

FELADAT 1

Egy dugattyús kompresszor főbb műszaki jellemzői a következők:

Furat: $D=60$ mm, löket $s=70$ mm, szívási végnyomás $p_1=0,9$ bar, nyomásviszony $\sigma =7$, mennyiségi fok $\lambda_v=0,9$, káros térfogat nagysága $V_k=0,026V_H$, szívási véghőmérséklet $t_1=50^\circ\text{C}$, a kompresszió politropikus kitevője $n_1=1,26$, a kompresszor hajtás összhatásfoka $\eta_o=0,6$. **Határozza meg** a kompresszor jellemzőit és teljesítőképességét, ha hajtása egy $n_f=970$ min^{-1} fordulatszámú villanymotorral történik $i=1,5$ lassító áttétellel. A kompresszor levegőt szállít ($R=287\text{J}/(\text{kgK})$, $c_p=1005\text{J}/(\text{kgK})$, $c_v=718\text{J}/(\text{kgK})$).

A kompresszor összlökettérfogata:

$$V_H = \frac{\pi D^2}{4} s = \frac{3,14 \cdot 0,06^2}{4} \cdot 0,07 = 1,98 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

A karos tér nagysága:

$$V_k = 0,026 \cdot V_H = 0,026 \cdot 0,000198 = 5,14 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Az 1. pont jellemzői:

$$p_1 = 0,9 \text{ bar}$$

$$T_1 = 323 \text{ K}$$

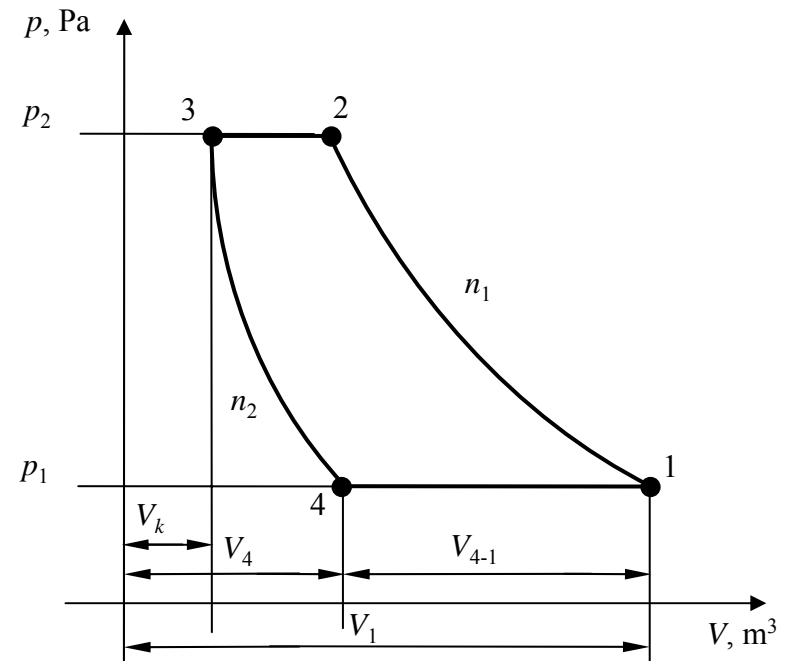
$$V_1 = V_H + V_k = 0,000198 + 0,00000514 \approx 0,000203 = 2,03 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

Egy ciklus alatt szállított levegő tömege:

$$m = \frac{p_1 V_1}{RT_1} = \frac{90000 \cdot 2,03 \cdot 10^{-4}}{287 \cdot 323} = 0,000197 \text{ kg} = 1,97 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$$

A kompresszor légszállítási teljesítménye (teljesítőképesége):

$$\dot{V}_{1-4} = \lambda_V V_H \frac{n_f}{60i} = 0,9 \cdot 1,98 \cdot 10^{-4} \frac{970}{60 \cdot 1,5} = 0,0019 \text{ m}^3 / \text{sec} = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{sec} = 6840 \text{ l/h}$$



A dugattyús kompresszor p - V diagramja

A 2. pont jellemzői:

$$p_2 = \sigma p_1 = 7 \cdot 0,9 = 6,3 \text{ bar}$$

A térfogat és a hőmérséklet Poisson egyenleteiből adódik:

$$T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{n_1 - 1} = 323 \cdot \left(\frac{2,03 \cdot 10^{-4}}{4,33 \cdot 10^{-5}} \right)^{1,26 - 1} \approx 483 \text{ K}$$

$$V_2 = V_1 \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{1/n_1} = 2,03 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\frac{0,9}{6,3} \right)^{1/1,26} = 0,0000433 \text{ m}^3 = 4,33 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

