

УДК 629.463.65

## **ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НАПОВНЮВАЧІВ В НЕСУЧІЙ КОНСТРУКЦІЇ НАПІВВАГОНА**

### **DETERMINATION OF FEASIBILITY OF USE OF FILLERS IN THE SUPPORTING STRUCTURE OF AN OPEN WAGON**

*д.т.н. А. О. Ловська<sup>1</sup>, д.т.н. О. В. Фомін<sup>2</sup>, А. В. Рибін<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*<sup>2</sup>Державний університет інфраструктури та технологій (м. Київ)*

*D.Sc. (Tech.) Alyona Lovska<sup>1</sup>, D.Sc. (Tech.) Oleksij Fomin<sup>2</sup>, Andriy Rybin<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

*<sup>2</sup>State University of Infrastructure and Technologies (Kyiv)*

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 утримання лідерських позицій залізничного транспорту необхідним є забезпечення його конкурентоспроможним рухомим складом [1 – 3]. При проектуванні такого рухомого складу важливим є урахування принципово нових інноваційних рішень, спрямованих на забезпечення надійності його експлуатації. Одним з таких рішень є впровадження принципів мультифункціональності в несучій конструкції вагонів.

Урахування запропонованого принципу на стадії проектування несучих конструкцій вагонів сприятиме зменшенню їх навантаженості, а також збільшенню терміну експлуатації шляхом покращення показників втомної міцності. Тому важливим та актуальним постає питання дослідження можливості застосування принципів мультифункціональності в несучих конструкціях вагонів з урахуванням використання наповнювачів в їх складових.

Для зменшення навантаженості несучої конструкції напіввагона при експлуатаційних режимах можливим є використання наповнювачів у його складових, які мають замкнений переріз. При цьому у якості наповнювача доцільним є використання піноалюмінію.

Для обґрунтування використання піноалюмінію у якості наповнювача складових несучої конструкції напіввагону побудовано його просторову модель в програмному комплексі SolidWorks. Дослідження проведені стосовно напіввагона моделі 12-757. Наявність піноалюмінію моделювалася постановкою у складові несучої конструкції елементів з відповідними характеристиками.

Для визначення міцності несучої конструкції напіввагону проведено розрахунок за методом скінчених елементів. При цьому використано програмний комплекс SolidWorks Simulation (CosmosWorks).

Оптимальна кількість елементів скінчено-елементної моделі несучої конструкції напіввагона визначена з використанням графоаналітичного методу.

В якості скінчених елементів застосовані ізопараметричні тетраедри. Розрахунок здійснений для випадку маневрового співударяння.

Максимальні еквівалентні напруження зафіксовані в зоні взаємодії шворневої балки з хребтовою та склали близько 340 МПа. Максимальні переміщення виникають у середній частині рами на дорівнюють 4,7 мм. Отже міцність несучої конструкції напіввагона забезпечується [4, 5].

Розраховано втомну міцність несучої конструкції напіввагона з використанням у якості наповнювача його складових піноалюмінію. Проведені розрахунки дозволили зробити висновок, що втомна міцність несучої конструкції напіввагона з наповнювачем збільшується на 7 % у порівнянні з типовою конструкцією.

Проектний строк служби несучої конструкції напіввагона складає не менше 32 років.

Результати модального аналізу несучої конструкції напіввагона дозволили встановити, що значення власних частот коливань знаходяться в межах допустимих. При цьому перша власна частота коливань має значення більше 8 Гц.

Визначено основні показники динаміки несучої конструкції напіввагона з наповнювачем його складових. Встановлено, що максимальні прискорення кузова напіввагона в центрі мас складають 4,2 м/с<sup>2</sup>. Прискорення візків дорівнюють 5,3 м/с<sup>2</sup>. Сили в ресорному підвішуванні візків склали близько 44,2 кН, а коефіцієнт вертикальної динаміки – 0,58. Оцінка ходу напіввагона є “відмінною” [4, 5].

Важливо сказати, що з урахуванням використання піноалюмінію у якості наповнювача складових несучої конструкції напіввагона його тара збільшується на 16,2% у порівнянні з конструкцією без наповнювача. Однак для зменшення підресореної маси вагона є можливим оптимізація складових його конструкції за критерієм мінімуму матеріалоемності.

Проведені дослідження сприятимуть створенню рекомендацій щодо проектування інноваційних конструкцій рухомого складу з покращеними техніко-економічними, а також експлуатаційними показниками.

- [1] Antipin, D. Y. Justification of a Rational Design of the Pivot Center of the Open-top Wagon Frame by means of Computer Simulation [Text] / D. Y. Antipin, D. Y. Racin, S. G. Shorokhov // Procedia Engineering. – 2016. – Vol. 150. P. 150–154. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.738>
- [2] Płaczek, M. A concept of technology for freight wagons modernization [Text] / M. Płaczek, A. Wróbel, A. Buchacz // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2016. – Vol. 161. doi:10.1088/1757-899X/161/1/012107.
- [3] Lovska Alyona. A new fastener to ensure the reliability of a passenger coach car body on a railway ferry [Text] / Alyona Lovska, Oleksij Fomin // Acta Polytechnica. – 2020. – Vol. 60, Issue 6. –P. 478 – 485.
- [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]. – Київ, 2015. – 162 с.
- [5] Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам: ГОСТ 33211-2014. [Действителен от 2014-12-22]. – Москва, Стандартинформ, 2016. – 54 с.