

УДК 629.4

*А.В. Донченко, Ю.Я. Водянніков, Т.В. Шелейко*

### ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛ НАТИСНЕНЬ ГАЛЬМІВНИХ КОЛОДОК В ПРОЦЕСІ ГАЛЬМУВАННЯ ВАНТАЖНОГО ВАГОНА

*Наведені результати розрахункових досліджень сил натиснень гальмівних колодок на колеса вантажного вагона під час гальмування. Показано, що застосування роздільної гальмівної системи дозволяє підвищити стабільність гальмівних характеристик і, тим самим, зменшити імовірність виходу миттєвих значень розрахункового коефіцієнта сили натиснення за межі нормованого інтервалу.*

Під час проведення розрахункових досліджень гальмівних характеристик чи гальмівної ефективності вантажного вагона припускається, що сила натиснення колодок на колеса розподіляється рівномірно, а максимальна величина передаточного числа гальмівної важільної передачі визначається, виходячи з виконання умов недопущення юза у всьому діапазоні швидкостей на початку гальмування. Однак, численні експериментальні дослідження свідчать, що сили натиснення гальмівних колодок розподіляються нерівномірно не тільки по осях вагона, але й у межах однієї колісної пари. Така нерівномірність обумовлена особливістю передачі зусиль типової колодкової гальмівної системи системою тяг і важелів.

Одним зі шляхів розвитку гальмівних систем вантажних вагонів є удосконалення важільної передачі, типова конструкція якої зумовлює нерівномірний розподіл дійсних сил натиснення гальмівних колодок на колісні пари, складність регулювання гальмівної системи, а також суттєві втрати зусиль через пружні деформації складових важільної передачі і як наслідок цього – низький ККД передачі 1-4 .

Крім того, для підвищених осьових навантажень (до 245-294 кН) і швидкостей руху вантажних поїздів (до 120-140 км/год) потрібно збільшити гальмівну силу вагонів, аби забезпечити необхідну довжину шляху гальмування. У цьому випадку застосування типової системи потребує частого регулювання гальмівної важільної передачі для виключення зростання пошкоджуваності коліс і зносу колодок. Розкид сил натиснення при цьому теж має неабияке значення, оскільки у поєднанні з нерівномірним осьовим навантаженням може бути однією з причин виникнення повзунів на поверхнях катання коліс. Як альтернатива типовій системі гальмування, останнім часом усе більшого застосування на вантажних вагонах набувають роздільні гальмівні системи, які дозволяють [1, 3]:

- підвищити ККД гальмівної важільної передачі завдяки зменшенню кількості шарнірних з'єднань;
- збільшити жорсткість деталей важільної передачі завдяки скороченню їхньої довжини;
- спростити регулювання та обслуговування важільної передачі;

© А.В. Донченко, Ю.Я. Водянніков, Т.В. Шелейко, 2012

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

– підвищити надійність роботи гальмівної системи завдяки автономному впливу гальмівних циліндрів на кожний візок;

– регулювати гальмівне зусилля кожного візка окремо залежно від його завантаження (за потреби авторежим встановлюється на кожному візку).

Досліджувалися гальмівні системи (типова і роздільна) напіввагонів однакового конструктивного виконання (маса тари вагона 24,5 т, вантажопідйомність 75,5 т, осьове навантаження 25 тс).

Вимірювання дійсних сил натиснення проводилися за середнього режиму увімкнення повітророзподільника під час екстреного гальмування порожнього і повністю завантаженого (імітація) вагона в процесі стаціонарних гальмівних випробувань з використанням силувимірювальних датчиків, що ставилися замість гальмівних колодок. Сили натиснення записувалися на комп'ютер і моделювалися у вигляді діаграм (рис. 1, 2). Аналіз діаграм показав, що сили натиснення колодок на колеса розподіляються нерівномірно і змінюються не тільки по осях вагона, але й у межах однієї колісної пари.

