

УДК 629.4.027

ДО ПИТАННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЇ БУКСОВИХ ВУЗЛІВ РУХОМОГО СКЛАДУ

Д-р техн. наук І.Е. Мартинов, канд. техн. наук А.В. Труфанова, В.Л. Мельничук, М.В. Христан, К.О. Кобзар

К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИИ БУКСОВОГО УЗЛА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Д-р техн. наук И.Э. Мартынов, канд. техн. наук А.В. Труфанова, В.Л. Мельничук, М.В. Христан, К.О. Кобзар

THE ISSUE OF OPTIMIZATION DESIGN AXLE UNIT ROLLING STOCK

Dr. of techn. sciences I.E. Martynov, cand. of techn. sciences A.V. Trufanova, V.L. Melnychuk, M.V. Hrystan, K.O. Kobzar

У результаті проведеного морфологічного аналізу зроблено висновок, що в сукупності всіх значень варіантів конструкцій буксових вузлів найбільш перспективною є конструктивна схема буксового вузла з дворядними конічними підшипниками (ТВU). Використання підшипників ТВU з вбудованими датчиками дасть змогу значно збільшити надійність роботи рухомого складу.

Ключові слова: касетний підшипник, температура нагріву букс, надійність, безпека руху.

В результате проведенного морфологического анализа сделан вывод, что в совокупности всех значений вариантов конструкций буксовых узлов наиболее перспективной является конструктивная схема буксового узла с двухрядными коническими подшипниками (ТВU). Использование подшипников ТВU с встроенными датчиками позволит значительно увеличить надежность работы подвижного состава.

Ключевые слова: касетный подшипник, температура нагрева букс, надежность, безопасность движения.

As a result of the conducted morphological analysis concluded that in the set of all values of variants of construction of axlebox units the most promising is the constructive scheme of the axle-box site with double-row tapered roller bearings (ТВU). The use of ТВU bearings with built-in sensors will significantly increase the reliability of rolling stock.

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Залізничний транспорт відіграє вирішальну роль в 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.

Україна має одну з найбільш розвинених у Європі мережу залізниць, експлуатаційна довжина якої складає понад 22 тис. км. За густотою вона посідає провідне місце серед країн СНД і наближається за цим показником до європейських країн – Франції та Італії.

За обсягами вантажних перевезень залізниці України посідають четверте місце на Євразійському континенті,

поступаючись тільки залізницям Китаю, Росії та Індії.

Вигідне географічне положення країни посилює значущість залізничного транспорту та обумовлює наявність одного з найбільших у Європі потенціалу транзитності залізниць України, які взаємодіють із залізницями 7 сусідніх країн через 56 пунктів перетину кордону та з 13 основними морськими портами Чорного та Азовського морів і річки Дунай.

Подальше збільшення перевезень, якого потребує стрімко зростаюча економіка та попит населення, вимагає формування нового рівня транспортного забезпечення потреб економіки і суспільства, що базується на якісно новому здійсненні всього комплексу технологічних операцій. А високотехнологічна якісна робота не може спиратися на морально та фізично застарілі основні засоби. Новий рівень транспортного забезпечення вимагає впровадження рухомого складу нового покоління з більш високим рівнем якісних, технічних та економічних показників експлуатації, збільшеними термінами служби та відповідності новим сучасним вимогам, в тому числі і світовим.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним з найвідповідальніших вузлів рухомого складу є буксові вузли з підшипниками кочення. Історія використання підшипників кочення в буксах вагонів нараховує вже кілька десятиліть [1]. З початку 60-х років минулого сторіччя вантажні та пасажирські вагони обладнуються буксами з двома циліндричними роликівими підшипниками, що мають габаритні розміри 130×250 мм і закріплюються на шийці осі за допомогою теплової посадки [1].

Підшипники кочення, що використовуються в буксах вагонів, також не відстають від нових вимог, що ставляться споживачами. Цьому сприяли такі заходи, як удосконалення матеріалів для несучих елементів; оптимізація методів термічної обробки; поліпшення геометрії

контакту кілець та роликів; удосконалення мастильних матеріалів; вдосконалення конструктивних елементів підшипника сепаратора, ущільнювача, кріпильних деталей; поліпшення обробки поверхні корпусів букс.

