

INSTALAȚIA DE RĂCIRE. ASPECTE FUNCȚIONALE, SISTEME DE RĂCIRE, ELEMENTE COMPONENTE

1. GENERALITĂȚI PRIVIND RĂCIREA M.A.I.

Gradul de răcire a cilindrilor, precum și organizarea rațională a procesului de răcire influențează sensibil performanțele dinamice, economice și de durabilitate ale m.a.i. Contactul fluidului proaspăt cu pereții calzi ai cilindrului micorează gradul de umplere; în schimb, o temperatură prea scăzută a pereților cilindrilor amplifică pierderile de căldură și micorează randamentul indicat. La m.a.c., o temperatură mai ridicată a pereților camerei de ardere urează autoaprinderea, iar motorul funcționează mai „linițit”, cu o economicitate sporită. La m.a.s., o temperatură prea ridicată a pereților favorizează apariția diferitelor forme de ardere anormală.

Temperatura pieselor motorului influențează, de asemenea, pierderile mecanice. Dacă nu se organizează rațional circuitul fluidului de răcire, pot apărea creșteri locale de temperatură care duc la fisuri în chiulasă și blocul motor sau la arderea unor piese, precum pistonul și supapele. Atât la temperaturi înalte, cât și la temperaturi joase, pelicula de ulei își pierde consistența: în primul caz datorită reducerii viscozității, iar în al doilea caz din cauza diluării uleiului cu fracțiunile grele din combustibil, condensate pe oglinda cilindrului. În ambele cazuri, se intensifică uzura pieselor prin frecare și se reduce durabilitatea motorului.

Instalația de răcire reprezintă totalitatea agregatelor, aparatelor și dispozitivelor care asigură evacuarea unei fracțiuni din căldura dezvoltată în cilindri prin arderea combustibilului. Sistemul de răcire utilizat se clasifică în funcție de natura fluidului de răcire:

- a) cu aer;
- b) cu apă

și după modul de vehiculare a acestuia în instalație:

- a) cu circulație naturală;
- b) cu circulație forțată.

Realizarea instalațiilor de răcire ale m.a.i. trebuie să asigure următoarele **deziderate**:

- a) menținerea unei temperaturi aproximativ constante a apei în instalație;
- b) greutate și gabarite reduse;
- c) consum redus de putere (cca. 10...13% din puterea dezvoltată de motor);
- d) simplitate constructivă;
- e) fiabilitate ridicată.

2. RĂCIREA CU AER

Instalația de răcire cu aer se folosește la motoarele de motocicletă, la care aerul rece ptrunde printre aripioarele cilindrului și chiulasei (expuse deschis în atmosferă), datorită vitezei de deplasare (fig.8.1). La motoarele mici de automobile, se folosește sistemul de răcire cu aer, prin intermediul unui ventilator (turbina) care introduce aerul sub presiune spre aripioarele cilindrilor și chiulaselor (fig.8.2).

Sistemul de răcire forțat cu aer al unui motor (fig.8.2.b) este alcătuit din: ventilatorul *V*, mantaua *M* (care învelește etan cilindrii și chiulasa, pentru dirijarea curentului de aer), deflectorul *D* (care uniformizează distribuția aerului între cilindri) și difuzorul de evacuare *DE*.

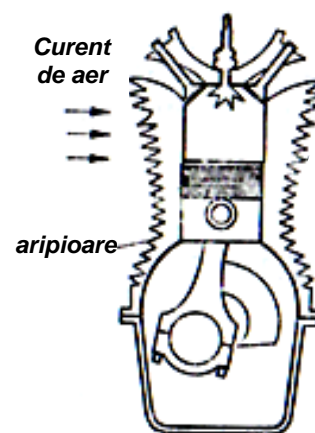


Fig.8.1

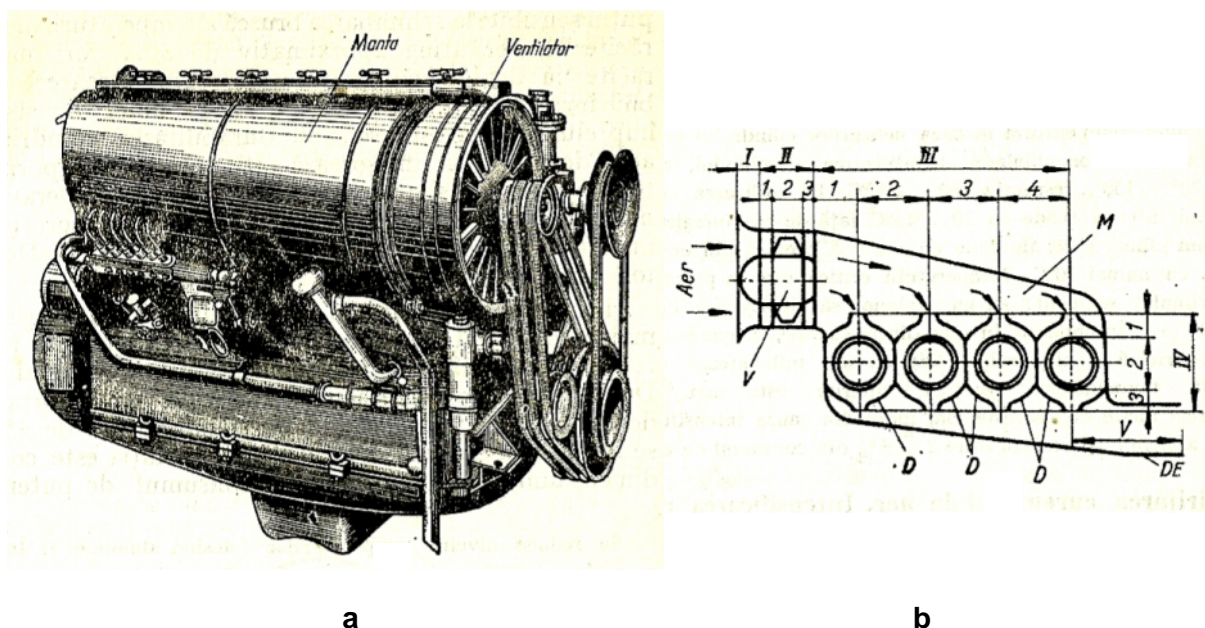


Fig.8.2

Circuitul de aer se împarte în mai multe zone:

- zona I: porțiunea de intrare a aerului în aspirația ventilatorului;
- zona II: porțiunea de trecere a aerului prin ventilator;
- zona III: porțiunea de distribuție a aerului, subdivizat – la rândul ei – în porțiunile corespunzătoare fiecărui cilindru;
- zona IV: porțiunea de trecere a aerului printre nervuri, subdivizat – în ea – în trei porțiuni, corespunzătoare intrării (IV.1), trecerii (IV.2) și ieșirii (IV.3) aerului dintre nervuri;
- zona V: porțiunea care colectează aerul și-l evacuează în exterior.

Ventilatorul are rolul de a trimite un curent puternic de aer peste cilindri și chiulasă. Debitul acestuia este de 4...5 ori mai mare decât cel al ventilatorului din sistemul de răcire cu lichid. Unele motoare au ventilatoare cu palete cu pas variabil, reglat automat prin termostat, în funcție de temperatura motorului.

Cilindrii și chiulasă motorului răcit cu aer sunt prevăzute din construcție cu aripioare turnate (corp comun sau atașate), care au rolul de a mări suprafața de răcire și de a intensifica, astfel, transferul de căldură.

Avantajele sistemului de răcire cu aer sunt: încălzirea mai rapidă a motorului la pornire, construcția mai simplă a chiulasei și a blocului motor (fără circulația de apă), evitarea neajunsului creat de depunerea de piatră, întreținerea mai simplă, absența pericolului de îngheț; uzurile mai mici ale cilindrilor (ca urmare a unei încălziri mai rapide după pornire); cost mai redus.

În schimb, **dezavantajele** acestui sistem îi limitează drastic utilitatea în domeniul motoarelor cu ardere internă, inclusiv în cel al motoarelor de autovehicule: imposibilitatea unui control precis al răcirii; răcirea insuficientă a zonelor calde, ca urmare a conductibilității termice inferioare a aerului în comparație cu apa; zgomotul puternic al ventilatorului. În plus, la putere egală, motorul policilindric răcit cu aer este mai lung din cauza aripioarelor de la cilindri și, prin urmare, este mai greu.

3. RĂCIREA CU LICHID

Schema de principiu a instalației de răcire cu lichid este prezentată în figura 8.3. Instalația este alcătuită din două circuite:

- circuitul de lichid (transferul de căldură de la cilindri la radiator);
- circuitul de aer (transferul de căldură de la radiator la mediul ambiant).

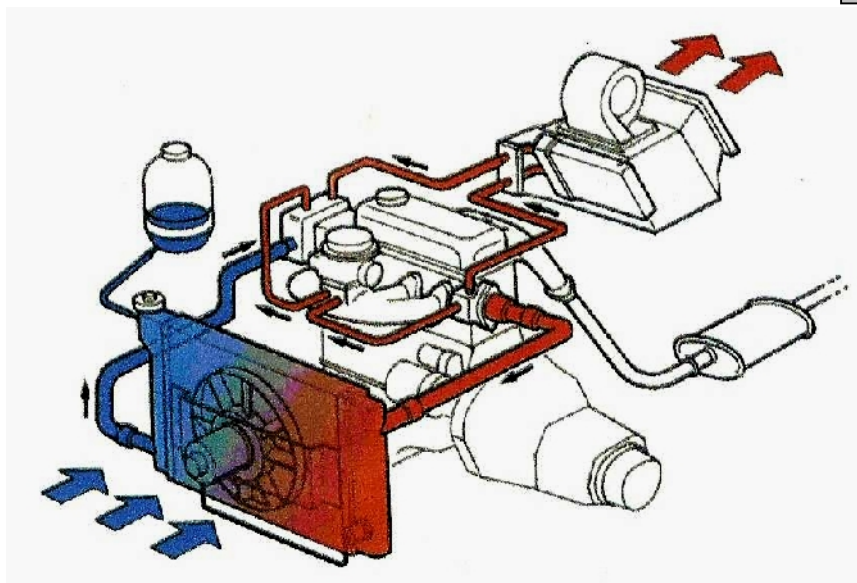


Fig.8.3

Circuitul lichidului (circuitul roșu din fig.8.3) este format din camera de răcire a motorului (pereții dubli ai blocului motor și chiulasei), termostat, pompa de răcire (de apă), vas de expansiune, furtune de legătură și radiator.

Circuitul de aer (circuitul albastru din fig.8.3) este alcătuit din radiator, ventilator și organele de reglaj.

În figura 8.4 sunt prezentate principalele componente ale acestei instalații: pompa de răcire 1; camera de răcire 2; termostatul 3; radiatorul 4; ventilatorul 5 și vasul de expansiune 6.

