



Сагоревање М



Сагоревање гасовитих горива



Утицајни параметри

- Састав смеше
- Брзина струјања смеше
- Хомогеност смеше
- Почетна температура горива и ваздуха
- Присуство инертних компоненти у смеши
- Топлотни губици
- Начин паљења смеше
- Специфичности ложишта и фронта пламена
- Температура сагоревања у ложишту



Основна подела

- Дифузиони пламен – образовање гориве смеше се врши непосредно у зони одвијања процеса сагоревања.
- Кинетички пламен – образовање гориве смеше се врши у мешној комори.
- Обе врсте имају подврсте, у зависности од карактера струјања горива/гориве смеше:
 - Ламинарни пламен и
 - Турбулентни пламен.



Време сагоревања гасовитог горива (t_{sag})



- Време потребно за образовање смеше ($t_{\text{meš}}$)
- Време потребно да се смеша загреје до температуре паљења (t_{zag})
- Време потребно за одвијање хемијских реакција (t_{HR})

$$t_{\text{sag}} = t_{\text{meš}} + t_{\text{zag}} + t_{\text{HR}}$$



Врсте сагоревања гасовитог горива



Према месту образовања гориве смеше:

- у дифузионој области (дифузионо сагоревање)
- у кинетичкој области (кинетичко сагоревање)
- у прелазној области (комбиновано сагоревање)

Према карактеру струјања:

- Ламинарни,
- Прелазни,
- Турбулентни.



Дифузиони пламен при сагоревању гаса у различитим режимима рада



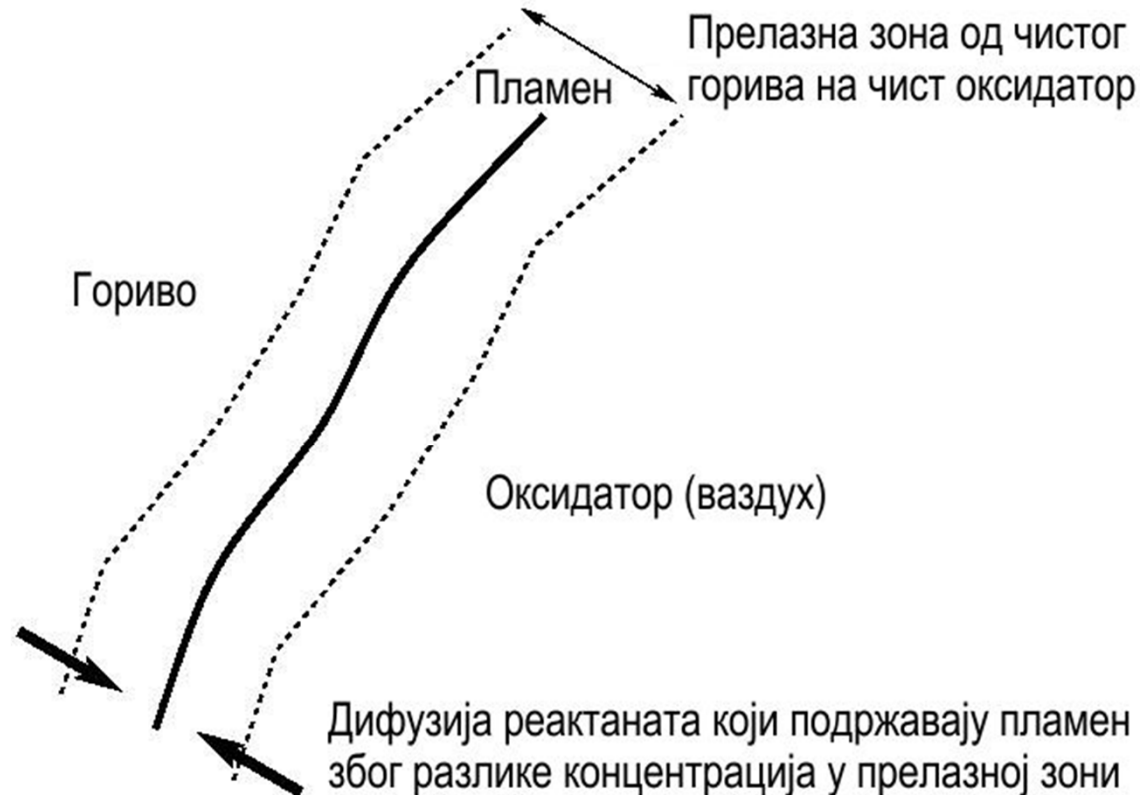


Основне карактеристике сагоревања гасовитог горива

- Брзина сагоревања гасовитих горива је велика услед дејства молекуларне и турбулентне дифузије – скраћују се фаза мешања и предгревања гориве смеше.
- Ланчане реакције се одвијају брзо због високих концентрација и температура.
- У горивој смеси јављају се водоник, угљен моноксид, метан и други угљоводоници.

