

Rudolf ŻAMOJDO

Władysław SIKORSKI

Instytut Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów

Politechnika Wrocławska

## KOCIOŁ PAROWY JAKO ELEMENT UKŁADU ODZYSKU CIEPŁA W NOWEJ METODZIE SUCHEGO GASZENIA KOKSU

Streszczenie. W pracy przedstawiono rozwiązanie kotła odzysknicowego typu CU-12 dla odzysku ciepła z urządzenia suchego gaszenia koksu SGK wg nowej metody opracowanej w Instytucie Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów Politechniki Wrocławskiej. Podano zasadę działania instalacji oraz włączenie kotła CU-12 do zamkniętego obiegu gazu inertnego w układzie: komora SGK - kocioł CU-12. Praca stanowi wstępną koncepcję modernizacji baterii koksowniczych w Zakładach Koksowniczych "Zdzieszowice".

### 1. WSTĘP

Powszechnie stosowaną dotychczas metodą gaszenia koksu w klasycznych koksowniach jest tzw. metoda mokra MGK.

Gorący koks, o temperaturze ok.  $1000-1100^{\circ}\text{C}$ , jest wypychany z komory koksowniczej i poprzez wózek przelotowy podawany jest na wóz gaśniczy. Wóz gaśniczy możliwie jak najszybciej kierowany jest do wieży gaśniczej do zgaszenia koksu natryskiem wody. Szybkość dowiezienia gorącego koksu do zgaszenia ma decydujące znaczenie na stopień dopalania koksu na wozie gaśniczym w otoczeniu powietrza. W czasie gaszenia wodą pod wieżą gaśniczą odparowana woda w postaci pary jest bezużytecznie tracona do atmosfery. Część wody jest wchłaniana do koksu, wskutek czego średnia zawartość wilgoci w uzyskanym koksie wzrasta do ok. 7%. Przy tym jest ona zróżnicowana, zależnie od sortymentu koksu.

Gaszenie wodą, przy szybkim schładzaniu gorącego koksu, powoduje również rozkruszanie się ziarn koksu, wzrasta zatem udział frakcji drobnych. Zjawisko jest niekorzystne również ze względu na jakość uzyskiwanego koksu. Gaszenie wodne obniża również odporność koksu na ścieranie i jego wskaźniki

wytrzymałościowe. Metoda mokra ma także niekorzystny wpływ na środowisko naturalne. Para wodna wraz z zanieczyszczeniami, unoszona z wieży gaśniczej, przedostaje się do atmosfery. Pozostała część zanieczyszczonej wody powoduje konieczność jej neutralizacji poprzez rozbudowę niezbędnych urządzeń w oczyszczalni ścieków. Przy użyciu wody do gaszenia ok.  $1,5 \text{ m}^3/\text{Mg}$  koksu ubytek wody odparowanej wynosi ok.  $0,5 \text{ m}^3/\text{Mg}$  koksu.

Poza wyżej wymienionymi niekorzystnymi skutkami, jakie występują przy stosowaniu mokrej metody gaszenia koksu, pomimo jej prostoty, jest jej niska efektywność cieplna. Było to impulsem do poszukiwania takich metod gaszenia gorącego koksu, które eliminowałyby, ew. zmniejszały te niekorzystne zjawiska. Należy mieć na uwadze, że ciepło fizyczne zakumulowane w gorącym koksie stanowi ok. 40-50 % całego ciepła chemicznie związanego, zużywanego na niezbędne ogrzewanie komór koksowniczych w czasie procesu koksowania węgla. Jeśli ponadto uwzględnimy, że w przybliżeniu ilość koksu potrzebnego do wytopu surówki w procesie wielkopiecowym odpowiada ilości wyprodukowanej surówki, to oczywista staje się konieczność takiej zmiany metody gaszenia koksu, ażeby traczone, w powszechnie stosowanej metodzie mokrej, ciepło mogło być utylizowane. Wymaga to jednak przejścia na całkiem inną, nową technologię gaszenia koksu.

W technice światowej od wielu lat były czynione w tym kierunku próby i zgłaszane nowe technologie. Najbardziej perspektywiczny jest sposób zastosowania tzw. suchego gaszenia koksu - SGK. Porównanie metody SGK z metodą mokrego gaszenia koksu MGK przemawia za stosowaniem metody suchego gaszenia SGK. W technice światowej znane są instalacje pracujące w Szwajcarii, ZSRR, Anglii, RFN, Francji i USA. Obiektywne naświetlenie problemu i krótkie opisy instalacji można znaleźć m.in. w [1].

Wyróżnić można zasadniczo 4 typy rozwiązań konstrukcyjnych instalacji suchego gaszenia koksu SGK:

- system Sulzera z centralnym zbiornikiem - komorą gaszenia ,
- system Collina o układzie wielokomorowym,
- system f-my KSG - obecnie EVT RFN - z ruchomym pojemnikiem na gorący koks,
- system UST - wg projektu ZSRR.

Najbardziej zbliżone do siebie, w samej idei rozwiązania układu, są systemy Sulzera i system UST-GIPROKOKS ZSRR . W obu tych rozwiązaniach występują podobne elementy instalacji i realizowane są podobne czynności technologiczne procesu [1], [2].

W 1987 r. na zlecenie Zakładów Koksowniczych "ZDZIESZOWICE" w Instytucie

Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów Politechniki Wrocławskiej opracowano nową metodę utylizacji ciepła z gaszenia koksu i koncepcję instalacji do suchego gaszenia koksu SGK [3]. W koncepcji instalacji do suchego gaszenia koksu SGK zaproponowano układ technologiczny, którego głównymi elementami są: komora SGK i kocioł odzysknicowy CU-12 [4].

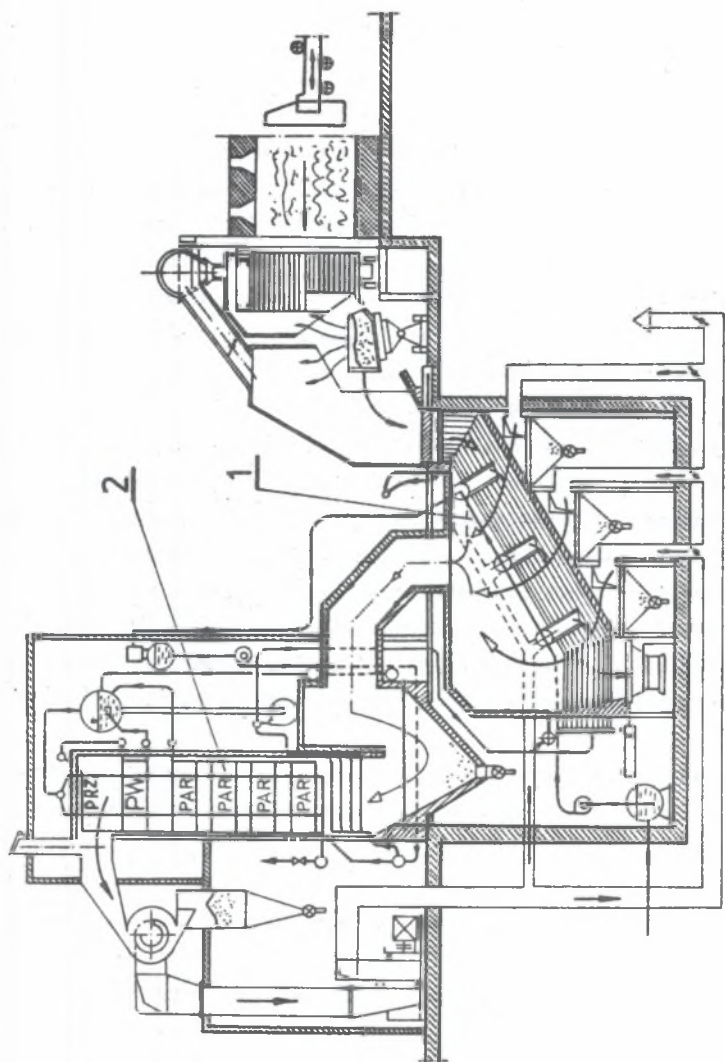
## 2. KOMORA SUCHEGO GASZENIA SGK

Komora suchego gaszenia koksu [3], [4] wyposażona jest w ruszt stały kośny z wahlowymi warstwownicami typu grzebleniowego, z układem urządzeń służących do załadunku gorącego koksu, urządzenia rozładunku schłodzonego koksu na urządzenie transportowe. Komora SGK posiada ponadto układ instalacji doprowadzenia gazu inertnego pod ruszt i odprowadzenia gazu gorącego do kotła odzysknicowego. Ściany boczne komory ekranowane są, do wysokości warstwy koksu zalegającego na ruszcie, szczelną ścianą membranową włączoną w obieg parownika PAR kotła odzysknicowego. Podobnie ekranowany jest strop komory SGK i kanał łączący komorę z kotłem. Ścianę stropową ekranuje 90 rur  $\phi$  44,5x5 mm w formie szczelnego ekranu. Ściany kanału łączącego komorę SGK z kotłem również wykonano podobnie ze 120 rur  $\phi$  44,5x5 mm. Zasypanie gorącego koksu do komory SGK odbywa się przez sterowane hydraulicznie 4 zasowy. Zejście schłodzonego koksu z komory SGK na przenośnik członowo-korytkowy następuje przez 4 okna zasypowe z zasowami sterowanymi hydraulicznie.

Wymiar szerokości rusztu wymaga odpowiedniego zaadaptowania wozu gaśniczego z metody mokrej i dostosowania jego długości ładunkowej i wysokości burt wozu do szerokości rusztu, a tym samym i długości otworu zasypu gorącego koksu.

Dla zmniejszenia emisji pyłów i gazów, przy załadunku koksu do komory SGK, zastosowano specjalne okapturowanie zasypu koksu i podobne wózka przełotowego z odsysaniem zanieczyszczeń i gazów przez rurociąg zbiorczy do ew. wykorzystania utylizacji.

