

RYSZARD PETELA, ELŻBIETA PRZYGRÓDZKA
Katedra Podstaw Techniki Ciepłej

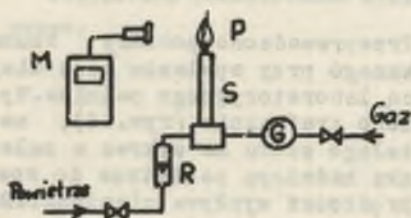
WSTĘPNE BADANIA SZUMU PALNIKA LABORATORYJNEGO

Streszczenie. Przeprowadzono pomiary szumu płomienia uzyskanego przy spalaniu gazu miejskiego za pomocą laboratoryjnego palnika. Wyniki przedstawiono graficznie (rys. 4), nanosząc linie stałego szumu na wykres w zależności od stosunku nadmiaru powietrza do spalania oraz od prędkości wypływu mieszanki. Badania posłużyły do wyciągnięcia wniosków.

Jedną z charakterystycznych cech procesu spalania jest towarzyszący mu szum, spowodowany nierównomiernym spalaniem poszczególnych cząstek paliwa. Ze względu na warunki pracy personelu poziom natężenia hałasu spowodowanego procesem spalania nie może być zbyt duży i nie powinien przekraczać wartości rzędu 85 dB [5]. Szum towarzyszący spalaniu może ponadto, w przypadku występowania wyraźnej periodyczności, być szkodliwy dla nieprzystosowanej odpowiednio komory spalania, która na skutek drgań doznaje uszkodzeń mechanicznych [2]. Zagadnienie szumu płomienia jest więc tematem różnych badań, np. [1], [6].

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki wstępnych badań [3] w Katedrze Podstaw Techniki Ciepłej prowadzonych nad płomieniem uzyskanym za pomocą laboratoryjnego palnika z wymuszonym dopływem powietrza i gazu miejskiego, którego udziały molowe składników mają następującą wartość: CO_2 - 4,1%, C_2H_4 - 2,5%, O_2 - 0,6, CO - 10,6% H_2 - 53,4%, CH_4 - 25,2% i N_2 - 3,6%. Badania w takim zakresie miały na celu zdobycie wstępnych informacji o zjawisku szumu i o najprostszych zależnościach między charakterystycznymi parametrami i wielkościami.

W tym celu posłużono się prostą instalacją badawczą [3] przedstawioną na rysunku 1. Strumień powietrza mierzony rotametrem R oraz strumień palnego gazu mierzony za pomocą gazomierza G, dopływają do stalowej rury S o długości 140 mm, o średnicy wewnętrznej 13 mm i o grubości ścianki wynoszącej 1,5 mm. Szum płomienia P



Rys. 1. Schemat instalacji badawczej

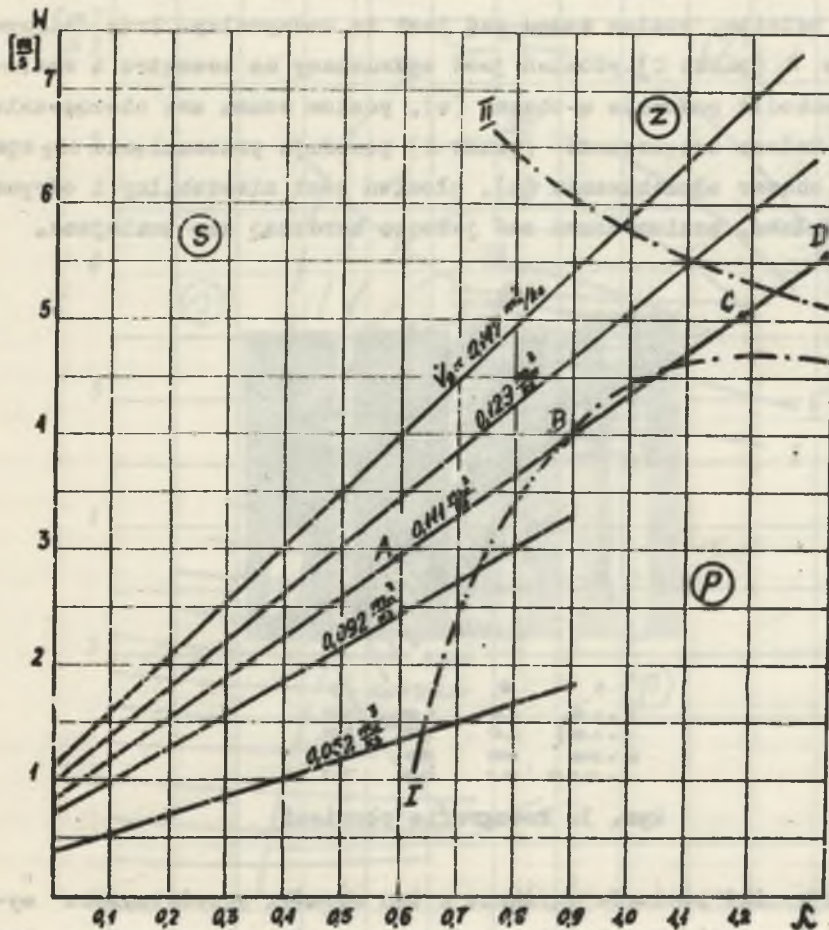
powstającego u wylotu tej rury określano za pomocą mikrofonu pojemnościowego typu PMW-24 i tranzystorowego miernika M poziomu dźwięku (typ MPD-2). Mierzono wartości poziomu szumu płomienia nie mniejsze od 25 dB, posługując się skalą A. W czasie pomiarów mikrofon był umieszczony zawsze w tym samym miejscu na wysokości 30 cm od wylotu palnika i w odległości 30 cm od pionowej osi płomienia.

