

Дослідження доцільності застосування балок з гофрованими стінками в рамі пасажирського вагону

Забезпечення сталого розвитку економіки євразійських країн зумовлюють необхідність безперервного функціонування залізничної галузі, як однієї із найважливіших складових транспорту. Пасажирські перевезення є невід'ємною частиною залізничного транспорту [1, 2]. Наразі парк пасажирських вагонів включає велику кількість за конструкційними особливостями моделей вагонів. При цьому рама пасажирських вагонів виконується в двох варіантах: з хребтовою балкою за довжиною рами та без хребтової балки.

Внаслідок значної довжини рами (близько 23,6 м), а також експлуатаційних навантажень, які діють на неї вона випробовує вплив циклічних навантажень. У зв'язку з цим, в процесі експлуатації може мати місце поява різного роду дефектів в рамі, одним із найбільш неблагоприємних серед яких, є тріщини. Виникнення тріщин в рамі на шляху прямування загрожує безпеці руху поїзда та може стати причиною серйозних транспортних подій (катастрофа чи аварія). У зв'язку з цим важливим є створення та впровадження науково-технічних рішень, спрямованих на покращення міцнісних характеристик рами пасажирського вагона в процесі експлуатації.

Типова хребтова балка пасажирського вагона складається з трьох частин – двох кінцевих, що виготовлені зі швелера №30В та середньої – із швелера №30А.

Для покращення міцності рами пасажирського вагона пропонується впровадження у якості профілю виконання хребтової балки, балок із гофрованими стінками [3, 4]. Такі балки добре зарекомендували себе в цивільному будівництві тому є доцільним дослідження можливості їх застосування і в рамі пасажирського вагона.

При виборі параметрів балки з гофрованими стінками враховано такі обмеження:

- висота балки приймалася рівною висоті типового профілю виконання хребтової балки пасажирського вагона;
- маса балки повинна бути меншою ніж типової балки;
- момент опору поперечного перерізу повинен бути більшим ніж у типової балки.

На підставі аналізу нормативних документів у якості профілю виконання хребтової балки пасажирського вагона обрано балку з гофрованою стінкою 30/30БГС1 (рис. 1).

Встановлено, що застосування балок з гофрованими стінками в рамі пасажирського вагона є більш доцільним рішенням ніж зі швелера №30, оскільки при меншій масі забезпечується більший на 11% момент опору її поперечного перерізу.

Для обґрунтування запропонованого рішення проведено розрахунок на міцність кузова пасажирського вагона з хребтовою балкою, утвореною балками із гофрованими стінками.

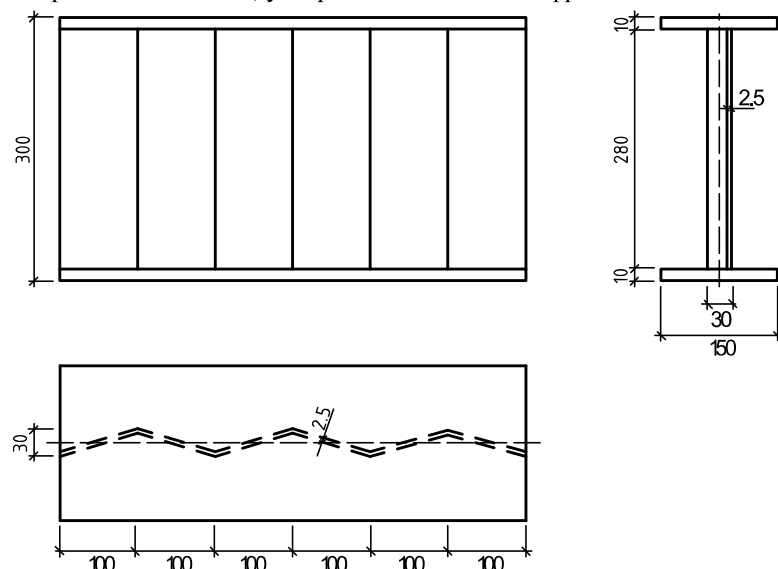


Рис. 1. Основні геометричні параметри балки з гофрованою стінкою

З цією метою створено просторову модель кузова пасажирського вагона моделі 61-920 (рис. 2). Графічні роботи здійснено в SolidWorks [5, 6], а розрахунок на міцність – в SolidWorks Simulation за методом скінчених елементів.

