

ALIMENTAREA CU COMBUSTIBIL A MOTOARELOR CU ARDERE INTERN . STRUCTURA I ELEMENTELE COMPONENTE ALE INSTALA IIEI LA MOTOARELE CU APRINDERE PRIN SCÂNTEIE

1. FORMAREA AMESTECULUI CARBURANT

Desfășurarea proceselor de lucru din motor depinde în mare măsură de funcționarea instalației de alimentare cu combustibil. Această instalație trebuie să satisfacă următoarele cerințe:

- a) asigurarea formării amestecului aer-combustibil în bune condiții;
- b) asigurarea debitării fără întrerupere a combustibilului spre pompa de injecție (carburator);
- c) dozarea cantității de combustibil corespunzătoare regimului de funcționare al motorului;
- d) interzicerea pătrunderii în combustibil a impurităților mecanice din exterior, asigurând reținerea acestora și a apei din combustibil;
- e) depozitarea unei cantități de combustibil care să asigure funcționarea motorului pe o anumită perioadă, impusă de condițiile de exploatare.

În funcție de tipul motorului (m.a.c. sau m.a.s.), instalația de alimentare cu combustibil prezintă deosebiri esențiale. Astfel, instalația de alimentare cu combustibil a unui m.a.s. funcționează cu un combustibil relativ curat și ușor volatil, lucrează la o presiune scăzută și asigură formarea amestecului aer-combustibil în exteriorul motorului, în carburator. Acesta asigură pulverizarea, vaporizarea și amestecarea parțială a combustibilului cu aerul. Totodată, prin modificarea poziției clapetei de accelerație, carburatorul dozează amestecul aer-combustibil în funcție de sarcină și de turația motorului – **reglaj cantitativ**. La m.a.c., instalația de alimentare cu combustibil folosește un combustibil mai puțin curat și greu volatil. Reglarea puterii dezvoltate se realizează, de această dată, prin modificarea dozei de combustibil injectată în cilindru, deci un **reglaj calitativ**.

Arderea combustibilului este determinată în primul rând de modul de formare a amestecului aer-combustibil. În funcție de tipul motorului, se deosebesc amestecuri omogene (la m.a.s.) sau neomogene (la m.a.c.).

În primul caz, în momentul declanșării scântei electrice, amestecul de aer-combustibil se află într-o stare de omogenitate fără de care nu este posibilă apariția focarului inițial (nucleul de flacără), nici propagarea flăcării în toate direcțiile. În scopul asigurării unei bune arderi, este necesar ca în formarea amestecului carburant să se asigure:

- a) vaporizarea combustibilului lichid;
- b) realizarea unei turbulențe ridicate a amestecului;
- c) obținerea dozajului optim (raport optim între cantitățile de aer și de combustibil);
- d) evitarea apariției detonațiilor (arderii cu caracter exploziv) și a aprinderilor secundare (formarea unor fronturi de flacără, de la alte surse decât de la scântea electrică);
- e) declanșarea scântei electrice la momentul optim.

În cel de-al doilea caz, amestecul se obține prin injectarea combustibilului și pulverizarea sa în camera de ardere sub forma unor picături extrem de fine, cât mai uniforme răspândite în camera de ardere. În afara cerințelor anterioare, la m.a.c.-uri mai este, deci, necesară pulverizarea cât mai fină și mai omogenă a combustibilului în camera de ardere, la presiuni și viteze ridicate.

La m.a.s.-urile cu carburator, prepararea amestecului aer-benzină începe în exteriorul cilindrului și se termină în interiorul acestora, unde are loc și aprinderea forțată a amestecului. Procesul de pregătire a amestecului dintre combustibil și aer se numește **carburație**. Acest proces cuprinde următoarele etape:

- a) curgerea aerului prin colectorul de admisie și prin carburator;

- b) curgerea combustibilului prin canale și prin orificiile calibrate ale carburatorului;
- c) expulzarea combustibilului sau a emulsiei prin pulverizatoare;
- d) evaporarea combustibilului.

2. DOZAJUL AMESTECULUI CARBURANT

Cerința fundamentală a procesului de ardere într-un motor cu ardere intern o reprezintă formarea unui amestec omogen între aer și combustibil, într-o proporție determinată, corespunzătoare regimului de funcționare al motorului.

Raportul dintre masa benzinei și masa aerului trebuie să fie controlat pentru ca amestecul să ardă. În condițiile de ardere din interiorul motorului (presiune și temperatură) și înănd cont de gradul de umplere al cilindrului, dozajul ideal este de 1 gram de benzină pentru 14,8 grame de aer. Acesta constituie **amestecul normal**. Atunci când amestecul carburant conține o cantitate de aer mai mic decât cea teoretic necesară (<1), amestecul se numește **bogat**, iar în caz contrar (>1), amestecul se numește **s răc** (fig.3.1).

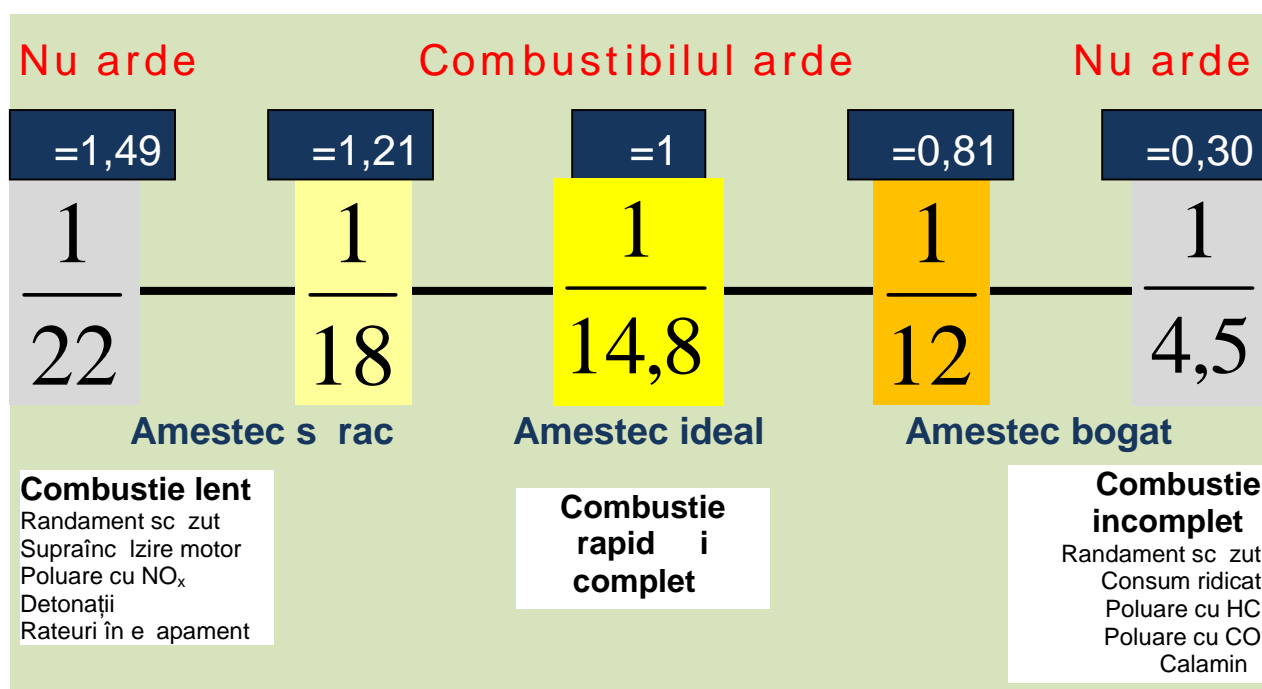


Fig.3.1

Trebuie remarcat faptul că nu orice amestec carburant este capabil să ardă. Amestecurile foarte bogate sau foarte s răce nu pot arde. În primul caz, acest lucru este datorat insuficienței oxigenului, iar în cel de-al doilea caz, cantități excesive de aer, în detrimentul benzinei. Valoarea maximă a coeficientului de exces de aer la care este posibilă arderea combustibilului reprezintă **limita inferioară de inflamabilitate** ($\phi = 1,3 \dots 1,4$), iar valoarea cea mai mică a acestui coeficient constituie **limita superioară de inflamabilitate** ($\phi = 0,4$). Prin urmare, amestecul carburant format din aer și benzină este inflamabil în limitele $\phi = 0,4 \dots 1,4$.

3. INSTALAȚIA DE ALIMENTARE CU COMBUSTIBIL LA M.A.S.-URI

3.1. Componen a instalației

Dozajul amestecului aer-combustibil reprezintă numai una dintre funcțiile instalației de alimentare cu combustibil a m.a.s.-urilor. Alimentarea carburatorului cu combustibil și cu aer, precum și evacuarea gazelor arse din cilindri constituie alte funcțiuni ale acestei instalații.

Principalul element al instalației (fig.3.2) îl constituie carburatorul 2, în care are loc formarea amestecului carburant. În timpul funcționării motorului, combustibilul din rezervorul 11 este filtrat prealabil în filtrul decantor 8, fiind apoi aspirat de către pompa 5 și refulat în camera de nivel constant a carburatorului. În timpul cursei de admisie, în cilindru motor se creează o depresiune care se manifestă și în carburator și în filtrul de aer montat pe acesta. Sub influența acestei depresiuni, aerul trece prin filtru și ajunge în camera de amestec a carburatorului, unde combustibilul este pulverizat în jicloare.

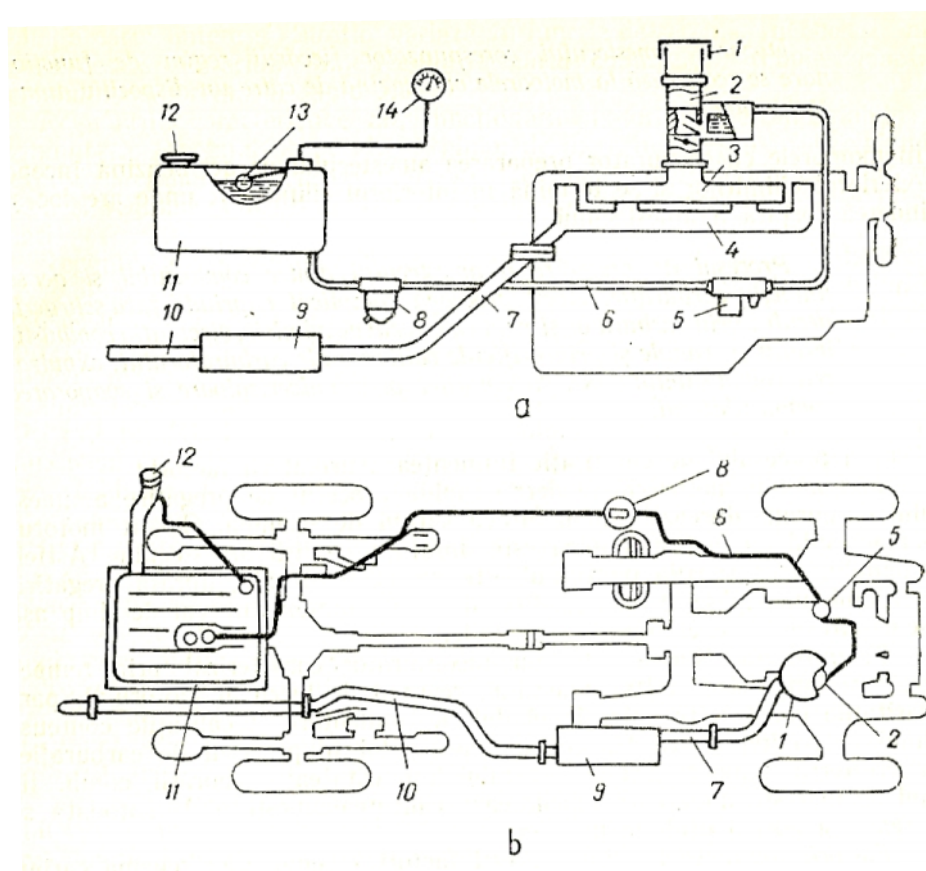


Fig.3.2

a – dispunerea pe motor a componentelor instalației de alimentare cu combustibil; b – dispunerea pe automobil a componentelor instalației de alimentare cu combustibil.

1 – filtru de aer; 2 – carburator; 3 – galerie (colector) de admisie; 4 – galerie (colector) de evacuare; 5 – pompă de combustibil; 6 – conduct de combustibil; 7 – țevă colectoare; 8 – filtru decantor; 9 – tobă de evacuare (eșapament); 10 – țevă de evacuare; 11 – rezervor de combustibil; 12 – capac (bușon); 13 – traductor de nivel; 14 – indicator al nivelului de combustibil din rezervor.

În carburator, combustibilul se evaporă și se amestecă cu aerul, formând amestecul carburant. Prin colectorul de admisie 3, amestecul carburant este trimis în cilindrii motorului, în

funcție de ordinea de aprindere a acestuia. Gazele care se formează prin arderea combustibilului sunt eliminate din cilindri spre colectorul de evacuare 4. De aici, gazele sunt eliminate în atmosferă prin țeava colectorului 7, toba de evacuare 9 și țeava 10.

Combustibilul este introdus în rezervor printr-o gură de alimentare prevăzută cu capacul 12. Cantitatea de combustibil din rezervor este controlată cu ajutorul traductorului 13 și al indicatorului de nivel 14.

O altă reprezentare a acestei instalații este efectuată în figura 3.3. Benzina din rezervorul 5 este aspirată de pompa de benzină 9 și este refulată în carburatorul 7. Legătura între rezervor, pompa de benzină și carburator se realizează prin conductele 1, pe traseul cărora se află și filtrul de benzină 2. În carburator, benzina, împreună cu aerul (aspirat și curățat în filtrul de aer 6), formează amestecul carburant care ptrunde în cilindri.

Distribuirea amestecului carburant la toți cilindrii motorului se face prin galeria de admisie 12. Gazele rezultate din arderea amestecului carburant sunt evacuate în colectorul 11 și, de aici, în atmosferă, prin toba de evacuare 14.

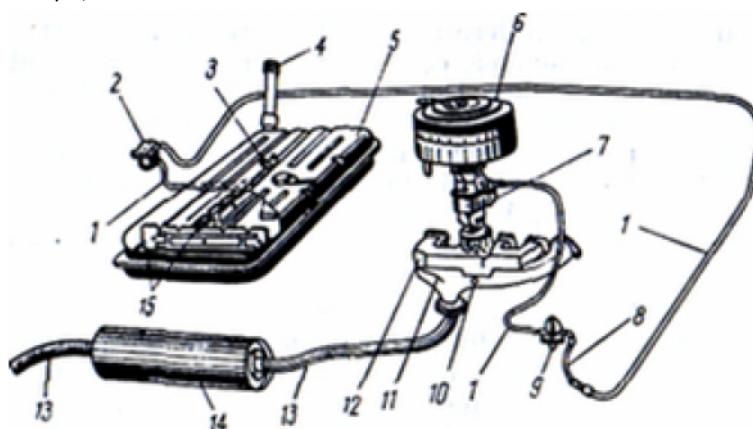


Fig.3.3

1 – conducte metalice; 2 – filtru de benzină; 3 – indicatorul cantității de benzină; 4 – gură de umplere; 5 – rezervor de benzină; 6 – filtru de aer; 7 – carburator; 8 – conductă flexibilă; 9 – pompă de benzină; 10 – regulatorul ptei calde; 11 – colector de evacuare; 12 – galerie de admisie; 13 – țeavă de evacuare; 14 – toba de evacuare.

