



САГОРЕВАЊЕ Б

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 ј-не сагоревања,
- елементарна и техничка анализа.



Којим путем?

Теоријски потребна количина кисеоника:

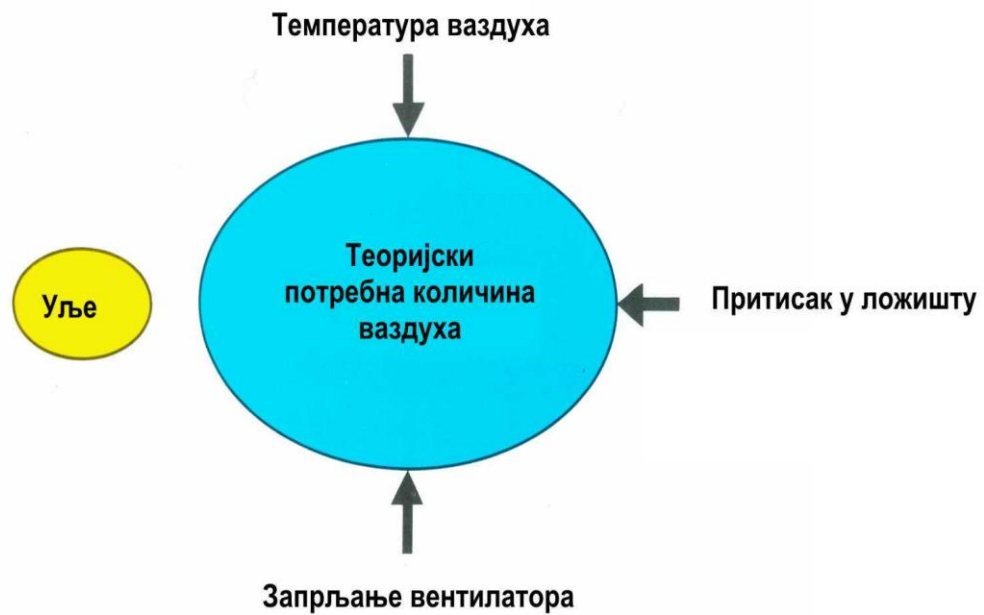
$$O_{\min} = 1,867 \cdot g_C + 5,6 \cdot g_H + 0,7 \cdot g_S - 0,7 g_O \quad \left(\frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \right)$$

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!



Вишак ваздуха = баласт → Губитак топлоте

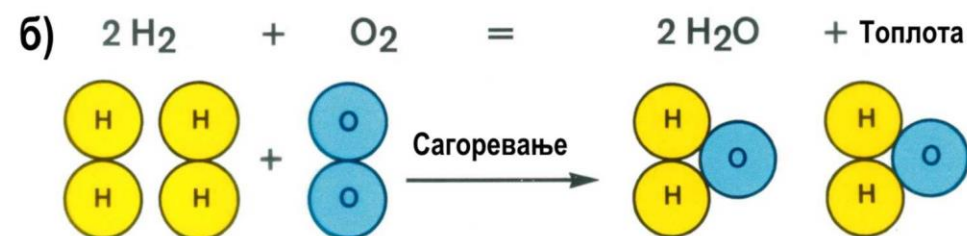


Потпуно сагоревање

а) Угљеник + Кисеоник = Угљен диоксид + Топлота

б) Водоник + Кисеоник = Водена пара + Топлота

в) Сумпор + Кисеоник = Сумпор диоксид + Топлота





Количине продуката сагоревања (правих)

Угљен диоксид:

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

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 продукта сагоревања (неправих)

Кисеоник:

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

Азот:

$$V_{N_2} = 0,8 \cdot g_N + 0,79 \cdot L_{stv} \quad \left(\frac{m^3}{kg} \right)$$



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 C_mH_n

$$V_{CO_2} = \frac{22,4 \cdot m}{12 \cdot m + n} \left(\frac{m^3}{kg} \right)$$

$$V_{H_2O} = \frac{11,2 \cdot n}{12 \cdot m + n} \left(\frac{m^3}{kg} \right)$$



Количина продуката сагоревања за гасовита горива

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

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

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

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

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



Састав продуката сагоревања

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

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

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



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:

