

УДК 629.4.015

Черняк¹ Г.Ю., к.т.н., с.н.с., Кравченко² Кат.О., к.т.н., Кравченко² Конст.О., асп., Гріндей¹ О.О., асп.
 1 - Державне підприємство «Державний науково-дослідний центр залізничного транспорту Укрзалізниця», Київ, Україна; 2 - Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, Сєверодонецьк, Україна

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПРОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ БАНДАЖІВ КОЛІСНИХ ПАР

Chernyak¹ G., Kravchenko² C., Kravchenko² K., Grindej¹ O.
 1 - Department of the East Ukrainian Volodymyr Dahl National University, Kiev, Ukraine (chernyak@1520mm.com);
 2 - East Ukrainian Volodymyr Dahl National University, Lugansk, Ukraine (konstantin75@i.ua)

ANALYSIS METHODS PROLONG THE LIFE OF WHEELSETS

Розглядається проблема зношування бандажів колісних пар. Представлено аналіз та виконана класифікація факторів, які впливають на швидкість зношування колісних пар. Третя складний процес, тому при дослідженні зношування слід враховувати велику кількість факторів, підбір яких в залежності від різних умов різний. Визначено методи підвищення терміну служби колісних пар. Відповідно до спільності ознак і характеру виконання їх розбито на чотири групи: конструкційний, технологічний, експлуатаційний і обумовлений якістю утримання шляху. Запропоновано спосіб продовження строку експлуатації колісних пар.

Ключові слова: зношування, колісна пара, термін служби.

Вступ. Взаємодія колеса і рейки є фізичною основою залізничного транспорту. Вона визначає не тільки безпеку руху поїздів, а й питому витрату всіх видів ресурсів в перевізному процесі. Еволюція профілів коліс і рейок відображає реальні процеси, що відбуваються в системі екіпаж - шлях. У ході еволюційного формозміни профілю відбувається сильне, а іноді значне (у кілька разів) зміна характеру взаємодії колеса і рейки [1, 2, 3].

Сучасні залізниці розробляють системи, які дозволяють підвищити продуктивність, зручність обслуговування і рентабельність. Одним з широких напрямків досліджень стає проблема взаємодії в системі «колесо-рейка».

Розробка рішень в системі колесо-рейка впливає на рентабельність роботи інших систем тому потребує глибокого дослідження різних режимів та умов експлуатації, подальшого прогнозування раціональних технічних рішень.

Дослідження. Відповідно до досліджень представлених в роботі [4] значні втрати залізнична галузь несе через затримки поїздів з причини виходу з ладу електричних апаратів електровозів - близько 60 % від загальної кількості. На другому місці за кількістю відмов знаходяться тягові електродвигуни (ТЕД) - у середньому 14,5 % від загальної кількості. Але особливо залізниця страждає через проблеми, пов'язані з безпекою руху, що виражається у значній кількості відмов колісних пар - близько 10 % від загальної кількості відмов.

Аналіз робіт з проблеми колесо - рейка показує, що існує цілий комплекс причин інтенсивного зносу колісних пар і рейок. Ці причини залежать як від технічного стану і динамічних якостей локомотивів і вагонів, так і від технічних параметрів рейкової колії. На інтенсивність зносу впливає характер руху потяга в цілому, локомотива або вагона і колісної пари окремо. Третя складний процес, тому при дослідженні зношування слід враховувати велику кількість факторів, підбір яких в залежності від різних умов різний: характеристики шляху, рухомого складу, третього тіла і умови навколишнього середовища (рис. 2).

