

УДК 629.4.027

**АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУКСОВИХ ВУЗЛІВ ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ**

Д-р техн. наук І. Е. Мартинов, кандидати техн. наук А. В. Труфанова, В. О. Шовкун,  
аспірант О. Л. Шарий, студент С. Р. Мартирисян

**ANALYSIS OF THE TECHNICAL CONDITION OF AXLE BOXES OF FREIGHT CARS**

Dr. Sc. (Tech.) I. E. Martynov, PhD (Tech.) A. V. Trufanova, PhD (Tech.) V. O. Shovkun,  
postgraduate student O. L. Sharyi, student S. R. Martirosyn

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.203.2023.277885>



***Анотація.** Розглянуто стан безпеки руху у вагонному господарстві АТ «Укрзалізниця». Отримано динаміку змін кількості відчеплень вагонів на шляху прямування. Визначено основні причини відчеплень. Встановлено, що значна частина відчеплень викликана відмовами буксових вузлів вагонів. Проведено аналіз причин відмов. Показано, що існуюча конструкція*

букси не забезпечує необхідний рівень надійності. Перспективним напрямом підвищення надійності є використання підшипників касетного типу та модернізація корпусів букс.

**Ключові слова:** вантажний вагон, буксовий вузол, відмова, надійність, безпека, роликовий підшипник.

**Abstract.** *The article is devoted to the analysis of the level of safety on Ukrainian railways.*

*The reliability of wagons plays an important role in ensuring safety. Uncoupling of wagons along the route due to failures of wagon structural elements causes transport incidents and can lead to an emergency.*

*The most common reason for uncoupling a wagon from a train is axle box failures. The conducted studies show that the absolute number of uncouplings of wagons along the route has decreased compared to 1995. But the number of uncouplings caused by roller axle box failures remains at a high level with certain fluctuations. Functional dependences characterizing the change in the number of cuts over time are determined.*

*For a more complete description of the change in the level of traffic safety on the railways, the performance indicators were considered depending on the overall performance of the railway transport. In particular, the number of working park was taken into account.*

*It has been established that over the past decade, in relation to the working fleet, the number of wagon failures due to the fault of roller axle boxes remains practically at the same level.*

*An analysis of the causes of failures shows that the main one is damage to cylindrical roller bearings. This is followed by end mount failures.*

*Attention is drawn to the sharp increase in the number of failures caused by non-compliance with the technology of installation work. This indicates insufficient qualification of the service personnel.*

*Lubricants for bearings have insufficient reliability. Also, a number of failures are caused by damage to the axle boxes.*

*The lack of reliable methods for diagnosing axle boxes failures at an early stage in operation leads to the occurrence of fractures of the axle journals.*

*One of the possible ways to increase the reliability of axle box units is the use of cassette bearings, which have a number of significant advantages.*

**Keywords:** freight car, axle box, failure, reliability, safety, roller bearing.

**Вступ.** Залізничний транспорт являє собою складну систему, що поєднує як технічні засоби (локомотиви, вагони, колійне господарство тощо), так і зусилля людини-оператора, який керує зазначеними технічними засобами. Ефективна робота залізниць залежить від гармонічного поєднання всіх цих факторів.

Одним з найважливіших питань на залізницях залишається забезпечення безпеки руху. Ця проблема завжди перебувала в центрі уваги під час створення перспективних конструкцій вагонів, розроблення технологічних процесів їхнього ремонту і технічного обслуговування. Водночас підвищення

швидкостей руху, ускладнення технічних засобів потребують посилення уваги всіх без винятку фахівців цієї галузі до забезпечення безперебійності та безпеки руху поїздів і маневрової роботи.

Важлива роль у забезпеченні безпеки руху належить вагонному господарству.

Враховуючи масовість вагонного парку, будь-яка відмова елемента конструкції вагона в дорозі може стати причиною транспортної події. Особливо це стосується буксових вузлів, відмова яких може спричинити злам шийки осі з важкими наслідками.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Починаючи з першої половини 1960-х рр. на залізницях України

розпочалася масова експлуатація вантажних і пасажирських вагонів з буксовими вузлами, обладнаними двома циліндричними роликowymi підшипниками на гарячій посадці [1]. Аналіз багаторічного досвіду експлуатації викладено в дослідженнях [2, 3]. На підставі проведеного аналізу причин відмов і пошкоджень елементів буксових вузлів автори визначили основні напрями для досліджень: збільшення втомної довговічності циліндричних підшипників, підвищення працездатності торцевого кріплення та міцності сепаратора.

