

Warszawa, dn. 09.09.2019 r.

Prof. dr hab. inż. Stanisław Radkowski
Instytut Pojazdów
Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych
Politechnika Warszawska

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Mateusza Tyczki
pt. „Metoda optymalizacji energochłonności pojazdu z napędem hybrydowym
z wykorzystaniem zarządzania energią w pojeździe”

1. Uwagi o sformułowanym zadaniu

Na zanieczyszczenia środowiska naturalnego po raz pierwszy zwrócono uwagę w Wielkiej Brytanii, w dramatycznych okolicznościach, gdy w Londynie w dniach 5-9 grudnia 1952 roku w skutek katastrofalnego stężenia dymu i mgły (smogu) zmarło kilka tysięcy osób. Bardzo wysokie stężenie dwutlenku siarki w atmosferze prowadziło do silnych uszkodzeń układu oddechowego. Efektem tego wydarzenia było pod koniec lat pięćdziesiątych ubiegłego stulecia wprowadzenie pierwszych regulacji prawnych dotyczących ilości związków toksycznych emitowanych przez urządzenia grzewcze oraz pojazdy samochodowe. Przez lata ewolucja uwarunkowań legislacyjnych skupiona była wokół pomiarów emisji spalin, co prowadziło sukcesywnie do rozszerzania liczby analizowanych związków w spalinach, z jednoczesnym ograniczaniem ich dopuszczalnych wartości, a następnie podjęciem problematyki paliw odnawialnych i, co znalazło wyraz w recenzowanej rozprawie, pojazdów o napędzie elektrycznym. Dynamiczny rozwój tych ostatnich i związane z tym zagadnienia poznawczo-aplikacyjne stały się dominującymi problemami systemu transportowego. W pracy Doktorant wnosi szereg nowych problemów wymagających rozwiązania w obszarze zastosowania energii elektrycznej w napędach pojazdów transportowych. Należy do nich zaliczyć dyskusje nad koncepcjami napędu, strategii projektowania i doboru mobilnych magazynów energii, rozwiązaniami podejmujących dobór parametrów w tym gęstość mocy i energii, a przede wszystkim podstawowego zadania jakim jest poprawa efektywności energetycznej układu napędowego i całego pojazdu.

Biuro Dziekana

wpłynęło dnia 17.09.2019
nr 1475/D/006 zat. 2 egzempl.
2018/2019

Mając na uwadze obecny stan wiedzy w tym zakresie należy uznać, że cele rozprawy sformułowane przez Autora są poprawne, a tematyka pracy ma duże znaczenie naukowo–poznawcze i aplikacyjne.

2. Charakterystyka pracy

Rozprawa doktorska zatytułowana „Metoda optymalizacji energochłonności pojazdu z napędem hybrydowym z wykorzystaniem zarządzania energią w pojeździe” Składa się z 7 rozdziałów poprzedzonych spisem treści i wykazem skrótów. Dodatkowo praca zawiera streszczenia w języku polskim i angielskim oraz bibliografię liczącą 141 pozycji, z których zdecydowaną większość Autor przywołuje w treści rozprawy. Układ treści, podział na rozdziały, sformułowanie celu rozprawy oraz wniosków końcowych są czytelne i logiczne.

3. Ogólna ocena rozprawy

Celem pracy jest utworzenie nowej metody zarządzania energią w pojazdach hybrydowych. Metoda powinna cechować się szybkim czasem obliczeń, dodatkowo Autor założył, że w metodzie wykorzystuje się jedynie zapis prędkości pojazdu z ostatnich kilkunastu minut i nie uwzględnia się dodatkowych danych, takich jak sygnał GPS, informacje pochodzące z innych pojazdów, infrastruktury itp. Metoda, zgodnie ze spostrzeżeniami Doktoranta, po udoskonaleniu powinna być możliwa do zastosowania w pojeździe. Podstawą pisanej metody jest synteza istniejących metod zarządzania energią w pojeździe. Weryfikacja metody bazowała na symulacjach i obliczeniach numerycznych. Wyników pracy nie weryfikowano z użyciem pojazdu o napędzie hybrydowym.

