ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1986
Seria: ENERGETYKA z. 94 Nr kol. 880

Zbigniew RATAJ
Franciszek GRAMATYKA

Instytut Maszyn i Urządzeń Energetycznych
Politechniki Śląskiej

ANALIZA ZJAWISK I PROCESÓW DETERMINUJACYCH PRACĘ PALENISKA NARZUTOWEGO

Streszczenie. W pracy przedstawiono opis zjawiska i procesów zachodzacych w palenisku narzutowym, umożliwiającym spalanie węgla pogorszonej jakości. Omówiono przebieg procesu spalania, aspekty doboru rusztu, rolę komory paleniskowej, związki ilościowe między powietrzem pierwotnym i wtórnym oraz zjawisko unosu z kotła. Przedstawiono analizę zjawiska narzutu paliwa na ruszt.

1. Wprowadzenie

Jednym ze sposobów umożliwiających opalanie kotłów energetyki przemysłowej węglem kamiennym pogorszonej jakości jest zastosowanie paleniska narzutowego. Stosowane powszechnie w wielu krajach i w Polsce paleniska narzutowe pozwalają rozwiązać problemy spalania tego rodzaju paliw w kotłach przemysłowych średnich i dużych wielkości, gdyż łączą w sobie cechy spalania w zawieszeniu i na ruszcie [1,2,5,6,9].

Palenisko narzutowe składa się z taśmowego rusztu przeciwbieżnego stanowiącego dolne zamknięcie komory paleniskowej, narzutników umieszczonych nad rusztem w przedniej ścianie komory i dozowników węgla z napędami. Nieodłączną częścią składową tego paleniska jest instalacja nawrotu lotnego popiołu oraz instalacja podmuchu powietrza wtórnego wprowadzanego ponad rusztem do komory paleniskowej.

Dla prawidłowego doboru cech konstrukcyjnych i parametrów eksploatacyjnych poszczególnych elementów paleniska narzutowego konieczna jest znajomość zjawisk i procesów zachodzacych w palenisku, które przedstawiono w zarysie w niniejszej pracy.

2. Zjawisko narzutu paliwa na ruszt

Paliwo do paleniska narzutowego doprowadzane jest przez dwa zasadnicze układy: dozownik i narzutnik. W stosowanych obecnie narzutnikach mechanicznych wirnik z dwoma lub czterema łopatkami na obwodzie wykonuje ruch obrotowy z prędkością 3,33 - 18,33 1/s .

Pomijając różnice w ilości i kształcie łopatek oraz w systemie chłodzenia korpusu narzutnika wyróżniamy dwie odmiany narzutników: z dolnym i górnym wyrzutem paliwa.

Jednym z czynników zapewniających prawidłowy przebieg procesu spalania jest równomierne pokrycie paliwem całej powierzchni rusztu, w sposób maksymalnie ciągły i w ilości odpowiadającej aktualnej wydajności cieplnej kotła. Równomierność pokrycia pokładu rusztowego w przekroju poprzecznym uzależniona jest od profilu łopatek narzutnika oraz od udziału szerokości narzutników w szerokości rusztu. Profil łopatki narzutnika dobierany jest eksperymentalnie do danego paliwa, gdyż ze wzrostem rozdrobnienia węgla (dużej zawartości podziarna), wzrostem zawartości wilgoci i nierównomiernym dozowaniu węgla na wirnik narzutnika maleje zdolność łopatek wirnika do rozszerzenia wyrzucanej strugi węgla, odpowiednio do szerokości pasa rusztu obsługiwanego przez narzutnik. Zalecana wartość udziału szerokości narzutników w szerokości rusztu wynosi powyżej 0,55 [11]. Obliczone wartości tego udziału dla palenisk różnych producentów wynoszą [9]:

0,44 - 0,64 dla palenisk produkcji zachodniej,
0,32 - 0,46 dla palenisk produkcji radzieckiej,
0,23 - 0,45 dla palenisk produkcji krajowej.