Активну роль у дослідженнях щодо підвищення надійності роликowych букс відігравали фахівці Харківського інституту інженерів залізничного транспорту (нині УкрДУЗТ), які працювали над підвищенням довговічності сепараторів роликowych підшипників шляхом заміни латуні на поліамід. Вони запропонували конструкцію масивного поліамідного сепаратора для циліндричних підшипників [4, 6], використовувану і нині.

Торцеве кріплення буксових підшипників здійснюється гайкою М110 або шайбою з болтами М20. Для збільшення міцності та пружності, зниження рівня динамічних сил осевого напрямку доцентом кафедри вагонів ХІІТ (УкрДУЗТ) І. Д. Борзиловим було запропоновано модернізувати гайку за допомогою виточок у її тілі. Дослідження напружено-деформованого стану модернізованих гайок були виконані з використанням поляризаційно-оптичного методу та підтвердили, що ці гайки мають більшу міцність, пружність і довговічність [7].

Значна кількість інцидентів на залізницях України, віднесених за вагонним господарством, обумовило інтерес керівництва АТ «Укрзалізниця» до технічного стану елементів вагонів. У дослідженні [8] наведено результати натурних обстежень технічного стану буксових вузлів вантажних вагонів на залізницях України. Встановлено, що 8 %

оглянутих підшипників непридатні до подальшого використання. Основною причиною відмов підшипників було пошкодження зовнішніх кілець від втоми.

Аналіз рівня безпеки руху на залізницях України за період 1995-2002 рр. наведений у статті [9]. Автори проаналізували динаміку змін кількості відчеплень вагонів через відмови роликowych букс з урахуванням щорічної зміни величини вантажообігу та кількості робочого парку вагонів. Доведено, що не можна спиратися лише на абсолютні показники відчеплень, бо вони дають спотворену картину рівня безпеки руху.

У статті [10] виконано аналіз надійності підшипників критих універсальних вагонів, власником яких було Державне підприємство «Український державний центр залізничних рефрижераторних перевезень «Укррефтранс». У результаті обробки одержаної інформації встановлено, що понад 82 % оглянутих підшипників мають пошкодження різного ступеня важкості.

Результати подібних досліджень викладені в дослідженнях [11, 12]. Автори аналізують стан буксових підшипників, описують пошкодження, виявлені при оглядах, особливу увагу приділяючи поліамідним сепараторам.

Авторами статті [13] розглянуто вплив діагностики на ризики відмов буксових вузлів вантажних вагонів під час експлуатації після виконання поставленого завдання з технічного обслуговування й ремонту. Вони доходять висновку, що при застосуванні діагностики буксових вузлів вантажних вагонів під час технічного обслуговування й ремонту можна знизити величину ризиків відмов у 2...4,5 рази за умови успішного виконання поставленого завдання.

У країнах Європейського Союзу та Північної Америки велика увага приділяється дослідженням, присвяченим удосконаленню методів контролю та засобів контролю технічного стану буксових вузлів

під час руху поїзда [14-16]. Це обумовлено тим, що як власники залізниць, так і постачальники підшипникових вузлів для рухомого складу не бажають розкривати фактичний рівень надійності власної продукції, щоб уникнути іміджевих втрат.

Очевидно, що, незважаючи на значну кількість досліджень, присвячених аналізу впливу надійності буксових вузлів з циліндричними роликотими підшипниками на безпеку руху на залізницях, це питання потребує подальшого розвитку в плані більш детального розгляду у прив'язці до сучасних умов експлуатації вантажних вагонів.

**Мета і завдання дослідження.** Метою статті є аналіз технічного стану елементів буксових вузлів вантажних вагонів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз випадків порушення безпеки руху на залізницях з вини вагонного господарства;

- визначити залежності, що характеризують динаміку зміни кількості відчеплень;

- встановити основні фактори, що викликають відмови буксових вузлів на шляху прямування і відчеплення вагонів із затримкою руху;

- визначити причини відмов буксових підшипників.

