

УДК 629. (431+432). 004.163

Е.В. Третьак, С.О. Столетов, А.О. Сулим, А.Ю. Крижановський («КВБЗ»)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БОКОВИХ ТА ВЕРТИКАЛЬНИХ СИЛ ВІД НАПІВВАГОНА МОДЕЛІ 12-7023-01 НА ВЕРХНЮ БУДОВУ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ

В статті розглянуто результати досліджень з впливу бокових та вертикальних сил на верхню будову залізничної колії від напіввагона моделі 12-7023-01 з пробігом понад 100 тис. км після деповського ремонту для чотирьох дослідних ділянок (прямої, кривих радіусом 419 м, 906 м та стрілочному переводі типу Р65 марки 1/9). За результатами аналізу досліджень встановлено, що зазначений напіввагон відповідає критеріям інноваційності в частині впливу на колію. Встановлено, що знос ходових частин безпосередньо впливає на значення бічних та вертикальних сил. Виявлено, що за мірою зносу ходових частин напіввагона моделі 12-7023-01 на візках моделі 18-7020 збільшується вплив бокової сили на верхню будову залізничної колії.

Вступ. У 2015 році Технічною радою Укрзалізниці прийнято вимоги для підтвердження параметрів інноваційності вантажних вагонів з пробігом після останнього планового ремонту понад 100 тис. км [1]. Згідно зазначених вимог, основними нормативними параметрами з впливу на колію та стрілочні переводи є бокова та вертикальна сили від вантажного вагона. З метою перевірки на відповідність зазначених вимог проведено експериментальні дослідження з визначення впливу на залізничну колію напіввагона моделі 12-7023-01 на візках моделі 18-7020. Даний напіввагон виготовлений згідно з вимогами ТУ [2], які розроблені підприємством-виробником і узгоджені в установленому порядку, та знаходився в експлуатації на коліях ПАТ «Укрзалізниця».

Мета роботи – аналіз результатів досліджень з впливу бокових та вертикальних сил на верхню будову залізничної колії від напіввагона моделі 12-7023-01 з пробігом понад 100 тис. км після деповського ремонту для оцінки відповідності критеріям інноваційності.

Матеріал і результати досліджень. Напіввагон моделі 12-7023-01 з осьовим навантаженням 23,5 тс (230,5 кН), виготовлений ПАО «Крюківський вагонобудівний завод» та призначений для перевезення сипких, штучних, пакетованих вантажів, які не потребують захисту від атмосферних опадів, зі швидкостями до 120 км/год.

Загальний вид вагона, який піддавався випробуванням, наведено на рисунку 1.

Підготовка і проведення досліджень з впливу вагона на залізничну колію здійснювались згідно з М 6.5.00706 [3]. Під час проведення досліджень вагон був завантажений щебенем. Маса завантаженого вагона склала 92,4 т.

© Третьак Е.В., Сулим А.О., Столетов С.О., Крижановський А.Ю., 2018

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Дослідження проводились під час руху дослідного зчепу на чотирьох дослідних ділянках залізничної колії: на прямій, кривих радіусом 906 м та 419 м та на стрілочному переводі типу Р65 марки 1/9 по прямому та боковому напрямках. Дослідний зчеп формувався із двох електровозів ЧС-2 та дослідного напіввагона моделі 12-7023-01. Поїздки дослідного зчепу здійснювалися «човниковим» методом (туди і назад) на всіх дослідних ділянках.



Рис. 1. Загальний вид вагона, який піддавався випробуванням

Під час дослідження з впливу вагона на залізничну колію (на прямій ділянці колії, у кривих радіусом 906 м та 419 м, стрілочному переводі типу Р65 марки 1/9 по прямому та боковому напрямках), визначались наступні показники:

– максимальні бічні сили, які передаються від колеса на рейку за умови міцності рейкових скріплень (при зношених параметрах вузлів з пробігом понад 100 тис. км після деповського ремонту);

– максимальне динамічне вертикальне навантаження від колеса на рейку (при зношених параметрах вузлів з пробігом понад 100 тис. км після деповського ремонту).

Реєстрацію та запис процесів під час проїздів виконано за допомогою вимірювальної системи, до складу якої входять: персональний комп'ютер, аналого-цифровий перетворювач, кабелі, підсилювач сигналів та тензометричні датчики. Обробка даних здійснювалась на персональному комп'ютері за допомогою атестованого програмного забезпечення.