Проведені дослідження виявили деякі переваги роздільної гальмівної системи перед типовою. По-перше, сили натиснення на колісні пари розподіляються більш рівномірно (рис. 3, 4), а по-друге, такі системи забезпечують більш стабільні гальмівні характеристики (рис. 5-8) [1, 2, 7, 8]:

– імовірність щодо забезпечення нормативної гальмівної ефективності за розрахунковим коефіцієнтом сили натиснення для вагонів з роздільним гальмуванням у порівнянні з типовою гальмівною системою вище в 1,03 і 1,02 рази відповідно для порожнього і навантаженого вагонів (табл. 1, 2);

– для системи роздільного гальмування стандартне відхилення сили натиснення у порівнянні з типовою гальмівною системою для порожнього вагона менше на 10 % і 38 %, для навантаженого вагона – на 15 % і 24 % відповідно для зовнішньої і внутрішньої колісних пар.

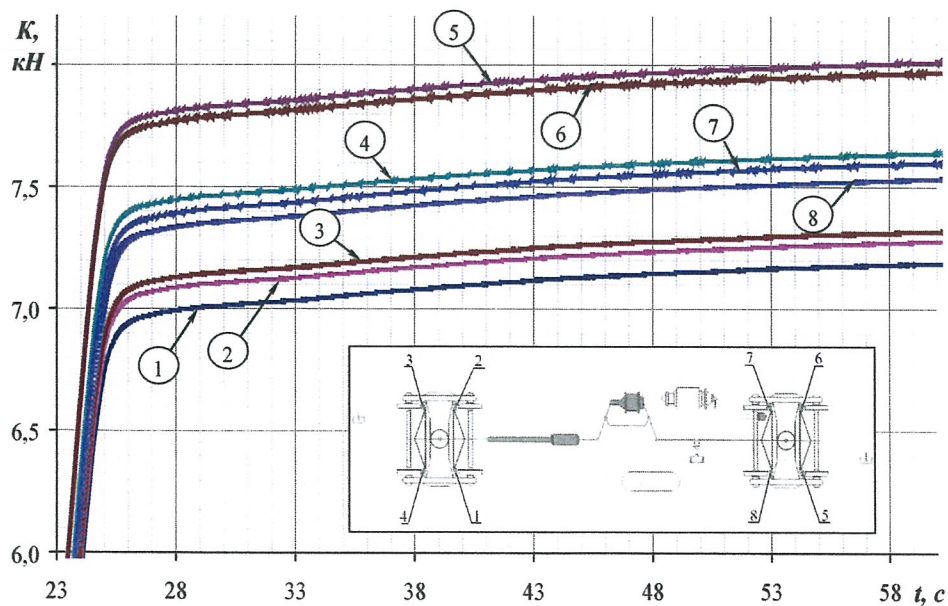
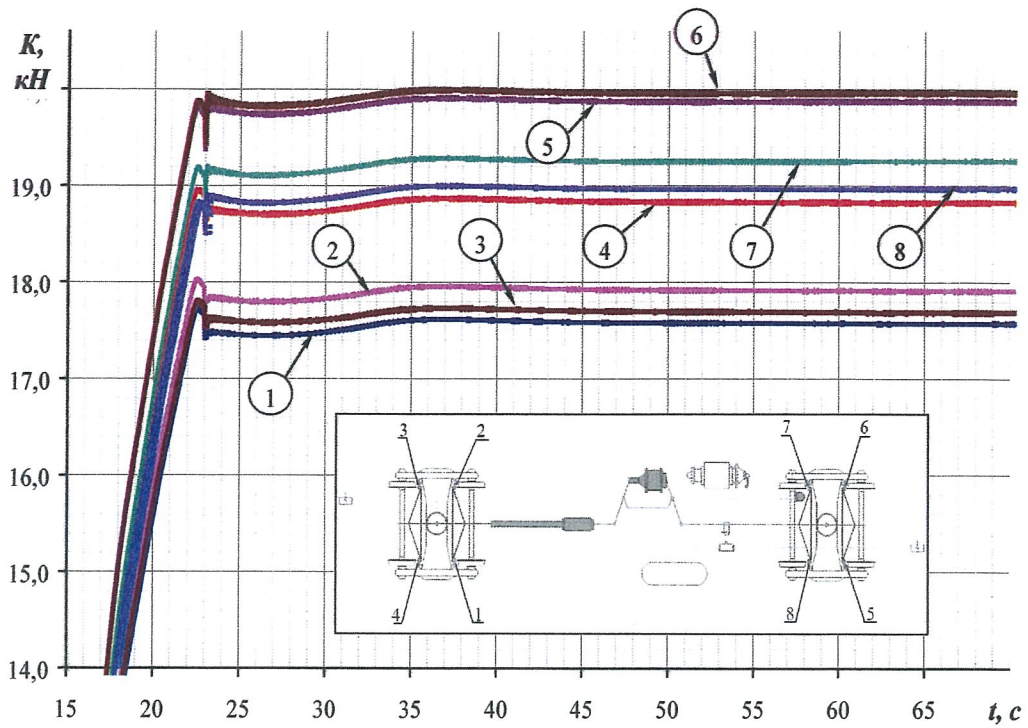
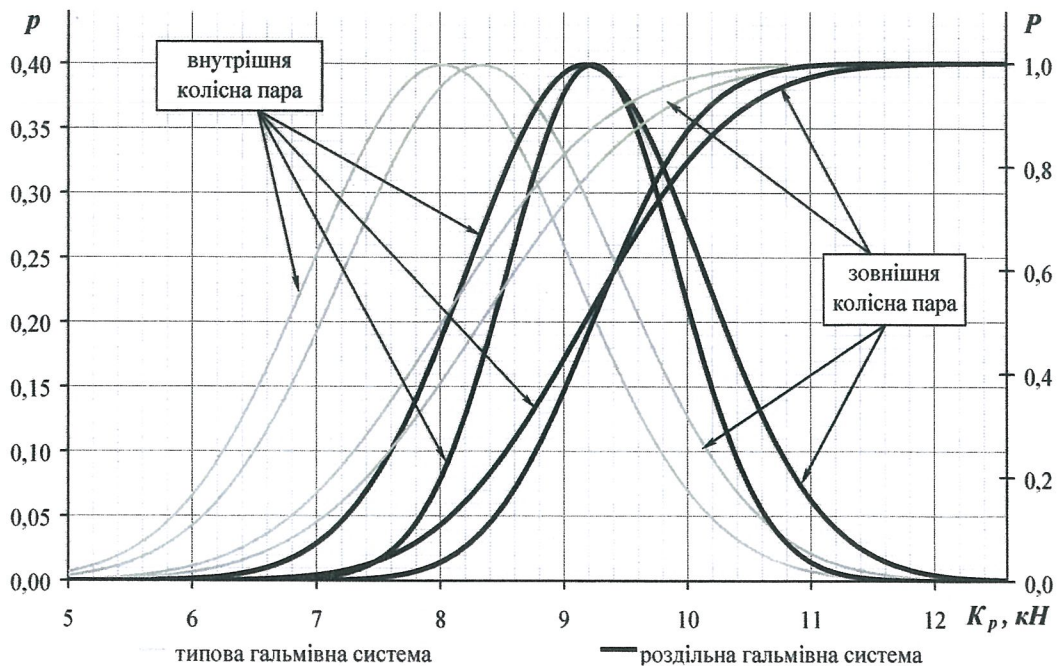


