

**Сергій Панченко<sup>1</sup>, Олексій Фомін<sup>2</sup>, Гліб Ватуля<sup>3</sup>, Альона Ловська<sup>4</sup>, Світлана Дериземля<sup>5</sup>, Андрій Рибін<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Ректор, Український державний університет залізничного транспорту, пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050, Україна. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7626-9933>

<sup>2</sup> Професор кафедри вагонів та вагонного господарства, Державний університет інфраструктури та технологій, вул. Кирилівська, 9, м. Київ, Україна, 04071. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2387-9946>

<sup>3</sup> Проректор з наукової роботи, Український державний університет залізничного транспорту, пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050, Україна. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3823-7201>

<sup>4</sup> Доцент кафедри інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту, пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050, Україна. ORCID <http://orcid.org/0000-0002-8604-1764>

<sup>5</sup> Старший лаборант кафедри будівельної механіки та гідравліки, Український державний університет залізничного транспорту, пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050, Україна. ORCID <http://orcid.org/0000-0001-6556-4454>

<sup>6</sup> Старший викладач кафедри інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту, пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050, Україна. ORCID <http://orcid.org/0000-0003-4430-8018>

\* Автор, відповідальний за листування: [alyonalovskaya.vagons@gmail.com](mailto:alyonalovskaya.vagons@gmail.com)

## ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ НАПОВНЮВАЧІВ В СКЛАДОВИХ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЯХ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

*Для зменшення навантаженості рам вантажних вагонів при експлуатаційних режимах запропоновано використання наповнювачів у їх складових. Використання наповнювача доцільно здійснювати в найбільш навантажених елементах несучої конструкції, а саме – хребтовій балці. У зв'язку з цим необхідною умовою використання наповнювача в хребтовій балці є створення її замкненої конструкції. Проведено визначення динамічної навантаженості вагонів з урахуванням запропонованих заходів. Проведені розрахунки показали, що при використанні наповнювача максимальні прискорення, які діють на несучі конструкції вагонів на 4% нижчі за ті, що отримані для несучих конструкцій без наповнювачів.*

*Наведено результати визначення основних показників міцності несучих конструкцій вантажних вагонів з урахуванням використання наповнювачів в їх складових. Встановлено, що міцність рам розглянутих типів вагонів при основних експлуатаційних режимах забезпечується. При цьому максимальні еквівалентні напруження в несучих конструкціях вагонів нижчі на 4 – 9% за ті, що виникають у типових конструкціях рам.*

*Проведені дослідження сприятимуть створенню інноваційних конструкцій рухомого складу та зменшенню витрат на його утримання в експлуатації.*

**Ключові слова:** вагон, несуча конструкція, хребтова балка, динамічна навантаженість, міцність.

**Вступ.** Головною умовою ефективної та безперебійної роботи транспортної галузі є злагоджена експлуатація окремих її складових. Залізничний транспорт вже тривалий час є найважливішою складовою транспортної галузі. Для забезпечення ефективності його функціонування важливим є впровадження в експлуатацію рухомого складу з покращеними техніко-економічними показниками. Досягти цього можливо шляхом врахування принципово нових рішень при проектуванні рухомого складу. Ці рішення повинні бути спрямовані на

зменшення навантаженості рухомого складу, підвищення ресурсу експлуатації, підвищення швидкостей руху в завантаженому та порожньому станах, зменшенню витрат на утримання тощо.

**Аналіз останніх досліджень і постановка проблеми.** Результати структурно-динамічного аналізу вантажного вагона наведені у роботі [1]. Розрахунок здійснений за методом скінчених елементів з використанням сучасних засобів його реалізації. При цьому розглянуто багаторівневу систему вільності вагона.

Особливості визначення динамічної навантаженості несучої конструкції напіввагона моделі С70 з урахуванням різної висоти центру ваги проводиться у роботі [2]. Розрахункові сили, які діють на несучу конструкцію напіввагона визначені на підставі нормативних стандартів, які використовуються на залізницях Китаю. Разом з цим в роботі не зазначено перспектив щодо удосконалення несучих конструкцій вагонів для забезпечення міцності в експлуатації.

