

Motoare cu aburi

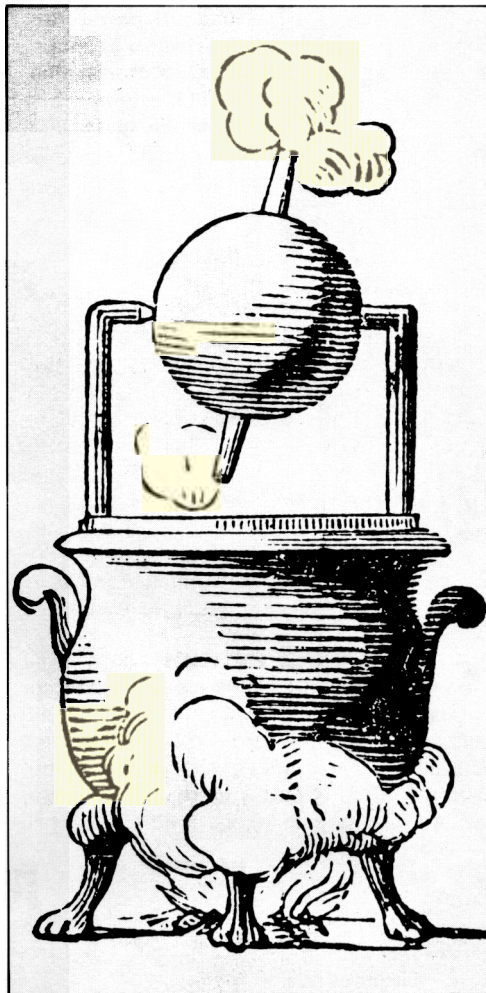
Energia aburilor încă mai asigură o mare parte din energia folosită în prezent. Chiar și cele mai avansate reactoare nucleare sunt doar simple surse de căldură care transformă apa în aburi pentru a acționa turbine legate la generatoare de electricitate.

Prima mașină cu aburi a fost inventată în secolul I e. n. de către inginerul grec Heron din Alexandria. O sferă goală pe dinăuntru era pivotată pe două tuburi prin care treceau aburii dintr-un mic fierbător. Aburii umpleau sfera și ieșeau prin țevi dispuse în părți opuse ale acesteia. Jeturile de aburi care țâșneau determinau sfera să se rotească. Totuși, în ciuda faptului că era o invenție interesantă, mașina nu servea unui scop util.

Prima mașină cu aburi cu utilitate parțială a fost inventată în 1698 de un inginer englez pe nume Thomas Savery. Aburul dintr-o cameră era răcit până se condensa și forma o cantitate mică de apă. Reducerea marelui volum producea un vid parțial, care era folosit pentru a absorbi apa din minele de cărbuni.

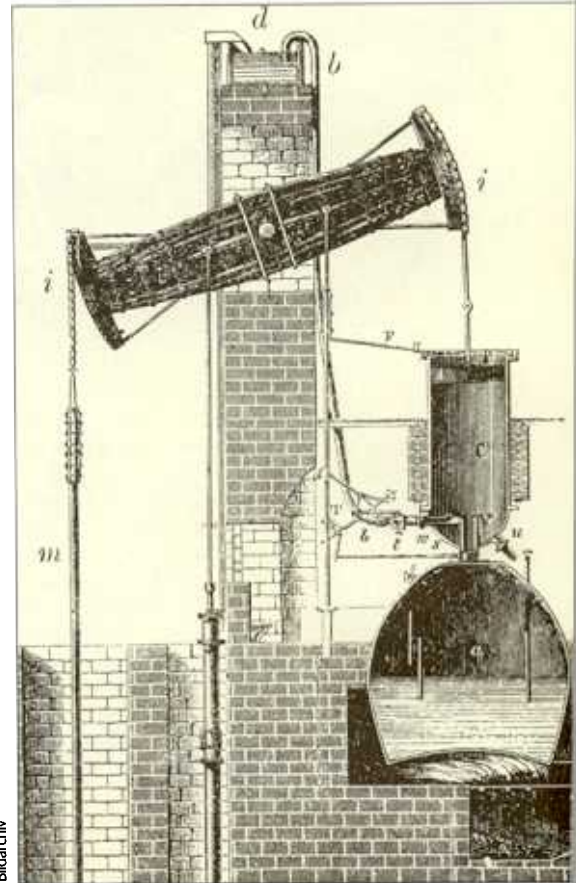
Forța pistonului

La mașina inventată de inginerul englez Thomas Newcomen, în jurul anului 1710, aburii împingeau un piston în sus printr-un cilindru. Apoi cilindrul era răcit pentru a condensa aburii, și pistonul era tras în jos. Condensarea



▲ Heron din Alexandria a construit această simplă turbină cu aburi în secolul I e.n.