Strumienie powietrza i gazu regulowano odpowiednimi zaworami. Możliwe więc było uzyskiwanie różnego składu chemicznego mieszanki palnej przepływającej rurą S. Skład ten określony pośrednio przez stosunek λ nadmiaru pierwotnego powietrza do spalania, zmieniano w czasie pomiarów w zakresie od 0 do około 1,6,

Tok przeprowadzania pomiarów wyjaśnia schematycznie wykres (rysunek 2) w układzie współrzędnych λ i w , w którym w oznacza średnią prędkość wypływu mieszanki palnej z rury S. Przeprowadzono pięć serii pomiarowych, w których strumień \dot{V}_g gazu miał stałą wartość ($\dot{V}_g = \text{idem}$), lecz różną dla każdej serii.

W danej serii pomiarów, wzrost stosunku λ uzyskiwano przez stopniowe zwiększanie strumienia powietrza przez łagodnie otwieranie odpowiedniego zaworu (rys. 1). Serie pomiarów można przedstawić pięcioma liniami prostymi (rys. 2) przy czym dla poszczególnych punktów tych linii mierzono poziom L szumu płomienia. Na przykład dla linii $\dot{V}_g = 0,147 \text{ m}^3/\text{ks}$, ($= 0,528 \text{ m}^3/\text{h}$) określono 44 punkty z zaznaczeniem odpowiadających im wartości L w zakresie od 25 do około 49 dB. Na rysunku 2 zaznaczono również linie I i II charaktery-

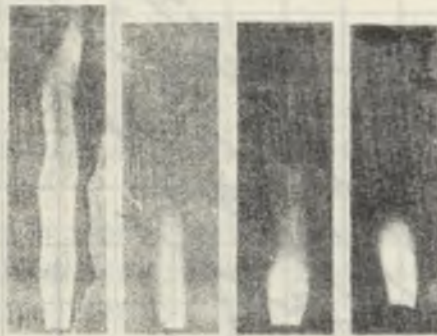
styczne dla użytego palnika i określając obszar p przeskoku, obszar z zdmuchnięcia oraz obszar s statecznego płomienia [7],[4].



Rys. 2. Charakterystyka palnika

Na rysunku 3 pokazano dla przykładu [3] niektóre fotografie płomienia w poszczególnych stanach odpowiadających punktom A, B, C i D na linii $\dot{V}_g = 0,111 \frac{m^3}{n/ks}$, (rys. 2). Dla każdej fotografii podano odpowiednie wartości stosunku λ nadmiaru powietrza w mieszance, prędkości w jej wypływie, liczby Reynoldsa w przekroju wylotowym oraz wartości poziomu szumu L płomienia. Przy stosunkowo niewiel-