Заходи щодо удосконалення несучих конструкцій вагонів для зменшення їх навантаженості при експлуатаційних режимах висвітлюються у публікаціях [3, 4]. Наведені результати розрахунку на міцність несучих конструкцій вагонів з урахуванням запропонованих заходів. Однак зазначені рішення щодо удосконалення спрямовані на зменшення динамічної навантаженості несучих конструкцій вагонів у вертикальній площині.

Вибір конструктивних рішень елементів вагонів з малою масою тари проводиться у публікації [5]. Як методика використана порівняльна оцінка показників міцності, витривалості та стійкості несучої конструкції мінімальної маси, виготовленої з різних матеріалів.

Обґрунтування вибору нового профілю для хребтової балки вантажного вагона проводиться у статті [6]. В роботі наведений ряд конструктивних рішень рам вантажних вагонів різного типу. Наведені результати розрахунку на міцність несучих конструкцій вагонів з урахуванням запропонованих рішень.

Разом з цим в даних роботах не запропоновано заходів щодо зменшення навантаженості несучих конструкцій вагонів при експлуатаційних режимах.

Заходи щодо удосконалення несучої конструкції вагона наведені у роботі [7]. В якості розрахункового використаний метод ОПК. Конструктивна схема кузова, що проектується, дозволила знизити масу вагона і підвищити його вантажопідйомність із забезпеченням необхідної міцності і надійності конструкції.

Однак дослідження проведені стосовно вагона-хопера. При цьому не приділено уваги удосконаленню несучих конструкцій інших типів вагонів.

**Мета і завдання дослідження.** Метою статті є висвітлення результатів обґрунтування використання наповнювачів в складових несучих конструкцій вантажних вагонів. Для досягнення зазначеної мети визначені такі завдання:

провести визначення динамічної навантаженості вагонів з урахуванням використання наповнювачів в хребтових балках;

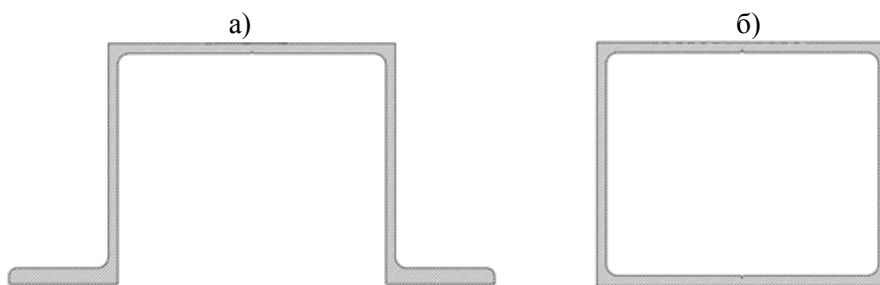
визначити основні показники міцності несучих конструкцій вантажних вагонів з урахуванням використання наповнювачів в хребтових балках.

**Матеріали та методи дослідження.** Одним з найбільш навантажених елементів несучих конструкцій вагонів є хребтова балка рами, яка постійно знаходиться під впливом вертикальних та повздовжніх навантажень. У зв'язку з цим мають місце такі пошкодження хребтової балки як тріщини, обрив зварювальних швів, деформації, перекіс тощо (рис. 1).

Для зменшення навантаженості несучих конструкцій вагонів при експлуатаційних режимах можливим є використання наповнювачів у їх складових. Використання наповнювача доцільно здійснювати в найбільш навантажених елементах несучої конструкції, а саме – хребтовій балці. Важливо сказати, що типові хребтові балки вантажних вагонів здебільшого представлені Z-подібними профілями або швелерами (рис. 2). У зв'язку з цим необхідною умовою використання наповнювача в хребтовій балці є створення її замкненої конструкції.

