



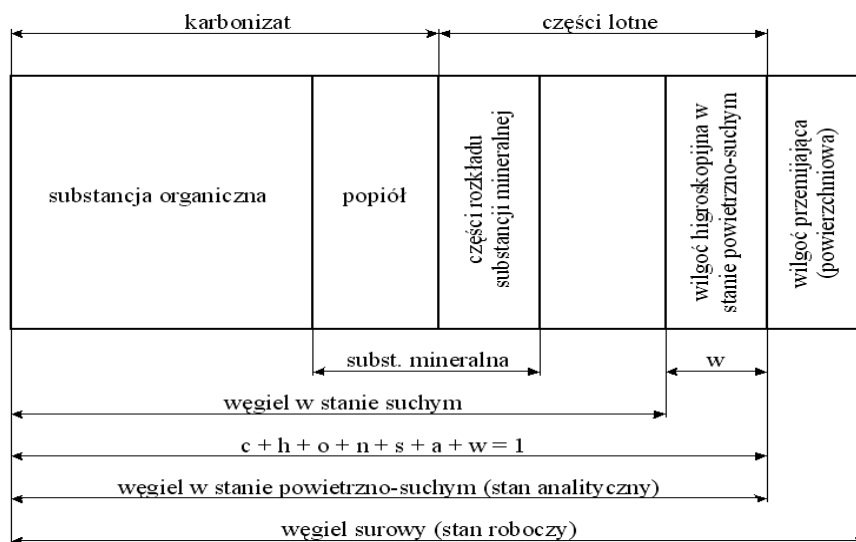
Spalanie paliw stałych

1. Wprowadzenie

1.1. Skład węgla

Węgiel składa się z **substancji organicznej**, **substancji mineralnej** i **wody** (wilgoci). Substancja mineralna i wilgoć stanowią bezużyteczny balast. Udział tych głównych składników węgla zmienia się w szerokim zakresie, zależnie od typu węgla, warunków hydrogeologicznych i innych czynników. **Substancja organiczna** (palna) zbudowana jest głównie z pierwiastków: C, H, O, S, N i P. Udział innych pierwiastków jest śladowy.

Standardowo węgiel charakteryzuje się na podstawie **analizy technicznej** lub **analizy elementarnej**. Podczas analizy technicznej oznacza się udziały: wilgoci W , popiołu A i części lotnych w węglu V , a ponadto oznacza się: ciepło spalania Q_s i wylicza wartość opałową Q_i . Analiza elementarna obejmuje określenie zawartości pierwiastków C, H, O, S, N, P i innych w węglu.



Rys. 1. Skład węgla

1.2. Spalanie cząstki węgla

Po dostaniu się cząstki węglowej do płomienia najpierw następuje jej nagrzanie, a następnie spalanie. Okresy nagrzewania i spalania dzieli moment zapłonu części lotnych. Okres spalania cząstki węgla można podzielić na dwa etapy: – wydzielanie i spalanie części lotnych, – spalanie pozostałości koksowej.

Długość poszczególnych faz zależy od rozmiaru cząstki, warunków spalania i właściwości węgla (skład strukturalny).

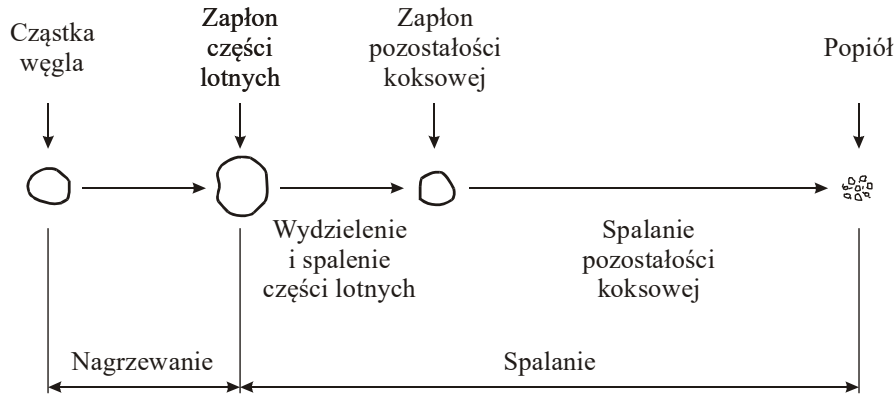
Procesy zachodzące podczas spalania pojedynczej cząstki węglowej, które można podzielić na fizyczne i chemiczne. Do najważniejszych procesów fizycznych należą:

- parowanie wody (suszenie),
- pęcznienie (dylatacja) cząstek węglowych,
- powstawanie porowatej struktury karbonizatu,
- przemiany fizyczne substancji mineralnej.

