

DETERMINAREA PUTERII CALORICE A COMBUSTIBILILOR GAZOSI

Consideratii teoretice

Puterea calorica la presiune constanta a combustibililor gazosi reprezinta cantitatea de caldura dezvoltata prin arderea completa a unui m_N^3 de gaz (in conditii normale fizice: $p_N = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ N/m}^2$ si $T_N = 273.15 \text{ K}$), in conditiile in care, in procesul de ardere izobara, produsele finale ale arderii trebuie sa aiba aceeasi temperatura si aceeasi presiune cu a compusilor care intra in proces.

Unitatea de masura a puterii calorice a combustibililor gazosi este J/m_N^3 .

In urma arderii se obtine apa sub forma de vapori sau sub forma lichida (prin condensarea vaporilor de apa rezultati in urma procesului de ardere). Dupa starea de agregare in care apa apare in gazele de ardere, se disting:

- puterea calorica superioara (H_s), daca apa este sub forma lichida;
- puterea calorica inferioara (H_i), daca apa este sub forma gazoasa.

Avem:

$$H_s = H_i + C \quad [\text{J/m}_N^3]$$

unde C reprezinta caldura degajata prin condensarea vaporilor de apa produsi in timpul arderii:

$$C = \frac{mr}{V_N} \quad [\text{J/m}_N^3]$$

cu:

m - cantitatea de condens, in kg;

r - caldura latentă de vaporizare a apei la temperatura T si presiunea p , in J/kg ;

V_N - volumul normal al combustibilului gazos ars, in m_N^3 .

Determinarea puterii calorice a combustibililor gazosi are la baza un bilant calorimetric: caldura degajata in procesul de ardere completa a unei cantitati anumite de gaz este transmisa unui curent continuu de apa.

In conditiile unui regim stationar, bilantul arderii (Principiul I) se scrie:

$$Q_{ard} = Q_w + Q_p + H_{ga} - H_{gc} - H_{aa} \quad [\text{J}]$$

unde:

Q_{ard} - cantitatea de caldura degajata prin arderea completa a combustibilului gazos in conditii normale;

Q_w - cantitatea de caldura primita de apa;

Q_p - caldura pierduta de la calorimetru spre mediul exterior;

H_{ga} - entalpia gazelor de ardere;

H_{gc} - entalpia gazului combustibil;

H_{aa} - entalpia aerului necesar arderii.

Considerand caldura pierduta neglijabila si temperatura gazelor de ardere egala cu cea a camerei in care se efectueaza experienta (egalizare care se realizeaza cu ajutorul clapetei de egalizare si/sau prin reglarea debitului de combustibil), se aproximeaza:

$$Q_{ard} \cong Q_w$$

Avem:

$$Q_{ard} = V_N H_s \quad [\text{J}]$$

$$Q_w = mc_p \Delta T \quad [\text{J}]$$

de unde se obtine:

$$H_s = \frac{mc_p \Delta T}{V_N} \quad [\text{J}/\text{m}_N^3]$$

Pentru raportarea la conditiile normale fizice se aplica legea lui Clapeyron celor doua stari:

$$\frac{p_N V_N}{T_N} = \frac{pV}{T}$$

de unde rezulta:

$$V_N = V \frac{p}{p_N} \frac{T_N}{T} \quad [\text{m}_N^3]$$

Presiunea gazului se determina cu ajutorul unui manometru diferential cu apa, astfel incat:

$$p = B + \rho gh \quad [\text{Pa}], [\text{N}/\text{m}^2]$$

Caldura latentă de vaporizare a apei r este data în tabelul de mai jos, în kJ/kg.

