

Władysław SIKORSKI

Rudolf ŻAMOJDO

Andrzej BOBRYK

Instytut Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów

Politechnika Wrocławska

MODERNIZACJA KOTŁA SEKCYJNEGO DO SPALANIA GAZÓW I CIECZY TOKSYCZNYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono przykład modernizacji kotła sekcyjnego, opalanego mieszaniną paliw odpadowych w postaci gazu i paliwa ciekłego z zawartością składników toksycznych. Zainstalowanie wolno stojącego podgrzewacza wody umożliwiło spalanie w kotle zwiększonej ilości paliw odpadowych, podwyższenie sprawności kotła i wzrost jego wydajności. Przedstawiono rozkłady temperatur spalin, gorącego powietrza, wody i pary przegrzanej w zależności od ilości spalanego w kotle gazu odpadowego. Podano efekty modernizacji.

1. WSTĘP

W krajowym przemyśle chemicznym pracują urządzenia kotłowe, opalane paliwami odpadowymi w postaci gazów i cieczy, zawierających składniki toksyczne. Ze względu na ochronę środowiska paliwa te muszą podlegać utylizacji. Jedną z najczęściej stosowanych metod ich utylizacji jest spalanie w komorze paleniskowej kotła.

W jednym z krajowych zakładów chemicznych jest zainstalowany kocioł sekcyjny, w którym jest spalany gaz "reszkowy" o następującym składzie objętościowym: 0,80% CH_4 - 7,80% CO - 0,40% CO_2 - 1,3% H_2O - 0,30% C_2 - 18,40% H_2 - 71,0% N_2 (z domieszką około 2000 mg/m^3 HCN) o wartości opałowej około 3260 kJ/Nm^3 oraz paliwo ciekłe w postaci tzw. "smółek" (nitryl kwasu mlekowego $\text{C}_3\text{H}_5\text{ON}$) o wartości opałowej około 23500 kJ/kg .

Konieczność spalania w kotle zwiększonej ilości gazu spowodowała wzrost temperatury spalin wylotowych z kotła powyżej 300 °C (okresowo do 400 °C). Powodowało to kłopoty w eksploatacji wentylatora wyciągowego spalin oraz wzrost straty wylotowej z kotła. W celu uniknięcia wymienionych niedogodności podjęto decyzję o modernizowaniu kotła.

2. KOCIOŁ PAROWY OGO-18-010

Zainstalowany w zakładzie, przedstawiony na rys.1, kocioł sekcyjny typu OGO-18-010 został zaprojektowany przez Centralne Biuro Konstrukcji Kotłowych w Tarnowskich Górach i wykonany w 1968 r. przez Fabrykę Kotłów "Fakop" w Sosnowcu. Jest on adaptacją typowego kotła rusztowego do spalania w nim paliw gazowych i ciekłych. Adaptacja ta polegała na usunięciu rusztu i przegrzewacza pary oraz na dobudowaniu rurowego podgrzewacza powietrza. Według danych projektowych kocioł przed modernizacją miał powierzchnię ogrzewalną 450 m^2 (parownik), maksymalna trwała jego wydajność wynosiła 5 kg/s pary nasyconej o nadciśnieniu $0,9 \text{ MPa}$, przeznaczony na cele technologiczne.

Na przedniej ścianie komory paleniskowej kotła są zainstalowane 3 kombinowane palniki (1), przystosowane do spalania gazu "resztkowego" i "smółek". Każdy z ww. palników jest wyposażony w inżekcyjny palnik rozpałkowy na gaz ziemny. Kocioł jest wyposażony w wentylator powietrza do spalania gazu opadowego oraz w wentylator powietrza do rozpylania paliwa ciekłego.

Kokora paleniskowa kotła jest od góry zamknięta 7-rzędowym pęczkiem sekcyjnym (2), zbudowanym z rur $\varnothing 102 \times 4 \text{ mm}$. Tylne skrzynki sekcyjne są połączone za pomocą rur opadowych z walczakiem bezpośrednio, natomiast przednie skrzynki sekcyjne są połączone z walczakiem za pomocą rur odprowadzających, które tworzą ekran sufitowy górnej komory kotła.

Na bocznych ścianach komory paleniskowej kotła są ułożone ekrany boczne (3), składające się z 15 rur ekranowych $\varnothing 102 \times 4 \text{ mm}$ każdy.