Odrębnymi elementami instalacji SGK są: konstrukcja nośna całości, opodestowanie, fundamentowanie oraz pompy cyrkulacyjne i zasilające kotła, rurociągi, armatura, aparatura AKPIA, przenośniki członowo-korytkowe dla rozładunku komory SGK i transportujące koks na przenośnik do sortowni ew. do załadunku wprost na wagony.



Rys.1. Zespół urządzeń do suchego gaszenia koksu;

1 - komora suchego gaszenia koksu SGK,

2 - kocioł odzysknicowy CU-12

Fig.1. The system for the dry extinction of the coke;

1 - the dry extin guishing chamber of the coke SGK,

2 - the waste-heat boiler CU-12

### 3. KOCIOŁ PAROWY ODZYSKNICOWY CU-12

Wykorzystanie ciepła unoszonego z gorącym gazem inertnym z komory SGK, zgodnie z założeniami, powinno być zrealizowane do produkcji pary wodnej w kotle parowym z przekazaniem jej do sieci parowej ogólnozakładowej i użyte w procesach technologicznych zakładu.

W projekcie koncepcyjnym instalacji SGK rozwiązano postawione zadanie przez dobudowanie do komory SGK kotła parowego typu CU-12 o cyrkulacji wymuszonej, o mocy cieplnej 12 MW, o ciśnieniu pary przegrzanej na wylocie z kotła 1,28 MPa i temperaturze 483 K. Woda zasilająca 378 K.

Kocioł zabudowano na konstrukcyjnej ramie żelazobetonowej za komorą SGK. Konstrukcja nośna kotła i ścian osłonowych pomieszczeń przykotłowych wsparta jest na ramie na poziomie +3,0 m. Górna krawędź rusztu nośnego kotła znajduje się na wysokości +20,0 m. W obrębie zabudowy konstrukcji nośnej znajduje się szereg urządzeń pomocniczych, współpracujących z kotłem CU-12 i komorą SGK. W dolnej części kotła wbudowana jest komora separacji grawitacyjnej.

Kocioł odzysknicowy parowy jest kotłem o cyrkulacji wymuszonej przy jednocierciowym przepływie gazu inertnego od dołu do góry. W kanale gazowym kotła zabudowane są pęczki rurowe powierzchni ogrzewalnych parownika PAR podgrzewacza wody PW i wykonany w formie rur wieszakowych przegrzewacz pary PRZ. Kocioł w swej dolnej części zintegrowany jest konstrukcyjnie z komorą separacji grawitacyjnej pyłu koksowego, unoszonego w strumieniu gazowym. Efekt separacji jest poprawiany przez zaprojektowany pęczek chwytający "daszkowy", wykonany z rur ekranowania ścian bocznych kanału kotła, stanowiących wejściową część powierzchni ogrzewalnej podgrzewacza wody PW. Komora separacji i pęczek chwytający zabezpieczają powierzchnie rurowe kotła przed działaniem erozyjnym pyłu koksowego. Strącone w komorze separacji ziarna koksu usuwane są z leja komory poza instalację SGK.

