

УДК 343.148: 629.4.027.2

**А. В. Батіг**  
**старший науковий співробітник**

*Львівський науково-дослідний інститут судових експертиз  
Міністерства юстиції України*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БОКОВИХ РАМ ВІЗКІВ ВАГОНІВ У ВИПАДКУ ЇХ ЗЛАМУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ СУДОВИХ ЗАЛІЗНИЧНО-ТРАНСПОРТНИХ ЕКСПЕРТИЗ**

*Стаття присвячена дослідженню залізнично-транспортних пригод у випадку руйнування бокових рам візків вантажних вагонів. Відмічається, що існує безліч факторів, які можуть вплинути на руйнування бокових рам візків вантажних вагонів. Основними серед них є: швидкість руху вагона, завантаженість вагона, стан колії, технічний стан вагона.*

---

---

У зв'язку зі збільшенням кількості судових залізнично-транспортних експертиз з причин сходу вантажних вагонів через злам бокових рам їх візків виникає необхідність у більш детальному дослідженні даного питання.

Як відомо, бокова рама візка вантажного вагона є складною і важливою литою деталлю, від надійної роботи якої значною мірою залежить безпека руху. Оцінка її напруженого стану повинна виконуватися з високою точністю, так як недостатня міцність бокової рами може створити загрозу безпеці руху поїздів, а зайва — збільшить масу цієї, зазвичай необресореної частини вагона, що призведе як до збільшення витрат на виробництво, так і до додаткового динамічному впливу на букси, колеса і рейкову колію [1].

За результатами аналізу експлуатації бокових рам було доведено, що бокові рами мають низку експлуатаційних і конструктивних недоліків, найбільшу кількість бокових рам бракують через тріщини. Загалом через тріщини і ливарні дефекти відбуваються близько 80 % зламів бокових рам. Найбільш навантаженою та небезпечною зоною є зона внутрішнього кута буксового прорізу (від 90 % до 100 % зламів відбулось у цій зоні). Під час проведення випробувань на втому бокових рам за чинними методиками було виявлено тріщини в зонах нижнього кута ресорного прорізу, на похилому поясі, близько 70 % зруйнувань деталей відбулось у внутрішньому куті буксового прорізу [1].

Можливими причинами погіршення ситуації з руйнуванням бокових рам є [1, 2, 3]:

1. Підвищення динамічної завантаженості через погіршення режимів роботи системи гасіння коливань візка. При цьому, як показали дослідження АО «ВНИИЖТ», можливе підвищення амплітуди напружень в зоні R55 на 20–25 %, що само по собі призводить до скорочення терміну служби бокової

рами у 2–3 рази і в сукупності з іншими факторами може сприяти виникненню існуючої негативної ситуації із зламами.

2. Перехід від двотаврової конструкції консольної частини до конструкції з коробчастим перерізом. Двотаврова конструкція під час забігання бокових рам працює як пружно-деформований гасник коливань, тоді як коробчаста конструкція більш жорстка, в результаті чого напруження від згинальних та крутильних моментів передається в зону R55 [2, 3].

3. Підвищення динамічної завантаженості зони R55 також може бути викликано зміненими умовами експлуатації вантажних вагонів в цілому і візка зокрема [4]. До факторів, що впливають на зміну умов експлуатації, і, як наслідок, завантаженості візка, відносяться:

- підвищене щодо проектної для візка ЦНИИ-ХЗ, а потім і для візка 18–100 осьове навантаження (23.5 тс проти 22 тс);

- істотно більш висока поперечна і вертикальна жорсткість колії за рахунок двократного за останні 10 років збільшення частки ділянок колії на залізобетонних шпалах і впровадження нових типів рейкових скріплень;

- збільшення за останні 10 років середньої ваги бруто вагона на 5–10 % і ваги поїзда.

4. Ще один фактор, що потенційно викликає зміну динамічної завантаженості зони R55 бокової рами, це ряд модернізацій візка 18–100 і його аналогів. Введення зносостійкої планки виключає нерівномірний знос опорної поверхні і зменшує сили опору подовжньому переміщенню буксового вузла в буксовому прорізі. Коробчастий переріз буксового прорізу істотно збільшує його жорсткість і при подовжніх ударах буксового вузла (наприклад, при гальмуванні) в консольну частину бокової рами напруження перерозподіляються в зону R55, що деякою мірою знижує втрату міцності бокової рами.