Рис. 1. Діаграма змінювання дійсних сил натиснення гальмівних колодок (1-8) під час екстреного гальмування вагона з типовою гальмівною системою (порожній вагон)

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

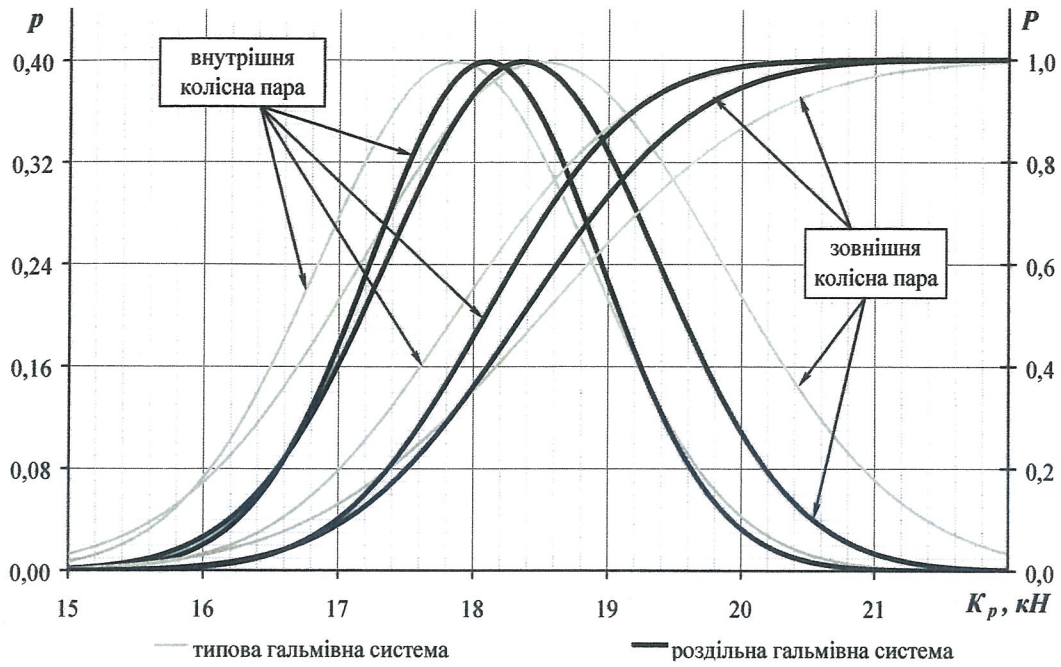


**Рис. 2. Діаграма змінювання дійсних сил натиснення гальмівних колодок (1-8) під час екстреного гальмування вагона з типовою гальмівною системою (повністю завантажений вагон)**

