

О.М. Сафронов*

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»

вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна

Телефон: (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

Ю.Я. Водянніков

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»

вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна

Телефон: (05366) 6-13-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

ОСОБЛИВОСТІ КРИТЕРІЇВ ГАЛЬМІВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ ГОСТ 34434

Стаття присвячена аналізу критеріїв гальмівної ефективності вантажних поїздів з вагонами, що мають підвищене осьове навантаження до 294,3 кН (30 тс) під час руху зі швидкостями до 120 км/год включно. Збільшення продуктивності вантажних поїздів за рахунок підвищення техніко-економічних показників вагонів шляхом збільшення осьового навантаження до 294,3 кН (30 тс) і швидкостей руху поїздів до 160 км/год зумовили розробку технічних вимог і правил до гальмівних систем, викладеними в ГОСТ 34434-18.

Згідно з новими правилами і вимогами, в якості критеріїв гальмівної ефективності вантажних вагонів прийняті: максимальні доступні значення гальмівних шляхів вантажного поїзда на рівній площаді в заданих інтервалах швидкостей руху осьових навантажень; розрахункові коефіцієнти сили натискання композиційних колодок на колеса при гальмуванні; сили натискання композиційних колодок на вісь в перерахунку на чавунні колодки.

Розрахунок максимального допустимого значення гальмівного шляху вантажного поїзда виконується за дійсною силою натиснення і дійсним коефіцієнтами тертя. В роботі показано, що питомі гальмівні сили, одержувані за дійсними силам натискання перевищують розрахункові питомі гальмівні сили з використанням розрахункових коефіцієнтів. Виходячи з викладеного, робиться висновок, що критерії гальмівної ефективності за максимальними допустимими значеннями гальмівних шляхів і розрахунковими коефіцієнтами сили натиснення мають істотні невідповідності один одному. Запропоновано замість розрахункових коефіцієнтів для оцінки гальмівної ефективності вантажного поїзда використовувати дійсні коефіцієнти сили натискання.

© Сафронов О.М., Водянніков Ю.Я., 2021

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

У статті наведені допустимі значення дійсних значень сил натискання колодок на колеса для вагонів з осьовим навантаженням (230,5 - 294,3) кН при швидкостях руху до 120 км/год включно, для яких виконується критерій з гальмівного шляху вантажного поїзда.

Ключові слова: критерій, гальмівна ефективність, вантажний поїзд, осьове навантаження, гальмівний шлях, питома гальмівна сила, розрахунковий коефіцієнт.

А.М. Сафронов*

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавской обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-03-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

Ю.Я. Водяников

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавской обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-13-24, E-mail: office@ukrndiv.com.ua

ОСОБЕННОСТИ КРИТЕРИЕВ ТОРМОЗНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ГОСТ 34434

Статья посвящена анализу критериев тормозной эффективности грузовых поездов с вагонами, имеющими повышенную осевую загрузку до 294,3 кН (30 тс) при движении со скоростями до 120 км/ч включительно. Увеличение производительности грузовых поездов за счет повышения технико-экономических показателей вагонов путем увеличения осевой загрузки до 294,3 кН (30 тс) и скоростей движения поездов до 160 км/ч обусловили разработку технических требований и правил к тормозным системам, изложенными в ГОСТ 34434-18

Согласно новым правилам и требованиям, в качестве критериев тормозной эффективности грузовых вагонов приняты: максимальные допустимые значения тормозных путей грузового поезда на ровной площадке в заданных интервалах скоростей движения осевых нагрузок; расчетные коэффициенты силы нажатия композиционных колодок на колеса при торможении; силы нажатия композиционных колодок на ось в пересчете на чугунные колодки.

Расчет максимального допустимого значения тормозного пути грузового поезда выполняется по действительным силам нажатия и действительным коэффициентам трения. В работе показано, что удельные тормозные силы, получаемые по действительным силам нажатия превышают расчетные удельные тормозные силы с использованием расчетных коэффициентов.

Исходя из изложенного, делается вывод, что критерии тормозной эффективности по максимальным допустимым значениям тормозных путей и расчетным коэффициентам силы нажатия имеют существенное несоответствие друг другу. Предложено вместо расчетных коэффициентов для оценки тормозной эффективности грузового поезда использовать действительные коэффициенты силы нажатия.

В статье приведены допустимые значения действительных значений сил нажатия колодок на колеса для вагонов с осевой нагрузкой (230,5 - 294,3) кН при скоростях в движении до 120 км/ч включительно, для которых выполняется критерий по тормозному пути грузового поезда.

