

- керуючі системи на залізничному транспорті – Харків: УкрДАЗТ. – 2016. – №4(119). – С. 29-33.
2. Семененко О.І. Трифазний активний фільтр-стабілізатор перетворювального агрегату тягової підстанції постійного струму/ О.І. Семененко, Ю.О. Семененко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті : тези стендових доповідей та виступів учасників 36-ї МНПК "Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті". – Харків: УкрДУЗТ. – 2023. – № 3 (додаток). – С. 66-68.

УДК 629.4

К.т.н. А.Л. Сумцов, О.В. Волков
Український державний університет
залізничного транспорту

МОДЕРНІЗАЦІЯ БУКСОВОГО ВУЗЛА ЛОКОМОТИВА КАСЕТНИМИ ПІДШИПНИКАМИ КОЧЕННЯ

Буксовий вузол локомотива є ключовим компонентом, що відповідає за передачу навантаження з вагону на колісні пари, а також забезпечує стійкий та безпечний рух потягу. Традиційно у буксових вузлах локомотивів використовують відкриті підшипники кочення (підшипники, у яких елементи кочення, такі як кульки чи ролики, знаходяться у відкритому стані, без герметичної оболонки). Незважаючи на їх розповсюдження, ці підшипники мають низку недоліків, таких як більша потреба в технічному обслуговуванні, регулярному змащуванні та швидший знос. У сучасних умовах все більше уваги приділяється модернізації буксових вузлів шляхом заміни відкритих підшипників на касетні підшипники кочення (підшипники, повністю закриті герметичною оболонкою), що дозволяє суттєво покращити роботу вузла та знизити експлуатаційні витрати [1, 2].

Касетні підшипники кочення являють собою модульні конструкції, де кілька підшипників інтегровані в одну герметичну систему. Вони мають ряд переваг порівняно з відкритими підшипниками кочення: зменшене тертя, мінімізація витрат на технічне обслуговування, збільшений термін служби та висока надійність. Завдяки принципу герметизації і кочення значно знижується тертя, що дозволяє збільшити енергоефективність руху. Касетні підшипники є герметичними, що виключає необхідність регулярного змащування і знижує потребу в обслуговуванні, це значно скорочує витрати на обслуговування. Закриті конструкції касетних підшипників краще захищають елементи

від пилу, бруду та вологи, що подовжує їх роботу. Завдяки зниженню зносу та більш високій стійкості до навантажень, касетні підшипники мають довший термін експлуатації. Підшипники кочення здатні працювати в широкому діапазоні температур та умов, зберігаючи свої експлуатаційні характеристики навіть при високих динамічних навантаженнях [1].

Модернізація буксового вузла полягає в заміні відкритих підшипників кочення на касетні підшипники кочення [2]. Цей процес включає наступні етапи:

- розробка нових конструктивних рішень. Вузол, який використовує відкриті підшипники, потребує модифікації для встановлення касетних підшипників. Це може включати зміну корпусу букси та кріплення. Хоча деякі серії локомотивів дозволяють модернізувати буксові вузли без заміни корпусу букси.

- інтеграція системи захисту. Касетні підшипники потребують спеціальної герметизації, яка забезпечує захист від пилу, бруду та води. Тому необхідне доопрацювання кришки та корпусу букси.

Додатковим етапом є тестування та налаштування. Після установки касетних підшипників важливим є проведення серії тестів для перевірки їх працездатності та надійності в реальних умовах експлуатації.

Однією з головних переваг касетних підшипників є значне скорочення витрат на технічне обслуговування. Завдяки їх герметичності, потреба у регулярній перевірці стану підшипників та їх змащуванні практично відпадає. Це дозволяє скоротити час простою локомотивів на техобслуговуванні і підвищити коефіцієнт використання парку локомотивів.

Заміна відкритих підшипників кочення на касетні підшипники кочення підвищує надійність буксового вузла, що в свою чергу зменшує ймовірність аварійних ситуацій. Касетні підшипники, маючи кращу здатність витримувати осьові та радіальні навантаження, знижують ризик пошкоджень під час екстремальних умов експлуатації (високі швидкості, важкі вантажі тощо). Це особливо важливо для вантажних локомотивів, що працюють на великих відстанях і з великими навантаженнями.

Результати практичних випробувань показують, що локомотиви та вагони, які мають касетні підшипники, демонструють зниження експлуатаційних витрат на обслуговування буксового вузла [3]. Крім того, покращена енергоефективність дозволяє знизити витрати на паливо. Це також підвищує загальну надійність і безпеку локомотивів та їх екологічність.

