

COMPONENTE ALE INSTALAȚIILOR DE ALIMENTARE CU COMBUSTIBIL: POMPE DE ALIMENTARE, FILTRE, REZERVOARE

1. POMPELE DE ALIMENTARE CU COMBUSTIBIL

1.1. Rolul funcțional

Pentru asigurarea unei umpleri corespunzătoare a pompei de injecție (carburatorului), în instalația de alimentare cu combustibil se prevede o pompă de alimentare care trebuie să furnizeze un debit de combustibil mai mare decât consumul orar al motorului de 15...30 ori la m.a.c. și de 3...5 ori la m.a.s.

Pentru realizarea acestei funcțiuni, în raport de caracteristicile motorului, se folosesc mai multe tipuri de pompe de alimentare: cu piston, cu membrană, cu roți din ate, cu paletе. Deoarece pompele de alimentare refulează un debit mult mai mare decât cel necesar, la pompele cu piston și la cele cu membrană, cursa de refulare trebuie să fie elastică pentru a asigura autoreglarea. La celelalte tipuri de pompe, se prevăd supape de preaplin care deviază debitul suplimentar de combustibil din circuitul principal în amonte pompei.

1.2. Pompa de alimentare cu piston

Pompele de alimentare cu piston se realizează în două variante: cu simplu efect și cu dublu efect.

Pompa cu piston cu simplu efect (fig.5.1.a) este antrenată de arborele cu came 1, prin intermediul excentricului 2. Mișcarea este transmisă tachelului cu rolă 3, tijei împingătoare 4 și, în final, pistonului 5, care este acționat pe partea opusă de arcu 6.

În corpul 7 sunt montate ventilele de aspirație 8 și de refulare 9. Combustibilul este aspirat în spațiul de aspirație A, prin ventilul 8, în momentul în care pistonul 5 execută cursa de refulare, sub acțiunea arcu 6 (cursa marcată prin linie continuă – fig.5.1.a). În spațiul de refulare R, combustibilul pătrunde din spațiul A prin ventilul 9, în momentul în care pistonul 5 este acționat de către excentricul 2, tachelul 3 și tija 4 (cursa marcată prin linie întreruptă – fig.5.1.a).

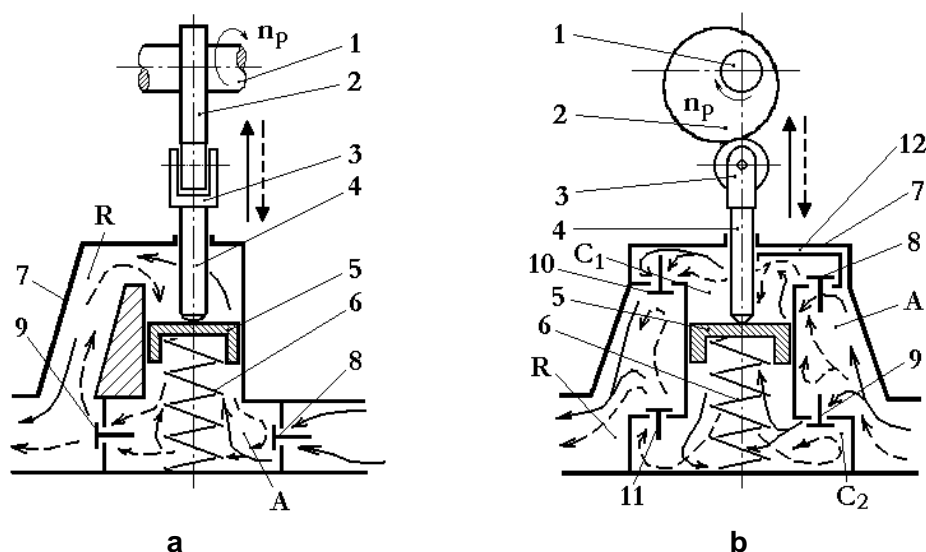


Fig.5.1

Cursa pistonului 5, efectuată sub acțiunea arcului 6, folosește atât la refularea combustibilului către carburator (pompa de injecție), cât și la umplerea cu combustibil a spațiului de aspirație A. Cursa pistonului efectuată sub acțiunea excentricului folosește numai la umplerea cu combustibil a spațiului de refulare R. Valoarea cursei de refulare a pistonului 5 este variabilă, ea depinzând de valoarea contrapresiunii din spațiul de refulare R. Dacă valoarea contrapresiunii este ridicată, forța creată de aceasta asupra pistonului reduce o parte din forța arcului 6, ca atare, pistonul execută numai o porțiune din cursa de refulare. Când forța creată de contrapresiunea din spațiul R învinge forța arcului 6, pistonul 5 nu se mai deplasează în cursa de refulare, deci, debitul de combustibil refulat este nul.

Pompa de alimentare cu piston cu simplu efect asigură debite de 1...10 kg/min și presiuni de refulare de circa 2 bar. Debitul de combustibil refulat se poate determina cu relația

$$Q_{pa} = 10^{-6} \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot s \cdot n_p \cdot \rho \cdot \eta_v \text{ [kg/min]}, \quad (5.1)$$

în care: d reprezintă diametrul pistonului [mm]; s – cursa pistonului imprimată de arc (se consideră egală cu cursa imprimată de excentric) în mm; n_p – turația pompei (excentricului), în rot/min; ρ – densitatea motorinei [kg/dm³]; η_v – randamentul volumetric ($\eta_v=0,93...0,96$ pentru pompele bine executate și bine întreținute).

Pompa cu piston cu dublu efect (fig.5.1.b) are caracteristic faptul că refularea combustibilului către pompa de injecție (carburator) se produce în ambele curse ale pistonului 5. Astfel, la deplasarea pistonului sub acțiunea excentricului 2 (cursa marcată prin linie întreruptă – fig.5.1.b) se deschide ventilul de refulare 11, iar combustibilul din camera de acumulare C_2 trece în spațiul de refulare R și, de aici, către pompa de injecție (carburator). În același timp, se deschide și ventilul de aspirație 8 și combustibilul din spațiul de aspirație A trece în camera de acumulare C_1 .

La deplasarea pistonului 5 sub acțiunea resortului 6 (cursa marcată prin linie continuă – fig.5.1.b) se deschide ventilul de refulare 10, permițând trecerea combustibilului din C_1 în R. Concomitent, se reumple C_2 din A, prin deschiderea supapei de aspirație 9. Canalul 12 colectează scăpările de combustibil. Faptul că, la pompa cu dublu efect, ambele curse ale pistonului sunt active face ca debitul de combustibil refulat către pompa de injecție (carburator) să fie dublu (2...20 kg/min) față de pompa cu simplu efect, iar posibilitatea anulării acestuia în timpul funcționării să nu apară niciodată. Aceasta determină creșterea presiunii combustibilului în avalul pompei, la valori care-i impun limitarea; de regulă, limitarea se realizează la 3,5 bar, cu ajutorul unor supape montate pe traseul de joasă presiune, între pompa de alimentare și pompa de injecție (carburator).

Pompele de alimentare cu piston sunt prevăzute cu **pompe manuale de amorsare** care servesc la eliminarea aerului din instalația de alimentare cu combustibil. Pompele de amorsare funcționează după schema de principiu din figura 5.2. Pistonul 1 aspiră combustibilul din spațiul de aspirație al pompei de alimentare prin ventilul de aspirație 3, în momentul deplasării sale în cilindrul 2, în sensul săgeții cu linie întreruptă. Combustibilul este refulat, prin ventilul 4, în spațiul de refulare, în momentul în care pistonul 1 se deplasează în sensul săgeții cu linie continuă. După amorsare, pistonul 1 este în urubă, prin porțiunea filetată 5, în orificiul corespunzător din corpul 2. Pompele de amorsare sunt dimensionate astfel încât să asigure un debit de circa 6 cm³/cursă.

Pompele de alimentare cu piston (cu simplu sau dublu efect) intră, în general, în componența instalațiilor de alimentare cu combustibil a m.a.s.-urilor sau a m.a.c.-urilor rapide, de puteri mici și mijlocii.

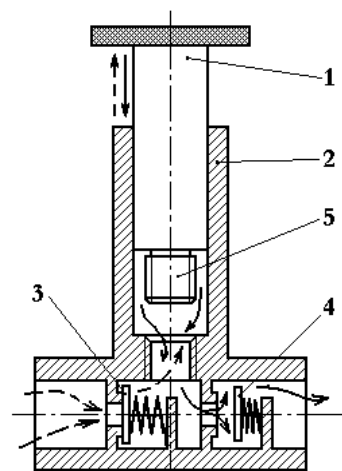


Fig.5.2

1.3. Pompa de alimentare cu membrană

În cazul m.a.s.-urilor, pentru deplasarea benzinei din rezervor spre filtre și carburator, se utilizează, cu precădere, pompe de alimentare cu membrană. Aceste pompe asigură debite de 3...5 ori mai mari decât consumul orar al motorului și presiuni de refulare de 1...3bar.

Pompele de alimentare cu membrană prezintă ca element principal de lucru membrana 1 (fig.5.3). Porțiunea centrală a membranei este fixată rigid de tija 4 prin intermediul talerelor 5 și a piuli ei 11. Porțiunea extremă a membranei este fixată între flanșele corpului 3 și ale capacului 2 ale pompei. În capatul 2 sunt prevăzute ventilele de aspirație 7 și de refulare 8, iar în corpul 3 pârghia de acționare 9 și arcul elicoidal cilindric 6. Cursa de aspirație (cursa marcată prin linie întreruptă în fig.5.3) are loc în momentul în care excentricul 10, prezent pe arborele cu came al motorului, acționează pârghia 9. În acest timp, arcul 6 este comprimat. Depresiunea creată de deplasarea membranei determină deschiderea ventilului de aspirație și trecerea benzinei în camera de acumulare C.

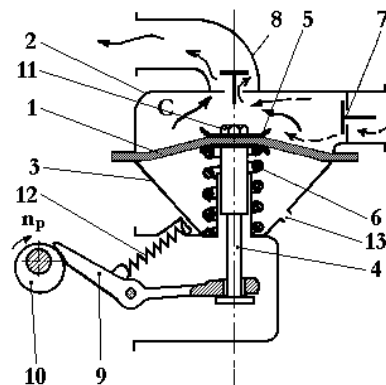


Fig.5.3

Cursa inversă a membranei se datorează destinderii arcului 6, ca urmare a eliberării pârghiei 9 de acțiunea excentricului 10. Se realizează astfel micșorarea volumului spațiului C, deci creșterea presiunii benzinei acumulate aici. Valoarea crescută a presiunii determină deschiderea ventilului de refulare și debitarea benzinei către filtre și carburator. Arcul 12 servește la menținerea contactului între pârghia 9 și excentricul 10, iar prin orificiul 13 practicat în corpul pompei se exercită presiunea atmosferică pe suprafața interioară a membranei.

