



# **VERIFICAREA ȘI REGLAREA INJECTOARELOR CU COMANDĂ HIDRAULICĂ**

MANUAL



**CUPRINS**

<b>1. Introducere</b> .....	5
<b>2. Modul de funcționare a injectoarelor</b> .....	9
2.1. Procesul de injecție .....	9
2.2. Caracteristica injectorului .....	10
2.3. Funcționarea injectorului .....	11
<b>3. Verificarea și reglarea injectoarelor</b> .....	12
3.1. Verificarea etanșeității injectorului .....	13
3.2. Verificarea etanșeității pulverizatorului pe scaunul conic .....	13
3.3. Verificarea calității pulverizării .....	13



## 1. INTRODUCERE

Injectorul este partea componentă a instalației de alimentare a motoarelor cu aprindere prin comprimare (diesel) prin intermediul căruia se realizează introducerea combustibilului pulverizat în camera de ardere a motorului, la o anumită presiune, pe o anumită direcție și cu o anumită formă a jetului, în funcție de ordinea de lucru a cilindrilor.

Injectoarele se împart în două mari clase: injectoare deschise (orificiul de pulverizare nu este controlat de un ac sau de o supapă) și injectoare închise (orificiul de pulverizare este controlat). Motoarele montate pe autovehicule folosesc injectoare de tip închis, cu ac. După modul în care se comandă deschiderea acului, injectoarele se împart în trei grupe: cu comandă hidraulică (folosite curent pe motoarele de autovehicule), cu comandă electrică și cu comandă mecanică.

Arderea combustibilului lichid implică fărâmițarea și distribuția adecvată a acestuia în aerul disponibil. Prin injecție se obține amplificarea de sute de mii de ori a suprafeței de contact dintre faza lichidă și faza gazoasă, ceea ce sporește considerabil viteza de vaporizare. Totodată se asigură dirijarea carburantului în concordanță cu cerințele utilizării cât mai complete a aerului disponibil pentru ardere.

Injecția în cilindru începe cu avans față de punctul mort superior (P.M.S.) al motorului, de aici decurgând necesitatea reglajului cu foarte mare precizie a începutului injecției primei secțiuni de pompă a pompei de injecție și a decalajului unghiular de început de injecție pentru celelalte secțiuni.

Injectorul trebuie să îndeplinească două funcții principale: să realizeze pulverizarea fină a combustibilului și să asigure o distribuție uniformă a combustibilului în întreaga cameră de ardere.

Pulverizarea fină a combustibilului depinde, îndeosebi, de construcția injectorului. Distribuția uniformă a combustibilului în camera de ardere depinde atât de construcția injectorului cât și de mișcarea adecvată a aerului în camera de ardere, în procesul de injecție. Severitatea cu care injectorul trebuie să îndeplinească aceste funcții depinde de tipul camerei de ardere.

Pulverizarea combustibilului este determinată de mai mulți factori: rezistența frontală pe care o opune aerul din cilindru la înaintarea jetului (care tinde să spargă jetul și să-l desfacă în particule foarte fine), mișcarea aerului în care se deplasează jetul de combustibil, curenții din interiorul jetului (turbulența jetului). Alți factori, cum ar fi unele proprietăți fizice ale combustibilului (tensiunea superficială și vâscozitatea), se opun pulverizării jetului.

Partea principală a injectorului o constituie pulverizatorul, care este piesa în care se execută orificiile calibrate de ieșire a combustibilului. Pulverizatorul se fixează la partea inferioară a injectorului.

Caracteristicile pulverizării - finețea, omogenitatea, penetrația și dispersia - depind în mare măsură de calitatea execuției pulverizatorului.

Finețea pulverizării indică gradul de fărâmițare a jetului de combustibil în particule și se apreciază prin diametrul mediu al acestora. Motoarele cu aprindere prin comprimare ce echipează autovehiculele pretind o finețe înaltă de pulverizare, caracterizată printr-un diametru mediu aritmetic de  $10 \div 20 \mu\text{m}$ .

Omogenitatea pulverizării se definește prin frecvența de apariție a unor picături cu diametre cuprinse într-un interval determinat, centrat în jurul diametrului mediu. În cazul ideal, atunci când toate picăturile au același diametru, omogenitatea este maximă. În realitate pulverizarea este imperfectă, dar prin îmbunătățirea performanțelor echipamentelor de injecție se urmărește perfecționarea continuă a valorilor acestui parametru.