Бічні сили визначалися через напруження в кромках підшви та головки рейки за формулою [4]:

$$H = 4 \cdot W_{nz} \cdot k_{Ty} (A_1 \cdot \sigma_{пзов} + A_2 \cdot \sigma_{пвн} + A_3 \cdot \sigma_{Гзов}), \quad (1)$$

де W_{nz} - горизонтальний момент опору рейок щодо крайніх волокон підшви, см³;

k_{Ty} - коефіцієнт відносної горизонтальної жорсткості рейки та підрейкової основи з урахуванням тертя в горизонтальній площині, 1/см;

$\sigma_{пзов}$, $\sigma_{пвн}$, $\sigma_{Гзов}$ - експериментальні напруження у зовнішній і внутрішній кромках підшви рейки та зовнішній грані головки рейки, МПа;

A_1 , A_2 , A_3 - коефіцієнти, які обчислюють залежно від фактичного місця розміщення кожного датчика.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Для вимірювання динамічних вертикальних сил, що діють від колеса на рейку, застосовувались тензометричні схеми, зібрані на рейці. У вимірювальному перерізі рейки тензорезистори розміщувались на шийці рейки попарно із зовнішньої та внутрішньої сторін на рівні нейтральної осі рейки.

Під час прикладання контрольних еталонних навантажень величина вертикального навантаження на рейку знаходилась в діапазоні від 0 кН до 220 кН.

За результатами обробки даних визначались: середні значення, середньоквадратичні відхилення, максимально зафіксовані та максимально імовірні значення бічних та вертикальних сил (табл. 1). Максимально імовірні значення отримано з довірчою ймовірністю 0,994.

Результати отриманих даних з визначення впливу максимальних бічних та вертикальних сил, що передаються від колеса на рейку зображено на рис. 2 та рис. 3.

Таблиця 1. Результати досліджень значень бічних та вертикальних сил

Швидкість, км/год	Сила	Середнє значення, кН	Максимально зафіксоване, кН	Середньоквадра- тичне відхилення, кН	Максимально імовірне, кН
Пряма ділянка					
40	Бічна	28,6	39,2	6,0	43,7
	Вертикальна	131,2	148,0	15,8	170,8
70	Бічна	31,4	52,9	10,2	57,0
	Вертикальна	156,8	180,3	12,7	188,6
100	Бічна	23,6	50,3	9,0	46,2
	Вертикальна	164,4	166,8	2,7	171,1
Крива ділянка (R = 419 м)					
40	Бічна	39,1	43,2	4,0	49,2
	Вертикальна	182,2	186,6	2,8	189,2
60	Бічна	33,3	35,4	1,5	37,0
	Вертикальна	167,9	181,3	7,3	186,1
90	Бічна	32,7	54,0	13,5	66,39
	Вертикальна	151,3	175,3	16,6	192,7
Крива ділянка (R = 906 м)					
40	Бічна	38,0	39,4	1,0	40,4
	Вертикальна	125,8	142,3	11,8	155,4
70	Бічна	28,4	30,0	1,0	31,0
	Вертикальна	158,6	176,5	9,7	182,9
90	Бічна	25,5	25,9	0,4	26,42
	Вертикальна	183,8	192,4	5,7	198,1
Стрілочний перевід Р65 1/9 (прямий напрямок)					
40	Бічна	64,2	66,9	1,4	67,8
	Вертикальна	203,4	205,1	0,9	205,6
80	Бічна	70,7	72,9	1,6	74,7
	Вертикальна	184,3	196,8	9,2	207,2
Стрілочний перевід Р65 1/9 (боковий напрямок)					
10	Бічна	53,0	57,6	2,2	58,5
	Вертикальна	139,3	144,3	3,3	147,4
40	Бічна	39,0	40,3	0,8	41,0
	Вертикальна	147,9	154,9	8,5	169,1

