

Олексій Фомін¹, Альона Ловська², Анна Фоміна³, Павло Прокопенко⁴

¹Професор кафедри «Вагони та вагонне господарство», Державний університет інфраструктури та технологій, вул. Кирилівська, 9, м. Київ, 04071, Україна. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2387-9946>

²Доцент кафедри інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту, пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050, Україна. ORCID <http://orcid.org/0000-0002-8604-1764>

³Науковий співробітник, Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля, пр. Центральний, 59-а, м. Северодонецьк, 93400, Україна. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9810-8997>

⁴Аспірант кафедри «Вагони та вагонне господарство», Державний університет інфраструктури та технологій, вул. Кирилівська, 9, м. Київ, 04071, Україна. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1631-6590>

* Автор, відповідальний за листування: alyonalovskaya.vagons@gmail.com

РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ КРИШКИ ЛЮКА НАПІВВАГОНА ІЗ ПОЛІМЕРНОГО КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

У статті наведені результати розрахунку міцності удосконаленої конструкції кришки люка напіввагона. Особливістю удосконалення є виготовлення листа із полімерного композиційного матеріалу, а обв'язування – із П-подібного профілю, перекритого горизонтальним листом. При цьому момент опору перерізу удосконаленої конструкції обв'язування відносно поперечної осі збільшується на 17,5% у порівнянні із типовим перерізом. Важливо сказати, що запропонована кришка люка має масу на 12% нижчу за типову конструкцію.

Для визначення основних показників міцності запропонованої конструкції кришки люка напіввагона проведено розрахунок при основних схемах її навантаження. Встановлено, що з урахуванням запропонованих рішень максимальні напруження в листі кришки люка на 25% нижчі ніж у типовій конструкції, а в обв'язуванні – на 10%.

Проведені дослідження сприятимуть зменшенню пошкоджень кришок люків в експлуатації та витрат на утримання напіввагонів, а також будуть корисними напрацюваннями при проектуванні їх сучасних конструкцій.

Ключові слова: транспортна механіка, напіввагон, кришка люка, міцність, навантаженість, збереження напіввагонів.

Вступ. Одним з основних факторів успішного розвитку економіки є злагоджене функціонування транспортної галузі. Відомо, що однією з найбільш перспективних складових транспортної інфраструктури є залізничний транспорт.

Значну частку від загального вантажообігу вантажів, які перевозяться залізницею складають насипні та навалювальні. Перевезення таких вантажів здійснюється здебільшого у напіввагонах. При цьому одним з найбільш пошкоджуваних елементів несучих конструкцій напіввагонів є кришки люків (рис. 1). Наприклад, за даними 2019 р. лише за несправністю заборів кришок люків поточний ремонт пройшли 35750 вагонів. Ці дані визначені на підставі обробки даних ПЮЦ УЗ.

Така обставина зумовлює необхідність додаткових капітальних вкладень на ремонт складових напіввагонів, а відповідно викликає їх вимушений простій.

У зв'язку з цим необхідним є створення заходів, спрямованих на покращення показників міцності кришок люків напіввагонів при експлуатаційних режимах.

Аналіз останніх досліджень і постановка проблеми. Для забезпечення міцності кришки люка напіввагона авторами роботи [1] запропоновано заходи щодо її удосконалення. Особливістю кришки люка є посилене виконання обв'язування, гладкий лист та використання литих кронштейнів. Також у конструкції є додаткові розкоси для забезпечення достатньої міцності. Однак запропоноване удосконалення спрямоване на посилення обв'язування та вузлів кріплення кришки люка. При цьому авторами не запропоновано заходів щодо посилення листа кришки люка.

