

XI KRAJOWA KONFERENCJA NAUKOWO - TECHNICZNA

projektowanie - budowa - eksploatacja

KOMUNALNE
ŹRÓDŁA CIEPŁA
projektowanie
budowa
eksploatacja

XI KRAJOWA KONFERENCJA NAUKOWO - TECHNICZNA
POSTĘP TECHNICZNY
POZNAŃ 2000

POZNAŃ - PIŁA 2000

I. Wstęp

Wiele ciepłowni, kotłowni przemysłowych napotyka na trudności spowodowane niedostateczną zdolnością wytwarzania ciepła, produkcji pary, niską sprawnością cieplną kotłów, a także nie przystosowaniem palenisk do spalanej paliwa.

Konstrukcje kotłów typu WLM1,25 , WLM2,5 i WLM5, powstały jeszcze przed drugą wojną światową a po wojnie trafiły do Polski w ramach pomocy międzynarodowej. Niektóre dane techniczne tych kotłów podano w tabelach 1,2. W eksploatacji są ich jeszcze znaczne ilości. W miarę upływu czasu podlegały one udoskonaleniom, czego wynikiem było rozpoczęcie produkcji kotłów typu WR2,5 , WR5. Rozwój techniki oraz postęp w technologii produkowanych materiałów, a także nowe wymagania ochrony środowiska spowodowały, że również te konstrukcje są obecnie technicznie przestarzałe.

Sytuacja taka powinna skłaniać do modernizowania i usprawniania starych konstrukcji poprzez właściwą i celową przebudowę kotłów, palenisk oraz urządzeń pomocniczych.

Przy podejmowaniu decyzji modernizacji kotła należy rozstrzygnąć trzy zasadnicze problemy:

1. Celowość i zakres modernizacji.
2. Wybór technicznego sposobu rozwiązania zamierzonej modernizacji.
3. Efektywność ekonomiczną.

1.1. Cel i hierarchia potrzeb modernizacji

Modernizacja kotłów powinna mieć na celu poprawę ich stanu technicznego, głównie ich konstrukcji lub urządzeń pomocniczych kotłowni. Powinna spełniać co najmniej jeden z podanych warunków:

- zwiększenie sprawności cieplnej lub dostosowanie wydajności kotła do potrzeb cieplnych,
- zwiększenie trwałości nadmiernie zużywających się elementów,
- usunięcie przyczyn zaburzeń ruchowych,
- przystosowanie paleniska do spalania otrzymywanych gatunków węgla,

- typowością projektowanej modernizacji rokującą możliwość wielokrotnego wykorzystania,
- osiąganymi korzyściami technicznymi, a zwłaszcza stopniem usuwanych trudności ruchowych,
- stopniem opłacalności modernizacji,

II.2. Zakres modernizacji

Zakres modernizacji zależy w głównej mierze od typu i stanu technicznego kotła, żądanego efektu oraz od miejscowych uwarunkowań przebudowy.

Zakres modernizacji można usystematyzować w następujące grupy:

Grupa A. Naprawa lub wymiana zniszczonych lub przestarzałych elementów kotła.

Zmiany tego rodzaju narzucają względy bezpieczeństwa lub pewności ruchowej.

Grupa B. Przebudowa kotła mająca na celu podwyższenie sprawności cieplnej, dostosowanie wydajności do potrzeb odbiorców (zwiększenie lub zmniejszenie wydajności) lub uzyskanie możliwości spalania gorszych lub bardzo dobrych gatunków węgla.

Ta grupa modernizacji obejmuje:

1. Zmiany w konstrukcji i w układzie systemu wodno-parowego kotła właściwego.
2. Zainstalowanie lub przebudowa podgrzewacza wody, przegrzewacza pary lub podgrzewacza powietrza.
3. Przebudowę komory paleniskowej oraz wymianę rusztów starych typów na nowe.

Grupa C. Zmiany albo uzupełnienia poszczególnych elementów lub zespołów kotła w celu usunięcia wad konstrukcyjnych, powodujących zaburzenia w ruchu lub obniżających wydajność i sprawność cieplną.

Grupa D. Zmiany i uzupełnienia urządzeń pomocniczych kotłowni w celu dostosowania ich zmiennych warunków i wymagań ruchowych.

założeń aż do pomiarów ruchowych po zakończeniu modernizacji.

II. STOSOWANE ROZWIĄZANIA MODERNIZACUJNE

II.1. Zmiana instalacji zasilania paleniska węglem.

W tym rozwiązaniu instalacji zasilania paleniska węglem funkcję, dotychczas powszechnie stosowanej warstwownicy ustalającej grubość warstwy mialu węglowego na ruszcie spełnia dozownik bębnowy, którego konstrukcję opracowano w Przedsiębiorstwie „Solve” w Koninie. Napór słupa węgla z zasobnika, szczególnie węgla o dużej zawartości wilgoci, ubijający dotychczas warstwę węgla na pokładzie rusztowym przejmuje podajnik bębnowy. W wyniku tego warstwa węgla na ruszcie jest spulchniona ułatwiając penetrację powietrza. Ilość mialu węglowego podawanego na ruszt zmieniana jest przez regulację prędkości obrotowej dozownika, ustalonej za pomocą przemiennika częstotliwości. Dzięki temu doskonale nadaje się on do pracy w układach automatycznej regulacji kotła.

