



Digitally signed by
Biblioteca UTM
Reason: I attest to the
accuracy and integrity
of this document

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

Catedra Alimentări cu căldură și gaze, ventilație

Pavel Vârlan

**BAZELE TEORETICE ALE
ALIMENTĂRII CENTRALIZATE
CU CĂLDURĂ**

Material didactic

CHIȘINĂU

U.T.M.

2007

Materialul didactic este elaborat în ajutorul studenților din anul III, specialitatea 582.7 «Ingineria sistemelor de alimentare cu căldură și gaze, ventilare» la studierea disciplinei Rețele termice I, în lipsa altor surse de studiu în limba română.

Autor: conf. univ., dr. Pavel Vârlan

Redactor responsabil: conf. univ., dr. Constantin Țuleanu

Recenzent: conf. univ., dr. Valeriu Gonciaruc

Introducere

Energetica este una din ramurile de bază ale complexului industrial. Noțiunea de energetică cuprinde un ansamblu larg de instalații destinate producerii, transportării și utilizării energiei electrice și termice, energiei gazelor comprimate și altor agenți energetici. În organizarea rațională a alimentării consumatorilor cu energie o importanță deosebit de mare are **termificarea**, una din formele cele mai perfecte de alimentare centralizată cu căldură și una din căile principale de micșorare a necesarului de combustibil pentru producerea energiei electrice.

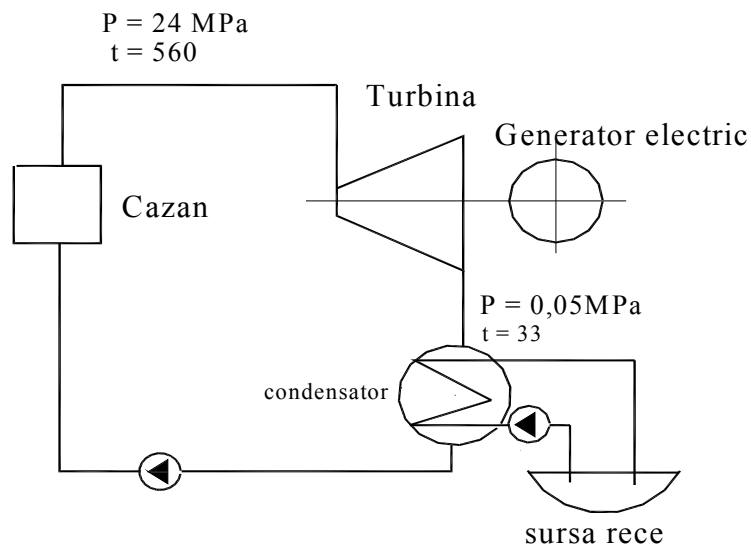


Fig.1. Schema de principiu a Centralei Electrice de Condensare

Producerea energiei electrice poate fi organizată la centrale electrice de condensare (CEC), iar producerea energiei termice - în centralele termice (CT), în baza combustibilului organic. Schema de principiu a CEC este prezentată în figura 1, iar ciclul de condensare prin care are loc producerea energiei electrice - în fig 2.a.

Această formă de organizare a producerii energiei electrice și termice se numește **producere separată a energiei**.

Aburul din cazan, având entalpia, i_4 , corespunzătoare punctului 4 din nomograma de pe fig. 2.a, nimerește în turbină, unde se destinde până la un vacuum adânc cu presiunea absolută egală cu 0,05 MPa și temperatura aproximativ 33°C și entalpia, i_5 . Pentru a fi întors în cazan, aburul se condensează în condensator, procesul 5-1 (fig. 2.a), unde cedează căldura latentă de condensare, i_5-i_1 , apei de răcire.

