

**С.В. Кукін\***

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
(ДП «УкрНДІВ»)  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна  
Телефон: +830673063006, E-mail: kukasv@rambler.ru

**Ю.Я. Водянніков**

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
(ДП «УкрНДІВ»)  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна  
Телефон: +830501859807, E-mail: vodyann@i.ua

**Є.Р. Можейко**

Публічне акціонерне товариство «Крюківський вагонобудівний завод» (ПАТ «КВБЗ»)  
вул. І. Приходька 139, м. Кременчук, Полтавської обл., 51925, Україна  
Телефон: +830675313098, E-mail: gruzvag@kvsz.com

**А.Є. Можейко**

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
(ДП «УкрНДІВ»)  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна  
Телефон: +830689218675, E-mail: antimanton@gmail.com

**С.А. Павлов**

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»  
(ДП «УкрНДІВ»)  
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавської обл., 39621, Україна  
Телефон: +830671398971, E-mail: pavlik86@ukr.net

### ОЦІНКА ГАЛЬМІВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАГОНА ЦИСТЕРНИ МОДЕЛІ 15-7140 НА ДОТРИМАННЯ ВИМОГ ГОСТ 34434-2018

Наведено результати дослідження гальмівної ефективності вагона цистерни моделі 15-7140 на відповідність вимог ГОСТ 34434-2018. Дослідження виконувалися методом «кидання», а обробка результатів за спеціально складеною програмою на ЕОМ з урахуванням фактичних параметрів цистерни. Гальмівні коефіцієнти одиночного вагона перераховувалися на максимальне завантаження вагона з урахуванням осьового навантаження, а також на мінімальний тиск в гальмівному циліндрі завантаженого і порожнього вагонів. Встановлено, що гальмівний шлях поїзда на площадці з вагонів цистерн моделі 15-7140 в завантаженому стані відповідає вимогам гальмівної ефективності ГОСТ 34434-2018 для швидкостей руху до 90 км/год, для порожнього вагона гальмівні шляхи знаходяться в межах допустимих значень для швидкостей до 120 км/год включно.

**Ключові слова:** гальмівна ефективність, вантажний вагон, гальмівний шлях, важільна передача, гальмівні коефіцієнти.

© Кукін С.В., Водянніков Ю. Я., Можейко Є.Р., Можейко А.Є.,  
Павлов С.А., 2020

---

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

### **С.В. Кукин\***

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения» (ГП «УкрНИИВ»)

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

Телефон: +830673063006, E-mail: kukasv@rambler.ru

### **Ю.Я. Водяников**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения» (ГП «УкрНИИВ»)

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

Телефон: +830501859807, E-mail: vodyann@i.ua

### **Е.Р. Можейко**

Публичное акционерное общество «Крюковский вагоностроительный завод (ПАО «КВСЗ»)

ул. И. Приходька 139, г. Кременчуг, Полтавской обл., 51925, Украина

Телефон: +830675313098, E-mail: gruzvag@kvsz.com

### **Е. А. Можейко**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения» (ГП «УкрНИИВ»)

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

Телефон: +830689218675, E-mail: antimanton@gmail.com

### **С.А. Павлов**

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения» (ГП «УкрНИИВ»)

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

Телефон: +830671398971, E-mail: pavlik86@ukr.net

## ОЦЕНКА ТОРМОЗНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВАГОНА ЦИСТЕРНЫ МОДЕЛИ 15-7140 НА СОБЛЮДЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ГОСТ 34434-2018

*Приведены результаты исследования тормозной эффективности вагона цистерны модели 15-7140 на соответствие требованиям ГОСТ 34434-2018.*

*Исследования выполнялись методом «бросания», а обработка результатов по специально составленной программе на ЭВМ с учетом фактических параметров цистерны. Тормозные коэффициенты одиночного вагона пересчитывались на максимальную загрузку вагона с учетом осевой нагрузки, а также на минимальное давление в тормозном цилиндре загруженного и порожнего вагонов. Установлено, что тормозной путь поезда на площадке из вагонов цистерн модели 15-7140 в загруженном состоянии соответствует требованиям тормозной эффективности ГОСТ 34434-2018 для скоростей движения до 90 км/ч, для порожнего вагона тормозные пути находятся в пределах допустимых значений для скоростей до 120 км/ч включительно.*

**Ключевые слова:** *тормозная эффективность, грузовой вагон, тормозной путь, рычажная передача, тормозные коэффициенты.*

У 2018 році вийшов ГОСТ 34434-2018 [1], в якому викладені нові технічні вимоги та правила розрахунку гальмівних систем вантажних вагонів, а також критерії гальмівної ефективності для вагонів з осьовим навантаженням до 30 тс і швидкостями руху до 160 км/год включно.

