

УДК 629.4.083:629.45

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.139.2013.87302>

Асп. Д.І. Скуріхін

Postgraduate D.I. Skurihin

СПОСІБ БЕЗПЕРЕРВНОГО АКУСТИЧНОГО КОНТРОЛЮ КОЛІСНИХ ПАР ВАГОНІВ

METHOD OF CONTINUOUS ACOUSTIC CONTROL CAR WHEEL PAIRS

Представив д-р техн. наук, професор І.Е. Мартинов

Постановка проблеми. Одними з найпоширеніших пошкоджень колісних пар вантажних вагонів є повзуни, навари та вищербини поверхні кочення коліс (рис. 1). Негативний вплив експлуатації колісних пар з даними пошкодженнями для буксових вузлів та інших елементів ходових частин вагонів доведений в ряді праць [3-5]. Крім того, дані пошкодження при укочуванні утворюють нерівномірний прокат, який особливо небезпечний при підвищених швидкостях руху (120-160 км/год) і важко піддається виявленню в експлуатації. У місцях повзунів і наварів, що укочені, також відбувається викришування матеріалу обода, що при подальшій експлуатації приводить до руйнування колеса [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для виявлення пошкоджень колісних пар вантажних вагонів під час рейсу існує велика кількість систем діагностики і контролю. Наземні (стаціо-

нарні) системи, серед яких КРАП-2М, ТДК, «Комплекс», «Експресс-профіль», «Експресс-локомотив», DafuR, Gotcha мають спільний недолік – вони не забезпечують безперервності контролю, тобто не дають можливості відстежувати технічний стан колісних пар у реальному режимі часу і оперативно реагувати на відмови [6, 7]. Вільними від вказаних недоліків є бортові системи, розробці і впровадженню яких на залізницях світу приділена значна увага [8-12].

На залізницях України експлуатуються тільки наземні системи виявлення перегрітих букс і загальмованих колісних пар (ПОНАБ-3, АСДК-Б, ДИСК-Б), інші операції контролю проводяться оглядачами вагонів. Це не відповідає сучасним тенденціям розвитку технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) вагонів, таким як автоматизація, підвищення достовірності і оперативності технологічного процесу контролю.