W rozdziale pierwszym wprowadzono zagadnienia związane z udoskonalaniem pojazdów z napędem eklektycznym i hybrydowym, oraz metod zarządzania energią w pojeździe, na przykładzie stosowanych obecnie algorytmów. Następnie przedstawiono cel pracy oraz tezę rozprawy: **„Istnieje możliwość zmniejszenia energochłonności pojazdu PHEV oraz kosztów jego eksploatacji poprzez zastosowanie odpowiedniej strategii zarządzania energią w pojeździe.”**

W rozdziale drugim, który stanowi istotną część rozprawy doktorskiej, przedstawiono wybrane zagadnienia zarządzania energią w pojazdach hybrydowych, w tym kluczowe pojęcia wykorzystywane w pracy odnośnie budowy pojazdów hybrydowych oraz optymalizacji zużycia energii w tych pojazdach. Rozdział zawiera również rozległy przegląd literatury, szczególnie dotyczący wykorzystywanych metod i algorytmów zarządzania energią w pojeździe. Przegląd ten stanowi niewątpliwie dużą wartość w merytorycznej ocenie pracy oraz potwierdza duże kompetencje Autora w tematyce dotyczącej przedstawionej rozprawy doktorskiej.

W rozdziale trzecim Autor przedstawił zaproponowaną przez Niego metodę zarządzania energią w pojeździe wraz z uzasadnieniem i opisem sposobu wykorzystania opracowanych procedur. Przedstawiona metoda wykorzystuje inne, znane metody i algorytmy służące do zarządzania energią w pojeździe, które zostały hierarchicznie ze sobą połączone.

Istotą metody jest utworzenie struktury, wykorzystującej inne, znane metody i algorytmy zarządzania energią w pojeździe, które zostały połączone tak aby wyjście jednej procedury stanowiło wejście kolejnej.

W czwartym rozdziale opisano model matematyczny pojazdu oraz zastosowaną metodę zarządzania energią. W szczególności przedstawiono sposób modelowania poszczególnych elementów pojazdu, z omówieniem wpływu doboru parametrów modeli na ich zachowanie. Autor zdecydował się na przeprowadzenie badań na podstawie samochodu ciężarowego. Głównym powodem tej decyzji była dobra znajomość parametrów pojazdu. Następnie Autor dokładnie opisał zaproponowaną metodę, uwzględniając wszystkie niezbędne wzory i równania. Opisano także samą funkcję celu będącą kryterium oceny dla badanej metody.

W rozdziale piątym opisano poszczególne algorytmy wykorzystane w przyjętym rozwiązaniu, z podkreśleniem znaczenia optymalizacji ich parametrów. Wiele miejsca poświęca Autor prezentacji metody tworzenia sztucznych profili prędkości, które zastosował ze względu na brak dostępnych profili prędkości dla samochodów ciężarowych. Przyjęty tok postępowania w procedurze generowania profili prędkości o zadanej charakterystyce, jest również częścią procedury określania optymalnych parametrów metody.

Rozdział szósty zawiera opis badań weryfikacyjnych proponowanej metody dla różnych profili prędkości, które stały się podstawą do sformułowania uogólnionych wniosków, w szczególności porównywania uzyskanych wyników z rezultatami uzyskiwanymi przy użyciu innych algorytmów.

W rozdziale siódmym Autor podsumowuje całość pracy. W pierwszej części streścił prace wykonana przy przygotowywaniu rozprawy. Następnie przybliży zakres prac prowadzonych w ramach przygotowania rozprawy, by następnie sformułować szczegółowe wnioski i wskazać kierunki dalszych prac.

