

Andrzej Jedut, główny inżynier ds. wytwarzania energii,
Marek Stańczyk, kierownik Wydziału Inwestycji i Rozwoju, PGE GiEK SA Oddział Elektrociepłownia Lublin Wrotków

Zmiany rynkowe, a zmiana regulacji wydajności kotła odzysknicowego

na przykładzie bloku gazowo-parowego
PGE GiEK SA Oddział EC Lublin Wrotków

W artykule opisano zrealizowane w ostatnich latach działania modernizacyjne urządzeń potrzeb własnych bloku gazowo-parowego zainstalowanego w Elektrociepłowni Lublin Wrotków, które były odpowiedzią na zmieniające się wymagania rynku energii elektrycznej, w szczególności w obszarze pracy bloku przy częściowych obciążeniach. Omówiono kluczowe elementy zrealizowanego programu modernizacji oraz wskazano kolejne obszary potencjalnych korzyści. Uzyskane wyniki zostały porównane z wartościami oczekiwanymi, przyjętymi na etapie podejmowania decyzji o modernizacji oraz poddane ocenie.



■ Ogólne informacje o Elektrociepłowni Lublin Wrotków

Elektrociepłownia Lublin Wrotków (ECL) pracuje dla potrzeb miejskiego systemu ciepłowniczego od 1976 r., najpierw jako jednostka w strukturze organizacyjnej Zakładu Energetycznego Lublin, od 30.12.1995 r. jako samodzielny podmiot gospodarczy. Od 09.05.2007 r. funkcjonuje jako jednostka linii biznesowej Wydobywcy i Wytwarzanie Grupy Kapitałowej PGE S.A., a od 1.09.2010 r. jako oddział spółki PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A.

Podstawową jednostką wytwórczą ECL jest blok gazowo-parowy złożony z turbozespołu gazowego, kotła odzysknicowego i upustowo-kondensacyjnego turbozespołu parowego, produkujący energię elektryczną i ciepło

w procesie wysokosprawnej kogeneracji, wykorzystując jako paliwo gaz ziemny wysokometanowy. Obciążenie szczytowe sieci ciepłowniczej w sezonie grzewczym oraz zabezpieczenie dostaw ciepła w okresie postoju bloku zapewniają cztery kotły wodne (2xWP-70 i 2xWP-120), opalane węglem kamiennym. Osiągalna moc elektryczna bloku gazowo-parowego wynosi 231 MWe brutto. Osiągalna moc cieplna elektrociepłowni wynosi 627 MWt, z czego 185 MWt uzyskiwane jest z bloku gazowo-parowego, natomiast 442 MWt z kotłów wodnych.

Wyprodukowana energia elektryczna jest przesyłana za pośrednictwem sieci rozdzielczej 110 kV do Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE). Nabywcą całego wolumenu energii elektrycznej jest PGE S.A. Maksymalna roczna produkcja energii elektrycznej wynosi 1650 GWh, a przy pracy bloku wyłącznie w sezonie grzewczym kształtuje się na poziomie 1100 GWh.

Wyprodukowane ciepło jest przesyłane w postaci gorącej wody do miejskiej sieci ciepłowniczej. Nabywcą całego wolumenu ciepła jest dystrybutor - Lubelskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej S.A. ECL pokrywa 66% zapotrzebowania miasta na ciepło systemowe. Roczna produkcja ciepła w ostatnich 5 latach kształtuje się na poziomie 3100 TJ.

■ Wpływ umów handlowych na techniczne rozwiązania projektowe

W 1994 r. Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. (PSE) ogłosiły przetarg na dostawę nowych mocy do KSE. W styczniu 1995 r. ECL złożyła ofertę dostawy energii elektrycznej z bloku gazowo parowego. Oferta została zakwalifikowana do dalszych negocjacji w wyniku których w 1997 r. podpisano umowę wieloletnią na dostawy energii elektrycznej do PSE.