Debitul refulat de pompa de alimentare cu membrană se calculează cu relația

$$Q_{pa} = 10^{-6} \cdot \frac{L}{4} \cdot \left[d^2 + \frac{(D-d) \cdot s}{3} \right] \cdot n_p \cdot \rho \cdot \eta_v \text{ [kg/min]}, \quad (5.2)$$

în care: D este diametrul nominal (de încadrare) al membranei (fig.5.4), în mm; d – diametrul talerului, în mm; s – cursa membranei, în mm; n_p – tura excentricului, în rot/min; ρ – densitatea combustibilului, în kg/dm³ și η_v – randamentul volumetric al pompei.

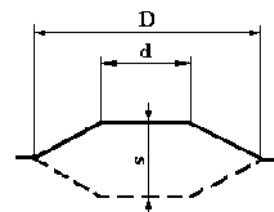


Fig.5.4

1.4. Pompa de alimentare cu roți din ate

Pompele de alimentare cu roți din ate se utilizează în instalațiile de alimentare cu combustibil ale m.a.c.-urilor. Pompele asigură debite de 70...500 kg/min și presiuni de refulare de circa 5 bar. Pentru reglarea presiunii combustibilului la valori care să nu deterioreze filtrele, precum și pentru menținerea unei presiuni constante în fața filtrelor, pompele cu roți din ate sunt prevăzute cu supape de descărcare de presiune constantă.

Schema de principiu a pompei de alimentare cu roți din ate este prezentată în figura 5.5.a. Angrenajul, format din roata conducătoare 2 și roata condusă 3, este pus în mișcare de arborele cu came al motorului sau de către un electromotor. În corpul 1 sunt practicate canale prin care se realizează aspirația și refularea combustibilului.

Supapa de siguranță, formată din bila 4 și arcul 5, asigură comunicația între aceste canale. Din spațiul de aspirație A, combustibilul este preluat de ambele roți în spațiile formate de fiecare pereche de dinți consecutivi și transportat pe la periferia roților în spațiul de refulare R. Valoarea constantă a acestui spațiu face ca presiunea locală să crească în timpul funcționării, datorită transportului continuu de combustibil prin golurile dintre dinți.

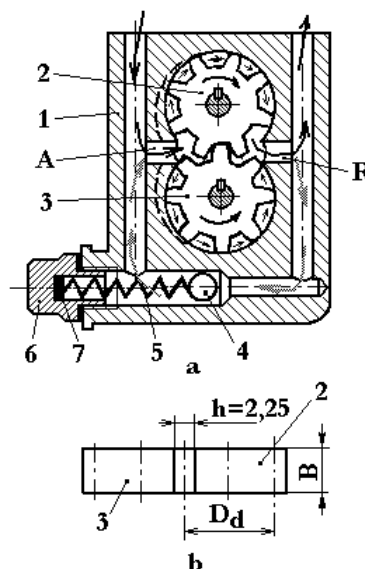


Fig.5.5

celor două roți din ate în carcasă. Dacă valoarea presiunii combustibilului depășește o anumită limită, dinainte reglată, atunci se deschide supapa 4, care permite accesul surplusului de combustibil în spațiul de aspirație A. Capacul 6 servește la reglarea valorii presiunii de refulare prin intermediul aibelor de reglaj 7.

Debitul de combustibil refulat de pompa cu roți din ate, în ipoteza că volumul golului dintre roți este egal cu volumul dintelui, se determină cu relația

$$Q_{pa} = 2,25 \cdot 10^{-6} \cdot \pi \cdot D_d \cdot m \cdot B \cdot n_p \cdot \rho \cdot \eta_v \text{ [kg/min]}, \quad (5.3)$$

în care: D_d reprezintă diametrul de divizare al roților din ate (fig.5.5.b), în mm; m – modulul roților din ate, în mm; B – lățimea dintelui, în mm; n_p – turația pompei, în rot/min; ρ – densitatea motorinei, în kg/dm³ și η_v – randamentul volumetric al pompei (50...74%).

1.5. Pompa de alimentare cu palete

Pompele de alimentare cu palete asigură transferul combustibilului în cazul m.a.i. de puteri mijlocii și mari. Pompele cu palete asigură debite de combustibil de 10...100 kg/min și presiuni de refulare de circa 5 bar.

Construcția de principiu a pompei cu palete este prezentată în figura 5.6. Rotorul 2 este montat excentric, cu excentricitatea e , în carcasa 1. În timpul funcționării, paletele (plăcuțele) 3 se deplasează radial în canalele practicate în rotor, datorită faptului că asupra lor se exercită o forță centrifugă, rămân în permanență în contact cu suprafața interioară a carcasei 1. Depresiunea creată la creșterea volumului dintre două palete consecutive și carcasă, în zona orificiului de aspirație A, determină procesul de aspirație a combustibilului în pompă. Scăderea aceluiași volum, în zona orificiului de refulare R, determină creșterea presiunii combustibilului și refularea acestuia către pompa de injecție.

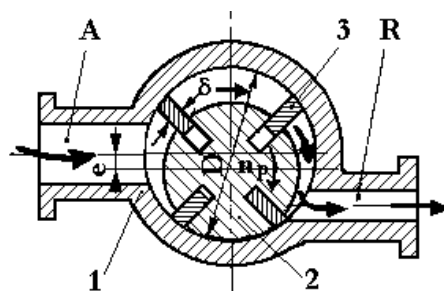


Fig.5.6

Debitul de combustibil refulat de pompa cu palete se determină cu relația

$$Q_{pa} = 2 \cdot 10^{-6} \cdot e \cdot B \cdot (\pi \cdot D - i \cdot \delta) \cdot n_p \cdot \rho \cdot \eta_v \text{ [kg/min]}, \quad (5.4)$$

în care: e este excentricitatea, în mm; B – lățimea paletelor, în mm; D – diametrul interior al carcasei, în mm; i – numărul de palete; δ – grosimea paletelor, în mm; n_p – turația rotorului, în rot/min; ρ – densitatea combustibilului, în kg/dm³ și η_v – randamentul volumetric.

2. FILTRELE DE COMBUSTIBIL

Filtrele de combustibil sunt destinate, în principal, reinerii impurităților solide existente în combustibilul care le traversează. Unele filtre sunt prevăzute și cu posibilitatea separării și sedimentării apei din combustibil. În cazul filtrelor fine, se asigură astfel protecția elementelor de mare precizie ale echipamentului de injecție (elementul de refulare, ventilul de refulare și pulverizatorul) împotriva uzărilor și a gripărilor premature.

Instalațiile de alimentare cu combustibil ale m.a.i. pot avea în dotare unul sau mai multe filtre. După destinație, acestea se împart în:

- filtre care asigură filtrarea prealabilă;
- filtre brute;
- filtre fine;
- filtre preventive.

Filtrarea prealabilă, realizată cu ajutorul sitei-filtru montate în gura de alimentare a rezervorului de combustibil, permite reinerii impurităților solide mari, care ar putea pătrunde în rezervor în timpul umplerii acestuia.

Filtrele brute asigură reținerea impurităților solide cu dimensiuni de 50...150 μm . Filtrele trebuie să opună rezistență mică la trecerea combustibilului prin elementul filtrant; în acest fel se asigură cu un debit de combustibil solicitat de pompa de alimentare.

Filtrele fine rețin impuritățile solide care au dimensiuni de peste 10 μm , care – la m.a.c.-uri, o dată ajunse în echipamentul de injecție, pot produce blocarea pistonului-serar, blocarea acului pulverizatorului sau obturarea orificiilor de pulverizare. Se montează după pompa de alimentare.

Filtrele preventive se montează la intrarea în injector pentru evitarea pătrunderii în pulverizator a impurităților solide de natură achiilor sau a undărilor, desprinse de pe conducta de înaltă presiune în momentul racordării acesteia la pompa de injecție și injector. Aceste filtre asigură reținerea particulelor cu dimensiuni de 40...100 μm , fiind realizate sub forma unor țije metalice care se montează în racordul injectorului.

2.1. Filtrele brute

Constructiv, filtrele brute de combustibil se compun dintr-o carcasă metalică, în interiorul căreia se află elementul de filtrare, și un capac, de asemenea metalic, în care sunt practicate orificiile de intrare și ieșire ale combustibilului. Asamblarea acestor elemente se realizează cu ajutorul unor uruburi speciale, iar etanșarea se asigură cu garnituri din cauciuc.

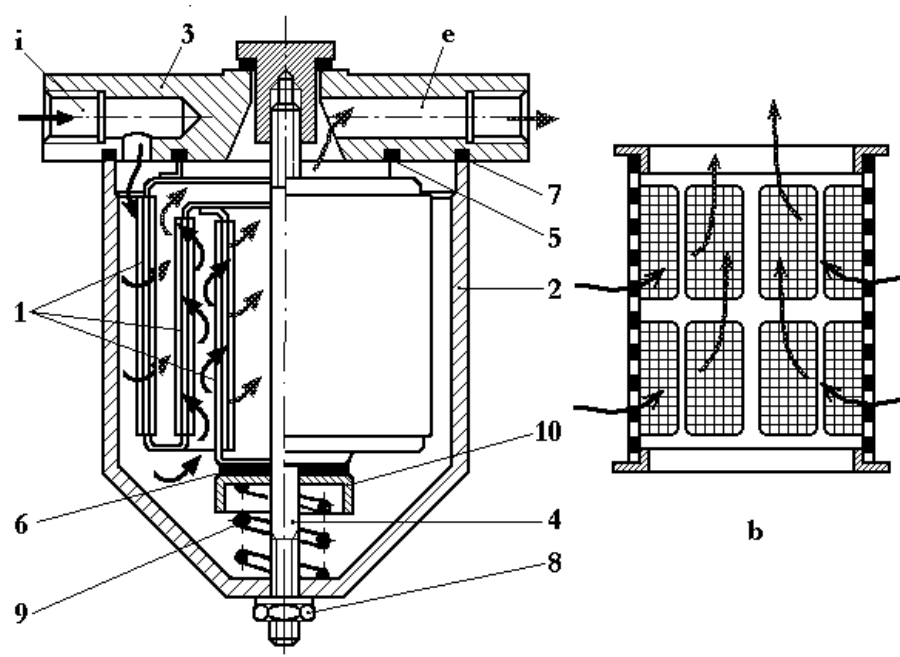


Fig.5.7

În figura 5.7 se prezintă construcția unui filtru brut de combustibil, cu element filtrant din sită de sârmă. Cilindrii 1 din sită de sârmă sunt montați coaxial în carcasa 2. Combustibilul pătrunde în filtru prin orificiul de intrare *i*, practicat în capacul 3. După ce trece prin sitele de sârmă, care rețin impuritățile solide, combustibilul este dirijat spre orificiul de ieșire *e* (practicat tot în capacul filtrului), prin spațiile existente între cilindrii din sită de sârmă și spațiul central oferit de cilindrul cu diametrul cel mai mic. Acest traseu este impus și de garniturile 5 și 6 care obligă combustibilul să traverseze filtrul numai prin cilindrii din sită. Pentru asamblarea cilindrilor din sită, a carcasei și a capacului filtrului, se utilizează prezonul 4. Garnitura 7 asigură etanșarea dintre corpul și capacul filtrului, strângerea ei realizându-se prin intermediul piuliței 8 și a carcasei 2. Concomitent, prin arcul 9 și talerul 10, se asigură și strângerea garniturilor interioare 5 și 6. În figura 5.7.b este prezentată o secțiune printr-un cilindru din sită de sârmă și modul în care acesta este traversat de combustibil.

