

CZU 536.7 (072.8)

CU PRIVIRE LA UTILIZAREA DIAGRAMELOR TS LA REZOLVAREA PROBLEMELOR DE TERMODINAMICA SI TERMOTEHNICA

Băncilă Simion, Cheptea Virgil

În lucrare se prezintă unele avantaje ale diagramei TS față de diagrama PV la determinarea randamentului mașinii termice și la studierea proceselor ce țin de schimbul de căldură.

В работе представлены отдельные преимущества использования TS – диаграмм по сравнению с диаграммой PV в процессе определения коэффициента полезного действия тепловых машин и в процесса теплообмена.

The paper presents some advantages of the TS diagram as compared with PV diagram for determining the output of a thermic apparatus and studying the processes implying temperature change are presented.

La analiza rezolvării problemelor de termodinamică și termotehnică este utilă prezentarea grafică a proceselor termodinamice, folosind, în afară de diagramele P, V; T, V; P, T; diagrama entropică T, S [1,2].

Vom prezenta unele avantaje ale acestei diagrame față de diagrama P, V, determinând randamentul termic ciclului Carnot.

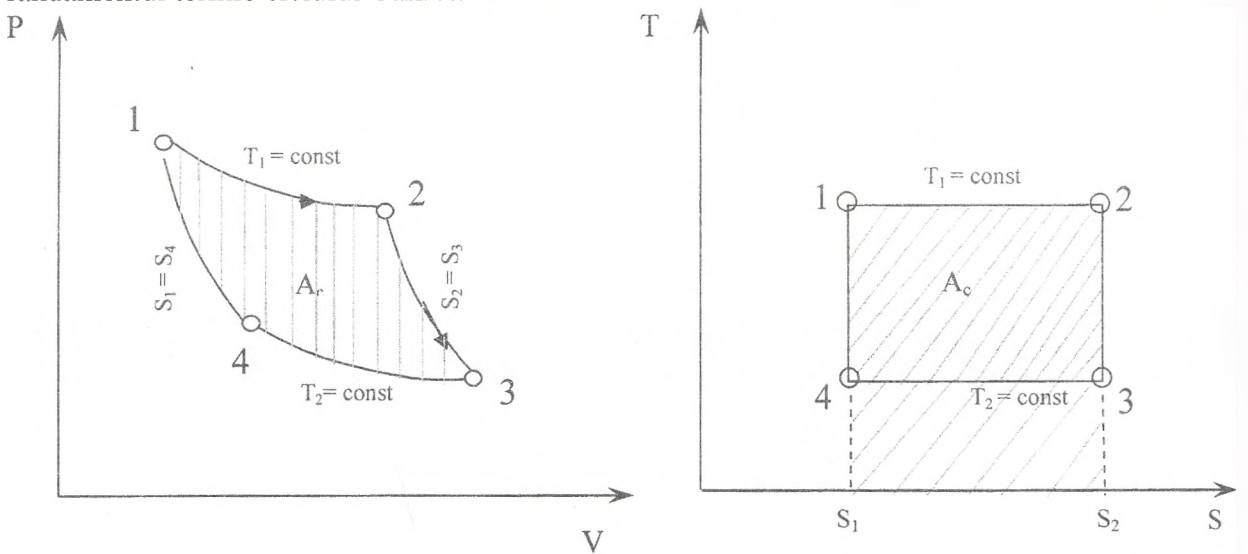


Fig. 1 Ciclul Carnot în diagramele P, V și T, S.

În baza relației
$$dS = \frac{\delta Q}{T} \tag{1}$$

găsim:

$$Q_1 = T_1 \Delta S_{12} = \sum_{12} S_2 S_1 \tag{2}$$

$$Q_2 = T_2 \Delta S_{34} = T_2 \Delta S_{14} = \sum_{43} S_2 S_1 \tag{3}$$

Întrucît $\Delta S_{12} = -\Delta S_{34}$, lucrul mecanic efectuat în acest ciclu este:

$$A_c = Q_1 - Q_2 = \Delta S_{12} (T_1 - T_2) \tag{4}$$

sau $A_c = \sum_{12341}$

Prin urmare, randamentul termic al ciclului Carnot va fi

$$\eta = \frac{A_c}{Q_1} = \frac{\Delta S_{12} (T_1 - T_2)}{T_1 \cdot \Delta S_{12}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \tag{5}$$

În favoarea utilizării diagramei T, S este și informația cu privire la prezentarea grafică a cantităților de căldură care în aceste diagrame sunt prezentate prin ariile figurilor ce se află sub izotermele respective.