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Аналіз показав, що параметри, які регламентують гальмівну ефективність вантажних вагонів за новими вимогами, істотно відрізняються від раніше прийнятих.

Основні відмінності полягають у тому, що: в критерії гальмівної ефективності введені максимальні допустимі гальмівні шляхи вантажного поїзда на площадці в залежності від швидкості на початку гальмування (табл. 1), а мінімальні допустимі сили натиснення композиційних колодок на вісь в перерахунку на чавунні колодки для вантажних і порожніх вагонів в залежності від осьового навантаження і швидкості (табл. 2 і 3). Особливості правил гальмівних розрахунків вантажних вагонів ГОСТ 34434-2018 [1] складаються:

*Таблиця 1.- Вимоги до ефективності гальмівних систем вантажних вагонів [1]*

Параметр		Максимальна допустима швидкість руху вантажного вагона в складі поїзда, км/год						
		до 90 включно	понад 90 до 100 включно	понад 100 до 120 включно	понад 120 до 140 включно	понад 140 до 160 включно		
1		2	3	4	5	6	7	8
Тип гальма (за принципом керування)		П	П	П	П	Е	П	Е
Гальмівний шлях, м, не більше	для завантажених вагонів	1060	1040	1200	1340	1130	1720	1470
	для порожніх вагонів	720	890	1200	1340	1130	1720	1470
Розрахунковий коефіцієнт сили натиснення композиційних гальмівних колодок	для завантажених вагонів	0,14	0,18	0,25	0,3		—	—
	для порожніх вагонів	0,22	0,22	0,25	0,28		—	—
Примітки: 1 Всі значення гальмівних шляхів наведені для ділянок шляху з нульовим ухилом. Гальмівні шляхи для значень швидкості понад 140 до 160 км/год включно уточнюються при проектуванні. Знак «-» означає, що параметр не застосовують. 2 В рядку «Тип гальма» символом «П» позначає пневматичне гальмо, символом «Е» - ЕПГ.								

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

**Таблиця 2. - Мінімально допустима розрахункова сила натиснення гальмівних колодок на вісь в перерахунку на чавунні колодки (тс) в залежності від максимальної допустимої швидкості руху вагона в складі поїзда і навантаження від колісної пари на рейки для завантаженого вагона [1]**

Максимальна допустима швидкість руху вантажного вагона в складі поїзда, км/год	Навантаження від колісних пар на рейки, тс						
	До 18,0 включно	понад 18,0 до 20,5 включно	понад 20,5 до 21,5 включно	понад 21,5 до 23,5 включно	понад 23,5 до 25,0 включно	понад 25,0 до 27,0 включно	понад 27,0 до 30,0 включно
1	2	3	4	5	6	7	8
До 90 включно	6,0	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
понад 90 до 100 включно	8,5	9,5	10,0	10,5	11,5	—	—
понад 100 до 120 включно	11,0	12,5	13,0	14,5	—	—	—
понад 120 до 140 включно	14,0	16,0	—	—	—	—	—
понад 140 до 160 включно	14,5	—	—	—	—	—	—

**Таблиця 3. - Мінімально допустима розрахункова сила натиснення (тс) гальмівних колодок на вісь в перерахунку на чавунні колодки в залежності від максимальної допустимої швидкості руху вагона в складі поїзда і навантаження від колісної пари на рейки для порожнього вагона [1]**

Максимальна допустима швидкість руху вантажного вагона в складі поїзда, км/год	Навантаження від колісних пар на рейки, тс						
	до 5 включно	понад 5 до 6 включно	понад 6 до 7 включно	понад 7 до 8 включно	понад 8 до 9 включно	понад 9 до 10 включно	понад 10 до 11 включно
1	2	3	4	5	6	7	8
до 90 включно	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
понад 90 до 100 включно	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
понад 100 до 120 включно	3,0	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
понад 120 до 140 включно	4,0	5,0	5,5	6,5	7,0	8,0	8,5
понад 140 до 160 включно	4,0	5,0	5,5	6,5	7,0	8,0	8,5

1) розрахункові дослідження гальма виконуються з використанням дійсних сил натиснення гальмівних колодок на колеса, а також дійсних коефіцієнтів тертя і дійсної питомої гальмівної сили;

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

2) при визначенні гальмівного шляху вантажного поїзда враховується зміна сили натиснення гальмівних колодок на колеса в процесі гальмування.

Крім того, основний питомий опір руху вантажних вагонів залежить від типу вагона і визначається за формулою [1]:

чотиривісні цистерни, хопери:

$$W_0 = 6,3 + \frac{27,9 + 0,436 \cdot V + 0,022 \cdot V^2}{q_0}, \quad (1)$$

де  $q_0$  - навантаження на колісну пару (вісь), т;

$V$  - швидкість руху, км/год.

