

Serie: ENERGETYKA z. 94

Nr kol. 880

Bogusław BOGUCKI, Jan ŚWIRSKI, Viola WRÓBLEWSKA

Instytut Energetyki  
Zakład Procesów Ciepłych

## ROZPALANIE KOTŁÓW ENERGETYCZNYCH PYŁEM WĘGLOWYM

Streszczenie. Omówiono doświadczenia eksploatacyjne z El. Skawina dotyczące rozpalania kotłów energetycznych pyłem węglowym z zastosowaniem palników pyłowych typu wirowego. Przedstawiono koncepcję instalacji rozpałkowej na pył z węgla brunatnego dla kotłów OP-650b bez stosowania pośrednich zasobników pyłu. Omówiono konstrukcję palników pyłowych przystosowanych do zmiennego zakresu obciążeń cieplnych w okresie uruchamiania kotła. Podano sposób uruchomienia kotła i przeprowadzono wstępną ocenę efektów wynikających ze zmniejszenia zużycia oleju opałowego.

### 1. Wstęp

Rozpalanie kotłów energetycznych pyłem węglowym nie jest zagadnieniem nowym. Wiele kotłów, zwłaszcza starszych konstrukcji, których instalacje paleniskowe były wyposażone w pośrednie zasobniki pyłu posiadało (lub do dziś posiada) palniki rozpałkowe typu muflowego. W nowoczesnych kotłach energetycznych, pozbawionych systemu pośredniego bunkrowania pyłu powszechne zastosowanie znalazły wygodne i funkcjonalne, olejowe instalacje rozpałkowe. Dopiero ostry deficyt oleju opałowego oraz wysoka jego cena zmusiły do poszukiwania rozwiązań eliminujących całkowicie, lub częściowo olej jako paliwo rozpałkowe.

Istnieje wiele rozwiązań instalacji rozpałkowych wykorzystujących pył z węgla brunatnego [1, 6], w których zastosowano specjalne zasobniki wyposażone w systemy zabezpieczające przed wybuchem pyłu oraz palniki rozpałkowe różnorodnej konstrukcji. Jednakże zabudowanie takich instalacji w pracujących elektrowniach jest niezwykle kłopotliwe ze względów lokalizacyjnych. W kotłach spalających węgiel kamienny projektowanych obecnie proponuje się instalacje rozpałkowe na pył węglowy pobierany z pośrednich zasobników, przy czym gromadzenie lub jego produkcja w czasie rozpalania kotła, mogą być w różny sposób realizowane. Doświadczenia zagraniczne w tym zakresie dotyczą stosowania jedynie węgla wysokokalorycznych. Lokalizacja takich instalacji w pracujących elektrowniach stwarza duże problemy.

W IEn podjęto prace koncepcyjne i badawcze nad stworzeniem instalacji rozpałkowej wykorzystującej pył węglowy bez konieczności stosowania pośrednich zasobników pyłu. Prowadzone były i są prace nad zastosowaniem palników wirowych silnie stabilizujących jako palników rozpałkowych. Pozytywne wyniki pracy pyłowych palników rozpałkowych konstrukcji IEn zastosowanych w El. Skawina oraz zebrane doświadczenia w pełni uzasadniają przyjęcie takiej konstrukcji palnika w pyłowych instalacjach rozpałkowych kotłów. Koncepcję instalacji rozpałkowej

wykorzystującej pył węglowy opracowano w IEn dla kotła El.Pątnów.

## 2. Palnik wirowy silnie stabilizujący instalacji rozpałkowej kotła El.Skawina

Dotychczasowe doświadczenia badawcze IEn w zakresie palników pyłowych przedstawione w pracach [2,3], stanowiły podstawę doboru konstrukcji palnika rozpałkowego.

W latach 1982+83 w IEn opracowano rozruchowy palnik pyłowych o mocy cieplnej 20+24 MW przeznaczony dla kotła OP-230 w El.Skawina. Konstrukcję tego palnika przedstawiono na rysunku 1. Rolę palnika zapłonowego pełni palnik olejowy z rozpyleniem wirowym wspomaganym zawirowaniem pary o wydajności 400 kg/h. Palnik ten w postaci lancy umieszczony jest w osi palnika pyłowego. W palniku pyłowym zastosowano zawirowywacze osiowe. Łopatkki zawirowywacze powietrza wtórnego posiadają końcówki ruchome, które pozwalają regulować kąt łopatek w granicach  $40+60^{\circ}$  [4].