▼ La mașina cu aburi a lui Newcomen, din aproximativ 1710, aburii dintr-un fierbător (a) treceau în cilindru (c) și împingeau în sus pistonul. Un duș de apă rece răcea apoi cilindrul pentru a condensa aburii, iar presiunea aerului împingea pistonul în jos.



Bildarchiv

aburilor reducea presiunea din cilindru, astfel încât presiunea atmosferică era suficientă pentru a împinge pistonul în jos. Din acest motiv, Newcomen își numea mașina cu aburi "atmosferică". Ea era folosită pentru a pune în funcțiune pompe de mină. Deși s-a dovedit mult mai eficientă decât sistemul lui Savery, mașina lui Newcomen era extrem de învețată și ineficientă. Aceasta pentru că după răcirea cilindrilor trebuia încălzit pentru a produce din nou aburii necesari care să împingă pistonul în sus. Altfel aburii s-ar fi condensat instantaneu.

Mașina lui Watt

Cel care a rezolvat această problemă a fost inginerul scoțian James Watt. La mașina sa inventată în 1769, aburii treceau într-o cameră separată pentru condensare. Deoarece cilindrul nu era încălzit și răcit alternativ, pierderile de căldură ale mașinii erau relativ scăzute. De asemenea, mașina lui Watt era mai rapidă, pentru că se puteau admite mai mulți aburi în

● Un carusel acționat de aburi la baza Turnului St. Jaques din Paris. Majoritatea caruselelor moderne sunt acționate de electricitate sau de motoare cu ardere internă.



Barnaby's Picture Library



Hulton Deutsch Collection

cilindru odată ce pistonul se întorcea în poziția inițială. Aceasta și alte îmbunătățiri concepute de Watt au făcut ca mașina cu aburi să poată fi folosită într-o gamă largă de aplicații.

În perioada victoriană, locomotive cu aburi puternice revoluționaseră deja călătoria pe uscat. Mașinile cu aburi au făcut posibile și tipărirea ziarelor, torsul și țesutul textilelor și acționarea mașinilor de spălat în "spălătoriile cu aburi". Mașinile cu aburi puneau în mișcare carusele, iar unii fermieri foloseau energia de abur pentru a ara pământul. Antreprenorii de curățatorii aveau aspiratoare cu aburi, și la cele mai bune frizerii din orașe existau chiar și perii pentru masarea capului acționate de aburi.

Mișcarea rotativă

Majoritatea primelor mașini cu aburi produceau o mișcare alternativă (de "du-te-vino") prin intermediul pistoanelor care se deplasau în cilindri. Această mișcare a putut apoi să fie transformată în mișcare rotativă prin mijloace mecanice.

Turbinele cu aburi produc mișcarea rotativă nemijlocit prin forța aburilor. Mai mulți inventatori au experimentat cu turbine cu aburi în anii 1800, însă abia în anul 1884 a apărut un model eficient și manevrabil, inventat de inginerul englez Charles Parsons. La câțiva ani de la invenție turbinele Parsons erau folosite la propulsarea vaselor și acționarea generatoarelor.

Transformarea energiei

Mașinile cu aburi și turbinele transformă căldura în energie. La ambele căldura produsă de combustibil este folosită la fierberea apei, obținându-se un volum de aburi de 1.600 de ori mai mare, iar aburii comprimați provoacă mișcare. La motoarele cu piston, aburii se dilată într-un cilindru, împingând un piston. La turbinele cu aburi, aburii care se dilată acționează rotoare. În ambele cazuri, aburii pierd energie termică.

