

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ В КОНТАКТЕ «КОЛЕСО–РЕЛЬС» НА БОКОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ГРУЗОВОГО ВАГОНА НА ПУТЬ

Кенжаев Отабек Юнусжонович

<https://doi.org/10.5281/zenodo.23070357>

Аннотация. Рассмотрено влияние изменения коэффициента трения в отдельных зонах контакта «колесо–рельс» на боковое воздействие грузового вагона на железнодорожный путь при движении в кривых. Анализ выполнен для вагона на тележках модели 18-100 с учетом различных вариантов трибологического состояния контактных поверхностей. Показано, что управляемое изменение трения способно уменьшить боковые силы и связанные с ними показатели изнашивания, однако допустимые значения коэффициента трения должны назначаться с учетом сохранения требуемого сцепления колес с рельсами.

Ключевые слова: колесо–рельс, коэффициент трения, боковое воздействие, грузовой вагон, кривой участок пути, лубрикация, силы крипа, износ.

Боковое воздействие колес грузового вагона на рельсы формируется в результате сложного взаимодействия геометрии колесной пары, параметров кривого участка пути и условий трения в контакте «колесо–рельс». В кривых участках особенно заметна роль контакта гребня набегающего колеса с боковой гранью головки наружного рельса, а также сил крипа на поверхностях катания. Поэтому изменение коэффициента трения непосредственно отражается на величине боковых сил и интенсивности изнашивания контактирующих поверхностей [1–5].

Для грузового вагона важно не просто снизить трение, а подобрать такое его распределение по контактным зонам, при котором уменьшается боковое воздействие без недопустимого ухудшения сцепления. С этой точки зрения лубрикация должна рассматриваться как средство управляемого изменения трибологического состояния, а ее эффективность — оцениваться по изменению боковых сил, сил крипа и показателей изнашивания [3, 6, 7].

Одним из практических способов управления трибологическим состоянием является лубрикация. Ее применение направлено на снижение сил трения в тех зонах контакта, где это не приводит к недопустимой потере сцепления. Нормативный и эксплуатационный подход к лубрикации предполагает различать боковую грань головки рельса и поверхность катания, поскольку требования к коэффициенту трения для этих зон принципиально различаются [7].

Оценка бокового воздействия при изменении коэффициента трения

Для оценки влияния трибологического состояния на динамику грузового вагона целесообразно использовать пространственную математическую модель экипажа, в которой коэффициенты трения задаются раздельно для различных участков профиля рельса. Такой подход позволяет проследить, как изменение условий контакта отражается на боковых силах, продольных и поперечных силах крипа и показателях изнашивания [5, 8, 9].

Расчетные исследования для грузового вагона на тележках модели 18-100 показывают, что совместное снижение трения в контакте гребня набегающего колеса с

наружным рельсом и на поверхности катания внутреннего рельса дает более выраженный эффект, чем изменение одного контактного участка. При комбинированной лубрикации в диапазоне скоростей 30–70 км/ч получено снижение боковых сил до 62 %, удельной работы сил трения в контакте гребней с рельсами — до 70 %, а мощности сил трения, связанной со скоростью скольжения, — до 68 %. Эти результаты указывают не только на уменьшение силового воздействия на путь, но и на снижение факторов, определяющих интенсивность изнашивания.

