

Władysław SIKORSKI, Rudolf ŻAMOJDO

Instytut Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów, Politechnika Wrocławska

MODERNIZACJA KOTŁA OP-130 Z WYKORZYSTANIEM PRZEDPALENISKA CYKLONOWEGO

Streszczenie. W pracy przedstawiono koncepcję modernizacji kotła OP-130, opalanego pyłem z węgla kamiennego, opartą na wykorzystaniu przedpaleniska cyklonowego. Zastosowany w rozwiązaniu odpowiedni proces spalania zapewnia niską emisję SO_2 , NO_x i popiołu. W skład przedpaleniska cyklonowego wchodzi komora zgazowania, komora cyklonowa i dwie komory dopalania. Projekt przewiduje montaż przedpaleniska na przedniej ścianie komory paleniskowej modernizowanego kotła.

MODERNIZATION ON THE OP-130 BOILER WITH THE UTILIZATION OF A CYCLONE PRECOMBUSTION CHAMBER

Summary. The idea of modernization of the OP-130 coal dust-fired boiler is based upon the utilization of a cyclone precombustion chamber and is presented in the paper. The convenient and appropriate process of combustion is applied to the construction and gives the low emission of SO_2 , NO_x , and ash. The cyclone precombustion chamber consists of a gasification chamber, a cyclone chamber and two afterburning chambers. In a design one plans to set up the precombustion chamber in the face wall of the combustion chamber of the boiler modernized.

MODERNISIERUNG DES OP-130 KESSELS MIT DER ANWENDUNG DER ZYKLONVORFEUERUNG

Zusammenfassung. In der Arbeit wurde eine Modernisierungskonzeption des mit Steinkohlenstaub beheizten Kessels OP-130 dargestellt. Das Verfahren stützt sich auf Verwendung der Zyklonvorfeuerung. Das dabei angewandte entsprechende Verbrennungsverfahren gewährleistet eine niedrige SO_2 , NO_x und Flugascheemission. Die Zyklonvorfeuerung setzt sich aus einer Vergasungs- und einer Zyklonkammer sowie aus zwei Nachverbrennungskammern zusammen. Der Entwurf sieht die Montage der Vorfeuerung an der Vorderwand der Verbrennungskammer des modernisierten Kessels vor.

1. WSTĘP

Konieczność ochrony środowiska naturalnego wymaga zastosowania w krajowej energetyce przedsięwzięć technicznych, prowadzących do redukcji zanieczyszczeń środowiska, a w szczególności do radykalnego zmniejszenia emisji do otoczenia dwutlenku siarki SO_2 , tlenków azotu NO_x , tlenku węgla CO i popiołu lotnego z pracujących w energetyce i przemyśle krajowym urządzeń kotłowych.

Istnieje szereg metod zmniejszenia uciążliwości dla otoczenia eksploatowanych urządzeń kotłowych. Metody te można podzielić na dwie grupy. Metody grupy pierwszej polegają na redukcji zanieczyszczeń, znajdujących się w odprowadzonych do otoczenia spalinach. Metody grupy drugiej pozwalają zmniejszyć ilość wytwarzanych zanieczyszczeń bądź też wiążą zanieczyszczenia w strefie spalania, zmniejszając ich ilość w odprowadzonych do otoczenia spalinach.

Ogólnie można stwierdzić, że metody grupy drugiej są mniej kosztowne i nie wymagają budowy urządzeń do oczyszczania spalin, wymagających miejsca pod ich zabudowę, co jest szczególnie trudnym problemem w przypadku modernizacji istniejących urządzeń kotłowych.

