MNIEJ PALIWA, MNIEJ EMISJI
MODERNIZACJA KOTŁÓW RUSZTOWYCH

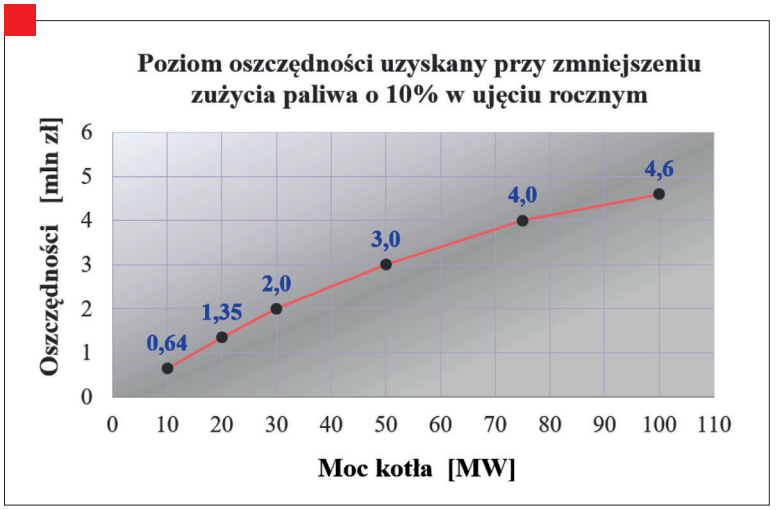
mgr inż. Andrzej Zuber
EKOZUB Sp. z o.o.

Aktualna sytuacja geopolityczna powoduje, że kotły rusztowe będą w użyciu jeszcze przez wiele następnych lat, stanowiąc jeden z filarów bezpieczeństwa energetycznego Polski. Jak wydłużyć czas ich eksploatacji?

W najbliższych latach jednym z poważnych wyzwań będzie zapewnienie społeczeństwu wystarczającej ilości energii elektrycznej oraz cieplnej. Zawirowania geopolityczne na świecie powodują, że energii tej w niektórych regionach może brakować. Do tego warto dodać jeszcze zmiany klimatyczne, które z jednej strony powodują wzrost średniej temperatury powietrza, a z drugiej mogą doprowadzać do ekstremalnych zjawisk pogodowych.

Nie można wykluczyć, że nadchodzącej zimie będą towarzyszyć okresy silnych mrozów i niekorzystnych warunków atmosferycznych. Zarówno Polska, jak i pozostałe kraje europejskie, nie są w pełni przygotowane na związane z tym wyzwania, zwłaszcza w obliczu narastającej niepewności geopolitycznej. Sytuację dodatkowo komplikują trwające konflikty zbrojne w Ukrainie i na Bliskim Wschodzie, które zwiększają ryzyko zakłóceń na rynkach energii i stanowią kolejne wyzwanie dla bezpieczeństwa energetycznego Europy.

RYS. 1
Roczne oszczędności w zależności od mocy kotła.
Źródło: zasoby autora



Aktualnie problemem nie są już tylko wysokie koszty nośników energetycznych, ale również ich dostępność. Polska nie jest w stanie zabezpieczyć potrzeb energetycznych we własnym zakresie, a prowadzona od wielu lat polityka energetyczna spowodowała zamknięcie kopalń węgla kamiennego oraz brunatnego. Obecnie jesteśmy skazani na import nośników energetycznych z wielu regionów świata, co wiąże się z ograniczeniami logistycznymi wynikającymi z niestabilnej polityki globalnej. Podobne problemy energetyczne w innych krajach powoduje wzrost cen nośników energetycznych oraz ograniczona ich dostępność.

Co dalej?

W aktualnej sytuacji priorytetem powinna być modernizacja źródeł produkujących energię elektryczną oraz cieplną. Duże elektrownie węglowe są i będą wygaszane, a w ich miejsce powstają źródła energii oparte o gaz ziemny. Z perspektywy zapewnienia energii społeczeństwu należy skierować środki finansowe na modernizację mniejszych źródeł produkujących energię cieplną lub elektryczną. Źródła te w większości przypadków bazują na kotłach rusztowych opalanych miałem węglowym lub biomasą. Ich moc nie przekracza 50 MW, a całych kotłowi 100 MW.

