

Jerzy GOŁĄBEK

Centralne Biuro Konstrukcji Kotłów w Tarnowskich Górach

Adam SKAŁA

Elektrownia "KOZIENICE" w Świerżach Górnych

ŻUŻLOWANIE KOTŁA AP1650 I DROGI JEGO ZMNIEJSZENIA

Streszczenie. Praca przedstawia czynniki powodujące zużłowanie komory paleniskowej i powierzchni grodziowych kotła AP1650 w El. "Kozienice". Na podstawie badań określono wpływ stosunków prędkości powietrza I i II, nadmiaru powietrza w komorze, rozdziału powietrza i pyłu węglowego na palniki oraz ich pochylenia na temperaturę spalin wylotowych z komory, a także podano kierunki zmniejszenia intensywności zużłowania.

1. WPROWADZENIE

Składniki mineralne węgla powodują większość problemów związanych ze spalaniem węgla. Problemy te to zdzieranie powierzchni, erozja, zużłowanie, korozja wysokotemperaturowa, zanieczyszczenie popiołem, dodatkowe opory przepływu ciepła, emisja popiołu i jego usuwanie.

Zużłowanie jako problem występujący w tej części kotła, w której decydujący udział w wymianie ciepła ma promieniowanie, zależy od własności węgla, aerodynamiki komory paleniskowej, rozkładu temperatur, czasu przebywania cząstek węgla i popiołu w komorze oraz od temperatury powierzchni ogrzewalnych. Zanieczyszczenie popiołem, którego niniejsze opracowanie będzie mniej dotyczyć, ma miejsce z kolei w przestrzeniach konwekcyjnych kotła.

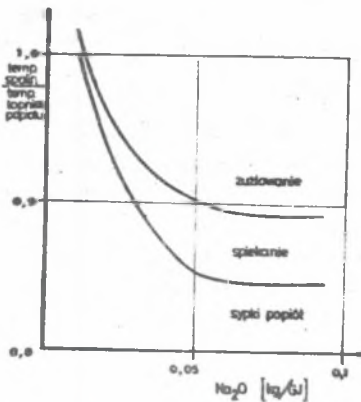
Parametrami decydującymi o wystąpieniu zużłowania są temperatury przemian popiołu, ewentualnie jego skład oraz temperatury otaczających spalin. Ważne są zarówno wartości temperatur poszczególnych przemian, a więc początku deformacji, mięknięcia, topnienia i płynięcia, jak i różnice między nimi, a podstawowo różnica między temperaturą początku deformacji a płynięciem [1]. Im mniejsza jest ta różnica, tym mniejsze są potencjalne możliwości powstawania osadu żużla na powierzchniach ogrzewalnych. Jeśli cząstki popiołu mają temperaturę niższą od temperatury mięknięcia, to na powierzchniach ogrzewalnych będą tworzyć się niezwiązane struktury, czyli pył. Jeśli natomiast cząstki popiołu poddane zostały działaniu temperatur wyższych od temperatury mięknięcia przez dostateczny czas, aby stać się plastyczne i ciekłe, to powstający osad kondensuje w postaci stopionej masy na chłodniejszych powierzchniach ogrzewalnych, tworząc silnie związany żużel, trudny do usunięcia.

Dlatego dla kotłów ze stałym odprowadzaniem żużla zaleca się węgle o wysokich temperaturach przemian popiołu. Oczywiście, na intensywność żużlowania powierzchni znaczny wpływ ma zawartość popiołu w paliwie, a także jego kruchość, z czym wiąże się łatwość usuwania osadu ze ścian komory paleniskowej.

Z temperaturami przemian popiołu ściśle związany jest jego skład chemiczny. Np. tlenki kwaśne (krzemionka i tlenek glinu) uważane są powszechnie za powodujące wysokie temperatury topnienia popiołu, które z kolei są obniżane poprzez wzrost zawartości tlenków zasadowych, np. tlenków żelaza, wapnia czy sodu.

Na tej podstawie powstały liczne wskaźniki żużlowania, czy też zanieczyszczenia [2,3,4], oparte na stosunku zawartości składników zasadowych i składników kwaśnych. Ich wartości w odniesieniu do określonej skali pozwalają ocenić żużlowanie lub zanieczyszczenie jako niskie, średnie, wysokie lub groźne. Wnioskowanie na ich podstawie jest jednak niejednoznaczne i niepełne.

Temperaturę przemian popiołu z temperaturą spalin i zawartością tlenków sodu w węglu łączy wykres korelacyjny otrzymany na podstawie badań laboratoryjnych i przedstawiony w [5] -rys.1.



Rys.1. Tworzenie się żużla i spieków w zależności od stosunku temperatury spalin do temperatury topnienia popiołu i zawartości tlenków sodu.

