

**І.Е. Мартинов, А.В. Труфанова, В.О. Шовкун, О.М. Литовченко,  
М.В. Дмитренко, О.О. Балашов**

*Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна*

## **ДО ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ БУКСОВИХ ВУЗЛІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ**

*У статті розглянуто результати дослідження надійності буксових вузлів вагонів. Проаналізовано причини відчеплення вагонів на шляху прямування. Встановлено, що переважають відмови буксових вузлів вагонів та автогальм. Досліджено залежність зміни параметра потоку відмов буксових вузлів з циліндричними роликowymi підшипниками, визначено основні недоліки конструкції. Показано, що перспективним напрямом є удосконалення корпусів букс.*

**Ключові слова:** рухомий склад, безпека руху, надійність, буксовий вузол, роликівий підшипник, корпус букси, відмова.

### **Постановка проблеми**

Залізниця залишається основною складовою транспортної системи України. Вони виконують переважну більшість вантажних перевезень. Успішна діяльність залізниць залежить від надійної роботи рухомого складу. Саме безвідмовна робота вагонів та локомотивів багато в чому забезпечує безпеку руху на залізницях.

Сучасні вантажні вагони являють собою складні технічні системи. Але з погляду впливу на ймовірність виникнення транспортного інциденту необхідно виділити ходові частини вантажних вагонів, відмова яких може спричинити не лише затримку поїзда на шляху прямування, а й аварію з важкими наслідками.

У цьому сенсі особливо важливими для забезпечення безпеки руху є колісні пари та буксові вузли вагонів. Останні передають всі навантаження від візка або рами кузова вагона на шийки осей. Відмова буксового вузла під час руху може спричинити злам шийки осі та заподіяти аварію.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Впровадження підшипників кочення у вагонах розпочалося на початку ХХ століття [1, 2]. Це було викликано такими основними перевагами:

- зниженням опору обертання у підшипниках і, як наслідок, зниженням витрати палива та електроенергії на тягу поїздів;
- можливістю забезпечення більших швидкостей та маси поїздів, що забезпечує зростання вантажообігу за рахунок підвищення пропускної та провізної спроможності залізниць;
- збільшенням рівня надійності рухомого складу, оскільки роликівий підшипник має більшу

безвідмовність та довговічність, як порівняти з підшипниками ковзання. У результаті з'явилась можливість збільшити довжину пробігів рухомого складу без проміжних зупинок для проведення технічного обслуговування вагонів на шляху прямування [3].

Для використання в буксах нетягового рухомого складу були обрані циліндричні роликівий підшипники на тепловій посадці з розмірами 130×250 мм [4]. Кріплення підшипників на шийці осі здійснювалося гайкою М 110×4 або шайбою і болтами М 20.

Результати довготривалих спостережень за експлуатацією буксових вузлів вагонів з циліндричними підшипниками викладено в роботах [5–10]. Автори досліджень [11, 12] пропонують використовувати в циліндричних роликівий підшипниках поліамідний сепаратор удосконаленої конструкції з підвищеною міцністю.

У статтях [13, 14] наведено обґрунтування використання дворядних конічних підшипників касетного типу.

Автори статті [15] проаналізували вплив діагностичних засобів на ризики виникнення відмов буксових вузлів вантажних вагонів під час експлуатації після виконання поставленого завдання з технічного обслуговування й ремонту. Доведено, що використання засобів діагностики технічного стану буксових вузлів вантажних вагонів під час технічного обслуговування й ремонту дозволяє значно зменшити величину ризиків виникнення відмов.

У дослідженнях [16, 17] виконано систематизацію інформації про пошкодження букс і відповідні температури нагріву пошкоджених букс, описані тенденції нагрівання букс вантажних вагонів.

Тобто кількість наукових робіт, присвячених аналізу різноманітних аспектів експлуатації та надій-

ності буксових вузлів з циліндричними роликowymi підшипниками, досить значна. Але питання надійності роликowych букс розглядається без урахування інтенсивності використання вагонного парку в сучасних умовах експлуатації.

### Мета статті

Метою цієї роботи є аналіз рівня надійності буксових вузлів вантажних вагонів, обладнаних циліндричними роликowymi підшипниками, та визначення найбільш перспективних напрямків її підвищення.

### Виклад основного матеріалу

Вантажні вагони всіх типів складаються з наступних конструктивних елементів: кузов, рама, ходові частини (візки), автоматичні гальма, автозчепне обладнання.

Аналіз випадків відчеплення вагонів від поїзда через технічні несправності з подальшою затримкою руху поїздів проводився за період з 1995 року (рис. 1).

