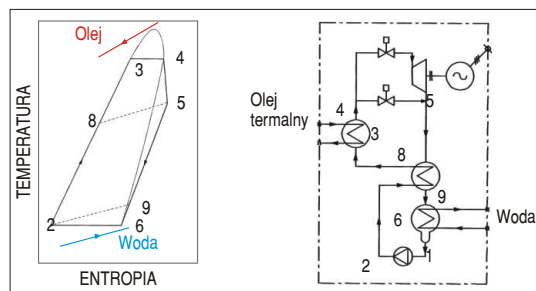




Innowacyjny projekt w Ostrowie Wielkopolskim

Budowa bloku kogeneracyjnego opalanego biomasą z turbogeneratorem ORC może być interesującą alternatywą dla budowy lokalnych źródeł ciepła w tradycyjnych technologiach.

Celem projektu budowy bloku jest redukcja zanieczyszczeń powietrza w rejonie Ostrowa Wlkp., produkcja zielonej energii elektrycznej, poprawa efektywności produkcji energii cieplnej oraz tworzenie popytu na biomasę i aktywizacja obszarów wiejskich. W ramach jego realizacji na terenie Elektrociepłowni „Ostrów” zostanie zbudowany blok kogeneracyjny opalany biomasą, składający się z kotła na olej termalny opalanego biomasą i z turbogeneratora ORC. Ten ostatni zlokalizowany będzie w istniejącej hali kotłowni – w miejscu po likwidowanym kotle węglowym WR 10, a kocioł na olej termalny w nowym budynku przylegającym do tej hali.



Rys. 1. Obieg termodynamiczny i schemat technologiczny turbogeneratora. Olej termalny podgrzewany w kotle, podawany jest do parownika, gdzie następuje podgrzanie i odparowanie płynu roboczego (8-3-4). Para tego płynu (oleju) napędza turbinę (4-5), a następnie przepływa przez regenerację (5-9), w którym wstępnie ogrzewa płyn organiczny i dalej podawana jest na kondensator (9-6-1). Ostatecznie płyn organiczny jest pompowany do regeneratora (1-2), co zamyka cały cykl.

Charakterystyka i wyposażenie kotła

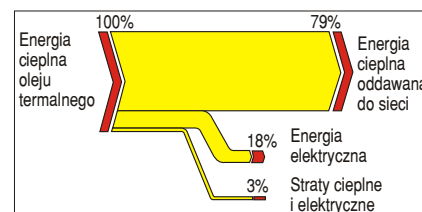
Kocioł na olej termalny opalany biomasą – o mocy 9 MW i temperaturze oleju termalnego 310°C – posiada ruszt schodkowy, chłodzony wodą. Rusztowny wykonano ze stali chromowej odpornej na powstawanie zgorzeli i wżerów. Kocioł w formie pionowego, cylindrycznego walca ustawiony będzie obok komory paleniskowej, co w przypadku wycieku oleju termalnego zapobiegnie przedostawaniu się oleju na płomień. Kocioł będzie miał komputerowy układ automatyki i pomiarów, który zapewni bezpieczną pracę jednostki we wszystkich stanach operacyjnych. Wy-

posażony będzie także w wymiennik olej termalny-woda, pozwalający na zasilanie sieci ciepłowniczej w przypadku odstąpienia turbogeneratora ORC. Jest on przystosowany do spalania zrębków drewna, wierzby energetycznej lub kory.

Turbogenerator ORC

Stanowiący podstawowy układ bloku umożliwi wytwarzanie energii elektrycznej i ciepłej przy stosunkowo niskiej tem-

peraturze czynnika roboczego. W układzie następuje przemiana termodynamiczna w zamkniętym cyklu Rankina, co odbywa się z wykorzystaniem specjalnego oleju organicznego jako czynnika roboczego. Schemat obiegu termodynamicznego i odpowiadający mu schemat technologiczny przedstawione są na rys. 1.



