

Janusz SKIERSKI, Tomasz KOTLICKI
Instytut Elektroenergetyki, Politechnika Łódzka

ZUŻYCIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ PRZEZ NAPĘDY WENTYLATORÓW SPALIN I POWIETRZA JAKO SYMPTOM SZCZELNOŚCI KOTŁA

Streszczenie. W artykule omówiono wyniki badań nad symptomami: zużyciem energii przez wentylatory powietrza (WP) i spalin (WS) do oceny szczelności układów powietrzno-spalinowych kotłów OP-650-030 w Elektrowni Ostrołęka. Ustalono wpływy czynników zewnętrznych (tzw. szumu pomiarowego): jakości paliwa i stopnia obciążenia bloków 200 MW na wrażliwość tychże symptomów. Przedstawiony w pracy energetyczny system diagnostyczny oparty został na dostępnych do ciągłej obserwacji zbiorach danych pomiarowych. Intencją autorów jest, ażeby, po przeprowadzeniu dodatkowych badań weryfikacyjnych (m.in. w Elektrowni Bełchatów), stał się on użytecznym narzędziem w procesie sterowania eksploatacją i remontami urządzeń kotłowych bloków 200 MW i 360 MW.

POWER CONSUMPTION BY THE DRIVES OF FLUE GAS AND AIR FANS AS A SYMPTOM OF THE BOILER LEAK TIGHTNESS

Summary. The article presents the results of studies on the symptoms: the power consumption by the air fans (WP) and flue gas fans (WS) for the assesment of the leak tightness of the air combustion systems of the OP-650-030 boilers in the Ostrołęka Power Station. The diagnostic energetic system presented in the paper has been based on easily accessible sets of measuring data. Once additional verifying studies have been made, among others, in the Bełchatów Power Station, the authors intend the system to become a useful tool in the process of controlling operation and repairs of the boiler installations of the 200 MW and 360 MW power units.

ENERGIEVERBRAUCH DURCH ANTRIEBE DER ABGASVENTILATOREN UND LUFTVENTILATOREN ALS SYMPTOM DER DICHTHEIT DES KESSELS

Zusammenfassung. Im Artikel wurden Untersuchungsergebnisse über Symptome des Energieverbrauchs durch Luftventilatoren (WP) und Abgasventilatoren (WS) für Beurteilung der Dichtheit des Luft-Abgassystems von OP-650-030 Kessel im Kraftwerk OSTROŁĘKA besprochen. Das im Artikel dargestellte, energetischer, Diagnostiksystem basiert auf den für ständige Beobachtung leicht zugänglichen Meßdatenmengen. Die Absicht der Autoren ist, daß nach der Durchführung der zusätzlichen Verifikationsuntersuchungen unter anderen im Kraftwerk Bełchatów, das System ein nützliches Instrument im Prozeß der Betriebssteuerung und der Reparatursteuerung der Kesselanlagen der Blöcke 200 MW und 360 MW wird.

1. WPROWADZENIE

Szczelność instalacji kotłowej (komory paleniskowej i układu spalinowego) jest jednym z najistotniejszych warunków poprawnej i ekonomicznej pracy kotłów energetycznych. Przyssanie dużej ilości „szkodliwego” powietrza w komorze paleniskowej i kanałach konwekcyjnych do miejsca pomiaru za podgrzewaczem wody (EKO) powoduje zmniejszenie ilości „zorganizowanego” gorącego powietrza dostarczanego do kotła. Wskutek tego pogarsza się proces spalania, zmniejsza stabilność płomienia, zwiększa możliwość żużlowania i obniża sprawność kotła w wyniku zmniejszenia odbioru ciepła w podgrzewaczu powietrza (LUVO). Nieszczelność mogą powodować przemieszczanie się jądra płomienia i wzrost mechanicznego niedopału paliwa [4], [5].

Diagnostyka eksploatacyjna to stosunkowo proste badania, które umożliwiają szybkie określenie stanu technicznego obiektu. Bezpośrednie wyznaczenie ilości „szkodliwego” powietrza przyssanego w instalacji kotłowej jest praktycznie niemożliwe. Można to natomiast uczynić metodami pośrednimi. Pomiar szczelności wykonuje się na ogół po remontach kapitalnych kotła oraz gdy wymaga tego kontrola eksploatacji. Przeprowadzają je wyspecjalizowane firmy wykorzystując własne metody i przyrządy pomiarowe. Metody badań są najczęściej oparte na pomiarze strumienia masy powietrza przed i za LUVO oraz analitycznym określeniu ilości spalin przepływającym przez podgrzewacz. Uciążliwość i złożoność takich pomiarów sprawia, że powyższe metody są raczej nieprzydatne w diagnostyce eksploatacyjnej kotłów. Znane są z literatury eksploatacyjne metody pomiaru szczelności komory kotła opierające się na bilansie LUVO w ujęciu objętościowym [2] bądź masowym [1], [3].