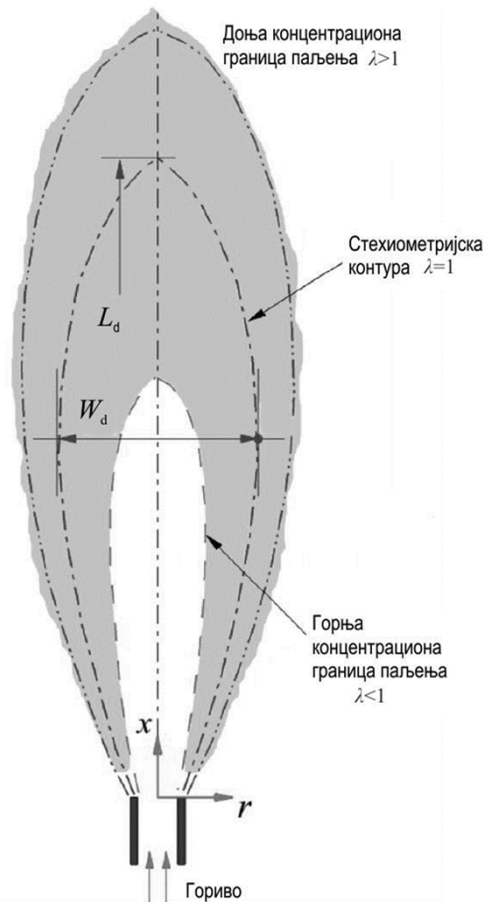


Структура дифузионог пламена (општи изглед)





Структура дифузионог пламена (стварни изглед)



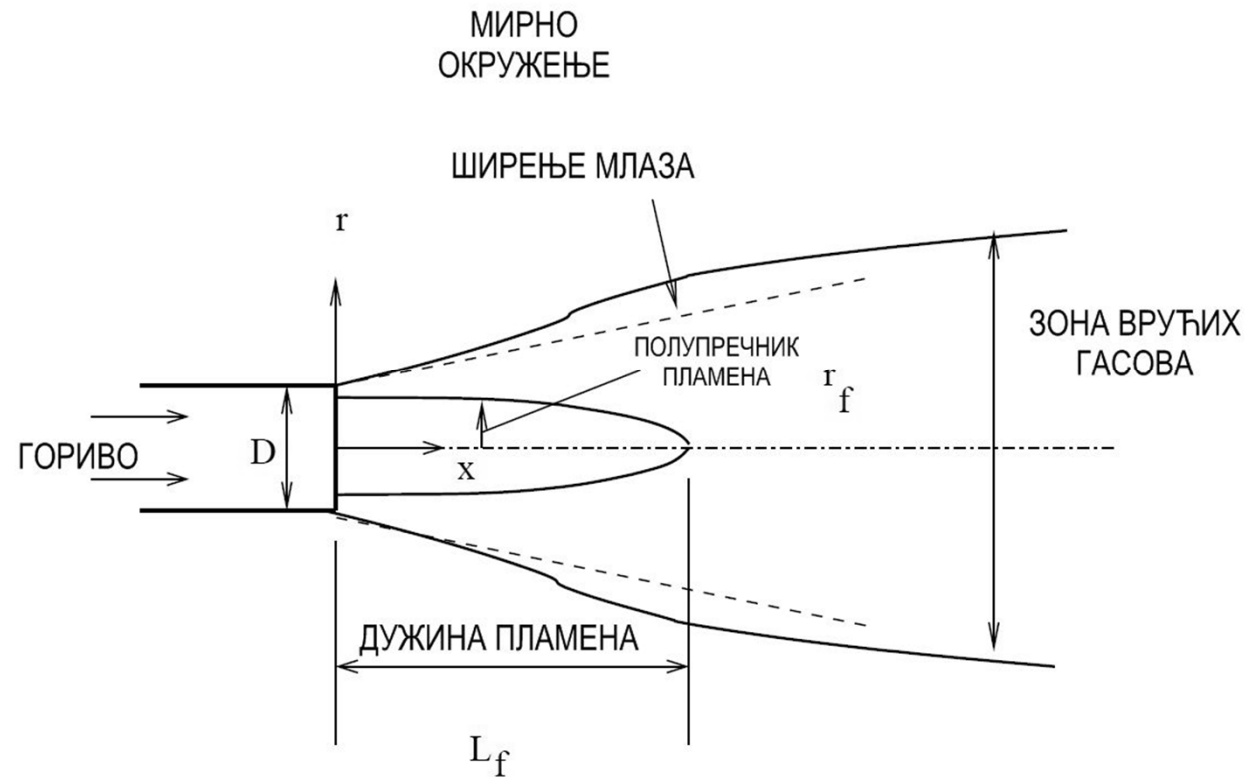
$\lambda > 1$ (вишак оксидатора, пламен нестаје)

