

Фомін О.В., Горбунов М.І., Кара С.В., Прокопенко П.М., Гриндей П.О.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ЛИТИХ ДЕТАЛЕЙ ВІЗКІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ НА ОСНОВІ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИЗНАЧЕННЯ ЙМОВІРНИХ МІСЦЬ ВИНИКНЕННЯ ВТОМНИХ РУЙНУВАНЬ

У статті приведена актуальність проблеми визначення ймовірних місць виникнення втомних руйнувань литих деталей візків вантажних вагонів, ресурсу та можливості вдосконалення конструкції. Проведено аналіз результатів ходових міцнісних випробувань, за результатами яких встановлено, що найменші значення коефіцієнтів запасу опору втомі при розрахунковому строку служби 45 років – це зона R55 буксового прорізу бічної рами, нижній пояс бічної рами в зоні внутрішнього радіусного переходу отвору ресорного підвішування, похилий пояс бічної рами, центральна частина надресорної балки. Проведено розрахунки ресурсу розрахунково-експериментальним методом з використанням методу скінчених елементів та встановлено ймовірні зони виникнення пошкоджень: гальтельний перехід від зовнішнього бурту підп'ятника до верхнього поясу, кромки технологічних отворів верхнього поясу, внутрішній бурт підп'ятника, перехід нижнього поясу в бокову стінку, радіусні переходи R55 буксового прорізу (зовнішні та внутрішні), кромки всіх технологічних отворів, кут ресорного прорізу нижній, радіусні переходи направляючого бурта, технологічний отвір над буксовим прорізом, гальтельний перехід від зовнішнього бурту підп'ятника до верхнього поясу. Проведено аналіз результатів стендових ресурсних випробувань та виявлено місця руйнувань: зона R55 буксового прорізу бічної рами, нижній пояс бічної рами в зоні внутрішнього радіусного переходу отвору ресорного підвішування, похилий пояс бічної рами, нижній пояс бічної рами в зоні внутрішнього радіусного переходу отвору ресорного підвішування, центральна частина надресорної балки, центральна зона нижнього поясу бічної рами. Приведено технічні рішення щодо вдосконалення конструкції зазначеного литва шляхом замикання буксового прорізу попередньо напруженою стрункою та метод покращення показників безпеки руху шляхом впровадження системи діагностування.

Ключові слова: візок вантажного вагону, бічна рама, надресорна балка, литво, ресурс, опір втомі

Актуальність дослідження та постановка проблеми. Залізничний транспорт України забезпечує понад 60% вантажообігу країни, при цьому одне з найбільш гострих питань ефективної системи вантажоперевезень – недосконалість та застарілість візків вантажних вагонів. На сьогоднішній день основною ходовою частиною вантажних вагонів є візок типу 18-100, який має ряд недоліків, а саме застарілість конструкції у частині осевого навантаження, динамічного впливу на колію, невисоких міжремонтних пробігів, невисоких динамічних якостей у порівнянні з новими візками. При цьому в АТ «Укрзалізниця» регулярно проводяться дослідження щодо оцінки залишкового ресурсу литва з метою продовження строку служби. Дане питання потребує особливої уваги, у зв'язку з відомими випадками руйнувань бічних рам візків вантажних вагонів, особливо в зоні радіусного переходу буксової зони (R55). Щорічно відмічається до 25 випадків зламів бічних рам візків типу 18-100 та аналогів на коліях шириною 1520 мм (країни СНД, Україна, Грузія, Туркменістан та ін.). Кількість виявлених дефектів бічних рам візків досягає до 12 тис. на рік [1–3]. Дане питання необхідно досліджувати як з точки зору розробки та впровадження принципового нових ходових частин вагонів, так і з точки зору вдосконалення існуючих, внаслідок неможливості короткострокового переходу до вагонів нових конструкцій та існуючої сталой ремонтної бази існуючих заводів, депо тощо. Дана стаття присвячена проблемі визначення ймовірних місць виникнення втомних руйнувань та вдосконалення конструкцій існуючих несівних елементів візка вантажного вагона.

Теоретичний аналіз дослідження. Питанню покращення міцнісних та динамічних якостей візків вантажних вагонів присвячено велику кількість досліджень в Україні та країнах СНД. Щодо питання втомних руйнувань та вдосконалення конструкції візка вантажного вагона слід відмітити наступні дослідження.