Próby przeprowadzone w El.Skawina wykazały, że palnik pyłowy rozruchowy może pracować bez stabilizacji olejem przy koncentracji pyłu w zakresie  $0,45 + 0,53 \text{ kg/m}^3$  przy zasilaniu powietrzem gorącym jak i zimnym. Stwierdzono pełną przydatność palnika do rozruchu kotła przy znacznym skróceniu czasu rozruchu i zmniejszeniu zużycia oleju opałowego o około 70%. Nowe palniki mogą być używane również do pracy podstawowej w szerokim zakresie zmian obciążenia kotła [4, 5].

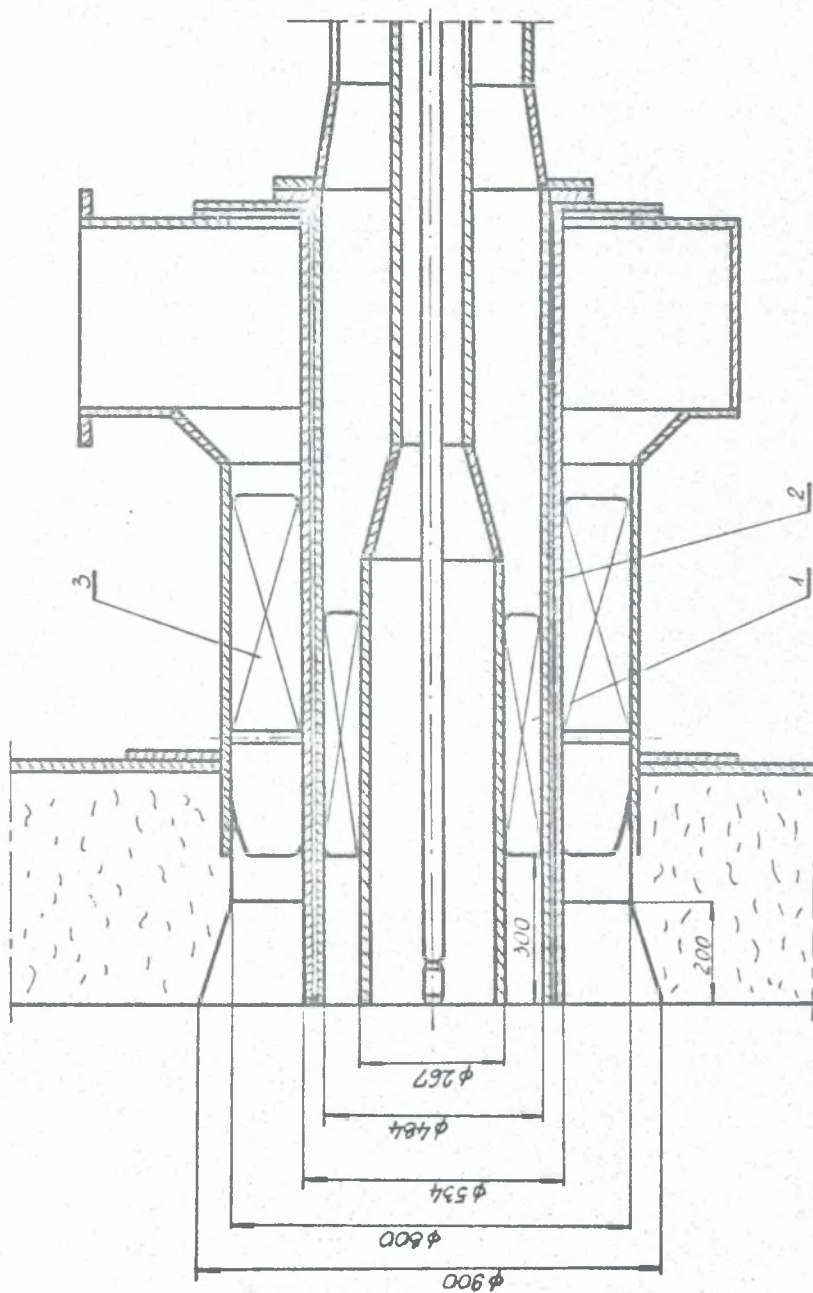
## 3. Koncepcje instalacji rozpałkowych bez stosowania pośrednich zasobników pyłu