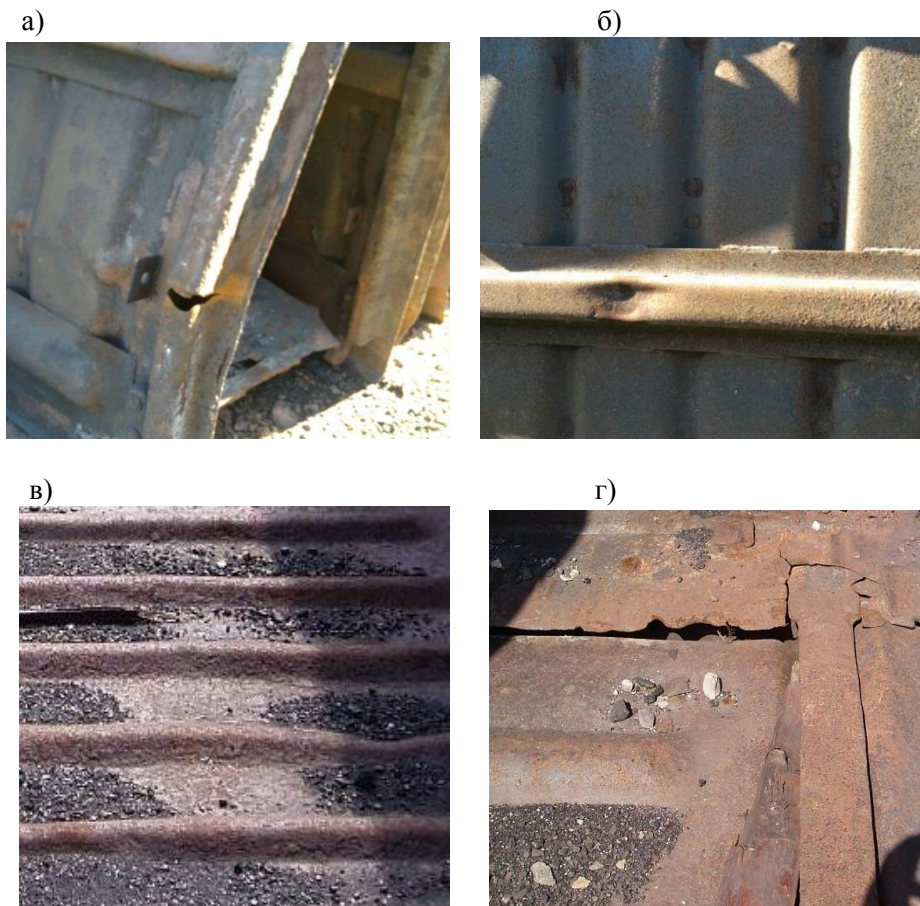


Рис. 1. Пошкодження кришок люків напіввагонів
а) тріщина в обв'язуванні ; б) деформація обв'язування;
в) деформація листа; г) корозійні пошкодження

Особливості проведення ресурсних випробувань швів приварки елементів кріплення кришки люка у напіввагоні з метою визначення їх міцності висвітлюються в роботі [2]. Встановлено, що шви приварки державок петель та планок-державок кришки люка в напіввагоні витримали прийнятий для кришки люка ресурс експлуатації протягом часу від будівництва до капітального ремонту. Разом з цим у роботі не проводилося досліджень щодо визначення міцності кришки люка, а акцент зроблений на складових її конструкції.

Визначення основних показників міцності кришки люка універсального напіввагона при падінні вантажу на неї приводиться в роботі [3]. Результати дослідження встановили, що типова конструкція кришки люка не відповідає умовам міцності, оскільки при завданому

режимі мають місце її пошкодження. Однак авторами не запропоновано заходів щодо удосконалення конструкції кришки люка для забезпечення її міцності в експлуатації.

Обґрунтування використання полімерних композитних матеріалів у вагонобудуванні приводиться в роботі [4]. При цьому запропоновані матеріали передбачається застосовувати для настилу підлоги вагона. Висвітлені результати експериментальних досліджень за методом пресування композиту у формі. Разом з цим авторами не проводиться дослідження впровадження даних матеріалів в кришки люків напіввагонів.

В роботі [5] висвітлено перспективи застосування полімерних композиційних матеріалів у вагонобудуванні. Наведено особливості застосування таких матеріалів стосовно кришки люка напіввагона. Представлені результати розрахунку на міцність кришки люка. Однак при цьому авторами проводився достатньо спрощений її розрахунок на міцність.

В роботі [6] наведено особливості удосконалення кришки люка напіввагона. Авторами запропоновано заміну профілю листа, який у частині кріплення має ступінчасту форму на більш раціональний профіль. Наведені результати розрахунків на міцність кришки люка. Разом з цим запропоноване удосконалення не сприяє зменшенню корозійних пошкоджень кришок люків у експлуатації.

Для забезпечення міцності кришки люка напіввагона в роботах [7, 8] запропоновано заходи щодо її удосконалення. Особливістю кришки люка є те, що вона складається з двох листів, які за периметром взаємодіють через Ш-подібне обв'язування. Простір, який утворюють листи та обв'язування, а також по периметру кришки люка, заповнений пружно (пружно-в'язкою) речовиною. Разом з цим така конструкція кришки люка викликає складнощі при технічному обслуговуванні і ремонті.