Zapis bilansu LUVO w ujęciu masowym jest bardzo czytelny, aczkolwiek przytoczone w [3] wzory do obliczenia jednostkowego zapotrzebowania powie-

trza do spalania paliwa nie znajdują prawdopodobnie zastosowania w praktyce eksploatacyjnej ze względu na trudności w wyznaczaniu elementarnego składu chemicznego węgla w elektrownianym laboratorium. Bardziej realistycznym podejściem byłoby zastosowanie wzorów empirycznych Rosina, podanych między innymi w [7].

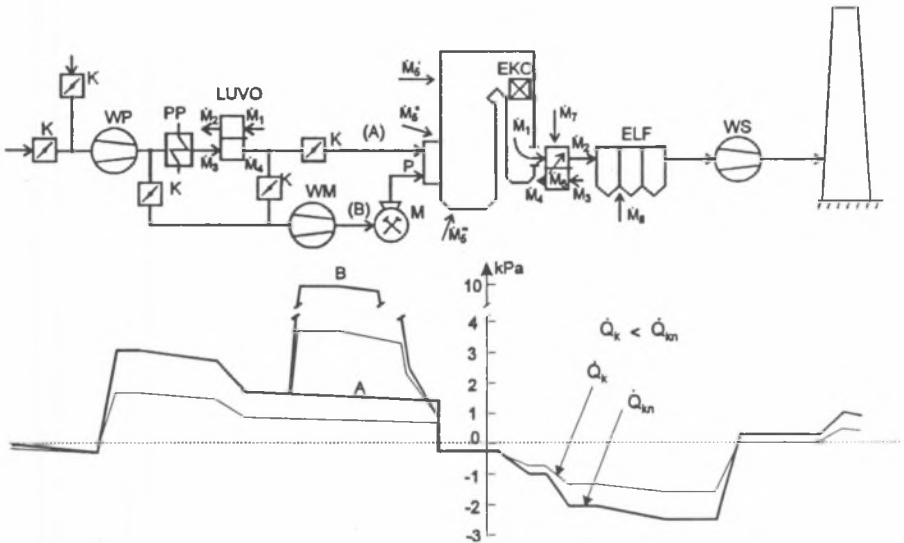
2. DEFINICJE I ZWIĄZKI DO WYZNACZANIA SZCZELNOŚCI KOTŁA

Szczelność instalacji, w której panuje ciśnienie różne od ciśnienia otoczenia, definiuje się jako iloraz wartości (objętościowego lub masowego) strumienia medium, wpływającego do instalacji do wartości strumienia jednorodnego medium, opuszczającego instalację. Pojęcie jednorodnego medium oznacza w przypadku instalacji kotłowej, pracującej przy podciśnieniu, powietrze, ponieważ ten gaz jako „szkodliwy” przedostaje się do instalacji. Przyjmując oznaczenia strumieni mediów (powietrza i spalin) jak na rys. 1., można sformułować definicje szczelności elementów instalacji kotłowej (tablica 1). Relacje te wynikają z istoty samego zjawiska i nie wymagają dodatkowych uzasadnień.

Tablica 1
Definicje i związki między wskaźnikami stanu szczelności (nieszczelności) instalacji kotłowej

Element kotła	Szczelność u [-]	Nieszczelność p [-]
komora	$u_k = \frac{\lambda_k}{\lambda_{EKO}}$	$p_k = 1 - \frac{\lambda_k}{\lambda_{EKO}} = 1 - u_k$
podgrzewacz powietrza LUVO	$u_L = \frac{\lambda_{EKO}}{\lambda_{LUVO}}$	$p_L = 1 - \frac{\lambda_{EKO}}{\lambda_{LUVO}} = 1 - u_L$
elektrofiltr	$u_E = \frac{\lambda_{LUVO}}{\lambda_{ELF}}$	$p_E = 1 - \frac{\lambda_{LUVO}}{\lambda_{ELF}} = 1 - u_E$
komora + LUVO	$u_{kL} = \frac{\lambda_k}{\lambda_{LUVO}} = u_k \cdot u_L$	$p_{kL} = 1 - \frac{\lambda_k}{\lambda_{LUVO}} = 1 - u_k \cdot u_L = 1 - (1 - p_k)(1 - p_L)$
LUVO + elektrofiltr	$u_{LE} = \frac{\lambda_{EKO}}{\lambda_{ELF}} = u_L \cdot u_E$	$p_{LE} = 1 - \frac{\lambda_{EKO}}{\lambda_{ELF}} = 1 - u_L \cdot u_E = 1 - (1 - p_L)(1 - p_E)$
komora + LUVO + elektrofiltr	$u_{kLE} = \frac{\lambda_k}{\lambda_{ELF}}$	$p_{kLE} = 1 - \frac{\lambda_k}{\lambda_{ELF}} = 1 - u_k \cdot u_L \cdot u_E = 1 - (1 - p_k)(1 - p_L)(1 - p_E)$

