

Piotr Kirpsza, kierownik Projektu, Enea Wytwarzanie

Układ odzysku ciepła ze spalin kotła biomasowego K6

w ENEA Wytwarzanie - lokalizacja Białystok

Elektrociepłownia Białystok będąca częścią spółki Enea Wytwarzanie stanowi podstawowe źródło ciepła dla Białegostoku. W grudniu 2012 r. Elektrociepłownia uruchomiła drugi fluidalny kocioł biomasowy, który powstał w wyniku konwersji istniejącego kotła węglowego OP-140. W kotle tym spalana jest surowa biomasa o wilgotności wahającej się w zakresie 30-55%. Spalanie tak wilgotnego paliwa powoduje iż część ciepła powstająca w czasie spalania zużywana jest na odparowanie wilgoci zawartej w paliwie. Ciepło to wraz ze spalinami jest bezpowrotnie tracone.

Aby ograniczyć te straty zdecydowano o budowie układu odzysku ciepła (UOC), w którym gorące spaliny z kotła schładzane są do temperatury poniżej punktu rosy, co powoduje wykraplanie się pary wodnej zawartej w spalinach. W czasie kondensacji pary wodnej uwalniane jest ciepło, które wykorzystywane jest do celów użytkowych, tj. do podgrzania wracającej z miasta wody sieciowej. W ten sposób w układzie UOC produkowane jest ciepło bez dodatkowego wkładu paliwa, co zwiększa efektywność energetyczną.

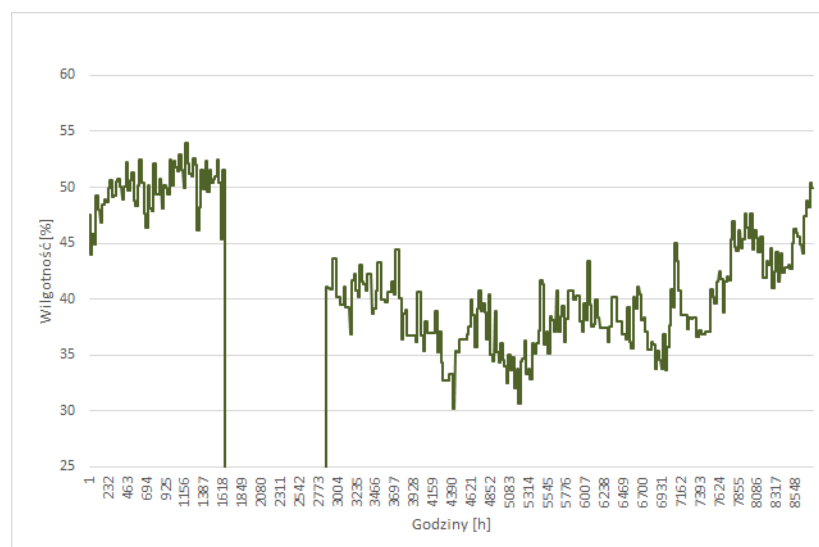
Moc cieplna układu odzysku ciepła zależy od kilku parametrów z których najważniejsze to:

- wilgotność spalanej biomasy,
- temperatura i przepływ wody sieciowej.

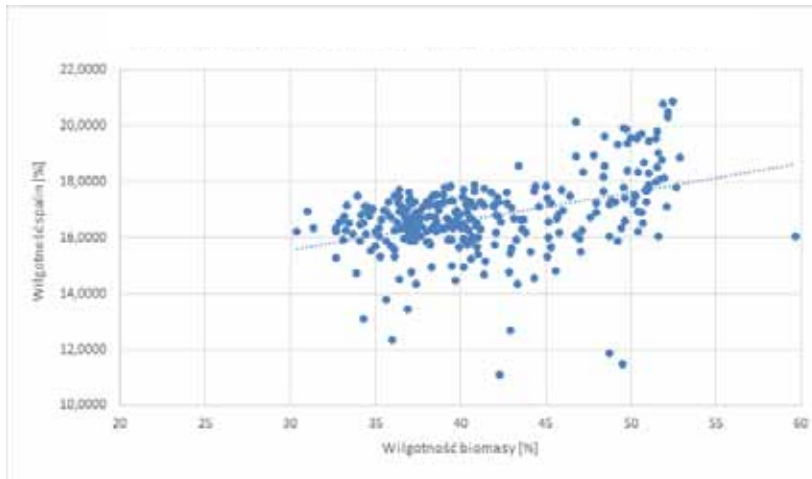
Na rys. 1 przedstawiono jak zmienia się wilgotność biomasy spalanej w ciągu roku. W okresie jesienno-zimowym wilgotność ta kształtuje się w zakresie