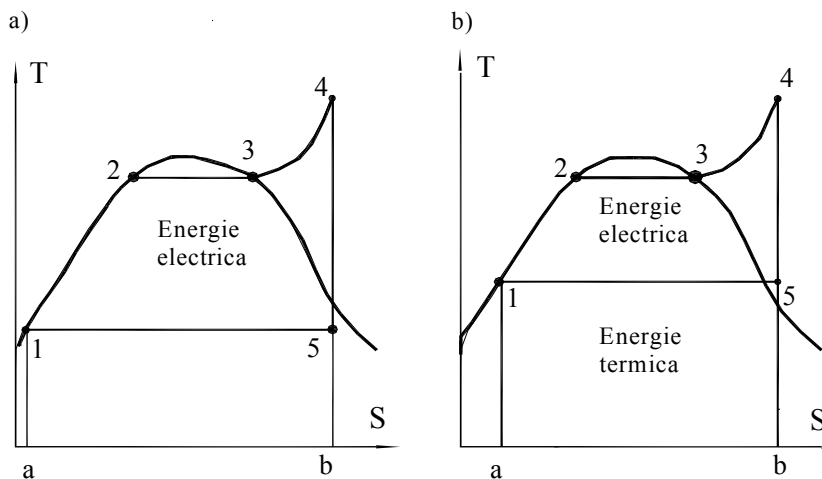


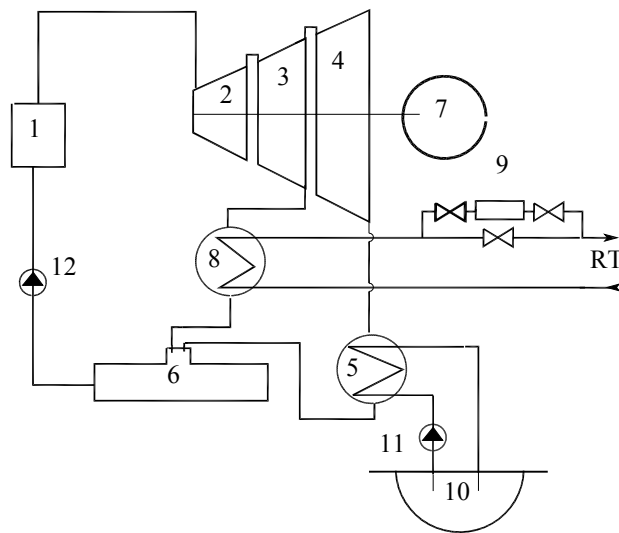
Fig. 2. a) ciclul de condensare; b) ciclul de termificare

În cazan, apa se încălzește până la temperatura de fierbere la presiunea din cazan, procesul 1-2, și se evaporă, procesul 2-3. Aburul obținut, se supraîncălzește până la temperaturi înalte de circa 560°C . În procesul, 3-4, de supraîncălzire, aburul își restabilește entalpia inițială, i_4 , și ciclul se repetă. În acest ciclu este transformată în energie electrică cantitatea de căldură echivalentă cu aria trapezei 1-2-3-4-5-1 din fig. 2.a, iar cantitatea de căldură echivalentă cu aria dreptunghiului a-1-5-b-a este cedată apei de răcire și aruncată în mediul înconjurător. La

temperatura din cazan de 560°C și presiunea de 24 MPa, entalpia aburului $i_4 = 3365 \text{ kJ/kg}$, iar la ieșire din turbină $i_5 = 1890 \text{ kJ/kg}$. Entalpia condensatului după condensator $i_1 = 138 \text{ kJ/kg}$, iar căldura cedată apei de răcire constituie $i_5 - i_1 = 1752 \text{ kJ/kg}$. Valoarea randamentului ciclului teoretic Rankine, pentru parametri menționați, constituie $\eta = (3365-1890)/(3365-138) = 0,457$, iar căldura cedată de către abur în condensator apei de răcire constituie $1752/3365 = 0,52$ din toată căldura ce se conține în aburul din cazan. Producerea energiei electrice în centralele termice de condensare, după cum rezultă din cele relatate mai sus, prevede aruncarea inutilă a minimum 52 % din căldură în mediul ambiant datorită condensării aburului după turbină, fără care nu poate avea loc obținerea energiei electrice. Prin urmare, 52 % din energia aburului se transformă în deșeuri care, printre altele, mai afectează și mediul ambiant. În același timp, pentru încălzirea clădirilor este necesar de a produce căldură în cazane prin arderea unei cantități suplimentare de combustibil.