Fig.1. Temperature ratio of sintered deposits formation as a function of coal sodium content

2. CZYNNIKI WARUNKUJĄCE ŻUŻLOWANIE W KOTLE AP1650

Powyższe rozważania wskazują na to, że w paleniskach ze stałym odprowadzaniem żużla należy dążyć przede wszystkim do nieprzekraczania temperatur przemian popiołu, czyli do odpowiednich do spalania węgla temperatur spalin.

Jaki wpływ na temperatury spalin mają różne czynniki, wyjaśnianie w trakcie badań kotła AP1650 w El. "Kozienice" [6]. Bezpośrednim powodem ich podjęcia jest zużłowanie pęczków przegrzewaczy grodziowych kotła i wylotów palników strumieniowych. Wnioski z badań służą przedsięwzięciom mającym na celu zmniejszenie intensywności zużłowania.

Przed wszystkim stwierdzono [7], że temperatury spalin u wylotu z komory paleniskowej znacznie przewyższają temperaturę mięknięcia popiołu, wynoszącą 1080-1180°C, o 50-170 deg. Jedyne wyjątki, jakie miały miejsce, dotyczyły małego pochylenia palników, małej wydajności kotła i pracujących dolnych rzędów palników, co zostanie wyjaśnione później.

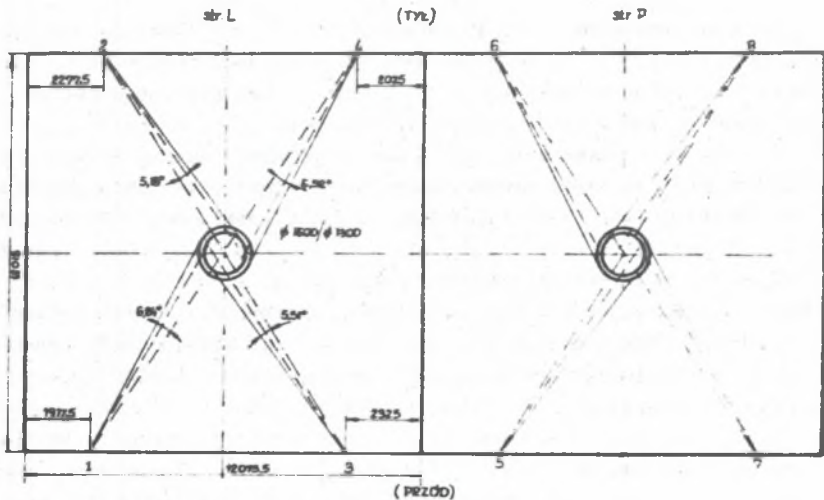
Dla rozważanego typu kotła, tzn. AP1650, temperatury spalin zależą od parametrów projektowych kotła oraz od sposobu jego eksploatacji. Traktując łącznie te dwie grupy czynników wpływ na temperatury spalin ma:

- obciążenie cieplne komory paleniskowej,
- stosunki strumieni powietrza I i II oraz stosunki prędkości wypływu,
- niedmiar powietrza w komorze,
- równomierność rozdziału powietrza i pyłu na palniki,
- pochylenie palników,
- jakość przemiału pyłu,
- położenie wirów w komorach.

Położenie wirów w komorach może być stosunkowo łatwo kontrolowane. Jak wykazały pomiary IEn, przeprowadzone w lipcu 1986 roku, usytuowanie palników prowadziło do powstawania kół o mniejszej średnicy niż przewidywano (tj. ϕ 1600/ ϕ 1300 mm); w dodatku koła te nie były umieszczone w środku komory; przesunięcia od osi były niewielkie, wynoszące 50 - 100 mm. Jak wynika z badań modelowych [7], zmniejszenie średnicy kół wirowych prowadzi do zaniku ruchu wirowego, a przepływ odbywa się częściowo przy ścianie 3-4 (rys. 2) do góry, a częściowo przy ścianie 1-2 w dół. Strumienie gazów wypływających z palników zderzają się ze sobą, powodując niestabilność przepływu.

Wg tej samej pracy [7], ustawienie palników wg projektu również jest niekorzystne, bo powoduje powstawanie wiru w kształcie wydłużonej elipsy wzdłuż przekątnej 2-3, a strumienie wypływające z palników 1 i 4 omywają ściany boczne. Ruch wirowy przenosi się do góry komory paleniskowej, tracąc stopniowo na swej intensywności, przy czym położenie osi elipsy zmienia się o 90°. Ruch gazów zajmuje cały przekrój komory i omywane są zwłaszcza ściany 1-3 i 2-4. Jest to niekorzystny, asymetryczny przepływ spalin. Z tego powodu spalać można w tym przypadku jedynie węgle wysokokaloryczne o niskiej skłonności zużłowania.

