

УДК 629.4

Юрий Водянников
Татьяна Шелейко
Сергей Свистун

ОСОБЕННОСТИ КИНЕМАТИКИ ДВИЖЕНИЯ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ ПО РЕЛЬСОВОМУ ПУТИ ПРИ ТОРМОЖЕНИИ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА С ДИСКОВЫМ ТОРМОЗОМ

Представлены результаты экспериментальных исследований особенности кинематики вращения колесных пар при торможении пассажирского вагона с дисковым тормозом. Показано, что вращение колес при торможении происходит с проскальзыванием. Установлено два временных участка, характеризуемых максимальной величиной скольжения колес относительно рельса – период неуставновившегося торможения (нарастание тормозной силы) и период малых скоростей (менее 40 км/ч).

Представлені результати експериментальних досліджень особливості кінематики обертання колісних пар під час гальмування пасажирського вагона з дисковим гальмом. Показано, що обертання коліс під час гальмування відбувається з проковзуванням. Встановлено два часових відрізки, що характеризуються максимальною величиною проковзування коліс відносно рейки – період нестабільного гальмування (наростання гальмівної сили) і період малих швидкостей (менше 40 км/год).

The results of experimental research of features of the kinematics of rotation of the wheel pairs when braking of passenger carriage with the disk brake are present. It is shown that rotation of the wheels when braking is happening with the slippage. There are two temporary areas, characterized by a maximum value of slip of the wheel relative to the rail – period unsteady braking (increase brake force) and the period of low speeds (less than 40 km/h).

Ключевые слова: безопасность, термотрешины, скорость, давление, проскальзывание.

Взаимодействие колеса и рельса является физической основой движения поездов по железным дорогам. Именно оно во многом определяет безопасность, а также такие технико-экономические показатели, как масса поездов, скорость их движения и уровень эксплуатационных расходов. При этом требования к показателям взаимодействия колес и рельсов в зонах их контакта противоречивы. С одной стороны,

© Водянников Ю.Я., Шелейко Т.В., Свистун С.М., 2012

сцепление колес с рельсами должно быть таким, чтобы обеспечивалось малое со- противление движению поезда. С другой стороны – для реализации требуемой силы тяги необходимо обеспечивать высокий и стабильный уровень сцепления колес с той же поверхностью. При этом контактная усталость и износ являются конкурирующими механизмами повреждаемости и при сочетании определенных условий поочередно возникают на железных дорогах, приводя к повышенной сменяемости колес и рельсов [1-3].

На современном этапе перехода пассажирских поездов к высоким скоростям движения для обеспечения экономически целесообразной эксплуатации колес и рельсов при обязательном соблюдении условий безопасности движения, одной из основных задач в области взаимодействия колес и рельсов является снижение теплового воздействия в процессе проскальзывания (юза) колеса как в процессе движения вагона, так и при его торможении [2, 4]. Актуальность задачи обусловлена возникновением дефектов термического происхождения вследствие циклического нагрева и охлаждения поверхностных слоев металла поверхности катания колеса (термоциклирование) с последующим нарастанием усталости металла, зарождением и ростом трещин, несвоевременное обнаружение которых может иметь непредсказуемые последствия для железнодорожного подвижного состава [3, 5, 6].

Как показывает опыт эксплуатации, наибольшим температурным воздействиям подвергаются колесные пары в процессе торможения, когда к влиянию динамических сил добавляется влияние сил торможения. Для исследования влияния тормозных сил на кинематику вращения колеса при торможении были проведены тормозные испытания пассажирского вагона с дисковыми тормозами. Испытания проводились методом «бросания», при котором исследуемый вагон автоматически отцепляется от опытного поезда и тормозится только под действием собственной тормозной системы. Сигналы от датчиков оборотов каждой колесной пары, а также давления в тормозных цилиндрах и питательном резервуаре записывались на компьютер.

Сигналы от датчиков оборотов и давлений подвергались обработке на ЭВМ по специально разработанной программе, написанной на языке «FORTRAN», выбор которого был обусловлен значительным объемом информации (более 3 миллионов записей). Число информационных каналов составляло 9, длительность записываемых процессов до 60 с, частота опроса, задаваемых АЦП (аналого-цифровой преобразователь), принималась равной 10 кГц. Скорость движения пассажирского вагона в начале торможения составляла от 140 км/ч до 160 км/ч.

На характер изменения скорости движения вагона при торможении существенное влияние оказывает неустановившееся давление в тормозных цилиндрах (рис. 1).