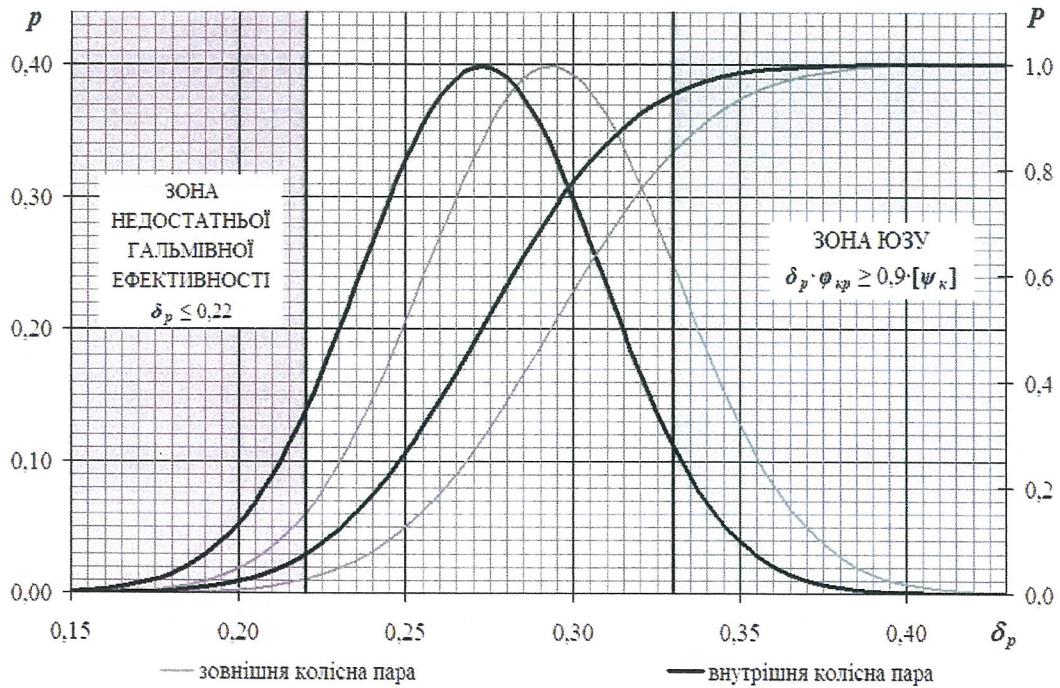


**Рис. 3. Розподіл і щільність розподілу величини розрахункової сили натиснення гальмівних колодок (порожній вагон)**

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

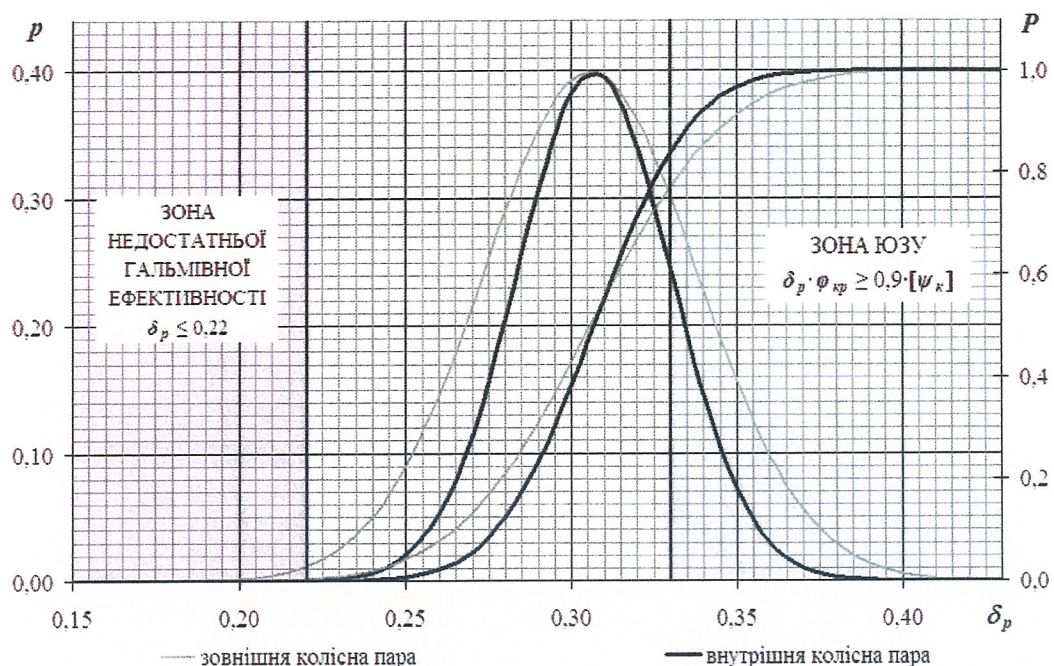


**Рис. 4. Розподіл і щільність розподілу величини розрахункової сили натиснення гальмівних колодок (повністю завантажений вагон)**

