

УДК 656.2.08

Ю.Я. Водяников, П.А. Хозя, С.В. Кукин, С.А. Павлов, И.М. Лашкевич

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИЧИН ПОЯВЛЕНИЯ ТЕРМОТРЕЩИН НА КОЛЕСНЫХ ПАРАХ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ С ДИСКОВЫМИ ТОРМОЗАМИ

Рассмотрены данные эксплуатации пассажирских вагонов с дисковыми тормозами; выдвинуто предположение о причинах возникновения микротермотрещин на поверхности катания колес; проанализированы результаты экспериментального исследования влияния тормозных сил на кинематику вращения колеса при торможении; установлены факторы, влияющие на величину проскальзывания колеса относительно рельса.

Данные эксплуатации пассажирских вагонов с дисковыми тормозами свидетельствуют о появлении на поверхности катания колес микротермотрещин, которые могут быть инициаторами усталостного разрушения колеса.

Поэтому актуальными являются задачи выявления и устранения причин возникновения термотрещин на поверхности катания колес пассажирских вагонов с дисковыми тормозами, что будет способствовать повышению безопасной эксплуатации пассажирских поездов.

Возникновение микротермотрещин на поверхности катания колес обусловлено влиянием температурных полей вследствие взаимодействия колеса с рельсом [1].

К основным силам, которые могут привести к нагреву колеса, можно отнести силы трения между колесом и рельсом, возникающие при проскальзывании колеса вследствие несоответствия линейной скорости вращения скорости движения вагона, а также при перемещении колесной пары относительно рельсового пути в процессе движения.

Движение вагона по неровностям рельсового пути сопровождается сложными колебательными процессами конструкции, которые условно подразделяются на колебания подпрыгивания, галопирования и боковой качки [2]. Очевидно, что на кинематику вращения колесной пары оказывают влияние динамические силы, а также коэффициенты сцепления колеса с рельсом в сочетании с тормозными силами.

Как показывает опыт эксплуатации, наибольшим температурным воздействиям подвергаются колесные пары в процессе торможения, так как при определенных условиях тормозные силы могут вызывать микроюз или заклинивание (юз) колесных пар [1].

*© Водяников Ю.Я., Хозя П.А., Кукин С.В., Павлов С.А.,
Лашкевич И.М., 2018*

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

В отличие от колодочных тормозов, в которых силы нажатия реализуются прижатием колодок к поверхности катания колеса, в дисковых тормозах тормозящий момент создается на дисках, которые, как правило, устанавливаются на оси колесных пар.

Для исследования влияния тормозных сил на кинематику вращения колеса при торможении были проведены тормозные испытания пассажирского вагона с пневморессорами и дисковыми тормозами. Испытания проводились методом «бросания», при котором исследуемый вагон автоматически отцеплялся от опытного поезда и тормозился только под действием собственной тормозной системы [3]. Сигналы от датчиков оборотов каждой колесной пары (рис. 1), а также давления в тормозных цилиндрах и питательном резервуаре записывались на компьютер.

Сигналы от датчиков оборотов и давления подвергались обработке на ЭВМ по специально разработанной программе, написанной на языке «FOXPRO», выбор которого был обусловлен значительным объемом информации (более 3 миллионов записей). Число информационных каналов составляло 9, длительность записываемых процессов до 60 с, частота опроса, задаваемая АЦП (аналого-цифровым преобразователем), принималась равной 10 кГц.

Скорость движения пассажирского вагона в начале торможения составляла от 140 км/ч до 160 км/ч.

На характер изменения линейной скорости вращения колесных пар при торможении существенное влияние оказывают неустойчившееся давление и разница давлений в тормозных цилиндрах (рис. 2).