Elementul filtrant al filtrelor brute mai poate fi realizat și din fire de sârmă, discuri cu interstii între ele, benzi, pânză artificială, esătură de bumbac etc. Capacul filtrelor brute se execută din aliaje de aluminiu, prin turnare, iar carcasa se poate executa din aluminiu sau din tablă de oel.

2.2. Filtrele fine

Construcția filtrelor fine este similară cu cea a filtrelor brute. Suplimentar, capacul este prevăzut cu un dop de aerisire, iar în partea inferioară a carcasei se află un dop de golire care servește la eliminarea apei decantate în filtru.

Elementul filtrant se confecționează din fire de bumbac, pâslă, vată de zgură, hârtie micronică etc. În cazul utilizării hârtiei micronice, modul de pliere a acesteia, pentru introducerea în carcasă, este diferit (fig.5.8). Prin modul de pliere se urmărește ca suprafața filtrantă închisă într-o carcasă de o anumită mărime să fie cât mai mare. Astfel, pentru o carcasă cilindrică cu dimensiunile D , d și H , plierea hârtiei în formă de stea (fig.5.8.a) asigură suprafața de filtrare

$$S_f = (D - d) \cdot H \text{ [mm}^2\text{]}, \quad (5.5)$$

plierea în formă de armonică (burduf) (fig.5.8.b) asigură suprafața

$$S_f = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{2} \cdot i \text{ [mm}^2\text{]}, \quad (5.6)$$

iar plierea în formă de spirală (fig.5.8.c) determină o suprafață de filtrare

$$S_f = \pi \cdot (D + d) \cdot H \cdot i \text{ [mm}^2\text{]}. \quad (5.7)$$

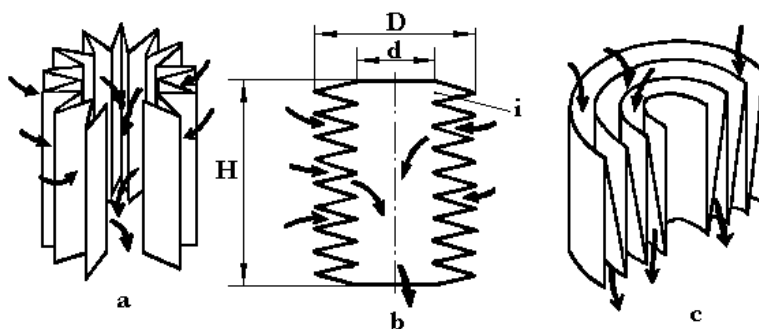


Fig.5.8

Suprafețele filtrante mai mari rezultă în cazul plierii în formă de armonică și al plierii în formă de spirală.

Înainte de pliere, hârtia de filtru se impregnează cu o soluție de întărire care îi asigură rezistența corespunzătoare în condițiile traversării ei de către combustibilul refulat de pompa de alimentare (cu debite și presiuni mari). După pliere, hârtia se lipește de carcasa metalică cu ajutorul unui adeziv. Hârtia utilizată este tratată cu rășini. Se obține astfel o porozitate controlată și o bună rezistență la înmuiere în apă.

3. REZERVOARELE DE COMBUSTIBIL

Rezervorul de combustibil (fig.5.9) servește la depozitarea unei cantități de combustibil care să asigure o anumită autonomie de deplasare a autovehiculului. Unele autovehicule, destinate efectuării de curse lungi, sunt prevăzute cu câte două rezervoare de combustibil.

Rezervorul de combustibil este realizat din două plăci din tablă de oțel galvanizat, sudate între ele. În interiorul rezervorului sunt prevăzuți pereții despărțitori 2, în scopul amortizării șocurilor produse prin lovirea combustibilului de pereții rezervorului, la frânări bruște sau la viraje. Aceste lovituri, pe lângă faptul că pot produce deformarea pereților rezervorului, modifică uneori și condiția de stabilitate a autovehiculului. Compartimentarea rezervorului prin despărțituri (care comunică între ele prin niște orificii) mai are și rolul de rigidizare a construcției recipientului.

În partea superioară a rezervorului este sudat un racord de alimentare 3, prevăzut cu capacul (bușonul) 4. Pe peretele superior al rezervorului sunt fixate traductorul 5 al indicatorului nivelului de combustibil și conducta 6 a pompei de alimentare. Rezervorul mai este prevăzut cu un bușon de scurgere (golire) 7, pentru evacuarea impurităților mecanice sau a apei care se sedimentează pe fundul rezervorului.

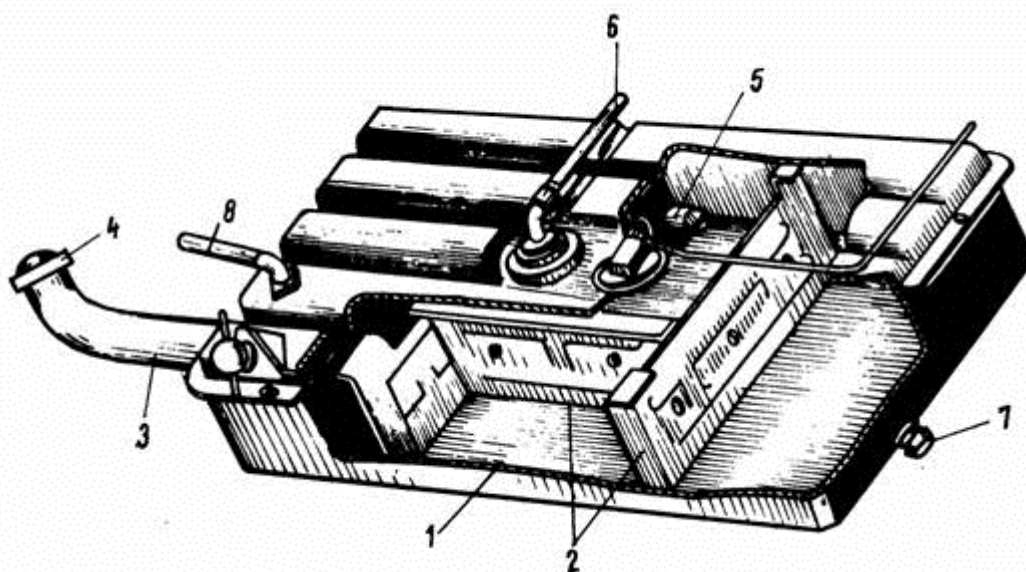


Fig.5.9

1 – corpul rezervorului; 2 – pereți despărțitori; 3 – conducta de alimentare; 4 – bușon (capac); 5 – traductor de nivel; 6 – racord de legătură cu pompa de alimentare; 7 – bușon de golire; 8 – racord de retur al surplusului de combustibil.

Rezervoarele de combustibil sunt prevăzute cu capace ermetice care fac legătura cu atmosfera prin intermediul unor ventile speciale (fig.5.10). Ca urmare a consumării combustibilului, în rezervor se formează o depresiune care poate produce întreruperea alimentării cu combustibil a motorului. Pe de altă parte, în cazul în care automobilul funcționează pe timp cald, încep să se evapore fracțiunile ușoare din benzină, ceea ce determină o creștere a presiunii în rezervor. În ambele situații, este necesar ca spațiul interior al rezervorului să comunice cu atmosfera.

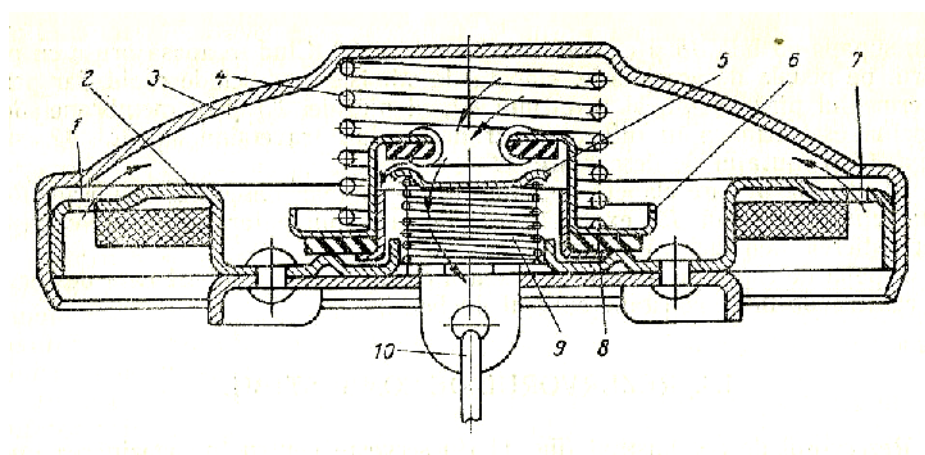


Fig.5.10

1 și 7 – orificii de comunicație cu atmosfera; 2 – corpul bușonului; 3 – învelișul bușonului; 4 – arcul ventilului de evacuare; 5 – ventilul de admisie; 6 – ventilul de evacuare; 8 – garnitură; 9 – arcul ventilului de admisie; 10 – lanț de fixare a bușonului la cotelul de alimentare.

Corpul 2 al bușonului este prevăzut cu orificiile 1 și 7, pentru ca rezervorul de combustibil să comunice cu atmosfera. Orificiul central al corpului reprezintă sediul de așezare a ventilului de evacuare 6. Așezarea etanșă a acestui ventil în locul său este asigurată de arcul 4 și garnitura de cauciuc 8 montată sub flanșă a ventilului. Arcul 9 apăsă, la rândul său, ventilul de admisie 5 pe sediul său prevăzut în corpul ventilului de evacuare.