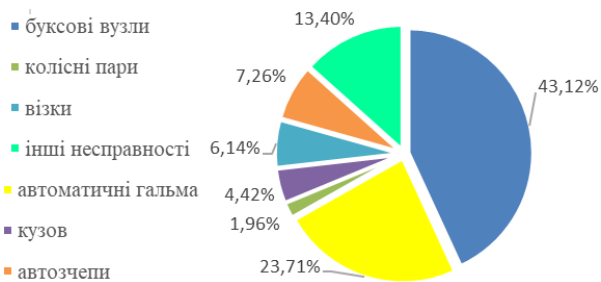


Рис. 1. Розподіл відмов, що спричиняли відчеплення вагона на шляху прямування за період 1995–2023 рр.

Очевидно, що переважають відмови буксових вузлів з роликowymi підшипниками (43,12 % від загальної кількості). Хоча в останні десять років ситуація дещо змінилася (рис. 2), і на перше місце вийшли відмови автоматичних гальм.

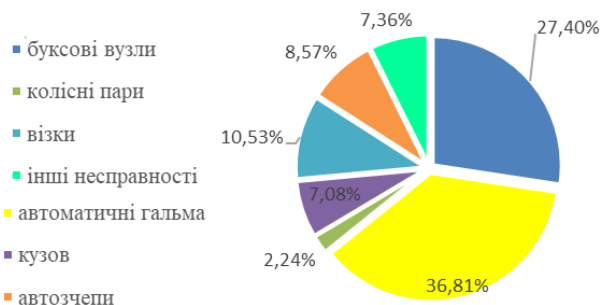


Рис. 2. Розподіл відмов, що спричиняли відчеплення вагона на шляху прямування за період 2014–2023 рр.

На рис. 3 наведена залежність зміни кількості відчеплень вантажних вагонів на шляху прямування через відмови роликowych букс.

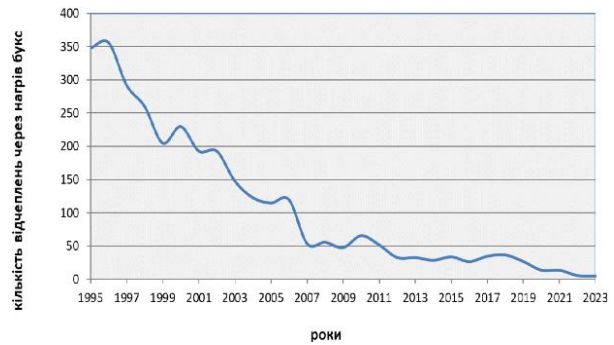


Рис. 3. Залежність зміни кількості відчеплень вагонів на шляху прямування через відмови роликowych букс за період 1995–2023 рр.

За тридцять років абсолютна кількість відчеплень вагонів, спричинених відмовами букс з підшипниками кочення, скоротилася майже в 30 разів. Але ця залежність не повною мірою характеризує рівень безпеки руху, тому що вона не враховує ні кількість вагонного парку, яка суттєво зменшилася за ці 30 років, ні інтенсивність його використання, яка залежить від вантажообігу.

Залежність зміни відносної частки відчеплень вагонів, спричинених відмовами буксових вузлів, зображена на рис. 4.

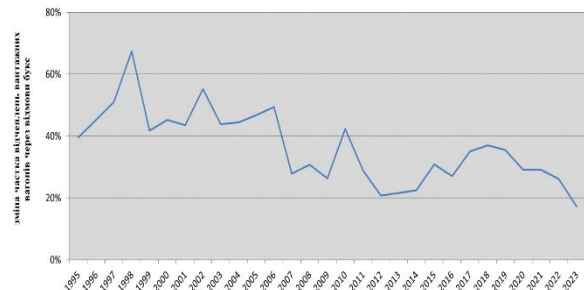


Рис. 4. Зміна кількості відчеплень вагонів на шляху прямування через відмови роликowych букс

Очевидно, що після значного зменшення у період 2000–2014 рр., кількість відмов роликowych букс коливається на рівні 30 % від загальної кількості відчеплень.

Відмови роликowych букс, які були не виявлені своєчасно, можуть призвести до зламу шийки осі та сходу вагона з рейок.

Попередження таких випадків можливо лише за умови раннього та своєчасного виявлення дефектів елементів буксових вузлів. Тобто контроль технічного стану буксових вузлів в умовах експлуатації є важливою складовою забезпечення безпеки руху та безпеки життя людей.