Ключевы слова: критерии, тормозная эффективность, грузовой поезд, осевая нагрузка, тормозной путь, удельная тормозная сила, расчетные коэффициенты.

Вступ. Важливу роль у підтриманні безпеки руху поїздів відіграють критерії гальмівної ефективності вантажних вагонів, призначення яких має базуватися як на конструктивному виконанні гальм, так і на їх здатності забезпечувати нормативні вимоги безпеки. Вперше, згідно з новими вимогами ГОСТ 34434-18, допускається швидкість руху вантажних поїздів до 160 км/год з осьовими навантаженнями до 294,3 кН (30 тс).

У зв'язку з цим, потрібен ретельний аналіз критеріїв, що забезпечують гальмівну ефективність вантажного поїзда згідно з новими вимогами.

Так як колодкові гальмівні системи не забезпечують гальмівну ефективність вантажних вагонів з осьовими навантаженнями (230,5 - 294,3) кН для швидкостей руху 140-160 км/год, то аналізу критеріїв гальмівної ефективності піддаються вантажні поїзда у межах 90-120 км/год включно. Уперше для вантажних поїздів введені максимальні допустимі значення гальмівних шляхів залежно від швидкості на початку гальмування і осьового навантаження вагонів.

Слід зазначити, що згідно з новими правилами ГОСТ 34434-18, визначення гальмівних шляхів вантажного поїзда, здійснюється за дійсною силою натиснення гальмівних колодок та дійсного коефіцієнта тертя. Разом з тим, в якості критеріїв гальмівної ефективності (гальмівного шляху вантажного поїзда), включені розрахункові коефіцієнти сили натиснення композиційних колодок (табл. 1), для яких розрахункова питома гальмівна сила визначається як добуток розрахункового коефіцієнта на розрахунковий коефіцієнт тертя, які визначаються за формулами отриманими під час середньої сили натиснення композиційних гальмівних колодок на колеса незалежно від типу вагону з урахуванням осьового навантаження 23,5 тс [2].

В той же час, згідно з новими правилами, передбачаються осьові навантаження вантажних вагонів до 30 тс включно. Очевидно, використання розрахункових коефіцієнтів сили натиснення гальмівних колодок на колеса, в якості критерію для оцінки гальмівної ефективності вантажних вагонів, не можна визнати досить коректним.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Таблиця 1. – Вимоги до ефективності гальмівних систем вантажних вагонів за ГОСТ 34434-18

Параметр		Швидкість на початку гальмування, км / год		
		до 90 км / год включ.	в. 90 км / год до 100 км / год включ.	в. 100 км / год до 120 км / год включ.
1	2	3	4	5
Гальмівний шлях, м, не більше	для завантажених вагонів	1060	1040	1200
	для порожніх вагонів	720	890	1200
Розрахунковий коефі- цієнт сили натиснен- ня композиційних гальмівних колодок	для завантажених вагонів	0,14	0,18	0,25
	для порожніх вагонів	0,22	0,22	0,25

Мета роботи. Відмінність ідеології розрахункових досліджень гальмівного шляху за дійсним і розрахунковим коефіцієнтами обумовлює невизначеність в оцінці гальмівної ефективності вантажного поїзда. В цьому зв'язку, на нашу думку, в нових правилах недостатньо критеріїв для повної і остаточної оцінки гальмівної ефективності вантажних вагонів. Тому, метою роботи є визначення критерію, який забезпечує більш об'єктивну оцінку гальмівної ефективності.

Матеріали та результати досліджень. Призначення критеріїв можна розглядати з різних методологічних позицій, але при цьому слід враховувати, що найбільш важливим моментом, який визначає призначення, виступає мета, заради досягнення якої найбільш підходящим способом або із застосуванням найбільш підходящого засобу повинен послужити обраний критерій.

Цілі робіт з використанням обраного критерію можуть формулюватися по різному, головне полягає в тому, щоб вони повно і в той же час концентровано відображали суть досліджуваного процесу, умови його існування і роль гальмівної системи вагона в протіканні гальмівного процесу вантажного поїзда. Найбільш часто критерії застосовуються під час проведення досліджень з цілями відбору варіантів об'єкта (виробу, комплексу, до складу якого входить виріб, або системи комплексів), його оцінки як технічного (конструкційного) пристрою, так і варіантів його застосування.

