

УДК 629.45.027.4.004.6 : 001.891.5

*Водянніков Ю.Я.
Яланський М.І.,
Сафронов О.М.,
Шведов А.І.*

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЧИН ПОЯВИ ПОВЗУНІВ НА ПОВЕРХНІ КОЧЕННЯ КОЛІС ПАСАЖИРСЬКОГО ВАГОНА.

Розглянуто розподіл сил натиснення на колісні пари пасажирських некупейних вагонів та причини появи пошкоджень поверхонь кочення коліс. Виконані розрахункові дослідження про вплив виходу штока гальмівного циліндра на величину дійсної сили натиснення гальмівних колодок на колеса.

При проведенні розрахункових досліджень гальмівних характеристик і гальмівної ефективності одиниць рухомого складу припускається, що сили натиснення колодок на колеса розподіляються рівномірно, а максимальна величина передаточного відношення гальмівної важільної передачі визначається виходячи з виконання умов недопущення юзових ситуацій у всьому діапазоні швидкостей на початку гальмування. Однак, як показує досвід експлуатації, повзуни на поверхні кочення колісних пар є одним з основних видів ушкоджень.

Численні експериментальні дослідження свідчать, що сили натиснення гальмівних колодок на колеса розподіляються нерівномірно не тільки на вісі візків вагона, але й у межах однієї колісної пари. Така нерівномірність обумовлена недосконалістю важільної передачі зусиль за допомогою системи тяг, важелів і зтяжок від гальмівного циліндра.

Як об'єкт дослідження були обрані пасажирські некупейні вагони з масою тари 55 т і передаточним відношенням гальмівної важільної передачі для чавунних колодок рівним 12, для композиційних колодок – 5,3. Зусилля натиснення гальмівних колодок визначалися тензометричним методом при імітації екстрених гальмувань у стаціонарних умовах, при цьому середні величини тиску в гальмівному циліндрі і виходу штока становили відповідно 4,1 кг/см² і 140 мм.

Аналіз результатів величин сил натиснення показав (рис. 1 і 2), що максимальна різниця зусиль натиснення колодок на вісь для чавунних колодок склала 3 %, для композиційних – 8 %.

У якості статистичного закону розподілу сил натиснення колодок на колеса при гальмуванні приймався нормальний закон розподілу, для якого функція розподілу і щільність імовірності має вигляд [1]:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot p \cdot s}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-a)^2}{2s^2}} dx \quad (1)$$

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

$$j(x) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot p \cdot s}} \cdot e^{-\frac{(x-a)^2}{2s^2}} \quad (2)$$

де a й σ^2 математичне сподівання і дисперсія випадкової величини x .
Довірчі інтервали для математичного сподівання визначалися за формулою [1]:

$$\bar{x} - z_{p_1} \cdot \frac{s}{\sqrt{n-1}} < a < \bar{x} + z_{p_2} \cdot \frac{s}{\sqrt{n-1}} \quad (3)$$

де \bar{x} - вибіркове середнє з незалежних випробувань;

z_p - квантиль нормованого нормального розподілу.

Результати статистичної обробки вимірювань сил натиснення колодок на колісні пари (табл.1) свідчать, що найбільш навантаженою при гальмуванні є третя (внутрішня) від котлового кінця вагона колісна пара, а сили натиснення з імовірністю 0,9983 можуть змінюватися в межах для чавунних колодок від 1,848 до 2,832 тс, для композиційних - від 0,403 до 1,717 тс.