LABORATORIUM SPALANIA I PALIW

Do najważniejszych procesów chemicznych należą:

- piroliza węgla,
- spalanie części lotnych,
- spalanie pozostałości koksowej,
- przemiany chemiczne substancji mineralnej.

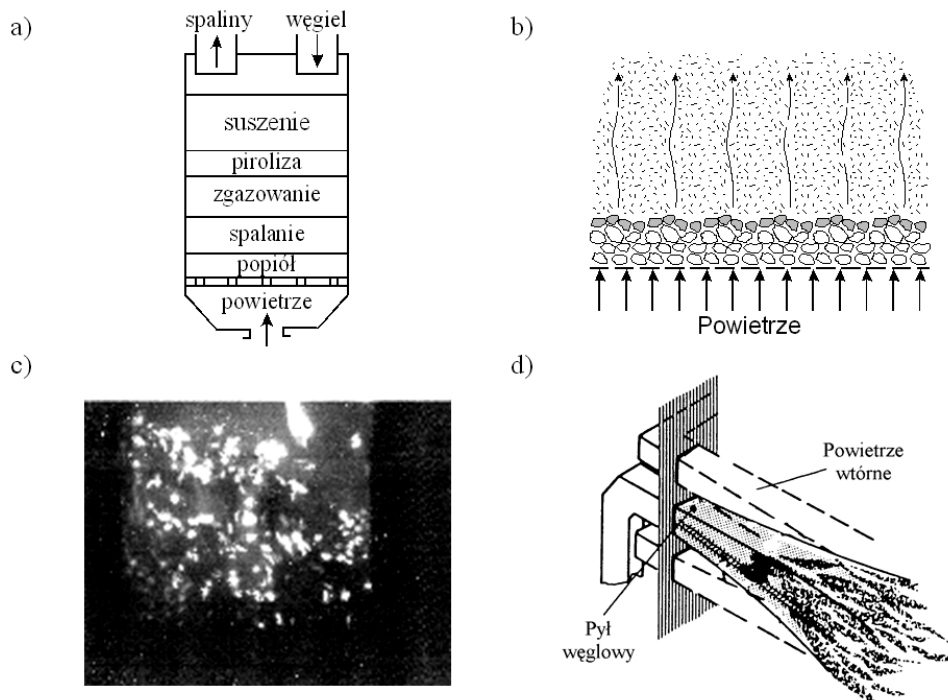


Rys. 2. Fazy spalania cząstki węgla w płomieniu

1.3. Sposoby spalania węgla

Najczęściej spotykane w energetyce sposoby organizacji spalania węgla to:

- w płomieniu pyłowym •
- w złożu fluidalnym
 - pęcherzykowym (< 25 mm),
 - cyrkulującym (< 6 mm),
- w palenisku rusztowym
 - z rusztem stałym
 - z rusztem ruchomym