Питання наднормативного навантаження бічних рам візків вантажних вагонів, що може призвести, а в окремих випадках призводить до прискореного накопичення втомі в зоні радіусного переходу буксової зони (R55) детально описано в [1] на основі досліджень СНУ ім. В. Даля, філії «НДКТІ» АТ «Укрзалізниця», БелГУТ, ПГУПС та інших наукових установ. До основних чинників наднормативного навантаження можна віднести: наявність внутрішніх дефектів лиття бічних рам, наднормативне навантаження зовнішніх щелеп бічних рам повздовжніми силами від букс (до 100 кН на щелепу) при ударах на сортувальних гірках, виникнення втомних руйнувань внаслідок забігання бічних рам через незадовільний технічний стан візків та колії при русі в кривих, експлуатація візків після сходів з рейок, наднормативне навантаження надбуксової частини бічної рами візка в зоні радіусного переходу R55 при одночасному ударному навантаженні та перекосі колісної пари з буксами відносно бічних рам.

Визначення ресурсу литва візків вантажних вагонів після тривалої експлуатації АТ «Укрзалізниця» проводилися філією «НДКТІ» АТ «Укрзалізниця», ДП УкрНДІВ та іншими науковими установами та враховуються в даному дослідженні.

Мета статті. Метою статті є визначення ймовірних місць виникнення втомних руйнувань литих деталей візків вантажних вагонів та розробка технічних рішень.

Задачі дослідження. Для досягнення мети сформульовані наступні задачі:

1. Аналіз результатів ходових міцнісних випробувань візків вантажних вагонів після тривалої експлуатації.
2. Аналіз результатів ресурсних випробувань візків вантажних вагонів після тривалої експлуатації.
3. Створення високоточної розрахункової моделі та проведення розрахунків методом скінчених елементів.
4. Розробка технічних рішень щодо вдосконалення конструкції візка та методів підвищення безпеки руху.

Визначення ймовірних місць виникнення втомних руйнувань литих деталей візків вантажних вагонів. В даному розділі статті приведено результати ходових міцнісних випробувань візків вантажних вагонів після тривалої експлуатації, визначення ресурсу візків вантажних вагонів з використанням методу скінчених елементів, результати ресурсних випробувань візків вантажних вагонів після тривалої експлуатації.

Ходові міцнісні випробування проводяться для визначення рівня, статистичної повторюваності та частотного складу динамічних напружень в несучих елементах конструкцій, що виникають під час руху [4–6]. До переваг ходових міцнісних випробувань в рамках даного дослідження можна віднести: отримання реальних значень напружень та частот в бічних рамах та надресорних балках з урахуванням фактичного технічного стану вагонів, рейкової колії, врахування всіх видів деформацій литва, які відбуваються під час руху в основних режимах експлуатації, можливість оцінки ресурсу розрахунковим методом. До недоліків ходових міцнісних випробувань в рамках даного дослідження можна віднести: обмежений час дослідження литва, визначення рівня напружень виключно в даний момент життєвого циклу бічних рам та надресорних балок, неможливість порівняння міцнісних характеристик одного елемента литва на початку та закінченні строку служби, відсутність інформації щодо попередньої експлуатації бічних рам та надресорних балок (пробіг).

За результатами ходових міцнісних випробувань (методами тензометрії), проведених акредитованим Науково-впроваджувальним центром філії «НДКТІ» АТ «Укрзалізниця» [7], отримані наступні результати. Дослідні місця бічних рам та надресорних балок, які мають найменші значення коефіцієнтів запасу опору втомі при розрахунковому строку служби 45 років на рис. 1 а. Найменше значення коефіцієнту запасу опору втомі $n=1.4$ відповідає радіусному переходу R55. На рис 1 б приведено приклад візка, обладнаного засобами вимірювальної техніки.