Pe timpul funcționării motorului, din rezervor se consumă combustibil, creându-se o depresiune relativ redusă (cca. 0,02...0,04 daN/cm²), care permite aerului să pătrundă în rezervor.

Aerul trece prin orificiile 1 și 7, sub înveliul 3 al corpului buonului. În continuare, învinge rezistența arcului 9, deschide ventilul de admisie 5 și ajunge în rezervor.

Dacă în rezervor se înregistrează o creștere a presiunii (prin vaporizarea fracțiunilor ușoare din combustibil), intră în funcțiune ventilul de evacuare 6, care se deschide la o presiune de 1,10...1,18 daN/cm². Vaporii de combustibil se degajă în atmosferă prin orificiile 1 și 7. Buonul rezervorului de combustibil se menține închis etanș cu ajutorul arcului lamelar nituit pe corpul 2. Cu ajutorul lanțului 10, butonul este legat de cotul de umplere pentru a nu se pierde.

INFORMAȚII SUPLIMENTARE¹

I.1. ACCESORII ALE REZERVORULUI DE COMBUSTIBIL

Rezervorul de combustibil înglobează o serie de accesorii care să asigure siguranța exploatarea unui autovehicul (fig.I.1):

- legătura cu aerul prin canistră cu carbon activ;
- dispozitivul de prea-plin;
- dispozitivul anti-depresiune;
- protecția la suprapresiune;
- dispozitivul anti-golire la r sturnarea vehiculului.

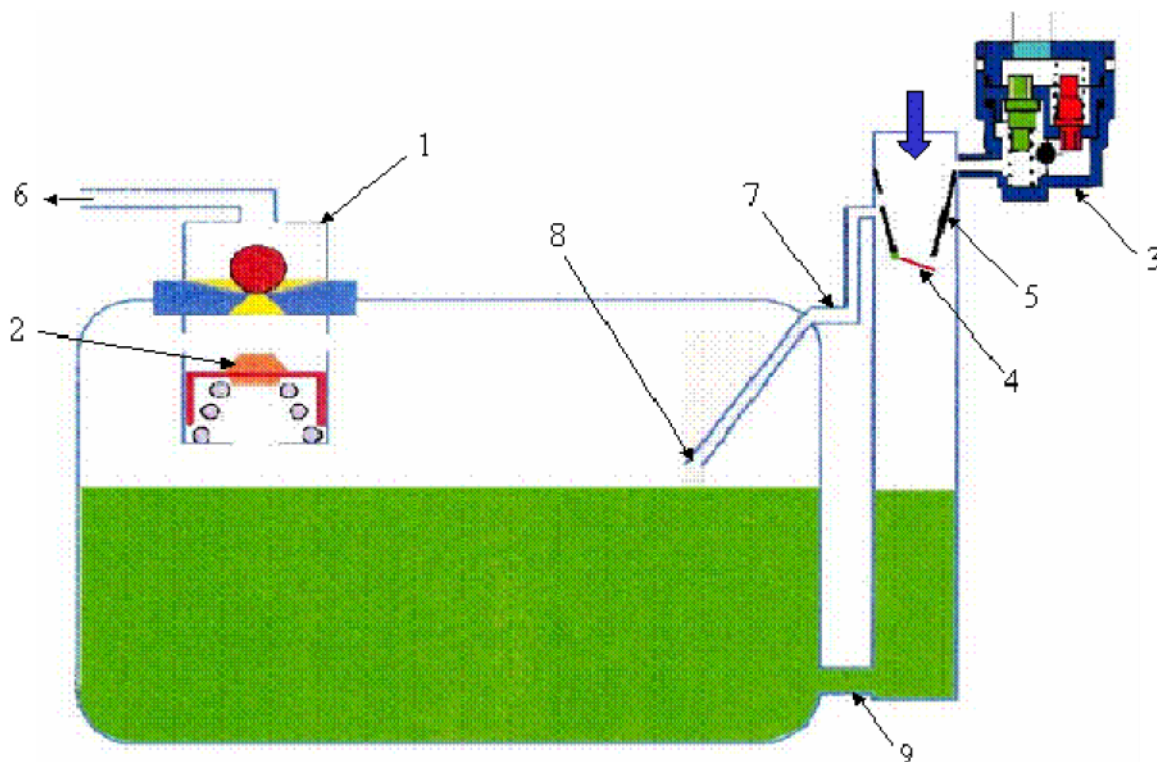


Fig.I.1

1 – dispozitivul de prea-plin; 2 – supapa anti-r sturnare; 3 – supape de siguranță la presiune/depresiune; 4 – clapeta obturatoare; 5 – orificiu de restricționare; 6 – legătura cu atmosfera prin canistră; 7 – conductă anti-refulare la umplere; 8 – orificiu de evacuare a aerului pe timpul umplerii; 9 – orificiu de umplere a rezervorului.

Dispozitivul de prea-plin

Când vehiculul stă pe loc, bila rămâne pe scaunul ei, ținând captiv un volum de aer în rezervor. Când vehiculul rulează, bila se deplasează, permițând astfel punerea în legătură a canistrei cu rezervorul. În cazul în care autovehiculul stă pe loc, dar cu motorul pornit, la creșterea presiunii în rezervor, bila se ridică de pe scaunul ei, făcând astfel legătura cu atmosfera.

¹ Elementele prezentate în următoarele pagini au un caracter informativ, pentru completarea cunoștințelor referitoare la componentele instalațiilor de alimentare cu combustibil.

Supapa anti-r sturnare

În cazul în care autovehiculul se r storn , această supap nu permite golirea rezervorului prin conducta ce duce la canistra de carbon activ.

Supapele de siguranț la presiune/depresiune

În cazul obtur rii circuitului de reciclare a vaporilor de benzin din rezervor, aceste supape evit ca presiunea s creasc în interiorul rezervorului (acesta s se umfle) sau s scad , ca urmare a consumului de benzin (rezervorul se strânge).

Clapeta obturatoare

Acest accesoriu evit ca vaporii de benzin din rezervor s ajung la nivelul bu onului de umplere.

► Orificiul de restricționare

Nu permite introducerea de benzin cu plumb sau de motorin în rezervor.

I.2. POMPA ELECTRIC DE BENZIN

Pompa de benzin are ca rol funcțional furnizarea carburantului sub presiune c tre injectoare sau c tre pompa de înalt presiune, în cazul injectiei directe. Debitul s u este mult superior nevoilor motorului, pentru ca în zona injectoarelor s existe tot timpul benzin proaspăt i în cantitate suficient . Excesul de benzin se întoarce în rezervor prin intermediul regulatorului, care menține o presiune constant în rampa de injectie. Nu exist niciun risc de explozie la nivelul pompei, pentru c , în interiorul pompei, nu se poate forma un amestec inflamabil (lips de oxigen).

Înainte, pompele de benzin erau fixate de asiul autovehiculului. Acum, ele sunt imersate în rezervor i sunt – de cele mai multe ori – fixate împreun cu joja de combustibil. Avantajul pompelor imersate este diminuarea zgomotului produs de elemntele de pompare. Alimentarea electric a pompei se face prin intermediul unui releu i este comandat de calculatorul de injectie.

I.2.1. Pompa de benzin imersat

Aceast pomp constituie o pomp de prealimentare în cazul injectiei directe de benzin . În figura I.2 este prezentat schema de principiu a montajului pompei.

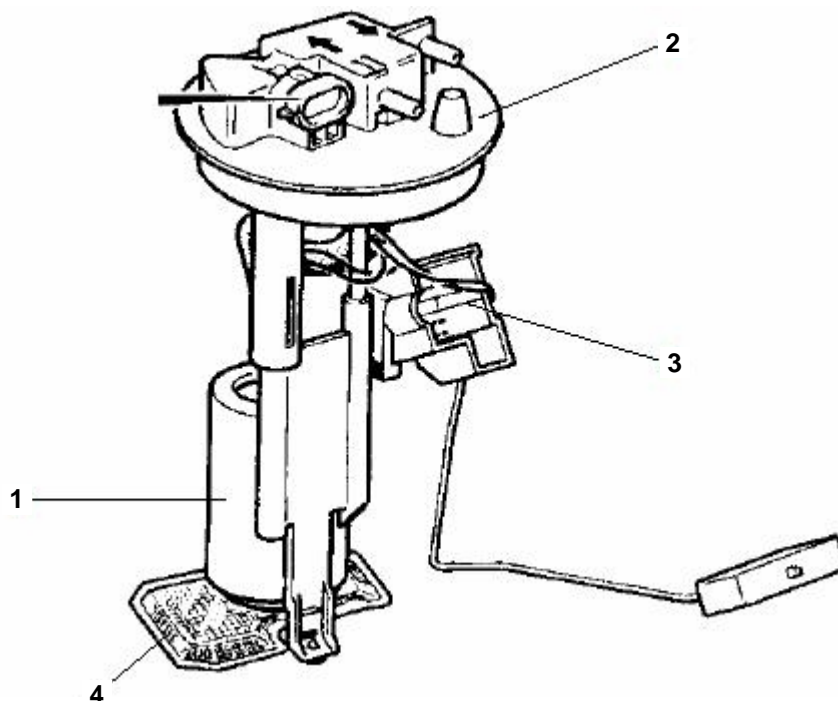


Fig.I.2

1 – pompa electric de benzin ; 2 – placă suport; 3 – joja de combustibil; 4 – sorb.

I.2.2. Principiul de funcționare al pompei electrice de benzin

Pompa de benzin este de tipul multicelular, cu rulouri antrenate de un motor electric (fig.I.3). O supapă de siguranță se deschide atunci când presiunea în interiorul pompei devine prea mare. La ieșire, o supapă anti-retur menține presiunea în conducte pentru ceva timp. Aceasta evită dezamorsajul circuitului la oprirea motorului și formarea bulelor de vapori în circuitul de alimentare, atunci când temperatura carburantului devine prea mare.