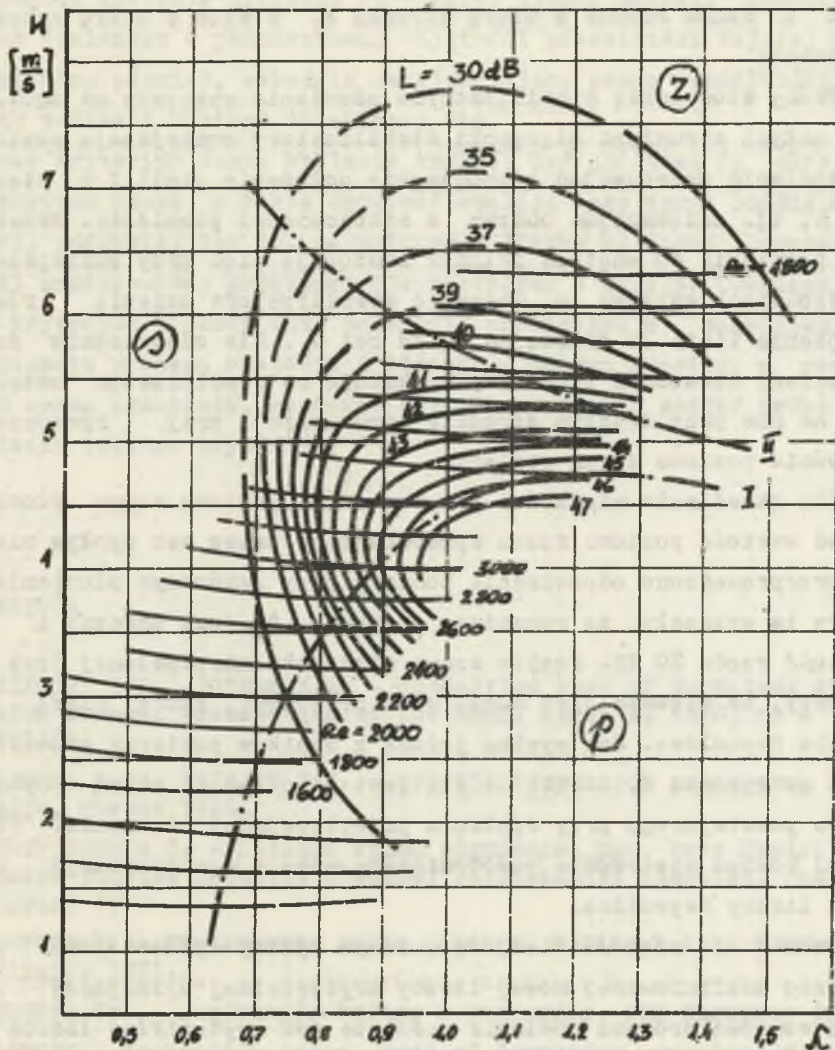
kiej zawartości powietrza w mieszance (punkt A) płomień zachowuje się statecznie (obszar s) i dość cicho. Przy wzroście λ , (punkt B) spalanie przechodzi w obszar przeskoku (p) i płomień wskakuje do wnętrza palnika, poziom szumu zaś jest tu maksymalny. Przy dalszym wzroście λ (punkt C) płomień jest wydmuchany na zewnątrz i spalanie przechodzi ponownie w obszar (s), poziom szumu zaś nieznacznie maleje. Dalsze zwiększenie (punkt D) powoduje przesunięcie się spalania w obszar zdmuchiwania (z), płomień jest niestabilny i odrywa się od wylotu, poziom szumu zaś jeszcze bardziej się zmniejsza.



A	B	C	D
$\lambda = 0,394$	0,891	1,108	1,37
$w = 2,93 \frac{m}{s}$	3,93	5,03	5,76
$Re = 2120$	2979	3829	4426
$L = 26,5 dB$	44,5	43,5	37,5

Rys. 3. Fotografie płomieni

Pełne wyniki pomiarów uzyskane w ten sposób, przedstawiono wykresie (rys. 4). W układzie współrzędnych (λ , w) naniesiono linie stałych wartości poziomu L szumu płomienia oraz linie stałych wartości liczby Reynoldsa charakteryzującej przepływ mieszanki palnej w przekroju wylotowym rury S . Wynika, że dla danej wartości λ liczba Re wzrasta wraz ze wzrostem prędkości w , przy czym na skutek zmiany współczynnika lepkości wzrost liczby Re jest tym mniejszy, im mniejsza jest rozważana wartość λ . Jednak poziom szumu dla danej wartości λ początkowo ze wzrostem prędkości w zwiększa się, osiąga maksimum i następnie maleje. W przeprowadzonych ba-



Rys. 4. Wyniki pomiarów

daniach pole maksymalnych poziomów szumu wystąpić w obszarze p przeskoku płomienia. Dla stałej wartości w w wypływie mieszanki poziom L szumu rośnie w miarę wzrostu λ , a więc w miarę zubożenia mieszanki.

Próby stosowania stabilizatorów płomienia wykazały na ogół, że dla małych strumieni mieszanki stabilizatory zmniejszają poziom szumu spalania przesuując równocześnie położenie linii I w kierunku osi λ , tj. zwiększając obszar s stateczności płomienia. Wskakiwanie płomienia do wnętrza palnika następuje więc przy zmniejszonych prędkościach wypływu w . Obecność stabilizatora zmienia również położenie linii II oddalając ją od osi λ . Dla odpowiednio dużych strumieni mieszanki płomień przeskakuje na stabilizator ustalając się na nim przy dalszym wzroście strumienia i przy równoczesnym wzroście poziomu szumu spalania.

