

УДК 629.4.02.001.76

ОЦІНКА ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ РУХУ ЛЕГКОВАГОВИХ ВАГОНІВ В СКЛАДІ ПОЇЗДА

Фомін О.В., Прокопенко П.М., Горбунов М. І., Фоміна А.М.

EVALUATION OF THE QUALITY INDICATOR OF LIGHT WAGON TRAFFIC IN THE TRAVEL COMPOSITION

Fomin O., Prokopenko P., Gorbunov M., Fomina A.

Забезпечення безпеки руху є одним з найважливіших вимог до роботи залізниць. Серед аварій і катастроф на залізничному транспорті найбільшу небезпеку становить сходження з рейок, так як це може призвести до тяжких наслідків. Причини сходів легковагових вагонів з рейок пов'язані з несправностями рухомого складу, відхиленнями від норм утримання колії, незадовільна динаміка поїзда також з умовами їх експлуатації. Серед вагонів, які частіше за все сходили порожні вагони-платформи моделей 13-4012, вагони-хопери для цементу зі знятою кришею моделі 19-758-01, вагони-цистерни моделі 15-1443.

Ключові слова: легковагові вагони, ходові динамічні випробування, швидкість, коефіцієнт запасу стійкості, сход, несправність, динаміка.

Вступ. Суттєвим недоліком роботи залізничного транспорту України є обмеження швидкості руху поїздів з вантажними вагонами в порожньому стані, які обладнані візками моделі 18-100.

У числі причин сходів коліс вагонів з рейок, пов'язаних з несправностями ходової частини вагонів, можна назвати наступні: злам бічних рам і надресорних балок візків, злам осей і коліс, несправності роликів підшипників буксового вузла, знос елементів фрикційних гасителів коливань і вузла обпирання кузова на надресорні балки, неприпустимі відхилення розмірів візків. Також важливою причиною є негативне зменшення тари вагона більш ніж як на 10% від встановленої заводом виробником.

Зазначені несправності, зокрема, пов'язані з руйнуваннями елементів ходової частини, безпосередньо призводять до сходів вагонів. Однак, деякі з них прямо не викликають схід, але є причинами розвитку динамічних процесів, які викликають підвищену силову взаємодію рухомого складу.

Серед вагонів, які частіше за все сходили порожні вагони-платформи моделей 13-4012, вагони-

хопери для цементу зі знятою кришею моделі 19-758-01, вагони-цистерни моделі 15-1443.

За результатами аналізу обставин сходів порожніх вагонів за період 2016-2018 рр. яких сталося більше 70 випадків тільки на регіональній філії «Південно-західна залізниця» встановлено, що наслідками сходів є серйозні пошкодження рухомого складу, залізничної колії та інших елементів інфраструктури залізниці, зниження швидкості та порушення графіку руху поїздів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні дослідження, присвячені питанням зниження вартості вантажних вагонів та визначення показників якості руху вантажних вагонів. Зокрема, стаття [4] присвячена висвітленню запропонованих інновацій для конструкцій піввагонів «залізничного простору 1520 мм» і особливостей їх проектування, однак в ній обмежено представлені можливості застосування таких інновацій для піввагонів-хоперів. Автори роботи [5] відображають певні ними перспективні напрямки конструювання кузовів залізничних напіввагонів з метою поліпшення техніко-економічних показників, але не розкривають економічного потенціалу ділового використання спеціального дорогого вагонного прокату немірної довжини. У роботах [8, 9] представлені нові підходи до вдосконалення динамічних розрахунків вагонних конструкцій і отримані на їх основі більш точні результати. Так, в роботі [8] описані характерні риси та результати динамічних характеристик вагонів-платформ. А робота [9] присвячена представленню запропонованих методів визначення динамічних характеристик для різних виконань несучих вагонних конструкцій. Ряд сучасних публікацій присвячені конструкціям вантажного вагонобудування нового покоління, які спроектовані з використанням передових матеріалів та технологій. Наприклад, в [6] автори відображають результати комп'ютерного моде-

