

# POMPĂ DE CĂLDURĂ – SURSĂ EFICIENTĂ DE CĂLDURĂ

Anatolie BARBĂLAT

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** În lucrare este descrisă o pompa de căldură care reprezintă o modalitate inteligentă de a transfera căldura preluată de la sursa de potențial redus (sursă rece) prin intermediul unui consum de lucru mecanic în compresor (sau din contul căldurii de alt potențial) spre sursa de temperatură înaltă pentru a încălzi, de exemplu, apa sau locuințele. Această sursă de căldură poate exista în apă, sol, aer, apa de răcire a compresoarelor și alte.

**Cuvintele cheie:** pompă de căldură (PC), energie regenerabilă (ER), transfer de căldură (TR).

## Introducere

Dintre diferite forme de energie utilizate în etapa actuală de dezvoltare a tehnicii, energiei termice îi revine ponderea cea mai mare în balanța energetică a unei țări. În prezent se depun eforturi susținute pe linia găsirii căilor optime de utilizare a energiei termice în scopul economisirii resurselor energetice primare de combustibil.

Este cunoscut faptul că sporirea eficienței energetice și economice a proceselor industriale se realizează în mare măsură prin reintroducerea în circuitul energetic al resurselor energetice secundare care apar și se dezvoltă odată cu aceste procese.

În general aceste resurse apar sub formă de căldură fizică a unor agenți tehnologici care, atunci când nu este valorificată, este evacuată în mediul ambiant prin instalații de răcire sau odată cu însuși agentul purtător.

Complexul energetic constituie baza economiei naționale și este destinat producerii, conversiei, transportului și distribuției energiei electrice, termice și a resurselor energetice primare.

## Domenii și condiții de utilizare a pompelor termice

Pompele termice moderne de căldură, oferă posibilități tehnice efective pentru economisirea de energie și reducerea emisiilor de CO<sub>2</sub>. În cazul reducerii necesarului de căldură prin izolație termică îmbunătățită, pompa termică de căldură reprezintă o bună alternativă. Adaptarea corectă a sursei de căldură și a sistemului de distribuție de căldură la regimul de funcționare al pompelor de căldură, conduce la funcționarea sigură și economică a instalațiilor de încălzire cu pompe de căldură. Pompa de căldură oferă premisele tehnice necesare pentru încălzire și preparare de apă caldă menajeră.

Pompele termice cu vapori sunt utilizate în numeroase domenii pentru alimentarea celor mai diferiți consumatori de căldură. Se desprind câteva categorii mai importante atât prin numărul mare de instalații realizate cât și prin ponderea mai ridicată a acestora în balanța energetică:

- pompe termice folosite pentru încălzirea și condiționarea aerului în clădiri; aceste pompe utilizează ca sursă de căldură aerul atmosferic fiind recomandabile pentru regiunile cu climat temperat;

- pompe termice folosite ca instalații frigorifice și pentru alimentarea cu căldură; aceste pompe sunt utilizate respectiv pentru răcire în timpul verii și încălzire în sezonul rece; ele s-au răspândit mai mult decât cele care sunt utilizate pentru producerea simultană a frigului și căldurii;

- pompe termice utilizate ca termocompresoare; aceste pompe sunt utilizate în domeniul instalațiilor de distilare, rectificare, congelare, uscare etc.;

- pompe termice utilizate în industria alimentară ca termocompresoare precum și în scopuri de condiționare a aerului sau tratare a acestuia în cazul întreprinderilor de produse zaharoase, respectiv, cel al antrepozitelor frigorifice de carne;

- pompe termice destinate industriei energetice: în acest caz ele sunt folosite pentru încălzirea camerelor de comandă sursa de căldură fiind, spre exemplu, apa de răcire a condensatoarelor sau căldura evacuată de la generatoarele și transformatoarele electrice;

- pompe termice utilizate, pentru recuperarea căldurii din resursele energetice secundare: în acest scop pompa termică este folosită ca termocompresor; se remarcă valorificarea prin pompe termice a căldurii evacuate prin condensatoarele instalațiilor frigorifice sau a energiei apelor geotermale;

- pompe termice folosite în agricultură: există pompe termice care sunt utilizate simultan pentru răcirea laptelui și prepararea apei calde.

Limita de la care soluția de utilizare a pompei termice începe să devină rentabilă, în comparație cu alte soluții, poate fi stabilită printr-o analiză termo-economică detaliată. Această analiză trebuie să ia în considerare costul combustibilului, cheltuielile de investiții și condițiile de producere a energiei electrice în centralele termoelectrice.

