

CAPITOLUL 9

INJECTOARELE INSTALAȚIILOR DE ALIMENTARE PENTRU MOTOARE DIESEL

9.1. GENERALITĂȚI

Injectorul are rolul de a introduce combustibilul în camera de ardere a motorului; motorina trebuie să fie pulverizată în picături fine, iar picăturile trebuie distribuite cât mai uniform în camera de ardere. Dacă pulverizarea fină a combustibilului depinde în special de construcția injectorului, distribuția uniformă a picăturilor pulverizate este influențată atât de construcția injectorului (dispunerea orificiilor de pulverizare) cât și de organizarea mișcării aerului în camera de ardere în timpul injectiei.

În construcția motoarelor cu aprindere prin comprimare se folosesc injectoare mecanice. Acestea pot fi:

- deschise, la care orificiul de pulverizare nu este obturat;
- închise, la care orificiul de pulverizare (sau secțiunea de trecere către orificiile de pulverizare) este obturat (ă) cu ajutorul unui ac.

În funcție de modul în care este comandată ridicarea acului obturator al injectoarelor închise, acestea pot fi:

- comandate hidraulic, la care presiunea combustibilului este cea care comandă ridicarea acului;
- comandate mecanic, la care acul este comandat prin intermediul unui sistem de tip camă-tijă împingătoare-culbutor;
- comandate electric, la care acul injectorului este ridicat cu ajutorul unui electromagnet.

În funcție de forma vârfului acului, injectoarele pot fi:

- cu ac cu vârf conic, folosite la motoarele Diesel cu cameră de ardere unitară;
- cu ac cu vârf profilat (ac cu știft), utilizate la motoarele Diesel cu cameră de ardere divizată.

În prezent, cel mai utilizat tip de injector este cel închis, cu comandă hidraulică. Acest tip de injector prezintă o serie de avantaje față de injectoarele deschise:

- începutul injectiei are loc la o presiune ridicată a combustibilului, reglabilă prin modificarea tensiunii unui arc, ceea ce favorizează finețea de pulverizare și penetrația (lungimea) jetului;
- sfârșitul injectiei are loc de asemenea la presiuni înalte;
- se elimină picurarea combustibilului în camera de ardere și pătrunderea gazelor de ardere pe canalizația injectorului.

Injectoarele cu comandă mecanică se utilizează rareori, datorită complicațiilor introduse de existența sistemului de comandă.

Injectoarele electromagnetice se utilizează în cazul sistemelor electronice de injectie.

9.2. CONSTRUCȚIA INJECTORULUI ÎNCHIS CU COMANDĂ HIDRAULICĂ

În principiu un injector închis este format dintr-un corp metalic, pe care se fixează pulverizatorul, prin intermediul unei piulițe.

În **fig. 9.1** este prezentată construcția unui injector închis, cu comandă hidraulică, echipat cu ac cu vârf conic. Pulverizatorul (2) se fixează de corpul (1) al injectorului prin intermediul piuliței (3). În interiorul pulverizatorului se găsește acul (4), al cărui vârf obturează accesul către orificiile de pulverizare (p) datorită arcului (6) care menține injectorul închis. Combustibilul pătrunde în injector prin racordul (15), trecând prin filtrul (14) și ajunge în camera de acumulare (c) prin intermediul canalelor (a) și (b). Pentru a se asigura corespondența dintre canalul (a) din corpul injectorului și canalul (b) din pulverizator, precum și pentru a se realiza poziționarea precisă a orificiilor de pulverizare în raport cu camera de ardere a motorului, pulverizatorul (2) este prevăzut cu două știfturi (16), care pătrund