Równomierność pokrycia paliwem pokładu rusztowego na jego długości uzależniona jest od położenia strugi węgla względem osi wirnika narzutnika, jego prędkości obrotowej oraz od własności fizyko-chemicznych paliwa [9].

Zjawisko narzutu paliwa jest bardzo złożone, a zasięg i równomierność pokrycia uzależniona od wpływu szeregu parametrów, takich jak prędkość narzutnika i wysokość jego nad rusztem.

Dla wyjaśnienia tego, w pracy [9] przedstawiono model matematyczny uwzględniający: zmienną wysokość usytuowania narzutnika nad pokładem rusztowym, prędkość obrotową, kąt padania ziaren na łopatki, rozmiar ziaren, gęstość węgla, gęstość spalin, dopływ gazu transportującego i wielkość sił oporu ośrodka gazowego. Do najistotniejszych przyjmowanych założeń upraszczających należy: pominięcie zmiany rozmiaru ziarna w wyniku odgazowania i dopalania, przyjęcie jednakowych prędkości i kątów wyrzutu dla różnych ziaren (zagadnienie dwuwymiarowe) i stałej gęstości gazu.

Równania różniczkowe ruchu ziaren[x)] po rozwiązaniu przyjmują postać równań (1) i opisują trajektorię ruchu, w postaci parametrycznej.

$$x(t) = w_{x_0} \cdot t - \frac{1}{2} A\, w_{x_0} v_0 t^2 + \frac{A}{6}\left(2 A\, w_{x_0} v_0^2 - g \frac{w_{x_0} v_{y_0}}{v_0}\right) t^3 \qquad (1)$$

x) Z uwagi na objętość pracy pominięto wyprowadzenie; znajduje się ono w pracy [9], gdzie przedstawiono nadto wyniki analizy dla kotła OR16-110

$$y(t) = y_o + w_{y_o} t - \frac{1}{2}\left(g - Av_{y_o} v_o\right)t^2 - \frac{A}{6}\left(2Av_{y_o} v_o^2 - gv_o - g\frac{v_{y_o}^2}{v_o}\right)t^3 \quad (1)$$

gdzie:

w_{x_o}, w_{y_o} - składowe prędkości początkowej w_o cząstki paliwa, m/s

$$w_{x_o} = w_o \cos\alpha_o \; ; \; w_{y_o} = w_o \sin\alpha_o \quad (2)$$

α_o - kąt wyrzutu cząstki,

v_o - względna prędkość poruszającej się cząstki w ośrodku, m/s

$$v_{x_o} = w_{x_o} \quad ; \quad v_{y_o} = w_s - w_{y_o}$$

w_s - prędkość gazu,

g - przyspieszenie ziemskie, m/s^2

y_o - wysokość wirnika nad pokładem rusztowym, m

A - stała zależna od współczynnika oporu aerodynamicznego ψ, gęstości spalin ρ_s, gęstości węgla ρ_w, średnicy cząstki d

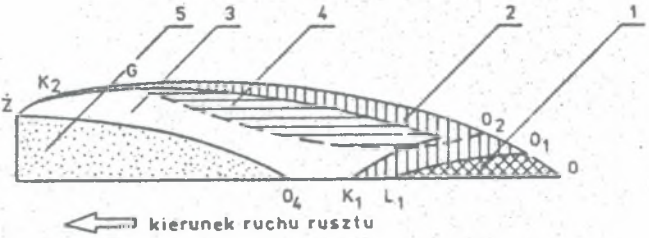
$$A = \frac{3\psi\rho_s}{4\,d\,\rho_w} \quad (3)$$

Podane równania ruchu cząstek pozwalają przeanalizować wpływ szeregu parametrów na zasięg rzutu i czas przebywania w zawieszeniu oraz trajektorię. W oparciu o nie (1), (2), (3) można wyznaczyć optymalną prędkość narzutników i wysokość ich usytuowania.