În general se constată că soluția cu pompă termică cu vapori devine rentabilă în cazul instalațiilor cu compresoare antrenate de motoare electrice dacă valoarea coeficientului real de performanță este de cel puțin 4.

Factorii care favorizează alegerea soluției de pompă termică față de alte tipuri de instalații de încălzire sunt următorii:

- existența unei surse bogate de căldură cu potențial coborât precum apele geotermale, resurse energetice secundare etc.;
- asigurarea unui consum de căldură cât mai constant și mai important care, în cazul instalațiilor cu turbocompresor este de cel puțin 175...230 kW;
- limitarea diferențelor de temperatură între temperatura impusă de consumatorul de căldură și cea a sursei de căldură la  $50 \div 80 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- asigurarea unei durate de exploatare a pompei termice cât mai mari;
- posibilitatea de a dispune de energie mecanică, respectiv electrică ieftină necesară pompei termice;
- posibilitatea de a folosi instalații simple și ieftine precum ar fi cele cu absorbție care utilizează resurse energetice secundare sau energia solară.

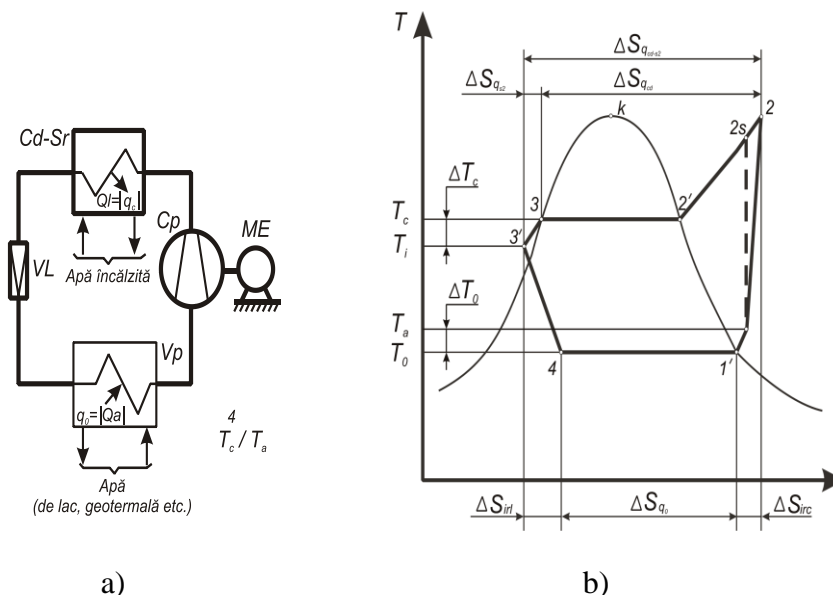


Figura 1. Schema (a) și ciclul de calcul al pompei termice cu vapori (b)

În majoritatea cazurilor, sistemul de încălzire cu pompă termică nu se proiectează astfel ca pompa termică să asigure o productivitatea de încălzire maximală la o temperatură minimă a aerului din exterior (așa numitul calcul monovalent), pentru că o așa pompă va avea dimensiuni de gabarit foarte mari și va fi din punct de vedere economic nerentabilă. De aceea mai optim este așa numitul calcul bivalent, când pompa termică se proiectează astfel ca să asigure productivitatea de încălzire la o anumită temperatură minimă a aerului exterior, de exemplu –  $5^\circ\text{C}$ , iar la o temperatură mai scăzută pompa termică să fie „ajutată” de altă sursă de căldură, ca de exemplu de un cazan electric. Deoarece perioada temperaturilor scăzute când este nevoie de asigurat o putere de încălzire mai mare decât cea ce asigură pompa termică este relativ mică, consumul de energie de cealaltă sursă de căldură este de aproximativ 10%. Astfel putem economisi aproximativ 50 – 65 % din energia electrică, necesară pentru încălzire, în calculul bivalent pompa termică este proiectată ca să asigure 50 – 75 % din căldura de calcul.