Виникнення пошкодження в елементах буксового вузла обов'язково супроводжується його надмірним нагрівом. Тому для запобігання виникненню

відмов буксових вузлів у вагонному господарстві існує система технічного обслуговування вагонів. Вона складається як з технічних засобів, так і органолептичних методів. Діагностичне обладнання складається безпосередньо з детекторів і засобів вимірювань, які дистанційно контролюють рівень нагріву роликів букс. Це досить застарілі прилади ПОНАБ та більш сучасні КТСМ, ДИСК-Б, до складу яких входять також системи перетворення, передачі та оброблення інформації, які забезпечують отримання необхідної інформації у реальному часі. Але зазначені системи мають принциповий недолік: відсутність можливості виявляти пошкодження буксових вузлів на стадії зародження та розвитку. Це обумовлено тим, що здебільшого на початку руху ці пошкодження не супроводжуються підвищенням температури. Однак руйнування підшипника з подальшим зломом шийки осі може статися будь-якої миті (рис. 5).

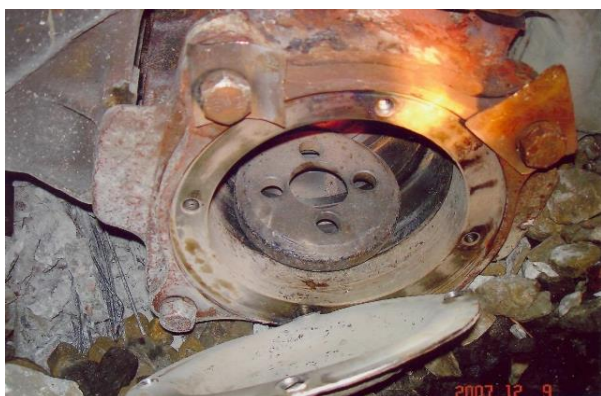


Рис. 5. Відмова букси зі зломом шийки осі

Тому дуже важлива роль залишається за оглядачами вагонів. Саме вони проводять під час зупинок на ПТО візуальний огляд буксових вузлів, контролюючи рівень нагріву шляхом торкання рукою верхньої частини корпусу букси. Останнім часом для цього використовуються безконтактні термометри. Оглядачі також відповідальні за отримання інформації про відмову за непрямими ознаками: наявністю диму, специфічного запаху горілого мастила, клацанням в буксі, зміщенням букси вздовж осі колісної пари, тим, що корпус букси вантажного візка має нахил, бічна рама спирається на букс одним краєм тощо. У разі виявлення будь-якої несправності під час технічного обслуговування вагон відчіплюється від поїзда і прямує в ремонт.

Проте надто багато залежить від уваги, сумлінності та кваліфікації оглядачів (від так званого «людського фактора»).

На рис. 6 представлено динаміку змін відчеплень вантажних вагонів через відмови роликів

букс, які були виявлені оглядачами під час технічного обслуговування на ПТО, починаючи з 2013 року.



Рис. 6. Зміна кількості відчеплень вагонів через відмови роликів букс, що були виявлені оглядачами вагонів

Отримані дані свідчать, що кількість виявлених перегрітих букс за десять років з невеликими коливаннями залишається практично на тому ж рівні. Тобто відмови букс продовжують являти собою загрозу безпеці руху.

Більш точну інформацію можна отримати, врахувавши фактичні показники роботи залізничного транспорту та вагонного господарства: коливання вантажообігу, зміни кількості вагонів у робочому парку тощо.

На рис. 7 наведено залежність зміни числа відчеплень вагонів через відмови роликів букс у розрахунку на 1000 вагонів робочого парку.

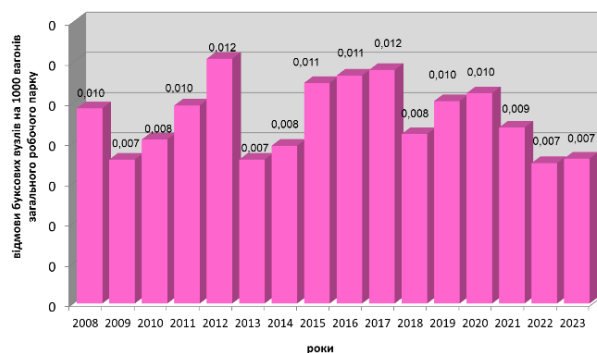


Рис. 7. Зміна кількості відчеплень вагонів через відмови роликів букс, що випадає на 1000 вагонів робочого парку АТ «Укрзалізниця»

Очевидно, що, незважаючи на коливання кількості вагонів у робочому парку, рівень безпеки руху залишається фактично на одному рівні.

Аналогічна картина спостерігається при аналізі параметра потоку відмов букс з циліндричними роликівими підшипниками, що випадає на 1 млн вагоно-кілометрів (рис. 8).