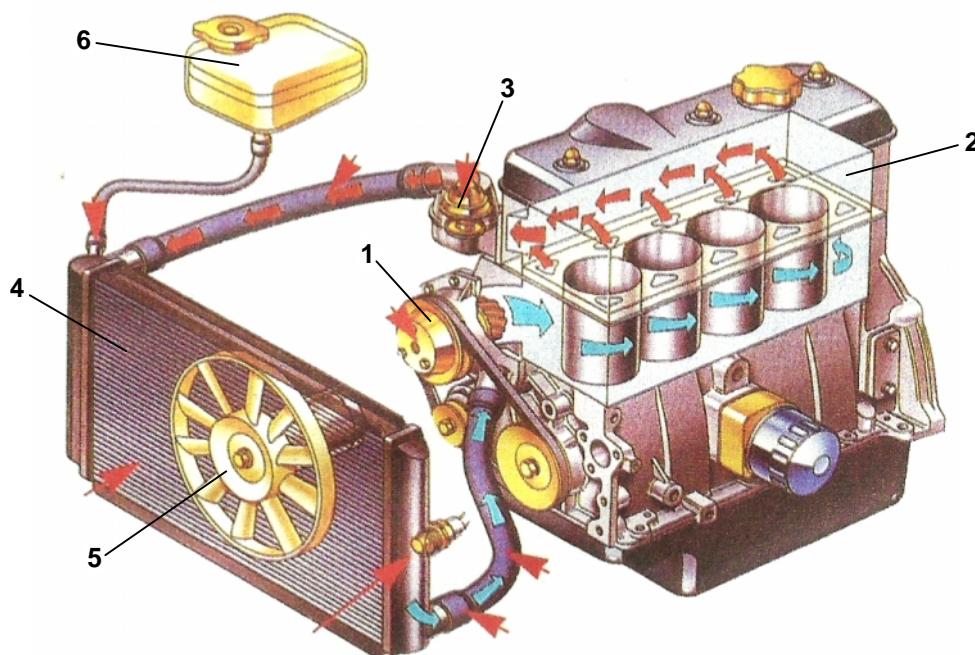


Fig.8.4

Schema curgerii lichidului de răcire în instalație este ilustrată în figura 8.5. În componența circuitului intră radiatorul 1, pompa de apă 2, camera cilindrilor și chiulasei, precum și conductele de legătură. În absența pompei, lichidul circulă de jos în sus prin blocul cilindrilor și chiulasă (circulația naturală), deoarece – pe măsură ce se încălzește – își micșorează masa specifică și se ridică la partea superioară a circuitului. În radiator, lichidul circulă de sus în jos, deoarece își

menținerea masei specifice pe măsură ce se răcește. Când circulația fluidului se realizează forțat (cu ajutorul pompei), sensul curentului trebuie astfel ales încât să nu se opună circulației libere a apei.

Totodată, alegerea sensului de circulație de sus în jos ar determina tensiuni termice ridicate, deoarece apa care ar intra în motor cu temperaturi reduse ar veni în contact cu zonele cele mai calde ale motorului.

Pe de altă parte, pe timpul funcționării, în circuit se formează bule de vapori și aer, datorită ocului coloanei de lichid în pompă, întreruperii jetului de lichid în pompă și aspirației de aer prin neetanșeități. Formarea de „pungi” de vapori și aer este periculoasă, deoarece conduce la o supraîncălzire locală a metalului, cu formare de fisuri sau de „puncte calde” în camera de ardere. În scopul evacuarii bulelor de vapori și aer din camerele cilindrilor, sensul deplasării lichidului trebuie să fie, de asemenea, ascendent, pentru a nu se opune deplasării libere a bulelor. Totodată, conducta de evacuare a lichidului încălzit se amplasează la partea superioară a circuitului și se înclină spre radiator, ceea ce ușurează trecerea vaporilor și aerului în bazinul superior al radiatorului. Aici este prevăzută o țevă de evacuare a aburului și aerului.

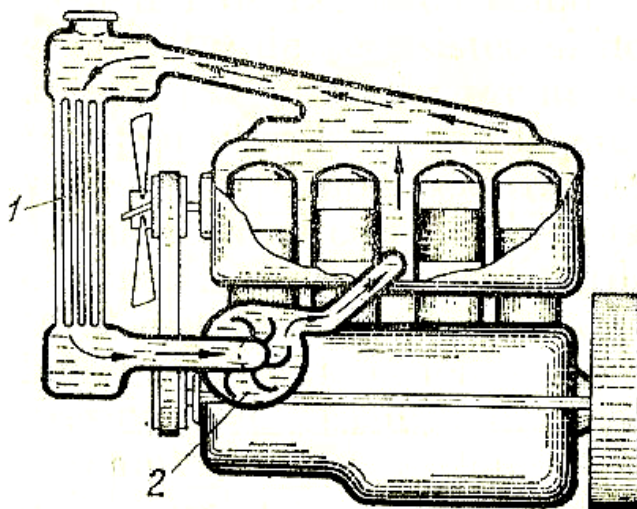


Fig.8.5

Pompa de răcire este amplasată la partea inferioară a circuitului. Se asigură astfel autoamorsarea pompei și evitarea fenomenului de aspirare a vaporilor și a aerului din circuit. Pompa trebuie să realizeze o presiune suficientă pentru învingerea rezistențelor hidraulice, la deplasarea forțată a lichidului. Radiatorul introduce aproximativ jumătate din rezistențele hidraulice, astfel încât apare pericolul (mai ales, la înfundarea țevilor cu murdărie sau la producerea depunerilor de piatră), ca, la ieșirea apei din radiator, presiunea lichidului să fie mai mică decât presiunea de vapori. În asemenea cazuri, apare fenomenul de *cavitație*. De aceea, pentru prevenirea cavitației, presiunea lichidului la intrarea în pompă trebuie să fie mai mare decât presiunea de vapori p_{cav} , astfel încât

$$\Delta p_{cav} = p - p_{cav} = 1,4 \dots 4,0 \text{ m.col.H}_2\text{O } [^{\circ}\text{C}]. \quad (8.1)$$

În situația în care presiunea din circuitul de lichid nu depășește presiunea atmosferică, temperatura apei din circuit nu trebuie să depășească $85 \dots 90^{\circ}\text{C}$ (pentru a preveni fierberea). Creșterea acestei temperaturi are efecte benefice asupra economicității și durabilității motorului. Ca urmare, se adoptă frecvent soluția menținerii în instalație a unei presiuni de circa $1,2 \dots 2,1 \text{ bar}$, ceea ce asigură posibilitatea creșterii temperaturii apei până la $105 \dots 115^{\circ}\text{C}$. Temperatura de fierbere, în asemenea situații, poate fi determinată cu relația

$$t_f = 100 \cdot \sqrt[4]{p} \text{ } [^{\circ}\text{C}]. \quad (8.2)$$

Diferența de temperatură între ieșirea și intrarea în motor nu trebuie să depășească $10 \dots 15^{\circ}\text{C}$. În sfârșit, lichidele de răcire utilizate în circuitele închise trebuie să posede următoarele proprietăți:

- punct de îngheț redus;
- temperatură de fierbere ridicată;
- dependență redusă a viscozității față de temperatură;
- stabilitate fizico-chimică;
- proprietăți anticorozive bune;
- căldură specifică ridicată.

