

### Istoric

#### 1.1. Scurt istoric al dezvoltării motoarelor cu piston, în raport cu cerințele evoluției tehnico-economice a societății

În acest context trebuie început prin a se menționa că propunerile de utilizare a energiei chimice în scopuri utile societății, le-au precedat de fapt pe cele care aveau în vedere crearea mașinilor cu abur. Acestea s-au realizat însă mai ușor, anterior construcției primelor motoare cu ardere internă.

Astfel, putem menționa că încă din 1678, abatele **de Hautefeuille**, făcea să explodeze mici cantități de cărbune într-o cameră prevăzută cu supape. Această mașină era de fapt o pompă aspiratoare care funcționa în felul următor: după explozie, aerul din cameră și cea mai mare parte a gazelor produse, părăseau incinta care rămânea astfel încărcată cu gaze calde; prin răcirea acestor gaze ele se contractau provocând aspirația apei dintr-un rezervor aflat la un nivel inferior. Hautefeuille și-a perfecționat această mașină după patru ani, adică în 1682, transformând-o într-o pompă aspiratoare-respingătoare care utiliza, de data aceasta, praful de pușcă.

Tot în această perioadă, celebrul fizician **Huygens** realiza o mașină asemănătoare, introducând însă un piston de lucru ca organ mobil. Lucrul mecanic util era produs în timpul cursei descendente de către forța greutate a pistonului și forța generată de diferența de presiune de pe cele două fețe ale lui. Con tracția gazelor era accelerată prin răcirea lor cu apă.

Motorul lui Huggens a fost perfecționat de către colaboratorul său, **Dennis Papin**. El a înlocuit supapele cilindrului prin *supape-clapete*, plasate în piston și închiderea cu șurub a camerei de explozie printr-una cu contragreutate, jucând astfel și rolul unei *supape de siguranță* (**fig. 1.1**).

Ulterior, **Papin** a obținut ridicarea pistonului în cilindrul său, prin vaporizarea apei, iar depresiunea obținută prin condensarea vaporilor cu ajutorul apei injectate în cilindru cobora pistonul, inventând astfel prima mașină cu abur (**fig. 1.2**).

**Newkomen** și **Polzunov** au perfecționat mașinile cu abur separând cazanul de cilindru, iar **James Watt** a realizat condensarea vaporilor într-o cameră distinctă, a introdus mecanismul motor cu balansier, precum și regulatorul centrifug. Mașinile cu abur extinzându-se în industrie și transportul terestru și

naval au oprit, pentru aproape 200 de ani, adică până în a doua jumătate a secolului al XIX-lea, dezvoltarea motoarelor cu ardere internă.

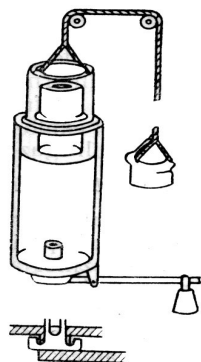


Fig. 1.1 Motorul realizat de către **Dennis Papin**

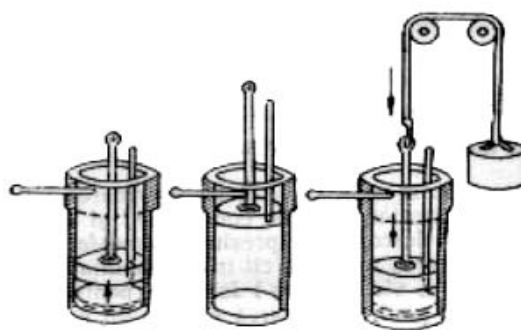


Fig. 1.2 Mașina cu abur a lui **Dennis Papin**

Pe de altă parte, mașinile cu abur n-au putut fi timp îndelungat competitive, ocupând mult spațiu și prezentând pericolul permanent de explozie.

