

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgra inż. Damiana Dziedziocha pt.

„Analysis of Dynamic Characteristics of Conceptual Vibration Reduction System”

“Analiza charakterystyki Dynamicznej Konceptyjnego Układu Redukcji Drgań”

Niniejsza opinia została opracowana w związku z pismem Pani prof. dr hab. inż. Ewy Majrzhak, Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna na Politechnice Śląskiej, o powołaniu mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgra inż. Damiana Dziedziocha przez Radę Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki PŚ, uchwałą z dnia 20 września 2019 r. Podstawą jej opracowania był załączony egzemplarz rozpatrywanej rozprawy doktorskiej, a także CV oraz wykaz dorobku publikacyjno-patentowego Doktoranta.

1. Zakres i cel pracy

Rozprawa doktorska mgra inż. Damiana Dziedziocha poświęcona jest konstrukcji oraz analizie dynamicznej proponowanej wersji tłumika dynamicznego nazwanej *konceptyjnym układem redukcji drgań*. Podjęcie tej tematyki badawczej, zwłaszcza w kontekście eksperymentalnym, należy uznać za interesujące z punktu widzenia budowy i eksploatacji maszyn. Praca powstała na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej, a jej promotorem jest dr hab. inż. Grzegorz Nowak. Biorąc pod uwagę cel i zakres rozprawy, można ją z całą pewnością zakwalifikować do dyscypliny budowa i eksploatacja maszyn (obecnie inżynieria mechaniczna).

Opiniowana rozprawa została napisana w języku angielskim w bardzo komunikatywny sposób i składa się z sześciu rozdziałów, obszernego załącznika oraz bogatego spisu literatury. Łącznie liczy 216 stron. Cel pracy, którym jest *opracowanie i analiza prostego, efektywnego i pasywnego układu redukcji drgań bez tłumików dla trzech różnych typów maszyn produkcyjnych narażonych na wzbudzenie harmoniczne* bezpośrednio nawiązuje do jej tytułu. Z kolei w tezie pracy, która brzmi: *Pasywny i niedrogi system redukcji drgań bez amortyzatorów może redukować drgania ramy maszyny produkcyjnej narażonej na wzbudzenie harmoniczne*, nawiązuje do ekonomicznych aspektów eksploatacji maszyn.

Wyżej zacytowane cel i teza pracy przedstawione są w kilkustronicowym rozdziale pierwszym stanowiącym wprowadzenie do rozprawy. Rozdział drugi dotyczy generalnie problemu modelowania drgań (vibration modelling) choć właściwie powinien być zatytułowany *Modelowanie Układów Drgających*. Autor przedstawia w nim ogólne informacje na temat typowych przypadków liniowych i nieliniowych układów dynamicznych, a także przeglądowo opisuje modele tłumienia w układach dynamicznych (tarcie suche, wiskotyczne, wewnętrzne etc.). Kolejny rozdział nawiązuje do zagadnienia pomiarów drgań, czujników w tym celu używanych oraz obróbki sygnału. Natomiast w rozdziale czwartym zaprezentowano metody redukcji drgań jak np. tłumiki dynamiczne lub cierne. Wyżej wspomniane cztery rozdziały mają charakter stricte przeglądowy. Natomiast główne osiągnięcie rozprawy w kontekście naukowym opisane jest w rozdziale piątym. Autor przedstawia w nim swoją koncepcję układu redukcji drgań (ang. CVRS), jego budowę i model analityczny, a także symulacje i pomiary dynamiczne. W drugiej części tego rozdziału zademonstrowano wyniki testów dynamicznych proponowanego rozwiązania, które zostały przeprowadzone na trzech przykładach maszyn produkcyjnych. Ostatni rozdział (szósty) to ogólne podsumowanie wyników pracy, ich dyskusja oraz prezentacja płynących z tego wniosków końcowych i planów przyszłych badań. Rozprawę kończy załącznik, gdzie zaprezentowano graficznie liczne dodatkowe wyniki pomiarów związanych z dokonanymi badaniami oraz bogata bibliografia licząca 210 pozycji.

2. Ocena merytoryczna

Rozprawę doktorską mgr inż. Damiana Dziedziocha należy rozpatrywać jako pracę z dynamiki układów o charakterze eksperymentalnym w połączeniu z numerycznym modelowaniem i symulacjami badanej konstrukcji. Struktura podziału treści rozprawy na rozdziały i podrozdziały jest przejrzysta i właściwa. Patrząc od tej strony podziału i struktury treści, jak wspomniano w poprzednim punkcie, recenzowaną rozprawę doktorską można podzielić na dwie główne części tematyczne:

1. Przeglądowy wstęp wprowadzający w tematykę rozpatrywanego zagadnienia naukowego (pierwsze 4 rozdziały).
2. Wyniki i omówienie przeprowadzonych badań (rozdziały 5-7).