**Основна частина дослідження.**

Найчастіше причиною відчеплення вагона від поїзда стають відмови буксових вузлів. Якщо абсолютна кількість відчеплень вагонів на шляху прямування порівняно з 1995 р. зменшилася, то кількість відчеплень, викликаних відмовами саме роликотих букс, з певними коливаннями залишається на високому рівні – близько 30 % (рис. 1). Хоча треба зазначити, що починаючи з 2008 р. зростає кількість відчеплень, викликаних відмовами автоматичних гальм.

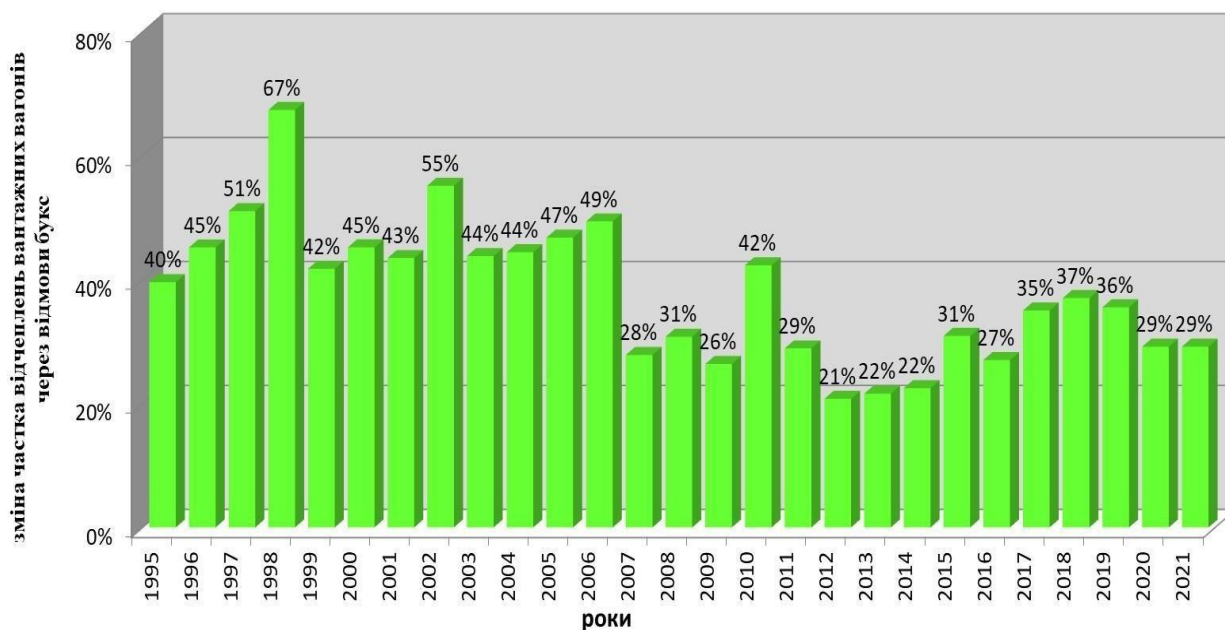


Рис. 1. Зміна кількості відчеплень вагонів на шляху прямування, за роками, через відмови роликотих букс

На рис. 2 наведено динаміку змін відчеплень через відмови роликотих букс, виявлені оглядачами вагонів під час

технічного обслуговування на ПТО, починаючи з 2002 р.

Отримані дані свідчать, що близько 50 % відмов вагонів, виявлених під час огляду вагонів на ПТО, викликані саме відмовами роликів букс.

Проте наведені на рис. 1, 2 графіки не в повному обсязі характеризують зміну рівня безпеки руху на залізницях. Адже за

попередні роки змінювалися вантажообіг, а також чисельність робочого парку. Тому більш доцільним є розгляд показників ефективності роботи вагонного господарства залежно від загальних показників функціонування залізничного транспорту.