45-55%. Latem spalana jest biomasa o mniejszej wilgotności 35-45%. Układ odzysku ciepła może pracować kiedy wilgotność biomasy wynosi powyżej

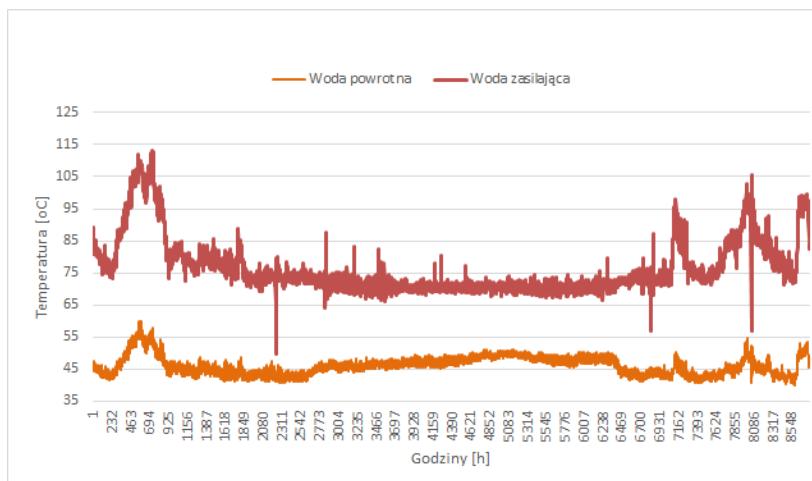
30%, tak więc w przypadku białostockiej elektrociepłowni istnieją warunki do odzyskiwania ciepła. Wilgotność spalanej biomasy przekłada się na zawartość



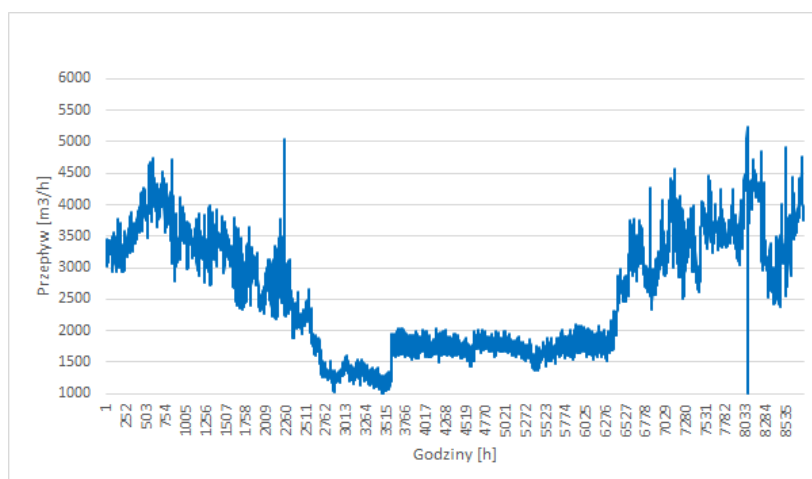
Rys. 1. Wilgotność biomasy spalanej w ciągu roku



Rys. 2. Wilgotność spalin w zależności od wilgotności spalanej biomasy



Rys. 3. Temperatura powrotnej wody sieciowej oraz wody zasilającej sieć ciepłą w ciągu roku



Rys. 4. Przepływ powrotnej wody sieciowej w ciągu roku

wilgotności w spalinach opuszczających kocioł. Na rys. 2 przedstawiono wykres ilustrujący zależność wilgotności spalin od zawartości wilgoci w biomase. Pomiar wykonano analizatorem spalin zainstalowanym w komorze paleniskowej kotła. Wilgotność określa stosunek objętość pary wodnej do objętości spalin wilgotnych. Temperatura spalin wahała się w granicach 166-170°C.

