

УДК 629.4.027

**ДО ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ**

Д-р техн. наук І.Е. Мартинов, здобувач В.М. Ільчишин, Л.В. Шаталова

**К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ Поездов**

Д-р техн. наук И.Е. Мартынов, соискатель В.М. Ильчишин, Л.В. Шаталова

**THE PROBLEM OF ENSURING THE SAFE MOVEMENT OF TRAINS**

Doct. of techn. sciences I. Martinov, V. Ichishin, L. Shatalova

*Поліпшення ефективності та конкурентоспроможності залізничного транспорту може бути досягнуте за рахунок модернізації морально застарілих і менш надійних вузлів вагонів з метою ліквідації відмов устаткування в експлуатації. Так, одним з найважливіших резервів підвищення ефективності залізничного транспорту є зниження кількості відчеплень вагонів на шляху прямування через відмови елементів буксових вузлів вагонів. Найбільш перспективним шляхом підвищення надійності буксових вузлів є використання здвоєних підшипників касетного типу, які мають ряд істотних переваг, суттєво впливаючи на безпеку руху поїздів.*

**Ключові слова:** буксовий вузол, надійність, безремонтний пробіг, касетний підшипник, циліндричний підшипник, відмова.

*Улучшение эффективности и конкурентоспособности железнодорожного транспорта может быть достигнуто за счет модернизации морально устаревших и менее надежных узлов вагонов с целью ликвидации отказов оборудования в эксплуатации. Так, одним из важнейших резервов повышения эффективности железнодорожного транспорта является снижение количества отцепок вагонов в пути следования из-за отказа элементов буксовых узлов вагонов. Наиболее перспективным путем повышения надежности буксовых узлов является использование сдвоенных подшипников касетного типа, которые обладают рядом существенных преимуществ, существенно влияя на безопасность движения поездов.*

**Ключевые слова:** буксовый узел, надежность, безремонтный пробег, касетный подшипник, цилиндрический подшипник, отказ.

*An Improving the efficiency and competitiveness of rail transport can be achieved by modernizing outdated and less reliable nodes cars to eliminate equipment failures in operation. So one of the most important reserves for increasing the efficiency of rail transport is the reduction doepler cars in transit because of the refusal of the elements axle equipment cars. The most promising way of increasing the reliability of axle equipment is the use of dual bearings cassette type, which have a number of significant advantages, significantly affecting the safety of trains.*

**Keywords:** axle-box, reliability, bearing units, cylindrical roller bearing, failure.

**Вступ.** Залізничний транспорт відіграє вирішальну роль у єдиній транспортній системі України. Його діяльність забезпечує економічні зв'язки між виробниками та споживачами продукції, областями та економічними регіонами України, а також з іншими країнами.

**Постановка проблеми.** Одним з найважливіших резервів підвищення ефективності залізничного транспорту є зниження кількості відчеплень вагонів на шляху прямування через відмови елементів конструкції і, як наслідок, затримок поїздів, а також зменшення тривалості простою вантажних вагонів під позаплановому ремонті. Однак, як показує багаторічний досвід експлуатації, незважаючи на постійне покращення дистанційних і вбудованих засобів контролю технічного стану вантажних вагонів, а також удосконалення системи технічного обслуговування і ремонту, значна частина життєвого циклу вантажних вагонів витрачається на непродуктивне перебування в ремонті різних видів.

**Аналіз попередніх публікацій.** Спеціалістам, які працювали в цій галузі, належало вирішити ряд непростих завдань: вибір типу підшипника (сферичні, конічні, циліндричні), підбір мастильного матеріалу, обґрунтування способу передачі навантаження від візка на підшипники і т. п. Сюди ж можна віднести питання організації системи технічного обслуговування і ремонту роликів букс. Дослідження, присвячені технічному й економічному обґрунтуванню переведення, з'явилися ще в кінці 40-х років ХХ століття. Спочатку вибір був на користь сферичних підшипників, які при відносно високій розрахунковій довговічності мали важливу властивість самовстановлення, а також мали можливість за рахунок бочкоподібної форми роликів сприймати тертям кочення як радіальні, так і осьові сили [5]. Проте досвід експлуатації не підтвердив попередні припущення [3]. Втомна довговічність сферичних підшипників була недостатньою. Крім того, трудомісткість проведення монтажно-демонтажних робіт була досить високою.

Тому після проведених експлуатаційних випробувань керівництвом МШС СРСР було прийнято рішення про використання в буксах вантажних і пасажирських вагонів циліндричних підшипників з радіальними короткими роликами [2], які при невеликих

габаритних розмірах і масі мали дуже високі розрахункові показники довговічності.

