

Poznań, dn. 5.09.2018

Dr hab. inż. Jan Szczepaniak, prof. nadzw.
Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych
ul. Starołęcka 31, 60-963 Poznań

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Omara Ghassana Hussaina Al-Qaraghuli

pt.: MITIGATION OF THE VIBRATION LEVEL IN THE CUTTING UNIT OF A HARVESTER COMBINE FOR REDUCTION OF CEREALS LOSSES OF CROP

Podstawa formalna wykonania recenzji

Zlecenie nr SIMR -29/22/2018 z dnia 27.08.2018r., kierowane przez Prodziekana Wydziału Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej, w sprawie opracowania recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Omara Ghassana Hussaina Al.-Qaraghuli.

Do pisma dołączony jest egzemplarz pracy doktorskiej napisanej w języku angielskim, przygotowanej przez Doktoranta pod kierunkiem Profesora dr hab. inż. Stanisława Radkowskiego, pracownika naukowego Politechniki Warszawskiej.

1. WPROWADZENIE

Wykonywaniu zabiegów agrotechnicznych w warunkach polowych zawsze towarzyszy zużycie elementów roboczych z których zaprojektowany i zbudowany jest kombajn zbożowy. Zarówno w krajowych jak i zagranicznych ośrodkach naukowo badawczych prowadzonych jest szereg badań zarówno analitycznych, symulacyjnych z zastosowaniem technik komputerowych a także eksperymentalnych stosując różne metody badawczo pomiarowe.

Badania i monitoring zużycia elementów, podzespołów i zespołów konstrukcyjnych maszyn i urządzeń rolniczych, zwłaszcza złożonych tak pod względem konstrukcyjnym jak i eksploatacyjnym, należy obecnie do jednych z zasadniczych działań w procesie projektowania maszyn i urządzeń rolniczych. Zrozumiałe są więc prowadzone na niemalże całym świecie prace badawczo-rozwojowe, zmierzające do doskonalenia roboczych układów konstrukcyjnych. Konkurencja w tym zakresie jest bardzo duża. Każda firma produkująca maszyny rolnicze, w tym kombajny zbożowe, wprowadza własne rozwiązania, oczywiście nie ujawniając algorytmizacji całego procesu projektowania.

Autor rozprawy, Pan mgr inż. Omara Ghassana Hussaina Al.-Qaraghuli, podjął się trudnego zadania dotyczącego opracowania koncepcji i przeprowadzenia badań eksperymentalnych

wpływu wybranych obciążeń dynamicznych na zużycie elementów roboczych kombajnu. Badania naukowe prowadził z wykorzystaniem niezbędnej aparatury będącej na wyposażeniu laboratoriów Wydziału Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej i wsparciem naukowym Promotora.

Temat pracy wymagał od Doktoranta dobrego przygotowania z teorii diagnostyki, teorii sterowania i szeroko pojętej informatyki, tym bardziej, że w skład tego zagadnienia wchodziła teoria z dziedziny diagnostyki funkcjonalnej oraz prognostycznej dla hierarchicznie i sieciowo powiązanych podukładów konstrukcyjnych. Dla wykazania poprawnej algorytmizacji prowadzonych badań Autor przeprowadził eksperymenty w dwóch etapach.

Pierwszy z nich bez uwzględnienia dodatkowego koła zamachowego i drugi uwzględniający koło zamachowe stosując dwa zakresy prędkości obrotowych tj.: 250 oraz 400 [rpm]. Badania te przeprowadzono z uwzględnieniem wariantowości długości kos (dwa warianty).

W pierwszym eksperymencie zgodnie z założonym celem porównano efekt zamontowania koła zamachowego, potwierdzając jego pozytywny wpływ na zmniejszenie wibroaktywności i efektu zredukowania współczynnika drgań.

W drugim eksperymencie oceniono rozkład rezonansów drgań oraz rozkładów częstotliwości drgań własnych stosując metodę analizy modalnej.

