

Principiul II al termodinamicii

Cuprins

1. Mașina termică monotermă.....	1
2. Enunțul principiului II.....	1
3. Mașina termică bitermă. Randamentul mașinilor termice. Ciclul Carnot	2
4. Aplicații la principiul II. Motorul Otto și Diesel.....	3

1. Mașina termică monotermă.

Principiul II al termodinamicii este legat de funcționarea mașinilor termice. Principial o mașină termică este un sistem termodinamic care produce lucru mecanic pe seama efectuării unui proces ciclic.

Mașina monotermă folosește un singur rezervor de căldură.

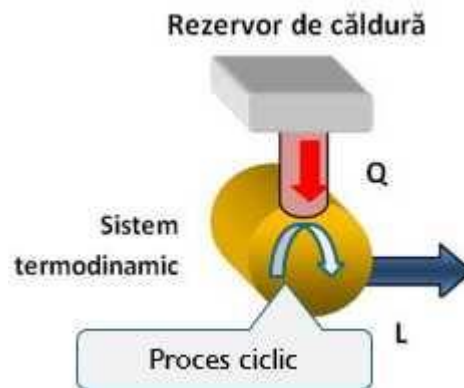


Figura 1

Într-o transformare ciclică $\Delta U = 0$ ceea ce implică $Q = L$. Teoretic ar fi posibil ca toată căldura furnizată unui sistem termodinamic care efectuează un proces ciclic să se transforme în lucru mecanic ceea ce practic s-a dovedit a fi imposibil. Această imposibilitate este conținutul principiului II al termodinamicii.

2. Enunțul principiului II.

Principiul II al termodinamicii se poate enunța în mai multe formulări care sunt echivalente.

Formularea lui Thomson

În natură nu este posibil un proces ciclic al cărui singur rezultat să fie transformarea integrală a căldurii luate de la un corp în lucru mecanic fără alte modificări în mediul exterior. Adică este imposibilă construirea unei mașini monoterme.

Formularea lui Clausius

Într-un proces natural este imposibilă trecerea de la sine a căldurii de la un corp cu temperatura mai mică la un corp cu temperatura mai mare.

Formularea în termeni de entropie

În timp, în orice sistem izolat, crește dezordinea. O măsură a dezordinii este entropia. Prin urmare într-un sistem izolat tendința naturală este de a crește entropia.

3. Mașina termică bitermă. Randamentul mașinilor termice. Ciclul Carnot.

Mașina termică bitermă schimbă căldură cu două rezervoare, rezervorul cald și rezervorul rece. Astfel căldura primită de la rezervorul cald este transformată parțial în lucru mecanic iar restul se pierde sau altfel spus este transferată sursei reci (Fig.2).

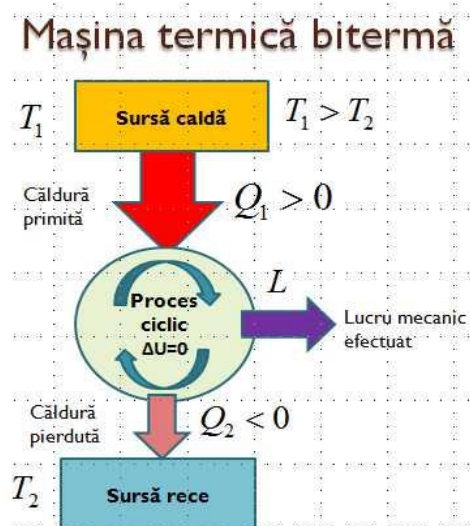


Figura 2

Orice mașină termică este caracterizată prin randament care este o mărime adimensională, subunitară care reflectă măsura în care în urma efectuării unui proces ciclic asupra unui sistem termodinamic (gaz sau amestec de gaze) căldura primită de la rezervorul cald este transformată în lucru mecanic:

$$\eta = \frac{L}{Q_1} = \frac{Q_1 - |Q_2|}{Q_1} = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1}$$

Ciclul Carnot

În cazul construirii mașinilor termice, inginerii au fost interesați să utilizeze acele cicluri termodinamice care să permită obținerea unor randamente cât mai mari.