Penetrația jetului reprezintă drumul parcurs de partea frontală a jetului într-un timp determinat. Penetrația trebuie calculată astfel încât în timpul injecției jetul să străbată întreaga cameră de ardere, fără să atingă pereții reci ai cilindrului. Dacă penetrația este mare, combustibilul ajunge pe oglinda cilindrului, unde suferă modificări chimice lente, arde incomplet, produce depozite de calamină în camera de ardere și un procent ridicat de noxe în gazele evacuate. Dacă penetrația este mică, rămân zone periferice de aer neutilizate, iar combustibilul arde incomplet, deși în camera de ardere există aer în exces.

Unghiul de dispersie a jetului este unghiul conului format din tangentele la conturul jetului, concurente în orificiul pulverizatorului. Unghiul de dispersie, ca și penetrația jetului, ilustrează distribuția combustibilului în camera de ardere.



garniturii (13). Filtrul (14) reține impuritățile mecanice, iar garnitura (15) asigură etanșarea. Canalul (16), practicat în corpul injectorului, servește pentru deplasarea combustibilului de la conducta de înaltă presiune, prin racordul (17), la pulverizator. Corespondența dintre canalele (16) și (18), ultimul practicat în corpul pulverizatorului, se asigură la montaj, prin intermediul știftului (19). Ridicarea acului de pe scaun are loc sub acțiunea forței dezvoltate de presiunea combustibilului din camera pulverizatorului (CP), asupra gulerului acului (realizat prin prelucrarea acului cu două diametre diferite).

Injectoarele închise se numesc injectoare cu comandă hidraulică, deoarece deschiderea acului este efectuată de combustibil. Acul este de tip lung sau scurt.

Pulverizatorul este un ansamblu de precizie, destinat introducerii și repartizării combustibilului în camera de ardere, sub formă de vapori.

Un pulverizator se compune din două piese: corpul și acul. Aceste piese sunt construite din oțeluri superioare și au o execuție de înaltă precizie. Jocul funcțional între acul și corpul pulverizatorului este de  $2 \div 3 \mu\text{m}$ , motiv pentru care aceste două piese formează o pereche inseparabilă.

Corpul pulverizatorului cuprinde (figura 1.2):

- un alezaj longitudinal (1) în care este ghidat acul și care se termină cu camera de presiune (2);
- un canal circular (3) prin care sosește combustibilul de la corpul injectorului;
- unul, două sau trei canale de alimentare (4), care leagă canalul circular (3) cu camera de presiune (2);
- camera de distribuție (7), care comunică cu camera de presiune (2) și cu orificiile de pulverizare (5);
- scaunul conic de închidere (6), care se află la partea inferioară;
- orificiile (8) pentru cepurile de orientare ale pulverizatorului.

Suprafața (a) este o suprafață de etanșare în zona de înaltă presiune, iar umărul (b) are rol de fixare.

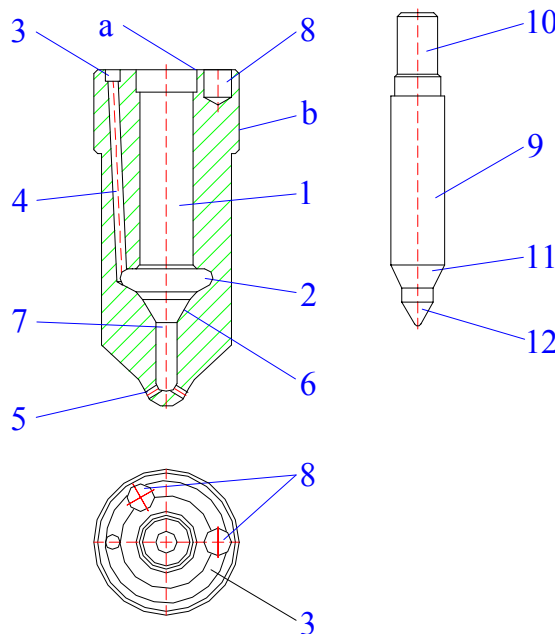


Figura 1.2. Corpul pulverizatorului

Pe acul pulverizatorului se disting următoarele zone:

- porțiunea cilindrică (9) de ghidare a acului în corp;
- codița acului (10), asupra căreia se transmite forța din resortul injectorului;
- conul de atac (11), asupra căruia acțiunează presiunea combustibilului;
- conul de etanșare (12).

