

Karol MACHURA
Józef WASYLÓW

Centralne Biuro Konstrukcji Kotłów
Tarnowskie Góry

MOŻLIWOŚCI OBNIŻENIA EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO W KOTŁACH RUSZTOWYCH

Streszczenie : Podjęto próbę wykazania , że kotły rusztowe przez zastosowanie szeregu zabiegów natury konstrukcyjnej i eksploatacyjnej mogą spełnić bardzo ostre wymagania przepisów ochrony powietrza atmosferycznego przed zanieczyszczeniem . Pod względem ekologicznym nie należy traktować tych kotłów jako gorsze od kotłów fluidalnych . Istotne jest też to , że ww. zabiegi nie wymagają angażowania dużych środków finansowych i są możliwe do stosowania w naszym kraju .

1. WSTĘP

Spalanie paliw stałych na ruszcie jest najstarszym sposobem zamiany energii chemicznej tych paliw na ciepło, potrzebne do zwiększenia entalpii czynnika ogrzewanego w kotle . Nie oznacza to , że konstrukcja palenisk rusztowych przetrwała w swojej pierwotnej wersji do czasów nam współczesnych . Różne firmy opracowały własne rozwiązania konstrukcyjne palenisk, wprowadzając do nich szereg późniejszych udoskonaleń . Proces doskonalenia trwa zresztą nadal [4] . Trudno w tej sytuacji mówić o paleniskach rusztowych jako rozwiązaniach przestarzałych, sięgających początków techniki kotłowej . Jest to bardzo ważne w naszym kraju , w którym znajduje się w eksploatacji kilkanaście tysięcy wysłużonych kotłów rusztowych . Wiadomo, że propozycje przeróbki krajowych kotłów rusztowych na fluidalne nie są bynajmniej odosobnione . Niedostrzegany jest fakt , że czołowe firmy kotłowe produkują nadal kotły rusztowe , mimo że posiadają duży dorobek w technice spalania fluidalnego . Kotły rusztowe posiadają szereg zalet i w

krajowych realiach będą jeszcze długo obecne . Każda przeróbka kotła rusztowego na fluidalny będzie związana z dużymi kosztami .

Tymczasem w przeważającej ilości przypadków kotły rusztowe można doprowadzić do zadawalającego stanu , usuwając często drobne przyczyny ich złej pracy . W wielu przypadkach można też podjąć próby wprowadzenia , nie wymagających dużych nakładów , usprawnień konstrukcyjnych . Jak dotychczas brak gotowych rozwiązań takich usprawnień i trudno zakładać , że powstaną one wyłącznie przy desce konstruktora . Jakkolwiek podstawowe kierunki tych usprawnień są znane , ich przydatność powinna zostać wypróbowana na konkretnych obiektach . Jak wiadomo, kotły fluidalne są nadal usprawniane na stanowiskach badawczych . Kotły rusztowe w obrębie paleniska nie były usprawniane od lat , a różne pseudousprawnienia pogorszyły nawet ich charakterystykę eksploatacyjną . W tej sytuacji pożądanym jest przypomnienie przyczyn nieprawidłowej pracy palenisk rusztowych i usprawnień, jakie wprowadziły do swoich palenisk rusztowych renomowane firmy . W nawiązaniu do podjętego tematu należy stwierdzić , że optymalizacja warunków spalania w kotle rusztowym radykalnie obniża emisję zanieczyszczeń z paleniska . Można też , bez przesady , stwierdzić , że unoszone z paleniska zanieczyszczenia wpływają niekorzystnie nie tylko na otaczające środowisko , ale również na elementy kotła i instalacji wyciągowo-odpylającej . Wywołują one chociażby takie zjawiska, jak : erozja popiołowa , korozja siarkowa niskotemperaturowa , zanieczyszczenie powierzchni ogrzewalnej i inne . Oznacza to , że działania proekologiczne są korzystne dla użytkownika . Można je wyrazić konkretnymi efektami ekonomicznymi , nawet bez uwzględnienia kar z tytułu zanieczyszczania powietrza atmosferycznego . Inna sprawa , że kary , jak dotychczas nie są zbyt wysokie i nie są czynnikiem motywującym działania proekologiczne .