W dolnej części kanału spalin II ciągu kotła znajduje się rurowy podgrzewacz powietrza (4), dwupakietowy, zbudowany z rur $\varnothing 47 \times 2 \text{ mm}$ o długości 4 m .

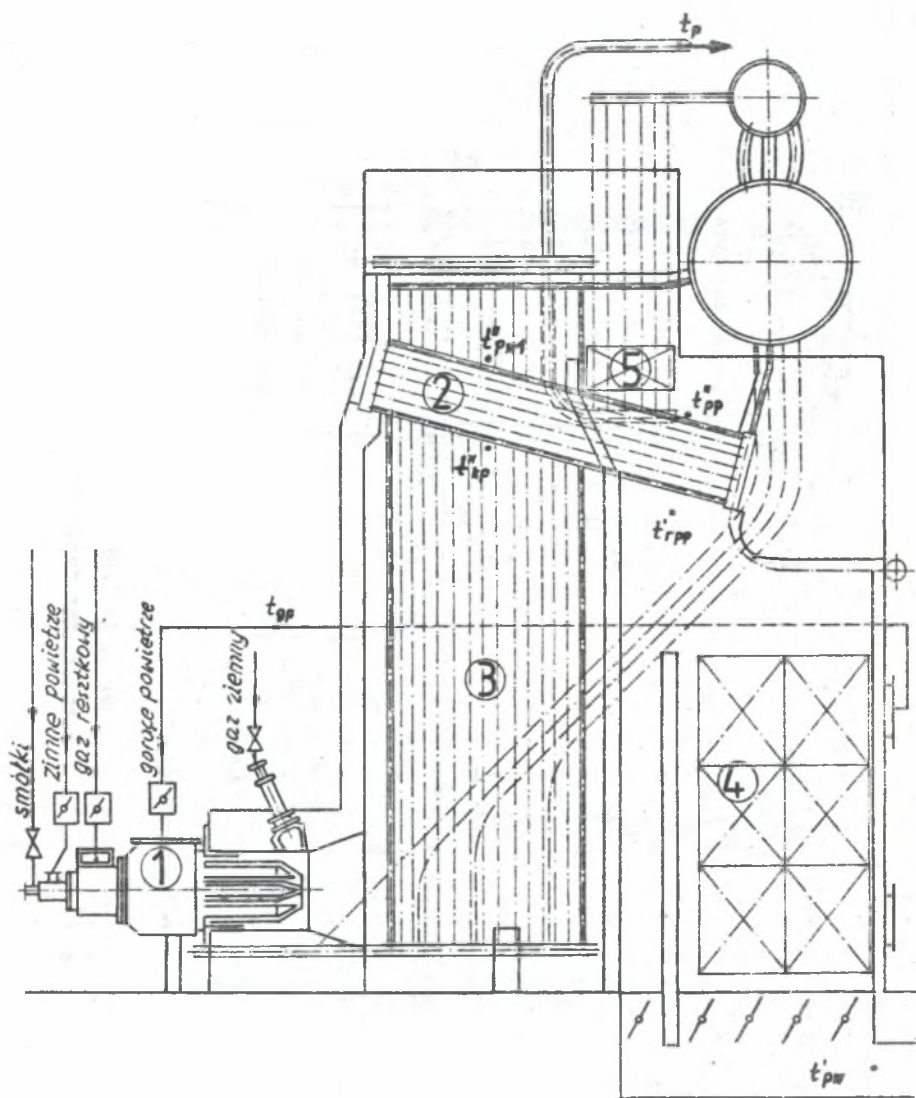
Kocioł jest połączony z kominem podziemnym mурowanym kanałem spalin o przekroju $1500 \times 1200 \text{ mm}$. Przed kominem jest ustawiony wentylator wyciągowy spalin.

3. MODERNIZACJA KOTŁA

Zrealizowana w 1989 r. modernizacja kotła polegała na zainstalowaniu przegrzewacza pary i podgrzewacza wody.