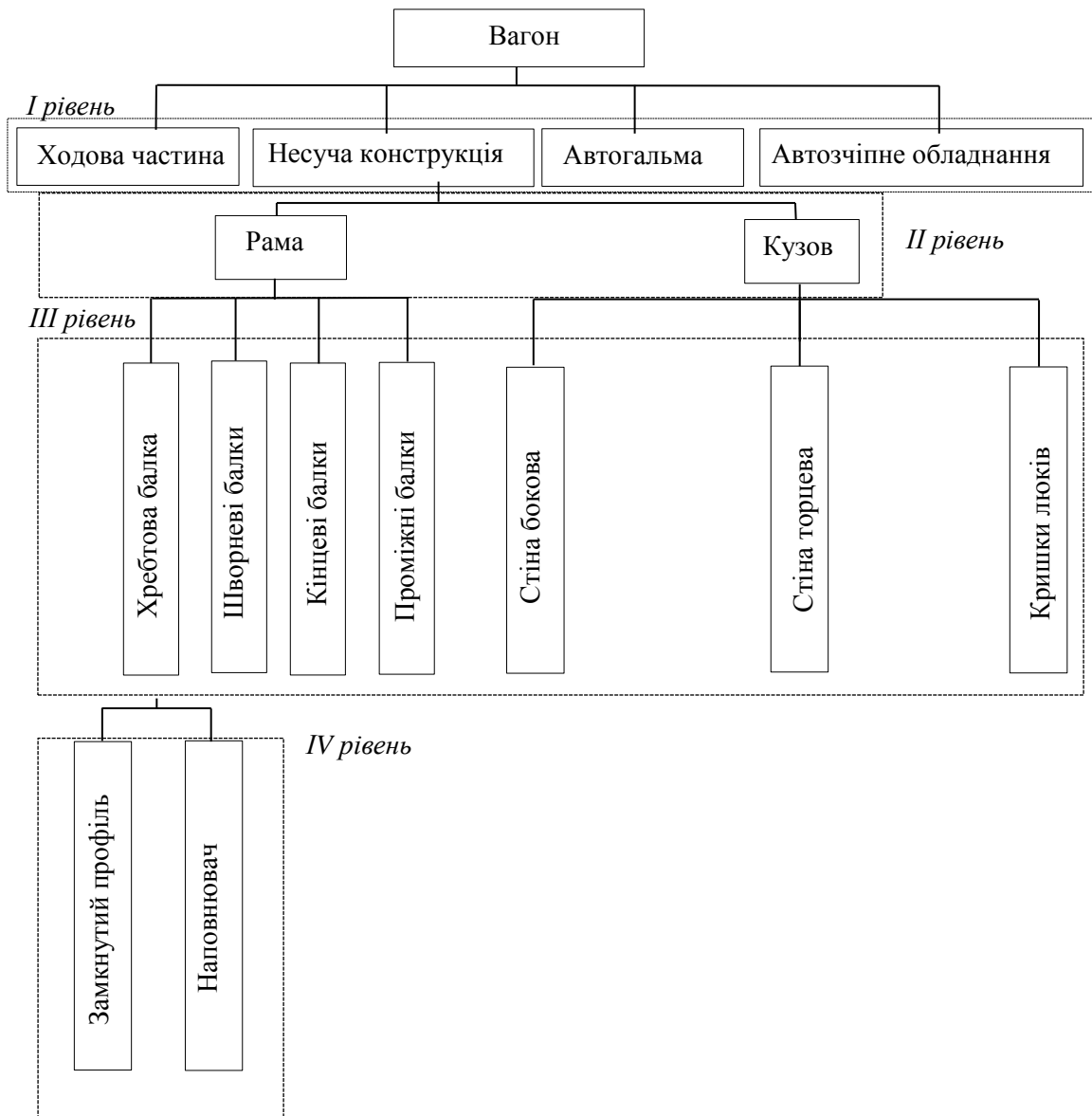


**Рис. 1. Пошкодження рам вагонів**  
а), в) тріщина в хребтовій балці; б) обрив зварювального шва;  
г) відрив шворневої балки



**Рис. 2. Переріз хребтової балки**  
а) типова конструкція; б) удосконалена конструкція

Блоково-ієрархічну схему вагона з наповнювачем в хребтовій балці наведено на рис. 3. Схема представлена на прикладі напіввагона.



*Рис. 3. Блокова-ієрархічна схема на піввагона*

Для визначення навантаженості несучих конструкцій вагонів з урахуванням заходів щодо удосконалення здійснено математичне моделювання.