3. Proces spalania. ruszt. komora paleniskowa

Spalanie w palenisku narzutowym jest procesem odmiennie przebiegającym niż w palenisku warstwowym[4, 9]. Zachodzi ono zarówno w warstwie spoczywającej na ruszcie, jak też w zawieszeniu w przestrzeni komory paleniskowej. Drobne ziarna węgla unoszone przez gazy wypełniające komorę spalają się w przestrzeni nadrusztowej wypełniając płomieniem komorę paleniskową.

Przebieg spalania na ruszcie przedstawiono schematycznie na rys.1.[1]



Rys.1. Strefy spalania w warstwie węgla na ruszcie

Fig.1. Combustion zones in coal on spreader stoker

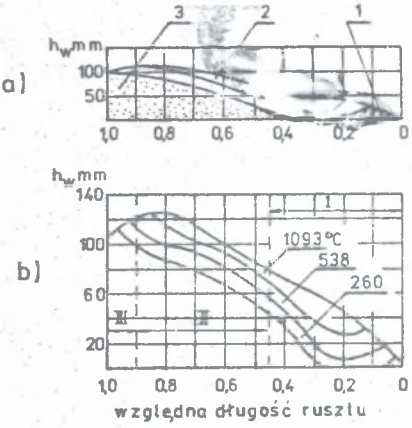
W początkowym punkcie grubość warstwy paliwa jest równa zero ruszt porusza się do przodu . W warstwie paliwa wyróżnia się następujące strefy

1- świeży węgiel, 2- strefa wydzielania części lotnych, 3- strefa spalania koksu, 4- strefa zgazowania, 5- strefa żużla.

Węgiel po podgrzaniu ciepłem paleniska i osiągnięciu temperatury zapłonu zapala się od góry. Powierzchnia izotermiczna (temperatury zapłonu) rozciąga się wzdłuż pochylonej płaszczyzny i przemieszcza się do wnętrza warstwy (linia O_1L_1). Narzut węgla powoduje, że na palącą się warstwę (2 i 3) nasuwają się nowe ziarna węgla, które mają możliwość formowania czoła zapłonu - od góry i dołu. Widać, że dolne czoło odpowiada jednocześnie zakończeniu procesu odgazowania; linia O_2K_1 łączy się z linią O_2K_2 w punkcie O_2.

Warstwa palącego się węgla zwiększa swą grubość w wyniku rozszerzania się strefy płomienia. W punkcie K_2 (zakończenie narzutu nowego paliwa) osiąga grubość początkową. Linia O_3G stanowi rzut powierzchni rozdziału obszarów bogatych i ubogich w tlen. Warstwa żużla zaczyna się w punkcie O_4.

Opisany przebieg procesu potwierdzają badania przeprowadzone przez Marskella [16], rys.2a i 2b.



Rys.2. Strefy spalania w warstwie węgla wg Marskella

Fig.2. Combustion zones in coal bed by Marskell

Występują tutaj takie fazy, jak: 1 - świeży węgiel, 2 - warstwa aktywna, 3 - żużel. Zmiany powierzchni izotermicznych w warstwie wzdłuż rusztu przedstawia rys.2b. Wyróżniono tutaj strefy: I - strefa podgrzewania węgla do temperatury zapłonu spalania niestabilnego, II - strefa spalania stabilnego, III - strefa żużla.

Ponieważ zapłon w palenisku narzutowym następuje od góry (od płomienia) to w przypadku spalania węgli wilgotnych $W_t^r > 18\%$ prędkość przesuwu rusztu musi być mniejsza.

Z uwagi na spalanie części węgla w zawieszeniu z udziałem z, to jednostkowe obciążenie cieplne powierzchni rusztu paleniska narzutowego q_r^n jest wielokrotnością wartości przyjmowanej dla paleniska warstwowego q_r [9, 10].[x)]

$$q_r^n = \frac{1}{1 - z} q_r \quad kW/m^2 \qquad (4)$$

x) Podobnie większe jest masowe obciążenie powierzchni rusztu. Zdefiniowano to obciążenie w pracy [10].

