

Prof.dr hab.inż Antoni Kalukiewicz

Kraków 14 12 2017

Akademia Górniczo – Hutnicza

im. Stanisława Staszica w Krakowie

Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki

OPINIA

o pracy doktorskiej

„Metoda parametryzacji i doboru algorytmów sterowania przenośników zgrzebłowych”

Autor : mgr inż. Kamil Szewerda

1.Podstawa opracowania

Ocena jest wykonana na podstawie uchwały Rady Wydziału Mechanicznego Technologicznego Pol. Śląskiej z dnia 15 listopada .2017, oraz skierowanego na moje ręce pisma Pani Dziekan Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Śląskiej w Gliwicach dr. hab inż. Anny Timofiejczuk Prof nzw. w Pol.Sl

(Nr . Pisma - Ldz.RMTO/245/D/006/17/18) z dnia 17.11.2017.

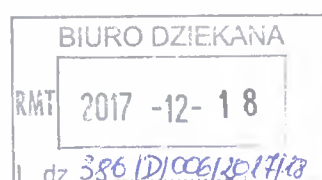
W wyżej wymienionym piśmie sformułowano jednocześnie ramowe wymogi dotyczące wykonania zlecanej oceny, oraz zasady ewentualnego wyróżniania pracy.

2.Ogólna charakterystyka rozprawy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgra inż. Kamila Szewerdy, pt. „Metoda parametryzacji i doboru algorytmów sterowania przenośników zgrzebłowych”, wykonana na Wydziale Mechanicznym Technologicznym Politechniki Śląskiej pod opieką

promotora, **prof. dr. hab. inż. Jerzego Świdra** ,

oraz promotora pomocniczego **dr inż. Krzysztofa Herbusia**



Recenzowana praca obejmuje zagadnienia mieszczące się w obszarze **dyscypliny naukowej „Budowa i Eksploatacja Maszyn”**, a w szczególności zagadnienia związane z opisem i poprawą stanu pracy przENOŚNIKÓW zgrzeblOWYCH.

Przedłożona praca doktorska obejmuje **170 stron** tekstu i jest podzielona na **7 rozdziałów**. W pracy zastosowano odpowiednią numerację rysunków, tablic i pozycji literatury.

Ogólna koncepcja układu treści rozprawy została starannie zaplanowana. Wykaz literatury został sporządzony alfabetycznie i obejmuje **121 pozycji**, w tym **6 pozycji**, których Doktorant jest **autorem lub współautorem**.

Stwierdzam że wykaz ten obejmuje kompleksowo najważniejsze i aktualne pozycje literatury krajowej oraz zagranicznej z zakresu tematyki rozprawy. Integralną częścią pracy są **dwa załączniki, które obejmują dodatkowo 76 stron**

3. Wybór tematu rozprawy doktorskiej

Praca podejmuje bardzo istotną dla rozwoju maszyn górniczych problematykę związaną z coraz powszechniejszym wprowadzaniem do konstrukcji tych maszyn parametryzacji i doboru algorytmów sterowania nimi.

Temat pracy doktorskiej został sformułowany prawidłowo i właściwie odzwierciedla jej treść. Wskazuje on na bardzo trudne zagadnienie interdyscyplinarne, którego rozwiązanie może mieć duże znaczenie praktyczne.

Potrzeba ogólnego rozwiązania takiego zagadnienia została poprzedzona dogłębną analizą literatury z obszaru rozpatrywanej dziedziny problemu oraz została szczegółowo i poprawnie uzasadniona w opiniowanej pracy.

4. Wartość merytoryczna pracy doktorskiej

W swojej pracy Autor proponuje sposób wspomaganie budowy modeli geometrycznych przENOŚNIKA zgrzeblOWEGO, stosując do tego systemy klasy CAD/CAE oraz własne, opracowane przez Niego skrypty. W pracy wykazuje On, że takie wspomaganie pozwala zautomatyzować dużą część prac, związanych z procesem modelowania przENOŚNIKÓW zgrzeblOWYCH. Opracowany przez Doktoranta sposób budowy modelu uwzględnia także nadawanie więzów geometrycznych pomiędzy wybranymi bryłami, definiowanie mas poszczególnych elementów, definiowanie wektorów sił i momentów oraz definiowanie modeli kontaktów pomiędzy wybranymi bryłami. Doktorant wykazuje, że zastosowanie tego sposobu

budowy modelu przenośnika pozwala na przyspieszenie związanych z tym prac oraz na tworzenie modelu przenośnika w różnych konfiguracjach, uwzględniających różne profile, szerokość rynny, wielkość łańcucha itp.

W opracowanym modelu Autor zastosował parametry zastępcze, pozwalające mu przeprowadzać symulacje pracy przenośników o dowolnej długości, z zastosowaniem modelu obliczeniowego przenośnika o znacznie mniejszej długości.