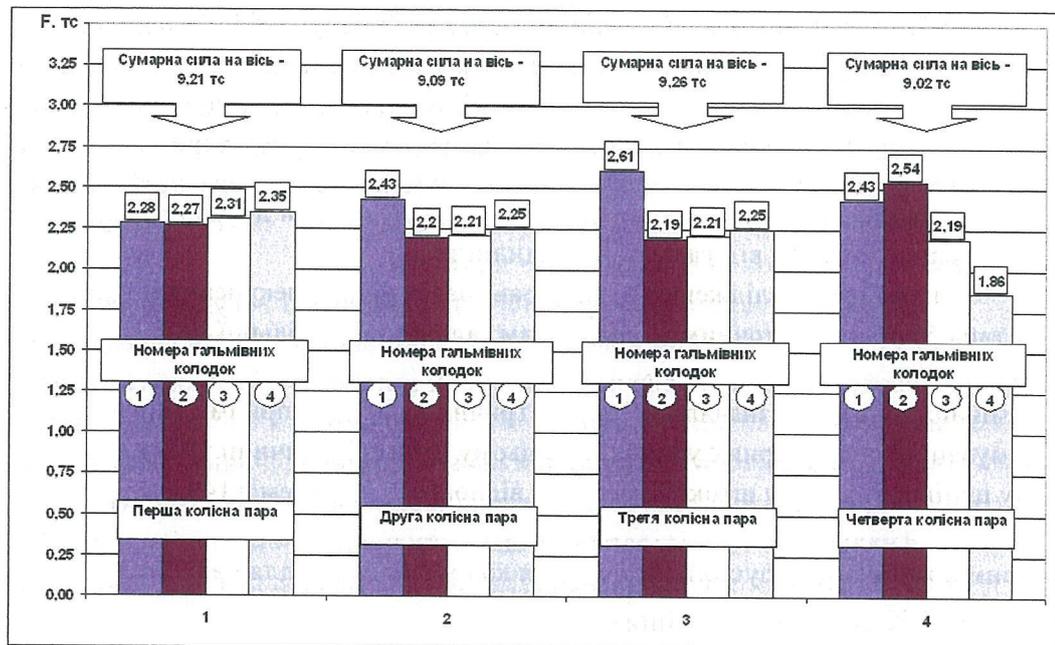


Рис. 1 - Сили натиснення чавунних колодок на колеса

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

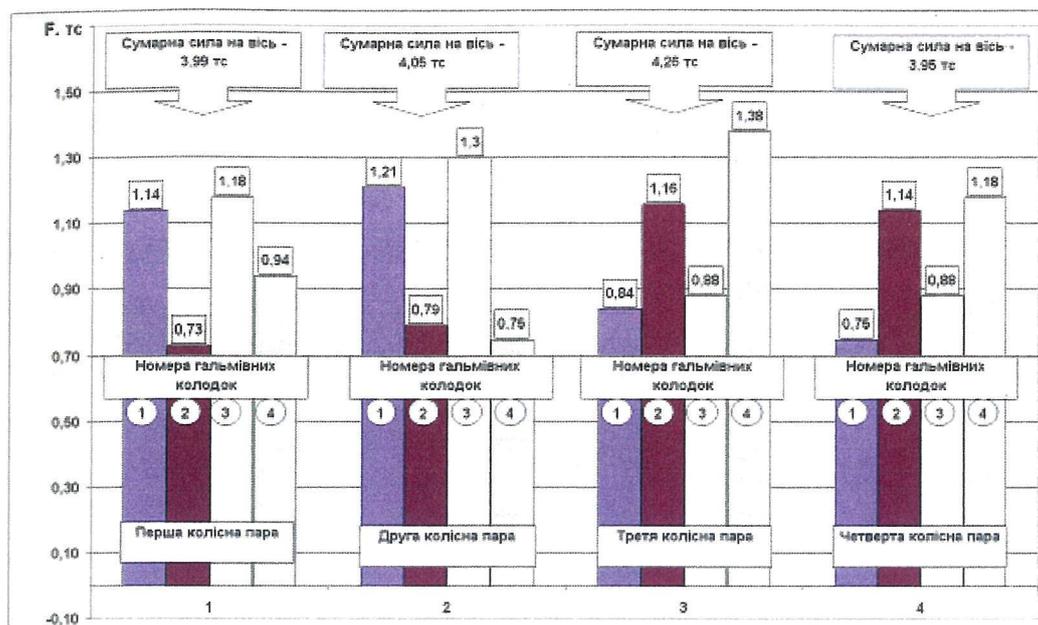


Табл. 1. Результати статистичної обробки зусиль натиснення колодок на колеса

Показник	Номер колісної пари			
	1	2	3	4
Чавунні колодки				
Математичне сподівання, тс	2,35	2,27	2,34	2,26
Середньоквадратичне відхилення	0,079	0,09	0,164	0,148
Коефіцієнт варіації	0,034	0,04	0,07	0,065
Композиційні колодки				
Математичне сподівання, тс	1,0	1,01	1,06	0,99
Середньоквадратичне відхилення	0,18	0,249	0,219	0,178
Коефіцієнт варіації	0,18	0,246	0,206	0,065

Для оцінки імовірності появи повзунів на поверхні кочення коліс при гальмуванні, визначався максимально допустимий гальмівний коефіцієнт (сила натиснення гальмівних колодок на колеса) з використанням наступної рівності [2]:

$$d_{\delta} \cdot j_{\varepsilon\delta} = 0,85 \cdot [\psi_{\varepsilon}] \quad (4)$$

де δ_p - розрахунковий коефіцієнт сили натиснення гальмівних колодок;

$\varphi_{кр}$ - розрахунковий коефіцієнт тертя гальмівних колодок;

$[\psi_{\kappa}]$ - граничний коефіцієнт зчеплення коліс із рейками.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Обчислені граничні допустимі значення максимальних зусиль натиснення наведені в табл.2. Результати розрахунків свідчать, що найбільшу імовірність появи повзунів, через нерівномірний розподіл сил натиснення гальмівних колодок на вісі візків вагона мають внутрішні колісні пари для вагонів з композиційними колодками, для чавунних колодок імовірність появи повзунів незначна, практично нульова.

