

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

Качественное обеспечение безопасности движения поездов является неременным требованием, прямо зависящим от высокой эффективности тормозной системы, применяемой в грузовых вагонах. Представлено углубленное и всеобъемлющее исследование, целью которого является рассмотрение и устранение непредвиденных ситуаций, значительно повышая безопасность и эффективность работы тормозных систем грузовых вагонов с использованием официальных методологий.

Ключевые слова: грузовой вагон, тормозная система, отказ тормозного оборудования, тормозные колодки, неравномерный износ

EDN: MTZVKN

Тормозная система является одним из ключевых компонентов безопасности и эффективности работы грузовых вагонов. Однако, на практике иногда возникают нетипичные ситуации, которые могут значительно снизить ее функциональность и повлечь за собой негативные последствия, к примеру, внезапное торможение или внезапное ослабление торможения грузового вагона. В свою очередь резкое торможение может нести за собой такие последствия как повреждение самого вагона, а именно элементов тормозной системы, например, повышенный износ колодок или износ рычагов тормозной рычажной передачи, а также существует большая доля риска повреждения или полной потери перевозимого груза из-за возникновения интенсивных горизонтальных сил. Напротив, при внезапном ослаблении тормозных усилий существенно увеличивается тормозной путь вследствие уменьшения силы трения между колесами и рельсом, что в свою очередь может вызвать риск возникновения опасных ситуаций, таких как авария или крушение.



Д.Г. Евсеев



Е.А. Коченов

Главной целью данной статьи является рассмотрение и устранение таких ситуаций, значительно повышая безопасность и эффективность работы тормозных систем грузовых вагонов.

Эффективная работа тормозной системы грузового вагона является неотъемлемой частью безопасного и эффективного движения поезда.

Сбои в функционировании тормозной системы грузового вагона могут вызвать значительные угрозы для вагона самого по себе, а также для окружающей среды и людей:

1. Неработающие или неэффективно функционирующие тормоза могут привести к потере контроля над грузовым вагоном, особенно на спуске или на уклоне.
2. Невозможность достаточно быстро остановиться из-за проблем с тормозами может привести к увеличению тормозного пути и возникновению опасных ситуаций на пути следования, особенно в случае аварии.

Евсеев Дмитрий Геннадьевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)), Заслуженный деятель науки РФ. Область научных интересов: транспортное машиностроение, технология производства и ремонта подвижного состава. Автор более 250 научных работ, в том числе трех учебников, пяти монографий. Имеет более 40 патентов и авторских свидетельств на изобретения.

Коченов Егор Александрович, аспирант кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» Российского университета транспорта (РУТ (МИИТ)). Область научных интересов: повышение эффективности тормозной системы грузовых вагонов. Автор двух научных работ.

3. Перегрев тормозов может привести к их выходу из строя и потере эффективности торможения.

Все эти опасности подчеркивают важность регулярного технического обслуживания и проверки тормозной системы грузовых вагонов, а также оперативное устранение любых обнаруженных неисправностей. Кроме того, регулярное обучение машинистов и обслуживающего персонала правильной эксплуатации и обслуживанию тормозных систем также является важным мероприятием для предотвращения подобных опасностей.

При анализе основных отказов элементов тормозного оборудования грузового вагона следует учитывать различные факторы, включая эксплуатационные условия, интенсивность использования, качество компонентов и правильное обслуживание. Например, одной из наиболее распространенных причин отказов является износ тормозных колодок.

Когда рассчитывают характеристики торможения грузового вагона, то силы нажатия на колеса приравниваются к распределенным равномерно. Из установок избегания блокировки колес в начале торможения производится расчет максимального передаточного отношения тормозной передачи. Исходя из имеющейся информации, ползуны, как показывает

практика, являются самым распространенным типом повреждений на поверхности колесных пар.

Главным условием отсутствия заклинивания колеса является равномерное распределение сил прижатия колодок к колесу при торможении. Это условие учитывается в расчетном значении вероятности появления юза (или неравномерного распределения нагрузок, создаваемых осями колес):

$$\delta_p \cdot \varphi_{кр} \leq [\psi_r], \quad (1)$$

где δ_p – расчетный тормозной коэффициент; $\varphi_{кр}$ – коэффициент трения тормозных колодок, который рассчитывается по формуле:

$$\varphi_{кр} = 0,36 \cdot \frac{V + 150}{2 \cdot V + 150}, \quad (2)$$

где V – скорость, км/ч.

Диаграмма, представленная на рисунке, демонстрирует результат расчетов коэффициента трения тормозных колодок;

$[\psi_r]$ – расчетный предельный коэффициент, который характеризует степень сцепления колес с рельсами при торможении:

$$[\psi_r] = \psi(q_0) \cdot \psi(V), \quad (3)$$

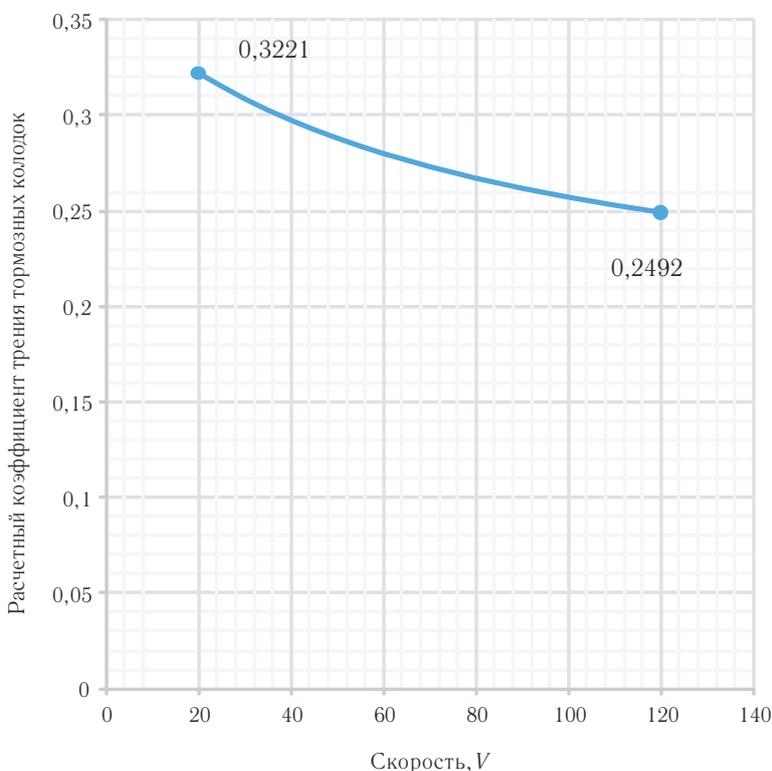


Рисунок. Взаимозависимость расчетного коэффициента трения тормозных колодок от скорости

$$\psi(q_0) = 0,17...0,0015 \cdot (q_0 - 5), \quad (4)$$

где q_0 – осевая нагрузка вагона, тс; $\psi(q_0)$ – функция осевой нагрузки.

По результатам расчетов значение функции осевой нагрузки может варьироваться в диапазоне от 0,028 до 3,145.

$$\psi(V) = \frac{V + 81}{2,4 \cdot V + 81}, \quad (5)$$

где $\psi(V)$ – функция, зависящая от динамических свойств подвижного состава.

По результатам расчетов значение функции скорости может варьироваться в диапазоне от 0,544 до 0,782.

Для последующих расчетов был выбран наиболее распространенный тип грузовых вагонов – полувагоны, у которых осевая нагрузка составляет 23,5 тонн, а масса тары – 23 тонны.

На основании статистического анализа измерений давления, которое оказывают колодки на колеса, было установлено, что силы нажатия для порожнего вагона варьируются с вероятностью 0,9983 от 0,432 до 1,121 тс, а для груженого – от 1,429 до 2,502 тс. [1].

Конкретно, с помощью уравнения (1) был выявлен расчетный предельно допустимый коэффициент

торможения в диапазоне скоростей 20...120 км/ч. Использование данного коэффициента, а также массы тары и брутто вагона, определена сила допустимая расчетная (K_p), действительная сила нажатия (K_d) – из формулы расчетной силы колодочного нажатия.

$$K_p = 1,22 \cdot K_d \cdot \frac{K_d + 20}{4 \cdot K_d + 20}, \quad (6)$$

На основе результатов вычислений можно сделать вывод, что расчетная сила нажатия для порожнего вагона может изменяться в диапазоне от 0,4956 до 1,179, а для груженого – от 1,452 до 2,288.

Выводы

На основании проведенного анализа и расчетов установлены количественные оценки неравномерного распределения сил осевого тормозного нажатия на колеса, что соответственно обуславливает неравномерный износ тормозных колодок.

Для достижения сбалансированного распределения осевого тормозного нажатия необходимо переработать конструкцию тормозной рычажной передачи грузового вагона на основе анализа соотношения длин и веса рычагов. 

Литература

1. Водяников, Ю. Я. Исследование по распределению сил тормозного нажатия колодок на колеса грузового вагона / Ю. Я. Водяников, М. И. Яланский, К.Л. Жихарцев. - Текст : электронный // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. - 2008. - №2(80). - С.1-4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-po-raspredeleniyu-sil-tormoznogo-nazhatiya-kolodok-na-kolesa-gruzovogo-vagona> (дата обращения: 07.09.2023).
2. Гребенюк, П. Т. Правила тормозных расчетов / П.Т. Гребенюк. - Москва : Интекст (Труды Всероссийского ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ) / М-во путей сообщ. Рос. Федерации), 2004. - 112 с. - Текст : непосредственный.
3. Иноземцев, В. Г. Тормоза железнодорожного подвижного состава: вопросы и ответы. - 3-е изд., стереотипное. - Москва : Транспорт, 1987. - 207 с. - Текст : непосредственный.
4. Крылов, В. В. Автоматические тормоза подвижного состава: учебник для учащихся техникумов железнодорожного транспорта и учебное пособие для технических школ. - 4 изд., перераб. и доп. / В.В. Крылов, В. И. Крылов. - Москва: Транспорт, 1983. - 360 с. - Текст : непосредственный.
5. 732—ЦВ-ЦЛ. Общее руководство по ремонту тормозного оборудования вагонов : утверждено пятьдесят четвертым Советом по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества (протокол от 18-19.05.2011 г.). - Текст : непосредственный.
6. Смольянинов, В. С. Обоснование пути повышения надежности тормозной системы грузовых вагонов / В. С. Смольянинов, П. В. Смольянинов, В. А. Четвергов. - Текст : электронный // Известия Транссиба. - 2012. - № 1 (9). - С.42-50. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-puti-povysheniya-nad-ezhnosti-tormoznoy-sistemy-gruzovyh-vagonov> (дата обращения: 16.08.2023).