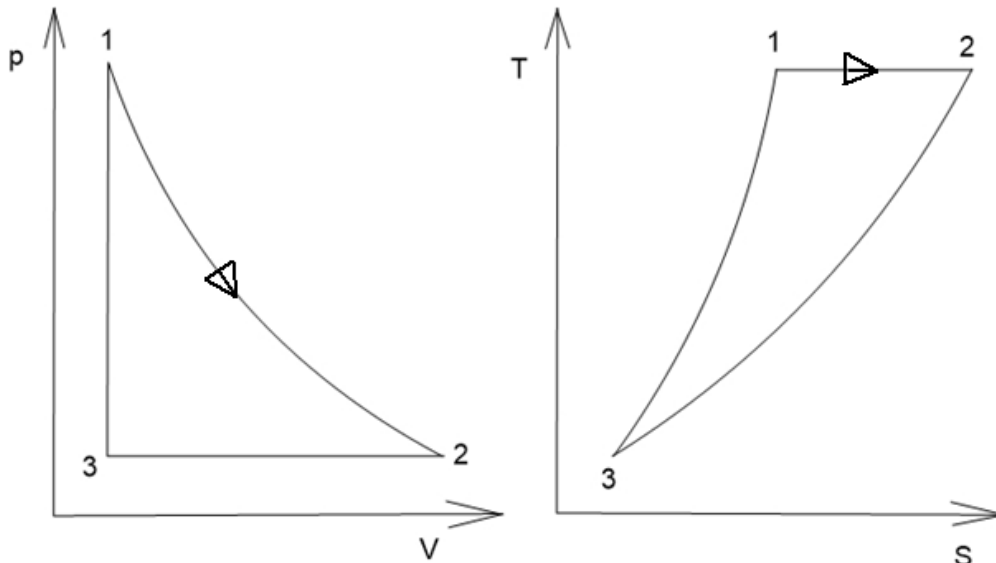


Obieg cieplny silnika składa się kolejno z izotermy ekspansji 1-2, izobary i izochory. Maksymalna temperatura w obiegu wynosi 1200 K, a maksymalne ciśnienie 12 bar. Podczas przemiany izochorycznej do obiegu doprowadzono 60 kJ ciepła. Czynnikiem roboczym jest 0,22 kg argonu Ar (40). Obliczyć: ciepło doprowadzone do obiegu, ciepło wyprowadzone z obiegu, pracę ekspansji obiegu, pracę kompresji obiegu, pracę obiegu, sprawność termiczną obiegu.



$$T_{\max} = T_1 = T_2 = 1500 \text{ K}$$

$$p_{\max} = p_1 = 12 \text{ bar}$$

$$R = \frac{(MR)}{M} = \frac{8314}{40} = 207,85 \left[\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$$

$$c_v = \frac{1}{2} f R = 0,5 \cdot 3 \cdot 207,85 = 311,78 \left[\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$$

$$c_p = c_v + R = 311,78 + 207,85 = 519,62 \left[\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$$

Ciepło przemiany izochorycznej 3-1

$$Q_{3-1} = mc_v (T_1 - T_3)$$

Temperatura początku przemiany izochorycznej

$$T_3 = T_1 - \frac{Q_{3-1}}{mc_v} = 1200 - \frac{60 \cdot 10^3}{0,22 \cdot 311,78} = 325,24 [K]$$

Zależność pomiędzy temperaturami i ciśnieniami dla przemiany izochorycznej

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_3}{T_3}$$

Ciśnienie początku przemiany izochorycznej

$$p_3 = \frac{T_3}{T_1} p_1 = \frac{325,24}{1200} \cdot 12 \cdot 10^5 = 3,252 \cdot 10^5 [Pa]$$

$$p_2 = p_3$$

Praca ekspansji obiegu

$$L_{eks} = L_{1-2} = mRT_1 \ln\left(\frac{p_1}{p_2}\right) = 0,22 \cdot 207,85 \cdot 1200 \cdot \ln\left(\frac{12 \cdot 10^5}{3,252 \cdot 10^5}\right) = 71,64 \cdot 10^3 [J]$$

Praca kompresji obiegu

$$L_{kom} = L_{2-3} = mR(T_3 - T_2) = 0,22 \cdot 207,85 \cdot (325,24 - 1200) = -40,00 \cdot 10^3 [J]$$

Ciepło dostarczone do obiegu

$$Q_d = Q_{3-1} + Q_{1-2} = Q_{3-1} + L_{1-2} = 60 \cdot 10^3 + 71,64 \cdot 10^3 = 131,64 \cdot 10^3 [J]$$

Ciepło wyprowadzone z obiegu

$$Q_w = Q_{2-3} = mc_p(T_3 - T_2) = 0,22 \cdot 519,62 \cdot (325,24 - 1200) = -100,00 \cdot 10^3 [J]$$

Praca obiegu

$$L_{ob} = Q_d - |Q_w| = 131,64 \cdot 10^3 - 100,00 \cdot 10^3 = 31,64 \cdot 10^3 [J]$$

$$L_{ob} = L_{eks} - |L_{kom}| = 71,64 \cdot 10^3 - 40 \cdot 10^3 = 31,64 \cdot 10^3 [J]$$

Sprawność termiczna obiegu

$$\eta_t = \frac{L_{ob}}{Q_d} = \frac{31,64 \cdot 10^3}{131,64 \cdot 10^3} = 0,240$$

$$\eta_t = 1 - \frac{|Q_w|}{Q_d} = 1 - \frac{100,00 \cdot 10^3}{131,64 \cdot 10^3} = 0,240$$

Objętości w charakterystycznych punktach obiegu

$$V_1 = \frac{mRT_1}{p_1}$$

$$V_2 = \frac{mRT_2}{p_2}$$

$$V_2 = \frac{p_1}{p_2} V_1$$

$$V_3 = V_1$$

$$V_3 = \frac{mRT_3}{p_3}$$

$$V_3 = \frac{T_3}{T_2} V_2$$