Przeprowadzone rozpoznanie osiągnięć techniki światowej i tendencji w zakresie rozwiązań instalacji, ograniczających emisję zanieczyszczeń pyłowych oraz emisję SO_2 i NO_x , przy wykorzystaniu dostępnych materiałów z lat 1980–1990 z krajów zachodnich oraz osiągnięć krajowych, pozwoliło na opracowanie w Zakładzie Urządzeń Kotłowych i Gospodarki Ciepłej Instytutu Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów Politechniki Wrocławskiej koncepcji takiego rozwiązania technicznego przedpaleniska cyklonowego, którego zastosowanie umożliwia uzyskanie znacznej redukcji zanieczyszczeń z kotłów OP–130 EC Czechnica, opalanych pyłem z węgla kamiennego. Rozwiązanie to zostało opatentowane w zgłoszonym przez Politechnikę Wrocławską w Urzędzie Patentowym RP wniosku nr P–290507 pt.: „Sposób spalania pyłu węglowego i urządzenie do spalania pyłu węglowego”.

2. KOCIOŁ PAROWY OP–130

Przedstawione w opracowaniu rozwiązanie techniczne przewidziano dla kotłów parowych OP–130 produkcji czechosłowackiej, zainstalowanych w latach 1955/56 w EC Czechnica. Są to kotły wodnorurkowe, o układzie dwuciągowym, z cyrkulacją naturalną, opalane pyłem z węgla górnośląskiego. Pył jest dostarczany z centralnej młynowni do przykotłowych zasobników pyłowych, znajdujących się w kotłowni. W ostatnich latach kotły te są modernizowane wg projektu Fabryki Kotłów RAFAKO S.A. Kocioł OP–130, wg projektu RAFAKO posiada całkowicie opromieniowaną komorę paleniskową,

wykonaną ze szczelnych ścian membranowych z rurami ekranowymi ϕ 57 x 5 mm, w podziałce 75 mm. W układzie parownika kotła pozostawiono dwa walczaki: główny ϕ 1600 x 85 mm oraz separacyjny ϕ 1000 x 48 mm. Ekranry komory paleniskowej kotła są zasilane wodą z walczaka głównego 4 centralnymi rurami opadowymi ϕ 406,4 x 17,5 mm, połączonymi z walczakiem tzw. „pająkami” rur ϕ 70 x 5,6 mm.

Kocioł jest wyposażony w 3-stopniowy przegrzewacz pary, stalowy węzownicowy podgrzewacz wody oraz 4-pakietowy rurowy podgrzewacz powietrza. Do komory paleniskowej kotła pył węglowy jest wprowadzany na 3 poziomach, przez 4-strumieniowe palniki narożnikowe.

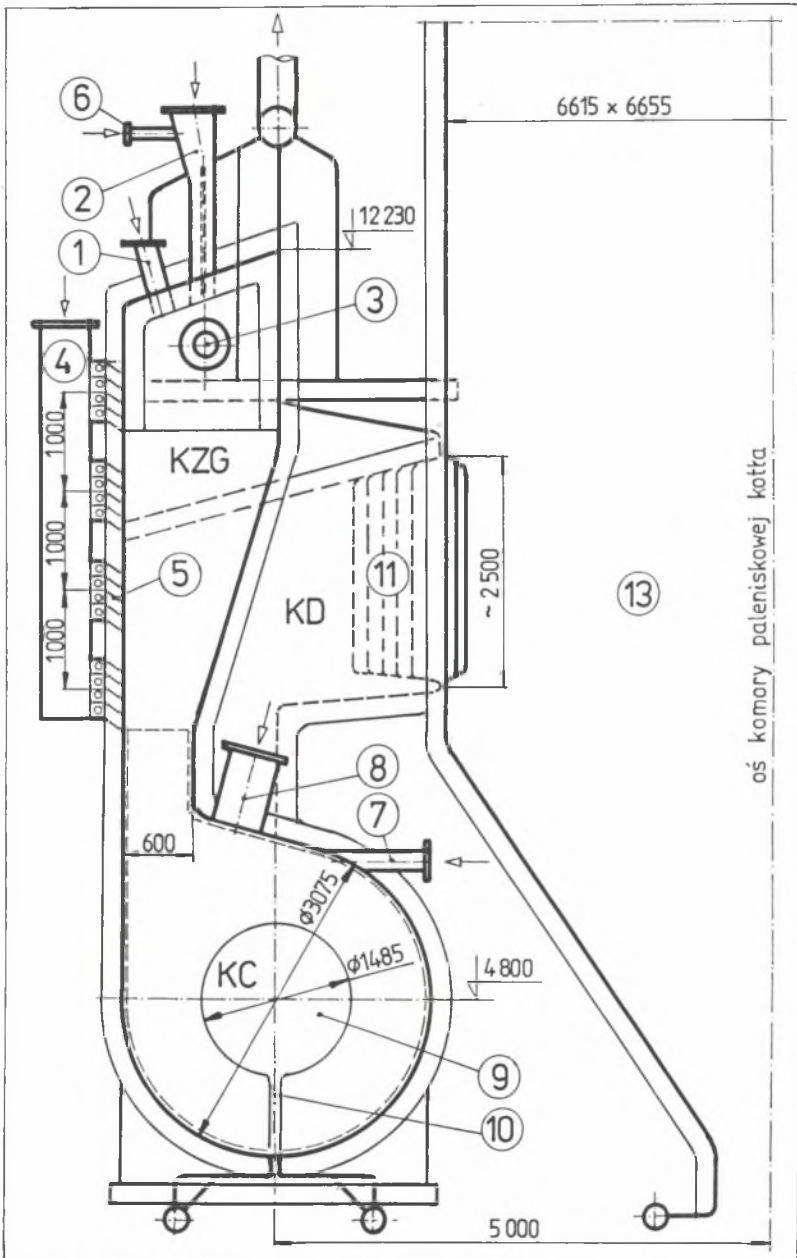
Podstawowe parametry techniczne kotła OP-130 są następujące:

– wydajność maksymalna trwała	36,111 kg/s (130 t/h)
– ciśnienie pary przegrzanej	7,06 MPa
– temperatura pary przegrzanej	500°C
– temperatura wody zasilającej	160°C
– temperatura gorącego powietrza	244°C
– temperatura spalin wylotowych	166°C
– temperatura spalin na wyjściu z komory paleniskowej	997°C
– sprawność kotła	87,50%

3. PRZEDPALENISKO CYKLONOWE

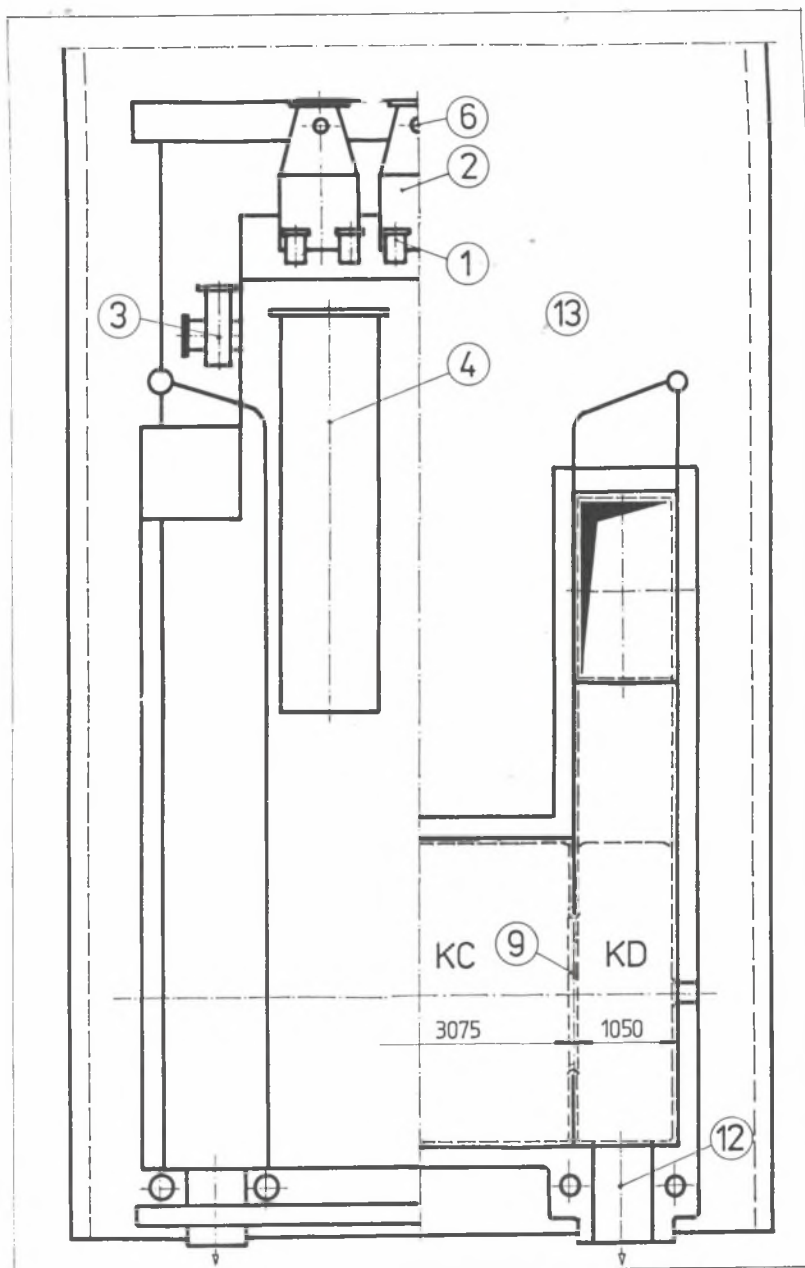
Zaprojektowane przedpalenisko cyklonowe, ze wstępnym zgazowaniem paliwa, przedstawiono na rysunkach nr 1 i 2. Stanowi ono wyodrębniony blok paleniskowy, przeznaczony do realizacji procesu spalania pyłu węglowego. Przedpalenisko cyklonowe usytuowano w wolnej przestrzeni przed komorą paleniskową kotła OP-130, zmodernizowanego uprzednio wg projektu Fabryki Kotłów RAFAKO S.A. Konstrukcja paleniska umożliwi pracę kotła OP-130 w istniejącym obecnie układzie, ponieważ nie narusza się istniejącego układu palnikowo-powietrznego, a kocioł może także pracować przy wyłączonym przedpalenisku. Przedpalenisko cyklonowe jest powiązane z układem kotła OP-130:

- po stronie zasilania pyłem węglowym z zasobnika przykotłowego przez wspólne podajniki pyłu z przełączalnym zasilaniem na palniki pyłowe przedpaleniska lub na istniejące palniki pyłowe kotła;
- po stronie spalin przedpalenisko cyklonowe łączy się z komorą paleniskową kotła przez dwa okna wlotowe w przedniej ścianie komory paleniskowej, usytuowane na wysokości istniejących obecnie palników narożnikowych kotła;
