



# САГОРЕВАЊЕ

аудиторне вежбе



## Шта смо научили?

- техничка анализа (ТА)
  - подаци техничке анализе
  - критеријуми ТА
  - елементарна анализа (ЕА)
  - условне масе горива и прерачунавање
  - израчунавање топлотне моћи на основу података ЕА и ТА
-



## 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.
- 



## Којим путем?

Теоријски потребна количина кисеоника:

$$O_{\min} = 1,867 \cdot g_C + 5,6 \cdot g_H + 0,7 \cdot g_S - 0,7 g_O \quad \left( \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right)$$

Теоријски потребна количина ваздуха:

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

Стварно потребна количина ваздуха:

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

---



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

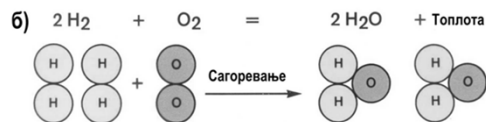


### Потпуно сагоревање

а) Угљеник + Кисеоник = Угљен диоксид + Топлота

б) Водоник + Кисеоник = Водена пара + Топлота

в) Сумпор + Кисеоник = Сумпор диоксид + Топлота





## Количине продуката сагоревања (правих)

Угљен диоксид:

$$V_{\text{CO}_2} = 1,867 \cdot g_{\text{C}} \quad \left( \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right)$$

Сумпор диоксид:

$$V_{\text{SO}_2} = 0,7 \cdot g_{\text{S}} \quad \left( \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right)$$

Водена пара:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 11,2 \cdot g_{\text{H}} + 1,24 \cdot g_{\text{W}} \quad \left( \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right)$$



## Количине продуката сагоревања (неправих)

Кисеоник:

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

Азот:

$$V_{\text{N}_2} = 0,8 \cdot g_{\text{N}} + 0,79 \cdot L_{\text{stv}} \quad \left( \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right)$$



## Количина продукта сагоревања (укупна)

Влажни продукти сагоревања:

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

Суви продукти сагоревања:

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



## Количина продукта сагоревања за горива типа $\text{C}_m\text{H}_n$

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{22,4 \cdot m}{12 \cdot m + n} \quad \left( \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right)$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{11,2 \cdot n}{12 \cdot m + n} \quad \left( \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right)$$



## Количина продуката сагоревања за гасовита горива

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

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

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

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

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



## Састав продуката сагоревања

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

$$CO_{2v} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_v} \cdot 100 \quad (\%v/v)$$

$$CO_{2s} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_s} \cdot 100 \quad (\%v/v)$$



## 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:

$$h_G + L_{stv} \cdot h_{vaz} + H_d = t_s \cdot \sum_{i=1}^k V_i \cdot c_{pmi} \Big|_0^{t_s}$$

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

$$t_s = \frac{h_G + L_{stv} \cdot h_{vaz} + H_d}{\sum_{i=1}^k V_i \cdot c_{pmi} \Big|_0^{t_s}} \quad (^\circ\text{C})$$



## Калориметарска температура сагоревања

- графички начин решавања:

