

SUMMARY

The dissertation is devoted to developing of alternative jet fuel by means of blending conventional jet fuel with plant-derived bio-additives and studying properties of new alternative jet fuels.

The general aim of the dissertation is to study and process the criteria for selecting fuels with optimal content of bio-additives for using in aircraft jet engines. Basing on the analysis of literature available, analysis of existing industrial experience and results of previous own studies the theses were formulated. It was proposed that the selection of fuels for aircraft jet engines with optimal content of bio-additives may be done basing on the main criteria: standard requirements to physical-chemical and exploitation parameters of jet fuels blended with bio-additives, operation parameters of jet engines powered by jet fuels blended with bio-additives and environmental parameters (emission levels) of JFs blended with bio-additives. More over it was considered that the use of jet fuels bio-additives must provide environmental sustainability of new blended jet fuels and all stages of life cycle (starting from its production to emissions of exhaust gases).

Previous studies were devoted to development of method for bio-additives production from rapeseed oil fatty acids esters. The method used for dissertation purposes allowed obtaining high quality bio-additives based on fatty acid methyl and ethyl esters of rapeseed oil, which allowed its use for blending with conventional jet fuels.

The process of theses verification was realized in three stages. At first stage of the work the complex studies of physical-chemical properties of new blended jet fuels was realized. In the result of this stage the receipt of new blended jet fuels, which contain 10%, 20% and 30% of bio-additives were developed. It was proved that application of bio-additives derived from rapeseed oil in jet fuel in quantity up to 30% does not exceed the values of current standard requirements with reference to jet fuel.

At the second stage of the work the bench tests of jet engine using conventional jet fuel and blended jet fuels, which contain 10% and 20% of bio-additives were carried out. It was proved that bio-additives in jet fuel in quantity up 20%, until the current standard requirements are met, does not require design changes in jet engine.

At the third stage of the work environmental parameters (emission levels) of jet fuel and blended jet fuels, which contain 10% and 20% of bio-additives were evaluated. During emissions levels estimation not only operation parameters of jet engine, but also chemical composition of bio-additives and new blended jet fuels were taken into account. It was proved that application of bio-additives derived from rapeseed oil in jet fuel reduce exhaust gases emissions from jet engines.

Wide range of experimental results obtained during the work will enrich existing scientific knowledge in spheres of mechanical engineering, chemotology, chemical technology, environmental protection and sustainable development and will be definitely useful for practitioners and specialists in the air transport exploitation sector and alternative motor fuels implementation. The processed criteria for selecting new blended jet fuels will help developing optimal compositions of alternative jet fuels for large-scale industrial production. These fuels will possess improved exploitation and environmental properties and will provide better fuel efficiency of aircraft jet engines.

The results of the dissertation will contribute to reducing the energy dependence of air transport, improve its environmental friendliness and will promote improvement of the sustainability and safety of modern civil aviation.

At the same time the dissertation has created necessary and sufficient condition for future development of technologies of alternative jet fuels production, implementation and application in civil aviation aircrafts.

Tytuł: **ANALITYCZNO-EKSPERYMENTALNY DOBÓR PALIWA Z DODATKAMI BIOKOMPONENTÓW DO PRZEPŁYWOWEGO SILNIKA LOTNICZEGO**

STRESZCZENIE

Niniejsza rozprawa doktorska dotyczy alternatywnych paliw lotniczych powstałych poprzez zmieszanie konwencjonalnego paliwa lotniczego z biokomponentami pochodzenia roślinnego oraz badań właściwości takich paliw. Zasadniczym celem rozprawy było przeprowadzenie badań oraz opracowanie kryteriów doboru paliw z optymalnym udziałem biokomponentów, przeznaczonych do stosowania w silnikach lotniczych. Na podstawie dostępnej literatury, analizy istniejących doświadczeń przemysłowych oraz wcześniejszych opracowań własnych, sformułowano tezy pracy. Założono, że dobór paliw do lotniczych silników przepływowych zawierających optymalną zawartość biokomponentów, może być realizowany w oparciu o następujące kryteria: wymagania normatywne dotyczące parametrów fizykochemicznych i eksploatacyjnych paliw lotniczych zawierających biokomponenty, parametry operacyjne silników przepływowych zasilanych paliwem lotniczym z dodatkiem biokomponentów oraz parametry ekologiczne (poziomy emisji) paliw lotniczych z dodatkiem biokomponentów. Ponadto wzięto pod uwagę, że zastosowanie biokomponentów w paliwach lotniczych musi zapewniać zrównoważenie środowiskowe nowych mieszanin na wszystkich etapach ich cyklu życia (począwszy od procesu produkcyjnego, a skończywszy na emisji spalin).

