

Analiza zrównoważonych paliw lotniczych w kontekście modelowania emisji cząstek stałych

mgr inż. Paula Kurzawska-Pietrowicz

Streszczenie

Zrównoważone paliwa lotnicze są obecnie uznawane za najskuteczniejszy środek ograniczania emisji związków gazowych i cząstek stałych w sektorze lotniczym. Ze względu na brak konieczności zmian w infrastrukturze paliwowej i konstrukcji silników mogą być, w odpowiedniej mieszance, stosowane zamiennie z paliwem konwencjonalnym. Niniejsza praca skupia się na analizie emisji cząstek stałych z silników zasilanych zrównoważonymi paliwami lotniczymi i modelowaniu emisji cząstek stałych na podstawie przeprowadzonych pomiarów. Przedstawiono także analizę literaturową dotyczącą zrównoważonych paliw lotniczych oraz wyniki badań empirycznych przeprowadzonych na silnikowych stanowiskach pomiarowych.

Na podstawie wyników badań eksperymentalnych przeprowadzonych na silniku zasilanym mieszanką paliwa Jet A-1 i *HEFA-SPK* dokonano analizy parametrów pracy silnika oraz emisji cząstek stałych w zależności od udziału paliwa *HEFA-SPK* w mieszance paliwowej. Badania te posłużyły do modelowania parametrów emisji cząstek stałych w zależności od właściwości fizykochemicznych paliwa oraz parametrów silnikowych. Zakres analizy emisji cząstek stałych został rozszerzony o parametry rozkładu wymiarowego cząstek stałych, takie jak średnia średnica geometryczna i geometryczne odchylenie standardowe rozkładu cząstek stałych. Wszystkie analizy emisji cząstek stałych przeprowadzono zarówno dla stężenia liczbowego, jak i masowego.

Modele emisji cząstek stałych zostały opracowane metodą regresji liniowej wielorakiej i zweryfikowane statystycznie pod względem istotności współczynników modelu, współliniowości parametrów wejściowych oraz istotności całego modelu. Opracowane modele pozwoliły określić wpływ poszczególnych parametrów wejściowych na wskaźniki emisji cząstek stałych oraz oszacować ich wartości bez konieczności pomiaru stężenia liczbowego cząstek stałych w spalinach.

Kierunki dalszych prac obejmują opracowanie odpowiedniego składu chemicznego oraz właściwości fizykochemicznych zrównoważonych paliw lotniczych w taki sposób, aby przy zachowaniu właściwych parametrów eksploatacyjnych w znacznym stopniu ograniczały emisję cząstek stałych. Realizacja tych działań może być wsparta wykorzystaniem opracowanych w niniejszej rozprawie modeli.

Analysis of sustainable aviation fuels in the context of particulate matter emission modelling

mgr inż. Paula Kurzawska-Pietrowicz

Abstract

Sustainable Aviation Fuels (*SAF*) are currently recognized as the most effective means of reducing gaseous and particulate matter emissions in the aviation sector. Due to the absence of any need to modify existing fuel infrastructure or engine design, *SAF* can be used interchangeably with conventional jet fuel when appropriately blended. This dissertation focuses on the analysis of particulate matter emissions from engines fueled by sustainable aviation fuels and modeling of particulate matter emissions based on the measurements performed. It also presents a literature review on sustainable aviation fuels and the results of empirical studies conducted on engine test benches.

Based on experimental investigations carried out on an engine fueled with a blend of Jet A-1 and *HEFA-SPK*, an analysis was performed of the engine operating parameters and the emission of particulate matter as a function of the *HEFA-SPK* share in the fuel mixture. These studies were used to develop emission models that relate emission parameters to the physicochemical properties of the fuel and the engine operating conditions. The scope of emission analysis was extended to include parameters describing the particle size distribution, such as the geometric mean diameter and the geometric standard deviation. All particulate matter emission analyses were performed for both particle number and mass concentrations.

The emission models were developed using multiple linear regression and statistically verified in terms of the significance of model coefficients, collinearity of input parameters, and overall model significance. The developed models enabled the identification of the influence of specific input parameters on particles emission indices and allowed for the estimation of their values without the need for direct measurement of particles concentration in exhaust gases.

Future research directions include the development of optimized chemical compositions and physicochemical properties of sustainable aviation fuels so as to significantly reduce emissions of particulate matter while maintaining appropriate engine performance parameters. The implementation of these efforts may be supported by the application of the models developed in this dissertation.