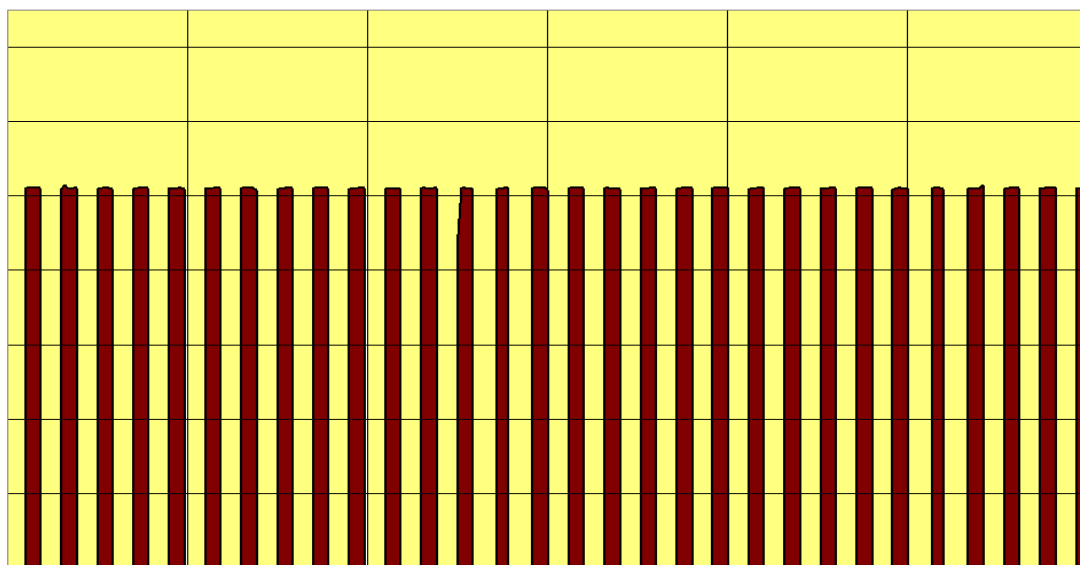


Рис. 1. Сигналы, поступающие от датчика оборотов колеса

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

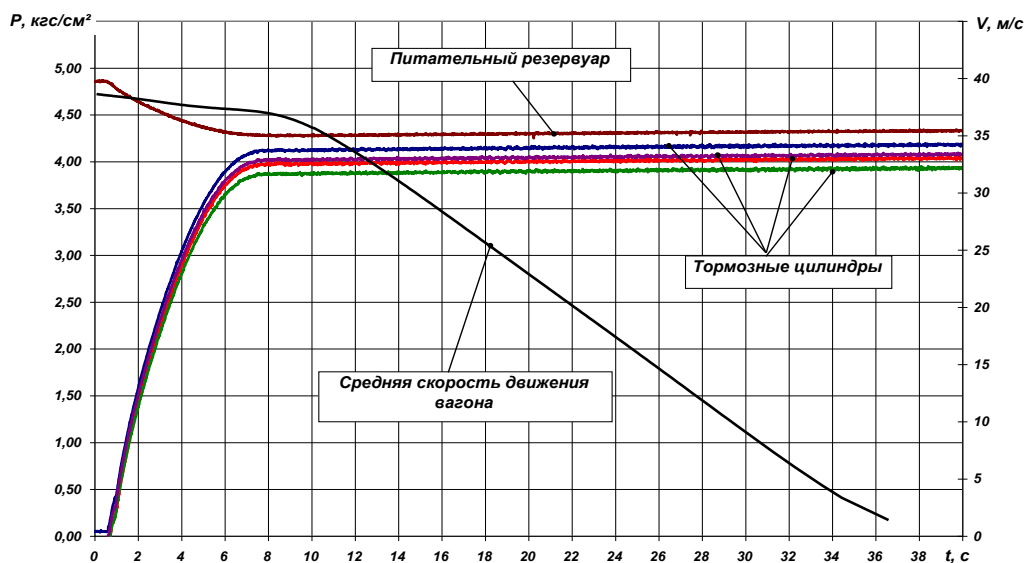


Рис. 2. Диаграммы наполнения тормозных цилиндров при торможении пассажирского вагона

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

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

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

где V_{ki} - линейная скорость вращения колесной пары, м/с;

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

Анализ результатов исследований показал, что при торможении вагона наблюдаются два временных участка, характеризующиеся максимальным отклонением линейной скорости вращения колесных пар от средней скорости движения вагона: первый участок – обусловлен нарастанием давления (тормозной силы) в тормозных цилиндрах, второй участок – при достижении скорости движения от 40 км/ч до полной остановки (рис. 3 и 4).

