

УДК 629.4.083:629.45

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.141.2013.93301>

**РОЗРОБЛЕННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ МАКЕТНОГО ЗРАЗКА
ПРИСТРОЮ АКУСТИЧНОГО КОНТРОЛЮ КОЛІСНИХ ПАР**

Канд. техн. наук В.В. Бондаренко, асист. Д.І. Скуріхін, Т.В. Мосійчук

**РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ МАКЕТНОГО ОБРАЗЦА УСТРОЙСТВА
АКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КОЛЕСНЫХ ПАР**

Канд. техн. наук В.В. Бондаренко, ассист. Д.И. Скурихин, Т.В. Мосийчук

**DEVELOPMENT AND TESTING OF MOCK-ACOUSTIC CONTROL
DEVICES WHEELSETS**

Cand. of techn. sciences V.V. Bondarenko, D.I. Skurikhin, T.V. Mosiychuk

Розглянуто сучасні засоби неруйнівного контролю ходових частин вагонів, виділено їх недоліки та запропоновано альтернативний підхід до контролю технічного стану колісних пар під час руху пасажирського вагона. На основі проведених досліджень сформульоване технічне завдання та розроблений макетний зразок пристрою акустичного контролю з імітатором сигналу. Доведено, що пристрій акустичного контролю дає змогу автоматично

визначати відмови колісних пар під час руху пасажирського вагона, відтворювати в реальному режимі часу аудіоінформацію, зняту з мікрофонів для оцінки технічного стану колісних пар експертом віддалено.

Ключові слова: вагон, колісні пари, акустичний контроль, короткі нерівності, макетний зразок, імітатор акустичного сигналу.

Рассмотрены современные средства неразрушающего контроля ходовых частей вагонов, выделены их недостатки и предложен альтернативный подход к контролю технического состояния колесных пар при движении пассажирского вагона. На основе проведенных исследований сформулировано техническое задание и разработан макетный образец устройства акустического контроля с имитатором сигнала. Доказано, что устройство акустического контроля позволяет автоматически определять отказы колесных пар при движении пассажирского вагона, воспроизводит в реальном режиме времени аудиоинформацию, снятую с микрофонов для оценки технического состояния колесных пар экспертом удаленно.

Ключевые слова: вагон, колесные пары, акустический контроль, короткие неровности, макетный образец, имитатор акустического сигнала.

The article deals with modern means of nondestructive testing undercarriages of cars are highlighted their shortcomings and propose an alternative approach to the control of the technical condition of wheel sets in motion a passenger car. Based on these studies formulated terms of reference and developed scale-model device with acoustic control signal simulator. It is proved that a sonic control to automatically identify failures wheelsets when driving a passenger car, play, real-time audio data removed from microphones to evaluate the technical condition of wheelsets expert remotely.

Keywords: car, wheel sets, acoustic control, short inequality model sample, wannabe acoustic signal.

Постановка проблеми. Технічний стан колісних пар безпосередньо впливає на безпеку руху поїздів, а його зміна під час рейсу створює аварійні умови експлуатації. Короткі ізольовані нерівності на поверхні кочення коліс є однією з найпоширеніших відмов ходових частин [2], які знижують довговічність осей колісних пар та підшипників буксових вузлів. Непідресорені елементи ходових частин пасажирського вагона за весь термін служби при експлуатації без пошкоджень поверхні кочення колеса сприймають орієнтовно $37 \cdot 10^4$ ударів із прискореннями взимку та влітку. При експлуатації колісної пари з короткими нерівностями на поверхні кочення частота появи зазначених прискорень збільшується:

- для $k = 2$ – в 20,5 разів;
- для $k = 3$ – у 32 рази,

(k – коеф. динамічного перевантаження).

Аналіз досліджень і публікацій.

Аналіз технології експлуатації й технічного обслуговування пасажирських вагонів показав, що на залізницях України немає засобів автоматизованого контролю технічного стану колісних пар під час руху поїздів, окрім теплових. Відмови колісних пар виявляють оглядачі вагонів на станціях, що не задовольняє вимоги підвищення достовірності, автоматизації та оперативності контролю технічного стану вагонів.

Постановка завдання. Природний знос і пошкодження випадкового характеру коліс істотно обмежують безвідмовний пробіг вагонів, що знижує економічну ефективність роботи залізниць. В даній публікації проведений короткий огляд сучасних засобів контролю технічного стану колісних пар під час руху вагона.

Значна увага приділена розробленню та дослідженню конструкційних особливостей пристрою для контролю технічного стану колісних пар.