Oceniając merytorycznie pierwszą z powyższych części rozprawy należy stwierdzić, że stanowi ona bardzo rzetelne wprowadzenie przeglądowe. Zostało ono opracowane z dużą starannością przy znacznym nakładzie pracy, o czym świadczy duża liczba cytowanych pozycji literaturowych. Jednak główne naukowe osiągnięcie rozprawy, którym jest koncepcyjny układ redukcji drgań (CVRS), opisane jest w rozdziale 5. Na początku Autor formułuje liniowy prosty model tego urządzenia, przeprowadza symulacje numeryczne przy użyciu metody elementów skończonych, oraz identyfikuje jego parametry, głównie częstotliwości rezonansowe i współczynniki bezwymiarowego tłumienia. Dodatkowo określona zostaje chropowatość jego

elementów płytowych. Następnie szczegółowo przeanalizowano trzy przypadki zastosowania CVRS do redukcji drgań rzeczywistych urządzeń produkcyjnych zarówno w kontekście symulacji numerycznych jak i eksperymentu. Konstrukcja badanego tłumika jest stosunkowo płaska ze względu na uwarunkowania konstrukcyjne maszyn, do których jest przeznaczona. We wszystkich tych próbach uzyskano redukcję amplitudy drgań w zakresie od 37% do 57% w badanych zakresach, ważnych z punktu widzenia eksploatacji tych maszyn. Zatem, urządzenie CVRS działa skutecznie jako tłumik dynamiczny. Jednak trudno jest jednoznacznie ocenić skalę tej skuteczności. Dlatego brakuje mi w tej pracy choć jednego numerycznego przykładu porównania stopnia tłumienia CVRS z klasycznym dynamicznym eliminatorem drgań TMD (*tuned mass damper*), o zbliżonych parametrach. Wtedy naprawdę dałoby się ocenić skuteczność tłumika CVRS. Ponadto, Autor przedstawił w tym rozdziale wyniki badań zmęzeniowych CVRS oraz interesujące badania porównawcze efektów akustycznych.

3. Uwagi dyskusyjne

Podczas lektury przedłożonej mi rozprawy doktorskiej, jej nasunęły mi się trzy uwagi krytyczne, jedna merytoryczna i dwie natury raczej edytorskiej. Chciałbym poprosić Autora o krótkie odniesienie się tylko do tej pierwszej.

1. Pierwsze zdanie na stronie 121 (podrozdział 5.4) brzmi „On the other hand, to increase the CVRS damping, it is a good idea to increase also the roughness of the elements in contact.”. Jak rozumiem, wynika stąd, że tarcie pomiędzy elementami rozpatrywanego tłumika dynamicznego wpływa na jego skuteczność w odniesieniu do tłumienia drgań masy głównej. Wydaje się to być niemożliwe, ponieważ skuteczność ta zależy wyłącznie od jego precyzyjnego dostrojenia, czyli zsynchronizowania częstości własnej tłumika z częstością rezonansową masy głównej.
2. Druga uwaga dotyczy zamieszczenia obszernego załącznika, który raczej niewiele wnosi do istoty rozpatrywanego problemu. Wydaje się, że Autor zamieścił go aby „sprzedać” wszystkie uzyskane wyniki. Stąd, w tej części praca ta przypomina nieco formą sprawozdanie z wykonanego projektu. Ale oczywiście jest to tylko drobna uwaga krytyczna.
3. Ostatnia uwaga to drobna sugestia edytorska dotycząca numeracji ilustracji, tabel i równań w tekście. Przyjmuje się raczej numerację z uwzględnieniem numeru rozdziału, np. Figure 5.2 zamiast Figure 79.

4. Wniosek końcowy

Treść rozprawy, zaprezentowane w niej wyniki oraz wnioski świadczą, że mgr inż. Damian Dziedzioch wykazał się dużą wiedzą z zakresu inżynierii mechanicznej w

aspekcie konstrukcji i eksploatacji maszyn. Wartość merytoryczną pracy potwierdza zastosowanie w niej przez Autora nowoczesnych, zaawansowanych metod modelowania numerycznego układów dynamicznych, pomiarów i analizy sygnałów, a także wiedza ogólna z teorii drgań. W pracy Kandydat wykorzystał klasyczne rozwiązanie tłumika dynamicznego wprowadzając własne modyfikacje konstrukcyjne umożliwiające dostrajanie jego częstości do danego przypadku tłumionego urządzenia. Ogólnie przyjęte kryteria stanowią, że praca doktorska może stanowić zastosowanie znanych teorii lub metod, ale wymaga ich autorskich modyfikacji. Zatem, w mojej opinii rozprawa doktorska mgr inż. Damiana Dziedziocha spełnia z powodzeniem wymagania stawiane przez odpowiednie ustawy i rozporządzenia ministerialne dotyczące stopni i tytułów naukowych. Jej główny cel został osiągnięty, a uzyskane wyniki stanowią ciekawy wkład do rozwoju wiedzy w kontekście dynamiki maszyn. Opinię moja potwierdza dorobek patentowy Kandydata obejmujący 1 patent, 1 wzór użytkowy oraz 4 zgłoszenia patentowe, a także współautorstwo artykułu czasopiśmie *Archives of Civil and Mechanical Engineering* (IF2019=3.672, 140 pkt. Na liście ministerialnej)

W związku z powyższym wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Damiana Dziedziocha do publicznej obrony.