Табл.2. Максимальні дійсні зусилля натиснення гальмівних колодок на вісь колісної пари, при яких виникає ковзання колеса по рейці (юзова ситуація)

Швидкість, км/год	Композиційні колодки	Чавунні колодки
40	1,517 тс/вісь	3,89 тс/вісь
100	1,44 тс/вісь	4,9 тс/вісь
120	1,409 тс/вісь	4,96 тс/вісь
140	1,376 тс/вісь	4,993 тс/вісь
160	1,351 тс/вісь	4,965 тс/вісь

Розрахункові дослідження підтверджуються дослідженнями пошкоджуваності коліс в експлуатації. На рис. 3 наведений розподіл ушкоджень колісних пар швидкісного поїзда «Київ-Москва».

Виконані розрахункові дослідження про вплив виходу штока гальмівного циліндра на величину дійсної сили натиснення колодок на колеса показують, що вихід штока не суттєво впливає на дійсну силу натиснення гальмівних колодок на колеса (рис. 4).

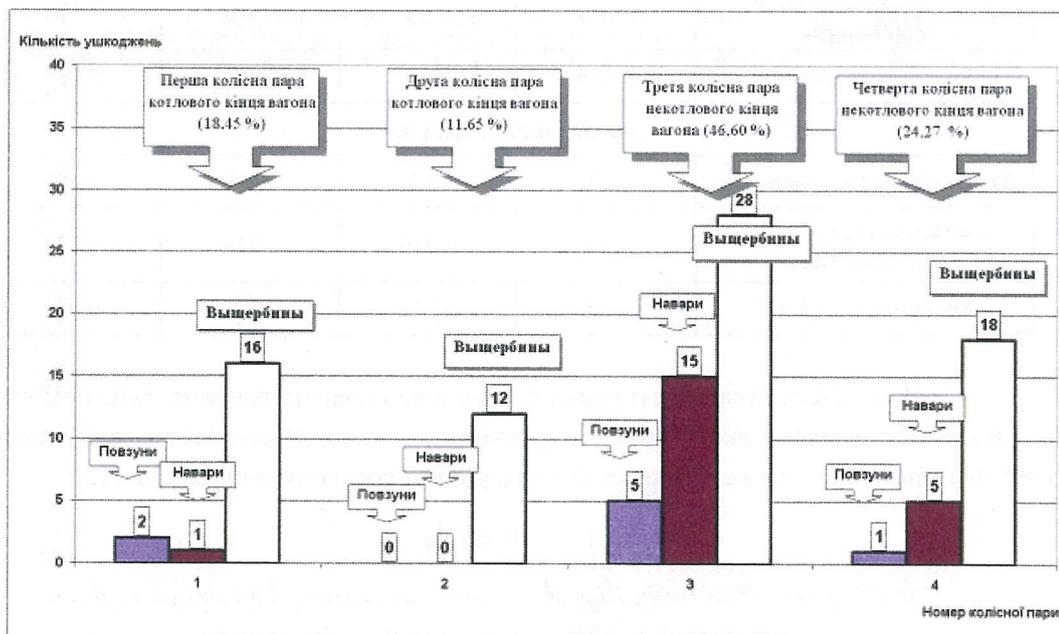


Рис. 3. Пошкоджуваність колісних пар швидкісного поїзда «Київ-Москва»

