

Gliwice 26.11.2021r

dr hab. inż. Sławomir Kciuk, prof. PŚ
Katedra Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej
Wydział Mechaniczny Technologiczny
Politechnika Śląska

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr. inż. Łukasza Macyszyna

pod tytułem:

„Budowa i badania dwustopniowej magnetycznej przekładni precesyjnej”

podstawa opracowania: pismo Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej Politechniki
Poznańskiej dr. hab. inż. Olafa Ciszaka, prof. PP, nr DIM.075.168.2021 z dnia 1.10.2021r.,
do którego dołączono egzemplarz rozprawy doktorskiej.

1. Ocena aktualności wybranego tematu

W recenzowanej rozprawie doktorskiej przedstawiona tematyka badawcza ma duże znaczenie poznawcze i aplikacyjne ze względu na zastosowanie w projektowaniu modelowaniu i weryfikacji doświadczalnej wybranej klasy bezstykowych magnetycznych przekładni precesyjnych.

Wobec podjętej tematyki badawczej, w pracy szeroko opisano zagadnienia związane z problematyką projektowania złożonych obiektów technicznych jakimi są magnetyczne przekładnie precesyjne.

Jednym z wyzwań, które podjął doktorant, wspomagając się stosunkowo nowymi narzędziami do symulacji, był dobór cech geometrycznych konstrukcji magnetycznej przekładni precesyjnej. Integracja układów mechanicznych, magnetycznych i innych, każdy o złożonej funkcjonalności i naturze fizycznej, jest kolejnym podjętym w recenzowanej dysertacji wyzwaniem, który w większości znanych mi przypadków realizowany jest przez niezależne grupy projektantów z wykorzystaniem różnorodnego specjalistycznego oprogramowania. Kolejnym wyzwaniem dla Autora niniejszej pracy będzie potencjalna integracja systemów fizycznych i układów sterowania. Nieoptymalne połączenie różnych podsystemów: mechanicznego, magnetycznego i innych, generuje problemy w procesie integracji oraz powoduje niewykorzystanie efektu synergii. Rozwiązanie tego problemu wymaga połączenia oraz dostrojenia systemów na wszystkich etapach procesu projektowania. Takie podejście do zintegrowanego, inteligentnego projektowania systemu technicznego jest nieodzowne. Kolejnym ważnym aspektem w projektowaniu jest dynamicznie rosnący udział nowych technologii oraz nowych materiałów, szczególnie w obszarze metali ziem rzadkich, takich jak neodym, które zmieniają podejście do sposobu projektowania, wytwarzania oraz eksploatacji urządzeń, pojazdów, itp.

Wzrost świadomości praw konsumenta stawia przed konstruktorami zupełnie nowe zadania, zarówno w zakresie stosowania nowoczesnych rozwiązań, jak również nowego systemowego podejścia do zagadnień projektowania i wytwarzania, ze znacznym udziałem technik komputerowych. Złożoność zjawisk występujących w układach typu magnetyczne przekładnie precesyjne a także wysokie koszty prowadzenia prac badawczo-rozwojowych i wdrożeniowych wymagają użycia najnowocześniejszych metod projektowania i systemów zarządzania projektami.

Rozpatrywane w rozprawie problemy mają charakter interdyscyplinarny. Biorąc powyższe pod uwagę, wybrany temat rozprawy doktorskiej uważam za aktualny zarówno pod względem naukowym jak również pod względem użytecznym.

Tematyka pracy mieści się w zakresie dyscypliny naukowej budowa i eksploatacja maszyn a obecnie inżynieria mechaniczna.

2. Przegląd treści pracy

Sformułowany przez Autora cel pracy jest zasadny i prawidłowy w swej konstrukcji. Badania w opisanym, w dysertacji zakresie dają nowe możliwości wspomagania procesu projektowo – konstrukcyjnego oraz weryfikacji doświadczalnej wybranej klasy magnetycznych przekładni precesyjnych.

Autor szeroko opisał zastosowanie w procesie projektowania podejścia opartego o ugruntowaną szeroką wiedzę inżynierską, poszerzoną o badania eksperymentalne oraz zastosowanie metod wirtualnego prototypowania i modelowania złożonych zjawisk fizycznych: mechanicznych i magnetycznych.