Wcześniejsze badania nad paliwami lotniczymi koncentrowały się na opracowaniu metody produkcji biokomponentów z estrów kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego. Przedstawiona w pracy doktorskiej metoda pozwala na uzyskanie wysokiej jakości biokomponentów opartych na estrach metylowych i etylowych kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego, która umożliwi ich zastosowanie w mieszaninach z konwencjonalnymi paliwami lotniczymi.

Prace badawcze w ramach dysertacji realizowane były w trzech etapach. W pierwszym etapie prac przeprowadzono kompleksowe badania właściwości fizykochemicznych mieszanin. W rezultacie prac prowadzonych w ramach tego etapu analizie poddano paliwo lotnicze zawierające m.in. 10, 20 i 30-procentowe udziały objętościowe biokomponentów. Wykazano, że zastosowanie biokomponentów pochodzących z oleju rzepakowego w ilości do 30% (v/v) nie powoduje przekroczenia wartości parametrów określonych w wymaganiach normatywnych dla paliw lotniczych.

Podczas drugiego etapu prac przeprowadzono badania stanowiskowe silnika turboodrzutowego zasilanego konwencjonalnym paliwem lotniczym oraz mieszaninami tego paliwa z biokomponentami w ilości 10% i 20% (v/v). Wykazano, że dodawanie biokomponentów w ilości do 20%, przy spełnieniu obecnych wymagań normatywnych dla paliw lotniczych, nie wymaga zmian konstrukcyjnych w silniku turboodrzutowym.

W trzecim etapie prac poddano ocenie parametry ekologiczne (poziomy emisji) dla konwencjonalnego paliwa lotniczego oraz mieszanin tego paliwa z dodatkiem biokomponentów w ilości 10% i 20% (v/v). Podczas określania poziomu emisji uwzględniono nie tylko parametry pracy silnika przepływowego, ale także skład chemiczny biokomponentów i mieszanin. W wyniku przeprowadzonych obliczeń poziomów emisji stwierdzono, że zastosowanie biokomponentów pochodzących z oleju rzepakowego w paliwie lotniczym zmniejsza emisję niepożądanych składników w spalinach silnika przepływowego.

Szeroki zakres badań eksperymentalnych prowadzonych w ramach pracy wzbogaca wiedzę naukową w zakresie inżynierii mechanicznej, chemotologii, technologii chemicznej, ochrony środowiska oraz zrównoważonego rozwoju, która będzie przydatna dla praktyków i specjalistów zatrudnionych w sektorze eksploatacji transportu lotniczego i zajmujących się alternatywnymi paliwami silnikowymi. Zaproponowane kryteria doboru dla wybranych mieszanin paliw mogą być pomocne przy opracowywaniu optymalnych kompozycji paliw alternatywnych produkowanych na skalę przemysłową. Takie paliwa będą miały lepsze parametry eksploatacyjne i ekologiczne oraz zapewnią wyższą sprawność silników lotniczych.

Uzyskane w ramach dysertacji wyniki mogą przyczynić się do poprawy efektywności energetycznej transportu lotniczego, poprawić jego przyjazność dla środowiska oraz zapewnić zrównoważony rozwój i bezpieczeństwo przelotów, szczególnie ważne dla lotnictwa cywilnego. Uzyskane wyniki są także wskazaniem kierunków dla przyszłego rozwoju technologii produkcji paliw alternatywnych i ich aplikacji do silników lotniczych.