

KONWERSJA KOTŁÓW RUSZTOWYCH OPALANYCH MIAŁEM WĘGLOWYM NA KOTŁY BIOMASOWE

mgr inż. Andrzej Zuber
EKOZUB Sp. z o.o.

Z uwagi na ogólnoeuropejską politykę związaną z zieloną transformacją wielu użytkowników kotłów rusztowych zastanawia się, jak niedużymi kosztami zmienić spalany dotychczas miał węglowy na biomasę.

Dla przypomnienia, owa transformacja to proces zmiany energetyki i przemysłu w kierunku redukcji emisji gazów cieplarnianych, zwiększenia efektywności energetycznej oraz wykorzystania odnawialnych źródeł energii (OZE). Obejmuje ona dekarbonizację przemysłu, transportu i energetyki, a także gospodarkę obiegu zamkniętego.

Aktualnie w Polsce eksploatuje się bardzo dużo kotłów opalanych miiałem węglowym; są w szczególności zabudowane w ciepłowniach miejskich oraz w średnich zakładach przemysłowych. Nierzadko ich

stan techniczny jest bardzo dobry – większość została zmodernizowana lub wybudowana w technologii ścian szczelnych. Za kotłami instaluje się systemy odpylania – filtry workowe czy elektrofiltry, a w niektórych przypadkach instalacje odsiarczania spalin.

Pellet i nie tylko

Aby spełnić jeden z warunków zielonej transformacji, w wielu przedsiębiorstwach planuje się zastąpić miiał węglowy pelletelem drzewnym albo inną egzotyczną biomasą, traktowaną jako odnawialną. Ten pomysł jest już realizowany zresztą od wielu lat – od ponad dwudziestu pellet ze słomy spala się w OPEC Grudziądz na rusztowym kotle OR-32 (praktycznie kocioł ten funkcjonuje jako dwupaliwowy). Gdy nie ma pelletu, można spalać miiał węglowy. W Czarnej Wodzie w firmie STEICO pracuje identyczny kocioł OR-32, spalający pellet z przemysłu drzewnego. Również wiele innych obiektów prowadziło próby spalania biomasy na swoich kotłowniach. Między innymi współspala się wilgotne zrębki drewna z miiałem węglowym w systemie „kanapkowym”. Można również spalać w kotle rusztowym pył drzewny w odpowiednio zabudowanych palnikach.

Pomysłów spalania biomasy w kotłach zaprojektowanych do miiału węglowego jest zatem bardzo dużo. Z uwagi na aktualnie prowadzoną wojnę na Bliskim Wschodzie i możliwe niedobory gazu ziemnego lub wzrost jego ceny, wykorzystanie biomasy w kotłach rusztowych wydaje się tematem bardzo interesującym. Jednakże z naszego doświadczenia wynika, że do tematu konwersji kotłów rusztowych należy podejść bardzo ostrożnie.

FOT. 1
Osady w kotle WR-10
po kilku dniach
spalania pelletu



fot. EKOZUB Sp. z o.o.

Najczęściej konwersja kotła rusztowego polega jedynie na zmianie paliwa z mialu węglowego na pellet oraz układu podawania. Zmiany te w większości są związane z bunkrem oraz układem podawania biomasy – głównie skupiamy się na eliminacji zagrożenia zapalenia się pelletu w obszarze doprowadzenia paliwa do kotła i w samym bunkrze. Nie prowadzi się żadnych zmian w zakresie paleniska (rusztu mechanicznego), części ciśnieniowej kotła oraz gospodarki powietrzem podmuchowym i wtórnym. Również nie zmienia się nic w zakresie odpylania spalin. Konwersja kotłów rusztowych dla wielu osób wydaje się bardzo prosta i niskokosztowa. Bez modernizacji kotła zmodernizujemy układ podawania paliwa i na ruszcie wszystko będzie się efektywnie spalać. Należy jednak mieć świadomość, że kocioł rusztowy jest odpowiednio zaprojektowany pod kątem spalania mialu węglowego o określonych parametrach.

