

Politechnika Śląska
Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych



Rozprawa doktorska

**Analiza możliwości zwiększenia efektywności elektrowni
gazowo-parowej bez i z instalacją wychwytu
i sprężania CO₂**

Mgr inż. Mateusz Brzęczek

Promotor: Prof. dr hab. inż. Janusz Kotowicz

Gliwice 2016

STRESZCZENIE

Zasadniczym celem pracy była analiza możliwości zwiększenia sprawności termodynamicznej nowoczesnego trójciśnieniowego układu gazowo - parowego z przegrzewem wtórnym pary w wariancie bez i z instalacją separacji i sprężania CO₂. Scharakteryzowano stan rynku gazu w Polsce oraz na świecie. Wykonano przegląd technologii gazowo – parowej oraz technologii sekwestracji ditlenku węgla z jednostek energetycznych. Cechą wspólną analizowanych wariantów była turbina gazowa, charakteryzująca się stałą mocą elektryczną 200 MW oraz stałą temperaturą spalin wylotowych wynoszącą 630°C. Dodatkowo każda badana elektrownia posiadała taką samą strukturę podkrytycznego trójciśnieniowego kotła odzyskowego z międzystopniowym przegrzewem pary oraz obiegiem parowym, który po optymalizacji algorytmem genetycznym posiada parametry pary świeżej 600°C/18 MPa oraz wtórnej 600°C/4 MPa. Opracowano metodologię modelowania pracy turbiny gazowej w szerokim zakresie stopni sprężania ($\beta = 10 - 100$). Opracowano algorytm obliczeniowy sprawności izentropowej sprężarki i ekspandera z zadanych charakterystyk politropowych w funkcji stopnia sprężania. Opisano metodologię wyznaczania strumienia chłodziwa niezbędnego do ochłodzenia łopatek ekspandera. Elektrownie gazowo – parowe analizowano w wariantach zastosowania: chłodzenia powietrznego otwartego (konwekcyjnego, błonowego oraz transpiracyjnego) bez i z chłodzeniem powietrza chłodzącego, chłodzenia powietrznego zamkniętego, chłodzenia parowego zamkniętego oraz zastosowania spalania sekwencyjnego. W wariancie z wykorzystaniem ciepła powietrza chłodzącego turbinę gazową wykorzystano dodatkowy kocioł odzyskowy. Analizie poddano elektrownie gazowo – parową z zastosowanym spalaniem sekwencyjnym i chłodzeniem parowym zintegrowaną z instalacją wychwytu i sprężania CO₂. Zbadano wpływ energochłonności absorbentu na sprawność elektryczną netto bloku. W celu zagospodarowania niskotemperaturowego ciepła odpadowego z takiej elektrowni wykorzystano moduły ORC. Wszystkie te działania pozwoliły na wzrost sprawności elektrycznej netto elektrowni gazowo – parowej umożliwiającą przekroczenie 67% dla elektrowni gazowo – parowej z zastosowanym chłodzeniem parowym i spalaniem sekwencyjnym oraz 60% dla tej samej elektrowni zintegrowanej z instalacją wychwytu i sprężania CO₂.