Wartości wskaźnika [4] zawierają się w zakresie 1400-2800 kW/m^2 i różnią się w zależności od wydajności cieplnej kotła i typu rusztu [9]. Udział części ziaren spalanych w zawieszeniu wynosi przeciętnie 0,25-0,50 i zależy od składu granulometrycznego węgla, strumienia powietrza i prędkości narzutnika [17]. Wyniki badań procesów spalania w paleniskach potwierdzają możliwość zasilania rusztu powietrzem pierwotnym bez rozdziału strefowego (wyrównane wartości rozkładu koncentracji (O_2), (RO_2), (CO) nad rusztem).

W palenisku stosować można różne rodzaje rusztów [10]. Najbardziej odpowiednim jest ruszt, którego rusztowiny doprowadzają powietrze przez otwory stożkowe rozmieszczone w jednym lub w dwóch rzędach. Uzyskuje się wtedy większe prędkości i pełniejszy dopływ powietrza, niż poprzez szczeliny międzyrusztowe.[x)] [10]. Średnicę otworów można wyznaczyć z zależności (5):

$$D \leqslant 0,113 \sqrt{\frac{\lambda_k^p \; q_r \; R \; V_p^t \; (100 - S_4)}{n \; k \; Q_i^r \; w_{kr}(d)}} \qquad (5)$$

gdzie:

n, k - liczba otworów, liczba rusztowin,
λ_k^p - współczynnik nadmiaru powietrza pierwotnego,
R - powierzchnia użyteczna rusztu, m^2
V_p^t - teoretyczna ilość powietrza pierwotnego, m$_n^3$/kg
S_4 - strata paleniskowa, %
$w_{kr}(d)$ - prędkość krytyczna zawisu dla ziaren o średnicy d.

Komora paleniskowa kotła narzutowego powinna mieć większą wysokość niż komora kotła z paleniskiem warstwowym, by zapewnić odpowiedni czas pobytu (dopalania ziaren) w zawieszeniu. Z tego względu wskaźnik jednostkowego obciążenia cieplnego komory q_v posiada określony sens fizyczny, będąc zależnością funkcyjną od czasu spalania ziarna o średnicy d (6).

$$q_v = 273 \frac{\beta}{\lambda_k} \cdot \frac{(Q_i^r + I_p)}{V_s^t \cdot T_s} \cdot \frac{1}{\tau_{sp}(d)} \quad \text{kW/m}^3 \qquad (6)$$

gdzie:

β - stopień wypełnienia komory płomieniem 0,65-0,80,
V_s^t - teoretyczna ilość spalin, m$_n^3$/kg,
T_s - średnia temperatura spalin w komorze,
I_p - entalpia doprowadzonego powietrza, kJ/kg pal.,
$\tau_{sp}(d)$ - czas spalania ziarna o średnicy d.

Wartość obciążenia cieplnego objętości komory zawiera się w przedziale 200-480 kW/m^3 [9].

x) W kraju opracowano projekt takiego rusztu.

4. Bilans strumieni powietrza w palenisku narzutowym

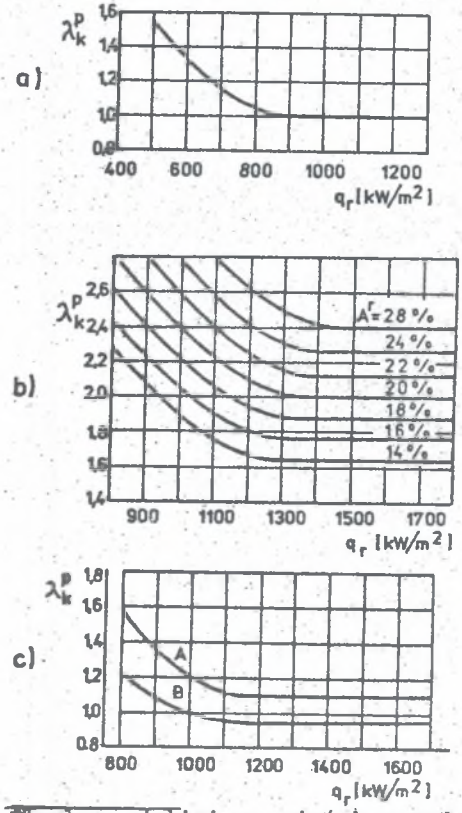
Poprawna eksploatacja kotła wymaga dostarczenia do paleniska narzutowego odpowiednich ilości powietrza pierwotnego doprowadzanego pod ruszt i wtórnego wdmuchiwanego nad rusztem. Współczynnik nadmiaru powietrza w komorze paleniskowej można przedstawić w następującej postaci (7) lub (8):

