

Grzegorz Sikora

Analiza wpływu starzenia oleju silnikowego na parametry eksploatacyjne i przepływowe poprzecznego łożyska ślizgowego

Streszczenie

W niniejszej pracy przedstawiono analizę wpływu starzenia oleju silnikowego na parametry przepływowe i eksploatacyjne poprzecznego łożyska ślizgowego. Podjęta analiza obejmuje wyprowadzenia teoretyczne, badania doświadczalne oraz obliczenia numeryczne. Praca została podzielona na siedem rozdziałów badawczych oraz pięć rozdziałów formalno-organizacyjnych.

W pierwszym rozdziale zaprezentowano aktualny stan wiedzy na temat smarowania łożysk ślizgowych i starzenia oleju. W ramach przeglądu literatury wykazano brak opracowań, uwzględniających jednoczesny wpływ właściwości nienewtonowskich oleju smarującego, temperatury, ciśnienia oraz starzenia oleju silnikowego na parametry przepływowe i eksploatacyjne poprzecznych łożysk ślizgowych. W związku z tym, że lepkość oleju w całym okresie eksploatacji zmienia się nawet o kilkadziesiąt procent, uznano, że może mieć to duży wpływ na parametry przepływowe i eksploatacyjne poprzecznych łożysk ślizgowych. Na tej podstawie sformułowano cele oraz następującą tezę pracy:

„Zmiany lepkości dynamicznej oleju, związane z jego starzeniem oraz wpływem szybkości ścinania, ciśnienia i temperatury mają znaczący wpływ na parametry eksploatacyjne i przepływowe poprzecznych łożysk ślizgowych”.

W rozdziale drugim rozprawy doktorskiej przyjęto modele oraz założenia dla rozpatrywanego łożyska. Zaproponowane modele oraz założenia dotyczyły zależności geometrycznych w węźle tarcia, a także czynnika smarującego oraz wymiany ciepła w cienkiej warstwie filmu olejowego.

Trzeci rozdział stanowi obszerne wyprowadzenie równań hydrodynamicznej teorii smarowania od podstaw. Jako model konstytutywny przyjęto występujący w literaturze model z lepkością pozorną. Lepkość pozorna natomiast została opisana jako iloczyn lepkości dynamicznej w warunkach odniesienia oraz bezwymiarowych lepkości, zależnych od poszczególnych wpływów: właściwości nienewtonowskich, ciśnienia, temperatury oraz starzenia. Bezwymiarowe lepkości zależne od poszczególnych wpływów są wprowadzane do równań podstawowych hydrodynamicznej teorii smarowania przy pomocy modeli z literatury

i własnych, uzupełnionych o współczynniki materiałowe badanych olejów. Model konstytutywny opisany w ten sposób umożliwi badanie wpływów krzyżowych oraz uwzględnia rzeczywisty charakter zmian lepkości.

W czwartym rozdziale opisano wykonane badania eksperymentalne. Badania te wykonano na próbkach pobranych z sześciu silników spalinowych na różnych etapach ich eksploatacji. Badania laboratoryjne wykonano przy pomocy reometru Haake Mars III, wyposażonego w różne zestawy oprzyrządowania. Dla poszczególnych próbek oleju wykonano badania zależności lepkości dynamicznej od szybkości ścinania, ciśnienia i temperatury. Ponadto na podstawie wszystkich próbek, dla każdego z olejów utworzono charakterystyki starzeniowe.

Opis matematyczny zbadanych zależności zawarto w rozdziale piątym. Dla każdego oleju sporządzono charakterystykę zależności lepkości od szybkości ścinania, temperatury, ciśnienia oraz starzenia. Do opisu zależności lepkości dynamicznej od szybkości ścinania użyto występującego w literaturze modelu Crossa, natomiast zależność od temperatury została opisana popularnym modelem wykładniczym. Model zmian lepkości od ciśnienia oraz model starzenia oleju został opracowany przez autora pracy na podstawie badań eksperymentalnych.

W rozdziale szóstym uwzględniono wyniki badań i analiz z poprzednich rozdziałów do obliczeń numerycznych parametrów przepływowych i eksploatacyjnych poprzecznych łożysk ślizgowych. Obliczenia zostały wykonane metodą kolejnych przybliżeń przy pomocy oprogramowania komputerowego Mathcad 15. Wyniki obliczeń bezwymiarowej siły nośnej, bezwymiarowej siły tarcia oraz współczynnika tarcia ujęto w formie tabelarycznej osobno dla poszczególnych wpływów, okresów eksploatacji oleju, a także dla różnych długości łożyska. Dla każdego z badanych wpływów obliczono procentowe zmiany względem podstawy. Z obliczeń numerycznych wynika, że uzależnienie lepkości od zmian temperatury, ciśnienia i szybkości ścinania w filmie olejowym, dla badanego łożyska powoduje spadek siły nośnej o ponad 60%. Uwzględnienie starzenia oleju powoduje spadek siły nośnej o dodatkowe ponad 20%.

W rozdziale siódmym podsumowano wszystkie wyniki badań oraz odniesiono się do tezy pracy. Na podstawie wyników przedstawionych badań udowodniono, że starzenie oleju, wpływ właściwości nienewtonowskich, a także wpływy temperatury i ciśnienia mają bardzo duży wpływ na parametry przepływowe i eksploatacyjne poprzecznego łożyska ślizgowego.

Rozdziały 8-12 obejmują spisy rysunków i tabel, bibliografię oraz streszczenia pracy. Wszystkie badania zaprezentowane w pracy zostały zrealizowane w oparciu o założony ogólny plan badawczy oraz plany szczegółowe opisane w rozdziałach.