Kanał konwekcyjny kotła wykonany ze ścian membranowych oraz kanały za kotłem można uznać za szczelne, jeżeli prawidłowo uszczelniono włązy i przejścia przez ściany zdmuchiawczy popiołu. Komora i instalacja paleniskowa mają wiele węzłów, w których może nastąpić przyssanie dużej ilości szkodliwego



Rys. 1. Schemat przepływu i rozkład ciśnienia powietrza i spalin w kotle z młynami miażdżącymi dla dwóch różnych obciążeń cieplnych Q_k i Q_{kn} . Zaznaczono główne miejsca przyssania szkodliwego powietrza w instalacji kotłowej: WP – wentylator spalin, WS – wentylator powietrza, WM – wentylator młynowy, M – młyn węglowy, P – palniki, PP – parowy pogrzewacz powietrza, EKO – podgrzewacz wody, LUVO – obrotowy podgrzewacz powietrza, Wl – elektrofiltr, K – kłapy powietrza, (A) – powietrze wtórne, (B) – powietrze pierwotne

Fig. 1. Diagram of the flow and distribution of the air and flue gas pressure in the boiler with crushing mills for two different thermal loads Q_k and Q_{kn} . Main places of harmful air suction in the boiler installation. WP – air fans, WS – flue gas fan, WM – mill fan, M – coal mill, P – burners, PP – steam air-heater, EKO – water heater, LUVO – rotational air-heater, El – electrostatic precipitator, K – air dampers, (A) – secondary air, (B) – primary air

powietrza. W procesie eksploatacji kotła należy zwrócić szczególną uwagę na zamknięcia kłap, wzierników i przesłon (\dot{M}_5^*), połączenia palników z komorą paleniskową (\dot{M}_5^*) i ścian leja z rusztem dopalającym i odzuzlaczem (\dot{M}_5^*).

Przy dużych nieszczelnościach komory (wartościach strumienia szkodliwego powietrza \dot{M}_5) oraz konieczności zachowania strumienia $\dot{M}_{4(B)\min}$ (rys. 1) może wzrosnąć współczynnik nadmiaru powietrza za EKO w stosunku do projektowego $\lambda_{EKO}(Q_k/Q_{kn})$.

W układach regulacji procesu spalania wartość strumienia \dot{M}_4 wynika z kryterium:

$$\dot{M}_4 = \dot{M}_4^t \cdot \lambda_{\text{EKO}} - \dot{M}_5 > \dot{M}_{4(\text{B})\text{min}} \quad (1)$$

przy czym:

- \dot{M}_4^t – teoretyczna wartość strumienia powietrza do spalania paliwa, kg/s;
- $\dot{M}_{4(\text{B})\text{min}}$ – minimalna wymagana wartość strumienia powietrza pierwotnego (wentylacja młynów), kg/s;
- λ_{EKO} – współczynnik nadmiaru powietrza za EKO wyznaczany na podstawie pomiaru $\text{CO}_{2\text{EKO}}$ bądź $\text{O}_{2\text{EKO}}$.

Problem szczelności LUVO jest istotny szczególnie dla tej jego części, która pracuje przy podciśnieniu. W praktyce LUVO nigdy nie są szczelne ze względu na duże różnice ciśnień po stronie powietrza i spalin oraz do otoczenia. Producenci kotłów dążą do ograniczenia tej nieszczelności do wartości rzędu $p_L \leq 0,15$.

Nieszczelność elektrofiltru nie wpływa wprawdzie na wzrost straty kominowej kotła, obniża się jednak temperatura spalin (wzrost rosienia) oraz wzrasta zapotrzebowanie mocy przez wentylatory spalin, stąd problem ten winien także interesować służby nadzoru i eksploatacji elektrowni.