Аналіз літературних джерел [1 – 8] дозволяє зробити висновок, що питання удосконалення кришок люків напіввагонів для забезпечення їх міцності у експлуатації є досить актуальними і потребують проведення відповідних досліджень.

Мета і завдання дослідження. Метою статті є висвітлення результатів розрахунку міцності удосконаленої конструкції кришки люка напіввагона із полімерного композиційного матеріалу. Для досягнення зазначеної мети визначені такі задачі:

запропонувати заходи щодо удосконалення конструкції кришки люка напіввагона;

провести розрахунок на міцність кришки люка напіввагона при основних експлуатаційних режимах навантаження.

Матеріали та методи дослідження. Типова конструкція кришки люка напіввагона складається з листа 1, до якого кріпиться обв'язування 2, запірні кронштейни 3 та петлі 4 (рис. 2).

Для забезпечення міцності кришки люка при експлуатаційних режимах навантаження пропонується виготовлення листа із полімерного композиційного матеріалу, а обв'язування – із П-подібного профілю, перекритого горизонтальним листом (рис. 3). В зонах взаємодії П-подібного профілю з горизонтальним листом є можливим створення округлення для зменшення концентрації напружень.

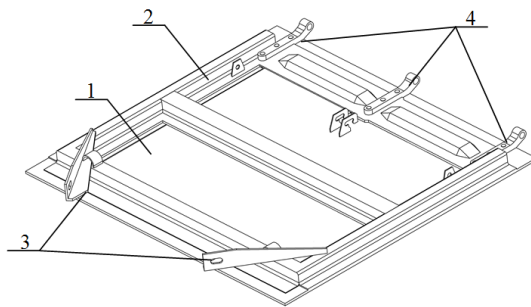


Рис. 2. Кришка люка напіввагона

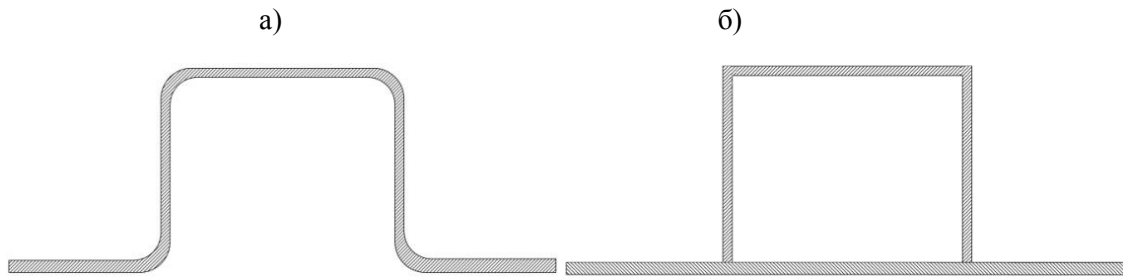


Рис. 3. Переріз обв'язування кришки люка
а) типове; б) удосконалене

При цьому момент опору перерізу удосконаленої конструкції обв'язування відносно осі Y (рис. 4) збільшиться на 17,5% у порівнянні з типовим перерізом. Важливо сказати, що запропонована кришка люка має масу на 12% меншу за типову конструкцію.

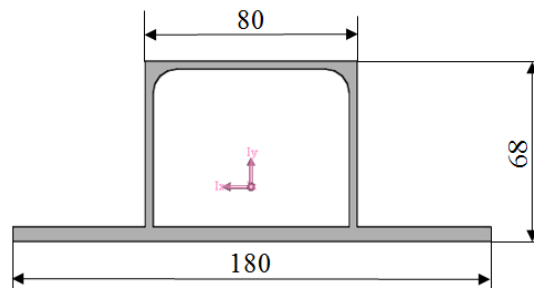


Рис. 4. Основні геометричні розміри перетину обв'язування

Для визначення міцності кришки люка проведено розрахунок в програмному комплексі SolidWorks Simulation, який реалізує метод скінчених елементів. Графічні роботи здійснені в програмному комплексі SolidWorks. Просторову модель кришки люка наведено на рис. 5.