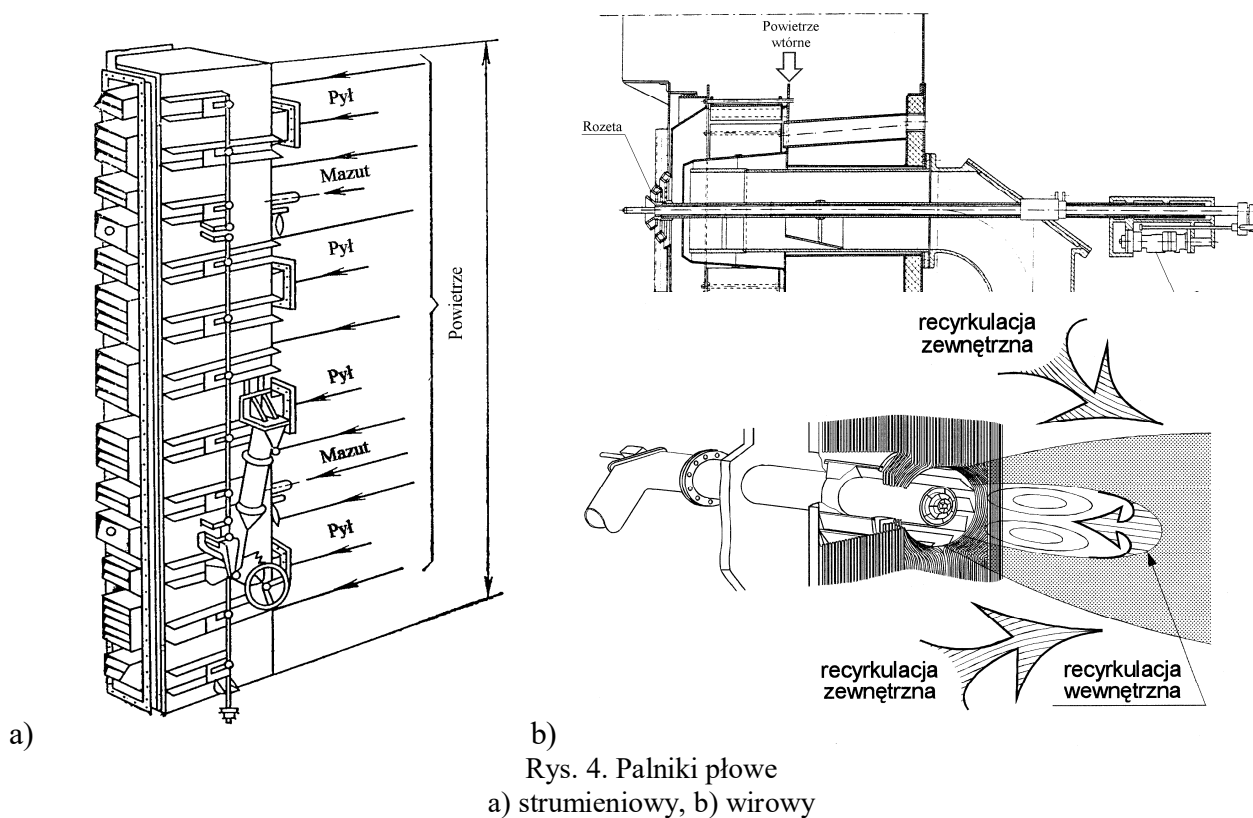
Rys. 3. Ważniejsze sposoby organizacji spalania węgla:

a) w złożu stałym, b) na ruszcie ruchomym, c) w złożu fluidalnym, d) w płomieniu pyłowym

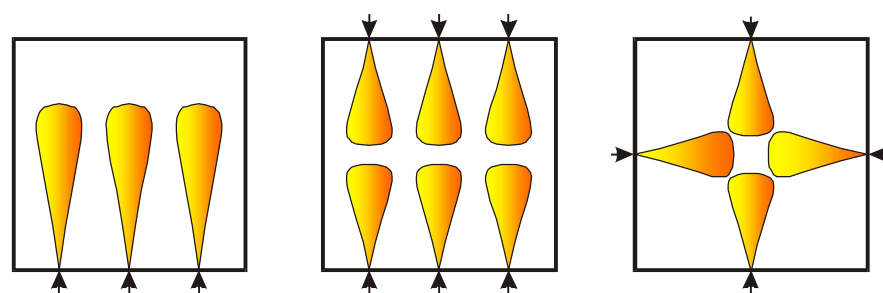
1.4. Palniki pyłowe

Ze względu na konstrukcję i przepływ mieszanki pyłowo-powietrznej można wyróżnić (rys 4.):

