



Гориви технички гасови у процесима заваривања

аудиторне вежбе



Прорачун количине продуката сагоревања

- Зашто је потребно знати количину продуката сагоревања?
- Одакле почети?
- Којим путем?
- Који су циљеви прорачуна?



Зашто је потребно знати количину продуката сагоревања?

- продукти сагоревања су основни извор топлоте у котловима,
- они предају топлоту радним флуидима,
- расположива количина топлоте је непосредно везана за количину продуката сагоревања (и њихову температуру).



Одакле почети?

- стехиометријске j-не сагоревања,
- елементарна и техничка анализа.
- Гасовито гориво посматрано као угљоводоник који је дефинисан фиктивном или стварном формулом:
$$C_m H_n$$
- где су m и n бројеви атома угљеника односно водоника.



Којим путем?

Теоријски потребна количина кисеоника за
гасовита горива:

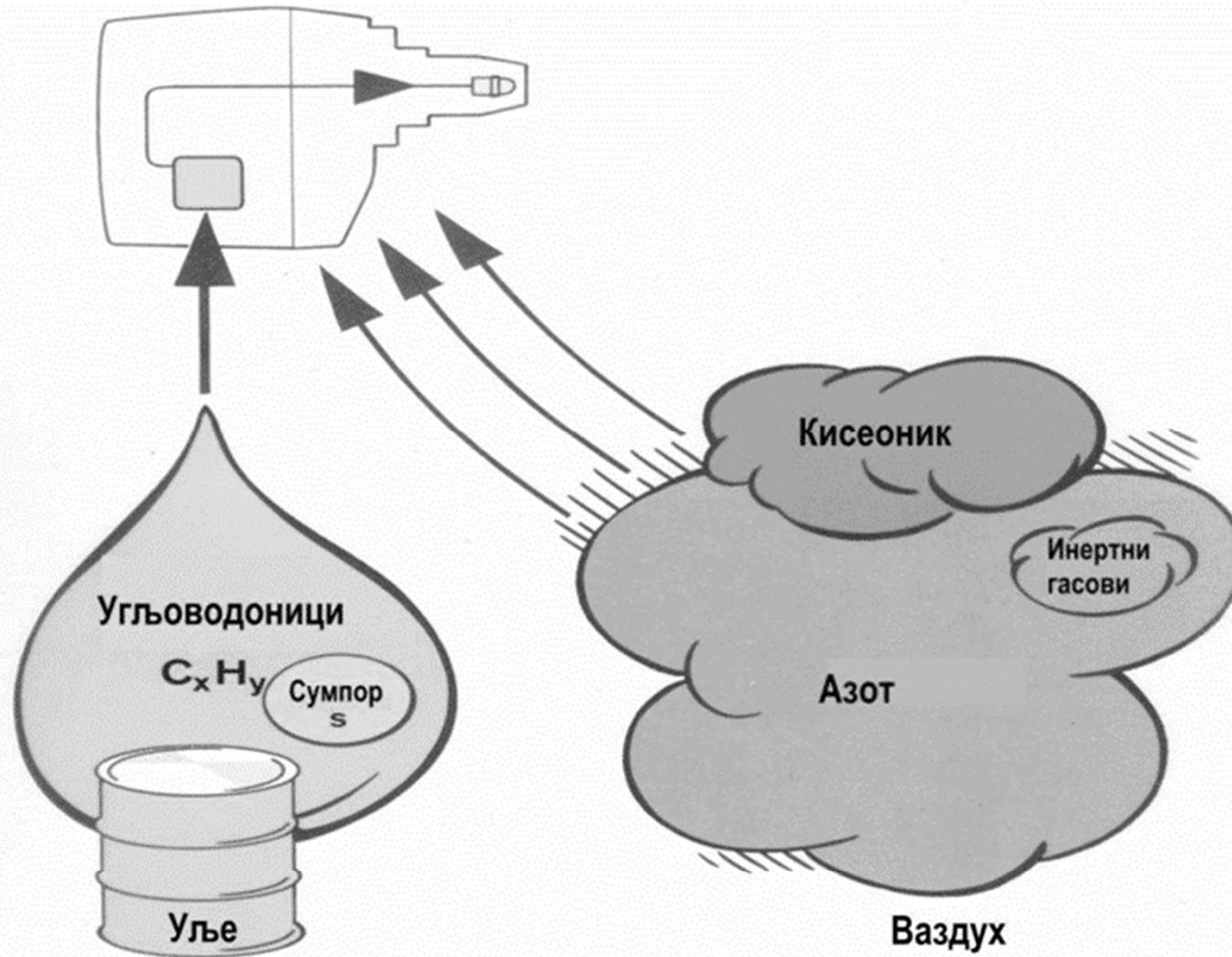
$$O_{\min} = 0,5(r_{\text{CO}} + r_{\text{H}_2}) + \sum_{i=1}^k \left(m_i + \frac{n_i}{4} \right) r_i - r_{\text{O}_2}, \left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} \right)$$

