

Warszawa, dn. 17.09.21 r.

mgr inż. Piotr Lis

.....
Autor pracy

Streszczenie rozprawy doktorskiej nt.:

„A study of a positive displacement machine application in the supercritical carbon dioxide Brayton cycle”

Rozprawa prezentuje wyniki badań na temat zastosowania maszyny wyporowej w nadkrytycznym obiegu dwutlenku węgla pracującym w cyklu Braytona. Maszyny takie stanowią alternatywę do konwencjonalnych maszyn wirnikowych.

Nadkrytyczne obiegi dwutlenku węgla są nową, perspektywiczną technologią konwersji energii cieplnej na mechaniczną. Mogą być stosowane w energetyce konwencjonalnej, odnawialnej lub w układach odzysku ciepła odpadowego. Oferują wysoką sprawność przy niewielkich rozmiarach urządzeń. Turbogenerator jest w tych obiegach kluczowym elementem wpływającym na wydajność i koszty układu. Maszyna wyporowa została zaproponowana jako alternatywa dla konwencjonalnych maszyn wirnikowych w aplikacjach o małej mocy. Technologia ta może oferować podobną wydajność do maszyn wirnikowych przy niższych kosztach urządzeń. Maszyna łopatkowa została wybrana do szczegółowych analiz.

Badania przeprowadzono na przykładzie system odzysku ciepła odpadowego bazującego na nadkrytycznym obiegu dwutlenku węgla. Analiza termodynamiczna obiegu została wykorzystana do zdefiniowania optymalnych parametrów pracy turbiny i kompresora. Celem optymalizacji była maksymalizacja sprawności i współczynnika odzysku ciepła odpadowego. Na bazie wyników zaproponowana została nowa strategia optymalizacji turbogeneratorskiego.

W ramach rozprawy stworzono dokładne modele geometryczne, kinematyczne i termodynamiczne kompresora i ekspandera łopatkowego. Modele zostały sparametryzowane i zoptymalizowane pod kątem zdefiniowanego punktu pracy. Kluczowe elementy urządzenia zostały przeanalizowane szczegółowo. Charakterystyki pracy kompresora i ekspandera zostały następnie przeanalizowane na poziomie systemu i komponentów.

Wyniki analiz i symulacji pokazały, że opracowana w ramach rozprawy maszyna wyporowa zastosowana w nadkrytycznym obiegu dwutlenku węgla spełnia postawione w tezie wymagania. Modele należy jednak porównać z danymi eksperymentalnymi, jako że nie uwzględniają strat tarcia i przecieków.

Rozprawa doktorska dokumentuje także cały proces rozwoju maszyny wyporowej pod kątem zastosowania w nadkrytycznym obiegu dwutlenku węgla.

Słowa kluczowe: obieg nadkrytyczny CO₂, obieg Braytona, maszyna wyporowa

Piotr Lis

.....
Podpis Doktoranta

Warszawa, dn. 23.09.21 r.

mgr inż. Piotr Lis

.....
Autor pracy

Abstract:

„A study of a positive displacement machine application in the supercritical carbon dioxide Brayton cycle”

The thesis presents research on positive displacement fluid machinery implementation in the supercritical CO₂ Brayton cycle. The specific purpose of the study is to propose alternative, cost-effective technology to existing turbomachinery solutions.

A supercritical CO₂ power cycle is a novel, promising energy conversion technology. It can be applied to both conventional and renewable energy sources as well as waste heat recovery applications. It offers high thermal efficiency at a low power plant footprint. Turbomachinery is a crucial component impacting system performance and cost. Positive displacement type machinery was proposed as an alternative to existing turbomachinery solutions for low power applications. It can potentially offer similar performance at moderate equipment cost compared to dynamic type turbomachinery. A rotary vane-type machine was selected for detailed studies.

Waste heat recovery system was investigated as an example application. Thermodynamic cycle analysis was performed to define optimal parameters and turbomachinery operating point. The optimization target was to maximize total system efficiency and heat recovery ratio. The study showed linear relation between optimal cycle pressure ratio and mass flow rate. A new turbomachinery optimization strategy was also proposed.

Detailed geometric, kinematic, and thermodynamic rotary vane compressor and expander models were developed. The models were parametrized and optimized to match previously defined operating points. Key design areas were identified and analyzed in detail. Compressor and expander performance was investigated at the system and component level.

The simulation showed that positive displacement machinery performance meets initially assumed targets and can be successfully implemented in the supercritical CO₂ power cycle. However, the results still need to be validated with measurement data as leakage and friction losses were not considered in the analysis.

The thesis also documents the entire positive displacement machine development process for the supercritical CO₂ cycle, which can be used as a reference in future research programs on that topic.

Słowa kluczowe: supercritical CO₂, Brayton cycle, positive displacement machine

Piotr Lis

.....
Podpis Doktoranta