

KRYSTIAN WILK

Katedra Energetyki Ciepłej

WPŁYW ILOŚCI PALNIKÓW NA DŁUGOŚĆ PŁOMIENIA

Streszczenie: Przy stałym strumieniu gazu palnego w mieszance z powietrzem badano długość płomienia w zależności od liczby wylotów tego gazu. Uwzględniono zmienną wartość pierwotnego nadmiaru powietrza. Na podstawie wyników podanych w formie wykresów wysnuto wnioski.

Długość płomienia powstającego przy dyfuzyjnym lub kinetycznym spalaniu paliwa gazowego w pojedynczym palniku badano już od dawna [2] i opisano równaniami [1]. Interesującym zagadnieniem jest wpływ ilości palników (wylotów) na długość pojedynczego płomienia.

W niniejszej pracy przeprowadzono badania długości płomienia przy spalaniu stałej objętości strumienia gazu miejskiego za pomocą zmiennej ilości n palników (wylotów). Badania prowadzono przy założeniu, że przy ilości $n > 1$ wyloty są rozmieszczone w sposób, przy którym płomienie nie oddziałują na siebie wzajemnie. Umożliwiło to sprowadzenie badań do pojedynczego palnika (wylotu). Pomiaru długości płomienia wykonano dla strug laminarnych w zakresie liczb $Re = 500$ do 2000 oraz przy zmiennej liczbie nadmiaru λ' powietrza pierwotnego. Zagadnienie takie może znaleźć zastosowanie w praktyce przy projektowaniu palenisk i przy próbach optymalizacji wielkości komory spalania.

Dla przeprowadzenia badań wykonano instalację do mierzenia objętości strumienia gazu palnego i powietrza. W obu wypadkach posłużono się rurkami kapilarnymi i mikromanometrami wypełnionymi

alkoholem denaturowanym. Gaz palny czerpano z sieci miejskiej, powietrza zaś dostarczał wentylator. Mieszanie gazu palnego z powietrzem realizowano w prostym urządzeniu smoczkowym. Jako palników użyto 9 stalowych rur cylindrycznych, których wymiary zamieszczono w tablicy 1. Długość płomienia mierzono z odległości 1 m za pomocą lunetki zamocowanej przesuwanej na pionowym statywie.

