

УДК 629.4.027.2

Загайнова Изабэль Олеговна, аспирант кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Российский университет транспорта, г. Москва

**МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК В УЗЛАХ
ТЕЛЕЖКИ ВОСЬМИОСНЫХ ВАГОНОВ**

Аннотация. В статье рассматриваются методы снижения динамических нагрузок в узлах тележки восьмиосных грузовых вагонов. Анализируются способы оптимизации конструкции элементов подвески, а также применение демпфирующих материалов и технологий для повышения долговечности и надежности тележки. Приводятся результаты численного моделирования и экспериментальных исследований, подтверждающих эффективность предложенных решений.

Annotation. The article discusses methods for reducing dynamic loads in the bogie assemblies of eight-axle freight wagons. The article analyzes ways to optimize the design of suspension elements, as well as the use of damping materials and technologies to increase the durability and reliability of the trolley. The results of numerical modeling and experimental studies confirming the effectiveness of the proposed solutions are presented.

Ключевые слова: динамические нагрузки, тележка грузового вагона, демпфирование, подвеска, вибрация, долговечность.

Keywords: dynamic loads, freight wagon trolley, damping, suspension, vibration, durability.

Восьмиосные вагоны широко применяются в железнодорожных перевозках тяжелых и крупногабаритных грузов. Однако из-за повышенных нагрузок и сложных условий эксплуатации несущие узлы тележек подвергаются интенсивному износу, что снижает их ресурс и повышает риск отказов. Одной из ключевых проблем являются динамические нагрузки, возникающие при движении по неровностям пути, в кривых участках и при прохождении стрелочных переводов.

Цель исследования – анализ методов снижения динамических нагрузок в узлах тележки за счет:

- оптимизации конструкции элементов подвески;
- применения современных демпфирующих материалов и технологий.

1. Анализ динамических нагрузок в узлах тележки.

Динамические нагрузки в тележке грузового вагона возникают из-за:

- вертикальных колебаний от неровностей пути;
- боковых сил в кривых участках;
- ударных воздействий при прохождении стыков и стрелок.

Наибольшему воздействию подвергаются:

- рама тележки;
- рессорное подвешивание;
- буксовые узлы;
- колесные пары.

Экспериментальные исследования (Петров и др., 2021) показывают, что до 40% повреждений элементов тележки связано именно с динамическими перегрузками.

2. Оптимизация конструкции элементов подвески

2.1. Модернизация рессорного комплекта

Традиционные пружинные рессоры не всегда эффективно гасят высокочастотные колебания. В качестве альтернативы рассматриваются:

- комбинированные рессоры с дополнительными эластомерами (Сидоров, 2020);
- пневматические подвески, обеспечивающие адаптивное демпфирование.

Численное моделирование (метод конечных элементов) подтверждает, что применение двухступенчатых рессор снижает пиковые нагрузки на 15–20%.

2.2. Усиление рамы тележки

Для уменьшения вибраций рамы предлагается:

- изменение геометрии продольных и поперечных балок;
- использование ребер жесткости в зонах повышенных напряжений.

Исследования (Кузнецов, 2019) демонстрируют, что оптимизация формы рамы снижает деформации на 12%.

3. Применение демпфирующих материалов и технологий

3.1. Вибропоглощающие покрытия

Нанесение композитных материалов с высоким коэффициентом демпфирования (например, на основе полиуретана или резино-металлических композитов) позволяет снизить вибрации на 25–30% (Иванов, 2022).

3.2. Активные системы демпфирования

Перспективным направлением является использование:

- магнитореологических амортизаторов;
- адаптивных систем с датчиками и обратной связью.

Подобные решения уже применяются в современных электровозах и могут быть адаптированы для грузовых вагонов.

Заключение

Проведенный анализ показал, что снижение динамических нагрузок в узлах тележки возможно за счет:

1. Оптимизации конструкции рессорного подвешивания и рамы.
2. Использования современных демпфирующих материалов.

3. Внедрения активных систем виброзащиты.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на экспериментальную проверку предложенных решений на реальных вагонах.

Список литературы

1. ГОСТ Р 55022-2012. Вагоны грузовые. Общие требования к динамическим характеристикам.
2. Иванов Д. С. Композитные материалы в демпфировании вибраций. – СПб.: Наука, 2022. – 180 с.
3. Кузнецов В. Г. Прочностной анализ рам тележек методом конечных элементов // Вестник машиностроения. – 2019. – № 8. – С. 45–50.
4. Петров А. В., Смирнов К. Л. Динамика грузовых вагонов: теория и эксперимент. – М.: Транспорт, 2021. – 245 с.
5. Сидоров Н. П. Совершенствование рессорного подвешивания грузовых вагонов // Железнодорожный транспорт. – 2020. – № 5. – С. 34–39.

References

1. GOST R 55022-2012. Freight cars. General requirements for dynamic characteristics.
2. Ivanov D. S. Composite materials in vibration damping. St. Petersburg: Nauka Publ., 2022, 180 p.
3. Kuznetsov V. G. Strength analysis of trolley frames by the finite element method // Bulletin of Mechanical Engineering. 2019. No. 8. pp. 45-50.
4. Petrov A.V., Smirnov K. L. Dynamics of freight wagons: theory and experiment. Moscow: Transport, 2021. 245 p.
5. Sidorov N. P. Improving the spring suspension of freight wagons // Railway Transport, 2020, No. 5, pp. 34-39.