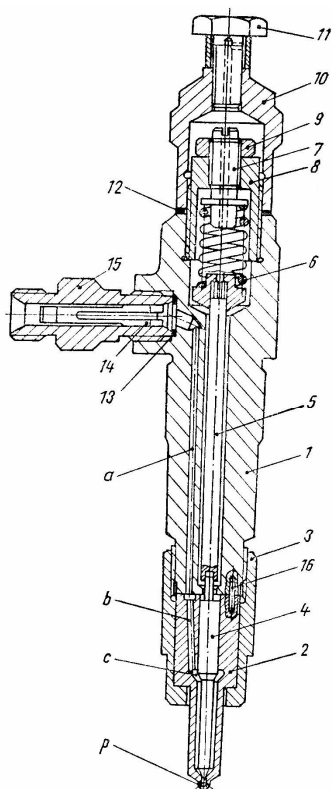


Fig. 9.1. Injector închis cu comandă hidraulică

1-corp; 2-pulverizator; 3-piuliță de fixare; 4-ac; 5-tijă; 6-arc; 7-șurub de reglare a presiunii de deschidere; 8, 10-capace; 9-contrapiuliță; 11-racord preluare scăpări combustibil; 12, 13-garnituri; 14-filtru; 15-racord intrare combustibil; 16-știft de poziționare; a, b-canale pentru alimentare cu combustibil; c-camera de acumulare; p-orificii de pulverizare.

În **fig. 9.2** este prezentată construcția pulverizatorului echipat cu ac cu vârf conic. Corpul (1) al pulverizatorului este alimentat prin orificiul (a) sau printr-un canal inelar practicat pe suprafața frontală a pulverizatorului. Motorina trece apoi prin canalul (b) în camera de acumulare (C). Sub acțiunea presiunii combustibilului, acul (1) se ridică pe distanța h_a , iar motorina trece pe sub conul de etanșare C_3 către puna (P), din care ajunge apoi la orificiile de pulverizare (p). Lungimea zonei cilindrice de diametru d_v depinde de încărcarea termică a motorului căruia îi este destinat pulverizatorul; la motoarele puternic încărcate termic, această zonă are o lungime mai mare, astfel încât transferul de căldură către zona cilindrică de diametru d_a să fie îngreunat. Se evită astfel blocarea acului în pulverizator atunci când dilatarea acestuia depășește jocul redus ($1,5...3 \mu\text{m}$) existent între ac și pulverizator în această zonă.

Zona inferioară a pulverizatorului se realizează în funcție de numărul de orificii ale acestuia. Astfel, la pulverizatoarele cu un singur orificiu (**fig. 9.3a**), vârful corpului are formă conică, iar orificiul de pulverizare se realizează înclinat față de axa pulverizatorului (unghiul δ'). La pulverizatoarele cu mai multe orificii (**fig. 9.3b**), vârful pulverizatorului are formă de bulb, iar orificiile de pulverizare se dispun echidistant pe suprafața exterioară a unui con imaginar, denumit con de pulverizare. Unghiul conului de pulverizare, diametrul orificiilor d_0 și lungimea acestora l_0 se stabilesc în cadrul procesului de optimizare a motorului.

în orificiile conjugate executate în corpul injectorului. Sub acțiunea combustibilului sub presiune din camera de acumulare, acul (4) - care este montat cu un joc foarte mic în pulverizator ($1,5...3 \mu\text{m}$) - se ridică, deschizând secțiunea de trecere a combustibilului către orificiile de pulverizare (p). Momentul ridicării acului coincide cu începutul injectării motorinei în cilindru. Presiunea la care are loc deschiderea injectorului (respectiv ridicarea acului) poate fi reglată cu ajutorul șurubului (7), care modifică tensiunea inițială a arcului (6) și deci forța cu care acul (4) este apăsător pe sediul său. Injectia încetează în momentul în care forța datorată presiunii combustibilului devine mai mică decât forța elastică a arcului (6), moment în care acul se așază pe sediul, întrerupând injectia.

Etanșarea cuplului ac-pulverizator se realizează prin prelucrarea foarte precisă a acului și alezajului din pulverizator. Datorită însă presiunii mari a combustibilului apar scăpări de motorină; acestea asigură ungerea cuplului ac-pulverizator, după care sunt dirijate către racordul (11) prin orificiul axial executat în șurubul (7).