Instalația de răcire presurizată și capsulată reprezintă soluția modernă de răcire a motoarelor rutiere, ea fiind aproape generalizată la automobilele actuale. Lichidul folosit la aceste

instalații este lichidul antigel, care are un punct de înghețare scăzut, fapt ce înlătură necesitatea schimbării lui vara și iarna.

Schema unei instalații de răcire forțată cu lichid cu lichid este prezentată în figura 8.6. Circuitul lichidului este următorul: lichidul din jurul caminilor de răcire din blocul motor 1 se ridică în caminile de răcire din chiulasa 2, evacuând căldura. În continuare, prin termostatul 3, lichidul este dirijat fie spre motor (când temperatura apei este scăzută), fie spre radiatorul 5, prin racordul 4 (când temperatura apei este ridicată). În radiator, apa este răcită cu ajutorul ventilatorului 8, montat pe arborele pompei de apă. Apoi, pompa 7 aspiră lichidul din radiator prin racordul 6 și-l recirculă prin caminile de răcire din bloc și chiulasă.

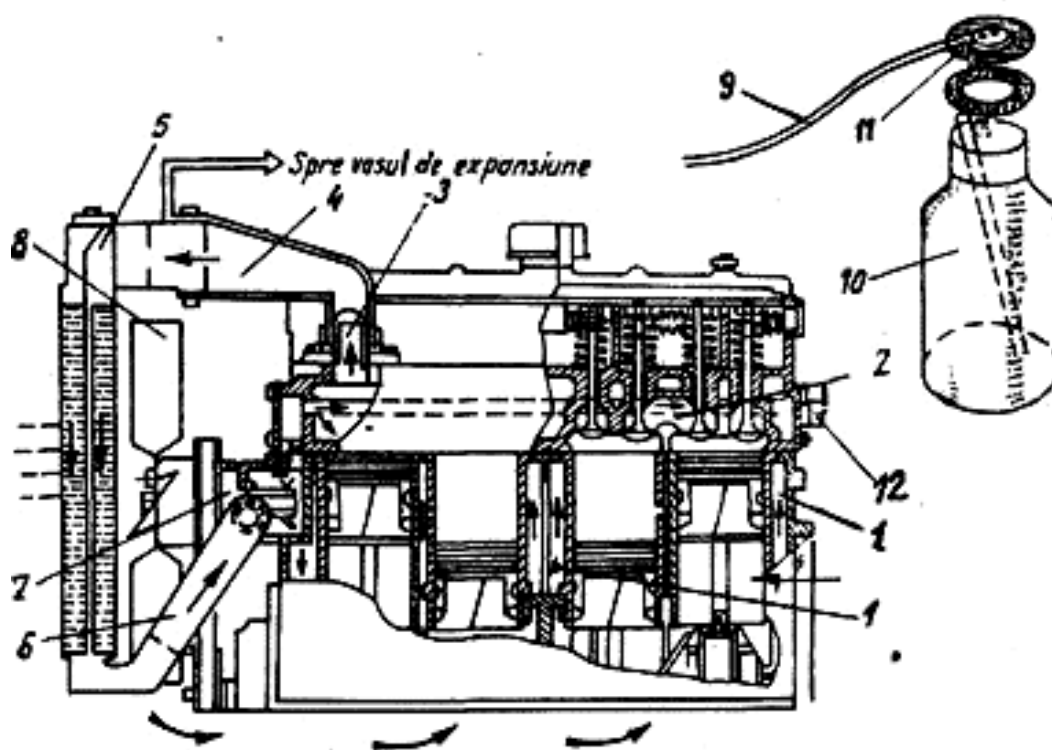


Fig.8.6

Preluarea variației volumului lichidului (datorat diferențelor de temperatură) se face de către vasul de expansiune 10, prin racordul 9; buzonul cu supapă dublă 11 asigură comunicarea cu atmosfera.

Verificarea funcționării normale a instalației de răcire se face printr-un bec de control la bord (roșu), care se aprinde la depășirea temperaturii maxime. Avaria este sesizată de traductorul 12, montat în chiulasa motorului.

În figura 8.7 este prezentată o altă configurație a instalației de răcire a unui motor de autovehicul. Este o instalație de răcire cu lichid cu circulație forțată, presurizată, având următoarele circuite de răcire:

- circuitul principal pentru răcirea uleiului, blocului motor și chiulasei;
- circuitul de completare-compensare a lichidului de răcire din circuitul principal;
- circuitul secundar de răcire a apei prin încălzirea cabinei.

Circuitul principal. Circulația forțată a lichidului este realizată de către pompa de răcire 18. Antrenată de arborele cotit al motorului, prin cureaua trapezoidală 19, pompa de răcire aspiră apa răcită din bazinul inferior al radiatorului 22, prin conducta 17. Pompa refulează lichidul de răcire prin conducta 16 în circuitul de ulei 14 și îl introduce prin conducta 13 în rampa de distribuție a apei, între caminile de cilindri. Preluând căldura înmagazinată de cilindri, apa este trimisă spre chiulasă, de unde preia căldura de la camerele de ardere, injectoare și ghidurile de supapă. În continuare, apa fierbinte iese din chiulasă prin camera termostatului 4 și, prin conducta 5, ajunge

în bazinul superior al radiatorului 22. Apoi, lichidul de răcire este împins prin spațiile înguste ale fagurelui radiatorului, unde este răcit de curentul de aer furnizat de ventilator. Apa rece ajunge în bazinul inferior, de unde este absorbit din nou de pompa de apă.