După forma vârfului acului pulverizatorului, injectoarele se împart în două clase: injectoare cu ac cu vârf conic (figurile 1.3a și 1.3b) și injectoare cu ac cu vârf profilat (figurile 1.3c și 1.3d) sau ac cu știft.

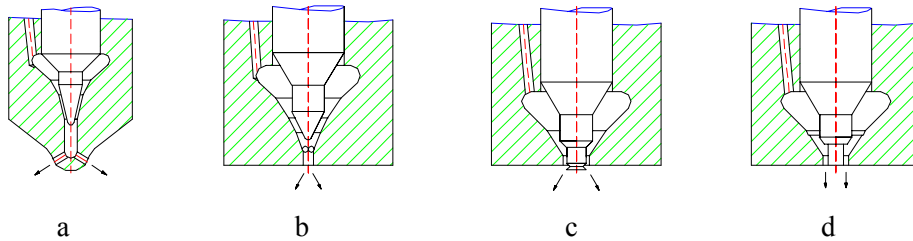


Figura 1.3. Pulverizatoare pentru injectoare

Când știftul este cilindric, rolul lui principal este de a curăța orificiul pulverizatorului de depunerile de calamină. Dacă știftul este dublu tronconic, la acțiunea de autocurățare se adaugă efectul de dispersie a jetului. Particulele de combustibil se lovesc de ultima suprafață conică și formează un jet de forma unei pânze conice, cu unghiul la vârf cuprins în intervalul  $40 \div 60^\circ$ . Pentru a realiza etanșarea, acul cu știft se sprijină cu vârful de etanșare pe sediul conic. Grosimea brâului de etanșare este de 0,1 mm, ceea ce asigură o presiune de contact ridicată. În momentul ridicării știftului dublu tronconic, secțiunea de trecere variază (figura 1.4).

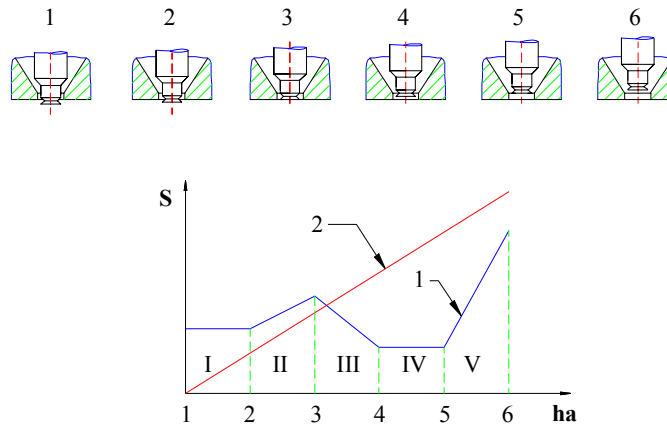


Figura 1.4. Variația secțiunii de curgere la ridicarea acului

Din această cauză aria secțiunii echivalente la ridicarea unui ac cu știft (curba 1, figura 1.4) se deosebește de cea realizată la un injector cu ac cu vârf conic (curba 2, figura 1.4) prin aceea că la începutul injecției are o creștere lentă. Ca urmare, la începutul injecției se introduce doar o fracțiune mică din doza pe ciclu, doza principală injectându-se ulterior. Această particularitate este convenabilă pentru limitarea mersului brutal. Cu toate acestea, injectorul cu știft nu se poate utiliza decât la camerele de vârtej, deoarece dă un jet cu penetrație redusă. La camerele unitare de ardere se utilizează injectoarele cu ac, cu vârf conic, cu mai multe orificii, ceea ce asigură distribuția convenabilă a combustibilului și penetrații mari ale jetului. Unghiul dintre axele orificiilor se optimizează. La motoarele cu camere de preardere, fiind necesar un jet compact cu penetrație mare, se utilizează injectoare cu ac cu vârf conic cu un singur orificiu.

## 2. MODUL DE FUNCȚIONARE A INJECTOARELOR

### 2.1. Procesul de injecție

Combustibilul este pulverizat în cilindrii motorului prin intermediul pulverizatorului (care se montează la o extremitate a injectorului) și pătrunde în camera de ardere. Pulverizatorul este prevăzut cu unul sau mai multe orificii calibrate, de diametru  $d_0 = 0,2 \div 1,2$  mm.