$$\lambda_k = \lambda_k^p + \lambda_k^w + \Delta\lambda_k, \qquad (7)$$

gdzie:
λ_k^p, λ_k^w - współczynniki nadmiaru powietrza pierwotnego, wtórnego,
$\Delta\lambda_k = 0{,}05-0{,}1$ - przyssanie powietrza w komorze paleniskowej.

$$\lambda_k = \lambda_k^p (q_r, l_r) + \frac{100}{(100-S_4)} \cdot \left(\frac{Q_i^r}{V_p^t}\right)\left(\frac{\dot{V}_p^w}{R}\right)\frac{1}{q_r} + 0{,}1 \qquad (8)$$

Współczynnik nadmiaru powietrza w komorze powinien wynosić $\lambda_k = 1{,}25-1{,}4$, a więc na tyle niski by strata wylotowa kotła była niska, a jednocześnie strata niezupełnego spalania zbliżona do zera.[x)]



Współczynnik nadmiaru powietrza pierwotnego przy spalaniu węgli kamiennych i brunatnych zależy od jednostkowego obciążenia cieplnego q_r i długości użytecznej rusztu l_r dla węgli o zawartości części lotnych $V^{daf} > 15\%$ [12].

Na rys.3a przedstawiono zależność współczynnika nadmiaru powietrza pierwotnego od obciążenia cieplnego powierzchni rusztu $q_r = Q/R$ przy spalaniu węgli kamiennych i brunatnych na ruszcie stałym z obracanymi rusztowinami.

Na rys.3b pokazano zmienność współczynnika od obciążenia rusztu i zawartości popiołu w paliwie przy spalaniu antracytu [12].

Rys.3. Współczynnik nadmiaru powietrza pierwotnego w palenisku narzutowym.

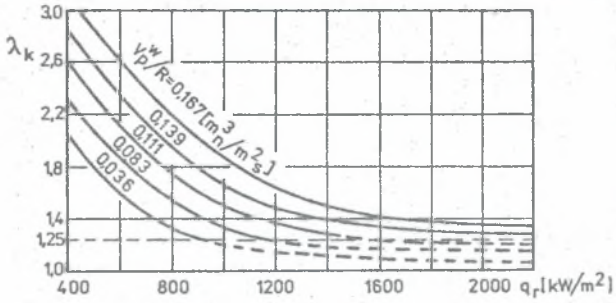
Fig.3. Excess prime air for spreader stoker furnace.

x) Węgle o niskiej zawartości części lotnych i dużej zawartości popiołu wymagają nadmiaru $\lambda_k = 1{,}38-1{,}65$.

Na rys.3c przedstawiono zależność współczynnika nadmiaru powietrza od obciążenia rusztu i jego długości użytecznej l_r. Krzywa A dotyczy przypadku: $l_r \leq 3,5$ m, natomiast B odnosi się do $l_r > 3,5$ m.

W oparciu o przedstawione zależności można przyjąć, że współczynnik nadmiaru powinien wynosić: $\lambda_k^p \geq 0,9$. Graniczną wartość obciążenia, powyżej której warunek ten jest spełniony szacuje się na 900-1100 kW/m^2. Przyjmowanie wartości niższych, tj. $\lambda_k^p = 0,8$ jest możliwe jedynie dla węgli o niskiej zawartości $A^r < 12\%$ i trudnotopliwym popiele [1].

