

# Sagorevanje i održivi razvoj B

Laboratorijska vežba broj 1

# Određivanje visine difuzionog plamena

Kvalifikacija plamena može se biti izvršena na više načina. Kao prvo potrebno je da znamo da li su gorivo i vazduh (oksidator –  $O_2$  iz vazduha) predmešani ili ne. Vodeći računa o ovoj činjenici imamo:

- Difuzioni plamen – tip plamena gde gasovito gorivo izlazi u atmosferu i gde se meša sa vazduhom i tek onda imamo paljenje ovako nastale smeše i njeno sagorevanje. U ovom slučaju, najsporija faza je upravo mešanje goriva i vazduha – difuzija.
- Kinetički plamen – tip plamena gde imamo predmešanje goriva i vazduha u mešnoj komori (mešaču) i nakon toga paljenje i sagorevanje ostvarene smeše. Kod ovog tipa plamena kritična faza je faza sagorevanja.

Prema karakteru protoka smeše gorivo/vazduh plamen može biti:

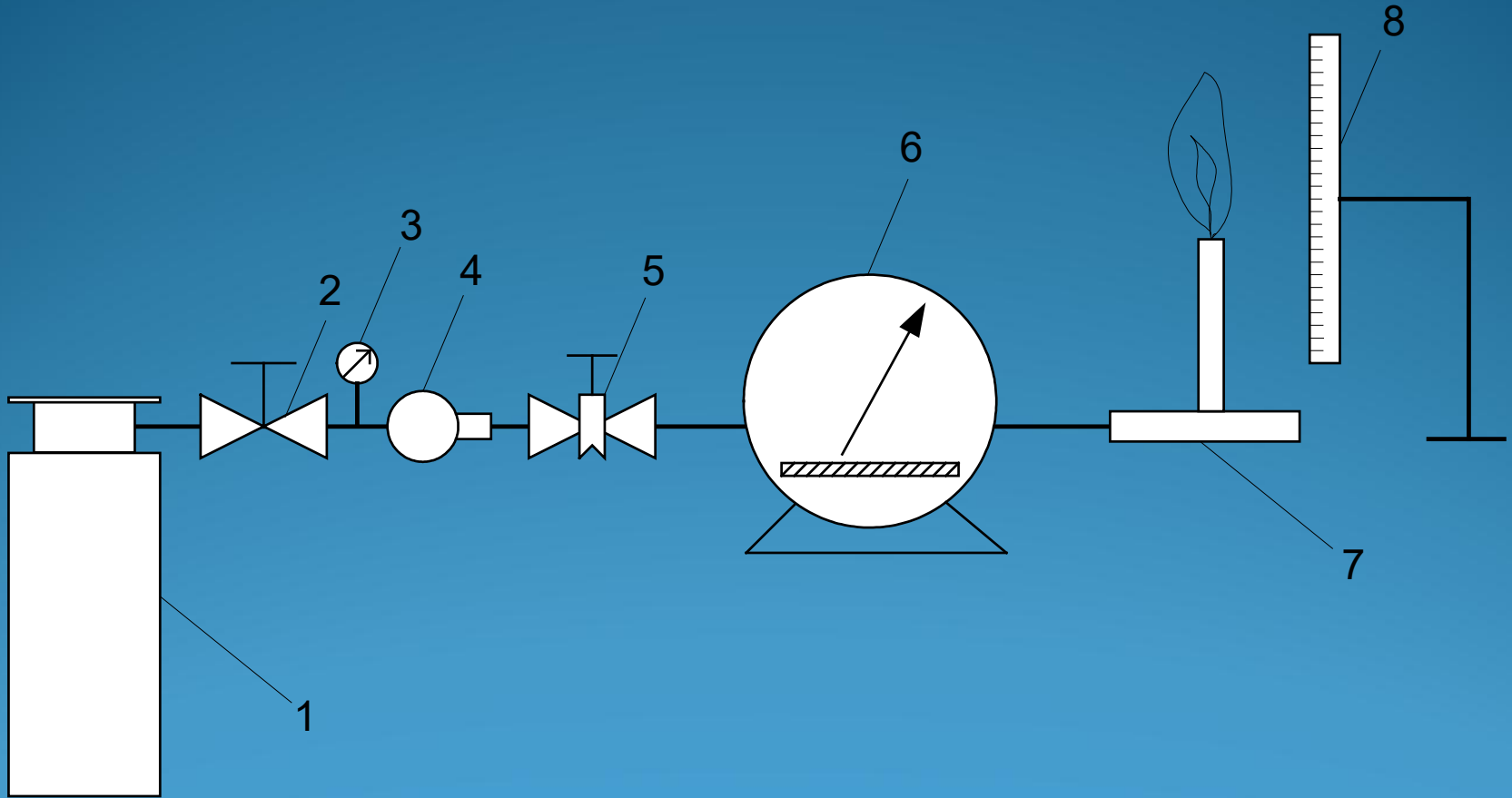
- laminarni, ili
- turbulentni.

