

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ СКЛАДОВИХ ТИПУ СЕНДВІЧ В КОНСТРУКЦІЮ КРИШКИ ЛЮКА УНІВЕРСАЛЬНОГО НАПІВВАГОНА

¹ Український державний університет залізничного транспорту

Анотація

Для покращення міцності кришки люка універсального напіввагона запропоновано впровадження в її конструкцію складових типу сендвіч. Результати проведених досліджень підтвердили доцільність запропонованого удосконалення.

Ключові слова: залізничний транспорт, напіввагон, кришка люка напіввагона, динамічна міцність кришки люка, навантаженість напіввагона.

Abstract

To improve the strength of the hatch cover of the universal open wagon, it is proposed to introduce sandwich-type components into its structure. The results of the conducted research confirmed the feasibility of the proposed improvement.

Keywords: railway transport, open wagon, hatch cover of the open wagon, dynamic strength of the hatch cover, load of the open wagon.

Вступ

Відомо, що одним із визначальних факторів успішного розвитку економіки є злагоджене функціонування транспортної галузі. Залізничний транспорт при цьому відіграє ключову роль, як провідна складова транспортної галузі.

Аналіз статистичних даних пошкоджень напіввагонів в експлуатації за останні роки дозволив зробити висновок, що однією із найбільш пошкоджуваних їх складових є кришки розвантажувальних люків. Досить частими пошкодженнями кришок люків є тріщини в конструкції, деформації полотна, обрив зварювальних швів тощо. Наявність таких пошкоджень викликає необхідність здійснення позапланових видів ремонту вагонів, що збільшує експлуатаційні витрати на їх утримання. Крім того, наявність подібних пошкоджень впливає на безпеку руху вагонів у складі поїздів. Також це є небезпечним і з точки зору екологічності перевезень вантажів залізницею. У зв'язку з цим, виникає необхідність створення та впровадження рішень, спрямованих на покращення міцності кришок розвантажувальних люків універсальних напіввагонів в умовах експлуатаційних навантажень.

Метою роботи є визначення динамічної навантаженості та міцності кришки люка напіввагона зі складовими типу сендвіч при експлуатаційних режимах.

Результати дослідження

Для забезпечення міцності кришки люка напіввагона пропонується удосконалення її конструкції. Дане удосконалення передбачає впровадження в її конструкцію складових типу сендвіч [1, 2]. Для цього полотно кришки люка виготовлене подвійним і складається з верхнього та нижнього листів, які є гладкими. Простір між листами кришки люка заповнено енергопоглинальним матеріалом з пружно-в'язкими властивостями. Такі властивості може реалізовувати, наприклад, піноалюміній. Незначна об'ємна вага матеріалу не сприятиме значному збільшенню маси кришки люка, а відповідно і тари вагона. При цьому каркас кришки люка утворено Ω -подібним профілем, який проходить за її периметром.

Для визначення товщини листів, які будуть утворювати полотно кришки люка використано метод Бубнова – Гальоркіна. На підставі проведених розрахунків товщина полотна склала 8 мм. Для визначення міцності полотна застосовано метод скінчених елементів, який реалізовано в SolidWorks Simulation. Встановлено, що максимальні напруження в полотні виникають в його бокових частинах і

складають 206,5 МПа. Максимальні переміщення мають місце в середній частині полотна і складають близько 6,8 мм.

Для визначення динамічної навантаженості удосконаленої конструкції кришки люка проведено математичне моделювання. До уваги прийнято випадок падіння на кришку люка вантажу, масою 150 кг. Встановлено, що прискорення, яке діє на кришку люка складає близько $4,5 \text{ м/с}^2$. Отримана величина прискорення майже на 20% нижча за ту, що діє на типову кришку люка.

На наступному етапі досліджень здійснено розрахунок кришки люка на міцність з урахуванням таких схем навантажень [3]:

- дія за площею кришки люка рівномірнорозподіленого навантаження $P=69,9 \text{ кН}$, яке складається з сили ваги бруто кришки люка та динамічного навантаження (І режим);

- падіння на кришку люка вантажу масою 150 кг з висоти 3000 мм (ІІ режим).

Результати розрахунку кришки люка на міцність при І режимі навантаження показали, що максимальні напруження виникають в петлях і складають 163,8 МПа. Однак ці напруження є нижчими за допустимі на 22%. Максимальні переміщення в кришці люка виникають у запірних кронштейнах і складають 3,3 мм.

Максимальні напруження в кришці люка при ІІ режимі навантаження виникають у петлях і складають 195,1 МПа. Отримані напруження на 7% нижчі за допустимі. Максимальні переміщення мають місце у запірних кронштейнах і дорівнюють 3,6 мм. Отже міцність кришки люка при розглянутих режимах навантаження дотримується.

Визначено основні показники динаміки напіввагона, обладнаного удосконаленою конструкцією кришок люків. Максимальні прискорення в центрі мас несучої конструкції напіввагона склали $4,6 \text{ м/с}^2$ та виникають в момент проходження ним стикової нерівності. Далі ці прискорення зменшуються і їх величина дорівнює близько $2,5 \text{ м/с}^2$. Прискорення візків, склало близько 6 м/с^2 . Сили в ресорному підвішуванні візка при проходженні ним стикової нерівності дорівнюють 43,4 кН. Коефіцієнт вертикальної динаміки напіввагона склав близько 0,6. При цьому рух напіввагона можна оцінити як “добрий” [3].

Висновки

Результати проведених досліджень доводять, що використання складових типу сендвіч в конструкції кришки люка універсального напіввагона є доцільним. Проведені дослідження сприятимуть формуванню рекомендацій щодо створення складових конструкцій сучасних вантажних вагонів, зменшенню витрат на їх утримання в експлуатації, а також підвищенню рентабельності залізничних перевезень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Alyona Lovska, Volodymyr Nerubatskyi, Oleksandr Plakhtii, Sergiy Myamlin. Determining the influence of sandwich-type components on the load of a hatch cover in a universal open wagon. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2024. – №1/7 (127). – P. 6 – 13. doi: 10.15587/1729-4061.2024.296620

2. Oleksij Fomin, Juraj Gerlici, Alyona Lovska, Mykola Gorbunov, Kateryna Kravchenko, Pavlo Prokopenko, Vladimir Hauser. The improved hatch cover construction for universal open box-type wagon from the strength and durability point of view. Manufacturing technology. 2019. April 2019, Vol. 19, No. 2. P. 216 – 221.

3. ДСТУ 7598:2014. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проєктування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). Київ. 2015. 250 с.

Ловська Альона Олександрівна — докт. техн. наук, професор кафедри інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків, e-mail: alyonaLovskaya.vagons@gmail.com

Lovska Alyona A. — Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Wagon Engineering and Product Quality, Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, e-mail: alyonaLovskaya.vagons@gmail.com