Mașinile cu aburi și turbinele sunt exemple de motoare cu ardere externă, deoarece căldura se aplică în afara sectorului de lucru, de obicei prin combustie – arderea combustibililor. Aburii sunt creați în fierbătoare prin arderea petrolu-

❶ **Marchizul de Dion a fost unul din pionierii industriei de motoare din Franța. Aici el poate fi văzut mergând pe o tricicletă acționată de aburi, pe care a construit-o în anul 1897. Motorul, aflat în față, acționează roata din spate.**

tonului, împingându-l înainte. Apoi ei sunt admiși la celălalt capăt al pistonului, împingându-l din nou înapoi. De aceea asemenea motoare se spune că sunt cu dublă acțiune.

Șirul de procese începe atunci când aburii sunt admiși la un capăt al cilindrului printr-un canal de admisiune. Apoi canalul de admisiune se închide, iar aburii se dilată împingând pistonul în jos prin cilindru. După aceea aburii sunt admiși la celălalt capăt al pistonului, împingându-l înapoi prin cilindru. Aburii din primul capăt ies printr-un canal de evacuare. Aburii sunt admiși alternativ la fiecare capăt al pistonului, iar celălalt capăt este conectat automat la canalul sau țeva de evacuare.

La majoritatea mașinilor cu aburi pentru fiecare piston întregul proces este controlat de o singură supapă în forma literei D. Aceasta alunecă înainte și înapoi pentru a face legăturile cu canalele de admisiune și de evacuare a aburilor. Unele mașini mai mari cu aburi au supape separate pentru fiecare capăt al pistonului.

Manivele

Mișcarea de "du-te-vino" a pistonului este transformată în mișcare rotativă prin intermediul unei biele de racordare și al unei manivele. Manivela este un braț atașat la un volant greu, iar biela de racordare face legătura între manivelă și piston, sau o bielă atașată la un piston. Pe măsură ce pistonul se deplasează înainte și înapoi, manivela se învârtă și volantul uniformizează forța de răscuire produsă.

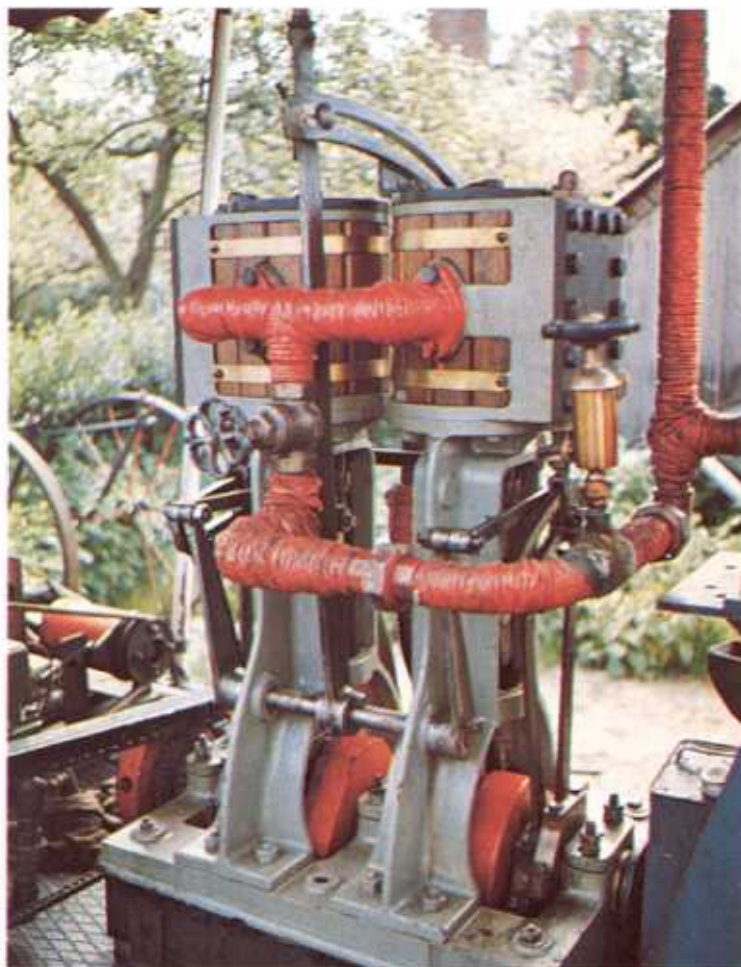
Când aburii dintr-un cilindru se dilată, temperatura lor scade. Un efect similar putem observa la folosirea unei cutii cu aerosol. Dilatarea gazului propulsor face vaporizatorul să fie rece la atingere. La o mașină elementară

lui sau a cărbunilor. În centralele nucleare căldura este produsă prin reacții nucleare.