$\lambda = 1$ (стехиометријска смеша), фронт пламена се стабилизује на овој граници

$\lambda < 1$ (дифузија горива према спољним зонама, фронт пламена се помера напред)



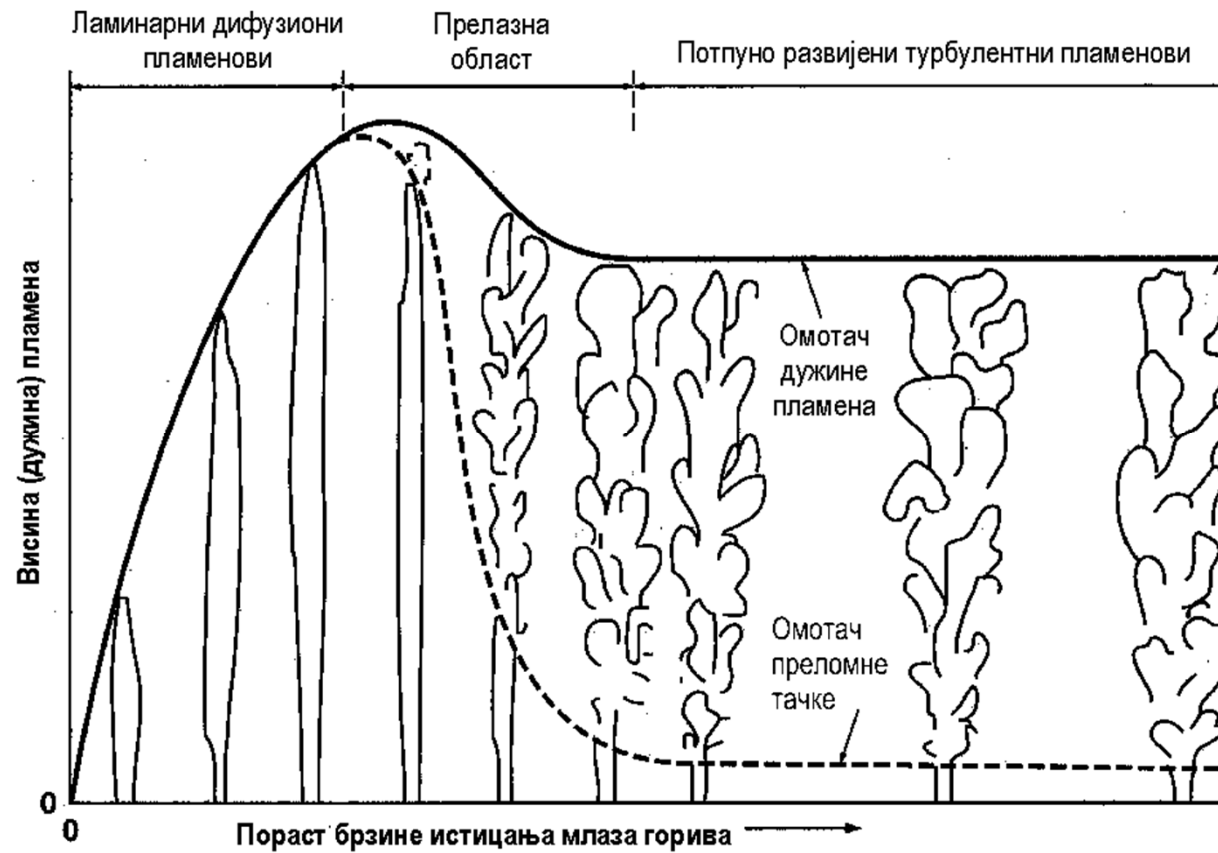
Конфигурација дифузионог пламена





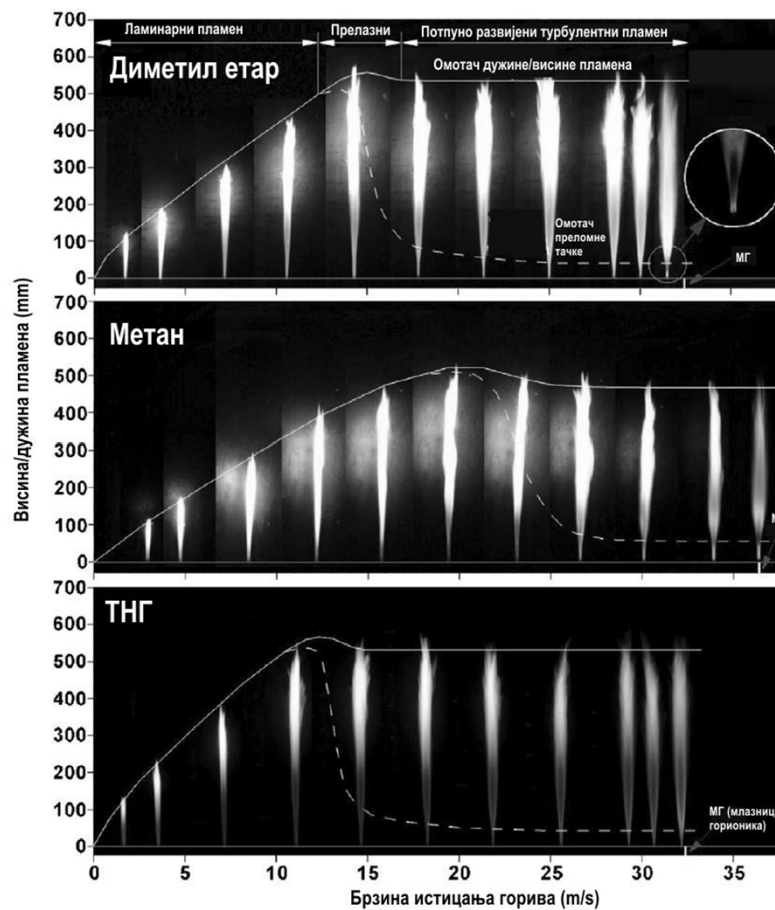
✓...

Дифузиони пламен (од ламинарног до турбулентног)





Дифузиони пламен (од ламинарног до турбулентног)



Сагоревање М, школска 2025/26,
6. предавање



Дужина дифузионог пламена (ламинарног и турбулентног)

У зависности од карактера струјања примењују се различити обрасци за дужину дифузионог пламена:

■ Ламинарни –
$$L_{dL} = K_L \frac{u_0 \cdot d_0^2}{D}$$

■ Турбулентни:

