

Визначення міцності несучої конструкції напіввагона при перевезенні в ньому гусеничної техніки

Перспективи техніко-економічного розвитку європейських країн, а також зміцнення їх національної безпеки та оборони зумовлюють підвищення ефективності експлуатації залізничного рухомого складу, як провідної галузі транспортної системи. При цьому потребують розв'язку питання створення спеціалізованого рухомого складу для перевезень гусеничної техніки (сільськогосподарської, військової тощо).

Поповнення вагонного парку в багатьох європейських країнах за останні роки є незначним. У зв'язку з цим виникає необхідність впровадження ефективних конструктивних рішень залізничного рухомого складу для здійснення перевезень вантажів. Одним з найбільш актуальних варіантів серед таких є ситуаційна адаптації існуючого парку вагонів до відповідних умов експлуатації [1, 2].

Відомо, що одним з найбільш поширених типів вагонів, які використовуються для перевезень гусеничної техніки є вагони-платформи. Разом з цим, нестача вагонів-платформ в експлуатації під перевезення гусеничної техніки може викликати її простій в очікуванні транспортування. Одним із варіантів вирішення цього питання є адаптація інших типів вагонів під перевезення гусеничної техніки. Тому питання ситуаційної адаптації вантажних вагонів під перевезення гусеничної техніки є актуальним.

Для перевезень гусеничної техніки залізницею можливим є залучення для цих цілей напіввагонів з торцевими дверима. Таким чином завантаження гусеничної техніки може здійснюватися через відкриті торцеві двері. Разом з цим, для її кріплення в напіввагоні необхідно передбачити спеціальні кріпильні скоби (рими). Для дослідження можливості перевезень гусеничної техніки в напіввагоні проведено відповідні розрахунки. Як прототип розглянуто напіввагон моделі 12-753-01. Торцеві стіни даного напіввагона утворені двостувковими дверима.

У якості прикладу враховано, що гусенична транспортна одиниця має масу 24 т. Для визначення динамічних навантажень, які будуть діяти на несучу конструкцію напіввагона, завантаженого гусеничною технікою проведено математичне моделювання його динамічної навантаженості у повздовжній площині. До уваги прийнято рух вагона у складі поїзда при розрахунковому режимі “ривок”. Враховано, що на передній упор автозцепу діє повздовжнє навантаження у 2,5 МН [3].

Розрахована величина прискорення врахована при визначенні міцності несучої конструкції напіввагона. Для цього створено просторову модель несучої конструкції напіввагона (рис. 1).

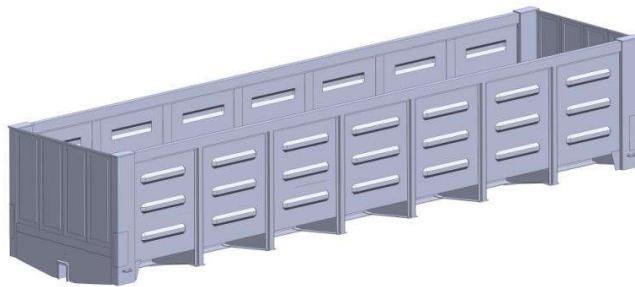


Рис. 1. Просторова модель несучої конструкції напіввагона

Графічні роботи відтворені у SolidWorks [4, 5]. При створенні просторової моделі враховані елементи конструкції, які жорстко взаємодіють між собою зварюванням або заклепками. На підлогу напіввагона встановлювалися накладки, які імітують зони взаємодії гусениць транспортної одиниці з напіввагоном (рис. 2).

До горизонтальних поверхонь п'ятників вагона прикладалися зв'язки, які імітують його обпирання на візки. При цьому застосовувалося жорстке заземлення. Створення скінчено-елементної моделі здійснено за допомогою тетраедрів. Модель утворена 390767 елементами та 127755 вузлами. Максимальний розмір елемента склав – 100 мм, а мінімальний – 20 мм. Оптимальне значення елементів моделі визначено графоаналітично [6].