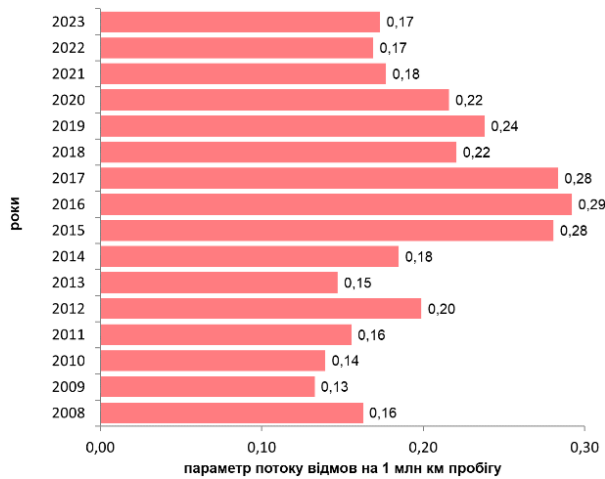


Рис. 8. Залежність параметра потоку відмов роликів бус, що випадає на 1 млн вагоно-кілометрів

Для порівняння на рис. 9 наведено дані, що характеризують зміни кількості відчеплень вагонів через відмови роликів бус у розрахунку на 1000 вагонів робочого парку для одного з приватних операторів ринку перевезень «BGS Rail».

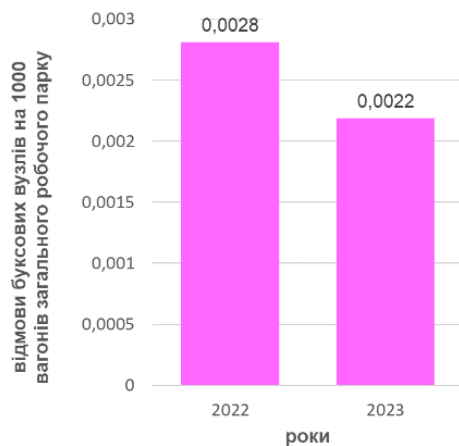


Рис. 9. Зміна кількості відчеплень вагонів через відмови роликів бус, що випадає на 1000 вагонів робочого парку «BGS Rail»

Бачимо, що вагони АТ «Укрзалізниця» виходять з ладу як мінімум удвічі частіше. Тобто технічний стан приватних вагонів набагато кращий.

Для розуміння причин недостатньої надійності вагонних бус з циліндричними роликівими підшипниками необхідно визначити основні причини відмов конструктивних елементів буксових вузлів. Основні з них зображено на рис. 10.

На жаль, переважна кількість відмов спричинена діями виробничих працівників під час ремонту бус на вагоноремонтних підприємствах: невиконання вимог технологічного процесу монтування бус (помилки при підборі підшипників за радіальним або осьовим зазором, недостатній рівень затягування торцевого кріплення, недостатня або збільшена кількість мастила,

неправильне встановлення буси у візок тощо).



Рис. 10. Розподіл причин відмов буксових вузлів вантажних вагонів

Зараз у бусах з циліндричними підшипниками використовується мастило ЛЗ-ЦНІІ. Дійсно, його якість останніми роками з низки об'єктивних причин знизилася. Але інколи провина лежить не на мастилі, а на гумових прокладках сумнівних виробників. Втрата ними своїх якостей в умовах дії значних перепадів температур зовнішнього середовища може призвести до потрапляння вологи або бруду всередину підшипників. У результаті прошарок мастила не може розділяти та змащувати поверхні тіл кочення.

Найбільш небезпечними з погляду ймовірності виникнення відмови буксового вузла вже протягом багатьох років залишаються циліндричні підшипники та торцеве кріплення. Для встановлення причин недостатньої надійності цих елементів необхідно проаналізувати конструктивну схему буксового вузла, обладнаного циліндричними роликівими підшипниками, розглянути процес взаємодії елементів.

Досвід експлуатації циліндричних роликівими підшипників у різних галузях машинобудування показує, що такі підшипники з успіхом працюють в умовах дії лише радіального навантаження. Але крім радіального на буксові підшипники під час руху діє осьове навантаження  $F_A$ , яке передається через торці роликів в режимі тертя ковзання, що нетипово для підшипника кочення (рис. 11).

