

Dr hab. inż. Alicja Kowalska-Koczwara

Profesor na Politechnice Krakowskiej

akowalska@pk.edu.pl

Politechnika Krakowska

ul. Warszawska 24

31-155 Kraków

Kraków, 08.08.2024

Recenzja spełnia wymogi formularza
Prezadowanego Rady Dyscypliny
Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Yohannisa Dabesy Jelili:

„Metoda oceny stanu kół zestawów kołowych wagonów kolejowych podczas jazdy”

1. Podstawa recenzji

Recenzja została sporządzona na wniosek Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Śląskiej na podstawie uchwały Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Śląskiej z dnia 23 maja 2024 r.

2. Struktura dokumentu

Rozprawa doktorska Yohannisa Dabesy Jelili zatytułowana „Metoda oceny stanu kół zestawów kołowych wagonów kolejowych podczas jazdy” składa się ze 119 stron i 6 merytorycznych rozdziałów, streszczenia w języku angielskim i polskim oraz zestawienia publikacji doktoranta. Poniżej przedstawiono opis treści poszczególnych rozdziałów.

Rozdział 1: Wstęp

W tym rozdziale autor przedstawia tło badań, motywację, problem badawczy, cele pracy oraz ogólną strukturę rozprawy. Rozdział ten pełni rolę wprowadzenia do tematu oceny stanu kół przy użyciu analizy drgań.

Rozdział 2: Metody oceny stanu kół – przegląd literatury

Rozdział omawia różne techniki monitorowania stanu kół, w tym monitoring oparty na analizie drgań. Autor dokonał przeglądu metod analizy drgań w dziedzinie czasu, częstotliwości oraz w dziedzinie czas-częstotliwość (np. transformata falkowa, transformata Fouriera). Porównano różne podejścia, oceniając ich zalety i wady w kontekście oceny stanu kół.

Rozdział 3: Ocena stanu kół na podstawie MODWPT

W rozdziale tym autor opisuje zastosowanie metody transformacji MODWPT do analizy drgań. Przedstawiono kroki przetwarzania sygnału oraz zastosowanie czujników MEMS do pomiaru drgań. Głównym celem jest wykrycie anomalii w sygnałach, które mogą wskazywać na uszkodzenie kół.

Rozdział 4: Walidacja metody na podstawie danych z pomiarów polowych

POLITECHNIKA KRAKOWSKA
Rada Dyscypliny Inżynieria Lądowa,
Geodezja i Transport

wpłynęło dnia 23.09.2024

nr 190 zat.

Rozdział ten omawia wyniki pomiarów polowych przeprowadzonych z wykorzystaniem czujników drgań. Autor przedstawia analizę sygnałów uzyskanych podczas eksploatacji tramwaju oraz walidację metody MODWPT dla oceny stanu kół.

Rozdział 5: Połączenie czujników do monitorowania stanu kół

Rozdział koncentruje się na opisie połączenia czujników opartego na technologii MEMS, stosowanego do monitorowania stanu kół w praktycznych zastosowaniach. Omówiono schematy oraz zużycie energii.

Rozdział 6: Wnioski

Autor podsumowuje wnioski z badań i przedstawia rekomendacje do dalszych badań w tej dziedzinie.

Dodatkowa treść:

Załącznik A zawiera skrypty MATLAB-a używane do analizy danych drgań i oceny stanu kół.

Dokument stanowi kompleksowe opracowanie metod oceny stanu kół wagonów kolejowych przy wykorzystaniu zaawansowanych metod analizy sygnałów drgań, ze szczególnym uwzględnieniem technologii MEMS oraz metody MODWPT.

3. Ocena merytoryczna wyników badań rozprawy

Doktorant Yohannis Dabesa Jelila przeprowadził szczegółową analizę stanu kół pojazdów szynowych podczas ich eksploatacji, opierając się na innowacyjnej metodzie bazującej na technologii MEMS i transformaty MODWPT. Jego projekt badawczy obejmował zarówno etap eksperymentalny, jak i obliczeniowy, co znacząco podnosi wartość naukową i praktyczną pracy. Doktorant przeprowadził pomiary polowe w zajezdni tramwajowej, gdzie rejestrowano drgania generowane przez pojazdy szynowe w różnych warunkach. Następnie przetworzył i przeanalizował dane przy użyciu własnych skryptów opracowanych w MATLAB-ie.

