

TERMODİNAMİK-FORMÜL KAĞIDI

Elektrik İşi: $W_e = VI\Delta t$

Yay İşi: $W_{yay} = \frac{1}{2}k(x_2^2 - x_1^2)$

Politropik Proses: $W_b = \frac{P_2V_2 - P_1V_1}{1-n}$ ($PV^n = \text{sabit}$)

İdeal gazlar için izotermal proses:

$$W_b = P_1V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} = mRT_0 \ln \frac{V_2}{V_1} \quad (PV = mRT_0 = \text{sabit})$$

Verimler:

$$\eta_{en,yanma} = \frac{\text{Yanma boyunca açığa çıkan ısı miktarı}}{\text{Yakıtın ısı değeri}} = \frac{\dot{Q}_{çıkış}}{HV}$$

$$\eta_{ex,yanma} = \frac{\text{Yanma boyunca açığa çıkan ısı miktarı}}{\text{Yakıtın ekserji değeri}} = \frac{\dot{E}_x^{Q_{çıkış}}}{\dot{E}_x^{Q_{giriş}}}$$

$$\eta_{toplam} = \eta_{yanma} \times \eta_{ısııl} \times \eta_{generatör} = \frac{\dot{W}_{net,elektrik}}{HHV \times \dot{m}_{yakıt}}$$

$$\eta_{mek} = \frac{\text{Mekanik enerji eldesi}}{\text{Harcanan mekanik enerji}} = \frac{\dot{E}_{mek,çıkış}}{\dot{E}_{mek,giriş}}$$

$$\eta_{pompa} = \frac{\text{Akışkanın mekanik enerjisindeki artış}}{\text{Harcanan mekanik enerji}} = \frac{\Delta \dot{E}_{mek,akış}}{\dot{W}_{mil,giriş}}$$

$$\eta_{motor} = \frac{\text{Mekanik güç eldesi}}{\text{Harcanan elektrik gücü}} = \frac{\dot{W}_{mil,çıkış}}{\dot{W}_{elek,giriş}}$$

$$\eta_{turbın} = \frac{\text{Mekanik enerji eldesi}}{\text{Akışkanın mekanik enerjisindeki artış}} = \frac{\dot{W}_{mil,çıkış}}{|\Delta \dot{E}_{mek,akışkan}|}$$

$$\eta_{generator} = \frac{\text{Elektrik güç eldesi}}{\text{Harcanan mekanik enerji}} = \frac{\dot{W}_{mil,çıkış}}{\dot{W}_{mil,giriş}}$$

Isıl (enerji) verimi:

Ekserji verimi:

$$\eta_{en}(\text{veya } \eta_{th}) = \frac{\dot{W}_{net}}{\dot{Q}_{giriş}}$$

$$\eta_{ex} = \frac{\dot{W}_{net}}{\dot{E}_x^{Q_{giriş}}}$$

Soğutma Makineleri ve Isı Pompası için COP:

$$COP_{SM} = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{net,g}}$$

$$COP_{ex,SM} = \frac{\dot{X}_{ısı}}{\dot{W}_g}$$

$$COP_{IP} = \frac{\dot{Q}_H}{\dot{W}_{net,g}}$$

$$COP_{ex,IP} = \frac{\dot{X}_{ısı}}{\dot{W}_g}$$

$$COP_{SM,Carnot} = \frac{1}{\left(\frac{T_H}{T_L}\right) - 1} \quad COP_{IP,Carnot} = \frac{1}{1 - \left(\frac{T_L}{T_H}\right)}$$

Entropideki Değişim:

Sıkıştırılmaz madde: $s_2 - s_1 = c_{ort} \ln \frac{T_2}{T_1}$

İdeal Gazlar için: $s_2 - s_1 = C_{v,ort} \ln \frac{T_2}{T_1} + R \ln \frac{v_2}{v_1}$ veya

$$s_2 - s_1 = C_{p,ort} \ln \frac{T_2}{T_1} - R \ln \frac{P_2}{P_1}$$

İdeal Gazlar İçin İzentropik Bağlılıklar:

$$\left(\frac{T_2}{T_1}\right)_{s=\text{sabit}} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{k-1} \quad \left|\quad \left(\frac{T_2}{T_1}\right)_{s=\text{sabit}} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} \quad \left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{s=\text{sabit}} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^k\right|$$

Özgöl Isıların değişimi ile;

$$\text{İzentropik: } w_{komp,giriş} = \frac{kR(T_2 - T_1)}{k-1} = \frac{kRT_1}{k-1} \left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]$$

$$\text{Politropik: } w_{komp,giriş} = \frac{nR(T_2 - T_1)}{n-1} = \frac{nRT_1}{n-1} \left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right]$$

$$\text{İzotermal: } w_{komp,giriş} = RT \ln \frac{P_2}{P_1}$$

Türbin, Kompresör, Pompa ve Nozül için izantropik verim:

$$\eta_T = \frac{\text{Gerçek türbin işi}}{\text{İzentropik türbin işi}} = \frac{w_a}{w_s} = \frac{h_1 - h_{2a}}{h_1 - h_{2s}}$$

$$\eta_C = \frac{\text{İzentropik kompresör işi}}{\text{Gerçek kompresör işi}} = \frac{w_s}{w_a} = \frac{h_{2s} - h_1}{h_{2a} - h_1}$$

$$\eta_P = \frac{\text{İzentropik pompa işi}}{\text{Gerçek pompa işi}} = \frac{w_s}{w_a} = \frac{v(P_2 - P_1)}{h_{2a} - h_1}$$

$$\eta_N = \frac{\text{Nozül çıkışındaki gerçek KE}}{\text{Nozül çıkışındaki izantropik KE}} = \frac{V_{2a}^2}{V_{2s}^2} = \frac{h_1 - h_{2a}}{h_1 - h_{2s}}$$