Теоријски потребна
количина ваздуха:

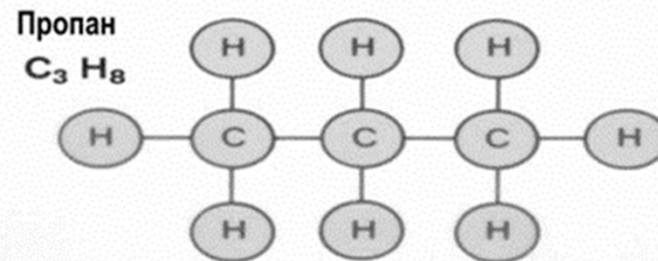
$$L_{\min} = \frac{O_{\min}}{0,21} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} \right)$$

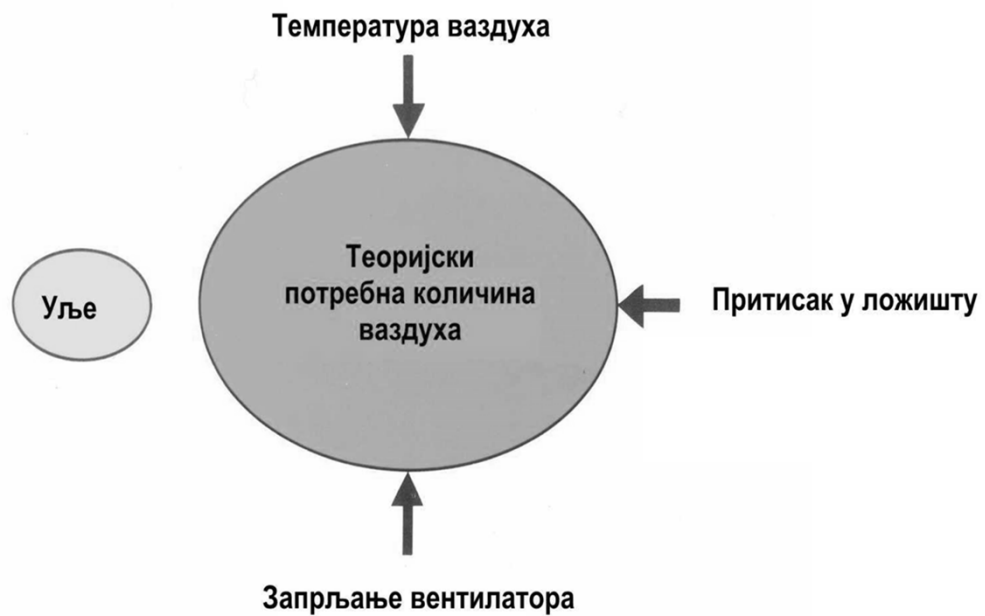
Стварно потребна
количина ваздуха:

$$L_{\text{stv}} = \alpha \cdot L_{\min} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} \right)$$



Пример једињења
угљоводоника





Да би се спречио недостатак ваздуха услед дејства спољашњих чинилаца, при сагоревању се користи вишак ваздуха!