Analiza znanych rozwiązań rozpalania kotłów opalanych pyłem węgla brunatnego wykazała, że całkowite wyeliminowanie oleju opałowego jest trudne do osiągnięcia. Wychodząc z założenia minimalizacji jego zużycia zaproponowano schemat instalacji rozpałkowej bez stosowania pośrednich zasobników pyłu, przedstawiony na rysunku 2 [6,8].

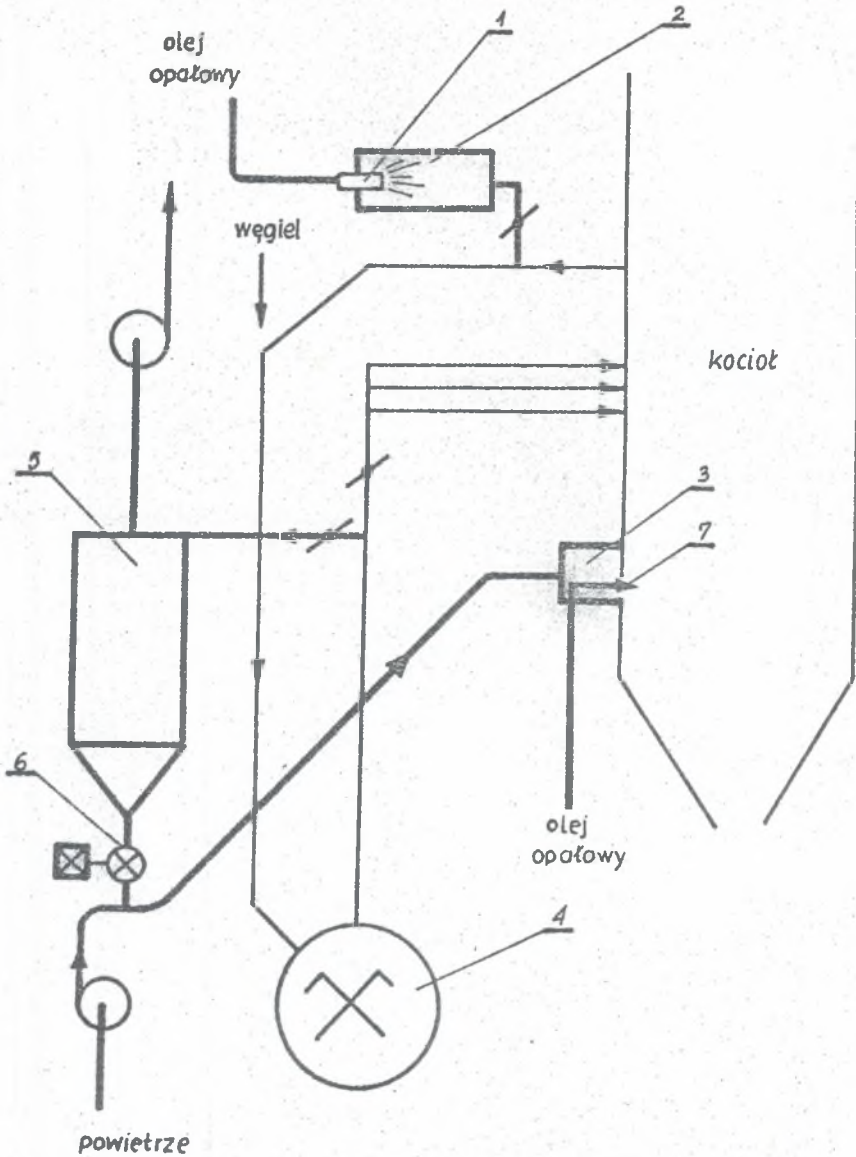
W pierwszej fazie rozruchu kotła czynnikiem suszącym węgiel w młynie są spaliny powstałe w komorze spalania (2) w wyniku uruchomienia specjalnego palnika olejowego (1). Mieszanka pyłowo-gazowa kierowana jest z młyna (4) do cyklona (5). Pył podawany podajnikiem (6) jest transportowany z niewielką ilością powietrza do palnika rozpałkowego (3). Zapłon pyłu węglowego następuje od palnika olejowego o małej wydajności (7).