Оценка и анализ особенностей процессов торможения пассажирского вагона осуществлялась по таким характеристикам как линейная средняя скорость движения вагона, линейные скорости вращения каждой колесной пары, степень проскальзывания (отклонения линейной скорости вращения колесных пар от скорости движения вагона).

Степень проскальзывания i -й колесной пары (ΔV_i) относительно рельса определялась по формуле:

$$\Delta V_i = \text{abs} \left(\frac{V_i}{V_{cp}} - 1 \right) \cdot 100\% , \quad (1)$$

где V_i – лінійна скорость вращення колесної пары, м/с;

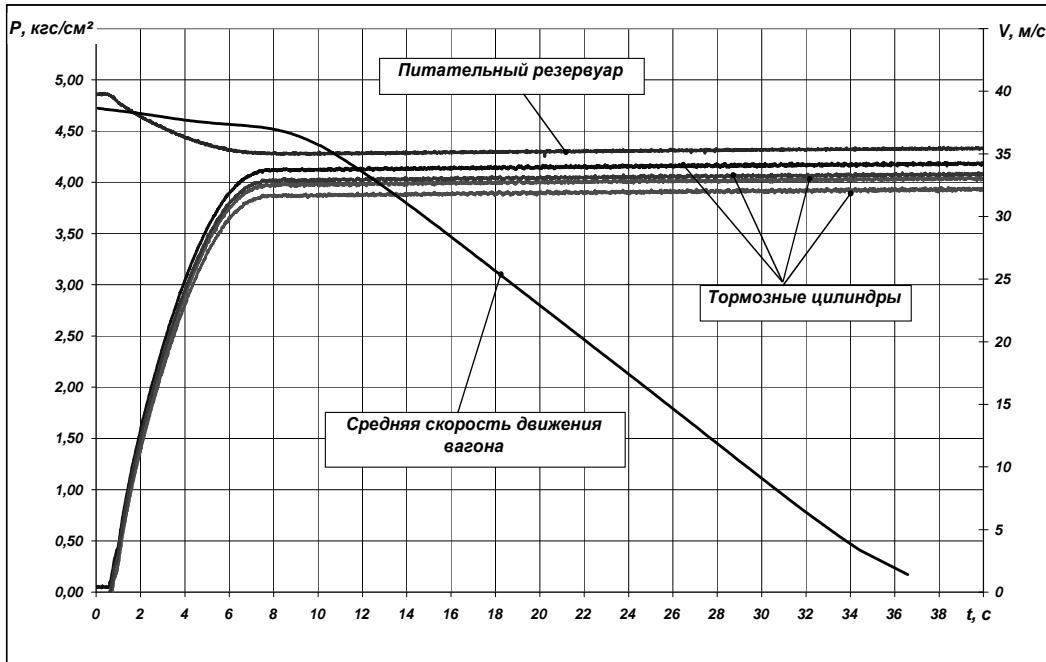


Рис. 1. Диаграммы наполнения тормозных цилиндров одной тележки и реализуемой скорости движения при торможении пассажирского вагона

V_{cp} – средняя скорость движения вагона, м/с.

Аналіз результатов исследований показал, что при торможении вагона наблюдаются два временных участка, характеризующиеся максимальным отклонением лінійної скорості вращення колесних пар від середньої скорості руху вагону. Первый участок обусловлен нарастанием давления (тормозной силы) в тормозных цилиндрах, второй участок наблюдается при достижении скорости движения вагона от 40 км/ч до полной его остановки (рис. 2).

Следует отметить, что реализуемые при торможении давления в тормозных цилиндрах колесных пар имели различные значения, причем разница между минимальным и максимальным значениями составила 6,2 %.

При движении вагона по рельсовому пути без торможения также имеет место проскальзывание колесных пар, обусловленное динамическим воздействием, причем его величина принимает максимальное значение на кривых участках пути (рис. 3).

В результате выполненных исследований было установлено:

- ✓ движение колеса по рельсовому пути происходит с проскальзыванием относительно рельсового пути;

