

УДК 629.4.027.23

*Інженер С.В. Кара***ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ БОКОВОЇ РАМИ ТРЬОХЕЛЕМЕНТНОГО ВІЗКА ВАНТАЖНОГО ВАГОНУ**

Ключові слова: вантажний вагон, візок, бокова рама, буксовий проріз, буксова струнка, МКЕ.

Вступ та постановка проблеми

Трьохелементні візки є основним типом візків для залізничних вантажних вагонів в Україні (візки типу 18-100 і їх аналоги) та багатьох країнах світу. Крім того, що даний тип візків вантажних вагонів є морально застарілим, щорічно на колії 1520 мм відомо близько 20 відмов бокових рам візків типу 18-100 і їх аналогів в зоні радісного переходу R55 буксового прорізу [1]. Таким чином, до недоліків даного типу візків можна віднести недостатню міцність бокових рам. Крім того, у багатьох країнах світу впроваджено візки типу Y25 та активно розробляються принципово нові конструкції, у той час, як в Україні основні види модернізацій пов'язані зі збільшенням міжремонтних пробігів та проводиться робота зі збільшення строку служби [2, 3], а тому до питання міцності бокових рам слід приділяти особливу увагу.

Типовий відказ бокової рами, а саме злам в зоні R55 приведено на рис. 1.

Основна частина

За останні роки розроблено ряд нових візків вантажних вагонів для колії 1520 мм, які досить близькі за конструкцією до візка типу 18-100, наприклад модернізації за проектами M1698, C03.04, C14.01 (використання зносостійких матеріалів для опорних поверхонь буксового прорізу, під'ятника, фрикційної планки та клинів, проточка коліс за профілем ИТМ-73: 18-2128, 18-9801, 18-9845, 18-9841, 18-9770, 18-1750, 18-578 та ін.), модернізації з установкою касетних підшипників (18-7020 та ін.), візки з діагональними тягами (ZK1 та ін.), візки зі значними геометричними відмінностями несучих елементів (тип 18-9810 та ін.). Слід зазначити, що при значній кількості



Рис. 1 – Типовий злам бокової рами візка типу 18-100

модернізацій візків та відомій статистиці зламів в зоні R55, конструкція зони буксового прорізу бокової рами не зазнавала значних змін.

При дослідженні причин зламів бокових рам встановлено наступні фактори додаткового навантаження зони R55:

1. Збільшені повздовжні сили, що діють на щелепи під час ударів вагонів на сортувальних гірках. Згідно [4], ці сили можуть досягати величини 100...120 кН на одну щелепу. Епюра напружень в боковій рамі в надбуксовій зоні двотавровою перетину (тип 2) від вертикального та повздовжнього статичного навантаження приведена на рисунку 2. Епюра напружень в боковій рамі в надбуксовій зоні коробчастою перетину (тип 4) від вертикального та повздовжнього статичного навантаження приведена на рис. 3 (розрахунки проводилися МКЕ).

Як видно з рисунків 1 та 2 значення напружень у такому випадку перевищує 210 МПа для старої та нової конструкції бокової рами в зоні буксового прорізу.

2. Велике значення крутного моменту що діє від букси на бокову раму при перекосах колісної пари (наприклад при проходженні кривих). Розрахункова величина напружень при такому навантаженні може досягати 203 МПа.