- przedpalenisko stanowi część powierzchni parownikowej kotła i jest zasilane z walczaka głównego przez dwie centralne rury opadowe, natomiast wytworzona w przedpalenisku mieszanina parowo-wodna jest odprowa-



Rys. 1. Przedpalenisko cyklonowe

Fig. 1. The cyclone precombustion chamber



Rys. 2. Przedpalenisko cyklonowe

Fig. 2 The cyclone precombustion chamber

dzana z przedpaleniska poprzez zbiorczy przewód odprowadzający ϕ 355,6 x 40 mm do walczaka separacyjnego, do którego jest również odprowadzana mieszanina parowo-wodna wytwarzana w ekranach komory paleniskowej kotła;

- po stronie zasilania powietrzem przez pobór gorącego powietrza z podgrzewacza powietrza, poprzez dwa nowe wentylatory promieniowe typu WPM-97/2, tłoczące powietrze do komory zgazowania z komory cyklonowej;
- po stronie odprowadzenia ciekłego żużla z komór dopalania przez dwa granulatory wodne z odżużlaczami zgrzeblowymi, podającymi zgranulowany żużel do komory żużlowej kotła;
- po stronie konstrukcji nośnej przewidziano podwieszenie całego zespołu przedpaleniska cyklonowego na belce, wiążącej obie centralne rury opadowe z przeniesieniem na ruszt nośny kotła, co pozwoliło na eliminację przesunięć w połączeniu przedpaleniska z ekranem przednim komory paleniskowej kotła;
- po stronie wspólnych układów skoordynowania automatycznej regulacji, pomiarów i kontroli niezbędnych w prowadzeniu eksploatacji kotła i przedpaleniska cyklonowego.