Układ czyszczenia pęczków konwekcyjnych

Podstawowym i największym problemem przy konwersji kotłów rusztowych ze spalania mialu węglowego na pellet jest zabrudzenie się powierzchni wymiany ciepła; dotyczy to głównie pęczków konwekcyjnych w drugim ciągu oraz ekonomizerze. Obserwuje się również znaczne zabrudzenie rur komory paleniskowej. Większość kotłów rusztowych nie ma w ogóle zabudowanego systemu czyszczenia lub posiada obijaki pneumatyczne czy elektromagnetyczne. Brak efektywnego czyszczenia pęczków konwekcyjnych powoduje szybkie zabrudzenie się powierzchni wymiany ciepła oraz wzrost temperatury spalin. Bez efektywnego systemu czyszczenia trudno jest też udowodnić zwiększenie efektywności energetycznej poprzez zamianę mialu węglowego na pellet. Również niełatwo uzyskać efekt środowiskowy przez redukcję gazów cieplarnianych.

Dodać tu należy, że bez zabudowy efektywnego systemu czyszczenia konwersja kotłów rusztowych z mialu węglowego na pellet jest sprzeczna z ogólnoeuropejską polityką związaną z zieloną transformacją. Nie spełnia się bowiem jej dwóch podstawowych warunków. Bez zabudowy efektywnego systemu czyszczenia pogarsza się sprawność kotłów oraz emituje się więcej szkodliwych związków.

Aktualnie na rynku polskim i europejskim oferowany jest system czyszczenia oparty o generatory fal uderzeniowych firmy EKOZUB Sp. z o.o. Sprawdzał się on na wielu obiektach w Polsce i Europie przy spalaniu najróżniejszych paliw i odpadów. Jest często montowany w miejsce istniejących systemów czyszczenia (obijaków pneumatycznych lub elektromagnetycznych, zaworów szybkootwierających lub pyłofonów). Więcej informacji na temat omawianego systemu można znaleźć na stronie internetowej www.ekozub.pl lub w bezpośrednim kontakcie.

Problem zabrudzania się pęczków konwekcyjnych może być na tyle poważny, że utrudnia optymalizację



FOT. 2
Mokre odpylanie spalin dla kotła rusztowego o mocy 5 MW

procesu spalania na ruszcie oraz zmniejsza efektywność wymiany ciepła. W niektórych przypadkach zabrudzenie okazuje się na tyle intensywne, że już po kilku dniach trzeba odstawić kocioł do ręcznego czyszczenia. A każde takie odstawienie powoduje degradację obmurza oraz części ciśnieniowej. Jeśli eksploatujemy kocioł z dużym zabrudzeniem pęczków, narażamy część ciśnieniową na ryzyko wycierania i erozji rur.

”

Podstawowym atutem proponowanej konwersji jest możliwość powrotu do spalania mialu węglowego

Wszelkie próby spalania biomasy w kotle rusztowym powinny być poprzedzone zabudową efek-

tywnego systemu czyszczenia. Zmniejsza on ryzyko degradacji kotła, pozwala utrzymać sprawność na wysokim poziomie oraz zmniejsza temperaturę spalin.

Wydajność kotła

Przeprowadzając konwersję kotła rusztowego opalanego miałem węglowym na pellet, bez dobudowy dodatkowego ekonomizera, musimy liczyć się ze zmniejszeniem wydajności kotła. W niektórych przypadkach, bez efektywnego systemu czyszczenia pęczków konwekcyjnych, spada ona poniżej 60%. Jednym z czynników zmniejszenia wydajności kotłów jest wzrost temperatury spalin oraz intensywne zabrudzenie się powierzchni wymiany ciepła. Zmniejszenie wydajności kotłów nie wszędzie jest możliwe, a również nieopłacalne. Niedociążone kotły potrzebują więcej energii elektrycznej na potrzeby własne oraz szybciej się zużywają. Jednostkowy koszt produkcji energii cieplnej w ciągu roku jest w tym przypadku o wiele większy, ponosimy też wyższe koszty remontów.

