

Consumul de căldură în industrie:

1. Generalități:

Principalii consumatori de căldură în industrie sunt:

a) Agregate industriale care utilizează căldura pentru acționări cu abur (ciocane și prese, forje, turbopompe, compresoare, suflante, etc.). Acești consumatori necesită un potențial termic mediu (200 – 300 °C), de regulă sub formă de abur saturat cu presiunea de 8 – 10 bar, sau supraîncălzit, cu temperatura până la 250 – 350 °C;

b) Agregate și instalații industriale în care căldura este utilizată pentru procese tehnologice ca: preîncălzirea diferitelor substanțe, distilarea, uscarea etc.. Majoritatea acestor consumatori necesită căldură cu potențial termic coborât (120 – 160 °C), pentru care se poate utiliza aburul sau apa caldă;

c) Sisteme de încălzire, ventilație, climatizare și alimentare cu apă caldă, care necesită temperaturi ale agenților termici de 70 – 160 °C;

d) Procese de înaltă temperatură (500 – 1000 °C), care constituie o categorie aparte de consumatori și necesită căldura rezultată prin arderea directă a combustibilului sau prin utilizarea energiei electrice.

În industrie căldura este necesară pentru:

- Încălziri tehnologice;
- Încălziri spațiale;
- Preparare apă caldă;

Asigurarea acestor necesități se face folosind, în principal, căldura degajată prin arderea combustibililor. Ansamblul de aparate, echipamente, instalații, agregate, masini, utilaje etc., prin care se asigură aceste necesități se numeste **Sistem de alimentare cu energie termică** și este compus din:

- a) Sursa de energie termică;
- b) Elementele de transport și distribuție a energiei termice;
- c) Consumatorii.

2. Surse de energie termică:

Principala sursă de energie termică în industrie este cazanul. Cazanul este un ansamblu de aparate termice având ca scop realizarea unor procese de încălzire sau vaporizare a apei (în unele

cazuri cu supraîncălzirea aburului), căldura necesară fiind furnizată fie de un combustibil care arde în interiorul lui, fie de gazele de ardere cu temperatura ridicată furnizate de o altă instalație. Întregul complex, cuprinzând cazanul, instalațiile lui de alimentare cu combustibil, aer, apă, instalații de evacuare a produselor de ardere, instalații de conducere și automatizare, formează împreună instalația de cazan.

3. Tipuri constructive de cazane:

- a) Din punct de vedere funcțional cazanele se clasifică după destinația lor în:
- Cazane utilizate la centralele termice mici de încălzire, furnizând ca agent termic apă caldă, apă fierbinte sau abur de joasă presiune;
 - Cazane pentru centrale termice mai mari, furnizând ca agent termic apă fierbinte, abur de joasă presiune sau medie presiune, la starea de saturație sau cu o mică supraîncălzire;
 - Cazane pentru centrale termice mari sau centrale termoelectrice, furnizând abur de presiune ridicată și de obicei mult supraîncălzit;
 - Cazane cu destinație specială, ca de exemplu cazanele transportabile, navale, recuperatoare etc.
- b) Din punct de vedere constructiv cazanele se pot clasifica în două categorii mari:
- Cazane cu volum mare de apă, în care apa este cuprinsă într-un tambur de dimensiuni mari, în interiorul căruia este încălzită de suprafețe scaldate de gazele de ardere;
 - Cazane cu volum mic de apă, în care apa circulă în interiorul unui sistem de țevi, primind căldură de la gazele de ardere care circulă în exteriorul țevilor. La aceste cazane drumurile de gaze sunt delimitate de pereți de zidarie sau pereți membrană.
- c) Din punct de vedere al modului în care se asigură circulația apei și emulsiei în interiorul sistemului fierbator, cazanele se clasifică în:
- Cazane clasice, la care circulația este naturală, și se bazează pe realizarea într-un circuit a unei diferențe de presiune statică între două coloane cu conținut diferit de abur în emulsie;
 - Cazane cu circulație impusă, la care circulația apei este asigurată printr-o pompă specială intercalată în circuitul apei. Dacă pompa este pusă la intrarea apei în cazan și împinge continuu debitul necesar de apă (respectiv emulsie sau abur) prin economizor, fierbator și supraîncălzitor, tamburul de apă poate să lipsească și cazanul se numește cu străbaterie forțată, sau cu circulație unică. Dacă pompa are numai rolul de a activa circulația prin sistemul fierbator, atunci cazanul se numește cu circulație forțată, sau cu circulație multiplă.

