

Streszczenie rozprawy doktorskiej mgr. inż. Piotra Tarnawskiego

pt. „Koncepcja silnika turbinowego o zasilaniu pulsacyjnym”

Rozprawa doktorska prezentuje koncepcję silnika turbinowego o zasilaniu pulsacyjnym z zastosowaniem wirującego rozrządu. Silnik wyróżnia się dużą sprawnością energetyczną i małym jednostkowym zużyciem paliwa. Ze względu na jego dobre parametry, jak również prostą konstrukcję, prezentowana koncepcja silnika może stanowić konkurencję dla obecnych na rynku silników turbowałowych. Cechą charakterystyczną, a zarazem głównym założeniem prezentowanej koncepcji silnika, jest izochoryczny proces spalania, przebiegający w stacjonarnych komorach spalania. Silnik pracuje zgodnie z obiegiem termodynamicznym Humphreya, który ma wyższą sprawność energetyczną niż obieg Brytona-Joule'a, według którego pracują klasyczne silniki turbinowe. Praca badanej koncepcji silnika wymaga następujących po sobie etapów: przygotowania wysokociśnieniowych gazów i zasilania turbiny tymi gazami. Silnik zasilany jest więc pulsacyjnie, inaczej niż klasyczne silniki turbinowe, które zasilane są w sposób ciągły. Realizacja zasilania pulsacyjnego wymaga zastosowania układu rozrządu. Stanowi on istotny komponent prezentowanej koncepcji silnika, i w decydującym stopniu wpływa na jego efektywną pracę. W pracy pokazano inne koncepcje silników turbinowych o izochorycznym spalaniu, wraz z ograniczeniami, jakie zostały odnotowane przez ich autorów w tym obszarze wiedzy. Niniejsza rozprawa ma charakter koncepcyjno-obliczeniowy. Podstawowym narzędziem badawczym wykorzystywanym w pracy była 3-wymiarowa analiza numeryczna CFD (ang. Computational Fluid Dynamics). Analizowano przepływ gazów w układzie ruchomych zaworów, proces spalania, rozprężanie gazów i generowanie momentu w turbinie. Badano pracę silnika z zastosowaniem rozrządu z różnymi zaworami (krążkowymi, tarczowymi, klapkowymi), oraz z różnym sposobem zasilania (zasilanie na całym obwodzie turbiny, zastosowanie dysz 2-ciśnieniowych). Szereg analizowanych pośrednich konstrukcji rozrządu doprowadził do opracowania nowatorskiej koncepcji wirującego rozrządu, dzięki któremu została zapewniona duża sprawność energetyczna silnika. Koncepcja wirującego rozrządu stanowi najważniejsze osiągnięcie niniejszej pracy. Rozrząd zapewnił efektywny przepływ spalin i rozprężanie gazów w dyszach o różnych stosunkach pola przekroju maksymalnego do pola przekroju minimalnego, optymalne kąty natarcia spalin na łopatki turbiny oraz zasilanie spalinami na całym obwodzie turbiny. W wyniku jedynie ruchu obrotowego rozrządu zostało zapewnione sterowanie pracą silnika. Rozrząd stanowi jednoelementowy i samonapędzający się obiekt, którego ruch wywołany jest poprzez siłę odrzutu spalin, generowaną w dyszach. Do osiągniętej dużej sprawności energetycznej silnika turbinowego o zasilaniu pulsacyjnym, według proponowanej koncepcji, przyczyniło się zastosowanie wielostopniowego sprężania z wykorzystaniem turbosprężarek. Zasilane były one spalinami wylotowymi z turbiny oraz spalinami resztkowymi z komór spalania. Słowa kluczowe: silnik turbinowy, spalanie izochoryczne, zasilanie pulsacyjne, układ rozrządu, sprawność energetyczna, symulacja komputerowa, numeryczna mechanika płynów.