”

Konwersja kotłów rusztowych opalanych miałem węglowym na biomasę jest możliwa i powinna być realizowana w wielu ciepłowniach

Powietrze podmuchowe i wtórne

Bardzo duże znaczenie dla projektowania kotła ma skład paliwa, w tym zawartość części lotnych (gazowych). Klasyczny miał węglowy zawiera od 25% do 35% części lotnych, a biomasa – od 65% do 80%. W zależności od ilości części lotnych w paliwie dobiera się odpowiednią proporcję powietrza podmuchowego doprowadzonego pod ruszt i wtórne nad rusztem. W przypadku spalania biomasy, jeśli nie zmodyfikujemy układu podawania powietrza do spalania podczas konwersji kotła, nie będziemy w stanie całkowicie spalić paliwa. Spalanie niecałkowite biomasy z punktu widzenia energetycznego jest nieistotne. Mała zawartość popiołu oraz części palnych w popiele nie wpływa na efektywność spalania. Jednakże nieodpowiednie doprowadzenia powietrza do spalania biomasy powoduje spalanie niepełne, z emisją sadzy, tlenu węgla oraz różnych innych smolistych i szkodliwych związków. Ich emisja do atmosfery występuje również, jeśli podamy znaczną ilość powietrza pod ruszt i będziemy spalać biomasę z dużym nadmiarem powietrza. Teoria spalania oraz doświadczenia z wielu obiektów potwierdzają konieczność zmiany proporcji powietrza doprowa-

zonego do procesu spalania. W przypadku biomasy więcej powietrza musimy dodać nad rusztem, aby dopalić części lotne, a mniej – pod nim. W przypadku spalania miału węglowego jest odwrotnie. Jeśli nie podamy odpowiedniej ilości powietrza nad rusztem narażamy się na duże straty kominowe (chemiczne) oraz emisję szkodliwych związków. Kiedy z komina unosi się czarny dym, to w spalinach mamy sadzę i inne związki kancerogenne.

Komorą spalania

Komorą spalania kotłów rusztowych opalanych miałem węglowym jest, w stosunku do kotłów opalanych biomasą, niska. Cały proces spalania miału prowadzi się bezpośrednio na ruszcie. Płomień przy spalaniu miału węglowego jest niski i nie sięga festonu. Komorę paleniskową projektuje się w taki sposób, aby przy spalaniu miału węglowego odpowiednio dopalić wszystkie szkodliwe związki. Prędkość spalin oraz temperatury spalania są na tyle dobrane, żeby w strefie wysokich temperatur dopalić pojawiający się tlenek węgla oraz inne szkodliwe związki. Jeśli w miejsce miału węglowego podamy pellet, przenosimy proces spalania nad ruszt, a w niektórych przypadkach w obręb festonu. Krótkie przebywanie szkodliwych związków w procesie spalania powoduje ich niedopalenie oraz emisję do atmosfery. Warunkiem prowadzenia optymalnego procesu spalania pelletu jest nieprzeciąganie płomienia do drugiego ciągu, co z konstrukcji kotła rusztowego wydaje się bardzo trudne.

Podciśnienie w komorze spalania

Aby nie przeciągać płomienia do drugiego ciągu należy zapewnić niskie podciśnienie w kotle. Powinno być ono na takim poziomie, aby spaliny nie wybijały na kotłownię. W przypadku kotłów w technologii ścian szczelnych można ustawić podciśnienie na bardzo niskim poziomie, co jest jednak sprzeczne z wymaganiami UDT i założonymi blokadami. Również obsługa kotła przyzwyczajona jest do wysokiego podciśnienia, bo ułatwia jej to prowadzenie kotła. Niskie podciśnienie zmniejsza prędkość spalin oraz doprowadza do szybkiego zabrudzenia się pęczków konwekcyjnych w drugim ciągu. W przypadku niskiego podciśnienia, w kotle następuje wydłużenie czasu przebywania szkodliwych związków w strefie wysokich temperatur i ich dopalenie.