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. 5-7). Обороты колесных пар при торможении вагона изображены на рис. 8.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

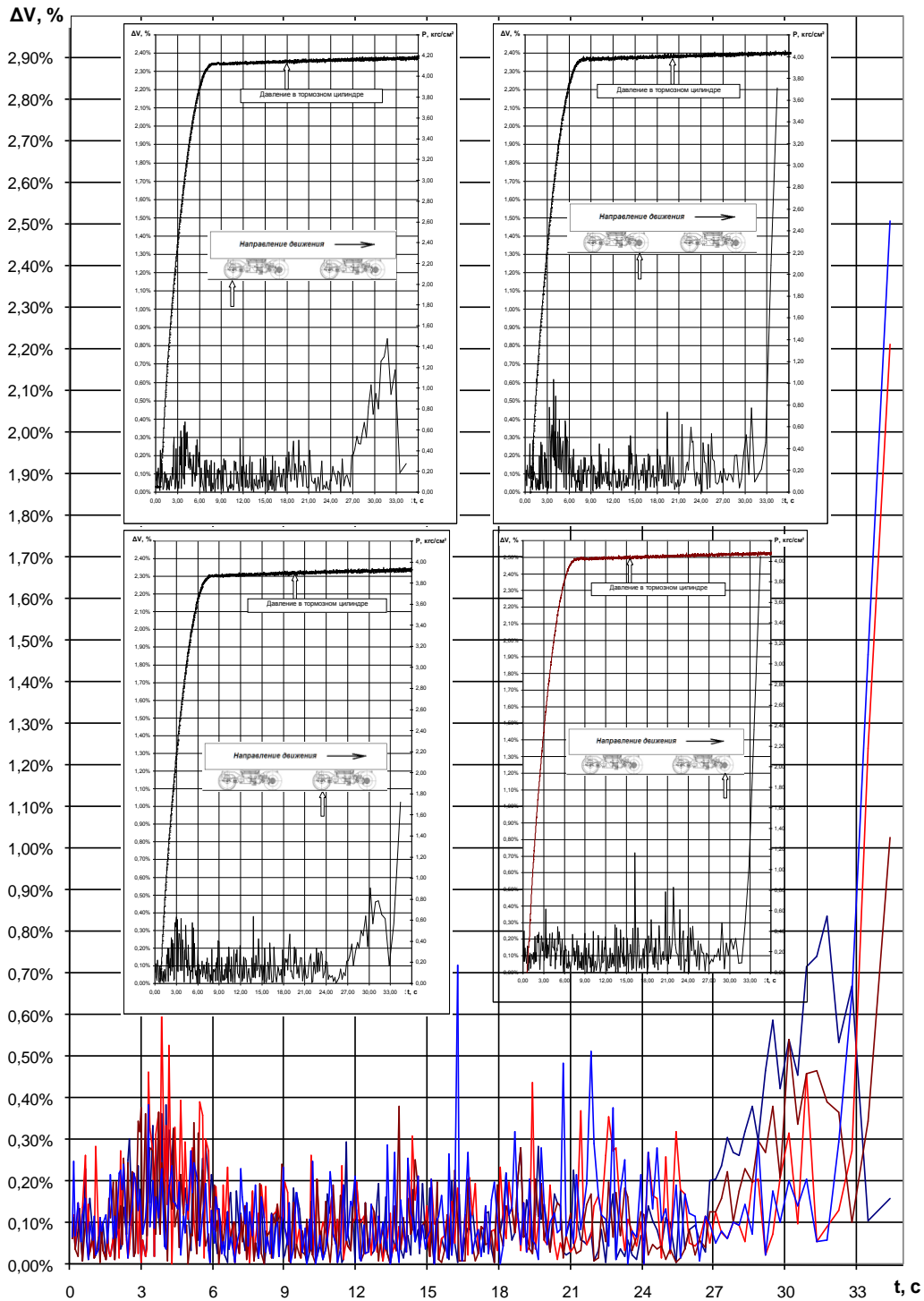


Рис. 3. Степень проскальзывания колесных пар относительно рельсового пути при торможении