Duży wpływ na przebieg spalania wywiera powietrze wtórne wprowadzane z prędkością 50-70 m/s, powodujące turbulizację gazów nad rusztem, recyrkulację i mieszanie strug, już nawet w strefie oddalonej zaledwie 0,6-0,9 m od warstwy paliwa [13]. Do komory paleniskowej doprowadza się z reguły stałą ilość powietrza wtórnego. Wartość współczynnika nadmiaru powietrza wtórnego λ_k^w zależy od konstrukcji kotła, stosunku $\dot{V}_p^w/R$ i obciążenia rusztu q_r (równ.8). Na rys.4 przedstawiono wpływ ilości powietrza wtórnego na współczynnik nadmiaru powietrza w komorze paleniskowej. Wzrost nadmiaru powietrza dla niższych obciążeń rusztu wynika z zależności podanej na rys.3a,c oraz z przyjęcia stałej ilości powietrza wtórnego.



Rys.4. Zależność współczynnika nadmiaru powietrza na wylocie z komory paleniskowej od obciążenia cieplnego rusztu i udziału powietrza wtórnego.

Fig.4. Excess air at combustion chamber outlet as a function of grate thermal load and the ratio of a second air volume to grate area.

Z rys. 4 wynika, że dla większości pracujących palenisk z obciążeniem $q_r > 1000$ kW/m^2, dla utrzymania niskiego $\lambda_k \leq 1,4$, ilość powietrza wtórnego ($\dot{V}_p^w/R$) nie powinna przekraczać 0,1 m$_n^3$/m^{2}s.

5. Zjawisko unosu z kotła

Znamiennym dla kotła z paleniskiem narzutowym jest zjawisko unosu drobnych cząstek popiołu, koksiku i dopalających się ziaren z paleniska. Ilość unoszonych cząstek i ich średnice (maksymalne) zależą od prędkości gazów nad warstwą paliwa [1, 14]. Przy zmianie prędkości od 1,0 - 3,8m/s uniesione zostają cząstki o rozmiarach 1,35-4,5 mm (obliczone z równań równowagi sił działających na cząsteczkę).

Ilość unoszonych cząstek (masę) [1] można określić z równania (9):

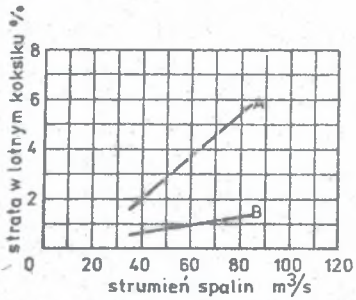
$$\dot{m}_u = \dot{B}\left(0,0106 + 7,74 \cdot 10^{-6}\, q_r\right)\left(1 - R_{0,09}\right) \qquad (9)$$

Unoszone cząstki zawierają niekiedy do 40% i więcej części palnych, stąd strata niecałkowitego spalania w unosie osiąga znaczne wartości 4,5-8,2%.

Znając masę unoszonych cząstek m_u i średnią zawartość części palnych w unosie c_u można określić stratę niecałkowitego spalania S_4^u w postaci:

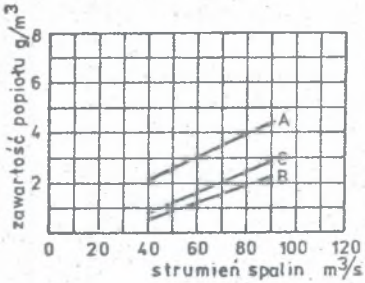
$$S_4^u = \left(3{,}46 + 2{,}53 \cdot 10^{-3} q_r\right) \frac{c_u}{Q_i^r} \left(100 - W_t^r\right) \left(100 - R_{0,09}\right) \quad (10)$$

Obniżenie tej straty jest możliwe przez zastosowanie w kotle instalacji nawrotu lotnego koksiku (unosu). Szereg badań potwierdziło tę tezę [1,2, 8,11,14]. Badania duńskie [14] wykazały znaczne obniżenie straty niecałkowitego spalania w popiele lotnym, rys.5. Prosta A dotyczy kotła bez instalacji nawrotu, natomiast prosta B eksploatacji kotła z instalacją. Z przebiegu zależności widać, że zmniejszenie straty jest 3,5-4-krotne. Na rys.6 można zobaczyć, jak zmniejsza się koncentracja popiołu w spalinach w przypadku instalacji nawrotu B, w stosunku do kotła bez instalacji nawrotu A, lub kotła z paleniskiem warstwowym. Podobny przebieg potwierdzają badania radzieckie i amerykańskie [1,2,3,15,17].