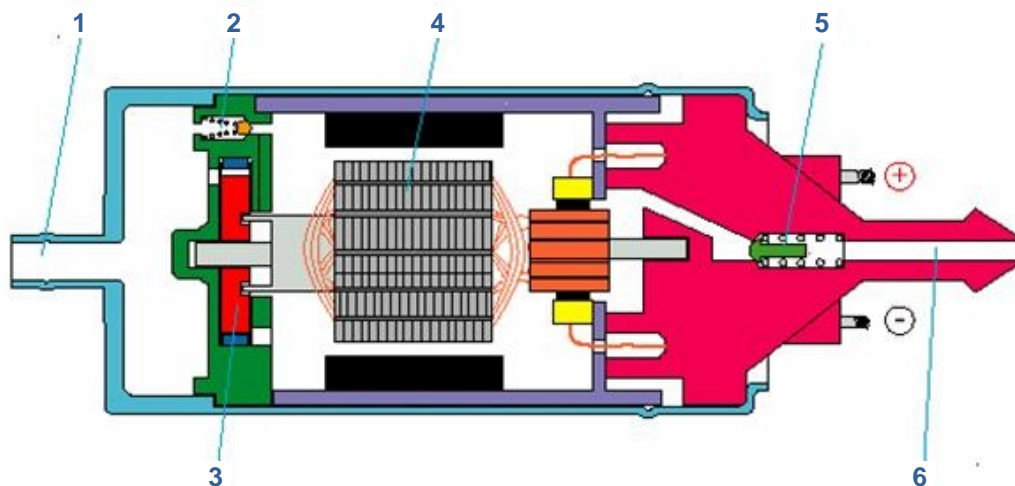


Fig.I.3

1 – racord de aspirație; 2 – supapă de siguranță; 3 – pompa multicelulară cu rulouri; 4 – rotorul motorului electric; 5 – supapă anti-retur; 6 – racord de refulare.

I.3. REGULATORUL DE PRESIUNE

I.3.1. Regulatorul exterior rezervorului

Regulatorul de presiune (fig.I.4) controlează debitul pe retur către rezervor, pentru a obține o presiune diferențială constantă între amonte și avalul injectorului. Rolul său este de a adapta presiunea carburantului în funcție de presiunea din colectorul de admisie.

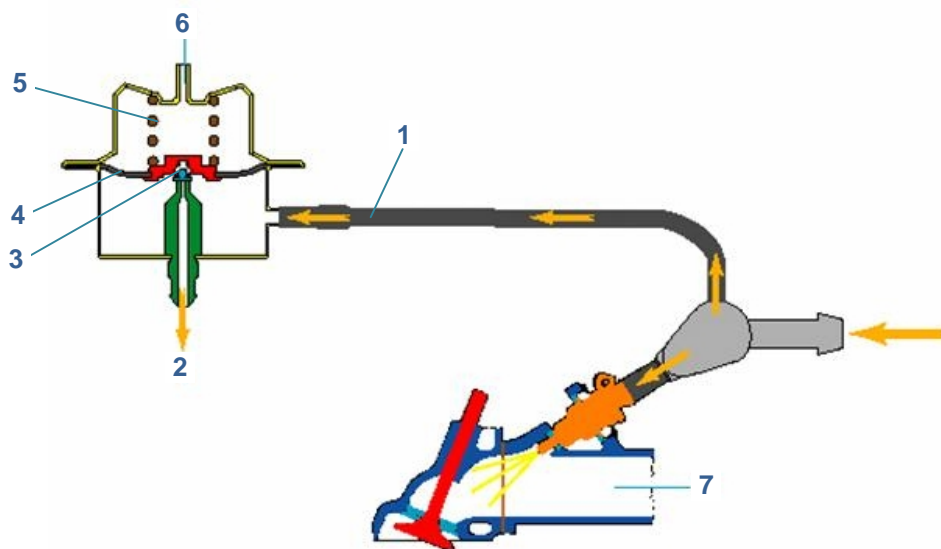


Fig.I.4

1 – racord de admisie; 2 – returul spre rezervor; 3 – supapă; 4 – membrană; 5 – arc; 6 – racord la rampa de injecție admisie; 7 – colector de admisie.

Presiunea în rampa de injecție este corectată în funcție de depresiunea din colectorul de admisie, pentru ca injectoarele să lucreze la presiune constantă. Camera resortului este legată printr-o conductă la colectorul de admisie. La toate regimurile de funcționare, presiunea de refulare a injectoarelor devine astfel constantă. Calculatorul de injecție nu modifică decât timpul de injecție pentru a varia debitul injectat.

I.3.2. Regulatorul integrat în rezervor

Schema funcțională a unui circuit de benzină „fără retur” este prezentată în figura I.5. Calculatoarele de injecție care funcționează în astfel de sisteme de alimentare au suferit câteva modificări față de cele cu regulator pe rampă, deoarece sistemul lucrează acum cu o presiune constantă de alimentare cu combustibil.

Acum dozajul se face prin controlul timpului de injecție, în funcție de informația presiunii din colectorul de admisie. Influența presiunii din colector asupra injectoarelor se face prin intermediul calculatorului de injecție.

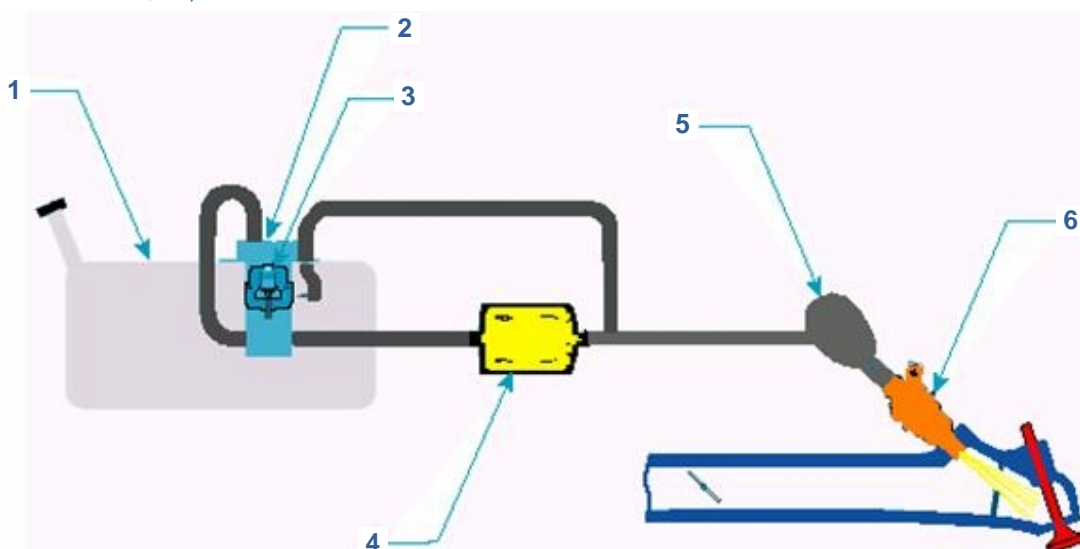


Fig.I.5

1 – rezervor; 2 – ansamblu pompă-jojă; 3 – regulator de presiune; 4 – filtru de benzină; 5 – rampă injectoare; 6 – injector.

I.4. INJECTOARELE ELECTROMAGNETICE

Injectorul electromagnetic se compune dintr-un corp, un ac și un miez magnetic. Acest ansamblu este comprimat de un resort pe scaunul etanș al corpului injectorului. Acesta are o înfășurare magnetică și un ghid pentru acul injectorului. Comanda electrică provenită de la calculator creează un câmp magnetic în înfășurare. Miezul magnetic atrage acul injectorului, care se ridică de pe scaunul său, iar carburantul sub presiune poate trece. Atunci când comanda încetează, arcu readuce acul pe scaunul său, iar circuitul se închide. Timpul de deschidere al injectorului depinde de timpul de punere la masă, dat de calculator.

Există mai multe tipuri de astfel de injectoare. Pot varia rezistențele lor, debitul, numărul de orificii de pulverizare, forma jetului etc., în funcție de aplicația pentru care au fost construite.

În funcție de tipul de injecție, comanda poate fi:

- simultan (toate injectoarele sunt comandate în același timp);
- semisecvențial (două câte două);
- secvențial (unul câte unul).

În figurile I.6 și I.7 sunt prezentate schemele constructive pentru două injectoare electromagnetice. Astfel, în figura I.6 este prezentat schema unui injector clasic (de ex.: Siemens, Deka sau Bosch), iar în figura I.7 schema injectorului înecat (de ex.: Siemens sau Deka II).

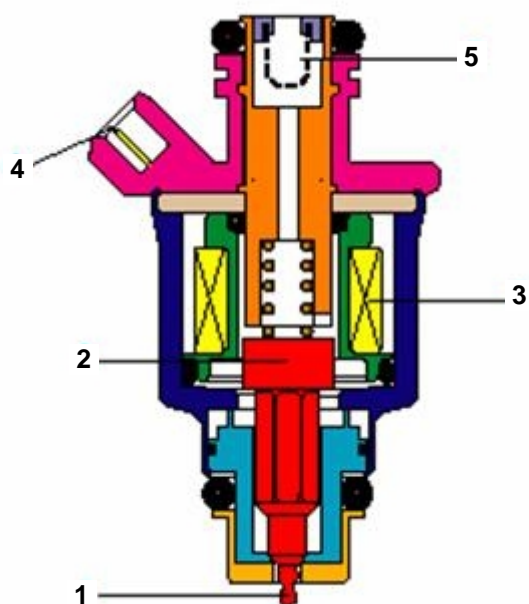


Fig.I.6

1 – acul injectoarei; 2 – miez magnetic;
3 – înfășurare magnetică; 4 – conexiune
electrică; 5 – filtru.

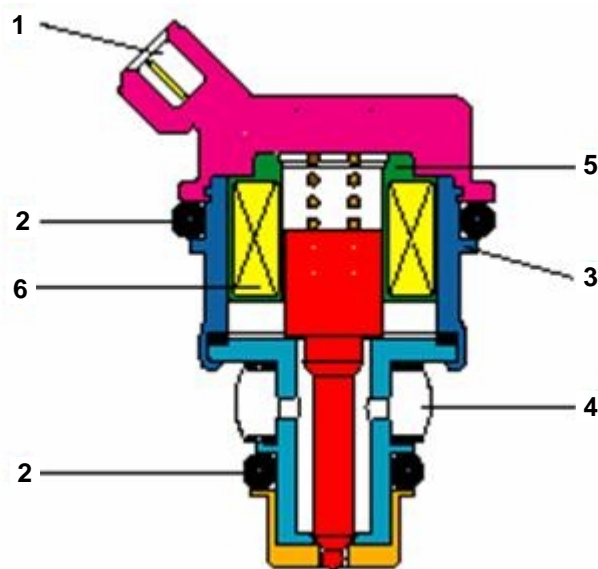


Fig.I.7

1 – racord; 2 – inel toric de etanșare; 3 – guler de
menținere a inelului toric; 4 – sit; 5 – corp
metalic; 6 – bobină.

Avantajul injectorului înecat este că elimină riscul de vaporizare a combustibilului, deoarece capul injectorului este tot timpul alimentat cu combustibil proaspăt. Aceasta permite totodată demarajul ușor la cald.

În cazul unei injecții multipunct indirecte, fiecare cilindru dispune de un injector care este dispus în colectorul de admisie și care pulverizează benzina în amonteale supapei de admisie. La injecția directă, fiecare injector pulverizează combustibilul direct în camera de ardere.