Dla określenia wielkości przyrostu ΔL poziomu szumu płomienia ponad wartość poziomu szumu spowodowanego przez sam wypływ mieszanki przeprowadzono odpowiednie pomiary przy zgaszonym płomieniu. Pomiary te wykazały, że rozważany przyrost ΔL jest znaczny i miał wartość rzędu 20 dB. Poziom szumu mieszanki niezapalanej jest tym większy, im większa jest burzliwość przepływu, której miarą jest liczba Reynoldsa. Jak wynika jednak z wyników pomiarów przedstawionych na rysunku 4, liczba Re nie jest odpowiednią miarą poziomu szumu powstającego przy spalaniu przepływającej mieszanki. Poziom szumu bowiem nie rośnie monotonicznie wraz z monotonicznym wzrostem liczby Reynoldsa.

Nasuwa się więc wniosek, że celowym byłoby wprowadzenie odpowiednio zdefiniowanej nowej liczby kryterialnej opisującej zdolność szumową procesu spalania podobnie jak kryterialna liczba Re opisuje burzliwość przepływu. Należałoby więc rozważyć zarówno teoretycznie (np. analiza równań różniczkowych lub analiza wymiarowa) jak i eksperymentalnie wpływ na takie kryterium, wielkości charakteryzujących przebieg procesu spalania. Wielkościami takimi mogłyby być, na przykład oprócz liczby Re , również stosunek λ nadmiaru tlenu do spalania, opisujący w pewnym sensie rodzaj obszaru spala-

nia (kinetyczny czy dyfuzyjny lub mieszany), przyjęty model spalania (np. powierzchniowy, objętościowy lub mikroobjętościowy), intensywność spalania mierzona stosunkiem ilości energii chemicznej paliwa spalanego w jednostkowej objętości przestrzeni zajętej przez turbulentny płomień, wskaźnik uwzględniający pewne właściwości spalanego paliwa i użytego utleniacza itp.

Nowe kryterium szumu spalania mogłyby być podstawą do określania poziomu szumu, a także opisywać analizę tego szumu podług częstości, podobnie, jak np. na podstawie liczby Re można wyznaczyć profil zredukowanej prędkości dla przepływu w kanale. Omawiane tu nowe kryterium miałoby duże znaczenie praktyczne w zagadnieniach organizacji procesu spalania i dlatego w naszym ośrodku, w ramach badań szumu płomienia, zamierza się w przyszłości podjąć próbę określenia takiego kryterium.

LITERATURA

- [1] GIAMMAR R.D., PUTNAM A.A. - Combustion roar of turbulent diffusion flames. Transaction of the ASME, seria A, 1970, nr 2 s. 157/65.
- [2] KNORRE G.F., PALEJEV I.I. - Teorija topocznych processow. Energija, Moskwa 1966.
- [3] PRZYGRÓDZKA E. - Badanie szumu płomienia. Mgr. Prac Dypl., Katedra Podstaw Techniki Ciepłej Politechniki Śląskiej, (maszynopis) 1971.
- [4] PETELA R. - Użytkowanie paliw. Skrypt Politechniki Śląskiej, Gliwice 1971.
- [5] PUZYNA Cz. - Zwalczanie hałasu w przemyśle. WNT Warszawa 1970.
- [6] LORENZ - Combustion noise, mode of formation, results of investigations, suppression. XI International Gas Conference, Report of the Committee on Utilisation of Gases, s. 178/231, Moskwa 1970.
- [7] WÓJCICKI St. - Spalanie. WNT Warszawa 1969.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ШУМА ПЛАМЕНИ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛАБОРАТОРНОЙ ГОРЕЛКИ

Р е з ю м е

Проведено измерения шума пламени полученного при сгорании городского газа при применении лабораторной горелки.

Результаты представлено графически (рис. 4), нанося линии постоянного шума на график в зависимости от соотношения избытка воздуха к сжигаем, а также от скорости истечения смеси. Исследования привели к определённым выводам.

INTRODUCTORY EXAMINATIONS OF THE NOISE
OF THE LABORATORY BURNER

S u m m a r y

There was measured the noise of the flame when the town gas was burned by means of the laboratory burner. Results are presented graphically (Fig. 4). It shows the influence of excess air ratio and mixture outlet velocity on the noise level. Some conclusions are drawn.