Combustibilul este refulat sub presiune de către pompa de injecție, prin intermediul conductelor de înaltă presiune și a injectorului, în camera pulverizatorului. Presiunea din amonte de orificiile de pulverizare se numește presiune de injecție -  $p_i$  - și în timpul procesului de injecție aceasta este variabilă. Presiunea la care începe injecția combustibilului în cilindrul motorului este presiunea la care acul pulverizatorului se ridică de pe sediul său.

Presiunea maximă de injecție,  $p_{i \max}$ , depășește de  $1,5 \div 2$  ori presiunea inițială,  $p_{i0}$ .

Calitatea pulverizării este influențată de mai mulți factori, care pot fi grupați astfel:

- parametrii funcționali ai sistemului de injecție: presiunea  $p_{i0}$ , viteza  $W_0$ , turația pompei de injecție;
- starea mediului în care are loc injecția, caracterizată prin: presiunea  $p$  din cilindru, temperatura  $T$ , densitatea aerului;
- proprietățile fizice ale combustibilului;
- elementele constructive ale sistemului de injecție (profilul camei axului pompei de injecție), tipul pompei și al injectorului, numărul, forma și dimensiunile orificiilor pulverizatorului;
- factorii de exploatare.

Ecuția echilibrului static al acului pulverizatorului este dată de relația (1):

$$F_0 = k * h_a = p_i * \pi * (d_a^2 - d_v^2)/4 + p_v * \pi * d_v^2/4 \quad (1)$$

unde:

$F_0$  - tensiunea inițială a arcului;

$k$  - constanta elastică;

$h_a$  - ridicarea acului;

$p_i$  - presiunea combustibilului din camera pulverizatorului;

$d_a$  - diametrul acului și vârfului;

$d_v$  - diametrul vârfului acului;

$p_v$  - presiunea combustibilului sub vârful acului (mai mică decât presiunea din cilindru,  $p_{cil}$ , din cauza laminării).

Condiția de ridicare a acului de pe sediu este reprezentată de relația (2):

$$F_0 = p_{i0} * \pi * (d_a^2 - d_v^2)/4 + p_{cil} * \pi * d_v^2/4 \quad (2)$$

Se face precizarea că inițial sunt îndeplinite condițiile:  $h_a = 0$  și  $p_v = p_{cil}$ .

Presiunea  $p_{i0}$  din camera pulverizatorului, la care se ridică acul injectorului de pe scaun, se numește presiune inițială de injecție. În relația (2),  $p_{i0}$  apare ca un parametru cunoscut, impus de caracteristicile jetului (finețe, omogenitate, penetrație, dispersie).

La proiectare se asigură reproducerea lui  $p_{i0}$  fie prin controlul tensiunii inițiale a resortului, fie prin dimensionarea convenabilă a gulerului (diferența  $d_a - d_v$ ).

Faptul că injecția începe și se termină la o presiune ridicată constituie principalul avantaj al injectorului cu ac. Injectorul cu ac cu comandă hidraulică are și un avantaj suplimentar: nu pretinde un organ suplimentar de comandă, ceea ce explică marea lui răspândire. Printre dezavantaje se menționează: uzarea accentuată a acului pe brăul de etanșare (la așezarea cu șoc pe scaun) și vibrația sistemului ac-arc, care perturbă injecția normală.

Un parametru fundamental al procesului de injecție este viteza  $W_0$  a combustibilului prin orificiul pulverizatorului, deoarece aceasta caracterizează energia cinetică a jetului:

$$W_0 = \rho_0 * [2 * 10^5 * (p_{i0} - p_c) / \rho_c]^{1/2} \tag{3}$$

unde:

$\rho_0$  - coeficientul de viteză al orificiului;

$p_c$  - presiunea aerului la începutul injecției [daN/cm<sup>2</sup>];

$\rho_c$  - densitatea combustibilului [kg/m<sup>3</sup>].

Deoarece  $p_i$  și  $p_c$  variază în timpul procesului de injecție, atunci și  $W_0$  variază. Când  $W_0$  crește, diametrul mediu al picăturilor de combustibil,  $d_p$ , se micșorează și penetrația jetului se amplifică.

De obicei, ecuația lui Bernoulli (3) se folosește pentru determinarea presiunii inițiale de injecție,  $W_0$  apărând ca un parametru impus.

