

Idealni plin $du = c_v dT$ $dh = c_p dT$
 $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$ $p \cdot V = n \cdot R_\mu \cdot T$
Specifični toplinski kapacitet $c_p = c_v + R$ $\kappa = \frac{c_p}{c_v}$ $c_n = c_v \frac{n - \kappa}{n - 1}$

Promjene stanja idealnog plina

- izohorna: $w_{12} = 0$ $q_{12} = c_v (T_2 - T_1)$
 - izobarna: $w_{12} = p \cdot (v_2 - v_1) = R \cdot (T_2 - T_1)$
 $q_{12} = c_p (T_2 - T_1)$
 - izotermna: $w_{12} = RT \ln \frac{v_2}{v_1} = pv \ln \frac{p_1}{p_2} = q_{12}$
 - politropska: $p \cdot v^n = \text{konst.}$ $\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{v_2}{v_1} \right)^{n-1} = \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{n-1}{n}}$
 $q_{12} = c_n (T_2 - T_1)$ $w_{12} = \frac{p_2 v_2 - p_1 v_1}{1 - n} = \frac{R(T_2 - T_1)}{1 - n}$
 - adijabatska: $n = \kappa$ $q_{12} = 0$

Entalpija $h = u + pv$

I. Glavni stavak termodinamike

Zatvoreni sustav: $q_{12} = w_{12} + u_2 - u_1 + \frac{1}{2}(c_2^2 - c_1^2) + g(z_2 - z_1)$

Otvoreni sustav: $\dot{m} = \text{konst.}$ $q_{12} + h_1 + \frac{c_1^2}{2} + gz_1 = w_{12} + h_2 + \frac{c_2^2}{2} + gz_2$

II. Glavni stavak termodinamike

Promjena entropije $ds_{\text{realno}} = \frac{dq}{T} + ds_{\text{proizvedena}}$

$\Delta s = c_v \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{V_2}{V_1} = c_p \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{p_2}{p_1}$ $\Delta s = c_n \ln \frac{T_2}{T_1}$

Anergija $anergija = T_{ok} (S_2 - S_1)$

Eksergija - eks. stupanj djelovanja: $\zeta = \frac{w}{eks}$

$eks_{ZS} = w_{\max} = u - u_{ok} - T_{ok}(s - s_{ok}) + p_{ok}(v - v_{ok})$ [J/kg]

$eks_{OS} = w_{\max} = h - h_{ok} - T_{ok}(s - s_{ok})$ [J/kg]

Kružni procesi $w = q_{dov} + q_{odv}$

Termički stupanj djelovanja Carnotov kružni proces

$\eta_t = \frac{w}{q_{dov}}$ $\eta_t = 1 - \frac{T_{odv}}{T_{dov}}$

Ljevokretni kružni proces

Faktor preobrazbe: - topl. pumpe $\left| \frac{q_{dov}}{w} \right|$ - hladnjaka $\left| \frac{q_{odv}}{w} \right|$

Veličina stanja mješavine zasićene vode i pare (npr. za entalpiju, x – udio pare): $h = h' + x (h'' - h')$

Hydroenergija

Snaga: $P_{HE} = 9,81 \cdot \rho \cdot Q \cdot H_n \cdot \eta$ [W]

Jedn. strujanja: $\frac{p}{\rho} + g \cdot h + \frac{c^2}{2} + w_r = w_0 = \text{konst.}$

Godišnja bruto energija vodotoka: $W = 8760 \cdot 9,81 \cdot \eta \int_{H_u}^{H_i} Q_{sr} dH$ [kWh]

Nuklearna energija

Zakon i konstanta radioaktivnog raspada: $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$ $\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$

Toplinska snaga reaktora: $P = 200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} N_{U-235} \cdot \sigma_f \cdot \phi$ [W]

Broj jezgara elementa i u masi m: $N_i = m_i \cdot N_A / A_i$

Broj jezgara U-235 ako je poznata masa UO₂ i obogaćenje e: $N_{U-235} = e \cdot m_{UO_2} \cdot \frac{238}{270} \cdot \frac{N_A}{235}$

Ostatna toplinska snaga u ovisnosti o vremenu t (dan) nakon t_0 dana pogona na snazi P_0 :

$P(t) = 0,0061 \cdot P_0 [(t - t_0)^{-0.2} - t^{-0.2}]$

Potrošnja električne energije

Faktor opterećenja: $m = W_{\text{stvarno}} / (T_{\text{promatrano}} \cdot P_{\max})$

Faktor ravnomjernosti: $m_D = P_{\min} / P_{\max}$

Dnevna krivulja trajanja opterećenja aproksimirana s tri pravca:

Točka prijeloma: $(x, y) = (\alpha \cdot T_V, P_K + \beta \cdot P_V)$

Uvjeti: $0 \leq \alpha \leq 1$ $0 \leq \beta \leq 1$ $\alpha + \beta = 2 \cdot \frac{W_V}{T_V \cdot P_V}$

Energija Sunca

Ozračenost pod kutem β : $\overline{H}_\beta = \overline{H}_{b\beta} + \overline{H}_{d\beta} + \overline{H}_{r\beta}$

Korisna toplina: $Q_k = F \cdot A [a \cdot G - k \cdot \Delta T] \cdot \Delta t$

Faktor punjenja: $F = I_m \cdot U_m / (I_{KS} \cdot U_0)$

Energija vjetra

Snaga vjetroagregata: $P = \eta \cdot c_p \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$

Standardna gustoća zraka: $\rho = 1,225$ [kg/m³]

Energija: $W_{god.} = 8760 \cdot r \cdot \sum_{v_i=v_p}^{v_m} P_i \cdot f_i = r \cdot \sum_{v_i=v_p}^{v_m} P_i \cdot t_i$

Izgaranje fosilnih goriva i emisije

$M(C) = 12$ g/mol $M(O_2) = 32$ g/mol $M(S) = 32$ g/mol

$N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹ Volumen plina:

$V_\mu = 22,4$ m³/kmol $V = \frac{m \cdot V_\mu}{M}$