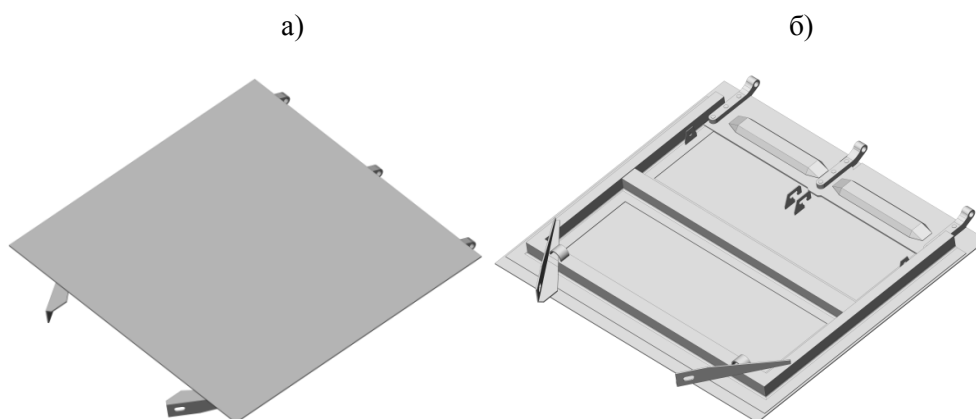


Рис. 5. Удосконалена кришка люка напіввагона
а) вид зверху; б) вид знизу

В рамках даної статті проведено визначення міцності кришки люка при таких режимах навантаження [9, 10]:

дія розподіленого в центрі кришки люка за площею 25x25 см навантаження у 50 кН (I схема);

дія за площею кришки люка рівномірнорозподіленого навантаження у 69,9 кН, яке складається з сили ваги бруто кришки люка та динамічного навантаження (II схема).

Оскільки каркас кришки люка є металевим, а лист – із полімерного композиційного матеріалу, то вони розраховувалися окремо.

Основні міцнісні характеристики матеріалу листа зведені до табл. 1. Враховано, що він має лінійні пружні ортотропні властивості.

Таблиця 1. Основні міцнісні характеристики матеріалу листа

Назва параметру	Значення
Модуль пружності, МПа	$2,42 \cdot 10^5$
Коефіцієнт Пуасона	0,394
Модуль зсуву, МПа	318,9
Межа міцності в напрямку волокон, МПа	1100 – 1300
Межа міцності в поперечному напрямку волокон, МПа	650

Як розрахунковий використаний критерій максимальних напружень [11, 12]. Закріплення листа здійснювалося в зонах його взаємодії з каркасом. При цьому використовувалося жорстке защемлення. Лист розглядався у вигляді одношарової оболонки. Для прикладення навантаження за центром листа на ньому встановлювалася накладка, яка імітувала зону дії навантаження на нього.

При складанні скінчено-елементної моделі використані ізопараметричні тетраедри [13 – 15]. Кількість елементів сітки дорівнює 127876, вузлів – 63940. Максимальний розмір елемента сітки дорівнює 120 мм, мінімальний – 10 мм.

При складанні розрахункової схеми кришки люка за її центром прикладалося навантаження P_s у 50 кН (рис. 6).

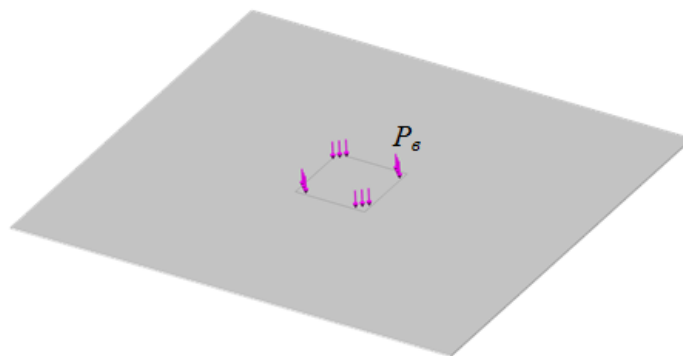


Рис. 6. Розрахункова схема листа кришки люка

Результати розрахунків показали, що максимальні напруження виникають в середній частині кришки люка та складають 102,3 МПа, тобто не перевищують допустимих значень [9, 10] (рис. 7, 8). Отримані напруження на 25% нижчі ніж у типовій конструкції кришки люка.