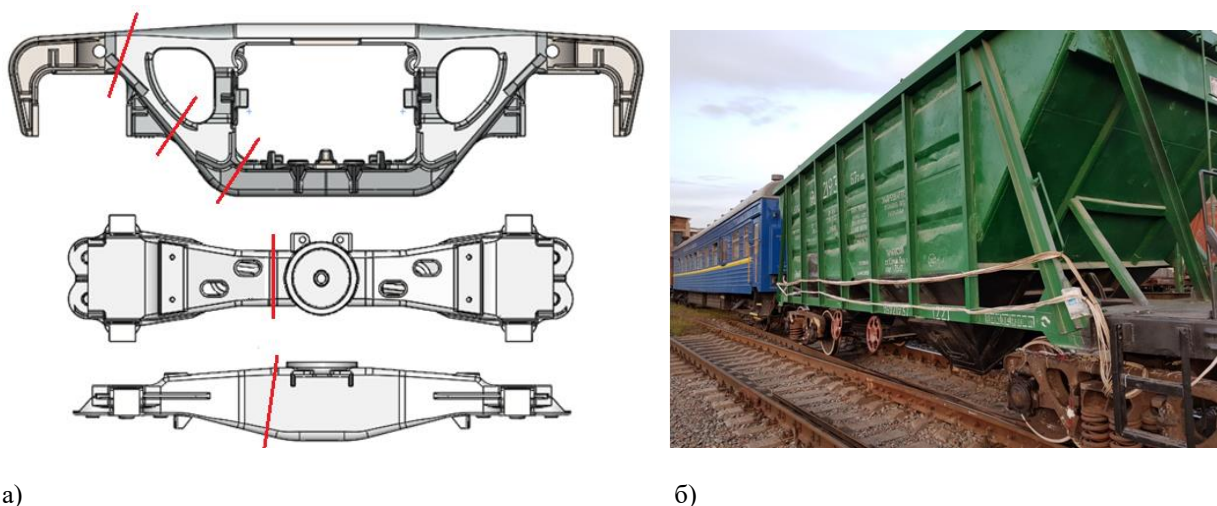


Рис. 1 – Ходові міцнісні випробування литва візків вантажних вагонів
(а – дослідні зони з найменшим запасом опору втомі за результатами ходових випробувань,
б – приклад візка вагона, обладнаного засобами вимірювальної техніки)

Визначення ресурсу візків вантажних вагонів з використанням методу скінчених елементів проведено наступним чином: створення високоточної 3-D моделі об'єкту дослідження, створення скінчено-елементної моделі (дані скінчено-елементної моделі приведена у таблиці 1), моделювання зав'язків в системі, створення розрахункової схеми, розрахунок власних частот та валідація з результатами випробувань, статичний розрахунок на міцність, проведення динамічного розрахунку на основі даних прискорень та напружень за результатами випробувань, побудова кривих втомі та оцінка опору втомі. До переваг такого методу віднести: можливість дослідження всієї конструкції в цілому (всіх зон та перерізів), врахування реальних значень прискорень на напружень, що діють в несівних конструкціях, можливість розширення експерименту методами моделювання, можливість прогнозування пошкоджень у залежності від характеру та інтенсивності навантажень. До недоліків методу в рамках даного дослідження можна віднести: результат залежить від якості

3D-моделі, неможливість врахування всіх особливостей литва (відхилення геометрії, внутрішніх дефектів), велика кількість проміжних розрахунків та моделювань.

За результатами розрахунків встановлено 13 імовірних зон виникнення пошкоджень (дані зони приведені на рис. 2 а): зона 1 – галтельний перехід від зовнішнього бурту підп'ятника до верхнього поясу; зона 2 – кромки технологічних отворів верхнього поясу; зона 3 – внутрішній борт підп'ятника; зона 4 – перехід нижнього поясу в бокову стінку; зона 5 – радіусні переходи R55 буксового прорізу (внутрішні); зона 6 – кромка технологічного отвору; зона 7 – кромка технологічного отвору; зона 8 – кромка технологічного отвору; зона 9 – кут ресорного прорізу нижній; зона 10 – радіусні переходи направляючого бурта; зона 11 – технологічний отвір над буксовим прорізом; зона 12 – галтельний перехід від зовнішнього бурту підп'ятника до верхнього поясу; зона 13 – радіусні переходи R55 буксового прорізу (зовнішні). Приклад розрахунку приведено на рис. 2 б.

Стендові ресурсні випробування (випробування на втому) проводяться шляхом багаторазового циклічного навантаження. До переваг стендових ресурсних випробувань в рамках даного дослідження можна віднести: довготривалість випробувань до безпосереднього руйнування, можливість дослідження зруйнованої деталі, можливість дослідження деталей на різних етапах накопичення втомних пошкоджень. До недоліків стендових ресурсних випробувань в рамках даного можна віднести: відсутність інформації щодо попередньої експлуатації бічних рам та надресорних балок (пробіг), від якого доцільно розраховувати залишковий ресурс, спрощений блок навантажень у порівнянні з реальною експлуатацією, який не в повній мірі забезпечує деформації дослідних елементів. Місця втомних руйнувань випробувань рам бічних та надресорних балок за результатами випробувань 2019 р. приведено на рис 3 а, за результатами випробувань 2012 р. приведено на рис. 3 б. Руйнування відбувалися при розрахунковому строку служби понад 46 років.