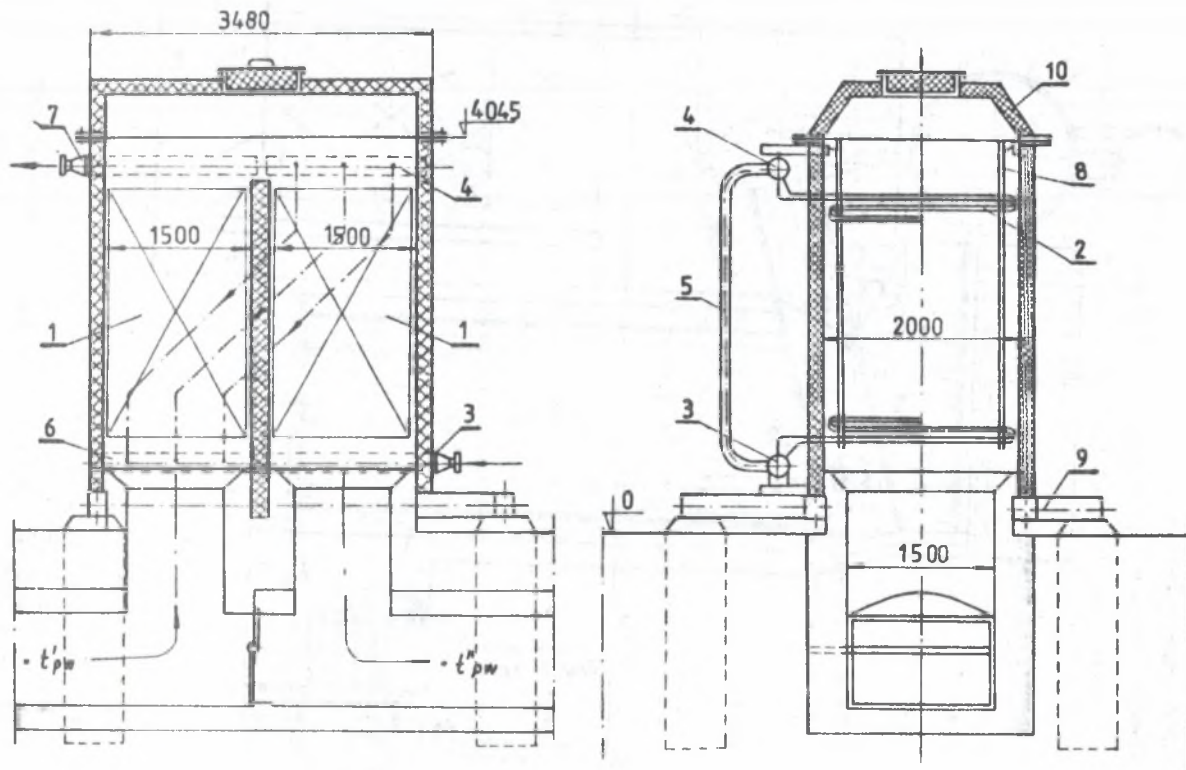
Przy przesyle pary nasyconej w rozległej sieci zakładowej występowało wykraplanie wody, co powodowało uderzenia wodne. Dla ich uniknięcia zainstalowano w kotle przegrzewacz pary.

Zainstalowany w ramach modernizacji kotła przegrzewacz pary (5) wykonano



Rys.1. Kocioł parowy OGO-18-010 z palnikami gazowo-olejowymi

Fig.1. The steam-boiler OGO-18-010 with gas and oil burners



Rys.2. Podgrzewacz wody

Fig.2. The feedheater

w postaci konwekcyjnego pęczka węzownicowego w układzie poziomym, złożonego z 14 równolegle włączonych rur kotłowych $\varnothing 88,9 \times 5$ mm, umieszczonego nad tylną częścią pęczka sekcyjnego, pod walczakiem kotła. Układ rur w pęczku przestawny. Powierzchnia ogrzewalna przegrzewacza wynosi około 35 m^2 .

Z powodu braku możliwości rozbudowy kotła w istniejącym budynku kotłowni, zainstalowany w ramach modernizacji kotła podgrzewacz wody ustawiono poza budynkiem kotłowni, nad kanałem spalin, łączącym kocioł z kominem. Na rys.2 przedstawiono w uproszczeniu konstrukcję podgrzewacza.

Powierzchnia ogrzewalna podgrzewacza wody składa się z dwóch szeregowo włączonych w strumień spalin węzownicowych pęczków konwekcyjnych (1). Każdy z pęczków składa się z 20 równolegle włączonych węzownic. Węzownice (2) są wykonane z rur kotłowych $\varnothing 38 \times 3,6$ mm. Układ rur w pęczku przestawny, podziałka poprzeczna wynosi 150 mm, podziałka wzdłużna - 50 mm. Powierzchnia ogrzewalna podgrzewacza wynosi około 230 m^2 . Woda zasilająca dopływa do komory wlotowej (3), płynie 20- węzownicami tylnego pęczka do górnej komory pośredniej (4), z której 3 rurami (5) $\varnothing 108 \times 5$ mm jest przerzucana do dolnej komory pośredniej (6), następnie przepływa 20 węzownicami przedniego pęczka do komory wylotowej (7), z której doprowadzana jest do walczaka kotła. Wszystkie komory podgrzewacza wody są wykonane z rur kotłowych $\varnothing 219,1 \times 12,5$ mm.