Перші проблеми із забезпеченням надійності букс, обладнаних циліндричними роликівими підшипниками, які виникли на рубежі 60-70-х років ХХ століття, багатьма дослідниками не сприймалися всерйоз. Здавалося, досить поліпшити якість мастильних матеріалів, впровадити більш досконалі технології виготовлення як підшипників, так і інших елементів конструкції букс, створити більш ефективні прилади контролю технічного стану, підвищити кваліфікацію обслуговуючого персоналу, і необхідний рівень надійності буксових вузлів (БВ) буде забезпечений [1].

Однак, незважаючи на вжиті технічні та організаційні заходи, кількість нагрівів буксових вузлів постійно збільшувалася. Особливо істотно кількість відмов роликівих букс зросла в 1990-ті роки (навіть з урахуванням багаторазового падіння вантажообігу та інтенсивності використання вагонного парку).

**Мета роботи.** Для забезпечення конкурентоспроможності залізничного транспорту, що робить його більш привабливим для споживачів, необхідно використовувати рухомий склад, що має не тільки поліпшені техніко-економічні характеристики, але і підвищену надійність. У зв'язку з цим у практиці і теорії вагобудування як раніше, так і зараз актуальною є проблема удосконалення буксових вузлів вантажних вагонів.

**Основний матеріал статті.** Удосконалення буксових вузлів вантажних вагонів вимагає від фахівців знання причин, що викликали відчеплення вагонів. Тому дослідження, спрямовані на визначення причин виникнення ушкоджень буксових вузлів. У таблиці наведено основні причини, що викликали нагрів буксового вузла і відчеплення вагона від поїзда в різні періоди функціонування залізниць України.

Аналіз представлених основних причин нагріву буксових вузлів (див. таблицю) свідчить, що знову спостерігається тенденція до збільшення кількості відчеплень вагонів через несправність сепаратора і пошкодження торцевого кріплення. Однак слід зазначити, що починаючи з 2000 року на залізницях України почалося масове впровадження поліамідних сепараторів. І в подальшому слід чітко

розмежовувати пошкодження латунних і поліамідних сепараторів, оскільки вони мають

різну природу виникнення і розвитку пошкоджень.

Таблиця

Основні причини нагріву буксових вузлів

Причина відчеплення	Відсоток до кількості відчеплень		
	1985-1986	1998-2002	2009-2011
несправність сепаратора	36,1	14,70	16,91
несправність торцевого кріплення	32,7	12,38	19,12
знос типу "ялинка"	0	24,68	10,29
проворот внутрішнього кільця	7,3	3,6	3,68
повне руйнування підшипника	1,8	1,95	1,47
забруднення або обводнення мастила	4,1	4,99	13,24
тріщини та злами кілець	5,8	10,44	6,62
раковини на поверхні кочення кілець	0	3,60	3,68
несправності лабіринтного кільця	-	-	2,94
корозія на кільцях			1,47
нагрів підшипника			0,74
інші причини, у тому числі порушення технологій монтажу	12,20	23,66	19,85
<b>Всього</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Практично на тому самому рівні залишилася кількість відчеплень через повне руйнування підшипника. Зменшилася кількість відмов через ослаблення натягу посадки і обертання внутрішніх кілець, що свідчить про більш жорсткий контроль над проведенням монтажу підшипників.

Проте за останнє десятиліття незначно змінилася кількість відчеплень, викликаних впливом "людського фактора" - недотриманням проведення монтажу. Однак слід зазначити, що якщо такі пошкодження, як електроопіки на поверхнях кілець і роликів, практично зникли, то такі види несправностей, як неправильно підібрані радіальний і осьовий зазори, неправильний підбір роликів, недостатня (або надлишкова) кількість мастила, як і раніше, залишилися в переліку причин. У той же час з'явилися нові причини, цілком пов'язані з низькою якістю комплектуючих. Так, потрапляння води в буксу (або забруднення мастила) викликано виключно низькою якістю ущільнюючої гуми. Використання неякісного

змащення обумовлено недосконалою технологією на заводах-виробниках. До цієї групи пошкоджень необхідно також віднести пошкодження лабіринтових кілець, чого раніше протягом багаторічної експлуатації букс з підшипниками кочення просто не спостерігалось.

