

Sagorevanje i održivi razvoj B

Laboratorijska vežba broj 3

Merenje brzine sagorevanja i određivanje granica paljenja

Brzina sagorevanja je brzina kojom se front plamena prostire kroz smešu gorivo/vazduh ortogonalno u odnosu na svoju površinu.

Brzina sagorevanja ili brzina prostiranja fronta plamena je veoma bitna karakteristika koja zavisi od smeše gorivo/vazduh, temperature, pritiska, protoka i geometrije sistema.

Postoji više načina za određivanje brzine sagorevanja a sve metode mogu se podeliti u dve grupe:

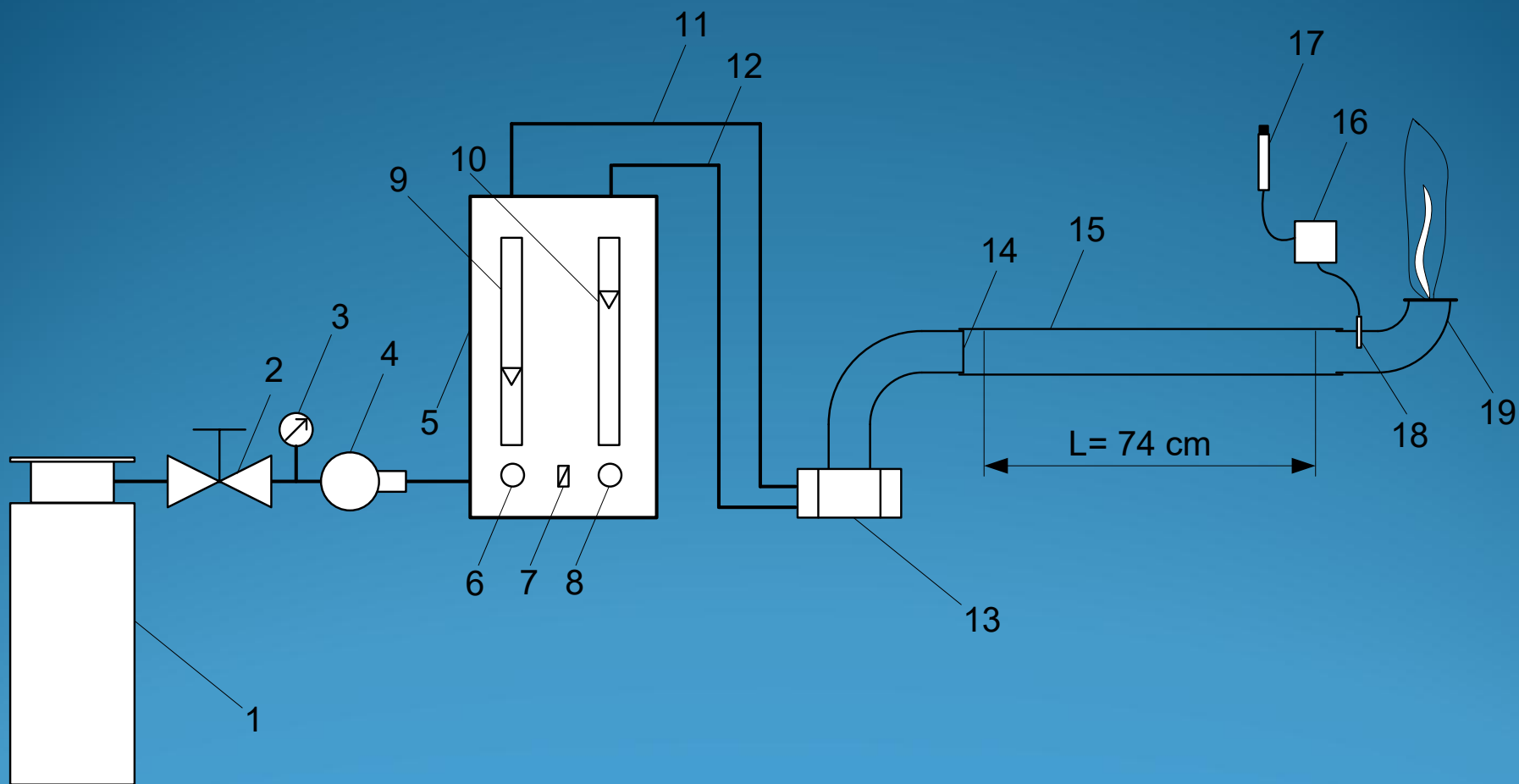
- metode gde se brzina sagorevanja meri na gorioniku dok je plamen u stacionarnom stanju,
- metode gde se brzina sagorevanja određuje preko slobodnog prostiranja fronta plamena kroz pokretnu ili nepokretnu smešu goriva/vazduh.