Etanșarea în zona suprafețelor plane de așezare a pulverizatorului pe corpul injectorului se asigură prin prelucrarea acestora cu valori foarte reduse ale abaterilor de formă (abatere de la planeitate de $1 \mu\text{m}$) și o calitate deosebită suprafețelor respective ($R_a = 0,1 \mu\text{m}$).

La unele injectoare (în general la cele cu ac cu vârf profilat), pentru reglarea presiunii de deschidere a injectorului se folosesc șaibe din oțel de diferite grosimi, care se montează deasupra arcului injectorului. Soluția are avantajul de a asigura o construcție mai compactă a injectorului; în schimb, reglarea presiunii de deschidere a injectorului se face mai dificil, fiind necesară demontarea injectorului, schimbarea șaibelor, montarea injectorului și verificarea presiunii de deschidere.

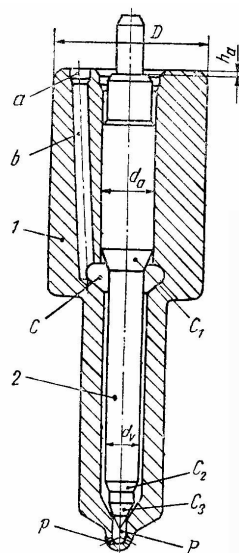


Fig. 9.2 Construcția pulverizatorului echipat cu ac cu vârf conic

1-corpul pulverizatorului; 2-ac; a-orificiu; b-canal; C - camera de acumulare; C₁, C₂ - conuri de atac; C₃ - con de etanșare; h_a - înălțimea de ridicare a acului; P-pungă de alimentare; p-orificii de pulverizare.

La pulverizatoarele cu ac cu vârf profilat, orificiul de pulverizare este dispus pe axa de simetrie (**fig. 9.4**). În cazul în care știftul acului este cilindric, acesta are doar rolul de a curăți orificiul de pulverizare de depunerile formate. Atunci când știftul este tronconic sau dublu tronconic, se asigură și modificarea unghiului conului de pulverizare.

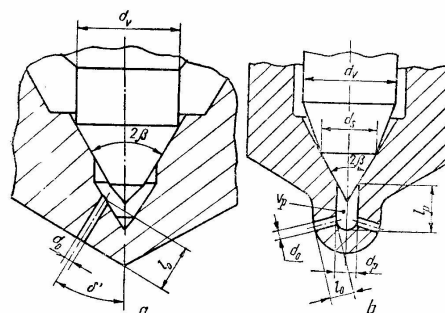


Fig. 9.3 Zona inferioară a pulverizatorului

a-pulverizator cu un orificiu;
b-pulverizator cu mai multe orificii

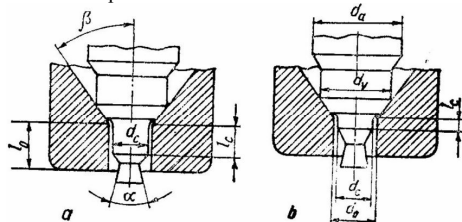


Fig. 9.4. Ace cu vârf profilat

a-cu știft tronconic;
b-cu știft dublu tronconic

9.3. MONTAREA INJECTORULUI ÎN CHIULASĂ

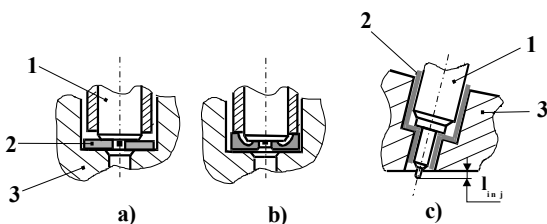


Fig. 9.5. Montarea scutului termic

a-montare incorectă la un injector cu ac cu știft; b-montare corectă la un injector cu ac cu știft; c-montare corectă la un injector cu vârf conic; 1-injector; 2-scut termic; 3-chiulasă.

care asigură fixarea injectorului într-o singură poziție. Poziția axială a injectorului se optimizează în cadrul procesului de testare a motorului. Din motive legate de spațiul disponibil pe chiulasă precum și de necesitatea ca vârful pulverizatorului să se găsească în centrul camerei de ardere, injectorul se montează înclinat față de axa cilindrului.

