

Prof.zw.dr hab.inż. Józef Giergiel dr h.c.multi
30-408 Kraków
ul. Odrzańska 10/3

Kraków 2015-09-11

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgra inż. Andrzeja Andrzejuka pt. "Modelowanie i badania doświadczalne stożkowego połączenia ciernego tuleja-czop obciążonego wzdłużnie."

Promotor rozprawy dr hab. inż. Zbigniew Skup prof.nzw PW

Ocenę opracowano na podstawie zlecenia Dziekana Wydziału Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej.

Recenzję wykonano na podstawie następujących kryteriów:

1. Wybór tematu, cel i zakres rozprawy
2. Teza naukowa i oryginalność rozprawy
3. Metodyka badań i analiza wyników

1. Wybór tematu, cel i zakres rozprawy

Zagadnienie dynamiki układów mechanicznych uwzględniające zjawisko tarcia konstrukcyjnego ma duże znaczenie w nauce i technice. Zjawisko to w szczególności pomiędzy powierzchniami styku współpracujących elementów odgrywa istotną rolę w pracy tych układów.

Problemy związane ze zjawiskami rozpraszania energii, przy uwzględnieniu tarcia konstrukcyjnego, w różnych połączeniach elementów maszyn, są wciąż aktualne i podejmowane przez wiele ośrodków badawczych.

Biorąc powyższe pod uwagę uważam, że podjęcie tego tematu rozprawy doktorskiej przez mgr inż. Andrzeja ANDRZEJUKA było potrzebne i na czasie, a opracowana metodyka będzie przydatna zarówno z punktu widzenia teoretycznego jak i praktycznego.

W rozdziale 1 przedstawiono strukturę pracy, genezę jej powstania cel i zakres oraz tezę pracy. *Przedstawia też bezkrytycznie przegląd literatury. Autor stwierdza że dotychczasowe badania nie uwzględniają przypadkowości. Z tym zdaniem trudno się zgodzić bo np. piszący tą recenzję takie prace opublikował*

W rozdziale drugim pokazano pięciowariantową analizę stożkowego połączenia ciernego tulei i czopa z czysto - i sprężysto-tarciowym z uwzględnieniem prawa Hooke'a i zagadnienia Lamé'go. Wyznaczono: pętlę histerezy konstrukcyjnej badanego układu na podstawie wyprowadzonych wzorów. Przedstawiono wyniki symulacji komputerowych w postaci wykresów oraz tablic. *Na obronie pracy należy wyjaśnić dlaczego mimo wzrostu*

współczynnika tarcia ^{wzrostła} maleje.

W rozdziale trzecim opisano metody i cel badań, a także modele rzeczywiste zaprojektowane i wykonane na potrzeby badań eksperymentalnych. Było to trudne i pracochłonne a Autor się tu wiedzę i umiejętnością prowadzenia prac teoretycznych i doświadczalnych. Opisano badania doświadczalne oraz porównano wyniki badań teoretycznych z doświadczalnymi. *Pozostaje pytanie jak te badania wykorzystać w praktyce*

Rozdział czwarty zawiera analizę drgań wymuszonych o wymuszenia harmonicznym modelu teoretycznego, najbardziej zbliżonego do połączenia rzeczywistego. Zbadano wpływ geometrycznych parametrów układu, obciążenia zewnętrznego i nacisku, na krzywe rezonansowe drgań w ruchu ustalonym. Otrzymane wyniki symulacji komputerowych przedstawiono w postaci wykresów i tablic. *Chciałbym aby Autor pracy na obronie pokazał w jak przytępny sposób mogą z tych badań połączeń stożkowych korzystać projektanci i użytkownicy*

Rozdział piąty to podsumowanie i wnioski końcowe z którymi trudno się nie zgodzić..

Celem pracy, było opracowanie, matematycznego modelu ciernego połączenia możliwie dokładnie odwzorowującego rozpraszanie energii jako miary zdolności tłumienia drgań na skutek zjawisk tarcia konstrukcyjnego, jakie występuje w układzie mechanicznym stanowiącym cierne połączenie stożkowe tulei z czopem.

Do realizację tak sformułowanego celu zbudowano modele matematyczne ciernego połączenia stożkowego z czysto- i sprężysto-tarciowym oddziaływaniem elementów uwzględniając prawo Hooke'a, zagadnienie Lamé'go oraz sprężystość współdziałających elementów połączenia.

Zakres pracy obejmuje: budowę modeli matematycznych stożkowego połączenia ciernego z uwzględnieniem: prawa Hooke'a, zagadnienia Lamé'go oraz sprężystości współpracujących elementów (tulejaczop) przy stałej i zmiennej wartości obliczeniowej promienia stożka, wyznaczenie strat energii w czasie jednego cyklu obciążania układu, zaprojektowanie i wykonanie układów rzeczywistych połączenia stożkowego oraz przeprowadzenie badań doświadczalnych mających na celu wyznaczenie pętli histerezy konstrukcyjnej oraz określenie wartości strat energii analizę drgań wymuszonych ruchu ustalonego badanego układu, z uwzględnieniem efektu tarcia wybranego modelu teoretycznego.

2. Teza naukowa i oryginalność rozprawy

Tezę rozprawy przedstawiono na str. 16 brzmi ona:

Możliwe jest wyznaczenie energii rozpraszania rzeczywistego modelu ciernego połączenia stożkowego tuleja-czop przy pomocy modelu matematycznego uwzględniającego siły tarcia, odkształcenia współpracujących elementów, zagadnienie Lamé'go oraz sprężystość

badanego obiektu.