Dublă acțiune

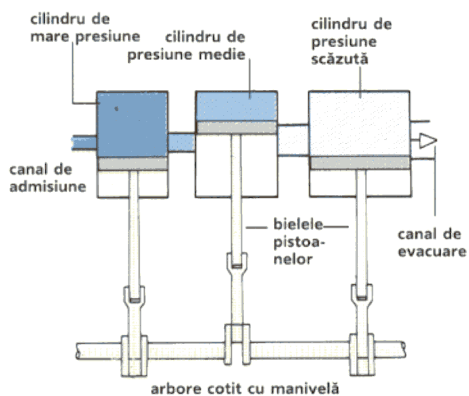
La o mașină cu aburi simplă presiunea aburilor este exercitată asupra unui capăt al cilindrului pentru a-l pune în mișcare. Însă la majoritatea mașinilor cu aburi, ambele capete ale pistonului sunt folosite pentru a produce forță mecanică. Aburii sunt întâi admiși la un capăt al pis-

❷ **O mașină cu aburi de mare presiune, cu doi cilindri, folosită mai demult într-un cargobot mic.**



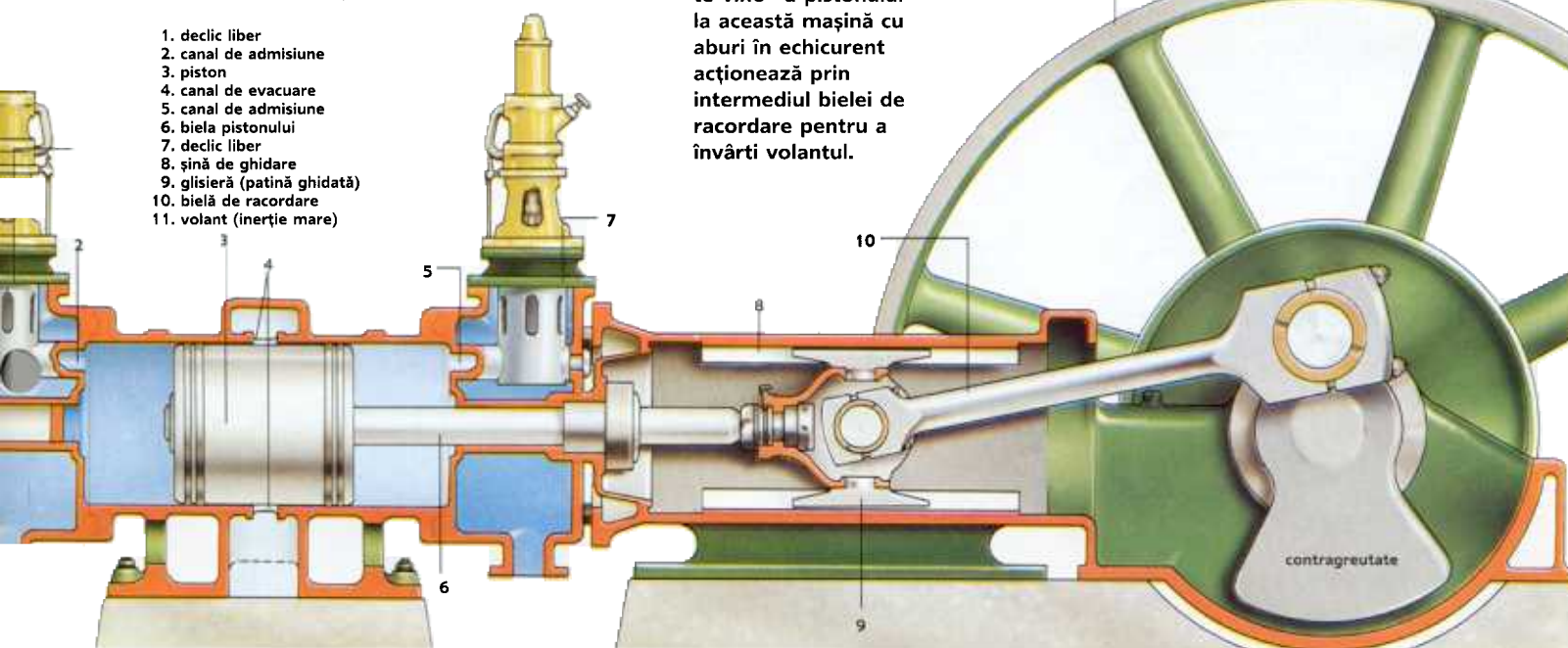
John Wainwright

MAȘINĂ CU ABURI CU EXCITAȚIE MIXTĂ (CU TRIPLĂ EXPANSIUNE)



MAȘINĂ CU ABURI ÎN ECHICURENT CU DUBLĂ ACȚIUNE

1. declic liber
2. canal de admisiune
3. piston
4. canal de evacuare
5. canal de admisiune