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

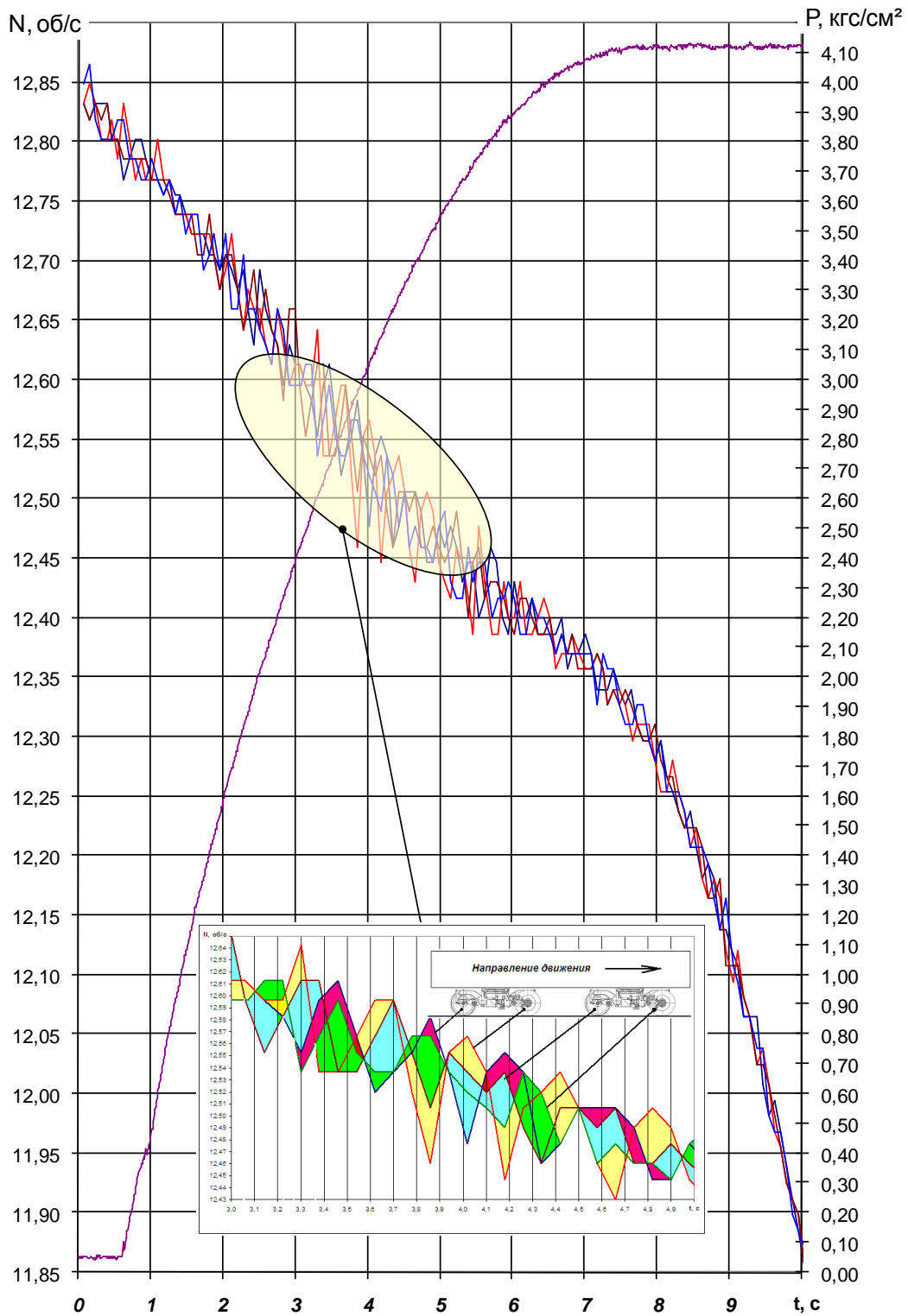


Рис. 4. Обороты колесной пары при торможении вагона

