

TEMPERATURA SPALANIA

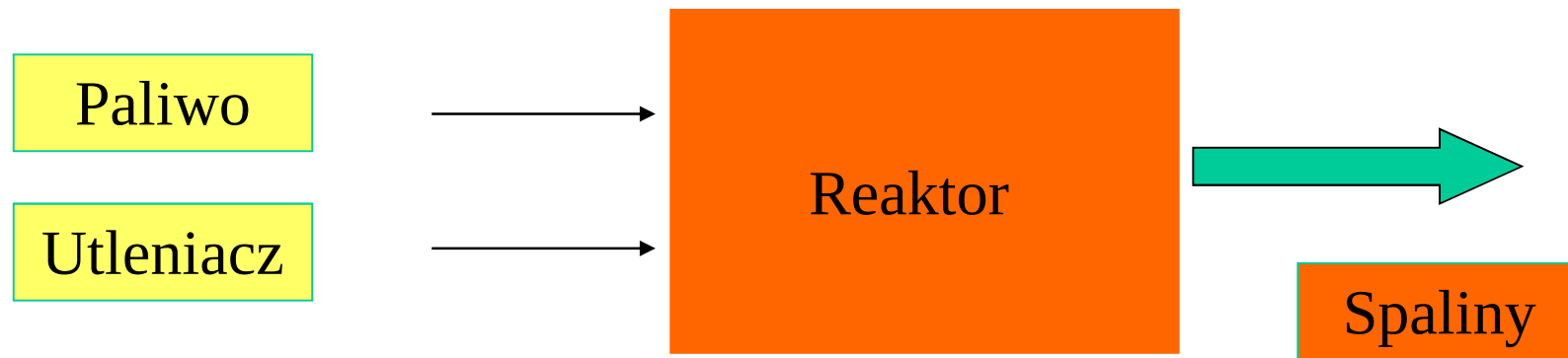
DEFINICJE TEMPERATURY SPALANIA

Temperatura kalorymetryczna spalania: $T_{s,a}$ – najwyższa temperatura jaka osiągają niezdisocjowane spaliny w wyniku adiabatycznego i izobarycznego spalania paliwa z teoretyczną ilością powietrza.

Temperatura teoretyczna spalania: $T_{s,t}$ - najwyższa temperatura jaka osiągają zdisocjowane spaliny w wyniku adiabatycznego i izobarycznego spalania paliwa z nadmiarem powietrza.

Temperatura rzeczywista spalania: T_s - może być bardzo różna, zależna od strat ciepła w procesie spalania.

TEMPERATURA SPALANIA – temperatura spalin



-każdy ze składników
ma:

- entalpię chemiczną
- entalpię fizyczną

-każdy ze składników
spalin ma:

- entalpię chemiczną
- entalpię fizyczną

TEMPERATURA TEORETYCZNA SPALANIA

Temperaturę teoretyczną spalania T_s pod stałym ciśnieniem oblicza się z bilansu entalpii substratów (paliwa i powietrza) i produktów (spalin).

$$m_{pp} (\Delta h^{tw,st} (pal) + \int_{T_{st}}^{T_{pal}} c_p (pal) dT) + m_{pow} \int_{T_{st}}^{T_{pow}} c_p (pow) dT = m_{sp} (\Delta h^{tw,st} (sp) + \int_{T_{st}}^{T_s} c_p (sp) dT) \quad (1)$$

gdzie: $\Delta h^{tw,st}$ – entalpia tworzenia (paliwa i spalin)

m_{pp} – strumień masy paliwa, m_{pow} – strumień masy powietrza,

m_{sp} – strumień masy spalin

W szczelnym palenisku (komorze spalania): $m_{sp} = m_{pp} + m_{pow}$

OBLICZANIE TEMPERATURY TEORETYCZNEJ SPALANIA

Korzystając z wielomianowej postaci zależności $c_p = c_p(T)$, np.