3. KONCEPCJA ALGORYTMU DIAGNOSTYCZNEGO

Omówione procesy fizyczne, zachodzące w układach powietrze–spaliny kotła, uwarunkowania i ograniczenia wynikające z regulacji procesu spalania paliwa stanowią podstawę do budowy modelu i algorytmu diagnostycznego. Napędy WS i WP są w metodzie energetycznej urządzeniami pomiarowymi. Brak informacji o stanach licznika mierzącego energię zużywaną przez napęd wentylatora poważnie zniekształca sygnał diagnostyczny i w konsekwencji może doprowadzić do błędnego wnioskowania diagnostycznego.

Przy założeniu, że procesy rozszczelniania instalacji kotłowej są addytywne, możliwe jest zapisanie dla poszczególnych elementów kotła następujących związków:

- wzrost przyssania szkodliwego powietrza w komorze paleniskowej i kanałach konwekcyjnych do EKO:

$$P_{\text{WP}}(\tau) \searrow \wedge P_{\text{WS}}(\tau) \text{idem} \quad (2)$$

- wzrost nieszczelności wewnętrznych w LUVO:

$$P_{\text{WP}}(\tau) \nearrow \wedge P_{\text{WS}}(\tau) \nearrow \quad (3)$$

– wzrost nieszczelności elektrofiltru:

$$P_{WP}(\tau) \text{ idem } \wedge P_{WS}(\tau) \nearrow \quad (4)$$

Oczywiście, słuszne są także związki odwrotne, np. dla kotła po kapitalnym remoncie. W rzeczywistości występuje superpozycja wpływów wszystkich elementarnych przypadków nieszczelności na symptomy P_{WS} i P_{WP} , ponadto pewien wpływ wywiera zabrudzenie powierzchni ogrzewalnych kotła. W okresie międzyremontowym obserwuje się wzrost mocy zapotrzebowanej przez WS ($dP_{WS}/d\tau$) \nearrow przy mniejszym wzroście (bądź maleniu) obciążenia WP ($dP_{WP}/d\tau$) \searrow \nearrow . Najczęściej jednak wynikowo wzrasta w czasie eksploatacji stromość charakterystyki $P_{WS}(P_{WP})$. Dynamiczne wartości współczynnika kierunkowego $m(\tau)$ tej charakterystyki mogą stanowić miarę pogarszającego się stanu kotła – wzrostu stopnia nieszczelności i zabrudzenia jego elementów.

4. SYGNAŁ DIAGNOSTYCZNY W UJĘCIU STOCHASTYCZNYM

Zbiory, histogramy mierzonych wielkości

W okresie od 11 czerwca 1992 r. do 29 października 1993 r. prowadzone były w Elektrowni Ostrołęka, w cyklach pięciodniowych, pomiary zużycia energii elektrycznej A_{WS} i A_{WP} przez napędy wentylatorów dla wszystkich trzech kotłów bloków 200 MW. Rejestrowano także dodatkowo wartości energii brutto, wyprodukowanej przez bloki, oraz wynikowe czysy pracy wentylatorów i kotłów. Integralną część danych stanowiły uśrednione wartości parametrów jakościowych spalanej paliwa: wartości opałowej Q_w [MJ/kg], zawartości popiołu A_r [%], wilgoci całkowitej W [%]. Uzyskane informacje, po ich wstępnym przetworzeniu w celu wyznaczenia średnich obciążeń P_w (wentylatorów) i P_{bl} (bloków), zostały wczytane do pamięci komputera. W rezultacie uzyskano bazę danych do tworzenia w pierwszym etapie analizy histogramów i ich prezentację w formie graficznej.

Ujęcie takie pozwala przesledzić, jak zmieniają się w ciągu całego czasu obserwacji populacje danych wielkości. Stwierdzono, że populacje szumu diagnostycznego (Q_w , W , A_r , P_{bl}) są skupione w stosunkowo wąskich przedziałach, poza nielicznymi przypadkami skrajnymi. W okresie od 29.09.1992 r. do 7.01.1993 r. nie uzyskano informacji o zużyciu energii przez wentylator WS2 na bloku nr 3, pomimo iż blok ten pracował z przeciętnym obciążeniem (140 + 150) MW. Długotrwały brak sygnału diagnostycznego od WS2 uniemożliwił ocenę stanu szczelności kotła bloku nr 3.

