

POLITECHNIKA ŚLĄSKA  
WYDZIAŁ INŻYNIERII ŚRODOWISKA I ENERGETYKI  
INSTYTUT MASZYN I URZĄDZEŃ ENERGETYCZNYCH

# Analiza techniczna paliw

---

Instrukcja laboratoryjna

Opracowali: dr inż. Izabella Maj

dr inż. Mateusz Tymoszek

## 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest wykonanie oznaczenia zawartości wilgoci próbek paliw i minerałów otrzymanych od Prowadzącego. Ćwiczenie pozwala zaznajomić się studentom z najpowszechniej stosowaną suszarkową metodą wyznaczania wilgoci paliw.

## 2. Wprowadzenie

### 2.1. Zawartość wilgoci

Zawartość wilgoci w paliwie jest przeważnie cechą niekorzystną, ponieważ obniża jego wartość opałową, utrudnia zapłon, powoduje podwyższenie temperatury punktu rosy spalin oraz wpływa na wyższe koszty transportu i suszenia. Obecność wilgoci obniża wydajność urządzeń służących do rozdrabniania czy przesiewania. Jednakże w przypadku produkcji paliw formowalnych (np. brykietów węglowych) pewna zawartość wilgoci wpływa pozytywnie na wytrzymałość mechaniczną produktu końcowego. Pomiar zawartości wilgoci ma ważne znaczenie praktyczne jest istotnym wskaźnikiem oceny technologicznej paliwa.

Wyróżnia się następujące rodzaje wilgoci występującej w paliwach i minerałach:

- Wilgoć przemijająca  $W_p$  - część wody zawartej w paliwie, która tracona jest podczas suszenia w temperaturze otoczenia w powietrzu, do osiągnięcia stanu przybliżonej równowagi z wilgotnością powietrza. Zawilgocenie tego rodzaju wynika z obecności wody utrzymującej się mechanicznie na powierzchni ziaren węgla.

- Wilgoć higroskopijna  $W_h$  - woda pozostała w węglu po usunięciu wilgoci przemijającej, którą węgiel traci dopiero po wysuszeniu w temperaturze 105-110°C (wilgoć w stanie powietrzno-suchym). Zawartość wilgoci higroskopijnej jest zależna od stopnia metamorfizmu węgla.

- Wilgoć całkowita  $W_c$  - łączna zawartość wilgoci przemijającej i wilgoci higroskopijnej, wyrażona w procentach w stosunku do masy paliwa roboczego.

- Wilgoć analityczna  $W_a$  - część wilgoci zawarta w próbce analitycznej paliwa użytego do analizy.

### 2.2. Masy paliwa

Charakterystyczne składniki paliwa, jego skład chemiczny itp. rozpatruje się w odniesieniu do różnych mas – Tabela 1. Masą roboczą paliwa (górnym indeksem r) nazywa się paliwo w postaci, w jakiej jest ono dostarczone do paleniska, masą analityczną paliwa (górnym indeksem a) – paliwo w postaci używanej do analiz w laboratorium (rozdrobnione, podsuszone). Suchą masą (górnym

indeks s) nazywa się paliwo pozbawione wilgoci ( $W=0$ ), masą palną (indeks p) – masą składników palnych łącznie z palnymi związkami.

Tabela 1 Charakterystyczne masy paliwa

Znana masa	Mnożnik dla masy określonej			
	roboczej	analitycznej	suchej	palnej
Robocza	1	$(100-W^a)/(100-W^r)$	$100/(100-W^r)$	$100/(100-W^r-A^r)$
Analityczna	$(100-W^r)/(100-W^a)$	1	$100/(100-W^a)$	$100/(100-W^a-A^a)$
Sucha	$(100-W^r)/100$	$(100-W^a)/100$	1	$100/(100-A^s)$
Palna	$(100-W^r-A^r)/100$	$(100-W^a-A^a)/100$	$(100-A^s)/100$	1

gdzie A – zawartość popiołu w paliwie

### 3. Metodyka wykonania ćwiczenia

#### 3.1. Oznaczenie zawartości wilgoci analitycznej metodą suszarkową wg PN-80/G-04511

Wilgoć analityczna  $W^a$  oznaczana jest metodą suszarkową, poprzez suszenie próbki paliwa w suszarce elektrycznej wyposażonej w termostatyczną regulację temperatury, w atmosferze powietrza, w temperaturze 105-110°C (378-383 K).



