

Warszawa, 20 czerwca 2022 roku

Dr hab. inż. Konrad Lewczuk, prof. uczelni
Wydział Transportu, Politechnika Warszawska
ul. Koszykowa 75,
00-662 Warszawa,
Konrad.Lewczuk@pw.edu.pl
Tel. +48 22 234 74 91
Kom. +48 502 897 670

Recenzja

**rozprawy doktorskiej mgra inż. Artura Kułaszki
pt. Wykrywanie wczesnych faz uszkodzeń łopatek turbin gazowych**

Promotor prof. dr hab. inż. Józef Błachnio

1 Podstawa wykonania recenzji

Recenzja opracowana została na zlecenie Rady Naukowej Instytutu Wojsk Lotniczych (pismo nr 15/SN/R/22 z dnia 27.04.2022) oraz na podstawie dostarczonej, drukowanej rozprawy doktorskiej pt. *Wykrywanie wczesnych faz uszkodzeń łopatek turbin gazowych*.

2 Ogólna charakterystyka pracy

Przedmiotem opiniowanej rozprawy doktorskiej jest opracowanie nieniszczącej metody wykrywania uszkodzeń łopatek turbiny wynikających z przegrzania materiału konstrukcyjnego w oparciu o sygnały diagnostyczne uzyskane z metod wizualnej oraz termograficznej. Temat ten został przedstawiony przez Doktoranta w formie rozprawy, która obejmuje:

- 158 stron tekstu zasadniczego oraz 5 stron załącznika – łącznie (z uwzględnieniem stron dodatkowych) 163 strony tekstu;
- bibliografię liczącą 135 pozycji, w tym: 7 odniesień do źródeł internetowych, 117 publikacji w formie artykułów, książek i materiałów konferencyjnych (w tym 30 w języku polskim, 10 pozycji współautorskich Doktoranta) oraz instrukcje, dokumenty i inne źródła,
- osiem rozdziałów numerowanych i dwa nienumerowane oraz spis najważniejszych oznaczeń, streszczenia w języku polskim i angielskim, spisy treści, rysunków i tabel, literaturę oraz załącznik.

Zasadnicza treść rozprawy zawarta jest w siedmiu rozdziałach. Rozprawa ma formę książkową, a jej układ jest zgodny z przyjętą dla dysertacji formą.

Rozprawa została napisana w oparciu o schemat, w którym najpierw wyjaśniane są zjawiska podstawowe (np. fizyczne, chemiczne) leżące u podstaw omawianego zagadnienia stanowiącego element badań, a następnie przedstawiany jest określony fragment badań i wynikające z niego konkluzje. Każdy rozdział kończy się podsumowaniem w formie wypunktowania najważniejszych wniosków. Rozprawa nie zawiera sformułowanego wprost przeglądu literatury/stanu wiedzy, ale jest on skutecznie ujawniany w kolejnych rozdziałach, wraz z przedstawianiem kolejnych elementów tematu. Zastosowane przez Doktoranta podejście jest spójne i sprawia, że rozprawa jest czytelna i atrakcyjna w odbiorze.

W rozdziale drugim Doktorant sformułował tezę badawczą, w której stwierdził, że *„Możliwe jest wykrycie wczesnych faz uszkodzeń łopatek turbin gazowych w celu określenia ich stanu podatności poprzez zastosowanie metody wizualnej i metody termograficznej oraz powiązanie wyników obu metod z wynikami badań zmian mikrostruktury łopatek”*, a następnie sformułował cel pracy obejmujący wykonanie *„...metodą laboratoryjną z wykorzystaniem nowych, nieeksploatowanych łopatek turbiny gazowej wykonanych ze stopu EI-867 WD badań umożliwiających rozpoznanie wczesnych faz uszkodzeń łopatek turbin gazowych”*, które finalnie umożliwią *„... opracowanie kryterium podatności łopatek badanych w warunkach laboratoryjnych oraz będą podstawą do „...rozpoczęcia prac mających na celu opracowanie tego kryterium do prognozowania zmian ich stanu podatności w procesie eksploatacji„*.

W kolejnych rozdziałach Autor realizuje swoje zamierzenie badawcze. Układ treści rozprawy, jej podział na rozdziały i podrozdziały oraz sformułowanie celu, tezy i wniosków są prawidłowe i logiczne oraz pozostają w zgodności z przyjętymi zasadami pisania pracy naukowej. Widoczny jest wyraźny podział na część analityczną, określającą bieżący stan wiedzy w zakresie rozprawy oraz część praktyczną, w której Doktorant przedstawił swoje propozycje badań oraz ich wyniki. Badania zostały bogato udokumentowane za pomocą grafik oraz tabel.

Stwierdzam zatem, że **struktura pracy odpowiada charakterowi dysertacyjnemu, a język rozprawy i dobór literatury świadczą o głębokiej znajomości podjętej problematyki przez Doktoranta.**

3 Ocena doboru tematu

Turbiny gazowe o różnych konstrukcjach są kluczowymi elementami silników lotniczych, decydującymi o ich bezpieczeństwie, niezawodności i efektywności. Są to jednocześnie najbardziej obciążone zespoły silnika, ponieważ łopatki turbiny podlegają znaczącym obciążeniom cieplnym, mechanicznym i chemicznym wpływającym na zużycie i stan techniczny tych elementów oraz możliwość wystąpienia ich uszkodzeń. Uszkodzenie łopatek wirnika turbiny, ze względu na bardzo duże energie kinetyczne w układzie, może mieć znaczące konsekwencje nie tylko w odniesieniu do zdolności statku powietrznego do realizacji zadań, ale zwłaszcza dla bezpieczeństwa załogi i otoczenia.

Ponieważ okres zdolności użytkowej silnika lotniczego jest wypadkową czasów podatności jego podzespołów i części, konieczne jest śledzenie stanu wszystkich istotnych elementów układu, najlepiej za pomocą metod zapewniających odpowiedni poziom ufności przy jednoczesnej minimalnej pracochłonności i koszcie ich stosowania. W przypadku łopatek