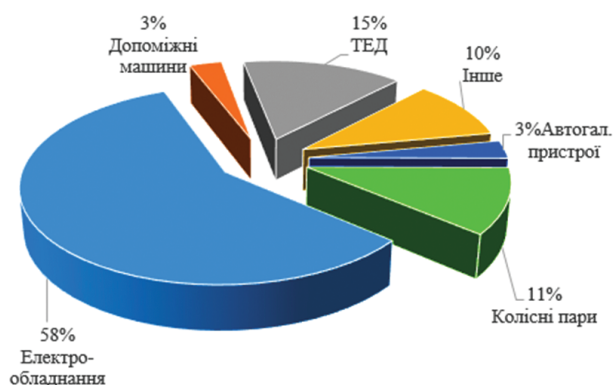


Рис. 1. Діаграма відказів електровозів за видами обладнання

Фактори, які впливають на знос колісних пар

Характеристики				
Шляху	Рухомого складу	Поверхонь взаємодії (колесо, рейка)	Третього тіла в контактї «колесо-рейка»	Зовнішнього середовища
<ul style="list-style-type: none"> ✚ Доля кривих ділянок шляху ✚ Амплітуда нерівностей ✚ Подуклонка рейок ✚ Ширина колії 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Швидкість ✚ Навантаження від осі колісної пари на рейку ✚ Коефіцієнт вертикальної динаміки ✚ Коефіцієнт горизонтальної динаміки ✚ Вібрації ✚ Різниця діаметрів коліс ✚ Непаралельність осей ✚ Зазор в буксовому вузлі ✚ Положення фрикційних клинів ✚ Нерівномірне навантаження в контактї колеса з рейкою ✚ Температура в контактї ✚ Тиск в контактї 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Форма (профіль) нових коліс и рейок ✚ Форма (профіль) середньозношених коліс (рейок) ✚ Матеріал коліс (рейок) ✚ Твердість коліс (рейок) ✚ Теплостійкість коліс (рейок) ✚ Корозійна стійкість коліс (рейок) 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Форма абразивних частинок ✚ Розмір абразивних частинок ✚ Маса абразивних частинок ✚ Швидкість абразивних частинок ✚ Твердість абразивних частинок ✚ Вид забруднення ✚ Рівень змащення від роботи гребнезмашувача 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Температура ✚ Вологість ✚ Осадки

Рис. 2. Фактори, які впливають на знос колісних пар

Методи підвищення ресурсу бандажів по спільності ознак і характеру виконання можна розбити на чотири групи (рис. 3): конструкційний, технологічний, експлуатаційний і обумовлений якістю утримання шляху. Конструкційні можуть бути реалізовані на етапах проектування і виготовлення, технологічні і експлуатаційні, – на етапах технічного обслуговування і ремонту. Окрему групу складають методи, здійснювані при укладанні, ремонті і утримання шляху.

З конструкційних методів слід виділити найбільш ефективні: розробку раціонального профілю бандажа, обґрунтування граничної товщини елементів бандажа, створення керованих гребнезмашувачів для активного змазування контакту гребень – рейка, зміцнення елементів бандажа термообробкою.

Зниження контактної напруги зменшує глибину проникнення пластичної деформації і підвищує тим самим межю використання бандажа по товщині. По мірі прироблення бандажа до голівці рейки зменшується знос гребеня. Таким чином, зміну профілю для бандажів локомотивів виробляють в цілях зниження контактної напруги і зменшення пошкоджень втомного характеру, зниження інтенсивності зносу гребеня, зменшення граничної товщини по зносу.

Стандартний профіль бандажів магістральних локомотивів зберігає свої контури лише в початковий період праці до пробігу 50 -80 тис.км. Надалі профіль приробляється, тобто набуває контурів, які обумовлені профілем голівки рейки. Профіль голівки рейки формується головним чином під впливом вагонних коліс, кількість яких значно перевищує кількість коліс локомотивів.

Форма профілю бандажа є основним фактором, що впливає на якість кочення колеса по рейці. Від профілю бандажа залежать безпека руху поїзда, інтенсивність зносу окремих елементів профілю і голівок рейок, швидкості руху, що допускаються, і опору руху. У результаті це значно впливає на термін служби бандажів і рейок, вартість вмісту рухомого складу і шляху, а також на можливість експлуатації екіпажів в складному плані шляху з високими осьовими навантаженнями.

Технологічні методи підвищення ресурсу бандажів повинні відповідати певним вимогам: в результаті призначених технологічних заходів середній ресурс бандажа до списування повністю використовується; нормоване використання ресурсу знаходиться в межах 0,90 – 0,95. Як показують результати багатолітніх досліджень, досягти нормованого використання ресурсу бандажів в заданих межах вживанням якого-небудь одного методу практично неможливо. Сучасна техніка має в своєму арсеналі значну кількість більш менш ефективних методів підвищення довговічності бандажів. До найбільш ефективних відносяться зміцнення гребеня і поверхні катання гартум і створення в процесі відновлення бандажів з двошаровим гребенем.