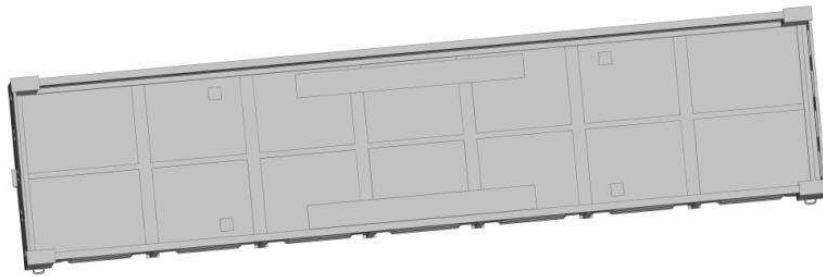


Рис. 2. Розміщення накладок на підлозі напіввагона

У якості матеріалу несучої конструкції напіввагона призначено низьколеговану сталь 09Г2С. Ця марка сталі є типовою для виготовлення несучих конструкцій вагонів.

За результатами проведених розрахунків встановлено, що максимальні напруження в несучій конструкції напіввагона виникають в зонах встановлення кріпильних скоб з протилежного за ходом руху боці вагона. Розрахункові значення отриманих напружень майже на 30% перевищують допустимі і складають 276,3 МПа (рис. 3).

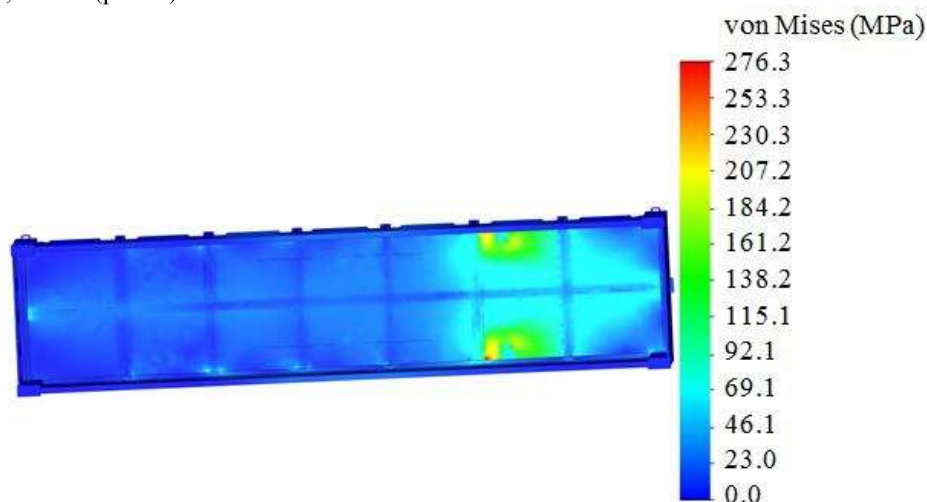


Рис. 3. Напружений стан несучої конструкції напіввагона

Максимальні переміщення в несучій конструкції напіввагона зафіксовано також в зонах розміщення кріпильних скоб з протилежного за ходом руху напрямку і склали 5,74 мм. На підставі проведених розрахунків можна зробити висновок, що для безпеки перевезень гусеничної техніки в напіввагонах необхідним є адаптація їх конструкції до взаємодії з засобами закріплення.

Проведені дослідження сприятимуть підвищенню ефективності експлуатації залізничного транспорту та стануть корисними напрацюваннями при проектуванні сучасних концептів транспортних засобів багатофункціонального призначення.

Список літератури:

1. Juraj Gerlici, Alyona Lovska, Glib Vatulia, Mykhailo Pavliuchenkov, Oleksandr Kravchenko, Sebastian Solcansky. Situational adaptation of the open wagon body to container transportation. Applied Sciences. 2023. Vol. 13(15), 8605. <https://doi.org/10.3390/app13158605>
2. A. Reidemeister, L. Muradian, V. Shaposhnyk, O. Shykunov, O. Kyryl'chuk, V. Kalashnyk. Improvement of the open wagon for cargoes which implyloading with a "hat". IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2020. Vol. 985, 012034. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/985/1/012034>
3. ДСТУ 7598:2014. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). Київ, 2015. 162 с.
4. Козяр М.М., Фещук Ю.В., Парфенюк О.В. Комп'ютерна графіка: SolidWorks: Навчальний посібник. Херсон: Олді-плюс, 2018. 252 с.
5. Пустюльга С. І., Самостян В. Р., Клак Ю. В. Інженерна графіка в SolidWorks: навчальний посібник. Луцьк: Вежа. 2018. 172 с.
6. Juraj Gerlici, Alyona Lovska, Mykhailo Pavliuchenkov. Study of the Dynamics and Strength of the Detachable Module for Long Cargoes under Asymmetric Loading Diagrams. Applied Sciences. 2024. Vol. 14, 3211. <https://doi.org/10.3390/app14083211>