5. Застосування деяких з технологічних прийомів при виплавленні викликає прискорену кристалізацію розплаву в зоні R55 і можуть бути причиною виникнення нових типів дефектності, таких як усадочна мікропористість. Цей тип дефектності в даний час не виявляється при контролі литва на заводах-виробниках, але, потенційно, може бути причиною різкого зниження опору металу, виникненню і розвитку тріщини.

Слід відзначити, що основною відмінністю бокових рам, що були випущені раніше, є конструкція їх консольної частини (буксового прорізу), яка виконана у вигляді двотавра. Буксовий проріз бокових рам, що випускаються зараз, має вигляд коробки [5].

Зазначені конструкції мають суттєву відмінність у жорсткості консольних частин бокових рам. Ця принципова відмінність в конструкції бокової рами була впроваджена наприкінці 90-х років конструкторами Уралвагонзаводу (УВЗ).

Дана зміна конструкції вплинула на перерозподіл напружень в бокових рамах візків. Двотавровий переріз консольної частини бокової рами працює, як пружно-деформований гасник крутильних моментів, що виникають під час

критичних забігань бокових рам щодо один одного, та відповідних кутових переміщень колісних пар в буксовому прорізі. Крім того, розробники даної конструкції візка передбачили і те, що перехід двотаврового перерізу в коробку, припадає на середину опорної поверхні буксового прорізу, тобто менш навантажену під час штатної роботи, зону [6].

Двотаврова конструкція в штатних режимах експлуатації була більш гнучкою, більш «податливою» в горизонтальній площині, мала слабо навантажене місце, яке компенсувало дію згинальних моментів від колісних пар. Але у разі критичних забігань бокових рам та дії позаштатних згинальних і крутних моментів в зоні зміни перерізів виникали втомні тріщини, при цьому тріщини в зоні R55 виникали дуже рідко. Надійність конструкції забезпечувалася тим, що тріщини не мали швидкого подальшого розвитку в штатних режимах, тому, що зона лежить на буксі та виявляється слабо навантаженою. Тріщини отримували розвиток протягом тривалого часу в експлуатації, що дозволяло виявляти їх під час планових ремонтів.

Періодична поява втомних тріщин в зоні зміни перерізів консольної частини бокової рами вимагала посилення цієї зони. Для вирішення проблеми наприкінці 90-х років конструкторами Уралвагонзаводу (УВЗ) було запропоновано здійснити перехід від двотаврового перерізу консольної частини до перерізу у вигляді коробки [6].

При цьому зона дійсно була посилена, але вся консольна частина бокової рами стала більш жорсткою, рівномірною, втратила можливість працювати, як пружно-деформований гасник згинальних і крутних моментів. Уся непогашена енергія згинальних і крутних моментів через жорстку в горизонтальній площині коробку стала передаватися в зону внутрішнього кута буксового прорізу (R55) [6].

Крім того, з'єднання перемичкою вертикальних стінок коробки в зоні технологічного вікна також сприяє підвищенню жорсткості консольної частини бокової рами. Під впливом штатних та позаштатних згинальних і крутних моментів в зоні внутрішнього кута буксового прорізу, конструктивно перетвореного в один великий концентратор напружень, здійснюється накопичення втомлених пошкоджень, які в подальшому при незначних дефектах литва, неметалевих включеннях, мікропорах, в місцях ризик від інструменту після очищення та після механічної обробки, перетворюються у макротріщини [6].

При дослідженні технічного стану бокових рам візків вагонів слід враховувати вплив системи експлуатації, технічного обслуговування та ремонту, а саме: перевантаження, сходи вагонів за межами магістральних шляхів на заводських коліях, про які відсутня офіційна інформація, порушення правил формування та розформування вантажних составів із застосуванням гірок (перевищення швидкості співударяння), екстрені гальмування, необґрунтована заміна вузлів і деталей візків на старі, з меншим залишковим ресурсом, порушення правил огляду та освідчення. Застосування в конструкції візка

частин та деталей (пружного комплексу, фрикційного клина) з відхиленням нормованих характеристик сприяє підсиленню комплексного впливу негативних факторів на швидкість розповсюдження тріщини [6].