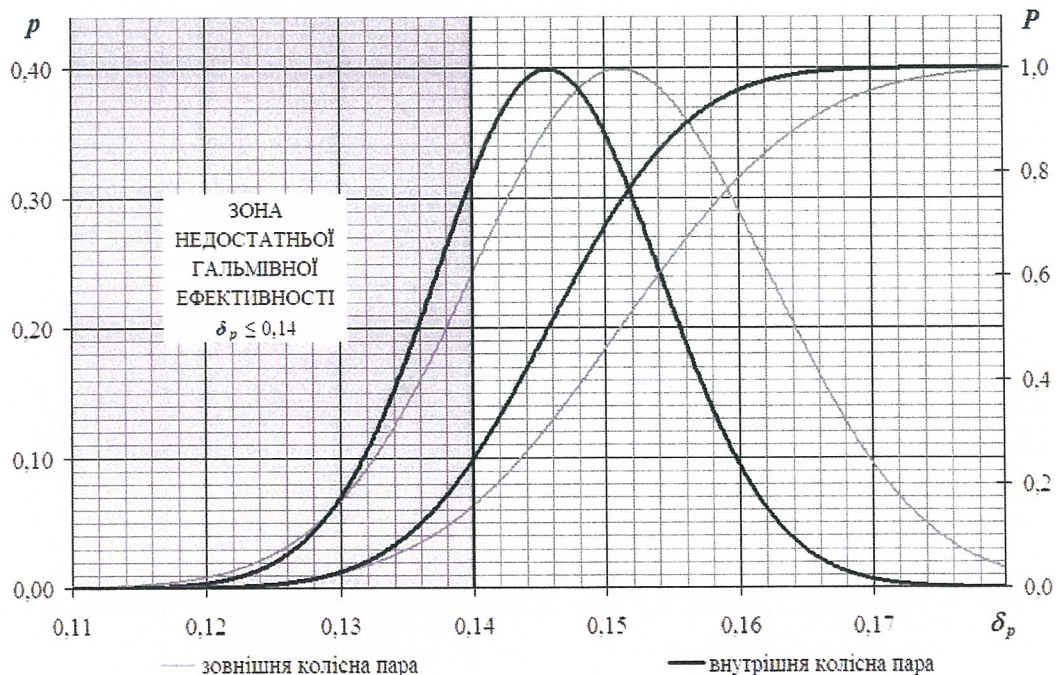


**Рис. 5. Розподіл і щільність розподілу величини розрахункового коефіцієнта сили натиснення гальмівних колодок порожнього вагона з типовою гальмівною системою**

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

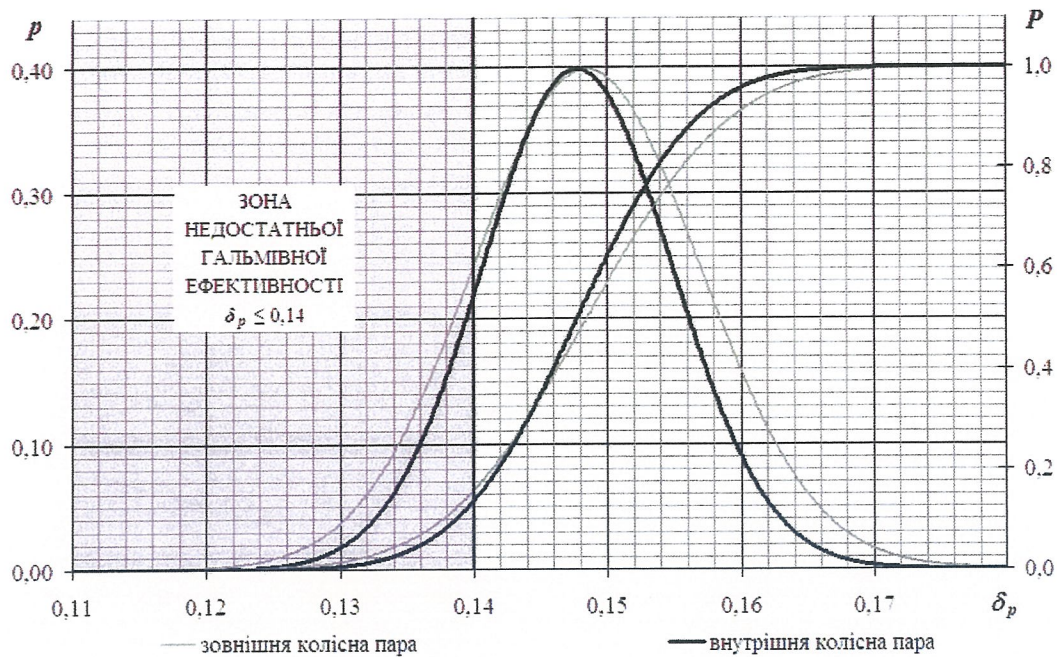


**Рис. 6. Розподіл і щільність розподілу величини розрахункового коефіцієнта сили натиснення гальмівних колодок порожнього вагона з роздільною гальмівною системою**



**Рис. 7. Розподіл і щільність розподілу величини розрахункового коефіцієнта сили натиснення гальмівних колодок повністю завантаженого вагона з типовою гальмівною системою**

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



**Рис. 8. Розподіл і щільність розподілу величини розрахункового коефіцієнта сили натиснення гальмівних колодок повністю завантаженого вагона з роздільною гальмівною системою**