Palenisko z dozownikiem bębnowym może mieć również zastosowanie przy spalaniu odpadów takich jak drewno, kora i wióry.

II.2. Zmiany paleniska.

Zmiany paleniska obejmują wymianę starych nieszczelnych szkieletów rusztów, na szkielety nowe, o szczelnej konstrukcji, w zależności od potrzeb również szersze, wyposażone w kłapy regulacji powietrza w strefach nowej generacji posiadające stałoprocentową charakterystykę przepływu (otwory o specjalnym kształcie) lub przystosowane do indywidualnego wprowadzania powietrza podmuchowego.

Przez zastosowanie szczelnego szkieletu rusztu, posiadającego regulację ilości powietrza kłapami posiadającymi liniową charakterystykę przepływu powietrza w całym zakresie jej obrotu (tzn. wzrostowi kąta otwarcia kłapy odpowiada taki sam procentowo wzrost strumienia powietrza) uzyskano dokładną regulację i rozprowadzenie powietrza na poszczególne strefy podmuchowe oraz możliwości zróżnicowania ciśnienia powietrza na długości rusztu. Bez spełnienia tego

Zadaniem powietrza wtórnego jest wymieszanie z tlenem i ich dopalenie. Gazy wydzielają się w procesie odgazowania węgla z przodu rusztu a nie z tyłu gdzie dopala się już tylko koks. Dlatego powietrze wtórne, we wszystkich kotłach powinno mieć wlot w przedniej części kotła. Oprócz tego musi ono zapewnić dopływ odpowiedniej ilości tlenu do dopalenia tlenku węgla na dwutlenek.

Warunki te spełnia instalacja z odpowiednio dobranym wentylatorem i wielodyszowym wylotem.

II.4. Modernizacja instalacji powietrza podmuchowego

Celem modernizacji instalacji powietrza podmuchowego jest polepszenie procesu spalania i obniżenie współczynnika nadmiaru powietrza w kotle. Z nadmiarem powietrza związana jest w sposób proporcjonalny największa ze strat kotła – strata wylotowa określona wzorem 1.

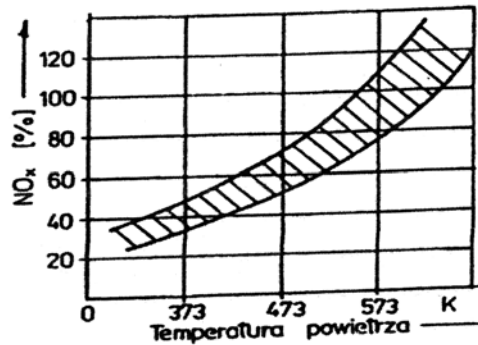
$$S_w = k o \frac{T_{sp} - T_o}{CO_2} \quad (1)$$

gdzie: k współczynnik zależny od rodzaju i własności paliwa

T_{sp} - temperatura spalin, K

T_o – temperatura otoczenia, K

CO_2 – stężenie dwutlenku węgla w spalinach, %



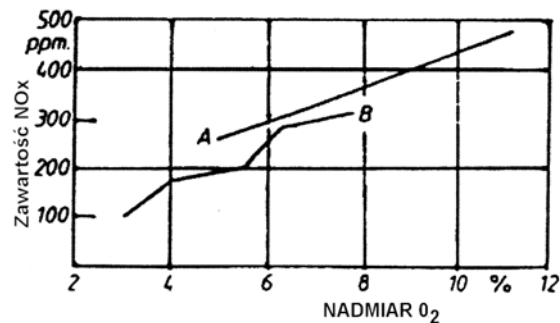
Rys.1. Wpływ temperatury powietrza podmuchowego na emisję NO_x . [1]

Od współczynnika nadmiaru powietrza zależy również temperatura spalin. Paradoksalnie do pewnego momentu, wzrost nadmiaru powietrza powoduje wzrost temperatury spalin, a więc i drugiego czynnika wpływającego na stratę wylotową.

Możliwe są następujące rozwiązania modernizacyjne:

- Wymiana istniejącego kanału podmuchowego na nowy o aerodynamicznym kształcie z

się węgla na szerokości rusztu w całym zakresie obciążenia kotła.



Rys.2 Wpływ recyrkulacji spalin na zawartość NO_x w spalinach:
A – bez recyrkulacji. B – z recyrkulacją spalin [1]

proceedzi do wzrostu emisji tlenków azotu (ilość powstających tlenków zależy od temperatury w palenisku) i wzrostu temperatury pokładu rusztu, co obniża jego trwałość (Rys.1,2) [1].

II.5. Zastosowanie dodatkowego podgrzewacza wody

W celu obniżenia temperatury spalin i obniżenia straty wylotowej w kanał spalin za kotłem zabudowuje się dodatkowy podgrzewacz wody dochładzający spalinę. Wielkość podgrzewacza Przedsiębiorstwo „Solve” w Koninie dobiera do potrzeb klienta, biorąc pod uwagę temperaturę spalin przed i za podgrzewaczem oraz moc kotła. Przed podgrzewaczem znajduje się zazwyczaj odpylacz przelotowy, będący pierwszym stopniem odpylania zabezpieczającym podgrzewacz przed erozją popiołową.