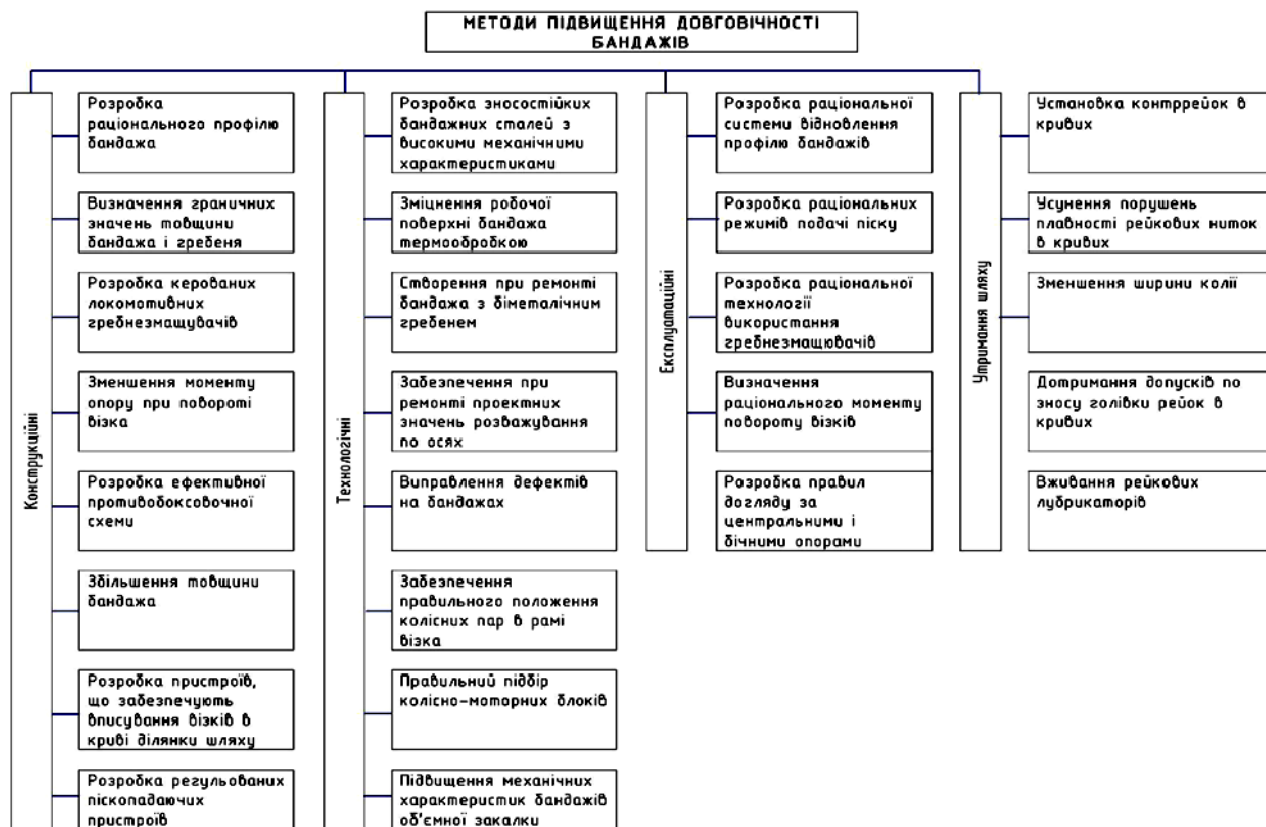


Рис. 3. Методи підвищення довговічності бандажів колісних пар

Раціональне використання металу бандажа, забезпечення правильного розміщення колісних пар у візку, підвищення механічних характеристик металу бандажа і досягнення їх рівномірного розподілу по всьому перетину його, забезпечення проектних значень розважування по осях при ремонті є найважливішим резервом збільшення довговічності бандажа.

Часті і інтенсивні боксовання при високих навантаженнях від осі на рейку заставляють локомотивні бригади інтенсивно застосовувати пісок, що викликає підвищений знос бандажів. В зв'язку з цим актуальним є питання вдосконалення протибоксовочної схеми агрегату. Найбільш досконалі протибоксовочні схеми, які автоматично, без участі машиніста реагують на боксовання, що почалося.

Контроль за розподілом осьових навантажень необхідно виконувати при заводських ремонтах. Відповідно до технічних умов, загальна зчпна вага локомотиву і навантаження від осі на рейки не повинні відхилятися від проектних значень більш ніж на 2-3%, а різниця між навантаженнями на рейки від коліс однієї осі не повинна перевищувати 3-4% навантажень на цю вісь. Наслідком порушення розважування є інтенсивне боксовання колісних пар і знос бандажів. Так, випередження зносу по колу катання в розвантаженої колісної пари досягає 6 – 8 мм за пробіг між ТР-3.