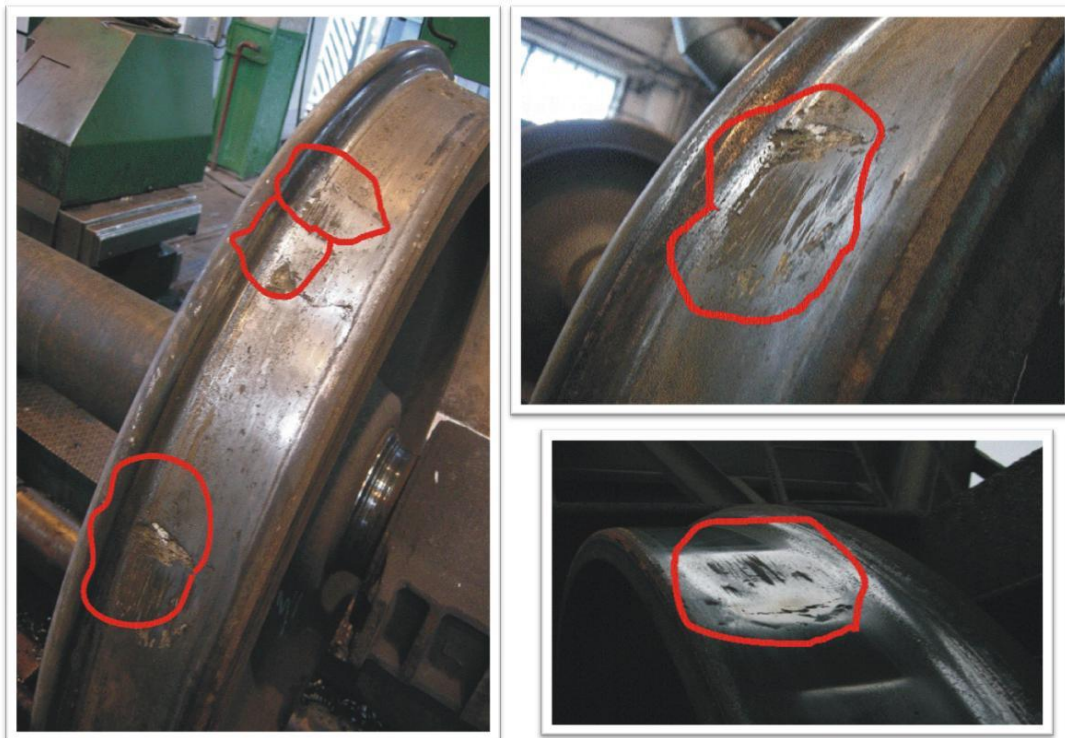


Рис. 1. Пошкодження поверхні кочення коліс

Постановка завдання. Шляхом впровадження конструкційних, технологічних і експлуатаційних заходів повністю виключити появи відмов у вигляді коротких нерівностей коліс складно, оскільки причинами їх виникнення, поряд з іншими, можуть бути випадкові непрогнозовані чинники, серед них: короткочасні динамічні розвантаження колісних пар при проході по нерівностях рейок, зниження коефіцієнта зчеплення коліс з рейками під час атмосферних опадів, взаємний вплив відмов коліс та ін.

У цьому випадку актуальним уявляється завдання оперативної реєстрації пошкоджень коліс, що вже виникли на шляху прямування, і своєчасного сповіщення поїзної бригади і наземних служб, для запобігання загрози безпеці руху, мінімізації можливих наслідків і скорочення часу на ТО і Р вагонів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Важливою характеристикою експлуатаційної надійності вантажних

вагонів є витрати часу на технічне обслуговування і поточний ремонт. Тому одними із основних показників, що характеризують надійність колісних пар у експлуатації, є коефіцієнт готовності (A) та коефіцієнт простою (U). Коефіцієнти готовності та простою показують безпосередній зв'язок між показниками безвідмовності та ремонтпридатності і широко використовуються у загальній теорії надійності машин.

Стаціонарні значення коефіцієнтів готовності та простою для відновлюваних об'єктів визначаються за виразами 1 та 2:

$$A = \frac{T_c}{T_c + T_v} = \frac{\mu}{\mu + \lambda}, \quad (1)$$

де T_c - середній напрацювання на відмову;
 T_v - середній час відновлення;
 μ - інтенсивність відновлення ($\mu = 1/T_v$);
 λ - інтенсивність відмов.

$$U = \frac{T_{\epsilon}}{T_c + T_{\epsilon}} = \frac{\lambda}{\mu + \lambda} \quad (2)$$

З виразу 1 видно, що для збільшення коефіцієнта готовності потрібно прагнути не тільки до збільшення напрацювання на відмову колісних пар, але й до скорочення часу змушеного простою вагона на операціях ТО і Р. Застосування засобів

віддаленого контролю технічного стану колісних пар вагонів дозволяє значно скоротити час змушеного простою вагонів.

Середній час відновлення, тобто заміни колісної пари на шляху прямування [13], наведено в (табл. 1) він має вигляд

$$T_{\text{в}} = t_{\text{з}} + t_{\text{д}} + t_{\text{о}} + t_{\text{п.д.}} \quad (3)$$

Таблиця 1

Аналіз складових середнього часу відновлення

Позна-чення	Загальнотехнічне визначення	Модифіковане визначення	Чисельне значення, хв
$t_{\text{з}}$	активний час заміни елемента конструкції	час заміни колісної пари	42 – 54
$t_{\text{д}}$	час, що витрачається на доставку запасних частин від місця зберігання до місця ремонту об'єкта	час на маневрові роботи	20-40
$t_{\text{о}}$	організаційний час, тобто час, обумовлений витратами на виклик фахівців до місця експлуатації об'єкта, діагностув. технічного стану	час обробки рухомого складу	15 – 30
$t_{\text{п.д.}}$	додатковий час простою у зв'язку з відсутністю запасних частин в наявності	затримка у зв'язку з відсутністю потрібної колісної пари	не нормується