Але останнім часом все частіше трапляються випадки порушення працездатності циліндричних роликівих підшипників, що призводить до відчеплення вагонів на шляху прямування і порушення безпеки руху [3]. Це свідчить про те, що їх надійність недостатня для забезпечення безпеки руху та необхідні дослідження для забезпечення вибору оптимальної конструкції буксового вузла з урахуванням експлуатаційних навантажень.

Основна частина. У інженерній практиці зазвичай відсутні способи, що дають змогу за умови наявності технічного завдання одразу ж вибрати оптимальну структуру пристрою. В результаті процес розроблення носить інтерактивний характер. Зазвичай розробник визначає, до якого класу пристрою може належати проєктована модель, а потім звзити цей клас за допомогою випробувань до декількох технічних рішень, які належать цьому класу, і вибрати найбільш оптимальне.

Сутність морфологічного методу полягає у пошуці найкоротшого шляху розв'язання технічної задачі або об'єкта шляхом оптимального вибору варіантів конструкцій. За допомогою морфологічного аналізу й синтезу технічних рішень, заснованих на евристичному підході, з'являється можливість досліджувати об'єкт з системних позицій і здійснювати направлений підбір можливих варіантів рішень, а також відкинути свідомо непотрібні об'єкти та до мінімуму скоротити число варіантів, які можуть підлягати техніко-економічному порівнянню.

Буксовий вузол є технічним об'єктом, для оптимізації якого необхідно здійснити

техніко-експлуатаційні критерії оцінки варіантів конструкції буксового вузла.

Оптимізація здійснювалась в такій послідовності: спочатку за вказаним критерієм з технічно обґрунтованих конструкцій проводився відбір декількох основних варіантів, потім за допомогою техніко-економічного порівняння обирався найбільш раціональний варіант конструкцій буксового вузла, який би міг повністю здійснювати зв'язок між рамою візка й колісною парою, а також забезпечував надійність експлуатації вантажних вагонів.

На етапі аналітичної обробки даних за допомогою морфологічної таблиці здійснювались арифметичні обчислення, включаючи порівняльний та факторний

аналіз, на етапі наведення результатів аналізу різних конструкцій буксових вузлів подано зведення цих показників (таблиця 1), отримане в результаті цього аналізу.

При використанні морфологічної таблиці забезпечувалось зменшення обсягу вихідних даних аналітичного запису, систематизація та виявлення закономірностей, а також видно повну наочність дослідження. Сукупність аналізованих значень упорядковувалась за принципом від кращого варіанта до гіршого. Кращому значенню присвоювалось перше місце, наступному – друге і т.п. Отримані місця підсумовувались та кращим варіантом виявлявся той варіант конструкції буксових вузлів, який набере найменше значення.

Таблиця

Зведення показників оцінки якостей конструкцій буксових вузлів

Тип підшипника	Оцінка якості			Підсумковий коефіцієнт
	Особливості конструкції	Посадка підшипника на вісь	Торцеве кріплення	
Кулькові	9	3	1-	13
Сферичні	8	3	1	12
Сферичні	7	3	1	11
Циліндричні	6	2	1	9
Циліндричні	5	2	1	8
два циліндричні та один кульковий	4	2	1	7
Два циліндричні та один кульковий	3	2	1	6
Дворядний конічний	2	1	1	4
Дворядний конічний	1	1	1	3

В результаті проведеного морфологічного аналізу можна зробити висновки, що в сукупності всіх значень варіантів конструкцій буксових вузлів найбільш низькі бали отримала конструктивна схема буксового вузла з дворядними конічними підшипниками.

Така конструкція має принципові переваги саме в буксах вантажних вагонів, тому що вони сприймають осьові зусилля торцевими частинами роликів з тертям ковзання.

Їх застосовують тільки у вигляді готових підшипникових вузлів, заповнених мастилом і повністю підготовлених до

монтажу на рухомому складі всіх типів, включаючи високошвидкісний. Конструктивні особливості конічних касетних роликів підшипників полегшують процеси їх монтажу, демонтажу і технічного обслуговування. Це пов'язано з тим, що збирання, регулювання зазорів, змащування і герметизація блока виконується на заводі-виготовлювачі або його спеціалізованому відділенні. Отже, постачання комплектних конічних підшипників у вигляді готової букси звільняє монтажників від багатьох операцій. Це не тільки скорочує витрати праці, але і захищає підшипник від втручання часто недостатньо кваліфікованого обслуговуючого персоналу.