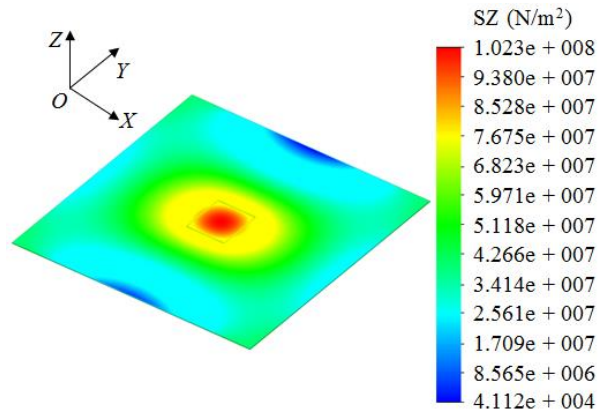


Рис. 7. Напружений стан листа кришки люка

Максимальні переміщення зафіксовані в середній частині листа і дорівнюють близько 6,0 мм (рис. 8).

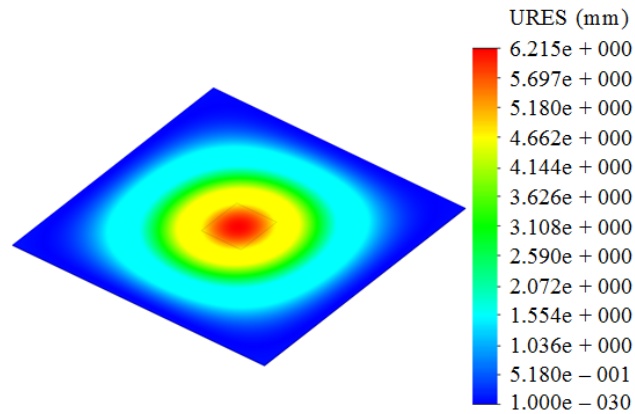


Рис. 8. Переміщення в вузлах листа кришки люка

Для визначення міцності каркаса кришки люка проведено розрахунок на міцність. Розрахункова схема каркаса наведена на рис. 9. Вона включає вертикальне навантаження P_v , а також реакції P_p на дію вертикального навантаження. Закріплення моделі відбувалося за петлі. Матеріал конструкції – сталь з лінійними ізотропними властивостями.

При складанні скінчено-елементної моделі використані ізопараметричні тетраедри. Кількість елементів сітки дорівнює 217640, вузлів – 67421. Максимальний розмір елемента сітки дорівнює 100 мм, мінімальний – 20 мм. Кількість елементів в колі дорівнює 9, а співвідношення збільшення розміру елементів – 1,8.

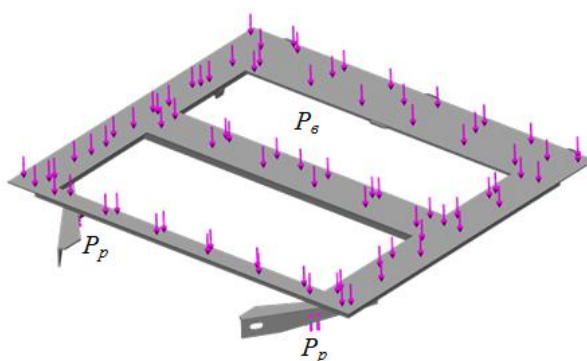


Рис. 9. Розрахункова схема каркаса кришки люка

Розрахунок проведений за критерієм Мізеса. Результати розрахунків наведено на рис. 10, 11.

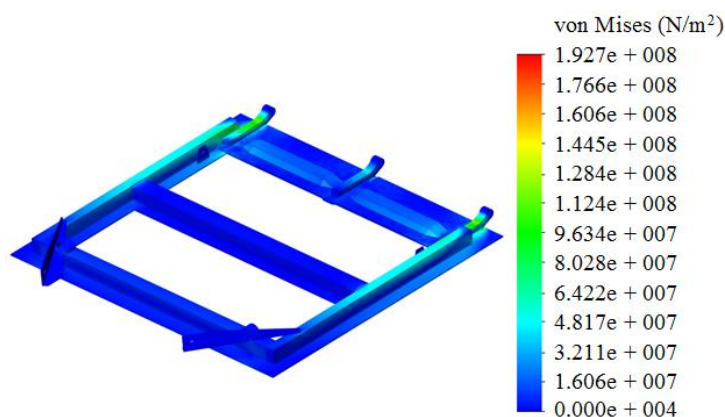


Рис. 10. Напружений стан каркаса кришки люка

Результати розрахунків показали, що максимальні еквівалентні напруження зосереджені в середньому поясі каркаса та складають 192,7 МПа, а отже не перевищують допустимі значення [9, 10]. Отримана величина напружень на 10% нижча за напруження в типовій конструкції кришки люка.

