

STRESZCZENIE

Głównym rejonem współczesnych poszukiwań redukcji zużycia energii w zakresie modyfikacji przepływu są wielowirnikowe układy współosiowe. W pracy przeprowadzono analizę aktualnego stanu wiedzy na temat wielowirnikowych układów o współosiowym rozstawieniu wirników. Dotychczasowe badania związane ze współosiowymi wirnikami nośnymi bazują głównie na niewielkich separacjach wirników. Również dotychczasowe konstrukcje wiroplątów zazwyczaj posiadają wirniki o separacji zdecydowanie mniejszej niż jedna średnica wirnika. Autor zaproponował rozwiązanie współosiowego układu wiropląta o dalekim rozstawieniu wirników nośnych. W celu zbadania takiego ustawienia zaprojektowano i wykonano stanowisko eksperymentalne. Stanowisko zawiera zespoły wirników, elementy konstrukcyjne oraz oprzyrządowanie pomiarowe. Obiektami badań są dwa wirniki nośne o symetrycznej geometrii obracające się w przeciwnych kierunkach. Podczas badań współosiowych zespołów wirników zebrano charakterystyki śmigłowe dla kolejnych wartości siły ciągu ze zmienną separacją osiową wirników nośnych. Aby zbadać wpływ dalekich separacji wirników na zużycie energii wirnika wykonano badania eksperymentalne ze zmiennym ustawieniem wzajemnym dwóch wirników nośnych. Wyniki pozwoliły określić charakterystyki i parametry wejściowe do stworzonego w ramach pracy modelu matematycznego. Model matematyczny pozwala na analizę szerszego zakresu parametrów wejściowych niż jest to możliwe przy badaniach eksperymentalnych. Wyniki badań eksperymentalnych oraz wyniki modelu matematycznego zostały przedstawione w formie licznych wykresów zależności obciążenia mocy *PL* (ang. *power loading*) i obciążenia dysku wirnika *DL* (ang. *disk loading*). Dla proponowanego eksperymentalnego układu wiropląta przeanalizowano również parametry potencjalnego lotu takie jak maksymalny czas zawisu. Wyniki jednoznacznie wskazują na korzyści energetyczne z zastosowania wielowirnikowych układów współosiowych o dalekim rozstawieniu. Opracowano model matematyczny, który bazuje na teorii strumieniowej zmodyfikowanej przez autora pracy, uwzględniającej dalekie rozstawienie wirników współosiowych.

ABSTRACT

The main area of search for reduction of energy consumption by flow modification is multi-rotor coaxial systems. The author has analysed the current state of knowledge on multi-rotor systems with coaxial rotor spacing. State-of-the-art for coaxial rotors is mainly based on small rotor separations. Also, existing rotorcraft designs usually have rotors with separations much smaller than one rotor diameter. The author has proposed a solution for a coaxial multi-rotor system with a far spacing of the rotors. To investigate such an arrangement, an experimental stand was designed and constructed. The stand contains two rotor assemblies, structural elements, and measurement instrumentation. The test objects are two rotors with symmetrical geometry, rotating in opposite directions. During testing of the coaxial rotor assemblies, propeller characteristics were collected for successive thrust values with variable axial separation of the rotors. To investigate the effect of far rotor separations on rotor energy consumption, experimental tests were performed based on the coaxial alignment of two carrier rotors. The results allowed to determine the characteristics and input parameters for the mathematical model created within the work. The mathematical model allows for analysis of a wider range of input parameters than is possible with experimental studies. The results of the experimental study and the results of the mathematical model are presented in the form of numerous diagrams of the *PL* (power loading) and *DL* (disk loading). Flight parameters such as maximum hover time for the proposed experimental rotorcraft system have also been analysed. The results indicate the energy benefits of the far separation coaxial multi-rotor system. A mathematical model based on actuator disk momentum theory modified by the author, taking into account the far spacing of the coaxial rotors, has been developed.