

Badania efektu przypowierzchniowego na przykładzie ekranoplanu z wykorzystaniem metod numerycznych

Streszczenie

Osiągnięcie naukowe dotyczy analizy oraz zbadaniu zjawiska aerodynamicznego nazywanego inaczej efektem przypowierzchniowym. Analiza efektu przypowierzchniowego dotyczy głównie transportu lotniczego. W tej dziedzinie jest on wykorzystywany podczas lotu samolotów nazywanych ekranoplanami lub GEV (ang. Ground Effect Vehicle). Zjawisko to pozwala na zwiększenie siły nośnej wytwarzanej przez skrzydła, jak również na zmniejszenie siły oporu aerodynamicznego (głównie oporu indukowanego) powstającego podczas lotu. Przez ostatnie dziesięciolecia efekt przypowierzchniowy znalazł zastosowanie w lotnictwie, sportach motorowych i wodnych jednakże ze względu na brak opracowań o charakterze systematycznym nie doczekano się do chwili obecnej licznych i powszechnych zastosowań analizowanego zjawiska. W badaniach analizowano wiele czynników wzajemnie zależnych które wpływają na wzrost siły nośnej, opór aerodynamiczny, sprawność konwersji energii lub zmniejszenia zużycia paliwa.

Inspiracją dla analizy zjawiska przypowierzchniowego oraz zbadania wpływu oddziaływania elementów konstrukcyjnych płatowca na efekt przypowierzchniowy było zwiększenie bezpieczeństwa podróżujących, ale także poprawienie aspektów ekonomicznych eksploatacji płatowców. Efekty ekonomiczne związane ze zmniejszeniem zużycia paliwa pozwalają na obniżenie kosztów eksploatacyjnych. Najważniejsze jest jednak bezpieczeństwo. Lotnictwo, czyli obszar którego dotyczyły badania, jest w opinii ekspertów najbezpieczniejszym środkiem transportu ludzi i towarów. Fakt ten nie budzi wątpliwości, niestety skutki katastrof lotniczych są najstraszniejsze. Szansa przeżycia zdarzenia lotniczego w porównaniu ze zdarzeniami morskimi, drogowymi lub kolejowymi jest najmniejsza. W tym kontekście badania i rozwoju technologii opartych na zjawisku przypowierzchniowym pozwalają na jakościowy skok w obszarze bezpieczeństwa lotniczego. Ekranoplany to płatowce latające na wysokości kilku, kilkunastu metrów. Sama wysokość lotu pozwala na ograniczenie ofiar i strat w razie sytuacji awaryjnej.

Podczas badań dokonano analizy porównawczej właściwości ekranoplanów, konstrukcji konwencjonalnych samolotów spotykanych w lotnictwie cywilnym oraz wskazano istotne różnice i cechy budowy ekranoplanów charakterystyczne tylko dla tego środka transportu.

Rezultaty pracy stanowią dogłębną analizę zjawisk przepływowych wokół płata znajdującego się w obszarze działania efektu przypowierzchniowego, dobru profilu lotniczego odpowiedniego do koncepcyjnego modelu płatowca z wykorzystaniem analizy numerycznej. Zbadano skutki wykorzystania szeroko pojętej mechanizacji skrzydła na zwiększenie efektu przypowierzchniowego. Badania symulacyjne pozwoliły określić wpływ oddziaływania gazów wylotowych turbinowego silnika odrzutowego na skrócenie drogi startowej ekranoplanu co prowadzi do zwiększenia bezpieczeństwa podczas lotu. Wykazano pozytywny wpływ tego zabiegu na jednostkowe zużycie paliwa przez turbinowy silnik lotniczy pracujący w układzie napędowym ekranoplanu. Określono założenia projektowe oraz kierunki dalszych prac związanych z przyszłością ekranoplanów. Wyniki zaprezentowane w badaniach mogą być podstawą teoretyczną stosowaną w projektowaniu nowych konstrukcji oraz analizie porównawczej nowych zastosowań do tych już istniejących.

Wing in ground effect analysis on the concept aircraft with use of numerical methods

Abstract

The research problem examined in this dissertation concerns on the analysis and study of the aerodynamic phenomenon, hereinafter referred to as the near-surface effect. The analysis of the near-surface effect concerns mainly air transport, where it is used during the flight of planes called Ekranoplans or GEV (Ground Effect Vehicle). This phenomenon allows to increase the lift generated by the wings, as well as to reduce the aerodynamic drag (mainly induced drag) generated during flight. Over the last decades, the near-surface effect has been used in aviation, motor sports and water sports, however, due to the lack of systematic studies, many common applications of the analyzed phenomenon have not been found until now. In the studies, many factors were analyzed mutually factors affecting the increase in lift, aerodynamic drag, energy conversion efficiency or reduction of fuel consumption. The inspiration for the analysis of the ground effect phenomenon and the study of the impact of the airframe structural elements on the ground effect was to increase the safety of travelers, but also to improve the economic aspects of airframe operation. The economic effects associated with the reduction of fuel consumption allow for the reduction of operating costs. But the most important thing is safety. Aviation, i.e. the area covered by this dissertation, is, in the opinion of experts, the safest means of transporting people and goods. There is no doubt about this fact, unfortunately, the consequences of air disasters are the most terrible. The chance of surviving an air accident compared to sea, road or rail accidents is the smallest. In this context, research and development of technologies based on the near-surface phenomenon allow for a qualitative leap in the field of aviation safety. Wing in ground crafts are airframes that fly at a height of several or several meters. The flight altitude alone reduces casualties and losses in the event of an emergency.

In this dissertation, a comparative analysis of the properties of Ground Effect Vehicle and the construction of conventional aircraft found in civil aviation was made, and significant differences and features of the construction of Ground Effect Vehicle, characteristic only for this means of transport, were indicated.

The main purpose of the work, thanks to the use of numerical analysis, was to study the flow phenomena around the airfoil located in the area of the near-surface effect, the goodness of the airfoil appropriate to the conceptual model of the airframe. The effects of the use of broadly understood mechanization of the wing on increasing the near-surface effect were examined. Thanks to simulation studies, the impact of the turbine jet engine exhaust on shortening the runway and increasing safety during flight and landing was determined. A positive effect of this procedure on the specific fuel consumption by a turbine aircraft engine operating in the propulsion system of the Ground Effect Vehicle has been demonstrated. The design assumptions and directions for further work related to the future of the militaria were defined. The results presented in the dissertation can be the theoretical basis used in the design of new structures and the analysis of existing ones.