УДК 621.373.8

Применение лазерной очистки и анализ применения на колесных парах железнодорожного транспорта
Application of laser cleaning and analysis of applications on railway wheel sets

Р.Е. Афурин; В.Г.Чуранкин
ООО «Научно-производственный центр промышленных технологий»

(ООО «НПЦ ПРОМТЕХ»), г. Омск, Россия.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего

образования «Омский государственный технический университет» (ОмГТУ), Кафедра

"Технология машиностроения", г. Омск, Россия

R.E. Afurin, V.G. Churankin

Limited liability company "Scientific and Production Center of Industrial Technologies"

(LLC "SPC PROMTECH"), Omsk, Russia.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Omsk State Technical University"), Omsk, Russia

Аннотация. В данной статье рассматривается сравнение и анализ применения метода лазерной очистки на колесных парах железнодорожного транспорта. Рассмотрены основные параметры и режимы лазерной очистки, а также проведены экспериментальные работы на колесных парах. Результаты исследования показали, что лазерная очистка является эффективным способом удаления загрязнения с поверхности колесных пар, при этом не повреждая базовую поверхность при определенной мощности, расстояния и размера лазерного пятна. Однако, необходимо учитывать некоторые ограничения, связанные с типом загрязнения и состоянием поверхности. В целом, лазерная очистка может быть рекомендована для использования на железнодорожном транспорте в качестве более эффективного и экологически чистого метода очистки колесных пар.

***Ключевые слова*:** железнодорожный транспорт, лазер, лазерное оборудование, лазерная очистка, режим обработки, механическая очистка, дробеструйная очистка деталей, лазерная очистка, совершенствование технологии лазером, колесные пары железнодорожного транспорта.

Аннотация. This article discusses the comparison and analysis of the application of the laser cleaning method on the wheel pairs of railway transport. The main parameters and modes of laser cleaning are considered, as well as experimental work on wheel pairs is carried out. The results of the study showed that laser cleaning is an effective way to remove dirt from the surface of wheelsets, while not damaging the base surface at a certain power, distance and size of the laser spot. However, it is necessary to take into account some restrictions related to the type of contamination and the condition of the surface. In general, laser cleaning can be recommended for use in railway transport as a more efficient and environmentally friendly method of cleaning wheelsets.

***Ключевые слова*:** *railway transport, laser, laser equipment, laser cleaning, processing mode, mechanical cleaning, shot blasting of parts, laser cleaning, laser technology improvement, railway wheel pairs.*

Введение

Лазерная очистка является одним из наиболее эффективных методов очистки металлических и других различных поверхностей. Она широко применяется в промышленности для удаления коррозии, краски, масла и др. загрязнений с металлических поверхностей.

Основной принцип работы лазерной очистки заключается в том, что лазерный луч направляется на поверхность, которую необходимо обработать от загрязнений.

В данной статье мы рассмотрим преимущества и недостатки лазерной очистки на колесных парах железнодорожного транспорта, а также возможные пути оптимизации этого процесса.

Целью данной статьи является проведение сравнительного анализа применения лазерной очистки на колесных парах железнодорожного транспорта. Кроме того, ставятся следующие задачи:

1. Рассмотрение основных режимов обработки и мощностей лазерной очистки для колесных пар железнодорожного транспорта.
2. Проведение экспериментальных работ на колесных парах с использованием лазерной очистки.
3. Анализ результатов исследования, выявление преимуществ и недостатков использования лазерной очистки на колесных парах железнодорожного транспорта.
4. Определение возможности использования лазерной очистки на железнодорожном транспорте в качестве более эффективного и экологически чистого метода очистки колесных пар.

Исследование применения лазерной очистки на колесных парах железнодорожного транспорта на эффективность применения, для увеличения срока службы колесной пары, уменьшение износа рельсов и повышение производительности. Лазерное оборудование быстро удаляет различные загрязнения, которые подвержены колесные пары, такие как ржавчина, краска, масла и жиры. Это особенно важно для колесных пар, которые подвергаются интенсивному износу и загрязнению в процессе эксплуатации.

Оборудование лазерной очистки не использует абразивные материалы и химические растворы, что делает ее более безопасной для рабочих, но необходима система вентиляции, так как присутствует испарение при обработке лазером загрязнений колесной пары. Требуется соблюдать меры предосторожности при работе с лазерным оборудованием, для избежания травм, ожогов и других негативных последствий. При работе с лазерным оборудованием рабочему нужно обеспечить средствами индивидуальной защиты и спецодежды.

Точность лазерной очистки позволяет удалять только те загрязнения, которые нужно удалить, не повреждая поверхность колесных пар и других элементов железнодорожного транспорта. Для более точной обработки от загрязнений поверхности колесной пары необходимо конструктивное решение для плавного хода лазерного луча, а также выбор режима обработки поверхности.

Недостатки лазерной очистки на колесных парах железнодорожного транспорта оборудование для лазерной очистки является дорогостоящим, регулярный уход за оборудованием для поддержания работоспособности. Очистка оптики после каждого использования оборудования. Затруднения выбора параметров при оценке степени загрязнения колесных пар.

Возможные пути оптимизации процесса лазерной очистки на колесных парах железнодорожного транспорта:

1. Исследование необходимых параметров для лазерных очистителей под разные степени загрязнения колесных пар.
2. Проектирование дополнительной конструкции с вытяжной системой для эффективной очистки колесной пары.
3. Оценка загрязнений колесных пар, для оперативной и качественной очистки что может улучшить эффективность удаления различных видов загрязнений.