3.2. Carburatorul elementar

După cum a fost menționat anterior, în varianta clasică, amestecul carburant se prepară în carburator. Carburatoarele motoarelor de autovehicule, de orice tip ar fi ele, trebuie să răspundă următoarelor cerințe impuse de funcționarea motorului în regim variabil:

- pornire ușoară la orice temperatură;
- funcționare uniformă la mersul în gol (la relanti);
- accelerații (reprise) prompte;
- asigurarea amestecului de putere maximă la apăsarea pedalei de accelerație până la capătul cursei;
- asigurarea amestecului carburant economic pentru regimul de funcționare normal;
- repartizarea uniformă a amestecului carburant pentru toți cilindrii;
- să nu fie influențată funcționarea motorului de profilul drumului;
- pentru autovehiculele speciale, să asigure deplasarea pe teren variat.

Pentru înțelegerea procesului de carburare, se folosește noțiunea de **carburator elementar**. Schema de principiu a acestuia este prezentată în figura 3.4. Acesta funcționează pe principiul pulverizării benzinei ce se scurge prin țeava unui pulverizator, sub influența depresiunii, în care se amestecă cu aerul formând amestecul carburant.

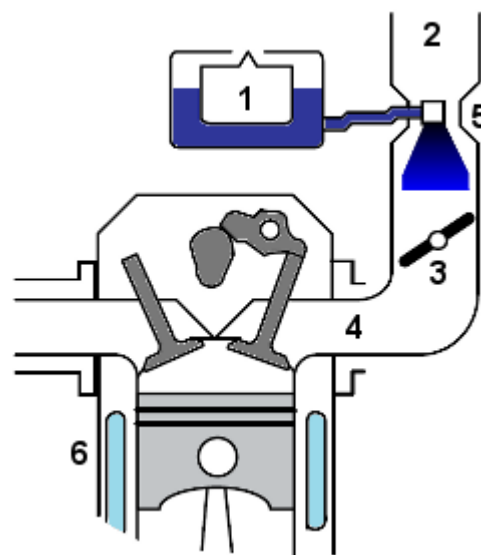


Fig.3.4

1 – cameră de nivel constant; 2 – admisie aer; 3 – obturator admisie; 4 – galerie de admisie; 5 – jiclor; 6 – bloc motor.

Schema funcțional a carburatorului elementar este prezentat în figura 3.5. Partile sale componente pot fi grupate în: camera de nivel constant 1 și camera de amestec 7, cu difuzorul 6 și clapeta de accelerație 8.

Camera de nivel constant 1 este un rezervor cu rolul de a menține constant nivelul benzinei în carburator, cu ajutorul plutitorului 2. Acesta este de formă prismatic sau cilindric, fiind confecționat din tablă subțire de alamă sau din material plastic. Plutitorul este gol în interior, pentru a fi ușor și a pluti deasupra benzinei. Este prevăzut cu o supapă (acul de închidere 3) care limitează cantitatea de combustibil ce intră prin orificiul conductei 10 în camera de nivel constant.

La motor, carburatorul se montează, în general, cu camera de nivel constant în față pentru evitarea surcirii amestecului carburant la urcarea automobilului în rampă. După modul de comunicare cu atmosfera, camera de nivel constant poate fi direct (neechilibrat) sau indirect (echilibrat), fiind legat printr-un tub cu racordul de intrare a aerului în carburator (orificiul 9).

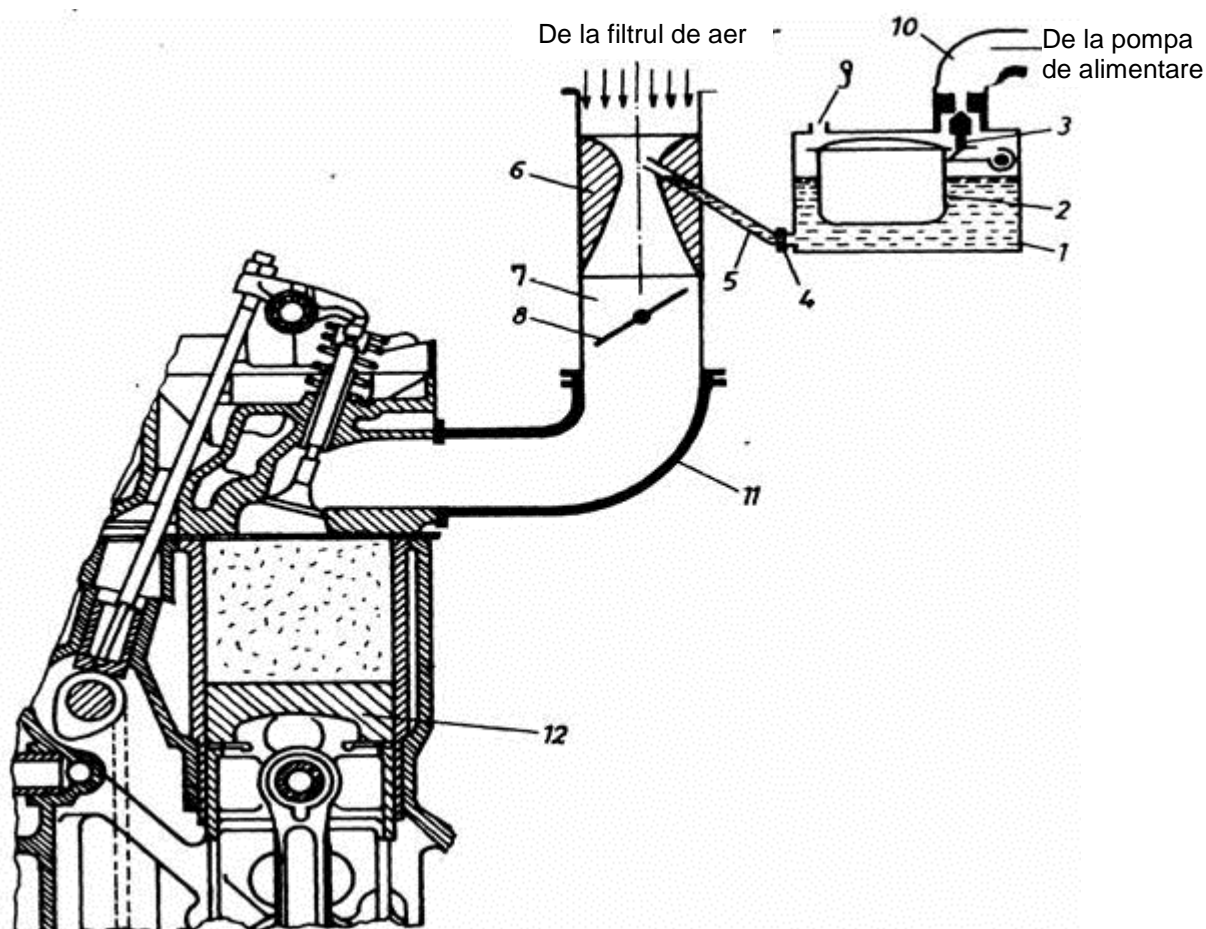


Fig.3.5

Camera de amestec 7 folosește la amestecarea benzinei prin pulverizarea ei de către aer, datorită depresiunii create de piston, fiind amplasată între difuzorul 6 și clapeta de accelerație 8. **Difuzorul 6** este o piesă de formă tronconică (ajutaj divergent-convergent), montată în fața camerei de amestec. Difuzorul asigură depresiunea, mărind viteza aerului pentru o pulverizare și vaporizare cât mai bune ale benzinei. Unele carburatoare au, în acest scop, două sau chiar trei difuzoare.

Jiclorul 4, de forma unui dop filetat, are un orificiu calibrat prin care se scurge benzina din camera de nivel constant în cea de amestec. Unele jicloare calibrează trecerea aerului spre camera de amestec. Jiclorul este montat la capatul inferior al unui tub portjiclor (jiclor înecat) sau la capătul exterior al pulverizatorului 5. Extremitatea capătului pulverizatorului depășește camera de nivel constant cu 2...6 mm (așa-numita înălțime de gard), pentru a nu permite scurgerea benzinei atunci când motorul nu funcționează sau la deplasarea autovehiculului în rampă. Viteza imprimată benzinei prin jiclor este de 3...6 m/s, iar cea a aerului prin difuzor este de 15...25 de ori mai mare.

După funcția îndeplinită, jicloarele pot fi: principale, compensatoare, de mers în gol, de repriză, de aer etc.

Clapeta de admisie (acelerație) 8, de forma unui disc de tablă, este montată la ieșirea din camera de amestec. Clapeta modifică secțiunea de trecere spre cilindrii motorului 12, reglând astfel cantitatea de amestec carburant. Carburatorul se montează pe flanșă a colectorului de admisie 11.

3.3. Clasificarea carburatoarelor

După direcția fluxului de aer care circulă în carburator, se deosebesc:

- carburatoare verticale, care pot fi cu curent ascendent (fig.3.6.a) sau cu curent descendent (carburatoare inversate – fig.3.6.b);
- carburatoare orizontale (fig.3.6.c).

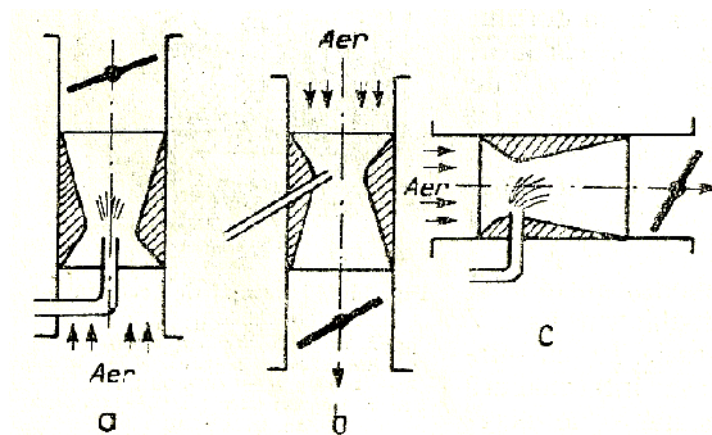


Fig.3.6

a – cu curent ascendent; b – cu curent descendent; c – orizontale.

Carburatoarele cu curent descendent (carburatoarele inversate) au cea mai largă utilizare, prezentând următoarele avantaje:

- se îmbunătățește umplerea cilindrilor, crescând astfel puterea dezvoltată de motor cu până la 4%, datorită reducerii pierderilor gazodinamice. Având în vedere faptul că circulația amestecului se face prin curgere naturală, nu mai este necesară o vaporizare intensă, ca la carburatoarele cu curent ascendent. Pe de altă parte, amestecul va fi mai rece și mai dens, ceea ce asigură, de asemenea, îmbunătățirea umplerii cilindrilor;
- se asigură porniri mai ușoare la rece, deoarece benzina nepulverizată curge în mod natural către cilindri;
- circulația amestecului către supapele de admisie se face prin curgere liberă, în timp ce, la carburatorul ascendent, amestecul trebuie să circule în sens contrar;
- se obține același grad de pulverizare a combustibilului pentru dimensiuni mai mari ale „gâtuirii” difuzorului;
- având o amplasare accesibilă, este comod pentru întreținere.

După modul de realizare a dozajului, există:

- carburatoare care realizează dozajul prin frânarea debitului de combustibil;
- carburatoare care realizează dozajul prin măsurarea debitului de aer;
- carburatoare care realizează dozajul prin aplicarea simultană a celor două procedee.

După numărul difuzoarelor, se deosebesc:

- carburatoare cu un singur difuzor;
- carburatoare cu două difuzoare;
- carburatoare cu trei difuzoare:
 - cu trei difuzoare înseriate, asigurând creșterea vitezei aerului;

- cu două difuzoare în serie și unul în paralel, la care difuzorul montat în paralel servește la comprimarea amestecului.

După procedeul de compensare a amestecului carburant, carburatoarele pot fi:

- *carburatoare cu dispozitiv de mers normal cu jiclor compensator* (de tip Zenith);
- *carburatoare cu dispozitiv de mers normal cu frânare pneumatic* (tip Solex, Weber etc.);
- *carburatoare cu dispozitiv de mers normal cu jiclor cu secțiune variabilă și ac de dozare* (tip Karter, Zenith-Stromberg, S.L.J. etc.).

După numărul camerelor de amestec, se deosebesc:

- *carburatoare cu o cameră de amestec (carburatoare simple)*, utilizate, în general, pentru motoare cu până la ase cilindri;
- *carburatoare cu două camere de amestec (carburatoare duble)*, pentru motoare cu ase cilindri, în V;
- *carburatoare cu patru camere de amestec (carburatoare cvadruple)*, pentru motoare cu opt cilindri, în V, de mare putere sau pentru automobile de curse.

4. INECȚIA DE BENZINĂ LA M.A.S.-URI

Injecția de benzină, cunoscută și sub denumirea de **carburație mecanică**, își are începuturile între anii 1898-1901, când firma Deutz folosește prima dată instalații pentru injectarea benzinei la motoarele de serie stabile. Sistemul este apoi adoptat de constructorii de avioane Antoinette și Wright, iar apoi la motoarele Junkers. În 1937 s-a construit primul motociclet cu injecție de benzină și injectoare electromagnetice, în timp ce uzinele Daimler-Benz și Auto-Union echipează câteva automobile cu injecție de benzină.

Injecția de benzină reprezintă o modalitate de control al cantității de combustibil care se introduce în amestecul carburant prin intermediul uneia sau a mai multor supape controlate cu ajutorul unor dispozitive mecanice sau electrice. Scopul injecției de benzină este cel de optimizare a cantității de combustibil care se introduce în amestecul carburant, în vederea obținerii de randamente superioare.

Introducerea sistemelor electronice pentru controlul injecției de combustibil, începând cu anii 1980, a făcut posibil funcționarea motorului cu amestec stoichiometric, ceea ce a condus la utilizarea sondelor de oxigen și a catalizatorului cu trei căi.

Avantajele injecției de benzină sunt următoarele:

- o mai bună pulverizare a carburantului, rezultând o ardere de calitate superioară;
- distribuția uniformă a carburantului între cilindri (cantități egale);
- creșterea randamentului efectiv;
- asigurarea unor emisii de noxe mai scăzute și a posibilității de control și neutralizare a acestora;
- îmbunătățirea funcționării motorului la temperaturi extreme;
- funcționarea mai lină a motorului, chiar și la regimul de mers în gol.

Injecția de benzină presupune introducerea cu presiune mare a combustibilului prin orificiile unor supape spre galeria de admisie sau direct în cilindri. Supapele se numesc injectoare și pot fi controlate mecanic sau electric. Injecția de benzină poate fi:

- monopunct sau multipunct, după numărul de injectoare utilizate;
- în galeria de admisie sau direct, după locul unde sunt situate injectoarele.

Indiferent de variantele constructive ale instalațiilor de injecție, ele realizează pulverizarea combustibilului direct în cilindrii motorului sau pe traseul admisiei. Se disting astfel procedee de **injecție directă** (fig.3.7) sau **injecție indirectă** (în canalul de admisie – fig 3.8).