Wysoka precyzja i metodyczne podejście są widoczne w opracowanej metodologii pomiarowej oraz w analizie sygnałów drganiowych. Ważnym aspektem rozprawy jest walidacja zaproponowanej metody w rzeczywistych warunkach, co wymagało starannego zaplanowania eksperymentów i dostosowania sprzętu pomiarowego. Podczas testów terenowych zarejestrowano znaczną liczbę przebiegów drgań w różnych warunkach technicznych kół, co umożliwiło uzyskanie statystycznie istotnych wyników oraz potwierdzenie skuteczności metody MODWPT w wykrywaniu uszkodzeń kół.

W rozdziale dotyczącym analizy wyników pomiarów terenowych doktorant przedstawił szczegółowe obliczenia dotyczące oceny drgań dla różnych pasm częstotliwości i wykazał związki między tymi pasmami a stanem technicznym kół. Duża liczba przeprowadzonych analiz potwierdza umiejętności kandydata w zakresie stosowania zaawansowanych narzędzi do przetwarzania sygnałów i analizy danych. Autor rozprawy skutecznie wykazał, że jego metoda może być wykorzystana do oceny stanu kół pojazdów szynowych, podkreślając praktyczne zastosowanie pracy.

Ponadto doktorant zaproponował kilka usprawnień, które mogłyby zostać wprowadzone w przyszłych badaniach, w tym możliwość optymalizacji parametrów metody w zależności od warunków torowych i prędkości pojazdu. To sprawia, że rozprawa stanowi solidną podstawę do dalszego rozwoju technologii monitorowania stanu technicznego pojazdów szynowych.

Podsumowując, zarówno rozdział dotyczący badań terenowych, jak i wnioski wyciągnięte z analiz, należy ocenić bardzo pozytywnie. Rozprawa wnosi istotny wkład w rozwój metod diagnostycznych stosowanych w transporcie szynowym, a przedstawione wyniki są oryginalnymi i wartościowymi elementami tej pracy.

4. Oryginalne elementy rozprawy doktorskiej Yohannisa Dabesy Jelili

W rozprawie doktorskiej Yohannisa Dabesy Jelili można uznać za oryginalne elementy następujące rozdziały:

- **Rozdział 3: Ocena stanu kół na podstawie MODWPT** – W rozdziale tym autor przedstawia opracowaną przez siebie metodę oceny stanu kół z wykorzystaniem transformaty MODWPT oraz czujników MEMS. Jest to innowacyjne podejście do analizy drgań, które umożliwia skuteczne wykrywanie uszkodzeń kół podczas ich eksploatacji. Zastosowanie tej metody do oceny stanu technicznego kół można uznać za oryginalny wkład w dziedzinie diagnostyki technicznej pojazdów szynowych.
- **Rozdział 4: Walidacja metody na podstawie danych z testów polowych** – Rozdział ten zawiera szczegółowe wyniki pomiarów terenowych przeprowadzonych w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych. Walidacja zaproponowanej metody MODWPT na podstawie danych rzeczywistych z zajezdni tramwajowej stanowi innowacyjny element pracy, potwierdzający praktyczne zastosowanie opracowanej metody.
- **Rozdział 5: Węzeł czujnikowy do monitorowania stanu kół** – Rozdział koncentruje się na połączeniu czujników opartym na technologii MEMS, opracowanym przez autora do monitorowania stanu kół w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych. Opisany system jest oryginalnym rozwiązaniem do zdalnego monitorowania stanu technicznego pojazdów szynowych.

Te rozdziały wnoszą nowe elementy do dziedziny diagnostyki technicznej, a zastosowane metody i narzędzia są innowacyjne, z potencjalnie szerokimi możliwościami zastosowania w praktyce inżynierskiej.