Підвищення коефіцієнта готовності можна досягти також завдяки зменшенню часу обробки рухомого складу $t_{\text{о}}$ і скороченню простою у зв'язку з відсутністю відповідної колісної пари $t_{\text{п.д.}}$, шляхом оперативного контролю технічного стану колісних пар в рейсі вагона і своєчасної підготовки до ремонту на ПТО. Результат отримується завдяки суміщенню операцій, що проводять на шляху прямування (контроль технічного стану; визначення номера вагона та несправної колісної пари, визначення найближчого ПТО), і операцій, що проводять на ПТО (виклик робітників та підготовка обладнання, підготовка до відчеплення вагона, транспортування нової колісної пари до місця заміни).

Функціональна (робоча) акустична діагностика є найбільш інформативною і розвиненою серед інших на залізничному транспорті, оскільки володіє рядом очевидних переваг:

- широка інформативність (в акустичному сигналі міститься вся інформація про робочі процеси об'єкта);
- висока чутливість до несправностей, що виникають;
- достатня простота технології виміру;
- широкі можливості автоматизованого аналізу результатів [14].

Акустична діагностика впроваджується у ролі бортових систем контролю технічного стану на пасажирських вагонах та локомотивах [15,

16]. Недоліками систем, у яких первинні перетворювачі діагностичних параметрів розташовані безпосередньо на кожному

об'єкті контролю (рис.2), є громіздкість конструкції, невисока надійність і труднощі при ТО і Р.



Рис. 2. Ходова частина вагона з п'єзоелектричним датчиком

Звукові коливання при русі вагона можуть бути достовірним джерелом інформації про технічний стан колісних пар. Акустичний сигнал від взаємодії колеса і рейки утворюється як сума збурень, що мало різняться за величиною і утворюють складну квазістохастичну послідовність. При проході вагоном рейкових стиків, стрілок та ін. на фоні

квазістохастичної послідовності порівняно слабких імпульсів з'являється кілька послідовностей з великою амплітудою. При наявності на поверхні кочення колеса короткої нерівності період проходження імпульсів пропорційний швидкості руху вагона, а амплітуда пропорційна інтенсивності співударання (рис. 3).

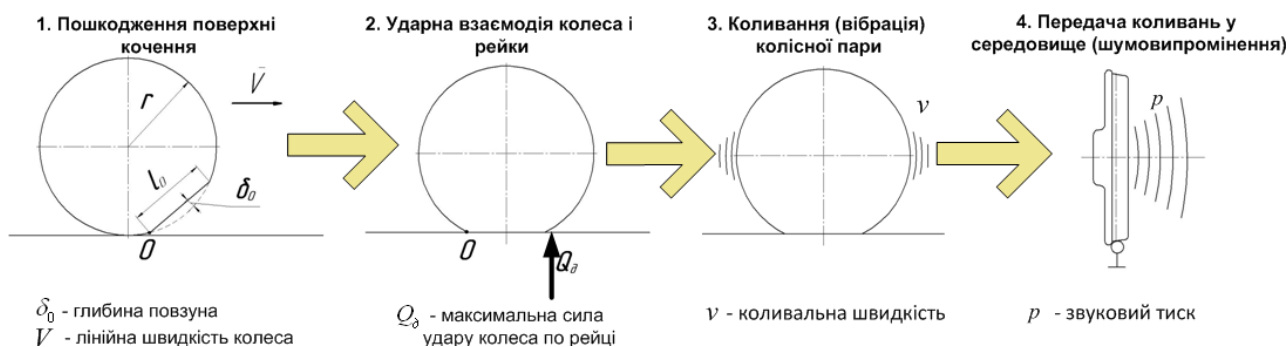


Рис. 3. Схема шумоутворення від ударної взаємодії колеса з короткою нерівністю на поверхні кочення з рейкою

Використання як первинних перетворювачів мікрофонів спрощує конструкцію системи контролю технічного стану колісних пар вагона. Для виявлення колісної пари з короткою нерівністю достатньо одного датчика на вагон [1, 2].

