

Recenzja pracy doktorskiej
mgra inż. Grzegorza Mieczysława Mikułowskiego
p.t.

„Adaptive impact absorbers based on magnetorheological fluids”

Wizerunek Doktoranta - Pana mgra inż. Grzegorza Mieczysława Mikułowskiego

Mgr inż. Grzegorz Mieczysław Mikułowski urodził się w 1977 r. Jest absolwentem Wydziału Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej. Dyplom Magistra Inżyniera Mechanika z wynikiem dobrym uzyskał w roku 2002. Jak wynika z przedłożonych przez Doktoranta dokumentów, po zakończeniu studiów rozpoczął działalność naukową w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN, początkowo jako doktorant, a od 2007 roku jako asystent. Pracując przez kilka lat z Doktorantem w tym samym zakładzie w IPPT PAN mogę stwierdzić, iż mgr inż. Grzegorz M. Mikułowski jest mocno umotywowanym, ambitnym i rzetelnie pracującym młodym badaczem. Wymiernym wynikiem Jego dotychczasowej pracy w IPPT PAN jest współautorstwo w trzech artykułach naukowych (w tym dwóch z Listy Filadelfijskiej) i autorstwo jednego rozdziału monografii w języku angielskim. Ponadto, mgr inż. Grzegorz M. Mikułowski ma w swoim dotychczasowym dorobku 5 prezentacji konferencyjnych, w tym jedną w kraju i cztery zagranicą. Efektem finalnym działalności badawczej mgra inż. Grzegorza M. Mikułowskiego jest napisanie rozprawy doktorskiej pt. „*Adaptive impact absorbers based on magnetorheological fluids*” złożoną do recenzji w 2008 roku.

Charakteryzacja rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska mgra inż. Grzegorza M. Mikułowskiego jest napisana na 139 stronach maszynopisu w formie 7 rozdziałów, w tym jeden zawierający wstęp, tj. rozdział 1, oraz podsumowanie i wnioski ujęte w rozdziale 7. Ponadto, rozprawę uzupełniono o dwa załączniki stanowiące jej integralne części. Tekst pracy zawiera dużą liczbę rysunków, wykresów, fotografii, tabel oraz spis cytowanej literatury obejmujący 104 pozycje.

Praca dotyczy ważnego problemu aktywnego sterowania ruchem układu mechanicznego pod obciążeniem udarowym przy wykorzystaniu siłowników z cieczą magnetoreologiczną. Zagadnienia aktywnego sterowania ruchem układów mechanicznych i konstrukcji należą obecnie do podstawowych działów mechatroniki stanowiąc nowoczesny kierunek badań zarówno poznawczych jak i aplikacyjnych. Zastosowanie do tego celu aktuatorów z cieczą magnetoreologiczną podkreśla nowatorskość prowadzonych w rozprawie rozważań. Praca ma charakter teoretyczno-doświadczalny, gdzie wnikliwe rozważania analityczne zostały zweryfikowane za pomocą odpowiednich obiektów rzeczywistych w warunkach laboratoryjnych.

Wstęp pracy nie zawiera typowego zazwyczaj w dysertacjach naukowych przeglądu literaturowego, na podstawie którego można osadzić całość przedstawionej tematyki na tle istniejącego obecnie stanu wiedzy. W tej pracy tzw. „state-of-the-art” dokonywany jest

fragmentarycznie w poszczególnych rozdziałach odnosząc się już bezpośrednio do przeprowadzanych w nich rozważań. We Wstępie natomiast, po krótkim podkreśleniu ważności tematyki rozprawy, Autor podaje podstawowe informacje dotyczące konkretnych aktuatorów stosowanych w szczególności do aktywnych podwozi lotniczych oraz opisuje działanie cieczy magnetoreologicznej wykorzystywanej w aktuatorach służących do sterowania ruchami w różnych wzajemnych kierunkach. W końcowej części Wstępu Autor precyzyjnie nakreśla cel pracy, szkicuje jej strukturę oraz wyszczególnia oryginalne elementy nowości naukowej rozprawy.