* - номер колісної пари

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

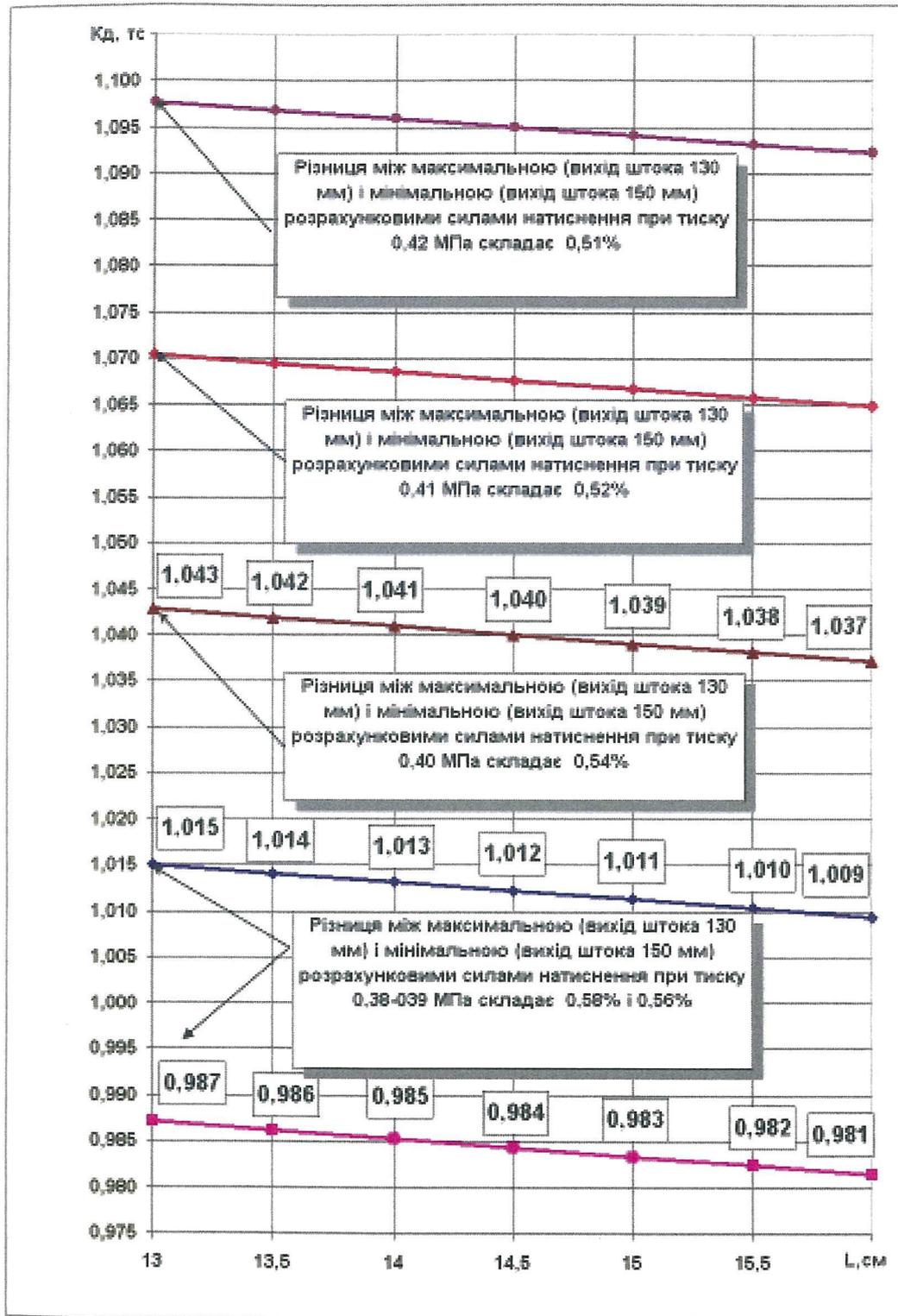


Рис. 4. Дійсна сила натиснення гальмівних колодок на колеса в залежності від виходу штока гальмівного циліндра

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Виконані дослідження показали:

1. Виникнення юзових ситуацій для пасажирських вагонів, з колодковим гальмом обумовлено недосконалістю конструкції важільної передачі, яка спричиняє нерівномірний розподіл сил натиснення гальмівних колодок на колісні пари;
2. Найбільші сили натиснення реалізуються на внутрішніх колісних парах, максимальні зусилля приходяться на третю від котлової сторони вагона колісну пару;
3. Імовірність появи повзунів на поверхні кочення коліс вагонів з композиційними колодками збільшується з підвищенням швидкості гальмування й становить від 0,0213 (2,13%) при швидкості 40 км/год до 0,0952 (9,52%) при швидкості 160 км/год, для чавунних колодок імовірність юзових ситуацій у зазначеному діапазоні швидкостей малоімовірна, практично дорівнює нулю;
4. Рекомендується для пасажирських вагонів з конструкційною швидкістю 120 км/год використовувати чавунні колодки, для конструкційної швидкості більше 120 км/год - композиційні колодки з роздільним гальмуванням на кожен візок, або дискові гальма із протиюзним пристроєм.
5. Вихід штока гальмівного циліндра суттєво не впливає на дійсні сили натиснення гальмівних колодок на колеса

ЛІТЕРАТУРА

1. М.Н. Степанов. Статистичні методи обробки результатів механічних випробувань. Довідник. - М.: Машинобудування, 1985 р.
2. Норми для розрахунку й проектування вагонів залізниць МШС колії 1520 мм (несамохідних). - ГосНІВ-ВНДІЗТ, 1996 р.