Максимальні переміщення зафіксовані в запірних кронштейнах і дорівнюють 8,4 мм.

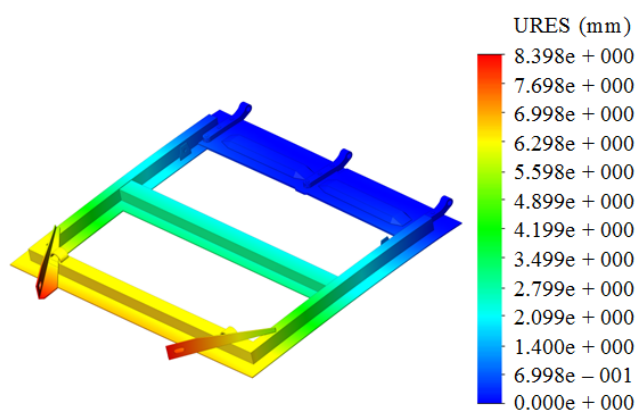


Рис. 11. Переміщення в вузлах каркаса кришки люка

Також розрахунок проведений і стосовно II схеми навантаження кришки люка. При цьому максимальні еквівалентні напруження в листі склали 97,4 МПа, а обв'язуванні – 176,1 МПа. Отже міцність запропонованої кришки люка при розглянутих схемах її навантаження забезпечується.

Наступним кроком в рамках даних досліджень є визначення міцності кришки люка при динамічних та наднормованих навантаженнях, які мають місце у експлуатації.

Висновки

1. Запропоновано заходи щодо удосконалення конструкції кришки люка напіввагона. При цьому пропонується виготовлення листа із полімерного композиційного матеріалу, а обв'язування – із П-подібного профілю, перекритого листом. Момент опору перерізу удосконаленої конструкції обв'язування відносно поперечної осі збільшується на 17,5% у порівнянні з типовим перерізом. Удосконалена конструкція кришки люка має масу на 12% нижче за типову конструкцію.

2. Проведено розрахунок на міцність кришки люка напіввагона при основних експлуатаційних режимах навантаження. Максимальні напруження в листі кришки люка при I схемі навантаження виникають в його середній частині та складають 102,3 МПа, тобто не перевищують допустимих значень, що на 25% нижчі ніж у типовій конструкції кришки люка.

Максимальні еквівалентні напруження в обв'язуванні зосереджені в середньому поясі каркаса та складають 192,7 МПа, а отже не перевищують допустимі. Отримана величина напружень на 10% нижча за напруження в типовій конструкції кришки люка.

Максимальні еквівалентні напруження в листі при II схемі навантаження склали 97,4 МПа, а в обв'язуванні – 176,1 МПа. Отже міцність запропонованої кришки люка при розглянутих схемах її навантаження забезпечується.

Проведені дослідження сприятимуть зменшенню пошкоджень кришок люків в експлуатації та витрат на утримання напіввагонів, а також будуть корисними напрацюваннями при проектуванні їх сучасних конструкцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Візник Р. І., Чепурченко І. В., Яценко А. О. Особливості визначення експлуатаційних навантажень кузова напіввагона та шляхи удосконалення його конструкції з метою забезпечення міцності і збереження. Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту. 2016. Вип. 159. С. 91 – 97.
2. Бородай О. О., Пасько В. В., Стринжа А. М., Худієнко В. А. Проведення ресурсних випробувань швів приварки елементів кріплення кришки люка у напіввагоні з метою визначення їх міцності. Збірник наукових праць ДП «УкрНДІВ». Рейковий рухомий склад. 2017. №14. С. 20 – 24.
3. Пуято А. В. Моделирование напряженно-деформированного состояния крышки люка полувагона при падении кусков груза. Механика. Научные исследования и учебно-методические разработки. 2011. №5. С. 113 – 122.
4. Zaynitdinov Olmos Irikovich, Ruzmetov Yadgor Ozodovich, Rustam Rahimov, Waail Mahmud Lafta. Development of new polymer composite materials for the flooring of rail carriage. International Journal of Engineering and Technology. 2020. Vol. 9(2). P. 378 – 381.
5. Каракаев А. К., Зарипов Р. Ю. Композитные материалы в грузовом вагонеостроении. Наука и техника Казахстана. 2016. №1-2. С. 39 – 47.
6. Кебал И. Ю., Мямлин С. В. Совершенствование конструкции крышки люка полувагона. Вагонный парк. 2016. №7-8. С. 41 – 43.
7. 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. Vol. 19, No. 2. P. 216-221.
8. Фомін О. В., Горбунов М. І., Ловська А. О., Коваленко В. В. Удосконалення конструкційних особливостей кришки люка універсального напіввагона для забезпечення її міцності в експлуатації. Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. 2018. № 3 (75). С. 138 – 148. doi: 10.15802/stp2018/132863
9. ДСТУ 7598:2014. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). [Чинний від 2015-07-01]. Київ, 2015. 250 с.
10. ГОСТ 33211-2014. Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам. [Действителен от 2016-07-01]. Москва, 2016. 54 с.