La pornirea motorului rece, radiatorul 22 poate fi scurtcircuitat cu ajutorul termostatlui montat în cotelul 4, până când apa din motor ajunge la temperatura de 78°C. Deoarece termostatul se deschide complet când apa atinge 91°C, în perioada de timp limitată de creșterea temperaturii de la 78°C la 91°C, apa de răcire este refulată atât spre radiatorul de ulei, cât și spre radiator.

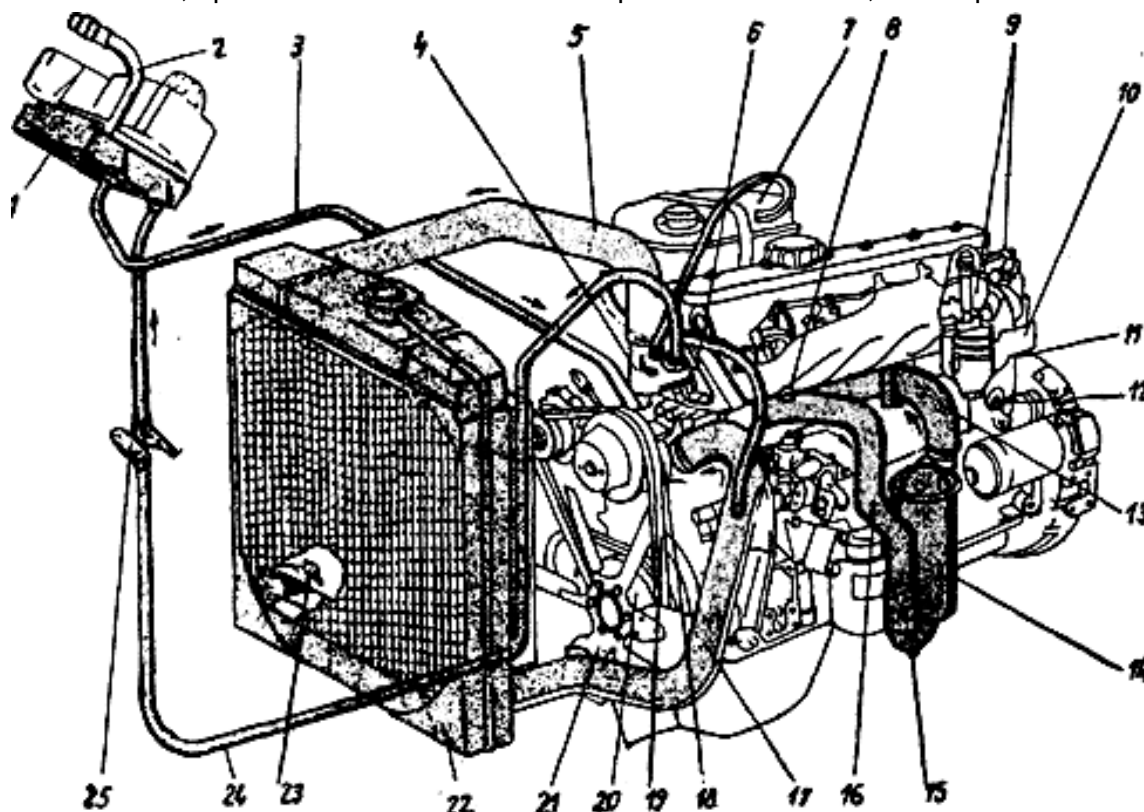


Fig.8.7

1 – radiatorul pentru încălzirea cabinei; 2 – conductă pentru purjarea aerului din radiatorul cabinei; 3 – conductă pentru apă răcită dintre radiatorul pentru încălzirea cabinei și pompa de apă; 4 – conductă pentru ieșirea apei calde din chiulasă, cu termostat; 5 – conductă pentru apă caldă dintre chiulasă și radiatorul instalației; 6 – întrerupătorul instalației de încălzire a cabinei; 7 – rezervor de completare-compensare; 8 – urub de aerisire; 9 – spațiu de circulație a apei între pereții chiulasei; 10 – spațiu de distribuție a apei la cîmările de cilindru (rampa de apă); 11 – spațiu de circulație a apei între cîmările de cilindru; 12 – robinet de golire a apei din bloc; 13 – conductă de apă dintre radiatorul de ulei și bloc; 14 – radiatorul de ulei; 15 – robinet de golire a apei din radiator; 16 – conductă de apă dintre pompa de apă și radiatorul de ulei; 17 – conductă de apă dintre bazinul inferior și pompa de apă; 18 – pompa de apă; 19 – curea de antrenare a pompei de apă; 20 – fuia ventilatorului; 21 – ventilator; 22 – radiator; 23 – robinet pentru golirea apei; 24 – conductă pentru apă caldă dintre termostat și radiatorul de încălzire a cabinei; 25 – ventil de reglaj și închidere a încălzirii cabinei.

Circuitul de drenaj și compensare este amplasat deasupra motorului și cuprinde: rezervorul de completare-condensare 7, cu două conducte, una de legătură cu bazinul inferior și alta de legătură cu pompa de apă. Acest circuit îndeplinește următoarele funcții:

- colectează aburul din circuitul de apă, deoarece bulele de abur pot provoca supraîncălziri locale ale blocului motor și chiulaselor, supraîncălziri care, în final, pot provoca fisurarea acestor piese;
- compensează lipsa de lichid în cazul înclinării motorului;
- fiind amplasat deasupra radiatorului, nu permite ca presiunea apei (în coloana de aspirație) să scadă sub valoarea limită la care se pot produce vapori.

Circuitul secundar se realizează astfel: apa fierbinte este refulată din conducta 24 în radiatorul 1 pentru încălzirea cabinei, după cedarea caldurii aerului, este trimis prin conducta 3 la pompa de apă.

Scoaterea din circuit a întregii instalații de încălzire a cabinei se face cu ajutorul întrerupătorului 6, iar reglarea încălzirii cabinei se face prin manevrarea ventilului de reglaj 25.