Szczególnie interesującym obiektem badań okazał się natomiast blok nr 2. W okresie od 26.07.1992 r. do 8.12.1992 r. przeprowadzony został bowiem remont kotła. Umożliwiło to porównanie szczelności kotła w stanach przed

i po remoncie. Szczelność kotła bloku nr 1 porównywana była ze szczelnością kotła bloku nr 2 przed remontem.

Analiza korelacyjna

Założenia. Model regresji

Wszystkie mierzone i przetwarzane wielkości związane z omówioną metodą diagnozowania mają charakter stochastyczny. Przeprowadzona analiza miała na celu ustalenie związków korelacyjnych między wybranymi wielkościami.

Zasadniczą cechą metod diagnozowania opartych na równaniach regresji jest korzystanie ze statystyk symptomów. Statystyki są opisywane przez układy równań algebraicznych, zwykle liniowych o jednej lub kilku niewiadomych. W budowie modelu równań regresji chodzi o dobór takich zmiennych, przy których błąd równań regresji będzie możliwie mały, a dane do obliczeń są ogólnie dostępne i nie budzą wątpliwości.

Szczelność instalacji kotłowej może być opisana funkcją wielu zmiennych. Zastąpienie tej funkcji liniową funkcją dwóch zmiennych w taki sposób, aby błąd aproksymacji na całym zbiorze analizowanych zjawisk opisanych statystyką był mały, stanowi główną trudność w budowie modelu. W praktyce dobór zmiennych do równań regresji opiera się na pewnych założeniach o „fizyce zjawiska” w określonej strukturze instalacji kotłowej, intuicji autorów i licznych próbach budowy modelu [6], [7]. Stosowane są także modele regresji wielorakiej (wielokrotnej). Występują tu jednak najczęściej trudności z uzasadnieniem fizycznym zmiennych regresji.

Wstępne badania interakcji (istotności) zmiennych ze zbiorów korelowanych wielkości umożliwiły zastosowanie w analizie regresji prostoliniowych o postaci:

$$y = m \cdot x + k, \quad (5)$$

gdzie:

x, y – zmienne korelowane,

m, k – poszukiwane współczynniki prostych wyznaczone metodą najmniejszych kwadratów.

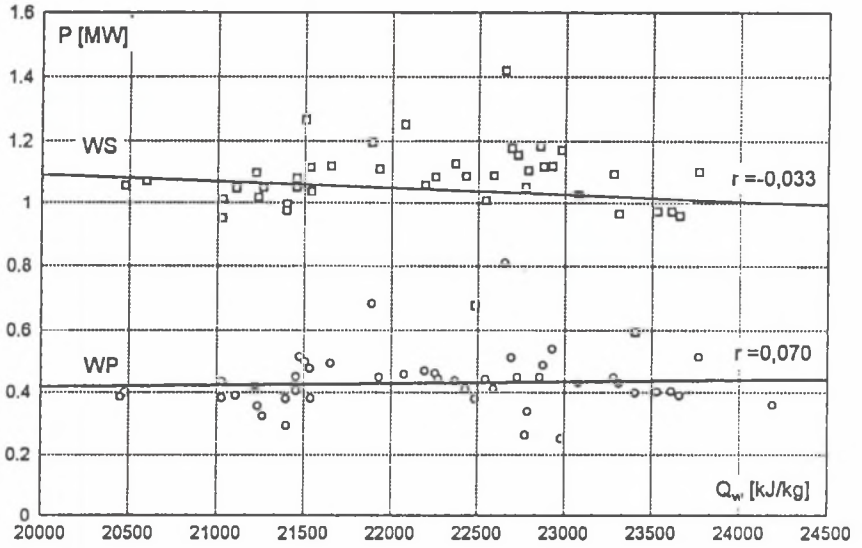
Zależności określające współczynniki m i k są następujące:

$$m = r \cdot \frac{D(Y)}{D(X)}, \quad (6)$$

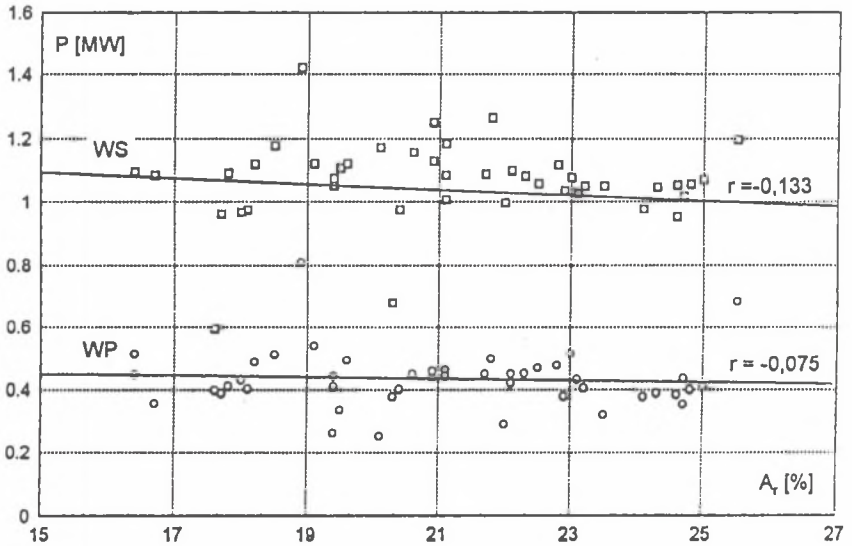
$$k = E(Y) - m \cdot E(X). \quad (7)$$

W powyższych wzorach $E(X)$ i $E(Y)$ są to wartości oczekiwane, a $D^2(X)$, $D^2(Y)$ – wariancje zmiennych x, y . Przez r oznaczono współczynnik korelacji zmiennych.

a)



b)



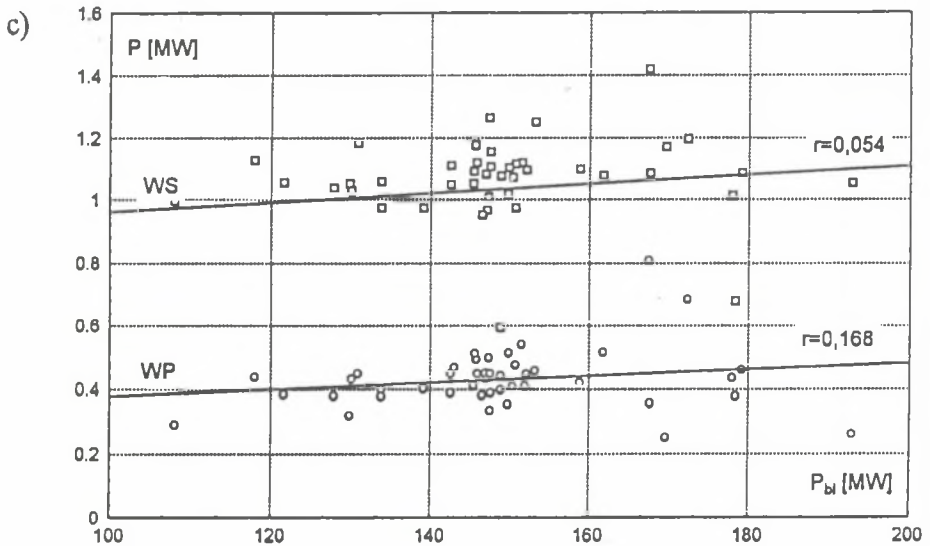
Rys. 2. Blok 200 MW po remoncie. Obrazy komputerowe regresji prostoliniowych: a) P_{WP} i P_{WS} względem Q_w , b) P_{WP} i P_{WS} względem A_r

Fig. 2. 200 MW power unit after repair. Rectilinear regressions: a) P_{WP} i P_{WS} in relation to Q_w , b) P_{WP} i P_{WS} in relation to A_r

Współczynnik korelacji r zawiera się w przedziale $\langle 0...1 \rangle$, przy czym $|r| = 0$ oznacza, że zmienne są całkowicie niezależne, a $|r| = 1$ – idealną ich zależność, tzn. wszystkie punkty pomiarowe (x_i, y_i) leżą na prostej (5).

Korelacje średnich obciążeń wentylatorów kotłowych od parametrów sygnałów szumu diagnostycznego

W tej grupie zmiennych korelacje były słabe, tzn. $r < \{ |0,5| \div |0,6| \}$. Fizycznie należy to interpretować jako brak istotnych związków między badanymi wielkościami. Ponieważ średnie obciążenia WS i WP wywodzą się z energii zużywanej przez napędy tych urządzeń, można uważać, że wartość opałowa, a także inne parametry węgla w występującym w praktyce przedziale ich zmian w niewielkim stopniu decydują o zużyciu energii przez wentylatory kotłowe. Jest to istotny wniosek, zwłaszcza że w literaturze często przedstawia się te zależności jako dość wyraźne; rys. 2a i 2b. Podobnie słabe związki daje się zaobserwować w przypadkach korelacji średnich obciążeń WS i WP ze średnimi obciążeniami bloków P_{bl} ; (rys. 2c). Zebrany materiał pomiarowy nie daje jednak możliwości jednoznacznego ustalenia przyczyn takiego stanu rzeczy. Najprawdopodobniej można to tłumaczyć dużymi udziałami składowych stałych zapotrzebowania mocy przez urządzenia WS i WP.