Sytuacja poprawia się znacznie przy zmianie kierunku zawirowania. Następuje większe wypełnienie środka komory i zmniejszenie tendencji do omywania ścian bocznych. Przepływ do góry odbywa się środkiem komory. Jest to układ korzystny, szczególnie przy spalaniu węgla niskokalorycznych o dużej skłonności do zużłowania.



Rys.2. Położenie wirów w komorach paleniskowych

Fig.2. Swirl position in combustion chambers

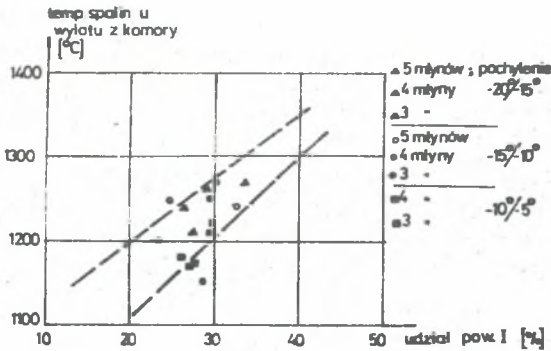
Aktualnie niekorzystny układ przepływowy potwierdzają oględziny palników. Stwierdza się zużłowanie dysz palnikowych w narożach 2-3 i lustrzanych 5-8 przede wszystkim, ze zmniejszeniem ich przekroju wypływowego o 10 - 90%.

Niekorzystny układ przepływowy powoduje tworzenie się przestrzeni o atmosferze redukcyjnej i niewłaściwym rozkładzie temperatury, co w połączeniu z zużłującym węglem (wysokiej lepkości popiołu i niskiej temperaturze jego przemian) prowadzi do zużłowania w samej komorze. Skłonność węgla do zużłowania oddają odpowiednie wskaźniki, które w El.ⁿKozienice kształtują się różnie.

Wg [8] ocenia się, że węgle te były nisko - lub średniozużłujące. Natomiast określone laboratoryjnie wskaźniki intensywności zużłowania przez IEn Warszawa [9] wykazują duży rozrzut w zależności od pochodzenia węgla, np. z KWK "Piast" (62,8% dostaw) lub z KWK "Sośnica". Niskie wartości wskaźnika cechują węgiel z KWK "Staszic" (15,8% dostaw).

3. WYPIŁY PYLE WĘGLOWEGO I POWIETRZA Z PALNIKÓW

Wynikiem badań instalacji paleniskowej kotła AP1650 [6] było między innymi stwierdzenie wpływu udziału powietrza I na temperaturę spalin u wylotu z komory paleniskowej [10]. Wpływ ten uwidacznia rys.3.



Rys.3. Udział pow. I w spalaniu a temperatura spalin u wylotu z komory

Fig.3. Primary air participation in combustion vs flue gas temperature at the chamber outlet

Specjalne pomiary prędkości wypływu powietrza II z palników [6] wykazały, że przy otwarciu klap przypalnikowych nie mniej niż 70% i ciśnieniu w rozdzielaczu powyżej 1,5 kPa prędkości te wynoszą :

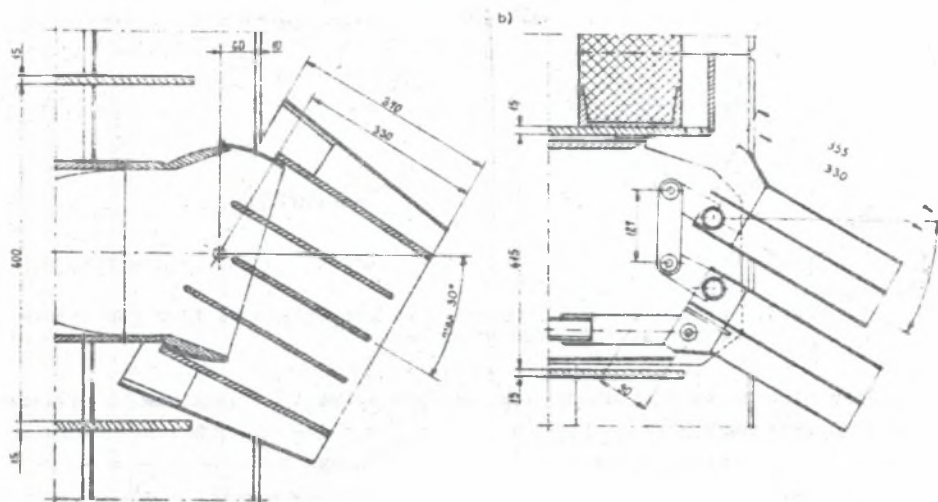
- z dysz pow. II 27 - 41 m/s
- z dysz w otoczeniu dysz pyłowych 32 - 43 m/s
- z dysz w otoczeniu palników olejowych 22 - 36 m/s.