Rys. 1 Suszarki laboratoryjne

Przed wykonaniem oznaczenia należy paliwo rozdrobnić do ziaren poniżej 0,2 mm (próba analityczna dla węgla, w przypadku biomasy poniżej 0,425 mm) oraz odważyć ilość ok. 1 g (w

przypadku naczynek o średnicy  $\varphi \geq 60$  mm można zastosować próbkę o masie 2g). Suszenie prowadzi się przez 60 minut dla węgla kamiennego i 90 minut dla węgla brunatnego i biomasy. Po wyjęciu z suszarki naczynko szklane z paliwem należy zamknąć pokrywką, wyjąć z suszarki i umieścić w eksykatorze do całkowitego ochłodzenia. Po ochłodzeniu naczynko z próbką należy zważyć na wadze analitycznej. Suszenie należy powtarzać w odstępach 15-minutowych tak długo, jak długo masa nie ustali się z dokładnością  $\pm 0,0010$  g.



Rys. 2 Naczynka szklane z pokrywkami do wyznaczania zawartości wilgoci

Zawartość wilgoci w próbce  $W^a$  należy obliczyć procentowo:

$$W^a = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_3} 100 \quad [\%]$$

gdzie:

$m_1$  - masa naczynka z odważką paliwa przed suszeniem, g,

$m_2$  - masa naczynka z odważką paliwa po suszeniu, g,

$m_3$  - masa naczynka pustego, g.

Metody suszenia w atmosferze powietrza nie należy stosować do łatwo utleniających się paliw stałych, gdyż zmiana masy paliwa na skutek utlenienia wpływa na wynik oznaczania wilgoci. Dla paliw takich zaleca się metodę suszenia w atmosferze gazu obojętnego (np. azotu lub argonu) lub też metodę destylacyjną.

#### 4. Sprawozdanie

Sprawozdanie powinno zawierać:

- stronę tytułową z nazwą ćwiczenia, kierunkiem i semestrem studiów, numerem sekcji, datą wykonania ćwiczenia oraz nazwiskami i imionami autorów sprawozdania,
- krótki wstęp teoretyczny oraz opis metodyki badań,
- opis metod wyznaczania wilgoci paliw i minerałów,
- uzupełnioną podczas zajęć i podpisaną przez Prowadzącego kartę pomiarową,
- obliczenia zawartości wilgoci analitycznej.
- uwagi i wnioski końcowe.
- rozwiązane zadanie obliczeniowe

### Zadanie obliczeniowe

- 1) Dla węgla kamiennego o znanych  $W^r = 23\%$  i  $A^s = 15\%$ , obliczyć zawartość popiołu dla masy palnej ( $A^p$ ).
- 2) Dla drewna o zawartości tlenu w masie palnej  $O_p = 43,9\%$ , obliczyć zawartość tlenu w masie analitycznej ( $O^a$ ), przy  $W^r = 32\%$  i  $W^a = 15\%$ .
- 3) Dla węgla kamiennego o znanych  $W^r = 11\%$  i  $A^r = 15\%$ , obliczyć zawartość popiołu dla masy palnej ( $A^r$ ).
- 4) Dla węgla brunatnego o zawartości węgla w masie roboczej  $C^r = 42\%$  obliczyć zawartość węgla w masie analitycznej ( $C^a$ ), przy  $W^a = 9\%$  i  $W^r = 13\%$ .

### 5. Literatura

[1] Polska norma PN-80/G-04511: Oznaczanie zawartości wilgoci.

[2] Kotły parowe w energetyce przemysłowej. Piotr Orłowski, Wacław Dobrzański. Wydaw. Nauk.-Techn., 1991.