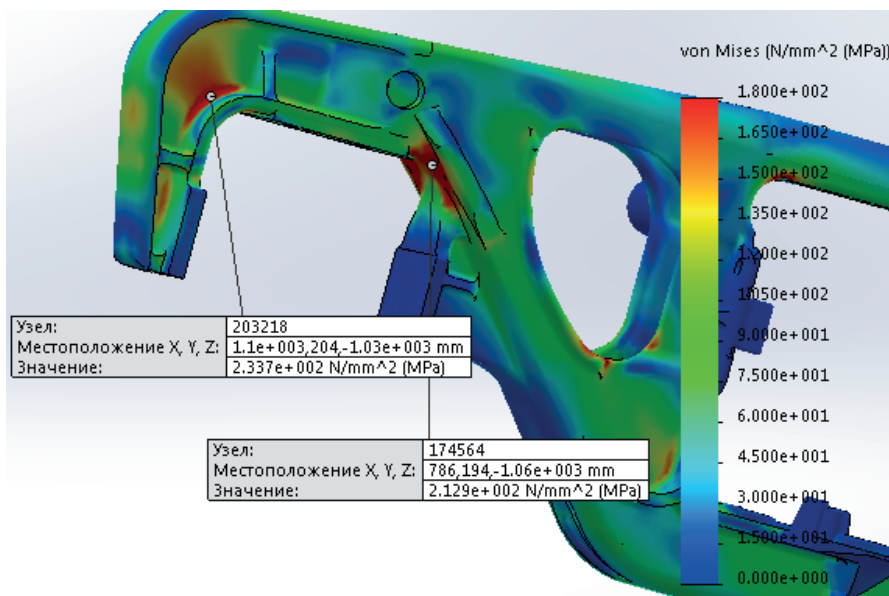


Рис. 2 – Етюра навантажень бокової рами при повздожньому навантаженню силою 120 кН (тип 2)

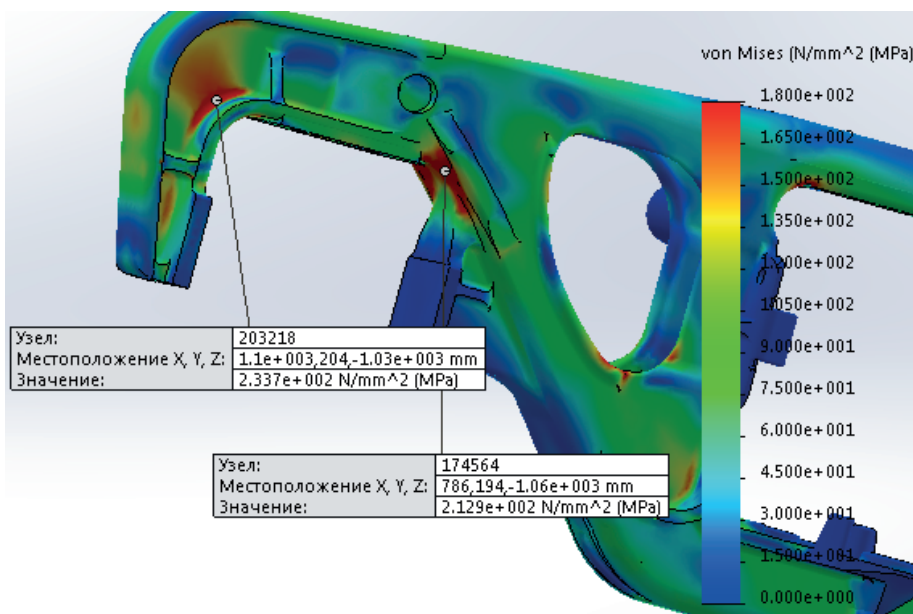


Рис. 3 – Етюра навантажень бокової рами при повздожньому навантаженню силою 120 кН (тип 4)

Головним чинником ослаблення міцності бокової рами можуть бути внутрішні дефекти та тріщини в зонах підвищеного навантаження.

Опираючись на наведений аналіз причин підвищеного навантаження бокових рам та враховуючи той факт, що майже всі злами відбуваються в зоні R55 можна зробити висновок про необхідність внесення змін до конструкції бокової рами в зоні буксового прорізу з метою зниження рівня напруг.

На основі проведеного аналізу було розроблено концепцію технічного рішення

конструкції бокової рами з буксовою стрункою, як показано на рисунку 4. При цьому автором розглядається ряд можливих типів варіантів установки буксової струнки:

- болтове з'єднання (потребує значних змін та отворів на нижніх частинах щелеп);
- термічна посадка (потребує змін нижні частини щелеп);
- як частина відливки бокової рами у горизонтальній площині.