Виходячи з вимог ГОСТ 34434-2018 (див. табл. 1, 2, 3), визначенню піддавалися наступні характеристики гальмівного процесу:

1. Гальмівні шляхи вантажного вагона на площадці;
2. Розрахунковий коефіцієнт сили натиснення композиційних колодок;
3. Розрахунковий коефіцієнт сили натиснення чавунних колодок;
4. Дійсний коефіцієнт сили натиснення композиційних колодок на колеса;
5. Коефіцієнти сили натиснення композиційних колодок на колеса перераховувалися на максимальне завантаження вагона і мінімальний тиск стисненого повітря в гальмівних циліндрах;

6. Гальмівні шляхи поїзда на площадці і нормованих спусках визначалися з урахуванням максимального завантаження вагона і мінімальних тисків в гальмівних циліндрах;

7. Розрахункові сили натиснення композиційних колодок на вісь в перерахунку на чавунні визначалися з урахуванням максимального завантаження вагона і мінімальних тисків в гальмівних циліндрах.

Вибір четвертої характеристики зумовлений тим, що гальмівні шляхи вантажного поїзда визначаються за дійсними коефіцієнтами [1].

Для обробки результатів ходових гальмівних випробувань використовувалася спеціальна програма для ЕОМ, яка розроблена на основі методичних положень [2].

Випробування вагона цистерни виконувалися згідно з договором № 102-20 від 08.04.2020 р. з Публічним акціонерним товариством «Крюківський вагонобудівний завод» на відповідність його характеристик вимогам технічного завдання на дослідно-конструкторську роботу «Вагон-цистерна для харчових продуктів (рослинних олій) модель 15-7140» (далі – ТЗ). Цистерна виготовлена згідно з вимогами ТЗ та конструкторської документації 7140.00.000 на ПАТ «КВБЗ» 14.05.2020 р.

Ходові гальмівні випробування передбачали дослідження гальмівної ефективності вагона цистерни в завантаженому та порожньому станах методом «кидання» (рис. 1) для конструкційної швидкості 120 км/год.

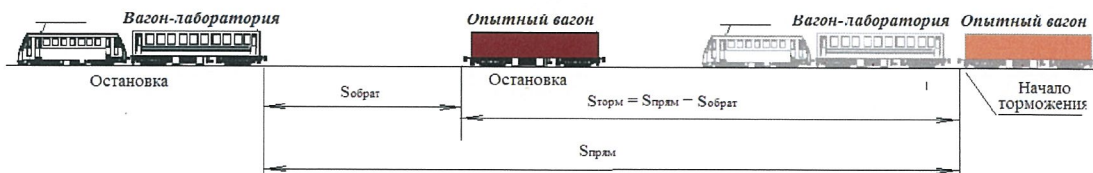


Рис. 1. Ходові гальмівні випробування вантажного вагона методом «кидання»

# РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

## Дослідження гальмівної ефективності вагона цистерни у завантаженому стані

Заміряні значення гальмівних шляхів одиночного вагона на площадці і рівняння лінії тренда приведені на рис. 2.

Дані для розрахункових досліджень вагона цистерни на ЕОМ в навантаженому стані наведені на рис. 3. Результати дослідження показані в таблицях 4, 5, 6. При цьому похибка результатів не перевищує 0,5%.