Для цього використано математичну модель, наведену у роботі [8], яка описує динамічне навантаження несучої конструкції вагона-платформи з контейнерами-цистернами. Тому дану модель було доопрацьовано шляхом урахування переміщень несучої конструкції вагону у повздовжній площині.

Враховано, що наповнювач в хребтовій балці має пружні властивості.

$$M_{\phi p} \cdot \ddot{x} + (M_B \cdot h) \cdot \ddot{\phi} = P_n - (2P_{mp} + c \cdot x), \quad (1)$$

$$I_B \cdot \ddot{\phi} + (M_B \cdot h) \cdot \ddot{x} - g \cdot \phi \cdot (M_B \cdot h) = l \cdot F_{TP} (\text{sign} \dot{\Delta}_1 - \text{sign} \dot{\Delta}_2) + l (k_1 \cdot \Delta_1 - k_2 \cdot \Delta_2), \quad (2)$$

$$M_B \cdot \ddot{z} = k_1 \cdot \Delta_1 + k_2 \cdot \Delta_2 - F_{TP} (\text{sign} \dot{\Delta}_1 - \text{sign} \dot{\Delta}_2), \quad (3)$$

де

$$\Delta_1 = z - l \cdot \varphi; \quad \Delta_2 = z + l \cdot \varphi,$$

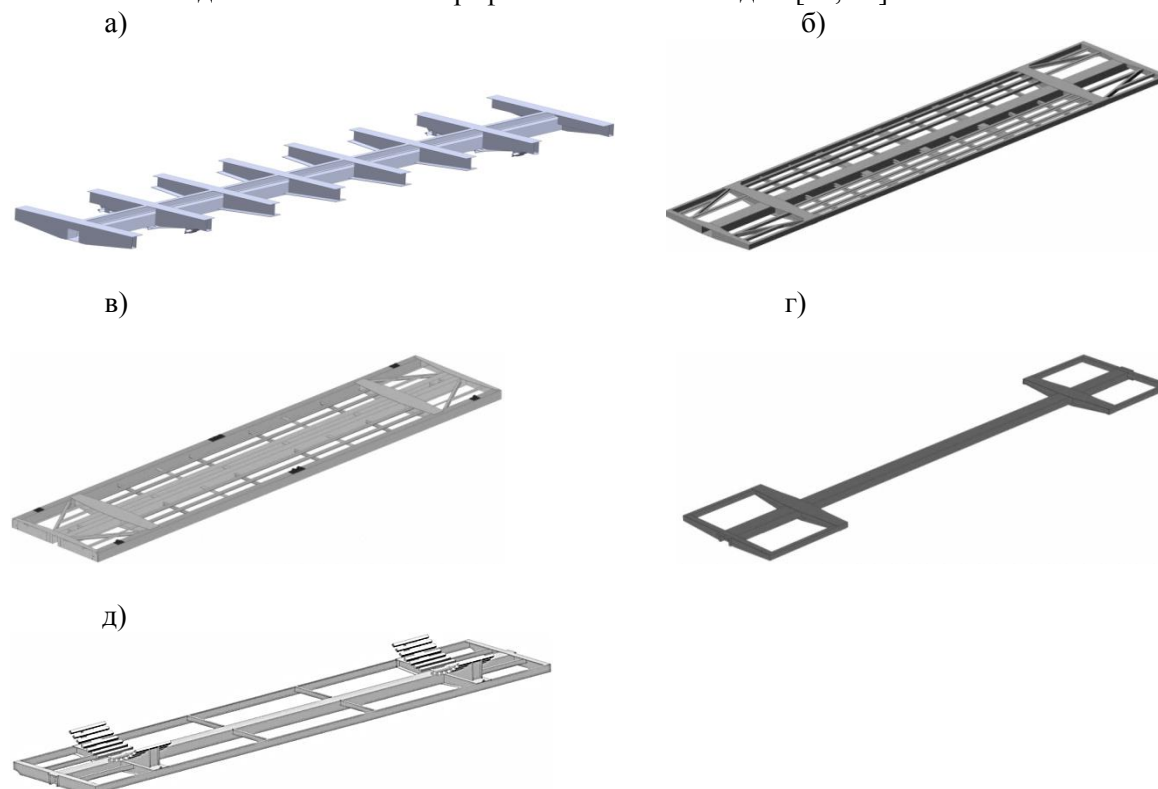
$M_{бр}$  – маса бруто вагона;  $M_B$  – маса несучої конструкції вагона;  $I_B$  – момент інерції вагона;  $P_n$  – величина повздовжньої сили на задній упор автозчепу;  $P_{mp}$  – сили тертя, які виникають між п'ятниками рами та підп'ятниками візків;  $c$  – жорсткість матеріалу, яким заповнені елементи несучої конструкції вагона;  $l$  – половина бази вагона;  $F_{TP}$  – абсолютне значення сили сухого тертя у ресорному комплекті;  $k_1, k_2$  – жорсткість пружин ресорного підвішування візків вагона;  $x, \varphi, z$  – координати, що відповідають, відповідно, повздовжньому, кутовому навколо поперечної осі та вертикальному переміщенню вагона.