Technologia rozruchu kotła składa się z następujących kolejnych czynności:

- uruchomienie młyna (4) i wentylatora usuwającego spaliny z cyklona (5),



Rys. 1 Szkic rozruchowego palnika pyłowego; 1- zawirowniczy mieszalnik pyłowo-powietrznej, 2- przewód mieszalnik pyłowo-powietrznej, 3 - zawirowniczy powietrza wtórnego  
 FIG. 1. Schematic of a pulverized coal starting up burner; 1- swirler of air-dust mixture 2- channel of air-dust mixture, 3- swirler of secondary air



Rys. 2 Schemat instalacji rozpałkowej pyłowej dla kotłów OP-65Ob El. Państwów: 1- palnik olejowy, 2- komora spalania, 3- palnik rozpałkowy, 4- młyn, 5- separator cyklonowy, 6- podejnik pyłu, 7- palnik zapłonowy

Fig. 2. Schematic of starting system supplied by pulverized brown coal for OP-65Ob boilers in Turów power plant: 1- oil burner, 2- oil combustion chamber, 3- starting burner, 4- coal mill, 5- cyclonic separator, 6- pulverized coal feeder, 7- initial burner (for ignition)



- zapalenie palnika olejowego (1) w komorze spalania (2),
- doprowadzenie węgla do młyna po jego nagraniu do odpowiedniej temperatury,
- uruchomienie palnika zapłonowego (7),
- uruchomienie wentylatora podającego powietrze nośne do palnika rozpałkowego (3),
- uruchomienie podajnika pyłu (6) pod cyklonem,
- wyłączenie palnika zapłonowego po zapłonie pyłu w palniku rozpałkowym.

Koncepcja instalacji pyłowej rozpałkowej przedstawiona na rysunku 2 stała się podstawą opracowania projektu wstępnego tej instalacji dla kotła w El. Patków. W projekcie dokonano wstępnego doboru urządzeń oraz ich rozmieszczenia w obrębie kotła, jak również ustalono trasę głównych przewodów powietrza i mieszaniny pyłowo-powietrznej [8]. Kompletny schemat tej instalacji pokazano na rysunku 3.

Rysunek 4 przedstawia schemat instalacji rozpałkowej zaproponowany dla kotłów OP-650b El. Turów [9]. Zastosowanie separacji oparów w układzie zasilania palników pozwala na wykorzystanie jej jako elementu wzbogacającego mieszaninę pyłowo-gazową przed palnikiem rozpałkowym. Wentylator (3) tłoczący mieszaninę pyłowo-gazową jest tu konieczny, gdyż spręż młyna wentylatorowego nie wystarczy na pokonanie oporów wirowego palnika rozpałkowego. Krótki czas pracy tego wentylatora nie powinien powodować nadmiernego zużycia erozyjnego jego wirnika.