Pentru ca unghiul conului de combustibil pulverizat să fie de 140...160°, unghiul de înclinare față de axa cilindrului trebuie să fie de 0...30°. Reglarea lungimii l_{inj} de pătrundere a vârfului pulverizatorului în camera de ardere se realizează prin intermediul șaibe de reglaj (3); în mod uzual, $l_{inj} = 0,5 \dots 4$ mm.

La motoarele cu aprindere prin comprimare cu cameră de ardere unitară, corpul injectorului se montează în chiulasă într-o poziție bine stabilită, astfel încât orificiile pulverizatorului să orienteze jeturile de combustibil după direcții determinate de condițiile de formare a amestecului existente în cilindru; din acest motiv, pulverizatorul trebuie, la rândul său, să ocupe o poziție anumită în raport cu corpul injectorului. Ca urmare, fixarea injectorului în chiulasă se realizează prin intermediul unei bride, flanșe sau piulițe

La motoarele Diesel cu cameră de ardere divizată, la care injectorul asigură formarea unui singur jet de combustibil, coaxial cu axa injectorului, injectorul se înfiletează în chiulasă.

La motoarele puternic solicitate termic, injectorul se montează într-o teacă de răcire (vezi **fig. 9.5**), care are rolul de a micșora cantitatea de căldură preluată de către pulverizator, evitându-se astfel modificarea jocurilor funcționale dintre ac și corpul pulverizatorului ca urmare a dilatărilor.

9.4. SIMBOLIZAREA INJECTOARELOR ȘI PULVERIZATOARELOR

Principalele caracteristici ale unui injector mecanic închis sunt incluse în simbolul acestuia. Pentru injectoarele produse de către **MEFIN - Sinaia**, simbolizarea este următoarea:

RO - KBL 200 TA 822/12

unde:

- **RO** - fabricat în România;
- **K** - injector;
- **B** - prindere cu flanșă sau cu bridă (**C** - cu prindere prin înșurubarea corpului; **D** - cu prindere prin înșurubare cu piuliță și poziționare prin bilă);
- **L** - corp cu tijă lungă;
- **200** - lungimea de montaj;
- **T** - mărimea pulverizatorului cu care este echipat injectorul;
- **A** - simbol de modificare față de tipul de bază;
- **822/12** - caracteristică pentru execuție.

În ceea ce privește pulverizatoarele, acestea se simbolizează astfel:

RO - DLLA 145 S D 1113

unde:

- **RO** - fabricat în România;
- **D** - pulverizator;
- **L** - cu ac cu vârf conic (**N** - cu ac cu vârf profilat);
- **L** - de tip lung (fără **L** - de tip scurt; **F** - răcit cu lichid; **P** - cu scaun plat);
- **A** - cu orificiu de alimentare în corp, fără canal inelar (**B** - cu poziția găurii de alimentare modificată; **C** - cu diametrul știftului de fixare modificat; **Z** - cu două orificii de alimentare, fără canal inelar);
- **145** - unghiul conului de pulverizare, în grade (sau unghiul știftului tronconic);
- **S** - mărimea pulverizatorului, determinată de diametrul **D** - **fig.9.2** (**S** - 17 mm; **T** - 22 mm; **U** - 30 mm; **V** - 42 mm; **W** - 50 mm);
- **D** - cu efect de strangulare (doar la injectoarele cu ac profilat);
- **1113** - caracteristică de execuție.

