

Badania procesu wtrysku w bezgłowicowym dwusuwowym silniku o zapłonie samoczynnym

Autor: Paweł Karpiński

STRESZCZENIE

W lotnictwie cywilnym do napędu lekkich statków powietrznych powszechnie wykorzystywane są silniki tłokowe o zapłonie iskrowym zasilane benzyną lotniczą. Rozwój techniki lotniczej nieustannie testuje nowe koncepcje lotniczych silników tłokowych. Szczególną grupę rozwijanych konstrukcji stanowią dwusuwowe silniki Diesla z przeciwsobnymi tłokami, które charakteryzują się szeregiem zalet w porównaniu do konwencjonalnych silników czterosuwowych o zapłonie samoczynnym. Konstrukcja tego typu stanowi unikatowe połączenie następujących założeń konstrukcyjnych: okienny system wymiany ładunku, obecność doładowania mechanicznego, możliwość wykorzystania kilku wtryskiwaczy przypadających na cylinder oraz brak głowicy. Oczywiście pamiętając o istotnym wpływie organizacji procesu napełniania cylindra czy procesu usuwania spalin z komory roboczej, najważniejszym procesem decydującym o osiągnięciach silnika jest proces wtrysku paliwa. Cechą charakterystyczną procesu zasilania paliwem w silniku bezgłowicowym jest wtrysk paliwa w kierunku prostopadłym do osi cylindra. Lotnicza zasada dublowania kluczowych elementów układu wtryskowego wymusza stosowanie dwóch wtryskiwaczy w jednym cylindrze. Użycie silnika np. w obszarze motoryzacji dawałoby możliwość rezygnacji z obecności dwóch wtryskiwaczy. Powstaje problem naukowy czy zmiana strategii ze stosowania dwóch wtryskiwaczy na rzecz jednego istotnie zmieni proces roboczy bezgłowicowego silnika wysokoprężnego. W niniejszej rozprawie przeprowadzono analizę wrażliwości procesu roboczego takiego silnika na zmianę strategii zasilania paliwem. W pierwszej części pracy dokonano przeglądu literatury pod kątem zagadnień związanych z wpływem cech konstrukcyjnych silnika na przebieg procesu roboczego i jego osiągi. W kolejnej części rozprawy przedstawiono obiekt badań oraz stanowisko badawcze. Celem pracy było zbadanie różnic w procesie roboczym bezgłowicowego silnika dwusuwowego o zapłonie samoczynnym w przypadku realizacji wtrysku paliwa za pomocą pojedynczego wtryskiwacza w porównaniu z wariantem użycia dwóch wtryskiwaczy umieszczonych naprzeciwko siebie. Strategia dwuwtryskiwaczowa zwiększa koszty produkcji silnika oraz jego masę poprzez rozbudowanie układu paliwowego, ponadto komplikuje układ sterowania. Jednakże rezygnacja z użycia dwóch wtryskiwaczy może spowodować niekorzystne zmiany w procesie roboczym silnika mające wpływ na zużycie paliwa i sprawność. Postawiono tezy

naukowe o istotnym wpływie liczby użytych wtryskiwaczy na przebieg procesu roboczego w warunkach ustalonych oraz o nieistotności zjawisk dynamicznych w stanach nieustalonych niezależnie od przyjętej strategii wtrysku paliwa w warunkach małych obciążeń.

W celu zweryfikowania postawionych tez naukowych przeprowadzono badania obiektu na hamowni silnikowej w warunkach ustalonych i nieustalonych. W oparciu o uzyskane wyniki wykonano ich analizę statystyczną mającą na celu ocenę istotności różnic pomiędzy porównywanymi strategiami wtrysku. Przeprowadzona analiza wykazała istotne różnice pomiędzy strategiami dwuwtryskiwaczowymi i jednowtryskiwaczowymi dla wybranych parametrów ciśnieniowych, parametrów związanych z procesem spalania oraz parametrów paliwowo-powietrznych. W warunkach pracy silnika w zakresie małego obciążenia strategia dwuwtryskiwaczowa spowodowała uzyskanie większego średniego ciśnienia indykowanego (średnio o 28,88 kPa), większego ciśnienia maksymalnego (średnio o 0,042 MPa), a także mniejszego godzinowego i jednostkowego zużycia paliwa (średnio o odpowiednio 0,20 kg/h i 60,82 g/kWh) w porównaniu do strategii jednowtryskiwaczowych. Z kolei badania w warunkach nieustalonych wykazały, że skoki dawki paliwa w zakresie małych obciążeń nie wywołują zakłóceń dynamicznych w przebiegu procesu roboczego. Uzyskane wyniki badań stanowiskowych pozwoliły na poszerzenie wiedzy o wpływie strategii wtrysku na proces roboczy w bezgłowicowym silniku dwusuwowym o zapłonie samoczynnym.

Słowa kluczowe: silnik bezgłowicowy, silnik diesla, silnik dwusuwowy, silnik lotniczy, strategia wtrysku, wtrysk bezpośredni, wtrysk paliwa, zapłon samoczynny