Виклад основного матеріалу дослідження. Використання ефективних методів та засобів контролю технічного стану найбільш відповідальних елементів вагонів дозволяє поєднати планово-попереджувальну систему ремонту й технічного обслуговування вагонного парку з більш доцільною з економічної точки зору системою ремонту за технічним станом.

На залізницях України технічний стан колісних вагонів під час руху контролюють оглядачі вагонів на станціях прямування, що не забезпечує безперервності і оперативності контролю. Щодо бортових систем безперервного контролю ходових частин під час руху існують лише розробки

українських вчених: система АСТК і пристрій на базі електромагнітно-акустичних перетворювачів. В цих системах первинні перетворювачі (датчики вібрації) встановлені на елементах ходових частин, що зумовлює такі недоліки: громіздкість конструкції, невисоку надійність і складності при технічному обслуговуванні вагонів.

Нами запропоновано альтернативний підхід до контролю технічного стану колісних пар під час руху вагона, в основі якого лежить реєстрація пружних коливань колісної пари через повітря датчиками, які розташовані на рамі вагона.

Після аналізу результатів попередніх досліджень [1, 3, 4] нами сформульоване технічне завдання на бортовий пристрій контролю колісних пар пасажирських вагонів під час руху (таблиця).

Таблиця

Технічне завдання на пристрій акустичного контролю колісних пар

Модулі	Призначення	Галузь застосування	Вимоги
Зовнішній пристрій	Приймання і перетворення акустичного сигналу Формування сигналу тривоги	Пасажирські вагони	Формування опорного сигналу, пропорційного швидкості поїзда $T_o \sim V_n$ Приймання вхідного акустичного сигналу в смузі частот 2-5кГц Формування сигналу тривоги; Перетворення сигналу з мікрофона для подачі його на GPS/GSM/GPRS-модуль для прослуховування оточення; Спрямованість дії мікрофона
GPS/GSM/GPRS-модуль	Передача на віддалений ПК користувача: поточних координат об'єкта сигналу тривоги аудіоінформації.	пасажирські вагони	Відображення на віддаленому ПК: індивідуальних даних і місця розташування вагона на карті сигналу тривоги (звуковий, світловий) on-line прослуховування аудіоінформації від зовнішнього пристрою

Розроблений макетний зразок пристрою акустичного контролю складається з мікрофонів, які закріплені на рамі вагона, мікрофонного підсилювача 1, активного смугового фільтра 2, формувача обвідної сигналу 3, формувача каліброваних імпульсів 4, перетворювача частоти в напругу 5, пристрою порівняння

6. До входу пристрою порівняння підключений вихід формувача сигналу швидкості вагона 8, вихід пристрою порівняння підключений до вихідного пристрою 7, причому вихід активного смугового фільтра 2 підключений до входу вихідного пристрою 7 (рис. 1).

