

Dr hab. inż. Sławomir WIERZBICKI, prof. UWM
Katedra Mechatroniki
Wydział Nauk Technicznych
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Dipl. -Ing. Armando Miguel Rilo CAÑÁS
pt. „Koncepcja wydłużenia czasu użytkowania zestawów kołowych
w elektrycznych zespołach trakcyjnych”

Promotor: dr hab. inż. Wojciech SAWCZUK, prof. PP

Promotor pomocniczy: dr inż. Grzegorz GRAMZA

*Recenzja wykonana na podstawie pisma nr RD/d/41/03/2024 Przewodniczącego Rady
Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Poznańskiej prof. dr
hab. inż. Jacka Pielechy z dnia 29.10.2024 r.*

Ocena problematyki pracy

Transport kolejowy z uwagi na swoje zalety zyskuje coraz większe znaczenie zarówno jeśli chodzi o przewóz towarów jak i pasażerów. Związane jest to niewątpliwie z rozbudową infrastruktury kolejowej, która miała miejsce w ostatnich latach, jak również z planami dalszej rozbudowy i modernizacji istniejących linii kolejowych. Obecnie transport kolejowy jest najszybszą formą przemieszczania się pomiędzy aglomeracjami miejskimi pod warunkiem istnienia odpowiedniej infrastruktury kolejowej. Nie bez znaczenia jest fakt, że transport kolejowy jest najtańszą formą komunikacji, a dodatkowo najmniej obciążającym środowisko naturalne.

Zapewnienie prawidłowego funkcjonowania transportu kolejowego wymaga okresowej kontroli zespołów jezdnych pojazdów szynowych. Szczególnie istotny jest tu zestaw kołowy odpowiedzialny za prowadzenie pojazdu szynowego po torze. Problem ten

nabiera obecnie szczególnego znaczenia w związku z dążeniem do zwiększania prędkości pojazdów szynowych.

W celu zapewnienia właściwego bezpieczeństwa transportu kolejowego największą uwagę zwraca się na stan kół, które bezpośrednio współpracują z szynami. Z uwagi na ciągły kontakt obracającego się koła z nieruchomą szyną zachodzi zjawisko ich zużycia, co bezpośrednio wpływa na bezpieczeństwo. Konieczna jest zatem kontrola i zarządzanie procesem zużycia tych kół.

Właśnie problem kontrolowanego zużycia i zwiększenia przebiegów zestawów kołowych jest przedmiotem ocenianej rozprawy doktorskiej. Z punktu widzenia walorów naukowych i praktycznych należy uznać, że tematyka recenzowanej pracy doktorskiej jest ważna i aktualna. **Oceniana rozprawa doktorska spełnia zatem wymagania jakie są stawiane tematom prac doktorskich realizowanym w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport.**

Analiza rozprawy doktorskiej

Cześć zasadnicza rozprawy doktorskiej liczy łącznie 171 stron i jest uzupełniona o dwa załączniki zawierające wykresy zużycia zestawów kołowych oraz procedurę opracowaną w programie „Matlab” do zarządzania zestawami kołowymi.

Praca składa się z dziewięciu ponumerowanych rozdziałów. Cześć zasadnicza rozprawy poprzedzona jest streszczeniem w języku polskim i angielskim, wykazem ważniejszych oznaczeń i symboli. Następnie we wprowadzeniu (str. 9-11) Doktorant wprowadza czytelnika w zagadnienia analizowane w rozprawie.

W 1. rozdziale rozprawy (str. 12-30) pt. *„Zużycie w styku koło-szyna”* opisane zostały dość szeroko zagadnienia związane z procesem zużycia w styku koła z szyną, opisane zostały także modele tarcia oraz główne rodzaje zużycia kół kolejowych. W rozdziale tym przedstawiono również miary zużycia oraz metody oceny zużycia kół kolejowych na podstawie analizowanej literatury.

Rozdział 2. ocenianej rozprawy (str. 31-43) *„Procesy obsługowo-naprawcze pojazdów szynowych”* zawiera opis stanu wiedzy dotyczącego eksploatacji pojazdów szynowych. W rozdziale opisano również strategie eksploatacji pojazdów szynowych, miary i wskaźniki oceny efektywności systemów eksploatacji, a także współczesne metody zarządzania stosowane w eksploatacji pojazdów szynowych.

