

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Małgorzaty Kuźnar

pt.: **Metoda trójwartościowej oceny stanu technicznego nakładki ślizgowej odbieraka prądu pojazdu szynowego**

Promotor: dr hab. inż. Andrzej Sowa

Promotor pomocniczy: dr inż. Maciej Michnej

1. Informacje ogólne

Recenzja opracowana została na zlecenie Rady Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej (pismo nr M.00-520-200/2019 z dnia 01.10.2019 r.) na podstawie dostarczonej rozprawy doktorskiej pod wyżej wymienionym tytułem.

2. Ogólna charakterystyka pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. **Małgorzaty Kuźnar** liczy 199 stron zwartego opracowania wraz ze spisem literatury w liczbie 94 pozycji.

Rozprawa podzielona jest na 9 rozdziałów w tym wstęp dyskusja, wnioski i bibliografia. Integralną część pracy stanowi załącznik zamieszczony w końcowej części rozprawy.

Praca ma charakter teoretyczno-eksperymentalny i związana jest z problematyką diagnostyki technicznej, a w szczególności diagnostyki odbieraków prądu pojazdów kolejowych.

Rozprawa napisana jest poprawnym, precyzyjnym językiem. Układ pracy przejrzysty, podział treści rozprawy na rozdziały i podrozdziały w większości poprawny. Terminologia i pojęcia stosowane w pracy nie budzą większych zastrzeżeń. Materiały ilustracyjne oraz tabele z wynikami badań zamieszczone w pracy, w sposób właściwy przedstawiają studia Doktorantki, które dotyczą modelowania zmian parametrów eksploatacyjnych odbieraka prądu kolejowych pojazdów szynowych.

3. Ocena podjętego tematu

Transport jest działalnością mającą na celu pokonywanie przestrzeni i ma też istotny wpływ na sprawne i efektywne funkcjonowanie każdego działu gospodarki narodowej, stanowi również czynnik intensyfikujący rozwój miast i regionów. Jednym z istotnych rodzajów transportu jest transport szynowy. Większość linii kolejowych w Polsce jest zelektryfikowana. Taki sposób dostarczania energii do pojazdu determinuje konieczność stosowania odbieraków prądu. Jednym z elementów tego zespołu pojazdu szynowego jest

nakładka, która podczas eksploatacji ulega zużyciu. Brak diagnostyki tych elementów, a zwłaszcza systemów decyzyjnych może być przyczyną niepożądanych awarii odbieraków prądu, które mogą skutkować uszkodzeniami innych elementów pojazdów lub infrastruktury. Dodatkowo należy nadmienić, że zbyt wczesna wymiana odbieraków lub ich elementów jest niekorzystna nie tylko finansowo, ale też środowiskowo.

Autorka podjęła się bardzo nietatwego, ale ważnego zadania związanego z opracowaniem metody oceny stanu odbieraków prądu pojazdów szynowych z wykorzystaniem z jednej strony danych archiwalnych zawartych w kartach pomiarowych, a z drugiej strony nowoczesnych i wydajnych metod analizy danych tzn. uczenia maszynowego.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzenia uważam, że wybór tematu rozprawy jest aktualny i istotny dla poprawy jakości eksploatacji ważnych zespołów pojazdów szynowych jakimi są odbieraki prądu.

4. Analiza treści rozprawy

W przedstawionej do recenzji rozprawie, Autorka podjęła się zadania związanego z oceną stanu technicznego odbieraków prądu w kolejowych pojazdach szynowych. W związku z powyższym, główny cel pracy jaki zdefiniowała Autorka jest następujący: Opracowanie metody trójwartościowej oceny stanu technicznego nakładek ślizgowych odbieraków prądu pojazdów szynowych na podstawie wyników uzyskiwanych w obecnie istniejącym systemie diagnostyki. Uważam, że cel pracy został sformułowany prawidłowo. Na podstawie zdefiniowanego celu ogólnego Autorka zdefiniowała cele szczegółowe, które są rozszerzeniem i uszczegółowieniem ogólnego celu pracy. Konsekwencją zdefiniowanego celu pracy było określenie zadań badawczych, realizacja których jest niezbędna dla osiągnięcia celu pracy. Zadania te zostały poprawnie sformułowane i wytyczają kolejne kroki realizacji pracy.

