

Streszczenie pracy doktorskiej

pt. „Optymalizacja parametrów lekkiego samolotu w fazie projektu wstępnego”

Autor: mgr Andrzej Iwaniuk

Promotor: dr hab. inż. Witold Wiśniowski, prof. nadzw.

Recenzenci: prof. dr hab. inż. Andrzej Żyłuk

dr hab. inż. Tomasz Goetzendorf – Grabowski, prof. nadzw.

Opracowanie koncepcji samolotu staje się coraz bardziej skomplikowane ze względu na zmiany zachodzące w podstawowych kryteriach oceny proponowanych rozwiązań. W przeszłości, podstawowe osiągi samolotu były jedynym kryterium wyboru. Dzisiaj, coraz większy nacisk kładzie się na takie czynniki jak wpływ na środowisko naturalne, ekonomiczność, czy wygodę podróżowania.

Praca przedstawia metodykę optymalizacji parametrów lekkiego samolotu do wykorzystania w fazie realizacji projektu wstępnego z uwzględnieniem wymagań bezpieczeństwa lotniczego zawartych w specyfikacjach certyfikacyjnych Unii Europejskiej CS-23 oraz wymagań konkurencyjności w systemie transportowym.

Podstawowe decyzje projektowe dotyczące przyszłego statku powietrznego, w tym dobór cech produktu zapadają we wczesnych etapach projektu (definicja wymagań, projekt koncepcyjny, projekt wstępny). Zamrożenie konfiguracji projektu odbywa się z reguły w końcowej fazie projektu wstępnego. Oznacza to, że większość decyzji dotyczących przyszłych statków powietrznych, w tym decyzje, w istotny sposób wpływające na konkurencyjność, zarówno ze strony producenta, jak i operatora podejmowane są przed etapem projektu technicznego. Jednak w tej fazie projektu, ocena osiągnięcia celów projektu jest niezwykle trudna ze względu na nieprecyzyjność wymagań i parametrów konstrukcyjnych, nieznaną zachodzących interakcji pomiędzy parametrami, niepewność w analizach i obliczeniach. Rozwiązaniem powyższego dylematu jest zwiększanie wiedzy na początkowych etapach procesu projektowania.

Metodyka opiera się na modelu matematycznym samolotu i multidyscyplinarnej optymalizacji konstrukcji i obejmuje podstawowe dziedziny związane z projektowaniem samolotu: aerodynamikę, strukturę statku powietrznego, osiągi i przewidywane koszty eksploatacji.

Najpierw określono podstawowe wymagania dla przyszłych samolotów poprzez zdefiniowanie celów projektu oraz wybór podstawowych parametrów projektowych przyszłego statku powietrznego. Następnie dokonano doboru parametrów samolotu, które w sposób optymalny spełniają cele projektu.

Funkcją celu była wartość bezpośrednich kosztów operacyjnych samolotu na 1 pasażerokilometr. Do rozwiązania zadania optymalizacji zastosowano algorytm ewolucyjny.

Wymagania konkurencyjności zostały sformułowane w oparciu o koncepcję systemu transportu lekkimi samolotami (Small Aircraft Transport System – SATs). Wizja SATs została opracowana przez konsorcjum w ramach projektów realizowanych w 6 i 7 Programie Ramowym Unii Europejskiej. SATs jest oparty na flocie małych samolotów i wiroplątów o liczbie miejsc 4 do 19, działający w ramach zintegrowanego i inteligentnego systemu zarządzania transportem, operujących na małych lotniskach i lądowiskach. Wyniki analiz SATs podkreślają znaczenie floty samolotów turbośmigłowych.

Pierwszym etapem pracy była analiza aktualnego stanu wiedzy w trzech obszarach tematycznych: systemy transportu lekkimi samolotami, proces projektowania na etapie

tworzenia koncepcji i projektu wstępnego, proces modelowania i symulacji komputerowych oraz metody optymalizacji numerycznej.

Wyniki analizy posłużyły do opracowania koncepcji modelu matematycznego samolotu. Model matematyczny samolotu składa się z czterech modułów; modelu masowego, modelu osiągow, modelu bezpośrednich kosztów operacyjnych oraz algorytmu optymalizacyjnego.

Kolejnym krokiem było opracowanie modelu symulacyjnego i programu symulacyjnego. Model symulacyjny został opracowany w programie Mathcad. Podstawowym celem modelu symulacyjnego było sprawdzenie poprawności konstrukcji modelu matematycznego, kompletności danych oraz algorytmów obliczeniowych.

Program symulacyjny został opracowany w języku C++, w środowisku programistycznym Visual Studio.

Jako przykład wykorzystania opracowanej metodyki przeprowadzono optymalizację parametrów projektowych dwóch klas samolotów: Commuter 9-miejscowy i Commuter 19-miejscowy. Wyniki optymalizacji porównano z wynikami optymalizacji metodą opartą na minimalizacji mocy silników statku powietrznego.

Przeprowadzono również analizę wrażliwości funkcji celu względem wybranych parametrów samolotu, co umożliwia wyselekcjonowanie najważniejszych zmiennych odpowiedzialnych za koszty operacyjne.

Praca zawiera wnioski z modelowania i analiz oraz zalecenia prowadzące do poprawy konkurencyjności małych samolotów.

Słowa kluczowe: samoloty lekkie, system transportu małymi samolotami, projekt wstępny, multidyscyplinarna optymalizacja konstrukcji, bezpośrednie koszty operacyjne, algorytmy ewolucyjne