

Instytut Lotnictwa, Warszawa

Doktorant mgr inż. Adam Sieradzki

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Temat pracy: „Analiza właściwości nośnego wirnika śmigłowca z uwzględnieniem efektów aeroelastycznych”

Obszar i dziedzina nauk technicznych

Dyscyplina: budowa i eksploatacja maszyn

Promotor: prof. dr hab. inż. Maciej Bossak, Instytutu Lotnictwa

Streszczenie

Praca podejmuje tematykę analizy nośnego wirnika śmigłowca z uwzględnieniem efektów aeroelastycznych i poświęcona jest opracowaniu oraz walidacji nowych metod obliczeniowych.

Proces projektowania nowoczesnych łopatek wirnika śmigłowca wymaga uwzględnienia złożonych zjawisk aeroelastycznych. Zaawansowane sprzężone modele obliczeniowe mechaniki płynów i dynamiki ruchu łopatek pozwalają na przeprowadzenie tego typu analizy z bardzo dużą dokładnością. Koszt obliczeniowy takich symulacji jest jednak zwykle bardzo wysoki i z tego powodu modele te nie mogą być z powodzeniem stosowane w procesie projektowania interaktywnego lub optymalizacji. Złożone modele interakcji przepływowo-strukturalnych (*Fluid Structure Interaction*) są doskonałymi narzędziami do celów weryfikacji, natomiast proces projektowania wymaga prostszych metod o niższym koszcie obliczeniowym, ale nadal stosunkowo dużej dokładności i możliwościach.

Głównym celem przeprowadzonych prac było opracowanie nowej, efektywnej metody wyznaczania obciążeń wirnika śmigłowca, odkształceń łopatek i osiągów. Wykorzystuje ona znany komercyjny solver równań Naviera-Stokesa - ANSYS Fluent oraz zmodyfikowany model wirtualnej łopaty (*Virtual Blade Model*, oparty na teorii elementu łopaty) do obliczeń aerodynamiki wirnika. Dedykowany solver odkształceń łopatek, stworzony w oparciu o model belkowy i metodę różnic skończonych został zintegrowany ze środowiskiem ANSYS Fluent za pomocą funkcji użytkownika (*User Defined Functions*). Połączenie dwóch modeli niższego rzędu (*reduced order models*) zapewniło duże możliwości w stosunku do czasu symulacji.

Opracowany moduł obliczeniowy zwalidowano na podstawie badań eksperymentalnych modelowego wirnika śmigłowca IS-2 i wirnika śmigłowca UH-60A, dla warunków zawisu oraz lotu poziomego. Przeprowadzono również weryfikację metody w oparciu o analizę wirnika teoretycznego Ormiston, stworzonego specjalnie do testowania pakietów obliczeniowych. Porównania ujawniły dobrą zgodność otrzymanych wyników z danymi eksperymentalnymi i wskazały dalsze możliwe kierunki rozwoju uproszczonego modułu. W ramach prowadzonych badań opracowano także drugi moduł obliczeniowy oparty na dokładnym odwzorowaniu pola przepływu wokół łopatek. Pozwolił on na pełniejszą weryfikację metody uproszczonej, identyfikację jej ograniczeń, a także dokładne oszacowanie wpływu odkształcalności łopatek na osiągi wirnika.

Zaproponowana koncepcja uproszczonego modelowania wirnika śmigłowcowego łączy w sobie większość zalet związanych z wykorzystaniem trójwymiarowego solwera równań Naviera-Stokesa, krótki czas obliczeniowy oraz dobrą dokładność. Możliwe powinno być zatem jej wykorzystanie w trakcie procesu projektowania i optymalizacji nośnego wirnika śmigłowca.