Конічні роликові підшипники можна застосовувати тільки при незначних кутах нахилу; конструкції з такими підшипниками були розроблені спочатку в США, а потім вдосконалені в Європі введенням нових систем ущільнення.

До цих підшипників ставляться такі вимоги: мінімальна довжина шийки осі; ефективні, по можливості нековзні ущільнення; посадка, що виключає зміну положення на шийці осі. Найважливіші конструкторські рішення реалізовані, зокрема, в опорах колісних пар, призначених для швидкісних потягів Intercity Express (ICE) Державних німецьких залізниць.

На залізницях Японії для швидкісного руху був розроблений поїзд Star 21, де в буксових вузлах були застосовані конічні підшипники.

Рішення японських залізниць застосувати конічні роликопідшипники з консистентним мастилом було достатньо сміливим, оскільки раніше в потягах застосовувалися виключно підшипники з циліндричними роликами і мастилом.

Нові підшипники були виготовлені фірмою Timken. У порівнянні зі звичайними роликопідшипниками нові підшипники мають помітно менший

момент тертя і, отже, значно нижчу робочу температуру, що продовжує термін служби мастила і підвищує працездатність підшипника в цілому.

Тобто вирішальним чинником є робоча температура, яка залежить у свою чергу від геометрії підшипника, діаметра і довжини роликів, їх числа і середнього діаметра, кута конуса в зовнішньому кільці, властивостей поверхні кілець і властивостей використаної підшипникової сталі.

Для герметизації підшипників було використане запатентоване гідродинамічне лабіринтове ущільнення HDL, яке проявляє свої переваги саме у високошвидкісному русі.

Світовий лідер у виробництві підшипникових вузлів компанія SKF пропонує споживачам компактні конічні підшипникові вузли з вбудованими датчиками.

Інтеграція системи датчиків в систему дворядних конічних підшипників TBU (рисунок) забезпечує можливість реалізації функції широкого моніторингу важливих параметрів:

- швидкість обертання коліс для протиюзових систем та блока керування тягою;
- температуру підшипника для блока моніторингу;
- напрямок руху поїзда;
- контроль перебування поїзда в системі автоматичного керування рухом поїздів;
- вертикальне або повздовжнє прискорення.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Використання підшипників TBU з вбудованими датчиками дасть змогу значно збільшити надійність роботи рухомого складу. В першу чергу їх застосування доцільне при використанні на пасажирських вагонах та рухомому складі для перевезення небезпечних вантажів.



Рис. Принципова схема та зовнішній вигляд підшипникового вузла TBU з вбудованими датчиками

Список використаних джерел

1. Эггольм, К.Ф. Вагонные буксы с роликовыми подшипниками [Текст] / К.Ф. Эггольм, В.Ф. Девятков. – М.: Трансжелдориздат, 1953. – 240 с.
2. Мартынов, И.Э. Буксовые узлы отечественных вагонов: история и перспективы [Текст] / И.Э. Мартынов // Залізнич. транспорт України. – 2002. – № 6. – С. 34-37.
3. Мартынов, И.Э. Анализ опыта эксплуатации цилиндрических роликоподшипников букс грузовых вагонов [Текст] / И.Э. Мартынов // Вісник Східноукраїнського державного університету. – Луганськ, 2000. – № 5 (27) – С. 157-159.
4. Пути повышения безопасности движения в вагонном хозяйстве [Текст] / А.Ф. Гаврилюк, Н.Е. Вещева, И.Э. Мартынов [и др.] // Восточно-украинский журнал передовых технологий. – 2003. – № 5. – С. 30-32.

Мартынов Ігор Ернстович, д-р техн. наук, професор кафедри вагонів.
Труфанова Альона Володимирівна, канд. техн. наук, старш. викл. кафедри вагонів.
Мельничук Валерій Леонідович, слухач ІППК, гр. МЗ-В-Б-11.
Христан Маріанна Володимирівна, слухач ІППК, гр. МЗ-В-Б-11.
Кобзар Костянтин Олександрович, слухач ІППК, гр. МЗ-В-Б-11.

Martynov I.E., dr. of techn. sciences; Trufanova A.V., cand. of techn. sciences;
Melnichuk V.L., Hrystan M.V., Kobzar K.O.