

Silesian University of Technology
Faculty of Mechanical Engineering
Department of Fundamentals of Machinery Design

Doctoral dissertation

Optimisation of Unmanned Aerial Vehicle of Unlimited
Flight Endurance

MSc, Eng. Kamil Zenowicz

Supervisor:
Prof. Wojciech Skarka, PhD, DSc, Eng.

Gliwice, 2023

Optimisation of Unmanned Aerial Vehicle of Unlimited Flight Endurance

Streszczenie

Bezzałogowe statki powietrzne (BSP) stanowią coraz większą część ruchu lotniczego. Od zastosowań militarnych, poprzez obserwacje ruchu drogowego, aż po zastosowania telekomunikacyjne. Możliwości które oferują BSP są doceniane w wielu gałęziach przemysłu a parametry lotu jakie oferują nie są ograniczane przez ograniczenia załogi. Szybki rozwój sposobu sterowania, automatyka kontroli lotu, rozwój stosowanych materiałów, wprowadzenie dokładnych numerycznych sposobów analiz i projektowania, pozwalają na osiąganie większych prędkości lotu, zwiększając długość lotu oraz prowadzą do osiągania stratosferycznych wysokości lotu. Połączenie możliwości wydłużonej długości lotu na dużej wysokości spowodowało powstanie całkowicie nowej grupy bezzałogowych statków powietrznych HALE UAV (High Altitude Long Endurance – Unmanned Aerial Vehicle).

Celem niniejszej rozprawy doktorskiej było określenie metodyki badań oraz optymalizacji statku powietrznego typu HALE UAV oraz optymalizacja struktury wewnętrznej głównego płata nośnego dla konstrukcji Twin Stratos 1:7 opartej na parametrycznym modelu sprzężonym z wynikami wirtualnej analizy aerodynamicznej. W ramach prac przedstawiono wszystkie etapy projektowania zastosowane parametry, sposób przeprowadzania optymalizacji oraz uzyskane wyniki. Analizy optymalizacyjne zostały opracowane w środowisku Ansys, co pozwoliło na sprzężenie wirtualnych analiz aerodynamicznych, materiałowych, strukturalnych oraz optymalizacyjnych.

Owoce pracy autora jest opracowanie optymalnej struktury wewnętrznej głównego płata nośnego bezzałogowego statku powietrznego TS17 (Twin Stratos 1:7) oraz wypracowanie czteroetapowego sposobu projektowania oraz prowadzenia analiz dla statków powietrznych typu HALE UAV. W ramach pracy autor przedstawił także mapę wyników optymalizacji uzyskiwanych dla opracowanej struktury wewnętrznej w zależności od położenia głównego dźwigara nośnego oraz ilości warstw usztywniających konstrukcję.

Przeprowadzone badania optymalizacyjne posłużyły do określenia położenia głównego dźwigara nośnego wzdłuż ciężarowy odniesienia oraz określenia sposobu rozmieszczenia warstw rowingu usztywniających dźwigar wzdłuż rozpiętości optymalizowanego skrzydła. Wyniki zostały uzyskane na podstawie numerycznych analiz modelu badanego obiektu uwzględniającego grubości poszczególnych warstw kompozytu, parametrów materiałów dobranych na podstawie założeń projektowych, dokładnego kierunku ułożenia włókien struktur kompozytowych zastosowanych. Analizy były prowadzone w oparciu o stały układ mocowań analizowanego obiektu odwzorowujący nietypowy układ kadłubów. Optymalny kształt badanej struktury został określony na podstawie parametrów maksymalnego przemieszczenia, maksymalnego naprężenia wewnątrz strukturalnego oraz kryterium zniszczenia Tsai-Wu.