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

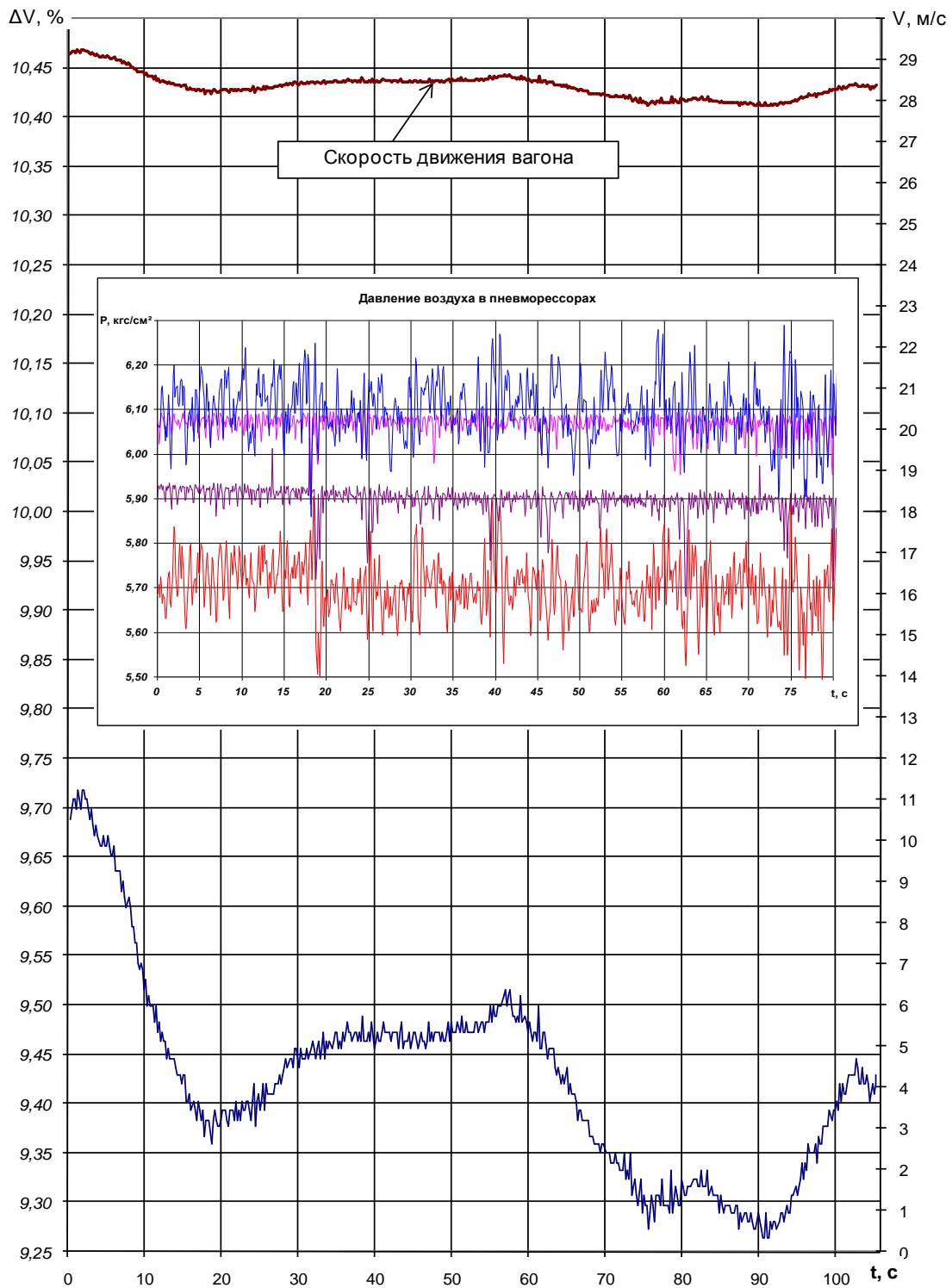


Рис. 5. Проскальзывание колесной пары вагона при движении по железнодорожному пути