Spaliny można również schłodzić, stosując podgrzewacz powietrza podmuchowego. Ale jest to układ mniej korzystny ze względu na opisane w punkcie 4 wady.

Orientacyjnie można przyjąć, że obniżenie temperatury spalin o 15 °C daje przyrost sprawności o 1 % °C.

Spotykane są również układy, w których do niektórych stref wtłaczane są spaliny, zawracane zza kotła lub podgrzane powietrze. O ile recyrkulacja spalin, może mieć korzystny wpływ na obniżenie emisji tlenków azotu, to stosowanie podgrzanego powietrza

III. PRZEGLĄD MODERNIZACJI WYBRANYCH TYPÓW KOTŁÓW WODNYCH

III.1. KOTŁY WODNE TYPU WLM (WR) 1,25 I 2,5

Kotły te pierwotnie były zaprojektowane do pracy z ciągiem naturalnym. Prędkość spalin, przepływających przez część ciśnieniową jest mała więc i współczynniki przejmowania ciepła są małe. Mogą być one poddane bardzo głębokiej modernizacji, w zależności od oczekiwań inwestora.

Zakres modernizacji kotła obejmuje:

- zastosowanie bębnowego podajnika węgla;
- przebudowę komory paleniskowej, polegającej na oryginalnym rozwiązaniu ekranowania ścian bocznych i ściany przedniej rurami w układzie meandrowym ;
- podwyższenie komory paleniskowej, co eliminuje tworzenie się sadzy;
- montaż ekonomicznego pęczka konwekcyjnego, w którym prędkość spalin jest duża i odpowiednia dla ciągu sztucznego;
- wymianę starych, nieszczelnych szkieletów rusztów, na szkielety nowe o większej długości i szczelnej konstrukcji. W strefach rusztu zastosowano klapy regulacji powietrza nowej generacji, posiadające stałoprocentową charakterystykę przepływu;
- wymianę kanałów powietrza podmuchowego na nowe o aerodynamicznym kształcie;
- poprawę układu przepływu wody przez kocioł polegającą na obustronnym zasilaniu kotła oraz usunięciu wkładów kryzowych w wyniku czego, uzyskano bardziej równomierny rozdział wody na poszczególne rury;
- wydłużenie tylnego sklepienia dopalającego. Nowe sklepienie ma taką konstrukcję, że można dokonać wymiany części ciśnieniowej bez jego rozbiórki, co jest niemożliwe w dotychczasowych rozwiązaniach całego typu szeregu kotłów WLM i WR;
- wykonanie dodatkowego leja żużlowego;
- wykonanie instalacji powietrza wtórnego;
- zabudowanie dodatkowego podgrzewacza wody z odpylaczem przelotowym.

sprawność kotła. Dzięki instalacji powietrza wtórnego, spełnione są normy w zakresie stężeń tlenu węgla w spalinach a podwyższenie komory paleniskowej ogranicza, emisję sadzy.

Tabela 1. Podstawowe dane techniczne kotłów o mocy 2,5 Gcal/h

Dane techniczne	Typ	WLM2,5-1	WLM2,5-2	WLM2,5-3	WLM2,5-4	WR2,5
Wydajność cieplna	Gcal/h	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Powierzchnia ogrzewalna	m ²	200	188,7	195	150,8	262
Ciśnienie obliczeniowe	MPa	1	1,6	1	1,6	1,6
Temperatura wody na dopływie	°C	45-90	90	50-90	50-90	50-90
Temperatura wody na odpływie	°C	80-180	180	80-180	190	180
Sprawność obliczeniowa	%	70-75	74	74	74	79
Temperatura spalin za kotłem	°C	200	200	200	200	180
Powierzchnia rusztu	m ²	2x3,12	4,68	4,68	4,68	4,32
Wymagany ciąg za kotłem	daPa	7	7	7	7	6,8
Masa kotła	kg	19300	19474	19605	16720	16400
Opory przepływu wody	kPa	75	75	75	280/50	75
Średni przepływ wody	m ³ /h	32	32	30-50	29,5	32

III.2. KOTŁY WODNE RUSZTOWE TYPU WLM5-0, WLM5-1 I WR5

Kotły typu WLM5 w zależności wersji, miały większe lub mniejsze powierzchnie grzewcze (tabela 2). Powstały w oparciu o ich konstrukcję kocioł WR5, jest najlepiej dopracowanym polskim kotłem wodnym w tej technologii.

Modernizacja kotłów tych typów obejmuje:

- zastosowanie bębnowego podajnika węgla;
- modernizację lub wymianę starego, nieszczelnego szkieletu rusztu na szkielet nowy, wyposażony w przepustnice powietrza nowej generacji;
- poprawę układu przepływu wody przez kocioł;

Dane techniczne	Typ	WLM5	WLM5-0	WLM5-1	WR5-022
Wydajność cieplna	Gcal/h	5	5	5	5
Powierzchnia ogrzewalna	m ²	225	260	409	487
Ciśnienie obliczeniowe	MPa	1	1	1,6	1,6
Temperatura wody na dopływie	°C	42-70	45-90	70	70
Temperatura wody na odpływie	°C	70-165	80-180	150	150
Sprawność obliczeniowa	%	75	75	75	82
Temperatura spalin za kotłem	°C	200	200	180	155
Powierzchnia rusztu	m ²	9	9	9	8,1
Wymagany ciąg za kotłem	daPa	7	40	40	15
Masa kotła	kg	32807	34000	34700	32000
Opory przepływu wody	kPa	170		80	85
Średni przepływ wody	m ³ /h	65	65	65	64

Efekty z wykonania modernizacji

- wzrost wydajności cieplnej kotła do 8,5 MW;
- wzrost sprawności kotła z 70% do 82-84%,
- oszczędność energii elektrycznej (jeden kocioł pracuje w miejsce dwóch);
- obniżenie stężenia CO w spalinach, poniżej wartości dopuszczalnych;
- obniżenie emisji zanieczyszczeń, dzięki podniesieniu sprawności kotła.