Odpylanie oraz redukcja szkodliwych związków w spalinach

Emisję szkodliwych związków możemy uzyskać poprzez poprawę warunków spalania. Proces ten można optymalizować, mając jedynie zabudowany efektywny system czyszczenia pęczków konwekcyjnych. Ich zabrudzenie się ma istotny wpływ na proces spalania na ruszcie. Nie można natomiast optymalizować pracy kotła bez stabilizacji jego parametrów.



FOT. 3
System czyszczenia
pęczków
konwekcyjnych kotła
WR-10

foto: EKOZUB Sp. z o.o.

Kolejny problem to emisja pyłu za kotłem. Po konwersji kotłów z miazgi węglowej na pellet bardzo trudno będzie eksploatować filtry workowe. Wysokie temperatury spalin oraz ryzyko pojawienia się iskier zwiększają ponadto zagrożenie pożarem worków. Jeśli obniżymy temperaturę spalin i wyeliminujemy iskry w spalinach, wystąpi z kolei ryzyko zalepiania się worków substancjami smolistymi. Odpylacze mechaniczne (cyklony) nie zagwarantują nam emisji pyłu na niskim i dopuszczalnym poziomie.

Jedną z alternatyw filtrów workowych są filtry wodne lub elektrofiltry. Zabudowa elektrofiltrów za istniejącymi kotłami wiąże się jednak z dużymi kosztami inwestycyjnymi oraz dodatkowym zużyciem energii elektrycznej. Filtry wodne charakteryzują się znaczną skutecznością odpylania, przy okazji wyłapując wiele szkodliwych związków powstałych podczas spalania pelletu.

Konwersja kotłów rusztowych opalanych miazgą węglową na biomasę jest możliwa i powinna być realizowana w wielu ciepłowniach. W pierwszej kolejności należy skupić się tu na wyeliminowaniu zagrożeń pożarowych wynikających z doprowadzenia biomasy na ruszt. Nie można jednak zapominać o kotle i procesie spalania na ruszcie. Koncentrując się jedynie na zabezpieczeniu podawania biomasy do kotła, ryzykujemy zmniejszeniem efektywności energetycznej ciepłowni, zwiększeniem emisji gazów cieplarnianych oraz innych szkodliwych związków, co jest sprzeczne z zieloną transformacją.

Podstawowym atutem proponowanej konwersji jest możliwość (w każdym momencie) powrotu do spalania miazgi węglowej. Zwiększa to bezpieczeństwo dostaw ciepła dla mieszkańców, co powinno być priorytetem w planowaniu modernizacji. Nie można wykluczyć w kolejnych latach niskich temperatur i ostrej zimy. Niewielkie ilości zmagazynowanego miazgi węglowej na ciepłowni mogą uratować życie wielu mieszkańcom. W przypadku wyższej konieczności i braku biomasy nikt nie będzie się przecież zastanawiał, czy spalanie miazgi węglowej przez kilka dni w roku jest szkodliwe dla otoczenia.

Konwersję kotłów rusztowych z miazgą węglową na pellet należy popularyzować i rozpowszechniać. Szczególnie dotyczy to ciepłowni i małych elektrociepłowni, gdzie zabudowane są kotły rusztowe. Podczas ich konwersji należy równocześnie uwzględnić wszystkie opisane powyższej zagrożenia. Do konwersji tej nie da się przystąpić bez wcześniejszej zabudowy efektywnego systemu czyszczenia pęczków konwekcyjnych. W dalszej kolejności należy przystąpić do optymalizacji procesu spalania na ruszcie. W przypadku konieczności zachowania dotychczasowej wydajności i niskiej temperatury spalin niezbędna stanie się zabudowa dodatkowych powierzchni wymiany ciepła (ekonomizera).

Opisane powyżej problemy nie dotyczą tylko konwersji kotłów rusztowych z miazgą węglową na suchą biomasę (pellet), ale również spalania wilgotnych zrębków drewna w systemie „kanapkowym”. ■