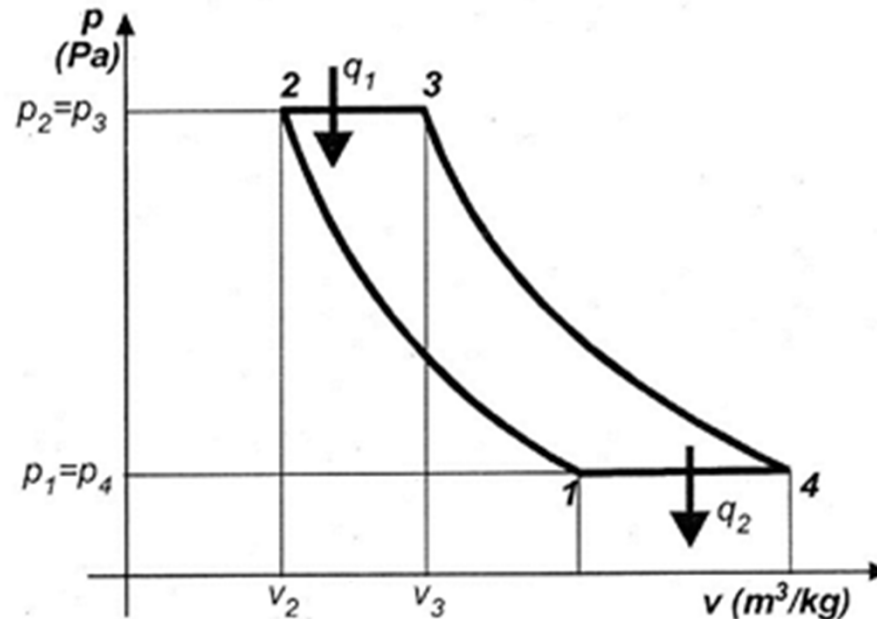


FELADAT 2

Gázturbina-körfolyamat – I

1 kg levegő gázturbina-körfolyamatot végez ($p = \text{const}$) a következő ismert paraméterekkel: $p_1 = 1 \text{ bar}$, $T_1 = 300 \text{ K}$, $\lambda = p_2/p_1 = 10$ ($R = 287 \text{ J}/(\text{kgK})$, $c_p = 1008 \text{ J}/(\text{kgK})$, $\kappa = 1,4$). A maximális hőmérséklet ne haladja meg 1000 K . Meghatározandók a sarokpontok termodinamikai állapotjelzői, a körfolyamat munkája és termikus hatásfoka.



Az izobár gázturbina körfolyamat p-v diagramja

1.pont:

$$p_1 = 1 \text{ bar} \quad T_1 = 300 \text{ K} \quad v_1 = \frac{RT_1}{p_1} = \frac{287 \cdot 300}{10^5} = 0,86 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

2.pont:

$$p_2 = \lambda p_1 = 10 \text{ bar}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{(\kappa-1)/\kappa} = \lambda^{(\kappa-1)/\kappa} \quad T_2 = T_1 \lambda^{(\kappa-1)/\kappa} = 300 \cdot 10^{(1,4-1)/1,4} = 10^{0,286} = 580 \text{ K}$$

$$v_2 = \frac{RT_2}{p_2} = \frac{287 \cdot 580}{10 \cdot 10^5} = 0,1665 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

3.pont:

$$p_3 = p_2 = 10 \text{ bar} \quad T_3 = 1000 \text{ K} \quad v_3 = \frac{RT_3}{p_3} = \frac{287 \cdot 1000}{10 \cdot 10^5} = 0,287 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

4.pont:

$$p_4 = 1 \text{ bar} \quad \frac{v_4}{v_3} = \left(\frac{p_3}{p_4} \right)^{1/\kappa} \quad v_4 = v_3 \left(\frac{p_3}{p_4} \right)^{1/\kappa} = 0,287 \cdot 10^{0,714} = 1,488 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$T_4 = \frac{p_4 v_4}{R} = \frac{10^5 \cdot 1,488}{287} = 518 \text{ K}$$

Kompresszió munka:

$$w_1 = p_1(v_4 - v_1) + \frac{1}{\kappa - 1}(p_2v_2 - p_1v_1) = 10^5 \cdot (1,488 - 0,86) + \frac{1}{0,4}10^5(10 \cdot 0,1665 - 0,86) =$$
$$= 263500 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 263,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Expanzió munka:

$$w_2 = p_2(v_3 - v_2) + \frac{1}{\kappa - 1}(p_3v_3 - p_4v_4) = 10 \cdot 10^5 \cdot (0,287 - 0,1665) + \frac{1}{0,4}10^5(10 \cdot 0,287 - 1,488) =$$
$$= 466500 \frac{\text{J}}{\text{kg}} = 466,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Hasznos munka:

$$w = w_2 - w_1 = 466,5 - 263,5 = 203 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Közölt hő:

$$q_1 = c_p (T_3 - T_2) = 1,008 \cdot (1000 - 580) = 424 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Elvont hő:

$$q_2 = c_p (T_4 - T_1) = 1,008 \cdot (518 - 300) = 220 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