При доопрацюванні моделі також враховано силу тертя, яка виникає між п'ятниками та підп'ятниками та зумовлену дією повздовжньої сили на задній упор автозчепу.

Розв'язок диференціальних рівнянь (1) – (3) здійснений за методом Рунге-Кутта в програмному комплексі MathCad [9, 10].

Початкові умови прийняті рівними нулю [11 – 13]. Проведені розрахунки показали, що при використанні наповнювача максимальні прискорення, які діють на несучі конструкції вагонів на 4% нижчі за ті, що отримані для несучих конструкцій без наповнювачів.

Також в рамках дослідження здійснено розрахунок основних показників міцності рам деяких вантажних вагонів. Просторові моделі вагонів побудовані в програмному комплексі SolidWorks (рис. 4). Для розрахунку на міцність використано програмний комплекс SolidWorks Simulation, який реалізує метод скінчених елементів. Оптимальна кількість елементів скінчено-елементних моделей визначена за графоаналітичним методом [14, 15].



**Рис. 4. Просторові моделі рам основних типів вантажних вагонів з замкненими конструкціями хребтових балок**

а) напіввагон; а) критий вагон; б) вагон-платформа; в) вагон-хопер; г) вагон-цистерна



Результати розрахунків на міцність несучих конструкцій вагонів з замкненими хребтовими балками, заповненими наповнювачем, наведені в табл. 1.

*Таблиця 1. Основні показники міцності рам вантажних вагона*

Показник міцності	Режим навантаження				
	І режим			ІІІ режим	
	удар	стиснення	ривок-розтягнення	удар-стиснення	ривок-розтягнення
<b>Напіввагон</b>					
Напруження, МПа	298,5	287,3	276,5	274,3	271,5
Переміщення в вузлах, мм	7,6	7,5	7,5	7,2	7,3
<b>Критий вагон</b>					
Напруження, МПа	329,3	306,2	298,3	276,4	248,7
Переміщення в вузлах, мм	12,6	12,1	10,5	11,3	10,4
<b>Вагон-платформа</b>					
Напруження, МПа	321,3	290,2	276,5	273,4	268,5
Переміщення в вузлах, мм	13,5	13,4	12,6	12,7	12,6
<b>Вагон-хопер</b>					
Напруження, МПа	325,8	292,3	284,6	278,5	306,4
Переміщення в вузлах, мм	15,3	15,2	14,6	14,7	14,7
<b>Вагон-цистерна</b>					
Напруження, МПа	232,6	218,2	203,5	206,5	232,6
Переміщення в вузлах, мм	5,2	4,8	4,7	5,1	5,2

За даними, наведеними у табл. 1, можна зробити висновок, що міцність рам розглянутих типів вагонів при основних експлуатаційних режимах забезпечується. При цьому максимальні еквівалентні напруження в несучих конструкціях вагонів не перевищують допустимих [16, 17] та нижчі на 4 – 9% за ті, що виникають у типових конструкціях рам.

### **Висновки**

1. Проведено визначення динамічної навантаженості вагонів з урахуванням використання наповнювачів в хребтових балках. Результати розрахунки показали, що при використанні наповнювача максимальні прискорення, які діють на несучі конструкції вагонів на 4% нижчі за ті, що отримані для несучих конструкцій без наповнювачів.