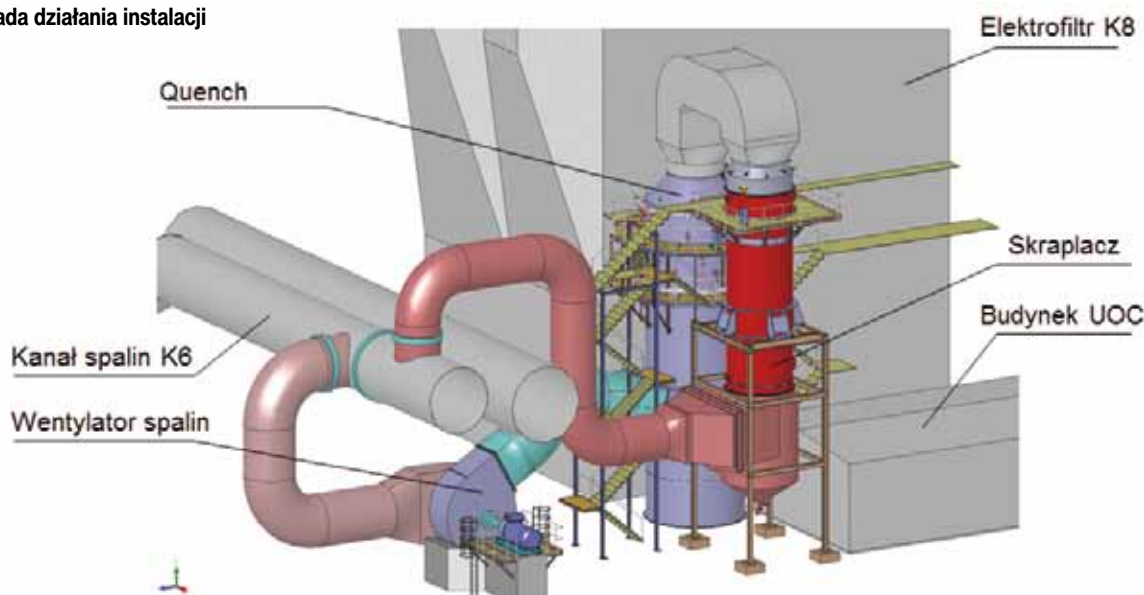
Drugim parametrem wpływającym na odzysk ciepła ze spalin jest posiadanie czynnika o odpowiedniej temperaturze i przepływie, który pozwoli schłodzić spaliny i odebrać ciepło kondensacji pary wodnej. Aby doprowadzić do kondensacji pary wodnej zawartej w spalinach, czynnik chłodzący powinien posiadać temperaturę poniżej 55°C. Jako czynnik odbierający ciepło wykorzystano powrotną wodę sieciową. Na rys. 3 pokazano jak zmienia się temperatura powrotnej wody sieciowej w ciągu roku. Przez większość czasu temperatura kształtuje się poniżej 55°C, co pozwala wykorzystać wodę sieciową do odzyskiwania ciepła ze spalin. Przepływ wody sieciowej w zależności od pory roku zmienia się od 1500 t/h do 4000 t/h, który jest wystarczający do wykorzystania tej wody jako czynnika chłodzącego (rys. 4).

■ Realizacja inwestycji

Przygotowanie inwestycji rozpoczęto od wykonania szczegółowych analiz techniczno-ekonomicznych, których wyniki wykazały zasadność inwestycji w związku z tym przystąpiono do realizacji przedsięwzięcia.

W grudniu 2012 r. ogłoszono postępowanie przetargowe na projekt, budowę i uruchomienie instalacji odzysku ciepła ze spalin kotła K6. Jako najkorzystniejszą wybrano ofertę konsorcjum firm Mostostal Warszawa S.A. oraz Radscan Intervex Polska Sp. z o.o. W sierpniu 2013 r. podpisano umowę z Wykonawcą. Mostostal Warszawa S.A. zajął się częścią konstrukcyjno-budowlaną, natomiast Radscan Intervex Polska Sp. z o.o. jest dostawcą

Zasada działania instalacji



Rys. 5. Schemat układu odzysku ciepła ze spalin kotła biomasowego

technologii. W lutym 2014 r. uzyskano pozwolenie na budowę i rozpoczęto prace obiektowe. W grudniu 2014 r. rozpoczął się rozruch instalacji, a w końcu stycznia 2015 r. przekazano instalację do eksploatacji.