Правильне положення осей колісних пар в рамі візка – основна умова їх нормальної експлуатації. Це забезпечується дотриманням наступних правил: осі колісних пар мають бути паралельні між собою, перпендикулярні до подовжньої осі рами візка і мати поперечні розбіги встановленої величини, круги катання коліс повинні розташовуватися симетрично відносно повздовжньої осі рами візка. Відповідно до правил заводського ремонту рухомого складу при постійному асиметричному зносі гребенів колісної пари виробляється перевірка рам візків з метою виявлення геометричних відхилень. Паралельність осей колісних пар, встановлених в рамі візка, контролюється спеціальними пристроями, якими заміряють відстань між центрами суміжних осей, а потім порівнюють розміри правої і лівої сторони.

Значним резервом підвищення довговічності є використання старопридатних бандажів, тобто бандажів, знятих по яких-небудь причинах з колісних центрів і не мають неусувних несправностей. Старопридатних бандажі підлягають пересадці, а також установці замість знятих по граничному стану.

Для раціонального використання старопридатних бандажів магістральних локомотивів дозволяється залишати черновини на внутрішній поверхні бандажа, залишати черновини на внутрішніх гранях з глибиною не більше 1 мм і сумарною довжиною черновин не більше 400 мм.

Поліпшення утримання шляху. Правильне утримання шляху і установка додаткових пристроїв, що полегшують вписування екіпажу в криві, дозволяє збільшити довговічність бандажів. Як додаткові пристрої на кар'єрному транспорті використовують контррейку, що встановлюється в кривих на внутрішній рейці. При

вписуванні в криву гребінь внутрішньою частиною спирається на контррейку і зусилля, необхідне для повороту візка, розподіляється між двома гребенями набігаючої колісної пари. Цей захід зменшує питоме навантаження і знос гребеня зовнішнього колеса. У практиці кар'єрного транспорту застосовується рейка, укладена на бічну поверхню, коли гребінь колеса контактує не з голівкою, а з похилою підшоною контррейки.

Часто крива ділянка шляху утворюється окремими відрізками рейок з різкими зламами шляху в плані. При цьому знос гребеня різко зростає, оскільки на такій дорозі гребінь випробовує значні ударні навантаження, що руйнує його робочу частину.

Знос рейок в основному обумовлений взаємодією з вагонними колесами. Це справедливо як для кар'єрного, так і для магістрального транспорту. Тому абсолютно невиправданою є відмова від вживання шляхових лубрикаторів. Як показує практика вживання шляхових лубрикаторів знижує знос гребенів і рейок більш ніж в 2 рази.

Для продовження терміну служби колісних пар пропонується спосіб їх експлуатації.

Спосіб технічного обслуговування колісних пар

При експлуатації колісної пари зношування відбувається у три етапи (рис. 4). На першому етапі відбувається інтенсивне прироблення пари тертя "колесо-рейка" зі значним підвищенням зносу поверхонь, (пробіг l_1); на другому етапі II - зменшується темп зношування поверхні катання (найбільш ефективна частина пробігу колісної пари з мінімальним зношуванням поверхонь); і третій етап III – характеризується підвищенням зносом та зміною фізико-механічних властивостей металу (структура, шорсткість, твердість, коефіцієнт тертя та ін.), що крім подальшого росту значення прокату веде до прояву контактної втоми і, як наслідок, можливого викрашуванню металу з поверхні катання.

Для продовження пробігу на другому етапі технічне обслуговування бандажів колісних пар виконується у наступній послідовності:

1. Відповідно до теорії прийняття рішень визначається пробіг на якому слід виконувати обмірювання бандажів колісних пар l_n .

2. Відповідно до теорії ризиків встановлюють момент експлуатації на якому слід виконувати переподкочування колісних пар l_n , при цьому величина прокату бандажів колісних пар та підрізу гребеня не повинні мати граничну величину.

3. В умовах депо виконується переподкочування колісних пар з таким розрахунком, що найбільш зношені колісні пари встановлювати на місце найменш зношених колісних пар.

Наприклад, для трьохвісного візка перша по ходу руху колісна пара в процесі експлуатації зношується найбільше, третя – найменше. На пробігу l_n слід переставити першу колісну пару на місце третьої колісної пари, а третю на місце першої.

4. На пробігу l'_2 (рис. 4) слід виконати оброблення колісних пар та продовжити їх експлуатацію.

Висновки

Застосування запропонованого способу технічного обслуговування колісних пар дозволить збільшити величину пробігу бандажу колісної пари на другому етапі з l_2 до l'_2 ; збільшити величину загального пробігу колісної пари з l_3 до l'_3 (рис. 4).