Tabelul 9.1

Tipuri de injectoare și caracteristicile acestora					
Tip injector	Tip pulverizator	Număr orificii de pulverizare	Diametrul orificiilor [mm]	Presiune deschidere [daN/cm ²]	Motor
RO-KBL 103S15/13	RO-DLLA 150S750	4	0,4	175	D-110
RO-KBL 70S/IR	RO-DLLA 145S448	4	0,3	230	D-115
RO-KDAL 96S16/4	RO-DLL 35S559	1	0,27	175	D-2156 HMN8
RO-KDL 94S18/13	RO-DLLA 35S2180	1	0,4	175	D-128
RO-KBL 76S2R	RO-DLLA 25S9R	1	0,59	190	797-05
RO-KCA30 S16Z	RO-DNOSD21	1	1,013	130	L-27

9.5. OPERAȚII RECOMANDATE PENTRU ÎNTREȚINEREA ȘI VERIFICAREA INJECTOARELOR

9.5.1. Verificarea și reglarea presiunii de deschidere a injectorului

Verificarea presiunii de deschidere a injectorului se realizează cu ajutorul unui dispozitiv special (fig. 9.6).

Dispozitivul este de fapt o pompă de injecție cu un singur element de pompare (1), acționat manual cu ajutorul pârghiei (4); combustibilul se găsește în rezervorul (2), care trebuie să se afle la cel puțin 150 mm deasupra orificiului de admisie al elementului de pompare. Pentru indicarea presiunii, standul este prevăzut cu un manometru (3), cu domeniul de măsură 0...600 daN/cm², montat pe conducta de refulare a elementului.

Prin acționarea pârghiei (4), combustibilul este aspirat din rezervorul (1) și este trimis sub presiune către injector; în momentul în care combustibilul începe să fie pulverizat de către injector, se citește presiunea de deschidere a acestuia cu ajutorul manometrului (3). Presiunea de deschidere trebuie să fie aceeași cu cea specificată de către producător (și care de obicei este poansonată pe

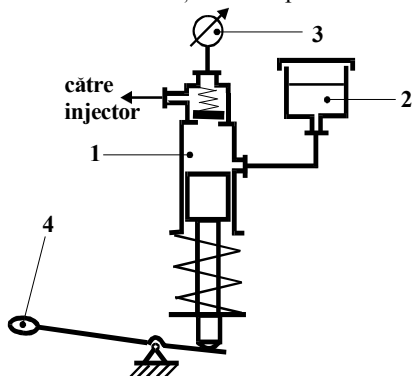


Fig. 9.6 Dispozitiv pentru verificarea presiunii de deschidere

1-element de pompare; 2-rezervor de combustibil;
3-manometru; 4-pârghie de acționare.

corpul injectorului). În cazul în care există diferențe mai mari de ± 8 daN/cm² între valoarea presiunii indicate de către manometru și valoarea prescrisă, este necesară reglarea presiunii de deschidere, fie prin acționarea șurubului de reglaj al injectorului, fie prin utilizarea unor șaibe de reglaj corespunzătoare; această valoare este valabilă pentru injectoarele care au cel puțin 300 ore de funcționare sau la care s-au operat înlocuiri de piese (mai puțin arcul). La injectoarele noi, presiunea de deschidere se reglează la o valoare mai mare cu 10% decât valoarea prescrisă deoarece în primele 100 ore de funcționare are loc tasarea a elementelor componente ale injectorului și scăderea rigidității arcului.

Pentru determinarea presiunii de deschidere a injectorului se folosește drept lichid de probă ulei L4/1.

9.5.2. Verificarea etanșeității injectorului

Pentru verificarea etanșeității injectorului acesta se montează pe standul pentru verificarea presiunii de deschidere, iar presiunea sa de deschidere se reglează la 250 daN/cm². Se acționează maneta de comandă a dispozitivului până când injectorul începe să pulverizeze combustibilul, după care se măsoară intervalul de timp în care presiunea scade de la 200 la 150 daN/cm².

9.5.3. Verificarea etanșeității pulverizatorului

Injectorul se montează pe standul utilizat pentru determinarea presiunii de deschidere. Prin acționarea pârghiei de comandă a dispozitivului se ridică presiunea până la o valoare cu 20 daN/cm² mai mică decât presiunea de deschidere, menținându-se această presiune timp de 10 s. Dacă de pe vârful pulverizatorului cad picături de lichid sau apar urme de lichid, se poate trage concluzia că injectorul nu este etanș.