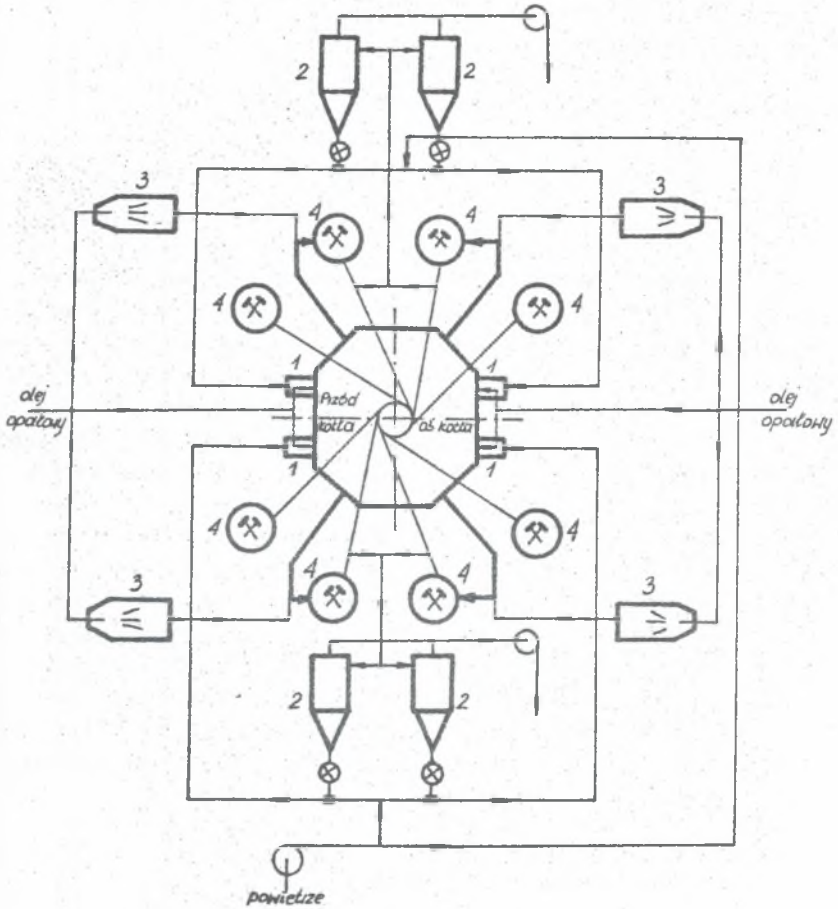
Na rysunku 5 przedstawiono schemat z zastosowaniem separatora cyklonowego podobny do schematu instalacji dla kotła El. Patków (rys. 2). Wymiary cyklonów będą jednak mniejsze, gdyż tylko około 60% czynnika wentylującego przepływa z koncentratora do cyklonów.

Koncepcja uruchamiania, jak i technologii rozruchu kotła OP-650b w El. Turów nie różni się od przedstawionej dla kotła El. Patków.

Oryginalnym i ważnym elementem instalacji jest wytwornice spalin (komora spalania wraz z palnikami olejowymi). Wytworzone w niej spaliny mają zadanie podgrzać młyn i suszyć węgiel w czasie mielenia. Rozwiązanie konstrukcyjne wytwornicy powinno zapewnić całkowite wypalenie oleju oraz regulację wydajności w szerokim zakresie [7].

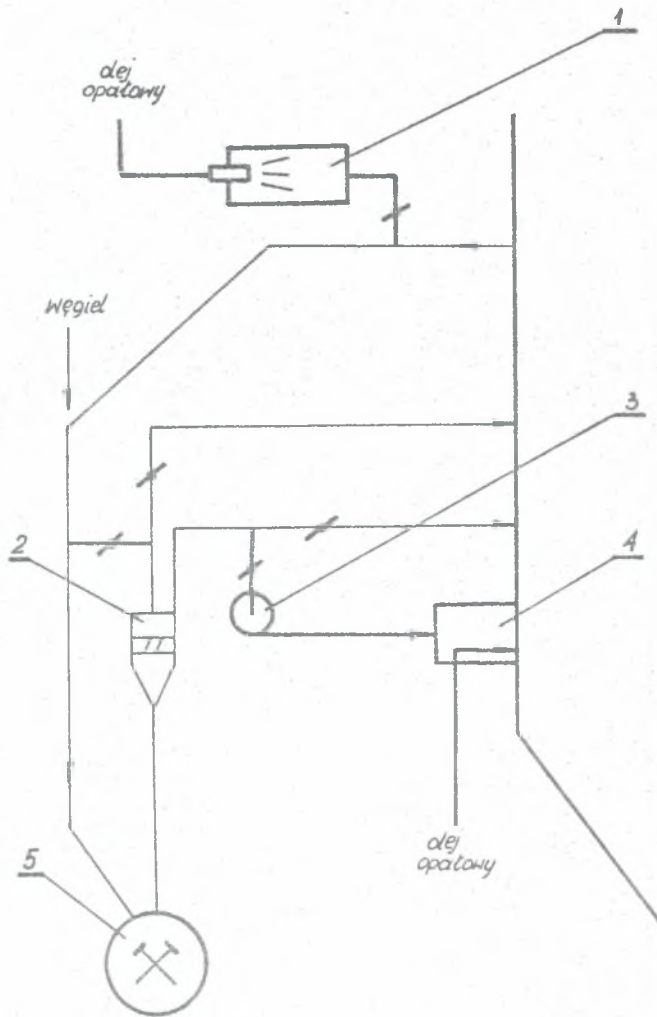
#### 4. Palnik rozruchowy dla instalacji rozpałkowej kotła w El. Patków