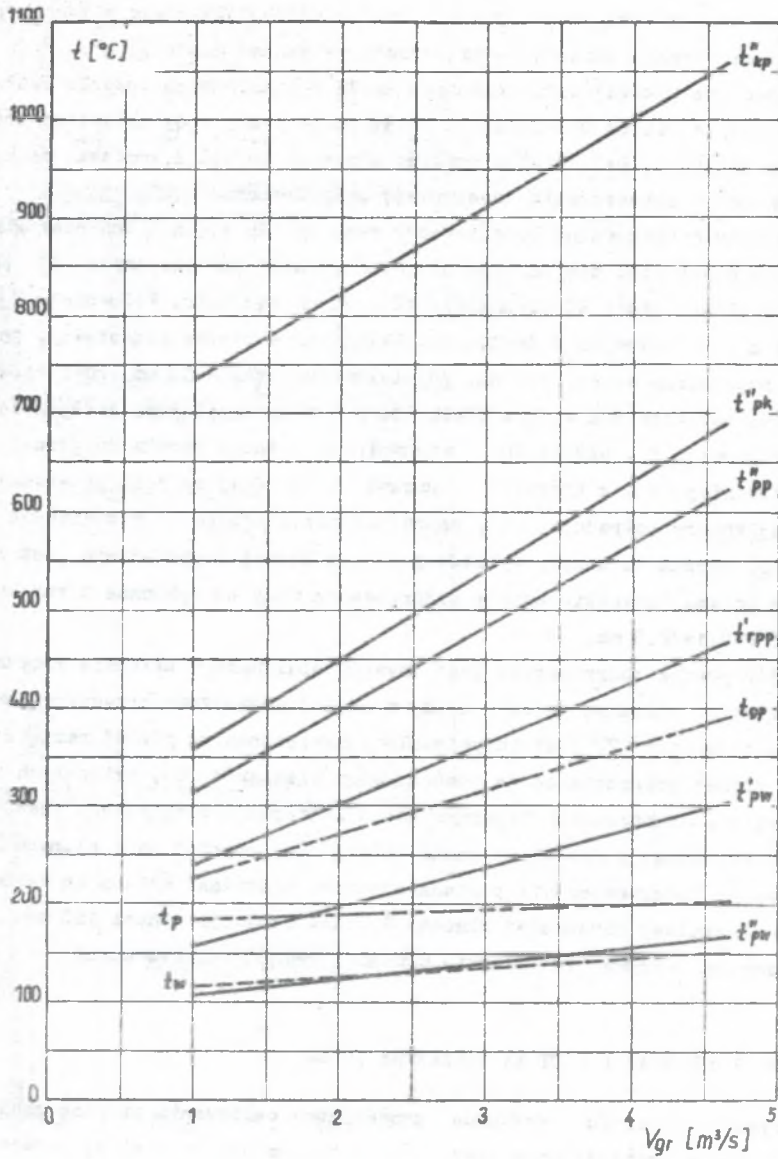
Przedni pęczek podgrzewacza jest omywany spalinami w układzie krzyżowo-współprądowym, natomiast pęczek tylny w układzie krzyżowo-przeciwprądowym.

Każda węzownica (2) jest indywidualnie zawieszona na górnej ramie konstrukcji nośnej podgrzewacza za pomocą dwóch wieszaków (8), wykonanych z płaskownika i zakończonych w górnym końcu zaczepami. Podgrzewacz jest ustawiony na wykonanej z ceowników ramie dolnej (9), opartej na 4 słupach fundamentowych. Podgrzewacz nie posiada obmurza, natomiast ściany są wykonane z wełny mineralnej obudowanej blachą. Grubość izolacji wynosi 160 mm.

Zdejmowana pokrywa (10) ułatwia montaż i remont podgrzewacza.