I.5. SONDA LAMBDA

Normele de poluare, fie că sunt europene (Euro), americane (Tier) sau japoneze (Japan) impun producătorilor de autovehicule **emisiile poluante** tot mai reduse. De asemenea, în marile aglomerații urbane, nivelul emisiilor automobilelor are o importanță mult mai mare, deoarece afectează direct sănătatea locuitorilor.

Sonda lambda (numită și **sonda** sau **senzorul de oxigen**) are o importanță deosebită relativ la reducerea emisiilor poluante de pe automobile (fig.I.8). Produs al companiei Bosch, sonda lambda a fost utilizată pentru prima oară alături de un **catalizator** pe un automobil Volvo, la sfârșitul anilor 1970. Dezvoltarea și proiectarea sondei a fost începută în timpul anilor 1960, sub supravegherea dr. Gunter Bauman, în cadrul companiei Robert Bosch GmbH.

Aplicațiile principale ale sondei lambda sunt motoarele pe benzină. Sonda se utilizează și pe



Fig.I.8

motoarele diesel, dar mult mai restrâns. Motivul este acela că motoarele pe benzină funcționează în jurul amestecului stoichiometric, în timp ce motoarele diesel funcționează cu amestecuri sărace.

Înainte de a explica modul de lucru al sondei lambda, trebuie precizate caracteristicile emisiilor poluante de pe automobile. Principalele emisii poluante ale automobilelor sunt:

- monoxidul de carbon CO;
- oxizii de azot NOx;
- hidrocarburile HC;
- particulele mecanice PM.

Cea mai des utilizată metodă de a reduce **emisile poluante** de pe un automobil este catalizatorul. În cazul în care catalizatorul reduce proporțiile de CO, NOx și HC din gazele de evacuare, acesta se numește catalizator pe trei căi. Orice sistem de posttratare a emisiilor poluante al unui automobil, ce utilizează un **catalizator**, are în componență și o **sondă lambda**. Eficacitatea catalizatorului depinde în întregime de buna funcționare a sondei lambda.

Pentru a asigura arderea completă a combustibilului din motor (benzină sau motorină), este nevoie de o anumită cantitate de oxigen, deci de o anumită cantitate de aer. Astfel, pentru a arde complet 1 kg de benzină, avem nevoie de aproximativ 14,8 kg de aer. Dacă acest raport se păstrează (14,8:1) și în cilindru, putem spune că amestecul din cilindru este **stoichiometric**. Nota λ utilizată în literatura de specialitate, pentru evaluarea raportului aer-combustibil din motor, este litera grecească lambda (λ). Relativ la tipul amestecului aer-combustibil din motor, putem avea următoarele situații:

- **amestec bogat** ($\lambda < 1$): în acest caz combustibilul este în exces, aerul nefiind suficient pentru o ardere completă;
- **amestec stoichiometric** ($\lambda = 1$): în acest caz raportul aer-combustibil este ideal, arderea fiind completă;
- **amestec sărac** ($\lambda > 1$): în acest caz aerul este în exces, arderea fiind completă, dar cu exces de oxigen.

Tipul amestecului aer-combustibil, bogat sau sărac, influențează în mod direct nivelul **emisiilor poluante**. Astfel, în cazul unui amestec bogat, combustibilul fiind în exces, arderea este parțială, rezultând emisii bogate în monoxid de carbon (CO) și hidrocarburi (HC). În cazul amestecurilor sărace, oxigenul fiind în exces, conduce la creșterea nivelului de oxizi de azot (NOx) din gazele de eapament. Compromisul este făcut în cazul amestecului stoichiometric, caz în care emisiile sunt la un nivel mediu, pentru fiecare din cele trei componente (CO, HC și NOx).

În figura I.9 este prezentat nivelul emisiilor poluante ale unui automobil, în funcție de tipul amestecului aer-combustibil. În figura I.9.a este ilustrată funcționarea motorului fără catalizator, iar în figura I.9.b funcționarea cu catalizator.

Eficacitatea **catalizatorului** este maximă, atunci când amestecul aer-combustibil este stoichiometric. Rolul sondei lambda este cel de a informa **calculatorul de injecție** care este starea amestecului aer-combustibil. Pe baza informației primite de la sondă, calculatorul va ajusta injecția de combustibil, astfel încât amestecul să se mențină în jurul valorii stoichiometrice.

Schema de principiu a controlului amestecului aer-combustibil în jurul valorii stoichiometrice este prezentată în figura I.10 și se compune din:

1. senzorul de masă de aer;
 2. catalizatorul primar;
 3. catalizatorul secundar;
 4. injectoarele de combustibil;
 5. sonda lambda amonte;
 6. sonda lambda aval;
 7. circuitul de alimentare cu combustibil;
 8. galeria de admisie;
 9. galeria de evacuare;
- ECU – calculatorul de injecție.

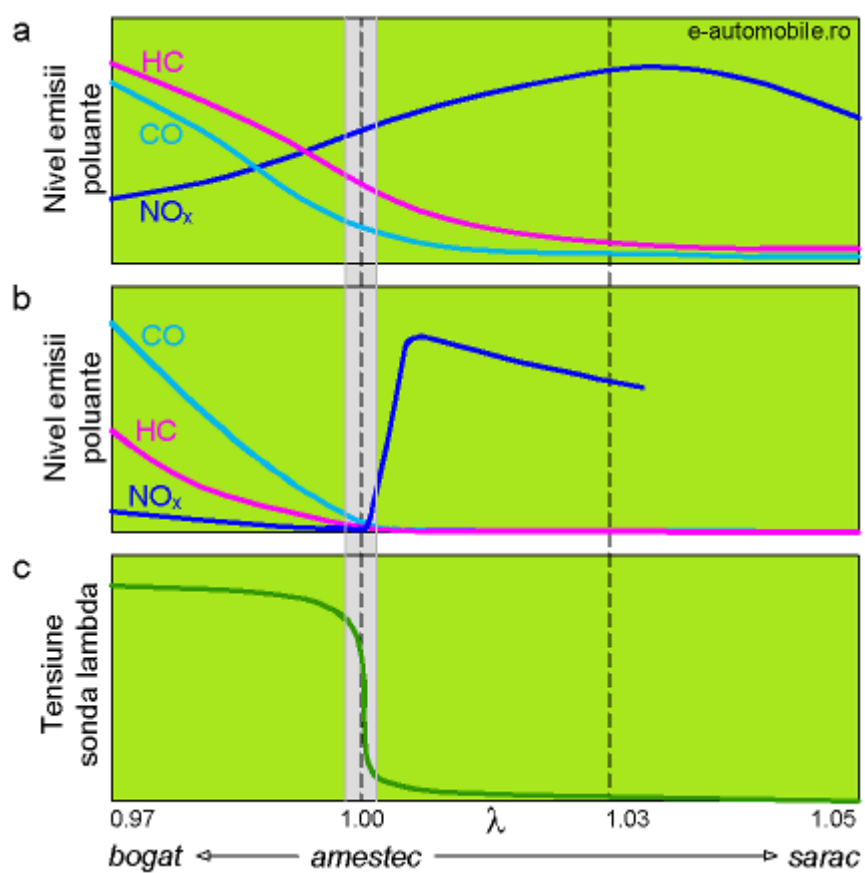


Fig.I.9

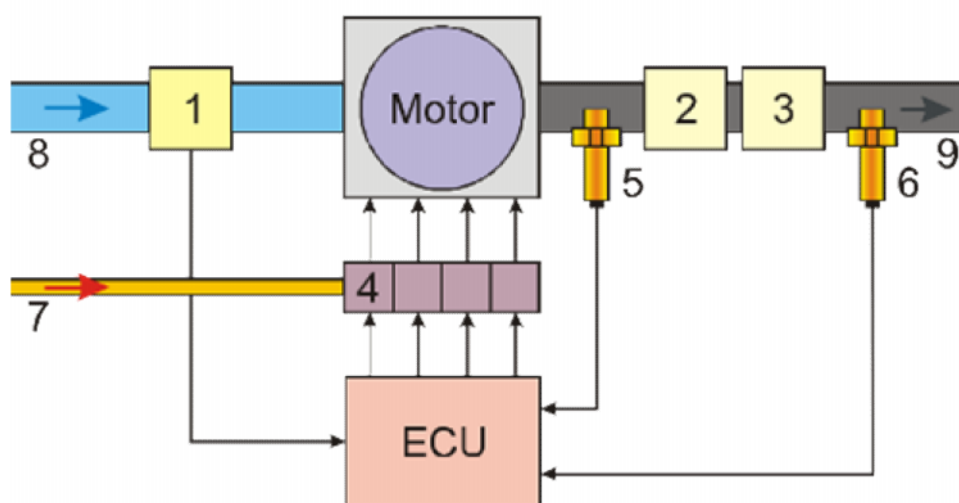


Fig.I.10

Utilizând informația de la senzorul de masă de aer, calculatorul de injecție ajustează timpul de deschidere al injectoarelor, reglând astfel cantitatea de combustibil injectat. Acest mod de control al injecției se numește **control în buclă închis** (closed loop control) și se bazează pe informația primită de la senzori.

Cea de-a doua sondă lambda, de după catalizator, are rolul de a monitoriza activitatea catalizatorului, pentru a ne asigura că acesta funcționează în parametri normali. Cu alte cuvinte, rolul sondei lambda în aval de catalizator este cel de a **diagnostica funcționarea catalizatorului**. În figura I.11 este ilustrat modul de amplasare pe motor a celor două sonde.