$$c_p = a_1 + a_2T + a_3T^2 + a_4T^3$$

otrzymuje się po scałkowaniu:

$$\frac{1}{3} a_3 T_s^3 + \frac{1}{2} a_2 T_s^2 + a_1 T_s + f^* - a_4 T_s = 0$$

Równanie to rozwiązuje się ze względu na temperaturę T_s

UPROSZCZONE OBLICZANIE TEMPERATURY TEORETYCZNEJ SPALANIA

Jeśli przyjąć, że temperatura wlotowa paliwa T_{pal} i powietrza T_{pow} są równe temperaturze otoczenia $T_{st} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, to równanie bilansu entalpii (1) przyjmie postać:

$$m_{pp}\Delta h^{tw,st}(pal) - m_{spal}\Delta h^{tw,st}(sp) = m_{spal} \int_{T_{st}}^{T_s} c_p(sp) dT$$

ale:

$$m_{pp}\Delta h^{tw,st}(pal) - m_{spal}\Delta h^{tw,st}(sp) = m_{pp}Q_i$$

czyli:

$$m_{pp}Q_i = m_{spal} \int_{T_{st}}^{T_s} c_p(sp) dT$$

Uwaga: przyjęto Q_i a nie Q_s , ponieważ woda w spalinach jest w postaci pary.

BARDZO UPROSZCZONE OBLICZANIE TEMPERATURY SPALANIA

Przyjmując średnie ciepła właściwe:

$$c_p(\text{pal}) = c_p(\text{pow}) = c_p(\text{sp}) \text{ oraz } T_{\text{pal}} = T_{\text{pow}} = T_{\text{ot}}$$

otrzymuje się równanie: $(T_s - T_{\text{ot}}) * c_p(\text{sp}) * m_{\text{sp}} = Q_i * m_{\text{pal}}$

gdzie Q_i jest wartością opałową, ponieważ w płomieniu woda jest pod postacią pary.

$$\text{stąd: } T_s = T_{\text{ot}} + (Q_i * m_{\text{pal}}) / (m_s * c_p(\text{sp}))$$

$$\text{lub: } T_s = T_{\text{ot}} + Q_i / [(1 + \lambda m_{\text{pow,t}}) * c_p(\text{sp})]$$

Błąd popełniany przy tym oszacowaniu T_s to: 10-20%.

RZECZYWISTA TEMPERATURA SPALANIA

Rzeczywista temperatura spalania jest niższa od kalorymetrycznej temperatury spalania na skutek:

- strat ciepłych od płomienia
- niezupełnego spalania (dysocjacja),
- niecałkowitego spalania.

TEMPERATURA SPALANIA W ZALEŻNOŚCI OD TYPU PALIWA

Straty ciepłe płomienia wynikają głównie z promieniowania. Dlatego odchylenie od temperatury kalorymetrycznej spalania zależy od zdolności emisyjnej płomienia:

Odchylenia temperatury od $T_{s,t}$

- płomienie gazowe: 30-50°,
- płomienie olejowe: 200-300°,
- płomienie pyłowe: 500-600°.

PRZYKŁADY TEMPERATURY SPALANIA WYBRANYCH PALIW

PALIWO	UTLENIACZ	UDZIAŁ PALIWA, %	TEMPERATURA °C
Wodór, H ₂	Powietrze	31,6	2045
Wodór	Tlen	78	2660
CO	Powietrze	20	1650
Metan, CH ₄	Powietrze	10	1875
Butan, C ₄ H ₁₀	Powietrze	3,2	1895
Acetylen, C ₂ H ₂	Powietrze	9	2325
Acetylen	Tlen	33	3007
Propan, C ₃ H ₈	Powietrze	4,15	1925
Etan, C ₂ H ₆	Powietrze	5,8	1895
Amoniak, NH ₃	Powietrze	21	1700
CO + N ₂	Powietrze	47,3	1675
CH ₄ + N ₂	Powietrze	17,5	1725
9CH ₄ + H ₂	Powietrze	10,5	1880