Під час відбору варіантів, зазвичай, порівнюються однотипні зразки за абсолютними або відносними показниками якості або сукупності якостей виробів. Відбір проводиться з екстремального значення показника, що характеризує якість виробу. Оскільки технічний виріб, як правило, є складним і має низку якостей, то рішення про його відбір приймається на основі аналізу ряду показників, що характеризують ці якості. Значення результатів досліджень при цьому зростає через необхідність відображення повноти тієї чи іншої якості в показнику і отримання достовірного значення показника.

У зв'язку з тим, що всі три згадані групи випадків (при відборі зразка, оцінці виробу та оцінці рішення на його застосування) характеризуються приблизно од-

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

ним рівнем складності рішення задачі вибору критеріїв, єдністю підходів до такого рішення, близьким за призначенням і змістом результатом вибору, виникає бажання і прагнення створити універсальний апарат оцінки виробу.

Для гальмівних систем вантажних вагонів універсальними є такі критерії, за яких забезпечується безпека експлуатації рухомого складу.

На відміну від типових вимог, в яких для оцінки гальмівної ефективності прийняті два критерії - розрахунковий коефіцієнт сили натиснення композиційних колодок на колеса і сили натиснення на вісь в перерахунку на чавунні колодки [3-6], проте, згідно з новими правилами і вимогами, в якості критеріїв гальмівної ефективності вантажних вагонів прийняті три критерії:

- ✓ максимальні допустимі значення гальмівних шляхів вантажного поїзда на рівній площадці в заданих інтервалах швидкостей руху;
- ✓ розрахункові коефіцієнти сили натиснення композиційних колодок на колеса при гальмуванні;
- ✓ сили натиснення композиційних колодок на вісь в перерахунку на чавунні колодки в заданих інтервалах швидкостей руху і осьових навантажень.

Перші два критерії визначають гальмівну ефективність вантажного поїзда незалежно від осьового навантаження вагона, а третій визначається в залежності від осьового навантаження.

Слід зазначити, що третій критерій є похідною величиною, так як визначається згідно гальмівного шляху, отриманого за першим чи другим критеріями.

Так як одним з критеріїв гальмівної ефективності за новими правилами є розрахункові коефіцієнти сили натиснення гальмівних колодок на колеса, то для оцінки гальмівної ефективності за максимальним допустимим значенням гальмівного шляху вантажного поїзда потрібно використання двох методів проведення розрахункових досліджень: або за дійсними, або за розрахунковими коефіцієнтами сили натиснення колодок на колеса. Проте, дійсні коефіцієнти сили натиснення колодок не входять в якості критерію для оцінки гальмівної ефективності вантажного поїзда (див. табл. 1).

Відмінності в методах розрахунку гальм обумовлює різницю питомих гальмівних сил, отриманих за дійсними і розрахунковими силами натиснення гальмівних колодок (рис.1).

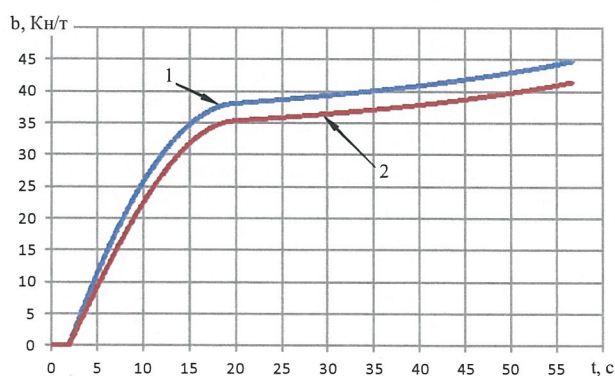


Рис. 1. Питомі гальмівні сили:

1 - отримані за дійсними силами натиснення; 2 - отримані за розрахунковими силами натиснення

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Вказані відмінності обумовлюють невизначеність при остаточному виборі критерію гальмівної ефективності. На нашу думку, найбільш важливим критерієм є дійсний коефіцієнт сили натиснення гальмівних колодок, оціночною величиною якого є максимальні допустимі значення гальмівних шляхів вантажного поїзда на рівній площадці.

Тому, завдання полягало у визначенні мінімальних допустимих дійсних коефіцієнтів, за яких гальмівний шлях вантажного поїзда на рівній площадці відповідає гальмівним шляхам вантажного поїзда згідно таблиці 2.

Таблиця 2. - Допустимі значення гальмівних шляхів вантажних поїздів

Швидкість на початку гальмування, км / год	до 90 включ.	в. 90 до 100 включ.	в. 100 до 120 включ.
Гальмівний шлях для вантажних поїздів в навантаженому стані	1060	1040	1200
Гальмівний шлях для вантажних поїздів в порожньому стані	720	890	1200

Визначення мінімальних допустимих дійсних коефіцієнтів виконувалися на прикладі напіввагона у завантаженому та порожньому станах.