Fig.3. Schema de principiu a Centralei Electrice de Termificare

1- cazan; 2,3,4 – respectiv, treptele de presiune înaltă, medie și joasă ale turbinei cu abur; 5 – condensator; 6 – deaerator; 7 – generator de energie electrică; 8 – schimbător de căldură pentru rețelele termice; 9 – cazan de vârf; 10 – sursa rece; 11, 12 - pompe



Producerea concomitentă a energiei electrice și termice în Centrala Electrică de Termificare (CET) constituie cea de-a doua formă de organizare a producerii energiei și se numește **termificare**. Schema de principiu a CET este prezentată pe figura 3, iar procesele ciclului - în fig. 2.b. În acest caz, o parte sau tot aburul, în dependență de necesarul de căldură în momentul dat, este luat cu presiunea de 0,05 – 0,25 MPa din treapta de presiune medie (3) a turbinei și trecut prin schimbătorul de căldură 8, în care apa din rețelele termice se încălzește aproximativ până la 120 °C. În cazul în care temperatura apei în rețelele termice trebuie să fie mai înaltă, ea se încălzește suplimentar, până la temperatura necesară, în cazanul de vârf 9, unit în serie cu schimbătorul de căldură 8. În cazurile în care necesarul de căldură în rețelele termice este mai mic decât puterea termică a CET –ului, partea din abur nefolosită în schimbătorul 8 trece prin treapta de presiune joasă (4) a turbinei și îndeplinește ciclul de condensare din figura 1, producând suplimentar energie electrică. Astfel, CET – ul produce cu același abur și energie electrică (cu un randament electric puțin mai mic decât CEC) și căldură, aruncând în mediul ambiant doar acea cantitate de căldură care nu poate fi consumată la momentul dat. Astfel, în acest ciclu, în energie electrică se transformă cantitatea de căldură din aburul din cazan echivalentă cu aria trapezei curbiliniare 1-2-3-4-5-1 din fig. 2.b, iar cantitatea de căldură echivalentă cu aria dreptunghiului a-1-5-b-a din aceeași figură este utilizată în rețelele termice. Din figura 2.a se vede, că cantitatea de căldura utilizată în ciclul de termificare teoretic este egală cu conținutul de căldură în abur la intrare în turbină, 100 %.

Deoarece consumul de căldură de către beneficiarii racordați la rețelele termice variază în timpul anului, fiind mai mare iarna și mai mic vara, CET – ul funcționează numai în ciclul de termificare aproximativ 2000-3000 ore în an, restul orelor - în ambele cicluri concomitent. Din acest motiv randamentul mediu anual total (de producere a energiei electrice și a căldurii) este în jurul 0,65 – 0,75. Necătând la aceasta, termificarea permite de a consuma cu mult mai puțin combustibil decât în cazul organizării

producerii separate a acelorași cantități de energie electrică, E , și termică, Q .

De aceea, cât timp va exista necesitatea de a produce energie electrică în baza combustibilului organic (și nu numai), alimentarea centralizată cu căldură va fi mai rentabilă. Afară de aceasta, la arderea combustibilului solid și lichid, din cauza impactului asupra mediului ambiant, alimentarea centralizată cu căldură este mai eficientă decât cea descentralizată, fiindcă organizarea proceselor de curățare a gazelor de ardere înainte de a fi aruncate în atmosferă este mai puțin costisitoare, urmând ca proiectantul să decidă gradul de centralizare din punct de vedere economic.