4. Combustibili:

Combustibilii sunt substanțe, în general de proveniență organică, care prin ardere, în prezența oxigenului din aer, dezvoltă căldură și pot fi folosite drept surse economice de energie. Unii combustibili se utilizează în starea lor naturală, cazul cărbunelui și gazului natural, alții după o prelucrare, cazul păcurii, al combustibilului lichid ușor și al brichetelor.

În constituția combustibililor intră o serie de materiale combustibile: carbon (C), hidrogen (H), sulful din sulfuri (S) și o serie de materiale necombustibile: azotul (N), oxigenul (O), cenușa (A) și apa (W).

Sub denumirea de cenușă se cuprind toate materiile minerale solide care se mai află în constituția combustibilului la temperatura de 800 - 900 °C. Un loc aparte în compoziția combustibilului îl ocupă azotul (N) care nu intervine în procesul de ardere, dar se gasește în stare gazoasă în gazele de ardere. Oxigenul (O) din combustibil participă la ardere ca substanță comburantă, alături de oxigenul atmosferic adus cu aerul de ardere.

După starea lor de agregare combustibilii se clasifică în:

➤ Combustibili solizi:

- Cărbunele;
- Lemnul;
- Deșeuri combustibile solide;

➤ Combustibili lichizi:

- Păcura;
- Combustibilul lichid ușor (CLU)
- Motorina;

➤ Combustibili gazoși:

- Gaze natural de zăcământ;
- Gaze de sondă;
- Combustibili gazoși artificiali (unii rezultați ca produse secundare în diferite procese tehnologice, cum ar fi gazul de furnal sau gazul de cocserie, alții sunt produși din carbune sau lemn prin procedee de gazeificare.

5. Arderea combustibililor:

Procesul de ardere este un fenomen fizico-chimic prin care substanțele combustibile se combină cu oxigenul existent în aerul de ardere rezultând gaze de ardere și o cantitate de căldură, ca efect termic al reacției.

Fenomenul chimic al arderii se referă strict la bilanțul de material care apare în timpul arderii și la degajarea de căldură care are loc.

Fenomenul fizic al arderii se referă la contribuția factorilor aerodinamici, care determină o anumită viteză de desfășurare a reacțiilor de ardere, și a factorilor termici, care determină participarea anumitor fluxuri de căldură în diferite etape ale arderii. Practic, cele două aspecte, chimic și fizic, nu se pot separa, ele influențându-se reciproc.

Aspectul chimic al arderii:

Într-o ardere completă elementele combustibile C, H, S, se transformă prin oxidare în CO₂, H₂O, și SO₂. În afara produselor de oxidare, gazele de ardere mai conțin azotul (N) provenit din aerul de ardere și apă, sub formă de vapori, provenită din constituția combustibilului și din umiditatea aerului.

Arderea tehnică nu se face însă doar cu aerul teoretic (strict conform reacțiilor chimice de ardere) necesar arderii deoarece, din cauza unei inerente neomogenități în anestecarea combustibilului cu aerul, poate să apară o ardere incompletă. Aceasta duce la pierderi importante energetice deoarece un combustibil care nu arde complet nici nu degajă toată cantitatea de căldură pe care ar da-o dacă arderea ar fi completă. De aceea, în toate procesele de ardere, se lucrează cu un exces de aer stabilit la o valoare care asigură o ardere completă.