Praktycznie każde miasto w Polsce posiada kotłownię, gdzie pracują kotły rusztowe różnej konstrukcji. Praktycznie we wszystkich aktualnie eksploatowanych kotłach rusztowych można ograniczyć zużycie paliwa poprzez zwiększenie efektywności spalania. Zmniejszenie to może dochodzić do 10%, a w niektórych przypadkach oszczędności mogą być jeszcze większe.

Przykładowo kocioł OR-32 o wydajności 32 t/h pary (ok. 30 MW) zużywa około 5 ton węgla kamiennego

na godzinę. Przy założeniu 8000 godzin pracy rocznie całkowite wykorzystanie paliwa to około 40 tys. ton. Zakładając cenę miału węglowego na poziomie 500 zł/t oznacza to roczny koszt zakupu paliwa sięgający 20 mln zł. Uwzględniając możliwość zmniejszenia zużycia węgla przez ten kocioł, w skali roku o 10%, możemy zaoszczędzić ponad dwa miliony złotych lub przeznaczyć te pieniądze na kolejne modernizacje. W przypadku kotła OR-32 spalającego miał węglowy, aby uzyskać 10% oszczędności (dwa miliony złotych) należałoby zainwestować, w większości przypadków, około miliona złotych. Pieniądze te trzeba byłoby przeznaczyć na zabudowę dodatkowych urządzeń, które efektywnie poprawią proces spalania oraz wymianę ciepła na powierzchniach grzewczych.

Dlaczego takie modernizacje nie są przeprowadzane?

Odpowiedź jest stosunkowo prosta. Według polityki klimatycznej kotły rusztowe opalane węglem już od dawna nie powinny być eksploatowane, w ich miejsce miały być montowane jednostki na gaz ziemny. Aktualna sytuacja geopolityczna powoduje jednak, że kotły rusztowe będą w użyciu jeszcze przez wiele następnych lat, stanowiąc jeden z filarów bezpieczeństwa energetycznego Polski.

Warto więc zainwestować w modernizację omawianych urządzeń, uzyskując konkretne efekty ekonomiczne oraz ograniczając emisję szkodliwych związków do otoczenia. Poprzez takie działania można doprowadzić do poziomu emisji zanieczyszczeń ze spalania węgla zbliżonego do tego ze spalania gazu ziemnego. Powinniśmy też maksymalnie wykorzystać potencjał paliw lokalnych (niskokalorycznych), które najczęściej trafiają na składowiska odpadów.

Możliwości modernizacyjne kotłów

Znaczne zmniejszenie zużycia węgla lub biomasy uzyskamy bez demolowania całego kotła. Nie ma np. potrzeby zmian w części ciśnieniowej oraz innych urządzeniach okołokotłowych. Jeśli kocioł jest wykonany w technologii ścian szczelnych, to również i tam można przeprowadzić modernizację. Nie zmienia się filozofii spalania ani nie ingeruje w istniejące urządzenia. Aby uzyskać efekt oszczędności na poziomie 10% należy natomiast zmniejszyć ilość fałszywego powietrza.

Wszystkie kotły rusztowe, z uwagi na swoją konstrukcję, muszą spalać węgiel z nadmiarem powietrza w okolicach lambda 1,8. Oznacza to, że należy doprowadzić do kotła około 80% więcej powietrza niż jest to potrzebne do spalania stechiometrycznego. Nadmiarowe powietrze, pobierane z otoczenia o temperaturze około 15°C, jest podgrzewane do temperatury spalin odprowadzanych do komina, wynoszącej 160°C lub więcej. W uproszczeniu oznacza to, że w kotłach rusztowych część energii zużywana jest na niepotrzebne ogrzewanie powietrza, które następnie wraz ze spalinami trafia do atmosfery. Z perspektywy osoby niezaznajomionej z konstrukcją i zasadą działania kotłów rusztowych takie rozwiązanie może wydawać się nieuzasadnionym marnotrawstwem energii, z czym wiążą się wysokie rachunki za prąd czy ciepło.