După ridicarea acului, presiunea  $p_i$  din camera pulverizatorului este redusă de secțiunea de laminare oferită de vârful acului, ca urmare  $p_{cil} < p_v < p_i$ . Din relațiile (1) și (2) rezultă înălțimea de ridicare a acului:

$$h_a = p_i * \pi * (d_a^2 - d_v^2) / (4k) + p_v * \pi * d_v^2 / (4k) - F_0 \tag{4}$$

### 2.2. Caracteristica injectorului

Caracteristica de funcționare a injectorului cu ac cu vârf conic este prezentată în figura 2.1a, iar caracteristica injectorului cu ac cu știft în figura 2.1b.

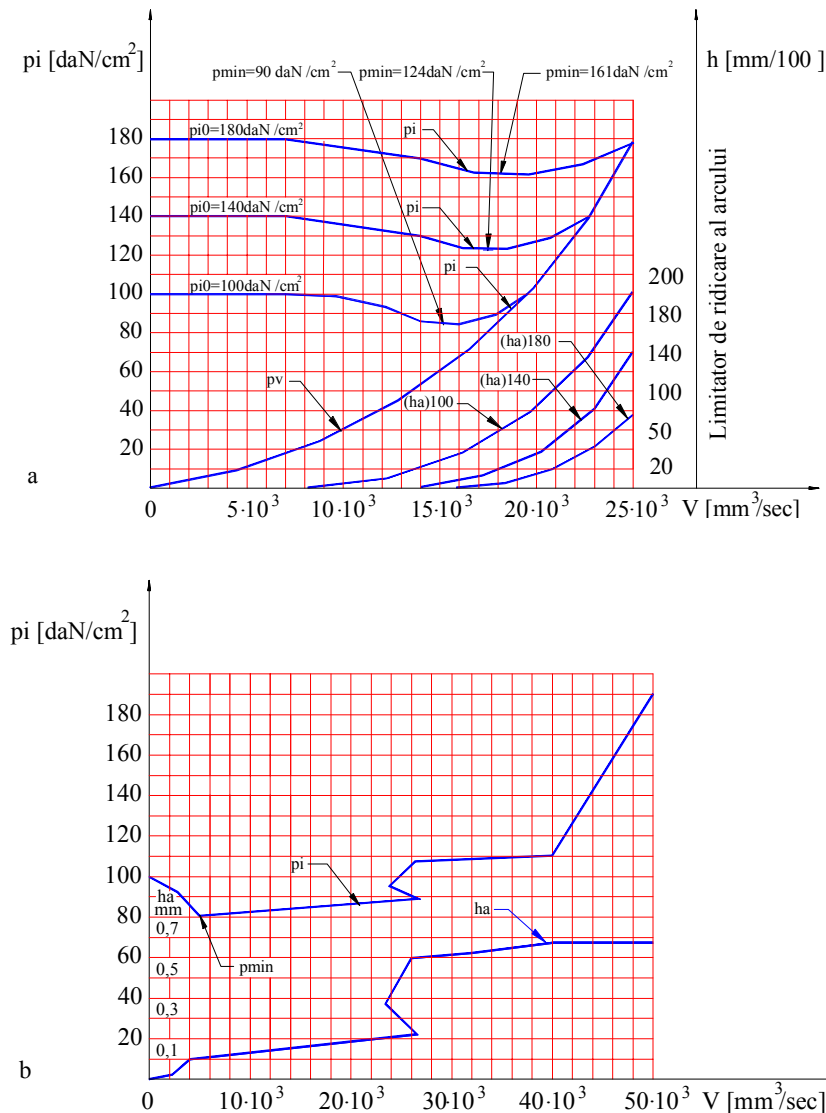


Figura 2.1. Caracteristica injectorului

După cum se poate observa, caracteristica injectorului cu ac cu știft (figura 2.1b) se determină mai dificil, deoarece legea de variație a secțiunii la ridicarea acului este mai complicată.

O modificare a caracteristicii injectorului se obține dacă se limitează înălțimea de ridicare a acului. Când capătul acului se sprijină pe opritor, secțiunile de trecere devin invariabile. Înălțimea de ridicare a acului este limitată, la unele injectoare, la  $0,3 \div 0,7$  mm. Limitarea înălțimii de ridicare a acului are o acțiune favorabilă asupra pulverizării, deoarece aria secțiunii de trecere a combustibilului se menține la o valoare redusă.