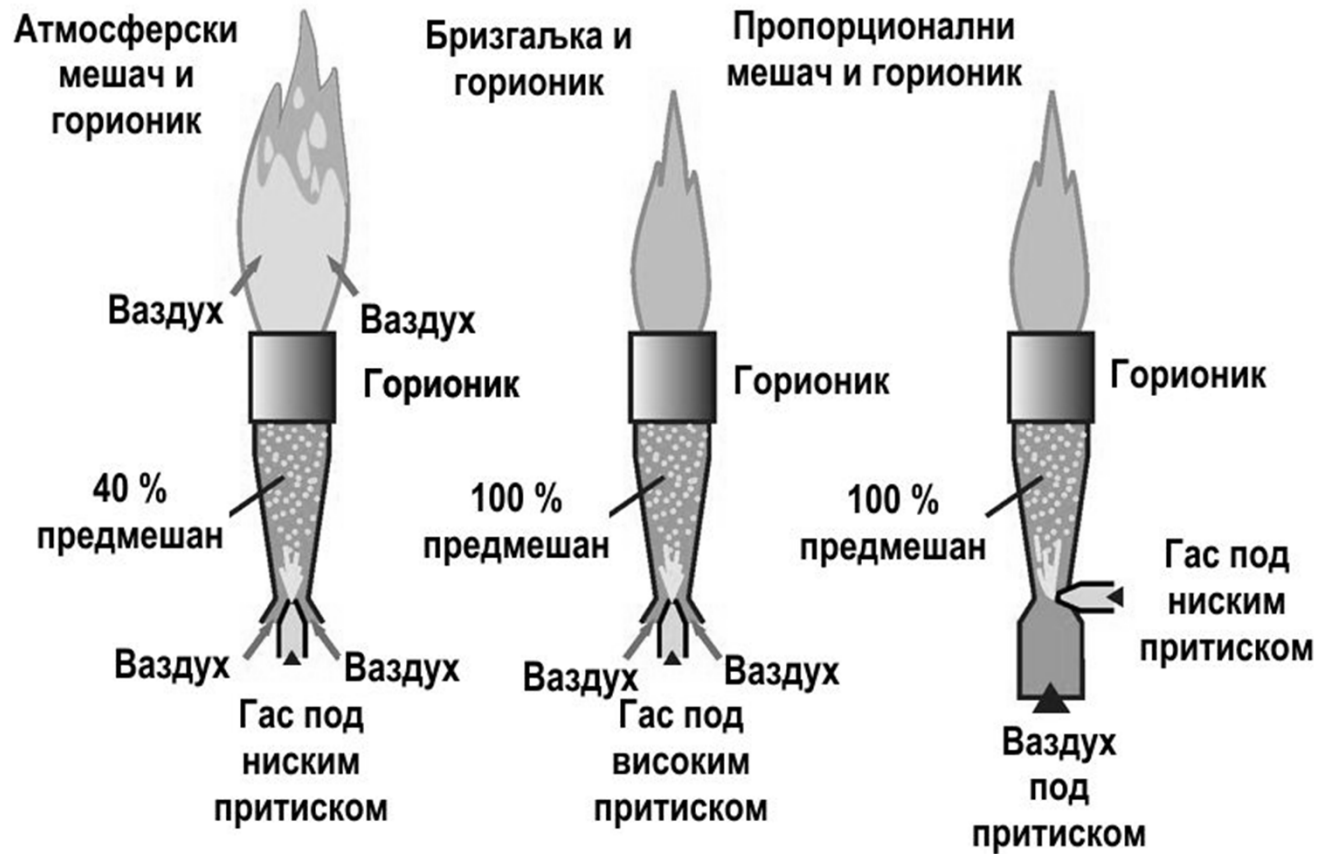
$$L_{dT} = K'_T \cdot d_0$$
 – Михејев

$$L_{dT} = K''_T \cdot d_0 \cdot \left(\frac{\nu}{D}\right)^{0,3}$$
 – Шорин и Јермолајев

$$L_{dT} = 20 \cdot d_0 \cdot K'''_T \cdot \left(\frac{u_0^2}{g \cdot d_0}\right)^{0,17}$$
 – Китајев

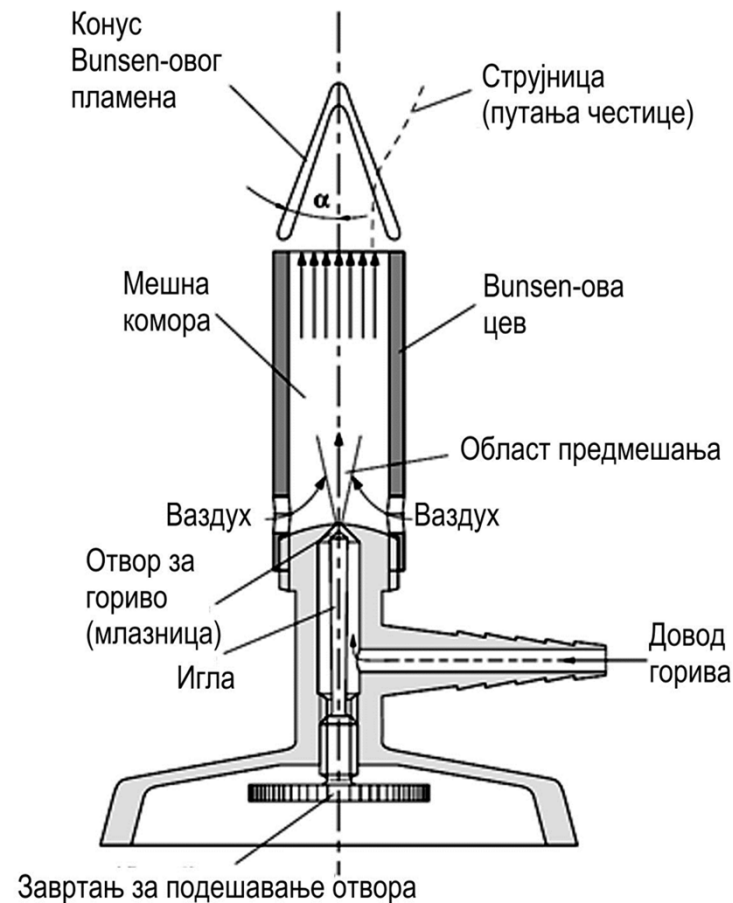


Кинетички горионици (различите конструкции)