Przyjęte w tym okresie i odwzorowane w umowach z odbiorcami ener-

gii elektrycznej oraz ciepła założenia w zakresie sposobu eksploatacji bloku gazowo-parowego przewidywały pracę jego przez 7830 h rocznie oraz roczną produkcję energii elektrycznej na poziomie 1650 GWh. Implikowało to konieczność pracy bloku z mocą elektryczną na poziomie 210 MW i 100% obciążeniem turbiny gazowej przez cały okres. Powyższe założenie w zasadniczy sposób wpłynęło na sposób zaprojektowania układu regulacji wydajności pomp wody zasilającej kocioł odzysknicowy. Przyjęto, że z uwagi na praktyczny brak konieczności regulacji wydajności kotła odzysknicowego - regulacja pomp wody zasilającej poprzez dławienie jest rozwiązaniem najtańszym inwestycyjnie i w zupełności akceptowalnym przy ocenie kosztów eksploatacji.

■ Rynkowe zmiany warunków dostarczania energii elektrycznej w okresie dotychczasowej eksploatacji bloku gazowo-parowego

Blok gazowo-parowy, został wprowadzony do eksploatacji 12.04.2002 r. i przez cztery kolejne lata pracował w trybie całorocznym, zgodnie ze zobowiązaniami wynikającymi z kontraktu długoterminowego z PSE, produkując rocznie około 1600 GWh energii elektrycznej. Powyższy charakter pracy bloku potwierdził brak konieczności znaczącej regulacji wydajności kotła odzysknicowego, a tym samym poprawność zastosowanego rozwiązania regulacji wydajności pomp wody zasilającej kocioł.

Równoległe następowały zmiany na rynku energii elektrycznej stymulowane nowymi regulacjami prawnymi, których natężenie wyraźnie wzrosło z chwilą przystąpienia Polski do Unii Europejskiej. Od 2005 r. ECL stała się uczestnikiem systemu handlu uprawnieniami do emisji CO₂, a od 2007 r. uczestnikiem systemu wsparcia dla wysokosprawnej kogeneracji, który ustalał graniczną wartość średniorocznej sprawności energetycznej



Fot. Aurora



bloku gazowo-parowego pozwalającej na zaliczenie całości wyprodukowanej energii elektrycznej do wysokosprawnej kogeneracji na poziomie 80%.

W 2007 r. został rozwiązany kontrakt długoterminowy z PSE, co w połączeniu z sukcesywnie rosnącymi cenami gazu ziemnego oraz wprowadzonym systemem wsparcia dla wysokosprawnej kogeneracji spowodowało, że eksploatacja bloku gazowo-parowego w kolejnych latach została ograniczona do okresu sezonu grzewczego. Spowodowało to zmniejszenie rocznej produkcji energii elektrycznej do 1100 GWh, przy zachowaniu dotychczasowego obciążenia bloku mocą elektryczną na średnim poziomie około 212 MW. Tym samym nadal nie zaistniały żadne nowe okoliczności mogące wskazywać na potrzebę ingerencji w sposób regulacji wydajności kotła odzysknicowego.

W 2010 oraz 2011 r. potrzeby Krajowego Systemu Elektroenergetycznego wymuszały uruchamianie bloku także w okresie letnim i jego pracę ze zmiennymi obciążeniami elektrycznymi znacząco odbiegającymi od obciążenia nominalnego. Przewidując prawdopodobieństwo kontynuacji takiej sytuacji w kolejnych latach, ECL podjęła działania w zakresie dopasowania bloku do zmienionego charakteru pracy. Głównym celem tych działań było ograniczenie ilości energii elektrycznej zużywanej na potrzeby własne.

Struktura zużycia energii elektrycznej w ECL

Zużycie energii elektrycznej do zasilenia potrzeb własnych urządzeń ECL w 2011 r. wyniosło 35 GWh i stanowiło 2,8% ilości wyprodukowanej. Największymi konsumentem energii elektrycznej były układy technologiczne związane z blokiem gazowo-parowym, używające łącznie one 65% energii

”

Blok gazowo-parowy zainstalowany w ECL pracuje w systemie „ciśnienia poślizgowego”, zarówno po stronie układu pary wysokoprężnej (WP), jak i po stronie pary niskoprężnej (NP)

elektrycznej, następnie pompownia wody sieciowej - 22% oraz układy technologiczne związane z kotłami wodnymi - 12%.