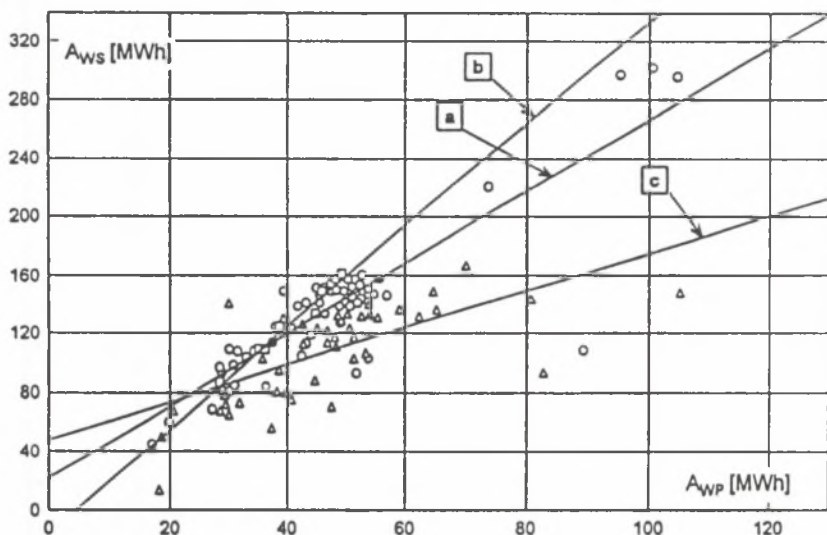


Rys. 2c. Blok 200 MW po remoncie. Obrazy komputerowe regresji prostoliniowych: P_{WP} i P_{WS} względem P_{bl}

Fig. 2c. 200 MW power unit after repair. Rectilinear regressions: P_{WP} i P_{WS} in relation to P_{bl}

Korelacje symptomów do oceny stopnia szczelności ciągów technologicznych powietrze–spaliny

W dostatecznie długim okresie obserwacji τ od remontu instalacji procesy rozszczelniania i zabrudzenia kotła stają się zauważalne i wpływają na wartości energii zużywanej przez wentylatory kotłowe. Z uwagi na stosunkowo krótki okres obserwacji przeprowadzono analizę porównawczą szczelności badanych instalacji kotłów w oparciu o szczególnie czułe wskaźniki: nachylenia prostych regresji typu $A_{WS}(A_{WP})$ – rys. 3. Zgodnie z sugestiami zawartymi w pkt. 3 można zauważyć, że im bardziej nieszczelna jest instalacja kotła, tym wartość współczynnika kierunkowego m prostej regresji jest większa. Dla kotła nr 1 wynosi ona $m \cong 2,44$, dla kotła nr 2 przed remontem $m \cong 3,43$. Po remoncie współczynnik kierunkowy kotła nr 2 wyraźnie zmalał do wartości $m \cong 1,27$, co świadczy o wzroście szczelności instalacji kotła.



Rys. 3. Regresje prostoliniowe symptomów $A_{WS}(A_{WP})$ dla bloków nr 1 i 2: a) blok 1 (\circ): $A_{WSow} = 20,531 + 2,4451 \cdot A_{WP}$; $r = 0,865$, b) blok 2 przed remontem (\square): $A_{WSow} = -15,38 + 3,4837 \cdot A_{WP}$; $r = 0,984$, c) blok 2 po remoncie (\triangle): $A_{WSow} = 48,040 + 1,2707 \cdot A_{WP}$; $r = 0,682$

Fig. 3. Rectilinear regressions $A_{WS}(A_{WP})$ for the power units: a) power unit 1, b) power unit 2 before repair, c) power unit 2 after repair

5. PODSUMOWANIE

Koncepcja metody energetycznej oparta została na zjawisku zmian obciążenia, a w konsekwencji zmian zużycia energii przez napędy wentylatorów

spalin WS i powietrza WP na skutek występujących w procesie eksploatacji, zmianach stopnia szczelności i zabrudzenia instalacji kotłowej. Jej zaletą, w stosunku do metod bilansowych, jest duża dostępność i stosunkowo łatwy pomiar sygnałów diagnostycznych. Pomiary mogą być prowadzone w sposób ciągły, dzięki czemu po odpowiednim przetworzeniu i skorelowaniu sygnałów w mikroprocesorze układu diagnozującego uzyskuje się na bieżąco informację o stanie szczelności kotła. Na tym polega głównie atrakcyjność metody i z tego powodu, zdaniem autorów, może ona znaleźć zastosowanie w praktyce eksploatacyjnej elektrowni.