Також неврахованими залишаються багато інших факторів, які значною мірою впливають на швидкість розвитку тріщини: швидкість руху вагона, завантаженість вагона, стан колії і т.і. Іншими словами, на бокову раму вагона зі справними гасниками коливань, але при більшому завантаженні і вищій швидкості руху можуть діяти більші динамічні зусилля, ніж на бокову раму з несправними гасниками при невеликих швидкостях руху і неповному завантаженні вагона.

Проте, встановити, який з вищенаведених факторів мав основний вплив на руйнування бокової рами візка досить важко без відповідних методик. Для того, щоб більш точно встановити причину зламу боковини при проведенні судових залізнично-транспортних експертиз слід виконувати її розрахунки на міцність, будувати математичну модель вагона для встановлення впливу відхилень конструкції вагона та колії. Тому проведення судових залізнично-транспортних експертиз у випадках зламу бокових рам візків вантажних вагонів на даний час досить тривалий і трудомісткий процес.

#### Перелік посилань

1. *Багров О. М.* Зниження пошкоджуваності литих бокових рам візків вантажних вагонів шляхом конструктивно-технологічного удосконалення: дис... канд. тех. наук: 05.22.07. Київ, 2016. 212 с.
2. *Багров А. Н.* Комплексный подход к оценке факторов, влияющих на долговечность рам боковых тележек грузовых вагонов // *Educatio. Технические науки.* Новосибирск. 2015. 2015. Вип. 4 (11). С. 6–9.
3. *Багров А. Н., Бондарев С. В.* Комплекс решений, направленных на повышение надежности литой боковой рамы тележки грузового вагона // *Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: тезисы 75 Междунар. науч.-практ. конф.* (Днепропетровск, 14-15 мая 2015 г.). Днепропетровск, 2015. С. 155–156; *Взаимодействие пути и подвижного состава* / Е. М. Бромберг, М. Ф. Вериго, В. Н. Данилов, М. А. Фришман; под. общ. ред. М. А. Фришмана. Москва, 1956. 280 с.
4. *Багров О. М.* Бокові рами візків вантажних вагонів. Експлуатація. Проблеми та їх вирішення // *Залізничний транспорт України.* 2016. Вип. 1–2 (116–117). С. 29–34.
5. *Лукин В. В.* *И др.* Вагоны. Общий курс: учебник для вузов ж.-д. трансп. / под ред. В. В. Лукина. Москва, 2004. 424 с.
6. *Багров О. М.* Аналіз впливу конструктивних особливостей литих бокових рам візків вантажних вагонів на їхню міцність // *Транспортні системи і технології: зб. наук. праць ДЕТУТ.* Київ, 2014. Вип. № 24. С. 32–38.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БОКОВЫХ РАМ ТЕЛЕЖЕК ВАГОНОВ В СЛУЧАЕ ИХ ИЗЛОМА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СУДЕБНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ЭКСПЕРТИЗ

А. В. Батиг

В статье проанализированы основные факторы, влияющие на разрушение боковых рам тележек грузовых вагонов.

В работе отмечено, что боковая рама тележки грузового вагона является сложной и важной литой деталью, от надежной работы которой зависит безопасность движения.

По мнению автора, при исследовании технического состояния боковых рам тележек вагонов следует учитывать влияние системы эксплуатации, технического обслуживания и ремонта, а именно: перегрузки, сходы вагонов за пределами магистральных дорог на заводских путях, о которых отсутствует официальная информация, нарушение правил формирования и расформирования грузовых составов с применением горок (превышение скорости соударения), экстренные торможения, необоснованная замена узлов и деталей тележек на старые, с меньшим конечным ресурсом, нарушение правил осмотра и освидетельствования. Применение в конструкции тележки частей и деталей (пружинного комплекта, фрикционного клина) с отклонением нормированных характеристик способствует усилению комплексного воздействия негативных факторов на скорость распространения трещины в боковой раме тележки грузового вагона.

Также следует учитывать влияние на развитие трещин в боковой раме тележки вагона скорость его движения, загруженность, а также техническое состояние пути. Это связано с тем, что при большей нагрузке и высокой скорости движения могут действовать большие динамические усилия, чем на боковую раму с неисправными фрикционными гасителями колебаний при небольших скоростях движения и неполной загрузке вагона.