Вишак ваздуха = баласт → Губитак топлоте

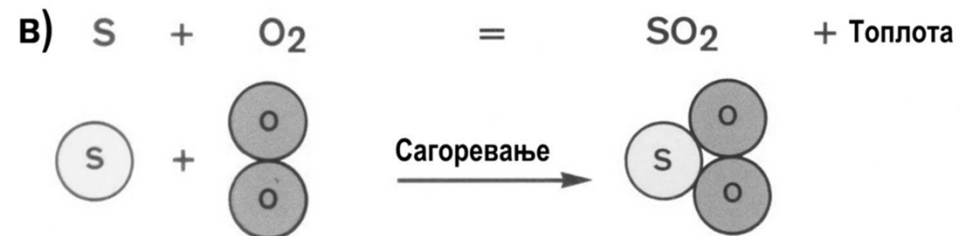
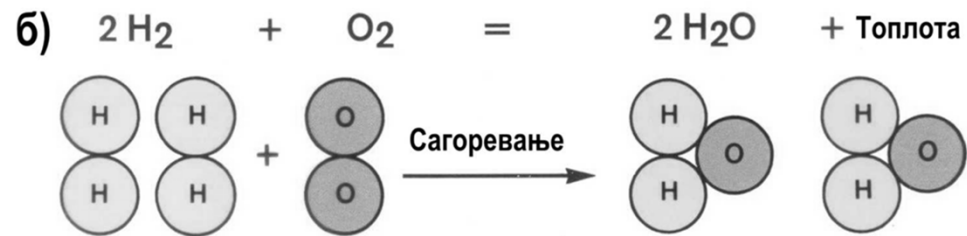


Потпуно сагоревање

а) Угљеник + Кисеоник = Угљен диоксид + Топлота

б) Водоник + Кисеоник = Водена пара + Топлота

в) Сумпор + Кисеоник = Сумпор диоксид + Топлота





Количине продуката сагоревања (правих)

Угљен диоксид:

$$V_{\text{CO}_2} = r_{\text{CO}} + r_{\text{CO}_2} + \sum_{i=1}^k r_i \cdot m_i \quad \left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} \right)$$

Сумпор диоксид:

$$V_{\text{SO}_2} = V_{\text{H}_2\text{S}} \quad \left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} \right)$$

Водена пара:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = r_{\text{H}_2} + r_{\text{H}_2\text{O}} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k r_i \cdot n_i \quad \left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} \right)$$



Количине продуката сагоревања (неправих)

Кисеоник:

$$V_{O_2} = 0,21 \cdot (\alpha - 1) L_{\min} \quad \left(\frac{m^3}{m^3} \right)$$

Азот:

$$V_{N_2} = r_{N_2} + 0,79 \cdot L_{stv} \quad \left(\frac{m^3}{m^3} \right)$$



Количина продуката сагоревања (укупна)

Влажни продукти сагоревања:

$$V_v = V_{\text{CO}_2} + V_{\text{SO}_2} + V_{\text{O}_2} + V_{\text{N}_2} + V_{\text{H}_2\text{O}} \quad \left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} \right)$$

Суви продукти сагоревања:

$$V_s = V_{\text{CO}_2} + V_{\text{SO}_2} + V_{\text{O}_2} + V_{\text{N}_2} \quad \left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3} \right)$$



Количина продуката сагоревања за гасовита горива, рекапитулација

$$V_{\text{CO}_2} = r_{\text{CO}} + r_{\text{CO}_2} + \sum_{i=1}^n r_i \cdot m_i \quad \left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3}, \frac{\text{kmol}}{\text{kmol}} \right)$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = r_{\text{H}_2} + r_{\text{H}_2\text{O}} + \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^n r_i \cdot n_i + r_{\text{H}_2\text{S}} \quad \left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3}, \frac{\text{kmol}}{\text{kmol}} \right)$$

$$V_{\text{SO}_2} = r_{\text{H}_2\text{S}} \quad \left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3}, \frac{\text{kmol}}{\text{kmol}} \right)$$

$$V_{\text{O}_2} = 0,21 \cdot (\alpha - 1) L_{\text{min}} \quad \left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3}, \frac{\text{kmol}}{\text{kmol}} \right)$$

$$V_{\text{N}_2} = r_{\text{N}_2} + 0,79 \cdot L_{\text{stv}} \quad \left(\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3}, \frac{\text{kmol}}{\text{kmol}} \right)$$



Састав продуката сагоревања

$$X = \frac{V_X}{V_{ps}} \cdot 100 \quad (\% v/v)$$

$$CO_{2v} = \frac{V_{CO_2}}{V_v} \cdot 100 \quad (\% v/v)$$

$$CO_{2s} = \frac{V_{CO_2}}{V_s} \cdot 100 \quad (\% v/v)$$



Количина и састав п.с.

Састав влажних и сувих продуката сагоревања:

| Гас | Количина (m^3/m^3) | Влажни (%v/v) | Суви (%v/v) |
|------------------|---------------------------|------------------|----------------|
| CO ₂ | | | |
| SO ₂ | | | |
| O ₂ | | | |
| N ₂ | | | |
| H ₂ O | | | |



Који су циљеви прорачуна?