Rys. 2. Bilans energii układu ORC przy pracy w układzie kogeneracji

Jednym z bardziej znanych producentów turbogeneratorów ORC jest włoska firma Turboden – oferująca urządzenia o różnych mocach. W porównaniu do innych technologii rozwiązanie z turbogeneratorem ORC posiada korzystne własności – wysoką sprawność cyklu, niskie napięcia mechaniczne turbin, niską prędkość kątową turbin, co pozwala na bezpośredni napęd generatora elektrycznego. Łopatki turbin nie ulegają erozji, co umożliwia długi okres jej użytkowania. Rozwiązanie takie nie wymaga instalacji przygotowania wody, a praca układu jest zautomatyzowana. Ponadto turbogeneratory ORC charakteryzują się prostymi czynnościami rozruchowymi, cichą pracą, minimalną obsługą serwisową i dobrą sprawnością przy pracy z obciążeniem mniejszym od znamionowego. Stosowane w układach kogeneracyjnych posiadają sprawność elek-

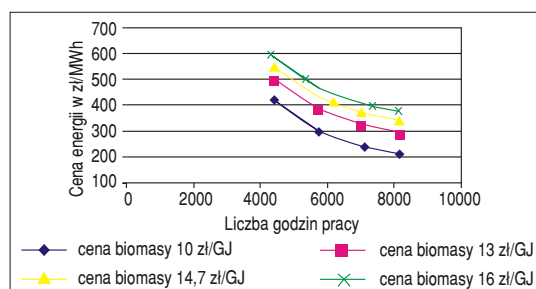
tryczną 18% (netto) przy znamionowych temperaturach wody chłodzącej (sieciowej). Około 79-80% energii jest wykorzystywane jako ciepło produkowane w skojarzeniu, natomiast straty ciepłe i elektryczne stanowią tylko 2-3%. Oznacza to, że całkowita sprawność cieplna (pierwszy stopień sprawności) wynosi 97-98% (rys. 2).

Doświadczenia z eksploatacją istniejących obiektów

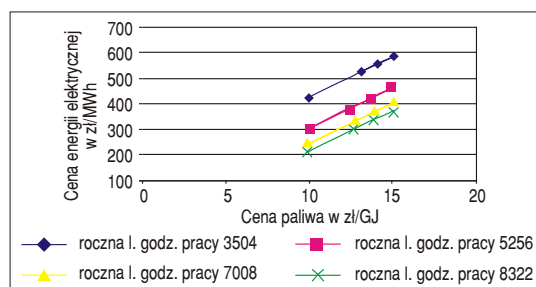
Aktualnie w układach kogeneracyjnych pracuje 49 turbogeneratorów ORC produkcji Turboden (głównie we Włoszech, Austrii i Niemczech). Dalsze 13 bloków jest w trakcie budowy. Turbogeneratory te wykazują łączną dyspozycyjność powyżej 98% – przy całkowitej liczbie godzin pracy powyżej 500 tys. Dotychczasowe doświadczenia z ich eksploatacji potwierdzają możliwość pracy automatycznej, przy zachowaniu wysokiej dyspozycyjności. Wszystkie pracujące obiekty wyposażone są w lokalne układy automatyki i sterowania oraz system nadzoru SCADA, monitorujący wartości parametrów pracy układu z nastawni obiektu i zdalnie z siedziby Turboden. Firma oferuje także pełen pakiet usługi serwisowej – codzienny monitoring, planowy przegląd roczny, a także wymianę części zużywających się po stałej cenie – w ciągu roku.

Efektywność ekonomiczna projektu

Najczęściej stosowaną metodą oceny efektywności ekonomicznej projektu jest metoda zdyskontowanych przepływów gotówkowych generowanych przez projekt,



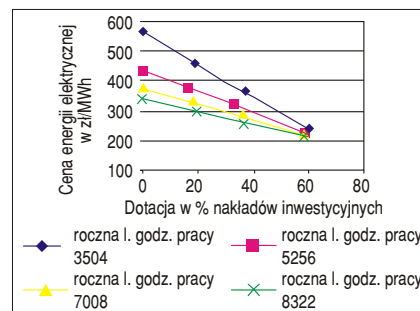
Rys. 3. Cena sprzedawanej energii elektrycznej w funkcji liczby godzin pracy