Pierwszy rozdział pracy jest wprowadzeniem do problematyki i zagadnień poruszanych w pracy. Autorka w sposób jasny i precyzyjny wskazała obszar badań oraz zagadnienia, które są istotne dla rozwiązania postawionego problemu badawczego.

W rozdziale drugim dokonano analizy zagadnień związanych z budową odbieraków prądu i ich współpracy z siecią trakcyjną, procesami destrukcyjnymi elementów odbieraka prądu, klasyfikacją stanów technicznych oraz metodami i możliwościami diagnostyki predykcyjnej uwzględniając najnowsze trendy w metodach analizy danych (sieci neuronowe, uczenie maszynowe etc.). Na podstawie tych analiz wskazano newralgiczne elementy tych zespołów lokomotyw mające wpływ na ich trwałość.

W kolejnym rozdziale doktorantka wykonała analizy związane z identyfikacją potrzeby rynkowej opracowywanego w pracy systemu. Moim zdaniem jest to jeden z istotnych aspektów pracy, świadczący o dojrzałości Autorki, która ma świadomość, że nie wszystkie opracowane rozwiązania mogą być wykorzystane w rzeczywistej eksploatacji. W celu identyfikacji potrzeby rynkowej wykonano następujące zadania: scharakteryzowano rynek kolejowy w Polsce, przedstawiono obecnie istniejące rozwiązania, a także określono zapotrzebowanie rynkowe na rezultaty wynikające z pracy.

W rozdziale czwartym przedstawiono cel, tezy pracy, problem badawczy przesłanki naukowo badawcze dotyczące analizowanego obszaru wiedzy. Na podstawie analizy stanu wiedzy oraz przesłanek naukowo badawczych sformułowano tezy i cele pracy.

Rozdział piąty to opis zakresu i konstrukcji pracy. Na uwagę w tym rozdziale zasługują precyzyjne sformułowane zadania badawcze pozwalające osiągnąć zdefiniowany cel pracy.

Pierwszym rozdziałem merytorycznym związanym z realizacją celu pracy, jest rozdział szósty w którym opisano Badania wstępne zawierające następujące etapy: przedstawienie sposobu gromadzenia danych w postaci kart pomiarowych odbieraków prądu, skalę problemu związaną z uszkodzeniami nakładek ślizgowych, i badania dotyczące możliwości predykcji grubości nakładki ślizgowej odbieraka prądu jako rejestrowanej w czasie przeglądów technicznych cechy diagnostycznej. Na szczególną uwagę zasługuje rozdział 6.4 w którym Autorka w klarowny sposób przedstawiła swoje nowatorskie pierwiastki naukowe, zawarte w dysertacji.

Rozdział 7 przedstawia strukturę bazy danych oraz analizę zgromadzonych danych obejmującą opracowanie reguł decyzyjnych pozwalających na identyfikację przyczyny wymiany elementów odbieraka prądu. W rozdziale tym opisano również opracowane i przebadane modele predykcyjne stanu technicznego odbieraka prądu ze szczególnym uwzględnieniem modelu dającego najlepsze wyniki pod względem predykcji stanu technicznego. Opisano również metodę trójwartościowej oceny stanu technicznego uwzględniającą opracowany model predykcyjny. Zaproponowano zastosowanie modelu hybrydowego w celu poprawy jakości otrzymywanych wyników. Na pochwałę zasługuje także fakt, że większość monottonnych do analizy materiałów zamieściła w załączniku co ułatwia czytanie monografii.

Ostatni rozdział zawiera wnioski wynikające z przeprowadzonych badań oraz kierunki dalszych badań.