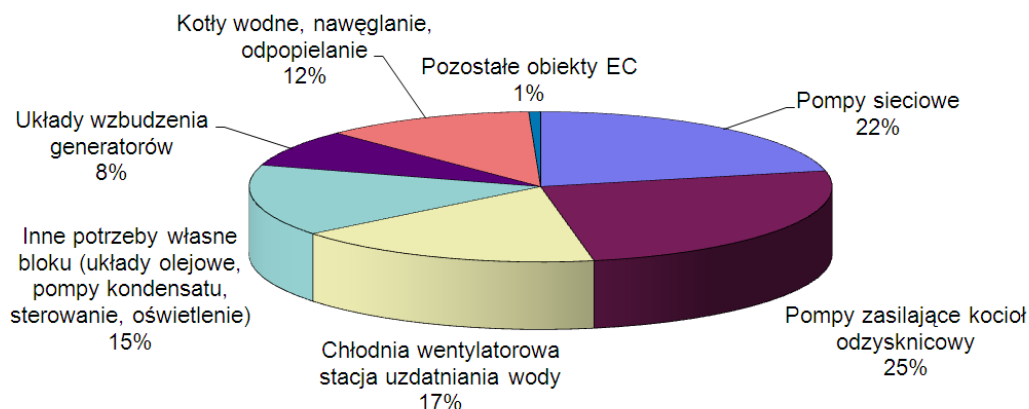
Pompy wody zasilającej kocioł odzysknicowy były w 2011 r. głównym konsumentem energii elektrycznej na potrzeby własne zużywając 25% jej

rocznego wolumenu. Wstępne analizy wykazały możliwość uzyskania korzyści z wprowadzenia zmiany ich wydajności za pomocą układu regulacji prędkości obrotowej silnika napędowego. Decyzja o przeprowadzeniu modernizacji układów napędowych pomp została uzależniona od wyniku analizy techniczno-ekonomicznej, którą wykonano w 2012 r.

Modernizacja sposobu regulacji wydajności pomp wody zasilającej kocioł, jako element programu ograniczania energochłonności napędów w ECL

Blok gazowo-parowy zainstalowany w ECL pracuje w systemie „ciśnienia poślizgowego”, zarówno po stronie układu pary wysokoprężnej (WP), jak i po stronie pary niskoprężnej (NP). Przy nominalnym obciążeniu elektrycznym bloku ilość generowanej przez kocioł odzysknicowy pary to 240 t/h o ciśnieniu 80 bar w obiegu WP oraz 60 t/h o ciśnieniu 5,2 bar w obiegu NP. Przy minimalnym obciążeniu elektrycznym bloku powyższe wartości maleją odpowiednio do około 130 t/h o ciśnieniu 45 bar w obiegu WP oraz 35 t/h przy ciśnieniu 3,5 bar w obiegu NP.

Po stronie wodnej kocioł zasilany jest pompami wody zasilającej WP



Rys. 1. Struktura zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne ECL w 2011 r.

(2x100%) oraz pompami wody zasilającej NP (2x100%).

Pompy posiadają napędy elektryczne o stałej prędkości obrotowej. Regulacja przepływu wody zasilającej do kotła odbywa się za pomocą zaworów regulacyjnych WP i NP zabudowanych na rurociągach wodnych przed walczkami kottowymi.

Pompy wody zasilającej kocioł odzysknicowy są jednymi z największych odbiorników energii elektrycznej w ECL, a jednocześnie sposób regulacji ich wydajności jest jednym z najmniej efektywnych.

Zadanie modernizacyjne podzielone zostało na dwa etapy obejmujące:

- Etap 1 - Opracowanie koncepcji techniczno-ekonomicznej w zakresie możliwości zastosowania regulacji wydajności pomp wody zasilającej kocioł odzysknicowy za pomocą napędów pomp o regulowanej prędkości obrotowej. Został



Modernizacja napędów pomp wody zasilającej kocioł odzysknicowy była jednym z najważniejszych działań w procesie ograniczania energochłonności ECL

zrealizowany przez Standardkessel Baumgarte Service - firmę będącą producentem eksploatowanego w ECL kotła odzysknicowego,

- Etap 2 - Wykonanie realizacji zadania „pod klucz” w oparciu o opracowaną w etapie I koncepcję. Został zrealizowany przez firmę Siemens Polska Sp. z o.o.