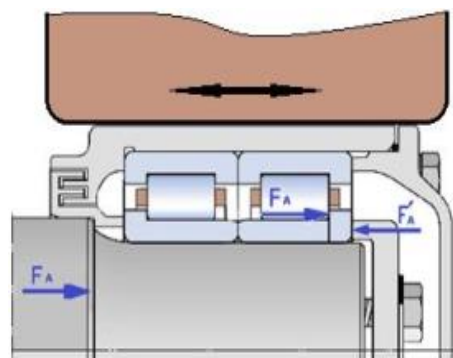


Рис. 11. Схема передачі осьового навантаження в буксовому вузлі з циліндричними підшипниками

Величина осьових сил може досягати високих значень. У вантажних вагонах на корпус букси безпосередньо спирається масивна бокова рама візка. Прискорення, що виникають при проходженні бокових нерівностей колії та не пом'якшуються ресорним підвішуванням, викликають значні осьові сили.

У момент обертання колісної пари ролики підшипника передають силу  $F_A$  на борт кілець та ковзають вздовж упорного кільця (рис. 12).

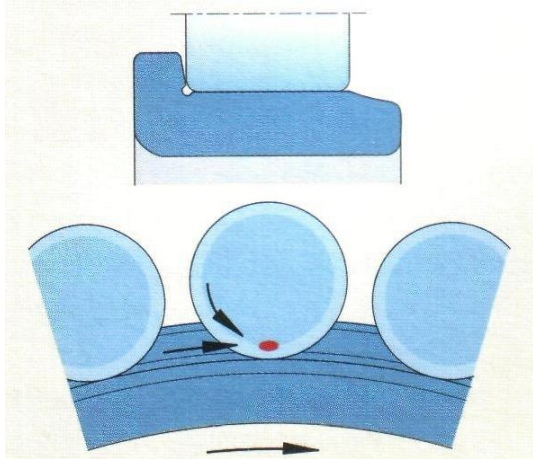


Рис. 12. Схема взаємодії торця ролика з бортом

У результаті між бортом та торцями роликів мастило вичавлюється, відбувається розрив масляної плівки між поверхнями тертя, та починається інтенсивне виділення тепла в зоні контакту. Це призводить до мікросхоплювання металу на торцях роликів і бортах кілець, спричиняє появу задирок типу «ялинка» та вм'ятин, які є концентраторами напружень. Через це суттєво знижується вихідна міцність металу бортів, що сприяє появі тріщин, сколів або навіть повному руйнуванню бортів. Встановлено, що саме спрацювання типу «ялинка» спричиняє близько 40 % руйнувань циліндричних підшипників.

Безпосередня передача осьового зусилля на торцеве кріплення призводить до його ослаблення та руйнування.

Незадовільна також і схема опорного з'єднання корпусу букси з боковою рамою візка. Поверхня корпусу букси постійно контактує з боковою рамою і зношується (рис. 13).

У результаті виникає затискання корпусу букси, яке викликає появу додаткових сил, що постійно діють на буксовий вузол і гребні коліс, збільшується їх знос, а також знос головок рейок, ослаблення і руйнування торцевого кріплення підшипників. Наявність зазорів в опорному з'єднанні призводить до крайового обпирання та перевантаження одного з підшипників. Перекіс роликів створює додаткову концентрацію напружень в зоні контакту ролика з доріжками кочення кілець, що призводить до інтен-

сивного утворення раковин від втоми на роликах та кільцях підшипників.

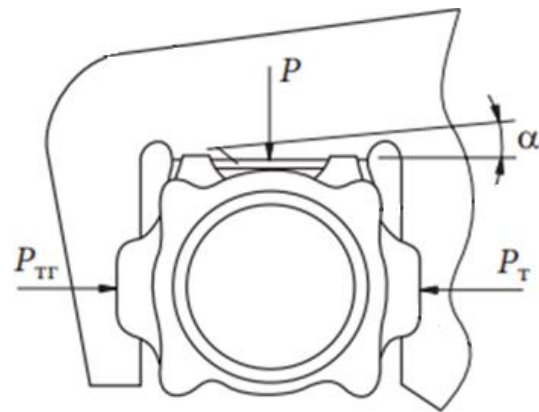


Рис. 13. Схема взаємодії бокової рами візка з корпусом букси

Збільшується також і кількість відмов корпусів букс. Це дуже тривожний сигнал, оскільки сталевий корпус букси вагона завжди вважався дуже надійним і пошкоджувався зазвичай лише внаслідок сходів колісних пар з рейок. АТ «Укрзалізниця» для зменшення зносу опорних поверхонь корпусів букс розпочала обладнувати місця обпирання бокових рам візків вантажних вагонів додатковими прокладками (щоб у разі наднормативного спрацювання замінювати саме їх, а не коштovanу бокову раму).

Очевидно, що значна частина пошкоджень буксових вузлів вагонів, які виявляються при планових оглядах, а також більшість аварійних відмов є наслідком недостатньо обґрунтованої конструктивної схеми, де осьове навантаження передається через торці роликів у режимі тертя ковзання.

