

**ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ДИНАМІЧНОЇ  
НАВАНТАЖЕНОСТІ НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ КРИТОГО ВАГОНА  
ПРИ ВЕДЕННІ З НЬОГО ВОГНЯНОЇ ДІЇ У ГОРИЗОНТАЛЬНІЙ  
ПЛОЩИНІ**

**DETERMINATION OF THE REGULARITIES OF THE COVERED WAGON  
SUPPORTING STRUCTURE DYNAMIC LOADING WHEN CONDUCTING  
FIRE FROM IT IN THE HORIZONTAL PLANE**

*О.В. Фомін<sup>1</sup>, докт. техн. наук, А.О. Ловська<sup>2</sup>, канд. техн. наук, J. Gerlici<sup>3</sup>,  
D.Sc. (Tech.), Ю.В. Фоміна<sup>3</sup>, Д.В. Федосов-Ніконов<sup>4</sup>, канд. те хн. наук,  
П.М. Прокопенко<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Державний університет інфраструктури та технологій (м. Київ)

<sup>2</sup>Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

<sup>3</sup>University of Zilina in Zilina (Zilina, Slovakia)

<sup>4</sup>Державне підприємство “Український науково-дослідний інститут вагонобудування” (м. Кременчук)

*O.V. Fomin<sup>1</sup>, D.Sc. (Tech.), A.O. Lovska<sup>2</sup>, PhD (Tech.), J. Gerlici<sup>3</sup>, D.Sc.  
(Tech.), Yu. V. Fomina<sup>3</sup>, D. V. Fedosov-Nikonov<sup>4</sup>, PhD (Tech.),  
P.M. Prokopenko<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>State University of Infrastructure and Technologies (Kyiv)

<sup>2</sup>Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

<sup>3</sup>University of Zilina in Zilina (Zilina, Slovakia)

<sup>4</sup>State Enterprise “Ukrainian Research Institute of Wagon Building” (Kremenchuk)

Розвиток залізничної галузі на сучасному етапі функціонування транспортної системи вимагає впровадження в експлуатацію інноваційних конструкцій рухомого складу, зокрема вагонів. При цьому особлива увага повинна приділятися їх несучим конструкціям. Мова йде не тільки про покращення техніко-економічних показників, впровадження нових прогресивних матеріалів, а і створення мультифункціональних конструкцій [1–3]. Під мультифункціональністю несучої конструкції розуміється можливість здійснювати більше ніж одну функцію. Тому пропонується впровадження в експлуатацію вагонів, які забезпечували б можливість не тільки перевезення вантажів, а також використання, наприклад, у військово-стратегічних цілях країни, що на сьогоднішній день є досить актуальною та важливою задачею.

Відомо, що найбільшого розповсюдження для перевезення військової техніки дістали вагони-платформи. Однак для перевезення військової техніки, яка потребує захисту від атмосферних опадів використання цих вагонів не є доцільним. Тому пропонується впровадження в експлуатацію критих вагонів для перевезення військової техніки, а також можливості ведення вогняної дії при русі.

Важливо зазначити, що питанню проектування таких вагонів досі не приділялося належної уваги. Крім того, нормативна база у відповідності до якої

здійснюється проектування сучасних конструкцій вагонів не враховує навантажень, що можуть діяти на них при веденні вогняної дії. Це викликає необхідність проведення досліджень в даному напрямку та створення відповідних рекомендацій.

У зв'язку з цим, авторами проведено дослідження динамічної навантаженості несучої конструкції критого вагона для перевезення військової техніки та ведення вогняної дії. Для цього складено математичну модель, яка враховує вертикальні та кутові відносно повздовжньої осі (бокова хитавиця) переміщення несучої конструкції вагона при пострілі. Визначено прискорення, як складові динамічного навантаження, що діють на несучу конструкцію вагона. Встановлено, що прискорення, які діють на несучу конструкцію вагона у вертикальній площині складають близько  $6,0 \text{ м/с}^2$  (0,6 g). У горизонтальній площині прискорення склали  $2,6 \text{ м/с}^2$  (0,26 g). Тобто хід вагона можна оцінити як “задовільний” [4, 5].

Для зменшення динамічної навантаженості вагона при веденні вогняної дії запропоновано встановлення пружних амортизаторів коливань під опорні сектори. При цьому горизонтальні прискорення склали близько  $2 \text{ м/с}^2$  (0,2 g). З урахуванням запропонованих технічних рішень динамічна навантаженість вагона знижується у порівнянні з жорсткою взаємодією сектора з рамою близько на 25%.

Проведено розрахунок на міцність несучої конструкції критого вагона. В якості розрахункового використаний метод скінчених елементів, реалізований в програмному комплексі CosmosWorks. Встановлено, що максимальні еквівалентні напруження зосереджені в зоні розміщення передніх упорів та складають близько 315 МПа. Отже максимальні еквівалентні напруження в несучій конструкції критого вагона не перевищують допустимі [4, 5]. Максимальні переміщення при цьому склали близько 3 мм. Максимальні деформації дорівнюють  $5,46 \times 10^{-3}$ .

Також в рамках дослідження проведений модальний аналіз несучої конструкції критого вагона. Встановлено, що значення власних частот коливань знаходяться в межах допустимих.

Проведені дослідження сприятимуть створенню рекомендацій щодо проектування критих вагонів для перевезення військової техніки та ведення вогняної дії, а також підвищенню ефективності експлуатації залізничного транспорту.

[1] Fomin O. Improvement of upper bundling of side wall of gondola cars of 12-9745 model. *Metallurgical and Mining Industry*. No. 1, 2015. P. 45–48.

[2] Vatulia G., Falendysh A., Orel Y., Pavliuchenkov M. Structural Improvements in a Tank Wagon with Modern Software Packages. *Procedia Engineering*. Vol. 187, 2017. P. 301–307.

[3] Ловська А. О. Визначення навантаженості контейнера, розміщеного на вагоні-платформі при пружно-в'язкій взаємодії фітінгів з фітінговими упорами. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*. Вип. 184, 2019. С. 6–19.

[4] Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних): ДСТУ 7598:2014 – [Чинний від 2015-07-01]. – К.: МИНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ, 2015. – 250 с. – (Національний стандарт України).

[5] Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам: ГОСТ 33211-2014. – [Чинний від 2014-12-22]. – М.: Стандартиформ, 2016. – 53 с. – (Межгосударственный стандарт).