6. biela pistonului
7. declic liber
8. șină de ghidare
9. glisieră (patină ghidată)
10. bielă de racordare
11. volant (inerție mare)

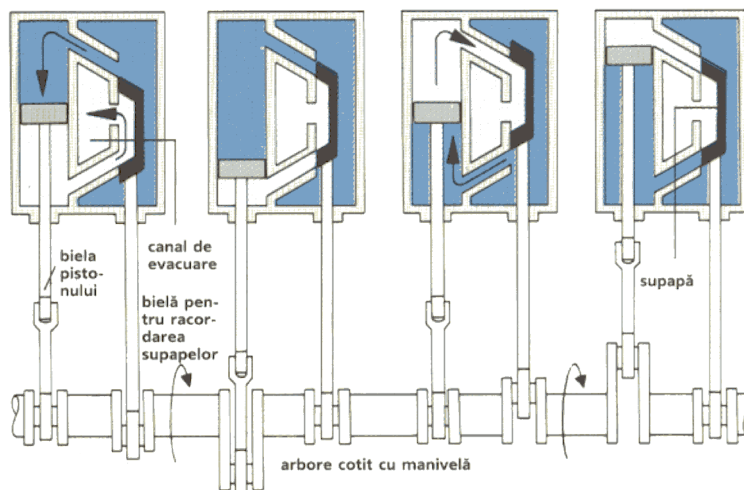


La motorul cu aburi cu triplă expansiune aburii se dilată în trei faze. Mișcarea în sus și în jos a pistoanelor în cilindri învârt arborele cotit cu manivelă.

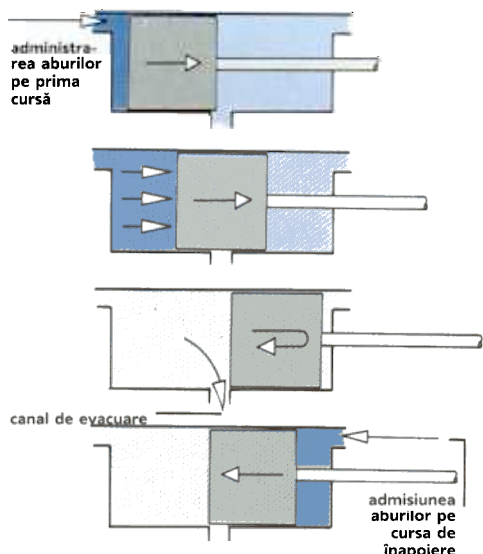
La o mașină cu aburi cu dublă acțiune, o supapă glisantă dirijează automat fluxul de aburi spre pistoane și de la pistoane spre canalul de evacuare.

Mișcarea de "du-te-vino" a pistonului la această mașină cu aburi în echicurent acționează prin intermediul bielei de racordare pentru a învârti volantul.