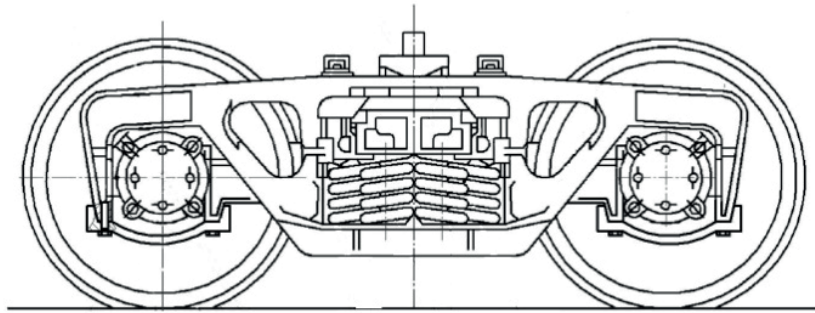


Рис. 4 – Схема візка типу 18-100 з буксовою стрункою

Приведене технічне рішення захищено патентами України № 105476 від 25.03.2016, бюл. № 6 (спосіб зміцнення бокових рам візків вантажних вагонів) та № 104539 від 10.02.2016, бюл. № 3 (бокова рама візка вантажного вагону).

Попередні розрахунки бокової рами з буксовою стрункою приведені в [2, 5, 6]. Епюра напружень в боковій рамі з буксовою стрункою в надбуксовій зоні коробчастого перетину (тип 4) від вертикального та повздожнього статичного навантаження приведена на рисунку 5. Як видно з рисунку встановлення буксової струнки перетином 20 см² сприяє зниженню максимальних напруг приблизно в 2 рази.

Об'єктом подальших досліджень є проведення імітаційного моделювання

динаміки вантажного вагону з модернізованим візком в програмному комплексі «Універсальний механізм» та проведення стендових випробувань бокових рам з використанням буксової струнки.

Висновки

На даний момент на колії 1520 мм існує велика кількість конструкцій трьохелементних візків вантажних вагонів типу 18-100 та їх аналогів різних модернізацій (М1698, С03.04, С14.01, модернізації з установкою касетних підшипників, візки з діагональними тягами та ін.) при цьому проблема зламів бокових рам візків в зоні радіусного переходу R55 буксового прорізу є надзвичайно актуальною.

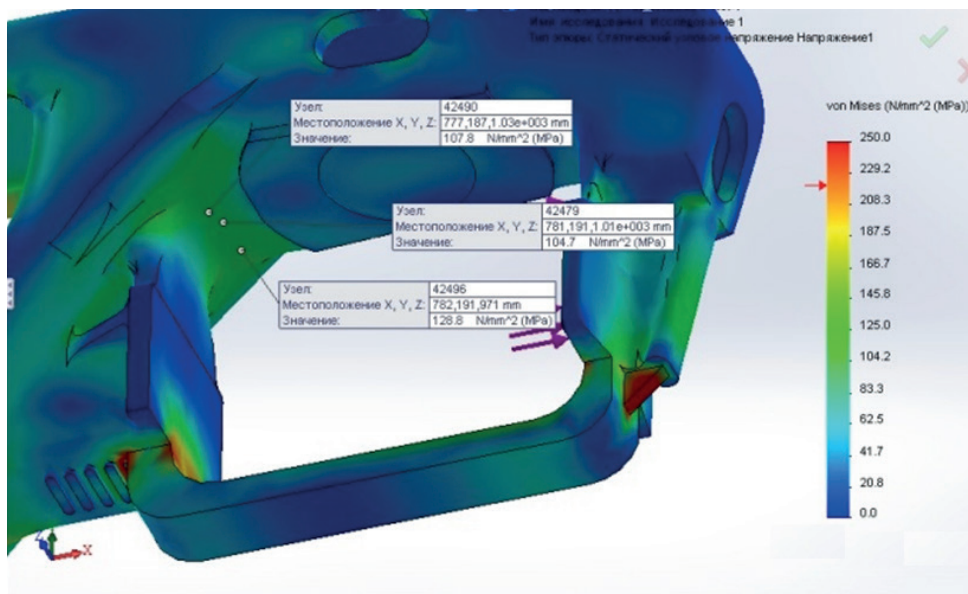


Рис. 5 – Епюра навантажень бокової рами з буксовою стрункою при повздожньому навантаженню силою 120 кН