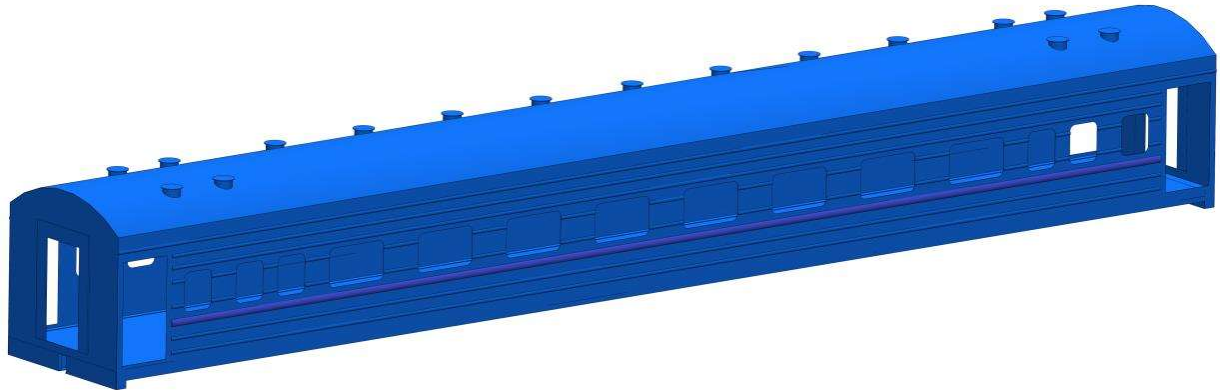


Рис. 2. Кузов пасажирського вагона з хребтовою балкою, утвореною балками із гофрованими стінками

При створенні скінчено-елементної моделі використано ізопараметричні тетраедри. Визначення їх оптимальної чисельності здійснено графоаналітичним способом. З урахуванням цього кількість вузлів сітки склала 154190, а елементів – 443368 з максимальним розміром 80 мм і мінімальним – 16 мм.

Розрахунок на міцність здійснено за умови випробовування кузовом вагона вертикальних навантажень. При цьому застосовано IV теорію міцності. На підставі проведених розрахунків встановлено, що максимальні напруження мають місце в зонах взаємодії шворневих балок з хребтовою і складають близько 112 МПа, що значно нижче за допустимі [7].

Важливо сказати, що отримані в рамі напруження на 4,2% нижче за ті, що мають місце в типовій конструкції. За умови циклічності дії вертикальних навантажень отриманий “додатковий” запас міцності сприятиме зменшенню пошкоджень рами.

На послідуячому етапі наукових досліджень за даним напрямком буде проведено визначення міцності кузова пасажирського вагона при основних експлуатаційних режимах навантажень.

Проведені дослідження сприятимуть створенню рекомендацій щодо проектування сучасних конструкцій пасажирських вагонів з покращеними техніко-економічними та експлуатаційними характеристиками.

Список літератури:

1. Alyona Lovska, Iraida Stanovska, Volodymyr Nerubatskyi, Denys Hordiienko, Olena Zinchenko, Nadiia Karpenko, Yurii Semenenko. Determining features of the stressed state of a passenger car frame with an energy-absorbing material in the girder beam. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. №5/7 (119). P. 44 – 53. doi: 10.15587/1729-4061.2022.265043
2. Alyona Lovska, Oleksij Fomin, Anatoliy Horban, Valentyna Radkevych, Pavel Skok, Inna Skliarenko. Investigation of the dynamic loading of a body of passenger cars during transportation by rail ferry. EUREKA: Physics and Engineering. 2019. Number 4. P. 91 – 100.
3. Лаврінченко Л., Олійник Д. Области оптимальних параметрів сталевих гофрованих балок. Будівельні конструкції. Теорія і практика. 2020. Вип. 7. С. 45 – 56.
4. Пічугін С. Ф., Чичулін В. П., Чичуліна К. В. Розвиток конструктивних рішень сталевих балок із гофрованою стінкою. Збірник наукових праць Українського інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського. 2013. Вип. 12. С. 18 – 25.
5. Козяр М.М., Фещук Ю.В., Парфенюк О.В. Комп'ютерна графіка: SolidWorks: Навчальний посібник. Херсон: Олді-плюс, 2018. 252 с.
6. Пустюльга С.І., Самостян В.Р., Клак Ю.В. Інженерна графіка в SolidWorks: навчальний посібник. Луцьк: Вежа. 2018. 172 с.
7. ДСТУ 7774:2015. Вагони пасажирські магістральної локомотивної тяги. Загальнотехнічні норми для розрахунку та проектування механічної частин вагонів. Київ, 2016. 145 с.