – С. 157-164.

Соискателем определены изменения, происходящие в структуре, составе и свойствах обрабатываемых лазерным маркером материалов, проанализировано влияние лазерной маркировки.

3. Кончус, Д.А. Влияние лазерной маркировки на коррозионную стойкость нержавеющей стали / Д.А. Кончус, А.В. Сивенков, А.В. Михайлов,

Е.И. Пряхин // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. - 2020. - Т. 26, № 1. - С. 62-74.

Соискателем были проведены испытания образцов на стойкость и считываемость после воздействия кислот и щелочей, различных химических сильнодействующих средств; оценивалась склонность к межкристаллитной коррозии.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

4. Konchus, D.A. Assessment of laser marking contrast with profilometer /D.A. Konchus, O.S. Chirkova, A.V. Sivenkov, E.I. Pryakhin// IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, DOI:10.1088/1755-1315/194/4/042022. - 2018. – 194. - pp 042022-042022 (Scopus).

Кончус, Д.А. Оценка контрастности лазерной маркировки с помощью профилометра / Д.А. Кончус, О.С. Чиркова, А.В. Сивенков, Е.И. Пряхин // IOP Конференции серии: Наука о земле и окружающей среде, DOI:10.1088/1755-1315/194/4/042022. - 2018. – 194. С. 042022-042022.

Соискателем предложен простой и доступный метод оценки контрастности лазерной маркировки QR-кодом с помощью профилометра, основанный на наличии прямой зависимости между контрастностью и шероховатостью кода.

5. Konchus, D.A. The formation of contrasting nanofilms on a metal surface for bar coding /D.A. Konchus, A.V. Sivenkov // Key Engineering Materials, DOI:10.4028/www.scientific.net/KEM.854.97. – 2020. - 854. - pp. 97-102 (Scopus).

Кончус, Д.А. Формирование контрастных нанопленок на поверхности металла для штрихкодирования / Д.А. Кончус, А.В. Сивенков // Key Engineering Materials, DOI:10.4028/www.scientific.net/KEM.854.97. – 2020. - 854. С. 97-102.

Соискателем рассмотрено состояние поверхности коррозионно-стойкой стали после анализа влияния мощности, частоты и скорости

лазера и оценено влияние на коррозионную стойкость обрабатываемой поверхности. Оценен контраст обработанной структуры на отражательную способность поверхности сплава.

6. Konchus, D.A. A surface structure formation of stainless steel using a laser /D.A. Konchus, A.V. Sivenkov // Materials Science Forum, DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.1022.112. – 2021. - 1022. - pp. 112-118 (Scopus).

Кончус, Д.А. Формирование структуры поверхности нержавеющей стали с помощью лазера / Д.А. Кончус, А.В. Сивенков // Key Engineering Materials, DOI:10.4028/ www.scientific.net/MSF.1022.112. – 2021. - 1022. С. 112-118.

Соискателем подготовлены образцы для исследования, проведено термическое воздействие с целью получения цветных оксидных пленок для оценки контрастности. Проанализирована степень нагрева стали, влияющая на толщину образующейся пленки.

Публикации в прочих изданиях:

7. Кончус Д.А. Исследование свойств коррозионностойкой стали, обработанной системой лазерной маркировки «Минимаркер2–М20А4» /Д.А. Кончус, А.В. Сивенков, А.В. Михайлов// Современные тенденции развития естествознания и технических наук. - 2018. – С. 218-221.

Соискателем проведен анализ свойств поверхности коррозионностойкой стали обработанной лазером.

8. Кончус Д.А. Влияние лазерной маркировки на изменение структуры и свойств стали аустенитного класса / Д.А. Кончус, Е.И. Зверькова, А.В. Сивенков // Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2017: сборник тезисов. – 2017. – С. 364-368.

Соискателем проведен анализ свойств и структуры аустенитной стали обработанной лазером.

