

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgr Andrzeja IWANIUKA
**p.t. " Optymalizacja parametrów lekkiego samolotu
w fazie projektu wstępnego"**

wykonanej

pod kierownictwem dr hab. inż. Witolda WIŚNIEWSKIEGO prof. nadzw.

na podstawie umowy nr 60/DE/2016 z dnia 10.03.2016 r.

1. Wprowadzenie

Światowe lotnictwo stało się ważnym obszarem działalności współczesnej cywilizacji i ważną częścią ogólnoswiatowego systemu transportu towarów i usług a także systemów wojskowych. Współczesna konstrukcja samolotu czy śmigłowca, ogólnie statku powietrznego (SP) musi być projektowana pod kątem spełnienia zarówno zakładanych osiągnięć i parametrów lotnych, jak również opłacalności ich eksploatacji. Dlatego też ważnym problemem jest wyposażenie lotnictwa w statki powietrzne, które spełniałyby oczekiwania użytkownika wynikające z obecnego i przyszłego ich wykorzystania. Podjęcie tej tematyki wynika z optymalizowania parametrów technicznych i ekonomicznych samolotu lekkiego z uwzględnieniem minimalizacji bezpośrednich kosztów operacyjnych, tj.: wykonania prototypów, kosztów badań, certyfikacji, produkcji i eksploatacji przy spełnianiu wymagań zdatności do lotu statku powietrznego (bezpieczeństwa użycia). Doktorant wyszedł naprzeciw tym wyzwaniom i podjął się w swojej rozprawie zadania polegającego na opracowaniu modelu matematycznego i symulacyjnego wraz z procesem optymalizacji różnych

parametrów samolotów transportowych możliwych do eksploatacji w zastosowaniach regionalnych. Z powyższego wynika, że temat rozprawy został dobrany właściwie a recenzowana praca ma walory naukowe oraz użytkowe.

2. Omówienie treści rozprawy

Rozprawa doktorska mgr. Andrzeja Iwaniuka przedstawiona jest na 174 stronach i składa się z sześciu rozdziałów z wydzieleniem streszczenia, wykazu ważniejszych skrótów i oznaczeń, spisu rysunków, tabel i bibliografii. Zawarto w niej 44 rysunki przedstawiające wyniki badań w postaci wykresów, schematów, 11 tabel oraz 203 wzorów. W treści pracy Autor zaprezentował 95 pozycji literaturowych, krajowych i zagranicznych zawierających – książki, monografie i oryginalne prace związane z tematyką pracy.

W rozdziale pierwszym opisano obszar zainteresowań Doktoranta oraz przedstawiono tezę, cel i główne zadania badawcze.

W rozdziale drugim Autor porusza zagadnienia dotyczące systemu transportu małymi samolotami, projekty prowadzone w tym obszarze w USA i Europie ze szczególnym uwzględnieniem Instytutu Lotnictwa jako aktywnego uczestnika tych prac. Opisuje proces projektowania, modelowania i symulacji oraz optymalizacji techniki lotniczej.

Rozdział trzeci przedstawia model matematyczny samolotu systemu transportu małymi samolotami SATS w postaci modelu masowego, osiąarów i bezpośrednich kosztów operacyjnych wraz z ich optymalizacją.

W rozdziale czwartym Doktorant przedstawia model symulacyjny z jego weryfikacją oraz opisuje program symulacyjny samolotu.

Następny rozdział opisuje wyniki badań, optymalizację, analizę wrażliwości oraz analizę porównawczą obiektów badan z samolotami eksploatowanymi w lotnictwie transportowym.

W rozdziale szóstym Autor formułuje wnioski końcowe oraz wskazuje kierunki dalszych prac badawczych.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

Celem rozprawy doktorskiej było opracowanie metodyki optymalizacji głównych parametrów projektowych samolotu lekkiego, uwzględniającej wymagania bezpieczeństwa lotniczego oraz wymagania konkurencyjności samolotu w prywatnym systemie transportowym.

Na podstawie przytoczonej w pracy literatury doktorant dokonał analizy:

- problematyki związanej z systemem transportu lekkimi samolotami;
- procesu projektowania na etapie koncepcji i projektu wstępnego statku powietrznego;
- zagadnień modelowania i symulacji komputerowej;
- metod optymalizacji.