Rozdział 3. (str. 44-64) „*Badania rozpoznawcze zużycia kół pojazdu EN97*” pracy zawiera genezę i metodykę badań rozpoznawczych przeprowadzonych na elektrycznych zespołach trakcyjnych serii EN97. Rozdział ten zawiera również wyniki pomiarów parametrów geometrycznych zestawu kołowego, dla którego następnie wyznaczono charakterystyki zmiany parametrów charakterystycznych w ujęciu ilościowym i jakościowym. Na końcu rozdziału zamieszczono podsumowanie tego etapu badań, a także wskazano dalsze kierunki badań.

Kolejny, 4. rozdział rozprawy (str. 65-97) pt. „*Badania rozpoznawcze zużycia kół i tarcz hamulcowych pojazdu EN76*” zawiera opis metodyki oraz wyniki badań rozpoznawczych przeprowadzonych na pojazdach typu EN76. Rozdział ten zawiera genezę badań, charakterystykę obiektu badań oraz metodykę badań w zakresie zmiany dwóch parametrów zestawu kołowego tj. średnicy kół i grubości tarcz hamulcowych. W rozdziale tym wyznaczono intensywności zużycia tych elementów oraz przedstawiono modele opisujące zmianę średnicy kół i grubości tarcz w funkcji przebiegu zestawu kołowego. Rozdział ten jest zakończony podsumowaniem tego etapu badań.

W rozdziale 5. (str. 98-101), pt. „*Sformułowanie własnej problematyki badawczej*” zawiera przesłanki do zajęcia się problematyką badawczą analizy zużycia zespołów kołowych pojazdów szynowych, w których Autor zwraca uwagę na ważność podjętej tematyki. Rozdział ten zawiera, tezę i cele rozprawy, oraz opis zadań badawczych umożliwiające osiągnięcie postawionego celu rozprawy.

Rozdział 6. rozprawy (str. 102-127), pt. „*Koncepcje zarządzania zestawami kołowymi*” zawiera opis czterech koncepcji zarządzania zestawami kołowymi:

- koncepcja zamiany zestawów kołowych w całym pojeździe (ZZWP);
- koncepcja zamiany zestawów kołowych w wózku (ZZWW);
- koncepcja zamiany wózków bez obracania (ZWBO);
- koncepcja zamiany wózków z obracaniem (ZWZO).

Celem nadrzędnym rozważań i analiz jest wydłużenie czasu użytkowania i przebiegu zestawów kołowych do osiągnięcia wymiaru kresowego w zakresie średnicy kół jak i grubości tarcz hamulcowych. W rozdziale tym zamieszczono również wyniki zmiany parametrów charakterystycznych kół analizowanych w rozprawie.

W rozdziale 7. (str. 128-143) pt. „*Ocena zaproponowanych koncepcji zarządzania zestawami kołowymi*” opisano kryteria oceny przydatności proponowanych koncepcji zarządzania zestawami kołowymi. Opisano również wymaganą infrastrukturę potrzebną do wdrożenia zaproponowanych koncepcji

zarządzania zestawami kołowymi. Dokonano także analizy przydatności parametrów i symptomów stanu zestawu kołowego do zastosowania danej koncepcji. W rozdziale tym zamieszczono algorytmy, a także propozycje konstrukcji wózków w celu ułatwienia zarządzania procesem ich eksploatacji.

Rozdział 8. (str. 144-159) pt. „*Przykład zastosowania koncepcji*” pracy przedstawia wyniki badań na pojeździe EN57AL, w którym zastosowano zaproponowane koncepcje zarządzania zestawami kołowymi i dokonano wyboru najlepszej według kryterium wydłużenia czasu użytkowania i wydłużenia przebiegu pojazdu. Na podstawie tych badań wykazano potwierdzenie postawionych celów pracy i tezy badawczej.

W ostatnim, 9. rozdziale pt. „*Podsumowanie pracy*” zamieszczono wnioski naukowe, wnioski praktyczne, a także proponowane dalsze kierunki badań.

Zasadniczą część rozprawy kończy wykaz literatury, który zawiera 141 pozycji, z czego jednej współautorem jest Autor rozprawy. Wybór literatury uważam za trafny i wystarczający.