Bezpośrednio za wylotem gazu inertnego z kotła znajduje się cyklonowy poziomy separator pyłu koksowego, stanowiący II-gi stopień oczyszczania gazu z drobnych frakcji pyłu koksowego przed wejściem na ssanie wentylatora podmuchu pod ruszt komory SGK. Strącony w separatorze pył gromadzony jest w zasobniku lotnego koksyku, a następnie usuwany poza obręb instalacji. W projekcie przewidziano ponadto możliwość ew. zlokalizowania, na odcinku kanału łączącego separator cyklonowy z wentylatorem, III-go stopnia odpylania na filtrze workowym, gdyby taka konieczność zaistniała.

Wentylatory tłoczenia gazu inertnego pod ruszt komory SGK 2 szt. połączone są po stronie tłoczenia z instalacją rozprywu gazu z podziałem na 3



strefy i 3 rurociągi transportu zbiorczego przesypu koksu spod 12 lejów poszczególnych stref. Możliwy jest ew. nawrót przesypu do komory SGK lub poza instalację SGK. Z rurociągu tłocznego część gazu jest wydzielana do 3 warstwownic wahliwych z następnym przedmuchem przez końcówki typu "grzebielnowego" w głąb warstwy gaszonego koksu.

### 3.1. Podgrzewacz wody PW

Zasilanie kotła wodą odbywa się poprzez komorę wlotową podgrzewacza wody na poziomie +4,5 m. Z komory zasilania woda przepływa ekranami obu ścian bocznych, łącznie przez 96 rur  $\phi$  44,5x5, do komory zbiorczej, umieszczonej na poz. +18,65 m. Obie komory PW, jak i pozostałe komory powierzchni ogrzewalnych w kotle i w obrębie instalacji SGK, zaprojektowano o wymiarze  $\phi$  159x12,5 z materiału K18-III. Z górnej komory PW woda wprowadzana jest do górnej komory powierzchni wykonanej z węzownic z rur  $\phi$  38x4 w postaci pęczka, stanowiącego dalszą część PW. Z dolnej komory pęczka PW woda zasilająca jest wprowadzana do walczaka. Pęczek rurowy PW wykonany jest z 32 rur równolegle włączonych do przepływu wody. Przepływ wody jest przeciwny do odniesienia do przepływu gazu inertnego.

Zastosowano układ powierzchni rurowych korytarzowy z osłonami ze względu na znaczną erozyjność ziaren koksu unoszonych z gazem. Prędkość gazu utrzymano na niskim poziomie. Podziałki międzyrurowe  $s_1 = 89$  mm,  $s_2 = 100$  mm. W całym projekcie kotła, dla ujednoczenia i zamienności elementów, powierzchnie ogrzewalne, w tym również pęczki parownika PAR - 4 szt, są wykonane identycznie jak pęczek podgrzewacza wody PW. Pęczki rurowe i komory zbiorcze usytuowano w sposób umożliwiający ich montaż i remont.

### 3.2. Parownik kotła PAR

Parownik kotła CU-12 w instalacji SGK zestawiony jest w sposób nietypowy dla klasycznych kotłów. Parownik składa się z dwu oddzielnych obiegów wody i połączenia powierzchni ogrzewalnych PAR. Jedną część stanowią rury ekranowania komory SGK, tj. ekrany ścian bocznych, stropu i kanału łączącego komorę z kotłem. Drugą część, z odrębnym przepływem, stanowią rury 4-ch pęczków, umieszczone w kanale przepływu gazu właściwego kotła. Przepływ w tak skonstruowanym układzie jest następujący. Woda z walczaka dopływa do pomp cyrkulacyjnych dwoma rurami centralnymi na ssanie pomp. Po stronie tłoczenia woda jest rozdzielana w kolektorze na dwa strumienie - jeden do

rur komory SGK, drugi strumień do rur, 4-taj pęczków PAR w kanale kotła CU-12. Pęczki włączone są do przepływu równoległe i przepływ mieszanki parowo-wodnej odbywa się w nich łącznie przez 4 x 32 = 128 rur  $\phi$  38x4 z mat. K18-II. Właściwy rozptyw jest ustalany przez odpowiednie skrzyżowanie rurociągów dopływowych. Mieszanka parowo-wodna z obu strumieni wprowadzana jest do walczaka, gdzie następuje odseparowanie wody od pary.