2. CZYNNIKI POWOBUJĄCE WZROST EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ

Precyzyjne wyliczenie wszystkich czynników powodujących wzrost emisji zanieczyszczeń wymagałoby stworzenia modelu matematycznego emisji i wykonania szeregu badań ruchowych . Tym niemniej każdy użytkownik z codziennej praktyki mógłby wyliczyć najważniejsze z nich . Można do nich zaliczyć :

- niekorzystną charakterystykę fizykochemiczną spalanego paliwa, znacznie odbiegającą od przewidzianej przez konstruktora ,
- nieprawidłową gospodarkę węglem na składowisku ,

- niewłaściwe rozwiązanie i eksploatację układu nawęglania ,
- nierównomierny rozdział , rozsortowywanie i ubijanie węgla na pokładzie rusztowym ,
- niezadowolający stan pokładu rusztowego ,
- nieracjonalny rozdział powietrza pierwotnego i wtórnego ,
- nierównomierne obciążenie cieplne przekroju komory paleniskowej ,
- nadmierne obciążenie cieplne objętości komory paleniskowej ,
- niewłaściwe rozwiązanie konstrukcyjne części konwekcyjnej kotła ,
- nieprawidłowa eksploatacja kotła i urządzeń współpracujących ,
- nie szczelności w kotle po stronie spalin .

Niewątpliwie stwierdzenie przyczyn nie oznacza , że łatwo je usunąć . Przykładowo tak istotny czynnik jak jakość paliwa był dotychczas poza zasięgiem możliwości użytkownika . Obecnie wydaje się możliwe negocjowanie warunków dostawy węgla z kopalnią . Nawet jeżeli użytkownik będzie ponosił koszty uzdatnienia węgla , uzyskane efekty z tego tytułu powinny być wyższe . Co do innych przyczyn może się okazać potrzebna pomoc projektanta kotłowni lub konstruktora kotła . Jednak nakłady poniesione na poprawę istniejącego stanu nie powinny być duże i należy się spodziewać ich zwrotu z uzyskanych efektów . Praktycznie żadnych nakładów nie wymaga poprawienie dyscypliny eksploatacji i utrzymanie kotła w należytych stanie technicznym . Ale nawet w tym przypadku może się okazać potrzebne szkolenie personelu lub wymiana załogi na zdyscyplinowaną .

3. MOŻLIWOŚCI OGRANICZENIA EMISJI PYŁU

Emisję pyłu można znacznie obniżyć spalając węgiel niskozapopielony , o małej zawartości podziarna i posiadający odpowiednią spiekalność . Nie bez znaczenia jest także dostarczenie węgla na ruszt , żeby był on rozłożony równomiernie w luźnej warstwie . Za granicą są stosowane ruchome " rękawy zsypane " węgla z zasobnika na ruszt , rozsiewające węgiel równomiernie na szerokości kosza węglowego . Ważne jest też właściwe działanie warstwowicy . W celu zwiększenia równomierności rozdziału powietrza na szerokości rusztu stosuje się też zmniejszenie prześwitu rusztowni dla przepływu powietrza . Przykładowo w literaturze podano przykład zmniejszenia prześwitu z 2 do 3 mm na $1,5 + 0/-0,5$ mm [4] . Przy tej okazji warto się pokusić o refleksję na temat dokładności wykonania krajowych rusztów . Ważny dla unosu pyłu jest też odpowiedni stan i ustawienie klap regulacji

strefowej powietrza pierwotnego. Jeżeli już koksik czy popiół lotny zostały uniesione ze spalinami, można wykorzystać odpylające działanie poziomych kanałów i nawrotów spalin w kotle. W kotłach z paleniskiem narzutowym na unos pyłu bardzo mocno wpływa rozwiązanie nawrotu koksiku do komory paleniskowej. Poza przypadkami nadmiernego unosu pyłu ze źle pracujących kotłów z paleniskiem narzutowym należy stwierdzić, że kotły rusztowe, w porównaniu z innymi typami kotłów, charakteryzują się znacznie niższą emisją pyłu. Jak dotychczas nadmierny unos pyłu w kotłach z paleniskiem narzutowym nie stanowił podstawowego problemu ekologicznego, natomiast był poważnym problemem eksploatacyjnym, ze względu na uszkodzenia erozyjne węzownic podgrzewaczy wody i wirników wentylatorów wyciągowych.