Cel pracy został jednoznacznie i jasno sformułowany a rozwiązanie zagadnienia konsekwentnie prowadzone w rozprawie i przy pomocy właściwych metod.

Mgr Andrzej Iwaniuk do modelowania i symulacji przyjął następujące założenia:

- misją samolotu jest usługa transportowa polegająca na przewozie określonej liczby pasażerów i ich bagaży na zadaną odległość i na określonej wysokości przelotowej;
- samolot powinien spełniać wymagania przepisów CS-23 w zakresie prędkości projektowych, prędkości przeciągnięcia i gradientu wznoszenia;
- samolot powinien posiadać parametry techniczne (np. rozpiętość skrzydeł) pozwalające na starty i lądowania na różnych lotniskach;
- bezpośrednie koszty operacyjne obejmują koszty operacji lotniczych, koszty obsługi technicznej, koszty amortyzacji, koszty opłat za lądowanie, nawigację i opłat rejestracyjnych oraz inne koszty finansowe.

Dla realizacji celu pracy i wykazania słuszności postawionej tezy doktorant przyjął metodykę opracowaną przez NASA i rozwijaną przez Roskama i Sadraeya.

Na uwagę zasługuje fakt, że mgr Andrzej Iwaniuk dokonał modyfikacji metodyki bazowej polegającej na optymalizacji doboru podstawowych parametrów samolotu, w tym również prędkości przelotowej o minimalizację kosztów operacyjnych.

Opracowany model matematyczny samolotu zawiera następujące elementy:

1. Model masowy samolotu lekkiego obejmujący masę załogi i pasażerów oraz ich bagaże, masę paliwa niezbędną do realizacji misji w przyjętym systemie transportu oraz masę samolotu pustego.
2. Model osiąarów samolotu zawierający obliczenia prędkości przeciągnięcia, gradientu wznoszenia, prędkości maksymalnej na wysokości przelotowej, drogi startowej i pułapu użytkowego.
3. Model bezpośrednich kosztów operacyjnych uwzględniający zmienne koszty wynikające m.in. z czasu blokowego misji, prędkości przelotowej i zużycia paliwa w trakcie misji.
4. Algorytm optymalizacji w oparciu o algorytmy ewolucyjne. Funkcją celu są tu bezpośrednio koszty operacyjne na 1 pasażerokilometr natomiast zmiennymi są prędkość przelotowa, obciążenie powierzchni nośnej i obciążenie mocy.

Model nie obejmuje ważnych z innego punktu widzenia cech samolotu takich jak: wytrzymałość materiałów, aeroelastyczność, stateczność statyczna i dynamiczna podłużna i boczna, sterowność itp. Jednak z punktu widzenia modelowania tak skonstruowany model pozwala na optymalizację podstawowych parametrów samolotu z punktu widzenia bezpośrednich kosztów operacyjnych na 1 pasażerokilometr.

Mgr Andrzej Iwaniuk dla tak przyjętego modelu matematycznego opracował model symulacyjny, przeprowadził jego weryfikację oraz opracował program symulacyjny. Model symulacyjny został poddany walidacji na bazie danych technicznych i osiąarów samolotów będących w eksploatacji. W ramach symulacji przeprowadzono optymalizację parametrów projektowych dwóch klas samolotów: Commuter 9-miejscowy i Commuter 19-miejscowy.

Do obliczeń przyjęto optymalne wartości zmiennych:

- prędkość przelotową;
- obciążenie jednostkowe skrzydła;

- obciążenie mocy.

W wyniku badań modelowych przeprowadzono:

- analizę porównawczą metodyki opracowanej przez doktoranta z metodyką bazową dla zdefiniowanych samolotów;
- analizę porównawczą bezpośrednich kosztów operacyjnych na jeden pasażerokilometr optymalizowanych samolotów Commuter 9-miejscowy i 19-miejscowy z wybranymi samolotami będącymi w eksploatacji.

Otrzymane wyniki dowodzą, że modele zarówno matematyczny jak i symulacyjny zostały opracowane poprawnie.

