

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Wykorzystanie ciepła odpadowego ze spalin kotłów bloków węglowych w celu zwiększenia sprawności wytwarzania energii elektrycznej

Autor: mgr inż. Andrzej Kochaniewicz

Promotor: dr hab. inż. Henryk Łukowicz prof. nzw. w Pol. Śl.

Celem niniejszej pracy doktorskiej była analiza wykorzystania ciepła odpadowego ze spalin wylotowych bloków węglowych dla zwiększenia sprawności wytwarzania energii elektrycznej. Przedmiotem analizy był wysokosprawny blok węglowy na parametry nadkrytyczne o mocy 900MW. Ciepło odpadowe ze spalin tego bloku opalanego węglem kamiennym wynosi około 30 MW, natomiast dla węgla brunatnego około 64 MW.

W rozprawie przeanalizowano następujące sposoby wykorzystania niskotemperaturowego ciepła odpadowego ze spalin z kotłów opalanych węglem kamiennym i brunatnym:

1. Do podgrzania czynnika w regeneracji nisko- i wysokoprężnej obiegu głównego.
2. Jako źródło ciepła w organicznych obiegach Rankine'a pracujących z różnymi czynnikami niskowrzącymi.
3. Do podsuszenia węgla brunatnego.

Przeprowadzono również analizę wykorzystania ciepła odbieranego z chłodnic międzystopniowych w procesie sprężania CO₂.

Podgrzewanie kondensatu ciepłem odebrany od spalin prowadzi do zmniejszenia strumienia pary kierowanego z upustów turbiny do podgrzewaczy regeneracyjnych. Powoduje to przyrost mocy elektrycznej turboszespołu dla tej samej wydajności kotła lub umożliwia zmniejszenie ilości pary wytwarzanej w kotle dla tej samej mocy turboszespołu. Możliwe przyrosty sprawności wytwarzania energii elektrycznej dla bloku opalanego węglem kamiennym wynoszą od 0,15 punktu procentowego dla odzysku ciepła w regeneracji niskoprężnej do 0,60 punktu procentowego dla odzysku ciepła w regeneracji wysokoprężnej, oraz odpowiednio od 0,39 punktu procentowego do 1,25 punktu procentowego dla odzysku ciepła dla bloku opalanego węglem brunatnym.

Przeprowadzona została analiza wykorzystania ciepła odpadowego ze spalin do zasilania obiegów ORC (Organiczny Obiegach Rankine'a). Analizowano kilkanaście czynników niskotemperaturowych oraz określono moc, sprawność oraz pracę jednostkową tych obiegów. Określono wpływ wymiennika regeneracyjnego w obiegu ORC na przyrost sprawności i generację mocy tej siłowni. Dla obiegów ORC zasilanych spalinami z węgla kamiennego najwyższą moc obiegu ORC uzyskano dla czynnika R218 (z wymiennikiem regeneracyjnym) i wyniosła 4,47 MW. Analogiczną analizę przeprowadzono dla

Ukończono

obiegów ORC zasilanych splinami z bloku opalanego węglem brunatnym. W tym przypadku najwyższą moc uzyskano dla izobutanu (z wymiennikiem regeneracyjnym) i wyniosła 13,42 MW.

Dodatkowa generacja mocy w obiegu ORC powoduje przyrost sprawności całkowitej bloku o około 0,24 punktu procentowego dla bloku opalanego węglem kamiennym oraz o około 0,68 punktu procentowego dla bloku opalanego węglem brunatnym.

W trzecim wariantcie dokonano analizy możliwości wykorzystania ciepła odpadowego ze spalin do podsuszania węgla brunatnego. Możliwy do uzyskania w tym przypadku wzrost sprawności bloku wyniesie ok. 1,70 punktu procentowego.

Przeanalizowano również możliwość wykorzystania ciepła odpadowego pochodzącego z chłodnic sprężarki dwutlenku węgla do podgrzania kondensatu w układzie regeneracji bloku. Dla bloku opalanego węglem kamiennym uzyskano wzrost sprawności bloku o ok. 0,82 punktu procentowego, natomiast dla bloku opalanego węglem brunatnym o ok. 0,96 punktu procentowego.

Wykorzystanie ciepła odpadowego pochodzącego z chłodnic międzystopniowych w procesie sprężania CO₂ rozpatrzono także do zasilenia obiegów ORC. Analizowano kilkanaście czynników niskowrzących. Dla ciepła odzyskanego w wyniku sprężania CO₂ ze spalin z węgla kamiennego sumaryczna moc turbin ORC wynosi ok. 20 MW_e, natomiast dla spalin z węgla brunatnego ok. 26 MW_e.

Przeprowadzono również analizę ekonomiczną dla różnych struktur bloku. Dla różnych struktur bloku określono wskaźniki ich ekonomicznej opłacalności.

Przedstawione w pracy wyniki zostały uzyskane w badaniach współfinansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach umowy SP/E/1/67484/10 – Strategiczny Program Badawczy – Zaawansowane technologie pozyskiwania energii: Opracowanie technologii dla wysokosprawnych „zero-emisyjnych” bloków węglowych zintegrowanych z wychwytem CO₂ ze spalin.



Włodawski