11. Kondratiev A. Improving the mass efficiency of a composite launch vehicle head fairing with a sandwich structure. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 6. No. 7 (102). P. 6 – 18. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.184551>
12. A. Kondratiev, V. Gaidachuk, T. Nabokina, V. Kovalenko. Determination of the influence of deflections in the thickness of a composite material on its physical and mechanical properties with a local damage to its wholeness. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 4. No. 1 (100). P. 6 – 13. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.174025>.
13. Алямовский А. А. COSMOSWorks. Основы расчета конструкций в среде SolidWorks. Москва: ДМК, 2010. 784 с. (Серия “Проектирование”).
14. Алямовский А. А. SolidWorks/COSMOSWorks 2006 – 2007. Инженерный анализ методом конечных элементов. Москва: ДМК, 2007. 784 с. ил. (Серия “Проектирование”).
15. Заболотный К., Жупиев А., Панченко Е., Протыняк И., Калужный С., Овчинников Ю. Проектирование подъемных барабанов в SolidWorks Simulation. САМ–СИСТЕМЫ. 2010. № 1. С. 16 – 21.

REFERENCES

1. Viznyak R. I., Chepurchenko I. V., Yacenko A. O. (2016). Osoblivosti viznachennya ekspluatacijnih navantazhen kuzova napivvagona ta shlyahi udoskonalennya jogo konstrukciyi z metoyu zabezpechennya micnosti i zberezhennya. [Features of determining the operational loads of the gondola body and ways to improve its design in order to ensure strength and preservation]. *Zbirnik naukovih prac Ukrayinskogo derzhavnogo universitetu zaliznichnogo transportu*, 159. 91 – 97. (in Ukrainian).
2. Borodaj O. O., Pasko V. V., Strinzha A. M., Hudiyenko V. A. (2017). Provedennya resursnih viprobuvan shviv privarki elementiv kriplennya krishki lyuka u napivvagoni z metoyu viznachennya yih micnosti [Carrying out of resource tests of seams of welding of fastening elements of a cover of the hatch in a gondola car for the purpose of definition of their durability]. *Zbirnik naukovih prac DP «UkrNDIV». Rejkovij ruhomij sklad*, 1. 20 – 24. (in Ukrainian).
3. Putyato A. V. (2011). Modelirovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya kryshki lyuka poluvagona pri padenii kuskov gruzu [Simulation of the stress-strain state of the hatch cover of a gondola car when pieces of cargo fall]. *Mehanika. Nauchnye issledovaniya i uchebno-metodicheskie razrabotki*, 5. 113 – 122. (in Russian).
4. Zaynitdinov Olmos Irikovich, Ruzmetov Yadgor Ozodovich, Rustam Rahimov, Waail Mahmod Lafta. (2020). Development of new polymer composite materials for the flooring of rail carriage. *International Journal of Engineering and Technology*, 9(2). 378 – 381. (in English).
5. Karakaev A. K., Zaripov R. Yu. (2016). Kompozitnye materialy v gruzovom vagonostroenii [Composite materials in freight car building]. *Nauka i tehnika Kazahstana*, 1-2. 39 – 47. (in Russian).
6. Keбал I. Yu., Myamlin S. V. (2016). Sovershenstvovanie konstrukcii kryshki lyuka poluvagona [Improving the design of the gondola hatch cover]. *Vagonij park*, 7-8. 41 – 43. (in Russian).
7. Oleksij Fomin, Juraj Gerlici, Alyona Lovska, Mykola Gorbunov, Kateryna Kravchenko, Pavlo Prokopenko, Vladimir Hauser. (2019). The improved hatch cover construction for universal open box-type wagon from the strength and durability point of view. *MANUFACTURING TECHNOLOGY*, 19, 2. 216-221. (in English).
8. Fomin O. V., Gorbunov M. I., Lovska A. O., Kovalenko V. V. (2018). Udokonalennya kontrukciynih osoblivostej krishki lyuka universalnogo napivvagona dlya zabezpechennya yiyi micnosti v ekspluataciji [Improving the design features of the hatch cover of the universal gondola car to ensure its durability in operation]. *Nauka ta progres transportu. Visnik Dnipropetrovskogo nacionalnogo universitetu zaliznichnogo transportu*, 3 (75). 138 – 148. doi: 10.15802/stp2018/132863 (in Ukrainian).
9. Vagony vantazhni. Zagalni vimogi do rozrahunkiv ta proektuvannya novih i modernizovanih vagoniv koliyi 1520 mm (nesamohidnih) [Freight wagons. General requirements for the calculation and design of new and upgraded 1520 mm (non-self-propelled) railcars]. 162. DSTU 7598:2014 (2015). (in Ukrainian).
10. Vagony gruzovye. Trebovaniya k prochnosti i dinamicheskim kachestvam [Freight cars. Strength and Dynamic Requirements], 54. GOST 33211-2014 (2016). (in Russian).
11. Kondratiev A. (2019). Improving the mass efficiency of a composite launch vehicle head fairing with a sandwich structure. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6, 7 (102), 6 – 18. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.184551>. (in English).
12. A. Kondratiev, V. Gaidachuk, T. Nabokina, V. Kovalenko. (2019). Determination of the influence of deflections in the thickness of a composite material on its physical and mechanical properties with a local damage to its wholeness. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4, 1 (100), 6 – 13. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.174025>. (in English).
13. Alyamovskij A. A. (2010). COSMOSWorks. Osnovy rascheta konstrukcij v srede SolidWorks [Fundamentals of Structural Analysis in SolidWorks]. Moscow: ДМК, 2010. 784 с. (Seriya “Proektirovanie”). (in Russian).
14. Alyamovskij A. A. (2007). SolidWorks/COSMOSWorks 2006 – 2007. Inzhenernyj analiz metodom konechnyh elementov [SolidWorks/COSMOSWorks 2006 – 2007. Finite Element Engineering Analysis]. Moscow: ДМК, 2007. 784 с. ил. (Seriya “Proektirovanie”). (in Russian).