Arderea nu trebuie să se facă însă cu un exces inutil de mare de aer, deoarece, în acest caz, apar pierderi mari de căldură cu gazele de ardere evacuate în atmosferă. Existența unui exces de aer înseamnă că nu tot aerul introdus pentru ardere participă efectiv în reacțiile chimice de ardere. Va exista întotdeauna o cantitate de aer care se va regăsi tot ca aer în gazele de ardere. Acest aer suplimentar (exces de aer) este introdus având temperatura mediului și este evacuat având temperatura gazelor de ardere, fapt ce determina pierdere de căldură. Excesul de aer pentru ardere este necesar dar trebuie să se încadreze întotdeauna într-un domeniu optim, funcție de combustibil și sistemul de ardere:

Ca cifre orientative pentru excesul de aer, se iau următoarele valori:

- Combustibil gazos: 5 – 15 % (1,05 – 1,15);
- Combustibil lichid: 5 – 15 % (1,05 – 1,15);

- Cărbune praf ars în suspensie: 20 – 40 % (1,2 – 1,4);
- Cărbune ars pe grătar: 40 – 80 % (1,4 – 1,8).

Se definește coeficientul de exces de aer L , ca raportul dintre cantitatea reală de aer utilizată la ardere (V), și cantitatea chimic necesară teoretic la arderea unității de cantitate de combustibil (V_0):

$$L = V / V_0$$

iar cantitatea de aer în exces va fi:

$$(L - 1) \times V_0$$

Într-o instalație de ardere este necesar să se efectueze controlul procesului de ardere, având în vedere cele două mărimi importante care privesc aspectul chimic al arderii: măsura în care arderea este completă și excesul de aer.

Aspectul fizic al arderii:

Modul real în care se desfășoară procesul arderii, reprezintă aspectul fizic al arderii. Este un proces foarte complex, în decursul desfășurării caruia au loc un număr foarte mare de fenomene și reacții intermediare în care apar și se transformă cu viteză foarte mare produse intermediare (radicali liberi). Un astfel de proces poartă denumirea de reacție în lanț.

6. Elementele de transport și distribuție a energiei termice:

În industrie se întâlnește în mod obișnuit situația în care energia termică (căldura) este produsă într-o locație diferită de locația consumatorului. Din acest motiv este necesar să se facă un transport al acestei energii (călduri) din locul unde este produsă la locul unde este nevoie de ea (unde este consumată).

Cel mai răspândit mod de transmitere a căldurii în industrie este prin intermediul agenților termici. Se numește agent termic substanța fluidă care asigură, în mod ciclic, preluarea, transportul și cedarea de căldură.

Cel mai utilizat agent termic este apa, atât sub formă lichidă cât și sub formă de abur. Alți agenți termici întâlniți în industrie sunt: aerul, diverse gaze (ex. freoni), diverse lichide (ex. ulei diatermic).

Transportul căldurii prin intermediul unui agent termic are loc astfel:

➤ Preluarea căldurii: În cazan agentul termic primește căldura dezvoltată prin arderea combustibilului. Funcție de randamentul cazanului, doar o parte din căldura dezvoltată prin arderea combustibilului este preluată de agentul termic;

➤ Transportul căldurii: Agentul termic încălzit în cazan ajunge într-un sistem de conducte, numit *rețea de transport-distribuție*, prin care este transportat și distribuit la consumatori. Pentru vehicularea agentului termic, pe lângă asigurarea suportului fizic necesar transportului, sunt necesare și o serie de agregate auxiliare pentru realizarea efectivă a transportului (pompe, ventilatoare). Deasemeni, *rețeaua de transport-distribuție* a agentului termic include și multitudinea de armături de comandă, reglaj, protecție și automatizare (vane, robinete, clapete, supape etc.), absolut necesare unei bune funcționări.

➤ Cedarea căldurii: Ajuns la consumator, *agentul termic* generează efectul util necesar prin cedare de căldură. Funcție de randamentul cu care se face acest transfer, doar o parte din căldura conținută de agentul termic este cedată consumatorului.