I chociaż ta teza to właściwie deklaracja Doktoranta to jednak można ją przyjąć za uzasadnioną i oddającą charakter rozprawy.

Do oryginalnych względnie nowatorskich osiągnięć Autora rozprawy doktorskiej należy zaliczyć:

1. Przyjęcie zmiennego promienia stożka, uwzględnienie zagadnienia Lamego, oraz sprężystości materiału pozwoliło na właściwy dobór modelu matematycznego. Jest to podstawowy zamierzony oryginalny efekt pracy.
2. Rozwiązanie w sposób ścisły równanie różniczkowe drugiego rzędu o zmiennych współczynnikach, uwzględniające zmienny promień połączenia dla rozważanych wariantów modeli.
3. Wyprowadzone równania niezbędnych do budowy pętli histerezy oraz wyznaczenia krzywych rezonansowych drgań wymuszonych.

4. Wyprowadzone wzory analityczne umożliwiające pełną interpretację wpływu wszystkich parametrów określających model układu połączenia i obciążenia zewnętrznego. Pozwala to między innymi dobrać parametry połączenia dla których właściwości tłumiące układu są najkorzystniejsze.

5. Przeprowadzenie badań teoretycznych, symulacyjnych i doświadczalnych.

Autor stwierdził także, że w wyniku rozważań teoretycznych i doświadczalnych najbardziej zbliżone do siebie są modele czwarty i piąty. Do badania dynamiki układów zupełnie wystarczającym może być model czwarty.

Rozważania w pracy często pomijane w praktyce inżynierskiej mogą zasadniczo zmienić charakter pracy maszyny i jej trwałość. Analityczny opis wyników badań umożliwia także ich wykorzystanie we wspomaganym komputerowo projektowaniu inżynierskim.

Praca wzbogaca zakres wiedzy o przedmiocie badań, a przedstawione rozwiązania stanowią znaczący wkład w rozwój komputerowych metod analizy i projektowania elementów maszyn. W ten sposób praca ta stanowi istotny wkład do rozwoju konstrukcji i nieliniowej dynamiki maszyn.

Tak więc przyjęcie zmiennego promienia stożka, uwzględnienie zagadnienia Lamego, oraz sprężystości materiału pozwoliło na właściwy dobór modelu ma

3. Metodyka badań i analiza wyników

Autor podjął się bardzo istotnego i ciekawego zagadnienia modelowania, badania wpływu tarcia konstrukcyjnego na drgania układów mechanicznych.

Z przytoczonej przez Autora literatury wynika, że zagadnienia te nie były do tej pory badane, a znane Autorowi ujęcia są zwykle wycinkowe i uproszczone.

Na tym tle opiniowana rozprawa wyróżnia się w istotny sposób, między innymi dzięki temu, że:

- ujmując zagadnienie w sposób całościowy,
- wykorzystując w zasadzie współczesną literaturę,
- wykorzystując modele matematyczne dostosowane do celów, jakim mają służyć,
- ma logiczny i konsekwentny układ treści,

W recenzowanej rozprawie należy także podkreślić poprawność metodyki badań i analizę wyników. Autor bardzo umiejętnie zastosował badania teoretyczne i doświadczalne. Doświadczenia mają zarówno charakter laboratoryjny można jednak z otrzymanych wyników wnioskować o charakterze i zachowaniu się poszczególnych parametrów w technice.

Analiza wyników została przeprowadzona w sposób właściwy, świadcząc o dużym zasobie wiedzy i inwencji Autora.

Należy, więc stwierdzić, że zagadnienie naukowe postawione, jako cel rozprawy zostało prawidłowo rozwiązane.

Należy też powiedzieć, że przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska jest napisana wystarczająco jasno i przejrzysto i trudno znaleźć wiele uwag krytycznych zarówno, co do meritum jak i formy opracowania .

4. Podsumowanie

Opiniowana rozprawa doktorska mgr inż. Andrzeja ANDRZEJUKA zawiera wiele wartościowych wyników badań. Świadczy ona o tym, że doktorant posiada wiadomości z zakresu budowy i eksploatacji maszyn, że umie poprawnie postawić zagadnienie naukowe, rozwiązać je, wyniki zanalizować i wyciągnąć poprawne wnioski.

Zna On też literaturę związaną z rozważanymi zagadnieniami naukowymi. Jego wywody są jasne i poprawne, a wyniki rozprawy mogą być pożyteczne dla pracowników naukowych jak i konstruktorów.

Drobne niedociągnięcia i niefortunne wyrażenia stylistyczne nie umniejszają wartości merytorycznej pracy.

Biorąc pod uwagę całość rozprawy stwierdzam, że Autor rozwiązał w sposób wyróżniający istotny problem nowoczesnej problematyki naukowej związanej z budową i eksploatacją maszyn. Zastosowane metody i wyniki badań są oryginalnym i nowatorskim osiągnięciem Autora rozprawy.

Uważam, że rozprawa doktorska mgr inż. Andrzeja ANDRZEJUKA spełnia warunki określone Ustawą w sprawie trybu i warunków przeprowadzania przewodów doktorskich oraz habilitacyjnych i może być dopuszczona do publicznej obrony.