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

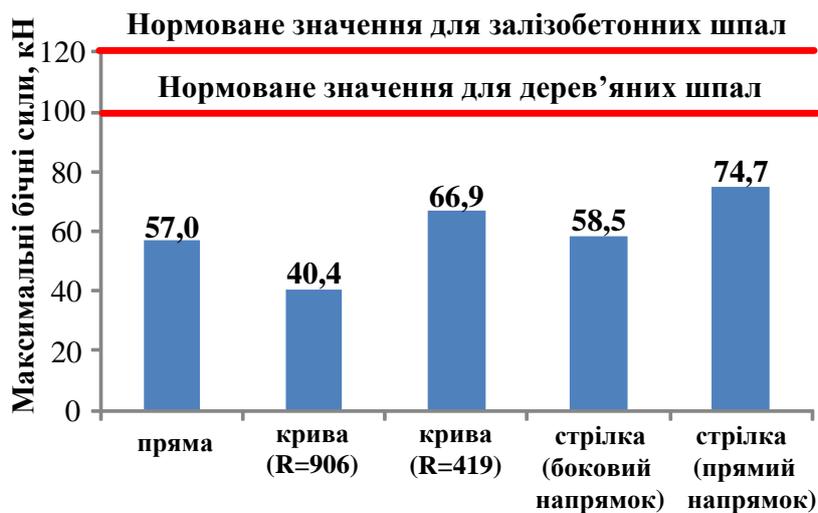


Рис. 2. Максимальні бічні сили, які передаються від колеса на рейку

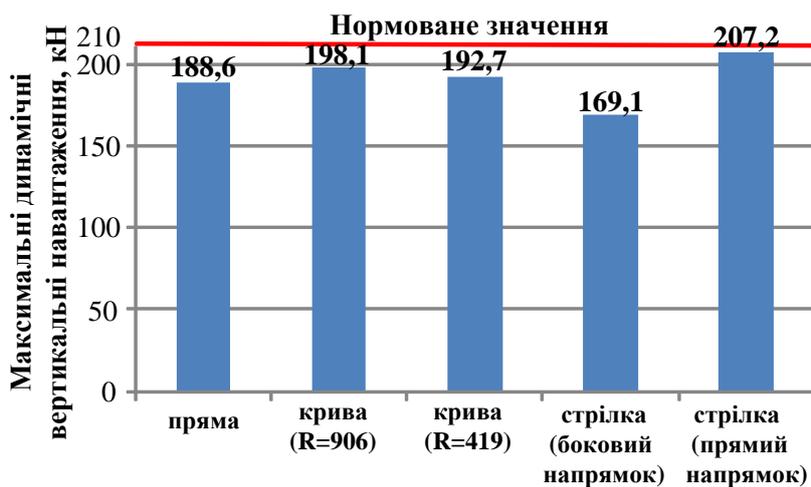


Рис. 3. Максимальні динамічні вертикальні навантаження від колеса на рейку

Аналіз результатів випробувань з визначення показників впливу на колію напіввагона 12-7023-01 на візках моделі 18-7020 з пробігом понад 100 тис. км після деповського ремонту зі встановленими швидкостями показує:

– максимальні бічні сили, які передаються від колеса на рейку та динамічне вертикальне навантаження від колеса на рейку відповідають критеріям інноваційності;

– максимальна бічна сила, яка передається від колеса на рейку, за умови міцності рейкових скріплень була зареєстрована під час руху по прямому напрямку на стрілочному переводі типу Р65 марки 1/9 та складає 74,7 кН, що не перевищує допустиме нормативне значення 100 кН для дерев'яних шпал та 120 кН для

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

залізобетонних шпал (дорівнює 75 % та 62 % від допустимої величини відповідно);

– максимальне динамічне вертикальне навантаження від колеса на рейку було зареєстроване по прямому напрямку на стрілочному переводі типу Р65 марки 1/9 та складає 207,2 кН, що не перевищує допустиме нормативне значення 210 кН (дорівнює 99 % від допустимої величини).

В даній роботі також додатково здійснювався порівняльний аналіз результатів експериментальних досліджень з визначення впливу бічних та вертикальних сил на верхню будову залізничної колії від новоствореного напіввагона моделі 12-7023 та напіввагона моделі 12-7023-01 з пробігом понад 100 тис. км після деповського ремонту [5]. Отже, порівняльний аналіз виконано для напіввагонів одного модельного ряду, однак з різними зносами ходових частин. Результати порівняльного аналізу зображено у вигляді діаграм на рис. 4 та рис. 5.