Rys.5. Strata niecałkowitego spalania w popiele lotnym.

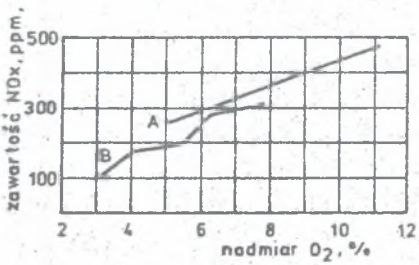
Fig.5. Loss by fly ash (coke).



Rys.6. Koncentracja pyłu w spalinach przed odpylaczem.

Fig. 6. Fly ash content in flue gas before dust collector.

W ciągu ostatnich lat szeroko stosuje się w kotłach z paleniskiem narzutowym recyrkulację spalin [2,13,15]. Recyrkulacja spalin powoduje obniżenie temperatury warstwy paliwa na ruszcie i zmniejszenie zawartości tlenków azotu NO_x w spalinach z uwagi na obniżony nadmiar powietrza, rys.7. Prosta A oznacza pracę kotła bez recyrkulacji spalin, zaś prosta B z recyrkulacją spalin. Zwiększenie ilości spalin recyrkulacyjnych o 10% powoduje spadek temperatury pokładu paliwa na ruszcie o 18-85 °C.



Rys.7. Wpływ recyrkulacji spalin na zawartość NO_x w spalinach.

Fig.7. Influence of recycle flue gas on nitrogen oxides emission.

Kocioł z paleniskiem narzutowym powinien być wyposażony w układy automatycznej regulacji procesów spalania i podciśnienia spalin w komorze paleniskowej, co wykazano w pracy [9].

LITERATURA

[1] Nečaev E.V., Lybnin A. F.: Mechaničeskie topki dlja kotlov maloj i sredniej moscnosti. Energija. Moskva 1968.

[2] Dimitry P., Gombhir S.P., Heil T.J.: Emission Control for Industrial Coal Fired Boilers. Combustion 1980, T.51, nr 7.

[3] Coal combustion. Power from coal. Part II. A Specjal Report. Power 1974, T.118, nr3.

[4] Knorre G.F.: Topočnye processy. Gosenergoizdat. Moskva 1959.

[5] Kopydłowski J., Mitek A.: Paleniska narzutowe. Gospodarka Paliwami i Energią, 1967, nr 5.

[6] Kopydłowski J., Mitek A.: Znaczenie paleniska narzutowego dla modernizacji krajowych kotłów przemysłowych. Gospodarka Paliwami i Energią, 1967, nr 6.

[7] Kopydłowski J.: Podstawowy warunek prawidłowej pracy paleniska narzutowego. Gospodarka Paliwami i Energią, 1978, nr 4.

[8] Rataj Z., Gramatyka F.: Zebranie wyników badań i wyników eksploatacji zainstalowanych w kraju kotłów z paleniskami narzutowymi oraz ocena rozwiązań konstrukcyjnych tych kotłów pod kątem przydatności do spalania krajowych węgli. Opracowanie Inst. Kotłów, Siłowni Cieplnych i Jądrowych w ramach prac w Progr. Rządowym PR-8, nr 6.4.5.01. Politechnika Śląska, Gliwice 1983.