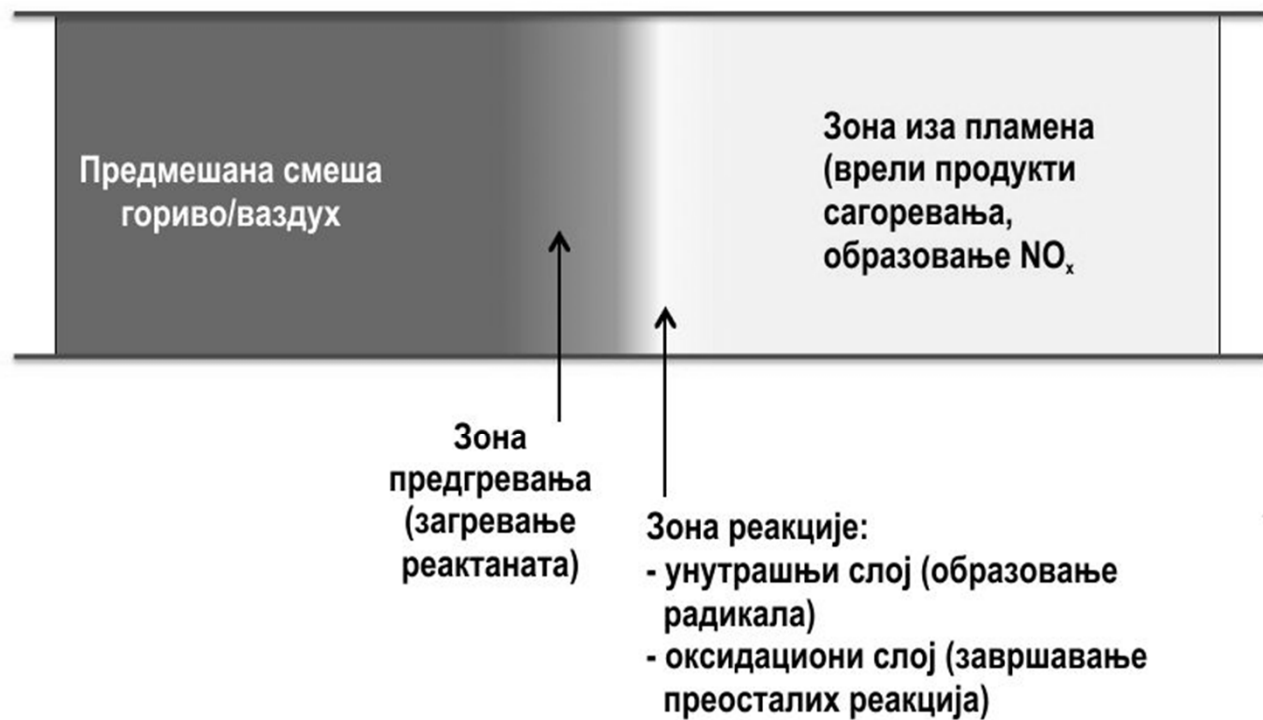
Кинетичко – дифузиони горионик (Bunsen-ов)