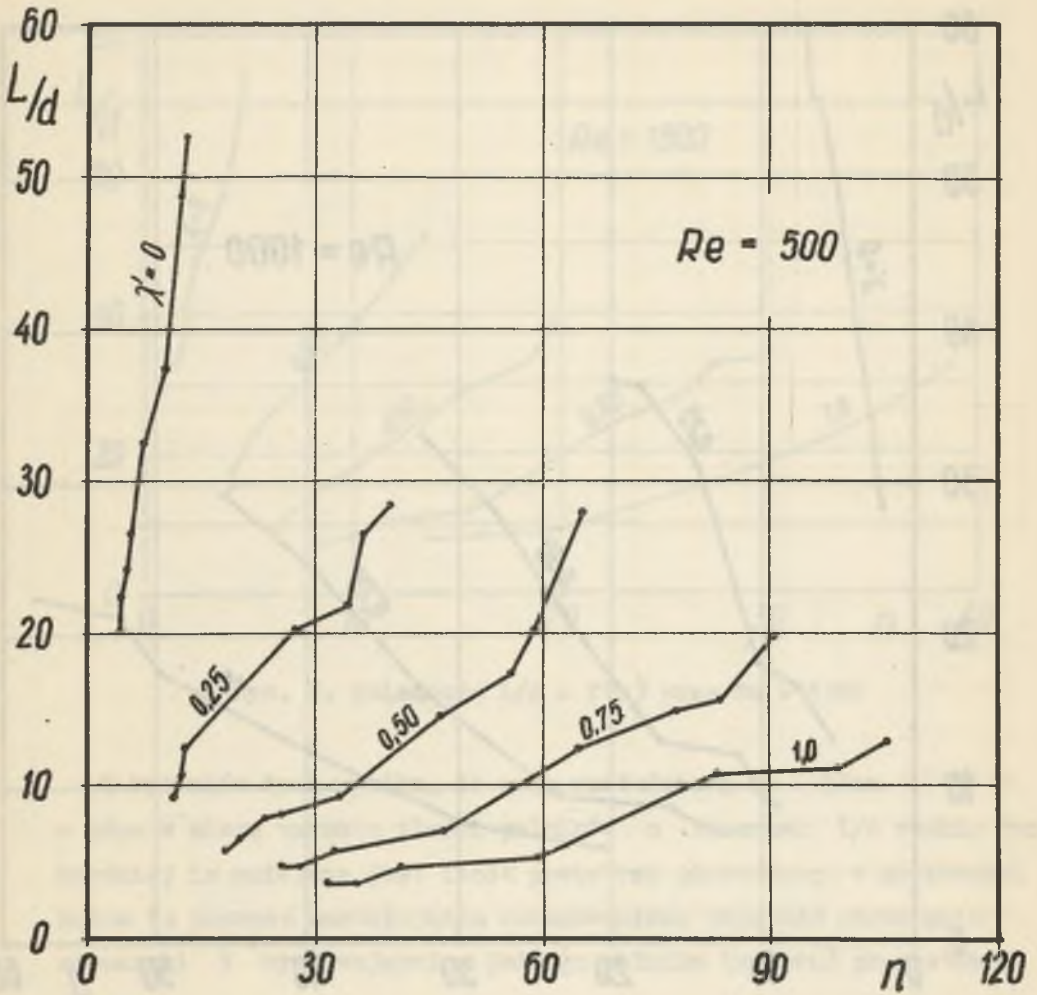
Tablica 1

Wymiar rur użytych do badań

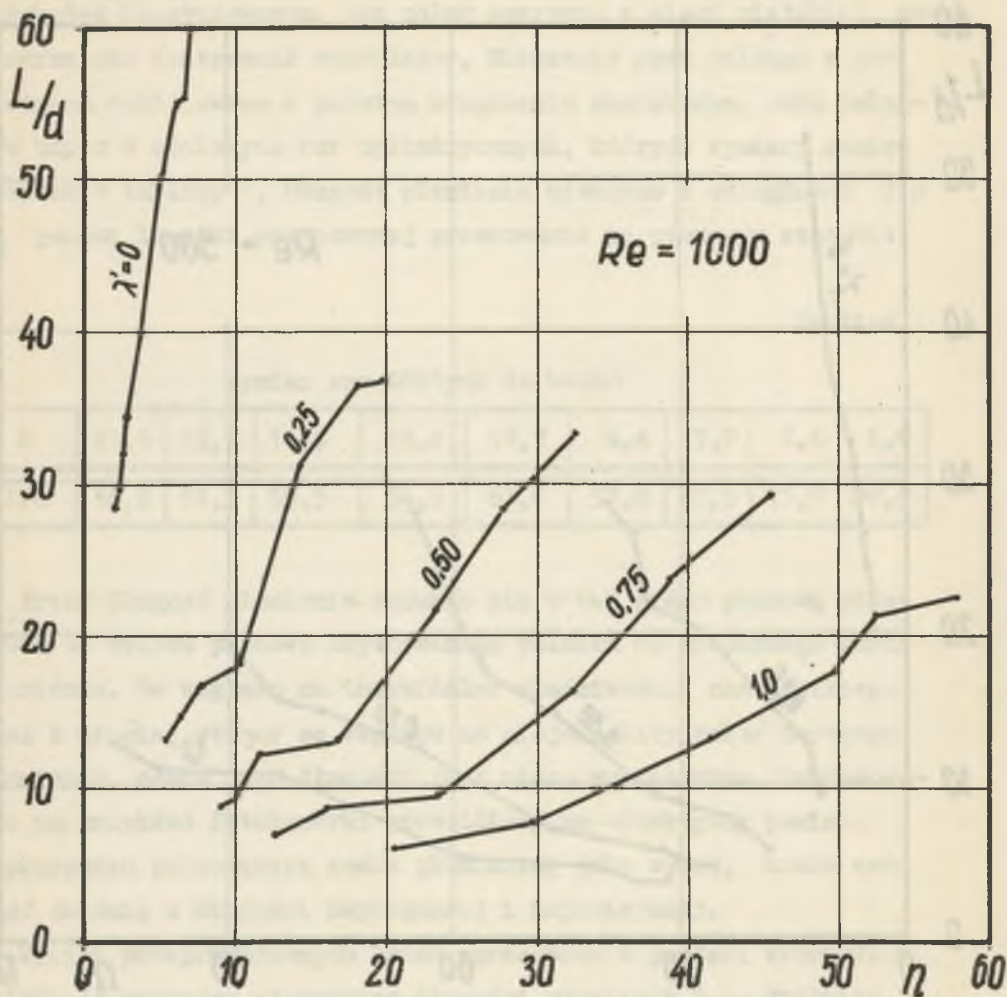
d	21,5	19,5	16,9	15,2	11,7	8,4	7,0	6,6	6,0
L/d	46,5	51,3	58,5	54,5	61,0	57,8	67,9	73,5	80,9

