

INSTALATII TERMOENERGETICE CU COGENERARE

Sistemele termoeenergetice cu cogenerare utilizeaza caldura produsa prin ardere atat pentru producerea de energie mecanica/electrica cat si pentru scopuri tehnologice sau de incalzire/prepararea apei calde menajere. Ele sunt un caz particular al instalatiilor cu cicluri combinate. Nu constituie de fapt o noutate de ultima ora, ele s-au construit si folosit de mult sub forma unor centrale electrice cu termoficare (CET), la care se urmareste in principal producerea de energie electrica si in al doilea rand furnizarea agentului termic pentru incalzire sau prepararea apei calde.

Energia electrica obtinuta in centralele termice cu cogenerare se foloseste la antrenarea pompelor pentru recircularea agentului termic intre centrala termica si consumatorul extern sau/si pentru furnizarea de energie electrica in sistemul national. Asemenea unitati energetice sunt foarte utile in industria de celuloza si hartie, industria alimentara, industria textila etc. pentru ca asigura atat caldura necesara procesului tehnologic cat si energia electrica pentru antrenarea unor utilaje tehnologice sau pentru iluminat. In acest mod se micsoreaza mult cheltuielile energetice.

Sistemele cu cogenerare se folosesc din ce in ce mai mult in tarile din nordul si estul Europei, iar in ultimul timp in SUA si Canada. Exista si la Cluj-Napoca astfel de instalatii, realizate de Regia Autonoma de Termoficare.

Ideea de baza a instalatiilor termoeenergetice cu cogenerare consta in faptul ca gazele de ardere produse prin arderea combustibililor au temperaturi ridicate, deci prezinta un grad de transformabilitate mare a energiei interne in energie mecanica. Utilizarea caldurii la acesti parametri pentru producerea de abur tehnologic sau pentru incalzire este insotita de pierderi importante de exergie, adica duce la o utilizare nerationala a unui "bun calitativ superior".

O importanta deosebita prezinta aspectele legate de protectia mediului. In general se urmareste imbinarea avantajelor economice cu cele ecologice, fapt realizabil in instalatiile cu cogenerare, unde prin reducerea consumului de combustibil conventional sau utilizarea energiilor neconventionale, se micsoreaza cantitatea de noxe (CO_2 , CO , NO_x etc) emise in mediul ambiant.

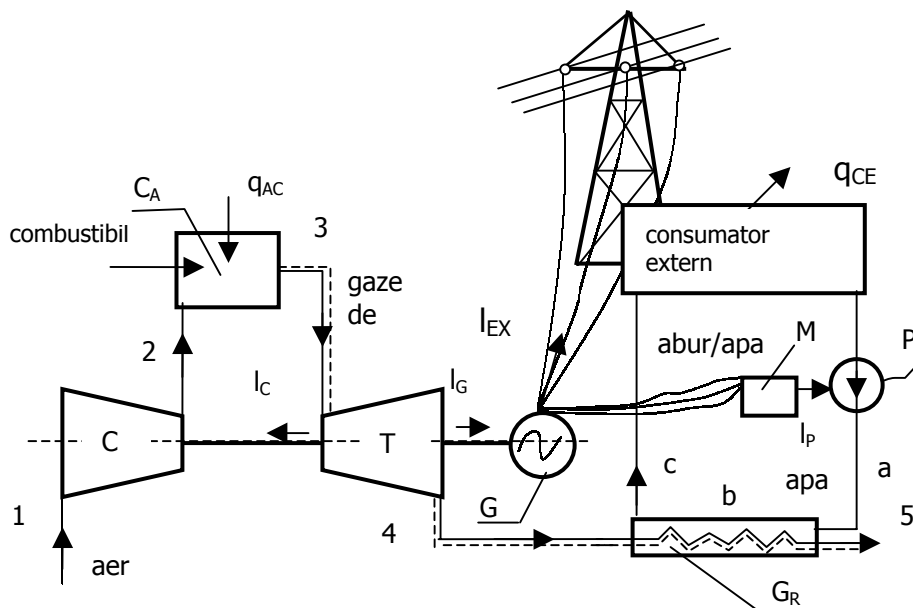


Fig. 1. Instalatie termica cu cogenerare

Varietatea instalatiilor termice cu cogenerare este foarte mare. Astfel, in unele cazuri, gazele de ardere produse prin arderea combustibilului se folosesc mai intai pentru producerea de lucru