Водночас дворядні конічні підшипники касетного типу не мають цього недоліку. Сприйняття всіх видів навантажень в такому підшипнику повністю відбувається в місці контакту роликів із зовнішнім і внутрішніми кільцями. А використання зазначених підшипників у так званому «безкорпусному» варіанті дозволить не лише підвищити надійність вагонних букс та зменшити тару вагона, а й вирішити проблему з підвищеним спрацюванням корпусів букс.

## Висновки

1. Проведено розгляд причин відчеплення вагонів на шляху прямування. Показано, що частка відчеплень вагонів, спричинених відмовами роликів букс, залишається на високому рівні та перевищує 40 % від загальної кількості відчеплень.

2. Досліджено динаміку зміни кількості відчеплень вагонів через відмови роликів букс, що випадає на 1000 вагонів робочого парку АТ «Укрзалізниця». Проведено порівняння отриманих результатів з результатами спостереження за вагонами

приватної власності. Останні мають показники надійності вдвічі вище.

3. Проаналізовано основні чинники, що призводять до відмови буксових вузлів вантажних вагонів.

4. Доведено, що переважна більшість причин виникнення дефектів та відмов пошкоджень буксових вузлів з циліндричними підшипниками є наслідком неправильної конструктивної схеми, де осьове навантаження передається через торці роликів у режимі тертя ковзання.

5. Визначено, що перспективним шляхом вдосконалення буксових підшипникових вузлів вантажних вагонів є модернізація корпусів букс для забезпечення раціонального контакту.

### Література

1. Мокришицкий Е. И. История развития вагонного парка железных дорог СССР / Е. И. Мокришицкий. – М.: Трансжелдориздат, 1946. – 204 с.
2. Эггольм К. Ф. Вагонные буксы с роликовыми подшипниками / К. Ф. Эггольм, В. Ф. Девятков. – М.: Трансжелдориздат, 1953. – 239 с.
3. Martynov, I. E. Axlebox roller bearings for railway vehicles: design and calculation: monograph / I. E. Martynov, A. V. Trufanova, O. M. Safronov – Kremenchuk, 2022. – 147 p.
4. Цюренко, В. Н. Опыт эксплуатации вагонов с буксовыми узлами на подшипниках качения / В. Н. Цюренко // Труды ВНИИЖТ. – М. 1982. – Вып. 654. – С. 4-26.
5. Мартынов, И. Э. Анализ опыта эксплуатации цилиндрических роликподшипников букс грузовых вагонов / И. Э. Мартынов // Вісник Східноукраїнського державного університету. – Луганск, 2000. – № 5 (27). – С. 157-159.
6. Самсонкин, В. Н. / Пути повышения безопасности движения в вагонном хозяйстве / В. Н. Самсонкин, Н. Е. Вещева, А. В. Труфанова, А. Ф. Гаврилюк // Восточно-український журнал передових технологій. – 2003. – № 5. – С. 30-32.
7. Аширбаев, Г. К. Повышение надежности буксовых узлов колесных пар железнодорожных вагонов / Г. К. Аширбаев, А. У. Утепова, И. А. Аширбаева // Вестник КазАТК2021. – № 2 (117). – С. 7-12.
8. Butorin, D. V. Analysis of failures of bearings of axle box unit with polyamide cages and prospects of increasing their service life / D. V. Butorin, N. G. Filippenko, A. V. Livshits, S. I. Popov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, International Conference on Transport and Infrastructure of the Siberian Region (SibTrans-2019). – 2019. – Volume 760. – P. 1-10.
9. Gerdun, V. / Failures of bearings and axles in railway freight wagons / V. Gerdun, T. Sedmak, V. Sinkovec, I. Kovse, B. Cene // Engineering Failure Analysis. – 2007. – Vol. 14(5). – P. 884-894.
10. Hermnio M. Analysis of failures of rolling stock railways rolling bearings // Maio Graa Hermnio // Fernandes Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. – Dissertation in Mestrado Integrado em Engenharia Mecanica. – 2017. – 107 с.
11. Андриевский, В. Г. Буксовый роликподшипник повышенной надежности / В. Г. Андриевский // Залізничний транспорт України. – 1998. – № 1. – С. 62-65.
12. Гайдамака, А. В. Підшипники кочення. Базові знання та напрямки вдосконалення: навчальний посібник. / А. В. Гайдамака. – Харків: "Форт". – 2009. – 248 с.
13. Донченко, А. В. Пути повышения надежности работы вагонных букс / А. В. Донченко, И. Э. Мартынов, А. В.

Труфанова, Ю. А. Холод. Залізничний транспорт України. – 2006. – № 5. – С. 22-26.

