

Фомін Олексій Вікторович, докт. техн. наук, професор,
Державний університет інфраструктури та технологій
fomin1985@ukr.net

Ловська Альона Олександрівна, докт. техн. наук, доцент,
Український державний університет залізничного транспорту
alyonalovskaya.vagons@gmail.com

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ШЛЯХОМ ВПРОВАДЖЕННЯ ВАГОНІВ-ХОПЕРІВ ДВОХСЕКЦІЙНИХ

Залізничний транспорт вже тривалий час є найбільш пріоритетною галуззю транспортної системи. Він забезпечує можливість перевезення майже всіх типів вантажів та є одним з найбільш безпечних. Разом з цим для утримання першості залізничної галузі на ринку вітчизняних та міжнародних перевезень важливим є впровадження в експлуатацію перспективних конструкцій рухомого складу, які мають не тільки покращені техніко-економічні показники, а і характеризуються багатofункціональністю, тобто можливістю перевезень широкої номенклатури вантажів [1, 2].

Одним з найбільш небезпечних вантажів, які перевозяться залізницею є високотемпературні. Для їх транспортування використовуються здебільшого вагони-хопери. Важливо сказати, що даний тип вагону є вузькоспеціалізованим. Для підвищення ефективності експлуатації вагонів-хоперів можливим є удосконалення їх несучих конструкцій шляхом адаптації до перевезень більш широкої номенклатури вантажів, в тому числі одночасного перевезення різнотипних вантажів. Це сприятиме рентабельності залізничних перевезень, а також створенню напрацювань щодо проектування перспективних конструкцій рухомого складу.

Для підвищення ефективності залізничних перевезень запропоновано конструкцію вагона-хопера двохсекційного. Особливістю його несучої конструкції є те, що вона розділена на дві окремі секції, що сприяє можливості перевезень різнотипних вантажів у ньому. В зонах обпирання секцій на середню частину рами встановлена балка прямокутного перерізу для забезпечення відповідної жорсткості конструкції. При проектуванні вагона у якості прототипу обрано вагон-хопер моделі 20-9749, побудови ДП "Укрспецвагон" (Україна).

Для визначення вертикальної навантаженості вагона-хопера проведено математичне моделювання. При цьому використано математичну модель, розроблену проф. Дьоміним Ю. В. та доц. Черняк Г. Ю. [3]. Модель описує поступальні та кутові переміщення вагона у вертикальній площині при його русі стиковою нерівністю. Колія при цьому розглянута як пружно-в'язка.

Враховано, що вагон переміщується у порожньому стані оскільки при цьому спостережується найбільша навантаженість його конструкції. Розв'язок математичної моделі здійснено в програмному комплексі MathCad. Початкові переміщення та швидкості прийняті рівними нулю. Результати розрахунків встановили, що отримані показники динаміки знаходяться в межах допустимих

[4, 5]. Прискорення, які діють на несучу конструкцію в центрі мас склали $5,2 \text{ м/с}^2$ ($0,53g$), прискорення в зонах спирання несучої конструкції на візки дорівнюють $8,4 \text{ м/с}^2$ ($0,86g$). Сили, що діють в ресорному підвішуванні візків складають $42,7 \text{ кН}$. Коефіцієнт вертикальної динаміки дорівнює $0,6$.

Для визначення міцності несучої конструкції вагона-хопера двохсекційного проведено розрахунок за методом скінчених елементів в програмному комплексі SolidWorks Simulation. Скінчено-елементна модель несучої конструкції вагона-хопера утворена ізопараметричними тетраедрами. Оптимальна кількість тетраєдрів розрахована за графоаналітичним методом. Результати розрахунків показали, що максимальна навантаженість несучої конструкції вагона-хопера простежується при I розрахунковому режимі (удар). При цьому максимальні еквівалентні напруження зафіксовані в зоні взаємодії хребтової балки зі шворневою та складають $240,7 \text{ МПа}$, що нижче за допустимі на 30% .

Проведені дослідження сприятимуть створенню напрацювань щодо проектування перспективних конструкцій вагонів, а також підвищенню ефективності експлуатації залізничної галузі.

Література

1. Alyona Lovska, Oleksij Fomin, Václav Píštěk, Pavel Kučera. Dynamic load and strength determination of carrying structure of wagons transported by ferries // Journal of Marine Science and Engineering. – 2020. – №8, 902; doi:10.3390/jmse8110902
2. Alyona Lovska, Oleksij Fomin, Vaclav Pistek, Pavel Kucera. Calculation of loads on carrying structures of articulated circular-tube wagons equipped with new draft gear concepts. Applied Sciences. 2020, Vol. 10(21). 7441. doi:10.3390/app10217441
3. Дьомін Ю. В., Черняк Г. Ю. Основи динаміки вагонів. Київ, 2003. 269 с.
4. ДСТУ 7598:2014. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). Київ, 2015. 162 с.
5. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных), ГосНИИВ-ВНИИЖТ, М, 1996 г. – 84 с.