CONȚINUTUL

Introducere	3
1. Consumul de căldură	
1.1. Clasificarea consumătorilor de căldură	8
1.2. Consumul sezonier de căldură	8
1.3. Consumul permanent de căldură	15
1.4. Graficele anuale de consum de căldură	17
2. Sisteme de alimentare cu căldură	
2.1. Elementele principale ale sistemelor de alimentare cu căldură	21
2.2. Clasificarea sistemelor de alimentare cu căldură	21
2.3. Sisteme cu apă de alimentare centralizată cu căldură ..28	
2.3.1. Clasificarea sistemelor cu apă	28
2.3.2. Racordarea sistemelor de încălzire și ventilare la rețelele termice cu apă	31
2.3.3. Scheme de racordare a instalațiilor de preparare a apei caldă menajeră la rețelele termice închise	34
2.3.4. Scheme de racordare la rețelele termice cu apă deschise.....	43
2.4. Sisteme cu abur de alimentare centralizată cu căldură ..46	
2.4.1. Scheme de principiu	46
2.4.2. Scheme de colectare a condensului.....	48
2.4.3. Scheme de racordare a consumatorilor la rețelele termice cu abur	52
3. Utilaje din punctele termice	
3.1. Elevatoare	54
3.2. Pompe de amestecare	56
3.3. Schimbătoare de căldură	56
3.4. Calculul utilajului din punctele termice	65
3.4.1. Calculul de alegere a elevatorului	65
3.4.2. Calculul de alegere a schimbătoarelor de căldură multitubulare	66

3.4.3. Calculul de alegere a schimbătoarelor de căldură cu plăci	71
3.5. Regimurile diferite de cele de calcul ale schimbătoarelor de căldură	72
4. Reglarea livrării căldurii	
4.1. Destinația reglării și tipurile de reglare ...	80
4.2. Clasificarea reglării căldurii	81
4.3. Reglarea centralizată la livrarea căldurii pentru încălzire	84
4.4. Reglarea livrării căldurii în rețelele termice pentru încălzire	89
4.4.1. Racordarea prin scheme independente	91
4.4.2. Racordarea prin scheme dependente	93
5. Graficele de temperatură și a debitelor de apă pentru încălzire în rețelele termice închise	
5.1. Reglarea calitativă pentru încălzire.....	96
5.2. Reglarea calitativă conform graficului de încălzire la racordarea a diferitor tipuri de consumatori	98
5.2.1. Schema de racordare în paralel	102
5.2.2. Schema mixtă de racordare	105
5.3. Reglarea calitativă în rețelele termice închise conform sarcinii comune	111
6. Reglarea centralizată la livrarea căldurii din rețelele termice deschise	116
6.1. Graficele de temperatură și a debitelor de apă la reglarea funcție de sarcina pentru încălzire	118
6.2. Graficele de temperatură și a debitelor de apă la reglarea funcție de sarcina comună	121
7. Debitul de calcul de apă în rețelele termice	124
7.1. Rețele termice închise	124
7.2. rețele termice deschise	126
Bibliografie	128

BIBLIOGRAFIE

1. Ионин А. А., Хлыбов Б. М. и др., Теплоснабжение, Москва, Стройиздат, 1982, (336 с.).
2. Соколов Е. Я., Теплофикация и тепловые сети, изд. 5 – ое, Москва, Энергоиздат, 1982, (360 с.).
3. Козин В. Е., Левина Т. А. и др., Теплоснабжение, Москва, «Высшая школа», 1980, (408 с.).
4. Manualul de Instalații, Instalații de Încălzire, Coordonator: Mihai Pina, Ed. ARTECNO București S.R.L., 2002, (495 p.).
5. Stănescu Ioan D., Bazele tehnice și economice ale termoficării, Ediția a II – a, revăzută și adăugită, Ed. Tehnică, București – 1967, (472 p.).
6. Справочник проектировщика, Проектирование тепловых сетей, под редакцией Николаева А.А., Изд. Литературы по Строительству, Москва – 1965, (359 с.).
7. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей, Справочник, изд. 3 –е, переработанное и дополненное, Манюк В.И., и др., Москва, Стройиздат, 1988, (432 с.).
8. П. М. Вырлан., М.Я. Розкин., Г. В. Русланов, Централизованное горячее водоснабжение (учебное пособие), ., Ротопринт КПИ им. С. Лазо, 1980, (80 с.).
9. Руководство по проектированию тепловых пунктов, Москва, Стройиздат, 1983, (72 с.)
10. СНиП 2.04.07 – 86, Тепловые сети, (с изменениями), Государственный Строительный Комитет СССР, Москва, 1989, (48 с.).