Observații:

a) Creșterea eficienței transportului de căldură se poate face numai pe baza analizei pierderilor care au loc. Din acest punct de vedere trebuie făcută deosebirea între pierderile de căldură propriu-zise în rețeaua de transport-distribuție și consumul auxiliar de energie necesar realizării transportului.

b) *Pierderi la transport* se consideră energia consumată în plus față de cea necesară pentru transport. Trebuie acordată o mare atenție separării corecte între pierderile propriu-zise și consumul auxiliar de energie necesar realizării transportului.

7. Consumatorii:

Consumul de căldură în industrie este de două feluri:

- a) Consum de căldură pentru încălzire spațială;
- b) Consum de căldură pentru încălzire tehnologică.

a) Incalzire spatiaa:

Încălzirea spațiala în industrie poate fi realizată local (cu surse locale de căldură) sau centralizat (cu centrale termice).

Din punct de vedere al agentului termic folosit, se pot întâlni:

- Instalații de încălzire cu apă caldă;
- Instalații de încălzire cu abur de joasă presiune;

- Instalații de încălzire cu abur de medie și înaltă presiune;
- Instalații de încălzire cu aer cald;
- Instalații de încălzire prin radiații;
- Instalații de încălzire folosind surse neconvenționale;
- Instalații de încălzire folosind energia surselor secundare;
- Instalații de încălzire cu pompe de căldură.

Prin alegerea soluției optime de încălzire, adaptată strict necesităților, se pot face economii deosebite.

Randamentul transportului căldurii depinde de distanța de transport, de debitul de căldură transportat, de calitatea și grosimea izolației și de gradul de încărcare a rețelei termice față de capacitatea nominală de transport a sa.

b) Încălzire tehnologică (uscare, încălzire lichide etc.):

În industrie se întâlnesc o mare diversitate de procese tehnologice în care este nevoie de căldură. Pentru a putea folosi tehnologic căldura, în mod util și eficient, se utilizează o serie de agregate, aparate sau instalații tehnologice numite generic *instalații termice industriale*.

Necesarul de căldura tehnologic se caracterizează printr-o mare diversitate a nivelelor termice, precum și a mărimii și variației lor în timp. Variațiile zilnice ale consumurilor de căldură tehnologice sunt foarte diferite, în funcție de natura procesului tehnologic, de fluxul tehnologic și de numărul de schimburi în care se lucrează. Acest necesar este puțin influențat de temperatura mediului ambiant.

Valoarea *necesarului de căldură tehnologic* se stabilește plecând de la racordul de intrare la consumator. La acesta se adună celelalte consumuri și pierderile, obținându-se căldura necesară a fi livrată de sursă. Mărimile orare și anuale ale acestor consumuri se stabilesc separat, pentru fiecare agent termic în parte.

Consumurile orare se determină luându-se ca bază sarcina termică nominală a fiecărui consumator și valorile coeficienților care caracterizează regimurile de consum (maxime, medii, minime). Deasemenea sunt necesare datele de proiectare ale agregatelor tehnologice și cele rezultate din probele de funcționare, efectuate în condiții de exploatare curentă. Pentru consumatorul tehnologic, consumul maxim de căldură corespunde, în general, puterii nominale a acestuia.

Când nu se cunosc *regimurile caracteristice de consum*, debitele de căldură *lunare și anuale* ale proceselor tehnologice se determină orientativ pe baza *consumurilor specifice normate* – pe unitatea de produs. În cazul calculelor aproximative, *consumurile specifice de căldură* pot fi utilizate și la determinarea sarcinilor medii orare.

Instalații termice industriale folosite curent în industrie:

- Schimbatoare de căldură;
- Recuperatoare și regeneratoare de căldură;
- Instalații de vaporizare;
- Instalații de condensare;
- Coloane de distilare și rectificare;
- Expandoare termice;
- Turnuri de răcire;
- Instalații de uscare;
- Instalații frigorifice;
- Pompe de căldură;
- Instalații industriale de transfer de impuls;
- Instalații de gazeificare;
- Cuptoare industriale;