

Prof. Mariusz Kaczmarek
Instytut Mechaniki i Informatyki Stosowanej
Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy
ul. Kopernika 1, Bydgoszcz

Wpłynęło: Data 10. 07. 2018
Ldz 327 WIM F. Elcik.

Bydgoszcz 4 lipca 2018

Prof. dr hab. inż. Janusz Sempruch
Dziekan Wydziału Inżynierii Mechanicznej
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
Im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich
Ul. Prof. S. Kaliskiego 7
85-789 Bydgoszcz

Szanowny Panie Dziekanie,

Przesyłam w załączeniu dwie kopie recenzji pracy doktorskiej mgr inż. Emila Smyka
oraz płytę CD z plikiem zawierającym skan recenzji .

Z poważaniem



Prof. Mariusz Kaczmarek
Instytut Mechaniki i Informatyki Stosowanej
Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy
ul. Kopernika 1, Bydgoszcz

Bydgoszcz 4 lipca 2018

OCENA

rozprawy doktorskiej mgra inż. Emila Smyka

pt.

Sterowanie strumieniem osiowosymetrycznym za pomocą strumienia syntetyzowanego

Ocenę sporządzono na zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej Uniwersytetu Techniczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy, pismo z dnia 18 czerwca 2018 roku.

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska liczy 116 stron. Zawiera wstęp, pięć rozdziałów, podsumowanie, bibliografię obejmującą 93 pozycje oraz załączniki. Ponadto w pracy zawarto streszczenia w języku polskim i angielskim. Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. Kazimierz Peszyński, prof. nadzw. UTP.

1. Cel, przedmiot i zawartość rozprawy

Celem rozprawy są badania mające wykazać, że strumień masy powietrza w osiowosymetrycznej dyszy oraz zaworze mogą być skutecznie sterowane za pomocą strumieni syntetyzowanych wygenerowanych przez dwuelementowe siłowniki akustyczne.

Przedmiotem dysertacji są badania teoretyczne i eksperymentalne skoncentrowane na sterowaniu strumieniem o symetrii osiowej za pomocą tzw. strumieni syntetyzowanych. Obiektem sterowania są osiowosymetryczna dysza i zawór zaprojektowane w ramach współpracy pomiędzy Instytutem Termomechaniki Czeskiej Akademii Nauk w Pradze oraz Zakładem Sterowania Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy. Badania teoretyczne (rozdziały 2 i 3) obejmują studia literaturowe z zakresu rozpoznania istniejących rozwiązań technicznych sterowania strumieniami syntetyzowanymi oraz dostępnej metodyki badawczej samych strumieni. Badania eksperymentalne dotyczą dwóch obszarów. Pierwszy stanowi projekt i przygotowanie stanowiska badawczego oraz testy dwuelementowego siłownika akustycznego (rozdział 4). Drugi obszar badań eksperymentalnych (rozdział 5)

dotyczy testów osiowosymetrycznej dyszy i zaworu sterowanych z pomocą strumieni syntetyzowanych.

W ramach badań siłowników strumieni syntetyzowanych przedstawiono między innymi analizę wpływu zamkniętej komory powietrza na strumienie, porównano siłowniki jedno i dwuelementowe, oceniono rolę przesunięcia fazowego sygnałów zasilających elementy siłownika, zbadano znaczenie odległości tych elementów. Przeprowadzone prace wykazały, że dwuelementowy siłownik oraz odpowiednio dobrana elektronika dająca możliwość generowania arbitralnych co do kształtu i przesuniętych w fazie sygnałów pobudzających cewki siłownika, zapewniają lepsze parametry sterowania aniżeli akustyczny siłownik jednoelementowy.