14. Труфанова А. В. До питання визначення надійності буксових вузлів вантажних вагонів / А. В. Труфанова // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – 2013. – Вип. 136. – С. 72-77.

15. Мямлін, С. В. Вплив технічного обслуговування й ремонту буксових вузлів на ризики їх відмов / С. В. Мямлін, Л. А. Мурадян, О. А. Шкунов, І. В. Піценко // Наука та прогрес транспорту, 2022, № 1 (97) С. 59-70. doi: <https://doi.org/10.15802/stp2022/265424>.

16. Manafov, E. The use of a fuzzy expert system to increase the reliability of diagnostics of axle boxes of rolling stocks / E. Manafov // Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. – 2020. – 107. – 95-106.

17. Lunys O. Investigation on features and tendencies of axle-box heating / Lunys O., Dailydka S., Bureika S. // Transport problems 2015. Vilnius Gediminas technical university. – V. 10. – Is. 1. – p. 105-114.

### References

1. Mokrshitskiy, Ye. I. (1946). Istoriya razvitiya vagonnogo parka zheleznykh dorog SSSR. *Transzheldorizdat*. 204 p.
2. Ekgol'm K. F. & Devyatkov V. F. (1953). Vagonnyye buksy s rolikovymi podshipnikami. *Transzheldorizdat*. 239 p.
3. Martynov, I. E., Trufanova A. V. & Safronov O. M. (2022). Axlebox roller bearings for railway vehicles: design and calculation: monograph / *Kremenchuk*, 147 p.
4. Tsyurenko, V. N. (1982). Opyt ekspluatatsii vagonov s buksovymi uzlamy na podshipnikakh kacheniya / *Trudy VNIIZHT*, 654. 4-26.
5. Martynov, I. E. (2000). Analiz opyta ekspluatatsii tsilindricheskikh rolikopodshipnikov buks gruzovykh vagonov / *Visnik Skhidnoukraïns'kogo derzhavnogo universitetu*, 5(27). 157-159.
6. Samsonkin, V. N., Veshcheva, N. Ye., Trufanova, A. V. & Gavriilyuk A. F. (2003). Puti povysheniya bezopasnosti dvizheniya v vagonnom khozyaystve / *Vostochno-ukrainskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy*, 5. 30-32.
7. Ashirbayev, G. K., Uteпова, A. U. & Ashirbayeva I. A. (2021). Povysheniye nadezhnosti buksovykh uzlov kolesnykh par zheleznodorozhnykh vagonov / *Vestnik KazATK*, 2 (117). 7-12. doi.org/10.52167/1609-1817-2021-117-2-7-12
8. Butorin, D. V., Filippenko N. G., Livshits, A. V. & Popov S. I. (2019). Analysis of failures of bearings of axle box unit with polyamide cages and prospects of increasing their service life / *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, International Conference on Transport and Infrastructure of the Siberian Region (SibTrans-2019)*, 760. 1-10. doi.org/10.1088/1757-899X/760/1/012010
9. Gerdun, V., Sedmak, T, Sinkovec V., Kovse, I. & Cene B. (2007). Failures of bearings and axles in railway freight wagons / *Engineering Failure Analysis*, 14(5). 884-894. doi.org/10.1016/j.engfailanal.2006.11.044
10. Hermnio M. (2017). Analysis of failures of rolling stock railways rolling bearings / *Dissertation in Mestrado Integrado em Engenharia Mecanica*. 107.
11. Andriyevskiy, V. G. (1998). Buksovy rolikopodshipnik povyshennoy nadezhnosti / *Zal'iznichnyy transport Ukraïni*, 1. – 62-65.
12. Haydamaka, A. V. (2009) Pidshypnyky kochennya. Bazovi znannya ta napryamky vdoskonalennya: navchal'nyy posibnyk, 248 [in Ukrainian]
13. Donchenko, A. V., Martynov I. E., Trufanova A. V. & Kholod YU. A. (2006). Puti povysheniya nadezhnosti raboty vagonnykh buks / *Zal'iznichnyy transport Ukraïni*, 5. 22-26.
14. Trufanova, A. V. (2013) Do pytannya vyznachennya nadiynosti buksovykh vuzliv vantazhnykh vahoniv // *Zbirnyk*

naukovykh prats' UkrDAZT, 136. 72-77 [in Ukrainian]  
[doi.org/10.18664/1994-7852.136.2013.107711](https://doi.org/10.18664/1994-7852.136.2013.107711)