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

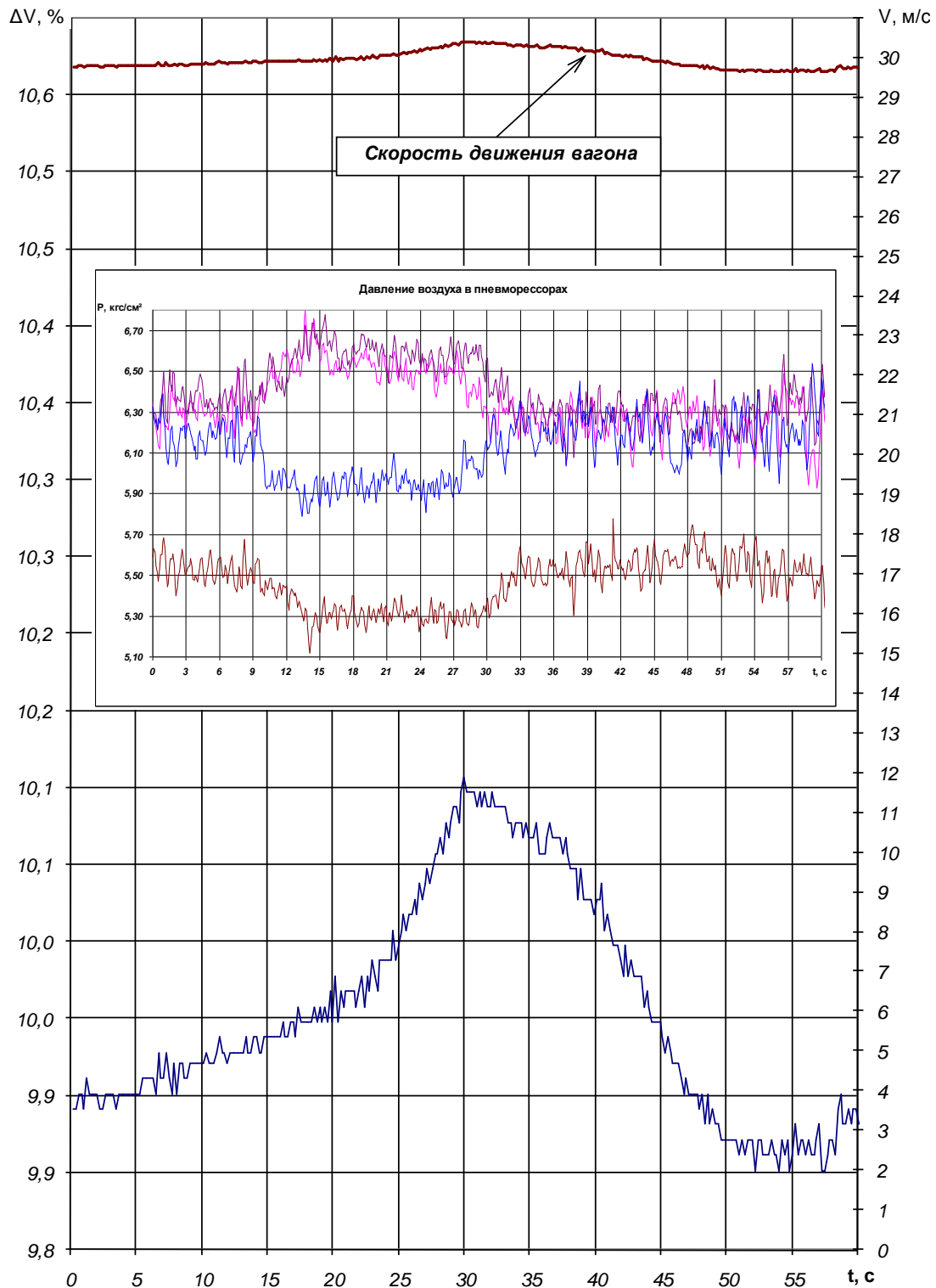


Рис. 6. Проскальзывание колесной пары вагона при вписывании в кривую железнодорожного пути