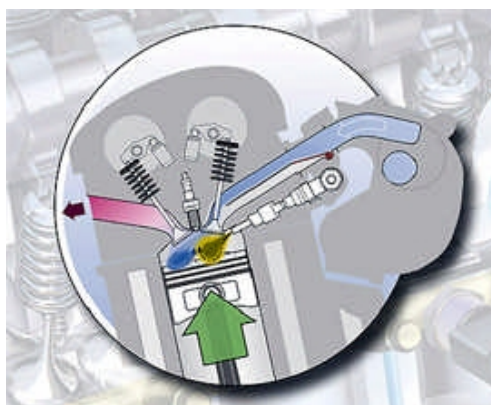


Fig.3.7

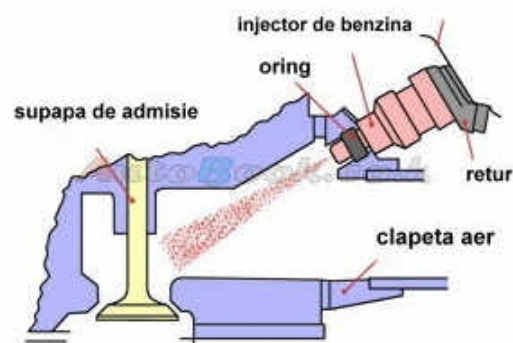
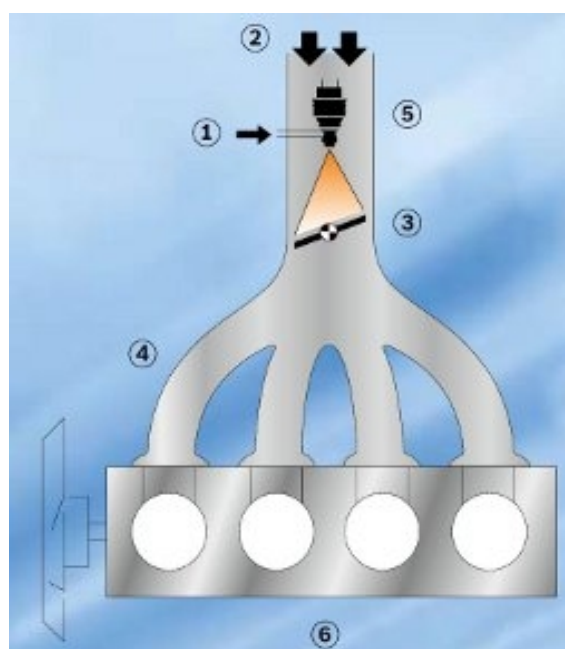


Fig.3.8

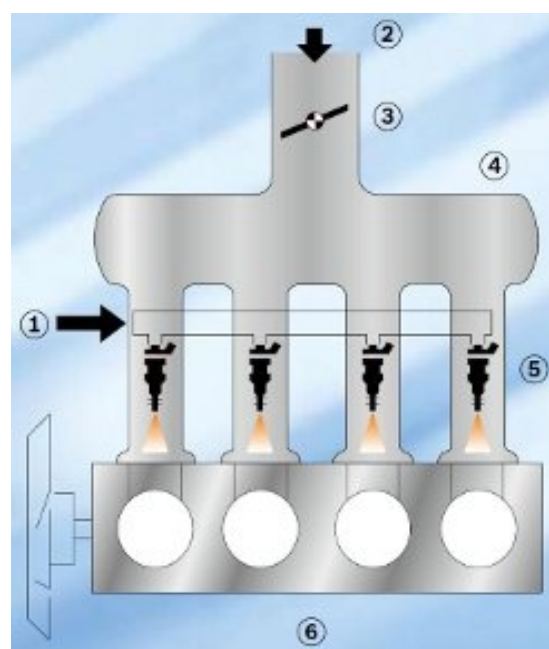
4.1. Injecția indirect

Schema de principiu a injectiei indirecte de combustibil este ilustrat în figura 3.9. Comparativ cu sistemele de alimentare pe bază de carburație, injectia indirect de combustibil are următoarele avantaje:

- reduce emisiile poluante datorită posibilității utilizării senzorului de oxigen și a catalizatorului;
- crește cuplul și puterea motorului datorită îmbunătățirii randamentului volumetric (umplere mai bună a cilindrilor cu amestec aer-carburant); deficiența carburației relativ la randamentul volumetric se datorează utilizării unui tub Venturi;
- reduce consumul de combustibil datorită amestecului stoichiometric și a egalizării cantității de combustibil injectate pentru fiecare cilindru;
- răspunsul motorului la accelerații devine mai rapid, datorită controlului mai precis al cantității de combustibil injectate.



a



b

Fig.3.9

a – injectia monopunct; b – injectia multipunct;

1 – alimentare cu combustibil; 2 – admisie aer; 3 – obturator; 4 – galeria de admisie; 5 – injector (injectoare); 6 – bloc motor.

Injectia indirect , la rândul ei, poate fi realizat monopunct (fig.3.9.a) sau multipunct (fig.3.9.b). Cu toate c injectia indirect (în galeria de admisie, în dreptul supapei de admisie) are avantaje semnificative comparativ cu sistemul de alimentare cu carburator, ea nu mai poate îndeplini cerințele actuale legate de emisiile poluante i de îmbun t țire a performanțelor dinamice.

4.2. Injectia direct

Sistemele de injectie de benzin direct în cilindru au început s fie studiate i implementate pe automobile începând cu anii 1990. Schema de principiu a sistemului de alimentare cu injectie direct este prezentat în figura 3.10. Avantajele acestui sistem, comparativ cu injectia indirect , sunt numeroase:

- eliminarea depunerii de benzin pe pereții galeriei de evacuare și pe supape;
- îmbun t țirea controlului amestecului aer-combustibil;
- reducerea pierderilor prin pompaj (aspirația aerului) în modul de funcționare cu amestec stratificat;
- îmbun t țirea randamentului termic, în timpul funcționării cu amestec stratificat, datorit raportului de comprimare mai ridicat;
- sc derea emisiilor de dioxid de carbon (CO_2) i a consumului de combustibil datorit posibilit ții funcționării cu amestec stratificat;
- sc derea pierderilor prin c ldur datorit funcționării cu amestec stratificat;
- înc lizarea mai rapid a catalizatorului, prin divizarea și întârzierea injectiei de combustibil în faza de evacuare;
- pornire mai bun la rece, datorit pulverizării mai bune a combustibilului;
- r spuns mai bun la accelerații.

Toate aceste avantaje plaseaz sistemele de injectie direct de benzin în fruntea clasamentului în ceea ce prive te economia de combustibil i performanțele dinamice ale motoarelor. Evident aceste sisteme au i dezavantaje cum ar fi: costul crescut, complexitatea sistemului de control, necesitatea utilizării sistemelor de post-tratare a gazelor de evacuare (NO_x). Cu toate acestea, sistemele de injectie direct de benzin se vor impune i vor fi larg utilizate pentru echiparea motoarelor, deoarece reprezint una dintre cele mai abordabile metode pentru îndeplinirea reglement rilor de emisii poluante i pentru cre terea performanțelor dinamice.

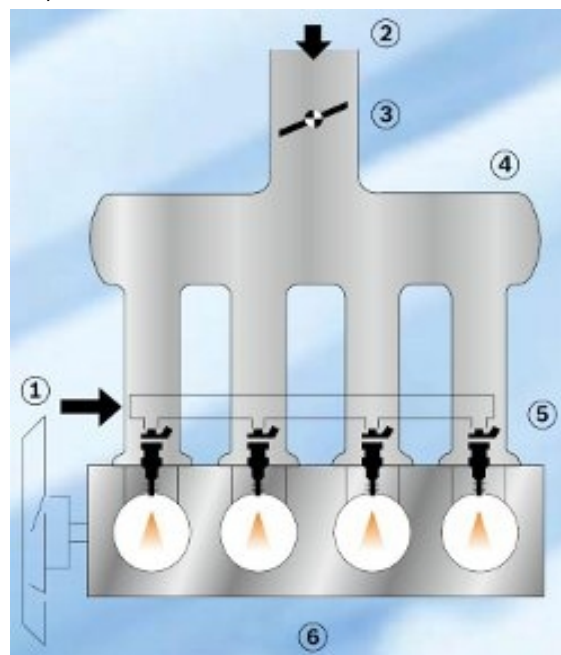


Fig.3.10

- 1 – alimentare cu combustibil; 2 – admisie aer;
3 – obturator; 4 – galeria de admisie;
5 – injectoare; 6 – bloc motor.

4.3. Sistemul de alimentare cu combustibil pentru injectia direct

Injectia direct de combustibil în cilindru necesit presiuni relativ ridicate, în jur de 40...130 bari. Comparativ, la un sistem de injectie indirect , presiunile se situeaz în jurul valorii de 4 bari. Presiunile mari sunt necesare pentru ca jetul de combustibil s aib penetrația corespunz toare în cilindru i pentru ca pulverizarea i evaporarea s fie cât mai eficiente. Cu toate acestea, nu se poate crește mai mult presiunea de injectie pentru a avea o pulverizare și mai bun , deoarece cre te probabilitatea ca jetul s aib o penetrație foarte mare și s ating pereții cilindrului sau capul pistonului.

În principiu, un sistem de injectie direct de benzin este compus din (fig.3.11): rezervor de combustibil, pomp electric de joas presiune, filtru de combustibil, pomp de înalt presiune, ramp comun , regulator de presiune (electrosupap), senzor de presiune, injectoare. În figura 3.12 sunt prezentate imagini ale acestor componente.

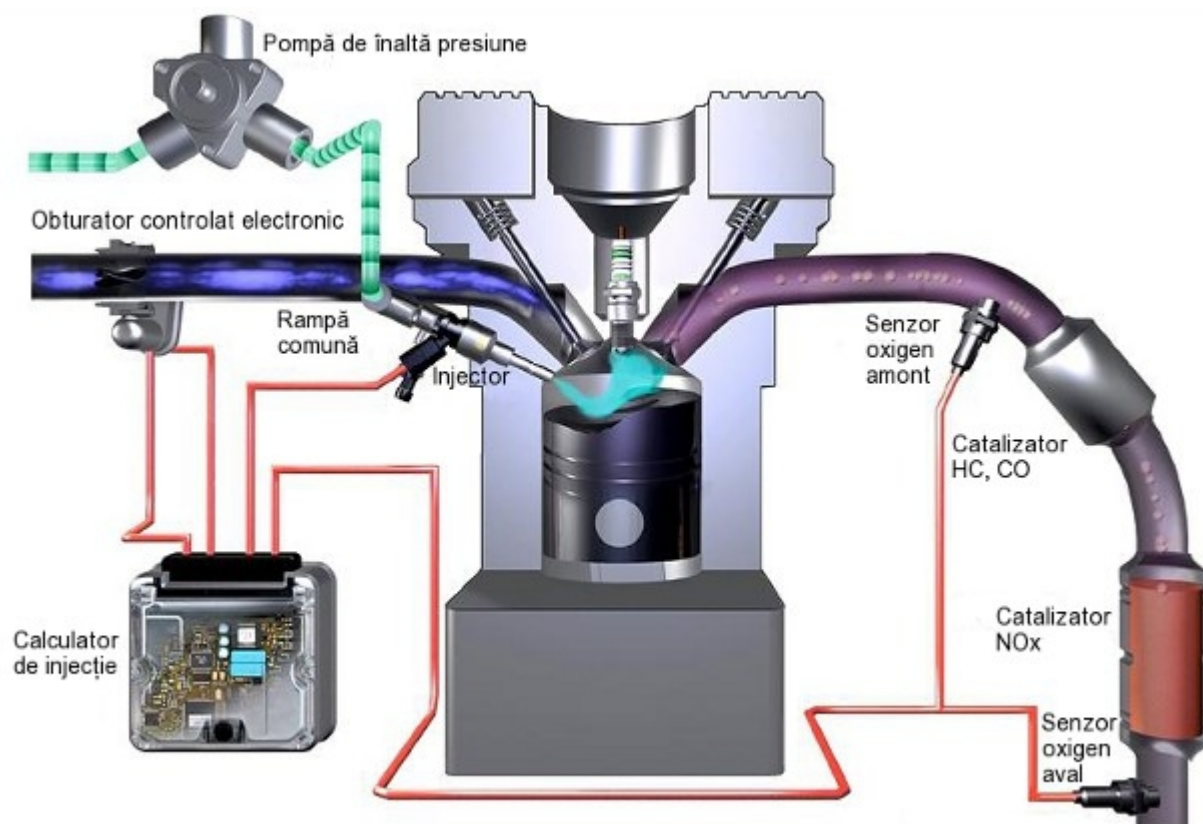


Fig.3.11



Fig.3.12

Combustibilul stocat în rezervor este aspirat de către pompa electrică la o presiune de 4...5 bari și refulat către pompa de înaltă presiune. Pompa de joasă presiune este localizată, de obicei, în rezervor sau în vecinătatea acestuia. Filtrul are rolul de a reține impuritățile din combustibil pentru a evita prunderea acestora în pompa de înaltă presiune, injectoare sau regulator.

Pompa de înaltă presiune este antrenată de arborele cu came și trimite combustibilul către rampă la o presiune de maxim 130 bari. Valoarea presiunii din rampă depinde de punctul de

funcționare al motorului (turație și sarcin) i este controlat între 40 i 130 de bari cu ajutorul regulatorului de presiune.

Informația presiunii din ramp este citit de calculatorul de injecție, prin intermediul unui senzor de presiune. Injectorul este componenta central a sistemului de injecție. Acesta preia combustibilul din ramp i-l injectează în cilindru. Comanda injectoarelor este f cut de calculatorul de injecție care, în funcție de tipul amestecului și de punctul de funcționare al motorului, reglează momentul i durata deschiderii injectoarelor.

Viitorul apropiat al sistemelor de propulsie pentru automobile cu carburant fosil aparține motoarelor pe benzin cu injecție direct . Datorit performanțelor acestora în ceea ce privește consumul i puterea, motoarele pe benzin cu injecție direct încep s se apropie tot mai mult de motoarele diesel supraalimentate, dar la un preț de cost mai mic. Mai mult utilizarea supraaliment rii împreună cu injecția direct va împinge performanțele motoarelor pe benzin la niveluri la care un motor diesel va ajunge foarte greu i cu costuri semnificativ mai mari.

INFORMAȚII SUPLIMENTARE¹

I.1. CARBURATORUL ELEMENTAR

Carburatorul elementar (fig.I.1) funcționează după principiul de lucru al pulverizatoarelor, care constă în faptul că lichidul – sub influența unei depresii – curge prin pulverizator, amestecându-se cu aerul.

În camera de nivel constant se află plutitorul 9, care este articulat cu un ax și care acționează asupra supapei-ac 10, construită sub forma unui cui obturator (cui poanton). Combustibilul este refuțat în camera de nivel constant de către o pompă, prin conducta 1. Prin umplerea camerei cu combustibil, plutitorul se ridică la suprafața lichidului. În acest fel, se ridică supapa-ac, care închide orificiul de legătură cu conducta de alimentare 1. Ca urmare, alimentarea cu combustibil a camerei de nivel constant este întreruptă. În acest fel, plutitorul și supapa-ac mențin un nivel constant în camera 8.

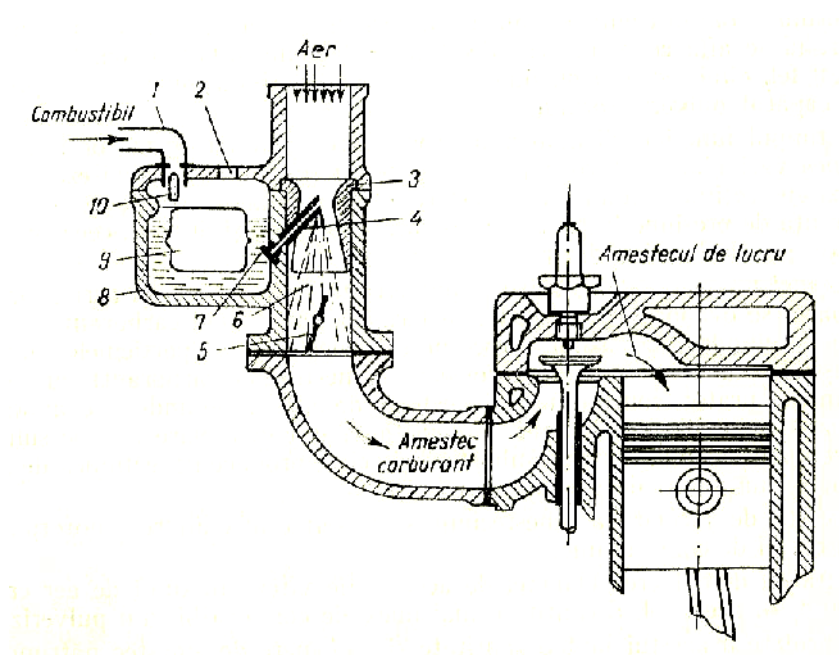


Fig.I.1

- 1 – conductă de alimentare cu combustibil; 2 – orificiu de comunicare cu atmosfera; 3 – difuzor;
4 – pulverizator; 5 – clapet de accelerație; 6 – cameră de amestec; 7 – jiclor; 8 – camera plutitorului;
9 – plutitor; 10 – supapă -ac.