Din punct de vedere funcțional (fig. 1) se remarcă următoarele: vaporii, cu starea 1, sunt aspirați de către compresor la presiunea  $p_0$  și temperatura  $T_0$  de vaporizare inferioară temperaturii mediului ambiant  $T_a$  cu diferența de temperatură  $\Delta T_0$  necesara transferului de căldură între mediul ambiant (apă de lac, freatică, aer etc.) și agent în procesul de vaporizare. În timpul comprimării 1 – 2 presiunea și temperatura vaporilor cresc până la  $p_c$  și  $T_2$ . Din acest moment, vaporii sunt supuși unui proces izobar 2 – 2' – 3 – 3' de răcire-condensare-

subrăcire în grupul condensator-subrăcitor în timpul căruia agentul cedează căldură spațiului încălzit sau agentului purtător de căldură (apă, aer). Temperatura de condensare  $T_c$  este superioară temperaturii  $T_i$  a apei sau aerului încălzit cu diferența  $\Delta T_c$  necesară transferului de căldură. Cu starea 3' agentul lichid este laminat în ventilul de reglaj, proces 3 – 4 în care presiunea scade de la  $p_c$  la  $p_0$  iar temperatura de la  $T_3$  la  $T_0$ . Preluarea căldurii de la mediul ambiant (apă, aer) are loc în timpul vaporizării izobar-izoterme 4 – 1 care se desfășoară în vaporizatorul pompei termice.

Ipotezele simplificatoare care permit definirea ciclului descris sunt următoarele :

comprimarea 1 – 2 a vaporilor în compresor este considerată ca fiind un proces adiabat ireversibil în timpul căruia entropia crește cu  $\Delta s_{irc} = s_2 - s_1$ ; destinderea 3 – 4 a agentului în ventilul de laminare este un proces adiabat ireversibil în care entalpia rămâne constantă iar entropia crește cu  $\Delta s_{ir1} = s_4 - s_3$ .

Cea mai favorabilă soluție este când pompa de căldură poate fi combinată cu sistemul de recuperare a căldurii sau integrată în sisteme în care pot fi utilizate ambele părți ale pompei de căldură, în așa fel satisfăcând atât cererea de încălzire cât și ce-a de răcire. Câteva exemple:

- într-un supermarket în general sunt necesare instalații frigorifice extensive pentru încăperile de depozitare și sălile de prezentări. O parte considerabilă din necesarul de încălzire a obiectului respectiv poate fi obținută prin utilizarea căldurii condensatorului din aceste instalații.

- în hoteluri și restaurante căldura condensatorului poate fi recuperată de la dispozitivele frigorifice pentru încălzirea (pre-încălzirea) apei menajere. Există exemple de conversie a instalațiilor vechi (în care răcirea condensatorului se efectua de către apa din sistemul de alimentare municipal), care oferă condiții economice extrem de favorabile pentru ca în urma conversiei respective să se recupereze căldura condensatorului. Există și exemple de perioade de recuperare de mai puțin de un an dat fiind faptul că se creează posibilitatea de a reduce cheltuielile de apă și cele pentru energia de încălzire.

- patinoarele refrigerate artificial oferă posibilități interesante pentru recuperarea căldurii condensatorului. Aceasta poate fi folosită pentru încălzirea apei fierbinți din băi și încălzirea vestiarelor și altor încăperi, încălzirea bazinului de înot este o destinație ideală pentru funcționarea pompelor de căldură precum și pentru recuperarea căldurii condensatorului din instalațiile frigorifice sau cele de condiționare a aerului.

- la o fermă de producere a laptelui întotdeauna există echipament pentru depozitarea laptelui în condiții de refrigerare. Căldura condensatorului din instalațiile frigorifice respective poate fi utilizată pentru încălzirea apei în scopuri sanitare și, de asemenea, pentru încălzirea clădirilor adiacente. (De asemenea există multe posibilități pentru utilizarea aerului de eșapare în staulele animalelor, ca o sursă excelentă de căldură pentru pompele de căldură)

- la întreprinderile industriale mari de depozitare la rece sunt posibilități enorme pentru recuperarea căldurii condensatorului pentru încălzirea apei menajere precum și a clădirilor. De asemenea există numeroase procese industriale în care în mod natural se utilizează principiile de funcționare a pompei de căldură. Se construiesc tot mai multe sisteme de răcire centralizată, și furnizarea apei reci pentru rețeaua de răcire centralizată combinată cu pompa de căldură ce funcționează în sistemul de încălzire centralizată. (se utilizează în câteva locuri, de exemplu în rețeaua or. Stockholm).

### **Importanța utilizării energiei regenerabile**

Sursele fosile posedă proprietăți foarte folositoare care le-au făcut foarte populare în ultimul secol.