лювання прототипу вантажного вагона з основними несучими елементами, виконаними без надлишкових зв'язків. Однак представлені в роботах [5, 8, 9] підходи орієнтовані на використання цілісних профілів і не дозволяють з достатньою точністю розрахувати впровадження стикованих варіантів виконання балок в різних вузлах вантажних вагонів. В роботі [7] представлені особливості запропонованих авторами інновацій в модулі ходової частини, також відображено їх вплив на модуль кузова але без урахування варіації його виконань. У статті [8] опубліковані результати робіт з генерування перспективних конфігурацій профілів, які можуть бути використані у виробництві різних видів рухомого складу. Але автори не пропонують даних про можливості створення перспективних профілів в стикованих по довжині виконаннях. Робота [10,12] висвітлює запропоновані методи аналізу залізничних конструкцій майбутнього і способи розширення їх функціональності, проте в ній, так само як і в статті [6], відсутні дані про підвищення ділової функціональності немірних спеціальних профілів. Також важливу роль в сучасному вагонобудуванні грають відповідні підходи в проектуванні, наприклад в статті [11] представлений розроблений методологічний апарат для прийняття оптимальних рішень. Але він так само не надає вичерпних можливостей щодо формування оптимальних по довжині і конфігурації зчленованих балок. У роботах [13, 14, 15] представлені особливості та результати проведених досліджень з визначення конструктивних складових вантажних вагонів для створення спрямованого напружено-деформованого стану (на основі принципу попередніх напружень). Роботи [15, 16, 17] відображають результати впровадження круглих труб в конструкцію вантажного вагона та дослідження міцності несучої конструкції кузова напіввагона при перевезенні на залізничному поромі.

З урахуванням вищесказаного можна зробити висновок, що результати аналізу інформаційних джерел з досліджуваного питання свідчать про відсутність достатніх методичних і практичних матеріалів про визначення коефіцієнту стійкості колеса від сходу з рейок.

Мета статті. Мета статті – вирішення науково-практичного завдання зі створення теоретичних положень визначення безпечного значення коефіцієнта стійкості легковагових вантажних вагонів в складі поїзда та експериментальне їх підтвердження.

При цьому основними чинниками які безпосередньо впливають на коефіцієнт стійкості є вертикальні та повздовжні зусилля, які відповідно залежать від власної ваги вагонів та діючої в повздовжньому напрямку ваги поїзду. Тому головними напрямками з визначення коефіцієнту стійкості було обрано варіювання місцями розташування вагонів в поїзді та зменшення їх власної ваги (тари).

Для досягнення поставленої мети було визначено та вирішено наступні задачі:

- розробка теоретичних положень проведення досліджень;
- проведення ходових динамічних випробувань з визначенням показників динамічних якостей вагона при його русі та скидання з клинів з визначенням та оцінкою власних частот коливань.
- аналіз результатів та визначення рекомендацій.

Результати досліджень. Об'єктами випробувань є вантажні вагони: вагон-платформа моделі 13-4012 (рис. 1), вагон-хопер для цементу зі знятою кришею моделі 19-758-01 (рис. 2) та вагон цистерна моделі 15-4443 (рис. 3).



Рис. 1. Універсальна вагон платформа моделі 13-4012



Рис. 2. Вагон-хопер для цементу зі знятою кришею моделі 19-758-01



Рис. 3. Вагон-цистерна моделі 15-1443

При випробуваннях скидання з клинів визначається частота коливань і напруження в надресорній балці та боковині рами візка, динамічні і статичні прогини ресорного підвішування візка.

У процесі ходових динамічних випробувань вагона вимірюються, аналізуються і оцінюються такі величини і показники:

- вертикальні і горизонтальні (поперечні) прискорення обресорних мас вагону в зоні під'ятника вагона;
- динамічні бічні (рамні) сили, що діють на букси колісних пар;
- коефіцієнт стійкості колеса від сходу з рейок;
- коефіцієнти вертикальної динаміки обресорних та не обресорених мас;
- коефіцієнт горизонтальної динаміки (відношення бічної рамної сили до осевого навантаження);
- сили які діють на дослідний вагон;
- швидкості руху.

Вибір точок для визначення частот коливань та динамічних напружень при випробуваннях по скиданню з клинів виконується на підставі аналізу результату розрахунку напружено-деформованого стану несучої конструкції вагонів.