MAȘINĂ CU ABURI CU DUBLĂ ACȚIUNE, CU PATRU CILINDRI



PRINCIPIUL MAȘINII CU ABURI ÎN ECHICURENT



La o mașină cu aburi în echicurent aburii dintr-un capăt al cilindrului împing pistonul și ies prin canalul de evacuare. Aburii din celălalt capăt sunt evacuați pe același traseu.

cu aburi cu dublă acțiune, dilatarea aburilor determină răcirea aceluși capăt al cilindrului unde urmează să fie admiși aburi noi.

Dacă aburii suferă o dilatare mare, răcirea produsă determină pierderi excesive de căldură în mașină. Aceste pierderi pot fi compensate arzându-se mai mult combustibil, însă aceasta reduce eficacitatea mașinii. Schimbarea de temperatură poate fi redusă prin limitarea presiunii vaporilor admiși în cilindru, astfel încât să aibă loc o dilatare mai redusă. Însă acest lucru reduce puterea mașinii.

Mașini cu excitație mixtă

Problema poate fi rezolvată permițându-se mai întâi dilatarea parțială a aburilor într-un cilindru mic, de mare presiune. Aburii evacuați din acesta sunt apoi trecuți într-un cilindru mai mare, de presiune scăzută, unde continuă dilatarea. Mașinile cu aburi care folosesc doi sau mai mulți cilindri în acest fel se numesc mașini cu excitație mixtă.

Motoarele cu triplă expansiune sunt mașini cu excitație mixtă cu cilindri de mare presiune, de presiune medie și de presiune scăzută. Astfel de motoare au fost foarte mult folosite

la vase, și unele nave germane aveau motoare cu o a patra fază de expansiune.

Mașini cu aburi în echicurent

Mașinile cu aburi în echicurent sunt concepute pentru a reduce pierderile de căldură, reducând schimbările de temperatură în cilindru. Aburii admiși la capetele cilindrului se dilată și sunt evacuați printr-un inel de canale de evacuare aflat la mijloc. Astfel cilindrul rămâne relativ fierbinte la capete și mai rece la mijloc, unde se află în contact cu aburii dilatați. Cilindrul nu este supus la schimbări mari de temperatură, astfel pierderile de căldură sunt minime.

Turbine

Principala parte activă a unei turbine este rotorul pe care este montată o garnitură de palete. Rotorul se află într-o carcasă prevăzută cu palete fixe pentru dirijarea fluxului aburilor. Rotorul este acționat de aburi aflați sub mare presiune.

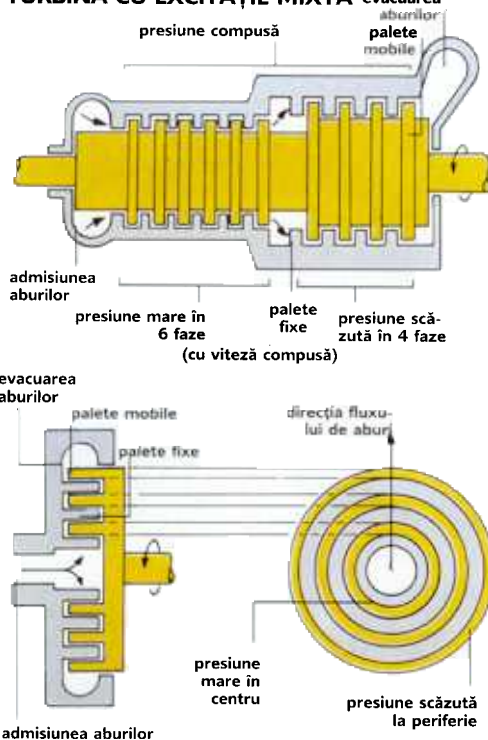
Aburii ajung în carcasa turbinei prin ajutație. Când aburii sunt eliberați, presiunea lor scade și ei se dilată. Această dilatare determină creșterea vitezei lor, care poate întrece de mai multe ori viteza sunetului. De exemplu,

dilatarea aburilor de la o presiune de 12 atmosfere la o presiune de o jumătate de atmosferă îi dă o viteză de aproximativ 1.100 m/s.