Vom compara randamentele termice ale ciclurilor de referință ale motoarelor cu arderea internă Otto și Diesel pentru care temperaturile $T_1(\min)$ și $T_3(\max)$ sunt aceleași, iar ca agent de lucru se folosește gazul perfect.

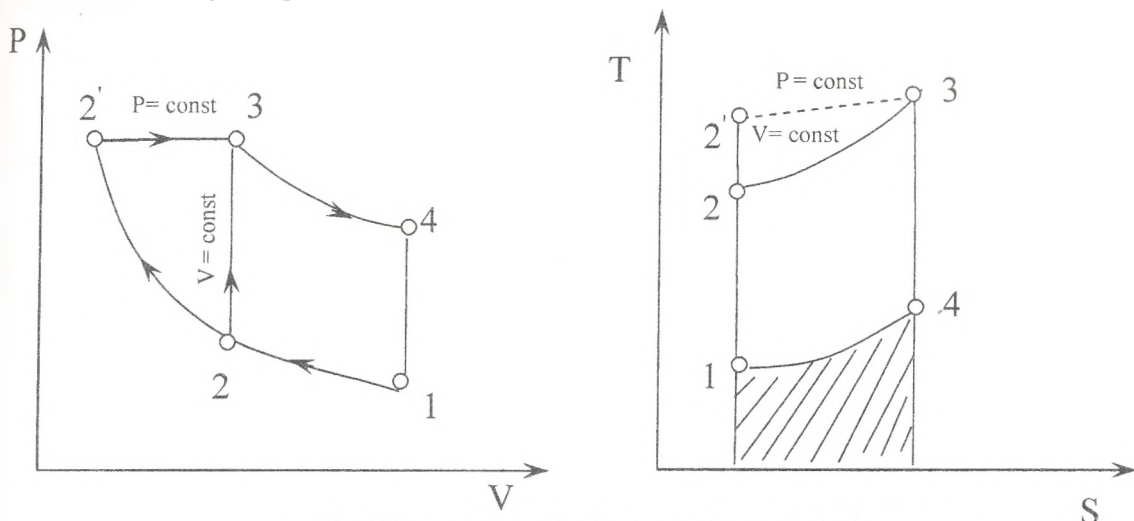


Fig. 2 Comparația ciclurilor termodinamice ideale Otto și Diesel în diagramele P, V și T, S.

Comparând în diagramă mecanică P, V ariile mărginite de fiecare din ciclurile nominalizate, tragem concluzia $A_{Otto} < A_{Diesel}$. În ambele cazuri căldura cedată sursei reci este una și aceeași.

Prin urmare,

$$Q_{1Otto} = |Q_2| + A_{Otto} < |Q_2| + A_{Diesel} = Q_{1Diesel} \quad (6)$$

iar $\eta_{Diesel} > \eta_{Otto}$

Comparând în diagrama T, S ariile ce corespund cantităților de căldură Q_1 , observăm că

$$Q_{1Diesel} > Q_{1Otto}. \quad (7)$$

Deoarece $Q_{2Diesel} = Q_{2Otto}$ și $\eta = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1}$, (8)

rezultă $\eta_{Diesel} > \eta_{Otto}$.

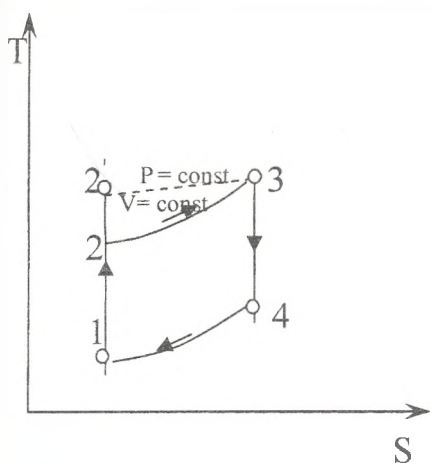


Fig. 3 Comparația circuitelor termodinamice Brayton și Hemfric în coordonatele T, S.

La aceeași concluzie se va ajunge dacă se vor compara randamentele termice ale circuitelor instalațiilor cu turbine cu gaze, la care căldura se introduce la $P=\text{const}$ și $V=\text{const}$, iar procesele 1-2 și 3-4 sunt adiabace ($C=0$).