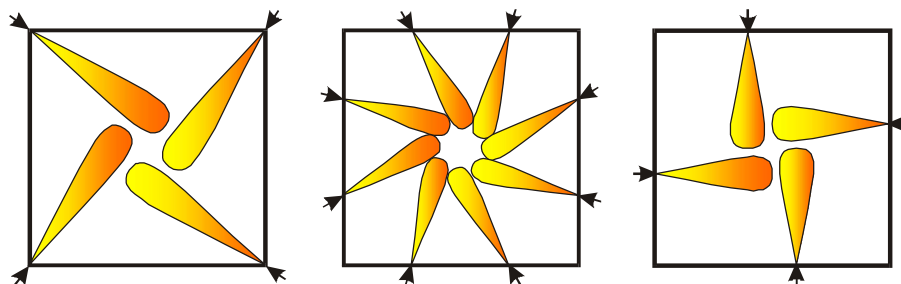
- palniki strumieniowe**, przeznaczone do spalania tzw. *chudych* węgli kamiennych o niskiej zawartości części lotnych (<20%) oraz do spalania węgla o dużej zawartości części lotnych (węgle brunatne i młode węgle kamienne), palniki te montuje się **tangencjalnie**;
- palniki wirowe**, przeznaczone do spalania tzw. *tlustych* węgli kamiennych o zawartości części lotnych 17÷40%, palniki te montowane są w palenisku **naściennie**.



Rys. 4. Palniki płowe
a) strumieniowy, b) wirowy



Rys. 5. Przykłady naściennego rozmieszczenia palników



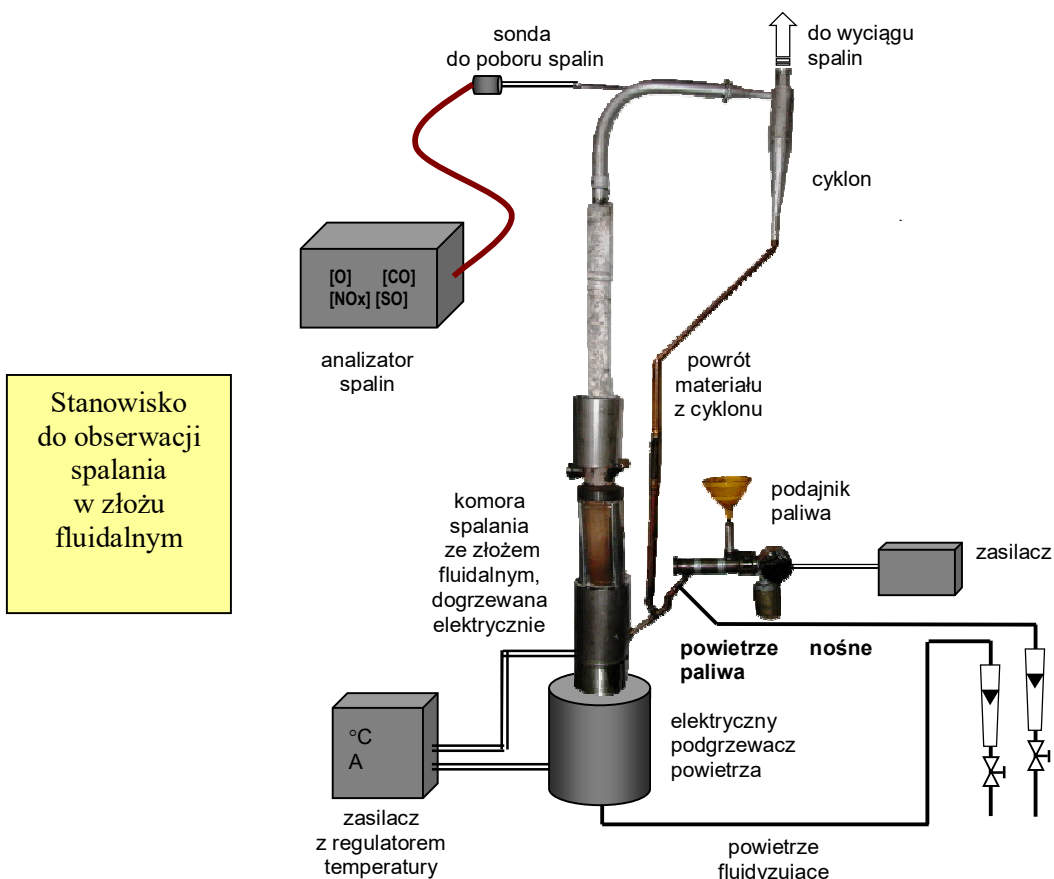
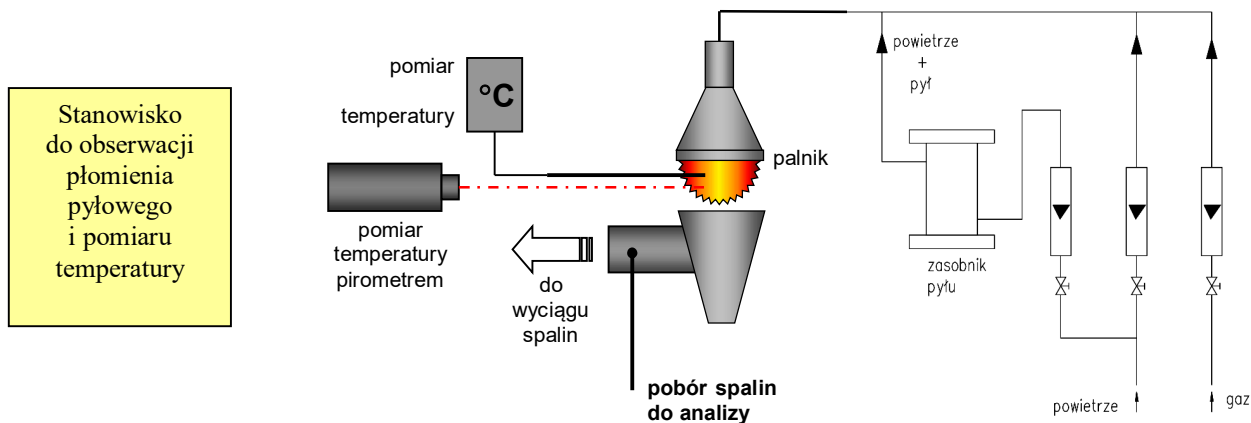
Rys. 6. Przykłady tangencjalnego rozmieszczenia palników