Próby ograniczenia ilości powietrza fałszywego w kotłach rusztowych były podejmowane przez wiele firm. Choć problem ten jest powszechnie znany, dotychczas nie udało się opracować kompleksowego i skutecznego rozwiązania.

Zmniejszenie ilości powietrza fałszywego prowadzi do ograniczenia całkowitego strumienia spalin przepływających przez kocioł. Bez odpowiednich zmian konstrukcyjnych skutkuje to spadkiem prędkości przepływu spalin, a w konsekwencji osłabieniem zjawiska samooczyszczania powierzchni wymiany ciepła. Utrudnione usuwanie popiołów powoduje szybsze zanieczyszczanie powierzchni ogrzewalnych kotła, wzrost temperatury spalin wylotowych i ostatecznie brak oczekiwanych korzyści ekonomicznych.

Dotychczas firmy podejmujące próby ograniczenia ilości powietrza fałszywego nie dysponowały wystarczająco skutecznymi systemami oczyszczania powierzchni wymiany ciepła od strony spalin. Problem ten jest szczególnie istotny w przypadku kotłów wodnych, w których możliwości zastosowania zdmuchiwaczy parowych są ograniczone.

> Próby ograniczenia ilości powietrza fałszywego w kotłach rusztowych były podejmowane przez wiele firm. Dotychczas nie udało się opracować kompleksowego i skutecznego rozwiązania

Efektywność przede wszystkim

Dzisiaj mamy do dyspozycji efektywny system czyszczenia oparty o generatory fal uderzeniowych. Utrzymuje on powierzchnie wymiany ciepła w bardzo dużej czystości, niezależnie od prędkości spalin. Problem wzrostu temperatury spalin w prosty sposób może zostać rozwiązany.

Drugim wyzwaniem, które występowało w czasie eliminacji fałszywego powietrza, było nagrzewanie się rusztu oraz zwiększenie koncentracji pyłu w lejach popiołowych pod rusztem. Wzrost temperatury spalin wylotowych, zwiększone zabrudzanie się powierzchni wymiany ciepła, konieczność częstszego odstawiania kotła do ręcznego czyszczenia i problemy z rusztem



SYSTEM CZYSZCZENIA POWIERZCHNI KONWEKCYJNYCH oparty o generatory fal uderzeniowych GFU-24/8 kotła WR-25 w ciepłowni w Żorach. *Źródło: materiały autora*

spowodowały, że odstępowano od wszelkich pomysłów eliminacji fałszywego powietrza. Również perspektywa wycofywania z eksploatacji kotłów opalanych miałem węglowym stanowiła barierę do inwestowania w ich modernizacje. Aby uzyskać konkretne efekty ekonomiczne, bez pogorszenia parametrów eksploatacyjnych, należy zbudować efektywny system czyszczenia powierzchni wymiany ciepła.

Dodatkowo trzeba zabudować przegrodę ograniczającą lej żużlowy od komory paleniskowej oraz zabudować mały filtr wodny, który służy do chłodzenia rusztu oraz ograniczenia pyłu w lejach popiołowych. Dla optymalizacji pracy kotła należy zainstalować analizator tlenku węgla (CO), aby ograniczyć nieprawidłowe spalanie przy niższych nadmiarach powietrza.

System czyszczenia powierzchni grzewczych kotła od strony spalin

W Polsce i Europie istnieje wiele systemów czyszczenia powierzchni wymiany ciepła od strony spalin. Wieloletnie doświadczenia w eksploatacji kotłów rusztowych potwierdzają dużą skuteczność instalacji czyszczenia opartą o generatory fal uderzeniowych. System ten sprawdza się nie tylko w klasycznych kotłach wodnorurkowych, ale również w wymiennikach płomieniówkowych. Modernizując kocioł pod kątem ograniczenia fałszywego powietrza musimy spodziewać się intensywnego zabrudzania powierzchni konwekcyjnych zabudowanych w drugim ciągu oraz dodatkowego podgrzewacza wody. Bez zabudowy efektywnego systemu czyszczenia nie ma możliwości uzyskania efektów ekonomicznych, zmniejszając ilość fałszywego powietrza.

