

**МОДЕЛЮВАННЯ НАВАНТАЖЕНОСТІ НЕСУЧОЇ КОНСТРУКЦІЇ
ВАГОНА-ПЛАТФОРМИ ЗЧЛЕНОВАНОГО ТИПУ ПРИ
КОМБІНОВАНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ**

**MODELING OF LOADING OF THE CARRYING STRUCTURE OF AN
ARTICULATED FLAT WAGON IN COMBINED TRANSPORT**

*Канд. техн. наук А. О. Ловська,
Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*A. Lovska, PhD (Tech.)
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Розвиток конкурентного середовища на ринку залізничних послуг, а також підвищення ефективності його функціонування вимагає введення в експлуатацію рухомого складу нового покоління [1-4], а також комбінованих транспортних систем. Одними з найбільш перспективних серед таких систем є залізнично-поромні перевезення. Даний вид перевезень характеризується можливістю слідування вагонів морем на спеціально обладнаних для цього судах – залізничних поромах.

Для підвищення ефективності комбінованих перевезень в напрямку міжнародних транспортних коридорів запропоновано конструкцію вагона-платформи зчленованого типу, створеного на базі типової моделі.

З метою можливості перевезення вагона-платформи зчленованого типу на залізничному поромі пропонується встановлення на його несучій конструкції вузлів для закріплення ланцюгових стяжок. Розміщення вузлів закріплення здійснюється на шворневих балках вагона-платформи, що дозволяє забезпечити просторове розміщення ланцюгової стяжки та відповідність кутів її нахилу у просторі нормативним документам. З боку зон обпирання секцій на середній візок розміщення вузлів здійснюється на надбудовах коробчастого перетину.

Для визначення прискорень, як складових динамічного навантаження несучої конструкції вагона-платформи зчленованого типу, завантаженого контейнерами при перевезенні на залізничному поромі, складено математичні моделі за методом Лагранжа II роду, які враховують наступні випадки коливань [5, 6]:

- 1) відсутність переміщень вагона-платформи та контейнерів відносно початкового положення при коливаннях залізничного порому;
- 2) наявність переміщень вагона-платформи при коливаннях залізничного порому з урахуванням нерухомості контейнерів відносно рами вагона-платформи;
- 3) наявність переміщень вагона-платформи відносно палуби та контейнерів відносно рами вагона-платформи.

Встановлено, що при відсутності переміщень вагона-платформи та контейнерів відносно початкового положення загальна величина прискорення, яке діє на крайній від фальшборта вагон-платформу з контейнерами склала близько 0,25g.

Для випадку наявності переміщень вагона-платформи при коливаннях залізничного порому та нерухомості контейнерів відносно рами загальна величина прискорення склала близько 0,3g.

При наявності переміщень вагона-платформи відносно палуби та контейнерів відносно рами вагона-платформи загальна величина прискорення, яке діє на крайній від фальшборта вагон-платформу, склала близько 0,4g, а на контейнера, розміщені на ньому, близько 0,47g.

Також дослідження динамічних навантажень, які діють на несучу конструкцію вагона-платформи зчленованого типу при перевезенні на залізничному поромі проводилося шляхом комп'ютерного моделювання за методом скінчених елементів, реалізованого в середовищі програмного забезпечення CosmosWorks.

Для перевірки адекватності розроблених моделей застосований критерій Фішера. Результати розрахунку дозволили зробити висновок, що гіпотеза про адекватність не заперечується. Отримані прискорення враховані при дослідженнях міцності несучої конструкції вагона-платформи з урахуванням перевезення на залізничному поромі морем. Встановлено, що максимальні еквівалентні напруження складають близько 320 МПа, що нижче за допустимі. Максимальні переміщення склали 33,4 мм, деформації – $3,78 \cdot 10^{-2}$.

Модалний аналіз несучої конструкції вагона-платформи зчленованого типу при перевезенні на залізничному поромі показав, що чисельні значення критичних частот коливань знаходяться в межах допустимих. Результати розрахунку несучої конструкції вагона-платформи зчленованого типу при основних експлуатаційних режимах навантаження (I, III) дозволили зробити висновок про забезпечення показників динаміки та міцності конструкції в межах допустимих.

Проведені дослідження сприятимуть створенню вагонів-платформ зчленованого типу нового покоління, адаптованих до перевезення на залізничних поромах, а також підвищенню ефективності комбінованого транспорту в напрямку міжнародних транспортних коридорів.

[1] Krason W. Fe numerical tests of railway wagon for intermodal transport according to PN-EU standards [Text] / W. Krason, T. Niezgoda // Bulletin of the Polish Academy of Sciences Technical Sciences. – 2014. – Vol. 62, Iss. 4. P. 843–851.

[2] WBN Waggonbau Niesky GmbH: Developing a flexible platform of freight wagons. – Intern. Edition. – 2016. – № 1. – P. 46.

[3] Fomin, O. Improvement of upper bundling of side wall of gondola cars of 12-9745 model [Text] / O.V. Fomin // Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry». – 2015. – No. 1 – P. 45 – 48.

[4] Kelrykh, M. Perspective directions of planning carrying systems of gondolas [Text] / M. Kelrykh, O. Fomin // Scientific and technical journal «Metallurgical and Mining Industry». – 2014. – No. 6 – P. 64 – 67.

[5] Ловська, А. О. Дослідження динамічної навантаженості вагона-платформи з контейнерами при перевезенні на залізничному поромі [Текст] / А. О. Ловська // Залізничний транспорт України – 2017. – № 2. – с. 16 – 20.

[6] Ловська, А. О. Визначення навантаженості контейнерів у складі комбінованих поїздів при перевезенні залізничним поромом [Текст] / А. О. Ловська // Зб. наук. праць. ДНУЗТа: ДІТ. – 2017. – Вип. 6 (72) – с. 49 – 60.