**Таблиця 1. Статистичні характеристики розподілу величин**

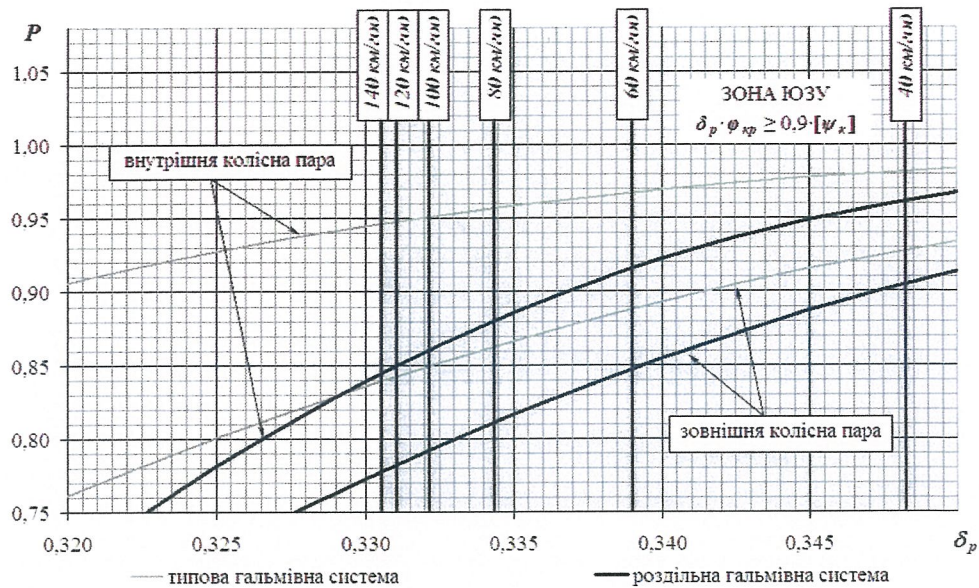
Завантаження вагона	Гальмівна система	Розташування колісної пари на вагоні	Математичне очікування (стандартне відхилення)	
			$K_p$ , кН	$\delta_p$
Порожній вагон	Типова	Зовнішня	8,80 (1,13)	0,293 (0,0376)
		Внутрішня	8,18 (1,08)	0,273 (0,0360)
	Роздільна	Зовнішня	9,18 (0,97)	0,306 (0,0323)
		Внутрішня	9,21 (0,70)	0,307 (0,0233)
Завантажений вагон	Типова	Зовнішня	18,51 (1,37)	0,151 (0,0111)
		Внутрішня	18,85 (1,03)	0,146 (0,0084)
	Роздільна	Зовнішня	18,19 (1,04)	0,148 (0,0085)
		Внутрішня	18,10 (0,87)	0,148 (0,0071)

**Таблиця 2. Імовірність забезпечення гальмівної ефективності розрахунковим коефіцієнтом сили натиснення**

Завантаження вагона	Гальмівна система	Імовірність	
		$F(\delta_p \geq 0,22)$	$F(\delta_p \geq 0,14)$
Порожній вагон	Типова	0,97	
	Роздільна	1,00	
Завантажений вагон	Типова		0,967
	Роздільна		0,989

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Виконані розрахунки показали, що для навантаженого вагона імовірність виходу миттєвих значень розрахункового коефіцієнта сили натиснення гальмівних колодок за межі нормованого інтервалу дорівнює нулю, для порожнього – рівномірно збільшується зі збільшенням швидкості на початку гальмування (рис. 9).



**Рис. 9. Імовірність попадання розрахункового коефіцієнта сили натиснення порожнього вагона в зону юзу**

Таким чином, виконані дослідження дозволяють стверджувати, що:

- сили натиснення гальмівних колодок на колеса вантажного вагона під час гальмування розподіляються нерівномірно, найбільш навантаженими є внутрішні колісні пари;
- нерівномірний розподіл сил натиснення гальмівних колодок на колеса підвищує імовірність виходу миттєвих значень розрахункового коефіцієнта сили натиснення за межі нормованого інтервалу, яка у порожнього вагона збільшується з підвищенням швидкості руху на початку гальмування;
- застосування систем роздільного гальмування дозволить підвищити стабільність гальмівних характеристик і зменшити імовірність виходу миттєвих значень розрахункового коефіцієнта сили натиснення за межі нормованого інтервалу.