- димензионисати вентилаторе и канале свежег ваздуха за сагоревање,
- димензионисати вентилаторе и канале димног гаса,
- израчунати температуру сагоревања.



Температура сагоревања

- **калориметарска** (највиша, не узимају се у обзир никакви губици),
- **теоријска** (узимају се у обзир само губици услед дисоцијације),
- **стварна** (најнижа, узимају се у обзир сви губици: дисоцијација, размена топлоте са околином, непотпуност сагоревања).



Калориметарска температура сагоревања

- израз за калориметарску температуру сагоревања добија се полазећи од 1. закона термодинамике за затворени систем,
- претпоставља се да се сва топлота настала сагоревањем горива преда продуктима сагоревања.



Калориметарска температура сагоревања

- то се математички изражава:

$$H_d \left[\frac{\text{kJ}}{\text{m}^3} \right] = t_s [^{\circ}\text{C}] \sum_{i=1}^k V_i \left[\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right] \cdot c_{pmi} \Big|_0^{t_s} \left[\frac{\text{kJ}}{\text{m}^3 \text{ } ^{\circ}\text{C}} \right]$$

- када се овај израз реши по t_s добија се израз за израчунавање температуре сагоревања:

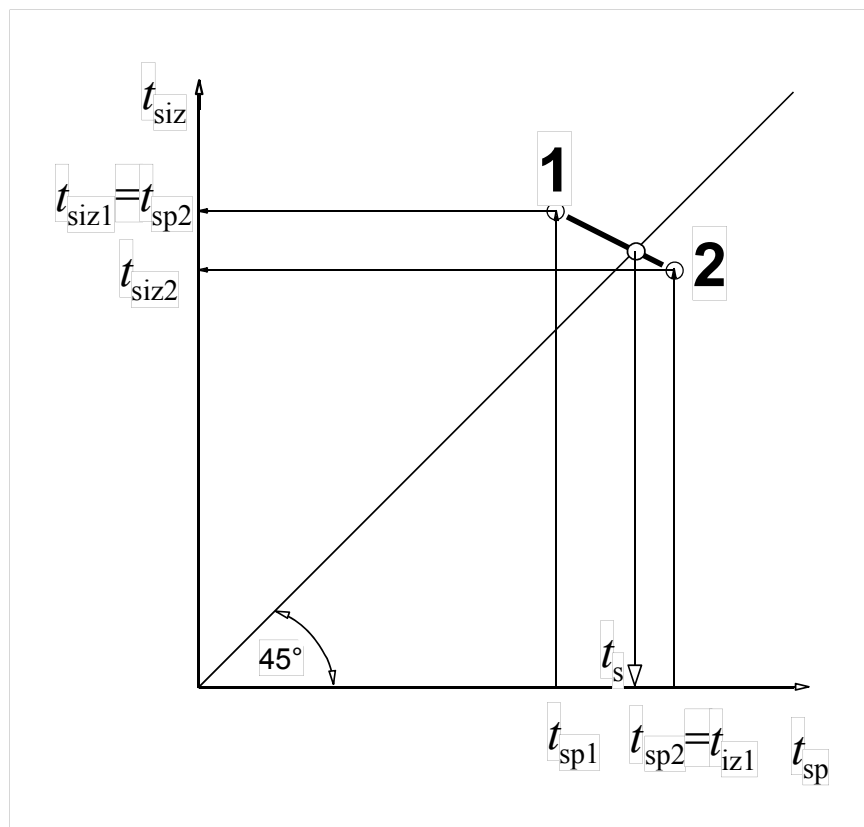
$$t_s = \frac{H_d \left[\frac{\text{kJ}}{\text{m}^3 \text{ горива}} \right]}{\sum_{i=1}^k V_i \left[\frac{\text{m}^3}{\text{m}^3 \text{ горива}} \right] \cdot c_{pmi} \Big|_0^{t_s} \left[\frac{\text{kJ}}{\text{m}^3 \text{ } ^{\circ}\text{C}} \right]}$$

Гориви технички гасови у процесима заваривања,
2019/20 1. аудиторна вежба



Калориметарска температура сагоревања

- графички начин решавања:



Гориви технички гасови у процесима заваривања,
2019/20 1. аудиторна вежба



Калориметарска температура сагоревања

- аналитички начин решавања:

$$\frac{|t_{iz_i} - t_{sp_i}|}{t_{sp_i}} \cdot 100 \leq 5$$