Rys. 4. Cena sprzedawanej energii elektrycznej w funkcji ceny paliwa

zwaną metodą NPV. Największy wpływ na wartość NPV mają: cena sprzedawanej energii elektrycznej, cena paliwa biomasowego, średnia liczba godzin pracy w roku oraz wartość nakładów inwestycyjnych. Analizę efektywności ekonomicznej przeprowadzono na przykładzie zastąpienia rusztowego kotła wodnego opalanego węglem blokiem kogeneracyjnym z kotłem na olej termalny, opalonym biomasą i z turbogeneratorem ORC. W takim przypadku zarówno wartość generowanej energii cieplnej, jak i wielkość zatrudnienia jest taka sama przed i po realizacji projektu. Przyjęto także, że analizowana instalacja nie uczestniczy w handlu pozwoleniami na emisję, a więc nie uwzględniono przychodów związanych z redukcją emisji. Wartości nakładów inwestycyjnych, NPV, odpisów amortyzacyjnych, stopy dyskontowej i okres analizy we wszystkich niższych rozpatrywanych przypadkach były takie same. Problem oceny efektywności ekonomicznej projektu został sprowadzony do odpowiedzi na pytanie o wysokość ceny za sprzedawaną energię elektryczną, rozumianą jako suma ceny za energię i za świadectwo pochodzenia. Obliczenia przeprowadzono dla różnych wartości parametrów, przy założeniu 15-letniego okresu analizy i finansowaniu wyłącznie ze środków własnych oraz przy stopie dyskontowej 7% (rys. 3 i 4).

Im dłuższy średni czas pracy bloku kogeneracyjnego w ciągu roku, tym niższa może być (przy danej cenie paliwa) cena sprzedawanej energii elektrycznej. Przyjmując, że średnia cena „zielonej” energii elektrycznej wynosi obecnie ok. 350 zł/MWh (120 zł/MWh za energię elektryczną i 230 zł/MWh za świadectwo pochodzenia „zielonej” energii), można zauważyć, że projekt budowy bloku kogeneracyjnego jest opłacalny, gdy średnia liczba godzin pracy w roku jest większa od 4 tys., przy cenie paliwa 10 zł/GJ. Aby zachować taką samą opłacalność przy wyższych cenach paliwa, średni czas pracy bloku musi być dłuższy. Gdy cena paliwa przekracza 15 zł/GJ, projekt staje się nieopłacalny (nawet przy pracy z mocą znamionową przez cały rok). Aktualnie rynkowe ceny paliwa zbliżają się do tej wartości – dlatego projekt znajduje się na granicy opłacalności. Istotną poprawę opłacalności można uzyskać poprzez pozy-



Rys. 5. Cena sprzedawanej energii elektrycznej w funkcji poziomu dotacji przy cenie paliwa 14,7 zł/GJ

tywne dotacji na finansowanie projektu (rys. 5).

Przy aktualnych cenach „zielonej” energii elektrycznej i paliwa, a także przy dotacji na poziomie 40%, projekt staje się opłacalny już przy średniej liczbie godzin pracy 3504. Przy zapewnieniu odbioru ciepła przez dłuższy czas w roku projekt staje się opłacalny także przy niższym poziomie dotacji.

Realizacja projektu pozwala na skomponowaną produkcję ciepła i energii elektrycznej z wykorzystaniem paliwa odnawialnego, a także na redukcję emisji CO₂. Opłacalność projektu zależy głównie od średniej rocznej liczby godzin pracy (zapotrzebowania na ciepło) oraz od ceny paliwa.

Przedstawiony projekt będzie atrakcyjny, gdy zaistnieje albo zapotrzebowanie na ciepło także poza okresem grzewczym, albo możliwość pozyskania taniego biopaliwa.

Andrea Duvia, Turboden, Włochy,
Jerzy Guzikowski, Ostrowski Zakład Ciepłowniczy

**Ostrowski
Zakład Ciepłowniczy S.A.**
ul. Wysocka 57
63-400 Ostrow Wielkopolski
tel. 062 735 86 00
fax 062 735 86 02
ozc@osw.pl
Elektrociepłownia Ostrow
ul. Grunwaldzka 74
63-400 Ostrow Wielkopolski
tel. 062 735 86 97