Rezultatem badań osiowosymetrycznej dyszy i zaworu sterowanych strumieniami syntetyzowanymi są wyniki ilościowe dotyczące odchylenia wiązki strumienia głównego od osiowosymetryczności, pomiary rozkładu profilu prędkości strumienia głównego dla różnych wartości mocy siłownika, oraz wyznaczone optymalne parametry sterowania dyszy, przy której ma miejsce skuteczne sterowanie strumieniem głównym. Ponadto, na bazie badanej dyszy skonstruowano odpowiedni zawór osiowosymetryczny, przeprowadzono jego testy i wyznaczono warunki jego efektywnego działania.

W podsumowaniu pracy wyspecyfikowano jej główne rezultaty, wskazano na ograniczenia, sformułowano wizję Autora na rolę wyników rozprawy dla rozwoju wiedzy technicznej w zakresie aktywnego sterowania oraz nakreślono perspektywy dalszych prac badawczych.

2. Ocena rozprawy

Rozprawa mgr inż. Emila Smyka zawiera badania z obszaru aktualnej problematyki sterowania strumieniem gazu w dyszy lub zaworze z pomocą nowatorskich rozwiązań siłowników generujących strumienie syntetyzowane. Rozwiązania tego typu mogą znaleźć zastosowanie w wielu obszarach techniki oraz badań naukowych, np. w lotnictwie, transporcie, chłodnictwie czy w kontrolowanych procesach chemicznych. Autor pracy wykazał się dobrą znajomością projektowania eksperymentów i metod badań doświadczalnych rozwiązań sterowania strumienia powietrza. Przygotował nowoczesne, wspomagane komputerowo stanowisko badawcze, opracował wyniki testów i zebrał szereg wniosków dotyczących rozwijanej propozycji oraz kierunków przyszłych prac badawczych.

Tekst rozprawy jest w zdecydowanej większości jasny i zwięzły. Praca zawiera jasno sformułowane i rozwiązane zagadnienia szczegółowe oraz ilustracje wyników. W rozprawie umieszczono liczne i adekwatne referencje do literatury co dowodzi, że jej Autor ma dobre rozeznanie stanu problemu. W poszczególnych częściach pracy zamieszczono nawiązania do innych jej fragmentów, zapewniając wewnętrzną spójność rozprawy.

Spośród ważnych kwestii dyskusyjnych, które warto by Autor rozprawy wyjaśnił, należy wymienić następujące:

1. W zaprezentowanych rozważaniach konstrukcji siłowników strumieni syntetyzowanych nie analizowano roli geometrii dyszy siłownika. Czy są przesłanki żeby pominąć ten czynnik w poszukiwaniu optymalnego rozwiązania?
2. Wprowadzając model siłownika akustycznego przyjmuje się dwa stopnie swobody tego układu związane odpowiednio z drganiami membrany i drganiami masy słupa powietrza. Następnie traktuje się te dwa stopnie swobody jako niezależne. Czy była próba oszacowania konsekwencji oddziaływania obu podukładów i wpływu tego oddziaływania na częstotliwości drgań?
3. W opisie metody badawczej wprowadza się szereg parametrów opisujących strumień, takie jak: wartość średnia, odchylenie, intensywność turbulencji, skośność, kurtoza (wzory (3.3)-(3.7)). Nie wszystkie te wielkości były dalej w pracy analizowane. Czy oznacza to, że wartości niektórych z tych parametrów były nieprzydatne do charakteryzowania strumienia?
4. W sformułowaniu modelu fizycznego głośnika z zamkniętą membraną przyjęto założenie gazu doskonałego. Czy można oszacować konsekwencję przyjętego uproszczenia dla powietrza?
5. W rozdziale 4 analizuje się wartości prędkości charakterystycznej U_0 , która wyznaczana jest jako średnia czasowa (wzór (2.2)). Nie jest oczywiste jednak czy uśrednianiu po czasie podlega prędkość zdefiniowana na podstawie strumienia pędu czy strumienia objętości. Obie definicje są wcześniej przytaczane (p. punkt 2.1.2).
6. Dobór częstotliwości próbkowania sygnałów zwykle opiera się na podstawie kryterium Nyquista. W pracy przyjęto inną podstawę określenia częstotliwości próbkowania (wzór 4.1). Czym się kierowano przyjmując dużo bardziej rygorystyczne wymaganie?
7. W badaniach strumienia głównego z dyszy (rozdział 5.1) stwierdzono, że profile prędkości w płaszczyźnie pionowej i poziomej istotnie się różnią co powoduje, że strumień nie jest dokładnie osiowosymetryczny. Jako przyczynę wskazano błędy wykonania dyszy i złe pozycjonowanie rdzenia wewnętrznego. Rodzą się pytania: a) dlaczego nie dokonano korekt konstrukcji oraz b) jaką rolę może odgrywać niejednorodność strumienia syntetyzowanego? Wykonanie korekt konstrukcyjnych ułatwiłoby ocenę znaczenia strumienia syntetyzowanego.
8. W drugim akapicie podrozdziału 5.2 pisze się, że "Głównym celem badań jest wskazanie, że istnieje możliwość przesterowania strumienia głównego...". Użycie we wskazanym ale także innych miejscach rozprawy terminów przesterowanie lub przesterować może być mylące bowiem terminy te są często używane do opisu niepożądanego zjawiska zniekształcania sygnałów, jakkolwiek warto zauważyć, że zgodnie z drugim ze znaczeń w Słowniku Języka Polskiego PWN Doroszewskiego przesterowanie może też oznaczać działanie na jakiś mechanizm w celu wywołania pożądanych zmian. Wobec tej niejednoznaczności pojawia się pytanie czy nie byłoby celowym zamiast terminu przesterowanie stosować termin sterowanie.
9. W następnym akapicie tego podrozdziału użyto terminu "sprząść", który powinien raczej być zastąpiony terminem sprzęgnąć.