În vederea acționării mașinilor unelte din micile ateliere, **Lenoir** a construit în 1860 primele motoare mici funcționând cu gaz de iluminat din rețeaua orașelor. Constructiv, motoarele erau alcătuite dintr-un cilindru, mecanismul motor cu pistonul, capul de cruce, biela și manivela motoare, precum și un mecanism de distribuție compus din două excentrice cu tije și sertare plane de distribuție. Cilindrul și chiulasele erau răcite cu apă. Procesele de lucru sunt reprezentate în **fig.1.3** și sunt asemănătoare celor de la ciclul în “2 timpi”. Din cauza lipsei precomprimării și a destinderii incomplete, motorul

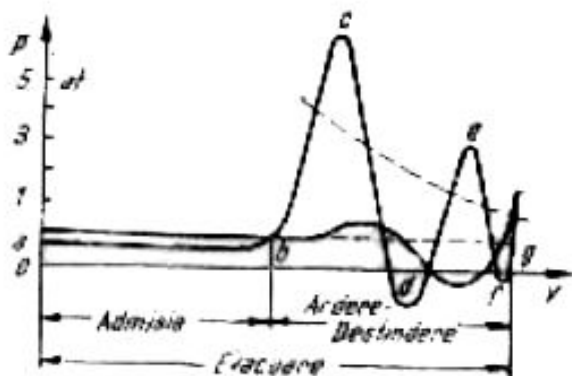


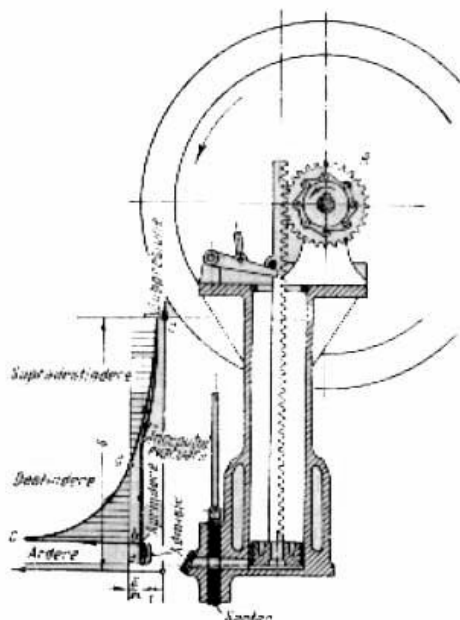
Fig. 1.3 Ciclul motorului cu gaz al lui **Lenoir**

O solicitare termică mai favorabilă și un randament mai bun s-au obținut la motoarele cu piston liber în timpul cursei de destindere, realizate de **Otto** și

avea un randament slab, chiar pentru acea perioadă, adică  $2 \div 4,5\%$  și implică un consum exagerat de combustibil, adică  $2,7 \text{ [m}^3/\text{CP.h}]$ .

Datorită solicitărilor termice crescute, puterea litrică obținută era redusă și de asemenea, valoarea presiunii medii efective era extrem de coborâtă, adică de ordinul:  $p_e = 0,33 \div 0,47 \text{ [bar]}$ .

**Lange**, prezentate într-un exemplu din **fig.1.4**. Aprinderea amestecului se făcea de la o flacără. Întreaga energie potențială era cedată axului numai în timpul cursei descendente. Motorul se construia pentru puteri de  $0,5 \div 3$  [CP]. În ciuda funcționării zgomotoase provocate de cremalieră, randamentul era destul de bun, în jur de 12%, corespunzând unui consum de  $0,8$  [ $\text{m}^3$  gaze/CP·h], față de  $2,7$  [ $\text{m}^3$ /CP.h], la motorul Lenoir. Dimensiunile de gabarit erau însă foarte mari; astfel, pentru un motor de  $1,5$  [CP], înălțimea era de  $3,5$  [m] [5].



**Fig. 1.4** Motorul cu piston liber a lui **Otto** și **Lange**

funcționare, prin similitudine cu studiile lui **Carnot** (1824), în vederea reducerii consumului de combustibil. Realizări demne de menționat s-au înregistrat în **1897** și **1899**, iar utilizarea sa largă în domeniul naval s-a extins după 1903.