Pe măsură ce motorul consumă combustibil, plutitorul coboară, iar supapa-ac redeschide accesul combustibilului în camera de nivel constant. Prin orificiul 2, camera de nivel constant comunică cu mediul ambiant, astfel încât – în interior – se menține în permanență presiunea atmosferică.

¹ Elementele prezentate în următoarele pagini au un caracter informativ, pentru completarea cunoștințelor referitoare la alimentarea cu combustibil a m.a.s.-urilor.

Camera plutitorului este legat cu camera de amestec 6 prin intermediul pulverizatorului 4, în care este montat jiclorul 7. Jiclorul are un mic orificiu calibrat, prin care trece o anumită cantitate de combustibil. Capul pulverizatorului este montat în secțiunea cea mai mică a difuzorului.

Cantitatea de amestec carburant care p trunde în cilindrii motorului depinde de poziția clapetei de accelerație 5. Prin deschiderea clapetei, crește cantitatea de amestec carburant care p trunde în cilindri și, în concordanță cu aceasta, se mărește și turația motorului, implicit puterea dezvoltată de acesta.

Camera de amestec a carburatorului ocupă spațiul dintre difuzor și axa clapetei de accelerație. Carburatorul este montat pe colectorul de admisie, care conduce amestecul carburant spre cilindrii motorului.

Principiul de funcționare a carburatorului este următorul: prin deplasarea pistonului în cursa sa descendent, în cilindrul motorului se creează o depresiune care se manifestă și în camera de amestec a carburatorului. După o filtrare prealabilă, aerul p trunde astfel în carburator. Depresiunea din camera de amestec depinde de poziția clapetei de accelerație. Prin închiderea clapetei, depresiunea din camera de amestec se reduce, iar prin deschiderea ei se amplifică.

Cât timp motorul nu funcționează, atât în pulverizator, cât și în camera plutitorului, combustibilul se află la același nivel. Capul superior al pulverizatorului se află ceva mai sus față de nivelul combustibilului (cu 2...3 mm). În acest fel, când motorul nu funcționează, combustibilul nu se poate prelinge pe la capul pulverizatorului.

În timpul funcționării motorului, aerul care p trunde în motor trece prin secțiunea variabilă a difuzorului, ceea ce determină creșterea vitezei gazului în zona de secțiune minimă și o creștere a depresiunii. În acest fel se creează o diferență de presiune între camera de nivel constant și difuzor, ceea ce amorsează benzina din pulverizator.

Cea mai mare parte din benzina pulverizată se amestecă cu aerul, restul evaporându-se. În acest fel, se formează amestecul carburant care p trunde în cilindrii motorului. Procesul de amestecare a particulelor fine de combustibil cu aerul (formarea amestecului carburant) nu se încheie în carburator, el continuând și în colectorul de admisie, unde se evaporă cea mai mare parte din combustibil. Intensitatea cea mai mare a procesului de formare a amestecului carburant se înregistrează în orificiul supapei de admisie. Procesul de formare a amestecului se încheie în cilindrul motorului, pe timpul cursei de comprimare.

Odată cu deschiderea clapetei de accelerație, viteza fluxului de aer crește, antrenând astfel o cantitate mai mare de combustibil din pulverizator. Ca urmare, în cilindri p trunde o cantitate mai mare de amestec carburant, determinând o sporire a puterii dezvoltate de motor. Schimbarea poziției clapetei de accelerație determină modificări importante ale compoziției amestecului carburant pregătit în carburatorul elementar.

În figura 1.2 este reprezentată caracteristica carburatorului elementar (curba 1) și a unui carburator ideal (curba 2). Alura acestor curbe reflectă variația compoziției amestecului carburant în funcție de sarcină (de poziția clapetei de accelerație). Așa cum se observă din reprezentarea grafică, pe măsură deschiderii clapetei de accelerație, în carburatorul elementar amestecul se îmbogățește din ce în ce mai mult (coeficientul de exces de aer scade continuu).

Trebuie remarcat faptul că, doar în două cazuri (punctele A și B), compoziția amestecului carburant pregătit de carburatorul elementar este ideală: la deschiderea completă a clapetei de accelerație și la o poziție intermediară a acesteia). Principala deficiență a carburatorului elementar constă astfel în imposibilitatea pregătirii amestecului carburant în concordanță cu diversele regimuri de funcționare ale motorului.

În consecință, carburatorul elementar prezintă următoarele dezavantaje:

- nu permite pornirea motoarelor (nefiind prevăzut cu un dispozitiv special);
- nu poate să asigure funcționarea la mers în gol (nefiind prevăzut un sistem destinat acestui regim);

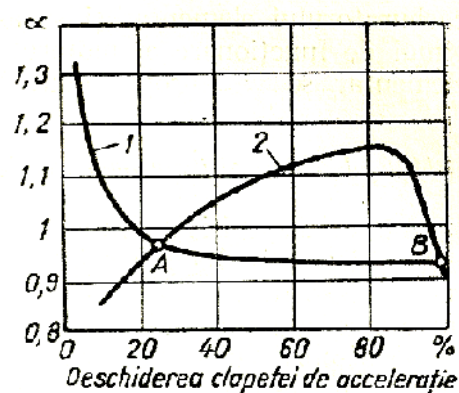


Fig.1.2

- nu asigură compoziția necesară (sărăcit) a amestecului carburant la regimurile intermediare de funcționare;
- nu poate preveni sărăcirea amestecului la deschiderea bruscă a clapetei de accelerație;
- nu se poate obține compoziția necesară la deschiderea treptată a obturatorului, până în poziția maximă (nu există un dispozitiv economizor).

Carburatoarele utilizate în prezent sunt prevăzute cu dispozitive și mecanisme suplimentare care să elimine sau să diminueze aceste deficiențe și să asigure dozajul adecvat al amestecului în funcție de regimul de funcționare al motorului. În acest fel, caracteristica unui carburator se apropie considerabil de cea ideală.

I.2. DISPOZITIVELE DE CORECȚIE A CARACTERISTICII CARBURATORULUI ELEMENTAR

Dispozitivele utilizate pentru funcționarea adecvată a carburatoarelor sunt:

- dispozitivul de pornire;
- dispozitivul de mers în gol;
- dispozitivul principal de îmbunătățirea dozării amestecului, a cărei funcționare este combinată cu cea a sistemului compensator;
- economizorul;
- pompa de accelerație.

I.2.1. Dispozitivul de pornire

Pornirea motorului, mai ales la temperaturi scăzute, este dificilă datorită următoarelor cauze:

- temperatura scăzută înrăutățește vaporizarea combustibilului;
- la turația mică a motorului, viteza aerului prin difuzor și depresiunea sunt scăzute, ceea ce conduce la o pulverizare necorespunzătoare a combustibilului.

Pentru ca la pornirea motorului în cilindru să existe o cantitate suficientă de vapori de combustibil, amestecul trebuie să fie mult îmbogățit. Acest lucru se realizează cu ajutorul unei clapete de aer (fig.1.3) montate înaintea difuzorului (clapeta de gol).

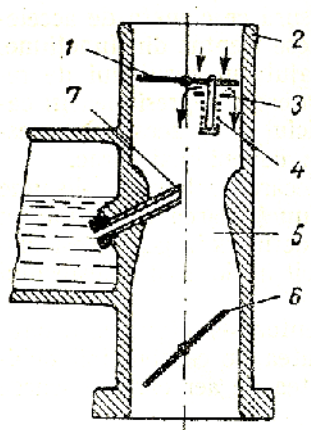


Fig.1.3

- 1 – clapeta de aer; 2 – racordul de aer; 3 – supapă;
4 – arc; 5 – cameră de amestec; 6 – clapet de accelerație; 7 – pulverizator.

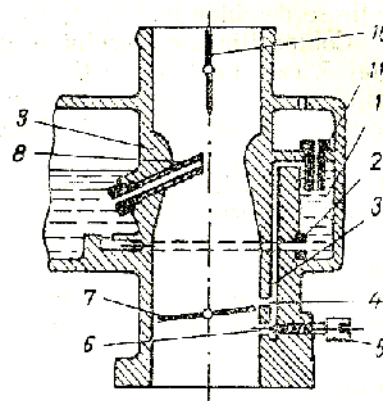


Fig.1.4

- 1 – canal suplimentar; 2 – jiclor de combustibil pentru mers în gol; 3 – canal de mers în gol;
4 și 6 – orificii de emulsionare la mers în gol;
5 – urub de reglare; 7 – clapet de accelerație;
8 – pulverizator; 9 – difuzor; 10 – clapet de aer;
11 – jiclor de aer pentru mers în gol.

La pornirea motorului, această clapetă se închide. Prin urmare, prin rotirea arborelui cotit, în camera de amestec 5 se creează o depresiune accentuată care conduce la amorsarea pulverizatorului 7. După pornire, motorul este încălzit la turații reduse, iar clapeta de aer se deschide în mod treptat, pentru că în motor s-a nu p trunde un amestec prea bogat.

Pe clapeta de aer este montată supapa 3, menținută în poziție închisă de către arcu 4. După primele aprinderi, supapa se închide sub acțiunea presiunii aerului, iar aerul p trunde în camera de amestec pentru s r cirea amestecului. Se evită astfel supraîmbogățirea amestecului, care poate provoca „înecarea” motorului după pornire.

I.2.2. Dispozitivul de mers în gol

Regimul de mers în gol (la relanti) se întâlnește frecvent la motorul de autovehicul. La acest regim de funcționare, puterea motorului este de 3...6% din valoarea sa nominală, iar turația este de 300...600 rot/min. La aceste valori scăzute ale turației, viteza aerului este de 100...200 de ori mai mică față de regimul nominal, ceea ce conduce la o depresiune foarte mică în difuzor. Pentru îmbogățirea amestecului carburant, clapeta de accelerație 7 (fig.I.4) se închide aproape complet, în timp ce clapeta de aer 10 rămâne deschisă. În această situație, motorul consumă o cantitate neînsemnată de aer care curge cu viteză redusă prin secțiunea difuzorului 9. În jurul orificiului pulverizatorului principal 8, depresiunea creată este insuficientă pentru antrenarea combustibilului, astfel încât dispozitivul principal de dozare nu lucrează.

Când motorul funcționează la regimul de mers în gol, combustibilul este absorbit prin jiclorul de mers în gol 2, montat în canalul suplimentar 1. Când clapeta de accelerație 7 este închisă, sub ea se creează o depresiune foarte puternică, iar aerul se scurge cu viteză mare prin interstițiile dintre marginea clapetei de accelerație și pereții carburatorului. La ieșirea din canalul de mers în gol sunt practicate două orificii 4 și 6, amplasate deasupra și, respectiv, dedesubtul clapetei de accelerație. În jurul orificiului 6 se formează o depresiune al cărei efect se transmite în canalul de mers în gol 3 și în canalul suplimentar 1.

La combustibilul care p trunde prin canalele 1 și 3, se adaugă aerul care p trunde prin jiclorul 11. Emulsia formată prin amestecarea combustibilului cu bulele mici de aer trece din canalul 3 prin orificiul 6 și iese în spațiul din spatele clapetei de accelerație, unde este pulverizat și formează, în amestec cu aerul, amestecul carburant. Prin orificiul 4 al canalului 3 și în spațiul din spatele obturatorului trece o cantitate suplimentară de aer, care îmbunătățește formarea amestecului.

Atunci când clapeta de accelerație este deschisă puțin, marginea obturatorului acoperă orificiul 4 și emulsia bogată în combustibil iese numai prin orificiul 6, fără o absorbție suplimentară de aer prin orificiul 4. Prin deschiderea în continuare a clapetei de accelerație, orificiile 4 și 6 se vor afla sub obturator și emulsia va circula prin ambele orificii. În acest fel, se asigură trecerea progresivă de la regimul de mers în gol la sarcinile mici și mijlocii. În continuare, pe măsură ce clapeta de accelerație se deschide mai mult, sistemul de mers în gol iese treptat din funcțiune.

Compoziția amestecului poate fi modificată cu ajutorul urubului de reglare 5, care modifică secțiunea de trecere. Prin deșurubare, depresiunea în canalul 3 se amplifică și se mărește debitul emulsiei prin orificiul 6; în acest fel, amestecul se îmbogățește.

I.2.3. Dispozitivul principal de dozare a amestecului

Fiecare carburator dispune de un dispozitiv principal de dozare care asigură funcționarea motorului în toate regimurile, cu excepția celui de mers în gol. Acest dispozitiv asigură o suplimentare a cantității de combustibil în dozarea amestecului carburant.

Din examinarea funcționării carburatorului elementar s-a văzut că, odată cu mărirea deschiderii clapetei de accelerație, cantitatea de combustibil debitată de pulverizator crește mai repede decât cantitatea de aer care curge prin difuzor. Prin urmare, amestecul carburant se îmbogățește cu atât mai mult, cu cât obturatorul se deschide mai mult. În același timp, în carburator ideal, pe măsură deschiderii carburatorului, se înregistrează scăderea treptată a amestecului carburant (fig.I.1).

Preîntâmpinarea îmbogățirii amestecului pe măsură ce crește deschiderea clapetei de accelerație sau, în general, variația compoziției amestecului până la realizarea dozajului cerut de motor la mersul economic normal se numește **compensarea amestecului carburant**. Acest lucru

se realizează fie prin mărirea conținutului de aer în amestecul carburant, fie prin diminuarea vitezei de curgere a combustibilului prin jicloare.

La carburatoarele moderne, compensarea amestecului se realizează prin următoarele metode:

- frânarea pneumatică a combustibilului;
- reglarea depresiunii în difuzor;
- acționarea simultană a dispozitivului de dozare principal și a sistemului de mers în gol intercalat după jiclorul principal.

Compensarea amestecului carburant prin frânarea pneumatică a combustibilului este reprezentată schematic în figura I.5. Combustibilul din camera de nivel constant 5 ajunge prin jiclorul principal 6 în canalul 3, tubul de emulsionare 4 și pulverizatorul 1. Tubul 4 comunică cu aerul prin jiclorul 2. La crearea depresiunii în difuzorul 7, pulverizatorul începe să debiteze combustibil, nivelul în canalul de alimentare 3 scade și se deschide orificiul superior în tubul de emulsionare.

Aerul care iese din tubul 4 se amestecă cu combustibilul și emulsia este debitată prin pulverizatorul 1 în camera de amestec. Prin mărirea deschiderii clapetei de accelerație, crește consumul de combustibil din canalul de alimentare 3 și se deschid mai mult orificiile de aer din tubul 4. Aerul care ptrunde în pulverizator micorează presiunea în jiclorul principal și încetinește curgerea combustibilului, ceea ce este necesar pentru scrierea amestecului la funcționarea motorului în regim de sarcini mijlocii.

Trebuie precizat faptul că dozarea unui amestec economic în aceste condiții este posibil prin alegerea adecvată a diametrelor jicloarelor (de aer și de combustibil).

Compensarea amestecului carburant prin reglarea depresiunii în difuzor este reprezentată în figura I.6. Particularitatea carburatorului pe care se ilustrează acest mod de compensare constă în faptul că acesta are un difuzor triplu. Difuzoarele sunt montate concentric, difuzorul mic 9 și cel mijlociu 8 fiind montate în interiorul difuzorului mare 10 și la un nivel ceva mai jos față de acesta.