4. MOŻLIWOŚCI OGRANICZENIA EMISJI SADZY I SMOŁY

Takie substancje, jak smoła, sadza, tlenek węgla i węglowodory alifatyczne są produktami niewłaściwego procesu spalania. Ich występowanie w kotłach z paleniskiem narzutowym jest większe, ze względu na odgazowanie części węgla nad rusztem. Wymaga to szczególnej precyzji w rozwiązaniu instalacji powietrza wtórnego. Niezależnie od przesłanek teoretycznych konieczne jest wariantowe sprawdzenie takiej instalacji na konkretnym obiekcie. Za granicą znaczne zmniejszenie emisji uzyskano stosując recyrkulację spalin do komory paleniskowej przez instalację powietrza wtórnego i pod ruszt [6]. Niewątpliwie pozytywnych efektów można by się spodziewać, stosując podgrzew powietrza wtórnego. Udział powietrza wtórnego w kotłach rusztowych za granicą wzrasta nawet do 35%. W naszym kraju instalacja powietrza wtórnego w kotłach rusztowych jest najczęściej wyłączona, a niejednokrotnie zdemontowana. Nie jest to przejaw ignorancji użytkowników, ale smutny fakt, że instalacja powietrza wtórnego nie były odpowiednio wdrożone i ich przydatność w kotle była wątpliwa. Takie substancje, jak sadza czy smoła są na ogół dobrze widoczne w spalinach i mieszkańcy domów w rejonie kotłowni są szczególnie uczuleni na ich emisję. Wszystkie wymienione produkty niezupełnego i niecałkowitego spalania są też szczególnie kłopotliwe dla użytkownika ze względu na to, że są przyczyną powstawania na powierzchniach ogrzewalnych trudną usuwalnych osadów. Produkty te tworzą się w kotle w warunkach niedomiaru, jak też znacznego nadmiaru powietrza. Z jednej strony produkty te trudno usunąć ze spalin w instalacji oczyszczania za kotłem, z drugiej jednak ich emisję można najłatwiej ograniczyć w samym kotle.

5. SPOSOBY OBNIŻENIA EMISJI TLENKÓW AZOTU

Na intensywność tworzenia się tlenków azotu decydujący wpływ ma temperatura spalania i zawartość w spalinach wolnego tlenu. W przeciętnych warunkach spalania przyjęto, że ilość tlenków azotu jest równa około 7,5 mg na megagram spalanej paliwa [7]. W niekorzystnych warunkach wartość ta może ulec podwojeniu. Ale przy zapewnieniu odpowiednich warunków konstrukcyjnych i eksploatacyjnych emisja może być dwa razy mniejsza od przeciętnej. Jest to wynik zbliżony do uzyskiwanego w atmosferycznych paleniskach fluidalnych [3,4]. Efekty tak dużego obniżenia emisji tlenków azotu można uzyskać stosując spalanie z bardzo niskim nadmiarem powietrza na ruszcie i odpowiednie spalanie drugiego stopnia w powietrzu wtórnym. Dobre wyniki może też dać stosowanie recyrkulacji spalin, która zarówno obniża temperaturę spalania, jak też udział tlenu w spalinach. Odpowiednie wyniki można znaleźć w literaturze [6]. Na przykładzie ograniczenia emisji tlenków azotu ze szczególną jaskrawością pojawia się związek emisji zanieczyszczeń z prawidłową eksploatacją kotła.