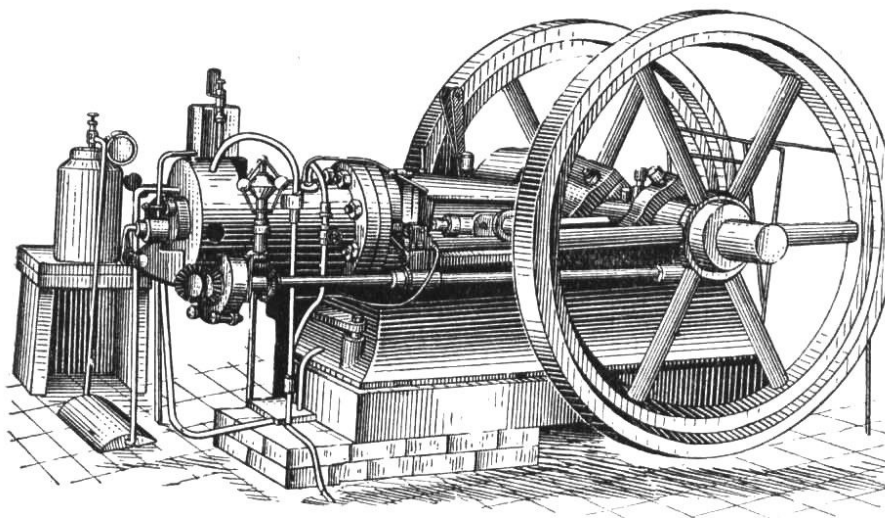
Aceste motoare succedau pe cel realizat de **Daimler**, în 1894, ulterior și în 1900. Extinderea motoarelor cu autoaprindere a fost însă limitată de necesitatea existenței unei surse de aer comprimat, în vederea pulverizării combustibilului. Compresorul care asigura aerul comprimat mărea substanțial dimensiunile și greutatea motorului. În vederea renunțării la compresor trebuiau să se realizeze agregate noi pentru debitarea combustibilului. Aceste agregate trebuiau să asigure debitarea, dozarea și pulverizarea combustibilului în cilindrii motorului, în condiții corespunzătoare. În această direcție au existat o serie de încercări și de realizări, în **fig. 1.5** prezentându-se un motor construit în jurul anului 1900. Motorul, fără compresor, prevăzut cu un sistem mecanic de injecție a combustibilului, relativ simplu, avea diametrul cilindrului de  $205$  [mm], cursa de  $350$  [mm], funcționa la o turație de  $160$  [rpm], dezvoltând puterea de  $10$  [CP].

Cauza principală a randamentului scăzut o constituia, de fapt, temperatura maximă a ciclului, redusă. Acest lucru se datora, în principal, aprinderii amestecului la temperatura mediului ambiant.

Soluția o oferă, puțin mai târziu **Beau de Rochas**, prin introducerea în ciclul de funcționare a comprimării încărcăturii proaspete (ciclul cu ardere izocoră). Acest ciclu a fost realizat cu succes de către **Otto**, în anul **1876**, care se consideră de fapt anul de naștere al motorului cu aprindere prin scânteie. S-a trecut astfel de la motorul în doi timpi la motorul în patru timpi.

În anul **1893** se adoptă, de către **Rudolf Diesel**, un nou ciclu de

Introducerea sistemelor de alimentare prin injecție mecanică a combustibilului și ulterior a supraalimentării, au condus la un progres important în construcția motoarelor cu aprindere prin comprimare, deschizându-se astfel calea utilizării lor în domeniul mijloacelor de transport terestru.



**Fig. 1.5** Motor cu aprindere prin comprimare cu injecție mecanică realizat după proiectul lui **G. V. Trinkler**

## **1.2. Primele utilități asigurate cu motoare termice. Realizări reprezentative**

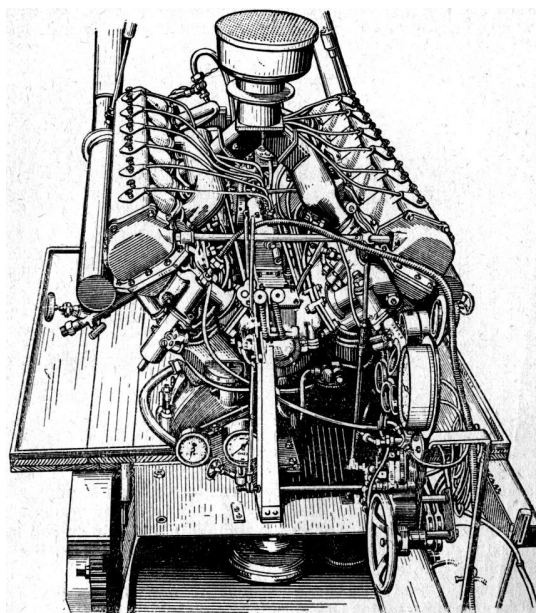
După cum s-a arătat, primele încercări de realizare a unor mașini *de forță* aveau o finalitate precisă și anume ele lucrau cu pompe aspiratoare-respingătoare, menite deci să ridice o anumită cantitate de apă la o anumită înălțime. Alături de acestea, în categoria motoarelor staționare, se aliniază și motoarele cu gaz de iluminat care antrenau diverse utilaje în atelierele de prelucrări ale micilor industrii.

