



**Silesian University
of Technology**

Joint Doctoral School

Faculty of Transport and Aviation Engineering

Department of Transport Systems, Traffic Engineering and
Logistics

**Method of Assessing the Condition of Wheels of
Wheelsets of Railcar During Railroad Drive**

A dissertation submitted to the Joint Doctoral School of Silesian
University of Technology in the fulfilment of the Doctor of Philosophy in
Civil Engineering, Geodesy and Transport

Author:

Yohanis Dabesa Jelila (MSc and Doctoral Candidate)

Supervisor: Wiesław Pamuła (PhD, DSc)

Co-supervisor: Adam Mańka (PhD)

May 23, 2024

Declaration

I, Yohanis Dabesa Jelila, declare that the work presented in this dissertation entitled as "Method of Assessing the Condition of Wheels of Wheelsets of Railcar During Railroad Drive," is original and has been carried out by me under the supervision of dr hab. inż. Wiesław Pamuła Professor of Silesian University of Technology and co-supervisor dr inż. Adam Mańka. This work has not been submitted for any degree or examination in any other university or institution.

I carefully referenced all the sources used in my work and provided complete details of the references in the bibliography section of the dissertation. I understand that plagiarism is a serious academic offence and declare that the work presented in this dissertation is my own and does not contain any material previously published or written by another person without proper acknowledgement or any material that has been submitted for the award of any other degree or examination.

Yohanis Dabesa Jelila

Katowice, May 23, 2024

Streszczenie

Efektywne utrzymanie w ruchu pojazdów kolejowych wymaga bieżącej diagnostyki stanu technicznego podzespołów pojazdów w szczególności układów jezdných. Stan kół wózków determinuje sprawność i bezpieczeństwo ruchu pojazdów. Wybrano jako pole badań ocenę stanu kół pojazdów tramwajowych z zastosowaniem pomiaru parametrów sygnału drganiowego szyny rejestrowanego podczas przejazdu.

Wykonano wstępne badania i uzyskano widma sygnałów drganiowych, istotne dla diagnostyki uszkodzeń kół, w zakresie częstotliwości 50-500 Hz. Maksymalne wartości przyspieszeń drgań nie przekraczały $200 [m/s^2]$. Taki zakres parametrów drgań możliwy jest do pomiaru z użyciem dostępnych czujników przyspieszeń wykonanych w postaci mikroukładów elektromechanicznych - MEMS.

Sformułowano pytanie badawcze: W jaki sposób można użyć czujników przyspieszeń w technologii MEMS do oceny stanu kół wózków pojazdów podczas przejazdu? Postawiono hipotezy badawcze: Analiza obrazu drgań, w przedziale częstotliwości 0-500 Hz, szyn po których porusza się pojazd umożliwia ocenę stanu kół. Energia drgań szyn w charakterystycznych zakresach częstotliwości wskazuje stan kół.

Dokonując przeglądu właściwości transformacji falkowych zwrócono uwagę na transformację MODWPT opartą na dekompozycji z użyciem pakietów falkowych. W literaturze brak prac podejmujących zadanie optymalizacji parametrów MODWPT dla oceny stanu technicznego kół.

Opracowano metodę oceny stanu kół z zastosowaniem danych z czujnika przyspieszeń rejestrującego drgania szyny podczas przejazdu pojazdu. Wybrano jako podstawę przetwarzania transformację MODWPT oraz energię drgań w charakterystycznych przedziałach częstotliwości jako miarę stanu technicznego. Przeprowadzono optymalizację parametrów transformacji, ustalono rodzaj falki bazowej, wymagany poziom dekompozycji oraz charakterystyczne zakresy częstotliwości istotne dla oceny stanu kół.

Przeprowadzono walidację metody podczas próbnych przejazdów tramwajów na torach manewrowych zajezdni. Użyto prototypu czujnika przyspieszeń opartego na akcelerometrze 3-osiowym wykonanym w technologii MEMS. Rejestrowano przyspieszenia drgań szyn po których przemieszczał się pojazd z częstotliwością 1 kHz. W pojeździe zamontowano uszkodzone w różnym stopniu koła. Obliczono energię zarejestrowanych sygnałów z użyciem współczynników transformacji MODWPT z falką bazową Coiflet3 na 8 poziomie dekompozycji w przedziale częstotliwości 420-422 Hz. W celu selekcji „dobrych” i uszkodzonych kół wyznaczono próg detekcji.

Wyniki walidacji potwierdzają możliwość zastosowania czujników w technologii MEMS do oceny stanu a przede wszystkim do sygnalizacji przejazdów z uszkodzonymi kołami. Zastosowanie transformacji MODWPT skutecznie pozwala opisać anomalie drganiowe i tym wskazać uszkodzone koła. Ustalone parametry transformacji MODWPT mogą wymagać korekty gdy przejazdy wykonywane będą na torach w złym stanie technicznym i gdy prędkości przejazdów przekroczą kilka km/godz.

Słowa kluczowe: ocena stanu kół; MEMS czujnik drgań; MODWPT; energia drgań; przedział częstotliwości.