4. COMPONENTELE INSTALAȚIEI DE RĂCIRE

4.1. Pompa de răcire

În instalațiile de răcire cu apă se folosesc pompe centrifuge, caracterizate printr-un randament relativ ridicat, o durată mare de serviciu, masă și gabarit reduse, construcție și exploatare simple. Prin plasarea acestor pompe la nivelul inferior al circuitului pe care îl deservesc, este asigurată și autoamorsarea lor. Mai mult, după oprirea motorului, pompele de acest tip nu obțin legătura dintre aspirație și refulare. Drept urmare, se asigură circulația liberă a fluidului de răcire în motor (așa-numitul efect de „termosifon”), rezultând continuarea procesului de răcire a pieselor motorului și o uniformizare a temperaturilor.

Pompa de răcire centrifugală (fig.8.8.a, c și d) este alcătuită dintr-o carcasă 1 (de regulă, în formă de melc), un rotor 2 cu paletete 3 (drepte-fig.8.8.c și d sau curbe-fig.8.8.a), fixat pe un ax 4 în interiorul carcasei, un racord de evacuare 5 și un racord de aspirație 6.

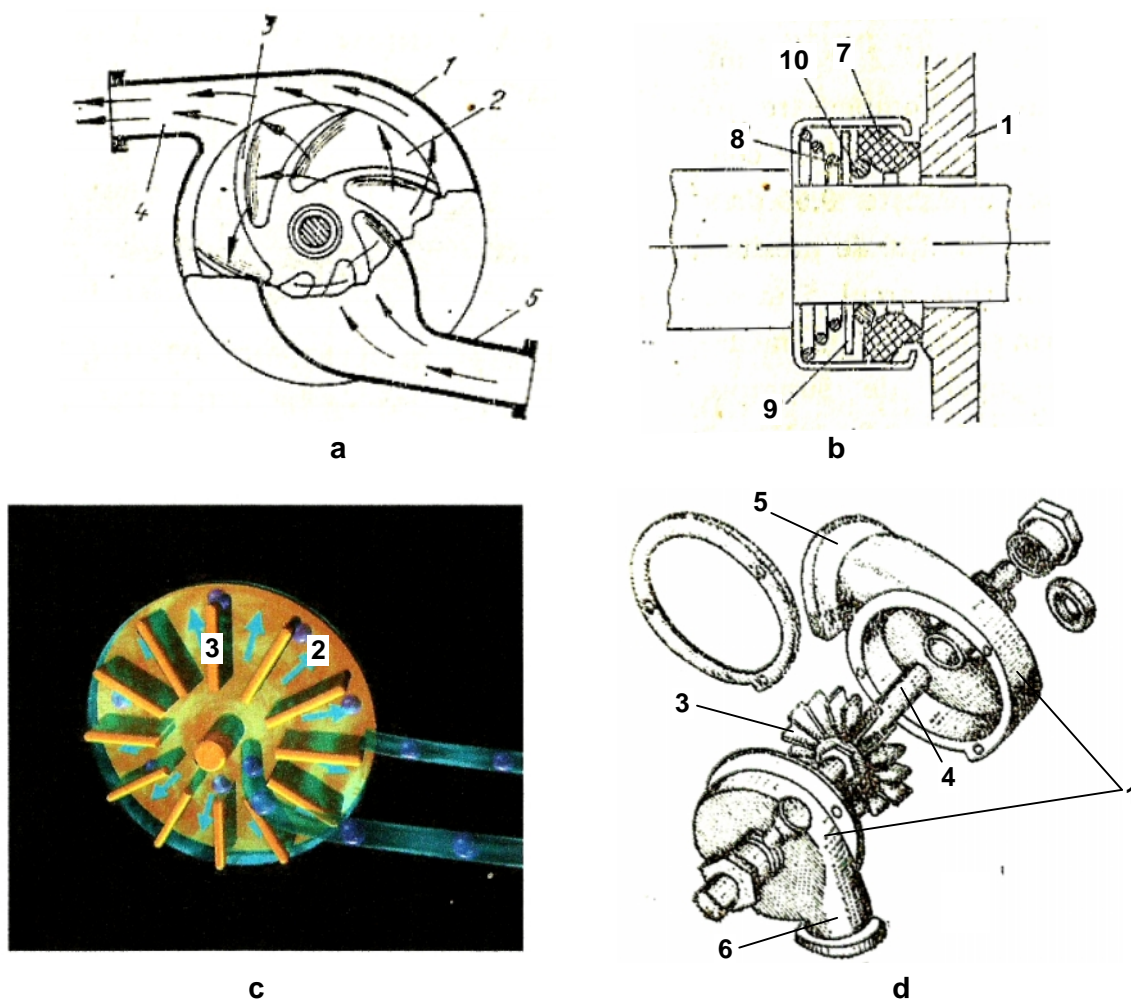


Fig.8.8

Un dispozitiv de etanșare interior (fig.8.8.b) împiedică scurgerea lichidului. Inelul de etanșare 7 este aplicat de arcul 8 (prin intermediul discului 9) pe buca de autolubrifiant 10, care se sprijină pe carcasa pompei 1.

Pompele de apă au un debit de 45...60 l/kWh, în timp ce presiunea de refulare, în mod uzual, este de 2...3 bar.

4.2. Radiatorul

Acest element are rolul de a prelua căldura de la lichidul de răcire și de a o transfera aerului care îl traversează. Radiatorul (fig.8.9) dispune de o mare suprafață de răcire, fiind construit dintr-un bazin colector superior 2, un bazin colector inferior 7 (sau bazine laterale, ca în fig.8.10) și o parte centrală de răcire 5 (numită „fagure”) formată din tuburi cu diferite secțiuni, numite „celule”. Pentru mărirea suprafeței radiante, tuburile sunt prevăzute la exterior cu benzi sau plăci din tablă ondulată. Benzile gofrate late, cu proeminențe și adâncituri speciale sunt lipite între rândurile învecinate de tuburi și asigură o suprafață de răcire mai mare decât la construcțiile cu benzi suprapuse. Uneori în partea din spate a radiatorului, se montează o hotă, cu rolul de a dirija fluxul de aer înspre ventilator.

