

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора Жуковой Любови Тимофеевны на диссертацию Кончус Дарины Александровны на тему: «Установление закономерностей структурных изменений физико-химических свойств на поверхности металлических изделий при их лазерной маркировке», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение)

Актуальность темы исследования

Данная диссертационная работа посвящена актуальным задачам исследования характера изменения физико-химических свойств маркируемой поверхности в зависимости от значений параметров воздействия лазерного луча, микрогеометрии поверхности маркируемого изделия и зависимости контрастности кода от режимов маркировки и шероховатости поверхности.

Нередко на изделия требуется наносить несколько различных маркировок, содержащих информацию для тех или иных этапов производственного процесса. Все чаще встречаются заготовки сложных конструкций, где нанесение обычных маркировочных символов нецелесообразно, в силу необходимости наличия большой площади поверхности детали. Поэтому применяются специализированные закодированные символы, в частности может быть использован QR-код, от качества формирования которого зависит корректная считываемость информации.

Лазерная маркировка позволяет получить стойкую, хорошо различимую маркировку, не повреждая непосредственно само изделия, а внося изменения только на поверхности. Такая маркировка не может быть утеряна и будет сохранять необходимую информацию в течение срока службы изделия, что позволяет идентифицировать продукцию не только при производстве, но и в дальнейшей эксплуатации, при ремонте, исправлении поломок и замене соответствующих узлов. Благодаря нанесению маркировки на изделие лазером, она не потускнеет со временем, остается устойчива к внешним воздействиям, наносится на труднодоступные части.

ОТЗЫВ

ВХ. № 559 -9 от 02.12.21
АУ УС

Актуальность и востребованность диссертационной работы для машиностроительной отрасли дополнительно подтверждается выполнением исследования в рамках государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий на 2013-2020 годы» (Утверждена Постановлением Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. № 218 «Об утверждении Правил предоставления субсидий на развитие кооперации российских образовательных организаций высшего образования, государственных научных учреждений и организаций реального сектора экономики в целях реализации комплексных проектов по созданию высокотехнологичных производств»).

Структура и объем работы

Диссертация Кончус Д.А. содержит введение, шесть глав с выводами, заключение, включает 124 рисунка, 21 таблицу, 3 приложения, список литературы из 115 наименований. Общий объем работы составляет 132 страницы машинописного текста.

Во введении дана общая характеристика работы и обоснована актуальность диссертационного исследования.

В первой главе приведены анализ применяемых способов маркировки, процессы, происходящие на поверхности изделий при лазерном воздействии, и зависимость получаемых отпечатков лазерного импульса от параметров установки. Рассматриваются зависимость оптических характеристик изображения, нанесенного лазером, от состояния поверхности детали, а также основные аспекты коррозии металлов. Поставлена цель и определены задачи исследования.

Во второй главе перечислено используемое оборудование и материалы. Методики исследования включают в себя оценку коррозионной стойкости маркированной стальной поверхности к межкристаллитной коррозии, температурное воздействие на нанесенную маркировку, измерение микротвердости, рентгеноструктурный анализ.

В третьей главе приведены результаты определения оптимальных параметров лазерной маркировки на различных металлических материалах, выбор

факторного исследования и проведение эксперимента, оценка микроструктуры полученной маркировки.

Четвертая глава посвящена установлению взаимосвязи параметров лазерной маркировки и определению влияния качества поверхности с оптическими характеристиками.

В пятой главе представлены испытания на стойкость стальных образцов к межкристаллитной коррозии, температурному воздействию в водной среде, воздействию щелочей, кислот и солевому раствору и ПАВ, входящих в состав сильнодействующих моющих средств.

Шестая глава описывает оценку термического воздействия на устойчивость считывания лазерной маркировки с поверхности металлических материалов.

На основании анализа диссертационного исследования можно сделать вывод, что тема диссертации полностью отвечает паспорту специальности. Текст работы и автореферата изложены логично, в соответствии с нормативными требованиями, грамотным техническим языком, полно отражают выполненные исследования и полученные результаты.

Научная новизна исследований и практическая значимость работы

Получена логарифмическая зависимость между контрастностью и величиной показателя перепада шероховатости поверхности нанесенной маркировки, выявлено, что контрастность маркировки повышается с увеличением величины показателя перепада шероховатости.

Лазерное излучение изменяет химический состав маркируемой поверхности, что оказывает влияние на коррозионную стойкость.

Установлено что, значение контрастности для стали 08X18H10 остается стабильным вплоть до 300 °С, сплава АМг2М вплоть до 400°С, сплава Вt1-0 – постепенно снижаются вплоть до 500°С, латуни Л63 остается стабильным вплоть до 600°С.

Практическая значимость заключается в следующем:

В целях уменьшения коэффициента отражения и увеличения коэффициента поглощения непосредственно под маркировку наносится «подложка». При

нанесении «подложки» происходит нагрев на меньшие температуры, также глубина оплавления и длительность воздействия меньше. Таким образом, получается матовая поверхность материала, что обеспечивает лучшую считываемость кода со светоотражающей (блестящей) поверхности металла.