mecanic și de abia când ajung la o temperatură mai scăzută se utilizează pentru producerea de abur tehnologic sau apă caldă. În alte cazuri numai căderea reziduală a unui ciclu motor cu vapori se folosește în scopuri de încălzire, sau uneori gazele de ardere care părăsesc generatorul de abur al unei centrale termice trec printr-o turbină unde, prin destindere până la parametrii mediului ambiant, produc lucru mecanic.

În figura 1 se prezintă spre exemplificare schema unei instalații termoenergetice cu cogenerare care are în componența sa o instalație de turbine cu gaze, (care la rândul ei se compune din compresorul C, camera de ardere C_A, turbina cu gaze T și generatorul electric G) și un circuit secundar format dintr-un generator de abur/apă caldă, tip recuperator, în contra curent, G_R, o pompă de recirculare P, antrenată de motorul electric M și un consumator extern. Stările prin care trece agentul de lucru sunt notate cu cifre de la "1" la "5" pentru agentul din circuitul primar (aer-gaze de ardere) și cu litere de la "a" la "c" pentru agentul din circuitul secundar (abur/apă caldă), în procesul de încălzire și vaporizare a apei.

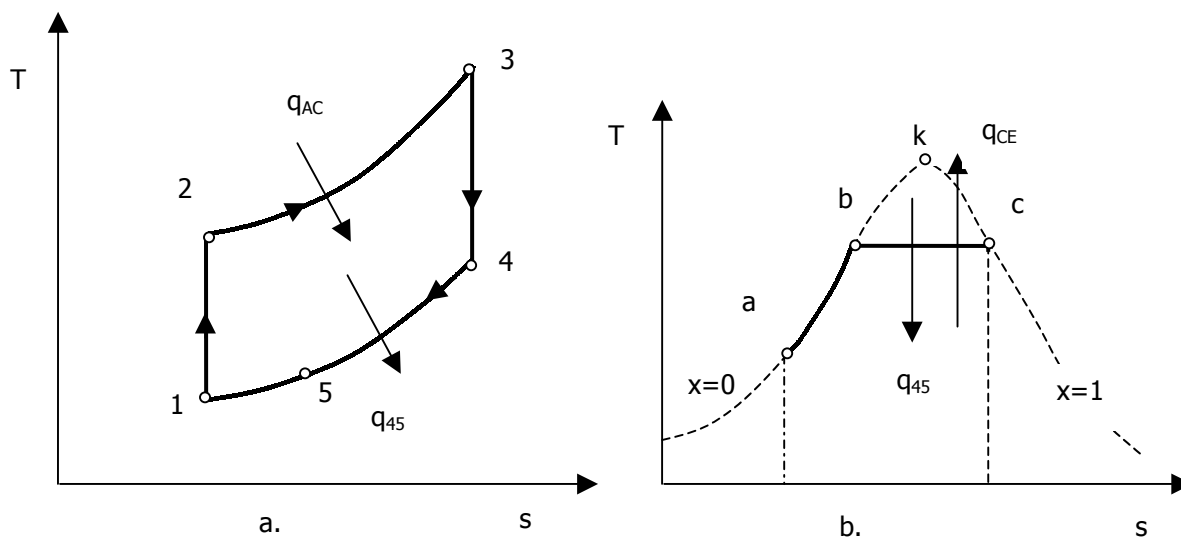


Fig. 2. Ciclul instalației cu cogenerare:
a.- ciclul ITG; b. - procesul de încălzire și vaporizare

În figura 2,a este redat ciclul termodinamic al instalației de turbine cu gaze, în coordonate T-s. Comprimarea izentropă 1-2 are loc în compresor, prin consumul de lucru mecanic l_C , furnizat de turbina cu gaze. În camera de ardere are loc creșterea entalpiei agentului de lucru de la h_2 la h_3 , prin arderea la presiune constantă a combustibilului. Caldura:

$$q_{23} = h_3 - h_2 = q_{AC} \text{ [kJ/kg]} \quad (1)$$

reprezintă căldura produsă prin arderea unui kg de combustibil.