Незначно зменшилася кількість відчеплень вагонів, викликаних раптовими відмовами підшипників – тріщинами і зламами кілець. Це вказує не тільки на низьку якість випущених підшипників, але і на недосконалість існуючих методів дефектоскопії елементів буксового вузла при проведенні проміжних і повних ревізій.

Досить часто фіксуються випадки нагріву букс через характерний знос типу "ялинка" - майже чверть всіх відчеплень. Причини появи даного дефекту в підшипниках неодноразово розглядалися в літературі. Встановлено, знос типу "ялинка" на торцях роликів і бортах кілець викликаний дією осьових сил, що передаються в режимі тертя ковзання роликів по бортах напрямних кілець.

У якості показника, що характеризує ту частку надійності вагонів, яка забезпечується БВ, використовується параметр потоку відмов вантажних вагонів через відмови букс (у розрахунку на 1 млн ваг.км). На рис. 1 наведена відповідна залежність за період 1995-2005 рр.

Відповідна залежність для параметра потоку відмов вантажних вагонів через нагрів БВ має такий вигляд:

$$\omega(t)=0,000003t^3-0,019t^2+37,88t-24338, \quad (1)$$

де  $\omega$  – параметр потоку відмов;  
 $t$  – роки, що відлічуються після 1995 р.

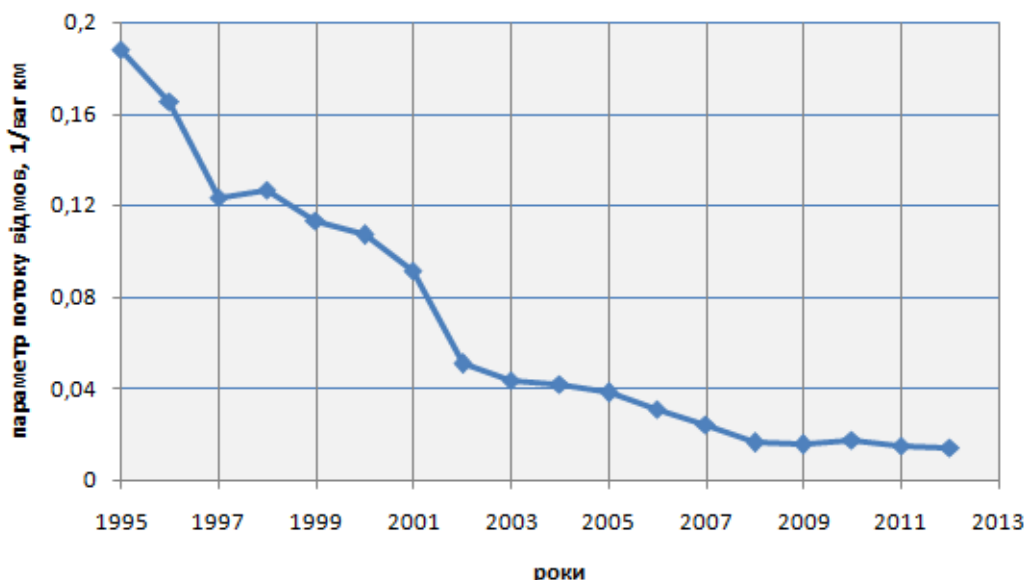


Рис. 1. Залежність зміни параметра потоку відмов вантажних вагонів через нагрів буксових вузлів

Наведені дані характеризують рівень надійності буксових вузлів відносно загального парку вантажних вагонів, який включає в себе багато типів і моделей. При цьому необхідно врахувати, що колісні пари мають знеособлену експлуатацію та не мають конкретної прив'язки до даного вагона.

За останні роки відбулася реструктуризація вагонного парку, внаслідок якої переважна більшість вагонів була розподілена між певними операторами, які стали не лише власниками вантажних вагонів, а й отримали відповідальність за підтримання вагонів у належному технічному стані. Це дало можливість отримати більш точні дані стосовно надійності критих вагонів.

На рис. 2 наведені результати, що характеризують параметр потоку відмов через пошкодження роликів букс для загального вагонного парку порівняно з парком критих універсальних вагонів у 2012 р.

Очевидно, що у критих універсальних вагонів параметр потоку відмов в 1,4 разу

менше, тобто букси критих універсальних вантажних вагонів мають більший рівень надійності.

**Шляхи підвищення надійності роликів букс.** Найбільш перспективним шляхом підвищення надійності буксових вузлів є використання здвоєних підшипників касетного типу, які мають ряд істотних переваг.

Касетні підшипники для букс рухомого складу можуть бути циліндричними і конічними.