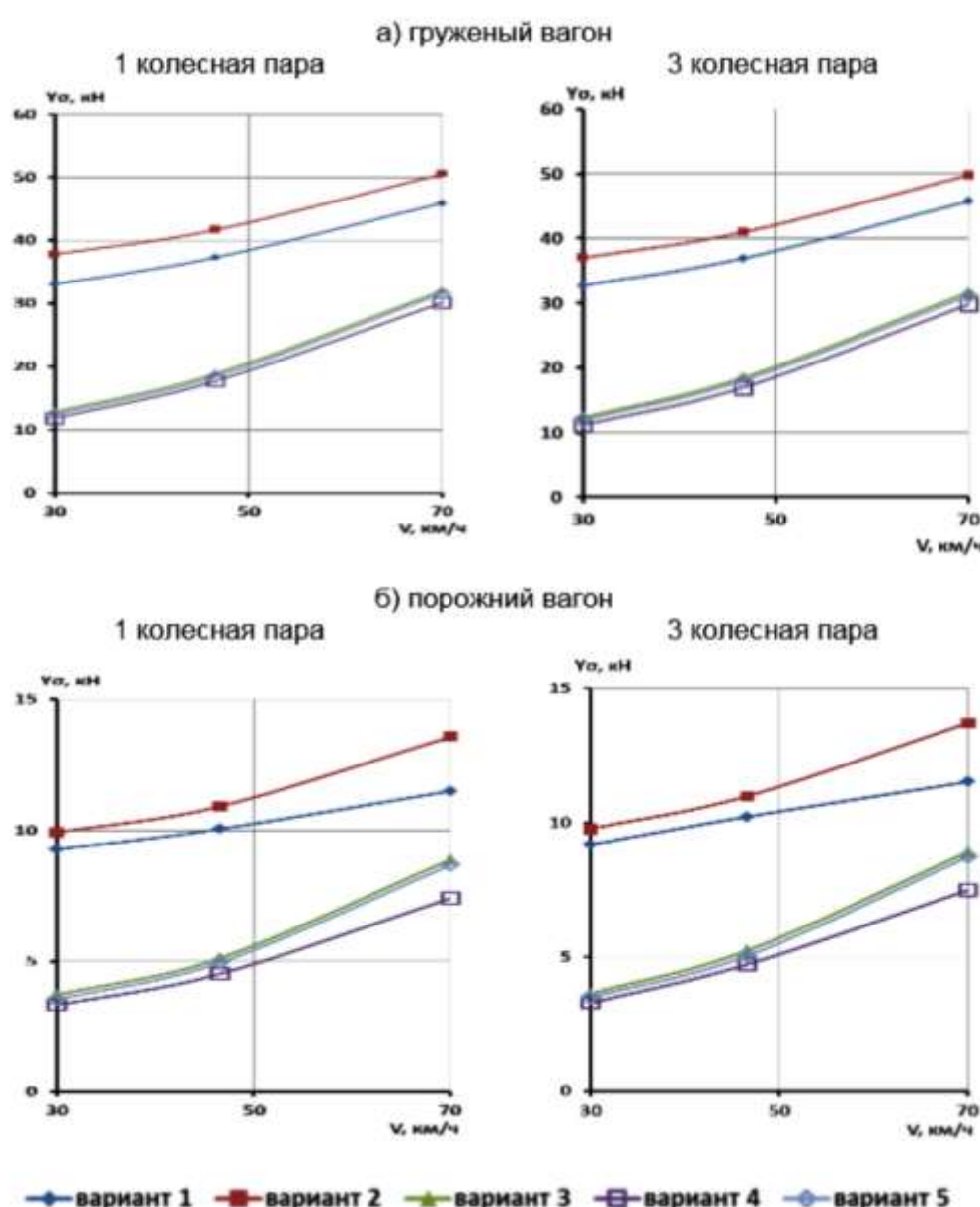


Рисунок 1 – Изменение боковых сил при различных вариантах трибологического состояния контакта «колесо–рельс»

Представленная зависимость показывает, что характер изменения боковых сил определяется не только скоростью движения, но и сочетанием коэффициентов трения в отдельных точках контакта.

Следовательно, оценивать эффективность лубрикации только по факту уменьшения трения некорректно. Необходимо учитывать распределение сил крипа между колесами одной тележки, поскольку перераспределение продольной и поперечной составляющих может изменить момент сопротивления повороту тележки и условия ее вписывания в кривую [8, 9].

При этом чрезмерное снижение коэффициента трения на поверхности катания является нежелательным. Оно уменьшает запас по сцеплению и может ухудшить условия реализации тормозных или тяговых сил. Поэтому рациональный диапазон должен определяться с учетом двух противоположных требований: снижения бокового воздействия и сохранения надежного сцепления колес с рельсами [6, 7]. Для поверхности катания внутреннего рельса расчетно обоснован диапазон 0,18–0,25, тогда как для боковой грани головки наружного рельса после нанесения смазочного материала допускаются более низкие значения.

Заключение

Трибологическое состояние контакта «колесо–рельс» является управляемым фактором, существенно влияющим на динамическое взаимодействие грузового вагона и пути. Наиболее обоснованным является дифференцированное регулирование трения на боковой грани наружного рельса и поверхности катания внутреннего рельса. Такой подход позволяет уменьшить боковые силы и показатели изнашивания без перехода к режиму, при котором снижается запас сцепления. При практическом применении лубрикации ее параметры следует назначать совместно с оценкой скорости движения, режима работы подвижного состава и условий прохождения кривых участков пути.

Литература

1. Андреев А. И., Комаров К. Л., Карпущенко Н. И. Износ рельсов и колес подвижного состава // Железнодорожный транспорт. 1997. № 7. С. 31–36.
2. Богданов В. М. Снижение интенсивности износа гребней колес и бокового износа рельсов // Железнодорожный транспорт. 1992. № 12. С. 30–34.
3. Богданов В. М., Бартенева Л. И. Об износе колес и рельсов // Железнодорожный транспорт. 1999. № 7. С. 48–50.
4. Богданов В. М., Захаров С. М. Современные проблемы системы колесо–рельс // Железные дороги мира. 2004. № 1. С. 57–62.
5. Вериго М. Ф., Коган А. Я. Взаимодействие пути и подвижного состава / под общ. ред. М. Ф. Вериго. М.: Транспорт, 1986. 559 с.
6. Голубенко А. Л. Сцепление колеса с рельсом. 2-е изд., доп. и перераб. Луганск: Изд-во ВУГУ, 1999. 476 с.
7. Концепция развития лубрикации в системе «колесо–рельс». М.: ОАО «РЖД», 2008. 75 с.
8. Коссов В. С. Влияние лубрикации рельсов на динамические качества и износ гребней колес при движении локомотива в кривых // Вопросы транспортного машиностроения. Брянск: БГТУ, 2000. С. 31–39.

9. Коссов В. С. Моделирование энергетического взаимодействия локомотива и пути для различного трибологического состояния колес и рельсов // Вестник ВНИИЖТ. 2001. № 2. С. 17–19.
10. Костецкий Б. И. Трение, смазка и износ в машинах. Киев: Техника, 1970. 396 с.
11. Крагельский И. В. Трение и износ. М.: Машиностроение, 1968. 479 с.
12. Крагельский И. В., Добычин М. Н., Комбалов В. С. Основы расчетов на трение и износ. М.: Машиностроение, 1977. 526 с.