Таблиця 1

Параметри скінчено-елементної моделі візка вантажного вагону

№ п/п	Параметр скінчено-елементної моделі	Значення
1	Розмір елемента	12 і 6
2	Кількість елементів	2298613
3	Кількість вузлів	555374

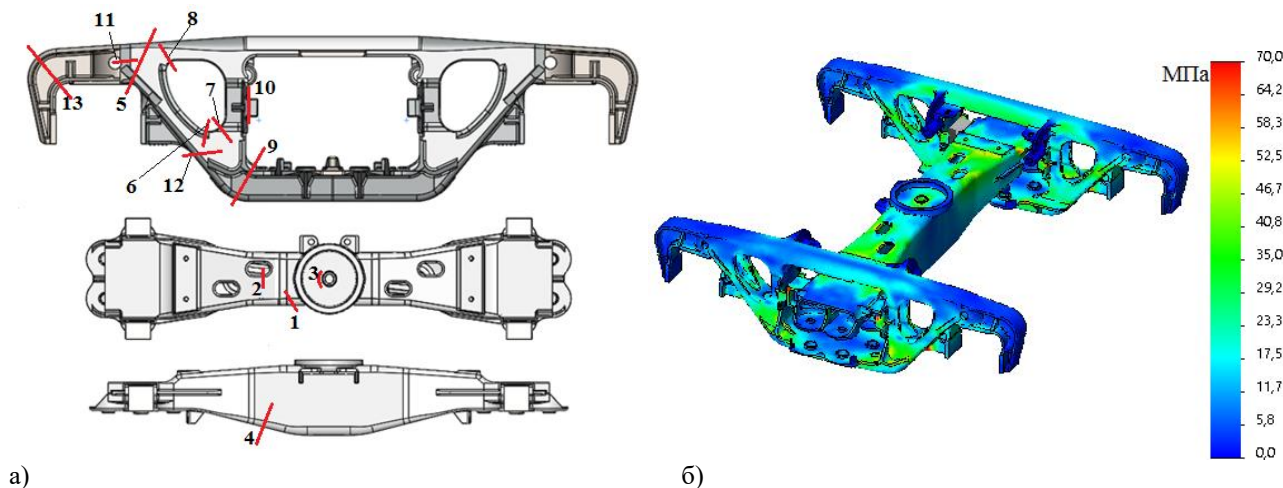


Рис. 2 – Розрахунки методом скінчених елементів литва візків вантажних вагонів
(а – дослідні зони з найменшим запасом опору втомі за результатами розрахунків,
б – приклад епюри динамічного розрахунку)

Розробка технічних рішень щодо вдосконалення конструкції візка та методів підвищення безпеки руху. Внаслідок далекої від ідеальної конструкції у порівнянні з новими підходами [8, 9] та високої навантаженості зони R55, що підтверджується рядом досліджень та проведеними випробуваннями доцільним є зміцнення конструкції шляхом замикання буксового прорізу додатковим елементом, як представлено на рис. 4, де 1 – верхній і 2 – нижній горизонтальні пояси, з'єднані між собою вертикальними колонками 3, які утворюють спільно з горизонтальними поясами 1 та 2 ресорний отвір 4, в нижній частині якого розташована опорна поверхня 5 для встановлення пружин, 6 – похилі пояси, 7 – буксові щелепи, на яких встановлені буксові струнки 8, α – кут, за допомогою якого створюється сила F попереднього навантаження. Рівень напружень в зоні R55 при застосуванні буксової струнки перерізом 20 см² при повздовжньому навантаженні силою 100 кН знижується на 40..42% до 128...129 МПа. Попереднє напруження буксової струнки (стягування щелеп) підвищує ефективність такого технічного рішення. При силі попереднього стягування щелеп $F=30$ кН максимальні напруження в зоні R55 складають 100 МПа (зменшення на 53...55%). При варіюванні сили F зміна

значення максимального напруження в зоні R55 має лінійний характер. Дане технічне рішення запатентовано (Патент України № 104539).