Opis eksperimentalne procedure

Prvo je potrebno predhodno podešenu smešu gorivo/vazduh dopremiti do providne cevi, a nakon 15 sekundi, kada se protok smeše stabilizuje, prekidamo protok goriva pa vazduha. U plastičnoj providnoj cevi, sada imamo željeni odnos goriva i vazduha. Tada palimo smešu pomoću mehanizma za paljenje i formira se stabilan front plamena, koji se kroz plastičnu cev pomera brže ili sporije u zavisnosti od odnosa gorivo/vazduh. Merenjem vremena za koje front plamena pređe distancu L možemo odrediti laminarnu brzinu sagorevanja.

Merenje brzine sagorevanja i određivanje granica paljenja

Eksperimentalna instalacija:



Merenje brzine sagorevanja i određivanje granica paljenja

- 1 – boca sa gorivom
- 2 – ventil
- 3 – manometar
- 4 – regulator pritiska
- 5 – konzola sa meračima protoka (rotametrima)
- 6 – regulacioni ventil za gorivo
- 7 – prekidač za startovanje ventilatora
- 8 – regulacioni ventil za vazduh
- 9 – merač protoka goriva
- 10 – merač protoka vazduha
- 11 – cevni vod goriva
- 12 – cevni vod vazduha
- 13 – komora za mešanje
- 14 – čelična žica
- 15 – providna plastična cev
- 16 – mehanizam za paljenje
- 17 – taster za paljenje
- 18 – svećica
- 19 – gorionik

Ako posmatramo gorionik sa siromašnom smešom gorivo/vazduh, sa porastom protoka gorive smeše dimenzije plamena se neće menjati. Suprotno od ovoga, sagorevanje bogate smeše gorivo/vazduh i kontinualno povećavanje dotoka goriva biće veoma vidljivo sve do određene granice kada više paljenje smeše neće biti moguće. Postavljanje providne plastične cevi na gorionik, sa bogatom smešom, u određenim uslovima doći će do sagorevanja unutar plastične cevi i na njenom izlazu. Mešavina gorivo/vazduh sagoreva u dve faze, u plastičnoj cevi goriva mešavina sagoreva uvek sa odnosom goriva i vazduha koji se postiže pomoću ventilatora, dok se na izlazu iz cevi koristi i vazduh iz okolne atmosfere.

Ako plastičnu providnu cev, prečnika većeg od kritičnog i dužine oko 1 m, napunimo sa mešavinom gorivo/vazduh i zapalimo je, plamen će se širiti duž cevi, od kraja gde je paljenje smeše izvršeno ka suprotnom kraju.

Postavljanje odgovarajuće dijafragme na kraju plastične cevi obezbediće jednoliko linearno kretanje fronta plamena na dovoljno dugoj distanci bez njegove deformacije.

Koncentracione granice paljenja jesu granice oblasti u kojoj je paljenje i stabilno sagorevanje smeše gorivo/vazduh moguće. Donja koncentraciona granica paljenja (DGP) predstavlja onu koncentraciju goriva i vazduha iznad koje je paljenje gorive smeše moguće, a ispod koje je smešu gorivo/vazduh nemoguće upaliti. Ona koncentracija goriva u smeši gorivo/vazduh iznad koje je smešu nemoguće upaliti a ispod koje je paljenje gorive smeše moguće jeste gornja koncentraciona granica paljenja. Potrebno je reći, da je paljenje gorive smeše izvan koncentracionih granica paljenja moguće uz pretpostavku da su produkti sagorevanja na veoma visokim temperaturama ili da su zidovi komore za sagorevanje veoma zagrejani.

Za određivanje koncentracionih granica paljenja koristi se ista eksperimentalna aparatura kao i za određivanje brzine prostiranja frontaplamena. Tokom ovih ispitivanja protok vazduha se povećava ili smanjuje uz konstantan protok goriva sve dok paljenje smeše gorivo/vazduh nije više moguće. U oblasti gde paljenje smeše gorivo/vazduh nije više moguće treba ponoviti ispitivanje sa konstantnim povećavanjem ili smanjivanjem protoka vazduha u cilju preciznijeg određivanja koncentracionih granica paljenja.

Stvarna vrednost protoka goriva (preračunata) iz prethodnog laboratorijskog merenja:

$$\dot{V}_{Freal} = \dot{V}_{Fread} \sqrt{\frac{\rho_{C_3H_8}}{\rho_M}}$$

Minimalna potrebna količina kiseonika:

$$O_{\min} = \sum_{i=1}^k \left(m_i + \frac{n_i}{4} \right) \cdot r_i \quad [m^3/m^3],$$

Minimalna količina potrebnog vazduha:

$$L_{\min} = \frac{O_{\min}}{0,21} \quad [\text{m}^3/\text{m}^3],$$

Stvarna količina vazduha:

$$L = \lambda \cdot L_{\min} \quad [\text{m}^3/\text{m}^3],$$

Minimalni potrebni protok vazduha:

$$\dot{V}_{L_{\min}} = \dot{V}_{Freal} \cdot L_{\min} \quad [\text{m}^3/\text{min}],$$

Koeficijent viška vazduha:

$$\lambda = \frac{\dot{V}_{Areal}}{\dot{V}_{Lmin}}$$

Linearna brzina sagorevanja:

$$u_{lin} = \frac{L}{\tau}$$