Конструктивні особливості конічних касетних підшипників дозволяють принципово змінити систему ремонту і технічного обслуговування букс. Це пов'язано з тим, що монтаж, регулювання зазорів, змащення і герметизація блока виконуються на заводі-виробнику або його спеціалізованому відділенні. Існуючими як вітчизняними, так і іноземними нормативними документами передбачено, що гарантійний пробіг касетних підшипників повинен становити не менше 800 тис. км без проведення ремонту.

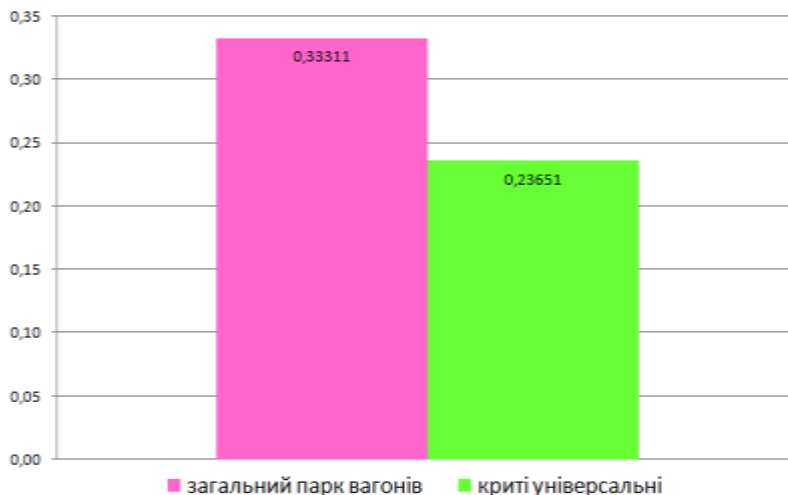


Рис. 2. Значення параметра потоку відмов вантажних вагонів через пошкодження буксових вузлів

При обґрунтуванні системи ремонту роликів букс необхідно враховувати особливості проведеної реструктуризації вагонного господарства. Передача вантажних вагонів на баланс ряду підприємств призведе до того, що ці вагони будуть повертатися для

планових ремонтів на підприємство-власник, якому в цьому випадку вже буде не вигідно дозволити здійснювати неякісний ремонт. Це дозволить поліпшити культуру виробництва і підвищити в кінцевому підсумку надійність рухомого складу.

### Список використаних джерел

1. Амелина, А.А. Устройство и ремонт вагонных букс с роликовыми подшипниками [Текст] / А.А. Амелина. – М.: Транспорт, 1975. – 286 с.
2. Мотовилов, К.В. К вопросу оценки надежности торцевого крепления буксовых узлов колесных пар грузовых вагонов [Текст] / К.В. Мотовилов; М-во путей сообщения СССР, Моск. ин-т инж. ж.-д. транспорта им. Ф.Э. Дзержинского. – М., 1989. – 6 с.
3. Поляков, А.И. Пути повышения надежности работы торцевого крепления буксовых подшипников [Текст] / А.И. Поляков, В.Н. Цюренко, В.И. Донский // Пути совершенствования конструкций буксовых узлов вагонов с подшипниками качения. Труды ВНИИЖТ. – М.: Транспорт, 1982.- Вып. 654. – С. 70-82.
4. Мартинов, І.Е. До питання оцінки показників надійності торцевого кріплення букс вантажних вагонів [Текст] / І.Е. Мартинов // Зб. наук. праць. – Харків: ХарДАЗТ, 2001. – Вип. 46. – С. 76-79.
5. Варфоломеев, В.А. Исследование осевых сил, действующих на буксовые узлы грузовых вагонов [Текст] / В.А. Варфоломеев, К.В. Мотовилов, И.Э. Мартынов и др.; М-во путей сообщения СССР, Моск. ин-т инж. ж.-д. транспорта им. Ф. Э. Дзержинского. – М., 1990. – 13 с.

Мартинов Ігор Ернстович, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри вагонів, Українська державна академія залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-36.

Ільчишин Василь Михайлович, здобувач кафедри вагонів, Українська державна академія залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-36.

Шаталова Людмила Валеріївна, магістрант кафедри вагонів, Українська державна академія залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-36.

Martinov Igor, Doct. of techn. sciences department of wagons Ukraine State Academy of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-36.

Ilchishin Vasily, aspirant, department of wagons Ukraine State Academy of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-36.

Shatalova Ludmila, mahystrant department of wagons Ukraine State Academy of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-36.