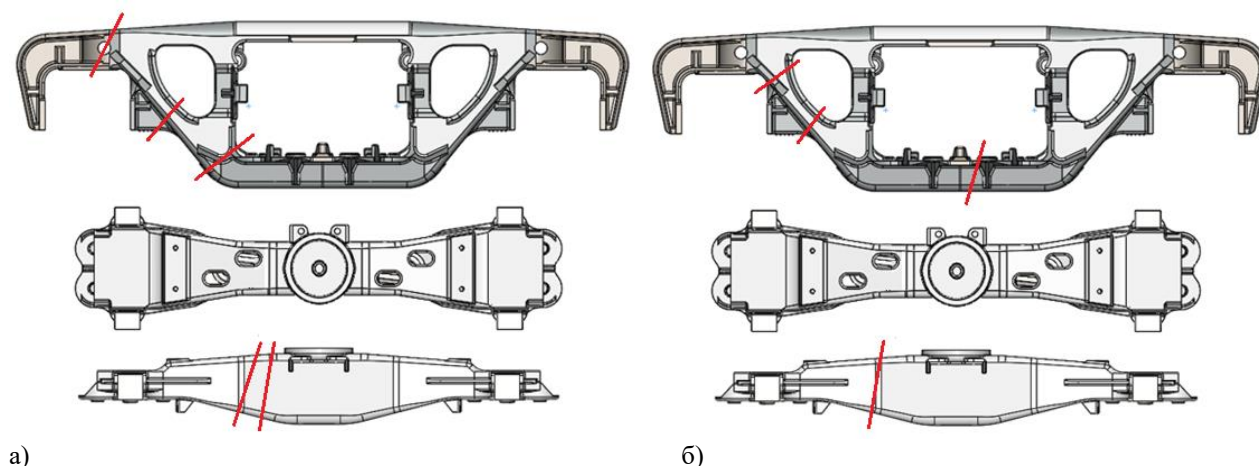


Рис. 3 – Ресурсні випробування елементів литва візків вантажних вагонів після тривалої експлуатації
(а – дослідні зони з найменшим запасом опору втомі за результатами випробувань 2020 р.,
б – дослідні зони з найменшим запасом опору втомі за результатами випробувань 2022 р.)

З метою підвищення безпеки руху та, як наслідок, ефективності перевезень [10] для візків з тривалим терміном експлуатації розроблено технічне рішення з додатковим контролем рівня напружень зони R55 бічних рам. Технічне рішення полягає у наступному. На внутрішніх поверхнях буксових прозівів зон R55 перманентно встановлено тензорезистори за підготовлено місця для підключення спеціалізованої апаратури. Періодично для контролю рівня динамічних напружень з метою визначення їх рівня, частот та попередження розвитку пошкоджень встановлюється тензометрична апаратура для проведення ходових міцнісних випробувань. Технічне рішення дозволить на постійній або періодичній основі здійснювати контроль показників міцності застарілих бічних рам в місці найбільш вірогідного розвитку втомних пошкоджень.

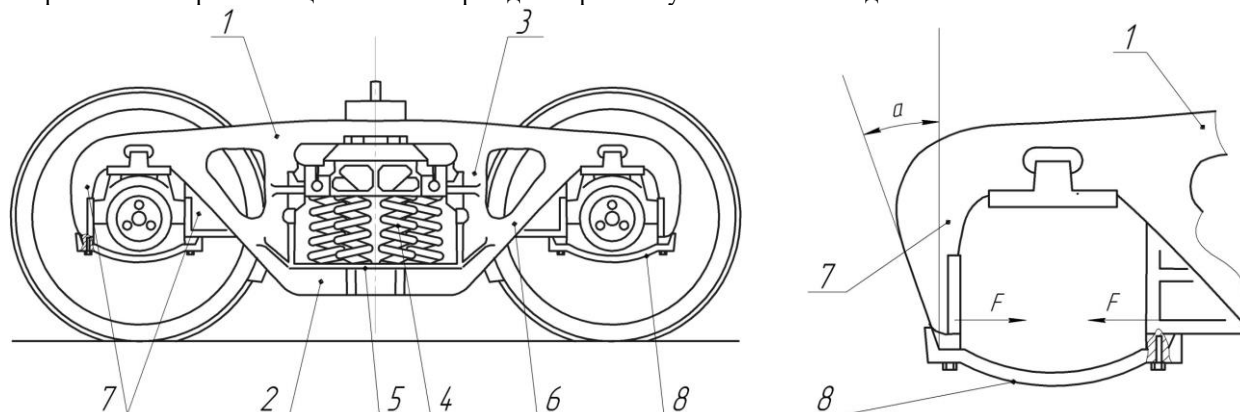


Рис. 4 – Схема бічної рами візка вантажного вагона із замкнутим буксовим прозріом

