

3. Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение коэффициента сжимаемости. ГОСТ 30319.2–2015. – Москва: Стандартинформ, 2016.– 16 с.

4. Голямина, И. П. Ультразвук: Маленькая энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1979. – 400 с.

5. Исакович, М. А. Общая акустика. М.: Наука, 1973. – 496 с.

6. COMSOL Multiphysics® version 6.1 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.comsol.com>. – Data of access: 11.09.2023.

7. APC International, Ltd. [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.americanpiezo.com>. – Data of access: 2.12.2023.

УДК 620.179.14

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРРОЗОНДОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Добрыднев А. В., Безкоровайный В. С.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»  
Луганск, Луганская Народная Республика*

**Аннотация:** Данная работа посвящена разработке и применению феррозондовых датчиков для мониторинга состояния железнодорожного транспорта. В работе подчеркивается необходимость повышения уровня безопасности транспортировки людей и грузооборота, снижение эксплуатационных затрат и повышение срока службы железнодорожной инфраструктуры.

**Ключевые слова:** Феррозондовый датчик, железнодорожный транспорт, мониторинг состояния.

## THE USE OF FERROSONDES FOR MONITORING THE CONDITION OF RAILWAY TRANSPORT

Dobrydnev A., Beskorovayny V.

*Federal State Budgetary educational Institution of higher Education  
«Lugansk State University named after Vladimir Dahl»  
Lugansk, People's Republic of Lugansk*

**Abstract:** This work is devoted to the development and application of ferroconde sensors for monitoring the condition of railway transport. The paper emphasizes the need to improve the safety of transportation of people and cargo turnover, reduce operating costs and increase the service life of the railway infrastructure.

**Keywords:** Ferrosonde sensor, railway transport, condition monitoring.

*Адрес для переписки: Добрыднев А. В., квартал Молодежный, 20А, г. Луганск291034, Луганская Народная Республика, e-mail: mushroomrace@yandex.ru*

ЖД транспорт – это сектор экономического снабжения регионов, занимающийся перевозкой людей и различных грузов [1].

На долю ЖД транспорта приходится 80 % общего объема перевозок грузов и пассажиров, осуществляется наземным транспортом.

ЖД транспорт имеет множество преимуществ и с уверенностью можно сказать, что у него есть неоспоримые основания существовать и в будущем. Однако существует множество проблем, связанных с состоянием ЖД транспорта:

**Износ и повреждение деталей** – износ деталей до критических показателей отказа или нарушение сплошности слоя в результате трения, коррозионных разрушений, усталости материала и механической деформации конструкции (рисунок 1).

**Отказ технических средств** – частичное или полное разрушение объектов инфраструктуры, оборудования и нарушение технологических рекомендаций, ведущих к отказу технических средств.

**Устаревшая инфраструктура** – железнодорожные пути и станции нуждаются в модернизации. Старые и изношенные рельсы могут влиять на безопасность и скорость движения поездов (рисунок 2).



Рисунок 1 – повреждение критических деталей железнодорожного транспорта



Рисунок 2 – устаревшая инфраструктура

**Безопасность** – вопросы безопасности, как на уровне пассажирских перевозок, так и на уровне грузовых операций, остаются важной проблемой. Есть необходимость улучшения технологий управления движением и систем сигнализации.

**Технологические изменения** – внедрение новых технологий, таких как автоматизация и цифровизация, требует значительных инвестиций и подготовку кадров.

Проблемы с состоянием деталей железнодорожного транспорта могут повышать риск возникновения транспортных происшествий, крушений, аварий, что влечет за собой причинение вреда жизни и здоровью граждан (рисунок 3). Данные факторы поспособствовали к использованию феррозондового метода (ФМ) для мониторинга состояния железнодорожного транспорта неразрушающего контроля (НК) [2].



