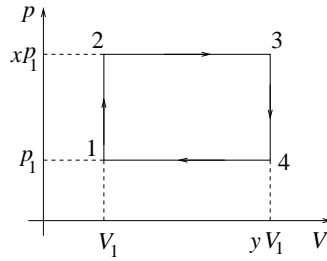


Tekintsük a levegőt homogén kétatomos gáznak, amelynek fajhőhányadosa

$$\kappa = \frac{c_p}{c_v} = \frac{7}{5}.$$



Ha a körfolyamat során a térfogat a kezdeti $V_1 = 7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ érték x -szeresére, a nyomás pedig a kezdeti $p_1 = 10^5 \text{ Pa}$ érték y -szorosára nő (lásd az *ábrát*), akkor a végzett munka

$$L = p_1 V_1 (x - 1)(y - 1) = 500 \text{ J},$$

ahonnan

$$(1) \quad y - 1 = \frac{5}{7(x - 1)}.$$

A levegő által egy ciklus során felvett hő:

$$(2) \quad Q = Q_{1 \rightarrow 2} + Q_{2 \rightarrow 3} = mc_v(T_2 - T_1) + m\kappa(T_3 - T_2) = mc_v T_1 \cdot [(x - 1) + \kappa x(y - 1)].$$

A körfolyamat hatásfoka: $\eta = L/Q$, amely (az adott nagyságú L miatt) akkor a legnagyobb, amikor Q a lehető legkisebb értékű. Ez akkor teljesül, ha a szögletes zárójelben álló kifejezés minimális.

Fejezzük ki (1)-ből y -t és helyettesítsük a (2)-beli szögletes zárójeles kifejezésbe, így visszavezettük a feladatot az

$$f(x) = x - 1 + \frac{5\kappa}{7} \frac{x}{x - 1} = x - 1 + \frac{x}{x - 1} = x - 1 + \frac{1}{x - 1} + 1 \quad (x > 1)$$

függvény minimumának megkeresésére. Alkalmazva a számtani és a mértani közepekre vonatkozó egyenlőtlenséget

$$f(x) \geq 1 + 2\sqrt{(x - 1) \cdot \frac{1}{x - 1}} = 3,$$

a hatásfokra tehát fennáll

$$\eta = \frac{L}{Q} \leq \frac{500 \text{ J}}{3mc_v T_1} = \frac{2}{21} \approx 9,5\%.$$

Az utolsó lépésnél kihasználtuk a gáztörvény $p_1 V_1 = (m/M)RT_1$ alakját, továbbá azt, hogy a levegő állandó térfogaton vett $C_v = Mc_v$ mólhője $5R/2$ -vel egyenlő.

Czompó Sz. Csaba (Sepsiszentgyörgy, Mikes K. Líceum, 10. o.t.) és *Ballók István* (Gödöllő, Premontrei Szt. Norbert Gimn., 11. o.t.) dolgozata alapján

Megjegyzések. 1. Az optimális hatásfokhoz $x = 2$ és $y = \frac{12}{7}$ arányszámok tartoznak. Érdekes, hogy sem ezek a számok, sem pedig a maximális termikus hatásfok nem függ a levegő kezdeti hőmérsékletétől, hanem csak a $p_1 V_1$ szorzat és a megadott L munkavégzés arányától, továbbá a fajhőhányadosától.

2. Ha a levegő fajhőhányadosát nem az „elméleti” $\frac{7}{5}$ -ös értéknek vesszük, hanem a ténylegesen mért értékekkel számolunk, a maximális hatásfokra 10,6%-ot kapunk.