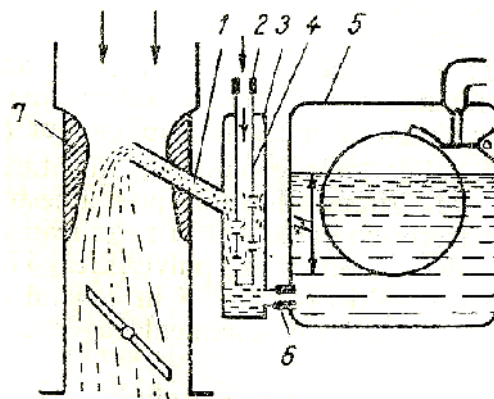


Fig.I.5

1 – pulverizator; 2 – jiclor de aer; 3 – canal de alimentare; 4 – tub; 5 – cameră de nivel constant; 6 – jiclor principal; 7 – difuzor.

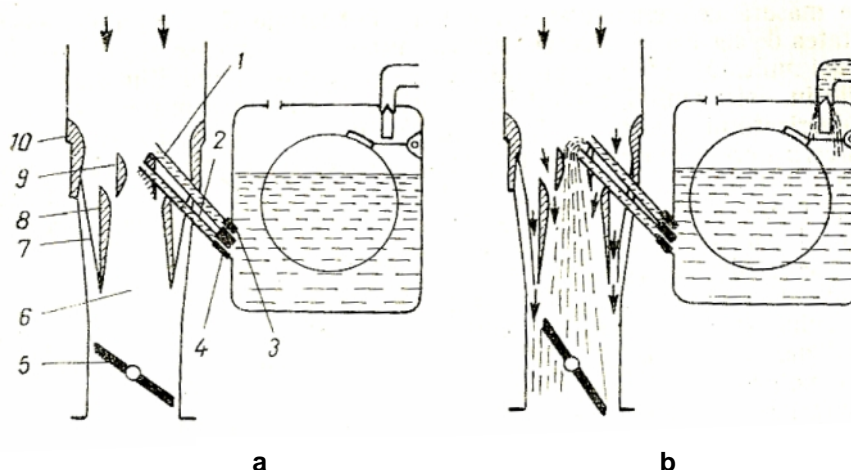


Fig.I.6

a – cu flux de aer; b – fără flux de aer:

1 – pulverizatorul jiclorului suplimentar; 2 – pulverizatorul jiclorului principal; 3 – jiclor suplimentar; 4 – jiclor principal; 5 – clapetă de accelerație; 6 – cameră de amestec; 7 – lamele elastice; 8 – difuzorul mijlociu; 9 – difuzorul mic; 10 – difuzorul mare.

Dispozitivul de dozare principal se compune din jiclorul principal 4 (cu pulverizatorul 2) și jiclorul suplimentar 3 (cu pulverizatorul 1). Pulverizatorul 2 al jiclorului principal este montat în difuzorul mic, iar pulverizatorul 1 al jiclorului suplimentar în difuzorul mare.

Fluxul de aer care p trunde în camera de amestec 6 a carburatorului trece prin difuzorul mare, iar o parte a fluxului prin difuzorul mic și prin cel mijlociu. Prin m rirea vitezei de deplasare a aerului, lamelele elastice subțiri 7, prinse de difuzorul mare, se destind și o parte din fluxul de aer va ocoli difuzoarele mic și mijlociu.

Pe m sur ce deschiderea clapetei de accelerație 5 se m re te, cre te și cantitatea de aer care curge prin carburator, iar lamelele elastice 7 se destind mai mult. O cantitate și mai mare de aer va trece ocolind difuzoarele 8 și 9, determinând astfel o cre tere a depresiunii în toate difuzoarele. În pulverizatorul jiclorului principal, depresiunea cre te, dar mai încet decât în pulverizatorul jiclorului suplimentar. Acest lucru se explic prin faptul c pe lâng muchiile (marginile) pulverizatorului 1 se scurge întregul flux de aer, iar pe lâng pulverizatorul 2 trece numai o parte din acest flux.

De aceea, debitul de combustibil al jiclorului principal contribuie la s r cirea amestecului carburant, iar debitul jiclorului suplimentar la îmbog țirea acestuia. Prin alegerea corect a diametrelor ambelor jicloare și a elasticității lamelelor, se poate obține amestecul adecvat fiec rui regim de funcționare al motorului.

Compensarea amestecului carburant prin acțiunea simultan a dispozitivului principal de dozare și a sistemului de mers în gol este reprezentat în figura I.7. Atunci când clapeta de accelerație 10 a carburatorului este închis (fig.I.7.a), motorul lucreaz la relanti, combustibilul trecând din camera de nivel constant, prin jiclorul principal 6 și jiclorul de mers în gol 1, în canalul de emulsioneare 3.

În timp ce combustibilul se deplaseaz prin canalul 3, el se amestec cu aerul care trece prin jiclorul de aer 2 al dispozitivului de mers în gol. Emulsia astfel format , fiind absorbit de depresiunea puternic creat în spatele clapetei de aer, iese prin orificiul interior 9. Într-o astfel de poziție a obturatorului, prin orificiul superior 7, emulsia este îmbog țit cu aer. În acest caz, orificiul 7 are rolul jiclorului de aer suplimentar al sistemului de mers în gol.

Prin jiclorul de putere maxim 5, combustibilul curge în canalul de emulsioneare. Nivelul s u scade cu 5...8 mm față de nivelul combustibilului din camera de nivel constant. Ca urmare, înaintea jiclorului principal 6, se creaz o diferență de presiune care amelioreaz debitarea combustibilului în sistemul de mers în gol.

Pe m sur ce clapeta de accelerație se deschide mai mult (fig.I.7.b), orificiul 7 ajunge în zona unei depresiuni sporite, ceea ce face ca și din acest orificiu s ias emulsia. Pentru a preîntâmpina cre terea consumului de combustibil prin dispozitivul de mers în gol, nivelul combustibilului în canalul de emulsioneare se reduce simțitor, iar emulsionearea combustibilului începe înainte de jiclorul de mers în gol 1. La combustibilul care curge prin sistemul de mers în gol se adaug aerul care p trunde prin jiclorul de aer de mers în gol 2, prin jiclorul de aer 12 și prin tubul de emulsioneare 4 al dispozitivului de dozare principal.

Deschiderea în continuare a clapetei de accelerație și trecerea la regimul de sarcini mijlocii ale motorului (fig.I.7.c) determin o diminuare a depresiunii jiclorului de combustibil 1 al sistemului de mers în gol și o cre tere a depresiunii în difuzorul mic 11. Nivelul combustibilului în canalul de emulsie începe s creasc , iar atunci când atinge orificiile inferioare ale tubului de emulsie 4 intră în funcțiune dispozitivul principal de dozare.

Aerul care trece în canalul de emulsie prin jiclorul de aer 12 emulsioneaz combustibilul refulat prin tubul 4 în secțiunea circular a difuzorului mic. Combustibilul se amestec , de asemenea, cu aerul care trece în tubul de emulsie prin orificiile superioare. Nivelul combustibilului în canalul de emulsie nu cre te deoarece curgerea combustibilului este frânat de aer. Combustibilul este preg țit și refulat sub form de emulsie și prin orificiile 9 și 7 ale dispozitivului de mers în gol. În acest fel, la sarcini mijlocii, lucreaz atât dispozitivul principal de dozare, cât și dispozitivul de mers în gol, completându-se reciproc. Calitatea amestecului în aceste condiții poate fi reglat cu ajutorul urubului 8.

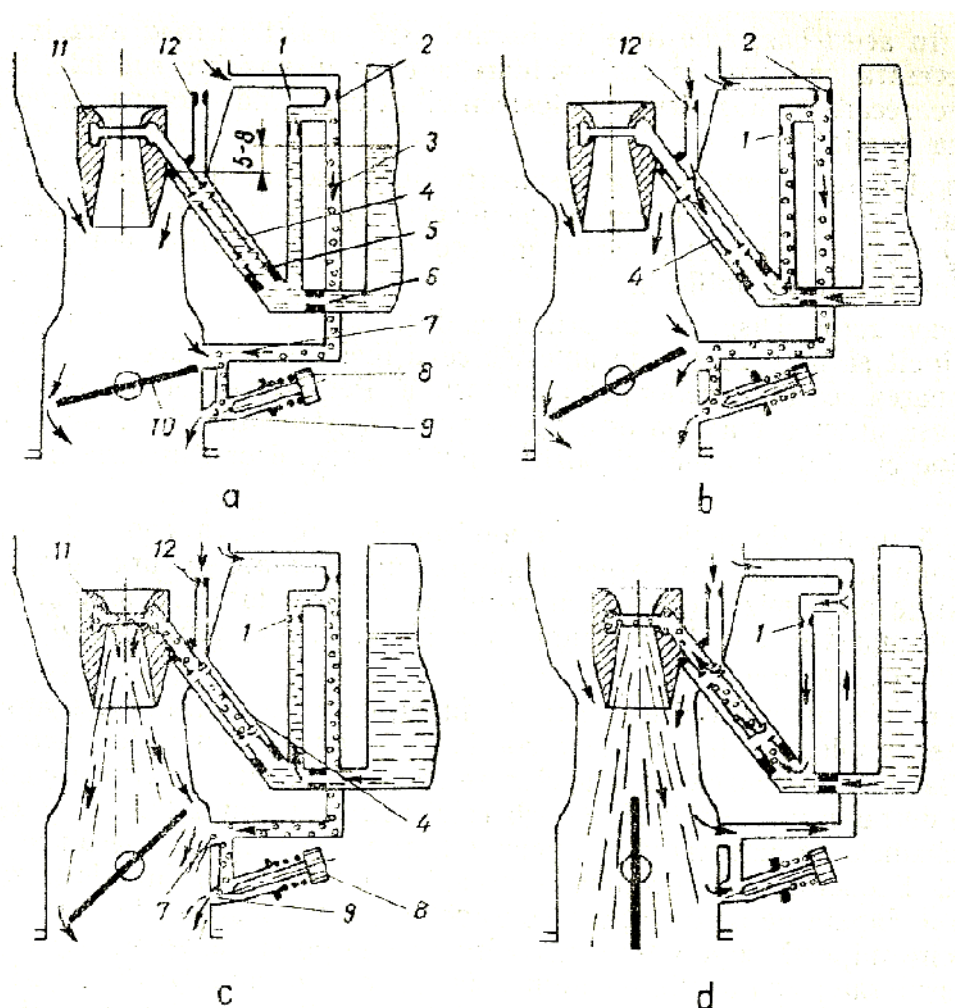


Fig.I.7

- a – la turația de mers în gol; b – la sarcini reduse; c – la sarcini mijlocii; d – la sarcina maxim ;
 1 – jiclor de combustibil pentru mersul în gol; 2 – jiclorul de aer al sistemului de mers în gol; 3 – canal de emulsionare;
 4 – tubul de emulsionare al dispozitivului principal de dozare; 5 – jiclor de putere maxim ; 6 – jiclor principal;
 7 i 9 – orificii de emulsionare pentru mersul în gol; 8 – urub de reglaj; 10 – clapet de accelerație; 11 – difuzorul mic;
 12 – jiclorul de aer.

Atunci când clapeta de accelerație este complet deschis (fig.I.7.d), consumul de combustibil din dispozitivul principal de dozare crește, în timp ce prin orificiile dispozitivului de mers în gol încetează complet. În acest caz, jiclorul de combustibil 1 al dispozitivului de mers în gol lucrează ca un jiclor suplimentar de aer al dispozitivului principal de dozare. Aerul ptrunde în dispozitivul principal de dozare prin orificiile și canalul dispozitivului de mers în gol. Astfel, amestecul este sărit în mod excesiv, ceea ce face necesară aplicarea la carburatoare a unor dispozitive speciale, care permit o oarecare îmbogățire a amestecului, atunci când motorul funcționează în plină sarcină.

Funcționarea combinată a dispozitivului principal de dozare și a dispozitivului de mers în gol (dispus după jiclorul principal) permite carburatorului să pregătească un amestec carburant economic, atunci când motorul lucrează la sarcini mijlocii.

I.2.4. Economizorul

Dispozitivul principal de dozare al carburatorului este astfel reglat încât să pregătească un amestec ceva mai sărac. În acest fel, se asigură cea mai economică funcționare a motorului. Pentru ca motorul să poată, totuși, dezvolta puterea maximă, este necesar un amestec îmbogățit. Acest amestec se obține cu ajutorul unui dispozitiv numit economizor sau dispozitiv de putere.

După modul de acționare, economizoarele pot fi cu comandă mecanică sau pneumatică. Carburatoarele moderne sunt echipate cu unul sau cu două dispozitive economizoare. Economizorul poate să debiteze combustibil în camera de amestec a carburatorului direct sau prin intermediul dispozitivului principal de dozare.

De obicei, economizorul intră în funcțiune atunci când obturatorul este aproape complet deschis. Economizorul cu comandă pneumatică lucrează, uneori, și la deschiderea parțială a clapetei de accelerație, funcționarea fiind legată și de turația motorului. În figura 1.8 sunt reprezentate grafic schemele de acționare a economizoarelor. Economizorul cu comandă mecanică (fig.1.8.a) funcționează astfel: cât timp clapeta de accelerație 8 este închisă și motorul funcționează la sarcini mijlocii, supapa 4 a dispozitivului de putere este apăsată de arcul 3 în locul său. Combustibilul ajunge în camera de amestec 7 numai prin jiclorul principal 6. La trecerea motorului în domeniul sarcinilor mari (situație ce corespunde unei deschideri de 80...85%), pârghia 2 – articulată cu obturatorul – coboară și deschide, prin intermediul tijei 5, supapa 4 a economizorului. O cantitate suplimentară de combustibil începe să fie debitată în camera de amestec prin jiclorul de putere maxim 1, pe lângă jiclorul principal, îmbogățind amestecul.

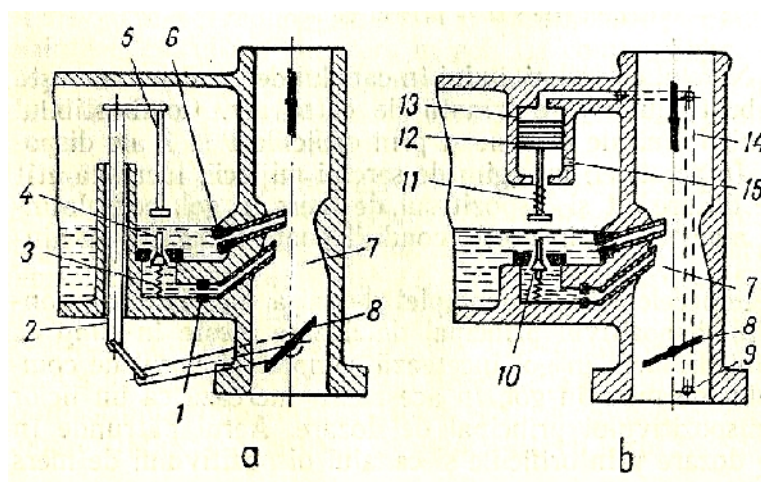


Fig.1.8

a – cu comandă mecanică ; b – cu comandă pneumatică ;

1 – jiclor de putere maxim ; 2 – pârghii ; 3 și 11 – arcuri ; 4 și 10 – supapele economizorului ; 5 – tijă ; 6 – jiclorul principal ; 7 – camera de amestec ; 8 – clapeta de accelerație ; 9 și 15 – orificii ; 12 – pistonul economizorului ; 13 – camera economizorului ; 14 – canal.

Economizorul cu comandă pneumatică (fig.1.8.b) deschide supapa 10 pentru îmbogățirea necesară a amestecului carburant, pe timpul funcționării motorului la sarcină maximă. Dacă clapeta de accelerație este închisă, atunci în fața ei se creează o depresiune accentuată, care se transmite, prin orificiul 9 și canalul 14, în camera 13 a economizorului. Pistonul 12 al economizorului se ridică, învingând tensiunea arcului 11, care comandă tija. Întotdeauna, sub piston se menține o presiune apropiată de cea atmosferică, deoarece acest spațiu comunică cu camera de nivel constant a carburatorului prin orificiul 15.