În tabelul 2.1 este prezentată influența înălțimii de ridicare a acului injectorului asupra fineții de pulverizare.

Tabelul 2.1

Înălțimea de ridicare a acului injectorului $h_a$ [mm]	0,245	0,34	0,445
Diametrul mediu $d_{i0}$ al particulei [ $\mu\text{m}$ ]	18,2	27,5	39,7

### 2.3. Funcționarea injectorului

Parametrii pompei de injecție și ai injectorului influențează într-o măsură hotărâtoare procesul de injecție a combustibilului.

Acul pulverizatorului închide pasajul între camera de presiune și camera de distribuție, sub acțiunea arcului injectorului, care îl menține pe sediul său conic.

În timpul perioadei de refulare a pompei de injecție, presiunea combustibilului se aplică asupra conului de atac al acului pulverizatorului, iar când forța creată de presiunea combustibilului o depășește pe cea din resort, acul este ridicat, camera de presiune este pusă în legătură cu camera de distribuție, iar combustibilul este injectat prin orificiile de pulverizare.

Diametrul orificiului de pulverizare  $d_0$  rezultă din condiția ca doza de motorină  $Q$ , refulată de elementul de pompare la regimul nominal, să poată fi injectată prin orificiul de pulverizare, în perioada de timp corespunzătoare injecției prescrise cu viteza de pulverizare  $W_0$ .

Viteza de pulverizare se determină prin intermediul relației (5) și se exprimă în [m/s]:

$$W_0 = u_0 * [2 * g * (p_d - p_{cil}) / \gamma]^{1/2} \quad (5)$$

în care:

$u_0 = 0,67 \div 0,7$  (coeficientul de debit al orificiului de pulverizare);

$g$  - accelerația gravitațională, exprimată în [ $\text{m/s}^2$ ];

$p_d$  - presiunea de deschidere a injectorului, exprimată în [ $\text{daN/cm}^2$ ];

$p_{cil}$  - presiunea din cilindru, exprimată în [ $\text{daN/cm}^2$ ];

$\gamma$  - greutatea specifică a motorinei, exprimată în [ $\text{daN/cm}^2$ ].

Din condiția (5) se determină diametrul orificiului de pulverizare, exprimat în [mm]:

$$d_0 = 2,764 * [Q * n / (Z * W_0 * \alpha_i)]^{1/2} \quad (6)$$

în care:

$n$  - turația nominală a motorului, exprimată în [rot/min];

$Z$  - numărul orificiilor de pulverizare;

$\alpha_i$  - durata injecției, exprimată în °RAC.

### 3. VERIFICAREA ȘI REGLAREA INJECTOARELOR

Verificarea injectoarelor se face utilizând *standul pentru probat injectoare SPI 04* (figura 3.1), după ce acestea au fost demontate de pe motor. Rolul unui astfel de stand este de a asigura alimentarea injectorului cu lichid de probă la presiune înaltă, măsurabilă, și de a permite vizualizarea jetului pulverizatorului injectorului.



Figura 3.1. Standul pentru probat injectoare - SPI 04

Verificarea se realizează la temperatura mediului ambiant, urmărindu-se presiunea de deschidere, etanșeitatea pulverizatorului și a injectorului, ruperea și forma jetului.

Verificarea presiunii de deschidere se face în concordanță cu valoarea prescrisă a acesteia, care este specificată în notița tehnică a injectorului (la majoritatea tipurilor de injectoare presiunea de deschidere este inscripționată pe corpul acestora). La această valoare se reglează injectoarele care au circa 300 ore de funcționare, sau cele la care nu s-a înlocuit arcul injectorului. La injectoarele noi sau cele la care s-a înlocuit arcul, presiunea de deschidere se reglează la o valoare cu 10% mai mare decât cea specificată.

Dacă pentru presiunea de injecție nu se obține o pulverizare uniformă și fină, apărând picături mari sau vinișoare de combustibil, injectorul trebuie demontat, se spală toate piesele în petrol și motorină, stabilindu-se starea de uzură, apoi se reglează și se încearcă din nou.

Dacă există un injector etalon atunci el se montează, împreună cu injectorul supus încercării, pe un dispozitiv fixat pe unul dintre racordurile pompei de injecție. Dacă motorul este pornit, un injector corect reglat trebuie să debiteze simultan cu injectorul etalon. În cazul în care injecția începe mai devreme, presiunea lui este mică. În cazul în care injectorul debitează după injectorul etalon, sau nu debitează deloc, înseamnă că strângerea acului acestuia este prea mare.