[9] Rataj Z., Gramatyka F.: Opracowanie podstaw optymalnego doboru palenisk narzutowych dla kotłów energetyki przemysłowej i uściślenie metodyki ich obliczeń. Opracowanie Instytutu Maszyn i Urządzeń Energetycznych w ramach prac w Progr. Rządowym PR-8, nr 6.4.5.01.c5. Politechnika Śląska. Gliwice 1984.

[10] Rataj Z., Gramatyka F.: Analiza doboru rusztu do palenisk narzutowych na podstawie krajowych i zagranicznych doświadczeń. Opracowanie ZBP "Energochem" Gliwice, nr 5.03.06.c4, Gliwice 1983.

[11] Kopydłowski J.: Ocena kotła z paleniskiem narzutowym. Gospodarka Paliwami i Energią, 1981, nr 2.

[12] Margulis S.A., Ivanova V.G.: Teplotechničeskie charakteristiki sovremennych topok s zabrasyvateljami. Energomasi nostroenie, 1976 nr 5

[13] Pruce L.: Reducing NO_x Emissions at the Burner in the Furnace, and after Combustion. Power 1981. T.125, nr 1.

[14] Bak A. K., Schmidt L.: Some Experiments on and Operating Data for a Spreader Stoker . 5 World Power Conference. Wien D. 62/6 T.5. 1956.

[15] Maloney K. L. : Recycle Flue Gas to Cut Emissions Improve Boiler Performance. Power 1983. T. 127 nr 6.

[16] Marskell W.G., Miller J. M., Joyce W. I. : Pilot scale testing of fuels under spreader fitting conditions. Fuel. January 1952, vol. 31, no.1.

[17] A special report: Burn on fuel beds in small industrial boilers.Power 1974. T. 118 nr 3, s.30-37.

АНАЛИЗ ЯВЛЕНИЙ И ПРОЦЕССОВ ДЕТЕРМИНИРУЮЩИХ РАБОТУ ТОПКИ С ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКИМ ЗАБРАСЫВАТЕЛЕМ

Р е з ю м е

В докладе приводится описание явлений и происходящих процессов в топке с пневмомеханическим забрасывателем, дающей возможность сжигания угля ухудшенного качества. Рассматривается анализ явления заброса топлива на колос-

никовую решётку с приведением уравнений движения частиц топлива определяющих траекторию проекции в параметрическом виде.

Даётся описание пробега процесса сгорания в топке с пневмомеханическим забрасыванием, учитывая геометрические свойства топочной камеры и указывая на некоторые аспекты подбора колосниковой решётки для топки с пневмомеханическим забрасывателем. Произведено баланс воздуха в топке, определяя величину коэффициентов избытка первичного и вторичного воздуха, а также влияние первичного воздуха на пробег процесса сжигания.

Рассматривается анализ явления уноса из котла и способы противодействия отрицательным последствиям уноса, применением установки возраста летучего коксика, рециркуляцией топочных газов, а также разного типа обеспыливающими установками. Обращено внимание на необходимость регулировки отрицательного давления топочных газов в камере топки как условие правильной эксплуатации котла.

THE ANALYSIS OF PHENOMENA AND PROCESSES DETERMINING WORK OF A SPREADER STOKER FURNACE

S u m m a r y

In the article the description of phenomena and processes occuring in a spreader stoker furnace. which enables low grade coal combustion, has been given. The analysis of the phenomena of fuel supply to the grate together with particles movement equations determining the ballistic curve of particles have been stated.

The course of a combustion process in a spreader stoker furnace including geometrical features of a combustion chamber and pointing at certain aspects of the grate selection for a spreader stoker furnace has been described. There has also been carried out an air balance in a furnace determining the value of excess factor of primary and secondary air on the course of a combustion process.

The analysis of tly ash phenomena and counteraction methods of negative effects of fly ash by the application of fly ash refiring system, flue gases recycle and different types of dust collectors have been presented. Attention has been drawn to the necessity of flue gas negative pressure control in a combustion chamber as a condition of a faultless boiler exploitation.

Recenzent: Prof. mgr inż. Piotr Orłowski

Wpłynęło do Redakcji w marcu 1986 r.