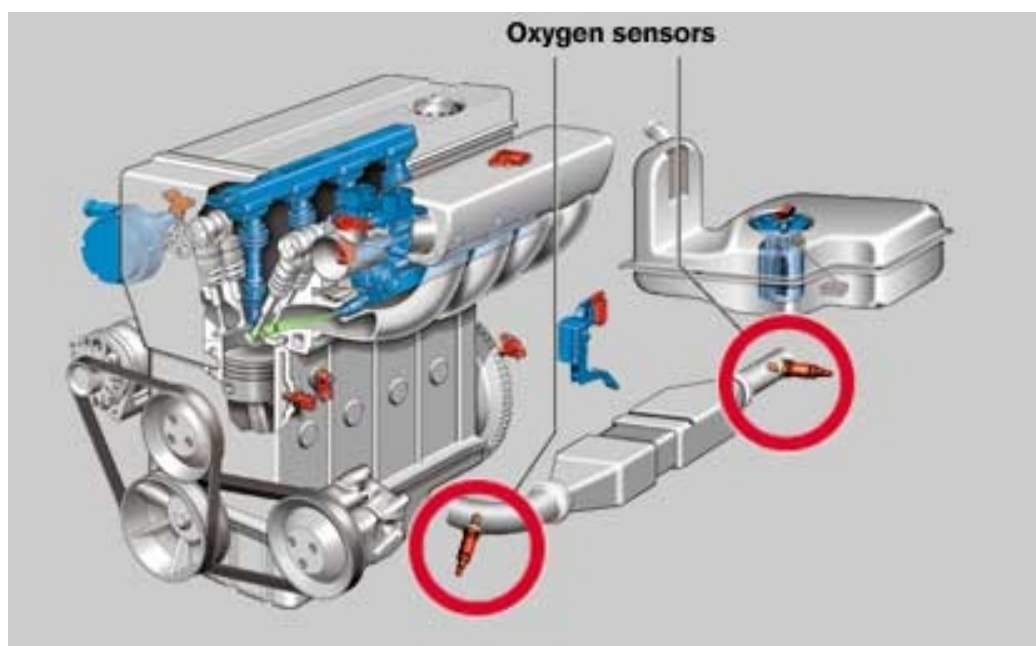


Fig.I.11

În echiparea automobilelor de serie, există mai multe tipuri de sonde lambda. Un criteriu de clasificare este în funcție de principiul de funcționare și de numărul de conexiuni electrice. Astfel, dacă le clasificăm după principiul de funcționare, distingem:

- sonde lambda binare:
 - cu zirconiu;
 - cu titan;
- sonde lambda liniare.

Sondele lambda binare cu zirconiu sunt primele tipuri de sonde lambda utilizate în industria automobilelor. Principiul de funcționare se bazează pe modul de funcționare al unei celule de combustie (fuel cell), numită **celul Nernst**. Acest tip de sondă lambda este de tipul senzorului generator, senzor care produce o tensiune electrică fără să fie alimentat la o sursă de tensiune exterioară. Tensiunea electrică generată de sondă este produsă de diferența de molecule de oxigen din gazele de evacuare și din aerul atmosferic.

În figura I.12 este prezentată o secțiune longitudinală printr-o sondă lambda, iar în figura I.13 sunt precizate componentele acesteia. Sonda lambda se conectează pe **galeria de evacuare 1**, prin intermediul **carcasei cu filet 2**. În interiorul **tubului de protecție 3**, se găsește **corpul ceramic din dioxid de zirconiu 4**. Acesta este învelit cu doi **electrozi 5**, unul în contact cu gazele de evacuare, iar cel de-al doilea cu aerul atmosferic. De reținut este faptul că electrodul care este în contact cu gazele de evacuare este acoperit de un material ceramic poros, care permite pătrunderea gazelor și, în același timp, protejează suprafața electrodului de coroziune. **Carcasa de protecție 6** conține **orificiile 8**, care au rolul de a permite aerului atmosferic să intre în contact cu unul dintre electrozi. **Arcul 7** asigură contactul între **conectorul 9** și electrod.

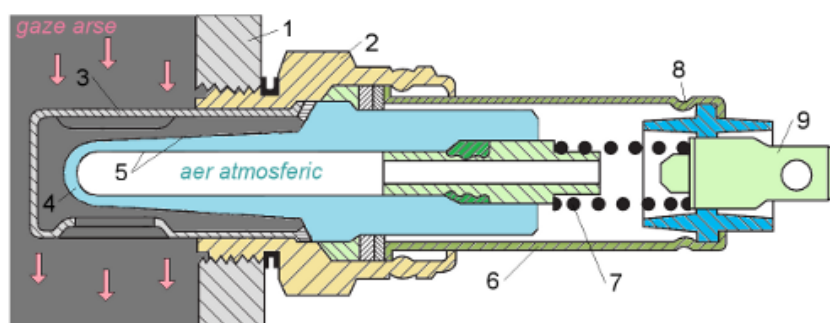


Fig.I.12

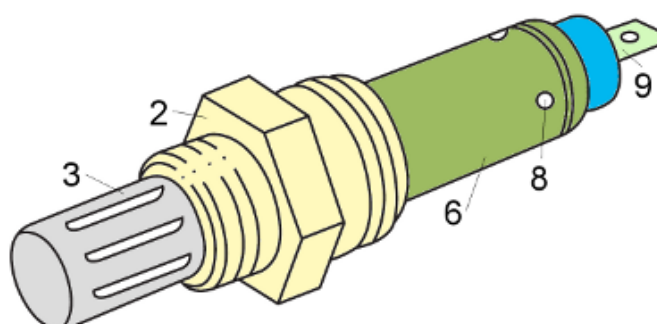


Fig.I.13

În funcție de cantitatea de oxigen din evacuare, sonda lambda generează o tensiune care semnalează calculatorului de injecție dacă amestecul este sărac sau bogat. Astfel, dacă **amestecul este bogat** ($\lambda < 1$), atunci în gazele de evacuare se află o cantitate foarte mică de oxigen. În acest caz, sonda lambda va genera o tensiune de aproximativ 0,8...0,9 V. În cazul în care **amestecul este sărac** ($\lambda > 1$), oxigenul se va găsi în cantitate mare în gazele de evacuare, diferența de molecule de oxigen fiind mică. Tensiunea generată va fi de ordinul 0,1...0,2 V. Cu cât diferența dintre moleculele de oxigen aflate în gazele de evacuare și în aerul atmosferic este mai mare, tensiunea generată de sonda lambda este mai mare.

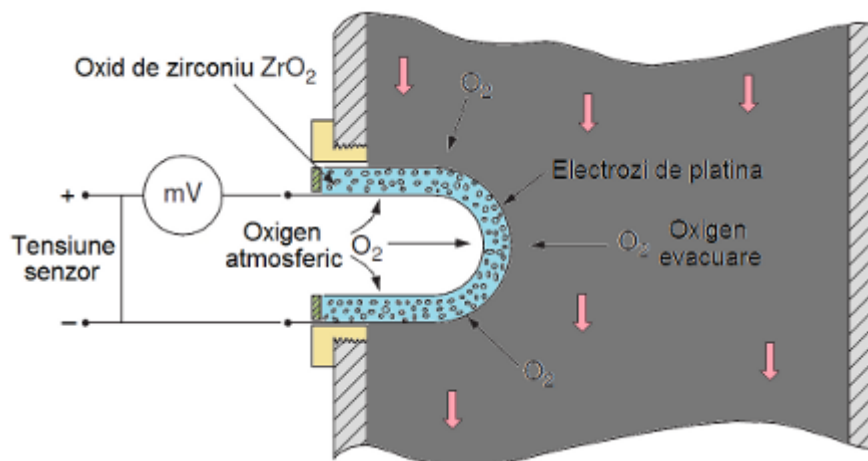


Fig.I.14

Principiul de funcționare al sondei lambda este prezentat în figura I.14. Ioni de oxigen din gazele de evacuare sunt conduși prin intermediul dioxidului de zirconiu către electrodul în contact cu aerul atmosferic. Se creează astfel o **diferență de potențial între electrozii mas** (galeria de evacuare) care este citită și interpretată de **calculatorul de injecție**. În cazul în care amestecul

este bogat (aprox. 0,9 V), calculatorul de injecție va aplica corecții, ceea ce va conduce la o schimbare a amestecului (aprox. 0,2 V). Rezultatul tensiunea de ieșire a sondei lambda va avea un salt de la 0,9 la 0,1 V sau de la amestec bogat la amestec sărac.

În figura I.15 este prezentată variația tensiunii generate de senzorul de oxigen în funcție de tipul amestecului aer-combustibil.

Denumirea de **sondă binară** vine de la faptul că sonda identifică doar două stări ale amestecului, **bogat** sau **sărac**, fără a putea determina care este nivelul exact de îmbogățire sau de sărăcire. Un dezavantaj al sondei lambda este acela că funcționează numai la temperaturi în jur de 350°C. Din acest motiv, controlul îmbogățirii amestecului nu funcționează exact din momentul demarării motorului, ci numai după ce temperatura sondei a ajuns la valoarea nominală. Acest mod de funcționare este în defavoarea reducerii nivelului de emisii poluante. Astfel, pentru a minimiza timpul de inactivitate al sondei lambda, toate versiunile curente sunt prevăzute cu o **rezistență electrică de încălzire**.

În figura I.16 sunt prezentate modalitățile de conectare electrică a sondelor lambda la calculatorul de injecție.