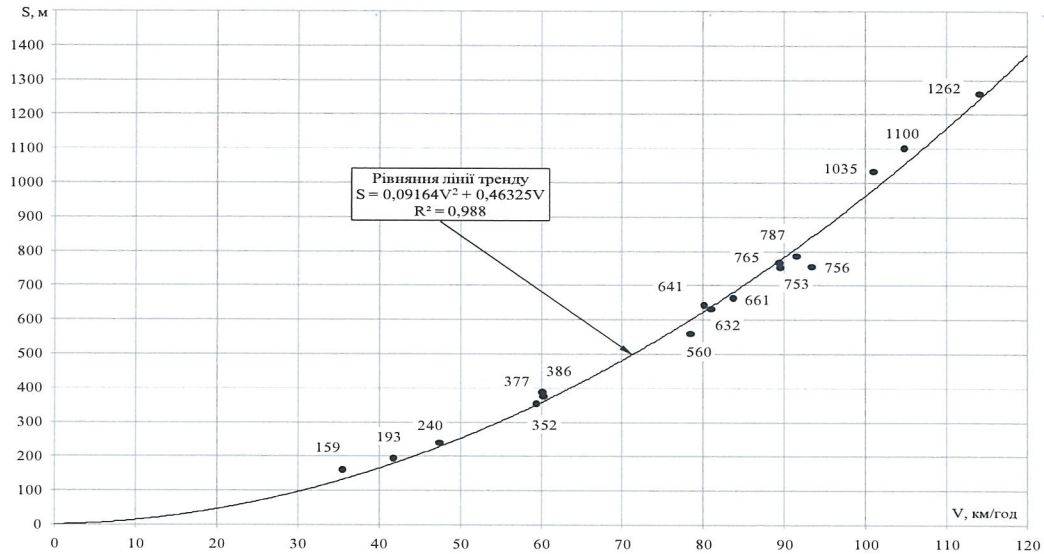


Рис. 2. Лінія тренда гальмівних шляхів вагона

Вхідні дані для дослідження			Розрахунок гальмівних характеристик																																																																																																																
Найменування	позначення	значення	Запуск програми																																																																																																																
модель вагона		15-7140	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Заміряні значення гальмівних шляхів дослідного вагона</th> <th colspan="2">навантажений вагон</th> <th>відносний коефіцієнт</th> </tr> <tr> <th>швидкість, км/год</th> <th>шлях, м</th> <th>швидкість, км/год</th> <th>шлях, м</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5">Коефіцієнти лінії тренду: <math>ax^2 - bx</math></td> </tr> <tr> <td>a</td> <td>b</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0,0916</td> <td>0,4633</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>83,60</td> <td>661,00</td> <td>5</td> <td>0,25</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>93,40</td> <td>756,00</td> <td>6</td> <td>0,3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>78,50</td> <td>560,00</td> <td>7</td> <td>0,35</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>89,50</td> <td>753,00</td> <td>8</td> <td>0,4</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>59,30</td> <td>352,00</td> <td>9</td> <td>0,45</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>89,40</td> <td>765,00</td> <td>10</td> <td>0,5</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>81,00</td> <td>632,00</td> <td>11</td> <td>0,55</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>91,50</td> <td>787,00</td> <td>12</td> <td>0,6</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>60,20</td> <td>386,00</td> <td>13</td> <td>0,65</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>104,70</td> <td>1100,00</td> <td>14</td> <td>0,7</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>60,30</td> <td>377,00</td> <td>15</td> <td>0,75</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>80,00</td> <td>641,00</td> <td>16</td> <td>0,8</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>101,00</td> <td>1035,00</td> <td>17</td> <td>0,85</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>35,40</td> <td>159,00</td> <td>18</td> <td>0,9</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>114,10</td> <td>1262,00</td> <td>19</td> <td>0,95</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>47,50</td> <td>240,00</td> <td>20</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>41,70</td> <td>193,00</td> <td>21</td> <td>1,05</td> <td>0,01258</td> </tr> </tbody> </table>			Заміряні значення гальмівних шляхів дослідного вагона		навантажений вагон		відносний коефіцієнт	швидкість, км/год	шлях, м	швидкість, км/год	шлях, м		Коефіцієнти лінії тренду: $ax^2 - bx$					a	b				0,0916	0,4633				83,60	661,00	5	0,25	0	93,40	756,00	6	0,3	0	78,50	560,00	7	0,35	0	89,50	753,00	8	0,4	0	59,30	352,00	9	0,45	0	89,40	765,00	10	0,5	0	81,00	632,00	11	0,55	0	91,50	787,00	12	0,6	0	60,20	386,00	13	0,65	0	104,70	1100,00	14	0,7	0	60,30	377,00	15	0,75	0	80,00	641,00	16	0,8	0	101,00	1035,00	17	0,85	0	35,40	159,00	18	0,9	0	114,10	1262,00	19	0,95	0	47,50	240,00	20	1	0	41,70	193,00	21	1,05	0,01258
Заміряні значення гальмівних шляхів дослідного вагона		навантажений вагон				відносний коефіцієнт																																																																																																													
швидкість, км/год	шлях, м	швидкість, км/год				шлях, м																																																																																																													
Коефіцієнти лінії тренду: $ax^2 - bx$																																																																																																																			
a	b																																																																																																																		
0,0916	0,4633																																																																																																																		
83,60	661,00	5				0,25	0																																																																																																												
93,40	756,00	6				0,3	0																																																																																																												
78,50	560,00	7				0,35	0																																																																																																												
89,50	753,00	8				0,4	0																																																																																																												
59,30	352,00	9				0,45	0																																																																																																												
89,40	765,00	10				0,5	0																																																																																																												
81,00	632,00	11				0,55	0																																																																																																												
91,50	787,00	12				0,6	0																																																																																																												
60,20	386,00	13				0,65	0																																																																																																												
104,70	1100,00	14				0,7	0																																																																																																												
60,30	377,00	15				0,75	0																																																																																																												
80,00	641,00	16				0,8	0																																																																																																												
101,00	1035,00	17				0,85	0																																																																																																												
35,40	159,00	18				0,9	0																																																																																																												
114,10	1262,00	19				0,95	0																																																																																																												
47,50	240,00	20	1	0																																																																																																															
41,70	193,00	21	1,05	0,01258																																																																																																															
Нормований мінімальний тиск в циліндрі, кгс / см <sup>2</sup>	pdavo	3	0	0	0																																																																																																														
Осьова навантаження, тс	qo	23,5	1	0,05	0																																																																																																														
Фактична вага вагона, тс	mfact	92,58	2	0,1	0																																																																																																														
Фактичний тиск в гальмівному циліндрі, кгс/см <sup>2</sup>	pdav	3,1	3	0,15	0																																																																																																														
Вага тари, тс	mtara	25,28	4	0,2	0																																																																																																														
Початковий час, с	t01	0	5	0,25	0																																																																																																														
Початкова швидкість, км / год	vn	40	6	0,3	0																																																																																																														
Кінцева швидкість, км / год	vk	120	7	0,35	0																																																																																																														
Крок інтервалу часу гальмування, с	shag	0,1	8	0,4	0																																																																																																														
Крок інтервалу швидкості, км / год	shag1	10	9	0,45	0																																																																																																														
Початкове значення розрахункового гальмо. коефіцієнта	ud1	1	10	0,5	0																																																																																																														
Крок інтервалу розрахункового гальмівного коефіцієнта	udsh	0,02	11	0,55	0																																																																																																														
Число інтервалів розрахункового гальмівного коефіцієнта	udk	50	12	0,6	0																																																																																																														
Ухил шляху на площадці, ‰	ii	0	13	0,65	0																																																																																																														
Кількість гальмівних колодок, шт	kolvo	8	14	0,7	0																																																																																																														
Довжина вагона по осях зчеплення, м	lb	12,02	15	0,75	0																																																																																																														
Швидкість поширення гальмівної хвилі, м / с	skortv	250	16	0,8	0																																																																																																														
Кількість вагонів у складі поїзда, шт	koliv	50	17	0,85	0																																																																																																														
нормований ухил, ‰	ii1	-6	18	0,9	0																																																																																																														
нормований ухил, ‰	ii2	-10	19	0,95	0																																																																																																														
Тип вагона	ttyp	2	20	1	0																																																																																																														
Примітка: Значення ttyp відповідає типам вагонів: для ttyp = 1 - чотиривісні напіввагони, крихі вагони, платформи, думкарки; для ttyp = 2 - чотиривісні цистерни, хоппери			21	1,05	0,01258																																																																																																														