Ciclul Carnot (numit așa după numele inginerului francez Sadi Carnot) este o transformare ciclică reversibilă ideală formată din două transformări adiabatice și două izoterme care s-a dovedit a avea o mare importanță teoretică datorită a două teoreme care decurg din analiza acestui ciclu:

- 1) Randamentul unei mașini termice care funcționează între două rezervoare de căldură cu temperaturi date, nu poate fi mai mare decât randamentul mașinii care ar funcționa după un ciclu Carnot reversibil între aceleași temperaturi ale rezervoarelor de căldură.

$$\eta_{\text{orice ciclu}} < \eta_{\text{Carnot}}$$

- 2) Randamentul unei mașini care funcționează după un ciclu Carnot nu depinde de natura gazului sau substanței care efectuează procesul ciclic.

Prin urmare randamentul ciclului Carnot stabilește limita superioară a valorii randamentului unei mașini termice reale.

Calculul randamentului ciclului Carnot

În Fig. 3 este reprezentat ciclul Carnot (12 izotermă, 23 adiabată, 34 izotermă, 41 adiabată). Pentru calculul randamentului utilizăm formula:

$$\eta = 1 - \frac{|Q_2|}{Q_1}$$

$$Q_{12} = \nu RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1} > 0$$

$$Q_{34} = \nu RT_2 \ln \frac{V_4}{V_3} < 0$$

$$Q_{23} = Q_{41} = 0$$

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{34}|}{Q_{12}} = 1 - \frac{\nu RT_2 \ln \frac{V_3}{V_4}}{\nu RT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}} = 1 - \frac{T_2 \ln \frac{V_3}{V_4}}{T_1 \ln \frac{V_2}{V_1}} \quad (1)$$

Pe transformările adiabatice:

$$23 - T_1 V_2^{\gamma-1} = T_2 V_3^{\gamma-1}$$

$$41 - T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_4^{\gamma-1}$$

Rezultă dacă se împarte membru cu membru relațiile de mai sus:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4}$$

Prin urmare din relația (1) rămâne:

$$\eta_{Carnot} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

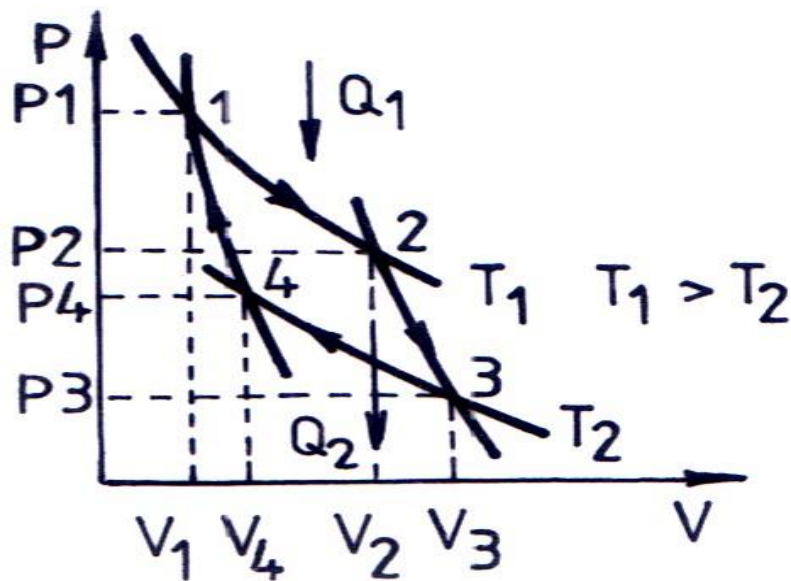


Figura 3

4. Aplicații la principiul II. Motorul Otto și Diesel.

În principiu trebuie să știți pentru fiecare motor:

- ✓ Ciclurile de funcționare (adiabate + 2 izocore la Otto și 2 adiabate + 1 izocoră+ 1 izobară la Diesel, desene)
- ✓ Construcția și funcționarea (cei 4 timpi).
- ✓ Calculul randamentului