Місця встановлення тензодатчиків при випробуваннях скидання з клинів та ходових динамічних випробуваннях

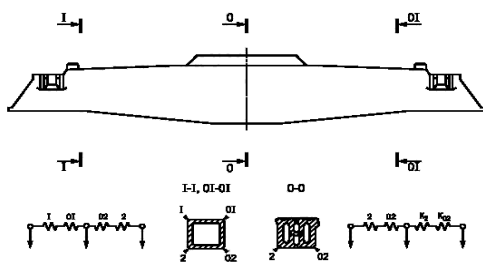


Рис. 4. Схема установки і з'єднання тензорезисторів для визначення коефіцієнтів вертикальної динаміки в перетинах надресорної балки візка вантажного вагона

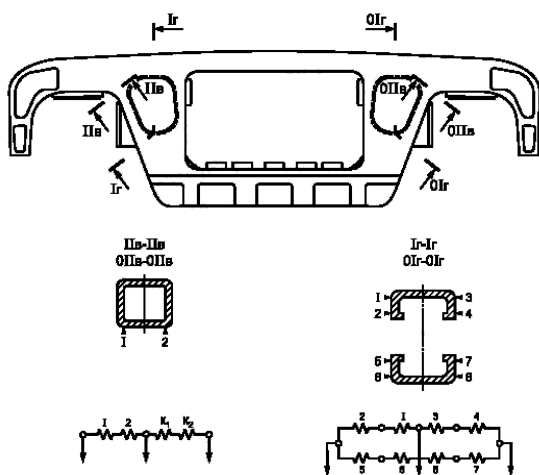


Рис. 5. Схема установки і з'єднання тензорезисторів для вимірювання горизонтальних (рамних) сил (перетину з індексом «Г») і вертикальних сил
K₁, K₂- компенсаційні тензорезистори

Ходові динамічні випробування проводять методом реєстрації процесів у контрольних точках де-

талей візка під час дослідних поїздок у діапазоні експлуатаційних швидкостей, якщо це не загрожує безпеці руху. За результатами вимірювань виконують розрахунки, оцінюють ходові динамічні якості.

Реєстрація вимірюваних процесів ходових динамічних випробувань проводиться на прямих і кривих ділянках колії і стрілочних переводах у всьому проектному діапазоні допустимих експлуатаційних швидкостей.

Ходові динамічні випробування проводять під час дослідних поїздок у реальних умовах експлуатації з реєстрацією динамічних процесів і деформацій у контрольних точках.

Перед початком випробувань виконується зважування дослідних вагонів.

Проводять підготовку візів моделі 18-100:

- підбір тензорезисторів;
- підготовку місць установки тензорезисторів, на елементах конструкції візків згідно з рисунків 4, 5;
- наклею тензорезисторів;
- тарування візків;
- встановлення тензометричних автозчепних пристроїв;
- монтаж з'єднувальних кабелів до тензорезисторів і апаратури, що реєструє;
- налагодження та перевірку робоздатності апаратури.

Етапи проведення випробування:

I етап: дослідний зчеп: локомотив – вагон-платформа моделі 13-4012 – вагон-цистерни моделі 15-1443 – динамометричний вагон – вагон-хопер зі знятою кришею моделі 19-758-01, швидкість від 30 км/год до 60-80 км/год з кроком 5-10 км/год.

II етап: поїзд: Варіант 1 – локомотив – 6 порожніх напіввагонів – дослідний зчеп – 30 завантажених напіввагонів; Варіант 2 локомотив – 15 завантажених напіввагонів – дослідний зчеп – 6 порожніх напіввагонів – 15 завантажених напіввагонів; Варіант 3 – локомотив – 30 завантажених напіввагонів – дослідний зчеп – 6 порожніх напіввагонів (рис. 7).

Обробка даних ходових динамічних випробувань вагонів передбачає розшифровку, ідентифікацію та систематизацію параметрів зареєстрованих динамічних процесів. При обробці враховуються показники якості ходу вагона - до 20 Гц. Частота квантування при обробці дослідних даних на ЕОМ повинна бути не менше 100 Гц.