Za karakterizaciju plamena, da li je plamen laminaran ili turbulentan, koristi se kritična vrednost Reynolds-ovog broja ( $Re$ ). Kod difuzionog plamena moramo voditi računa o porastu temperature zbog čega dolazi do porasta kinematske viskoznosti gasa.

Prema agregatnom stanju goriva, vrste plamena možemo podeliti u dve grupe:

- Homogeni plamen – ako su obekomponente (gorivo i vazduh) u istoj fazi (slučaj sagorevanja gasovitih i tečnih goriva).
- Nehomogeni plamen – ako se agregatno stanje gorivih komponenti razlikuje (slučaj sagorevanja čvrstih goriva).

# Experimentalna instalacija:



- 1 – boca sa gasovitim gorivom (TNG)
- 2 – ventil
- 3 – manometar
- 4 – regulator pritiska
- 5 – regulacioni ventil
- 6 – gasni sat
- 7 – gorionik
- 8 – merna traka

U ovom eksperimentu komercijalna smeša propana i butana (TNG) se koristi kao gorivo. Za različite vrednosti pritiska i temperature u boci sa gorivom, imamo različite procenete učešća  $C_3H_8$  and  $C_4H_{10}$  u gorivu (p-t dijagram).

Reynolds-ov broj se računa pomoću sledeće formule:

$$Re = \frac{v_0 \cdot d_0}{\nu} ,$$

$$v_0 = \frac{\dot{V}}{A} , \quad A = \frac{d_0^2 \cdot \pi}{4} , \quad v_0 = \frac{4\dot{V}}{\pi \cdot d_0^2}$$

Kinematska viskoznost računa se preko Mann-ove formule:

$$v_{FM} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{r_i}{v_i}}$$

Za  $Re < 2600$  imamo laminarni protok mešavine gorivo/vazduh i u ovom slučaju visina difuzionog plamena iznosi:

$$L_{dl} = K_l \cdot \frac{v_0 \cdot d_0}{D}$$

Gde je:

$v_0$  - Brzina isticanja mešavine gorivo/vazduh,

$d_0$  - prečnik plamenog otvora gorionika,

$D$  - Koeficijent difuzije,

$K_l$  - Konstanta koja zavisi od vrste goriva i gorionika i koja se određuje eksperimentalno.

Koeficijent difuzije:

$$D = D_0 \left( \frac{T}{T_0} \right)^m \left( \frac{p_0}{p} \right)$$

gde imamo:

$$D_0 = A \frac{\sqrt{\frac{1}{M_F} + \frac{1}{M_A}}}{\left(\sqrt[3]{V_F} + \sqrt[3]{V_A}\right)^2} - B$$

$$A = 2,7 \cdot 10^{-3} = \text{const.}$$

$$B = 2 \cdot 10^{-6} = \text{const.}$$

$$M_F = \sum_{i=1}^n r_i M_i - \text{molarna masa goriva,}$$

$$M_A = 29 \cdot 10^{-3} \text{ [kg/mol]} - \text{molarna masa vazduha,}$$

$$V_F = 14,8 \cdot \left( \sum_{i=1}^k r_i m \right) + 3,7 \cdot \left( \sum_{i=1}^k r_i n \right) - \text{molarna zapremina goriva,}$$

$$V_A = 29,7 \text{ [cm}^3\text{/mol]} - \text{molarna zapremina vazduha.}$$

Za  $Re > 2600$  imamo turbulentni protok mešavine gorivo/vazduh i u ovom slučaju visina plamena se može izračunati na više načina prema sledećim autorima:

$$L_{dt} = K'_t d_0 \Rightarrow K'_t = \frac{L_{dt}}{d_0} \quad (\text{Miheiev})$$

$$L_{dt} = K''_t d_0 \left( \frac{v}{D} \right)^{0,3} \Rightarrow K''_t = \frac{L_{dt}}{d_0} \left( \frac{v}{D} \right)^{0,3} \quad (\text{Shorin i Jermolaiev})$$

$$L_{dt} = K'''_t \cdot 20 \cdot d_0 \left( \frac{v_0^2}{g \cdot d_0} \right)^{0,17} \Rightarrow K'''_t = \frac{L_{dt}}{20 \cdot d_0} \left( \frac{v_0^2}{g \cdot d_0} \right)^{0,17} \quad (\text{Kitaev})$$