

Katedra Informatyki Stosowanej

Wydział Mechaniczny

Politechnika Krakowska

Recenzja

pracy doktorskiej autorstwa mgr inż. Grzegorza Mędrka pt. *Optymalizacja tarczowego sprzęgła wiskotycznego z cieczą elektoreologiczną*

I. Wstęp

Przedstawiona do recenzji rozprawa mgr inż. Grzegorza Mędrka pod podanym powyżej tytułem zawiera łącznie 136 stron w tym 14 stron jest w postaci załącznika z listingami programów. Wykaz literatury zawiera 138 pozycji. Zasadnicza treść pracy została ujęta w siedmiu punktach a ósmy punkt pracy zawiera podsumowanie i wnioski.

II. Charakterystyka pracy

Rozdział 1 „Wstęp” jest wprowadzeniem do pracy w którym podano inspirację do podjętej tematyki. W tym punkcie określono również cel pracy jakim jest optymalizacja konstrukcji tarczowego sprzęgła wiskotycznego z elektoreologiczną cieczą roboczą przeprowadzona w oparciu o opracowane modele matematyczne cieczy ER oraz geometrii sprzęgła. Jako kryteria optymalizacji przyjęto moment obrotowy przenoszony przez sprzęgło, objętość sprzęgła oraz ustaloną temperaturę pracy sprzęgła. Podczas optymalizacji poszukiwano takich wartości zmiennych decyzyjnych, dla których sprzęgło wiskotyczne z cieczą ER, przenosi duży moment obrotowy przy małych gabarytach i niskiej temperaturze ustalonej pracy sprzęgła.

W rozdziale 2 zamieszczona jest analiza literaturowa dotycząca omawianego zagadnienia poszerzona również o sprzęgła z cieczą MR i metody optymalizacji. Wykazano w niej, że istnieje wiele rozwiązań konstrukcyjnych układów z tymi rodzajami sprzęgieł. Prace nad tymi rozwiązaniami w dalszym ciągu trwają i producenci stale poszukują nowych,

efektywniejszych rozwiązań. Literatura jest tak dobrana i analizowana by pokazać różne podejścia, zarówno w zakresie optymalizacji jak i rozwiązań konstrukcyjnych. Przegląd ten zrobiony jest interesująco zarówno od strony naukowej jak i technicznej. W dalszej części tego punktu został przedstawiony przegląd metod optymalizacji, mający zarówno charakter akademickiego wykładu jak również charakter dyskusji ze względu na realizowaną rozprawę doktorską. Ponadto, zastosowanie metod optymalizacji poparte jest kilkoma przykładami z podobnych zagadnień jakie określono w celu pracy. Na stronie 43 zakończono analizę literatury, z której wyciągnięto 5 zasadniczych wniosków:

1. W sprzęgłach jak hamulcach stosowane są ciecze robocze ER i MR będące mieszaninami dwufazowymi.
2. Najczęściej optymalizowane są hamulce z cieczą MR przeznaczone do pojazdów natomiast brak jest publikacji na temat optymalizacji z cieczą ER w dostępnej literaturze.
3. Konstrukcja urządzeń z cieczą MR jest zwykle przewymiarowana ze względów konstrukcyjnych i nie ma potrzeby przy optymalizacji brania pod uwagę wytrzymałości tych elementów, natomiast odwrotnie jest w urządzeniach z cieczą ER.
4. Zmiana konstrukcji sprzęgieł przy zmianie jego struktury będzie wymagać konieczność oddzielnych obliczeń optymalizacyjnych.
5. W sprzęgłach i hamulcach z cieczą ER pole pomiędzy płaskimi lub walcowymi elektrodami ma rozkład równomierny co upraszcza obliczenia, natomiast odwrotnie jest przy cieczach MR.

W rozdziale 3 przedstawiono założenia do optymalizacji sprzęgła wiskotycznego z cieczą ER. Założenia te poprzedzają opisy schematów kinematycznych oraz modele cieczy i sprzęgieł/hamulców w zastosowaniu do chwytaków. Przedstawiono znane modele cieczy oraz niezbędne równania momentów. Wszystkie analizowane ciecze jak i przyjęte założenia są poparte analizą literaturową.

Rozdział 4. pracy to „Obliczenia optymalizacyjne metodą Monte Carlo”. Użycie tej metody oraz wyniki i dyskusja zostały przedstawione obszernie na str. 62 do 77.

Rozdział 5. pracy to „Obliczenia optymalizacyjne z użyciem algorytmu genetycznego”. Użycie tej metody oraz wyniki i dyskusja zostały przedstawione obszernie na str. 78 do 87.

Rozdział 6. Interpretacja i ocena wyników optymalizacyjnych sprzęgła wiskotycznego z cieczą ER.

Rozdział 7. Badania stanowiskowe prototypu sprzęgła wiskotycznego z cieczą ER.