Są to wartości wystarczające, o ile prędkości mieszaniny pyłowo-gazowej są rzędu 18-25 m/s. Natomiast wg znanej literatury kotłowej prędkości pow. II wynosić powinny 40-60 m/s. Wartości projektowe wynoszą 53,8 m/s (100% wydajności kotła) dla pow. II i 27,2 m/s dla pow. I.

Pomiary strumienia mieszaniny pyłowo-gazowej wykazały, że prędkości wypływu pow. I wynoszą 24-42 m/s, a w skrajnych przypadkach nawet 20-56 m/s [11]. Rozpatrując więc zróżnicowanie prędkości jako kryterium pracy palnika sytuacja jest bardzo niekorzystna. Mniejsze zróżnicowanie prędkości prowadzi bowiem do niedostatecznego wymieszania pyłu z powietrzem, do wydłużenia drogi spalania, a nawet do niezupełnego i niecałkowitego spalania. Już podczas badań modelowych [12] stwierdzono, że palnik kotła AP1650 cechuje niska intensywność mieszania strug wpływających (występuje mały spadek prędkości wzdłuż strug), zwłaszcza dla dysz pyłowych środkowych, bardziej oddalonych od dysz powietrza II i ma miejsce słaba ingerencja powietrza II w strugę mieszaniny pyłowo-gazowej. Ponadto strugi mieszaniny cechuje duża energia kinetyczna, a zatem duża dalekosiężność, co może być przyczyną żużłowania ścian ekranowych na wysokości palników.

Z bilansu powietrza II dostarczanego do naroża i powietrza wpływającego do komory wynika, że z dysz, czyli w sposób zorganizowany wpływa jedynie część powietrza. Ogromna jego większość przepływa szczelinami obok dysz.

Np. dla pochylenia dysz $-15^{\circ}/-10^{\circ}$ (górną połową pionu/dolną połową) niekontrolowany wypływ stanowił 70-75% całości powietrza dostarczanego do naroża. Stąd niskie prędkości wypływu z dysz i niska intensywność mieszania substratów. Szczeliny te są efektem niewłaściwej konstrukcji uchylnych dysz i powiększają się one wraz ze wzrostem kąta pochylenia - rys.4.



Rys.4. Powstawanie szczeliny podczas pochylenia dysz; a) pyłowej, b) pow.II

Fig.4. A gap caused by tilting the nozzle of a) pf, b) secondary air

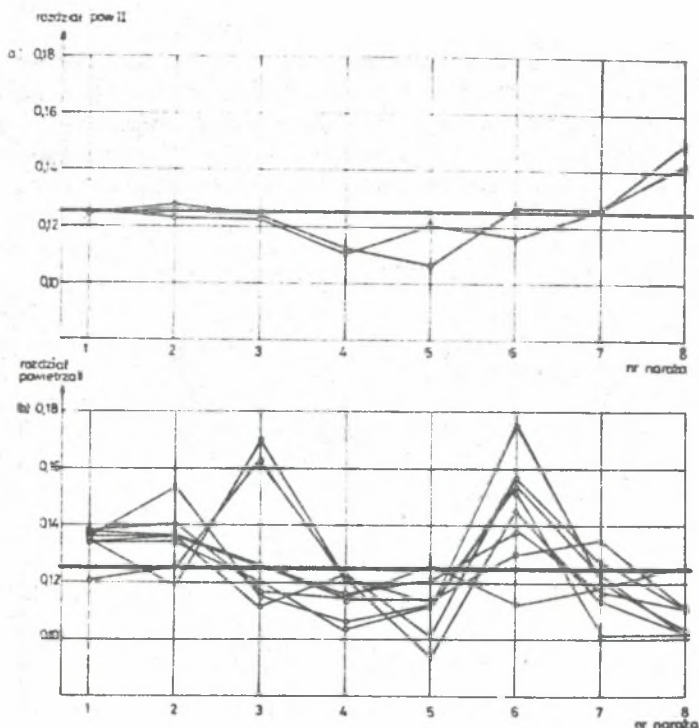
Gdyby tylko wielkość tych ubytków zmniejszyć do 50%, prędkość wypływu powietrza z dysz mogłaby wzrosnąć dwukrotnie przy jednoczesnym wzroście ciśnienia w rozdzielaczu. Taki wzrost prędkości już byłby wystarczający.

Najprostszy sposób uszczelnienia polegałby na przedłużeniu i odpowiednim ukształtowaniu stałych (nieruchomych) blach palników.

