

*Кандидаты техн. наук Ю.Я. Водяников,
Т.В. Шелейко, А.М. Сафронов (ГП «УкрНИИВ»)*

*Cand. of techn. sciences Y.Ya. Vodyannikov,
T.V. Sheleyko, A.M. Safronov*

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОРМОЗНОГО ПУТИ ПАССАЖИРСКОГО ПОЕЗДА ПРИ НЕДОСТАТОЧНОМ КОЭФФИЦИЕНТЕ СЦЕПЛЕНИЯ КОЛЕСА С РЕЛЬСОМ

METHODOLOGY DETERMINING THE BRAKE THE WAY PASSENGER TRAIN AT INSUFFICIENCY THE COEFFICIENT OF ADHESION WHEEL-RAIL

Представил д-р техн. наук, профессор И.Э. Мартынов

Введение. Реализация скоростного и высокоскоростного пассажирского движения в Украине невозможна без применения на подвижном составе высокоэффективных и надежных тормозных систем [1, 2]. Вместе с тем, повышение тормозной эффективности обуславливает повышение вероятности появления юза (заклинивания колесных

пар) при торможении, что вызывает необходимость оборудования современных пассажирских вагонов противоюзными устройствами [3, 4]. Противоюзное устройство предназначено для предотвращения блокировки колесных пар при торможении (рис. 1), которая возникает вследствие низкого коэффициента сцепления колеса с рельсом.

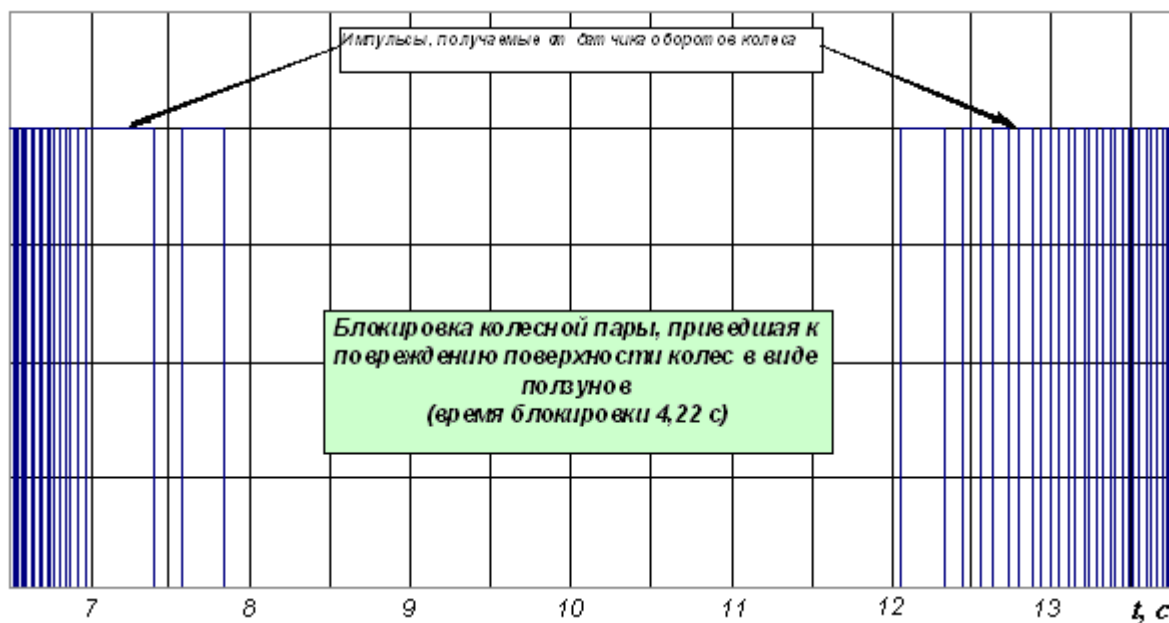


Рис. 1. Блокировка вращения колесной пары

Работа противоюзного устройства сопровождается снижением тормозного коэффициента и, следовательно, увеличением тормозного пути пассажирского поезда. В этой связи в одну из актуальных выдвигаются задачи экспериментальной оценки тормозного пути пассажирского поезда в условиях низкого коэффициента сцепления колеса с рельсом.