III.3. KOTŁY WODNE RUSZTOWE TYPU WR-10

Wyjątkowo nieudane są konstrukcje kotłów WR-10. Ze względu na duże opory przepływu po stronie spalin i wody wentylatory i pompy zużywają dużo energii elektrycznej. Katalogowy spadek ciśnienia wody w kotle wynosi aż 0,12 MPa.

Kotły WR10 posiadają również wyjątkową niedrożność ciągu konwekcyjnego. Według danych technicznych, opory przepływu spalin przez kocioł wynoszą 350 Pa. W praktyce często są one jeszcze większe.

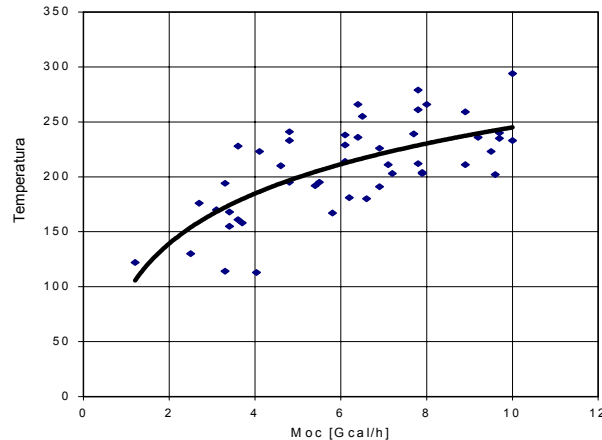
ciągu konwekcyjnym chaotycznie, co powoduje, że znaczna część węzownic jest nieczynna i zostaje zasypana popiołem. Odbiór ciepła w drugim ciągu szybko maleje a temperatura spalin już po kilkudziesięciu godzinach eksploatacji od czyszczenia szybko rośnie, osiągając nierzadko ponad 250 °C, przy mocy nominalnej. Na rysunku nr. 3 pokazano uśrednioną charakterystykę temperatury spalin kotła WR10, w zależności od jego obciążenia opracowaną w oparciu o wieloletnie pomiary różnych kotłów wykonane przez Przedsiębiorstwo „Solve” w Koninie.

W kotłach WR-10, woda zasilająca doprowadzona jest do górnych bocznych komór ekranów ciągu konwekcyjnego. Jej przepływ, ku dołowi naraża ekrany na przegrzanie i uszkodzenie, przy odcięciu dopływu wody do kotła. W skutek wysokiej temperatury spalin na wylocie z komory paleniskowej, woda w górnej części rur ekranowych odparowuje. Rury pozbawione przepływu wody szybko osiągają temperaturę spalin, ulegając intensywnemu utlenianiu.

Jak wynika z przedstawionych wyżej rozważań, konstrukcja kotła ma szereg wad, dlatego sposoby modernizacji tego typu kotła zostaną przedstawione bardziej szczegółowo.

Modernizacja może być prowadzona wg. dwóch ogólnych koncepcji:

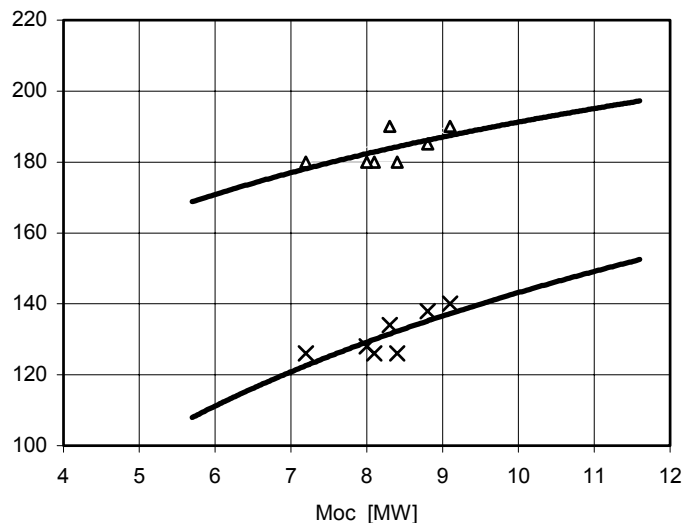
- 1) *Modernizowana jest dotychczasowa konstrukcja kotła sukcesywnie w miarę posiadanych środków z modernizacją części ciśnieniowej w czasie remontu kapitalnego. Zakres uzyskiwanych mocy: 11,6 – 17 MW, sprawności 80 – 83%;*
- 2) *Na istniejącym fundamencie kotła w istniejących gabarytach stawiany jest nowy kocioł o ścianach szczelnych i lekką izolacją powłokową skin-casing . Zakres uzyskiwanych mocy: 11,6 – 20 MW, sprawności 82 – 85%.*