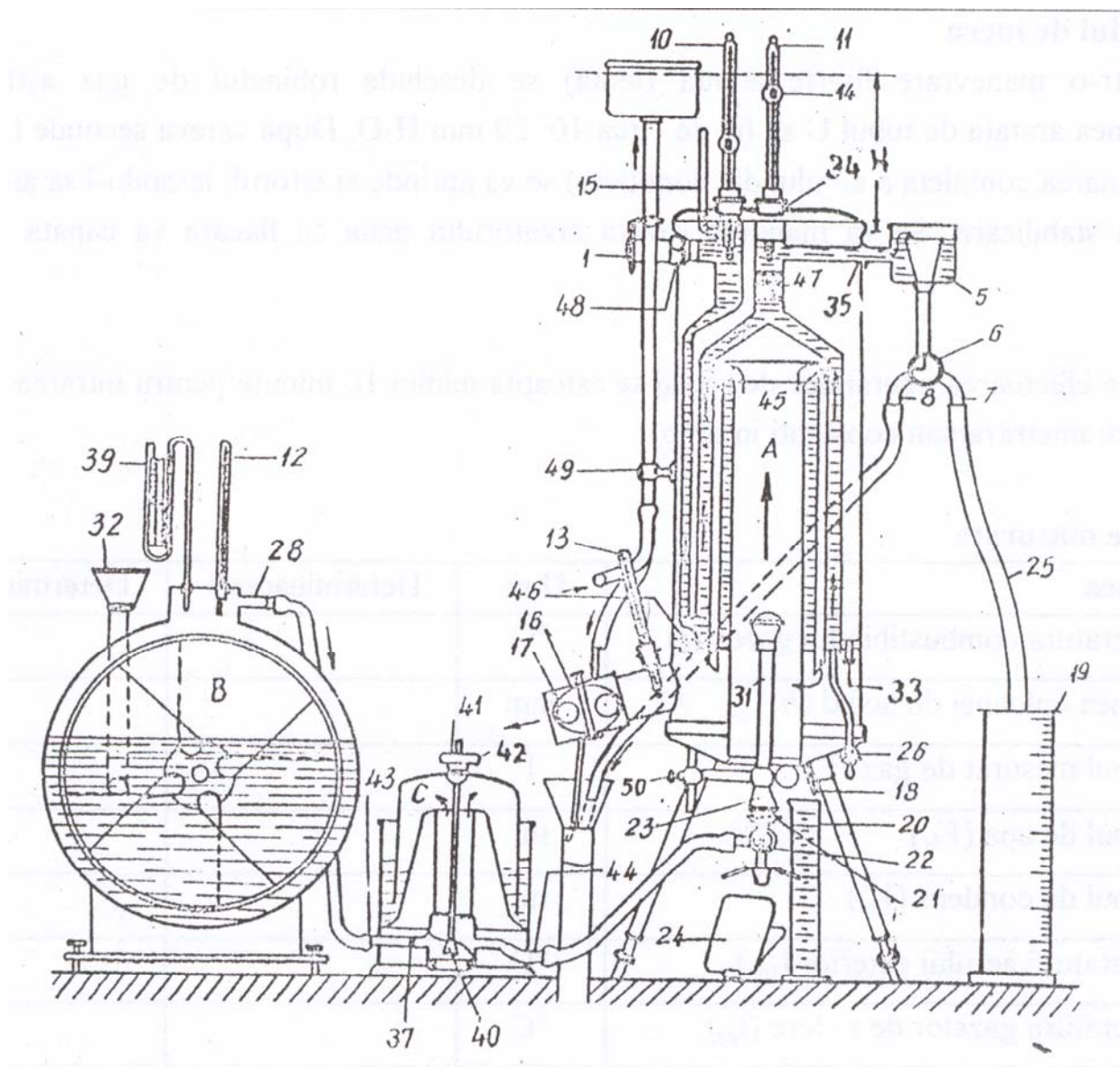
t (°C)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	2501	2498	2496	2493	2491	2489	2487	2485	2482	2479
10	2477	2475	2473	2470	2468	2465	2463	2461	2458	2456
20	2454	2451	2449	2447	2444	2442	2440	2437	2435	2432
30	2430	2428	2425	2423	2421	2418	2416	2414	2411	2409
40	2406	2403	2401	2399	2397	2394	2391	2389	2387	2385
50	2383	2380	2377	2375	2373	2370	2368	2365	2363	2361
60	2358	2355	2353	2350	2348	2345	2343	2341	2338	2336
70	2333	2331	2329	2326	2323	2321	2318	2316	2313	2310
80	2308	2306	2303	2300	2298	2295	2293	2291	2288	2285
90	2282	2280	2277	2274	2272	2270	2267	2265	2262	2259
100	2257	2254	2251	2248	2245	2243	2241	2238	2235	2232

Descrierea dispozitivului experimental

Instalatia utilizata se compune din doua circuite, unul de gaze si celalat de apa.