Дослідні дані групуються за діапазонами швидкостей руху (10-20 км/год), характерних особливостей ділянок колії (пряма, крива, стрілки і ін.).

При аналізі записів процесів встановлюються характерні види коливань, оцінюються залежність характеру і інтенсивності коливань від умов руху. У зв'язку з ймовірнісною природою показників динамічної завантаженості ходових частин вагонів (в тому числі під впливом особливостей технічного стану ходових частин і транспортної структури) застосовується відповідний апарат теорії ймовірностей.

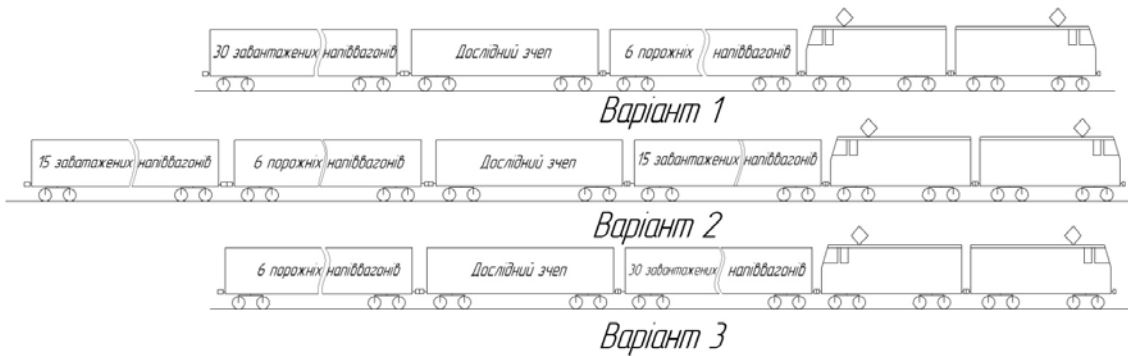


Рис. 7. Схема розташування рухомого складу під час 2 етапу

Для оцінки ходових якостей за величинами вимірних динамічних показників вагона, з використанням співвідношень з урахуванням тарувальних даних визначаються ймовірні максимальні значення коефіцієнтів вертикальної динаміки обресорених $K_{до}$ і необресорених $K_{он}$ мас вагона, бічні (рамні) сили, коефіцієнт горизонтальної динаміки $K_{ог}$, значення коефіцієнтів запасу стійкості від сходу з рейок $K_{ус}$.

Методика розрахунку коефіцієнта запасу стійкості вагона проти сходу з рейок при вповзанні гребня колеса на рейку під дією динамічних зусиль, що виникають при русі, коефіцієнтів вертикальної динаміки обресорених і необресорених мас вагона наведені нижче.

Оцінка стійкості колеса проти сходу з рейки проводиться формулою,

$$K_{ус} = \frac{tg\beta - \mu}{1 + \mu tg\beta} \cdot \frac{Q_{ш} \left(\frac{2(b-a_2)}{1} - K_o^n \frac{2(b-a_2)}{1} + K_o^{nn} \frac{a_2}{1} \right) + q \frac{b-a_2}{1} + \frac{r}{l} H_p}{\mu Q_{ш} \left(\frac{2(b-a_1)}{1} + K_o^n \frac{a_1}{1} - K_o^{nn} \frac{2b-a_2}{1} \right) + \mu q \frac{b-a_1}{1} + \left(1 - \frac{r}{l} \mu \right) H_p} \quad (1)$$

де β - Кут нахилу твірної гребня колеса до горизонтальної осі;

$$\beta = 60^\circ;$$

$$\mu - \text{коефіцієнт тертя, } \mu = 0,25;$$

q - сила тяжіння маси непідресорених частин, які приходять на колісну пару, Н ;

$2b$ - відстань між серединами шийок осі колісної пари, м;

a_1, a_2 - розрахункова відстань від точок контакту коліс з рейками до середини відповідних (набігаючих і ненабігаючих) шийок осі колісної пари приймаються відповідно 0,250 і 0,220м;

r - радіус кола кочення колеса, $r = 0,45$ м (для середньо зношеного колеса) або за результатами вимірювання колес дослідного зразка;

K_o^n - коефіцієнт вертикальної динаміки на набігаючому колесі; значення коефіцієнта приймається додатнім у випадку розвантаження коліс;

K_o^{nn} - коефіцієнт вертикальної динаміки на небігаючому колесі; значення коефіцієнта приймається додатнім у випадку розвантаження коліс;

H_p - горизонтальна бокова рамна сила.