Prin deschiderea clapetei de accelerație, se micșorează atât presiunea de sub ea, cât și cea din partea superioară a camerei 13. În acest caz, pistonul 12 al economizorului, sub acțiunea arcului 11 (care se decompresionează), coboară, iar tija sa deschide supapa 10. Combustibilul capătă astfel posibilitatea să treacă din camera plutitorului în camera de amestec 7, ocolind dispozitivul principal de dozare și îmbogățind astfel amestecul.

Datorită faptului că funcționarea economizorului cu comandă pneumatică depinde de depresiunea creată în jurul orificiului 9, el începe să lucreze la o deschidere mai mică a clapetei de accelerație, comparativ cu dispozitivul de putere acționat mecanic. Această depresiune depinde atât de poziția obturatorului, cât și de turația motorului. Cu cât turația arborelui cotit este mai mică, cu atât mai mică este depresiunea în camera de amestec și cu atât mai mare este probabilitatea intrării în funcțiune a economizorului. Se admite că motorul funcționează cu clapeta de accelerație și pistonul economizorului se află în poziția superioară. Prin creșterea sarcinii (poziția obturatorului

nu se modific), se reduce turația arborelui cotit, scade depresiunea și intră în funcțiune economizorul.

I.2.5. Pompa de accelerație

Prin deschiderea bruscă a clapetei de accelerație, amestecul carburant care p trunde în cilindrii motorului devine mai s rac. Funcționarea motorului se înr ut țeste, fiind posibil chiar oprirea sa.

S r cirea amestecului carburant are loc ca urmare a p trunderii unei cantit ți mai mari de aer, deoarece densitatea sa este de circa 600 de ori mai mic faț de densitatea combustibilului, precum i datorit condens rii unei p rți a vaporilor de combustibil pe pereții colectorului de admisie, atunci când depresiunea din spatele clapetei de accelerație se micșoreaz .

Pentru a se preîntâmpina s r cirea amestecului carburant la trecerea bruscă a motorului de la sarcini mici la sarcinile mari, carburatoarele moderne sunt echipate cu pompe de accelerație montate separat sau împreun cu economizoarele. Acționarea pompelor poate fi mecanic sau pneumatic , cea mai mare r spândire având-o cele cu comand mecanic .

Schema funcțională a unei pompe de accelerație cu comand mecanic este prezentat în figura I.9. În rezervorul pompei este montat pistonul 5, a c rui tij este articulat cu bara 7 a pârgiei 4. Clapeta de accelerație 10, cu pârghia 2, este legat printr-o piesă intermediară cu pârghia 4. La închiderea clapetei de accelerație, pârghia 4, bara 7 și pistonul 5 se deplasează în sus, iar în rezervorul pompei – prin supapa invers 3 – p trunde combustibilul în camera plutitorului.

Pompa de accelerație este pus în funcțiune prin pârghia 2, fixat pe axul clapetei de accelerație. La deschiderea bruscă a obturatorului, pârghia 4 coboară repede și comprim arcul 6 cu bara 7. Pistonul care coboară apasă asupra combustibilului, supapa de refulare 3 se închide, iar supapa 8 a pompei se deschide, combustibilul fiind pulverizat prin jiclorul 1 în camera de amestec 9 a carburatorului.

Arcul 6, montat pe tija pistonului, asigură funcționarea prelungită a pompei de accelerație. Prin deschiderea progresivă a clapetei de accelerație, combustibilul se scurge prin jocul dintre piston și pereții rezervorului. Din această cauză, nu mai are loc pulverizarea combustibilului în camera de amestec. Scurgerea combustibilului din rezervorul pompei în camera de nivel constant este preîntâmpinată de supapa invers 3.

Atunci când pompa nu lucrează, arcul apasă etanș supapa 8 pe scaunul său. Când clapeta de accelerație este deschisă, ca urmare a deplasării fluxului de aer, în jurul jiclorului 1 se crează o depresiune. Aezarea etanșă a supapei se opune posibilității aspirației combustibilului din rezervorul pompei de accelerație în camera de amestec a carburatorului.

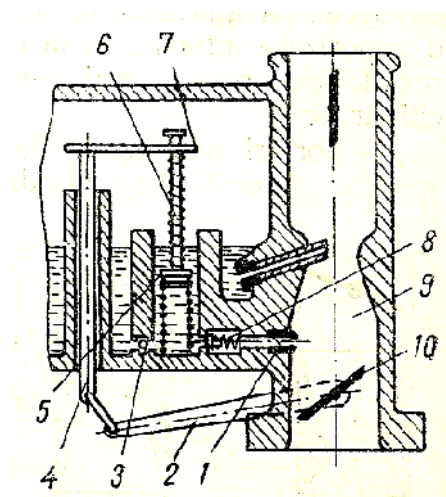


Fig.I.9

- 1 – jiclor; 2 – pârghie; 3 – supapă de refulare (invers); 4 – pârghie; 5 – piston; 6 – arc; 7 – bară; 8 – supapă; 9 – cameră de amestec; 10 – clapetă de accelerație.

I.3. SISTEME DE INECȚIE A BENZINEI

I.3.1. Sistemul de injecție K-Jetronic

Unul dintre primele sisteme de injecție care a dat rezultate satisfăcătoare a fost **sistemul K-Jetronic** (fig.I.10). Instalația funcționează astfel: pompa electrică 2 aspiră combustibilul din rezervor și îl trimite către acumulatorul 3, iar apoi în filtrul 4. De aici, combustibilul ajunge în unitatea de cântărire, care este o parte componentă a regulatorului de amestec sub presiune 5.

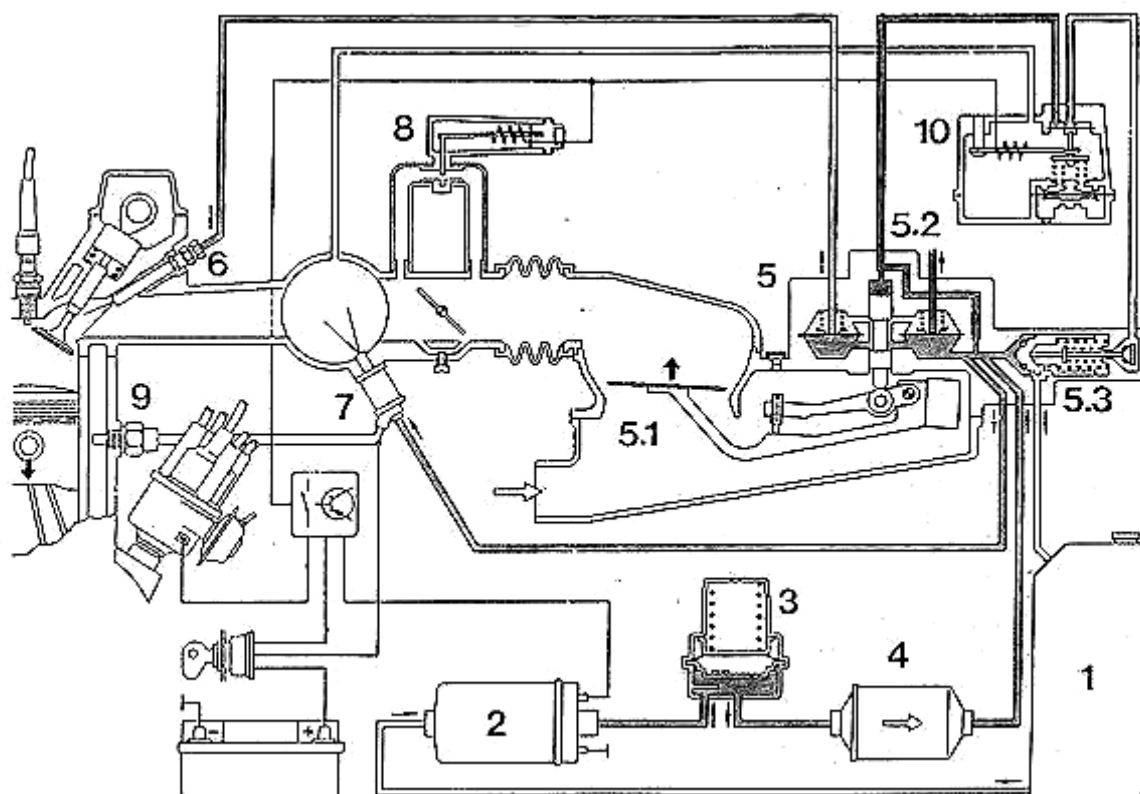


Fig.I.10

1 – rezervor; 2 – pomp electric ; 3 – acumulator de combustibil; 4 – filtru; 5 – regulator de amestec; 6 – injector; 7 – injector de pornire; 8 – comanda aerului adiționat; 9 – termocontact temporizat; 10 – regulator de amestec.

Presiunea de combustibil este p_{strat} constant în partea de reglare a presiunii din dispozitivul de distribuție, care trimite combustibilul către injectoare. O componentă importantă a circuitului este debitmetrul de aer, care funcționează conform principiului corpurilor flotante: platoul circular se ridică într-un flux de aer de formă conică, până când forța de apăsare a aerului, care se exercită pe fața platoului, echilibrează greutatea acestuia. Informația este transmisă unui sistem de pârghii mecanice care dirijează combustibilul la injectoare, în funcție de ordinea de aprindere a motorului. În această poziție de echilibru, care este funcție de cantitatea de aer aspirat, pistonul de comandă plasează într-o poziție determinată regulatorul de carburant.

Un rol important în funcționarea instalației îl are termocontactul temporizator (fig.I.11). Datorită relației lineare dintre debitmetru și distribuitorul de carburant și datorită pârghiei de acționare, asupra pistonului de comandă (care reunește cele două părți într-o singură unitate), se obține o adaptare precisă și stabilă, pentru asigurarea unui coeficient de exces de aer $\alpha = 1$.

Termocontactul reprezintă, de fapt, un circuit electromagnetic, care controlează durata injecției pe timpul pornirii motorului sau întrerupe funcționarea acestuia atunci când temperatura este ridicată.

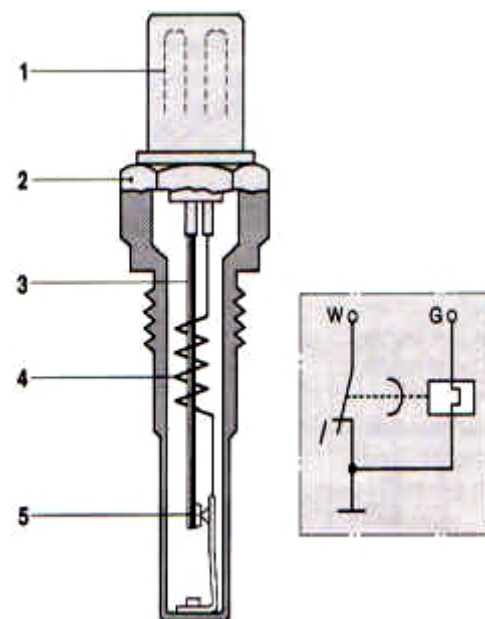


Fig.I.11

1 – conexiune electrică ; 2 – hexagon de strângere; 3 – element bimetalic; 4 – înfășurare de încălzire; 5 – contact.

I.3.2. Sistemul de injecție KE-Jetronic

Pe măsura progresului tehnologic, s-a simțit nevoia unui sistem mai complex, cu informații mai precise, care să asigure combinarea sistemelor mecanice de injecție cu cele electrice. O încercare care, pentru perioada respectivă a fost un real succes, îl reprezintă **sistemul KE-Jetronic** (fig.I.12). Construit pe baza schemei K-Jetronic, folosind aceeași structură de reglare, acest sistem de injecție are înlocuite regulatoarele mecanice de presiune cu altele comandate electric, în baza datelor funcționale preluate de la senzori. Se poate astfel asigura optimizarea formării amestecului carburant.

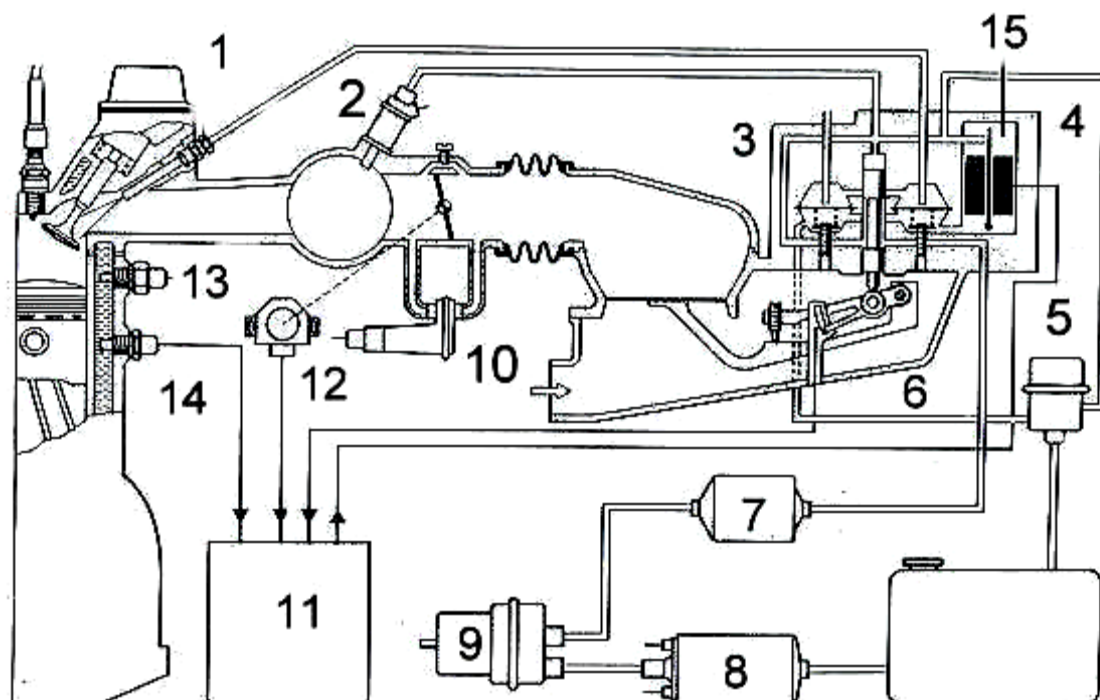


Fig.I.12

1 – injector; 2 – injector de pornire; 3 – regulator de amestec; 4 – regulator de presiune; 5 – regulator; 6 – debitmetru; 7 – filtru; 8 – pompă electrică; 9 – acumulator de combustibil; 10 – regulator de aer; 11 – bloc electronic; 12 – senzor al poziției obturatorului; 13 – termocontact temporizat; 14 – senzor de temperatură; 15 – pompa de presiune a combustibilului.

Semnalele sunt preluate de la diverși senzori cum ar fi: potențiometrul pentru stabilirea poziției platoului debitmetrului, termocontacte, sonda lambda. Aceste semnale sunt prelucrate de un modul electric pentru pregătirea amestecului și vor asigura funcții precum: îmbogățirea amestecului la pornire, la accelerații sau la suprasarcini, reglarea coeficientului de exces de aer etc.

I.3.3. Sistemul de injecție L-Jetronic

Sistemul de injecție L-Jetronic aduce îmbunătățiri sistemului KE-Jetronic, folosind din ce în ce mai mult electronica. Ceea ce aduce nou acest sistem este înregistrarea unor parametri, prin intermediul unității electronice. În rest, sistemul se păstrează, având aceeași structură ca și la KE-Jetronic. În figura I.13 este prezentată schema debitmetrului de aer utilizat în cadrul acestui sistem.