Parametry techniczne pyłowego palnika rozruchowego ustalono, biorąc pod uwagę określoną technologię rozruchu kotła [6]. Wydajność cieplną palników dostosowano do poszczególnych faz rozruchu tak, aby sumaryczne zapotrzebowanie ciepła nie różniło się od dotychczasowego stanu. Całkowity czas rozruchu został podzielony na trzy etapy, a wynikające z realizacji tych faz zapotrzebowanie ciepła będzie pokryte przy pracy określonych kombinacji dysz mieszaniny pyłowo-powietrznej



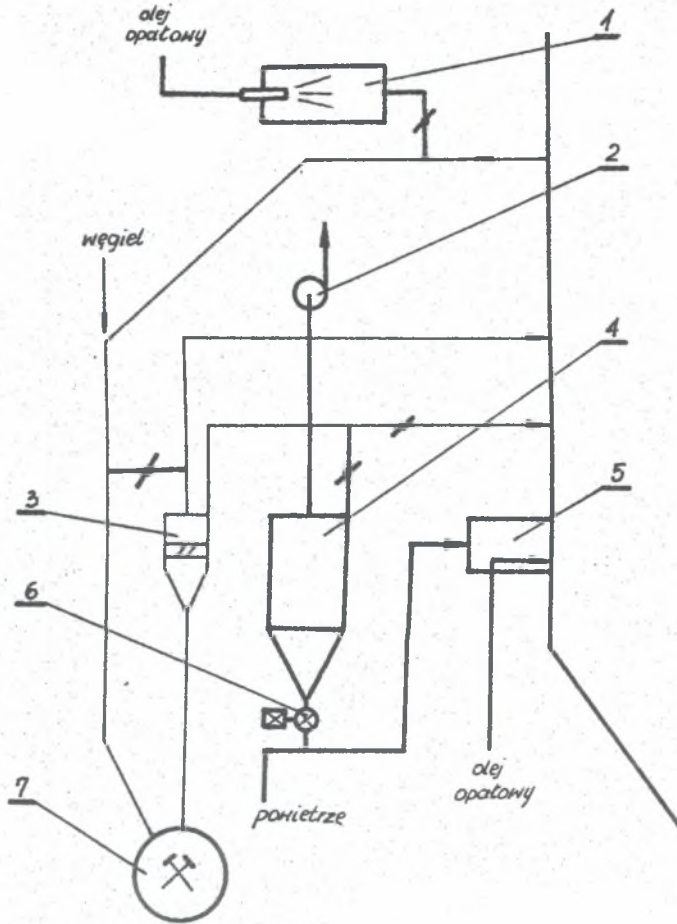
Rys. 3 Rozwinięty schemat instalacji rozpałkowej pyłowej kotła El. Pątnów; 1- palnik rozpałkowy, 2- separator cyklonowy z podajnikiem pyłu, 3- wytwarznica spalin, 4 - młyn

Fig. 3. Complete schematic of starting system supplied by pulverized brown coal in Pątnów power plant; 1- starting burner, 2- cyclonic separator with dust feeder, 3- generator of hot flue gases, 4- coal mill



Rys. 4 Schemat instalacji rozpławkowej pyłkowej dla kotł $\acute{o}$ w OP-650 El. Tur $\acute{o}$ w (bez separatora cyklonowego):  
 1- palnik olejowy z komorą spalania, 2- koncentrator, 3- wentylator, 4- palnik rozpławkowy z palnikiem zapłonowym, 5- młyn