Постановка проблемы. Принцип работы противоюзного устройства состоит в растормаживании (выпуске сжатого воздуха из тормозных цилиндров клещевых механизмов) колесной пары при снижении линейной скорости вращения колеса ниже допустимого значения, вследствие чего линейная скорость вращения колеса увеличивается [5]. При достижении линейной скорости вращения колеса величины, равной скорости движения вагона, тормозные цилиндры вновь наполняются сжатым воздухом (рис. 2).

При безюзовом торможении частота вращения колесной пары изменяется равномерно (рис. 3), срабатывание

противоюзного устройства характеризуется переменной частотой вращения колеса (рис. 4).

Указанные различия вращения колесных пар при отсутствии и возникновении юзовой ситуации обуславливают необходимость разработки алгоритма и методики определения тормозного пути в случае срабатывания противоюзного устройства при недостаточном коэффициенте сцепления колеса с рельсом.

Изложение материала. Тормозной путь пассажирского поезда определяется, как правило, по количеству оборотов вращения колесной пары от начала торможения до полной остановки. Измерение оборотов и скорости вагона осуществляется с использованием штатного датчика противоюзного устройства, установленного на оси колесной пары, при этом на выходе из АЦП образуется сигнал П-образной формы (рис. 5).

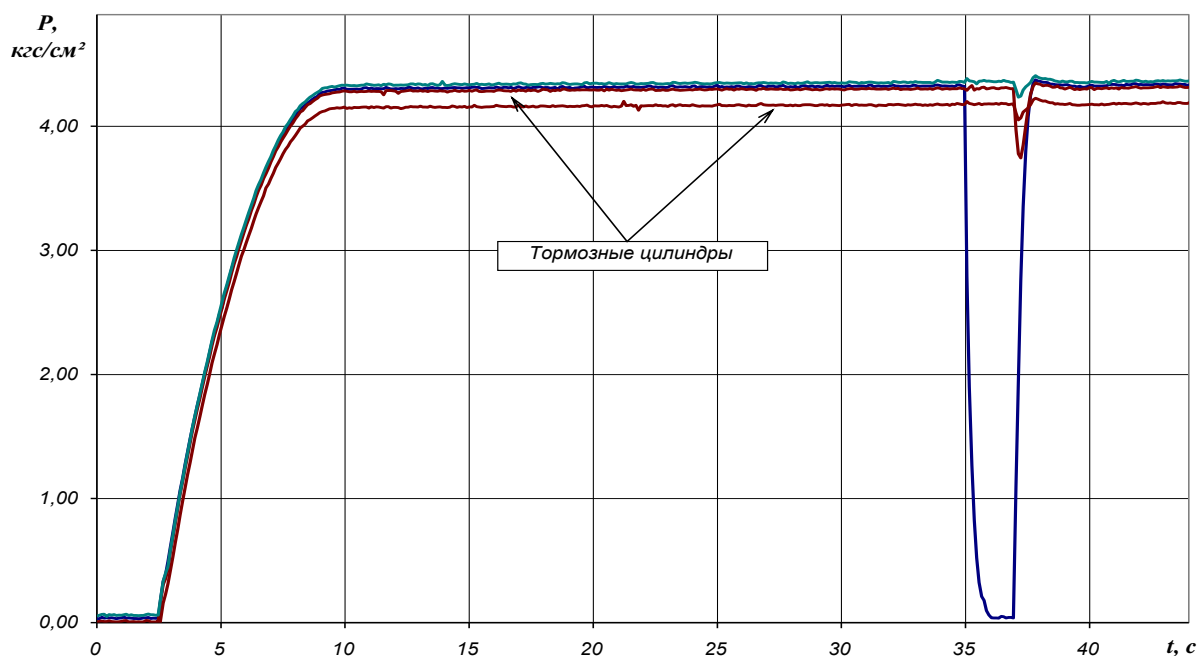


Рис. 2. Растормаживание колесной пары при срабатывании противоюзного устройства

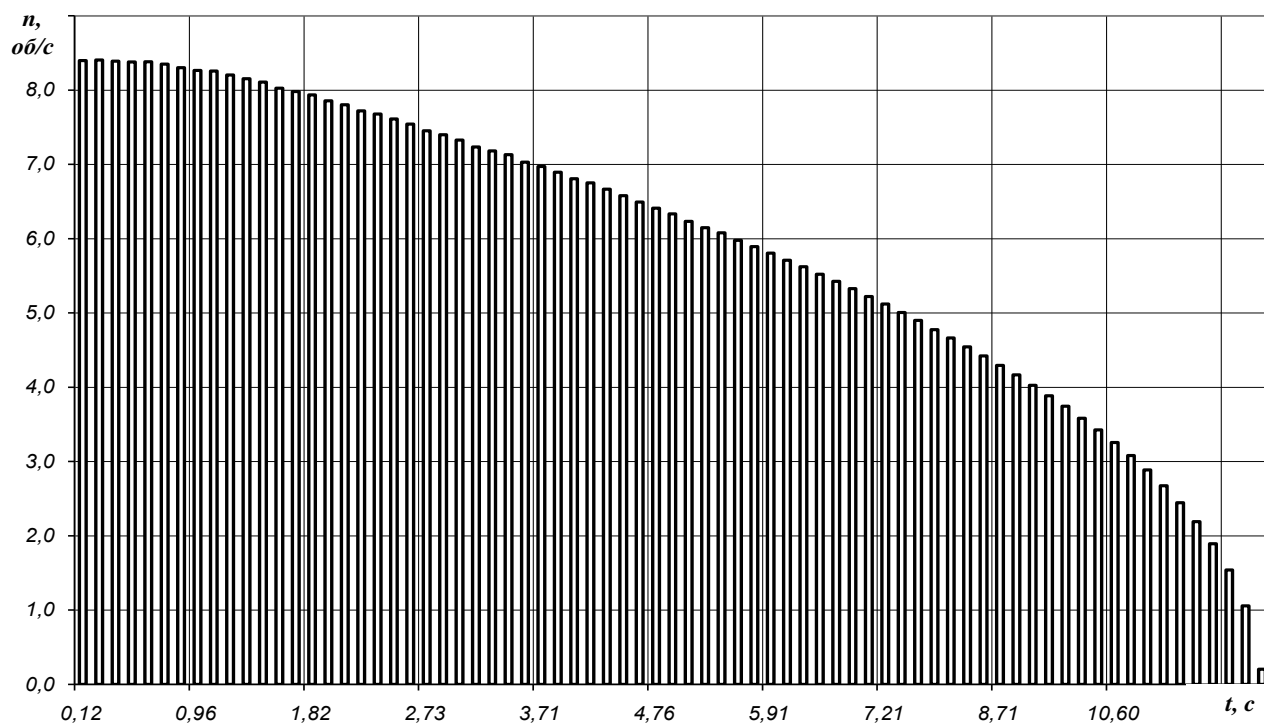


Рис. 3. Частота вращения колесной пары при отсутствии юзовой ситуации

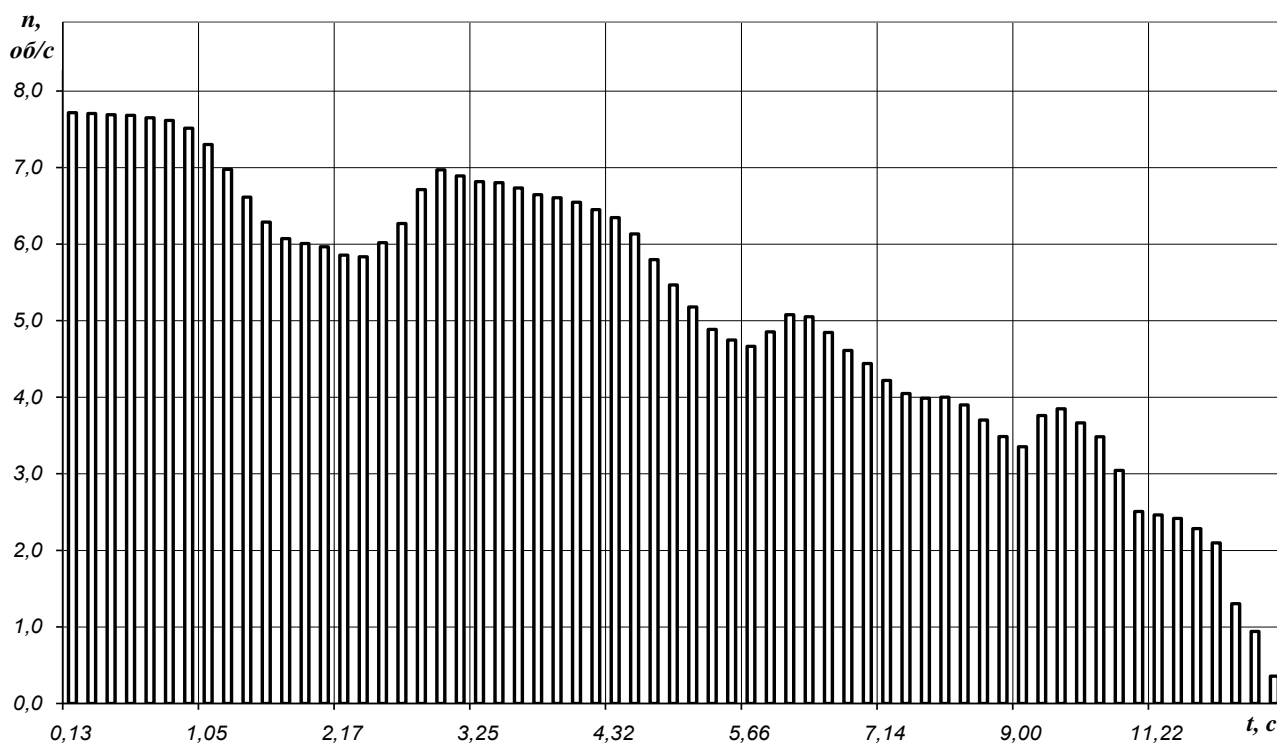


Рис. 4. Частота вращения колесной пары при юзовой ситуации

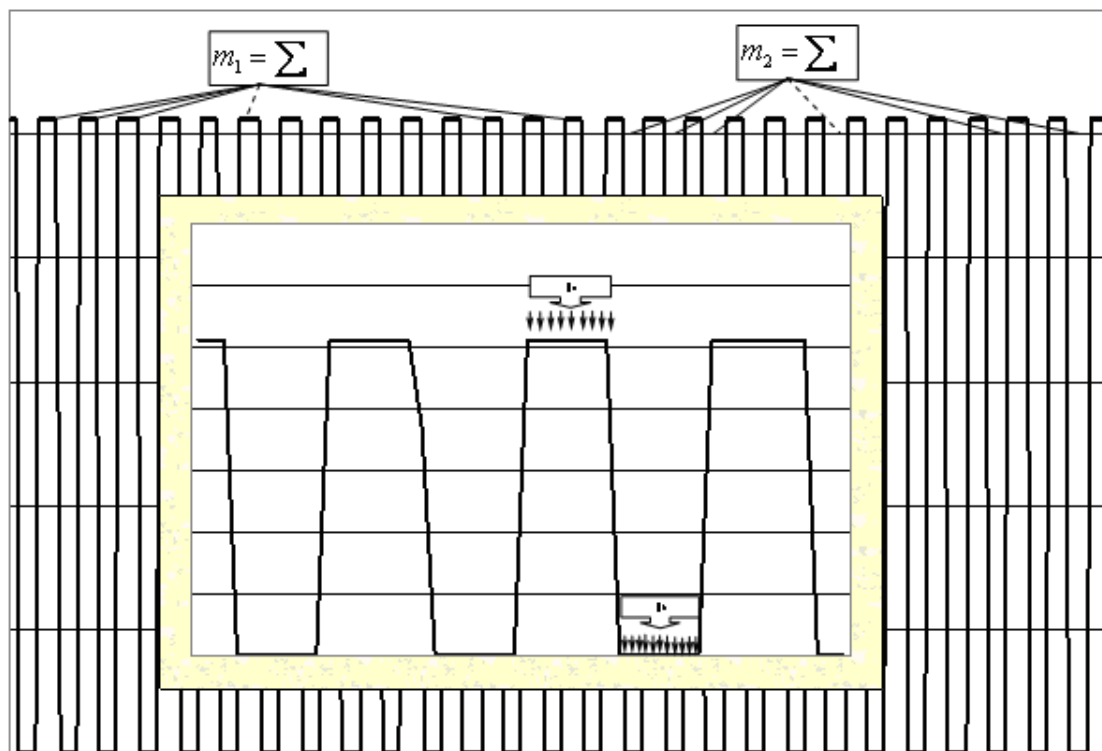


Рис. 5. Сигнал, получаемый от датчика оборотов

Число оборотов колеса ($n_{об}$) определяется по количеству выступов (m_1) и впадин (m_2) за период от начала торможения до полной остановки вагона (см. рис. 6) и суммарному числу зубьев (z_1) и впадин (z_2) зубчатого колеса

$$n_{об} = \frac{m_1 + m_2}{z_1 + z_2}. \quad (1)$$

Тормозной путь определяется произведением числа оборотов ($n_{об}$) на фактическую длину окружности (L_k) колеса

$$S_T = n_{об} \cdot L_k. \quad (2)$$

Для определения мгновенной скорости движения вагона подсчитывается число импульсов, приходящихся на выступ n_1 и впадину n_2 за один оборот зубчатого колеса

$$N_{ум} = n_1 \cdot m_1 + n_2 \cdot m_2. \quad (3)$$

Мгновенная скорость движения вагона определяется по формуле

$$V_i = \frac{L_k \cdot \omega}{N_{ум}}, \quad (4)$$

где ω – частота опроса АЦП, 1/с.