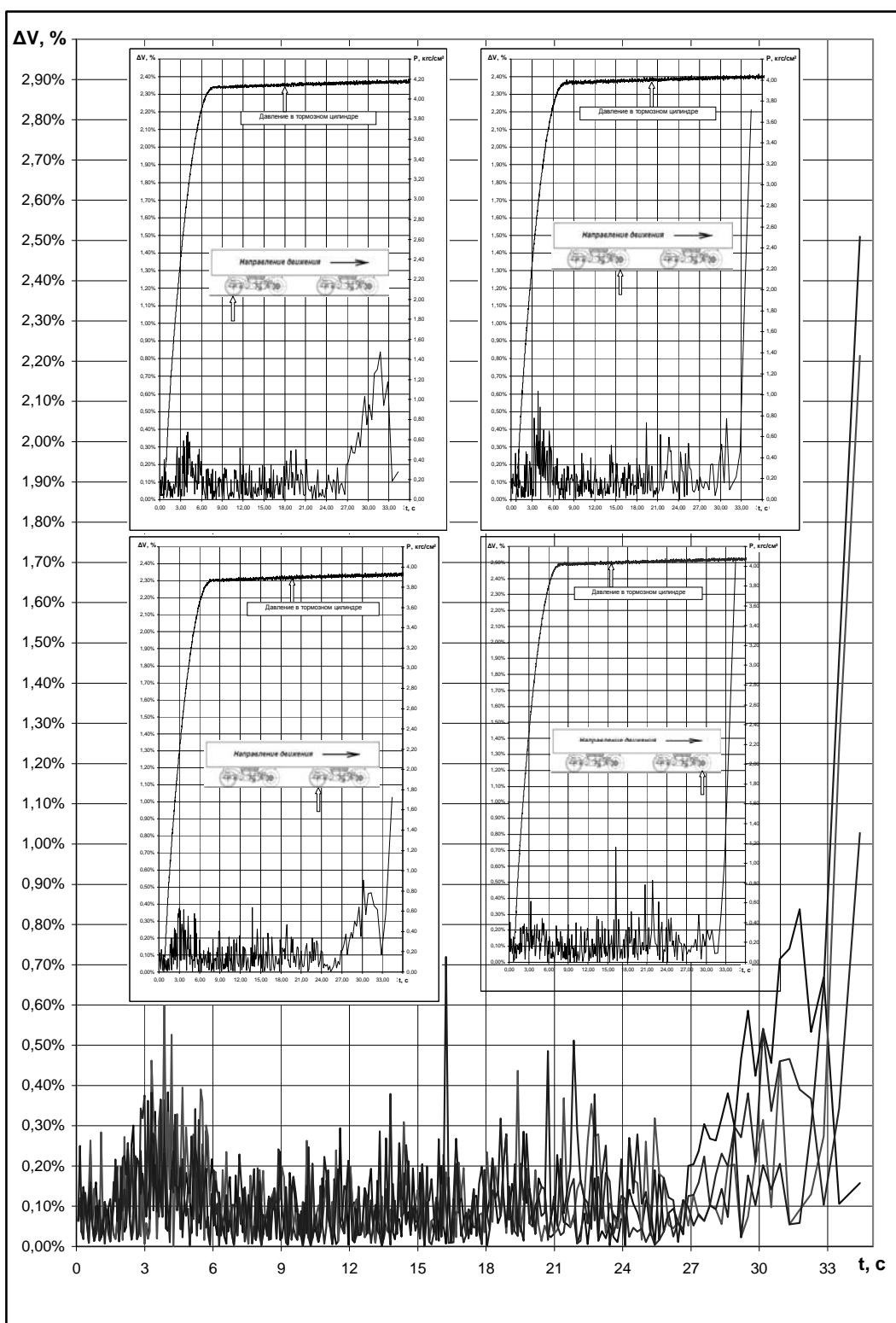


Рис. 2. Степень проскальзування колесних пар відносно рельсового пути при торможенні пасажирського вагона