Оценить степень влияния указанных неисправностей на скорость развития трещины трудно из-за отсутствия соответствующих методик.

Предлагается для более точного установления причин излома боковины при проведении судебных железнодорожно-транспортных экспертиз выполнять ее прочностные расчеты, строить математическую модель вагона для того, чтобы более точно оценить влияние отклонений конструкции вагона и пути.

## **STUDY OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE SIDE FRAMES OF THE WAGONS' TRUCKS IN THE CASE OF THEIR BREAKING UNDER THE CONDUCTION OF THE FORENSIC RAILWAY TRANSPORT EXPERTISE**

**A. Batih**

The article analyzes the main factors affecting the destruction of the side frames of freight wagons' trucks.

It is noted in the paper that the side frame of the freight car carriage is a complex and important cast piece, the safety of movement depends on reliable operation of it.

In the opinion of the author, in examining the technical condition of the side frames of the wagons' trucks, one should take into account the influence of the operation, maintenance and repair system, namely: overloads, wagons outside the main roads on factory roads, which are not officially reported, violation of rules for the formation and disbanding of freight compositions with the use of slides (exceeding the speed of the collision), emergency braking, unreasonable replacement of the units and parts of the trucks with old ones, with less final resource, counterfeit, violation of rules of inspection and certification etc. The use of spares and parts in the wagon's truck construction with deviation (spring set, friction wedge) contributes to strengthening the complex effect of negative factors on the propagation speed of the crack in the side frame of the freight wagon.

It also is necessary to take into account the development of cracks in the side frame of the wagon's truck the speed of its movement, congestion, as well as the technical condition of the railway track. This is due to the fact that with greater loading and high speed of movement, greater dynamic forces can act than on the side frame with faulty friction vibration dampers at low speeds and incomplete loading of the wagon.

Due to the lack of appropriate techniques it is difficult to assess the degree of influence of these faults on the rate of crack development.

For more precise determination of the causes of the fracture of the sidewall during the conduct of judicial railway and transport expertise it is suggested to perform its strength calculations, build a mathematical model of the car in order to more accurately assess the influence of deviations in the design of the wagon and the railway track.

УДК 343.148: 625.032.52: 629.4.015

**А. В. Батіг**  
старший науковий співробітник

**А. Я. Кузишин**  
судовий експерт

*Львівський науково-дослідний інститут судових експертиз  
Міністерства юстиції України*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ КРИТЕРІЇВ БЕЗПЕКИ РУХУ ПРИ НАСТАННІ ЗАЛІЗНИЧНО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД У СУДОВІЙ ЗАЛІЗНИЧНО-ТРАНСПОРТНІЙ ЕКСПЕРТИЗІ**

*Стаття присвячена аналізу праць вітчизняних та закордонних вчених, в яких досліджуються питання оцінки безпеки від сходу коліс з рейок. Розглянуто та проаналізовано аналітичні умови вкочування гребеня колеса на головку рейки при проведенні судових залізнично-транспортних експертиз.*

---

---

Взаємодія колії та рухомого складу в процесі експлуатації є однією з найважливіших проблем залізничного транспорту України.

Одним з показників взаємодії колії і рухомого складу, не виконання якого веде до порушення безпеки руху, а саме до сходу рухомого складу, є умова забезпечення стійкості проти вкочування гребеня колеса на головку рейки.

Однак слід зазначити, що на теперішньому етапі розвитку судової залізнично-транспортної експертизи відсутні методичні рекомендації щодо визначення критеріїв безпеки руху на залізничному транспорті. Існуюча шкала граничних значень динамічних показників, за якою оцінюється стійкість від сходу рухомого складу з рейок, не достатня для оцінки безпеки руху і не враховує технічний стан і індивідуальні параметри ходових частин екіпажів та рейкової колії [1]. У зв'язку з цим існує необхідність аналізу критерію стійкості кінематичної пари «колесо-рейка».

Понад сто років тому, в 1908 році, М. Надалем [2] був запропонований спосіб визначення співвідношення діючих на колесо сил, при якому схід колеса з рейки не відбувається.