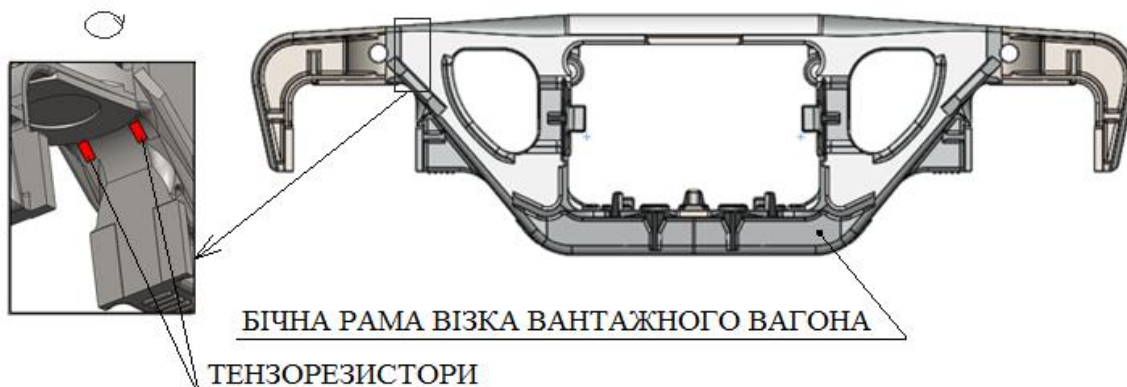


Рис. 5 – Схема бічної рами візка вантажного вагона з додатковим контролем рівня напружень зони R55

Ця публікація виконана в рамках проєкту: "Розроблення концептуальних засад для відновлення ефективного функціонування застарілих вантажних вагонів (Development of conceptual frameworks for restoring the efficient operation of obsolete freight cars)" (Реєстраційний номер проєкту: 2020.02/0122), фінансування якого здійснюється Національним фондом досліджень України за кошти державного бюджету.

Висновки. Одне з найбільш гострих питань існуючої в Україні системи вантажоперевезень залізничним транспортом – це недосконалість та застарілість візків вантажних вагонів. Питання покращення технічного рівню візків необхідно досліджувати як з точки зору розробки та впровадження принципового нових ходових частин вагонів, так і з точки зору вдосконалення існуючих, внаслідок неможливості короткострокового переходу до вагонів нових конструкцій та існуючої ремонтної бази. В даному дослідженні визначено ймовірні місця виникнення втомних руйнувань та приведено технічні рішення щодо вдосконалення конструкції бічної рами візка вантажного вагона.

За результатами ходових міцнісних випробувань (методами тензометрії), визначено місця бічних рам та надресорних балок, які мають найменші значення коефіцієнтів запасу опору втомі при розрахунковому строку служби 45 років – це зона R55 буксового прорізу бічної рами, нижній пояс бічної рами в зоні внутрішнього радіусного переходу отвору ресорного підвішування, похилий пояс бічної рами, центральна частина надресорної балки. Найменше значення коефіцієнту запасу опору втомі $n=1.4$ відповідає радіусному переходу R55.

За результатами розрахунків методом скінчених елементів на високоточній розрахунковій моделі (програмне забезпечення SolisWorks Simulation) встановлено 13 імовірних зон виникнення пошкоджень: зона 1 – галтельний перехід від зовнішнього бурту під'ятника до верхнього поясу; зона 2 – кромки технологічних отворів верхнього поясу; зона 3 – внутрішній борт під'ятника; зона 4 – перехід нижнього поясу в бокову стінку; зона 5 – радіусні переходи R55 буксового прорізу (внутрішні); зони 6–8 – кромки технологічних отворів; зона 9 – кут ресорного прорізу нижній; зона 10 – радіусні переходи направляючого бурта; зона 11 – технологічний отвір над буксовим прорізом; зона 12 – галтельний перехід від зовнішнього бурту під'ятника до верхнього поясу; зона 13 – радіусні переходи R55 буксового прорізу (зовнішні).

За результатами стендових ресурсних випробувань визначено місця руйнувань: зона R55 буксового прорізу бічної рами, нижній пояс бічної рами в зоні внутрішнього радіусного переходу отвору ресорного підвішування, похилий пояс бічної рами, нижній пояс бічної рами в зоні внутрішнього радіусного переходу отвору ресорного підвішування, центральна частина надресорної балки, центральна зона нижнього поясу бічної рами.

За результатами досліджень встановлено, що зміцнення бічних рам доцільно проводити в зоні радіусного переходу R55, найбільш ефективним методом зміцнення даної зони є впровадження буксової струнки з попереднім навантаженням. Додатково розроблено технічне рішення для контролю рівня динамічних напружень з метою визначення їх рівня, частот та попередження розвитку пошкоджень методами тензометрії.