Jak wynika z rys.3, udział pow. I wynosi 25-35% całości powietrza, czyli nie jest taki niekorzystny. Ale z przytoczonych wyników pomiarów widać, że nie pociąga to za sobą jeszcze prawidłowego stosunku prędkości wypływu. Udział pow. I rośnie wraz z wydajnością kotła (większa liczba pracujących młynów). Pogarszają się warunki mieszania substratów, opóźnia się zapłon czego efektem jest wydłużenie drogi spalania i wzrost temperatury spalin u wylotu z komory.

Rozdział powietrza II na poszczególne naroża nigdy nie był równomierny - rys.5a - kocioł nr 9 i 5b - kocioł nr 10 [6].

Rozdział ten wydaje się być zależny od oporów wypływu z poszczególnych palników. Można go poprawić czyszcząc wyloty dysz i odpowiednio regulując klapami umieszczonymi w kanałach doprowadzających powietrze do naroża.



Rys.5. Rozdział pow. II na poszczególne naroża a) kotła nr 9,
b) kotła nr 10

Fig.5. Secondary air distribution to burners of a) boiler no 9,
b) boiler no 10

Podobnie nierówny rozdział, chociaż w mniejszym stopniu cechuje powietrze I [11] i z bardzo dużymi różnicami - pył węglowy [11] - przykład dotyczący młyna nr 1 ukazuje rys.6.

Tak duże różnice spowodowane są wieloma czynnikami - odsiewaczem młyna, nierówną długością rurociągów, niejednakowymi oporami odgałęzień rozdzielaczy, kłap, różnicami w budowie dysz wylotowych oraz błędami pomiaru tego rozdziału. Zabudowanie kryz zazwyczaj poprawia tylko rozdział powietrza. Nierównemu rozdziałowi masowemu pyłu towarzyszy zawsze jego segregacja ziarnowa. Najczęściej większemu strumieniowi odpowiada większy udział grubych cząstek. Pogarsza to znacznie sytuację. Tworzą się strefy z niedomiarem powietrza i przewlekłym spalaniem.

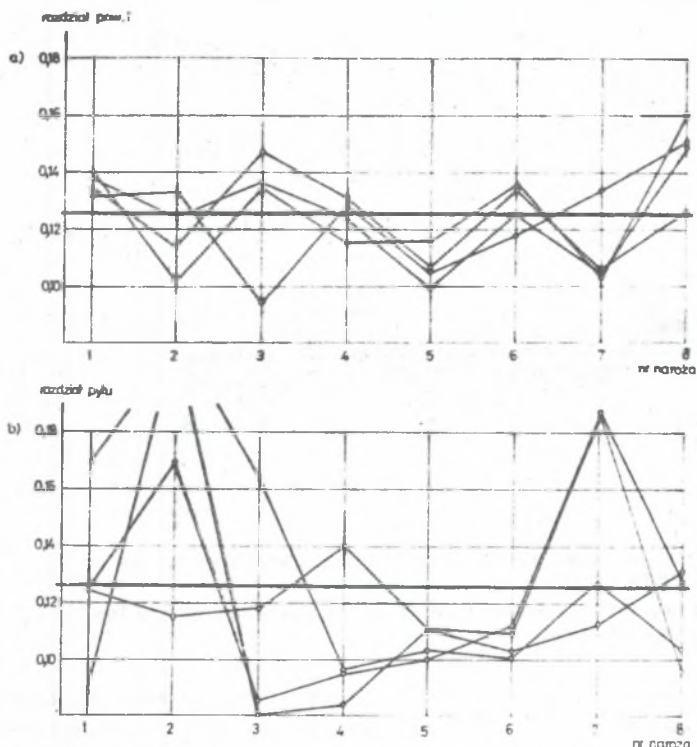
Średnie wartości pozostałości sitowych wynoszą [11] :

$$\begin{aligned} \text{młyn nr 1} : R_{88} &= 38,4\% \pm 3,3\% & (\alpha = 0,05) \\ R_{200} &= 10,6\% \pm 1,1\% & n = 1,07 \end{aligned}$$

młyn nr 2 : $R_{88} = 31,2\% \pm 3,6\%$

$R_{200} = 6,0\% \pm 1,1\%$, $n = 1,10$.

Liczby polidispersji nie są niskie, a reszty sitowe pyłu z drugiego młyna mieszczą się w zalecanym przedziale. Uwzględniając rozważania M. Krupy [13] granulacja pyłu z obydwu młynów jest właściwa, chociaż biorąc pod uwagę pierwotne ograniczenia tworzenia się NO_x pożądane byłoby zmniejszenie nadmiaru powietrza w palniku, co pociąga za sobą konieczność drobniejszego przemiału celem zapobieżenia przewlekaniu spalania i niedopału.