Wykazano, że odpowiednio przyjęty model układu, uwzględniający ewolucję parametrów fizycznych rzeczywistego układu, pozwala zminimalizować wpływ drgań zarówno na efektywność energetyczną funkcjonalnego procesu jak i zapewnienie wymaganej niezawodności operacyjnej maszyny i związanych z nią urządzeń.

Sterowanie modelu nieliniowego poprzez metodę backstepping przyniosło bardzo dobre rezultaty w postaci zmniejszenia amplitudy drgań dwukrotnie a nawet o dwa rzędy wielkości, przez co wykazano możliwość aplikacji tego podejścia w wersji manualnej (operator) lub automatycznej.

Można więc stwierdzić, że stopień trudności tematu i podjęty sposób jego rozwiązywania w pełni odpowiada aktualnym wymaganiom w odniesieniu do prac doktorskich.

2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ROZPRAWY

Opiniowana rozprawa została zawarta na 100 stronach i jest podzielona na dziesięć rozdziałów oraz bibliografię, która obejmuje 70 pozycji literaturowych. Praca zawiera ponadto spis tabel i rysunków oraz wykaz ważniejszych symboli i oznaczeń zawartych w tekście. Autor za cele pracy przyjął określenie wpływu zużycia układu tnącego kombajnu zbożowego na poziom jego wibracji, aby następnie ocenić wpływ tych zjawisk na efektywność wykonywania zadań funkcjonalnych.

Dodatkowo Doktorant podejmuje w rozprawie problematykę ponownego użycia kombajnu (reusing) w warunkach oceny i diagnozowania stanu technicznego wspomnianego układu tnącego i odpowiedniego doboru parametrów pracy ze względu na zadanie zmniejszenia poziomu drgań zespołu napędu kosi.

To zadanie Doktorant rozwiązuje z wykorzystaniem układu doboru prędkości pracy kosi z warunku odsunięcia od pasma rezonansowego zespołu napędowego układu tnącego. Do realizacji tego zadania Doktorant stosuje sterowanie z wykorzystaniem metody wstecznego całkowania. Całość uzupełniają badania laboratoryjne własności dynamicznych układu tnącego wraz z analizą modalną kosi dla najczęściej stosowanych dwóch długości kosi.

Zawartość rozprawy doktorskiej można scharakteryzować w następujący sposób analizując jej główne rozdziały, a mianowicie:

- Autor szeroko przedstawia sytuację irackiego rolnictwa, a w szczególności brak dostępu do nowych maszyn rolniczych i związaną z tym konieczność prac nad racjonalnymi zasadami reusingu, uwzględniającymi współczesne trendy gospodarki zrównoważonego rozwoju rolnictwa; problemy uzyskiwania wydajności maszyny poprzez zmniejszenie strat w produkcji i minimalizację czasu przeznaczanego na zabiegi obsługowo-naprawcze, a także rozwój i odnowienie uszkodzonych zespołów i elementów konstrukcyjnych kombajnu bez konieczności wymiany całej maszyny, analizę systemu nadzoru w celu przedłużenia wieku produkcyjnego maszyny, ocenę wpływu koła zamachowego na zmniejszenie obciążeń dynamicznych skrzyni biegów podczas badań eksperymentalnych przy dwóch różnych prędkościach obrotowych;
- zarys analizy sygnałów pomiarowych mając na uwadze możliwość określenia charakterystyki chwilowej wraz z krótką oceną użyteczności Transformata Wignera-Villea, Hilberta i Fouriera oraz omówienie każdej z nich;
- opis zadań poszczególnych zespołów kombajnu z identyfikacją zadań funkcjonalnych ze szczególnym uwzględnieniem napędu zespołu tnącego jako obiektu zainteresowania Doktoranta;
- prezentację sposobów opisu matematycznego mechanizmu korbowo-wodzikowego i pochodnych wraz z wykazaniem zasad montowania koła zamachowego, opis systemu i przyjęty model matematyczny, prezentację danych zebranych podczas badania układu napędowego kosi oraz wyznaczanie jej amplitudy drgań;
- opis eksperymentu rezonansowego, analizę modelu i opis eksperymentu wraz z prezentacją stanowiska do testowania modelu układu tnącego zawierającą opis stanowiska oraz jego

budowę w tym określenie teoretycznego toru pomiarowego, lokalizację czujników, liczby czujników, dobór prędkości obrotowych;