Przedstawione do analizy sprzęgło zostało zbadane przy napięciu 2 kV, natomiast interesujące byłyby charakterystyki w szerszym zakresie. Nie wyjaśniono czym ten prototyp wyróżnia się na tle innych chwytaków o podobnym zakresie działania.

Rozdział 8. Podsumowanie i wnioski końcowe.

Na zakończenie pracy doktorant przedstawił podsumowanie i wnioski końcowe na dwóch stronach. Po przeczytaniu stwierdzam, że wnioski te są mało wyraziste i mało odkrywczе na przykład:

- doktorant stwierdza we wnioskach, że zaletą stosowania cieczy ER jest prosta konstrukcja sprzęgła/hamulca ze względu na łatwość generowania pola elektrycznego. Natomiast z cieczą MR występuje konieczność stosowania rozbudowanych elektromagnesów co wpływa na znaczne gabaryty przy tym rozwiązaniu co jest dość oczywistym,
- ciecz stosowana w sprzęgłach i hamulcach powinna się charakteryzować niską wartością współczynnika lepkości dynamicznej oraz naprężenie styczne nie zależne od szybkości ścinania.

Wnioski szczegółowe są skoncentrowane na optymalizacji z których wynika, że algorytm genetyczny jest bardziej skuteczny w porównaniu do metody Monte Carlo.

III. Uwagi dyskusyjne

Podczas czytania pracy nasunęło mi się kilka uwag o charakterze dyskusyjnym lub też będącymi sugestiami co dalszego rozwoju. Uwagi te nie mają wpływu na ocenę jakości pracy.

1. Praca dotyczy napędu chwytaka z wykorzystaniem sprzęgieł i hamulców z cieciami ER i MR w zastosowaniu do chwytaków. W pracy zauważa się mając na uwadze zagadnienia optymalizacyjne brak jest określenia na jakim rodzaju chwytaka praca ta będzie się koncentrować. W przemyśle temat chwytaków jest bardzo rozbudowany i stosowane są one zarówno w dużym zakresie udźwigu, od bardzo małych i miniaturowych do bardzo dużych. Dla niektórych wymagań potrzebna jest duża szybkość działania, w innych wymaganiem będzie precyzyjny zacisk ładunku. Ograniczeniem może być też praca w środowisku wymagającym stosowania urządzeń iskro bezpiecznych, a w przemyśle spożywczym zakaz używania niektórych materiałów oraz płynów. Osobnym zagadnieniem jest środowisko, które może być zapyłone i o temperaturze wysokiej lub niskiej nieprzyjaznej dla pracy chwytaka. Kolejnym zagadnieniem jest dynamika i modulacja stałej czasowej działania. W tym zakresie brak jest analizy gdzie umiejscowione jest badane sprzęgło.

2. Odnośnie porównania różnych cieczi mam następujące uwagi: podane w pracy są wykresy dla napięć: 2kW, 3 kW, 4kW, dlaczego nie porównywano ich przy tych samej wartości napięcia, zwłaszcza, że krzywa ścinania silnie zależy od wartości tego napięcia.

3. Nie widzę w pracy rozbudowanego warsztatu matematycznego na przykład w postaci równań cząstkowych pola elektrycznego czy magnetycznego, który byłby wskazówką dla rozwoju co najmniej samego dwu lub wielofazowego medium.

4. Przedstawione sprzęgło w zastosowaniu do chwytaka jest wykorzystane jako element pośredni, zatem zachodzi pytanie, jak na dynamikę wpływają pozostałe elementy chwytaka, może je też trzeba optymalizować.

5. Wydaję mi się, że lepiej byłoby zająć się jednym typem cieczi i szerzej rozwinąć temat, opis sprzęgieł MR jest moim zdaniem niepełny i wygląda trochę na metodę zwiększenia liczby stron pracy.

6. Przełożenie dokładnie wyniku optymalnego często w rzeczywistości bywa nierealne ze względu na warunki konstrukcyjne i technologie wykonania, jaka zatem jest wrażliwość parametrów by określić dopuszczalne odstępstwa od wyznaczonego wyniku optymalnego.

IV. Wnioski końcowe

We wniosku końcowym stwierdzam:

1. Praca mgra inż. Grzegorz Mędrak pt. *Optymalizacja tarczowego sprzęgła wiskotycznego z cieczą elektoreologiczną* spełnia warunki stawiane zgodnie z istniejącymi przepisami dotyczącymi prac doktorskich i może być dopuszczona do publicznej obrony.
2. Składam wniosek o wyróżnienie tej pracy, ze względu na:
 - przeprowadzono badania na oryginalnym stanowisku do badań sprzęgieł z cieczą ER,
 - przeprowadzono optymalizację urządzenia z wykorzystaniem własnego oprogramowania, które umożliwia efektywne uzyskanie pozytywnych wyników,
 - praca napisana jest starannie pod względem edycyjnym,
 - praca ma charakter rozprawy doktorskiej, stanowi przyczynek w rozwoju dyscypliny,
 - w mojej pracy w całości kwalifikuje się do opublikowania.

J. Soules