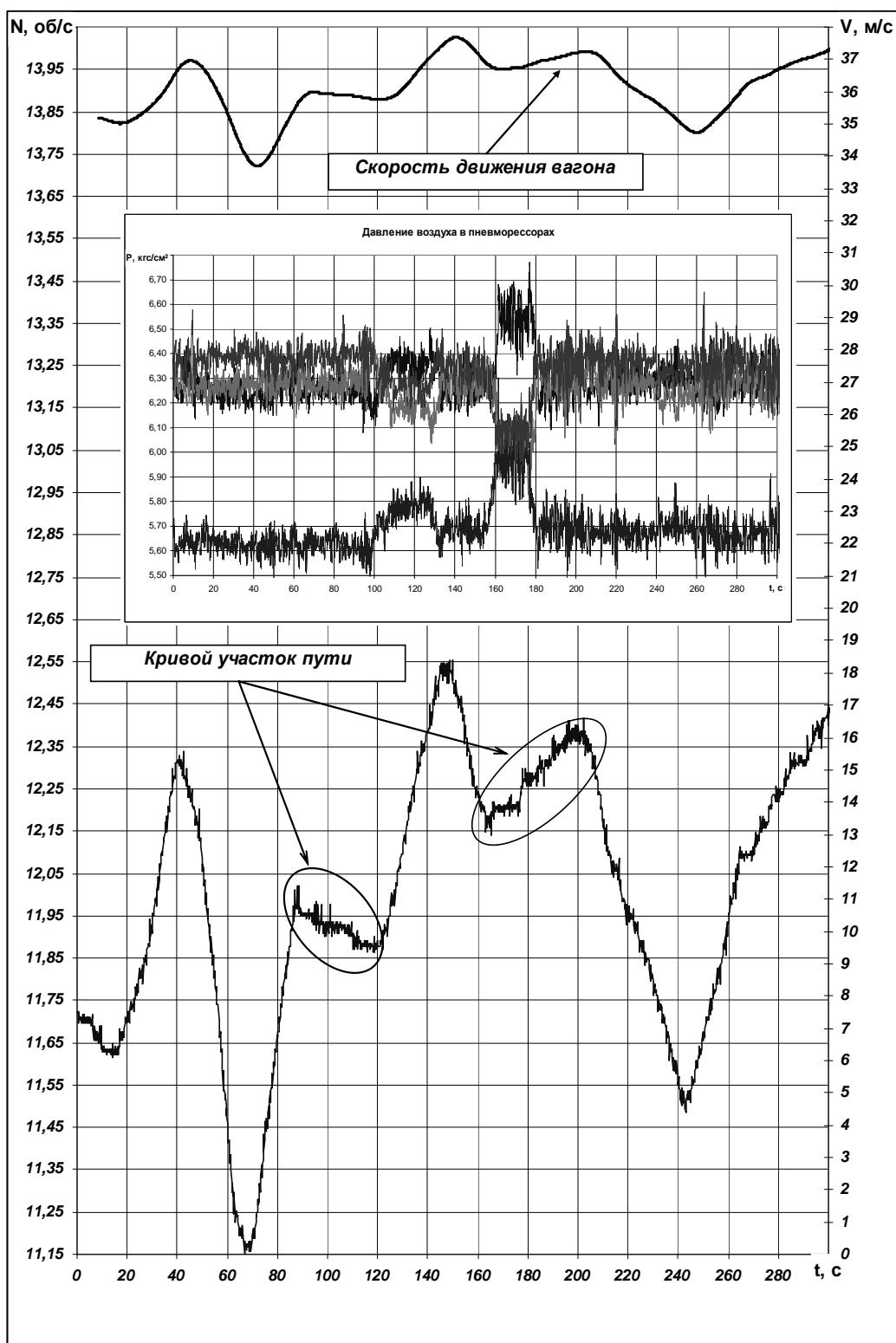


Рис. 3. Кількість обертових колесної пари при движенні пасажирського вагона по кривым участкам пути

- ✓ на величину проскальзывания оказывает влияние установившееся давление в тормозных цилиндрах, а также разброс их величин;
- ✓ при движении вагона по рельсовому пути максимальное проскальзывание колеса достигается на кривых участках пути.

Приведенные исследования касаются только одиночного вагона. При движении вагона в составе поезда на кинематику вращательного движения колесных пар будут оказывать влияние силы взаимодействия между вагонами, что требует проведение дополнительных исследований.

ЛІТЕРАТУРА

1. Богданов В.М. Современные проблемы системы колесо-рельс / В.М. Богданов, С.М. Захаров // Железнодорожный транспорт. – 2004. – № 1. – С. 57-62.
2. Марков Д.П. Коэффициенты трения и сцепления при взаимодействии колес с рельсами / Д.П. Марков // Вестник ВНИИЖТ. – 2005. – № 4. – С. 3-9.
3. Нейжко И.Г. Дефекты на поверхности катания колесных пар пассажирских вагонов / И.Г. Нейжко // Залізничний транспорт України. – 2003. – № 6. – С. 73-75.
4. Срок службы железнодорожных колес / G. Stevenot, F. Demilly. Revue Generale des Chemins de Fer, 2002, № 5, р. 33-39 // Железные дороги мира. – 2003. – № 7. – С. 47-52.
5. Андрейко І. Структура та опір руйнуванню сталей у різних зонах залізничних коліс / І. Андрейко, В. Кулик, О. Осташ, І. Узлов, О. Бабаченко //Машинознавство. – 2008. – № 5(131). – С. 18-21.
6. Продление срока службы колес / A. Ghidini, R. Enblom. Railway Gazzete International, 2010, № 3, р. 30-38 // Железные дороги мира. – 2010. – № 11. – С. 66-74.