

Jerzy Tomczek, Andrzej Puszer
Lech Dobrowolski, Zbigniew Lorkiewicz

Instytut Energetyki i Urządzeń Hutniczych
Politechnika Śląska

PROSTY SPOSÓB REGULACJI DŁUGOPŁOMIENNYCH DYFUZYJNYCH PALNIKÓW GAZOWYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono równanie charakterystyki regulacyjnej palnika. Wiąże ono spadki ciśnień substratów w palniku od ich temperatur, liczby nadmiaru powietrza oraz parametrów konstrukcyjnych i przepływowych palnika.

1. WSTĘP

Przemysłowe płomienie muszą spełniać określone wymagania stawiane przez proces technologiczny realizowany w piecu. Doprowadziło to do powstania wielu rozwiązań palników, spośród których bardzo liczną grupę stanowią palniki długopłomienne, dyfuzyjne [1]. Dobór palnika do istniejącego pieca nie jest rzeczą prostą. Również skonstruowanie palnika do zupełnie nowej technologii przysparza wiele problemów obliczeniowych i eksperymentalnych [1,2].

Obok charakterystyki statycznej palnika, należy zwrócić uwagę na jego charakterystykę regulacyjną, dobór elementów nastawczych strumieni gazu i powietrza oraz wybór i rozwiązanie sprzętowe układu automatycznej regulacji procesu spalania paliwa gazowego [3,4,5]. Zadaniem tego układu jest zapewnienie zmiany mocy palnika od projektowanego poziomu minimalnego do maksymalnego, celem utrzymania założonej temperatury procesu, przy zachowaniu niezmiennej wartości liczby nadmiaru powietrza $\lambda > 1$ [5].

Znaczna część pieców w naszym przemyśle jest pozbawiona układów automatycznej regulacji procesu spalania, a regulacja ręczna ogranicza się często do zmiany strumienia gazu przy niezmiennym strumieniu powietrza. Wynika to z nieznaności charakterystyk regulacyjnych stosowanych palników oraz braku pomiaru strumieni gazu i powietrza. Konsekwencją tego jest prowadzenie palników przy dużych liczbach nadmiaru powietrza, co po-

woduje wzrost zużycia gazu dla utrzymania zadanej temperatury.

2. CHARAKTERYSTYKA REGULACYJNA PALNIKA

Do określenia charakterystyki regulacyjnej palnika niezbędna jest znajomość:

- jego charakterystyk przepływowych, które można opisać wypadkowymi liczbami oporów lokalnych dla gazu ζ_g i powietrza ζ_a odniesionymi do prędkości substratów w ich dyszach palnikowych,
- charakterystyki stabilności płomienia podającej związek między liczbą nadmiaru powietrza, przy której następuje zerwanie płomienia, a strumieniem gazu.

Wykorzystując definicje liczb oporów lokalnych ζ_g i ζ_a otrzymano równanie charakterystyki regulacyjnej wiążącej spadek ciśnienia powietrza Δp_a w palniku ze spadkiem ciśnienia gazu Δp_g i liczbą nadmiaru powietrza λ

$$\frac{\Delta p_a}{\Delta p_g} = C_k C_g \lambda^2 \quad (1)$$

gdzie: $C_k = \frac{\zeta_a}{\zeta_g} \left[\frac{A_g}{A_a} \right]^2$; $C_g = n_{a, \min}^2 \frac{\rho_{aN}}{\rho_{gN}} \frac{T_a}{T_g}$

A_a, A_g - pola powierzchni przepływowych dysz substratów, m^2 ,

$n_{a, \min}$ - minimalne zapotrzebowanie powietrza m^3 pow/ m^3 gazu war.n,

T_a, T_g - temperatury: powietrza i gazu, K,

ρ_{aN}, ρ_{gN} - gęstości powietrza i gazu w war. normalnych, kg/m^3 .