Ekserji yok oluşu:

$$Ex_d(\text{veya } X_{yok \text{ olan}}) = T_0 S_{üretim}$$

$$\dot{E}x_d(\text{veya } \dot{X}_{yok \text{ olan}}) = T_0 \dot{S}_{üretim}$$

Kapalı sistemin (kütle akışı olmayan) ekserjisi:

$$ex(\text{veya } \emptyset) = (u - u_0) + P_0(v - v_0) - T_0(s - s_0) + \frac{v^2}{2} + gz$$

$$= (e - e_0) + P_0(v - v_0) - T_0(s - s_0)$$

Akış (veya akım) ekserjisi:

$$ex \text{ (veya } \psi) = (h - h_0) - T_0(s - s_0) + \frac{v^2}{2} + gz$$

$$\text{Isıl Ekserji: } \dot{E}x^Q \text{ (veya } \dot{X}_{isl}) = \left(1 - \frac{T_0}{T}\right) \dot{Q} \quad \text{and}$$

$$\dot{E}x^Q \text{ (veya } \dot{X}_{isl}) = \left(1 - \frac{T_0}{T}\right) \dot{Q}$$

$$\text{İş yoluyla ekserji: } \dot{E}x_{i\dot{s}} \text{ (veya } \dot{X}_{i\dot{s}}) = \dot{W}$$

$$\text{Akış ekserjisi: } \dot{E}x_{akış} = \dot{m} \times ex \quad \text{veya} \quad \dot{X}_{akış} = \dot{m} \times \psi$$

İdeal Otto, Diesel ve Brayton çevrimleri için verim:

$$\eta_{th,Otto} = 1 - \frac{1}{r^{k-1}}$$

$$\text{Sıkıştırma oranı, } r = \frac{V_{maks}}{V_{min}}$$

$$\eta_{th,Diesel} = 1 - \frac{1}{r^{k-1}} \left[\frac{r_{\bar{o}}^k - 1}{(k(r_{\bar{o}} - 1))} \right] \text{ Ön genişleme oranı (kesme oranı);}$$

$$r_{\bar{o}} = \frac{\text{Yanma sonrası silindir hacmi}}{\text{Yanma öncesi silindir hacmi}} = \frac{v_3}{v_2}$$

$$\eta_{th,Brayton} = 1 - \frac{1}{r_p^{(k-1)/k}} \quad \text{basınç oranı, } r_p = \frac{P_{maks}}{P_{min}} = \frac{P_2}{P_1}$$

$$\text{Ortalama Efektif Basınç: } OEB = \frac{w_{net}}{V_{maks} - V_{min}}$$

Gaz Karışımları

$$\text{Kütle oranı } mf_i = \frac{m_i}{m_m} \quad \text{Mol oranı } y_i = \frac{N_i}{N_m}$$

$$\text{Molar Kütle } M_m = \frac{m_m}{N_m}$$

$$c_{p,m} = \sum_{i=1}^k mf_i c_{p,i} \quad \text{ve} \quad \bar{c}_{p,m} = \sum_{i=1}^k y_i \bar{c}_{p,i}$$

$$c_{v,m} = \sum_{i=1}^k mf_i c_{v,i} \quad \text{ve} \quad \bar{c}_{v,m} = \sum_{i=1}^k y_i \bar{c}_{v,i}$$

$$R_m = c_{p,m} - c_{v,m} \quad k = \frac{c_{p,m}}{c_{v,m}}$$

$$\text{Dalton yasası: } P_m = \sum_{i=1}^k P_i(T_m, V_m)$$

$$\text{Amagat yasası: } V_m = \sum_{i=1}^k V_i(T_m, P_m)$$

$$\text{Sıkıştırılabilirlik çarpanı: } Z = Pv/NR_u T$$

$$\frac{P_i}{P_m} = \frac{V_i}{V_m} = \frac{N_i}{N_m} = y_i$$

Kay Kuralı;

$$P'_{kr,m} = \sum_{i=1}^k y_i P_{kr,i} \quad \text{ve} \quad T'_{kr,m} = \sum_{i=1}^k y_i T_{kr,i}$$

$$s_2 - s_1 = s_2^0 - s_1^0 - R \ln \frac{P_2}{P_1} \quad (s_1^0 \text{ ve } s_2^0 \text{ tablodan})$$

Gaz-Buhar Karışımları ve İklimlendirme

$$h_{kuru \text{ hava}} = c_p T = (1.005 \text{ kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times T$$

$$P = P_a + P_v$$

Özgül veya mutlak nem (nem oranı):

$$\omega = \frac{m_v}{m_a} = 0.622 \frac{P_v}{P_a} = \frac{0.622 P_v}{P - P_v}$$

$$\text{Bağıl Nem: } \phi = \frac{m_v}{m_g} = \frac{P_v}{P_g}$$

$$h = h_a + \omega h_g$$