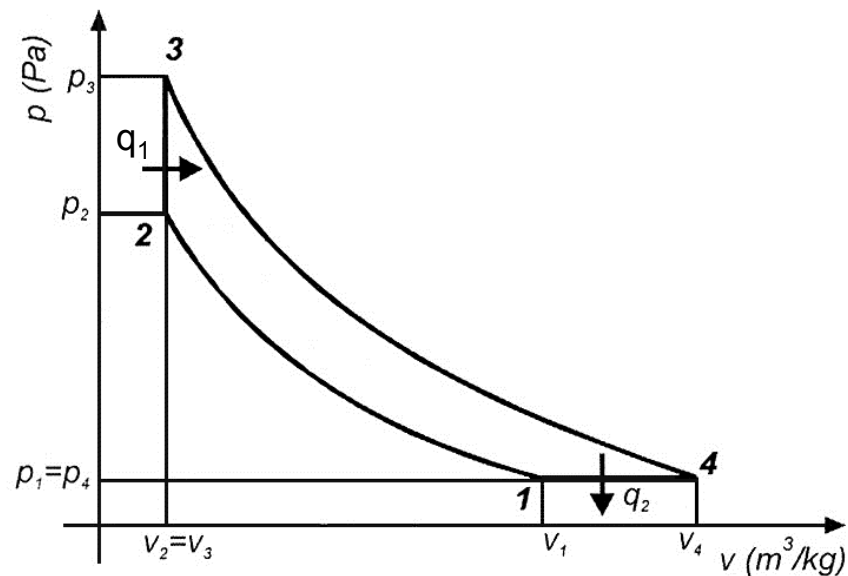
Termikus hatásfok:

$$\eta_t = \frac{w}{q_1} = \frac{203}{424} = 0,482$$

$$\eta_t = 1 - \frac{1}{\lambda^{(\kappa-1)/\kappa}} = 1 - \frac{1}{10^{0,286}} = 0,482$$

Gázturbina-körfolyamat – II

1 kg levegő gázturbina-körfolyamatot végez ($v = \text{const}$) a következő ismert paraméterekkel: $p_1=1\text{bar}$, $T_1=300\text{K}$, $\lambda=p_2/p_1=10$ ($R=287\text{J}/(\text{kgK})$, $c_p=1008\text{J}/(\text{kgK})$, $\kappa=1,4$). A maximális hőmérséklet ne haladja meg 1000K . Meghatározandók a sarokpontok termodinamikai állapotjelzői, a körfolyamat munkája és termikus hatásfoka.



Az izochor gázturbina körfolyamat p-v diagramja

1.pont:

$$p_1 = 1 \text{ bar}$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$v_1 = \frac{RT_1}{p_1} = \frac{287 \cdot 300}{10^5} = 0,86 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

2.pont:

$$p_2 = \lambda p_1 = 10 \text{ bar}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{(\kappa-1)/\kappa} = \lambda^{(\kappa-1)/\kappa}$$

$$T_2 = T_1 \lambda^{(\kappa-1)/\kappa} = 300 \cdot 10^{(1,4-1)/1,4} = 10^{0,286} = 580 \text{ K}$$

$$v_2 = \frac{RT_2}{p_2} = \frac{287 \cdot 580}{10 \cdot 10^5} = 0,17 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

3.pont:

$$\frac{p_3}{p_2} = \frac{T_3}{T_2} \quad p_3 = p_2 \frac{T_3}{T_2} = 10 \cdot \frac{1000}{580} = 17,25 \text{ bar}$$

$$T_3 = 1000 \text{ K} \quad v_3 = v_2 = 0,17 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

4.pont:

$$p_4 = 1 \text{ bar}$$

$$\frac{v_4}{v_3} = \left(\frac{p_3}{p_4} \right)^{1/\kappa} \quad v_4 = v_3 \left(\frac{p_3}{p_4} \right)^{1/\kappa} = 0,17 \cdot 17,25^{0,714} = 1,27 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$T_4 = \frac{p_4 v_4}{R} = \frac{10^5 \cdot 1,27}{287} = 443 \text{ K}$$

Kompresszió munka:

$$w_1 = p_1(v_4 - v_1) + \frac{1}{\kappa - 1}(p_2v_2 - p_1v_1) = 10^5 \cdot (1,27 - 0,86) + \frac{1}{0,4}10^5(10 \cdot 0,17 - 0,86) = 242 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Expanzió munka:

$$w_2 = \frac{1}{\kappa - 1}(p_3v_3 - p_4v_4) = \frac{10^5}{0,4}(17,25 - 1,27) = 400 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Hasznos munka:

$$w = w_2 - w_1 = 400 - 242 = 158 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Közölt hő:

$$q_1 = c_v(T_3 - T_2) = 0,72 \cdot (1000 - 580) = 302 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Elvont hő:

$$q_2 = c_p(T_4 - T_1) = 1,008 \cdot (443 - 300) = 144 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Termikus hatásfok:

$$\eta_t = \frac{w}{q_1} = \frac{158}{302} = 0,524$$