Rozprawę doktorską podzielono na sześć zasadniczych rozdziałów, uzupełnionych spisem literatury.

W rozdziale pierwszym zatytułowanym „Stan wiedzy z zakresu pracy”, zamieszczono opis dotychczasowego stanu zagadnienia. W tej części pracy szczegółowo opisano podstawowe parametry przekładni mechanicznych i magnetycznych, zasadę działania przekładni precesyjnej oraz szczególne rozwiązanie jakim jest precesyjna przekładnia magnetyczna. Autor przedstawił przegląd wybranych typów przekładni magnetycznych i ich zastosowanie.

Na podstawie zamieszczonych w tym rozdziale treści, czytający pozna zalety (duże przełożenia, relatywnie niewielkie rozmiary wysoka gęstość przenoszonego momentu) oraz wady (mała sprawność, trudności technologiczne w procesie wytwarzania i inne) przekładni precesyjnych. Konkluzja stanowi dla Autora potwierdzenie słuszności obranej przez niego drogi – skonstruowania magnetycznej przekładni precesyjnej.

Rozdział drugi, ze zbyt rozbudowanym w mojej opinii tytułem, zawiera cel i zakres pracy. Autor wzmacnia, uwiarygadnia przyjęty cel rozprawy powtarzając informację o ochronie patentowej analizowanego rozwiązania konstrukcyjnego. Do podstawowych celów pracy zalicza przy tym, opracowanie zależności geometrycznych i kinematycznych, opracowanie modeli numerycznych oraz wykonanie symulacji, budowa prototypu i doświadczalne badania weryfikacyjne. Zakres pracy został ujęty w dziewięciu zasadniczych punktach.

Cel rozprawy doktorskiej jest zasadny i prawidłowy w swej konstrukcji.

W kolejnym rozdziale (rozdział 3.) Autor zdefiniował parametry geometryczne i przeprowadził ich krótką analizę w odniesieniu do „kąta precesji” jak również opisał wielkości kinematycznych – dwie składowe prędkości obrotowe.

Rozdział czwarty poświęcony jest opracowaniu modelu numerycznego przekładni opisującego zachodzące w niej zjawiska magnetyczne. W pierwszej części Autor przytacza powszechnie znane metody opisu zjawisk w polu magnetycznym: równania Maxwella, metoda polowa, metoda potencjału skalarnego, odnosząc się do wybranych obiektów technicznych jakimi są przekładnie magnetyczne. W drugiej części rozdziału opisano opracowany w środowisku Ansys Maxwell 3D model numeryczny prototypowej magnetycznej przekładni precesyjnej. Wykonane symulacje numeryczne umożliwiły szczegółową analizę własności przekładni magnetycznej. Model zbudowany z wykorzystaniem MES oraz przeprowadzone symulacje pozwoliły na określenie zależności przenoszonego momentu obrotowego od parametrów geometrycznych przekładni.

Uzupełnieniem, więcej – dopełnieniem procesu projektowo konstrukcyjnego jest opisana w rozdziale piątym weryfikacja przyjętych założeń (parametrów geometrycznych i kinematycznych) oraz opracowanego modelu numerycznego magnetycznej przekładni precesyjnej na drodze testów doświadczalnych, na dedykowanym stanowisku badawczym. W wyniku przeprowadzonego eksperymentu określono sprawność mechaniczną a także wpływ prędkości obrotowej i długości szczelin powietrznych na maksymalny moment obciążenia. Testy wykazały, że maksymalna sprawność prototypowej konstrukcji wynosi około 30%, co jest porównywalne do sprawności mechanicznych przekładni precesyjnych podobnej klasy.

W rozdziale 6. Zawarto podsumowanie oraz opis kierunków przyszłych badań.

3. Ocena merytoryczna, wyniki pracy i ich ocena

Recenzowana rozprawa doktorska reprezentuje wysoki poziom naukowy. Przedstawiona kompozycja pracy jest właściwa, poszczególne rozdziały tworzą logiczną i wspólną całość. Zaletą rozprawy jest przejrzysty układ treści. Doktorant stopniowo wprowadza czytelnika w problematykę, od podstawowych, prostych zagadnień do złożonych. Taki układ treści powoduje, że zagadnienia prezentowane w pracy przedstawione są w sposób przejrzysty i konsekwentny.

