

Instytut Lotnictwa, Warszawa

Doktorant mgr inż. Borys Łukasik

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Temat pracy: „Analysis of the possibility of using full-electric, hybrid and turbo-electric technologies for future aircraft propulsion systems, in terms of mission energy consumption, NOx/CO2 emission and noise reduction”

Obszar i dziedzina nauk technicznych

Dyscyplina: budowa i eksploatacja maszyn

Promotor: dr hab. inż. Witold Wiśniowski, prof. Instytutu Lotnictwa

Promotor pomocniczy: Prof. Meyer J. Benzakein, Ph.D., The Ohio State University, USA

Rozprawa przedstawia kompleksową analizę możliwości zastosowania systemów elektrycznych do napędu przyszłych, komercyjnych statków powietrznych. Praca stanowi studium realności i celowości zastąpienia silników turbowentylatorowych przez szeroko rozumiane napędy elektryczne w perspektywie następnych trzech dekad. Studium poprzedzone jest omówieniem potencjalnych wymagań i oczekiwań klienta, którym w większości przypadków są linie lotnicze, jako przyszli użytkownicy tych napędów. W pracy uwzględniono uwarunkowania odnośnie bezpieczeństwa, ochrony środowiska naturalnego, ekonomiczne oraz obsługowe. Następnie dokonano przeglądu możliwości technicznych realizacji wymogów stawianych przed przyszłymi napędami, przedstawiając zalety i wady poszczególnych rozwiązań, oraz prezentując zestawienie potencjalnie konkurencyjnych metod. Omówiono trzy główne rodzaje napędu, wykorzystującego systemy elektryczne – system w-pełni-elektryczny, hybrydowy oraz turbo-elektryczny z uwzględnieniem różnych wariantów architektury układu. Przeanalizowano ich mocne i słabe strony i omówiono obecne ograniczenia techniczne. W następnym kroku skupiono się na zagadnieniu komponentów elektrycznych pod kątem ich sprawności, gęstości mocy (lub energii w przypadku źródeł magazynowania energii) oraz możliwości ich potencjalnego rozwoju. Dokonano przeglądu obecnych, w pełni elektrycznych statków powietrznych pod kątem ich osiągnięć i kierunku planowanego rozwoju oraz sprawdzono zasadności wykorzystania napędu w pełni elektrycznego do napędu odrzutowego samolotu dyspozycyjnego. W oparciu o wnioski sformułowane na tym etapie pracy przeprowadzono dogłębną analizę napędu rozproszonego, opartego na systemach turbo-elektrycznych i hybrydowych, zastosowanego jako napęd samolotów typu: regionalnego, wąskokadłubowego oraz szerokokadłubowego. Otrzymane rezultaty porównano z osiągnięciami wybranych samolotów bazowych obecnie dostępnych na rynku, reprezentatywnych dla każdej z trzech powyższych kategorii. Analizę wykonano w trzech etapach dokonując obliczenia cyklu termodynamicznego i osiągnięć napędu niezainstalowanego, obliczenia masowe nowego układu napędowego oraz bilansu energetyczny dla przykładowej misji. Zbadano możliwość zmniejszenia zapotrzebowania na energię, niezbędną do odbycia misji, oraz możliwości ograniczenia emisji szkodliwych produktów spalania, pokazując potencjalne korzyści zastosowania napędów, dla różnych stopni rozwoju urządzeń elektrycznych. Identyczną analizę przeprowadzono również dla

zasymulowanego odsysania warstwy przyściennej, które wydatnie zwiększa potencjalne korzyści zastosowania systemów elektrycznych. W podsumowaniu pracy przedstawiono wnioski odnośnie idei zastosowania napędów elektrycznych oraz odnośnie każdego przeanalizowanego systemu z osobna. Na zakończeniu przedstawiono rekomendację przyszłych analiz, dalszych badań oraz możliwości komercjalizacji.