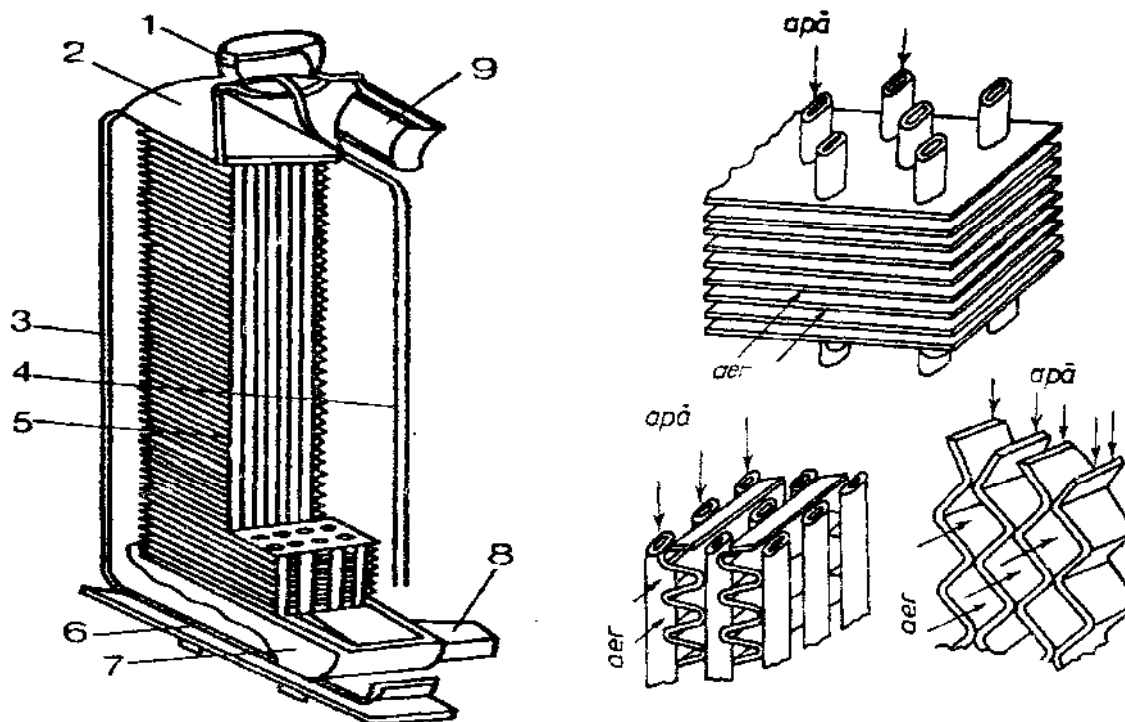


Fig.8.9

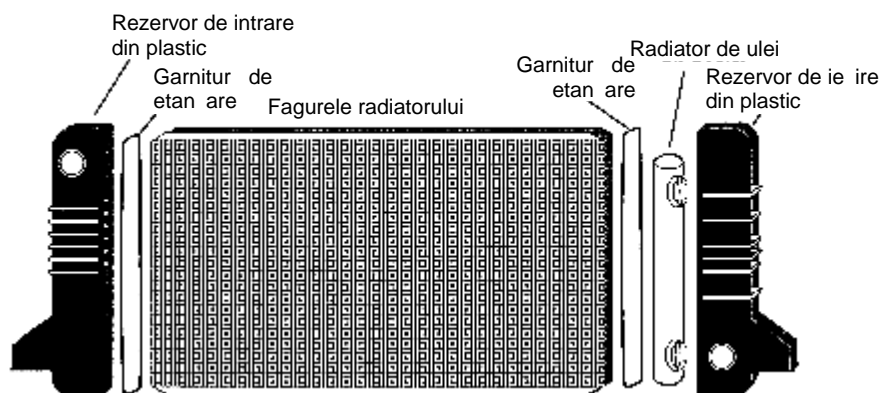


Fig.8.10

Tuburile sunt executate din alamă sau aluminiu, mai rar, din cupru. Aceste materiale sunt rezistente la coroziune, adaptabile uor la ambutisiri, tăntşiri şi lipiri. Radiatorul mai poate fi construit din plastic şi poate îngloba şi radiatorul de ulei, ca în figura 8.10. Prin modificarea presiunii de circulaţie a lichidului de răcire, se poate utiliza acelaşi radiator la mai multe variante de autovehicule, în condiţii de exploatare diferite. Fixarea radiatorului în faţa motorului se face pe cadru, prin intermediul unor suporturi cu tampoane de cauciuc.

Radiatoarele au orificiul de umplere prevăzută cu un buşon (fig.8.11), care, printr-o închidere etanşă, separă interiorul instalaţiei de răcire de atmosferă. Buşonul este prevăzută cu o supapă de suprapresiune 1 (o membrană elastică), sub care se găseşte – montat prin intermediul unei rondeli şi al unui nit 2 – supapa de depresiune 3 (o garnitură de cauciuc). Supapa este fixată pe scaunul 5, prin intermediul arcului 4.