4. WPŁYW PODGRZEWACZA WODY NA PARAMETRY KOTŁA

Na rys.3, w oparciu o wykonane sprawdzające obliczenia cieplne zmodernizowanego kotła, sporządzono wykresy: rozkładu temperatur spalin, gorącego powietrza, wody i pary przegrzanej w zależności od strumienia objętości V_{gr} spalnego w kotle gazu "resztkowego". Obliczenia wykonano przy założeniach następujących: a) temperatura wody zasilającej wynosi $t_z = 95^\circ \text{C}$, b) nadciśnienie pary przegrzanej za przegrzewaczem pary wynosi 0,9 MPa, c) ilość



Rys.3. Rozkład temperatur w kotle

Fig.3. The distribution of temperatures in the boiler

spalanych "smółek" jest stała, równa 0,0564 kg/s i niezależna od ilości spalanego gazu.

Oznaczenia na rys.3 są następujące:

- t''_{kp} - temperatura spalin na wylocie z komory paleniskowej (przed pęczkiem konwekcyjnym), °C
- t''_{pk} - temperatura spalin na wylocie z 1 części pęczka sekyjnego, °C
- t''_{pp} - temperatura spalin za przegrzewaczem pary, °C
- t''_{rpp} - temperatura spalin przed rurowym podgrzewaczem powietrza, °C
- t''_{pw} - temperatura spalin przed podgrzewaczem wody, °C
- t''_{pw} - temperatura spalin za podgrzewaczem wody, °C
- t_{gp} - temperatura gorącego powietrza za podgrzewaczem powietrza, °C
- t_p - temperatura pary przegrzanej za przegrzewaczem pary, °C
- t_w - temperatura wody za podgrzewaczem wody, °C

W tabelicy 1 podano charakterystyczne parametry kotła przed modernizacją i po zainstalowaniu podgrzewacza wody.

Tabela 1.

Strumień gazu "reszkowego" V_{GR} , m ³ /s	1,111	4,444
Strata wylotowa S_w , %:		
- przed modernizacją	10,42	20,33
- po modernizacji	6,58	10,95
Sprawność kotła η_k , %:		
- przed modernizacją	84,04	78,07
- po modernizacji	86,03	86,92
Wydajność kotła D , kg/s:		
- przed modernizacją	1,721	5,040
- po modernizacji	1,761	5,615

5. WNIOSKI KOŃCOWE

1. Zainstalowanie podgrzewacza wody pozwoliło na zmniejszenie straty wylotowej o 9,38 % oraz podwyższenie sprawności kotła o 8,85 % przy obniżeniu temperatury spalin wylotowych z 293 °C do poziomu 163 °C (odnosi się to do pracy kotła przy obciążeniu zbliżonym do maksymalnego).

2. Zainstalowanie podgrzewacza wody pozwoliło na podwyższenie wydajności kotła o około 11,41 %.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Ludwik Cwynar

МОДЕРНИЗАЦИЯ СЕКЦИОННОГО КОТЛА ДЛЯ СЖИГАНИЯ
ТОКСИЧЕСКИХ ГАЗОВ И ЖИДКОСТЕЙ

Р е з ю м е

В докладе рассматривается пример модернизации парового котла отапливаемого смесью отбросных топлив в газовом и жидком виде. В связи с токсическими компонентами топлива их надо утилизировать. С повышением количества сжигаемого топлива увеличивается температура уходящих газов. Для её снижения следует к котлу добавить водоподогреватель. В рамках модернизации применяется отдельностоящий змеевиковый водоподогреватель, который находится вне котельного помещения над газоходом, соединяющим котёл с трубой для отбора газов. В докладе приводится конструкция водоподогревателя, состоящего из двух трубных лучков в переставной системе. Рассматривается тоже распределение температур топочных газов, горячего воздуха и рабочего вещества в предвиденном пределе нагрузки котла.

THE MODERNIZATION OF THE SEKSIONAL BOILER TO COMBUSTION
OF THE TOXIC GASES AND OILS

S u m m a r y

In the paper the example of the modernization of the sektional boiler is presented, fired with the mixture of refuse fuel in the form of gas and oil. In consideration at the contents of toxical components this the fuels must be neutralized. In the case of growth of amount of fired fuel the temperature of furnace gases grows. To decrease the temperature of furnace is necessary the building of the feedheater. In the range modernization the free-standing tube feedheater was applied, setting behind the building of the boiler house, over the gas pass connected the boiler with the smokestack. In the work is presented the construction of the feedheater, that consists of two tube-section, built in the chess-board tubes system. There is the decomposition of temperatures of furnace gases, heat air and work agent in forecasted range of the boiler loading presented.