După anul 1903 se poate considera deschisă epoca utilizării largi a motoarelor cu ardere internă, în vederea echipării unui mijloc de transport.

Acest lucru a fost favorizat de faptul că la sfârșitul secolului al XIX-lea, dezvoltarea industriei petroliere a facilitat obținerea combustibililor lichizi, ușor volatili, de tipul benzinei. În același timp, așa cum s-a arătat mai sus, o serie întreagă de alte progrese, precum introducerea ciclului de funcționare în patru timpi, realizarea injecției mecanice de combustibil și supraalimentarea motoarelor au contribuit, de asemenea, la dezvoltarea unei noi generații de motoare cu ardere internă utilizată pe scară din ce în ce mai largă în transporturi.

Astfel, după datele existente în literatura de specialitate, în anul 1911, flota mondială cuprindea un număr de 48 de motonave, din care 15 aveau motoare cuprinse între 600 și 10.900 [CP].

Utilizarea motoarelor la transportul terestru a fost inaugurată în 1885 când **Daimler** și ulterior **Benz**, în 1887, au construit automobile cu două și trei roți. Mai târziu, în jurul anului 1910, **I.V. Mamin** realizează un tractor cu roți acționat de un motor cu ardere internă cu combustibil greu, iar în 1912, firma **Holt** din SUA lansează un tractor cu roți și șenile. Uzinele din Harkov, în 1935, încep să lucreze la realizarea unui motor Diesel puternic, de turație mare, motorul **BD-Z**, prezentat în **fig. 1.6**, care dezvoltă 400 [CP]. Perfecționat în anul 1939, acest motor a fost omologat și lansat în fabricație sub denumirea **V-2**. În 1941 el a fost modernizat și redenumit **V2-34**, echipând mașinile de luptă **T-34**.



**Fig. 1.6** Motor Diesel de turație mare, tip **BD-Z**

În domeniul aviației, primele încercări de utilizare a propulsiei cu motoare cu ardere internă au fost în legătură cu aparatele mai ușoare decât aerul. Astfel, în 1902, **Panhard** și **Levasseur** montează pe un dirijabil un motor de 40 [CP], având greutatea specifică de 9,5 [kg/CP], iar în 1906, un motor de 70 [CP], cu o greutate specifică de 9 [kg/CP]. Un an mai târziu, în 1903, se montează pe un dirijabil un motor de 110 [CP] care realiza o greutate specifică de 4,2 [kg/CP]. Echiparea aparatelor mai grele decât aerul nu s-a putut extinde în această perioadă din cauza greutății specifice mari. Creșterea turației motoarelor a fost saltul hotărâtor în acest domeniu. În prezent, motoarele cu ardere internă cu piston echipează în exclusivitate micile avioane utilitare, sportive, de instrucție, precum și anumite elicoptere și o categorie largă a aparatelor de zbor ultraușoare (*U.L.M.-uri*). Realizări de vârf în acest domeniu putem grupa și pune în discuție astfel:

- motorul **Manley**, construit de inginerul **Charles Manley** în anul 1901, care avea 5 cilindri dispuși în *stea*, răciți cu apă;

- motorul **Antoinette**, realizat în 1906, cu 8 cilindri poziționați în *V*, la un unghi de 90°, cu arbore cu 4 coturi, cu bielele alăturate. Supapele de admisie funcționau automat, iar cele de evacuare erau comandate. Alimentarea cu benzină se făcea prin injecție directă, iar aprinderea cu un sistem original bazat pe un alternator de înaltă frecvență. Răcirea motorului era cu lichid, utilizându-se pentru delimitarea spațiilor de răcire o cămașă exterioară de tablă de alamă;

- motorul **Mercedes-Benz DB 605A-B**, cât și **DB 601** sunt derivate din motorul de bază **DB 600C/D**; 605 era un motor cu 12 cilindri în *V*, inversat, formând între ramurile *V*-ului un unghi de 60°. Fiecare cilindru avea 4 supape, două de admisie și două de evacuare. Motorul **605A-B** era alimentat prin injecție directă de benzină, fiind dotat cu compresor de supraalimentare [41].