Розрахунки виконувались при осьовому навантаженні вагонів (230,5 - 294,3) кН і швидкостях на початку гальмування від 90 км/год до 120 км/год включно. Результати розрахункових досліджень наведені в таблиці 3.

Таблиця 3. - Дійсні коефіцієнти сил натиснення гальмівних колодок, які задовольняють максимально допустимим значенням гальмівного шляху вантажного поїзда

V, км/ч	Для завантаженого поїзда		Для порожнього поїзда	
	δд, кН/т	δд, прив, тс/т (δд/g)	δд, кН/т	δд, прив, тс/т (δд/g)
1	2	3	4	5
навантаження на вісь 230,5 кН (23,5 тс)				
90	1,296	0,132	1,949	0,199
100	1,820	0,186	2,735	0,279
120	2,532	0,258	3,806	0,388
навантаження на вісь 245,3 кН (25 тс)				
90	1,314	0,134	1,973	0,201
100	1,851	0,189	2,779	0,283
120	2,586	0,264	3,882	0,396

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Закінчення табл. 3

1	2	3	4	5
навантаження на вісь 264,9 кН (27 тс)				
90	1,338	0,136	2,044	0,208
100	1,892	0,193	2,890	0,295
120	2,659	0,271	4,062	0,414
навантаження на вісь 294,3 кН (30 тс)				
90	1,373	0,140	2,204	0,225
100	1,955	0,199	3,137	0,320
120	2,768	0,282	4,441	0,453

Гальмівна ефективність вантажного поїзда за дійсними коефіцієнтами сили натиснення композиційних колодок, в залежності від осьового навантаження, наведена в таблиці 4.

Таблиця 4. - Вимоги до ефективності гальмівних систем вантажних вагонів з урахуванням осьових навантажень

Параметр	Швидкість на початку гальмування, км/год		
	до 90 включ.	в. 90 до 100 включ.	в. 100 до 120 включ.
Гальмівний шлях, м, не більше	1060	1040	1200
Навантаження на вісь, Кн (тс)	Дійсні коефіцієнти кН/т (тс/т)		
230,5 (23,5)	1,296 (0,132)	1,82 (0,186)	2,532 (0,258)
245,3 (25)	1,314 (0,134)	1,851 (0,189)	2,586 (0,264)
264,9 (27)	1,338 (0,136)	1,892 (0,193)	2,659 (0,271)
294,3 (30)	1,373 (0,140)	1,955 (0,199)	2,768 (0,282)

Висновки. Виходячи з підсумків проведеного дослідження встановлено:

1. Критерій гальмівної ефективності за розрахунковим коефіцієнтом суперечить методиці визначення гальмівного шляху за дійсними коефіцієнтами сили натиснення гальмівних колодок і дійсним коефіцієнтами тертя згідно ГОСТ 34434-18;
2. Відсутність критерію для оцінки гальмівного шляху вантажного поїзда за дійсними коефіцієнтами ускладнює вибір параметрів гальмівної системи вантажного вагона під час проведення розрахункових досліджень;
3. Рекомендується гальмівну ефективність вантажного поїзда визначати за дійсними коефіцієнтами сили натиснення гальмівних колодок в залежності від осьового навантаження вагона і максимальної швидкості на початку гальмування;
4. В якості основного рекомендується залишити один критерій - дійсний коефіцієнт сили натиснення гальмівних колодок на колеса.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

ЛІТЕРАТУРА

1. ГОСТ 34434-2018. Тормозные системы грузовых железнодорожных вагонов. Технические требования и правила расчета. [Действует с 30.10.2018]. Москва: Стандартинформ, 2018. 27 с. (Межгосударственные стандарты).
2. Гребенюк П., Долганов А., Скворцова А. Тяговые расчеты. М.: «Транспорт», 1987. 272 с.
3. P549/4. Методика расчета тормозов грузовых вагонов колеи 1520 мм. Варна, Республика Болгария: Организация сотрудничества железных дорог, 2005. 12 с.
4. Инструкция ЦВ-0011. Нормативы по тормозам. Київ: «Укрзалізниця», 1997. 19 с.
5. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных) [Текст]. М.: ГосНИИВ – ВНИИЖТ, 1996. 319 с.
6. ЦВ-ЦЛ-0013. Інструкція з ремонту гальмівного обладнання вагонів. Київ. «Укрзалізниця», 2005. 160 с.
7. ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015. Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України, Київ, «Транспорт України», 2002. 143 с.
8. Гребенюк П. Правила тормозных расчетов. М: «Интекст», 2004. 112 с.