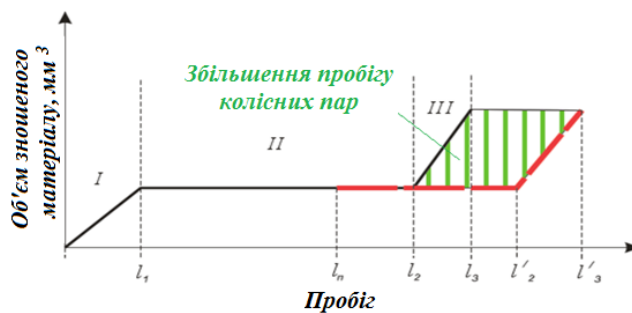


Рис. 4. Залежність зносу бандажів колісних пар від пробігу

Анотація. *Рассматривается проблема износа бандажей колесных пар. Представлен анализ и выполнена классификация факторов, которые влияют на скорость износа колесных пар. Трение сложный процесс, поэтому при исследовании износа следует учитывать большое количество факторов, подбор которых в зависимости от различных условий разный. Определены методы повышения срока службы колесных пар. Согласно общности признаков и характера выполнения они разбиты на четыре группы: конструкционные, технологические, эксплуатационные и обусловленные качеством содержания пути. Предложен способ продления срока эксплуатации колесных пар.*

Ключевые слова: *изнашивание, колесная пара, срок службы.*

Abstract. *Subject.* Wear wheelsets.

Purpose. Analysis methods prolong the life of wheelsets.

Design/methodology/approach. Considered the problem of wear bandages wheelsets. The analysis and classification made factors that affect the rate of wear of wheel sets. Friction complex process, so wear studies should consider many factors, the selection of which, depending on various conditions is different. Defined methods to improve the life of wheelsets. According to the common characteristics and the nature of their performance is divided into four groups: designing, technological, operations and maintenance due to the quality of the way. Proposed a method for lifetime extension wheelsets. Ensuring proper placement of wheel pairs in the bogie, providing design values of the axes load in the repair is an important reserve for increasing longevity wheelsets.

Findings. Application of the proposed method will allow to use them wheelsets of railway rolling stock and increase turnaround mileage. Proposed a method using decision theory and the theory of risk.

Keywords: wear, wheel pair, lifetime.

Бібліографічний список використаної літератури

1. Богданов В.М. Обеспечение устойчивой работы системы колесо — рельс на отечественных и зарубежных железных дорогах /В.М. Богданов// Вестник ВНИИЖТ №2, 2010. – С. 10 – 14.
2. Горячева И.Г. Трибодинамическое моделирование эволюции профилей колес и рельсов и контактно-усталостные поврежденности при некоторых параметрах пути и экипажа /И.Г. Горячева, С.М. Захаров, С.Н. Сошенко, Е.В. Торская, А.М. Мезрин, В.Н. Языков // Вестник ВНИИЖТ №2, 2010. – С. 19 – 26.
3. Shevtsov I.Y. Shape Optimisation of Railway Wheel Profile under Uncertainties / I.Y. Shevtsov, V.L. Markine, C. Esveld // Режим доступа: <http://www.uic.org/cdrom/2006/wcrr2006/pdf/354.pdf>.
4. Петров М.Н. Анализ статистики отказов электровозов на примере красноярской железной дороги /М.Н. Петров, А.И. Орленко, А.В. Лапа // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – № 7 – С. 150-153.

References

1. Bogdanov V.M. Obespechenie ustojchivoj raboty sistemy koleso — rel's na otechestvennyh i zarubezhnyh zheleznyh dorogah V.M. Bogdanov. Vestnik VNIIZhT no2, 2010. P. 10 – 14.
2. Gorjacheva I.G. Tribodinamicheskoe modelirovanie jevoljucii profilej koles i rel'sov i kontaktno-ustalostnye povrezhdjonnosti pri nekotoryh parametroh puti i jekipazha. I.G. Gorjacheva, S.M. Zaharov, S.N. Soshenkov, E.V. Torskaja, A.M. Mezrin, V.N. Jazykov. Vestnik VNIIZhT no2, 2010. P. 19 – 26.
3. Shevtsov I.Y. Shape Optimisation of Railway Wheel Profile under Uncertainties. I.Y. Shevtsov, V.L. Markine, C. Esveld. Rezhim dostupa: <http://www.uic.org/cdrom/2006/wcrr2006/pdf/354.pdf>.
4. Petrov M.N. Analiz statistiki otkazov jelektrovozov na primere krasnojarskoj zheleznoj dorogi. M.N. Petrov, A.I. Orlenko, A.V. Lapa. Sovremennye naukoemkie tehnologii. 2010. No 7. P. 150-153.

Подана до редакції 25.11.2014