Література

1. Кара С.В. Підвищення міцності та покращення показників динаміки елементів ходової частини вантажних вагонів шляхом конструктивного вдосконалення: Дис. канд. техн. наук - Сєверодонецьк, 2018. – 146 с.
2. Сенько В.И., Пастухов М.И., Макеев С.В., Пастухов И.Ф. Анализ причин повреждения и возможности продления срока службы боковых рам тележек грузовых вагонов // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. - №4, 2010. – С. 13 – 18.
3. Разуметов Я.О. Повышение прочности боковых рам тележек грузовых вагонов: Дис. канд. техн. наук – Санкт-Петербург, 2014. – 145 с.
4. РД 24.050.37-95 Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и ходовые качества. - М.; 1995 г.
5. ДСТУ ГОСТ 33211:2017 Вагони вантажні. Вимоги до міцності та динамічних якостей.
6. Нормы для расчета и проектирования новых и модернизируемых вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). ВНИИВ-ВНИИЖТ. М., 1983.
7. Протокол випробувань № НДКТІ/НВЦ УІ 020– 2020 Проведення ходових міцнісних випробувань бокових рам та надресорних балок візків вантажних вагонів 1975-1983 років виготовлення //НВЦ філії «НДКТІ» АТ «Укрзалізниця» – Київ, 2020.
8. Fomin, O. Determining strength indicators for the bearing structure of a covered wagon's body made from round pipes when transported by a railroad ferry [Text] / O. Fomin, A. Lovska, V. Masliyev, A. Tsymbaliuk, O. Burlutski // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2019. – Vol. 7, Issue 1 (97). – P. 33–40. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.154282.
9. Fomin Oleksij, Juraj Gerlici, Alyona Lovska, Kateryna Kravchenko, Pavlo Prokopenko, Anna Fomina, Vladimir Hauser Durability Determination of the Bearing Structure of an Open Freight Wagon Body Made of Round Pipes during its Transportation on the Railway Ferry // Communications-Scientific letters of the University of Zilina 21, no. 1, 2019. – P. 28-34.

10. Turpak S.M. Logistic technology to deliver raw material for metallurgical production / S.M. Turpak, I.O. Taran, O.V. Fomin, O.O. Tretiak // Scientific Bulletin of National Mining University, Issue 1, 2018. – P. 162-169
DOI: 10.29202/nvngu/2018-1/3.

References

1. Kara S. (2018) Strength improvement and dynamics indicators improvement of elements of freight cars crew by constructive improvement: Dis. Cand. tech. - Severodoneck. - 146 p.
2. Senko V., Pastuhov M., Makieev S., Pastuhov I. (2010) Analysis of the causes of damage and the possibility of extending the service life of the side frames of freight car bogies // Bulletin of GSTU im. BY. Sukhoi. - No. 4, 2010. - P. 13 - 18.
3. Razumetov Ya. (2014) Strengthening the side frames of freight car bogies : Dis. Cand. tech. - St. Petersburg. - 145 p.
4. RD 24.050.37-95 Freight and passenger cars. Test methods for strength and driving performance. - M. ; 1995.
5. DSTU GOST 33211: 2017 Freight cars. Requirements for strength and dynamic qualities.
6. Standards for calculation and design of new and modernized railway cars of the Ministry of Railways of 1520 mm gauge (non-self-propelled). VNIIV-VNIIZHT. Moscow., 1983.
7. Test report (2020) № НДКТИ/НБЦ УІ 020–2020 Carrying out of running strength tests of side frames and oversprung beams of carriages of freight cars 1975-1983 of production // SC branch "SEI" of JSC "Ukrzaliznytsia" - Kyiv.
8. Fomin, O. (2019) Determining strength indicators for the bearing structure of a covered wagon's body made from round pipes when transported by a railroad ferry [Text] / O. Fomin, A. Lovska, V. Masliyev, A. Tsymbaliuk, O. Burlutski // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Vol. 7, Issue 1 (97). – P. 33–40. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.154282.
9. Fomin Oleksij, Juraj Gerlici, Alyona Lovska, Kateryna Kravchenko, Pavlo Prokopenko, Anna Fomina, Vladimir Hauser (2019) Durability Determination of the Bearing Structure of an Open Freight Wagon Body Made of Round Pipes during its Transportation on the Railway Ferry // Communications-Scientific letters of the University of Zilina 21, no. 1 – P. 28-34.
10. Turpak S.M. (2018) Logistic technology to deliver raw material for metallurgical production / S.M. Turpak, I.O. Taran, O.V. Fomin, O.O. Tretiak // Scientific Bulletin of National Mining University, Issue 1. – P. 162-169
DOI: 10.29202/nvngu/2018-1/3.