Rys.6. Rozdział na poszczególne narozia (młyn nr 1) a) pow. I, b) pyłu
Fig.6. Distribution for burners (mill no 1) of a) primary air, b) pf

4. NADMIAR POWIETRZA W KOMORZE PALENISKOWEJ

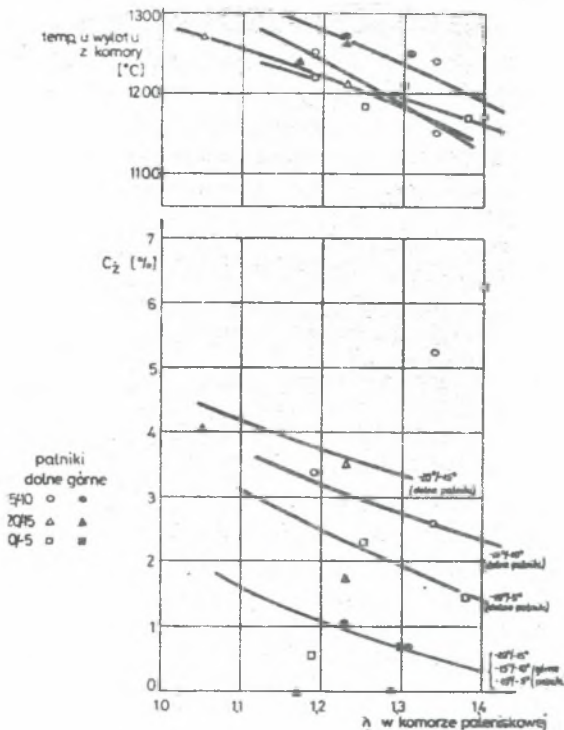
Jak stwierdzono w pomiarach [6], nadmiar powietrza w komorze paleniskowej był w każdym przypadku większy od jedności. Biorąc pod uwagę fakt, że palnik cechuje niska intensywność mieszania, wyższy nadmiar powietrza w komorze powinien prowadzić do lepszego spalania, a więc mniejszej zawartości części palnych w żużlu i niższej temperatury spalin u wylotu z komory paleniskowej. Potwierdza to rys. 7., na którym wyraźnie widać spadek niedopału wraz ze wzrostem ilości powietrza w komorze.

Ponadto widoczny jest wyraźniejszy wpływ pochylania palników, zwłaszcza wtedy, gdy pracują dolne rzędy, kiedy to zawartość części palnych w żużlu jest większa.

Najmniejsze straty wystąpiły podczas spalania z najmniejszym pochyleniem, co w połączeniu z dużym nadmiarem powietrza potwierdza wniosek o istotnym wpływie prędkości wylotowych powietrza z dysz na jakość spalania.

W sposób jednoznaczny maleje temperatura spalin u wylotu z komory wraz ze wzrostem nadmiaru, co również świadczy o lepszym wymieszeniu substratów i skróceniu drogi spalania.

Wpływ nadmiaru powietrza na żużlowanie potwierdzają dane zawarte w [2], gdzie praca kotła z nadmiarem powietrza $\lambda = 1,33$ w palenisku ($O_2 = 5,3\%$) pozwalała w znacznym stopniu ograniczyć szybkość żużlowania.

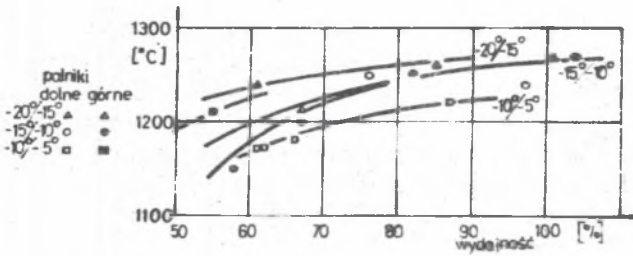


Rys.7. Wpływ nadmiaru powietrza na temperaturę spalin i straty w żużlu

Fig.7. An influence of excess air on fluegases outlet temperature and losses due to carbon in slag

5. POCHYLENIE PALNIKÓW

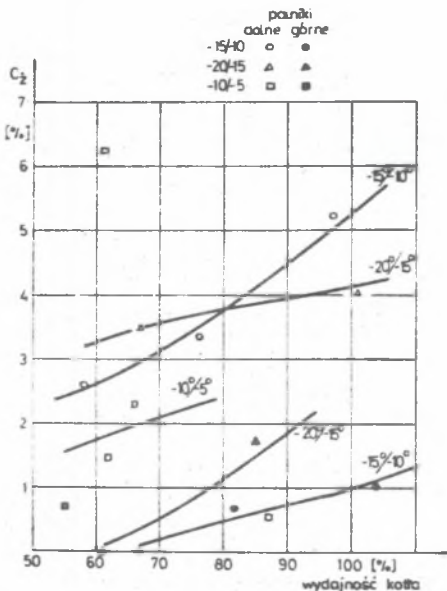
Na rys.8. zaznaczono przebieg temperatur spalin u wylotu z komory paleniskowej. Wyraźnie zaznacza się również wpływ wysokości palnika.