15. Myamlin, S. V., L. A. Muradyan, O. A. Shygunov & I. V. Pitsenko (2022). Vplyv tekhnichnoho obsluhovuvannya u remontu buksovykh vuzlyv na ryzyky yikh vidmov // *Nauka ta prohres transportu*, 1 (97) 59-70.  
[doi.org/10.15802/stp2022/265424](https://doi.org/10.15802/stp2022/265424)

16. Manafov, E. (2020). The use of a fuzzy expert system to increase the reliability of diagnostics of axle boxes of rolling stocks / *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*, 107. 95-106.  
[doi.org/10.20858/sjsutst.2020.107.7](https://doi.org/10.20858/sjsutst.2020.107.7)

17. Lunys O., Dailydka, S. & Bureika S. (2015). Investigation on features and tendencies of axle-box heating // *Transport problems. Vilnius Gediminas technical university, faculty of transport engineering railway transport department*, 1. 105-114. [doi.org:10.21307/tp-2015-011](https://doi.org/10.21307/tp-2015-011)

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Ю.Є. Калабукхін, Український державний університет залізничного транспорту, Україна.

**Автор:** МАРТИНОВ Ігор Ернстович  
доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерії вагонів та якості продукції  
Український державний університет залізничного транспорту  
E-mail – [martinov.hiit@gmail.com](mailto:martinov.hiit@gmail.com)  
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0481-3514>

**Автор:** ТРУФАНОВА Альона Володимирівна  
кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерії вагонів та якості продукції  
Український державний університет залізничного транспорту  
E-mail – [alena.hiit.vagons@gmail.com](mailto:alena.hiit.vagons@gmail.com)  
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1702-1054>

**Автор:** ШОВКУН Вадим Олександрович  
кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерії вагонів та якості продукції  
Український державний університет залізничного транспорту  
E-mail – [vadimshovkun62@gmail.com](mailto:vadimshovkun62@gmail.com)  
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1826-6053>

**Автор:** ЛИТОВЧЕНКО Олександр Миколайович  
аспірант кафедри інженерії вагонів та якості продукції  
Український державний університет залізничного транспорту  
E-mail – [rokada\\_t@ukr.net](mailto:rokada_t@ukr.net)  
ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0545-9205>

**Автор:** ДМИТРЕНКО Максим Володимирович  
аспірант кафедри інженерії вагонів та якості продукції  
Український державний університет залізничного транспорту  
E-mail – [lemtr21@gmail.com](mailto:lemtr21@gmail.com)  
ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6155-601X>

**Автор:** БАЛАШОВ Олександр Олександрович  
аспірант кафедри інженерії вагонів та якості продукції  
Український державний університет залізничного транспорту  
E-mail – [balashov@kart.edu.ua](mailto:balashov@kart.edu.ua)  
ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2712-2495>

## ON THE ISSUE OF ENSURING THE OPERABILITY OF FREIGHT CAR AXLE BOXES

I. Martynov, A. Trufanova, V. Shovkun, O. Lytovchenko, M. Dmytrenko, O. Balashov  
Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine

*The article is devoted to analysing the reliability of freight car axle boxes. Wheelsets and axle boxes are especially important for ensuring the traffic safety of trains.*

*The study examined cases of cars uncoupling from a train along the route due to technical faults resulting in delays in train movement. The analysis covered the period of 1995–2023. It found that failures of car axle boxes and automatic brakes predominated. After a significant decrease from 2000–2014, the number of roller axle box failures in recent years fluctuated at 30% of the total number of uncouplings.*

*The analysis obtained a dependency for the change in car detachments due to roller bearing failures, calculated per 1,000 cars in the operating fleet. Despite fluctuations in the number of railcars, the safety level of operations in recent years remained virtually at the same level.*

*The study highlighted that excessive heating accompanies damage in the elements of the axle box unit. It considered methods for detecting possible failures and their advantages and disadvantages.*

*The authors identified the primary causes of axle box component failures. Cylindrical bearings and end mountings remain the most dangerous for failure probability. We demonstrated that the axle box design with cylindrical bearings has a fundamental flaw. Axial forces are perceived through the rolling friction of the ends of the rollers against the ring flanges, leading to the formation of 'chevron' scratches and dents on the roller ends, which are stress concentrators.*

*The study established that the surface of the axle box housing is constantly in contact with the side frame of the freight car bogie and wears out. It results in pinching of the axle box body and contributes to the appearance of additional permanent forces acting on the axle box assembly. The end-bearing mounts are weakened and destroyed. Skewed rollers in the bearings cause fatigue failure of the rolling races. It leads to increased heating of the axle box assemblies and uncoupling of the car. A promising direction is the improvement of axle box bodies.*

**Keywords:** rolling stock, traffic safety, reliability, axle box assembly, roller bearing, axle box body, failure.