-wprowadzenie do metod sterowania i omówienie potrzeby doboru sterowania nieliniowego obiektu, opis matematyczny silnika napędzającego mechanizm tnący, zestawienie danych zebranych z eksperymentu oraz modelu, dostrojenie w pełni modelu z fizycznym obiektem oraz zastosowanie FFT dla analizy częstotliwościowej obiektu, porównanie stopnia odzwierciedlenia modelu liniowego i nieliniowego, przyjęcie metody całkowania wstecznego opartej na określeniu stabilności układu według Lapunowa.

Całość prac badawczych została podsumowana w rozdziale dziewiątym. W podsumowaniu Doktorant zamieścił swoje rekomendacje odnośnie aplikacji zaprezentowanych w rozprawie rozwiązań.

Wyniki uzyskane w eksperymencie laboratoryjnym i podczas przeprowadzanych analiz porównawczych potwierdziły uprzednie rozważania i poprawne wyznaczenie celów badań. Całość przeprowadzonych wywodów należy uznać za poprawne. Przedstawiony materiał ma kompleksowy charakter i wskazuje na dobre przygotowanie warsztatowe Kandydata.

3. OCENA ROZPRAWY

Recenzowana rozprawa doktorska ma zdecydowanie charakter pracy naukowo badawczej, a realizacja celów badawczych przyczyniła się do oceny wpływu obciążeń dynamicznych przekładni głównej kombajnu zbożowego przy różnych prędkościach obrotowych.

Tematyka rozprawy jest szczególnie ważna wobec coraz większej ekspansji techniki w zastosowaniach mechanizacji rolnictwa, w tym rolnictwa precyzyjnego a także coraz bardziej restrykcyjnych przepisów ochrony środowiska, również odnoszących się do rolnictwa irackiego.

Pod względem edytorskim praca jest napisana poprawnie, z zastosowaniem do tego celu nowoczesnych narzędzi z dziedziny szeroko pojętej techniki komputerowej. Układ pracy jest logiczny, przejrzysty i komunikatywny, a praca zredagowana właściwie.

Niemniej jednak, w trakcie czytania rozprawy nasuwa się kilka uwag, a mianowicie:

- na rysunku nr 1 Autor przedstawia zmodyfikowany schemat reusingu z wyeksponowaniem procedur oceny stanu technicznego. Jak według Doktoranta można ocenić udział tak eksploatowanych elementów lub podzespołów w kombajnach używanych w Iraku w stosunku do innych części, wymagających naprawy bądź wymiany na nowy?

- Jak procesy zużycia układu napędowego będą wg Autora pracy wpływać na właściwości dynamiczne, szczególnie na pasma częstotliwości rezonansowych i w jaki sposób Doktorant zamierza modyfikować układ sterowania ruchu kosy?

- Przedstawione procedury sterowania milcząco zakładają stałą prędkość obrotową napędu, skądinąd wiadomo, że zmiana obciążenia będzie powodować, zgodnie z charakterystyką silnika, zmianę prędkości obrotowej wału silnika spalinowego. W jaki sposób Doktorant uwzględni ten fakt w proponowanym sposobie minimalizacji poziomu drgań?

Ponadto, Autor nie ustrzegł się też drobnych usterek redakcyjnych i korektorskich.

Dostrzeżone błędy i uwagi z tego zakresu zostaną przekazane Doktorantowi podczas obrony pracy.