6. MOŻLIWOŚCI OBNIŻENIA EMISJI DWUTLENKU SIARKI

Masa tworzącego się w palenisku dwutlenku siarki jest w przybliżeniu dwukrotnie wyższa od zawartości siarki w węglu. Nawet przy zapewnieniu optymalnych warunków spalania, jak to ma miejsce w palenisku fluidalnym, stopień związania siarki ze składnikami popiołu jest niewielki. Szereg firm zachodnich podjęło próby dawkowania naturalnego sorbentu do komory paleniskowej kotłów rusztowych [2,3,4,5]. W wyniku tych prób uzyskano skuteczność odsiarczania sięgającą 70%, co jest oceniane jako sukces. Stosunek stechiometryczny Ca : S był rzędu 2,5 : 1. Obecnie są prowadzone dalsze prace nad doskonaleniem tej metody. Szereg opisów patentowych zakłada wykorzystanie alkaliczności popiołu w połączonej metodzie mokrego odpylania i odsiarczania. Przy wykorzystaniu dla tych przypadków suchego sorbentu efekty mogą być interesujące. Obniżenie zawartości dwutlenku siarki w spalinach jeszcze w komorze paleniskowej daje możliwość obniżenia straty wylotowej, przez obniżenie temperatury spalin za kotłem. Daje to dodatkową pozaekologiczną korzyść.

7. PODSUMOWANIE

Podane informacje mogą jedynie stanowić przyczynek do dyskusji i dalszego działania w poruszonym temacie. Informacje te można uzupełnić literaturą pozycji zamieszczonych w wykazie literatury. Na zakończenie można stwierdzić, że:

- Niezależnie od poszukiwań nowoczesnych technik spalania pilna jest konieczność doprowadzenia do przyzwoitego stanu technicznego tysięcy wyeksploatowanych w kraju kotłów.
- Należy przyjąć zasadę równouprawnienia różnych palenisk i niezależnie od kompleksowych badań palenisk fluidalnych, często z wykorzystaniem zagranicznych licencji, podjąć działalność nad usprawnieniem palenisk rusztowych. Być może wskazane byłoby też podjęcie współpracy z firmami zagranicznymi, szczególnie w zakresie dotyczącym ekologii.
- Trudno obecnie zakładać przeróbkę większości krajowych kotłów rusztowych na fluidalne. Nawet jeżeli wyniki pierwszych prototypowych przeróbek będą obiecujące, zarówno krajowe możliwości finansowe, jak też zdolność przerobowa przemysłu kotłowego, nie pozwolą na takie rozwiązanie w krótkim czasie.
- W wielu przypadkach wystarczy kapitalny remont kotła rusztowego połączony z zapewnieniem lepszego paliwa, poprawą dyscypliny eksploatacji i wprowadzeniem drobnych usprawnień. Dla wielu użytkowników kotły rusztowe są mimo wszystko najlepsze i nie należy ich uszczęśliwiać nowoczesną techniką.
- Jakość elementów palenisk rusztowych produkowanych w kraju budzi poważne zastrzeżenia. Trudno zakładać, że elementy palenisk fluidalnych będą wykonywane lepiej. Można oczywiście zdecydować się na import lub umowy licencyjne. Nasuwa się jednak pytanie, czy podobnego wyjścia nie można znaleźć dla palenisk rusztowych.
- Ciągłe porównywanie kotłów rusztowych z fluidalnymi może się wydawać przejawem obsesji. Jednak we wszystkich cytowanych artykułach dotyczących usprawnień kotłów rusztowych można znaleźć podobne porównania.
- Obok prostych usprawnień kotłów rusztowych wskazane byłoby przebadanie na jednostkach prototypowych takich rozwiązań, jak: recyrkulacja spalin do komory paleniskowej, zmieniony układ powietrza wtórnego czy dawkowanie sorbentu do komory paleniskowej. Po uzyskaniu pozytywnych wyników można te rozwiązania rozpowszechnić na inne kotły.