Wyniki uzyskane w eksperymencie symulacyjnym i podczas przeprowadzanych analiz porównawczych potwierdziły uprzednie rozważania i poprawne wyznaczenie celów. Całość przeprowadzonych wywodów należy uznać za przekonujące. Przedstawiony materiał ma kompleksowy charakter i wskazuje na dobre przygotowanie warsztatowe Kandydata.

4.Uwagi szczegółowe i zapytania

Na str. 60 rozprawy w równaniu (8) pomija się problem dokładności wyznaczania poszczególnych parametrów a tym samym możliwość badania wpływu dokładności ich wyznaczania na poprawność końcowego rozwiązania i prowadzenia analizy residualnej.

Na str. 62 w równaniu wyznaczającym siłę napędową nie uwzględniono występowania więzów holomicznych bądź nieholomicznych pomiędzy pojazdem a drogą, co w rzeczywistości ma istotny wpływ na wyznaczaną siłę napędową.

W równaniu (11) każdy z uwzględnionych parametrów jest przyjmowany z tą samą wagą, która powinna być ustalana na podstawie eksperymentu statystycznego umożliwiającego wielowymiarową analizę regresyjną. Skąd pewność, że żadnego zróżnicowania wag nie należy uwzględniać? Jest to szczególnie ważne w kontekście przyjęcia równania (6) jako sposobu predykcji prędkości pojazdu.

5.Końcowa ocena pracy

Oceniając całość przedstawionej rozprawy należy podkreślić istotną wagę poznawczą i techniczną głównego problemu pracy. Autor w głównej mierze skupił się nad zagadnieniami zarządzania energią elektryczną w napędach wieloźródłowych, co w pełni wyczerpuje zakres rozprawy doktorskiej. Równocześnie takie ujęcie pozwala całkowicie ocenić poprawność przyjętej metodyki postępowania, przeprowadzić analizę i zweryfikować otrzymane wyniki.

Zagadnienie zostało rozwiązane samodzielnie, a uzyskane rezultaty mogą być w części wykorzystane bezpośrednio w postaci rozwiązań aplikacyjnych, w części stanowią przesłankę do dalszych badań metodycznych. Rozwiązując zadanie określone w pracy Autor wykazał się dobrą znajomością i wyczuciem problemów technicznych i rzetelną wiedzą w dziedzinie napędów wieloźródłowych, szczególnie w zakresie badań odnośnie ich efektywności energetycznej. Połączenie tej wiedzy ze znajomością metod prowadzenia badań symulacyjnych umożliwiło Doktorantowi rozwiązanie interesującego zadania naukowego.

W szczególności warto podkreślić merytoryczną stronę rozprawy, Wyniki pracy udowadniają postawioną w niej tezę. Metoda zaproponowana w pracy daje wyniki porównywalne z innymi metodami, jednak na obecnym etapie nie nadaje się do zastosowania w pojeździe, ze względu na nieznacznie gorsze wyniki od aktualnie stosowanych metod. W przypadku dokładniejszej predykcji prędkości pojazdu, jak mogłoby to mieć miejsce w przypadku pojazdów autonomicznych, bądź korzystających z dodatkowych informacji drogowych, prezentowana metoda charakteryzuje się potencjałem umożliwiającym uzyskanie lepszych rezultatów w porównaniu do obecnie wykorzystywanych procedur.

Na uwagę zasługuje zakres prac badawczych, które umożliwiły opracowanie recenzowanej rozprawy doktorskiej, oryginalność rozwiązania istotnego zagadnienia naukowego, a tym samym fakt potwierdzenia umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej przez Doktoranta. Stąd, przedłożona rozprawa może służyć za podstawę do rozpatrzenia wniosku o nadanie Kandydatowi stopnia doktora nauk technicznych. Wobec spełnienia wszystkich wymogów Ustawy o Stopniach i Tytule Naukowym stawiam wniosek o dopuszczenie mgr. inż. Mateusza Tyczki do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'M' followed by a smaller, less distinct signature.