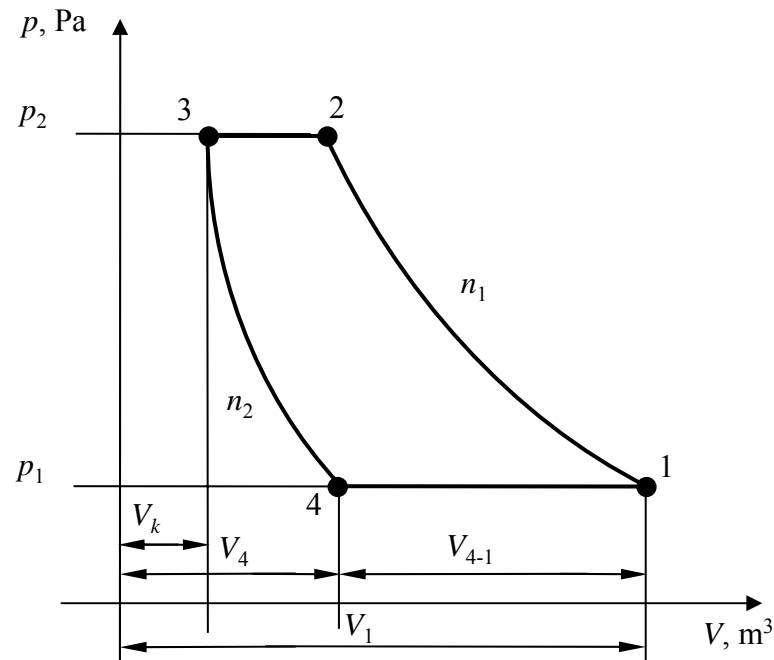
A politropikus kompresszió során elvont hőmennyiség:

$$c_n = c_V \frac{n_1 - \kappa}{n_1 - 1} = 718 \cdot \frac{1,26 - 1,4}{1,26 - 1} \approx -387 \text{ J/(kgK)}$$

$$Q_{12} = mc_n(T_2 - T_1) = -1,97 \cdot 10^{-4} \cdot 387 \cdot (483 - 323) = -12 \text{ J}$$

A kompressziós folyamat munkaigénye:

$$W_k = \frac{n_1}{n_1 - 1} (p_1 V_1 - p_2 V_2) = \frac{1,26}{1,26 - 1} \left(0,9 \cdot 10^5 \cdot 2,03 \cdot 10^{-4} - 6,3 \cdot 10^5 \cdot 4,33 \cdot 10^{-5} \right) = -43,7 \text{ J}$$



A dugattyús kompresszor p - V diagramja

A 3. pont jellemzői:

$$p_3 = p_2 = 6,3 \text{ bar} \quad V_3 = V_k = 5,14 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

A 4. pont jellemzői:

$$p_4 = p_1 = 0,9 \text{ bar}$$

$$V_{1-4} = \lambda_V V_H = 0,9 \cdot 1,98 \cdot 10^{-4} = 1,78 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

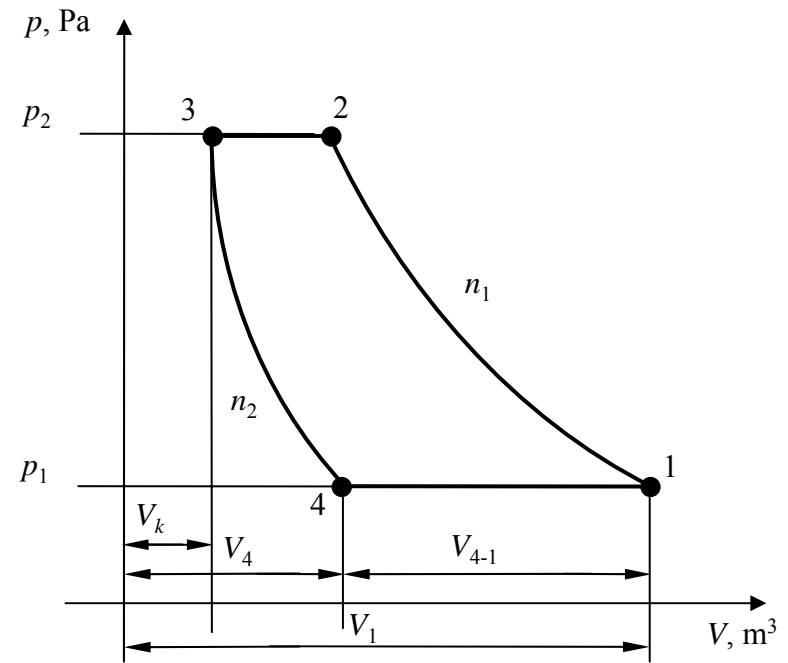
$$V_4 = V_1 - V_{1-4} = 2,03 \cdot 10^{-4} - 1,78 \cdot 10^{-4} = 2,49 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$$

A 3-4 expanzió politropikus kitevője:

$$n_2 = \frac{\ln \frac{p_3}{p_4}}{\ln \frac{V_4}{V_3}} = \frac{\ln \frac{6,3}{0,9}}{\ln \frac{24,9}{5,14}} = 1,23$$

A politropikus expanzió munkája:

$$W_e = \frac{n_2}{n_2 - 1} (p_3 V_3 - p_4 V_4) = \frac{1,23}{1,23 - 1} \left(6,3 \cdot 10^5 \cdot 5,14 \cdot 10^{-6} - 0,9 \cdot 10^5 \cdot 2,49 \cdot 10^{-5} \right) = 5,28 \text{ J}$$



A dugattyús kompresszor p - V diagramja

A kompresszió ciklus fenntartásához szükséges munka a sűrítés és a terjeszkedés munkájának algebrai összege:

$$W = W_k + W_e = -43,7 + 5,28 = -38,42 \text{ J}$$

A kompresszor hajtásához szükséges teljesítmény (k biztonsági tényező k=1,1):

$$P = \frac{k|W|n_f}{60i\eta_{\ddot{o}}} = \frac{1,1 \cdot 38,42 \cdot 970}{1,5 \cdot 0,6 \cdot 60} \approx 760 \text{ W} = 0,76 \text{ kW}$$