Przez długość płomienia rozumie się w tej pracy pionową odległość od wylotu pionowo usytuowanego palnika do widocznego końca płomienia. Ze względu na indywidualne właściwości oka ludzkiego oraz z drugiej strony ze względu na niejednolity kolor badanego płomienia, ocena jego długości jest nieco subiektywna. Zastosowanie na przykład fotokomórki pozwoliłoby na obiektywny pomiar. W przypadku pulsującego końca płomienia, jako wynik, brano wartość średnią z długości największej i najmniejszej.

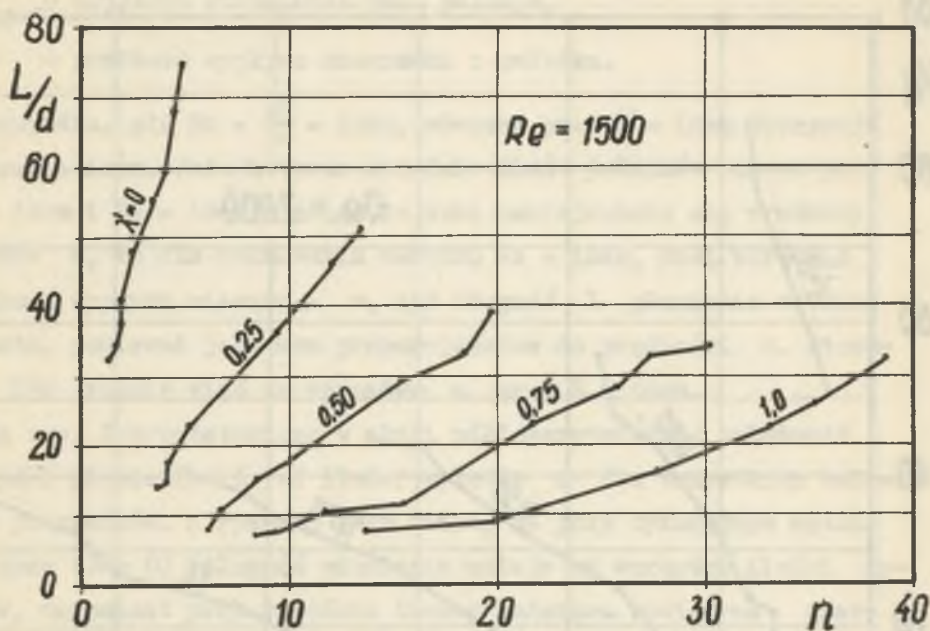
Wyniki przeprowadzonych badań opracowano w postaci wykresów. Zależność pomiędzy stosunkiem długości płomienia L do średnicy wylotu palnika d a ilością palników n dla laminarnego przepływu w rurze przy liczbie $Re = 500$ przedstawia rys. 1. Parametrem jest liczba nadmiaru powietrza pierwotnego w zakresie $\lambda' = 0 \div 1$. Zależność między stosunkiem L/d a ilością palników n dla liczb Reynoldsa wynoszących 1000, 1500 oraz 2000 przedstawiają odpowiednio rysunki 2, 3 i 4.