Рис. 3. Дані для розрахунку на ЕОМ гальмівної ефективності вагона-цистерни в завантаженому стані

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Таблиця 4. - Характеристики гальмівного процесу одиночного вагона

V, км/год	час	шлях	дійсні	розрах.	чавун	уповіл.	похибка, %
	с	S, м	кН/т	тс/т	тс/т	м/с <sup>2</sup>	
40	24,9	165	1,9161	0,1881	0,3927	0,446	0,772
50	31,1	252	1,8515	0,1820	0,4012	0,447	0,608
60	37,3	358	1,8208	0,1790	0,4123	0,447	0,543
70	43,5	481	1,8075	0,1775	0,4240	0,447	0,515
80	49,7	624	1,8041	0,1768	0,4356	0,447	0,488
90	56,0	784	1,8054	0,1767	0,4466	0,446	0,493
100	62,2	963	1,8097	0,1768	0,4571	0,447	0,494
110	68,6	1160	1,8136	0,1771	0,4668	0,445	0,568
120	74,8	1375	1,8216	0,1775	0,4757	0,446	0,516

Таблиця 5. - Коефіцієнти сили натиснення композиційних колодок при максимальному завантаженні вагона і мінімальному тиску в гальмівному циліндрі

V, км/год	Коефіцієнти сили натиснення композиційних колодок при максимальному осьовому навантаженні і мінімальному тиску			Розрахункова сила натиснення гальмівних колодок на вісь в перерахунку на чавунні колодки (тс)
	дійсні	розрахункові	чавун	
	кН/т	тс/т	тс/т	тс
40	1,8263	0,1793	0,3742	8,79
50	1,7647	0,1735	0,3824	8,99
60	1,7354	0,1706	0,3930	9,23
70	1,7228	0,1692	0,4041	9,50
80	1,7196	0,1686	0,4152	9,76
90	1,7207	0,1684	0,4257	10,00
100	1,7249	0,1686	0,4357	10,24
110	1,7286	0,1688	0,4449	10,46
120	1,7362	0,1692	0,4534	10,66

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

*Таблиця 6. - Гальмівні шляхи вантажного поїзда при максимальному завантаженні вагона і мінімальному тиску в гальмівному циліндрі*

V, км/год	На площадці		
	Час	Шлях	уповіл.
	с	S, м	м/с <sup>2</sup>
40	28,0	187	-0,395
50	34,4	284	-0,402
60	40,9	400	-0,406
70	47,3	536	-0,409
80	53,8	690	-0,412
90	60,3	863	-0,414
100	66,7	1055	-0,415
110	73,3	1267	-0,416
120	79,7	1497	-0,417