Opracowany model matematyczny według metodyki opracowanej przez mgr. Andrzeja Iwaniuka może być stosowany do analizy parametrów technicznych i ekonomicznych statków powietrznych na etapie projektowania jak również zakupu statków powietrznych przez potencjalnych użytkowników.

Praca zawiera również elementy dyskusyjne, drobne nieścisłości lub niedopowiedzenia.

Uwagi szczegółowe:

- błędy edytorskie i stylistyczne;
- brak cytowań literatury w pracy;
- dużo słów, zwrotów czy też określeń angielskojęzycznych;
- brak badań wrażliwości w schemacie realizacji pracy (rys.2);
- V_h tj. prędkość wznoszenia a nie wznoszenie (rys.6);
- układy współrzędnych samolotu (rys. 13, rys. 16) z rozkładem sił działających na samolot są mało czytelne;
- niezrozumiały zapis „zwiększenie elastyczności procesu projektowego”;

Uwagi dyskusyjne:

- czym podyktowany jest wybór samolotów do analizy Commuter 9-miejscowy i Commuter 19-miejscowy;
- dlaczego wybrano algorytmy ewolucyjne w metodzie optymalizacyjnej?
- co autor rozumie pod pojęciem „model bezpośrednich kosztów operacyjnych”, „metody optymalizacji globalnej”- str. 31; „minimum globalnej funkcji celu”- str. 56; „metoda poszukiwania globalnego optimum”- str. 60;
- czy liczba osobogodzin prac obsługowych struktury na godzinę blokową ze wzoru (Gnarowski, Zdrojewski, Pokorski) odpowiada danym obsługowym przez wykwalifikowany personel- str. 109;
- w jaki sposób przeprowadzono analizę błędów wyników badań?

Wymienione niedociągnięcia nie mają zasadniczego wpływu na wartość merytoryczną rozprawy, pozostałe drobne uwagi przekazałem Doktorantowi.

Uważam, że zakres wykonanych przez Autora analiz, jest wystarczający dla uzasadnienia postawionego celu pracy. Temat pracy odpowiada zawartej w niej treści i może stanowić punkt wyjścia do dalszych prac w ogólnie pojętym obszarze rozwoju pasażerskiego lotnictwa transportowego.

Uwzględniając podstawowe elementy recenzowanej rozprawy doktorskiej oceniam rozprawę doktorską mgr. Andrzeja IWANIUKA pozytywnie.

4. Wniosek końcowy

Biorąc powyższe pod uwagę uważam, że mgr Andrzej Iwaniuk rozwiązał postawione zadanie przy pomocy właściwych metod.

Recenzowana rozprawa łączy w sobie opracowanie teoretyczne z eksperymentalnym wyznaczaniem parametrów i symulacją numeryczną co wyróżnia ją w stosunku do innych prac wyłącznie teoretycznych.

Podsumowując należy stwierdzić, że Doktorant Pan mgr Andrzej IWANIUK:

- zrealizował postawiony cel pracy oraz uzasadnił słuszność przyjętej tezy;

- wykazał, że posiada dobrą znajomość mechaniki, matematyki stosowanej oraz współczesnych technik obliczeń numerycznych;
- uzyskał nowe elementy w pracy doktorskiej które mogą być wykorzystane do udoskonalenia metod wyboru załogowych statków powietrznych w lotnictwie krajowym;
- wykazał się dobrą znajomością i umiejętnościami zastosowania pojęć z metod oceny i wyboru obiektów technicznych;
- wykazał się umiejętnościami samodzielnej pracy naukowo-badawczej i kierowania badaniami naukowymi.

Uważam, że praca doktorska mgr Andrzeja IWANIUKA spełnia wymogi obowiązującej ustawy o stopniach i tytule naukowym (Dz. U. Nr 65 poz. 595 z dnia 14.03.2003 r.) i w związku z tym stawiam wniosek o dopuszczenie Doktoranta do publicznej obrony.

Rozprawę ze względu na opracowany model matematyczny, model symulacyjny, uzyskane rezultaty i wykorzystanie praktyczne uważam za wyróżniającą się i stawiam wniosek o jej wyróżnienie.