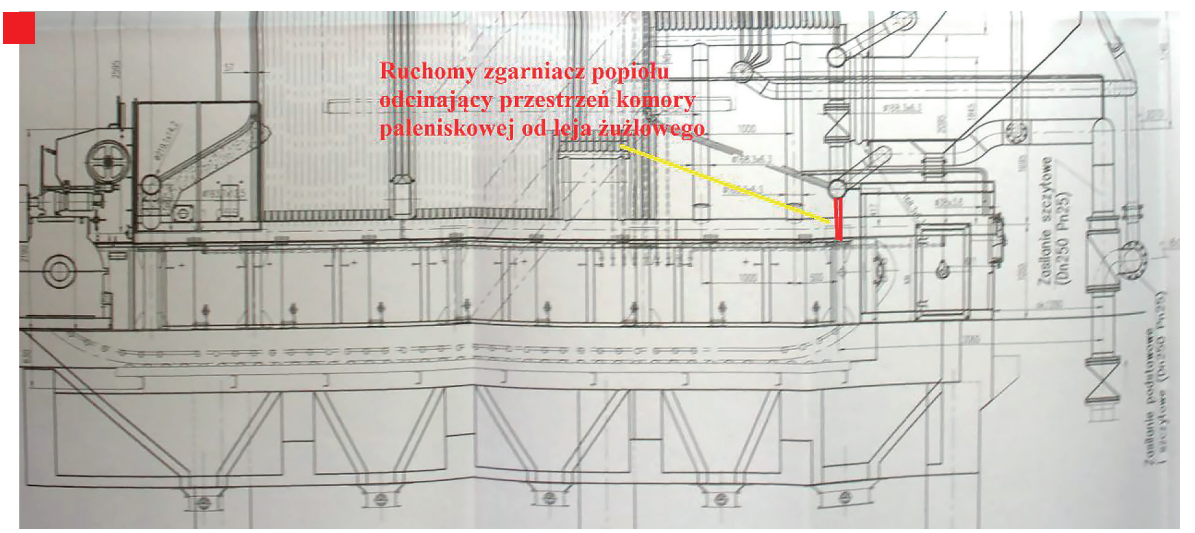
Ruchomy zgarniacz popiołu w komorze paleniskowej

W kotle OR-32, aby oddzielić przestrzeń komory paleniskowej od leja żużlowego, istnieje możliwość zabudowy ruchomego zgarniacza popiołu. Rozwiązanie to, znane od wielu lat i stosowane w latach sześćdziesiątych (stare konstrukcje kotłów rusztowych wyposażano w takie zgarniacze), umożliwia utrzymanie niskiego podciśnienia w komorze paleniskowej. Istnieje również możliwość znacznego ograniczenia emisji pyłu. Zgarniacz, we współpracy z chłodzeniem rusztu, powoduje praktycznie całkowite wyeliminowanie fałszywego powietrza nieuczestniczącego w procesie spalania. Wyrównywana jest także temperatura spalin na długości i szerokości komory paleniskowej, co pozwala na obniżenie temperatury spalania oraz zmniejszenie emisji NO_x.

Układ chłodzenia rusztu

W celu chłodzenia rusztu oraz ograniczenia ilości powietrza fałszywego można zastosować instalację bazującą na niewielkim filtrze wodnym. Kanał ssący

RYS. 2 Lokalizacja zgarniacza popiołu w komorze paleniskowej. *Źródło: materiały autora*



zabudowuje się w leju żużlowym, skąd silnie zapylone powietrze będzie kierowane do oczyszczania w płuczce barbotażowej. Filtr wyposażony jest w indywidualny wentylator sterowany falownikiem, którego zadanie to utrzymywanie podciśnienia w rejonie rusztu oraz zasysanie powietrza fałszywego wraz z pyłem do filtra wodnego.