2. Визначено основні показники міцності несучих конструкцій вантажних вагонів з урахуванням використання наповнювачів в хребтових балках. Встановлено, що міцність рам розглянутих типів вагонів при основних експлуатаційних режимах забезпечується. При цьому максимальні еквівалентні напруження в несучих конструкціях вагонів нижчі на 4 – 9% за ті, що виникають у типових конструкціях рам.

Проведені дослідження сприятимуть створенню інноваційних конструкцій рухомого складу та зменшенню витрат на його утримання в експлуатації.

### **Подяка**

Дані дослідження проведені в рамках наукової теми молодих вчених «Інноваційні засади створення ресурсозберігаючих конструктивів вагонів шляхом урахування уточнених

динамічних навантажень та функціонально-адаптивних флеш-концептів», яка виконується за рахунок коштів державного бюджету України з 2020 р.

## ЛІТЕРАТУРА

1. S. S. Haraka, S. C. Sharma, S. P. Harsha. Structural dynamic analysis of freight railway wagon using finite element method. *Procedia Materials Science*. 2014. No. 6. P. 1891–1898.
2. Chen Chao, Han Mei, Han Yanhui. Study of Railway Freight Vehicle Body's Dynamic Model Based on Goods Loading Technical Standards. *Procedia Engineering*. 2012. No. 29. P. 3572–3577.
3. Fomin O., Lovska A., Medvediev I., Shatkovska H. Establishing patterns in the dynamic loading on the body of a semi-wagon with an elastic middle part of the girder beam. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. №5/7 (107). P. 30 – 37.
4. Фомін О. В., Ловська А. О. Визначення вертикальних прискорень несучої конструкції вагона-платформи з зв'язками зв'язками у повздовжніх балках. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. 2021. Том 32 (71). №1. Частина 2. С. 135-140.
5. Бороненко Ю. П., Філіпова І. О. Выбор конструктивных решений элементов вагонов с малой массой тары. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. 2017. № 3 (69). P. 121 – 129. doi 10.15802/stp2017/104546
6. Соколов А. М., Савушкина Ю. В., Новоселов А. Ю., Коротков Д. С. Универсальный профиль для хребтовой балки вагонов. Транспорт Российской Федерации. 2019. №1(80). С. 50 – 55.
7. Кебал Ю. В., Шатов В. А., Тьокотев О. М., Мурашова Н. Г. Удосконалення конструкції вагона-хопера для перевезення зерна. Збірник наукових праць ДЕУТ. Серія «Транспортні системи і технології». 2017. Вип. 30. С. 113 – 122.
8. Богомаз Г. И., Мехов Д. Д., Пилипенко О. П., Черношашенцева Ю. Г. Нагруженность контейнеров-цистерн, расположенных на железнодорожной платформе, при ударах в автосцепку. Зб. наук. праць “Динаміка та керування рухом механічних систем”. Київ: АНУ, Інститут технічної механіки, 1992. С. 87 – 95.
9. Романенко І. О., Животовський Р. М., Петрук С. М., Шишацький А. В., Волошин, О. О. Математична модель розподілу навантаження в телекомунікаційних мережах спеціального призначення. Системи обробки інформації, 2017. № 3. С. 61 – 71.
10. Шишацький А. В., Лютов В. В., Жук О. Г., Животовський Р. М. Удосконалена методика оцінювання параметрів сигналів з цифровими видами модуляції. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2016. №4(25). С. 117 – 121.
11. Шишацький А. В., Ольшанський В. В., Животовський Р. М. Алгоритм вибору робочих частот для засобів військового радіозв'язку в умовах впливу навмисних завад. Системи озброєння і військова техніка. 2016. № 2. С. 62 – 66.
12. Fomin O., Gorbunov M., Lovska A., Gerlici J., Kravchenko K. Dynamics and strength of circular tube open wagons with aluminum foam filled center sills. *Materials*, 2021. Vol. 14(8). 1915. <https://doi.org/10.3390/ma14081915>
13. Fomin Oleksij, Lovska Alyona. Establishing patterns in determining the dynamics and strength of a covered freight car, which exhausted its resource. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2020. Vol. 6. Issue 7 (108). P. 21 – 29. doi: 10.15587/1729-4061.2020.217162
14. Vatulia G., Falendysh A., Orel Y., Pavliuchenkov M. Structural Improvements in a Tank Wagon with Modern Software Packages. *Procedia Engineering*. 2017. Vol. 187. P. 301–307.
15. Kitov Y., Verevicheva M., Vatulia G., Orel Y., Deryzemlia S. Design solutions for structures with optimal internal stress distribution. *MATEC Web of Conferences*. 2017. Vol. 133(1–3). 03001.
16. ДСТУ 7598:2014. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). [Чинний від 2015-07-01]. Київ, 2015. 250 с.
17. ГОСТ 33211-2014. Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам. [Действителен от 2016-07-01]. Москва, 2016. 54 с.