15. Zabolotnyj K., Zhupiev A., Panchenko E., Protynyak I., Kalyuzhnyj S., Ovchinnikov Yu. (2010). Proektirovanie podemnyh barabanov v SolidWorks Simulation [Designing Lifting Drums in SolidWorks Simulation]. *SAM-SISTEMY*, 1, 16 – 21. (in Russian).

Oleksij Fomin¹, Alyona Lovska², Anna Fomina³, Pavlo Prokopenko⁴

¹Professor of Department of Cars and Carriage Facilities, State University of Infrastructure and Technologies, Kyrylivska str., 9, Kyiv, 04071, Ukraine

²Associate Professor of the Department of Wagon Engineering and Product Quality, Ukrainian State University of Railway Transport, Feuerbach sq., 7, Kharkiv, 61050, Ukraine

³Scientific Employee, Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Central ave., 59-a, Sievierodonetsk, 93400, Ukraine

⁴Graduate student of Department of Cars and Carriage Facilities, State University of Infrastructure and Technologies, Kyrylivska str., 9, Kyiv, 04071, Ukraine

CALCULATION OF STRENGTH OF HALF WAGON COVER MADE OF POLYMERIC COMPOSITE MATERIAL

The article presents the results of computer simulation of the strength of the improved design of the hatch cover of the gondola. A feature of the improvement is the production of a sheet of polymer composite material, and binding - from a U-shaped profile covered with a horizontal sheet. At the same time, the cross-sectional resistance of the improved strapping design relative to the transverse axis increases by 17.5% compared to a typical cross-section. It is important to say that the proposed hatch cover has a mass 12% lower than the typical design.

To determine the main strength indicators of the proposed design of the hatch cover of the gondola, the calculation was performed for the main schemes of its load. It was found that, taking into account the proposed solutions, the maximum stresses in the sheet of the hatch cover are 25% lower than in the standard design, and in the binding - by 10%.

The conducted researches will help to reduce damages of covers of hatches in operation and expenses for the maintenance of gondola cars, and also will be useful developments at designing of their modern designs.

Keywords: *transport mechanics, gondola car, hatch cover, strength, load, gondola car storage.*