Модернізація буксового вузла локомотива з використанням касетних підшипників кочення є ефективним рішенням для підвищення енергоефективності та зниження експлуатаційних витрат, особливо в умовах обмеженого фінансування оновлення парку рухомого складу. Заміна відкритих підшипників на касетні підшипники забезпечує кращий захист від зовнішніх впливів, знижує тертя, потребу в технічному обслуговуванні, а також збільшує термін служби вузлів. Така модернізація сприяє зниженню витрат на паливо, покращує екологічність транспорту та підвищує надійність локомотивів.

Список використаних джерел

- 1 Енергоефективні підшипникові вузли HARP з збільшеним ресурсом / <https://harp.ua/ua/brands/bearings-railway/>
- 2 Ігор Білан: Науково-технічний прогрес ставить під сумнів доцільність ряду модернізацій локомотивів. URL: <https://www.railinsider.com.ua/igor-bilan-naukovo-tehnichnyj-progres-stavyt-pid-sumniv-doczilnist-ryadu-modernizacij-lokomotyviv/>
- 3 Калабухін Ю.С., Мартинов І.Е., Рудковський О.В. Результати досліджень ефективності модернізації буксових вузлів електропоїздів. / Збірник наукових праць УкрДАЗТ, 2013, вип. 139. С 34 – 53.

УДК 656.25

Кустов В.Ф., к.т.н., д (УкрДУЗТ)

ПРОБЛЕМИ ТА ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКІВ ФУНКЦІЙНОЇ БЕЗПЕЧНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТА РЕГУЛЮВАННЯ РУХУ ПОЇЗДІВ

Розрахунок показників функційної безпеки є першим і обов'язковим етапом доказу безпеки функціонування пристроїв та систем автоматизації, пов'язаних з ризиком отримання великих збитків від аварій та катастроф поїздів, які можуть виникати внаслідок небезпечних відмов та збоїв елементів, з яких вони складаються. Такі відмови можуть бути як внаслідок старіння і зносу комплектувальних елементів, так і внаслідок впливу на них дестабілізуючих чинників (електромагнітних, кліматичних, механічних тощо), внаслідок чого відмови настають набагато раніше, ніж закладено у паспортних даних на них. Обов'язковість розрахунків функційної безпеки викладена у відповідних національних та закордонних стандартах [1- 3]. Всі ці стандарти вимагають визначення нормативних рівней жорсткості функційної безпеки SIL1-SIL4.

Достовірність розрахунків функційної безпеки залежить від таких чинників:

- точності статистичних даних інтенсивностей відмов комплектувальних елементів (у більшості випадків довіряча імовірність таких даних є недостатньою, особливо у порівнянні з дуже малими, майже нульовими значеннями допустимих імовірностей небезпечних відмов);
- довідникові дані з надійності елементів є часто застарілими, недоступними або взагалі відсутніми на деякі елементи, внаслідок чого обирають для них інтенсивності відмов на групу елементів, що дуже погіршує якість розрахунків;
- коефіцієнти для визначення експлуатаційних інтенсивностей відмов елементів, які враховують вплив електричного навантаження, температури та інших дестабілізуючих чинників, також часто є дуже приблизними;
- якість виробництва однакових комплектувальних елементів на різних підприємствах може дуже відрізнятись, в деяких випадках виробник систем чи експлуатаційна організація навіть не знає реального виробника комплектувальних елементів (тільки постачальника мікросхем, транзисторів тощо), особливо коли вони постачаються із-за кордону;
- якість обґрунтування законів розподілу небезпечних відмов, які є математичною основою для розрахунків функційної безпеки, не завжди є достатньою, тобто реальної формули, за якими виконується розрахунок, не відповідають реальності, що призводить до неправдивих результатів. Так, часто використовують експоненціальний закон розподілу відмов, який не завжди є придатним, що дуже легко доводиться тим, що для нього у перші періоди експлуатації імовірність відмови набагато вище, ніж для інших законів розподілу відмов, що не є у більшості випадків вірним для сучасних пристроїв автоматизації. Необхідно визначити, що розв'язання цієї проблеми об'єктивно є дуже проблемним і складним завданням;
- у формулах розрахунків часто використовують найпростіший потік небезпечних відмов, що у житті не завжди буває, наприклад, наявність кратних відмов у разі одночасного впливу «ударних» дестабілізуючих чинників не враховується у моделях;
- впливи деяких дестабілізуючих чинників враховуються неточно або взагалі не можуть реально бути визначені (наприклад, вплив грозових перенапружень, розрядів статичної електрики, радіочастотного випромінювання мобільних телефонів, провалів та викидів напруги електроживлення);
- не усі елементи та їхні дефекти, які можуть призвести до небезпечних станів враховуються у