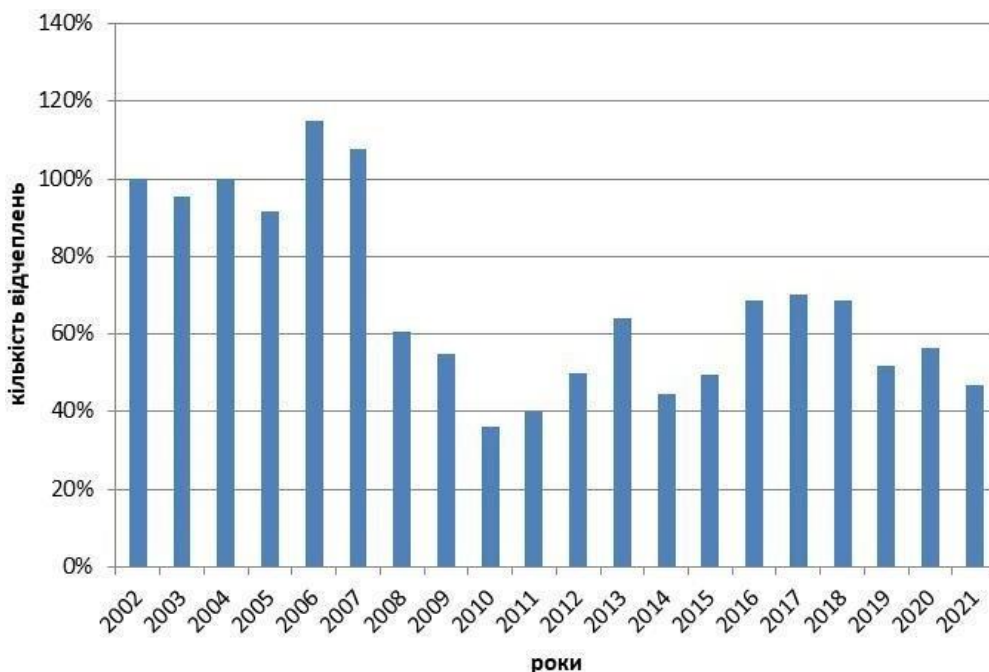


Рис. 2. Зміна кількості відмов роликів букс, виявлених оглядачами вагонів

На рис. 3 наведено графік залежності зміни кількості відчеплень вагонів через відмови роликів букс, що припадають на 1000 вагонів робочого парку, з якого впливає, що, незважаючи на зміни кількості вагонів у робочому парку, рівень безпеки руху порівняно з 2000-х рр. підвищився. Проте останніми роками він практично є постійним.

Аналогічна картина спостерігається при аналізі параметра потоку відмов букс з циліндричними роликівими підшипниками, що припадає на 1 млн ваг. км (рис. 4). Має місце очевидна тенденція до зростання цього показника.

Проведений аналіз свідчить також про принципові недоліки в системі контролю технічного стану роликів букс. Прийнята у вагонному господарстві система

технічного обслуговування рухомого складу передбачає контроль технічного стану буксових вузлів вагонів у процесі руху за допомогою технічних засобів (приладами ПОНАБ і ДИСК-БКВЦ, що реєструють температуру нагрівання букс). Дія зазначених приладів ґрунтується на тому, що при руйнуванні підшипника в буксі спостерігається різке зростання температури, яке фіксується приладами. Найсерйознішим недоліком цієї системи є її непридатність до виявлення пошкоджень буксових вузлів на стадії зародження та розвитку, оскільки на початковому етапі ці пошкодження, як правило, не супроводжуються підвищенням температури. Однак руйнування підшипника з наступним зломом шийки осі може статися будь-якої миті.