La destinderea izentropă a gazelor de ardere în turbină se produce lucrul mecanic l_T :

$$l_T = h_3 - h_4 \text{ [kJ/kg]}. \quad (2)$$

O parte din acest lucru mecanic, notat cu l_G , se utilizează pentru antrenarea generatorului electric:

$$l_G = l_T - l_C \text{ [kJ/kg]}. \quad (3)$$

Din energia l_G produsa in generatorul electric, o cota parte l_p , se utilizeaza pentru antrenarea pompei, iar diferenta l_{EX} este transmisa altor consumatori, astfel, daca toate procesele se considera reversibile, se poate scrie:

$$l_{EX} = l_T - (l_C + l_p) \quad (4)$$

In circuitul secundar are loc incalzirea apei in lungul curbei de vaporizare, pe transformarea izobara a-b, si vaporizarea izobar- izoterma a apei, transformarea b-c, pana la starea de vapori saturati uscati, (fig 2b), proces ce se desfasoara in generatorul recuperator de vapori G_R , (fig 1), simultan cu racirea gazelor pana la temperatura T_5 .

Randamentul termic general al instalatiei este:

$$\eta_{gene} = \frac{l_{EX} + q_{CE}}{q_{AC}}, \quad (5)$$

unde q_{CE} este caldura cedata consumatorului extern de un kg de abur/apa.

Cu notatiile de mai sus, tinand seama de faptul ca $(l_T - l_C) / q_{AC}$ reprezinta randamentul instalatiei de turbina cu gaze η_{tTG} , rezulta:

$$\eta_{gene} = \eta_{tTG} + \frac{q_{CE} - l_p}{q_{AC}}, \quad (6)$$

Pe baza principiului intai al termodinamicii, intre energiile care intervin exista relatia:

$$q_{AC} = q_{CE} + l_{EX} + q_{pi}, \quad (7)$$

unde q_{pi} reprezinta suma pierderilor de caldura dintre sistem si mediul exterior prin gazele de ardere evacuate, prin convecție si radiatie etc, iar randamentul termic general se poate scrie sub forma:

$$\eta_{gene} = 1 - \frac{q_{pi}}{q_{AC}}. \quad (8)$$

Se vede ca randamentul termic general este mult mai mare decat randamentul instalatiei de turbina cu gaze si a circuitului secundar, ceea ce constituie un avantaj important si explica interesul de care se bucura aceste instalatii termoenergetice in ultimul timp.

Bibliografie

1. Madarasan, T si Balan, M. *Termodinamica tehnica*, Editura Sincron, Cluj-Napoca, 1999.
2. Kirillin, V. A. , Sicev, V.V. si Seindlin, A.E., *Termodinamica*, E. S. E. Bucuresti, 1985.
3. Vladea, I. *Tratat de termodinamica tehnica si transmiterea caldurii*, E.D.P.Buc., 1974.
4. Stephan, K. und Mayinger, F., *Thermodynamik*, Band 1 und 2, Springer - Verlag Berlin / Heidelberg, 1992.
5. Hahne, E., *Grundlagen der Technischen Thermodynamik* Band 1 und 2, Insitut für Thermodynamik und Wärme technik der Universität Stuttgart, 1992.
6. Lipper, T., Setetter, H., Krzyslak, P. Calculation and Diagnosis of Thermal Cycles in Application, in: Proc. Xth Int. Conf. " Steam and Gas Turbines for Power and Cogeneration Plants". Karlovy Vary, Czech Republic Oct. 1994, p. 178-187.