Warunkiem zastosowania diagnostyki korelacyjnej jest odpowiednio liczna próba pomiarowa, a korelacje symptomów A_{WS} i A_{WP} z sygnałami szumu diagnostycznego (Q_w, W, A_r, P_{bl}) – względnie słabe.

Jak wynika z przeprowadzonych badań w Elektrowni Ostrołęka, zmiany stopnia szczelności układów technologicznych powietrze–spaliny wpływają przede wszystkim na zwiększenie zużycia energii przez wentylatory spalin. Stosunkowo prostą metodą określania stopnia szczelności (nieszczelności) instalacji powietrze–spaliny jest wyznaczanie i ocena wartości współczynników kierunkowych prostych regresji typu $A_{WS} = m \cdot A_{WP} + k$. Współczynniki kierunkowe m tych prostych różnią się dla kotłów w różnych stanach technicznych. Ogólnie można powiedzieć, że im wyższa jest wartość współczynnika kierunkowego m , tym większy jest stopień nieszczelności instalacji kotłowej.

W czasie prowadzonych badań nie były wykonywane pomiary szczelności kotłów metodą bilansową LUV0, stąd brak jest translacji między wskaźnikami typu m i wskaźnikami typu u i p (tablica 1) z metod bilansowych. Trzeba jednak zaznaczyć, że metoda energetyczna kompleksowo ocenia szczelność instalacji powietrzno–spalinowych kotła, łącznie z elektrofiltrem, czego nie uzyskuje się w metodach bilansowych. Prowadzone aktualnie przez autorów badania w Elektrowni Bełchatów potwierdzają wstępnie przydatność metody także do oceny stopnia szczelności kotłów BB 1150 na węgiel brunatny.

LITERATURA

- [1] Żelkowski J.: Diagnostyka eksploatacyjna palenisk pyłowych. Energetyka, 1980, nr 1, ss. 26–31.
- [2] Mazurkiewicz A.: Wyznaczanie szczelności instalacji kotłowej na podstawie bilansu podgrzewacza powietrza. Energetyka, 1981, nr 9/10, ss. 320–321.
- [3] Olszewski A.: Pomiar szczelności układu spalinowego i młynowego kotłów energetycznych. Energetyka, 1991, nr 1, ss. 5–7.
- [4] Moskal St. J., Sobota J.: Wybrane problemy stabilności spalania pyłu węglowego na przykładzie kotła BB–1150. Energetyka, 1987, nr 8, ss. 331–333.

- [5] Moskal St. J.: Sprawność kotłów BB-1150 jako funkcja szczelności instalacji kotłowej. *Energetyka*, 1989, nr 10 ss.383-384.
- [6] Kotlicki T., Skierski J.: Wpływ wybranych czynników na wartość wskaźnika zużycia energii przez potrzeby własne bloków 360 MW opalanych węglem brunatnym. *Zeszyty Naukowo-Techniczne SEP*, 1992, nr 2.
- [7] Kotlicki T., Skierski J.: Diagnostowanie szczelności kotłów na podstawie symptomów zużycia energii przez wentylatory spalin i wentylatory powietrza. Praca studialna, Instytut Elektroenergetyki PŁ, 1994.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Tadeusz CHMIELNIAK

Wpłynęło do Redakcji 8.08.1994 r.

Abstract

The leak tightnes of the boiler installation is particularly significant in the aspect of safe and economical operation of the boilers: combustion stability, vibrations and efficiency. The technical condition of the boiler istallation is a basic factor increasing or decreasing the leak tightness of the installation. It results not only from constructional conditions and assembly quality (for newly installed boilers) but also from the course of operating and repair quality. So far the continuous measurement of the leak tightness of the boiler installation in the power stations has not been made. Its development should improve the operation and servicing of boilers.

The conception of the energetic method has been based on the phenomenon of changes in the load, and consequently, on changes in the power consumption by the drives of the flue gas (WS) and air fans (WP) due to the changes in the degree of the leak tightness of the boiler installation occurring in the operation process. Its advantage, in relation to balance method, is good availability and relatively easy measurement of diagnostic signals. The measurements can be carried out in a continuous manner, whih allows obtaining current information on the leak tightness condition of the boiler, after the signals in the diagnostic system microprocessor are processed and correlated.