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

### ЛІТЕРАТУРА

1. Башкиров К.В. Совершенствуем тормозные системы грузовых вагонов / К.В. Башкиров // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2006. – № 2(6). – С. 13-15.
2. Крылов В.В. Новые решения в тормозном оборудовании / В.В. Крылов // Железнодорожный транспорт. – 2005. – № 2. – С. 51-53.
3. Диская М.В. Использование системы раздельного торможения / М.В. Диская // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2006. – № 3(7). – С. 33.
4. Бабаев А.М. Эволюция и пути совершенствования тормозов грузовых вагонов / А.М. Бабаев, П.Д. Даньш // Вагонный парк. – 2009. – № 7-8. – С. 25-27.
5. Автотормозное и пневматическое оборудование подвижного состава рельсового транспорта : каталог комплектующего оборудования : Часть I. – М.: Ассоциация «АСТО», 2007. – 157 с.
6. Автотормозное и пневматическое оборудование подвижного состава рельсового транспорта : каталог комплектующего оборудования : Часть II. – М.: Ассоциация «АСТО», 2007. – 118 с.
7. Шелейко Т.В. Тормозной вес как критерий тормозной эффективности грузовых вагонов / Т.В. Шелейко // Тези 3 Міжнар. наук.-практ. конф. [«Інтеграція України в міжнародну транспортну систему»] – Д.: Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2011. – С. 80-81.
8. Водяніков Ю.Я. Методика оценки показателей надежности и остаточного ресурса элементов подвижного состава / Ю.Я. Водяніков, Т.В. Шелейко // Тези доп. другої наук.-практ. конф. [«Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: техніка, технологія, економіка і управління»]. – К.: Держ. екон.-технолог. ун-ту трансп., 2004. – Частина 1. Техніка, технологія. – С. 20.
9. ЦВ-ЦЛ-0013 Інструкція з ремонту гальмівного обладнання вагонів зі змінами та доповненнями. – К., Видавничий дім «САМ», 2005. – 160 с.
10. Водяніков Ю.Я. Вплив зносу гальмівних колодок на силу натиснення під час гальмування / Ю.Я. Водяніков, К.Л. Жихарцев, Т.В. Шелейко // II Міждунар. партнер. конф. [«Проблеми подвижного состава: пути решения через взаимодействие государственного и частного секторов» (Ялта, 19-20 мая 2011 г.)]. – Х.: Подвижной состав. – С. 39.
11. Водяніков Ю.Я. Дослідження з розподілу сил гальмівного натиснення колодок на колеса / Ю.Я. Водяніков, А.В. Гречко, Т.В. Шелейко // Тези доп. 73 Міжнар. наук.-техн. конф. кафедр акад., інж.-техн. працівн. з-ць, п-в та орг. України та ін. країн – Х.: Укр. держ. акад. заліз. трансп., 2011. – С. 10-11.
12. Бабаев А.М. Влияние размещения тормозных колодок на колесе грузового вагона на эффективность его торможения / А.М. Бабаев, П.Д. Даньш // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна – Д.: Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2008. – Вип. 22. – С. 7-9.
13. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). – М.: ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. – 260 с.
14. ЦШ-0001 Інструкція з сигналізації на залізницях України. – К.: ТОВ «Інпрес», 2008. – 160 с.
15. Типовой расчет тормоза грузовых и рефрижераторных вагонов. – М., 1996. – 19 с.
16. ЦТ-ЦВ- ЦЛ-0015 Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України. – К.: Транспорт України, 2002. – 145 с.
17. Иноземцев В.Г. Нормы и методы расчета автотормозов / В.Г. Иноземцев, П.Т. Гребенюк. – М.: Транспорт, 1971. – 56 с.
18. Гребенюк П.Т. Правила тормозных расчетов / Труды ВНИИЖТ. М.: Интекст, 2004. – 112 с.