LABORATORIUM SPALANIA I PALIW

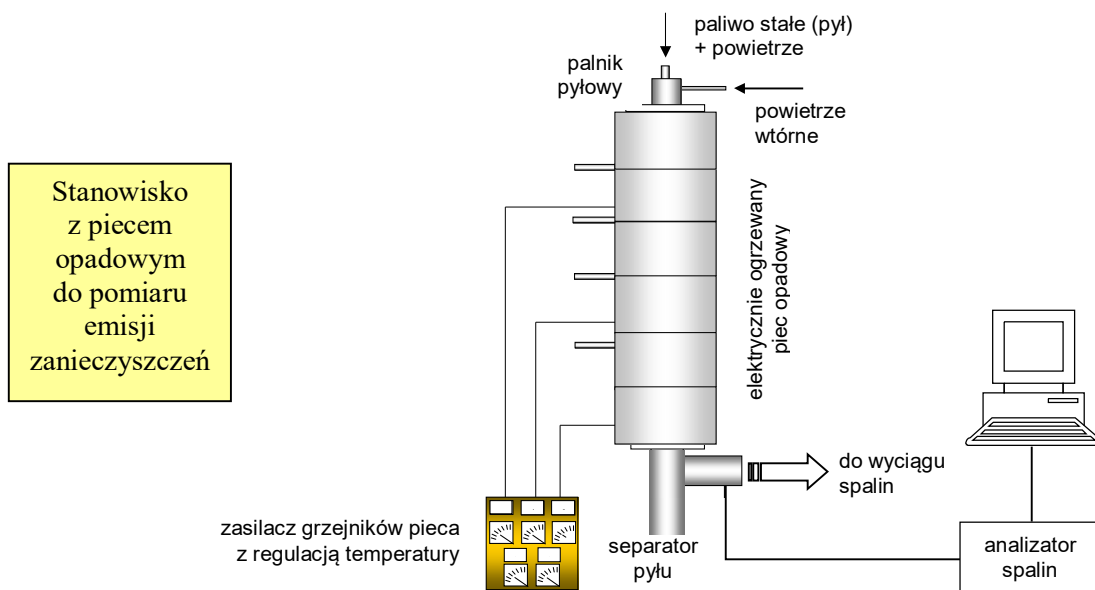
2. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia są: zapoznanie się ze zjawiskiem spalania paliw stałych, obserwacja działania palnika pyłowego i pomiar temperatur płomienia, pomiar emisji zanieczyszczeń podczas spalania pyłu w piecu opadowym, obserwacja działania paleniska fluidalnego.