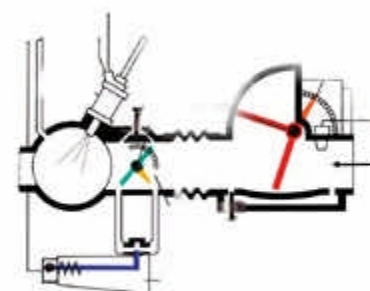


Fig.I.13

1 – injector de pornire; 2 – clapet de accelerație; 3 – volum de compensare; 4 – controlerul aerului adițional.

I.3.4. Sistemul de injecție MONO-Jetronic

Sistemul MONO-Jetronic (fig.I.14) constituie un sistem de injecție, care utilizează un singur injector electromagnetic, situat într-o poziție centrală în colectorul de admisie (înaintea clapetei de accelerație), cu pulverizare intermitentă și reglaj prin poziția clapetei de accelerație. Sistemul de alimentare cu combustibil constă în rezervor, pompă electrică, filtru, regulator de presiune, injector. Diferența dintre presiunea combustibilului și presiunea în colectorul de admisie este menținută constantă (la o valoare de 0,1 MPa) de către un sistem de reglare hidraulic.

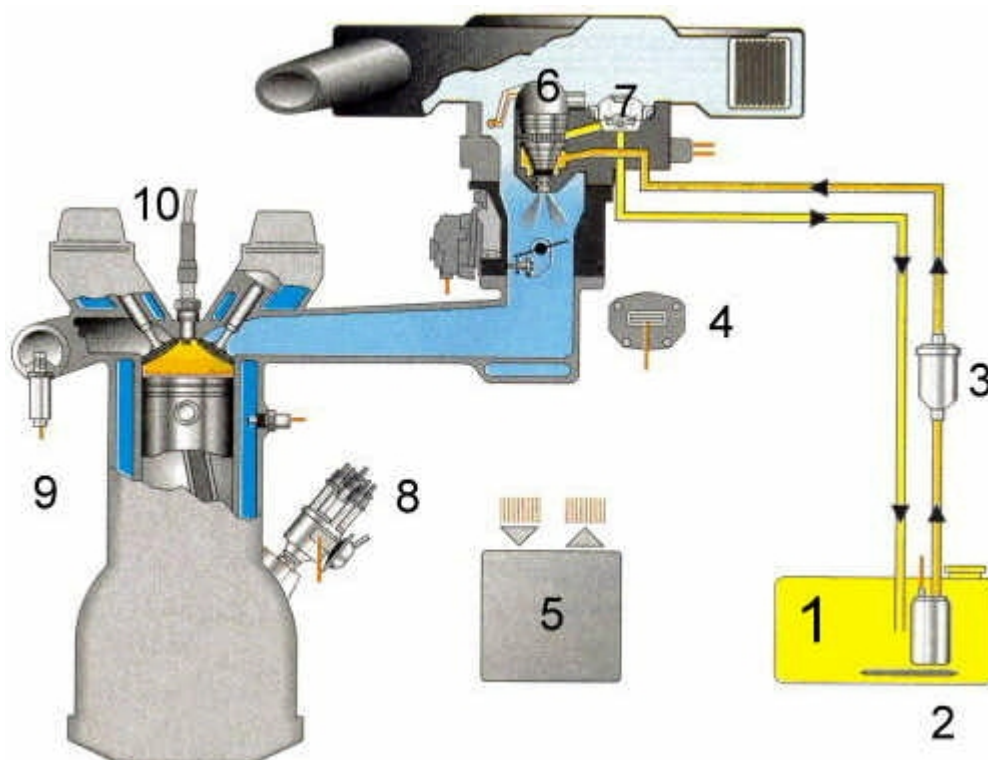


Fig.I.14

1 – rezervor de combustibil; 2 – pompă de benzină; 3 – filtru; 4 – potențiometrul clapetei; 5 – unitate de comandă; 6 – injector; 7 – regulator de presiune; 8 – distribuitor de aprindere; 9 – sondă lambda; 10 – bujie.

I.3.5. Sistemul de injecție Motronic

Sistemul Motronic (fig.I.15) este un sistem relativ nou, care încearcă să optimizeze pe cât posibil amestecul din camera de ardere. În acest caz, dispărește delcoul (un element mecanic), însă se introduce o aprindere electronică de o înaltă calitate.

Această instalație s-a dovedit economică și foarte ecologică, în același timp. Unitatea electronică de comandă ("calculatorul") prelucrează digital semnalele de intrare și calculează durata de injecție și sfârșitul injectării combustibilului. Ea cuprinde un microprocesor specializat, un program implementat într-o memorie de date, un convertor analog/digital, un multiplexor de intrare, amplificatoare de intrare și ieșire.

Unitatea determină o durată de injecție de bază pornind de la unghiul de deschidere al clapetei de accelerație și de la turație. Ea cuprinde o memorie de bază de date cu 15 unghiuri ale clapetei și 15 puncte de turație. Aceste 225 de puncte de referință, memorate pentru $\alpha = 1$, vor corespunde tot atâtor durate de injecție de bază. Microprocesorul are implementat un algoritm adaptiv, care va înregistra o abatere sigură de la valorile din baza de date. Astfel, toleranțele individuale ale instalației de injecție sau ale motorului vor fi compensate.

Sistemul a fost într-o continuă perfecționare. Astfel, din 2002 motoarele de la Volkswagen sunt echipate cu acest sistem de injecție mult mai performant, atât din punct de vedere economic,

cât și ecologic. Noul sistem a fost denumit FSI și, ca particularitate, folosește tot mai mult electronica, unitatea de comandă jucând un rol esențial în funcționarea optimă a motorului. În loc de 225 de puncte de referință, FSI-ul folosește 400 de puncte, iar $\lambda = 1$ este înlocuit cu o sondă lambda $1 < \lambda < 1,1$ care compensează pierderile de energie prin frecare din mecanismele existente în motor.

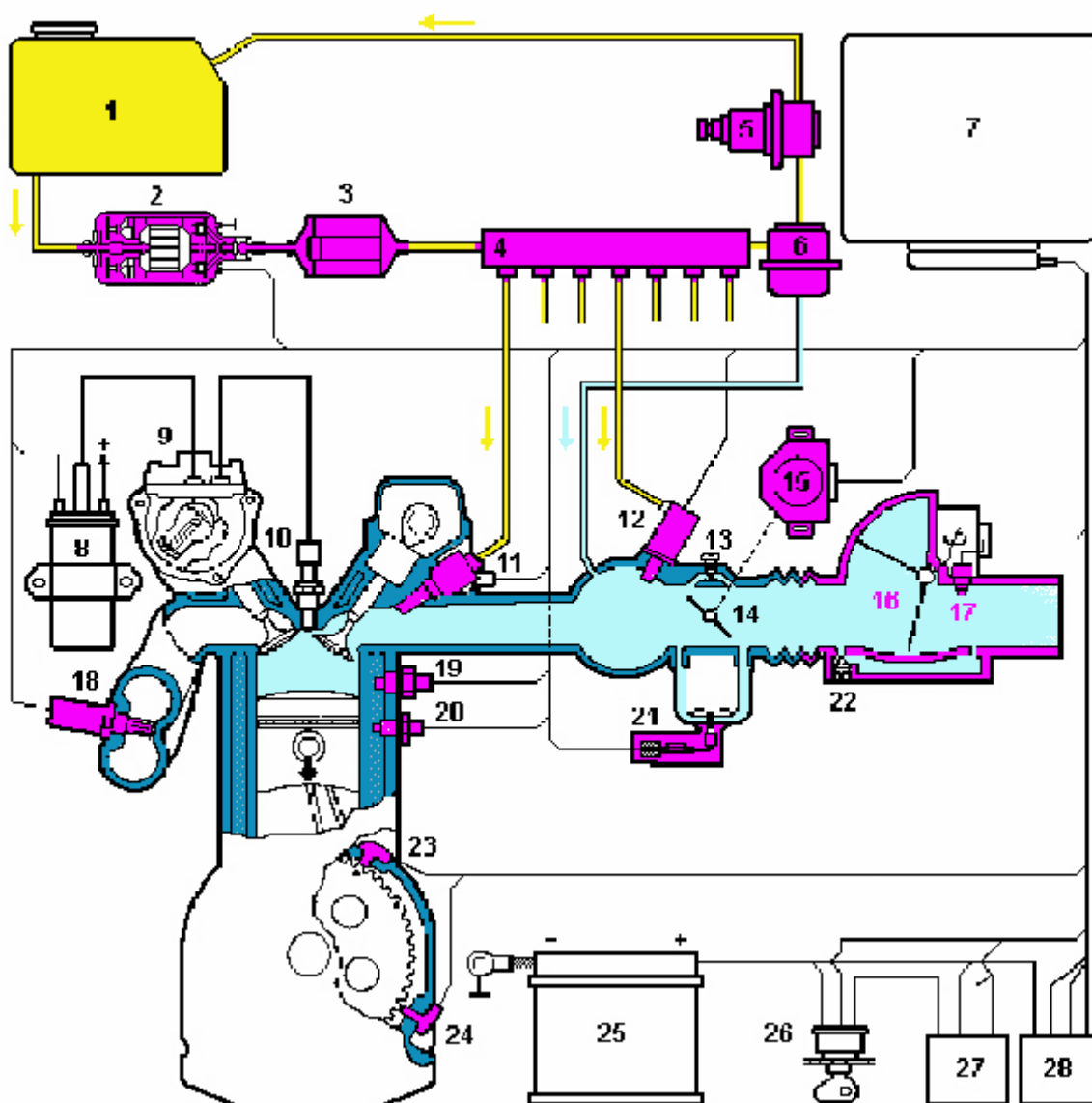


Fig.I.15

1 – rezervor; 2 – pompă de benzină; 3 – filtru de benzină; 4 – ramplu comun; 5 – supap de retur; 6 – dispozitiv cu supap unisens; 7 – unitate electronică centrală (ECU); 8 – bobină de inducție; 9 – circuit electric de aprindere; 10 – bujie; 11 – injector; 12 – injector de pornire; 13 – dispozitiv de reglare a aerului; 14 – clapet de accelerație; 15 – traductor de măsurare a poziției clapetelor de accelerație; 16 – debitmetru; 17 – senzor care corelează informația preluată de debitmetru cu cea de intrare; 18 – sonda lambda; 19 – senzor; 20 – senzor de temperatură; 21 – regulator de aer; 22 – dispozitiv de reglare a aerului; 23 – senzor de presiune; 24 – senzor informare poziție PMI; 25 – acumulator; 26 – contact de pornire; 27 și 28 – relee de pornire.

În figurile I.16, I.17, I.18 și I.19 sunt prezentate alte configurații uzuale ale sistemelor de injecție Motronic utilizate la motoarele unor autoturisme Peugeot și Citroën.