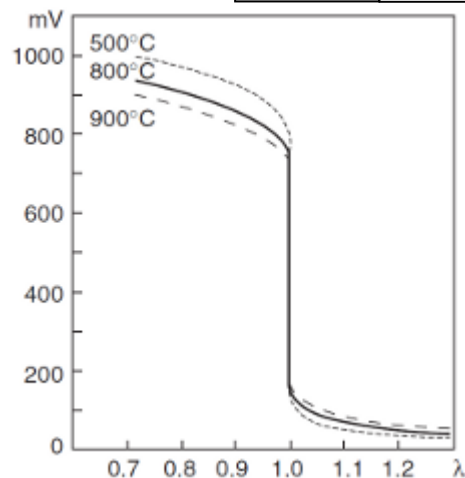


Fig.I.15

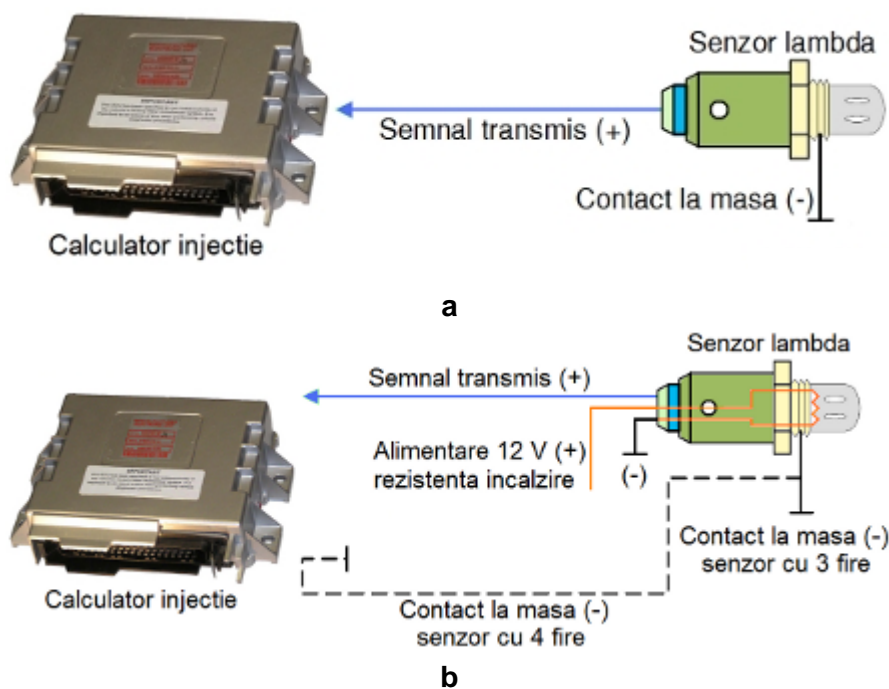
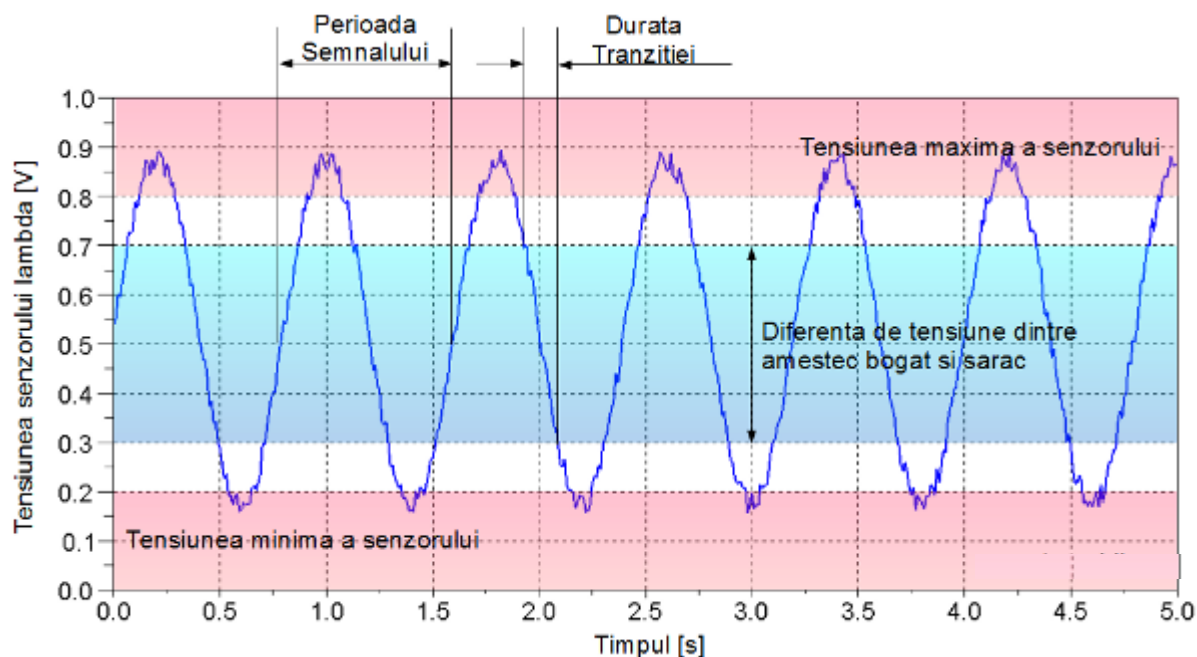


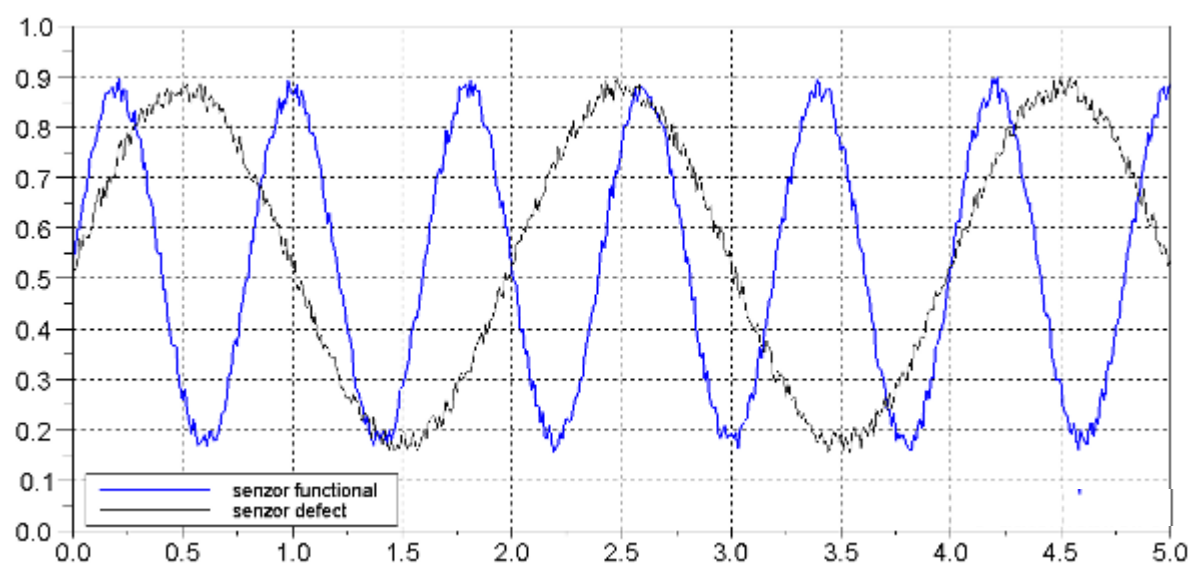
Fig.I.16

a – conexiunea cu un singur fir; b – conexiunea cu trei sau patru fire.

În funcție de tipul amestecului aer-combustibil, bogat sau sărac, sonda lambda generează o tensiune ce are forma semnalului similar cu o **sinusoidă** (fig.I.17). Odată ce senzorul a ajuns la temperatura nominală de funcționare (aprox. 350°C), pentru o turație a **motorului termic** în jur de 2000 rot/min, tensiunea generată de sonda lambda ar trebui să se situeze în intervalul 0,2...0,9 V. Trecerea de la tensiunea de 0,2 V la cea de 0,9 V ar trebui să se producă în aproximativ 0,3 secunde (durata tranziției). Diferența de tensiune dintre amestecul bogat și sărac ar trebui să se situeze în jurul valorii de 0,45 V. Perioada semnalului trebuie să se încadreze între 0,7 și 1,0 secunde, în cazul în care sonda lambda funcționează la parametri nominali.



a



b

Fig.I.17

a – tensiunea generat de o sondă lambda binară ; b – semnalul sondei lambda în cazul unei funcționări defectuoase.

În cazul în care perioada semnalului este mai mare decât valorile recomandate, sonda ar trebui examinată în detaliu și înlocuită, dacă este cazul. O reacție mai lentă din partea sondei conduce la concluzia că aceasta prezintă defecte sau este îmbătrânită, nefiind funcțională la parametri nominali.

Configurațiile care conțin două sonde lambda sunt utilizate pentru a monitoriza eficiența **catalizatorului**. Implementarea celui de-al doilea senzor s-a făcut datorită **normelor OBD 2**, care cer ca fiecare componentă care este implicată direct în reducerea emisiilor poluante să fie diagnosticată. În cazul în care catalizatorul funcționează corect, tensiunea sondei lambda de după catalizator (aval) are amplitudinea mai mică, aceeași frecvență și fază cu tensiunea sondei dinaintea de catalizator (amonte). Semnalul sondei lambda de după catalizator, în cazul funcționării corecte, este prezentat în figura I.18.

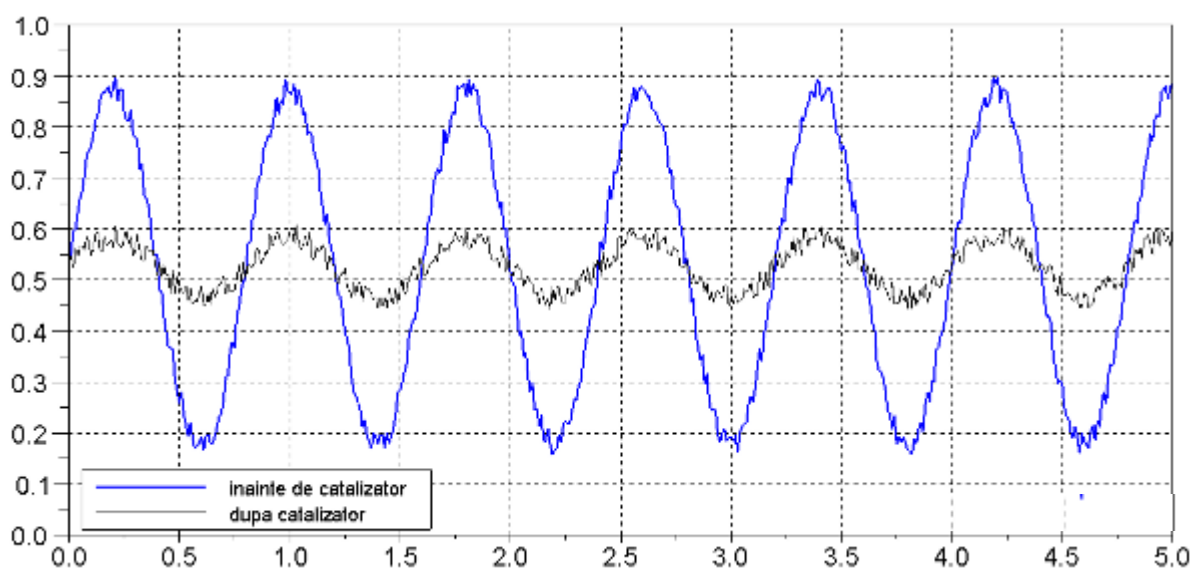


Fig.I.18

Diferența de tensiune dintre sonda lambda din amonte și cea din aval ajută la **diagnosticarea catalizatorului**. Este mai puțin probabil ca sonda de după catalizator să se defecteze (datorită îmbatrânirii), deoarece este supus unor regimuri termice mai scăzute. Din acest cauză, calculatorul de injecție utilizează tensiunea produsă de sonda de după catalizator pentru a compensa abaterile primei sonde de la parametri nominali. Performanța sondei lambda este monitorizată de calculatorul de injecție utilizând următorii parametri:

- tensiunea de ieșire;
- scurtcircuitul;
- rezistența internă;
- viteza de trecere de la amestec bogat la amestec sărac;
- viteza de trecere de la amestec sărac la amestec bogat.

În cazul defectării sondei lambda, amestecul aer-combustibil va fi neechilibrat, consumul de combustibil va crește, emisiile de fum se vor intensifica, iar performanțele automobilului vor fi diminuate.

Sonda lambda este un element cheie în funcționarea optimă a motorului. Defectarea sau încercarea de eliminare a acesteia din sistem va conduce la declanșarea modului de funcționare în **regim de avarie al motorului**, cu consecințe negative asupra consumului și a performanțelor.