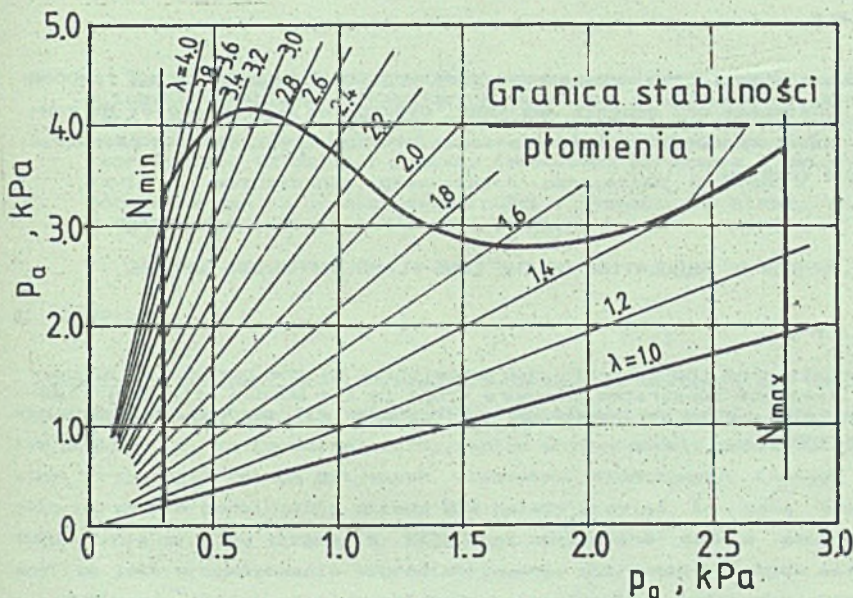
Występująca w równaniu (1) liczba C_k charakteryzuje parametry konstrukcyjne i przepływowe palnika, które wynikają z założonych w projektowaniu długości i sztywności płomienia dla mocy nominalnej. Wzrost wartości liczby C_k powoduje zmniejszenie długości płomienia i jego przeciętnej emisyjności oraz zwiększenie jego sztywności. Przykładowo dla skonstruowanego w IEiUH długopłomiennego palnika dyfuzyjnego typu EP-500z na gaz ziemny GZ-50 o mocy 0,5 MW i długości płomienia 1,2 m otrzymano $C_k = 0.0047$. Liczba C_g charakteryzuje rodzaj spalanego gazu i temperatury substratów. Przy założeniu $T_a/T_g = 1$ wartość tej liczby dla gazu ziemnego GZ-50 wynosi 143,6, a dla gazu koksowniczego GM-7, 36,5.

Na rys.1 przedstawiono przykładowo charakterystykę regulacyjną palnika długopłomiennego typu EP-500z. Pole regulacyjne zaznaczono pogrubionymi liniami. Od góry pole ogranicza linia określająca granicę stabilności płomienia, wyznaczona na drodze eksperymentalnej [6]. Dolna granica wynika z warunku zupełnego spalania gazu ($\lambda=1$). Granice, lewostronną i prawostronną determinują wartości minimalnej i maksymalnej mocy palnika.

3. PODSUMOWANIE

Przedstawiona w pracy charakterystyka regulacyjna palnika upraszcza sterowanie ręczne oraz strukturę układu automatycznej regulacji palnika, ponieważ wykorzystuje łatwomierzalne wielkości, którymi są spadki ciśnień substratów w palniku.

Istnieje konieczność uzupełnienia dokumentacji techniczno-ruchowej palników o wartości liczby C_k , umożliwiającej utrzymanie wymaganego stosunku nadmiaru powietrza jedynie poprzez pomiar ciśnień powietrza i gazu w korpusie palnika.



Rys. 1 Charakterystyka regulacyjna palnika EP-500z

Fig. 1 Control characteristics of the burner EP-500z

LITERATURA

- [1] Tomeczek J.: Spalanie i płomienie gazowe. Skrypt Pol. Śląskiej, 1979.
- [2] Wilk K.: Badnia dyfuzyjnych płomieni gazowych. Zesz.Naukowe.Pol.Śl., Energetyka 85, 1984.
- [3] Tomeczek J., Puszer A., Lorkiewicz Z.: Problemy doboru elementów nastawieni substratów i produktów spalania dla pieców przemysłowych. Gospodarka Paliwami i Energią, 1990 (przyjęte do druku).

- [4] Puszer A.: Algorytm optymalnego doboru obrotowych przepustnic regulacyjnych. *Pomiary Automatyka Kontrola*, 1990 (przyjęte do druku).
- [5] Puszer A., Lorkiewicz Z.: Sposób regulacji procesu spalania w palnikach na paliwa gazowe i ciekłe. *Gospodarka Paliwami i Energią* 6, 1989.
- [6] Tomczek J., Góral J., Sitko J.: Badanie palników gazowych typu EP-150z i EP-500z na gaz ziemny. Sprawozdanie z pracy NB-188/RM-4/90 I E i UH, Pol. Śl., Katowice 1990 (praca nie publikowana).

ПРОСТОЙ СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДОЛГО-ПЛАМЕННЫХ ДИФФУЗИОННЫХ ГАЗОВЫХ ГОРЕЛОК

Р э з ю м е

В докладе представлено уравнение регуляционной характеристики газовой горелки. Связывает она перепад давления субстратов в горелке от их температур, числа избытка воздуха, а также от конструктивных и разходных параметров горелки.

A SIMPLE MANNER OF REGULATION OF THE LONG-FLAME DIFFUSION BURNERS

S u m m a r y

The equation of the control characteristics of the burner is discussed. It links the substrates pressure drops in the burner with their temperatures, the excess air ratio and the geometrical and flow parameters of the burner.