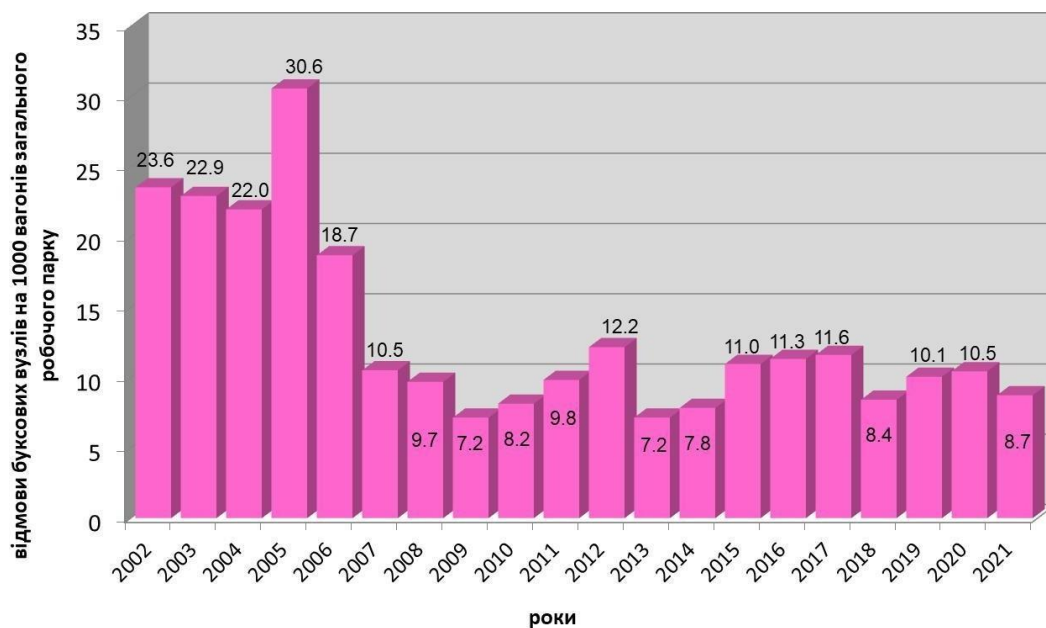


Рис. 3. Зміна кількості відмов роликових букс, що припадає на 1000 вагонів робочого парку

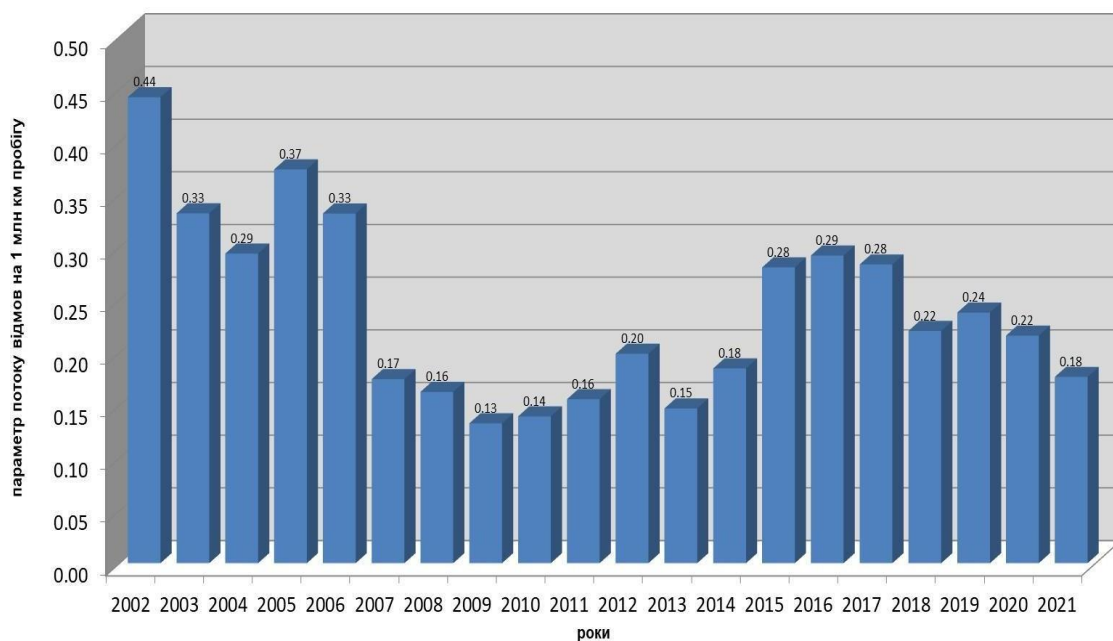


Рис. 4. Залежність параметра потоку відмов роликових букс, що припадає на 1 млн ваг. км

На пунктах технічного обслуговування також проводиться візуальний огляд буксових вузлів оглядачами вагонів. При цьому перевіряється ступінь нагрівання мануальним способом (шляхом торкання

верхньої частини корпусу букси) або за допомогою контактного термометра. Інформацію про наявність відмови можна отримати за непрямыми ознаками: викидання мастила на диск колеса,

зміщення букси вздовж осі колісної пари тощо. При виявленні будь-якої несправності вагон відчіпляється від поїзда і прямує в ремонт.