Wymienione wyżej uwagi nie umniejszają jednak wartości naukowo badawczej przedstawionej do oceny pracy dysercyjnej. Realizację przedstawionych w pracy zadań i ich zakres ocenić należy pozytywnie ze względu na:

- prawidłowe zdefiniowanie celów badań, prowadzących do opracowania oryginalnego podejścia do prowadzonych badań eksperymentalnych układu mechanicznego maszyny roboczej,
- rzeczowy sposób prezentacji wyników z wykorzystaniem nowoczesnych technik komputerowych,
- sumienność wykonania kolejno po sobie występujących etapów badawczych,
- wykazane przez Doktoranta dobre przygotowanie w zakresie teorii diagnostyki, sterowania, i informatyki.

Pod względem merytorycznym rozprawa nie budzi zastrzeżeń

Stanowi ona cenny dorobek naukowy Autora w reprezentowanej dyscyplinie naukowej, a jej wyniki są ważne i wartościowe zarówno z poznawczego, jak i praktycznego punktu widzenia.

Doktorant wykazał się dobrą znajomością zagadnienia i umiejętnością prowadzenia prac naukowych, zarówno o charakterze analitycznym, jak i doświadczalnym. Praca wnosi oryginalny wkład do wiedzy z zakresu szeroko rozumianej techniki rolniczej.

Autor rozprawy wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną, porządkując nierozwiązane problemy, wprowadzając nowe elementy wiedzy teoretycznej i praktycznej, posługując się przy tym nowoczesnymi narzędziami prowadzenia pracy naukowej oraz umiejętnością samodzielnej realizacji pracy promocyjnej poprzez znajomość metodyki, uzasadniania i doboru aparatury naukowo-badawczej.

Praca ma także charakter użyteczny, gdyż istnieje niewątpliwie duża grupa odbiorców pracy w odniesieniu do pojazdów z napędem na dwa koła, obejmująca zarówno użytkowników jak i producentów maszyn rolniczych.

Autor w dysertacji podjął się bardzo trudnego zadania, które z oczywistych względów nie wyczerpuje całości zagadnień związanych z wpływem całego procesu zjawiska reusingu omawianego w niniejszej pracy.

Ilość czynników wpływających na to zjawisko jest znaczna, co bardzo komplikuje zagadnienie. Podczas publicznej obrony pracy z zainteresowaniem wysłucham kierunków dalszych prac planowanych przez Doktoranta w tym obszarze.

4. PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY

Na podstawie analizy przedstawionej do oceny rozprawy doktorskiej ustaliłem, że:

- Autor dokonał trafnego wyboru tematyki swoich badań, a jej zakres spełnia stawiane wymagania pracom promocyjnym,
- dysertacja dobrze nawiązuje do aktualnej wiedzy i praktyki, a w niektórych elementach wnosi do nich nowe treści,
- cel pracy, w zakresie przyjętym przez Doktoranta, został osiągnięty, gdyż zrealizowano wszystkie postawione zadania szczegółowe, a prezentowane wyniki są uzyskane w poprawnie przeprowadzonych studiach i eksperymentach własnych i mogą służyć do dalszych prac,
- formalny układ pracy jest prawidłowy,
- akumulacja należycie ustalonych faktów sprawia, że została spełniona zasada logicznej poprawności pracy.

Powyższe fakty świadczą o kompetencjach Doktoranta w zakresie samodzielnego prowadzenia badań naukowych oraz wskazują na Jego dużą wiedzę ogólną i umiejętności praktyczne w wybranej dyscyplinie naukowej, w której mieszczą się zagadnienia objęte recenzowaną rozprawą.

Stwierdzam zatem, że praca mgr inż. Omara Ghassana Hussaina Al-Qaraghuli pt: **„MITIGATION OF THE VIBRATION LEVEL IN THE CUTTING UNIT OF A HARVESTER COMBINE FOR REDUCTION OF CEREALS LOSSES OF CROP”**

spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim przez obowiązujące przepisy (Ustawa o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku z późniejszymi zmianami), a **Autor może być dopuszczony do publicznej obrony.**

Poznań, 05 września 2018 r.

Dr hab. inż. Jan Szczepaniak, prof. nadzw.