Drugi rozdział pracy jest poświęcony modelowaniu przepływu cieczy magnetoreologicznej. Do tego celu został wybrany model Bingham'a wykorzystujący równanie konstytutywne ciała plastycznego wychodząc z podstaw klasycznej mechaniki płynów nieściśliwych. Zaletą tego modelu (również zdaniem Autora) jest jego względna prostota pozwalająca na uzyskanie analitycznego rozwiązania opisu matematycznego przepływu. Natomiast pewnym mankamentem modelu Bingham'a jest jego przydatność do łatwego opisu jedynie przepływów stacjonarnych. Niemniej jednak, w przypadku rozpatrywanych aktuatorów z cieczą magnetoreologiczną to ograniczenie nie stanowiło przeszkody w zastosowaniu tego modelu, co Autor wykazał w następnym, trzecim rozdziale rozprawy. W drugiej części rozdziału drugiego Autor zbadał również wpływ działania strumienia magnetycznego na przepływ cieczy magnetoreologicznej.

W trzecim rozdziale pracy Autor modeluje aktuator z cieczą magnetoreologiczną, który ze względu na sterowanie jego własnościami dyssypacyjnymi nazywa tłumikiem magnetoreologicznym. Obiektem rozważań jest komercyjny tłumik magnetoreologiczny typu 1005-3 wyprodukowany przez firmę LORD. Do tego celu przyjmuje model mechaniczny o dwóch stopniach swobody będący równoległym połączeniem zwykłego tłumika ciernego z tarciami suchym i reologicznym tzw. modelu kombinowanego ciała lepko-sprężystego. Następnie, na odpowiednim stanowisku laboratoryjnym zidentyfikowano parametry tego modelu określające jego własności sprężyste pochodzące od sił pneumatycznych tłumika, własności dyssypacyjne pochodzące od sił hydraulicznych wywoływanych przepływem cieczy przez pierścieniową kryzę oraz parametry opisujące siły tarcia suchego w tym tłumiku potraktowanym tu jako urządzenie adaptujące się do przenoszonego obciążenia. W zakończeniu tego rozdziału zarówno zidentyfikowany model tego tłumika jak i sam tłumik rzeczywisty na stanowisku doświadczalnym zostają poddane obciążeniu typu udarowego w celu wykazania zgodności teorii z eksperymentem oraz wspomnianej powyżej przydatności modelu Bingham'a przepływu cieczy w zastosowaniu to obiektów poddawanych obciążeniom dynamicznym.

Stosunkowo krótki rozdział czwarty jest poświęcony analizie możliwości dostatecznie szybkiego sterowania aktuatorem z cieczą magnetoreologiczną w celu jak najbardziej efektywnego reagowania na obciążenia udarowe, jakich doznają podwozia samolotów podczas przyziemienia. Przy wykorzystaniu odpowiednio zmodyfikowanego przykładania napięcia do elektrycznego obwodu typu RL zasilającego elektromagnes wytwarzający pole magnetyczne w tłumiku magnetoreologicznym Autor uzyskał zadowalająco krótkie czasy reagowania układu sterującego krótkotrwałymi procesami udarowymi.

W piątym rozdziale pracy Autor zaproponował algorytm sterowania siłą tłumiącą aktuatora magnetoreologicznego w zastosowaniu do podwozia samolotu. Idea sterowania sprowadza się do teoretycznie całkowitego wytracania łącznej energii kinetycznej i potencjalnej układu mechanicznego przez tłumik magnetoreologiczny. Wyniki rozważań teoretycznych przeprowadzonych za pomocą oscylatora dynamicznego o jednym stopniu swobody wykorzystano do badań doświadczalnych. Opracowana w ten sposób metoda