Przedstawione na rysunkach 1 i 2 przedpalenisko cyklonowe składa się z następujących podstawowych zespołów:

- komory zgazowania **KZG**,
- komory cyklonowej **KC**,
- dwu komór dopalania **KD**.

Przedpalenisko cyklonowe jest zbudowane ze szczelnych ścian membranowych, wykonanych z rur ϕ 57 x 5 mm, w podziałce 75 mm.

Komora zgazowania **KZG** jest zbudowana w układzie pionowym o przekroju prostokątnym, w górnej części o rozmiarach 3075 x 1537,5 mm, zwężającym się w dolnym jej zakończeniu do rozmiarów 3075 x 600 mm. Powierzchnia wewnętrzna górnej części komory posiada pas zapłonowy z betonu ogniotrwałego. Na stropie komory zgazowania znajduje się 6 palników pyłowych **1** oraz 3 bloki dysz powietrznych **2**, inicjujących proces zgazowania paliwa. Na bocznych ścianach górnej części komory są zainstalowane 2 palniki rozpałkowe **3** typu wirowego, z wbudowanymi palnikami zapalającymi na gaz propan-butan.

Na przedniej, pionowej ścianie komory zgazowania znajduje się podwójny, żaluzjowy, czterostrefowy ruszt powietrzny **4**, każda strefa **5** jest zaopatrzona w 4 dysze powietrza z klapami regulacyjnymi, które umożliwiają regulację ilości powietrza podawanego do komory zgazowania przez poszczególne strefy.

Sorbent wapniowy jest doprowadzany króćcem **6** do dysz powietrza **2**.

Proces zgazowania i częściowego spalania pyłu węglowego w komorze zgazowania **KZG** przebiega przy współczynniku nadmiaru powietrza równym około 0,7, a produkty częściowego spalania o temperaturach około 1090°C

i zawartości CO około 11,4% wprowadzane są do komory cyklonowej w celu ich dopalenia.

Komora cyklonowa **KC** posiada kształt cylindra o poziomej osi, równoległej do przedniej ściany kotła, ustawionej na poziomie +4800 mm. Długość komory wynosi 3075 mm, a więc jest równa szerokości komory zgazowania. Średnica komory wynosi 3075 mm. Komora cyklonowa jest połączona z komorą zgazowania pionowym króćcem o przekroju prostokątnym 3075 x 600 mm. Wewnętrzne ściany komory i króćca łączącego są okońkowane kołkami ϕ 10 x 15 mm i pokryte warstwą masy karborundowej „Zyklonit 96” o grubości 20 mm.

Na górnej tworzącej komory cyklonowej, od strony kotła, znajduje się 6 palników pyłowych strumieniowych 7 oraz 3 bloki dysz powietrznych 8.

Komora cyklonowa **KC** jest komorą z dwustronnym odpływem spalin. Czołowe płaskie ściany komory cyklonowej są czołowymi wewnętrznymi ścianami komór dopalania **KD**. Proces zgazowania w komorze cyklonowej przebiega przy współczynniku nadmiaru powietrza, równym około 0,95 – 1,07. Gazy spalinowe wypływają z komory cyklonowej do komór dopalania dwiema gardzielami 9 o średnicy ϕ 1485 mm, a stopiony żużel spływa z **KC** do komór dopalania **KD** przez szczelinowe wykroje 10, znajdujące się poniżej tych gardzieli.

Przez dysze powietrza 8 jest również wprowadzany sorbent wapniowy do komory cyklonowej. Przez dysze palników pyłowych 7 będzie wprowadzony do komory cyklonowej dla stopienia, wychwycony w elektrofiltrze, ewentualnie w filtrach tkaninowych, lotny popiół wraz z produktami odsiarczania, co pozwala na jego przetopienie do postaci ciekłego żużla, a tym samym do zwiększenia stopnia wiązania popiołu w przedpalenisku do wartości ok. 95%.

