

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Tomasza Kosztyły

pt. „Opracowanie systemu nagrzewania silnika spalinowego z hybrydowym układem napędowym przy zastosowaniu akumulatora ciepła”

opracowana na zlecenie Dziekana Wydziału Mechanicznego Politechniki Krakowskiej

Recenzowana rozprawa ma objętość 121' stron i zawiera 10 rozdziałów oraz spis oznaczeń, skrótów i symboli, bibliografię (86 pozycji) oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. Struktura pracy jest prawidłowa z właściwym podziałem na rozdziały i podrozdziały. Praca zawiera wszystkie niezbędne elementy charakterystyczne dla pracy doktorskiej.

1. Wybór tematu rozprawy

Temat rozprawy wybrano bardzo dobrze. Autor zajął się interesującym i aktualnym problemem modernizacji układu chłodzenia silnika spalinowego w pojeździe samochodowym z hybrydowym układem napędowym.

Napędy hybrydowe pojazdów, dzięki możliwości odzyskiwania energii oraz stabilizacji warunków pracy silnika spalinowego, wykazują wyższość nad rozwiązaniami klasycznymi, zwłaszcza w warunkach ruchu miejskiego, i są obecnie z powodzeniem stosowane w coraz większej liczbie pojazdów samochodowych. W warunkach ruchu miejskiego silnik spalinowy układu hybrydowego pracuje w sposób przerywany powodując wydłużone w czasie dochodzenie do stabilnej temperatury końcowej, co skutkuje zwiększeniem zużycia paliwa i emisji toksycznych składników spalin. Znanym od lat sposobem rozwiązania problemu przyspieszenia nagrzewania silnika jest zastosowanie rekuperatorów i akumulatorów ciepła.

Celem recenzowanej pracy było opracowanie własnej modyfikacji układu chłodzenia w hybrydowym układzie napędowym pojazdu samochodowego z użyciem akumulatora ciepła oraz opracowanie odpowiedniego algorytmu sterowania przepływem ciepła

Uważam wybór tematu recenzowanej rozprawy doktorskiej za trafny, aktualny i innowacyjny. Wiedza i doświadczenia zebrane w trakcie prac nad rozprawą mogą być przydatne w praktyce.

2. Zawartość rozprawy, elementy nowości, oryginalność

We wstępie autor uzasadnił obecny trend zwiększającego się udziału napędów hybrydowych w napędach pojazdów samochodowych. Następnie, w rozdziale 2 autor najpierw omówił problematykę nagrzewania i stabilizacji temperatury roboczej silnika spalinowego w pojazdach z hybrydowym układem napędowym. Następnie, w dalszej części rozdziału drugiego autor dokonał krótkiego przeglądu literatury omawiając znane rozwiązania wykorzystania w pojazdach samochodowych akumulatorów ciepła. Doktorant przedstawił tu trudności z adaptacją układu chłodzenia do współpracy z akumulatorem ciepła.

W kolejnej części rozdziału drugiego autor przedstawił wstępne badania doświadczalne obejmujące testy drogowe z użyciem samochodów Toyota Prius i Toyota Yaris Hybrid, które ujawniły istotę problemu stabilizacji temperatury silnika w zależności od temperatury otoczenia, wykazując zasadność podjęcia tematu.

W rozdziale 3 Doktorant przedstawił autorską koncepcję modernizacji seryjnego układu chłodzenia silnika spalinowego w hybrydowym układzie napędowym wraz z algorytmem sterowania obiegiem ciepła.

Krótki rozdział 4 zawiera cel naukowy pracy, którym było opracowanie metody skrócenia czasu wstępnego nagrzewania silnika spalinowego pracującego w hybrydowym układzie napędowym pojazdu. Rozdział ten zawiera także tezę pracy, która stwierdza, że modyfikacja układu chłodzenia w hybrydowym układzie napędowym pojazdu z użyciem akumulatora ciepła wraz z opracowaniem odpowiedniego algorytmu sterowania wymiany ciepła, pozwala na skrócenie czasu nagrzewania silnika spalinowego.

Rozdział 5 zawiera omówienie prostego modelu matematycznego i symulacji hybrydowego układu napędowego oraz złożonego modelu matematycznego akumulatora ciepła z przemianą fazową, a także analizy numerycznej działania tego akumulatora.

Rozdział 6 zawiera autorski algorytm sterowania zmodernizowanego układu chłodzenia/akumulacji silnika spalinowego.

W rozdziale 7 omówiono stanowiskowe badania doświadczalne zaprojektowanego akumulatora ciepła oraz wyniki testów drogowych zmodernizowanego układu chłodzenia. Pomiary w pojeździe z hybrydowym układem napędowym potwierdziły słuszność tezy rozprawy.

Rozdział 8 zawiera analizę błędów prowadzonych pomiarów, rozdział 9 zawiera wnioski, a rozdział 10 podsumowanie i propozycje dalszych badań.

3. Ocena metodologiczna pracy

Zamierzony przez autora cel rozprawy wymagał zaprojektowania planu badań stanowiskowych i drogowych, zbudowania i użycia stanowiska laboratoryjnego, przeprowadzenia licznych złożonych testów drogowych oraz przeanalizowania i opracowania wyników. Cel eksperymentalny został w pełni osiągnięty i uzyskane wyniki doświadczalne stanowią wartościowy i oryginalny dorobek naukowy autora.

Praca zawiera także zaawansowane symulacje numeryczne procesów wymiany ciepła w akumulatorze ciepła.

Plan realizacji badań został prawidłowo opracowany. Poszczególne części składowe pracy zostały zaprezentowane w sposób logiczny i czytelny. Zarówno analiza poszczególnych problemów jak i wyciągane wnioski są prawidłowe. Praca jest bogato ilustrowana, co podnosi jej wartość poznawczą i redakcyjną.