5. Uwagi krytyczne dotyczące pracy

- 5.1 **Złożoność obliczeniowa:** Zastosowanie metody MODWPT, choć skuteczne, wprowadza dużą złożoność obliczeniową, szczególnie w przypadku przetwarzania w czasie rzeczywistym. Może to ograniczyć jej skalowalność i praktyczne zastosowanie w rzeczywistych warunkach.
- 5.2 **Wyzwania związane z przetwarzaniem sygnałów:** Metody analizy częstotliwości, w tym MODWPT, mają ograniczenia w dokładnym przetwarzaniu sygnałów przejściowych, które są kluczowe w wykrywaniu usterek. Użycie tych metod może skutkować trudnościami z przetwarzaniem danych zaszumionych lub niestacjonarnych, co prowadzi do zmniejszenia czułości w wykrywaniu usterek.
- 5.3 **Ograniczenia walidacji:** Walidacja zaproponowanej metody została przeprowadzona w kontrolowanym środowisku, takim jak zajezdnie tramwajowe. Rozszerzenie walidacji na inne rodzaje taboru i rzeczywiste warunki, takie jak pociągi dużych prędkości lub zmienne warunki torowe, mogłoby wzmocnić ogólność wyników.
- 5.4 **Ograniczona liczba punktów instalacji czujników:** Czujniki MEMS zostały zainstalowane w ograniczonej liczbie punktów pod torami, co może obniżać dokładność pomiarów. Dodatkowe punkty lokalizacji czujników na samym pojeździe lub w różnych punktach torów poprawiłyby dokładność danych i lokalizację usterek.

- 5.5 Brak analizy kosztów:** Mimo że rozprawa omawia zalety czujników MEMS, brakuje szczegółowej analizy kosztów wdrożenia takiego systemu na dużą skalę, w tym instalacji i utrzymania czujników.
- 5.6 Zużycie energii w rozwiązaniach IoT:** Proponowany system monitorowania oparty na IoT mocno polega na komunikacji bezprzewodowej, co może napotykać wyzwania związane z zużyciem energii i utrzymaniem niezawodnej transmisji, szczególnie w zaszumionym środowisku, takim jak zajezdnie.
- 5.7 Skupienie się na infrastrukturze tramwajowej:** Badania skupiają się głównie na tramwajach, co ogranicza ich zastosowanie do innych typów pojazdów szynowych. System powinien zostać dostosowany do innych pojazdów, takich jak pociągi dalekobieżne lub transport towarowy, aby wykorzystać jego pełny potencjał.
- 5.8 Wykrywanie usterek:** W pracy wspomniano o trudnościach w wykrywaniu usterek ze względu na charakter stosowanych metod przetwarzania sygnałów. To wyzwanie, w połączeniu z wysokim poziomem szumów terenowych, może wpłynąć na niezawodność wykrywania usterek podczas rzeczywistej eksploatacji.

Rozprawa przedłożona do oceny przez mgr inż. Yohannisa Dabesę jest wynikiem starannie przeprowadzonych badań mających na celu ocenę stanu technicznego kół pojazdów szynowych z wykorzystaniem zaawansowanych metod analizy sygnałów. Doktorant przedstawił wnikliwe studium teoretyczne, wsparte starannie zaplanowanymi pomiarami terenowymi i analizą danych. Opracowana metoda, oparta na technologii MEMS i transformacie MODWPT, stanowi innowacyjne podejście do diagnostyki technicznej.

Szczególnym osiągnięciem doktoranta jest przeprowadzenie pomiarów terenowych, które zostały starannie zaplanowane i wykonane w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych. Testy te stanowią silną walidację zaproponowanej metody i znacznie podnoszą praktyczne zastosowanie badań.

Praca stanowi przykład dobrze przemyślanego i kompleksowego projektu badawczego, który obejmuje wszystkie kluczowe aspekty problemu – od przeglądu literatury, przez eksperymentalne testy terenowe, aż po szczegółowe obliczenia. Choć uwagi krytyczne wskazują na pewne obszary wymagające dalszych badań, nie umniejszają one wysokiej oceny całości pracy.

Biorąc pod uwagę jakość rozprawy oraz jej wkład w rozwój nowoczesnych technologii diagnostycznych, należy uznać, że spełnia ona formalne i merytoryczne wymagania. Rozprawa spełnia wymogi ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (j.t. Dz. U. z 2023 r. poz. 742, z późn. zm.) w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport. Wnoszę o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie autora do publicznej obrony.