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

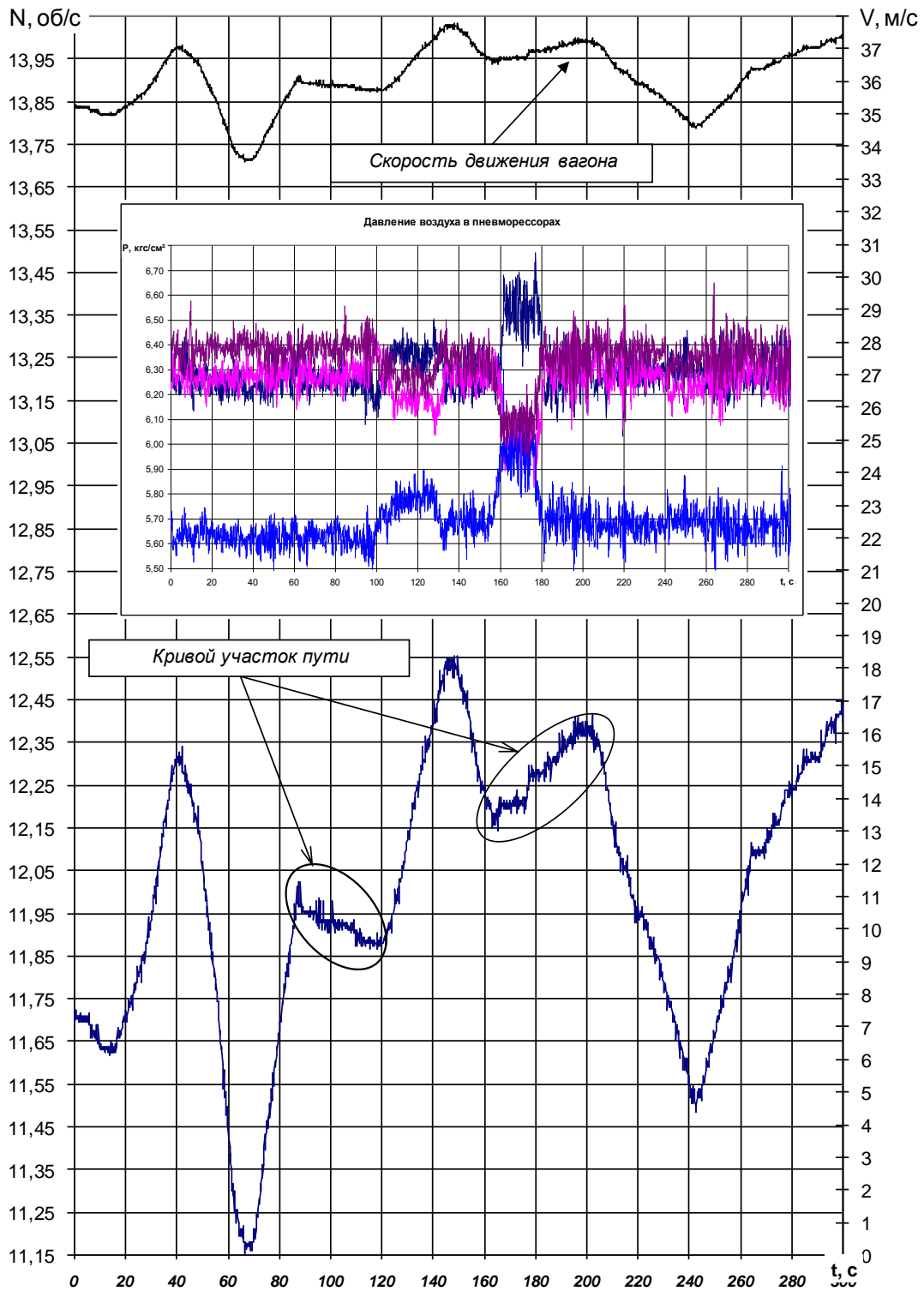


Рис. 7. Проскальзывание колесной пары вагона при вписывании в кривую железнодорожного пути