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

Відсутність надійних методів діагностування відмов буксових вузлів на етапі виникнення та розвитку може

привести в експлуатації до зламів шийок осей.

Для забезпечення надійної роботи вагонів важливе значення мають дослідження, проведені з метою визначення причин виникнення пошкоджень буксових вузлів. У табл. 1 наведено співвідношення у відсотках основних причин, що викликали нагрівання буксового вузла та відчеплення вагона від поїзда в 1998-2021 рр.

Таблиця 1

Основні причини надмірного нагрівання буксових вузлів з циліндричними роликowymi підшипниками

	1998-2002	2003-2012	2013-2021
Відмови підшипників	46.41	32.41	18.09
Відмови торцевого кріплення	12.34	23.99	8.53
Втрата мастилом властивостей	4.97	10.80	9.22
Пошкодження сепаратора	14.64	8.79	2.73
Пошкодження ущільнення	4.33	5.15	6.83
Пошкодження корпусу букси	0.18	1.38	4.10
Помилки персоналу	10.22	11.18	26.62
Інше	6.91	6.28	23.89
Разом	100 %	100 %	100 %

Аналіз основних причин нагрівання буксових вузлів свідчить, що за двадцять п'ять років практично втричі скоротилася кількість відчеплень вагонів через несправності підшипників (тріщини, сколи, пошкодження від втоми). Те саме можна сказати і про відмови сепараторів, тобто заміна латунного сепаратора на поліамідний повністю себе виправдала. Скоротилися також і пошкодження торцевого кріплення. Це наслідок прийнятого в 1993 р. рішення про відмову від використання осі РУ1 і відповідно гайки М110 і поступовий перехід на кріплення шайбою та болтами М20.

Привертає увагу значне (більш ніж удвічі) зростання відчеплень, викликаних впливом «людського фактора» – помилки операторів. Вони становлять понад чверть усіх відчеплень. Сюди включені

пошкодження, викликані недотриманням технології монтажних робіт: неправильно підібрані радіальний та осьовий зазори в підшипниках, недостатня або збільшена кількість мастила, перевернута букса, перевантаження вагона.

Практично вдвічі збільшилась кількість відчеплень вагонів через забруднення (обводнення) мастила в буксах. Це свідчить не лише про низьку якість самого мастила. Втрата гумовими прокладками своїх фізико-механічних властивостей під дією агресивного середовища та низьких температур також може призвести до забруднення мастила або потрапляння вологи. У результаті шар мастила втрачає свої властивості розділяти і змащувати поверхні кочення кілець і

роликів і можуть викликати руйнування підшипників.

Також зросла кількість відмов буксових вузлів через пошкодження лабіринтових ущільнень. Особливо небезпечним є суттєве збільшення відмов корпусів букс – майже втричі. Це найбільше зростання серед усіх указаних у табл. 1 факторів. Питання удосконалення конструкції корпусу букси та технології його виготовлення майже ніколи не розглядалися. Сталевий корпус букси завжди був найнадійнішим елементом і практично не відмовляв. Але обладнання

бокових рам візків вантажних вагонів зміцнювальними прокладками сприяло підвищенню інтенсивності спрацювання опорних поверхонь корпусів букс. До активного зносу місць контакту між корпусами букс і буксовими спрямовуючими бокових рам призводив також звивистий рух колісних пар у трьохелементних візках моделі 18-100.

У табл. 2 наведено співвідношення основних причин, що викликали нагрівання буксового вузла та відчеплення вагона від поїзда в 1998-2021 рр.

Таблиця 2

Основні причини відмов циліндричних роликів підшипників

	1998-2002	2003-2012	2013-2021
Злам (тріщина) упорного кільця	13.89	22.90	11.32
Точкова корозія кілець	0.00	0.76	7.55
Тріщина кільця	8.53	7.63	0.00
Раковини та лушення на доріжці кочення	8.53	6.87	0.00
Електроопік	4.17	3.44	9.43
Провертання внутрішнього кільця	7.74	10.31	22.64
Надири типу «ялинка» і вм'ятини на торцях роликів	52.98	36.26	33.96
Відкол борта внутрішнього кільця	0.00	1.91	0.00
Руйнування підшипника	4.17	9.54	11.32
Інші	0.00	0.38	3.77
Разом	100 %	100 %	100 %