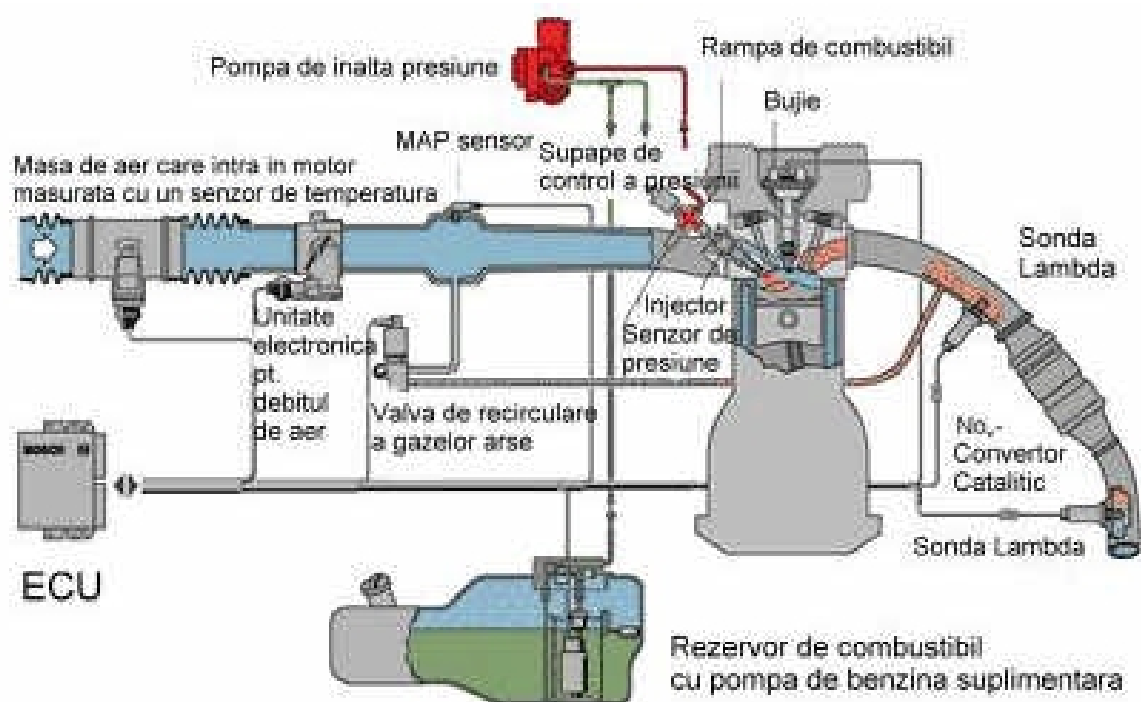


Fig.I.16

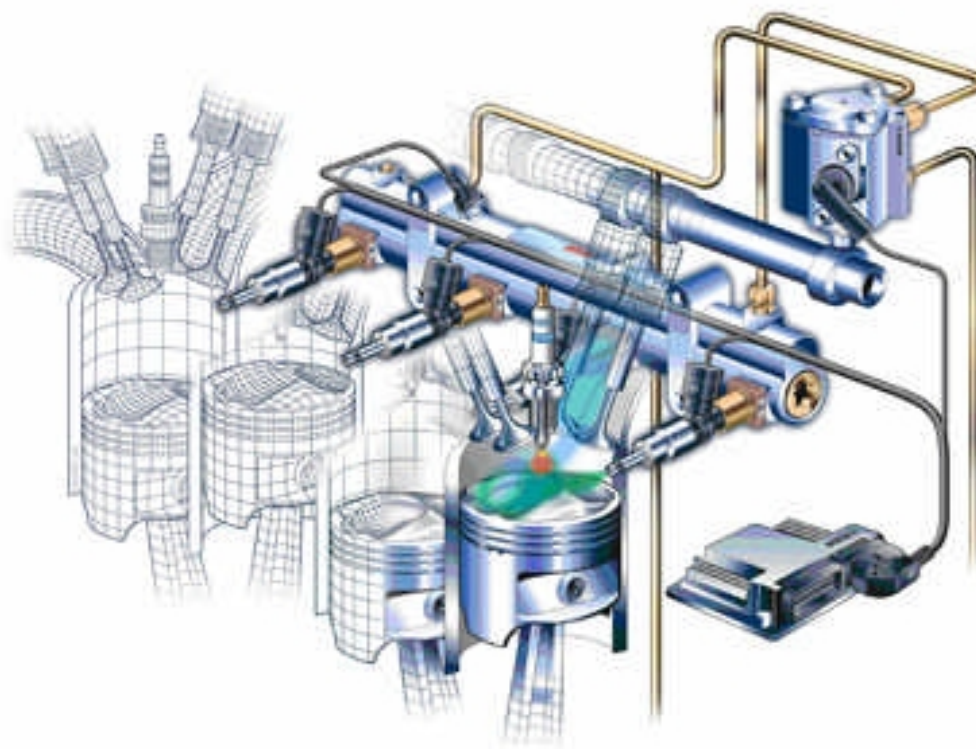


Fig.I.17

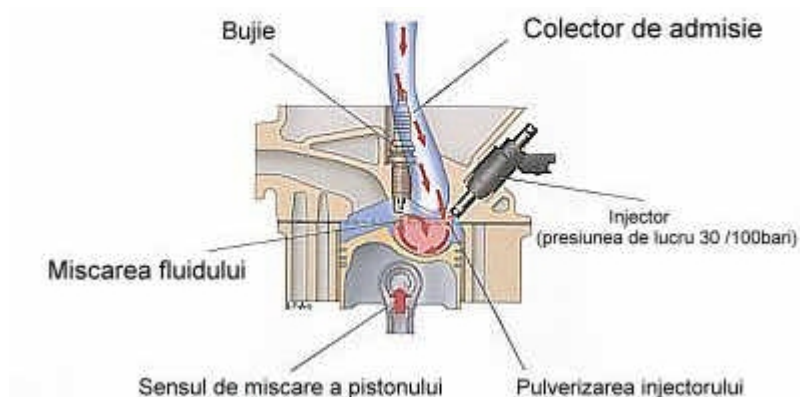


Fig.I.18

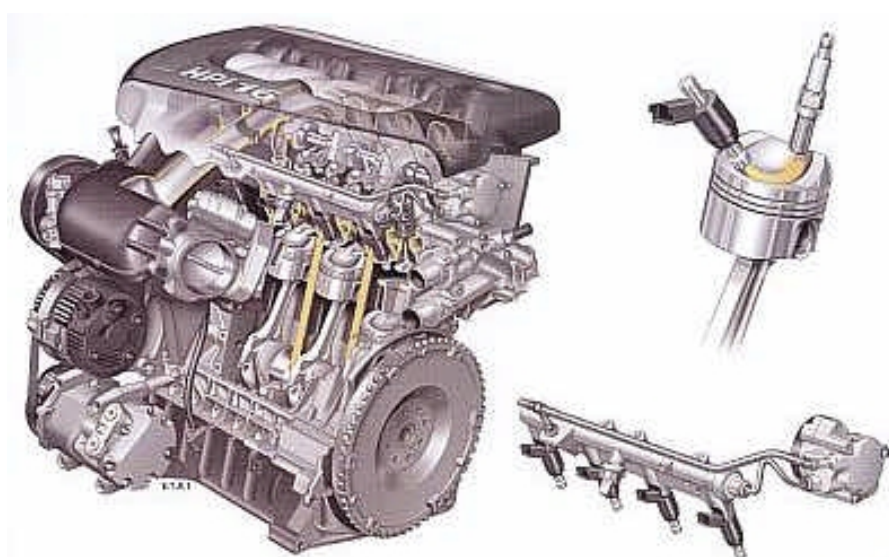


Fig.I.19

I.4. PERFORMANȚELE DINAMICE ȘI EMISIILE POLUANTE ALE MOTOARELOR CU INJEȚIE DIRECTĂ A BENZINEI

Parametrii care au cea mai mare influență asupra unui motor în ceea ce privește randamentul sunt raportul de comprimare și raportul aer/combustibil (λ). Prin mărirea raportului de comprimare se obține o putere sporită și o reducere a consumului de combustibil. Puterea sporită se datorează creșterii presiunii din cilindru la sfârșitul comprimării, ceea ce impune o presiune mai mare pe cursa de destindere, deci un cuplu mai mare. Motoarele cu injecție indirectă au un raport de comprimare în jur de 9...10. O valoare mai mare de 10 face ca fenomenele distructive, precum detonația, să fie prezente în locul arderii normale.

În cazul injecției directe, în momentul injecției, temperatura din cilindru scade, deoarece o parte din cilindru este absorbit de carburant pentru vaporizare. Astfel, se elimină detonația care apare în principal datorită unei temperaturi foarte ridicate la sfârșitul cursei de comprimare. Motoarele cu injecție directă de benzină funcționează cu rapoarte de comprimare mai ridicate de 11...12.

Cel mai mic consum de combustibil se obține atunci când amestecul aer-carburant este un pic mai s răc decât amestecul stoichiometric. Cu alte cuvinte, trebuie introdus în cilindru mai mult aer decât este necesar, pentru a avea o ardere complet a benzinei. Unul dintre inconvenientele sistemelor de injecție indirect, comparativ cu injecția direct, este modul de funcționare cu amestec stoichiometric, utilizarea amestecurilor s răce nefiind posibil. În cazul motoarelor cu injecție direct, se poate controla raportul aer-carburant din cilindru în sensul stratificării acestuia. În figura I.20 este prezentat camera de ardere Ecotec 2.0L I-4 DI Turbo, care permite stratificarea amestecului.

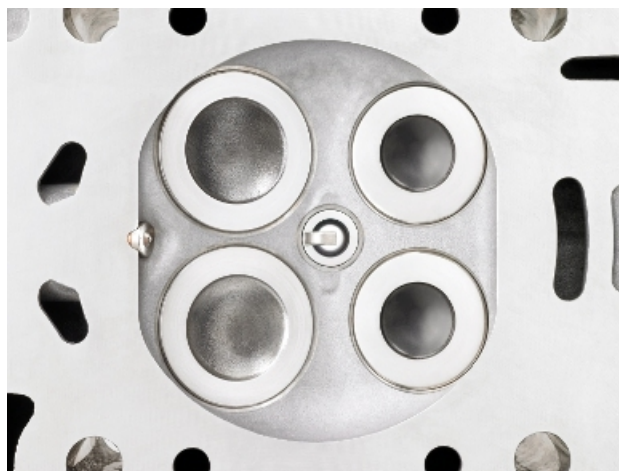


Fig.I.20

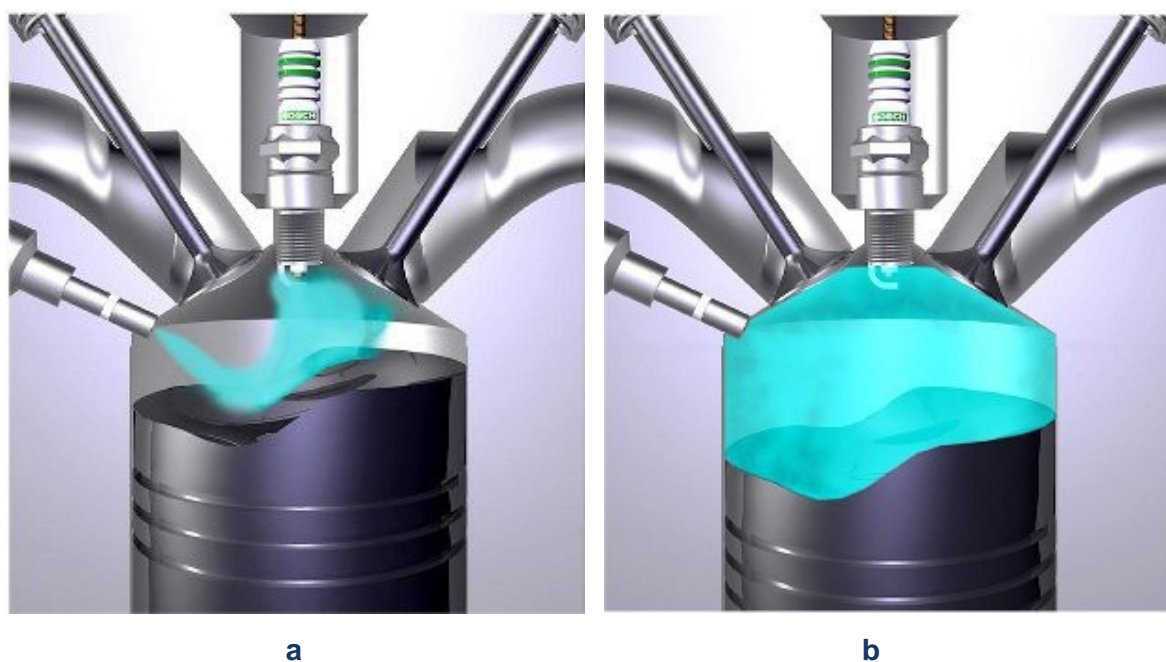


Fig.I.21

a – amestec stratificat; b – amestec omogen.

Stratificarea înseamnă un amestec foarte bogat în jurul bujiei (pentru a facilita aprinderea) și foarte s răc în apropierea pistonului și a pereților cilindrului. Funcționarea cu amestec s răc în apropierea pistonului și a cilindrului creează o izolare termică a nucleului de ardere, ceea ce reduce semnificativ transferul de căldură către blocul motor și pistoane. Astfel se obține o îmbunătățire a randamentului termic ce are ca efect scăderea consumului de combustibil.

Un sistem de injecție indirect funcționează tot timpul cu amestec omogen, raportul aer-combustibil fiind aproximativ același în interiorul cilindrului. Avantajul sistemelor de injecție direct

este controlul jetului de combustibil, astfel încât se poate obține un amestec stratificat. Amestecul stratificat se obține prin injectarea benzinei spre sfârșitul cursei de comprimare, jetul de combustibil fiind ghidat către bujie.

Funcționarea în mod stratificat asigură o reducere a consumului de combustibil de la 15 la 20%, comparativ cu un motor cu injecție indirect. În acest mod de funcționare, obturatorul este folosit foarte puțin, pentru a permite funcționarea EGR-ului și pentru a crea vacuum pentru sistemele servo-asistate. Utilizarea într-o măsură mai mică a obturatorului face ca randamentul volumetric să crească, umplerea cilindrului cu aer fiindându-se mai bine.

Dezavantajul acestui mod de funcționare, cu amestec stratificat, este necesitatea utilizării sistemelor de reutilizare a gazelor de evacuare, pentru reducerea emisiilor de oxizi de azot (NO_x). Deoarece amestecul este sărac, cantitatea de oxigen este în exces, ceea ce conduce la emisii mai ridicate de NO_x , comparativ cu un motor cu injecție indirect. Astfel, pentru motoarele cu injecție direct de benzină, este necesară utilizarea EGR-ului pentru reducerea emisiilor de oxizi de azot.

Funcționarea în mod stratificat se face la turații scăzute și sarcini parțiale, când nu sunt necesare accelerații intense ale motorului. Benzina este injectată cu puțin timp înainte ca pistonul să ajungă la sfârșitul cursei de comprimare, astfel fiind posibil reorientarea jetului în jurul bujiei, pentru o aprindere facilă. La sarcini mari ale motorului, funcționarea în mod stratificat poate conduce la emisii de particule, deoarece amestecul aer-combustibil poate să fie foarte bogat în jurul bujiei și să nu ardă complet. De asemenea, la turații mari ale motorului, curgerea aerului în cilindri este turbulentă, ceea ce face imposibilă obținerea unui amestec stratificat.

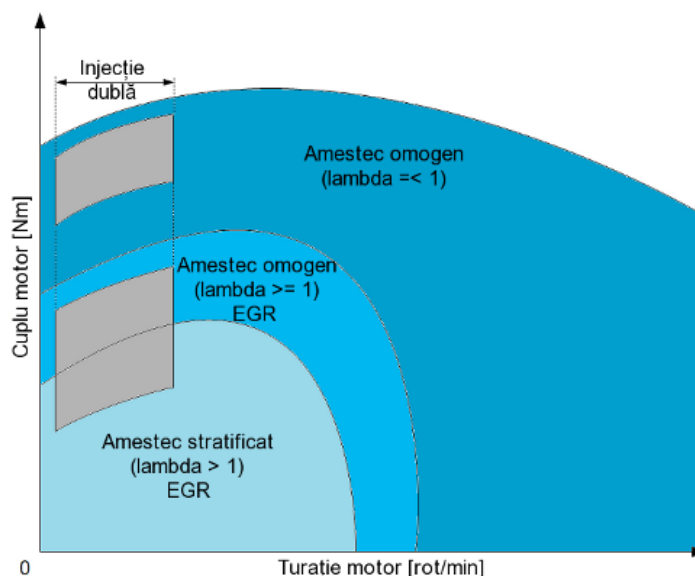


Fig. I.22

Regimurile de funcționare cu turații ridicate sau sarcini mari (accelerații intense) impun funcționarea cu amestec omogen. În acest mod de funcționare, combustibilul este injectat în timpul cursei de admisie, turbulențele aerului din cilindru facilitând omogenizarea amestecului. În funcție de sarcina motorului, amestecul omogen poate fi sărac ($\lambda > 1$), stoichiometric ($\lambda = 1$) sau bogat ($\lambda < 1$), în cazul în care motorul este la sarcină totală (pedala de accelerație este apăsată 100%). Datorită omogenității amestecului, emisiile de oxizi de azot sunt reduse și astfel nu mai este necesară funcționarea EGR-ului. Injecția direct de benzină FSI 2.0 Audi este ilustrată în figura I.23.

Amestecul omogen sărac aduce avantajul unui consum redus de combustibil, dar impune utilizarea EGR-ului pentru reducerea emisiilor de oxizi de azot. Acest mod face tranziția între amestecul stratificat și cel omogen. Pe măsură ce ne apropiem de modul de funcționare omogen (stoichiometric sau bogat), se utilizează modul de funcționare cu amestec omogen parțial stratificat. În acest mod de funcționare, injecția este divizată.



Fig.I.23

a – amestec omogen; b – amestec stratificat.

Prima injecție (principală), ce conține majoritatea cantității de combustibil, se realizează în timpul cursei de admisie, obținându-se astfel un amestec omogen și răc în cilindru. Când pistonul se apropie de sfârșitul cursei de comprimare, se face a doua injecție (secundară) care conduce la o stratificare a amestecului în zona bujiei.

Acest mod de funcționare, prin divizarea injecției, conduce la reducerea emisiilor de particule și la un consum mai redus de combustibil. Injecția divizată este utilizată și pentru a grăbi încălzirea catalizatorului, prin efectuarea injecției secundare pe cursa de evacuare, ceea ce conduce la continuarea arderii pe galeria de evacuare.

Obținerea amestecului stratificat se face prin ghidarea jetului de combustibil injectat în cilindru, astfel încât amestecul bogat să fie prezent în dreptul bujiei, pentru a facilita aprinderea. Ghidarea jetului spre bujie se face, în principal, prin trei metode:

- ghidarea cu peretele (fig.I.24.a);
- ghidarea cu aerul (fig.I.24.b);
- ghidarea directă a jetului (fig.I.24.c).



Fig.I.24

Ghidarea jetului cu peretele presupune transportul jetului de combustibil spre bujie, utilizând suprafața pistonului. Combustibilul este injectat spre piston, iar datorită mișcării acestuia la sfârșitul cursei de comprimare, jetul este redirectionat spre bujie. Dezavantajul acestei metode

constă în faptul că o parte din combustibilul injectat pe capul pistonului se depune, nu se evaporă total, ceea ce are impact asupra creșterii consumului de combustibil și asupra emisiilor de hidrocarburi (HC) și de monoxid de carbon (CO).

Ghidarea jetului cu aerul (VW) utilizează – pentru fiecare cilindru – câte o paletă de redirectionare a aerului (montate în galeria de admisie), cu ajutorul căreia se controlează curentul de aer. Astfel jetul de combustibil injectat este purtat de către curenții de aer către bujie. Avantajul acestei metode se datorează izolării jetului de combustibil cu aer, ceea ce se traduce în consum de combustibil și emisii mai mici. În figura I.25 este reprezentată ghidarea cu aer a jetului pentru injectorul lateral Ecotec 2.0L I-4 DI Turbo.



Fig.I.25

Ghidarea directă a jetului (Mercedes, BMW – fig.I.30) se obține prin plasarea injectorului în vecinătatea bujiei. Teoretic, această metodă este cea mai eficientă, deoarece elimină fenomenul depunerii combustibilului pe piston sau pe pereții cilindrului. De asemenea, acest mod de ghidare a jetului este mai puțin sensibil la fluctuațiile curenților de aer din cilindru. Dezavantajul este dat de fiabilitatea mai redusă a bujiei, datorită depunerilor de carbon, depuneri provenite din arderea incompletă a combustibilului.



Fig.I.26