Ocena merytoryczna rozprawy

Tematyka ocenianej rozprawy dotyczy aktualnego tematu badawczego, związanego ze zwiększeniem trwałości i bezpieczeństwa użytkowania pojazdów szynowych. Temat ten wpisuje się w zakres dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Doktorant do realizowanego tematu podszedł bardzo szeroko, na początku przedstawiał teoretyczne zagadnienia związane z współpracą koła z szyną oraz procesami obsługowo-naprawczymi pojazdów szynowych. Następnie po przeprowadzeniu obszernych badań wstępnych mających na celu rozpoznanie przebiegu zużycia kół dla dwóch typów pojazdów szynowych doktorant sformułował tezę i cel rozprawy. W mojej ocenie przeprowadzenie badań wstępnych przed sformułowanie problemu naukowego jest niezwykle istotne i zasługujące na szczególne podkreślenie.

Teza rozprawy „*Możliwe jest wydłużenie czasu użytkowania i wydłużenie przebiegu pojazdu szynowego poprzez odpowiednie zarządzanie zestawami kołowymi w systemie ich eksploatacji oparte o wybrane charakterystyki ich zużycia.*” sformułowana jest poprawnie i wynika zarówno z przeglądu literatury jak i z analizy wyników badań wstępnych.

Podobnie, sformułowane cele naukowe i użyteczne rozprawy są logiczne i wynikają z wcześniejszych rozważań Autora.

W dalszej kolejności Doktorant zaproponował cztery strategie zarządzania zestawami kołowymi i przeprowadził szerokie badania. Metodyka tych badań jest prawidłowa i nie budzi żadnych wątpliwości. Następnie Doktorant przedstawił w czytelny sposób wyniki badań jak również dokonał szczegółowej ich interpretacji. Dodatkowo Doktorant przedstawił modele regresyjne zależności średnicy kół, grubości tarcz hamulcowych w funkcji czasu eksploatacji pojazdu. Opracowane modele dobrze opisują uzyskane wyniki, co potwierdza poprawność przyjętych założeń.

Przeprowadzona w dalszej części ocena zaproponowanych koncepcji zarządzania zestawami kołowymi również nie budzi żadnych zastrzeżeń. Doktorant w przejrzysty sposób dokonał analizy uzyskanych wyników przy wykorzystaniu właściwych wskaźników.

Na szczególne podkreślenie zasługuje opracowanie algorytmów zarządzania zestawami kołowymi, w tym:

- algorytm decyzyjny konieczności przeprowadzenia zamiany zestawów kołowych;
- algorytm zmiany kół zestawów kołowych;
- algorytm zarządzania zestawami kołowymi w celu zmniejszenia intensywności zużycia kół na średnicy;
- algorytm zarządzania zestawami kołowymi w celu zmniejszenia intensywności zużycia tarcz hamulcowych.

Co istotne do tych algorytmów Doktorant opracował również procedury numeryczne opracowane w środowisku Matlab.

Jako ostatni etap badań Doktorant przeprowadził badania weryfikujące, które miały na celu porównanie skuteczności zaproponowanych koncepcji zamiany zestawów kołowych. W efekcie tych badań przedstawił zestawienie przedstawiające zwiększenie przebiegu i czasu użytkowania wózków napędowych i tocznych dla każdej z analizowanych koncepcji.

Podsumowując ocenianą rozprawę uważam, że Doktorant prawidłowo i wyczerpująco rozwiązał postawiony w pracy problem naukowy. Do jego rozwiązania wykorzystał prawidłowe metody badawcze, prawidłowo zaplanował badania, następnie przeprowadził analizę wyników, opracował koncepcje zwiększania przebiegu i czasu użytkowania zestawów kołowych oraz przeprowadził badania weryfikujące.

Na uwagę i podkreślenie zasługuje również bardzo szeroki opis teoretyczny analizowanych zjawisk oraz zamieszczanie podsumowań po każdym z rozdziałów, pozwala to przy obszernych rozdziałach podsumować i usystematyzować opisane w poszczególnych rozdziałach rozważania.

Warto również podkreślić, że Doktorat oprócz wniosków naukowych i praktycznych zamieścił w pracy propozycje dalszych badań. Wskazuje to na szersze spojrzenie Doktoranta na analizowaną problematykę i dostrzeganie kierunków prowadzenia dalszych prac w celu poprawy efektywności i bezpieczeństwa transportu kolejowego.