Сагоревање М, школска 2025/26,
6. предавање

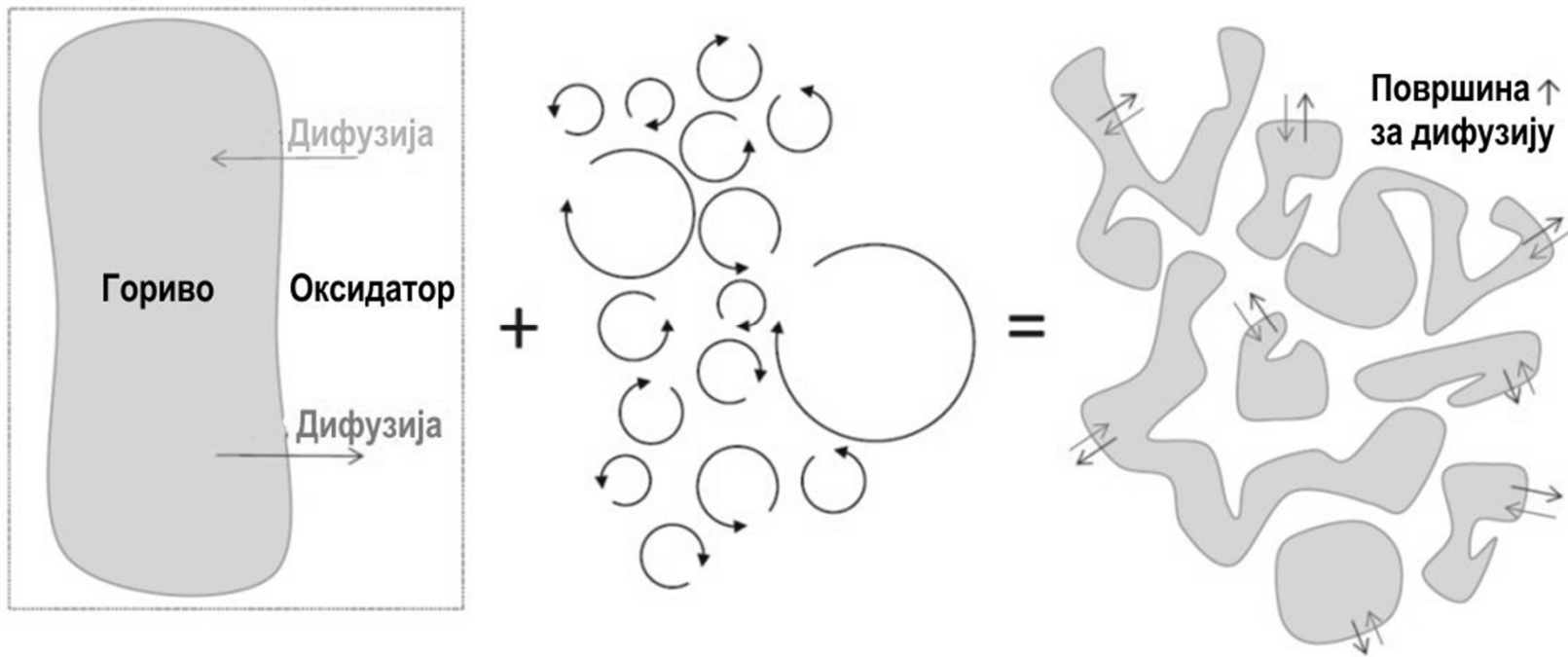


Зоне у кинетичком пламену





Турбулентни кинетички пламен (настанак)





Утицај Reynolds-овог броја на турбуленцију





Шта се постиже турбуленцијом?

■ Убрзање сагоревања

Турбуленција убрзава процесе мешања и брзину сагоревања, доводећи до пораста површине пламена по јединици површине попречног пресека (уобичајене турбулентне брзине пламена су 5-10 m/s у односу на ламинарне од 0,2-2 m/s).

■ Поновна ламинаризација

Кинематска визкозност ваздуха расте по закону $T^{1,7}$. За пламен с односом температура $T_{ps}/T_{smeše}=8$, Reynolds-ов број је око 40 пута мањи у продуктима сагоревања него у горивој смеси тако да струјање може да постане ламинарно после паљења.

■ Турбуленција генерисана у пламену

Убрзање струјања због ослобађања топлоте кроз фронт пламена може да буде значајно. Колики је однос $T_{ps}/T_{smeše}$ толико се убрзава струјање.



Дужина кинетичког пламена (ламинарног и турбулентног)

У зависности од карактера струјања примењују се различити обрасци за дужину кинетичког пламена:

■ Ламинарни:

$$L_{\text{KL}} = \frac{u_{\text{smeše}} \cdot r_{\text{mlaznice}}}{u_{\text{N}}}$$

$$\text{где је: } u_{\text{N}} = \frac{\dot{V}_{\text{smeše}}}{\pi r_0 \sqrt{r_{\text{mlaznice}}^2 + L_{\text{plamena}}^2}}$$

нормална брзина
простирања пламена

■ Турбулентни:

- Damköhler
- Shchelkin
- Karlovitz