Rozprawa napisana jest jasnym, poprawnym językiem.

Na wyróżnienie zasługuje cytowana i omawiana bibliografia. Jej dobór przekonuje mnie, iż Autor znakomicie porusza się w prezentowanym w rozprawie zagadnieniu. Dobór rysunków i wykresów uważam za właściwy.

Tematyka badawcza poruszana w dysertacji ma duże znaczenie poznawcze i aplikacyjne ze względu na zastosowania w efektywnych magnetycznych przekładniach precesyjnych.

Rozprawa doktorska mgr. inż. Łukasza Macyszyna cechuje się nowoczesnym i kompleksowym, autorskim podejściem do zagadnień analizy, modelowania i weryfikacji zjawisk magnetycznych oraz raz własności kinematycznych w magnetycznych przekładniach precesyjnych. Stanowi to istotny wkład w zakresie rozwoju metod modelowania tego typu zjawisk a w konsekwencji umożliwi efektywne projektowanie nowych, optymalnych konstrukcji magnetycznych przekładni precesyjnych o żądanych właściwościach.

W pracy przedstawiono i opisano kompletny proces projektowo konstrukcyjny wybranej klasy układów przeniesienia momentu, tj, magnetycznej przekładni precesyjnej. Przejście z sukcesem od koncepcji do weryfikacji prototypu stanowi o „dojrzałości naukowej” i „badawczej” doktoranta.

Do najważniejszych osiągnięć Autor rozprawy należy zaliczyć:

- opracowanie modelu numerycznego opisującego oddziaływania w polu magnetycznym – momenty magnetyczne,
- opracowanie metodyki prowadzenia symulacji, złożonych układów mechaniczno-magnetycznych,
- opracowanie własnego, oryginalnego rozwiązania konstrukcyjnego bezkontaktowej przekładni precesyjnej z zastosowaniem magnesów trwałych,
- opracowanie metodyki badawczej i przeprowadzenie szerokiego programu badań doświadczalnych na skonstruowanym do tego celu stanowisku badawczym.

Tematyka podjętych przez Autora badań jest trudna i złożona (m.in. ze względu na zjawisko histerezy materiału ferromagnetycznego) oraz wymagała szerokiej wiedzy z wielu dziedzin: mechaniki, budowy i eksploatacji maszyn, fizyki w zakresie własności pola magnetycznego, metod numerycznych czy systemów pomiarowych. Stwierdzam, że przedstawiona do oceny treść rozprawy doktorskiej jest oryginalna i aktualna.

Lektura dysertacji nasuwa jednak pewne komentarze i uwagi krytyczne, częściowo dyskusyjne:

- W recenzowanej dysertacji, w niewielkim stopniu odniesiono się do dorobku wydawniczego Autora oraz środowiska naukowego z którego się wywodzi.
- W rozdziale pierwszym opisując zależności geometryczne charakteryzujące przekładnię precesyjną (na przykładzie „monety obracającej się na stole) Autor błędnie definiuje kąt ν jako „kąt precesji”. Ruch o którym tu mowa jest klasycznym przypadkiem ruchu precesyjnego, w wybranych nieskończenie krótkich przedziałach czasu wspomniany kąt zachowuje wartość stałą i nazywany jest kątem nutacji, a jego stałości „zawdzięczamy precesję regularną”. Jest dla mnie nie zrozumiałym, dlaczego taka nazwa?
- W rozdziale trzecim, Autor przemilczał parametry geometryczne dotyczące kąta nachylenia linii zębów tarczy pośredniej do wspólnej osi symetrii wału wejściowego i wyjściowego, tym bardziej że w modelu ten parametr został uwzględniony.
- Zamieszczone w rozdziale 3. opisy zależności i związków są niepoprawne, np.: „...Płaszczyzna przecinająca walec..., jest symetryczna względem płaszczyzny OXZ,...”
- Na rysunku nr. 39. źle oznaczono wektory prędkości kątowych.
- Treści zawarte na początku rozdziału czwartego, szczególnie w podrozdziale 4.1. są niepotrzebne w pracy, gdyż odnoszą się do zjawisk elektromagnetycznych a takowych ta rozprawa nie dotyczy.
- Zawarte w dysertacji treści, miejscami sprawiają wrażenie powierzchownych, osobiście czuję pewien niedosyt wiedzy. Rozumiem, że ze względu na szeroki zakres wykonanych badań trudno jest w rozsądnej objętości opracowania zawrzeć szczegółowe opisy, dlatego też częściowo moje oczekiwania wynagrodziła lektura artykułów autorstwa mgr. inż. Łukasza Macyszyna.