### 3.3. Przegrzewacz pary PRZ

Przy niewysokiej, wymaganej przez zakład koksowniczy temperaturze pary przegrzanej 483 K jako elementy powierzchni ogrzewalnej przegrzewacza wykorzystano rury wieszakowe, na których zawieszono pęczek RW i 4 pęczki PAR. Para nasycona z walczaka dopływa do komory zbiorczej na poziomie +19,3 m. Stąd wyprowadzono 48 rur  $\phi$  38x4 z mat. 16M. W dolnej części kotła rury przegrzewacza wprowadzone są do komory wylotowej dla pary przegrzanej z kotła na poz. +6,2 m. Z tej komory jest połączenie z siecią parową zakładu na odpowiedni poziom ciśnienia.

## 4. PODSUMOWANIE

Przedstawiona w pracy metoda suchego gaszenia koksu, z wykorzystaniem ciepła gaszenia do produkcji pary dla technologicznych procesów zakładu, stanowi nowe konstrukcyjne rozwiązanie ważnego problemu energetycznego w hutnictwie. Rozwiązuje ponadto szereg problemów natury ekologicznej. Umożliwia, w sposób stosunkowo prosty, modernizację starych koksowni pracujących w systemie gaszenia koksu metodą mokrą przez przebudowę na system SGK. Perspektywiczność przedstawionej metody SGK uzasadnia kontynuowanie w kraju prac w tym temacie, włącznie do fazy wdrożenia w wybranym zakładzie koksowniczym.

## LITERATURA

- [1] Szargut J.; Energetyka cieplna w hutnictwie. Katowice 1971, Wyd. "Śląsk"
- [2] Patent. Polska, nr 125147. Urządzenie do suchego gaszenia koksu
- [3] Patent. Polska, nr 149539. Zespół urządzeń do suchego gaszenia koksu
- [4] Żamojdo R., Sikorski W.; Utylizacja ciepła gaszenia koksu. Koncepcja instalacji do suchego gaszenia koksu - wariant "A" i "B". Raporty Inst. Tech.Ciepl. PWr 1987, ser.SPR nr 19.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Ludwik Cwynar

ПАРОВОЙ КОТЕЛ - СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМЫ ТЕПЛОИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
НОВОГО МЕТОДА СУХОГО ТУШЕНИЯ КОКСА

Р е з ю м е

В реферате дается описание котла-утилизатора типа ЦУ-12, предназначенного для отбора тепловой энергии от инертного газа с установки сухого тушения кокса. Обсуждено, разработанный в Институте теплотехники и механики жидкостей Вроцлавского политехнического института, новый патент метода сухого тушения кокса, согласно с патентом ПНР № 149539. В предлагаемой системе теплоиспользования, котел ЦУ-12 составляет интегральную часть установки. Между котлом и камерой SGK, в которой происходит тушение кокса, циркулирует инертный газ. Произведен анализ и сравнение известного в технике тушения кокса водой с предлагаемым в работе методом сухого тушения SGK. Научно-исследовательская работа была оформлена в виде технического проекта, как подготовка к внедрению SGK при модернизации существующих в стране коксовых заводов, работающих методами тушения кокса с использованием воды.

STEAM BOILER AS AN ELEMENT OF HEAT RECOVERY SYSTEM  
IN NEW DRY EXTINCTION OF COKE METHOD

S u m m a r y

In the work solution of the waste-head boiler type CU-12 for recovery thermal energy included in euter gases from the dry extinction of coke installations is presented. The new method of the dry extinction of coke / under the patent PRL nr 149539 / worked out in Institute of Power Technics and Fluid Mechanics was discussed. In this method boiler CU-12 is integral part of installation and performs as the cool installation of inert gas, circulating in closed cycle, between chamber SGK, in which the coke is extinguished and boiler CU-12. The whole of inventions was analysed in comparing with known in technics water spraying extinction of coke with written in work dry method SGK. The work has a project character, and is a basic stage at preparing to plementation thanks to modernization of existed in country coke oven battery, working with wet extinction of coke method.