*Таблиця 7. - Порівняльна таблиця результатів дослідження до вимог ГОСТ 34434-2018*

V, км/год	до 90 включ.			понад 90 до 100 включ.			понад 100 до 120 включ.		
	ГОСТ	факт	+/-	ГОСТ	факт	+/-	ГОСТ	факт	+/-
S, м	1060	863	+	1040	1055	-	1200	1497	-
δр	0,14	0,1684	+	0,18	0,1686	-	0,25	0,1692	-
Сила на вісь, тс	8,0	10,00	+	10,5	10,24	-	14,5	10,66	-

### Дослідження гальмівної ефективності вагона цистерни в порожньому стані

Заміряні значення гальмівних шляхів одиночного вагона на площадці і рівняння лінії тренду наведено на рис. 4.

Дані для розрахункових досліджень вагона цистерни на ЕОМ в порожньому стані наведено на рис. 5, результати дослідження – в таблицях 8, 9, 10. При цьому похибка результатів не перевищує 0,5%.



## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

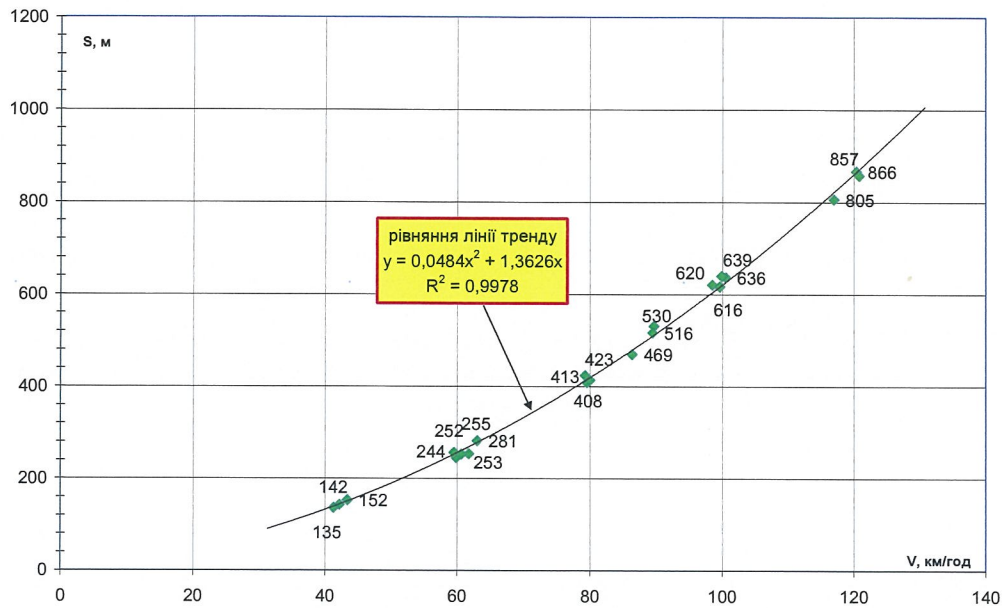


Рис. 4. Лінія тренда гальмівних шляхів вагона

Вхідні дані для дослідження				Розрахунок гальмівних характеристик							
		позначення	значення	Запуск програми							
1	Найменування										
2	модель вагона		15-7140								
4	Максимальний нормований тиск, кгс/см <sup>2</sup>		maxdav	Задані значення гальмівних шляхів дослідного вагона		порожній вагон					
5	Мінімальний нормований тиск, кгс/см <sup>2</sup>		mindav	шлях, м		відносний коефіцієнт					
6	Осьова навантаження, тс		ao	шлях, м		відносний коефіцієнт					
7	Фактична вага вагона, тс		mfact	шлях, м		відносний коефіцієнт					
8	Фактичне тиск в гальміному циліндрі, кгс/см <sup>2</sup>		pdav	шлях, м		відносний коефіцієнт					
9	Вага тари, тс		mtara	шлях, м		відносний коефіцієнт					
10	Початковий час, с		t01	шлях, м		відносний коефіцієнт					
11	Початкова швидкість, км / год		vn	шлях, м		відносний коефіцієнт					
12	Кінцева швидкість, км / год		vk	шлях, м		відносний коефіцієнт					
13	Крок інтервалу часу гальмування, с		shag	шлях, м		відносний коефіцієнт					
14	Крок інтервалу швидкості, км / год		shag1	шлях, м		відносний коефіцієнт					
15	Початкове значення розрахункового гальмо. коефіцієнта		ud1	шлях, м		відносний коефіцієнт					
16	Крок інтервалу розрахункового гальмівного коефіцієнта		udsh	шлях, м		відносний коефіцієнт					
17	Число інтервалів розрахункового гальмівного коефіцієнта		udk	шлях, м		відносний коефіцієнт					
18	Узяття шляху, %		h	шлях, м		відносний коефіцієнт					
19	Кількість гальмівних колодок, шт		kolvo	шлях, м		відносний коефіцієнт					
20	Довжина вагона по осі зчеплення, м		lb	шлях, м		відносний коефіцієнт					
21	Швидкість поширення гальмівних хвиль, м / с		skortv	шлях, м		відносний коефіцієнт					
22	Кількість вагонів у складі поїзда, шт		kolv	шлях, м		відносний коефіцієнт					
23	нормований узяття, %		h1	шлях, м		відносний коефіцієнт					
24	нормований узяття, %		h2	шлях, м		відносний коефіцієнт					
25	Тип вагона		tipr	шлях, м		відносний коефіцієнт					
26	Примітка: Значення tipr відповідає типам вагонів:										
27	tipr = 1 - чотириісні напіввагони, криті вагони, платформи, дузларки										
28	tipr = 2 - чотириісні цистерни, лопери										
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											