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

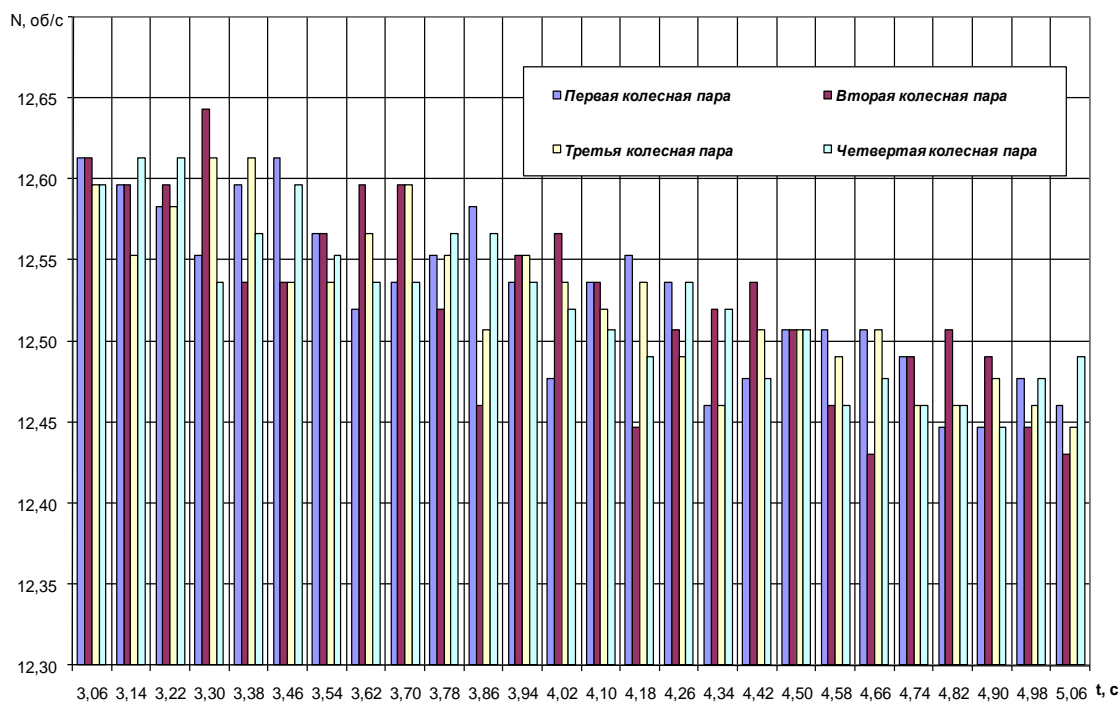


Рис. 8. Обороты колесной пары при торможении вагона

В результате выполненных исследований было установлено:

- ✓ движение колеса по рельсовому пути происходит с проскальзыванием относительно рельсового пути;
- ✓ на величину проскальзывания оказывают воздействие как динамические, так и тормозные силы;
- ✓ при торможении максимальное проскальзывание колеса относительно рельса возникает при неустановившемся давлении в тормозном цилиндре и при скорости движения от 40 км/ч до полной остановки, причем с уменьшением скорости величина проскальзывания увеличивается;
- ✓ на величину проскальзывания оказывает влияние установившееся давление в тормозных цилиндрах, а также разброс их величин;
- ✓ при движении вагона по рельсовому пути без торможения максимальное проскальзывание колеса наблюдается 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. Ю.Я. Водяников, А.М. Сафронов, Е.Г. Макеева Методология расчетных и экспериментальных исследований тормозной эффективности пассажирских вагонов с применением математических моделей и компьютерного моделирования – 2017. – 287 с.
2. В.К Гарг, Р.В Дуккипати, Н.А Панькин, К.Г Бомштейн // Динамика подвижного состава Транспорт, – 1988. – 391 стор
3. Ю.Я. Водяников, В.С. Василенко Програмный комплекс для экспериментального исследования тормозных систем единиц подвижного состава железных дорог // Збірник наукових праць «Рейковий рухомий склад» – 2013-№9 с.38-47