Для роботи діагностичного пристрою на вантажному вагоні під час руху необхідне автономне джерело електричної енергії, яке повинно відповідати таким вимогам:

- забезпечення електричною енергією споживачів при малих швидкостях руху та під час відстою;
- міцна, стійка до різних погодних умов та вандалозахисна конструкція;
- зручність при ТО та забезпечення безпеки руху.

Вказані вимоги задовольняє буксовий генератор, що працює спільно з акумуляторною батареєю. Роботи з дослідження особливостей експлуатації та розроблення технічного завдання

пропонованої конструкції ведуться на кафедрі «Вагони» УкрДАЗТ під керівництвом проф. І.Е. Мартинова.

Висновки:

- пошкодження колісних пар у значній мірі обмежують пробіг вагонів між деповськими ремонтами, а прості, викликані поточним ремонтом, приводять до порушення графіка руху поїздів;
- доведена ефективність застосування безперервного акустичного способу контролю колісних пар, як найбільш технологічного і уніфікованого джерела інформації в режимі реального часу;
- як джерело електричної енергії для живлення діагностичних пристроїв на вантажному вагоні необхідно використовувати буксовий генератор спільно з акумуляторною батареєю;
- в результаті запропонованих заходів досягається скорочення часу вимушеного простою вагона на ПТО на 1,3 год.

Список літератури

1. Спосіб дистанційного акустичного контролю рейкового рухомого складу під час руху [Текст]: пат. 95863 Україна: МПК B61K 9/08 (2006.01), G01S 5/14(2006.01) / Бондаренко В.В., Візник Р.І., Скуріхін Д.І.; заявник та патентовласник Українська державна академія залізничного транспорту. – № a201005510; заявл. 05.05.2010; опубл. 12.09.2011, Бюл. № 17/2011. – 5 с.
2. Система дистанційного акустичного контролю рейкового рухомого складу під час руху [Текст]: пат. 96483 Україна МПК B61K 9/08 (2006.01), G01S 5/14(2006.01) / Бондаренко В.В., Візник Р.І., Скуріхін Д.І.; заявник та патентовласник Українська державна академія залізничного транспорту. – № u201101014; заяв. 04.11.2009; опублік. 10.11.2011, Бюл. №21/2011 – 7 с.
3. Кривошеев, В.Н. Оценка состояния колесных пар по статистическим данным на направлении Москва-Ленинград [Текст] / В.Н. Кривошеев // Исследование неровностей колес пассажирских вагонов: сб. науч. трудов ВНИИЖТ. – Вып. № 608. – М.: Транспорт, 1979. – С. 5-12.
4. Кривошеев, В.Н. Анализ неровностей на поверхностях катания колес, выявленных методом силового контроля [Текст] / В.Н. Кривошеев // Исследование неровностей колес пассажирских вагонов: сб. науч. трудов ВНИИЖТ. – Вып. № 608. – М.: Транспорт, 1979. – С. 60-74.
5. Блохин, Е.П. Влияние состояния ходовых частей пассажирского вагона на его динамические характеристики [Текст] / Е.П. Блохин, А.Н. Пшинько, Г.И. Богомаз, Е.Н. Ковтун, О.М. Маркова, В.В. Малый // Залізничний транспорт України. – 2005. – № 2. – С. 92-94.