$Q_{ш}$ - сила тяжіння надресорних частин вагона, діюча на шийку осі колісної пари, кН.

Сила на автозчепі-динамометри під час ходових-динамічних випробувань (рис. 8).



Рис. 9. Сила на автозчепному пристрої

Результати коефіцієнту запасу колеса проти сходу з рейок наведено в таблиці.

Таблиця

Результати з визначення коефіцієнту запасу стійкості

Швидкість, км/год	Вагон-платформа моделі 13-4012	Вагон-цистерна моделі 15-1443	Вагон-хопер моделі 19-758-01
	Коефіцієнт запасу стійкості колеса від сходу з рейок не менше 1,3		
40±5	1,4	1,45	1,42
50±5	1,33	1,42	1,4
60±5	1,32	1,34	1,37
70±5	1,18	1,33	1,35
80±5	1,14	1,31	1,33

Висновок. Вхіді проведення теоретичних та практичних досліджень з визначення показника коефіцієнту запасу стійкості колеса зі сходу з рейок в залежності від місця постановки легковагових вантажних вагонів у поїзді у порожньому режимі на прямих і кривих відрізках залізничної колії у діапазоні експлуатаційних швидкостей було встановлено що він змінюється в негативну сторону в залежності від зменшення тари більше як на 10% від норматив-

ної, поганого технічного стану несучих та екіпажних частин вагона та розташування вагонів у голові та середині поїзда. Таким чином отримані теоретичні результати дозволять оцінити вплив зменшення тари, поганого технічного стану та місця розташування у поїзді, на стійкість вагона від перекидання та встановити безпечну швидкість руху легковагових вагонів у порожньому стані та місце постановки їх у поїзді.

За результатами проведених ходових динамічних випробувань вагона-платформи моделі 13-4012, вагона-цистерни моделі 15-1443, вагона-хопера для цементу зі знятою кришею моделі 19-758-01 у порожньому стані встановлено наступну відповідність та невідповідність вимогам ДСТУ 7598-2014 «Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних), ДСТУ ГОСТ 33211-2017 «Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам»:

Під час випробувань встановлено, що значення сил стиску, які діють на дослідні вагони в головній та середній частинах поїзда досягають, а в окремих випадках (екстремне гальмування, рух по переламному профілю) перевищують критичні для порожнього рухомого складу значення.

Отже більш суттєвий вплив на рівень показників безпеки руху порожніх вагонів є: стан колії, місце постановки порожніх вагонів у складі поїзда та технічний стан візків (п'ятник, підп'ятник та ін.). Матеріали даної публікації отримано в ході виконання заявки проекту Ф84 ДФФД.