- Konieczne jest opracowanie krajowych norm emisji zanieczyszczeń z różnych typów i wielkości kotłów w zależności od typu paleniska i spalanego paliwa . Umożliwi to stosowanie prostych środków ograniczenia emisji dla małych i średnich jednostek , takich jak kotły rusztowe . Kosztowne skomplikowane instalacje oczyszczające będą wtedy stosowane dla kotłów energetycznych i dużych pieców przemysłowych .
- Niemniej ważne jest zapewnienie aparatury pomiarowej i opracowanie jednolitych metod wyznaczania emisji zanieczyszczeń . Pozwoli to na jednoznaczną ocenę porównawczą różnych typów kotłów i da możliwość oceny efektów wprowadzonych usprawnień .

LITERATURA

- [1] Schroth G. : Rost-Renaissance? Umweltfreundliche Rostfeuerungen, Betriebserfahrungen , Messergebnisse, Entwicklungsmöglichkeiten . Energie, 1985 nr 7 .
- [2] Hössle H. : Entschwefelung mit Trockenadditiven in Rostfeuerungen. Energie , 1985 nr 7 .
- [3] Kerber G. : Erfolgreiche Primärmassnahmen zur Reduzierung von Emissionen im Heizkraftwerk der Stadtwerke Würzburg AG an der Friedenbrücke . EVT-Register 47/88 .
- [4] Thormeyer H.P., Kramlinger O. : 100 t/h Naturumlauf -Dampferzeuger für die Feinpapierfabrik Zanders AG in Bergischgladbach . EVT- Register 48/89 .
- [5] Matten J. , Wigand P. : Die neue Rostkessel-Generation in der Zuckerindustrie . Energie , 1987 nr 4 .
- [6] Maloney K.L. : Recycle Flue Gas to Cut Emissions Improve Boiler Performance . Power , 1983 nr 6
- [7] Pason A. , Koniecznyński J. : Wskaźniki i normy emisji substancji zanieczyszczających powietrze atmosferyczne . Ochrona powietrza , 1989 nr 2 .
- [8] Kucowski J. , Laudyn D. , Przekwas M. : Energetyka a ochrona środowiska . WNT, Warszawa 1987 .
- [9] Machura K. , Wasylów J. : Obniżenie emisji zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego z kotłów rusztowych przez usprawnienie procesu spalania . Gospodarka Paliwami i Energia , 1990 nr 1 .

- [10] Machura K., Wasylów J.: Obniżenie emisji zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego z kotłów rusztowych przez dodawanie sorbentów do paleniska. *Gospodarka Paliwami i Energią*, 1990 nr 2.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Ludwik Cwynar

ВОЗМОЖНОСТИ ПониЖЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ИЗ КОТЛОВ С МЕХАНИЧЕСКОЙ РЕШЕТКОЙ

Резюме

Сделано попытку доказать, что котлы с механической решеткой, после введения ряда изменений в конструкции и эксплуатации могут выполнять даже самые строгие требования по защите окружающей среды. Исходя из экологических соображений, не следует котлам с механической решеткой ставить оценку хуже чем котлам с кипящим слоем. Существенным является то, что упомянутые мероприятия не требуют больших капиталовложений и могут применяться в отечественной энергетической промышленности.

POSSIBILITIES OF REDUCTION OF EMISSIONS OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION IN STOKER FIRE BOILERS

Summary

It was found as necessary and possible to modernize stoker fired boilers without alteration of furnace type. Proposals to apply, in this boilers, on a large scale, fluidized-bed furnaces have been criticised. For such solution speaks the fact, that renown manufacturers abroad still produce stoker fired boilers. Improvements of this boilers, as well proecological, are still being made. Attention is drawn to, that reduction of pollution emissions is beneficial not only for natural environment, but for contacting with flue gases boiler parts as well. The possible directions of modernization have been briefly described. It was recognized as necessary to prepare home environmental standards for boilers furnaces. It should make possible application for small and mean boilers simple and cheap ways of pollution reduction. Necessary is as well modern testing equipment for emissions pollution control and elaboration of uniform measurements methods. If domestic boilers industry is not in a position to carry out this task, cooperation with experienced firms abroad may be recommended.