## REFERENCES

1. S. S. Haraka, S. C. Sharma, S. P. Harsha. (2014). Structural dynamic analysis of freight railway wagon using finite element method. *Procedia Materials Science*. 1891–1898. (in English).
2. Chen Chao, Han Mei, Han Yanhui. (2012). Study of Railway Freight Vehicle Body's Dynamic Model Based on Goods Loading Technical Standards. *Procedia Engineering*, 29. 3572–3577. (in English).
3. Fomin O., Lovska A., Medvediev I., Shatkovska H. (2020). Establishing patterns in the dynamic loading on the body of a semi-wagon with an elastic middle part of the girder beam. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, №5/7 (107). 30 – 37. (in English).
4. Fomin O. V., Lovska A. O. (2021). Vyznachennya vertikal'nyh pryskoren' nesuchoi konstrukcii vagona-platformi z v'yazkimi zv'yazkami u povzdovzhnyh balkah. *Vcheni zapiski Tavrijs'kogo nacional'nogo universitetu imeni V.I. Vernads'kogo. Seriya: Tekhnichni nauki*, 32 (71). №1. Chastina 2. 135 – 140. (in Ukrainian).

5. Boronenko Yu. P., Filipova I. O. (2017). Vybór konstruktivnykh reshenij elementov vagonov s maloj massoj tary. *Nauka ta progres transportu. Visnik Dnipropetrovs'kogo nacional'nogo universitetu zaliznichnogo transportu*, 3 (69). 121 – 129. doi 10.15802/stp2017/104546 (in Ukrainian).
6. Sokolov A. M., Savushkina Yu. V., Novoselov A. Yu., Korotkov D. S. (2019). Universal'nyj profil' dlya hrebtovoj balki vagonov. *Transport Rossijskoj Federacii*, №1(80). 50 – 55. (in Russian).
7. Keбал Yu. V., Shatov V. A., Tokotev O. M., Murashova N. G. (2017). Udoskonalennya konstrukcii vagona-hopera dlya perevezennya zerna. *Zbirnik naukovih prac' DETUT. Seriya «Transportni sistemi i tekhnologii»*, 30. S. 113 – 122. (in Ukrainian).
8. Bogomaz G. I., Mehov D. D., Pilipchenko O. P., Chernomashenceva Yu. G. (1992). Nagruzhenost kontejnerov-cistern, raspolozhennykh na zheleznodorozhnoj platforme, pri udarah v avtoscepkku. *Zb. nauk. prac "Dinamika ta keruvannya ruhom mehanichnih sistem"*, 87–95. (in Russian).
9. Romanenko I. O., Zhivotovskij R. M., Petruk S. M., Shishackij A. V., Voloshin, O. O. (2017). Matematichna model rozpodilu navantazhennya v telekomunikacijnih merezhah specialnogo priznachennya. *Sistemi obrobki informacii*, 3. S. 61 – 71. (in Ukrainian).
10. Shishackij A. V., Lyutov V. V., Zhuk O. G., Zhivotovskij R. M. (2016). Udoskonalena metodika ocinyuvannya parametriv signaliv z cifrovimi vidami modulyacii. *Nauka i tekhnika Povitryanih Sil Zbrojnih Sil Ukraini*, 4(25). S. 117 – 121. (in Ukrainian).
11. Shishackij A. V., Olshanskij V. V., Zhivotovskij R. M. (2016). Algoritm viboru robochih chastot dlya zasobiv vijskovogo radiozvyazku v umovah vplivu navmisnih zavrad. *Sistemi ozbroennya i vijskova tekhnika*, 2. S. 62 – 66. (in Ukrainian).
12. Fomin O., Gorbunov M., Lovska A., Gerlici J., Kravchenko K. (2021). Dynamics and strength of circular tube open wagons with aluminum foam filled center sills. *Materials*, 14(8). 1915. <https://doi.org/10.3390/ma14081915> (in English).
13. Fomin Oleksij, Lovska Alyona. (2020). Establishing patterns in determining the dynamics and strength of a covered freight car, which exhausted its resource. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6. 7 (108). P. 21 – 29. doi: 10.15587/1729-4061.2020.217162 (in English).
14. Vatulia, G., Falendysh, A., Orel, Y., Pavliuchenkov, M. (2017). Structural Improvements in a Tank Wagon with Modern Software Packages. *Procedia Engineering*, 187, 301–307. (in English).
15. Kitov, Y., Verevicheva, M., Vatulia, G., Orel, Y., Deryzemlia, S. (2017). Design solutions for structures with optimal internal stress distribution. *MATEC Web of Conferences*, 133(1–3), 03001. (in English).
16. Vagony vantazhni. Zagalni vimogi do rozrahunkiv ta proektuvannya novih i modernizovanih vagoniv koliyi 1520 mm (nesamohidnih) [Freight wagons. General requirements for the calculation and design of new and upgraded 1520 mm (non-self-propelled) railcars]. 162. DSTU 7598:2014 (2015). (in Ukrainian).
17. Vagony gruzovye. Trebovaniya k prochnosti i dinamicheskim kachestvam [Freight cars. Strength and Dynamic Requirements], 54. GOST 33211-2014 (2016). (in Russian).