Маркированные лазером изделия из коррозионностойкой стали не следует подвергать очистке при помощи щелочных моющих средств. При этом очагами коррозии стали области маркировки, в которых начиналось лазерное воздействие, приводящее к локальному изменению структуры. 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).

Основные научные результаты работы

1. На контрастность маркировки деталей из стали 08X18H10 влияют скорость нанесения подложки, а также мощность лазерного излучения. Для марки сплава АМг2М значимыми параметрами маркировки являются длительность и частота следования импульса лазерного излучения; контрастность QR-кода на сплаве Вt1-0 зависит от линейности и скорости нанесения кода, а также частота импульсного воздействия; для латуни Л63 – мощность лазерного излучения при нанесении кода.

2. После маркировки поверхность стали приобретает бороздчатую структуру; борозды информационного кода имеют ширину 30 мкм, глубину оплавления 60 мкм и расстояние между бороздами, равное 10 мкм и изменяющееся в зависимости от линейности и плотности мощности лазерного излучения; высота наростов по краям борозды информационного блока варьируется от 0,5 мкм до 16 мкм вследствие протекания различных физических процессов.

3. Обнаружены следующие дефекты: образование системы концентрических колец после воздействия мощного первого импульса прохода, наличие рассеяния границ информационного блока у образцов с высокой и средней плотностью мощности и большим временем воздействия.

Общая оценка диссертации

Диссертационная работа Кончус Дарины Александровны написана на актуальную тему, выдвинутые научные положения обладают новизной и подтверждены основным теоретическим и экспериментальным содержанием работы. Работа построена в четкой логической последовательности, имеет практическую рекомендацию.

Результаты диссертации в достаточной степени освещены в 16 печатных работах, 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.

Результаты работы прошли апробацию на всероссийских и международных конференциях и семинарах.

Замечания по работе

1. В работе отмечается, что на контрастность при лазерной маркировке существенно влияет шероховатость маркируемой поверхности. При этом детально изучается влияние воздействия луча лазера на получаемый рельеф поверхности, т.е. на формируемую при этом «искусственную» шероховатость маркируемой поверхности, но в работе не рассматривается влияние изначальной (исходной) шероховатости поверхности маркируемых образцов и ее связь с шероховатостью, получаемой при лазерном воздействии на маркируемую поверхность.

2. Изучение влияния термического воздействия на качество контрастности маркировки является важной частью диссертации, но автор не акцентирует внимание, чем объясняется различия во влиянии температуры на стойкость маркировки у исследуемых разных сталей и сплавов.

3. В диссертации проведено изучение стойкости маркировки в различных средах. Но приведенные в табл.2 данные по результатам испытаний образцов в растворах кислот, щелочей и соляном растворе дают представление только по стали

08X18H10, а по остальным материалам такие подробные данные отсутствуют, что можно считать в качестве недостатка работы.

4. В работе не указано какое рабочее пространство поверхности детали необходимо для нанесения QR-кода.

5. В работе исследования проводилось на плоских поверхностях. Не показано как происходит формирование изображения QR-кода на фасонных поверхностях конкретных деталей.

6. На с. 27 диссертации использовано понятие «топология» при «изучении» поверхности после лазерного излучения при изменении мощности лазерного луча. Понятие «топология» находится в несоответствии с общими положениями математических теорий.

7. В диссертации и автореферате встречаются опечатки.

Высказанные недостатки не снижают важности основных результатов работы, носят уточняющий характер и не влияют на положительную оценку выполненной диссертационной работы.

Заключение

Представленное диссертационное исследование является законченной научно-квалифицированной работой, выполненной на высоком научно-техническом уровне. Методология и структура диссертации соответствует паспорту специальности 05.16.19 – Материаловедение (машиностроение), написана технически грамотно, язык диссертации научный. Автореферат в полной мере отвечает содержанию диссертации.

Диссертация «Установление закономерностей структурных изменений физико-химических свойств на поверхности металлических изделий при их лазерной маркировке», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение), соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021

№ 953 адм, а ее автор – Кончус Дарина Александровна – заслуживает присуждения
ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 –
Материаловедение (машиностроение).

Официальный оппонент,
директор института прикладного искусства
зав. кафедрой технологии
художественной обработки материалов
и ювелирных изделий ФГБОУ ВО


«Санкт-Петербургский государственный
университет промышленных

технологий и дизайна»,

доктор технических наук

тел.: +7 (950) 000-96-67,

e-mail: lt_zhukova@mail.ru



Жукова

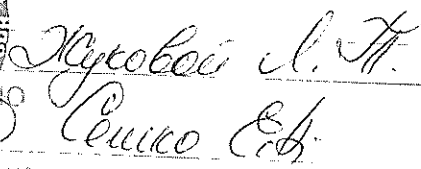
Любовь Тимофеевна

191186, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных
технологий и дизайна»

Телефон: +7 (812) 314-11-74

E-mail: dekanat_ipi@mail.ru



Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный
университет промышленных технологий и дизайна»