Principalele aparate utilizate sunt:

- A Calorimetru de tip Junkers
- B Contor de gaze combustibile
- C Regulator de presiune



Elementele componente ale instalatiei

- | | | | |
|---|--|----|---|
| 1 | robinet de reglaj | 9 | conducta de intrare a apei in calorimetru |
| 2 | racord de aducere a apei in preaplin | 10 | termometru pentru apa la intrare |
| 3 | conducta de evacuare a apei la canal | 11 | termometru pentru apa la iesire |
| 4 | preaplin | 12 | termometru pentru gaz |
| 5 | rezervor de nivel constant | 13 | termometru pentru gazele de ardere |
| 6 | ventil cu trei cai | 14 | lupe de citire a indicatiilor termometrelor |
| 7 | racord pentru evacuarea apei spre 19 | 16 | racord pentru evacuarea gazelor de ardere |
| 8 | racord de dirijare spre canal a apei din 5 | 17 | clapeta de egalizare |

18	racord pentru colectarea condensului	30	rotorul contorului de gaze
19	cilindru gradat (1000 ml)	31	corp arzator
20	cilindru gradat (10 ml) pentru condens	32	palnie pentru umplerea cu apa a contorului
21	rozeta pentru reglarea cantitatii de aer	36	robinet de golire a contorului de gaze
22	robinet pentru reglarea debitului de gaz	37	spatiu de intrare a gazului in regulator
23	arzator de laborator cu sita	39	tub manometric in forma de U (pentru gaz)
24	oglindea metalica pentru controlul flacarii	40	ventil
25	tub de cauciuc	42	greutati sub forma de saibe
27	racord de introducere a gazului in contor	50	dispozitiv pentru fixarea arzatorului
28	racord de evacuare a gazului din contor		

Modul de lucru

Printr-o manevrare foarte atenta (lenta) se deschide robinetul de gaz astfel incat suprapresiunea aratata de tubul U sa fie de circa 10..20 mm H₂O. Dupa cateva secunde (necesare pentru eliminarea completa a aerului din conducta) se va aprinde arzatorul, lasandu-l sa arda in aer liber pentru stabilizare. Se va manevra rozeta arzatorului pana ce flacara va capata culoarea albastra.

Dupa efectuarea operatiilor de reglaj se asteapta minim 10 minute pentru intrarea in regim stationar (parametrii raman constanti in timp).

Date masurate

Marimea	U.m.	Determinarea 1	Determinarea 2
Temperatura combustibilului gazos (t)	°C		
Inaltimea coloanei de lichid (h)	m		
Volumul masurat de gaz (V)	m ³		
Volumul de apa (V_M)	m ³		
Volumul de condens (V_m)	m ³		
Temperatura aerului exterior (t_{ae})	°C		
Temperatura gazelor de ardere (t_{ga})	°C		
Temperatura apei la intrare (t_{w1})	°C		
Temperatura apei la iesire (t_{w2})	°C		

Date calculate

Marimea	U.m.	Determinarea 1	Determinarea 2
Cantitatea de apa (M)	kg		
Cantitatea de condens (m)	kg		
Presiunea combustibilului gazos (p)	N/m ²		
Volumul normalizat (V_N)	m ³ _N		
Caldura latentă de vaporizare (r)	kJ/kg		
Caldura de condensare (C)	kJ / m ³ _N		
Puterea calorică superioară (H_s)	kJ / m ³ _N		
Puterea calorică inferioară (H_i)	kJ / m ³ _N		