W pracy zauważono kilka błędów redakcyjnych, które zostaną przekazane do wiadomości Autora.

Przedstawione uwagi i komentarze są w części dyskusyjne i zostaną zapewne wyjaśnione, bądź skomentowane w trakcie publicznej obrony.

Mimo przedstawionych uwag krytycznych, realizację postawionego zadania należy ocenić wysoko ze względu na:

- prawidłowe zdefiniowanie przedmiotu badań,
- rzeczowy sposób prezentacji wyników,
- sumiennosc wykonania poszczególnych etapów pracy zwłaszcza pod kątem formalnym i matematycznym,
- wykazane przez Autora dobre rozeznanie w wielu dziedzinach wiedzy, w tym umiejętności praktyczne,
- wymierne osiągnięcia teoretyczno-aplikacyjne, pozwalające na szereg spostrzeżeń i wyciągnięcie interesujących wniosków.

4. Ocena końcowa

Oceniając przedstawioną rozprawę doktorską należy podkreślić aktualność jej tematyki z punktu widzenia potrzeb konstrukcji i eksploatacji wybranej klasy układów napędowych. Zawiera ona elementy, które można uznać za oryginalny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Mechaniczna (dawniej Budowa i eksploatacja maszyn).

Uważam, że opiniowaną pracę Pana mgr inż. Łukasza Macyszyna cechuje interdyscyplinarne podejście do zagadnień projektowania, modelowania układów o złożonej naturze fizycznej, co stanowi stosowny wkład w zakresie analizy i kształtowania cech kinematycznych konstrukcji wybranej klasy układów przeniesienia momentu obrotowego. Opracowane metodyki i modele do badań symulacyjnych oraz sposób realizacji tych badań świadczą o odpowiednim przygotowaniu doktoranta do prowadzenia samodzielnej działalności naukowo-badawczej.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska jest wartościowym pod względem merytorycznym opracowaniem naukowym wykazującym znaczący wkład Autora w rozwiązanie rozważanych, w niej zagadnień. Wymienione w niniejszej recenzji uwagi oraz zauważone usterki nie zmieniają w sposób znaczący mojej ogólnie bardzo pozytywnej opinii o pracy.

Recenzowana praca spełnia wymogi odnośnie przewodu doktorskiego, określone w **Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.**

Biorąc powyższe pod uwagę, wnioskuję o dopuszczenie doktoranta do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.



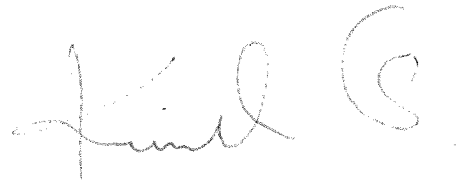
Wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej
mgr. inż. Łukasza Macyszyna

pod tytułem:

„Budowa i badania dwustopniowej magnetycznej przekładni precesyjnej”

Analiza istniejących rozwiązań konstrukcyjnych układów przeniesienia momentu obrotowego skłania do refleksji, iż celowym jest poszukiwanie nowego rozwiązania konstrukcyjnego bezstykowych przekładni precesyjnych w zastosowaniu do precyzyjnych układów napędowych. W obszarze dyscypliny inżynieria mechaniczna jest to podejście nowatorskie. Recenzowaną rozprawę doktorską cechuje nowoczesne i kompleksowe, autorskie podejście do zagadnień modelowania, analizy i weryfikacji zjawisk kinematycznych i magnetycznych w wybranej klasie przekładni magnetycznych. Kompleksowe podejście do rozwiązywania postawionego zadania objawia się przede wszystkim w szerokim zakresie realizowanych zadań: od koncipowania do badań weryfikacyjnych prototypu.

Konkludując, biorąc powyższe pod uwagę wnioskuję o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr. inż. Łukasza Macyszyna, pod tytułem: „Budowa i badania dwustopniowej magnetycznej przekładni precesyjnej”.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Kamil C.', is located in the lower right quadrant of the page.