5. Merytoryczna ocena pracy

Autorka rozprawy skoncentrowała się na zagadnieniach związanych z opracowaniem metody trójwartościowej oceny stanu technicznego nakładki ślizgowej odbieraka prądu pojazdu szynowego. Zmiany stanu technicznego tego elementu mają istotny wpływ na ogólną sprawność techniczną pojazdu szynowego. Zagadnienia te nie są łatwe, wymagają dużej wiedzy teoretycznej i praktycznej, dlatego uważam, że Autorka podjęła się nietatwego zadania związanego z pozyskaniem danych, ich konwersją do formy cyfrowej a następnie analizy.

Najważniejszym elementem pracy jest opracowanie sześciowarstwowego algorytmu opisującego metodę trójwartościowej oceny stanu technicznego nakładki ślizgowej odbieraka prądu pojazdu szynowego.

Autorka dokonała szerokiego przeglądu literatury przedmiotu z zakresu metod oceny stanu technicznego odbieraków prądu. W wyniku przeprowadzonej analizy literatury Autorka stwierdziła, że w dotychczasowych opracowaniach przedstawiane są badania dotyczące tematu. Brak jest natomiast prac związanych z opracowaniem reguł decyzyjnych dotyczących klasyfikacji stanów technicznych analizowanych zespołów pojazdów szynowych. W związku z tym zaproponowała własną metodę, która wypełni lukę w opisywanych w rozprawie rozważaniach.

W zaproponowanej w ramach pracy metodzie, zastosowano trójwartościową klasyfikację stanu technicznego nakładek odbieraka prądu. Takie podejście umożliwia wydłużenie czasu eksploatacji z jednoczesnym zmniejszeniem prawdopodobieństwa wystąpienia awarii. Autorka udowodniła w pracy, że wprowadzenie dodatkowego stanu (dopuszczalnego), jest o wiele mniej kosztowne niż przedwczesna wymiana lub awaria odbieraka prądu. Zastosowanie danych archiwalnych moim zdaniem jest właściwym podejściem, ponieważ prowadzenie badań w rzeczywistych warunkach byłoby czasochłonne i kosztowne.

Autorka w syntetyczny sposób podsumowała wyniki swoich badań i porównała je z wynikami innych naukowców. Przeprowadziła rzetelną i krytyczną dyskusję nad możliwościami wykorzystania wyników swoich badań oraz poszerzenia ich zakresu.

Praca Pani mgr inż. Małgorzaty Kuźnar jest na wysokim poziomie merytorycznym i naukowym, posiada również duży zasób wiedzy praktycznej oraz cechuje się profesjonalizmem w podejściu do zagadnień związanych z diagnostyką maszyn. Warsztat naukowy przedstawiony w rozprawie świadczy o dużej dojrzałości naukowej doktorantki, wiedzy oraz interdyscyplinarnego podejścia do rozwiązywanych zagadnień. Potrafi bardzo dobrze rozwiązywać bardzo skomplikowane zagadnienia związane pozyskiwaniem i analizą danych, które cechuje wiele różnych warstw problemów, między innymi: technicznym, środowiskowym itp., które w swej naturze nie są łatwe i wymagają wszechstronnej wiedzy oraz naukowego przygotowania do ich rozwiązywania.

Myślę, że niektóre elementy pracy (dotyczące przebiegu badań) powinny być bardziej wyeksponowane, ponieważ Doktorantka wykonała bardzo obszerną pracę, wymagającą dużego zaangażowania i nakładu czasu, a w rozprawie nie zostało to uwypuklone.

Uważam zatem, że badania opisane w rozprawie dotyczące opracowania metody oceny stanu technicznego nakładek odbieraka prądu są autorską propozycją mgr inż. Małgorzaty Kuźnar.

6. Uwagi szczegółowe

Podczas czytania i analizy treści rozprawy zauważyłem szereg potknięć edytorskich, terminologicznych i merytorycznych, które wymagają komentarza i ustosunkowania się Autora pracy. Do najważniejszych należą:

1. Str. 5 wers 6 od góry: jest - Pociąga to zwykle za sobą znaczne straty czasu i kosztów – czy to oznacza, że koszty maleją?
2. Str. 5 wers 4 od dołu: Chodzi tu przede wszystkim... - żargon.
3. Str. 7 wers 9 od góry: jest - Sztucznej Inteligencji ze względu na możliwość analizy bardzo dużych zbiorów danych powiązanych ze sobą w sposób pośredni, a dodatkowo w krótkim czasie. Proponuję: Sztucznej Inteligencji ze względu na możliwość analizy bardzo dużych zbiorów danych powiązanych ze sobą w sposób pośredni, a dodatkowo w relatywnie krótkim czasie.
4. W pracy występuje tzw., „tekst wiszący” poniżej wyjaśnienie ogólne problemu:
 - przy numeracji cyfrowej wielorzędowej po tytule rozdziału 1 powinien od razu następować tytuł podrozdziału 1.1, a tuż po tytule podrozdziału 1.5 powinien być tytuł podrozdziału 1.5.1 itd.; między nimi nie powinno być żadnych tekstów (zwanymi wiszącymi),

- teksty te to z reguły ogólne wprowadzenia do rozdziałów, omówienia czy streszczenia,
 - jeżeli tekst wiszący jest cennym i niezbędnym wprowadzeniem do tematu powinien mieć numer i tytuł,
 - jeśli tekst ten zawiera same ogólniki lub omówienie dalszej części rozdziału powinien zostać usunięty przez Autorkę,
 - w pracy Autora występuje taki tekst w rozdziałach: 2, 3, 6, 7, 8.
5. Powołania powinny na rysunki lub tabele powinny być zamieszczone przed nimi a po każdym z rysunków powinien być komentarz, ponieważ rysunki są integralną częścią tekstu.
 6. Rozdział nie powinien kończyć się tabelą lub rysunkiem.
 7. Równanie (2) brak opisu zmiennych.
 8. Brak konsekwencji zapisu w równaniach (3-5).
 9. W równaniach (4 i 5) powinna znaleźć się informacja o gradiencie.
 10. Str. 25 wers 1 od góry: jest - Obecnie w diagnostyce technicznej coraz większy nacisk kładziony jest na metody, które poza detekcją uszkodzeń i klasyfikacją stanów technicznych umożliwiają również ich predykcję. – nie zgadzam się z tym zdaniem, ten proces trwa od co najmniej 30 lat.
 11. Str. 27 wers 1 od dołu: jest - Poniżej krótko opisano wybrane algorytmy. – a poniżej koniec strony.
 12. Równania (8,9,11) są tożsame, wystarczy raz zapisać i się na nie powołać.
 13. Rys. 30. Brak komentarza jakie parametry się mierzy i analizuje.
 14. W wielu rysunkach tytuł zaczyna się od słowa wykres, myślę, że można je pominąć bez ubytku na jakości pracy.
 15. Na str. 80-96 są same rysunki bez komentarzy, dodatkowo są strony z pustym miejscem.
 16. Rys. 88. Proponuję miesiące opisać liczbami rzymskimi.
 17. Str. 105 wers 3 od dołu: ... wpływ na wynik. – Zapytuję czego?
 18. Str. 107 wers 7 od dołu. Jest - ...w celu uniknięcia uszkodzenia nakładki ślizgowej. – To jest niemożliwe. Proponuję: w celu uniknięcia awaryjnego uszkodzenia nakładki ślizgowej.
 19. Rys. 90 i 91 są nieczytelne.
 20. Str. 119 drugi akapit od dołu błąd numeru tabeli.
 21. Rozdział 7.3.4 podać przyczynę opracowania modelu hybrydowego.
 22. Rys. 101 i poprzednie nagłówki: Uważam: że w przedstawionym algorytmie nie może być mowy o etapach, ponieważ etapy powinny być ułożone w kolejności chronologicznej, w tym algorytmie przepływ informacji między „ETAPAMI” jest dwustronny, dlatego proponuje nazwać je np. Warstwami lub podsystemami.
 23. Str. 111. Można dowodzić tezę, a nie jej poprawność.
 24. Proponuję rysunki numerować rozdziałami.
 25. Wnioski podzielić na: Poznawcze, Utylitarne i Kierunki dalszych badań.
 26. Bibliografia błędny zapis pozycji [31 i 91].
 27. Opisy na rysunkach powinny być w języku polskim.