Spaliny z kotła biomasowego o temperaturze ok. 160°C kierowane są do pierwszego elementu instalacji tzw. quencha. Jest to zbiornik cylindryczny wykonany z tworzyw kompozytowych. Spaliny płyną przez quench od dołu ku górze i omywane są na kilku poziomach kondensatem, co pozwala wytrącić z nich znaczne ilości chlorków, metali ciężkich oraz pyłu. Zadaniem quencha jest oczyszczenie spalin zanim trafią one do drugiego elementu instalacji - skraplacza. W skraplaczu spaliny schładzane są do temperatury poniżej punktu rosy, co powoduje wykraplanie się pary wodnej. W czasie kondensacji pary wodnej uwalniane jest ciepło, które poprzez wymiennik ciepła przekazywane jest powrotnej wodzie sieciowej. Skraplacz zbudowany jest z komory wlotowej, wymiennika, komory wylotowej i odkraplacza. Strumień wody sieciowej przepływającej przez wymiennik wynosi 2000 m³/h i podgrzewany jest w zależności od warunków pracy o 5-8°C.

Podgrzana w UOC woda sieciowa kierowana jest do istniejących wymienników podturbinowych w celu dalszego jej podgrzania zanim trafi do miejskiej sieci ciepłowniczej. Istnieje możliwość dystrybucji wody podgrzanej w UOC w dowolnych proporcjach na dowolne trzy bloki ciepłownicze pracujące w elektrociepłowni, co zwiększa elastyczność współpracy odzysku ciepła z istniejącymi urządzeniami wytwórczymi elektrociepłowni.

Schłodzone w skraplaczu spaliny o temperaturze 55-60°C kierowane są do komina. Aby zabezpieczyć komin przed korozyjnym działaniem wychłodzonych spalin wewnątrz jego przewodu zainstalowano wkładkę ze stali kwasoodpornej. Aby pokonać opory przepływu spalin przez instalację UOC zabudowano wentylator wspomagający.

Wykraplający się w skraplaczu kondensat kierowany jest do budynku UOC, w którym poddany jest wielostopniowemu procesowi oczyszczania. Pierwszym stopniem oczyszczania jest układ mikrofiltracji, który usuwa wszystkie cząstki zanieczyszczeń powyżej 80 µm. Surowy kondensat ma odczyn kwaśny i zanim trafi do dalszego oczyszczania zostaje zneutralizowa-

ny poprzez dawkowanie NaOH oraz schłodzony do temperatury około 40°C. Drugim stopniem oczyszczania jest układ ultrafiltracji, który pozwala usunąć wszystkie cząstki zanieczyszczeń powyżej 0,001 µm. Ostatnim stopniem oczyszczania jest odwrócona osmoza. Kondensat opuszczający odwróconą osmozę jest pozbawiony większości soli i ma przewodność ok. 50-150 µS. Oczyszczony kondensat kierowany jest do istniejącego zbiornika wody surowej skąd wykorzystywany jest do procesów technologicznych elektrociepłowni. Dzięki temu zmniejszono ilość wody surowej pobieranej z istniejących studni głębinowych. Od momentu uruchomienia instalacji odzyskano już ponad 11 000 m³ wody.

■ Pierwsze miesiące pracy instalacji

Pierwsze uruchomienie instalacji odbyło się na początku grudnia 2014 r. Po przeprowadzonym rozruchu, ruchu regulacyjnym oraz ruchu próbnym instalacja została przekazana do eksploatacji w końcu stycznia 2015 r.