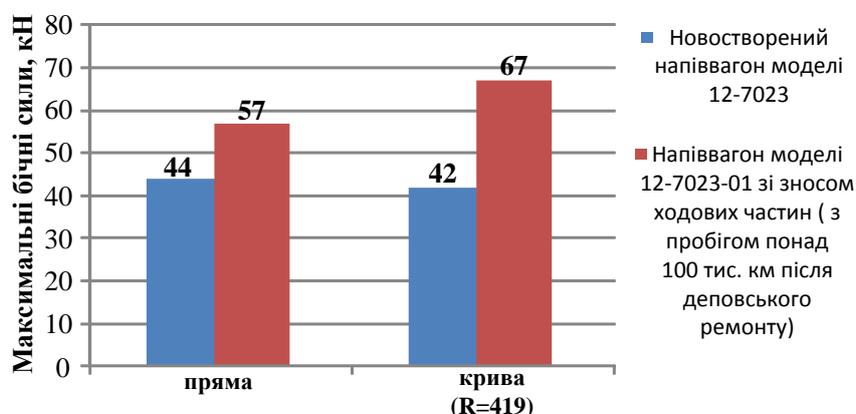


Рис. 4. Максимальні бічні сили, які передаються від колеса на рейку

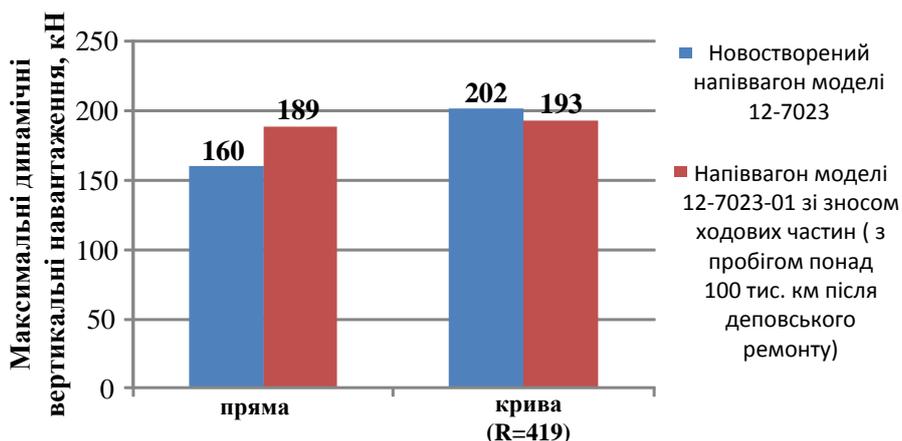


Рис. 5. Максимальні динамічні вертикальні навантаження від колеса на рейку

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

За результатами порівняльного аналізу експериментальних досліджень з визначення впливу бічних та вертикальних сил на верхню будову залізничної колії встановлено:

– максимально імовірні значення бічних сил на прямій та у кривій радіусом 419 м ділянках колії більші на 13 кН та 25 кН у напіввагона з пробігом понад 100 тис. км після деповського ремонту відповідно, що у відсотковому відношенні дорівнює 23 % та 37 % відповідно;

– максимально імовірні значення вертикальних сил на прямій ділянці колії більші на 29 кН у напіввагона з пробігом понад 100 тис. км після деповського ремонту, що у відсотковому відношенні дорівнює 15 %;

– максимально імовірні значення вертикальних сил у кривій радіусом 419 м більші на 9 кН у новоствореного напіввагона моделі 12-7023, що у відсотковому відношенні дорівнює 4 %;

– знос ходових частин в значній мірі впливає на значення бічних сил впливу на верхню будову залізничної колії та в меншій мірі – на значення вертикальних сил.

Висновки. Аналіз результатів проведених досліджень з визначення бічних та вертикальних сил від напіввагона моделі 12-7023-01 на візках моделі 18-7020 з пробігом понад 100 тис. км після останнього деповського ремонту на верхню будову залізничної колії дозволив встановити, що зазначений вагон відповідає вимогам [1].

Порівняльний аналіз результатів експериментальних досліджень свідчить, що напіввагон моделі 12-7023-01 з пробігом понад 100 тис. км після деповського ремонту у порівнянні з новоствореним вагоном моделі 12-7023, має більший вплив на колію на 15–37 %, за винятком дії вертикальної сили в кривій радіусом 419 м. Таким чином, знос ходових частин безпосередньо впливає на значення бічних та вертикальних сил. За мірою зносу ходових частин напіввагона моделі 12-7023-01 на візках моделі 18-7020 спостерігається збільшення впливу бокової сили на верхню будову залізничної колії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Критерії інноваційності, прийняті на засіданні технічної ради Укрзалізниці від 30.09.2015 р., котрим повинен відповідати вагон після пробігу 100 тис. км (згідно додатку 2, 3 протоколу Технічної ради від 30.09.2015 р.).
2. ТУ У 35.2-05763814-065:2005 «Напіввагони моделі 12-7023, 12-7023-01, 12-7023-02. Технічні умови». Полтавська обл., м.Кременчук: ПАТ «КВБЗ», 2005. – 56 с.
3. М 6.5.00706 «Напіввагон моделі 12-7023-01 на візках моделі 18-7020. Методика випробувань (ходові динамічні випробування у порожньому та завантаженому станах, визначення коефіцієнта відносного тертя, випробування з визначення впливу на колію)». Полтавська обл., м. Кременчук: ДП «УкрНДІВ», 2017. – 24 с.
4. ДСТУ 7571:2014. Рухомий склад залізниць. Норми допустимого впливу на залізничну колію шириною 1520 мм; – К.: Мінекономрозвитку України, 2014. – 33 с.
5. Протокол № 691 від 25 червня 2007 р. попередніх випробувань (порівняльні випробування з впливу на колію) візка моделі 18-7020 в порівнянні з візком моделі 18-100. Полтавська обл., м. Кременчук: ДП «УкрНДІВ», 2007. – 25 с.