Oczyszczone powietrze odprowadza się poza kocioł. Woda wykorzystywana w procesie oczyszczania pobierana jest z odżużlacza, a po usunięciu zanieczyszczeń z powietrza – zawracana do niego. Zasysanie zapylonego powietrza umożliwia jednocześnie chłodzenie rusztu.

Ograniczenie ilości powietrza fałszywego oraz skuteczne chłodzenie rusztu pozwalają na pracę kotła przy niższej zawartości tlenu w spalinach, a także na wydłużenie strefy spalania na większą część długości rusztu.

Pomiar tlenu i tlenków węgla

W wyniku prowadzenia procesu spalania z niskim nadmiarem powietrza może wystąpić zwiększona emisja tlenków węgla. W tym celu należy na wylocie z każdego kotła umiejscowić analizator tlenków węgla oraz wyposażyć kocioł w instalację powietrza wtórnego. Większość kotłów rusztowych posiada jedynie analizator tlenu na wylocie spalin.

***

W najbliższych latach kotły rusztowe opalane węglem lub biomasą nadal będą eksploatowane. Dlatego już teraz należy zastanowić się, w jaki sposób zwiększyć ich efektywność, aby ograniczyć koszty produkcji energii elektrycznej i ciepła. Jednym z rozwiązań jest oczywiście przenoszenie rosnących kosztów paliwa na odbiorców energii, a tym samym na całe społeczeństwo. Należy jednak pamiętać, że w pewnym momencie mogą oni nie akceptować kolejnych podwyżek, jednocześnie oczekując zapewnienia ciągłości dostaw energii.

Obecnie dostępne są polskie technologie, które mogą znacząco poprawić efektywność spalania i ograniczyć zużycie paliwa. W wielu przypadkach inwestycje w tego typu rozwiązania mogą zwrócić się w ciągu roku, a nawet w krótszym czasie. Do modernizacji kotłów rusztowych należy jednak podchodzić kompleksowo, uwzględniając konieczność rozwiązania szeregu problemów eksploatacyjnych. Wdrażanie pojedynczych rozwiązań, co dotychczas często miało miejsce, przynosi jedynie ograniczone efekty.

Podstawą każdej modernizacji powinno być zastosowanie skutecznego systemu czyszczenia powierzchni wymiany ciepła od strony spalin. Bez zapewnienia odpowiedniego oczyszczania tych powierzchni podejmowanie dalszych działań modernizacyjnych nie przyniesie oczekiwanych rezultatów. Kolejnym krokiem winno być ograniczenie ilości powietrza fałszywego, które nie uczestniczy w procesie spalania, do poziomu zapewniającego prawidłową pracę kotła i wszystkich urządzeń okołokotłowych.



UKŁAD CHŁODZENIA RUSZTU
z filtrem wodnym zasilanym wodą z odżużlacza. *Źródło: materiały autora*

Zakres modernizacji powinien być każdorazowo dostosowany do stanu technicznego kotła oraz wymagań eksploatacyjnych instalacji odpylania. Na polskim rynku dostępne są rozwiązania technologiczne pozwalające na znaczne ograniczenie zużycia węgla lub biomasy. Ich szersze wdrażanie wymaga jednak zainteresowania i zaangażowania ze strony producentów energii elektrycznej oraz ciepła. Istotne jest również stworzenie odpowiednich warunków prawnych, umożliwiających pozyskiwanie środków pomocowych na tego rodzaju inwestycje.

Rosnące ceny paliw oraz możliwe ograniczenia ich dostępności mogą przyczynić się do zwiększenia zainteresowania modernizacją kotłów rusztowych. Proponowane rozwiązania, bazujące na polskiej myśli technicznej, stwarzają możliwość uzyskania znaczących oszczędności w zużyciu paliwa.

Niezależnie od sytuacji geopolitycznej już dziś należy myśleć o przyszłości i podejmować działania zmierzające do poprawy efektywności istniejących instalacji energetycznych. Dotyczy to również jednostek wykorzystujących paliwa stałe, w szczególności węgiel, które w najbliższych latach nadal będą stanowić część krajowego systemu wytwarzania energii elektrycznej i ciepła. ■