Na rys. 8 przedstawiono moc cieplną instalacji UOC osiągniętą w pierw-



Rys. 6. Układ odzysku ciepła ze spalin kotła biomasowego



Fot. autora

Rys. 7. Instalacja oczyszczania kondensatu

szych miesiącach eksploatacji w porównaniu do mocy cieplnej kotła. W okresie tym moc cieplna UOC kształtowała się w zakresie 10-23 MW, co stanowiło 13-30% mocy cieplnej kotła.

Na rys. 9 porównano sprawność kotła K6 bez instalacji odzysku ciepła oraz z tą instalacją. Z wykresu widać iż ciepło odzyskiwane w UOC znacząco wpłynęło na wzrost sprawności kotła. Bez instalacji UOC sprawność kształtuje się na poziomie 88-91%, natomiast uwzględniając ciepło z UOC sprawność ta wzrasta do wartości 100-115%. Wartości sprawności powyżej 100% wynikają z tego, że sprawność ta jest wyznaczana w odniesieniu do wartości opałowej oraz z tego, że dzięki instalacji UOC wykorzystujemy do celów użytkowych ciepło kondensacji pary wodnej zawartej w spalinach.

Na rys. 10 przedstawiono wykres ilustrujący procentowy odzysk ciepła (w odniesieniu do mocy cieplnej kotła) w zależności od wilgotności spalin oraz od temperatury powrotnej wody sieciowej. Z wykresu widać jak rośnie odzysk ciepła wraz ze wzrostem wilgotności spalin. Odzysk ciepła rośnie również wraz ze spadkiem temperatury powrotnej wody sieciowej wykorzystywanej do odbioru ciepła.

Wnioski

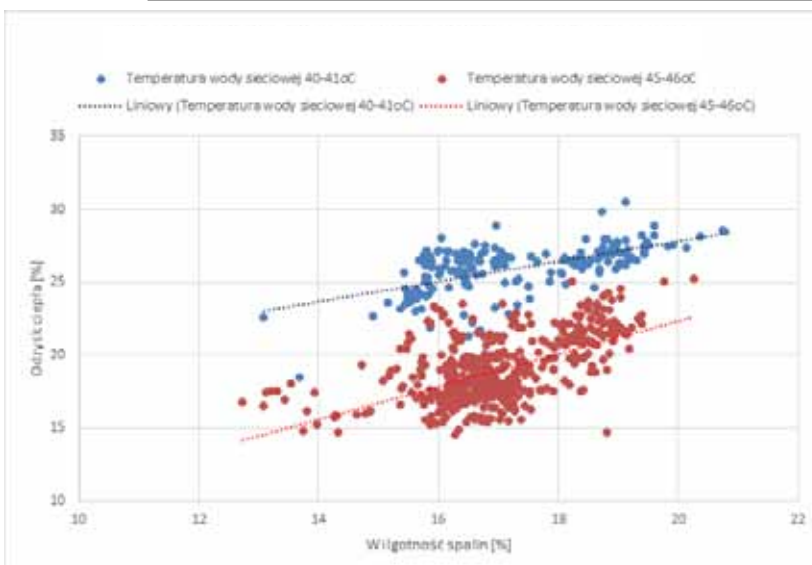
Spalanie wilgotnej biomasy w kotłach energetycznych związane jest ze znaczną stratą kominową. Ciepło zużyte na odparowanie wilgoci zawartej w paliwie wraz ze spalinami jest bezpowrotnie tracone. Układ odzysku ciepła ze spalin jest sposobem na odzyskanie tego ciepła. Bez dodatkowego wkładu paliwa instalacja pozwala wyprodukować ciepło i wykorzystywać je do celów użytkowych, co zwiększa sprawność całkowitą elektrociepłowni. Pierwsze miesiące eksploatacji instalacji wykazały wysoką skuteczność w odzyskiwaniu ciepła. Instalacja charakteryzuje się wysokim poziomem automatyzacji procesu, dzięki czemu w minimalnym stopniu angażuje obsługę. □



Rys. 8. Moc cieplna układu odzysku ciepła w porównaniu do mocy cieplnej kotła



Rys. 9. Sprawność kotła K6 z instalacją odzysku ciepła oraz bez instalacji



Rys. 10. Odzysk ciepła w zależności od wilgotności spalin oraz temperatury wody sieciowej