9.5.4. Verificarea ruperii și formei jetului

În timpul pulverizării combustibilului injectorul produce un zgomot specific (rupere), produs de vibrația acului pe sediul său și de ieșirea combustibilului prin orificiile de pulverizare, care indică faptul că acul se mișcă liber în alezajul din corpul pulverizatorului. Totuși, criteriul zgomotului de rupere este un criteriu subiectiv, existând pulverizatoare care nu rup, dar care corespund din punct de vedere funcțional. În tabelul 9.2 sunt prezentate condițiile pe care trebuie să le îndeplinească injectoarele din punct de vedere al ruperii și al formei jetului.

9.5.5. Montarea scutului termic

La injectoarele cu ac cu vârf conic la care pulverizatorul se montează într-o teacă de răcire (scut termic - **fig. 9.6c**) realizată din cupru, trebuie respectată distanța l_{inj} . În urma unor demontări și montări repetate, scutul termic se poate deforma; ca urmare, jeturile de motorină pot lovi teaca de răcire, cu efecte negative asupra procesului de formare a amestecului.

La injectoarele cu ac cu vârf profilat este interzisă realizarea etanșării pe întreaga suprafață frontală a pulverizatorului (**fig. 9.6**), deoarece se poate ajunge la blocarea acului; în acest caz se folosesc scuturi termice (ce au și rol de garnituri de etanșare) profilate (**fig. 9.6 b**).

Tabelul 9.2

Condiții pentru acceptarea injectoarelor din punct de vedere al ruperii și formeii jetului				
Pulverizator			Criteriu	
Tip	Mărimi	Grupă	Rupere	Forma jetului
Cu știft	S T	Fără efect de strângulare	Pulverizatorul trebuie să rupă bine, cu efect sonor, în tot domeniul de viteze de acționare ale manetei standului (de la 1...2 mișc./s până la 4...6 mișc./s)	Jetul de combustibil iese din orificiul de pulverizare compact și uniform repartizat. Nu se admit jeturi asimetrice
		Cu efect de strângulare	Pulverizatorul rupe ori la viteze mici de acționare a manetei (1...2 mișc./s) ori la viteze mari (4...6 mișc./s). La viteze mari pulverizatorul rupe cu un sunet strident.	Jetul se poate urmări doar la viteze mari de acționare. Jetul trebuie să fie compact și uniform repartizat. Până la atingerea vitezei mari de acționare, jetul poate fi divizat.
Cu ac cu vârf conic	S T U W	Cu diametrul $d_s \geq 3$ mm (fig.55a)	Pulverizatoarele trebuie să rupă bine și cu efect sonor în tot domeniul de viteze ale manetei de acționare (de la 1...2 mișc./s până la 4...6 mișc./s). Fac excepție pulverizatoarele cu orificii mai mici de 0,2 mm.	Jetul de combustibil este compact și uniform pulverizat, iar finețea pulverizării crește odată cu creșterea vitezei de acționare a manetei.
Cu ac cu vârf conic	S T U W	Cu diametrul $d_s \leq 2,5$ mm	Pulverizatoarele rup (slab) fie la viteze mici ale manetei (1...2 mișc./s), fie la viteze mari (4...6 mișc./s). În afara acestor limite injectoarele nu rup.	La viteze mici de acționare, jetul este grosolan; în domeniul fără rupere, jetul este filiform. La viteze mari de acționare ale manetei, jetul este compact și fin pulverizat.
		Fără pungă	Pulverizatoarele rup foarte slab și doar la viteze mari de acționare ale manetei (4...6 mișc./s). În afara acestui domeniu, pulverizatoarele nu rup.	În domeniul de viteze în care pulverizatorul nu rupe, șetul este filiform, nepulverizat. La viteze mari, jeturile sunt compacte și fin pulverizate.