Fig. 4. Schematic of starting system supplied by pulverised brown coal for OP-650b boilers in Tur $\acute{o}$ w power plant (with out cyclonic separator): 1- oil burner with its combustion chamber, 2- concentrator, 3- fan, 4- starting burner with initial burner, 5- coal mill

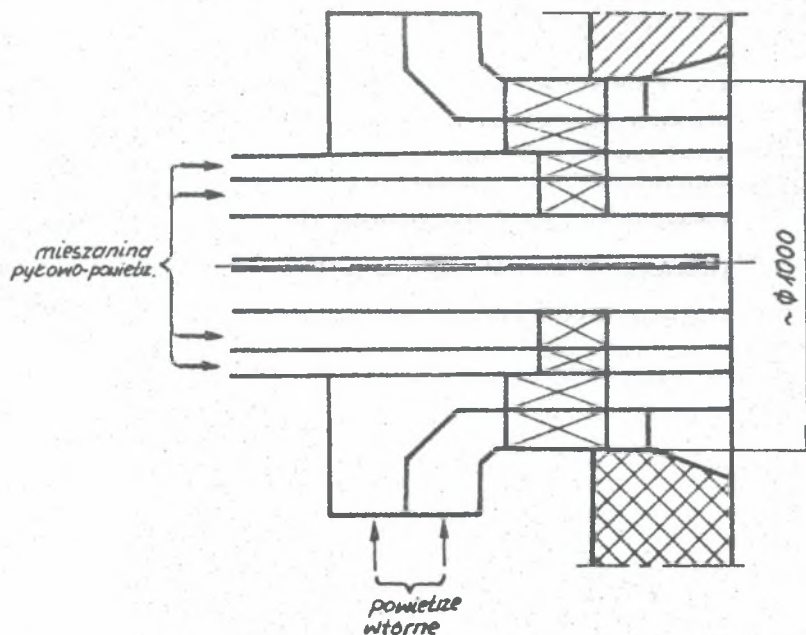


Rys.5 Schemat instalacji rozpałkowej pyłowej dla kotłów OP-650b El.Turów (z separatorem cyklonowym): 1- palnik olejowy z komorą spalania, 2- wentylator zrzutowy, 3- koncentrator, 4- cyklon, 5- palnik rozpałkowy z palnikiem zapłonowym, 6- podajnik pyłu, 7- młyn

Fig.5. Schematic of starting system supplied by pulverized brown coal for OP-650b boilers in Turów power plant (including cyclonic separator): 1- oil burner with its combustion chamber, 2- exhaust fan, 3- concentrator, 4- cyclon, 5- starting burner with initial burner, 6- dust feeder, 7- coal mill



i powietrze wtórne palnika wirowego. Jedną z propozycji konstrukcyjnego rozwiązania palnika rozpałkowego o podwójnym układzie dysz, przedstawiono na rys.6.



Rys.6 Rozwiązanie konstrukcyjne palnika rozpałkowego pyłowego typu wirowego

Fig.6. Schematic of design of pulverized coal starting burner of swirling type

## 5. Podsumowanie

1. Zastosowanie instalacji rozpałkowych pyłowych pozwala na znaczne oszczędności oleju opałowego. Porównanie zużycia oleju opałowego dla istniejących i proponowanych instalacji El.Pątnów i El.Turów podaje tabele 1.
2. Przedstawione propozycje instalacji dla El.Pątnów i El.Turów, pomimo nieco skomplikowanej struktury, mogą być zaprojektowane i wykonane przez krajowy przemysł kotłowy.