Рис. 5. Дані для розрахунку на ЕОМ гальмівної ефективності вагона-цистерни в порожньому стані

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Таблиця 8. - Характеристики гальмівного процесу одиночного вагона

V, км/год	час	шлях	дійсні	розрахункові	чавун	уповільнення	похибка, %
	с	S, м	кН/т	тс/т	тс/т	м/с <sup>2</sup>	
40	21,3	132	1,6344	0,1928	0,4064	0,5216	0,733
50	24,5	189	1,7962	0,2097	0,4642	0,5669	0,346
60	27,8	256	1,9240	0,2228	0,5139	0,5995	0,183
70	31,0	333	2,0299	0,2333	0,5574	0,6272	0,063
80	34,3	419	2,1190	0,2420	0,5961	0,6479	0,031
90	37,7	515	2,1924	0,2493	0,6305	0,6631	0,024
100	41,0	620	2,2552	0,2553	0,6615	0,6775	0,021
110	44,3	736	2,3090	0,2604	0,6895	0,6897	0,020
120	47,7	860	2,3542	0,2647	0,7146	0,6988	0,002

Таблиця 9. - Коефіцієнти сили натиснення композиційних колодок при мінімальному тиску в гальмівному циліндрі

V, км/год	Коефіцієнти сили натиснення композиційних колодок при мінімальному тиску			Коефіцієнти сили натиснення композиційних колодок при максимальному тиску			Розрахункова сила натиснення гальмівних колодок на вісь в перерахунку на чавунні колодки (тс)
	дійсні	розрахункові	чавун	дійсні	розрахункові	чавун	
	кН/т	тс/т	тс/т	кН/т	тс/т	тс/т	
40	1,4009	0,1652	0,3483	1,8679	0,2203	0,4644	2,201
50	1,5396	0,1797	0,3979	2,0528	0,2396	0,5305	2,514
60	1,6492	0,1910	0,4405	2,1989	0,2546	0,5873	2,784
70	1,7399	0,2000	0,4778	2,3198	0,2667	0,6370	3,020
80	1,8162	0,2075	0,5109	2,4217	0,2766	0,6812	3,229
90	1,8792	0,2137	0,5405	2,5056	0,2849	0,7206	3,416
100	1,9330	0,2189	0,5670	2,5774	0,2918	0,7560	3,583
110	1,9791	0,2232	0,5910	2,6388	0,2976	0,7880	3,735
120	2,0179	0,2269	0,6125	2,6905	0,3025	0,8167	3,871

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

*Таблиця 10. - Гальмівні шляхи вантажного поїзда при мінімальному тиску в гальмівному циліндрі*

V, км/год	На площадці		
	Час	Шлях	Уповільнення
	с	S, м	м/с <sup>2</sup>
40	26,5	171	-0,417
50	30,2	241	-0,458
60	33,9	323	-0,490
70	37,6	415	-0,515
80	41,3	518	-0,536
90	45,1	632	-0,553
100	48,9	757	-0,567
110	52,6	893	-0,579
120	56,4	1039	-0,589

Результати досліджень свідчать (табл. 11), що гальмівна ефективність вагона цистерни відповідає вимогам ГОСТ 34434-2018 для швидкостей руху до 120 км/год включно.