O.M. Safronov

State Enterprise "Ukrainian Scientific Railway Car Bulding Research Institute"
33 I. Prikhodka Str., Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine
tel.: +39 05366 60324

Yu.Ya. Vodiannikov

State Enterprise "Ukrainian Scientific Railway Car Bulding Research Institute"
33 I. Prikhodka Str., Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine
tel.: +38 05366 61324

ASPECTS OF BRAKING EFFICIENCY CRITERIA FOR FREIGHT WAGONS UNDER THE LATEST RULES OF HOST 34434-18

The paper deals with the analysis of the braking efficiency criteria for freight trains formed with wagons that have increased axle load up to 294.3 kN (30 ts) when moving at speeds up to 120 km/h inclusive. Increasing the efficiency of freight trains by increasing the technical and economic performance of cars by increasing the axial load to 294.3 kN (30 ts) and train speeds up to 160 km/h led to the development of technical requirements and rules for braking systems set out in HOST 34434-18.

According to the new rules and requirements, the following are accepted as criteria for the braking efficiency of freight wagons, that is, up to the maximum values of the braking distances of the freight train on the site in the specified intervals of speeds of axial loads; calculated coefficients of force of pressing of composite blocks on wheels at braking; the pressing force of the composite pads on the axis in terms of cast iron pads.

The calculation of the maximum allowable value of the braking distance of the freight train is performed based on the actual pressing forces and the actual friction coefficients. The paper shows that the specific braking forces obtained using the actual

pressing forces exceed the calculated specific braking forces using the calculated coefficients.

Based on the above-mentioned, it is concluded that the braking efficiency criteria with reference to the maximum allowable values of the braking distances and the calculated coefficients of the pressing force have a significant discrepancy between each other. It is proposed to use the actual pressure force coefficients instead of the calculated coefficients to assess the braking efficiency of the freight train.

The paper presents the permissible values of the actual force values of pressing the pads on the wheels for wagons with axial load (230.5 - 294.3) kN at speeds up to 120 km/h inclusive, for which the braking distance criterion of the freight train is observed.

Key words: criterion, braking efficiency, freight train, axial load, braking distance, specific braking force, calculated coefficients, actual coefficient.

REFERENCES

1. Tormoznyie sistiemy hruzovykh zhielieznodorozhnykh vahonov. Tiekhnichieskiie tribovaniia i pravila raschieta [Brake systems of freight railway cars. Technical requirements and calculation rules]. (2018, October 30). *HOST 34434-2018*. Interstate standards. Moscow: Standardinform, p.32 [in Russian]
2. Hriebieniuk P., Dolhanov A. & Skvortsova A. (1987). *Tiahovyye raschiety [Traction calculations]*. Moscow: "Transport", p. 272 [in Russian]
3. Metodika raschieta tormozov hruzovykh vahonov kolei 1520 mm [Calculation procedure for freight wagons brakes for track gauge 1520 mm]. (2005). *R549/4* Republic Bulgaria, Varna: Railway Cooperation Organization, p.12 [in Russian],
4. *Yinstruktsia TsV-0011. Normativy po tormozam. [Instruction. Standards for brakes]*. (1997). Kyiv: «Ukrzaliznytsia», p.19 [in Russian]
5. *Normy dlia raschieta i proektirovaniia vahonov zhielieznykh doroh MPS kolei 1520 mm (niesamokhodnykh) [Standards for the calculation and design of railway cars of the Ministry of Railways 1520 mm (non-self-propelled)]*. (1996). Moscow: HosNIIV – VNIIZhT, p. 319 [in Russian]
6. *Instruktsiia z remontu halmivnoho obladdnannia vahoniv TsV-TsL-0013 [Instruction on repair of rail-car brake equipment]*. (2005). Kyiv, p.160 [in Ukrainian]
7. *Instruktsiia z ekspluatatsii halm rukhomoho skladu na zaliznytsiakh Ukrainy Tst-TsV-TsL-0015 [Instructions on the operation of rolling stock brakes on the railways of Ukraine]*. (2002). Kyiv: «Transport Ukrainy», p. 143 [in Ukrainian]
8. Hriebieniuk P. (2004). *Pravyla tormoznykh raschietov [Rules of brake calculations]*. Moscow: "Intext", p. 112 [in Russian]