Привертає увагу факт появи випадків нагрівання букс через характерний знос типу «ялинка» – майже третина всіх пошкоджень по підшипниках. Причини появи цього дефекту в підшипниках неодноразово розглядалися в дослідженнях науковців і фахівців вагонного господарства [2, 3, 8]. Встановлено, що знос у вигляді «ялинок» на торцях роликів і бортах кілець викликаний дією осьових сил, що

передаються в режимі тертя ковзання роликів по бортах напрямних кілець. Однак сам факт появи нагрівання букси через цей дефект потребує додаткових обстежень.

Також зросли випадки послаблення натягу посадки внутрішніх кілець (з наступним руйнуванням підшипника та можливим зломом шийки осі). Практично не змінюється кількість раптових пошкоджень:



тріщин упорних кілець і бортів підшипників.

**Висновки.** Результати проведеної статистичної обробки багаторічних спостережень за випадками порушень безпеки руху на залізницях з вини вагонного господарства дали можливість зробити такі висновки:

- встановлено, що частка відчеплень вантажних вагонів на шляху прямування через надмірне нагрівання буксових вузлів залишається на високому рівні і складає близько 30 % загальної кількості відчеплень;

- отримано залежності, що характеризують динаміку зміни кількості відчеплень з урахуванням зміни чисельності вагонного парку та вантажообігу. Доведено, що в останнє десятиріччя параметр потоку відмов роликів набирає тенденцію до зростання;

- встановлено основні фактори, що викликають відмови буксових вузлів на

шляху прямування та відчеплення вагонів із затримкою руху. Основною причиною є помилки персоналу, наступні – відмови буксових циліндричних роликів підшипників;

- визначено причини відмов буксових циліндричних підшипників. Основною причиною залишається поява задирок типу «ялинка»;

- виявлені тенденції в динаміці відмов свідчать, що вплив людського фактора на рівень безпеки збільшується. Відповідно фахівцям вагоноремонтних підприємств необхідно посилити вимоги до дотримання працівниками роликів відділень вимог нормативних документів з ремонту роликів букс;

- втричі зросла кількість відмов, викликаних пошкодженнями корпусів букс. Тобто науковцям необхідно терміново розробити комплекс заходів з удосконалення їхньої конструкції та технології ремонту.

### Список використаних джерел

1. Мартынов И. Э. Буксовые узлы отечественных вагонов: история и перспективы. Залізничний транспорт України. Київ, 2002. № 6. С. 34-37.
2. Цюренко В. Н. Опыт эксплуатации вагонов с буксовыми узлами на подшипниках качения. Труды ВНИИЖТ. Москва, 1982. Вып. 654. С. 4-26.
3. Цюренко В. Н., Петров В. А. Надежность роликовых подшипников в буксах вагонов. Москва: Транспорт, 1982. 96 с.
4. Андриевский В. Г. Буксовый ролик подшипник повышенной надежности. Залізничний транспорт України. Київ, 1998. № 1. С. 62-65.
5. Гайдамака А. В. Підшипники кочення. Базові знання та напрямки вдосконалення: навч. посіб. Харків: «Форт», 2009. 248 с.
6. Гайдамака А. В. Метод расчёта сепаратора роликоподшипников рельсового транспорта на прочность при циклическом нагружении. Вестник машиностроения. 2015. № 10. С. 64-72.
7. Борзилов И. Д., Гайдамака А. В., Федорев Е. В. О возможности повышения эксплуатационной надежности торцового крепления букс с роликовыми подшипниками. Межвузовский тематический сборник. Ростов-на-Дону, 1982. Вып. 167. С. 66-69.
8. Мартынов И. Э. Анализ опыта эксплуатации цилиндрических роликоподшипников букс грузовых вагонов. Вісник Східноукраїнського державного університету. 2000. № 5 (27). С. 157-159.
9. Пути повышения безопасности движения в вагонном хозяйстве / В. Н. Самсонкин, И. Э. Мартынов, Н. Е. Вещева, А. В. Труфанова. Восточно-украинский журнал передовых технологий. 2003. № 5. С. 30-32.