Cantitățile de căldură cedate mediului înconjurător Q_2 sunt aceleași, însă cantitățile de căldură primite Q_1 , în cazul în care temperaturile T_{\max} sunt aceleași vor fi determinate

de relațiile:

$$S_p = C_p \ln T + S_0; \quad (9)$$

$$S_v = C_v \ln T + S_0; \quad (10)$$

Deoarece $C_p > C_v$,
 rezultă $\eta_{p=\text{const}} > \eta_{v=\text{const}}$

La rezolvarea problemelor în care se cere determinarea variației entropiei este destul de util să se prezinte procesele sub forma dependenței temperaturii (t) de timp (τ). În acest sens, vom examina următoarea problemă:

Să se determine variația entropiei la amestecarea a 100 g de gheață, temperatura căreia este -40°C , cu 0,5 kg de apă avînd temperatura de 90°C .

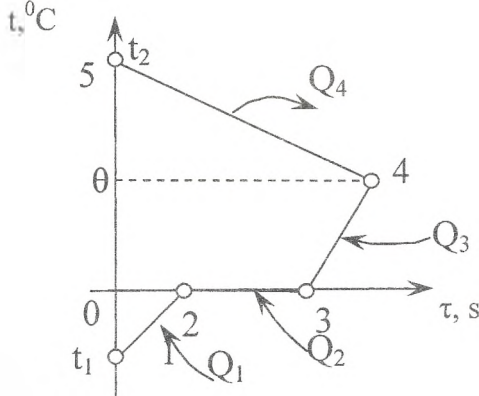


Fig. 4. Variația temperaturii centesimale cu timpul.

În baza legii conservării energiei, ecuația bilanțului termic se va scrie

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0; \quad (11)$$

din care rezultă $\theta = 58,3^\circ\text{C}$. Variația entropiei, în condițiile problemei date, se va determina cu relația:

$$\Delta S = \Delta S_{12} + \Delta S_{23} + \Delta S_{34} + \Delta S_{54} \quad (12)$$

sau

$$\Delta S = m_1 c_1 \ln \frac{T_0}{T_1} + \frac{m_1 q}{T_0} + m_1 c_2 \ln \frac{\theta}{T_0} + m_2 c_2 \ln \frac{\theta}{T_0}. \quad (13)$$

Vom prezenta aceste procese în coordonatele T, S .

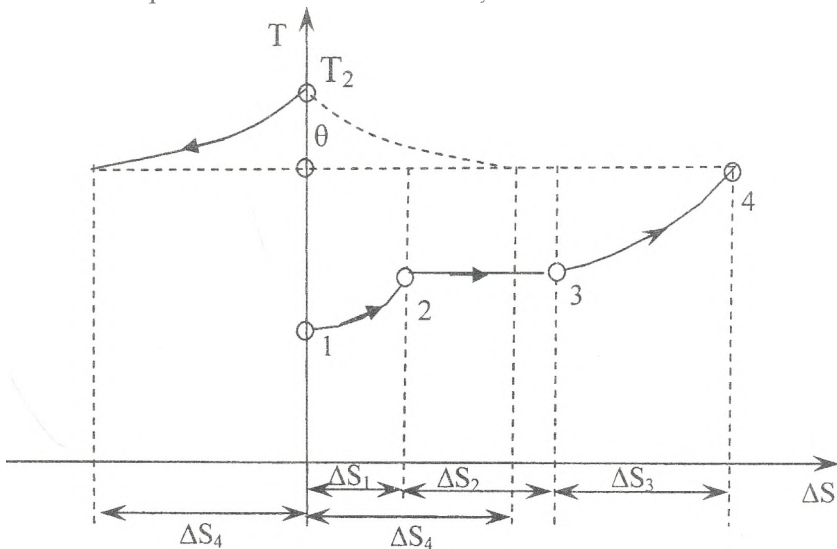


Fig. 5. Dependența temperaturii termodinamice de variația entropiei.

Calcululele cu formula (13) arată că variația entropiei rezultante constituie $\Delta S > 0$.

Bibliografie

1. Базаров И. Термодинамика. - М.: Высшая школа, 1976. – 448 с.
2. Кирилин Б., Сычев Б., Шейдлин А. Техническая термодинамика. М.: Энергоиздат. – 415 с.

Prezentat la 16.04.2004