Література

1. Фомін О.В. Розробка методики впровадження різних профілей в якості складових елементів несучих систем вантажних вагонів [Development of a method for the introduction of various profiles as components of carrier systems of freight cars] / O.V. Fomin // *Visnik Nacionalnogo tehcnichnogo universitetu «НПІ»*. – Kharkiv. – 26'2012 P.29-33.
2. Kelrykh M., Fomin O. (2014). Perspective directions of planning carrying systems of gondolas. *Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry»*, 6, 64-67.
3. N. Gorbunov, R. Domin, M. Kovtanec, K. Kravchenko. (2016). The multifunctional energy efficient method of cohesion control in the "wheel-braking pad-rail" system, *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – Transport. Międzynarodowej Konferencji Naukowej TRANSPORT XXI WIEKU, Arłamów*, 114-126.
4. Фомін, О.В. Поліпшення несучої здатності вагона-хопера для перевезення зерна з метою підвищення опору динамічним зусиллям / Фомін О.В., Прокопенко П.М., Горбунов М.І. Сапронова С.Ю. // *Науковий журнал – Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. – Севеодонецьк: СНУ ім. В.Даля, 2017. – № 5(235) – С. 88-99.
5. Sapronova S, Tkachenko V., Kramar N., Voron'ko A. (2008). Regularities of shaping of a wheel profile as a result of deterioration of the rolling surface in exploitation. *Transport Problems // International Scientific Journal*, 3(4), 47–57.
6. Fomin, O.V. Варіаційне описання конструкції виконання вантажних вагонів [Variations describe the structural designs of freight cars] / O.V. Fomin, A.V. Gos-tra // *Proceedings of the State Economic and Technological University of Transport, Ministry of Education and Science of Ukraine series "Transport systems and technologies."* - Kyiv: DETUT, 2015. - Vyp.26-27. - S.137-147.
7. Myamlin, S., Neduzha, L., Ten, O., & Shvets, A. (2010). Spatial Vibration of Cargo Cars in Computer Modelling with the Account of Their Inertia Properties. *Mechanika 2010: Proc. of 15th Intern. Conf.*, 325-328.
8. Myamlin, S., Lunys, O., Neduzha, L., & Kyryl'chuk, O. (2017). Mathematical Modeling of Dynamic Loading of Cassette Bearings for Freight Cars. *Transport Means: Proc. of 21st Intern. Scientific Conf.*, 973-976.
9. Мороз, В.І. Математичний запис задачі оптимізаційного проектування напіввагонів за критерієм мінімальної матеріалоемності. // *Зб. наук. праць*. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – С. 121 – 131.
10. Кельріх М. Б. Структурно-функціональне описання конструкції модуля кузова сучасних універсальних напіввагонів // *Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля*.—Луганськ: СНУ ім. В. Даля. – 2014. – №. 2. – С. 210.
11. Макаренко М. В. Комплексний аналіз економічного ефекту від життєвого циклу сучасного напіввагону // *Науково-практичний журнал «Залізничний транспорт України»*.—К.: ДНДЦ УЗ. – 2014. – №. 5. – С. 107
12. Мороз В. І. Визначення перспективних напрямків удосконалення конструкції напіввагонів виробництва ДП «Укрспецвагон» // *Зб. наук. праць*. -Харків: УкрДАЗТ. – 2008. – С. 72-81.
13. Kelrykh, M. Perspective directions of planning carrying systems of gondolas/ M. Kelrykh, O. Fomin / *Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry»*. 2014, No. 6 – P.64-67
14. Fomin, A. V. The determination of the perspective directions of designing of bearing systems in cargo wagon building [Text]/ A. V. Fomin// *East European journal of advanced technologies*. – Kharkiv. –№ 3/7(57), 2012. – 32-35 p. - access Mode: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vejpte_2012_3\(7\)_9.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vejpte_2012_3(7)_9.pdf).
15. Фомін О.В. Теоретичні основи програмного комплексу визначення та використання математичних моделей складових вантажних вагонів / О.В. Фомін // *Науковий журнал «Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського»*. – Кременчук: КДПУ, 2013. - Вип. 6(83). – С. 87-91.
16. Фомін, О.В. Впровадження круглих труб в несучі системи напіввагонів з забезпеченням раціональних показників міцності [Текст]/ О.В Фомін // *Науковий журнал – «Технологический аудит и резервы производства»*. – Харків, 2015. – № 4/1(24) – С. 83-89.
17. Ловська А. О. Моделювання навантаженості контейнера-цистерни при перевезенні у складі комбінованого поїзда на залізничному поромі / А. О. Ловська // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Динаміка і міцність машин. – 2018. – Вип. 33. – с. 28 – 32.
18. Ловська А. О. Дослідження міцності несучої конструкції кузова напіввагона при перевезенні на залізничному поромі / А. О. Ловська // *Зб. наук. праць*. Київ: ДУІТ. – 2018. – Вип. 32, Т. 1. – с. 71 – 80.