Учитывая особенности вращения колесной пары при юзовой ситуации, тормозные пути поезда определяются по формуле

$$S(V) = \sum_i V_i \cdot t_i, \quad (5)$$

где V_i – мгновенная линейная скорость вращения колеса;

t_i – время в i -ом временном интервале движения;

i – номер интервала, на которые разбивается время торможения.

Предварительно скорость движения подвергается сглаживанию путем экстраполяции линейной зависимостью (рис. 6) по формуле

$$V = -\frac{V_1 - V_2}{t_2 - t_1} \cdot t + \frac{V_1 - V_2}{t_2 - t_1} \cdot t_2 + V_2, \quad (6)$$

где V_1, t_1 и V_2, t_2 – координаты опорных точек.

В качестве опорных принимаются точки, характеризующие максимальную скорость вращения, которую приобретает колесная пара после выхода из юзовой ситуации (рис. 7).

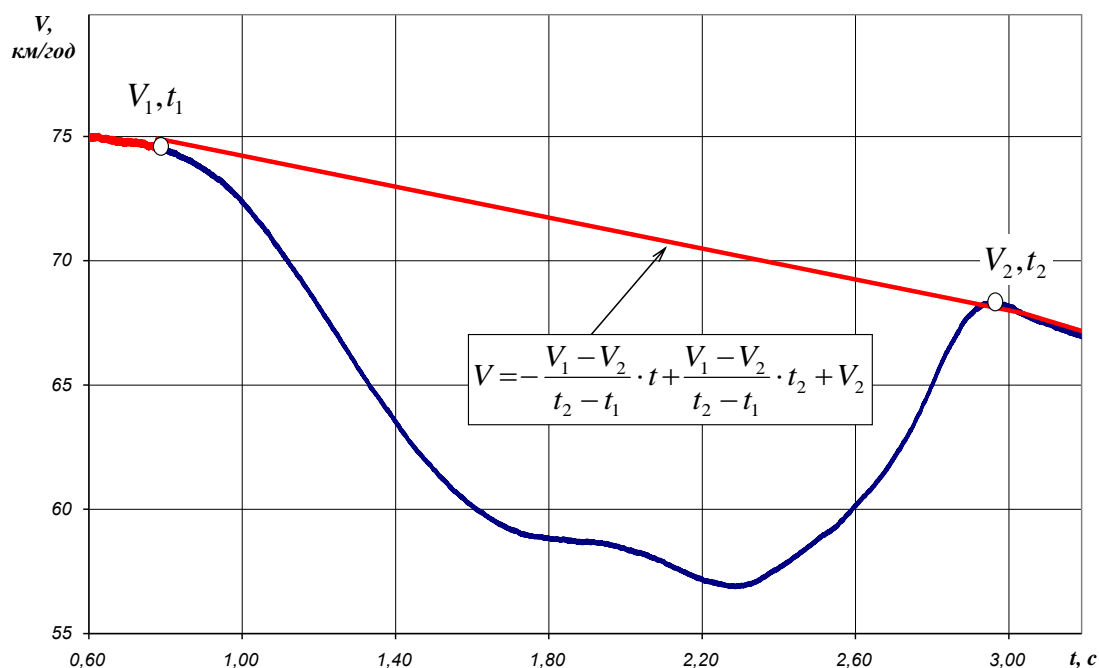


Рис. 6. Экстраполяция скорости движения по опорным точкам

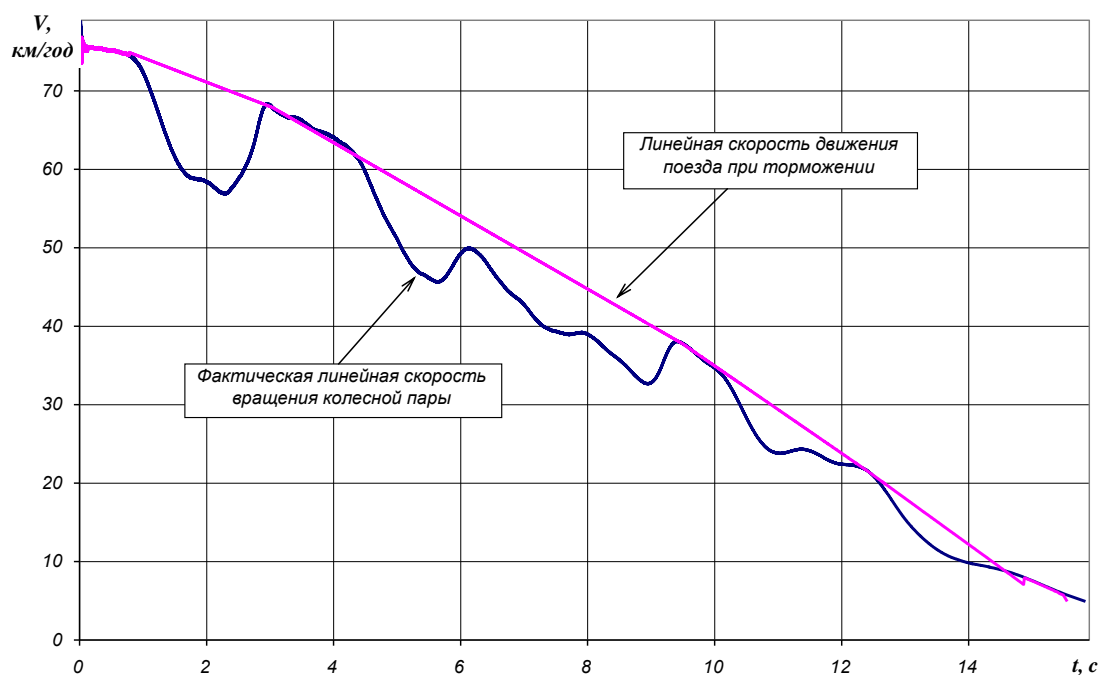


Рис. 7. Кинематика движения колесной пары при юзовой ситуации

Выводы. Представленная методика определения тормозного пути пассажирского поезда при возникновении юзовой ситуации позволяет оценивать

эффективность тормозной системы при недостаточном коэффициенте сцепления колеса с рельсом.

Список литературы

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 16.12.2009 р. № 1555-р «Про схвалення Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://document.ua/kabinet-ministriv-ukrayini-org012148.html>.
2. Цыган, Б.Г. Тенденции развития современного вагоностроения: глобализация производства и интернационализация рынка [Текст] / Б.Г. Цыган, А.Б. Цыган // Вагонный парк. – 2009. – № 7-8. – С. 28-31.