W koncepcji techniczno-ekonomicznej oszacowano, że proponowana zmiana sposobu regulacji wydajności zespołów pompowych powinna przynieść oszczędności energii elektrycznej

Tab. 1. Zestawienie wyników przeprowadzonego audytu

EFEKT	Oznaczenie	Etap modernizacji	Jednostka	Wyniki
Efekt energetyczny	Zapotrzebowanie na energię elektryczną	Stan przed realizacją	kWh/r.	6 997 493
		Stan po realizacji	kWh/r.	5 585 431
	Oszczędność energii elektrycznej	kWh/r.	1 412 063	
	Oszczędność energii elektrycznej		%	20,2
Energia finalna	Oszczędność energii finalnej		kWh/r.	1 412 063
			TOE	121,4
	Współczynnik sprawności procesu dla energii elektrycznej		-	0,33
Energia pierwotna	Oszczędność energii pierwotnej		kWh/r.	4 278 978
			toe	367,9
Efekt ekologiczny	Wielkość redukcji emisji CO ₂		ton/r.	860

na poziomie 1340 MWh/r., czyli około 20% energii elektrycznej zużywanej przez pompy wody zasilającej, a okres zwrotu inwestycji wyniesie 4-5 lat.

■ Realizacja zadania, poniesione nakłady i uzyskane efekty

Zmodernizowany układ pomp wody zasilającej kocioł odzysknicowy został oddany do eksploatacji w październiku 2013 r. Łączny koszt realizacji zadania obejmujący wykonanie analiz, projektów technicznych, dostaw urządzeń i prac montażowych oraz prac związanych z uruchomieniem, pomiarami i oceną efektów wyniósł 1371 tys. zł.

Ocenę uzyskanych efektów modernizacji przeprowadziła firma Energopomiar Gliwice Sp. z o.o.

■ Wnioski

Modernizacja napędów pomp wody zasilającej kocioł odzysknicowy była jednym z najważniejszych działań w procesie ograniczania energochłonności ECL. Efektem zrealizowanych działań jest wzrost jakości regulacji wydajności kotła odzysknicowego przy jednoczesnym zmniejszeniu zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne.

Okres zwrotu nakładów inwestycyjnych został oszacowany na 4-5 lat. Rzeczywista oszczędność energii elektrycznej na pompowanie uzyskana w trakcie eksploatacji układu w okresie pracy bloku w latach 2013, 2014 i I kwartale 2015

r. w pełni potwierdza poprawność przyjętych na etapie przygotowania projektu założeń.

Zastosowanie regulowanych napędów pomp wody zasilającej to kolejny i zarazem ostatni z dużych projektów jakie można było zrealizować w obecnie istniejącym układzie technologicznym ECL w celu zmniejszenia zużycia energii na potrzeby własne. Kolejne działania dostosowawcze i oszczędnościowe skupiać się będą na mniejszych układach pompowych oraz działaniach technologicznych takich jak układ akumulacji ciepła, pozwalających zwiększyć udział energii elektrycznej i ciepła produkowanych w skojarzeniu. □

■ Literatura

- [1] Standardkessel Baumgarte Service - praca studialna „Wielowariantowa koncepcja techniczno-ekonomiczna regulacji wydajności pomp WP i NP wody zasilającej kocioł odzysknicowy za pomocą napędów o regulowanej prędkości obrotowej”.
- [2] Zakłady Pomiarowo-Badawcze Energetyki „ENERGOPOMIAR” Sp. z o.o. - Końcowy audyt energetyczny dla przedsięwzięcia zabudowa układów regulacji na pompach wody zasilającej WP i NP kotła odzysknicowego w PGE GiEK SA Oddział Elektrociepłownia Lublin Wrotków.
- [3] PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna Oddział Elektrociepłownia Lublin Wrotków - materiały własne.