Rys. 1. Zależność $L/d = f(n)$ przy $Re = 500$



Rys. 2. Zależność $L/d = f(\eta)$ przy $Re = 1000$

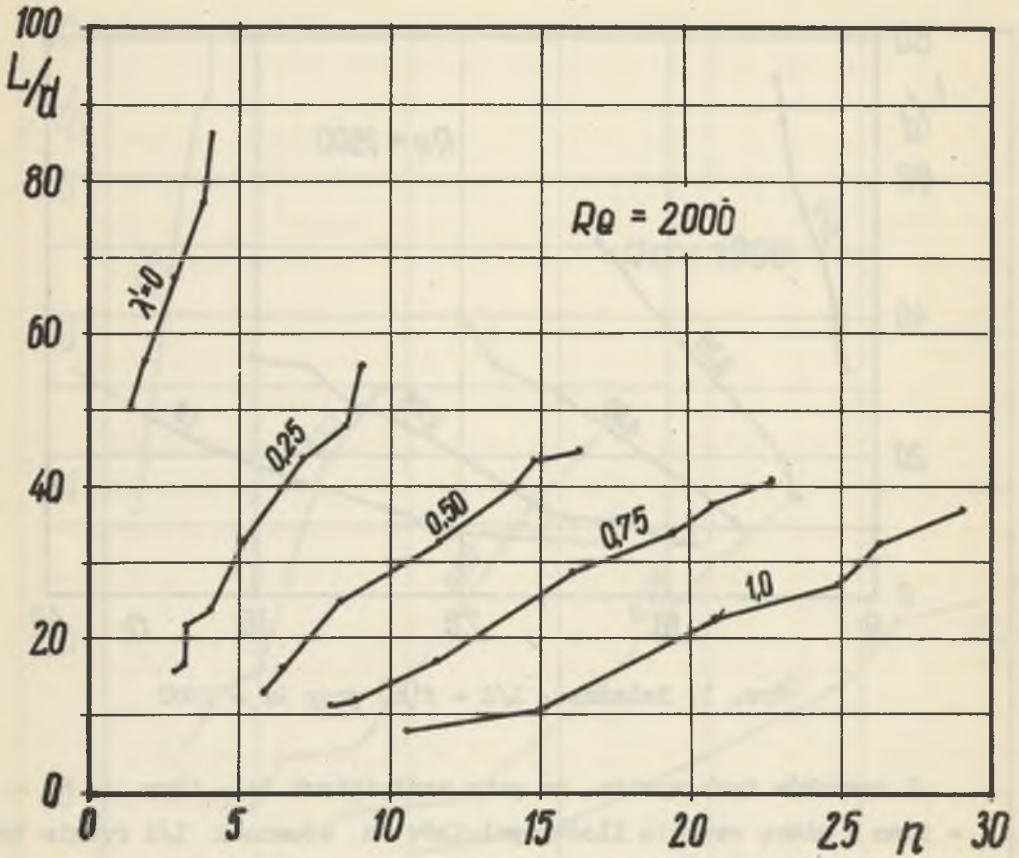
Rys. 3. Zależność $L/d = f(n)$ przy $Re = 1500$

Z rysunków tych wynika, że przy wartościach $Re = \text{idem}$ i $\lambda' = \text{idem}$ w miarę wzrostu ilości palników n stosunek L/d rośnie tym bardziej im mniejsza jest ilość powietrza pierwotnego w mieszance. Można to poprzeć następującym rozumowaniem; objętość strumienia mieszanki \dot{V} wypływającej z jednego palnika (wylotu) przedstawia równanie

$$\dot{V} = (1 + \lambda' \cdot v_{a \min}) \cdot \frac{\dot{V}}{n} = \frac{\pi}{4} (w \cdot d) \cdot d, \quad (1)$$

gdzie:

$v_{a \min}$ - minimalne zapotrzebowanie powietrza do spalania (np. $\frac{m^3}{m_u^3}$ pow./ $\frac{m^3}{m_u^3}$ gazu palnego),



Rys. 4. Zależność $L/d = f(n)$ przy $Re = 2000$

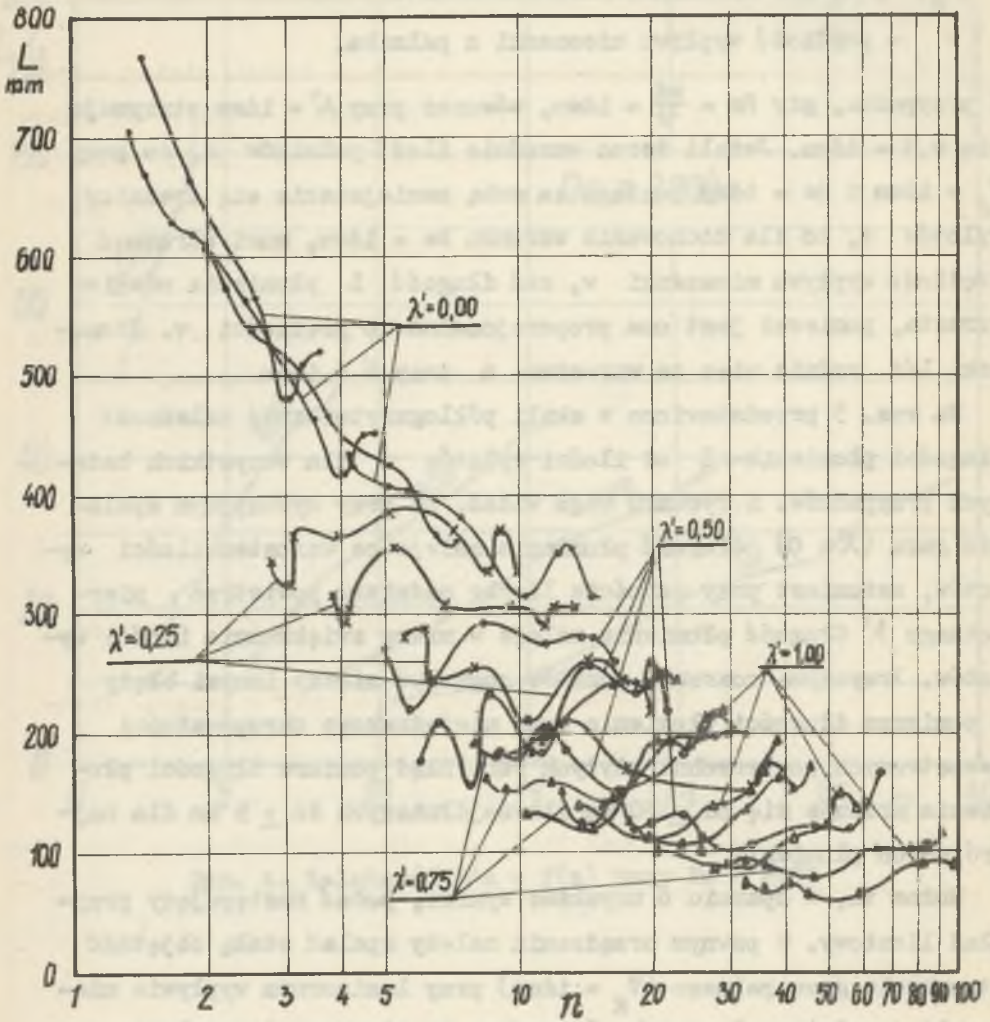
\dot{V}_g - objętość strumienia gazu palnego,

w - prędkość wypływu mieszanki z palnika.