Unghiul conului de pulverizare se determină prin măsurarea diametrului amprentei combustibilului pulverizat, la injectarea lui pe un ecran acoperit cu o foaie de hârtie. Presiunea de strângere a acului injectorului se verifică cu ajutorul manometrului și se reglează prin rotirea șurubului de reglare a arcului injectorului, cu contrapiulița slăbită. Prin acționarea șurubului de reglare cu o rotație completă, presiunea de injecție crește cu circa  $45 \div 70$  bar.

Dacă injectoarele verificate prezintă o injecție neuniformă și intermitentă a combustibilului, se procedează la reglarea mărimii cursei acului. Ridicarea optimă a acului injectorului se obține prin încercări, astfel încât debitul și calitatea pulverizării să fie cele dorite.

### 3.1. Verificarea etanșeității injectorului

Etanșeitarea injectorului se verifică cu injectorul montat pe standul de probă SPI 04. Se reglează presiunea de deschidere la 250 bar și se măsoară intervalul de timp în care presiunea scade de la 200 bar la 150 bar. Dacă viteza de reducere este mai mare de 10 bar/s la un injector vechi și de 2,5 bar/s la un injector nou, atunci acestea pot fi socotite neetanșe.

Existența pierderilor excesive pe la racordul de retur se poate constata chiar pe motor, în timpul funcționării. Aceste pierderi indică un joc mare între ac și pulverizator, în regiunea cilindrică de ghidare, sau insuficienta strângere a piuliței pulverizatorului.

### 3.2. Verificarea etanșeității pulverizatorului pe scaunul conic

Având injectorul montat pe standul de probă SPI 04, se ridică presiunea la 20 bar. Se menține această presiune timp de 10 secunde. Dacă de pe vârful pulverizatorului cad picături sau apar urme de lichid de probă atunci acesta nu este etanș și va trebui să fie înlocuit.

### 3.3. Verificarea calității pulverizării

Uniformitatea și finețea pulverizării pot fi determinate prin metoda analitică sau prin metoda experimentală, în mod direct sau indirect. În general, relațiile analitice nu prezintă o precizie corespunzătoare, în practică fiind utilizate metodele experimentale, urmărind forma jeturilor și dispunerea acestora. Această abordare constituie un mijloc mai eficient de apreciere a calității pulverizării.

Structura unui jet trebuie să aibă consistența unei cețe fine cu o structură mai densă în centru. În cazul în care apar jeturi nedispersate, continue sau cu structură neuniformă, dar presiunea de deschidere este corectă, acestea sunt indicii ale uzurii injectorului.

Forma jetului trebuie să fie perfect conică și simetric poziționată în raport cu axa longitudinală a orificiului de injecție, iar la injectoarele cu mai multe orificii se va observa simetria dispunerii jeturilor și uniformitatea lor. În figura 3.2 sunt prezentate anomalii ale geometriei jetului, provocate de depunerile de calamină sau de deformarea pulverizatorului sau a acului.

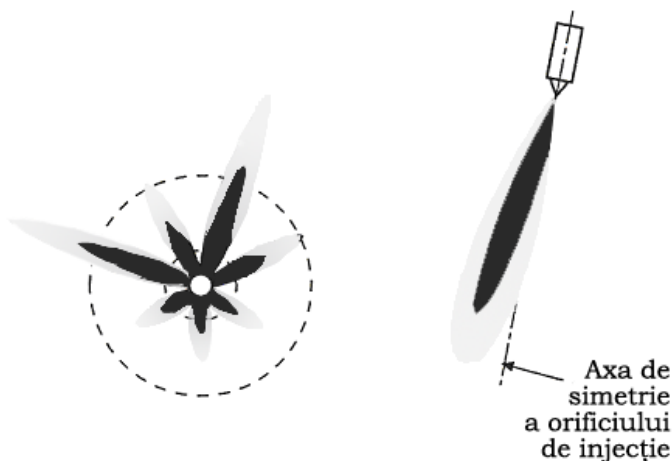


Figura 3.2. Anomalii ale geometriei jetului

Există anumite condiții geometrice de penetrație și dispersie impuse de constructorul de injectoare, care prescrie diametrul pe care trebuie să-l aibă conul jetului la o anumită distanță de conul pulverizatorului și lungimea maximă a jetului liber. Dacă această lungime maximă este mai ușor de măsurat, măsurarea dispersiei prezintă unele dificultăți. Pentru o măsurare orientativă se poate proiecta jetul pe o hârtie poroasă, măsurând astfel diametrul petei de combustibil. Mai sigură este metoda inelelor cu diferite diametre, plasate la distanțele prescrise de fabricant, astfel încât jetul să se înscrie perfect în interiorul fiecărui inel, cu condiția ca unghiul său de dispersie să fie corect.