9. Кончус Д.А. Оптимизация режимов лазерной маркировки изделий из коррозионностойкой стали методом планирования эксперимента / Д.А.

Кончус, В.О. Никитина, А.В. Сивенков // Тенденции развития современного естествознания и технических наук: сборник научных трудов. – 2017. – Часть II. – С. 139-142.

Соискателем методом планирования эксперимента проведен расчет режимов маркирования поверхности стали.

10. Кончус Д.А. Получение контрастной лазерной маркировки на изделиях из титанового сплава ВТ1-0 / Д.А. Кончус, Е.А. Анхимова, А.В. Сивенков // Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2018: сборник тезисов. – 2018. – С. 18.

Соискателем методом планирования эксперимента проведен расчет режимов маркирования поверхности титана.

11. Кончус Д.А. Лазерная маркировка QR-кодом изделий из алюминиевого сплава АМг2М / Д.А. Кончус, Ю.С. Зуева, А.В. Сивенков // Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2018: сборник тезисов. – 2018. – С. 77.

Соискателем методом планирования эксперимента проведен расчет режимов маркирования поверхности алюминия.

12. Кончус Д.А. Разработка методики определения контрастности лазерного изображения на металлической поверхности / Д.А. Кончус, В.О. Никитина, А.В. Сивенков // Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2018 : сборник тезисов. – 2018. – С. 125.

Соискателем проведен расчет контраста маркированной поверхности стали.

13. Кончус Д.А. Оценка контрастности лазерной маркировки с помощью профилометра / Д.А. Кончус, О.С. Чиркова, А.В. Сивенков, Е.И. Пряхин // Молодая наука XXI века: проблемы, поиски, решения: сборник научных трудов. – 2018. – С. 68-69.

Соискателем проведены исследования поверхности с помощью профилометра и произведен расчет контраста маркированной поверхности

стали.

14. Кончус Д.А. Формирование контрастных нанопленок на поверхности металлов для штрихкодирования / Д.А. Кончус, А.В. Сивенков, И.Н. Фоменко // Нанofизика и наноматериалы: сборник научных трудов. - 2019. – С. 122-128.

Соискателем проведен анализ условий формирования нанопленок на поверхности обрабатываемой поверхности при маркировании.

15. Кончус Д.А. Оптимизация режимов лазерной маркировки изделий из алюминиевого сплава методом планирования эксперимента / Д.А. Кончус, А.В. Сивенков // Нанofизика и наноматериалы: сборник научных трудов. - 2020. – С. 174-180.

Соискателем выполнен расчет режимов маркировки на поверхности из алюминиевого сплава, оптимизация полученных режимов.

16. Кончус Д.А. Оптимизация режимов лазерной маркировки методом планирования эксперимента / Д.А. Кончус, А.В. Сивенков // Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2020: сборник тезисов. – 2020. – С. 199-202.

Соискателем выполнен расчет режимов маркировки на поверхности из металлических сплавов, оптимизация полученных режимов.

Свидетельства:

17. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Метацвет» № 2018614253 от 14.02.2018г.

Соискателем подготовлен сбор и анализ необходимых данных и разработан интерфейс программы для ЭВМ.

Апробация работы проведена на Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития естествознания и технических наук» (Белгород, 2018); Международной научно-практической конференции «Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDMI-2018, 2019, 2020, 2021» (г. Санкт-Петербург, 2018-2021 гг.); XVIII Всероссийской конференции-конкурсе студентов и

аспирантов «Актуальные проблемы недропользования» (г. Санкт-Петербург, 2020 г.); Международном симпозиуме «Нанозифика и наноматериалы» (г. Санкт-Петербург, 2019, 2020 г.).

