

УДК 620:629.484

**АНАЛІЗ ПРИДАТНОСТІ ЛЕГКИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ
ВИКОРИСТАННЯ У ВАНТАЖНОМУ ВАГОНОБУДУВАННІ**

**ANALYSIS OF THE SUITABILITY OF LIGHTWEIGHT MATERIALS
FOR USE IN FREIGHT CAR BUILDING**

М.В. Фісун (PhD), канд.тех.наук А.В. Рибін

Український державний університет залізничного транспорту

M.V. Fisun (PhD), A.V. Rybin

Ukrainian State University of Railway Transport

Зменшення маси тари вантажного вагона є одним із найефективніших способів підвищення енергоефективності перевезень. Розрахунки, проведені на основі експлуатаційних даних вантажних поїздів, показують, що скорочення тари хопера на 1 т забезпечує економію пального на 2–3 % та збільшує корисне навантаження на таку ж величину [5].

Конструкційна сталь 09Г2С залишається основним матеріалом завдяки доступності та ремонтпридатності, однак її щільність 7850 кг/м³ і схильність до корозії зумовлюють необхідність пошуку легших альтернатив.

Моделювання балок вагона-хопера, заповнених наповнювачем, що має в'язкопружні властивості, показало зниження еквівалентних поздовжніх напружень на 6 % і прискорень кузова на 4 % при маневрових поштовхах [1]. Аналогічно, застосування сендвіч-панелей у контейнерах продемонструвало 16 % запасу міцності та 3–4 % зменшення поперечних коливань [2]. Дослідний композитний дах хопера дозволив зменшити масу кузова на 7 % і підвищив першу власну частоту на 17 % [6].

Ці результати підтверджують доцільність використання легких матеріалів для конструктивних елементів вантажних вагонів, однак потребують додаткової перевірки їх ударної в'язкості та втомної довговічності відповідно до вимог щодо міцності та динамічних характеристик [3].

Порівняння механічних, технологічних та економічних показників свідчить, що найбільш доцільним є гібридний підхід: використання високоміцних сталей для рами вагона, алюмінієвих або сендвіч-панелей для кузова, а також локальне застосування композитних матеріалів у дахах та люках. Така комбінація матеріалів дозволяє зменшити масу вантажного вагона на 2–2,5 тонни при збереженні вимог до міцності, а також забезпечує економію пального до 9 % протягом життєвого циклу експлуатації.

- [1] Determination of loading of a hopper car with an improved design of the spine beam. Panchenko S., Fomin O., Vatulia G., Ustenko O., Lovska A., Rybin A., Voloshina L. Procedia Structural Integrity. – 2022. Volume 36, Pages 231 – 238. doi: 10.1016/j.prostr.2022.01.029. ISSN: 2452-3216.
- [2] Research into the transverse loading of the container with sandwich-panel walls when transported by rail. G.L. Vatulia, A.O. Lovska, Ye. S. Krasnokutskyi. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1254(1). – 2023. Pages 1 – 8. DOI:10.1088/1755-1315/1254/1/012140
- [3] ДСТУ ГОСТ 33211:2017 Вагони вантажні. Вимоги до міцності та динамічних якостей.
- [4] Cascino A., Meli E., Rindi A. A strategy for lightweight designing of a railway vehicle car body including composite material and dynamic structural optimization. Railway Engineering Science. 2023. Vol. 31(9). P. 340–350. DOI:10.1007/s40534-023-00312-6
- [5] Bulakh M. Evaluation and reduction of energy consumption of railway train movement on a straight track section with reduced freight wagon mass. – 2025. Energies, MDPI, vol. 18(2), pages 1-17, January. DOI:10.3390/en18020280
- [6] Дослідження навантаження несучої конструкції вагона-хопера з дахом із композитного матеріалу / О. В. Фомін, А. О. Ловська, А. М. Фоміна, С. С. Сова // Наука та прогрес транспорту. - 2022. - № 1. - С. 71-79. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vdnuzt_2022_1_9.

УДК 629.463.001.63

**ОСНОВНІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ ЕВОЛЮЦІЇ
МІКРОСТРУКТУРИ СТАЛІ 09Г2С ТРАНСПОРТНИХ
КОНСТРУКЦІЙ ПІСЛЯ ТЕРМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

**MAIN ASPECTS OF MODELING THE EVOLUTION OF THE
MICROSTRUCTURE OF 09G2S STEEL FOR TRANSPORT
STRUCTURES AFTER THERMAL LOADING**

Док. техн. наук О. В. Фомін¹, канд. техн. наук О. В. Бурлуцький²

¹ Національний транспортний університет (м.Київ)

² Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

D.Eng. (Tech.), O.V. Fomin¹, O.V. Burlutskyi², PhD (Tech.),

¹ National Transport University (Kyiv)

² Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

У машинобудуванні існує низка завдань, у яких необхідно прогнозувати структуру сталі після термічного впливу. Для прогнозування властивостей і структури сталі необхідне дослідження структурних перетворень у сталі під час термічного навантаження [1]. Експериментальне дослідження структурних перетворень полягає в побудові ізотермічних і термокінетичних діаграм. Експериментальне дослідження має обмежене застосування. Так, ізотермічні діаграми використовують лише для якісної оцінки впливу хімічного складу на процес розпаду аустеніту.

Термокінетичні діаграми не можуть надати достовірної інформації про структуру сталі, якщо режим термічного навантаження відрізняється від