Picăturile obținute la o singură injecție pot fi captate pe un mediu potrivit, astfel încât să nu sufere deformări (în cazul metodelor directe). Ele se grupează și se numără utilizând pentru acesta un microscop.

Geometria jetului este influențată negativ de: cocsarea pulverizatorului, ruperea acului, spargerea bulbului pulverizatorului.

Verificarea ruperii și a formei jetului ține seama de faptul că ruperea este definită prin sunetul care apare în timpul pulverizării (așa-numitul „zgomot de rupere”). Prezența acestuia indică faptul că între conurile de etanșare prelucrate pe ac și în corpul pulverizatorului nu există diferențe dimensionale sau de geometrie, precum și faptul că acul se mișcă liber, fără înțepeniri. Dacă injectorul este în stare bună, acest zgomot se produce brusc și distinct, odată cu jetul, la acționarea manetei standului de probat injectoare - SPI 04, fără tranziții de ton sau intensitate.

Controlul acestui proces de rupere se realizează în funcție de tipul injectorului. Astfel, pulverizatorul cu știft fără strangulare (tip R, S, sau T) produce un „zgomot de rupere” net, la orice viteză de acționare a manetei, începând de la o acționare pe secundă. Jetul este bine format și pulverizat uniform la orice viteză.

În cazul pulverizatorului cu știft și strangulare (tip R, S, sau T) zgomotul de rupere este slab, perceptibil numai la viteza de  $1 \div 2$  acționări pe secundă. Peste această viteză zgomotul încetează. Când se ajunge la  $4 \div 6$  acționări pe secundă pulverizatorul rupe din nou, cu un sunet strident și cu un jet continuu și bine pulverizat. Până la obținerea sunetului strident, jetul este filiform și nepulverizat.

Pulverizatorul normal (cu ac cu vârf conic), cu diametrul sediului de închidere de minimum 3 mm (tip S, T, U, V, sau W), are zgomotul de rupere clar la orice viteză. Viteza minimă de rupere este de o acționare pe secundă, iar jetul este grosier și filiform.

În cazul pulverizatoarelor cu orificii având diametre sub 0,2 mm, ruperea încetează la viteze ridicate datorită creșterii efectului de strangulare. La creșterea vitezei până la  $4 \div 6$  acționări pe secundă, jetul este pulverizat fin.

Pulverizatoarele cu orificii multiple și diametrul sediului de închidere mai mic de 2,5 mm (tip WDT – WPP) au un zgomot de rupere slab, care apare numai la  $4 \div 6$  acționări pe secundă. La aceste injectoare jetul este filiform și nepulverizat atunci când atinge viteza de rupere, însă ulterior pulverizarea devine foarte fină.

Proba de glisare se efectuează după curățirea, spălarea și demontarea injectorului și după ce s-a constatat că acul nu prezintă urme de lovituri, rugozități pe conul de etanșare, sau dacă știftul nu este lovit sau deteriorat. Corpul pulverizatorului nu trebuie să aibă lovituri sau depuneri de calamină pe sediu (la inspecția cu lupa), să nu prezinte ovalizări ale orificiului de injecție la pulverizatoarele cu știft și să nu aibă orificii cu depuneri de calamină, înfundate, sau uzate.

Atunci când se dorește efectuarea probei de glisare se extrage acul din corpul pulverizatorului, se imersează în motorină și apoi se introduce în corp. Se așează corpul într-o poziție apropiată de verticală și se extrage acul pe o treime din lungimea suprafeței sale de glisare. Se poate verifica, astfel, dacă injectorul este bun, deoarece acul lăsat în această poziție revine pe sediul conic într-o mișcare lină și uniformă, numai sub acțiunea propriei sale greutate.

La montarea pulverizatorului în corpul injectorului se va respecta cuplul de strângere a piuliței, pentru a evita o strângere insuficientă sau blocarea acului.