**Sergii Panchenko<sup>1</sup>, Oleksij Fomin<sup>2</sup>, Glib Vatulia<sup>3</sup>, Alyona Lovska<sup>4</sup>, Svitlana Deryzemlia<sup>5</sup>,  
Andrii Rybin<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Rector, Ukrainian State University of Railway Transport, Feuerbach sq., 7, Kharkiv, 61050, Ukraine

<sup>2</sup>Professor of Department of Cars and Carriage Facilities, State University of Infrastructure and Technologies, Kyrylivska str., 9, Kyiv, Ukraine, 04071

<sup>3</sup>Vice-rector for science, Ukrainian State University of Railway Transport, Feuerbach sq., 7, Kharkiv, 61050, Ukraine

<sup>4</sup>Associate Professor of the Department of Wagon Engineering and Product Quality, Ukrainian State University of Railway Transport, Feuerbach sq., 7, Kharkiv, 61050, Ukraine

<sup>5</sup>Senior Assistant of the Department of Structural Mechanics and Hydraulics, Ukrainian State University of Railway Transport, Feuerbach sq., 7, Kharkiv, 61050, Ukraine

<sup>6</sup>Senior Lecturer of the Department of Wagon Engineering and Product Quality, Ukrainian State University of Railway Transport, Feuerbach sq., 7, Kharkiv, 61050, Ukraine

## JUSTIFICATION OF FILLERS USING IN THE BEARING STRUCTURES COMPONENTS OF FREIGHT CARS

*To reduce the load on the freight cars frames under operational conditions, it has been suggested that to use fillers in their components. Fillers using is advisable in the most loaded elements of the bearing structure, namely, the spine beam. Therefore, a necessary condition for filler using in the spine beam is the creation of its closed structure. The dynamic load of railcars was carried out, taking*



*into account the proposed provisions. Calculations have shown with filler using, the maximum accelerations acting on the bearing structures of wagons are 4% lower than those accelerations obtained for bearing structures without fillers.*

*The results of determining the main strength indicators of bearing structures of freight cars are presented, taking into account the fillers using in their components. It has been established that the strength of the frames of the considered types of wagons under the main operating conditions is ensured. At the same time, the maximum equivalent stresses in the bearing structures of wagons are 4-9% lower than those in typical frame structures.*

*The conducted research will contribute to the creation of innovative structures of rolling stock and reduce the cost of its maintenance work in operation.*

**Keywords:** *wagon, bearing structure, spine beam, dynamic loading, strength.*