Rys.3. Zmiana temperatury spalin kotła WR10 w zależności od mocy

- zastosowanie bębnowego podajnika węgla;
- modernizację lub wymianę starego, nieszczelnego szkieletu rusztu na szkielet nowy, wyposażony w klapy regulacji nowej generacji;
- wymianę kanałów powietrza podmuchowego na nowy układ z indywidualnym doprowadzeniem powietrza do stref, z kolektorem umieszczonym pod stropem poziomu palacza;
- Zmiany w części ciśnieniowej kotła, w zależności od żądanej mocy kotła, polegające na :
 - a) ekranowaniu dolnej części komory paleniskowej;
 - b) przebudowie ciągu konwekcyjnego, z wykorzystaniem nowego rozwiązania pęczków konwekcyjnych i innej technologii ich montażu, zapewniającej trwałość przestawnego ustawienia. Zmieniony ciąg konwekcyjny kotła jest znacznie lżejszy od dotychczasowego. Wężownice nowych pęczków konwekcyjnych, w odróżnieniu od poprzednich wężownic, są trwale podparte lub podwieszane. Specjalny sposób ich zamontowania w kotle, wyklucza jakkolwiek zmianę położenia rur w stosunku do regularnego układu przestawnego, a tym samym nie ma możliwości zasypywania prześwitów popiołem. Brak ekranowania umożliwia dostęp do wężownic przez włazy. Łatwo więc je można czyścić;

Po przebudowie drugiego ciągu, temperatura obliczeniowa spalin na wylocie z kotła przy mocy 14 MW wynosi 160 °C. Nie ma więc potrzeby stosowania dodatkowego podgrzewacza wody.
 - c) obniżeniu oporów przepływu wody przez kocioł;
 - d) zabudowie dodatkowego podgrzewacza wody o powierzchni grzewczej tak dobranej, żeby uzyskać żądane schłodzenie spalin lub przyrost mocy. Wielkość podgrzewacza Przedsiębiorstwo Solve w Koninie projektuje każdorazowo do wymogów inwestora, dziękującemu, nie są one przewymiarowane i zajmują mało miejsca. Na rysunku nr.4 przedstawione przebiegi temperatury spalin przed i za podgrzewaczem wody o projektowym schłodzeniu $\Delta T = 50 \text{ °C}$, dla wyczyszczonego kotła;



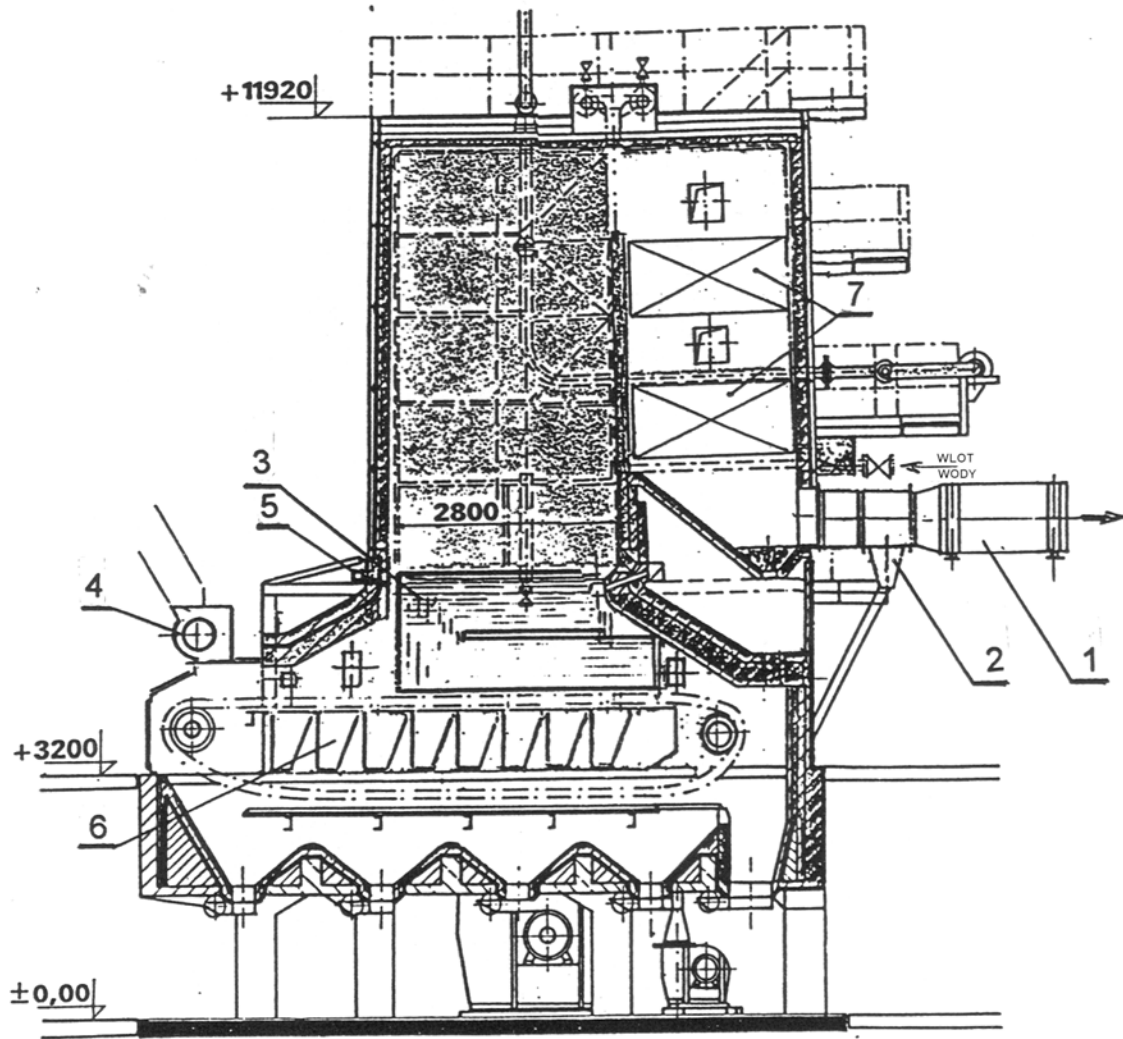
Rys.4. Temperatura spalin kotła WR10 z podgrzewaczem wody:
 t_{sp} – temperatura przed podgrzewaczem, T_{spz} – temperatura za podgrzewaczem