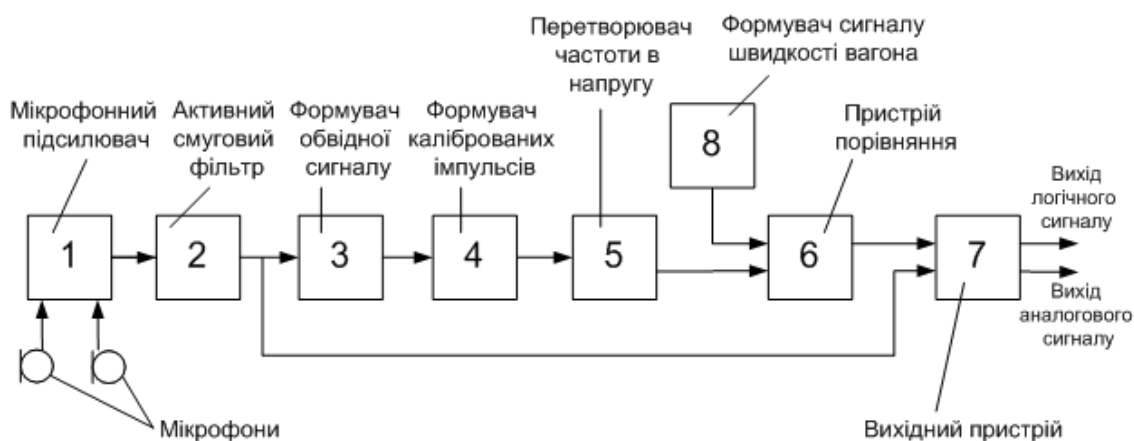


Рис. 1. Структурна схема пристрою акустичного контролю колісних пар

Пристрій працює таким чином. На кожному вагоні пасажирського поїзда розташовані мікрофони М, які сприймають звукові коливання від руху вагона, зокрема взаємодії таких елементів, як колесо-рейка, колесо-гальмівна колодка та ін. Електричний сигнал з виходу мікрофонів подається на вхід мікрофонного підсилювача 1, амплітудно-частотна характеристика якого розрахована для проведення первинної селекції за частотою. З виходу підсилювача 1 сигнал подається на активний смуговий фільтр, де виділяється корисний сигнал, що подається на вхід формувача обвідної сигналу 3 і далі на формувач каліброваних імпульсів 4 для отримання сигналу зі стабільною тривалістю та амплітудою, отримані імпульси надходять у перетворювач частоти в напругу 5, в якому частота імпульсів перетворюється в пропорційну напругу. В пристрої порівняння порівнюються величини напруг з виходів перетворювача частоти в напругу 5 і формувача сигналу швидкості вагона 8, у

випадку рівності напруг в заданому діапазоні пристрій порівняння спрацьовує і сигнал подається на вихідний пристрій 7, що призначений для запобігання спрацюванню від випадкових короткочасних імпульсів і що має затримку спрацювання у часі, на виході якого отримується логічний нуль або одиниця (5 В), також на вхід вихідного пристрою 7 подається сигнал з виходу активного смугового фільтра 2.

Експериментальне дослідження роботи макетного зразка (рис. 2) проведено за допомогою спеціально розробленого імітатора звукового сигналу від взаємодії колеса і рейки (рис. 3). Імітатор підключається до аудіоколонок та відтворює акустичний сигнал від удару колеса по рейці. В імітатор закладені регулювання таких параметрів: швидкість вагона, рівень шуму оточення, тривалість імпульсу. Такі функціональні можливості дають змогу дослідити роботу пристрою в різних експлуатаційних умовах під час руху пасажирського вагона.



Рис. 2. Макетний зразок пристрою акустичного контролю



Рис. 3. Імітатор акустичного сигналу

Спосіб та пристрій акустичного контролю технічного стану колісних пар під час руху вагона захищені патентами на винаходи України №95863 та №96483.

Висновки. В публікації розглянуто сучасні засоби неруйнівного контролю ходових частин вагонів, виділені їх недоліки та запропоновано альтернативний підхід до контролю технічного стану колісних пар під час руху пасажирського вагона. На основі проведених досліджень

сформульоване технічне завдання та розроблений макетний зразок пристрою акустичного контролю з імітатором сигналу. Доведено, що пристрій акустичного контролю дає змогу автоматично визначати відмови колісних пар під час руху пасажирського вагона, відтворювати в реальному режимі часу аудіоінформацію, зняту з мікрофонів, для оцінки технічного стану колісних пар експертом віддалено.

Список використаних джерел

1. Мартинов, І.Е. Підвищення експлуатаційної надійності пасажирських вагонів на основі акустичного контролю колісних пар [Текст] / І.Е. Мартинов, В.В. Бондаренко, Д.І. Скуріхін // Міжнародний інформаційно-технічний журнал «Вагонний парк». – Харків, 2011. – № 6 – С. 36-39.
2. Бондаренко, В.В. Аналіз несправностей пасажирських вагонів у сучасних умовах експлуатації [Текст] / В.В. Бондаренко, Д.І. Скуріхін // Надійність рейкового рухомого складу: зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. № 107. – С. 106-110.
3. Бондаренко, В.В. Динамический анализ колебаний колесной пары вагона при ее движении с короткой неровностью на поверхности катания [Текст] / В.В. Бондаренко, А.Н. Кузнецов, А.И. Рубаненко, Д.И. Скурихин // Научно-технический сборник «Коммунальное хозяйство городов». – Харьков: ХНАГХ. – 2011. – Вип. 97 – С. 278 – 289.
4. Бондаренко, В.В. Бортова система акустичного контролю колісних пар [Текст] / В.В. Бондаренко, Д.І. Скуріхін // Залізничний транспорт України. – 2012. – № 1. – С. 32-35.

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

Бондаренко В'ячеслав Володимирович, канд. техн. наук, доцент кафедри вагонів.
Скуріхін Дмитро Ігорович, аспірант кафедри вагонів.
Мосійчук Тарас Валерійович, слухач ІППК, гр. МЗ-В-Б-11.

Bondarenko V.V., Skurikhin D.I., Mosiychuk T.V.