В статье приведена актуальность проблемы определения вероятных мест возникновения усталостных разрушений литых деталей тележек грузовых вагонов, ресурса и возможности совершенствования конструкции. Проведен анализ результатов ходовых прочностных испытаний, по результатам которых установлено, что наименьшие значения коэффициентов запаса сопротивления усталости, при расчетном сроке службы 45 лет, – это зона R55 буксового проема боковой рамы, нижний пояс боковой рамы в зоне внутреннего радиусной перехода отверстия рессорного подвешивания, наклонный пояс боковой рамы, центральная часть надрессорной балки. Проведены расчеты ресурса расчетно-экспериментальным методом с использованием метода конечных элементов и установлено вероятные зоны возникновения повреждений: галтельный переход от внешнего бурта подпятника к верхнему поясу, кромки технологических отверстий верхнего пояса, внутренний бурт подпятника, переход нижнего пояса в боковую стенку, радиусные переходы R55 буксового проема (внешние и внутренние), кромки всех технологических отверстий, угол рессорного проема нижней, радиусные переходы направляющего бурта, технологическое отверстие надбуксового проема, галтельный переход от внешнего бурта подпятника к верхнему поясу. Проведен анализ результатов стендовых ресурсных испытаний и выявлены места разрушений: зона R55 буксового проема боковой рамы, нижний пояс боковой рамы в зоне внутреннего радиусной перехода отверстия рессорного подвешивания, наклонный пояс боковой рамы, нижний пояс боковой рамы в зоне внутреннего радиусной перехода отверстия рессорного подвешивания, центральная часть надрессорной балки, центральная зона нижнего пояса боковой рамы. Приведены технические решения по совершенствованию конструкции указанного литья путем замыкания буксового проема предварительно напряженной стальной и метод улучшения показателей безопасности движения путем внедрения системы диагностирования.

Ключевые слова: тележка грузового вагона, боковая рама, надрессорная балка, литье, ресурс, сопротивление усталости.

The article shows the urgency of the problem of search the locating fatigue failure location of cast parts for railway freight car bogies, resource and the possibility of improving the design. There are analysis of the results of running strength tests. The smallest values of the safety factors of fatigue resistance, with an estimated service life of 45 years: zone R55 of the side frame, the lower chord of the side frame in the zone of the inner radius transition of the spring suspension hole, the inclined chord of the side frame, the central part of the bolster. There are resource calculations by the computational and experimental method using the finite element method. Possible areas of damage have been identified: fillet transition from the outer shoulder of the thrust bearing to the upper belt, the edges of the technological holes of the upper belt, the inner shoulder of the thrust bearing, the transition of the lower belt to the side wall, radius R55 of the axle opening (external and internal), the edges of all technological holes, the angle of the lower spring opening, radius transitions guide shoulder, technological opening of the overhead opening, fillet transition from the

outer shoulder of the thrust bearing to the upper chord. There are analysis of the results of bench life tests. The places of destruction were identified: zone R55 of the side frame, the lower chord of the side frame in the zone of the inner radius transition of the spring suspension hole, the inclined chord of the side frame, the lower chord of the side frame in the zone of the inner radius transition of the spring suspension hole, the central part of the bolster, the central zone of the lower chord of the side frame. Technical solutions for improving the design of the specified casting and methods for improving traffic safety indicators are presented.

Key words: freight car bogie, side frame, car bogie bolster, casting, resource, fatigue resistance.

Фомін О.В. – д.т.н., професор, професор кафедри “Вагони та вагонне господарство” Державного університету інфраструктури та технологій, e-mail: fomin1985@ukr.net.

Горбунов М.І. – д.т.н., професор, зав. кафедри Залізничного, автомобільного транспорту та підйомно-транспортних машин Східноукраїнського національного університету імені В. Даля, e-mail: gorbunov0255@gmail.com.

Кара С.В. – кандидат технічних наук, начальник управління інжинірингу філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» АТ «Укрзалізниця», e-mail: Kara1520mm@gmail.com.

Прокопенко П.М. – аспірант кафедри «Вагони та вагонне господарство» Державного університету інфраструктури та технологій.

Гриндей П.О. – залучений фахівець управління інжинірингу філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» АТ «Укрзалізниця».