jest bardziej pracochłonne od wykonania samych węzownic. Całe zmniejszenie masy przypada na ekrany, których stosowanie w zakresie niskich temperatur nie ma technicznego uzasadnienia;

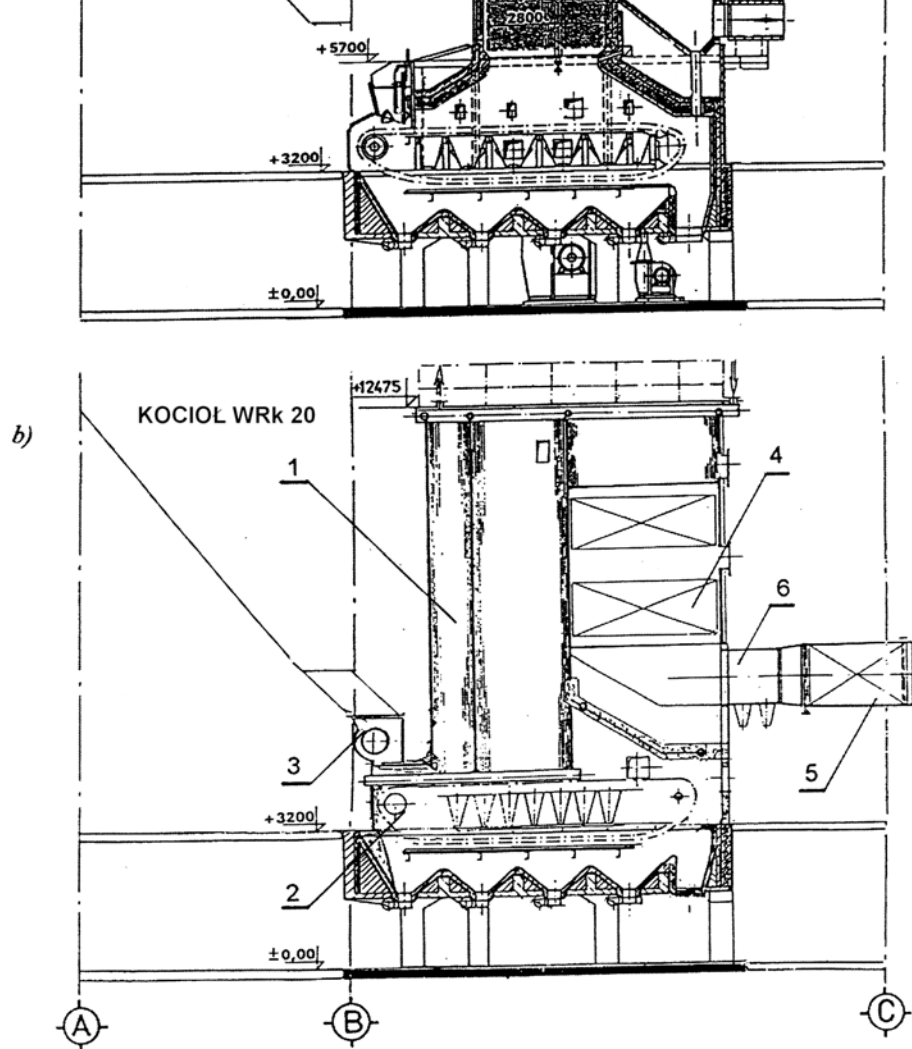
- stworzenie możliwości czyszczenia pęczków drugiego ciągu, co podniesie średnią sprawność eksploatacyjną;
- obniżenie stężenia CO w spalinach poniżej wartości dopuszczalnych;
- obniżenie emisji zanieczyszczeń dzięki podniesieniu sprawności kotła i zainstalowaniu dodatkowego odpylacza przelotowego;

W ramach tego wariantu możliwe jest etapowe przeprowadzenie prac. Ekranowanie dołu komory paleniskowej i przebudowę II ciągu, ze względów ekonomicznych, najkorzystniej jest przeprowadzić podczas remontu kapitalnego. W takim przypadku koszt remontu kapitalnego z modernizacją nie powinien przekroczyć 500 tys. zł.