Din nefericire, sursele fosile nu sunt regenerabile. Mai mult decât atât, acestea sunt responsabile de emisiile de CO<sub>2</sub> din atmosferă, care sunt dăunătoare unui climat ecologic.

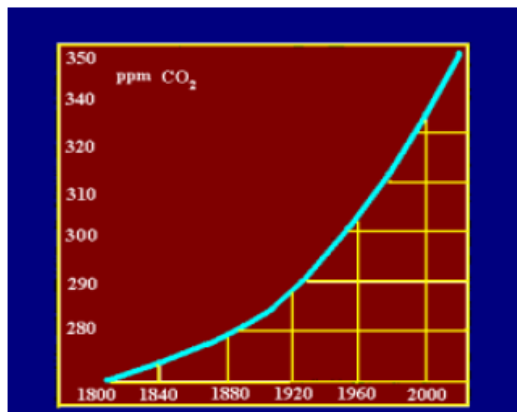
Utilizarea în continuare a surselor de energie fosile ar produce o creștere a emisiilor de CO<sub>2</sub> care este prezentată în figura 2.

În anul 2000, ponderea surselor regenerabile în producția totală de energie primară pe plan mondial era de 13,8%. Din analiza ratelor de dezvoltare din ultimele trei decenii se observă că energia produsă din surse regenerabile a înregistrat o creștere anuală de 2%.

Prin schimbul natural dintre atmosferă, biosferă și oceane pot fi absorbite circa 11 miliarde de tone de CO<sub>2</sub> din atmosferă (sau 3 miliarde de tone echivalent carbon), ceea ce reprezintă circa jumătate din emisiile actuale ale omenirii. Aceasta a condus la o creștere permanentă a concentrației de CO<sub>2</sub> din atmosferă de la 280 de ppm înainte de dezvoltarea industrială la 360 de ppm în prezent.

Estimând că la sfârșitul acestui secol populația globului va atinge circa 10 miliarde de locuitori, în condițiile unor drepturi de emisie uniforme pentru întreaga populație, pentru a nu depăși concentrația de CO<sub>2</sub> de 450 de ppm în atmosferă, ar fi necesar ca emisiile pe cap de locuitor să se limiteze la 0,3 tone C/locuitor, ceea ce pentru țările dezvoltate reprezintă o reducere de 10 ori a actualelor emisii a gazelor cu efect de seră

Proгноza consumului de energie primară realizată de Consiliul Mondial al Energiei pentru anul 2050, în ipoteza unei creșteri economice de 3% pe an, fără o modificare a tendințelor actuale de descreștere a intensității energetice și de asimilare a resurselor energetice regenerabile, evidențiază un consum de circa 25Gt de emisii poluante, din care 15Gt de emisii poluante provin din combustibilii fosili. Pentru a se păstra o concentrație de CO<sub>2</sub> de 450 ppm, ceea ce reprezintă circa 6 Gt carbon, cantitatea maximă de combustibili fosili utilizabile nu trebuie să depășească 7Gt de emisii poluante, rezultând un deficit de 18Gt de emisii poluante care ar trebui acoperit din surse nucleare și surse regenerabile.



**Figura 2** Creșterea emisiilor de CO<sub>2</sub> generate prin arderea surselor fosile de energie

## Concluzie

Este evident că pe termen mediu sursele regenerabile de energie nu pot fi privite ca alternativă totală la sursele convenționale, dar este cert că, în măsura potențialului local, datorită avantajelor pe care le au (resurse locale abundente, ecologice, ieftine, independente de importuri), aceste trebuie utilizate în complementaritate cu combustibilii fosili și energia nucleară.

## Bibliografie

1. P. Vârlan. Instalații de încălzire. Chișinău, Ed. "Tehnica" U.T.M. 1996.-p.330.
2. A.Leca, I.Prisecaru. Proprietăți termofizice și termodinamice. Solide, lichide, gaze. Vol I. Ed.Tehnică, București. 1994.
3. Intergovernmental Panel on Climate Change. Fourth Assessment Report. 2007.
4. D.Ștefănescu, A.Leca, I.Prisecaru, L.Luca, A.Badea, M.Marinescu. Transfer de căldură și masă. Teorie și aplicații. București. 1983.
5. N. Leonăchescu. Transferul de căldură între construcții și sol. Editura tehnică. București – 1989. p.363.
6. Viessman. Pompe de căldură. Instrucțiuni de proiectare.