3. Schematy stanowisk



LABORATORIUM SPALANIA I PALIW



Uwaga! Schematów z instrukcji nie wolno wykorzystywać w sprawozdaniach!

4. Przebieg ćwiczenia

W trakcie pierwszej części ćwiczenia zapoznaje się z budową i działaniem demonstracyjnego palnika pyłowego oraz obserwuje się wytwarzany przezeń płomień. Wykonuje się pomiar temperatury płomienia pyłowego przy użyciu termopary oraz dwubarwowego pirometru optycznego i porównuje ich wyniki. Można także dokonać pomiaru składu spalin, przy użyciu analizatora. Proces spalania reguluje się zmieniając ilości dostarczanego do palnika pyłu i powietrza. Palnik dodatkowo zasilany jest gazem celem stabilizacji płomienia pyłowego.

W części drugiej zapoznaje się z budową i obserwuje się działanie doświadczalnego paleniska fluidalnego. Określa się wpływ ilości i rodzaju podawanego paliwa oraz przepływu powietrza fluidyzującego na zachowanie się złoża i przebieg procesu spalania. Można dokonać analizy składu spalin przy użyciu analizatora.

W trzeciej części ćwiczenia wykonuje się badanie spalania pyłu (węglowego lub biomasy) w elektrycznie ogrzewanym piecu opadowym. Stopniowo zmienia się ilość pyłu i powietrza dostarczanego do spalania celem uzyskania różnych parametrów spalania.

Przy użyciu analizatora sprzężonego z komputerem bada się skład spalin pod kątem zawartości tlenu i zanieczyszczeń (CO, NO).

Uwaga: Szczegółowy zakres ćwiczenia do wykonania w danym terminie zajęć zostanie podany przez prowadzącego. Dopuszcza się wykonanie badań tylko jednej wskazanej części ćwiczenia.

LABORATORIUM SPALANIA I PALIW

5. Sposób opracowania wyników

5.1. Wyznaczenie współczynnika nadmiaru powietrza λ

$$\lambda = \frac{21}{21 - O_2}$$

gdzie: λ – współczynnik nadmiaru powietrza
21 – zawartość tlenu w powietrzu (procent)
 O_2 – zawartość tlenu w spalinach (procent)

5.2. Przeliczenie poziomu zanieczyszczeń na odniesiony do stałej zawartości tlenu 6%

$$CO^{6\%} = CO^{zm} \cdot \frac{21 - 6}{21 - O_2}$$

$$NO^{6\%} = NO^{zm} \cdot \frac{21 - 6}{21 - O_2}$$

gdzie: $CO^{6\%}$ – przeliczona zawartość CO w spalinach (ppm)
 $NO^{6\%}$ – przeliczona zawartość NO w spalinach (ppm)
CO – zmierzona zawartość CO w spalinach (ppm)
NO – zmierzona zawartość NO w spalinach (ppm)
21 – zawartość tlenu w powietrzu (procent)
6 – referencyjna zawartość tlenu w spalinach (procent)
 O_2 – zawartość tlenu w spalinach (procent)

5.3. Wykonanie wykresów

W sprawozdaniu należy wykonać wykresy zależności emisji zanieczyszczeń gazowych po przeliczeniu ich udziału w spalinach na 6% tlenu ($CO^{6\%}$ oraz $NO^{6\%}$) od współczynnika nadmiaru powietrza (λ).

6. Zestawienie mierzonych wartości

nr pomiaru	strumień paliwa	strumień powietrza	skład spalin				Skład spalin po przeliczeniu
			O_2	CO	NO	λ	
-	g/s	l/h	%	ppm	ppm	-	
1							
2							
3							
...							