Rys.8. Temperatury spalin wylotowych z komory
Fig.8. Flue gas outlet temperatures

Temperatury te osiągały bardzo wysokie wartości, rzędu 1260-1270°C, zwłaszcza przy większym pochyleniu palników -20°/-15° oraz -15°/-10°. Przy pochyleniu -10°/-5° nie przekraczały 1220°C. Zaznacza się więc tutaj wpływ prędkości wylotowej powietrza II z dysz palnikowych. Wpływ pochylenia palników zanika w miarę oddalania się od komory paleniskowej i temperatura spalin za kotłem praktycznie już od niego nie zależy, ani też od wysokości palników.

Przeważający wpływ wysokości palnika zaznacza się natomiast na zawartość części palnych w żużlu -rys.9.



Rys.9. Straty w żużlu a pochylenie palników i ich wysokość
Fig.9. Loses due to carbon vs height and tilting of burners

W przypadku pracujących dolnych palników zawartość części palnych jest większa około 2 + 3 razy. W każdym przypadku jest ona niewielka, bo nie przekraczająca 5 + 6%. Trudno doszukać się wpływu pochylenia palników, chociaż w kilku przypadkach przy pochyleniu $-10^{\circ}/-5^{\circ}$ uzyskano najmniejsze niedopaly.

Efekt końcowy, czyli sprawność kotła, jest wyraźnie największy przy minimalnym, badanym pochyleniu, zwłaszcza podczas pracy górnych palników. Wraz z większym pochyleniem sprawność kotła spadała, ale w każdym przypadku przekraczała 91%.

6. KIERUNKI POPRAWY

Jak wynika z powyższych rozważań, bezpośrednią przyczyną żużłowania w kotle jest wysoka temperatura spalin u wylotu z komory paleniskowej, przewyższająca temperaturę mięknięcia popiołu o 50 + 170 deg, oraz niewłaściwy rozkład temperatur w samej komorze.

W celu zmiany tego stanu rzeczy należy usunąć przyczyny pośrednie, a więc:

W kotle spalany jest niewłaściwy węgiel, gorszy od granicznego, o niskiej wartości opałowej i dużej zawartości balastu, zwłaszcza popiołu, którego zawartość jest nie mniejsza niż 20%. Duża ilość popiołu utrudnia zapłon, przez co wydłuża się droga spalania cząstek. Ponadto popiół ten odkłada się na powierzchniach ogrzewalnych utrudniając wymianę ciepła lub też jest porywany ze spalinami narażając elementy kotła na jego zwiększone erozyjne oddziaływanie. Przyjęty kierunek zawirowania dopuszcza spalanie węgla wysokokalorycznych. Należy więc odwrócić tendencję systematycznego obniżania się jakości paliwa. Nie jest bowiem możliwa zmiana kierunku zawirowania, co sugerowano na etapie badań modelowych, a z czego nie wyciągnięto wniosków w fazie projektowania kotła.

Należy zmniejszyć wentylację młynów; stosownie do wydajności powinna zawierać się w zakresie 130 + 200 tys. m^3/h [10].

Prędkości wypływu powietrza II z dysz palnikowych osiagają co najwyżej 40 m/s, co w porównaniu z aktualnie wysoką prędkością wypływu mieszaniny pyłowo - gazowej, rzędu 30 + 40 m/s (przewentylowane młyny), stanowi zbyt małe zróżnicowanie dla właściwego wymieszania substratów. Niskie prędkości wypływu pow. II są spowodowane niewłaściwą konstrukcją palnika - dużymi szczelinami wokół dysz, zwłaszcza przy dużych pochyleniach. Należy więc tę konstrukcję poprawić, a do tego czasu stosować małe pochylenia palników, rzędu $-10^{\circ}/-5^{\circ}$, co dodatkowo zapewni niskie straty niecałkowitego spalania i wyższą sprawność.

Z podobnych względów należy stosować duże nadmiary powietrza w palenisku ($\lambda > 1,2$).

Powietrze II nie rozdziela się na naroża komór paleniskowych równomiernie - odchylenia od równego rozdziału sięgają 20%. Należy więc metodą regulacji i czyszczenia poprawić ten stan.