Uzyskane wyniki potwierdzają przyjętą tezę pracy, tzn. że zmodyfikowany układ chłodzenia z akumulatorem ciepła wraz z odpowiednim algorytmem sterowania pozwalają na skrócenie czasu nagrzewania silnika spalinowego.

Praca dostarcza szeregu wartościowych, oryginalnych wyników pomiarowych i interpretacji zjawisk, będących rezultatem solidnej i wytrwałej pracy naukowej. Autor zastosował standardowe, ale odpowiednie metody badawcze, i wydaje się, że wydobył wszystkie informacje zawarte w wynikach. Dyskusja wyników jest pogłębiona i poprawna.

Rozprawa napisana jest dobrym językiem polskim, z poprawną terminologią naukowo-techniczną. Jest zwięzła i konkretna.

Oceniam pozytywnie postawienie problemu badawczego, metodologię przeprowadzonych badań oraz analizę i interpretację ich wyników. Rozprawa oprócz walorów naukowych ma dużą wartość praktyczną.

Oceniana rozprawa doktorska jest oryginalna i wartościowa merytorycznie ze względu na wnikliwą analizę ważnego zagadnienia sterowanego nagrzewania silnika spalinowego. W mojej opinii największą wartość naukową mają:

- model akumulatora ciepła z przemianą fazową i analiza numeryczna wymiany ciepła w akumulatorze;
- algorytm sterowania zmodernizowanego układu chłodzenia/akumulacji silnika;
- sformułowanie wniosków i wytycznych umożliwiających podjęcie dalszych prac aplikacyjnych wykorzystania akumulatora ciepła w układzie chłodzenia silnika spalinowego napędu hybrydowego.

4. Uwagi szczegółowe

1. str.13, 8wg – w Kanadzie i krajach skandynawskich już w latach 70-tych XX wieku stosowano grzałki elektryczne w układach chłodzenia silników podłączane na parkingach do gniazdek elektrycznych;
2. str.14 i dalej – pomyłone numery bibliografii w nawiasach kwadratowych
3. str.23, rys. 2.8 – dlaczego wykresy zaczynają się od wartości zerowych?
4. str.41, Tab.2 – brak źródła danych
5. str.46, Tab. 3 – j.w.
6. str.47, Tab. 4 – j.w.
7. str.51, Tab.5 – j.w.
8. str.58, 12wd – analiza numeryczna dotyczy nie modelu tylko wymiany ciepła w akumulatorze ciepła;
9. str.59, 6wd – dlaczego w symulacji przyjęto wodę, a nie glikol. Jak zamodelowano „czystą” wodę?
10. str.79, 7wg – „rejestracja obciążeń silnika” – co mierzono i jak?

4. Usterki edytorskie

1. w całej pracy jednostki są w nawiasach kwadratowych, poza temperaturą. W nawiasach kwadratowych umieszcza się zwykle tylko pozycje literatury;
2. w całej pracy niepoprawnie używa się myślnik, zamiast łącznika (dywizu),
3. str.5, 6wg – Q_s i q_s , obie wielkości oznaczają to samo, ale mają inne jednostki;
4. str.12, 12wd – nieporównywalne
5. str.23, rys. 2.8 – dlaczego wykresy zaczynają się od wartości zerowych?
6. str.18, 10wg – warunkach miejskich;
7. str.18, 13wg – 10 m/s to 36 km/h;
8. str.22, 11wg – różnych wartościach;
9. str.29, 13wg – układu;
10. str.38, 9wg – mechaniki;
11. str.39, 10wg – norm;
12. str.60, 12wg – materiału;
13. str.60, 10wg – nie zaczyna się zdania od Również;
14. str.74, 4wg – przepływ;
15. str.94, 12wd – SNB 38%, a na rys. 7.12 widać 48%;
16. str.94, 2wd – powinno być rys. 7.13;
17. str.95, 14wd – SNB 17%, a na rys. 7.13 widać 37%;
18. str.96, 11wd – SNB 17%, a na rys. 7.14 widać 36%;
19. str.100, 6wg – procentowego;
20. str.108, 10wg – „Łączna objętość płynu w układzie chłodzenia”, zdanie nie dokończone;

21. str.108, 11wg – powinno być;

5. Wniosek końcowy

Wymienione uwagi szczegółowe i edytorskie i mają pomijalne znaczenie dla oceny pracy.

Praca jest ciekawa i dowodzi dużej wiedzy i samodzielności badawczej doktoranta. Istnieje możliwość dalszego rozwoju zaproponowanej koncepcji oraz po spełnieniu szeregu wymagań także wdrożenia do praktyki eksploatacyjnej.

Podsumowując stwierdzam, że autor sformułował oryginalny i aktualny problem naukowy, przeprowadził własne oryginalne badania doświadczalne na podstawie których opracował i przebadął autorski zmodyfikowany układ chłodzenia silnika tłokowego oraz sformułował wnioski.

Doktorant wykazał opanowanie warsztatu naukowego i umiejętność prowadzenia samodzielnych doświadczalnych i numerycznych badań naukowych, analizy wyników i wnioskowania. Doktorant posiadał umiejętność pisania rozprawy naukowej z jasno sformułowanym tytułem, celem, tezą i zakresem pracy oraz zwięzłym, przejrzystym i precyzyjnym opisem metodologii badań i wyników.

Reasumując, uważam, że rozprawa, lokująca się tematycznie w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna, spełnia wymagania stawiane przez obowiązującą Ustawę o stopniach i tytułach naukowych i stawiam wniosek o dopuszczenie jej do publicznej obrony.