10. Мартинов І. Е., Ільчишин В. М., Семененко А. П. Аналіз технічного стану буксових вузлів критих вантажних вагонів. Збірник наукових праць УкрДАЗТ. 2013. Вип. 136. С. 123-127.
11. Аширбаев Г. К., Утепова А. У., Аширбаева И. А. Повышение надежности буксовых узлов колесных пар железнодорожных вагонов. Вестник КазАТК. 2021. № 2 (117). С. 7-12.
12. Butorin D. V., Filippenko N. G., Livshits A. V., Popov S. I. 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). 2019. Vol. 760. P. 1-10.
13. Вплив технічного обслуговування й ремонту буксових вузлів на ризики їх відмов / С. В. Мямлін, Л. А. Мурадян, О. А. Шикунів, І. В. Піценко. Наука та прогрес транспорту. 2022. № 1 (97). С. 59-70. doi: <https://doi.org/10.15802/stp2022/265424>.
14. Manafov E. 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. 2020. Vol. 107. P. 95-106.
15. Arash Amini, Mani Entezam, Zheng Huang, Hamed Rowshandel and Mayorkinos Papaalias Wayside detection of faults in railway axle bearings using time spectral kurtosis analysis on high-frequency acoustic emission signals. Advances in Mechanical Engineering. 2016. Vol. 8 (11). P. 1-9.
16. Satoshi Chiba, Keisuke Ishii Development of an Axle Box Heating Detection System and Improvement of its Reliability. JR EAST Technical Review. 2017. No. 15. P. 23-35.

---

Мартинов Ігор Ернстович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-0481-3514>. Тел.: (057) 730-10-36. E-mail: [martinov.hiit@gmail.com](mailto:martinov.hiit@gmail.com).

Труфанова Альона Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерії вагонів та якості, Український державний університет залізничного транспорту. <https://orcid.org/0000-0003-1702-1054>. Тел.: (057) 730-10-35. E-mail: [alena.hiit.vagons@gmail.com](mailto:alena.hiit.vagons@gmail.com).

Шовкун Вадим Олександрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерії вагонів та якості, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-35. <https://orcid.org/0000-0003-1826-6053>. E-mail: [vadimshovkun62@gmail.com](mailto:vadimshovkun62@gmail.com).

Шарий Олексій Леонідович, аспірант кафедри інженерії вагонів та якості продукції, Український державний університет залізничного транспорту. E-mail: [Sharyi@ukr.net](mailto:Sharyi@ukr.net). <https://orcid.org/0009-0003-4234-9286>.

Мартиросян Сергій Робертович, студент групи 214-ВВГ-Д22, Український державний університет залізничного транспорту. Спеціальність: 273 Залізничний транспорт. Тел.: +380(95)-468-10-55. E-mail: [kobravostok@gmail.com](mailto:kobravostok@gmail.com). <https://orcid.org/0009-0009-9145-1045>.

Martynov Igor, Dr. Sc. (Tech). Professor, head department of wagons engineering and product quality, Ukrainian State University of Railway Transport. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-0481-3514>. Тел.: (057) 730-10-36.

E-mail: [martinov.hiit@gmail.com](mailto:martinov.hiit@gmail.com).

Trufanova Alyona, Ph.D., Associate Professor, department of wagons engineering and product quality, Ukrainian State University of Railway Transport. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1702-1054>. Тел.: (057) 730-10-35.

E-mail: [alena.hiit.vagons@gmail.com](mailto:alena.hiit.vagons@gmail.com).

Shovkun Vadim, Ph.D., Associate Professor, department of wagons engineering and product quality, Ukrainian State University of Railway Transport. Тел.: (057) 730-10-35. <https://orcid.org/0000-0003-1826-6053>.

E-mail: [vadimshovkun62@gmail.com](mailto:vadimshovkun62@gmail.com).

Sharyi Oleksii, Postgraduate, department of wagons engineering and product quality, Ukrainian State University of Railway Transport. ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0003-4234-9286>. E-mail: [Sharyi@ukr.net](mailto:Sharyi@ukr.net).

Martirosyan Sergey, student, Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: [kobravostok@gmail.com](mailto:kobravostok@gmail.com). <https://orcid.org/0009-0009-9145-1045>.

Статтю прийнято 27.03.2023 р.