- wzrost wydajności do 17 MW;
- wzrost sprawności od 80 do 83 %;
- oszczędność energii elektrycznej dzięki obniżeniu oporów przepływu wody przez kocioł;
- znaczne obniżenie kosztów remontu kapitalnego, ponieważ w wyniku zmiany ciągu konwekcyjnego jest on lżejszy od dotychczasowego, w którym wykonanie meandrowych ekranów II ciągu



Rys.5. Kocioł WR10 po modernizacji: 1 – podgrzewacz wody, 2 – odpylacz przelotowy, 3 – dodatkowe ekranowanie, 4 – powietrze wtórne, 6 – zmodernizowany szkielet rusztu, 7 – zmodernizowane pęczki konwekcyjne



Rys.6. Porównanie kotłów WR10 i WR_k: a) kocioł WR10, b) kocioł WR_k: 1 – komora paleniskowa w układzie ścian szczelnych, 2 – ruszt, 3 – dozownik węgla, 4 – zmodernizowany ciąg konwekcyjny, 5 – podgrzewacz wody, 6 – odpylacz przelotowy.

III.3.2. Przebudowa kotła WR10 w nowej technologii ścian szczelnych

III.3.2. Przebudowa kotła WR10 w nowej technologii ścian szczelnych

zaprojektowany kocioł WRk-20 (rys. 6b), można uzyskać około dwukrotny wzrost wydajności cieplnej.

Kocioł WRk-20, z częścią ciśnieniową z ekranami z rur pionowych przylegających do siebie (nie mylić ze ścianami membranowymi), z izolacją powłokową (sking-casing), jest jednostką nowoczesną, odpowiadającą trendowi światowemu w zakresie konstrukcji części ciśnieniowej.

Funkcję dotychczas powszechnie stosowanej warstwowicy ustalającej grubość warstwy mialu

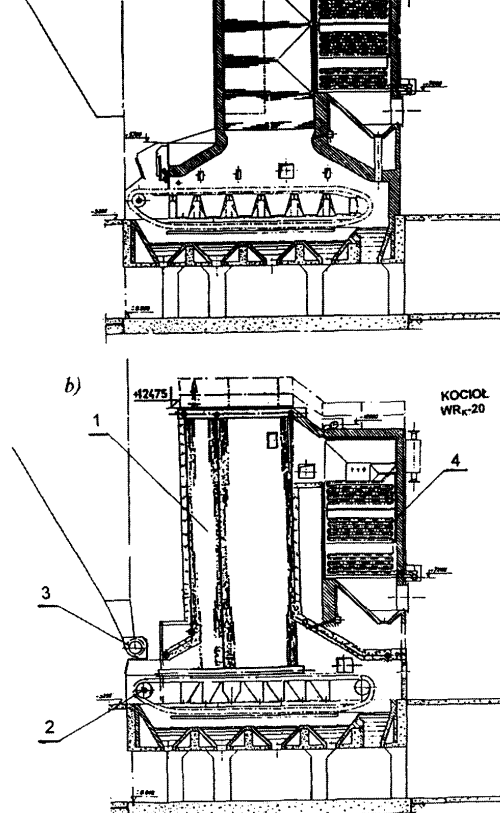
węglowego na ruszcie spełnia podajnik bębnowy. Z podajnika bębnowego, mial węglowy jest

dozowany na ruszt w dowolnej ilości poprzez napęd z płynną regulacją jego prędkości obrotowej.

Wymianę starego kotła WR10 na kocioł nowy WR_k, można podzielić nawet na 3 etapy, rozkładając w ten sposób koszty inwestycji na kilka lat:

1 etap modernizacji (Rys.7.)

Przebudowa komory paleniskowej na bazie ekranów z rur pionowych, przylegających do siebie z izolacją powłokową (poz.1). Wymiana istniejącego szkieletu rusztu na nowy o



Rys.7. Etap 1 przebudowy kotła WR10 na kocioł WR_k20 : a) kocioł WR10, b) kocioł WR10 po 1 etapie przebudowy: 1 – komora paleniskowa w technologii ścian szczelnych, 2 – ruszt, 3 – bębnowy dozownik węgla, 4 – pozostawiony ciąg konwekcyjny WR10.

W zależności od żądanej mocy kotła ewentualna zabudowa dodatkowego, poziomego podgrzewacza wody (Rys.6. poz.5) umieszczonego za pośrednim żeliwnym odpylaczem spalin

(Rys.6. poz.6). Rozwiązanie takie zabezpiecza przed erozją pyłu prawie połowę powierzchni konwekcyjnej kotła.

Wielkość kotła pod względem jego wydajności cieplnej, może być dobrana w zależności od potrzeb cieplnych użytkownika, przy zachowaniu wydajności nominalnej kotła od 10 MW, do wydajności max. 20 MW .

Część ciśnieniowa kotła składa się z trzech części zmontowanych u producenta:

- komory paleniskowej,
- ciągu konwekcyjnego,
- podgrzewacza wody.

Do kotłowni są one przywożone w stanie gotowym do montażu. Wkłada się je do wnętrza kotłowni przez dach. Dzięki takiej technologii montaż kotła trwa krótko.