Viteză mare, energie mare

Aburii care se deplasează cu o viteză atât de mare au și energie foarte mare, care însă nu poate fi cu ușurință transferată în întregime la paletele de rotor ale turbinei. Pentru un transfer maxim de energie de la aburi la turbină, paletele trebuie să se deplaseze cu jumătatea vitezei aburilor. Acest lucru este adesea greu de obținut, și o mare parte din energia disponibilă poate să se piardă. O modalitate de a depăși această problemă este folosirea mai multor gar-

TURBINĂ CU EXCITAȚIE MIXTĂ



PRINCIPIUL TURBINEI RADIALE

▲ Această turbină cu excitație mixtă (sus) are două secțiuni cu viteză compusă. La turbina radială (mai jos), aburii ies spre exterior.

▶ O turbină cu viteză compusă, cu o singură fază

TURBINĂ CU VITEZĂ COMPUSĂ, CU O SINGURĂ FAZĂ

1. mecanism de reglare a supapei de admisiune
2. supapă de admisiune
3. ajutor pentru aburi
4. reductoare pentru aburi
5. palete mobile (prima garnitură)
6. palete mobile (a doua garnitură)
7. palete fixe intermediare
8. evacuarea aburilor

nituri de palete de turbină, la fiecare garnitură având loc doar o parte din scăderea totală de presiune. Asemenea turbine sunt cu presiune compusă. Lungimea paletelor crește progresiv de la canalul de admisiune la cel de evacuare pentru a asigura spațiu de dilatare aburilor.

La unele turbine aburii sunt trecuți de la o garnitură de palete mobile la o a doua, și uneori la o a treia garnitură, fără să le fie permisă continuarea dilatării. Turbinele de acest tip se spune că sunt cu viteză compusă.

Turbine navale

La unele vase cu aburi o turbină acționează un generator de electricitate. Acesta pune în funcțiune un motor electric, care pune în mișcare elicea. La alte vase o turbină determină trecerea elicei printr-un set de reductoare. Acestea transformă viteza de rotație în viteza relativ mică necesară pentru ca elicea să funcționeze eficient.

Pe navele mari, în locul unui singur rotor de turbină lung, se pot instala una lângă cealaltă două rotoare mai scurte, legate la aceeași sursă de aburi. Astfel se reduce lungimea totală a motorului, iar rotoarele de acest fel se spune că sunt compuse în cruce.

Centrale energetice

Turbinele imense folosite în centralele energetice acționează generatoare de electricitate. Pentru puteri de până la 300 MW (300.000 kW), un singur șir de rotoare de turbină acționează un generator. Pentru o putere mai mare, două rotoare compuse în cruce acționează generatoare separate.

Generatoarele din centralele energetice

produc curent alternativ (ca). Acest tip de curent își alternează, sau își schimbă direcția fluxului de multe ori în fiecare secundă.

Frecvența distribuției

În majoritatea țărilor europene sistemul de distribuție a electricității furnizează curent care efectuează 50 de cicluri, sau mișcări de "du-te-vino" complete în fiecare secundă. Aceasta se numește frecvența distribuției, și se exprimă în 50 hertzi (50 Hz), un hertz fiind o unitate egală cu un ciclu pe secundă.

Frecvența curentului produs depinde de viteza de rotație a turbinelor și a generatorului. Pentru a produce curent cu o frecvență de 50 Hz, turbinele trebuie să se rotească la 3.000 rpm. În America de Nord frecvența alimentării de la rețea este de 60 Hz, și aceasta se obține prin rotirea turbinelor la 3.600 rpm.

Unele ceasuri electrice și electronice se bazează pe frecvența alimentării de la rețea pentru a funcționa cu precizie. Ceasurile electrice alimentate de la rețea au motoare a căror viteză este controlată de frecvență. Unele ceasuri electronice digitale folosesc alimentarea alternativă pentru a produce impulsuri reglate cu precizie pentru a controla viteza cu care funcționează.

Din acest motiv trebuie să existe o compensație pentru orice variație a vitezei turbinei, astfel încât numărul total de cicluri ale curentului produse să fie corectat cât de repede posibil. De exemplu, dacă un generator încetinește, ceasurile alimentate de la rețea vor rămâne în urmă. Însă în scurt timp ele vor arăta din nou ora exactă deoarece viteza turbinelor va fi puțin mărită pentru a se corecta eroarea.