В диссертации **Кончус Д.А.** отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от: доцента кафедры «Горных машин и комплексов» ФГБОУ ВО «Уральский государственных горный университет», к.т.н., доцента **В.С. Бочкова**; профессора кафедры «Технологии промышленной и художественной обработки материалов» ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова», д.т.н., профессора **М.М. Черных**; советника генерального директора АО «Центральный научно-исследовательский институт материалов», д.т.н., с.н.с. **А.А. Абрамова**; профессора кафедры «Материаловедения и технологии художественных изделий» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», д.т.н., профессора **Е.М. Коляды**; профессора кафедры «Машиностроения» Набережночелнинского института (филиала) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», д.т.н., профессора **Н.Н. Сафронова**; доцента института перспективных систем передачи данных Университета ИТМО, к.ф.-м.н., доцента **М.В. Дорогова**; начальника лаборатории «Конструкционных наноматериалов и покрытий» НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей», к.т.н. **Т.И. Бобковой**; профессора Высшей школы машиностроения ФГАОУ ВО «СПбПУ», д.т.н., профессора **М.А. Скотниковой**, профессора кафедры «Литейных процессов и материаловедения» ФГБОУ ВО «Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова», д.т.н., профессора **Н.В. Копецевой**, доцента кафедры «Автомобильный транспорт» ФГБОУ ВО «Псковского государственного университета», к.т.н., доцента **С.И. Тихонова**.

В отзывах дана положительная оценка проведённых исследований, отмечена актуальность темы, степень проработки вопроса и профессиональный подход к решению поставленных задач, однако имеется ряд замечаний.

1. Соискатель в диссертационной работе не приводит график зависимости контрастности нанесенного изображения от величины параметра перепада шероховатости (к.т.н. В.С. Бочков).

2. В разделе методология и методы исследования автор пишет об использовании в работе математического и имитационного моделирования, аналитического синтеза и математического анализа, однако в автореферате не указано, где конкретно использовались эти методы исследования и каковы результаты. (д.т.н. А.А. Абрамов).

3. В начале описания глав 4 и 5 автор пишет, что в главах проведены теоретические исследования, но в автореферате о содержании и результатах теоретических исследований не сообщается, приведены только результаты экспериментальных исследований (д.т.н. А.А. Абрамов).

4. На странице 10 автор приводит уравнения регрессии зависимости контрастности от факторов технологического процесса. К сожалению автор не расшифровывает сами факторы, что затрудняет анализ уравнений регрессии. Располагая уравнениями регрессии, автор могла бы рассчитать контрастность маркировки исследованных металлов при различных условиях и сравнить с экспериментально определенной контрастностью. Однако в автореферате такой анализ не приведен (д.т.н. А.А. Абрамов).

5. В тексте автореферата на стр. 15 в подписи к рисунку 4 указывается «для наглядности питтинги выделены кружками», однако на самом рисунке 4 (а) указанные отметки отсутствуют (к.т.н. Т.И. Бобкова).

6. В автореферате на стр. 10 автор пишет «В четвертой главе проведены теоретические и экспериментальные исследования по установлению взаимосвязи параметров лазерной маркировки с оптическими характеристиками стали». Однако, из автореферата не ясно, конкретно, какие

теоретические и какие экспериментальные исследования были проведены (д.т.н. М.А. Скотникова).

7. В автореферате не уделено достаточного внимания описанию микроструктуры и фазового анализа поверхностных слоев после лазерного воздействия, которые представляют интерес, поскольку могут оказать значительное влияние на качество нанесенной маркировки (д.т.н. Н.В. Копцева).

8. Соискатель в диссертационной работе не рассматривает коррозионную стойкость других металлических сплавов, кроме стали 08X18H10 (к.т.н. С.И. Тихонов)

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием исследований и публикаций по теме диссертационной работы и их компетентностью в области диссертационного исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея, заключающаяся в формировании посредством лазерного воздействия на поверхности маркируемой детали заданного сочетания плотности и конфигурации кратеров пятна лазерного луча необходимого размера, обеспечивающих требуемую контрастность изображения, формируемого маркировкой в отраженном свете за счет детерминированного поглощения части лучей последнего.

предложены нетрадиционный подход в формировании заданного сочетания плотности и конфигурации кратеров лазерного луча и оценке контрастности получаемого изображения на металлической поверхности.

