

ОСОБЛИВОСТІ МОДАЛЬНОГО АНАЛІЗУ КУЗОВА НАПІВВАГОНА ІЗ ОБШИВКОЮ, УТВОРЕНОЮ ХВИЛЬОПОДІБНИМИ ЛИСТАМИ

д-р. техн. наук, професор Ловська Альона Олександрівна
аспірант Семенов В'ячеслав Петрович
Український державний університет залізничного транспорту

Залізничний транспорт є ключовим фактором успішного розвитку економіки Європи. На долю залізничного транспорту припадає привальований сегмент перевезень різнотипних вантажів [1–3]. Серед таких вантажів найбільш поширеними є насипні та навалювальні. Перевезення їх здійснюється в напіввагонах. Одним із найбільш пошкоджуваних елементів несучої конструкції напіввагонів є обшивка. Типову обшивку напіввагонів утворюють листи-виштамповки, які мають змінну за висотою товщину – від 5 мм знизу до 3 мм зверху. Наявність пошкоджень обшивки може волікти за собою не лише втрату вантажів на шляху прямовання, а і загрожувати безпеці руху. Тому важливим є створення рішень, спрямованих на удосконалення обшивки несучих конструкцій напіввагонів.

Для покращення міцності обшивки несучої конструкції напіввагона пропонується її виготовлення із листів, які мають хвильоподібну конфігурацію (рис. 1).

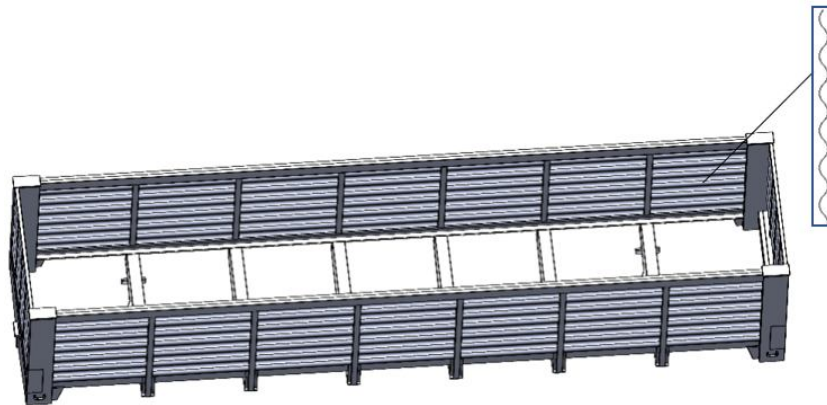


Рисунок 1 – Кузов напіввагона із обшивкою, утвореною хвильоподібними листами

Проведені теоретичні розрахунки щодо оптимізації геометричних параметрів такого листа, а також визначення міцності кузова підтвердили доцільність запропонованого рішення. Дослідження проведено на прикладі напіввагона моделі 12-757, який експлуатується на колії 1520 мм.

При використанні хвильоподібних листів в якості обшивки стін напіввагона маса його несучої конструкції зменшиться на 3,5 % у порівнянні із типовою. У зв'язку із цим, для забезпечення безпеки руху напіввагона важливим є модальний аналіз його конструкції. Для проведення модального аналізу застосовано програмний комплекс SolidWorks Simulation, який реалізує метод скінчених елементів. Розрахункова схема кузова напіввагона

враховувала такі силові фактори: вертикальне навантаження, яке діє на раму; тиск від насипного вантажу на бокові та торцеві стіни кузова; повздовжню силу, яка прикладалася до заднього упору автозчепу; реакцію на повздовжню силу, яка прикладалася до протилежного заднього упору автозчепу. Як насипний вантаж розглянуто кам'яне вугілля. Враховано, що тиск вантажу на бокові стіни розподілено за законом трикутника, який має максимум у основи. Скінчено-елементну модель сформовано тетраедрами. Вона налічує 403191 елемент та 133042 вузлів. Максимальний розмір елемента склав 80 мм, а мінімальний 16 мм.

Проведені розрахунки встановили, що значення першої власної частоти коливань несучої конструкції напіввагона складає 14,4 Гц (рис. 2). Тобто безпека руху з точки зору модального аналізу дотримується.

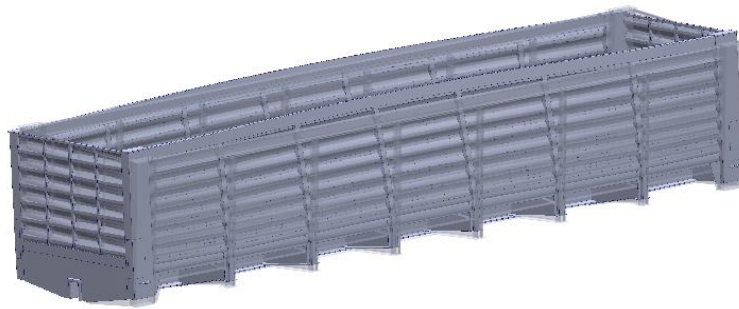


Рисунок 2 – Форма коливань кузова напіввагона при частоті 14,4 Гц

Подальшим розвитком даного дослідження є визначення втомної міцності несучої конструкції напіввагона із обшивкою, утвореною хвилюподібними листами.

Проведені дослідження сприятимуть створенню рекомендацій щодо покращення техніко-економічних показників залізничних вагонів.

Перелік посилань

1. Woo Geun Lee, Jung-Seok Kim, Seung-Ju Sun, Jae-Yong Lim. The next generation material for lightweight railway car body structures: Magnesium alloys. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit. 2018. Vol. 232. Issue 1. P. 25 – 42.
2. Alyona Lovska, Oleksandr Stanovskyi, Oksana Zharova, Yevheniia Naumenko, Yevhen Pelypenko. Identifying patterns in loading a gondola car body with reinforcing belts in the structure of side walls. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2024. №3/7 (129). P. 17 – 25. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.303987>
3. Wenfei Liu, Liang Zhang, Cheng Bi, Yanling Huo, Ren Zhang, Zhengchu Wang. The Anti-Fatigue Design of 80 t Depressed-Center Gondola Car Body. Processes. 2022. Vol. 10, 1618. <https://doi.org/10.3390/pr10081618>