W przypadku, gdy $Re = \frac{wd}{\nu} = \text{idem}$, wówczas przy $\lambda' = \text{idem}$ otrzymuje się $w \cdot d = \text{idem}$. Jeżeli teraz wzrośnie ilość palników n , co przy $\dot{V}_g = \text{idem}$ i $Re = \text{idem}$ pociąga za sobą zmniejszenie się średnicy wylotów d , to dla zachowania warunku $Re = \text{idem}$, musi wzrosnąć prędkość wypływu mieszanki w , zaś długość L płomienia również wzrasta, ponieważ jest ona proporcjonalna do prędkości w . Stosunek L/d rośnie więc ze wzrostem n przy $\lambda' = \text{idem}$.

Na rys. 5 przedstawiono w skali półlogarytmicznej zależność długości płomienia L od ilości wylotów n dla wszystkich badanych przypadków. Z rysunku tego widać, że przy dyfuzyjnym spalaniu gazu ($\lambda' = 0$) długość płomienia maleje ze wzrostem ilości wylotów, natomiast przy wzroście liczby nadmiaru powietrza pierwotnego λ' długość płomienia maleje w miarę zwiększania ilości wylotów. Przyczyną rozrzutu punktów mogą być między innymi błędy w pomiarze długości płomienia oraz niejednakowe chropowatości wewnętrznych powierzchni użytych rur. Błąd pomiaru długości płomienia szacuje się od ± 50 mm dla najdłuższych do ± 5 mm dla najkrótszych płomieni.

Można tu, w oparciu o uzyskane wyniki, podać następujący przykład liczbowy. W pewnym urządzeniu należy spalać stałą objętość strumienia gazu palnego ($\dot{V}_g = \text{idem}$) przy laminarnym wypływie mieszanki z palnika. Z rysunku 5 wynika, że stosując do spalania $n_1 = 10$ wylotów o średnicach $d_1 = 13,0$ mm uzyskuje się długość pojedynczego płomienia $L_1 = 180$ mm przy $\lambda' = 0,75$ i $Re = 2000$, przy zastosowaniu zaś, w tych samych warunkach, $n_2 = 20$ wylotów o średnicach $d_2 = 6,8$ mm długość płomienia wyniesie $L_2 = 245$ mm. Gdyby spalanie zachodziło przy $\lambda' = 0,25$ i $Re = 1000$ wówczas uzyskuje się odpowiednio $L_1 = 210$ mm i $L_2 = 220$ mm. W omówionych tu przy-

Rys. 5. Zależność $L = f(n)$

padkach wymiary komór spalania, a więc i kształt tych komór, różniłyby się od siebie.

W praktyce często charakter urządzenia, w którym między innymi znajduje się komora spalania, narzuca kształt i wymiary tej komory. Powstaje wówczas problem odpowiedniego doboru ilości wylotów i warunków (Re, λ') aby zapewnić prawidłowe spalanie paliwa gazowego. Wstępną próbą podejścia do tego zagadnienia było właśnie celem niniejszej pracy.

Na zakończenie autor dziękuje Panu doc. dr hab. inż. R. Peteli za wskazanie zagadnienia i uwagi przy redagowaniu pracy.

LITERATURA

- [1] Petela R.: Technologia paliw. Skrypt Politechniki Śląskiej, Gliwice 1968.
- [2] Liris B., Elbe G.: Горение, пламя и взрывы в газах. Издательство "Mir". Москва 1968.

ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГОРЕЛОК НА ДЛИНУ ФАКЕЛА

Резюме

При постоянном потоке городского газа в смеси с воздухом исследовано длину факела в зависимости от количества выходных отверстий этого газа. При этом принято во внимание переменное значение избытка первичного воздуха.

На основании результатов, представленных в виде диаграмм, сделано выводы.

THE INFLUENCE OF A NUMBER OF BURNERS ON THE LENGTH OF THE FLAME

S u m m a r y

At the constant gas fuel rate of flow in the mixture with the air, the length of flame was examined in dependence upon the number of mouths of that mixture. The varying value of primary excess air was taken into the considerations. On the base of results given by means of diagrams the conclusions are deduced.