Do tych parametrów zalicza on zastępcze masy ogniw łańcucha oraz zgrzebeł, współczynnik sprężystości łańcucha oraz zredukowane momenty bezwładności. Możliwość tworzenia wirtualnych modeli o zredukowanej długości w odniesieniu do obiektu rzeczywistego, a co za tym idzie zredukowanej liczbie elementów składowych modelu, takich jak liczba ogniw łańcucha, liczba zgrzebeł, liczba więzów pomiędzy współpracującymi elementami układu, przy porównywalnych wynikach symulacji wirtualnego eksperymentu, pozwala Doktorantowi skrócić czas tworzenia modelu oraz czas weryfikacji tego modelu.

Za autorskie osiągnięcie Doktoranta uważam utworzenie modelu obliczeniowego ścianowego przenośnika zgrzeblowego, przeznaczonego do analizy zjawisk dynamicznych podczas jego pracy. Opracowany model składa się z modelu numerycznego przenośnika, zbudowanego w środowisku MSC Adams, a także modeli silników napędowych oraz układu sterowania, zbudowanych w środowisku MatLab/Simulink.

W celu określenia stanu pracy przenośnika zgrzeblowego w obrębie modelu numerycznego Doktorant zaimplementował modele czujników służących do detekcji stanu nadmiernego luzowania bądź napięcia łańcucha oraz pomiaru siły nacisku zgrzebla na rynnę przenośnika. Elementem integrującym poszczególne modele jest tutaj zastosowana przez Doktoranta technika symulacji równoległych, tzw. technika Co-Simulation.

Zastosowanie takiego narzędzia umożliwiło Doktorantowi przeprowadzenie badań numerycznych działania modelu przenośnika w kontekście sterowania.

W pracy została przeprowadzona przez Doktoranta identyfikacja parametrów modelu obliczeniowego. Identyfikację tych parametrów Doktorant rozpoczął się od przeprowadzenia weryfikacji modelu obliczeniowego, polegającej na porównaniu wybranych wielkości otrzymanych na drodze symulacji numerycznej, z przebiegiem zmian tych wielkości, które otrzymał podczas testów na stanowisku badawczym.

Następnie Autor dopasował model obliczeniowy, na drodze badań symulacyjnych, do obiektu rzeczywistego. Dopasowaniu podlegały wybrane parametry przenośnika zgrzeblowego, zgodnie z przyjętymi w pracy założeniami upraszczającymi model w stosunku do obiektu rzeczywistego.

Porównaniu podlegał przebieg zmienności natężenia prądu, zarejestrowany na silnikach napędowych stanowiska badawczego, z przebiegiem zmienności natężenia prądu, uzyskanym przez Niego na podstawie badań numerycznych modelu obliczeniowego.

W kolejnym kroku opracowany i dopasowany model obliczeniowy posłużył Doktorantowi do symulacyjnego badania wpływu zmiany poszczególnych parametrów modelu na jego zachowanie oraz na stan pracy przenośnika.

Ponadto Autor przeprowadził w swojej pracy cykl symulacji numerycznych, mających na celu określenie wpływu zmiany wysunięcia rynny teleskopowej oraz obciążenia zewnętrznego na obciążenie silników napędowych, wpływu zmiany częstotliwości napięcia zasilania silników napędowych na wartość natężenia prądu w silnikach, a także dokonane zostało określenie wpływu nachylenia podłużnego przenośnika na zjawiska dynamiczne, zachodzące podczas pracy przenośnika.

Na podstawie przeprowadzonych badań numerycznych Doktorant wyróżnił 37 stanów pracy przenośnika. W odniesieniu do poszczególnych stanów pracy zdefiniowano reguły postępowania, jakie powinny zostać podjęte w celu poprawy charakteru pracy przenośnika. Na podstawie tak zdefiniowanych reguł postępowania w odniesieniu do danego stanu pracy przenośnika Doktorant opracował algorytm sterowania wybranymi parametrami przenośnika zgrzeblowego, który umożliwił mu jednoczesną możliwość poprawy stanu napięcia łańcucha zgrzeblowego, współpracy napędów przenośnika, oraz dostosowanie prędkości ruchu łańcucha zgrzeblowego do bieżącego obciążenia przenośnika.

Opracowany przez Doktoranta autorski algorytm sterowania odnosi się zarówno do pracy przenośnika nienachylnego, pracującego po wzniosie, jak i po upadzie.

W celu przeprowadzenia badań numerycznych pracy przenośnika zgrzeblowego Doktorant zastosował technikę symulacji równoległej. Dzięki przeprowadzonej integracji modelu numerycznego przenośnika z modelami silników elektrycznych oraz modelem układu sterowania możliwe było zastosowanie przez Doktoranta wirtualnego układu sterowania do regulacji pracy wybranych parametrów wirtualnej maszyny.

Pozwoliło mu to na testowanie poprawności działania koncepcji algorytmu sterowania jeszcze na etapie projektowania lub w sytuacjach, gdy obiekt rzeczywisty jest niedostępny. Umożliwiło to w efekcie wdrożenie koncepcji **projektowania mechatronicznego** w odniesieniu do projektowania przenośników, czyli na ich projektowanie w kontekście także sterowania.