Tabela 1

Porównanie zużycia oleju opałowego i węgla  
w czasie rozruchu

| Kocioł OP-650b w El. Patków  |   |                  |                                |
|--|---|------------------|--------------------------------|
| Rozruch z wykorzystaniem olejowej instalacji rozpałkowej (stan istniejący) |   | ze stanu zimnego | ze stanu gorącego (6h postoju) |
|  | Zużycie oleju opałowego (do synchronizacji bloku) | 35 ton           | 20 ton                         |
|  | Zużycie węgla (do synchronizacji bloku)           | 20 ton           | 32 tony                        |
| Rozruch z wykorzystaniem pyłowej instalacji rozpałkowej (projekt)          |   |                  |                                |
|  |   | ze stanu zimnego | ze stanu gorącego (6h postoju) |
|  | Zużycie oleju opałowego (do synchronizacji bloku) | 5 ton            | 4 tony                         |
|  | Zużycie węgla (do synchronizacji bloku)           | 180 ton          | 110 ton                        |
| Kocioł OP-650b w El. Turów (palniki ze zrzutem parów)                      |   |                  |                                |
| Rozruch z wykorzystaniem instalacji rozpałkowej olejowej (stan istniejący) |   | ze stanu zimnego | ze stanu gorącego (8h postoju) |
|  | Zużycie oleju opałowego (do synchronizacji bloku) | 29 ton           | 7,5 ton                        |
|  | Zużycie węgla (do synchronizacji bloku)           | 152 tony         | 77,5 ton                       |
| Rozruch z wykorzystaniem pyłowej instalacji rozpałkowej (przewidywanie)    |   |                  |                                |
|  |   | ze stanu zimnego | ze stanu gorącego (8h postoju) |
|  | Zużycie oleju opałowego (do synchronizacji bloku) | 5 ton            | 4 tony                         |
|  | Zużycie węgla (do synchronizacji bloku)           | 200 ton          | 120 ton                        |

## LITERATURA

- [1] Świrski J.: Koncepcje instalacji rozpałkowej kotła na węgiel brunstny. Praca IEn, Warszawa 1983 r.
- [2] Wróblewska V., Żelkowski J.: Podstawy projektowania palników pyłowych. Praca IEn, Warszawa 1976 r.
- [3] Golec T., Witkowski Sł., Wróblewska V.: Uproszczony model matematyczny palników wirowych silnie stabilizujących. "Energetyka" nr 9/1983.
- [4] Praca zbiorowa: Rozruch kotłów energetycznych za pomocą palników pyłowych stabilizowanych olejem. Praca IEn, Warszawa 1983 r.
- [5] Prażuch K., Jedemus H.: Próby rozpalenia kotłów za pomocą palników pyłowych stabilizowanych olejem. Praca E-pomiaru, Gliwice 1982 r.
- [6] Bogucki B., Świrski J., Wróblewska V.: Założenia dla instalacji rozpałkowej na pył węglowy. Praca IEn, Warszawa 1984 r.
- [7] Projekt rozruchowego układu podgrzewania czynnika suszącego miłyna wentylatorowego kotła OP-650b El. Pątnów. Praca CBKK - Tarnowskie Góry, 1985 r.
- [8] Projekt koncepcyjny instalacji rozpałkowej na pył węglowy kotła OP-650b El. Pątnów. Praca Rafsko - Racibórz, 1985 r.
- [9] Bogucki B., Świrski J., Wróblewska V.: Założenia dla instalacji rozpałkowej pyłowej kotła OP-650b El. Turów, Praca IEn, Warszawa 1985 r.

## РАСПОЛКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛОВ УГОЛЬНОЙ ПЫЛЬЮ

## Р е з ю м е

Представлен эксплуатационный опыт Эл. Скавина касающийся пуска котельных агрегатов при помощи угольной пыли с применением вихревых горелок. Представлена концепция системы пуска котлов ОП-650б при помощи пыли бурого угля и при отсутствии промежуточного бункера пыли. Предложена конструкция пылеугольной горелки для покрытия переменного диапазона тепловых нагрузок во время пуска котельной установки. Предложен способ пуска котельного агрегата и представлена предварительная оценка эффектов вытекающих из уменьшения расхода мазута.

## STARTING FIRE OF POWER PLANT BOILERS ON PULVERISED COALS BURNER

## S u m m a r y

Operational experiences from Skawins power plant concerning starting up with pulverised coal fired boilers with swirl burners have been described. An idea of starting system without intermediate bunker teeded by brown coal dust for OP-650b boiler has been presented together with swirl burner design adapted for variable heat release during boiler's starting

up. Paper includes also starting procedure of the boiler and an estimation of economical effects of oil consumption reduction.

Recenzent: Prof. mgr inż. Piotr Orłowski

Wpłynęło do Redakcji w marcu 1986 r.