3. Богданов, В.М. Современные проблемы системы колесо-рельс [Текст] / В.М. Богданов, С.М. Захаров // Железнодорожный транспорт. – 2004. – № 1. – С. 57-62.
4. Гура Г.С. «Колесо-рельс»: проблемы, противоречия, компромиссы [Текст] / Г.С. Гура // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2006. – № 1(5). – С. 29-31.
5. Гогричиани Г.В. Основные принципы управления системой противоюзной защиты современного подвижного состава [Текст] / Г.В. Гогричиани, А.В. Казаринов, В.В. Михеев, С.Б. Курцев // Вестник ВНИИЖТ. – 2003. – № 3. – С. 14-20.

Ключевые слова: колодочный тормоз, противоюзное устройство, коэффициент сцепления, тормозная эффективность.

Аннотации

Наведена методика експериментального визначення гальмівного шляху пасажирського потяга у разі виникнення юзової ситуації, обумовленої недостатнім коефіцієнтом зчеплення колеса з рейкою. Подані алгоритм і розрахункові залежності, що дозволяють оцінювати гальмівну ефективність.

Приведена методика экспериментального определения тормозного пути пассажирского поезда при возникновении юзовой ситуации, обусловленная недостаточным коэффициентом сцепления колеса с рельсом. Представлен алгоритм и расчетные зависимости, позволяющие оценивать тормозную эффективность.

Recalculation procedure of the braking efficiency of a passenger train with a disk brake to the braking efficiency of the shoe brake is given. Analytic dependences for determining design factor of the pressure force for composite brake shoes and cast-iron brake shoes depending on the braking distance of the passenger train equipped with a disk brake are represented.