Działanie opracowanego algorytmu sterowania pracą przenośnika zgrzeblowego Doktorant zweryfikował na bazie utworzonego przez siebie modelu obliczeniowego, rozumianego jako

układ, składający się z modelu numerycznego przenośnika, modelu silników napędowych i modelu układu sterowania.

Na podstawie przeprowadzonych badań numerycznych Autor wyznaczył łączny czas, w którym stany pracy modelu przenośnika zgrzeblowego zostały określone jako poprawne. Porównaniu poddano wyniki, które uzyskano w odniesieniu do modelu obliczeniowego z zastosowaniem i bez zastosowania opracowanego układu sterowania.

Wyniki testowania opracowanego algorytmu sterowania, uzyskane na drodze wirtualnego eksperymentu, pozwoliły Doktorantowi na przyjęcie tezy, że opracowany algorytm sterowania może w znaczący sposób przyczynić się do poprawy stanu jego pracy.

Przedstawiona przez Doktoranta w opiniowanej pracy metoda parametryzacji i doboru algorytmów sterowania przenośników zgrzeblowych została zilustrowana na przykładzie ścianowego przenośnika zgrzeblowego firmy **Ryfama (typ 850 o profilu rynny E285)**, a następnie uogólniona na dowolny przenośnik zgrzeblowy, pracujący w dowolnych warunkach (poziomo lub na nachyleniach).

Autor szczegółowo przedstawił proces dopasowania dowolnego przenośnika zgrzeblowego do obiektu rzeczywistego, sposób dostrojenia algorytmu sterowania parametrami pracy przenośnika oraz metodę weryfikacji działania opracowanego modelu. Ponadto, możliwość zmiany wartości granicznych parametrów zastosowanych w algorytmie, pozwoliła Autorowi na dostrojenie modelu do indywidualnych warunków pracy danego przenośnika.

5. Uwagi krytyczne i dyskusyjne

W pracy nie znalazłem uwag na temat zmiany trajektorii ruchu łańcucha zgrzeblowego, wynikającej z postępu ściany i związanej z tym tzw. przekładki przenośnika, podczas której przenośnik zostaje wygięty w kształcie litery „S”, zmiany wynikającej z możliwości wystąpienia nierówności lokalnych (przebieg trasy przenośnika w pionie) związanych z nierównością spągu.

Doktorant nie odniósł się także do ewentualnej możliwości przeprowadzenia analiz numerycznych pracy przenośnika o poprzecznym nachyleniu rynien, uwzględnienia współpracy poziomych ogniw łańcucha zgrzeblowego z bębniem napędowym, zagadnień integracji algorytmu sterowania pracą przenośnika zgrzeblowego z pozostałymi maszynami systemu ścianowego, takimi jak np. maszyna urabiająca, przenośnik podścianowy, przenośniki taśmowe, ani do możliwości prowadzenia testów na obiekcie rzeczywistym, z zastosowaniem opracowanego algorytmu sterowania.

W pracy dostrzegłem pewne błędy edytorskie oraz korektorskie, które moim zdaniem nie obniżają jej wartości (przekazałem je Autorowi do wykorzystania w ewentualnych przyszłych publikacjach.)

6. Wniosek końcowy

Mgr inż. Kamil Szewerda posiada duże doświadczenie w zakresie objętym tematem rozprawy. Opiniowana rozprawa dowodzi, że Doktorant potrafi samodzielnie planować i prowadzić oryginalne badania, dotyczące złożonych zagadnień interdyscyplinarnych oraz prowadzić logiczny i spójny proces wnioskowania.

Materiał badawczy zawarty w ocenianej rozprawie doktorskiej jest oryginalnym dorobkiem Doktoranta, zarówno poznawczym, jak i utylitarnym.

Doktorant wykazał się dobrą znajomością zagadnień wchodzących w zakres wiedzy o nowoczesnych przenośnikach zgrzeblowych poznał i poprawnie zastosował techniki parametryzacji i wykazał się znajomością zagadnień nowoczesnego sterowania

Praca doktorska mgr. inż. Kamila Szewerdy „Metoda parametryzacji i doboru algorytmów sterowania przenośników zgrzeblowych”, spełnia wymagania przewidziane w Ustawie z dnia 14. marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule naukowym w dziedzinie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami).

Wnoszę zatem o dopuszczenie Doktoranta do dalszego toku przewodu doktorskiego.

Ponadto uważam że oceniana praca doktorska w pełni zasługuje na **wyróżnienie** ze względu na jej znacznie ponadprzeciętne moim zdaniem **walory naukowe** i bardzo staranne **opracowanie edytorskie**. Praca jest wielowątkowa ,a mimo to napisana została w sposób bardzo przejrzysty .

Wysoko oceniam wydzielony tom załączników który pedantycznie dokumentuje dodatkowo zebrany i opracowany materiał badawczy. Pozwoliło to nie przytłaczać samej pracy nadmiarem informacji co wpłynęło na jasność i czytelność głównego naukowego wątku pracy.

Z poważaniem