Проведені дослідження причин зламів бокових рам показують, що під час експлуатації торцеві частини бокових рам перенавантажуються повздовжніми силами на сортувальних гірках та крутними моментами при перекосах колісних пар. Ці негативні фактори посилюються при наявності ливарних дефектів та тріщин у металі в зоні R55.

Для вирішення проблеми недостатньої міцності бокових рам розроблено концепцію бокової рами з використанням буксової струнки та проведено ряд розрахунків, що підтверджують високу ефективність такого технічного рішення, а саме зниження напружень в зоні R55 в середньому в 2 рази при максимальному повздовжньому навантаженні щелеп рами.

Об'єктом подальших досліджень обрано проведення моделювання динаміки візка вантажного вагону та стендові статичні випробування бокової рами з буксовою стрункою.

Література

1. Горбунов Н.И., Мокроусов С.Д., Ноженко Е.С., Кравченко Е.А., Кара С.В. К вопросу создания тележки грузового вагона // Вісник СХУ ім. В. Даля № 18 (207) Ч. 1. Вид-во СХУ ім. В. Даля м. Луганськ, 2013 – С. 87-93.

2. Горбунов М.І., Ноженко О.С., Кара С.В., Кравченко Катер.О., Кравченко Конст.О., Макарова В.Д. Обґрунтування технічних рішень щодо підвищення міцності візка вантажного вагона // Вісник СХУ ім. В. Даля № 1 (218) Ч. 1. Вид-во СХУ ім. В. Даля м. Северодонецьк, 2015 – С. 200 - 203.

3. Горбунов М.І. Подовження строку служби візків вантажних вагонів / М.І. Горбунов, С.В. Кара, С.В. Грицаєнко, В.В. Абдулаєв // Майбутній науковець – 2016 : матеріали всеукр. наук.-практ. конф. 2 груд. 2016 р., м. Северодонецьк. Ч. II / [укл. : Тарасов В.Ю.]. – Северодонецьк : [Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля], 2016. – с. 81.

4. Сенько В.И. Анализ причин повреждения и возможности продления срока службы

боковых рам тележек грузовых вагонов / В.И. Сенько, М.И. Пастухов, С.В. Макеев, И.Ф. Пастухов //Вестник ГГТУ им. П.П.Сухого. - №4, 2010. – С. 13-18.

5. Domin R. Concepts of modern bogies for railway freight wagon / R. Domin , N. Gorbunov, O. Nogenko, S. Kara, P. Gryndei, S. Mokrousov, V. Chernikov // ТЕКА. Commission of motorization and energetics in agriculture – 2015, Vol. 15, No.2, 45-50.

6. Горбунов М. І. Перспективні напрями підвищення міцності бокових рам візків вантажних вагонів / М. І. Горбунов, С. В. Кара О. С. Ноженко, А. Д. Анофрієв // Збірник наукових праць Державного економіко-технологічного університету транспорту Міністерства освіти і науки України: Серія «Транспортні системи і технології». – Вип. 26-27. К.: ДЕДУТ, 2015 – С. 148 – 154.

7. Огневой. В.Я. Фрактографические особенности разрушения литых боковых рам тележек грузовых вагонов / В.Я. Огневой // Ползуновский альманах. – 2011. - №4. – С. 36-41.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Кара Сергій Віталійович,

в.о. начальника науково-дослідного відділу динаміки та міцності філії «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» ПАТ «Укрзалізниця».

Вул. І.Федорова, 39, м. Київ, Україна, 03038.
Тел.: +038 044 309 61 41; +38 066 445 57 78;
e-mail: kara1520mm@gmail.com.