доказана перспективность использования новой идеи нанесения маркировки в практике на поверхность различных металлических материалов при лазерной маркировке и гравировке готовых деталей и изделий.

введены новые понятия «нанесение подложки» как предварительная обработка поверхности под маркировку, с учетом физико-механических

свойств материала и «показатель перепада шероховатости» как разница величин шероховатости подложки и нанесенной маркировки.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения контрастности маркировки и рационального режима лазерной маркировки поверхности коррозионностойкой стали 08X18H10 при заданной мощности излучения, частоте и длительности импульсов и шероховатости поверхности.

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методов исследования, в том числе методик планирования эксперимента и обработки результатов экспериментальных исследований;

изложены факты получения изображения на поверхности различных материалов, обеспечивающие высокую контрастность матричного кода и условий эксплуатации деталей;

раскрыты существенные проявления теории: несоответствия теоретической оценки результатов, наносимой лазером маркировки на различных по физико-механическим свойствам поверхностям изделий;

изучены факторы, влияющие на качество наносимой маркировки, ее долговечность;

проведена модернизация существующего алгоритма нанесения лазерной маркировки на поверхность металлических изделий, обеспечивающего заданный уровень контрастности и считываемости.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены рекомендации по применению оптимальных параметров режимов лазерной маркировки различных металлических материалов согласно свидетельству о государственной регистрации программы для ЭВМ (№ 2018614253) будут использоваться при маркировке и гравировке готовых изделий при лазерной обработке в обществе с

ограниченной ответственностью «Лазерный центр» в городе Санкт-Петербурге;

определены перспективы и область практического применения теории на практике использования лазерной маркировки различных металлических материалов;

создана система практических рекомендаций применения лазерной маркировки в машиностроительной промышленности;

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию режимов лазерной маркировки для обеспечения качественного считывания наносимых кодов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании, показана воспроизводимость результатов исследования;

теория построена на известных, проверяемых фактах, согласуется с опубликованными ранее теоретическими и экспериментальными данными других исследователей по теме диссертации;

идея базируется на анализе практики, обобщении передового опыта;

использованы сравнение авторских данных и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике;

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в: постановке цели и формулировании задач исследований, непосредственном участии во всех этапах исследований и в рамках поставленных целей и задач, разработке методики экспериментальных исследований, проведении экспериментальных исследований нанесения лазерной маркировки на изучаемую поверхность,

исследований нанесения лазерной маркировки на изучаемую поверхность, выявления зависимости качества маркировки и считывания QR-кода от технологических параметров лазерного маркера, выявлении зависимости среды на коррозионную стойкость маркированных образцов, анализе полученных результатов, в формулировании рекомендаций и положений, выносимых на защиту.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний.

Соискатель Кончус Д.А. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

Тема и содержание работы соответствует научной специальности 05.16.09 Материаловедение (машиностроение) по пунктам: п. 1 «Теоретические и экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры материалов с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности материалов и изделий»; п. 2 «Установление закономерностей физико-химических и физико-механических процессов, происходящих на границах раздела в гетерогенных структурах»; п. 6 «Разработка и совершенствование методов исследования и контроля структуры, испытание и определение физико-механических и эксплуатационных свойств материалов на образцах и изделиях».

Разработанные автором теоретические положения, а также методические и практические рекомендации являются результатом самостоятельного исследования соискателя и представляют собой законченную научно-квалификационную работу.

На заседании 23.12.2021 г. диссертационный совет принял решение присудить **Кончус Д.А.** ученую степень кандидата технических наук за новое научно обоснованное технологическое решение по нанесению маркировки в

виде QR-кода, внедрение которого вносит значительный вклад в развитие отрасли машиностроения страны.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве – 20 человек, из них 7 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 20, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета



Максаров Вячеслав Викторович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Звонарев Иван Евгеньевич

23.12.2021