Dolna część komory dopalania **KD** jest ukształtowana podobnie jak komora cyklonowa. Natomiast część górna odprowadzająca spaliny do komory paleniskowej kotła, ma przekrój prostokątny o szerokości 1080 mm i wysokości 2500 mm. W poziomym odcinku górnym w kanałach komór dopalania są zabudowane pęczki chwytające 11, utworzone z rur dna kanału. Zadaniem tych pęczków jest wychwytywanie płynnych kropel popiołu, które spływają do komór dopalania, zwiększając tym samym skuteczność wiązania ciekłego żużla.

Obydwie komory dopalania posiadają w najniższej części otwory 12 do spływu ciekłego żużla do granulatorów z wodą, ustawionych pod komorami. Wewnętrzne ściany komór dopalania oraz rury pęczków chwytających są w całości okońkowane i wyłożone masą karborundową.

Komora paleniskowa 13 kotła OP-130, po zabudowie przedpaleniska cyklonowego, stanowi komorę wychładzania **KW** dla układu z przedpaleniskiem. Występujące nadciśnienie w przedpalenisku cyklonowym wymaga zapewnienia szczelności tak samego przedpaleniska po stronie spalin, jak i w miejscu połączenia z komorą **KW** kotła OP-130.

4. PODSUMOWANIE

Zastosowanie przedpaleniska cyklonowego jest przykładem wykorzystania ekologicznie przyjaznych metod spalania paliwa stałego w celu zmniejszenia uciążliwości dla otoczenia pracujących w energetyce zawodowej i przemysłowej urządzeń kotłowych. Strefowe spalanie paliwa ze wstępnym zgazowaniem, przy obniżonych współczynnikach nadmiaru powietrza oraz niższych temperaturach w strefie spalania, prowadzi do obniżenia ilości wytworzonych tlenków azotu. Możliwość dawkowania sorbentu wapiennego w różnych stadiach procesu spalania umożliwia optymalizację doboru ilości i miejsca dawkowania sorbentu w celu uzyskania maksymalnej redukcji związków siarki. Dodawanie sorbentu wapiennego przed komorą cyklonową obniża temperaturę płynności żużla, co umożliwia prowadzenie procesu spalania w komorze cyklonowej przy obniżonych temperaturach. Odprowadzenie popiołu w postaci ciekłej pozwala uzyskać bardzo wysoki stopień związania popiołu, łącznie ze związkami siarki. Uzyskany w granulacjach popiół jest przydatny do dalszego wykorzystania.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Ludwik CWYNAR

Wpłynęło do Redakcji 6.08.1994 r.

Abstract

In the Department of Boiler Systems and Energy Management of the Institute of Heat Engineering and Fluid Mechanics of the Technical University of Wrocław there were worked out the technological constructions of a cyclone precombustion chamber which application enables the substantial reduction of impurities from the OP-130 boilers installed in the thermal power station in Czechnica and coal dust-fired from the Upper Silesian coal. The convenient and appropriate process of combustion is applied to the construction and gives the low emission of SO_2 , NO_x , and ash. The technology presented can be an interesting modernization proposal for many boiler units.

The cyclone precombustion chamber designed consists of a initial gasification chamber, a cyclone chamber with two-sided outlet of flue gases, and two afterburning chambers. The precombustion chamber is made of the pipes of 57 mm in the internal diameter, and which thickness in 5 mm, in the form of membrane walls that are the heating surfaces of a boiler evaporator. Water is fed from a main drum with two central downcomer tubes, and the

vapour–water mixture flows to a separation drum. The whole precombustion chamber is installed in the face wall of the boiler furnace chamber. Slag is granulated in the water granulator.

The fixation of sulphur is carried out using the dry method by blowing the limestone sorbent. The use of a cyclone chamber permits one to attain the very high degree of the ash fixation in the liquid form. The zonal combustion with the initial gasification at the low excess air number and at the lowered temperatures makes it possible to reduce the quantity of the nitric oxides generation.