References

- Fomin O.V. Rozrobka metodiki vprovadzennja riznih profiliv v jacosti skladovih elementiv nesuchih system vantagnih vagoniv [Development of a method for the introduction of various profiles as components of carrier systems of freight cars] / O.V. Fomin // Visnik Nacionalnogo tehnicnogo universitetu «HPI». – Kharkiv. – 26'2012 P.29-33.
- Kelrykh M., Fomin O. (2014). Perspective directions of planning carrying systems of gondolas. Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry», 6, 64-67.
- N. Gorbunov, R. Domin, M. Kovtanec, K. Kravchenko. (2016). The multifunctional energy efficient method of cohesion control in the "wheel-braking pad-rail" system, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – Transport. Międzynarodowej Konferencji Naukowej TRANSPORT XXI WIEKU, Arłamów, 114–126.
- Fomin O.V., Prokopenko P.M., Horbunov M.I. Sapronova S.YU. (2017). Polipshennja nesuchoyi zdatnosti vahonakhopera dlya perevezennja zerna z metoyu pidvyshchennja oporu dynamichnym zusylyam // Naukovyy zhurnal – Visnyk Skhidnoukrayins'koho natsional'noho universytetu imeni Volodymyra Dalia. – Syverodonets'k: SNU im. V.Dalya, – № 5(235) – S. 88-99
- Sapronova S, Tkachenko V., Kramar N., Voron'ko A. (2008). Regularities of shaping of a wheel profile as a result of deterioration of the rolling surface in exploitation. Transport Problems // International Scientific Journal, 3(4), 47–57.
- Fomin, O.V. Variacijne opisannja konstruktivnih vikonan' vantazhnyh vagoniv [Variations describe the structural designs of freight cars] / O.V. Fomin, A.V. Gostra // Proceedings of the State Economic and Technological University of Transport, Ministry of Education and Science of Ukraine series "Transport systems and technologies." - Kyiv: DETUT, 2015. - Vyp.26-27. - S.137-147.
- Myamlin, S., Neduzha, L., Ten, O., & Shvets, A. (2010). Spatial Vibration of Cargo Cars in Computer Modelling with the Account of Their Inertia Properties. Mechanika 2010: Proc. of 15th Intern. Conf., 325-328.
- Myamlin, S., Lunys, O., Neduzha, L., & Kyryl'chuk, O. (2017). Mathematical Modeling of Dynamic Loading of Cassette Bearings for Freight Cars. Transport Means: Proc. of 21st Intern. Scientific Conf., 973-976.
- Moroz V.I. Matematychnyy zapys zadachi optyimizatsiynoho proektuvannya piv-vahoniv za kryteriyem minimal'noyi materia-loyemnosti [Mathematical notation of problem of optimizing design of open goods wagons by criterion of the minimum material capac-ity]. // Zbirnyk naukovykh prats [Collection of scientific papers]. Kharkiv. Ukrainian State University of Railway Transport. 2009. No 111, pp. 121-131.
- Kelrikh M. B., Moroz V. I. Strukturno-funktsionalne opysannja konstruktivni modulia kuzova suchasnykh universalnykh napivvahoniv //Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu im. V. Dalia, 2 (210). – 2014. – С. 94-103.
- Makarenko M. V. Kompleksnyi analiz ekonomichnogo efektu vid zhyttievoho tsykladu suchasnoho napivvahonu [Comprehensive analysis of the economic impact of the life cycle of a modern gondola] //Naukovo-praktychnyzhurnal «Zaliznychny transport Ukrainy».– Kyiv: DNDTs UZ. – 2014. – №. 5. – С. 107.
- Moroz, V.I. (2008). Vyznachennia perspektyvnykh napriamkiv udoskonalennia konstruktivni napivvahoniv vyrobnytstva DP «Ukrspetsvahon»[Determination of the promising direction for improvement of the open car design of SE" Ukrspetsvagon"]. Zbirnyk naukovykh prats Ukrainskoi Derzhavnoi Akademii Zaliznychnoho Transportu, 72-81.
- Kelrykh M. Perspective directions of planning carrying systems of gondolas. Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry». No 6, p.p. 64-67
- Fomin, A. V. The determination of the perspective directions of designing of bearing systems in cargo wagon building [Text]/ A. V. Fomin// East European journal of advanced technologies. – Kharkiv. –№ 3/7(57), 2012. – 32-35 p. - access Mode: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vejpte_2012_3\(7\)_9.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vejpte_2012_3(7)_9.pdf).
- Fomin O.V. Teoretychni osnovy prohramnogo kompleksu vyznachennya ta vykorystannya matematychnykh modeley skladovykh vantazhnykh vahoniv / O.V. Fomin // Naukovyy zhurnal «Visnyk Kremenchuts'kohonatsional'noho universytetu imeni Mykhayla Ostrohrads'koho». – Kremenchuk: KDPU, 2013. - Vyp. 6(83). – S. 87-91.
- Fomin, O. V. Vprovadzhennya of cruglic pipes in NESC systems napowan W zabezpecheny razvaliny pokaznykiv mcnen [Text]/ O. In Fomn // [the journal "Technology audit and production reserves". – Kharkiv, 2015. – № 4/1(24) – S. 83-89.
- Lovs'ka A. O. Modelyuvannya navantazhenosti konteynera-tssystemy pry perevezenni u skladi kombinovanoho poyizda na zaliznychnomu poromi / A. O. Lovs'ka // Visnyk Natsional'noho tekhnichnogo universytetu «KHPI». Seriya: Dynamika i mitsnist' mashyn. – 2018. – Vyp. 33. – s. 28 – 32.
- Lovs'ka A.O. Doslidzhennya mitsnosti nesuchoyi konstruktivni kuzova napivvahona pry perevezenni na zaliznychnomu poromi / A.O. Lovs'ka // Zb. nauk. prats'. Kyiv: DUIT.– 2018. – Vyp. 32, T. 1.–s.71 – 80.