10. W podrozdziale 5.2.2 podaje się wyniki pomiarów stosunków objętościowych natężeń przepływów Q_1/Q_2 i w powiązaniu z tymi wynikami w dyskusji optymalnego doboru parametrów strumienia głównego i sterującego porównuje się te stosunki z dokładnością do czwartego miejsca po przecinku. Wobec braku danych o odchyleniu standardowym mierzonych wielkości trudno ocenić czy tak wysoka dokładność porównań jest uzasadniona.
11. Wydaje się, że nie jest właściwy wniosek sformułowany w pierwszym akapicie podrozdziału 5.4, który brzmi „W szczególności skupiono się na wykazaniu braku osiowosymetryczności strumienia powietrza przepływającego przez dysze. Pomimo to przyjęto, że strumień należy traktować jako osiowosymetryczny...”.

Pomimo iż praca jest przygotowana starannie zarówno pod względem językowym jak też graficznym jej Autor nie uniknął niedociągnięć natury edytorskiej, np. występują pewne wyrazy z niewłaściwą odmianą i błędy interpunkcyjne.

3. Wnioski końcowe

Tematyka opiniowanej rozprawy doktorskiej mgra inż. Emila Smyka jest aktualna i istotna ze względów praktycznych, zwłaszcza w odniesieniu do problematyki energooszczędnych i wyposażonych w kontrolery metod sterowania procesami technologicznymi. Praca jest napisana językiem zwięzłym i komunikatywnym. Autor wykazał się znajomością stanu podjętego przedmiotu badań w literaturze oraz umiejętnością formułowania i rozwiązywania problemów pomiarowo-konstruktorskich. Na uznanie zasługują wyniki obejmujące opracowanie dwuelementowego siłownika akustycznego zapewniającego skuteczne sterowanie osiowosymetrycznego strumienia gazu oraz konstrukcja zaworu osiowosymetrycznego wykorzystującego sterowanie strumieniami syntetyzowanymi. Wskazane w recenzji merytoryczne kwestie wymagające wyjaśnienia i zauważone niedociągnięcia natury edytorskiej nie obniżają istotnie wartości rozprawy.

Podsumowując powyższe stwierdzam, że opiniowana rozprawa mgra inż. Emila Smyka spełnia wymogi ustawy o stopniach i tytule naukowym stawianym rozprawom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