Рисунок 3 – железнодорожная катастрофа

Феррозондовый метод НК основан на регистрации параметров магнитного поля на поверхности намагниченного контролируемого изделия с помощью феррозондов (рисунок 3). Сопоставляя полученные данные исследуемого объекта с эталонным (бездефектная деталь), происходит процесс обнаружения несплошности поверхностного изделия. Феррозондовый метод можно реализовать с одним феррозондовым преобразователем, но сканирование поверхности объекта будет построчным, а с использованием феррозондовой матрицы расширяется возможность большего охвата поверхности детали [3].



Рисунок 3 – контроль деталей подвижного состава

Одноержневые феррозондовые преобразователи распространены в простых дефектоскопах, которые сканируют плоскость участка контролируемого объекта и преобразуют параметр магнитного поля в сигнал постоянного тока. Полученный сигнал сравнивается с базовыми значениями (с эталонным). Если сигнал превышает допустимое значение, то выдается результат об дефекте детали [3].

#### Достоинства метода:

- магнитные поля применяемые при контроле детали, глубоко проникающие в объект, позволяют обнаруживать поверхностные и подповерхностные несплошности глубиной до 40 мм;
- не зависит от качества поверхности (шероховатость литых деталей, сварочные швы);
- высокая чувствительность к усталостным трещинам (ширина трещины от 1 мкм и глубиной от 50 мкм).

#### Недостатки метода:

- жесткие требования к намагничиванию контролируемых объектов, что требует создание

намагничивающих устройств и соответствующего оборудования;

- специфичные настройки дефектоскопов, которые требуют специальные настроенные образцы с моделями дефектов. Каждая настройка параметров должна показывать малое отклонение от допустимого параметра.

Феррозондовые дефектоскопы позволяют проводить НК состояния не только транспорта, но и рельсовых путей, что существенно снижает риск аварий. Выявление дефектов на ранних стадиях, такие как трещины, коррозия или другие повреждения, дает возможность проводить своевременные ремонтные работы и предотвращать серьезные инциденты. Это особенно важно на участках с высокой интенсивностью движения, где даже малейшая неисправность может привести к катастрофическим последствиям [4].

Так же феррозондовые дефектоскопы позволяют оптимизировать процесс технического обслуживания, систематически отсележивая состояния рельс, что позволяет планировать работы по замене или ремонту инфраструктуры, а не по установленным графикам. Это приводит к экономии времени и средств, а также увеличивает общий срок службы железнодорожного полотна и других конструкций [5].

**Вывод.** Использование феррозондов для мониторинга состояния железнодорожного транспорта представляет собой перспективный и высокоэффективный метод. Феррозонды, как устройства, регистрирующие изменения магнитных свойств материалов, дают возможность осуществлять бесперебойный контроль за состоянием железнодорожного полотна, вагонов и других компонентов железнодорожной инфраструктуры. Их применение позволяет значительно повысить уровень безопасности и надежности перевозок.

#### Литература

1. Хлудеева, М. А. Железнодорожный транспорт и экономическое развитие // М. А. Хлудеева, Д. Д. Мясгутов. – Москва, 2023.
2. Ахмеджанов, Р. А. Феррозондовый контроль / Р. А. Ахмеджанов, В. С. Кашка, В. В. Макаровичкин, Н. В. Макаровичкина. – Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2007. – 47 с.
3. Шанаурин, А. М. Магнитоферрозондовый метод: состояние и эффективность применения на железнодорожном транспорте / А. М. Шанаурин, Г. И. Кравченко, Д. Г. Комлев. – Москва, 2020.
4. Техническая диагностика вагонов. В 2-х ч. : учеб. для ВУЗов ж.-д. трансп. / Р. А. Ахмеджанов [и др.]; ред. В. Ф. Криворудченко. Ч.2. Диагностирование узлов и деталей вагонов при изготовлении, ремонте и в условиях эксплуатации, 2013. – 315 с.
5. Труды XXV Всероссийской научно-практической Конференции. Инновационные технологии на железнодорожном транспорте. – Красноярск, 2021.