Oceniana rozprawa napisana jest poprawnym językiem technicznym, zawiera nieliczne błędy stylistyczne i językowe. Rysunki, wykresy i tabele są starannie przygotowane i nie wymagają uzupełnień.

Uwagi krytyczne

W mojej ocenie rozprawa jest zbyt obszerna, zawiera zbyt dużo informacji podstawowych. Przykładowo w rozdziale 1 Doktorant zamieścił dość długi opis dotyczący teorii tarcia. W rozważaniach tych wyszedł, aż od teorii opracowanej przez Leonarda da Vinci (XV / XVI wiek), przytaczając późniejsze rozważania m.in. Amontonsa (XVII wiek), Coulomba (XVIII wiek), doszedł do obecnie obowiązujących zależności

i praw opisujących zjawisko tarcia. Rozprawa doktorska powinna prezentować aktualne podejścia do analizowanego problemu i wskazywać luki w wiedzy. Tym bardziej, że Doktorant w rozprawie de facto nie zajmował się problemem tarcia np. próbami jego zmniejszania, a jedynie sterowaniem procesem zużycia kół pojazdów szynowych będącego skutkiem tarcia.

Jako pewien mankament uważam, też brak informacji o materiałach z jakich wykonane są koła wózków jezdnych oraz szyny. Materiał z jakiego wykonane są koła jest jednym z podstawowych parametrów, który decyduje o zużyciu koła współpracującego z szyną. To samo dotyczy klocków hamulcowych, na str. 23 jest tylko stwierdzenie „*Od wielu lat klocki żeliwne zostały zastąpione klockami z materiału organicznego typu K, L lub LL i proces czyszczący koło nie jest już tak skuteczny*”.

Przedstawione w rozdziale 8 wyniki badań oceniających skuteczność poszczególnych koncepcji zarządzania zużyciem kół zawierają wartości zwiększenia przebiegu kół w km, uważam że warto byłoby podać również procentowy wzrost tej

wartości. W mojej ocenie taki wskaźnik lepiej opisywałby korzyści wynikające z zastosowania proponowanych rozwiązań.

Przeprowadzona w podrozdziale 7.2 analiza kosztów pracy dla każdej z analizowanych koncepcji w mojej ocenie jest nieprawidłowa. Przy ocenie kosztów Doktorant jak sam założył nie uwzględniał zakupu narzędzi i urządzeń technicznych argumentując to jako koszt jednorazowy i zakładany długi okres ich bezawaryjnej pracy. Niestety ale nawet jednorazowy zakup z punktu widzenia zakładu wiąże się z wzrostem kosztów, co przekłada się na koszt świadczonych usług. Ponadto w kosztach świadczenia usług zakłady naprawcze muszą uwzględniać inne koszty związane z funkcjonowaniem zakładu. Przy tego typu analizie uważam, że wystarczyłoby określenie roboczogodzin. Ten parametr pozwala na jednoznaczne porównanie kosztów poszczególnych koncepcji zamiany kół. Natomiast zaproponowane w rozprawie przyjęcie do analizy kosztów minimalnej obowiązującej stawki godzinowej brutto jest błędne. Należy zakładać, że tego typu prace wykonują pracownicy w wyższymi kwalifikacjami, ponadto należy pamiętać że pracodawca ponosi dodatkowe koszty z tytułu zatrudnianie pracownika (ok. 22%).

Konkluzja

Zawarte w mojej recenzji nieliczne uwagi krytyczne nie wpływają na ogólną, pozytywną ocenę rozprawy, często uwagi te mają charakter dyskusyjny.

Biorąc, zatem pod uwagę omówione i ocenione wyżej rezultaty rozprawy doktorskiej stwierdzam, że oceniana rozprawa doktorska Armando Miguel Rilo CAÑÁS, pt. „*Koncepcja wydłużenia czasu użytkowania zestawów kołowych w elektrycznych zespołach trakcyjnych*” spełnia wymogi stawiane pracom na stopień doktora, zgodnie z art. 190 ust. 3 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.)

Wnioskuje zatem o dopuszczenie Dipl. -Ing. Armando Miguel Rilo CAÑÁS do publicznej obrony ocenianej rozprawy doktorskiej.