6. Данченко, О.А. Исследование принципов построения и разработка устройства автоматического обнаружения неравномерного проката колес железнодорожных вагонов [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07 / О.А. Данченко; [ВНИИЖТ]. – М., 1983. – 18 с.
7. Венедиктов, А.З. Колеса диагностирует комплекс «Экспресс-локомотив» [Текст] / А.З. Венедиктов, В.Н. Тирешкин, О.В. Пальчик, Д.С. Доков // Локомотив. – 2005. – № 12. – С. 28-29.
8. С. Ytuarte. Railway Age. - 2002. - №1. P. 37-39.
9. Т. Judge. Railway Age. - 2001. - №4. P. 45-46.
10. Покровский, С.В. Системы диагностики на электровозах нового поколения [Текст] / С.В. Покровский, Ф. Фалько, Ш. Гай, М. Вюст // Локомотив. – 2006. – № 2. – С. 44-46.
11. Burgwinkel, F. Rensmann. Glasers Annalen. – 2003. - №3/4. – P. 132-138.
12. М. Schmeja. Glasers Annalen. – 2002, 126 Tagungsband, – P. 258-266.
13. ЦЛ-0030 Типовий технологічний процес підготовки та екіпіровки в рейс пасажирських вагонів та швидкісних поїздів (Т 07.02).
14. Осяев, А.Т. Перспективы вибродиагностики [Текст] / А.Т. Осяев, А.А. Сергеев // Локомотив. – 2006. – № 9. – С. 40-41.
15. Демин, Р.Ю. Компьютерная система контроля состояния ходовых частей вагона [Текст] / Р.Ю. Демин, Ю.В. Демин, Д.В. Дмитриев // Залізничний транспорт України. – 2003. – № 5. – С. 4-6.
16. Пристрій для безперервного моніторингу стану коліс рухомого складу [Текст]: пат. 19305 Україна: МПК В61К 9/00 / Войтенко В.П., Осенін Ю.І., Войтенко Г.О.; заявник та патентовласник Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля. - №u200606125; заявл. 02.06.2006; опубл. 15.12.2006, Бюл. № 12. – 6 с.

Ключові слова: акустичний контроль, колісна пара, діагностика.

Анотації

В публікації розглянуті найпоширеніші пошкодження колісних пар та обґрунтований їх негативний вплив на елементи ходових частин вагонів. Зазначено, що на залізницях України експлуатуються тільки наземні системи виявлення перегрітих букс і загальмованих колісних пар, інші операції контролю проводяться оглядачами вагонів. Зосереджено увагу на тому, що функціональна акустична діагностика є найбільш інформативною і розвиненою серед інших на залізничному транспорті, а звукові коливання при русі вагона можуть бути достовірним джерелом інформації про технічний стан колісних пар.

Зроблений висновок про ефективність застосування безперервного акустичного способу контролю колісних пар як найбільш технологічного і уніфікованого джерела інформації в режимі реального часу.

В публикации рассмотрены распространенные повреждения колесных пар и обосновано их негативное воздействие на элементы ходовых частей вагонов. Отмечено, что на железных дорогах Украины эксплуатируются только наземные системы обнаружения перегретых букс и заторможенных колесных пар, другие операции контроля проводятся осмотрщиками вагонов. Сосредоточено внимание на том, что функциональная акустическая диагностика является наиболее информативной и развитой среди других на железнодорожном транспорте, а звуковые колебания при движении вагона могут быть достоверным источником информации о техническом состоянии колесных пар.

Сделан вывод об эффективности применения непрерывного акустического способа контроля колесных пар как наиболее технологичного и унифицированного источника информации в режиме реального времени.

The publication considered widespread damage to wheels and justified their negative impact on the elements of the undercarriage of cars. It is noted that at the Ukrainian railways are operated only land-based detection system overheated axle boxes and braked wheel sets and other control operations are conducted service staff cars. Focused attention on the fact that the functional acoustic detection is the most informative and well-developed among others by rail, and the sound vibrations when driving the car can be a reliable source of information on the technical condition of the wheel sets.

The conclusion about the efficacy of continuous acoustic monitoring method wheelsets as the most technologically sophisticated and unified source of information in real time.