Efekty modernizacji:

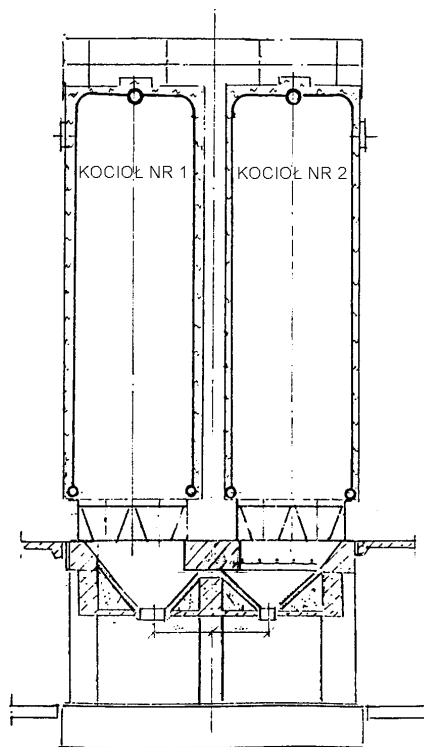
- wzrost wydajności wg. życzenia do 20 MW;
- sprawność od 82-84%, o płaskiej charakterystyce;
- eliminacja ciężkiego obmurza kotła;
- duża szczelność komory paleniskowej i ciągu konwekcyjnego;
- niska strata wylotowa.

Kocioł WR_k-20 również może znaleźć zastosowanie w ciepłowniach wyposażonych w kotły wielkości WR25. Przy konieczności wykonania remontu kapitalnego tego kotła możliwe jest postawienie na jego fundamencie dwóch symetrycznie wykonanych kotłów WR_k-20, z pozostawioną między nimi przerwą, zapewniającą dostęp do montażu i ewentualnych remontów (rys.8.). Przy takim rozwiązaniu (2 x 20 MW = 40 MW, obecnie 29 MW) zyskuje się na dyspozycyjności i możliwości rozłożenia kosztów inwestycyjnych w czasie. Obydwa kotły nie muszą być stawiane jednocześnie. Ta koncepcja powinna znaleźć zastosowanie w pierwszej kolejności tam, gdzie nie

Należy również wspomnieć o zmianach jakie, należy wykonać w kotłach, żeby dostosować je do spalania węgla wysokokalorycznych. W komorach paleniskowych, spalających taki węgiel panują znacznie większe temperatury. W związku z tym sklepienia zapłonowe, nie wyekranowane powierzchnie obmurza, powinny zostać wykonane z odpowiednich materiałów ceramicznych. Również pokład rusztu powinien być dostosowany do pracy w wyższych temperaturach. Wyższa temperatura w komorze paleniskowej, może powodować wzrost temperatury spalin na wylocie z komory paleniskowej, powyżej temperatury mięknienia popiołu, w wyniku czego następuje oblepienie popiołem rur części ciśnieniowej i gwałtownym wzrostem temperatury spalin, co związane jest ze spadkiem sprawności kotła.

W celu obniżenia temperatury sklepienia zapłonowego, można wykonać go z zastosowaniem chłodzenia wodą.

Wiele ciepłowni wyposażonych w kotły rusztowe typu WR (WLM), w okresie letnim eksploatuje je przy niskich obciążeniach w zakresie małych sprawności. Przedsiębiorstwo „SOLVE” w Koninie tel 063 2428109, opracowało rozwiązanie przystosowania kotłów do pracy w niskich obciążeniach w okresie letnim z możliwością powrotu do pracy z pełnym obciążeniem w sezonie grzewczym.



Rys.8. Kotły WR_k20 na fundamencie kotła WR25.

kotłów gazowych i olejowych, ale koszty zużywanego paliwa są wiele niższe. Różnica między cenami gazu, a węglem będzie rosła z czasem. Już teraz ten ruch został zapoczątkowany marcową podwyżką cen gazu, a w przyszłym roku, jak podała prasa, ceny gazu mają wzrosnąć o 12 % ponad inflację. Jak szybko mogą wzrosnąć ceny w wyniku zmowy producentów, przekonaliśmy się w tym roku w przypadku oleju opałowego. A przecież producentów gazu jest jeszcze mniej niż oleju opałowego, a uzależnienie odbiorców jeszcze większe. W udokumentowanych zasobach geologicznych kopalnych nośników energii, węgiel stanowi 81 %, ropa naftowa 16 %, a gaz tylko 3 %. Wnioski nasuwają się same. Tylko ciepłownictwo oparte o węgiel zapewni stabilne ceny ciepła, możliwe do zaakceptowania przez społeczeństwo. Kotły węglowe po modernizacji mogą produkować tanie ciepło, jako kotły podstawowe, zwłaszcza gdy się je zautomatyzuje. Kotły gazowe, olejowe w kotłowniach miejskich powinny natomiast pełnić rolę kotłów regulacyjnych, szczytowych, szybko dostosowujących się do zmiennego zapotrzebowania odbiorców oraz latem, gdy moc odbiorców bardzo się zmienia.

VI. LITERATURA

- [1] Praca zbiorowa.: *Ciepłownictwo. Poradnik: eksploatacja, projektowanie, inwestycje. Fundacja Rozwoju Ciepłownictwa. Unia Ciepłownictwa. 1995*