Влияние лазерной очистки на поверхность бандажа колесной пары железнодорожного транспорта

Экспериментальные работы лазерной очистки проводились на поверхности бандажа колесной пары загрязненной коррозией, лазерной очисткой прямого действия с регулируемой мощностью до 1500Вт.

Химический состав стали бандажа углеродистая сталь со средним содержанием C = 0,5%, Mn ≈ 1%, Si = 0,25% и с минимальным содержанием вредных примесей (P и S).

На рис. 1 представлена заготовка бандажа колесной пары железнодорожного транспорта, загрязненная коррозией. В первой пробной попытке обработки поверхности были заданы параметры мощности на 300 Вт, лазерная очистка смогла снять загрязненный слой коррозии с бандажа до чистого металла размером 10 мм. Визуально поверхность бандажа после очистки без повреждений и видимых изменений, остальные параметры лазерной очистки в таблице 1.

При увеличении мощности лазерной очистки до 700Вт позволило эффективнее справится с коррозией и очистить поверхность от загрязнения. Эффективность при такой мощности лазерной очистки подходит для загрязнения более толстых слоев, также ускорит процесс очистки. Однако следует отметить, что при увеличении мощности лазерного оборудования появился риск повреждения и изменение структуры поверхности металла бандажа. На обработанной поверхности очищенной мощностью 700 Вт визуально видны изменения шероховатости, на основании металла по краям видны прожоги.

Увеличение мощности лазерного очистителя 1000 Вт, как и при 700 Вт, привело к очистки от коррозии, и образованию визуально повышенной шероховатость поверхности металла бандажа.

При проведении экспериментальной части по очистке лазером на заготовке бандажа колесной пары было выявлено, что влияние мощности, плавность перемещения и скорость лазерного луча и расстояние между лазером и поверхностью металла влияют на эффективность очистки от различных загрязнений и качество поверхности. При слишком большой скорости или малом расстоянии между лазером и поверхностью металла может произойти перегрев и деформация металла.

После проведенных экспериментов следует изучить теплофизику, взаимодействие с лазерным пучком, теплопроводимость, рыхлость, прочность, сублимация, возможные переходы из твёрдого состояния в парообразное. Зависимость временного фактора на формирование оксидов.

Рис. 1 Обработка загрязненной поверхности колесной пары лазерной очисткой

Таблица 1 - Параметры лазерного оборудования при очистке бандажа колесной пары

№ проход лазерного луча	Мощность лазера, W	Частота излучения лазера, Hz	Размер пятна, мм	Расстояние от пистолета лазерной очистки до поверхности, мм
1	300	3000	10	1000
2	700			
3	1000			

Таким образом, для достижения оптимальных результатов при лазерной очистке поверхности металла колесной пары необходимы дальнейшие исследования фазовых преобразований в приповерхностном слое и их зависимость от режимов лазерной очистки.

Важно также учитывать особенности материала, который будет очищаться, а также требования к качеству поверхности после очистки. Требуется исследование на структурное изменение и глубина дефектов поверхности, очищенной лазерным оборудованием.

Перед выбором мощности и других параметров для очистки колесных пар, необходимо определить степень загрязнения колесной пары. Визуальный осмотр можно проводить с помощью осветительных приборов, увеличительного стекла, это позволит оценить общее состояние колесной пары, выявить степень загрязнения. Измерение слоя толщины загрязнения провести с помощью микрометра или других приборов для измерения толщины. Это позволит выявить количество загрязнений на поверхности для проведения лазерной очистки.

Анализ состава загрязнения колесной пары позволит выбрать оптимальные параметры и режимы обработки загрязненной поверхности.

Заключение

Лазерная очистка металла – это перспективный метод, который может применяться в различных областях промышленности. Интенсивность лазерного излучения является важным параметром лазерного удаления ржавчины, который влияет на поверхность и шероховатость заготовки бандажа. Скорость передвижения так же существенно влияет на качество удаления ржавчины. Также необходимо провести изучить влияние лазера на пред поверхностный слой, проверить глубину дефектов после очистки.

Для достижения оптимальных результатов необходимо проводить эксперименты с различными настройками параметров и учитывать особенности материала, который будет очищаться. Важно также помнить о безопасности при работе с лазером и соблюдать все необходимые меры предосторожности.

Список литературы

1. Мотовилов К. В., Лукашук В. С., Криворудченко В. Ф., Петров А. А. Технология производства и ремонта вагонов.
2. Семенова, М. М. Методы очистки колесной пары подвижного состава / М. М. Семенова, А. В. Карпов. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 10 (144). — С. 92-94.
3. Филипов А.И. Лазерная очистка металла / А.И. Филипов, А.В. Шапарев // Поколение будущего: взгляд молодых ученых-2019. Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции, в 6-х томах. Том 5. – Курск, 2019. – С. 229-232. 4. 4.
4. Лазерная очистка металла от ржавчины. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://vt-metall.ru/articles/836-lazernaya-ochistka-metalla-ot-rzhavchiny.
5. G. Padmanabham, Ravi Bathe. Laser Materials Processing for Industrial Applications/G. Padmanabham//GrossMark/The National Academy of Sciences, India 2018.