Podobnie nierówny jest rozdział pyłu. Jego poprawa wymagać będzie pewnych zmian konstrukcyjnych w instalacji paleniskowej.

LITERATURA

- [1] Martinez O., Effect of Coal Properties on Furnace Sizing, Combustion Engineering.
- [2] Hazard H.R., Barrett R.E., Dimmer J.P., Coal Mineral Matter and Furnace Slagging, Combustion, April, 1980.
- [3] Winegartner E.C., Coal Fouling and Slagging Parameters, ASME, 1974.
- [4] Szymczak J., Wróblewska V., Badania skłonności węgla do żuźlowania, Oprac. IEn Warszawa, 1985.
- [5] Juniper L.A., Pohl J.H., Application of Pilot and Laboratory Tests to Predict Coal Performance in a Full-Scale Plant, Mat. konferen. "Mineral Matter and Ash in Coal", USA, 1988.
- [6] Gołąbek J., Badania instalacji paleniskowej kotła AP1650, Oprac. CBKK nr 8.1952, 1988.
- [7] Wróblewska V., Szymczak J., Badania modelowe komory paleniskowej kotła AP1650, Oprac. IEn W-wa, nr 10816-d, 1974.
- [8] Listek W., Berger B., Fizykochemiczna charakterystyka węgla pobranego w czasie badań instalacji paleniskowej kotła AP1650, Oprac. CBKK nr 8.1953, 1988.
- [9] Szymczak J., Janczewski J., Tarnówka E., Sprawozdanie z pomiarów kotła OP650 w El. Kozienice, Oprac. IEn W-wa, nr 14609-d, 1984.
- [10] Gołąbek J., Wentylacja młyna RP1043x w El. Kozienice, Mat. niepublikowane, 1989.
- [11] Najgebauer L., Badania rozdziału i powietrza pierwotnego do palników zasilanych przez młyny 1, 2 i 3, Oprac. CBKK, nr 8.1971, 1988.
- [12] Prążuch K., Skowroński J., Badania modelowe pojedynczego palnika kotła AP1650 bloku 500 MW, Oprac. ZBPE ENERGOPOMIAR, Gliwice, 1974.
- [13] Krupa M., Optymalna jakość przemiału węgla dla kotłów pyłowych, Mat. II-giej konferencji "Budowa i eksploatacja młynów do przemiału węgla", Rydzyna, 1988.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Ludwik Cwynar

ШЛАКОВАНИЕ КОТЛА AP1650 И ПУТИ ЕГО УМЕНЬШЕНИЯ

Резюме

Доклад касается причин шлакования котла AP 1650 в электростанции Козенице. Как доказано, причиной шлакования является высокая температура топочных газов на выходе из топki, превышающая температуру измякчивания золы о 50+170 градусов, а также неправильное распределение температур в самой топочной камере. Это вытекает из неправильного процесса сгорания топлива, с большим содержанием золы /принятое направление завихрителя допускает сжигание

единственно высококалорических, нешлакующих углей).

Низкая скорость выхода вторичного воздуха из сопел форсунок, вызванная большими щелями, увеличивающимися вместе с изменением угла наклона горелок не составляет достаточного расслоения однесенного к высоким скоростям выхода смеси газа и пыли с целью качественного смешения составляющих.

Вентиляция мельниц является слишком большой и должна быть уменьшена. Рекомендуется эксплуатацию котла с большим избытком воздуха и малом углом наклона горелок, что должно привести к понижению температуры дымовых газов на выходе из топочной камеры а также и потери механического недожога.

Кроме того необходимым является проведение к равномерному распределению пыли и воздуха в отдельных углах топки.

FURNACE SLAGGING OF AP1650 BOILER AND MEANS OF ITS REDUCING

S u m m a r y

The paper deals with slagging of AP1650 boiler in Kozienice Power Station. High temperatures of flue gases at the outlet of combustion chamber exceeding ash softening temperatures by 50-170 centigrades and incorrect temperature distribution in the chamber have been found as direct reasons of the slagging. And these are caused by combustion of unsuitable, of low calorific value coal, with too high content of ash (accepted direction of swirl admits combustion of nonslagging and with a high calorific value one).

Low velocities of secondary air outlet from burners' nozzles caused by big gaps enlarging with nozzles tilting do not make a sufficient diversification in relation to high outflow velocities of pf-air mixture for appropriate mixing of substrates. Air flow rate from mills is too big and has to be reduced. The boiler running with a high excess air in the furnace and at the little burners tilting is advisable, what leads to decreasing of flue gas temperatures at the outlet of the chamber and of losses due to carbon in ash or slag. Besides, an equal distribution of air and pf for burners is required.