

Porównawcza analiza konfiguracji drona w odniesieniu do kryteriów stateczności

Praca doktorska – Streszczenie

Autorka: mgr inż. Paulina Zenowicz

Promotor: prof. dr hab. Wojciech Moczulski

Politechnika Śląska w Gliwicach, Wydział Mechaniczny Technologiczny

Wynikiem pracy autorki jest określenie optymalnej konfiguracji ogonowej badanego obiektu dla zakładanych parametrów lotu, przyjętej misji oraz ustalonej podczas prac nad projektem metody startu oraz lądowania. W ramach pracy, autorka przedstawiła także pozostałe możliwe do zastosowania konfiguracje ogonowe określając ich parametry, wpływ na stateczność w locie, wady oraz zalety. Analiza zebranych wyników badań potwierdziła słuszność postawionej tezy: Możliwe jest dokonanie wyboru konfiguracji części ogonowej danego bezzałogowego statku powietrznego (BSP), optymalnej pod względem spełnienia kryterium stateczności. Wybór ten uwzględnia typowe profile lotu oraz warunki ich wykonywania wynikające z przeznaczenia rozpatrywanego BSP. Proces optymalizacji może opierać się na wynikach uzyskanych zarówno metodami symulacyjnymi, jak i analitycznymi. Analizy przedstawione w rozprawie doktorskiej potwierdziły słuszność przyjętej do wykonania w ramach projektu POLNOR LEADER konfiguracji testowej.

Celem niniejszej rozprawy doktorskiej było określenie metodami badań porównawczych optymalnej pod względem stateczności statycznej lotu konfiguracji ogonowej bezzałogowego statku powietrznego. Konfiguracja ogonowa została określona dla przyjętych parametrów lotu. Podstawowym problemem naukowym podjętym w pracy było udowodnienie możliwości określenia optymalnej konfiguracji za pomocą numerycznych metod obliczeniowych oraz zastosowaniu środowiska CFD.

Na podstawie przeglądu istniejących rozwiązań określone zostały możliwe do zastosowania w obiekcie badań, którym został BSP Twin Stratos w skali 1:7 (TS17), konfiguracje ogonowe. Ze względu na nietypowy układ wykorzystujący dwa kadłuby umiejscowione symetrycznie, w ściśle określonej odległości od osi symetrii drona, zidentyfikowany został kolejny problem, którym jest konieczność połączenia obu kadłubów rozpatrywanymi konfiguracjami ogonowymi w celu zachowania sztywności i parametrów lotu obiektu badań.

W celu wykazania słuszności sformułowanej tezy zaproponowano metodykę prowadzenia analiz możliwą do zaadaptowania dla rozpatrywanych środowisk obliczeniowych. Analizy zostały wykonane z zastosowaniem dwóch środowisk obliczeniowych, jakimi są Ansys CFX oraz XFLR5. Wyniki analiz uzyskiwane w obu środowiskach obliczeniowych określone były dla stałych i przyjętych odgórnie parametrów lotu a następnie porównywane. Dla określenia poprawności wyników oraz określenia stopnia rozbieżności względem układu rzeczywistego, w obu środowiskach odwzorowano warunki panujące podczas lotów testowych demonstratora TS17 wyposażonego w konfigurację ogonową tyłu odwrócone „V”. Na podstawie przeprowadzonych testów wytypowane zostało środowisko na bazie którego przeprowadzono analizy umożliwiające określenie optymalnej konfiguracji ogonowej dla zakładanej misji oraz parametrów lotu.

Słowa kluczowe: Bezzałogowy Statek Powietrzny, stateczność, aerodynamika, analizy numeryczne, CFD, konfiguracja ogonowa.

Comparative analysis of the drone configuration in terms of stability criteria

Doctoral Dissertation – Abstract

Author: MSc, Eng. Paulina Zenowicz

Supervisor: Prof. Wojciech Moczulski, PhD, DSc

The Silesian University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering

The outcome of the author's work is the determination of the optimal tail configuration for the examined object, tailored to the assumed flight parameters, the defined mission, and the method of take-off and landing established during the design process. Within the scope of the study, the author also presented alternative tail configurations, specifying their parameters, their impact on flight stability, as well as their advantages and disadvantages. The analysis of the collected research results has confirmed the correctness of the proposed thesis: It is possible to select a configuration for the tail section of a given unmanned aerial vehicle (UAV) that is optimal in terms of meeting stability criteria. This selection considers typical flight profiles and the operational conditions determined by the intended application of the UAV. The optimization process may utilize results derived from both simulation-based and analytical approaches. The analyses presented in the doctoral dissertation confirmed the validity of the test configuration adopted for implementation within the POLNOR LEADER project.

The objective of this doctoral dissertation was to determine, using comparative research methods, the optimal tail configuration of an unmanned aerial vehicle (UAV) in terms of static flight stability. The tail configuration was defined based on the adopted flight parameters. The primary scientific challenge addressed in this work was to demonstrate the feasibility of determining the optimal configuration using numerical computational methods and applying a CFD (Computational Fluid Dynamics) environment.

Based on a review of existing solutions, tail configurations applicable to the research object—the 1:7 scale BSP Twin Stratos (TS17)—were identified. Due to the unconventional design, which employs two fuselages symmetrically positioned at a precisely defined distance from the drone's axis of symmetry, an additional challenge was identified. This involves the need to connect both fuselages using the considered tail configurations to ensure structural rigidity and maintain the flight parameters of the research object.

To validate the formulated thesis, a methodology for conducting analyses was proposed, adaptable to the computational environments under consideration. The analyses were performed using two computational environments: Ansys CFX and XFLR5. The results obtained in both environments were determined for fixed and predefined flight parameters and subsequently compared. To verify the accuracy of the results and assess the degree of deviation from the actual system, both environments simulated the conditions observed during test flights of the TS17 demonstrator equipped with an inverted "V" tail configuration. Based on these tests, a computational environment was selected as the foundation for conducting analyses to determine the optimal tail configuration for the intended mission and flight parameters.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle, stability, aerodynamics, numerical analyses, CFD, tail configuration.