*Таблиця 11. - Порівняльна таблиця результатів дослідження до вимог ГОСТ 34434-2018*

V, км/год	до 90 включно			понад 90 до 100 включно			понад 100 до 120 включно		
	ГОСТ	факт	+/-	ГОСТ	факт	+/-	ГОСТ	факт	+/-
S, м	720	632	+	890	757	+	1200	1039	+
δр	0,22	0,214	-	0,22	0,219	-	0,25	0,227	-
Сила на вісь, тс	3,5	3,416	-	3,5	3,583	+	4,5	3,871	-

Перевірка на відсутність юза (заклинювання) колісних пар виконувалася при максимальному тиску в гальмівних циліндрах (див. табл. 10) відповідно до методики [1]. Результати перевірки при максимальному тиску в гальмівному циліндрі в досліджуваному діапазоні швидкостей свідчать про виконання умови щодо недопущення юза колісних пар порожнього вагону (рис. 6).

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

### Висновки.

1. Вагон цистерна моделі 15-7140, відповідно до вимог ГОСТ 34434-2018, може експлуатуватися в завантаженому стані при швидкостях руху до 90 км/год включно;
2. Вагон цистерна моделі 15-7140, відповідно до вимог ГОСТ 34434-2018, може експлуатуватися в порожньому стані при швидкостях руху до 120 км/год включно.

### ЛІТЕРАТУРА

1. ГОСТ 34434-2018. Тормозные системы грузовых железнодорожных вагонов. Технические требования и правила расчета. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС), принят 30 октября 2018 г. (протокол № 113-П), Москва, Стандартинформ, 2018. 31 с.
2. Сафронов А. М. Тормозная эффективность грузовых вагонов. Методология расчетных и экспериментальных исследований с использованием математических моделей и компьютерного моделирования (монография):// А.М. Сафронов, Е.Г., Ю.Я. Водяников, Е.Г. Макеева – Кременчуг ,Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения (УкрНИИВ) 2018 г. – 174 с.

#### **S.V. Kukin\***

State Enterprise «Ukrainian Research Railway Car Building Institute» (DP «UkrNDIV»)  
33, Prykhodka Str., Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
Tel.: +830673063006, E-mail: kukasv@rambler.ru

#### **Yu.Ya. Vodiannikov**

State Enterprise «Ukrainian Research Railway Car Building Institute» (DP «UkrNDIV»)  
33, Prykhodka Str., Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
Tel.: +830501859807, E-mail: vodyann@i.ua

#### **Ye.R. Mozheiko**

Private Joint Stock Company «Kryukovsky Railway Car Building Works» PJSC «KCBW»  
139, Prykhodka Str., Kremenchuk, Poltava region, 51925, Ukraine  
Tel.: +830675313098, E-mail: gruzvag@kvsz.com

#### **A.Ye. Mozheiko**

State Enterprise «Ukrainian Research Railway Car Building Institute» (DP «UkrNDIV»)  
33, Prykhodka Str., Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
Tel.: +830689218675, E-mail: antimanton@gmail.com

#### **S.A. Pavlov**

State Enterprise «Ukrainian Research Railway Car Building Institute» (DP «UkrNDIV»)  
33, Prykhodka Str., Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine  
Tel: +830671398971, E-mail: pavlik86@ukr.net

### EVALUATION OF THE BRAKING EFFICIENCY OF TANK CAR MODELS 15-7140 FOR COMPLIANCE WITH REQUIREMENTS OF GOST 34434-2018

*Results for study of the braking efficiency of tank car model 15-7140 for compliance with requirements GOST 34434-2018 are given. Research was performed using method of "throwing", and data processing was performed using special drawn up ECM program taking into account actual tank parameters. Braking coefficients of a single car were recalculated to maximum car loading taking into account axle loading, and to minimal*

---

## РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

---

*pressure in the braking cylinder of loaded and empty cars. It was determined that the braking distance of the train of the site of loaded tank cars model 15-7140 corresponds to the braking efficiency requirements of GOST 34434-2018 for running speeds of 90 km/h, braking distances of the empty car are within acceptable values for speeds to 120 km/h inclusive.*

**Key words:** *braking efficiency, freight car, braking distance, rod gear, braking coefficients*

### REFERENCES

1. GOST 34434-2018. Tormoznye sistemy gruzovykh zheleznodorozhnykh vagonov. Tekhnicheskie trebovaniya- I pravila rascheta [Brake systems of freight railways cars. Technical requirements and calculation rules]. Interstate Council for Standardization, Metrology and Certification (ISS), adopted on October 30, 2018 (Minutes № 113-P), Moscow, Standardinform, 2018. pp.31
2. Safronov, A.M., Vodiannikov Yu.Ya, Makeeva (2018) Tormoznaya effektivnost gruzovykh vagonov. Metodologiya raschetnykh I ehksperimentalnykh issledovanij s ispolzovaniem matematicheskikh modelej I kompyuternogo modelirovaniya [Brake efficiency of freight cars. Methodology of calculation and experimental research using mathematical models and computer modeling]:monograph. Kremenchug. Ukrainian Research Railway Car Building Institute (UkrNIIV). p. 174.