Фомин А.В., Прокопенко П.Н., Горбунов Н.И., Фомина А.Н., Оценка показателя качества движения легковесных вагонов в составе поезда.

Обеспечение безопасности движения является одним из важнейших требований к работе железных дорог. Среди аварий и катастроф на железнодорожном транспорте наибольшую опасность представляет сход с рельсов, так как это может привести к тяжелым последствиям. Причины схода легковесных вагонов с рельсов связанные с неисправностями подвижного состава, отклонениями от норм содержания пути, неудовлетворительная динамика поезда также с условиями их эксплуатации. Среди вагонов, чаще всего сходили пустые вагоны-платформы моделей 13-4012, вагоны-хопперы для цемента со снятой крышей модели 19-758-01, вагоны-цистерны модели 15-1443.

Ключевые слова: легковесные вагоны, ходовые динамические испытания, скорость, коэффициент запаса устойчивости, сход, неисправность, динамика.

O. Fomin, P. Prokopenko, M. Gorbunov, A. Fomina, Evaluation of the quality indicator of light wagon traffic in the travel composition.

Ensuring traffic safety is one of the most important requirements for the operation of railways. Among accidents and disasters in railway transport the greatest danger is the

ascent from rails, as it can lead to grave consequences. The reasons for the stairs of light railcar from the rails are due to malfunctions of the rolling stock, deviations from the rules of the maintenance of the track, unsatisfactory dynamics of the train as well as the conditions of their operation. Among the wagons, which most often came empty flat wagon models 13-4012, hopper cars for cement with a demountable model 19-758-01, tank cars model 15-1443. The main factors that directly affect the stability factor are vertical and longitudinal forces, which depend on the weight of the cars and the longitudinal weight of the train, respectively. Therefore, the main directions for determining the coefficient of stability were chosen to vary the location of wagons in the train and reduce their own weight (tare). Hence, the more significant impact on the level of safety indicators for empty wagons is: the condition of the track, the location of the empty wagons in the train and the technical condition of the carriages (Friday, subways, etc.).

Keywords: *light carriages, running dynamic tests, speed, stability factor, runoff, malfunction, dynamics.*

Фомін О.В. – д.т.н., проф. кафедри «Вагони та вагонне господарство» ДУІТ, м. Київ.

Прокопенко П.М. – аспірант кафедри «Вагони та вагонне господарство» ДУІТ, м. Київ.

Горбунов М.І. – докт. техн. наук, проф. Кафедра залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, м. Северодонецьк.

Фоміна А.М. – аспірант кафедри «Залізничний, автомобільний транспорт та підйомно-транспортні машини», Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, м. Северодонецьк.

Рецензент: д.т.н., проф. **Чернецька-Білецька Н. Б.**

Стаття подана 10.04.2019