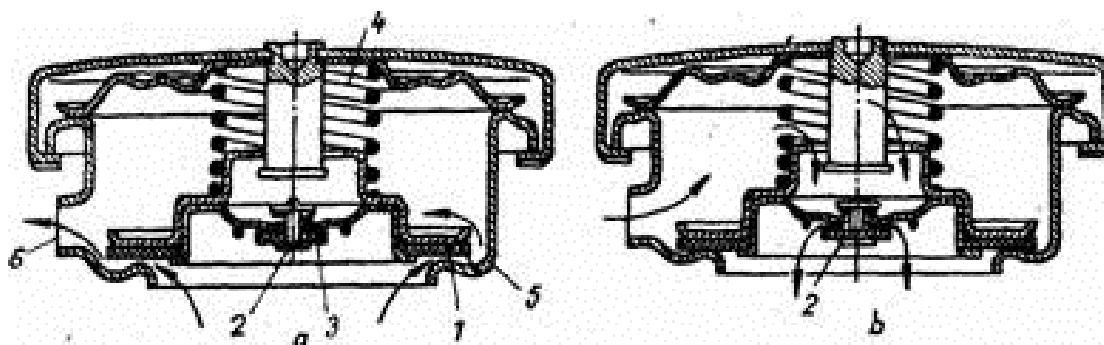


Fig.8.11

În cazul formării de vapori în instalaţia de răcire şi al creşterii presiunii peste valoarea normală, acţiunea presiunii asupra supapei duce la comprimarea arcului 4, permiţând vaporilor să treacă prin conducta 6 în atmosferă (fig.8.11.a).

Când motorul se opreşte, temperatura lichidului scade, ceea ce duce la formarea unei depresiuni în interiorul instalaţiei. Această depresiune acţionează asupra membranei elastice 1, pe care o deformează, depărtând-o astfel de garnitura de cauciuc 3, care deschide gurile prin care aerul ptrunde în interiorul instalaţiei (fig.8.11.b). La instalaţia presurizată, buşonul nu are supapă, aceasta găsiindu-se în capacul vasului de expansiune.

4.3. Ventilatorul

Ventilatorul reprezintă o maşină pneumatică, utilizată pentru deplasarea aerului dintr-un spaţiu în altul, în care se găseşte aceeaşi presiune. Ventilatoarele sunt de două feluri: axiale şi centrifugale. La motoarele pentru autovehicule se utilizează ambele tipuri de ventilatoare, construite cu o singură treaptă.

Ventilatorul axial are o construcţie simplă, un randament ridicat şi se utilizează mai ales în cazul răcirii cu lichid, când nu este necesară o cderelativ mare de presiune. **Ventilatorul centrifug** se utilizează mai ales în cazul răcirii cu aer; deşi are un randament mai scăzut, produce o cderelativ mai mare.

Ventilatorul axial este alcătuit dintr-o elice fără carcasă (fig.8.12.a) sau cu carcasă (fig.8.12.b şi 8.13). Carcasa se utilizează pentru cderi de presiune mai mari de circa 80 daN/m². Atunci când se utilizează ventilatoare cu carcasă, se prevede o garnitură de pânslîntre carcasă şi radiator, iar jocul dintre elice şi carcasă trebuie să fie cât mai mic (jocul este direct proporţional cu pierderile de presiune).

Paletele ventilatorului axial pot fi nituite sau turnate. În primul caz (fig.8.12.c), se execută din tablă de oţel, iar în cel de-al doilea caz, din aluminiu sau materiale plastice. Paletelor turnate li se poate asigura o formă aerodinamică adecvată. Paletele nituite se prind prin intermediul nervurilor 1 de bucăţ 2, care se fixează prin buloanele 3 la roata de curea 4. Aceasta se sprijină prin intermediul rulmenţilor 5 pe axul 6.

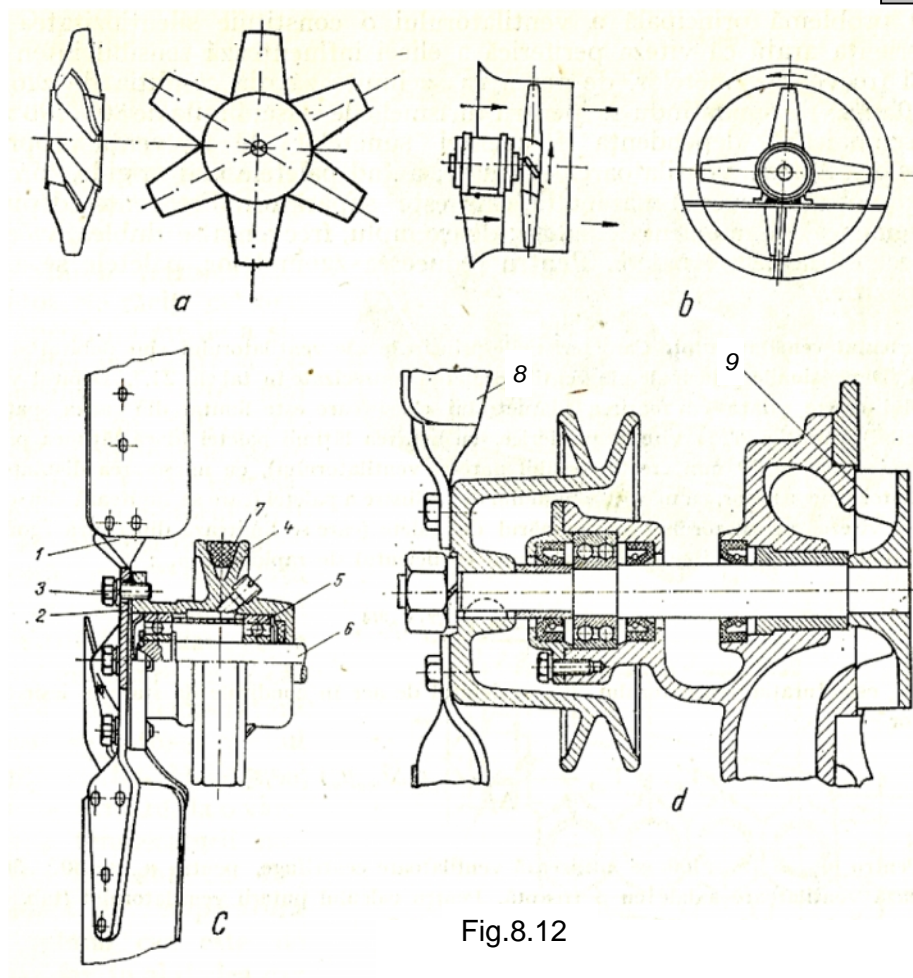


Fig.8.12

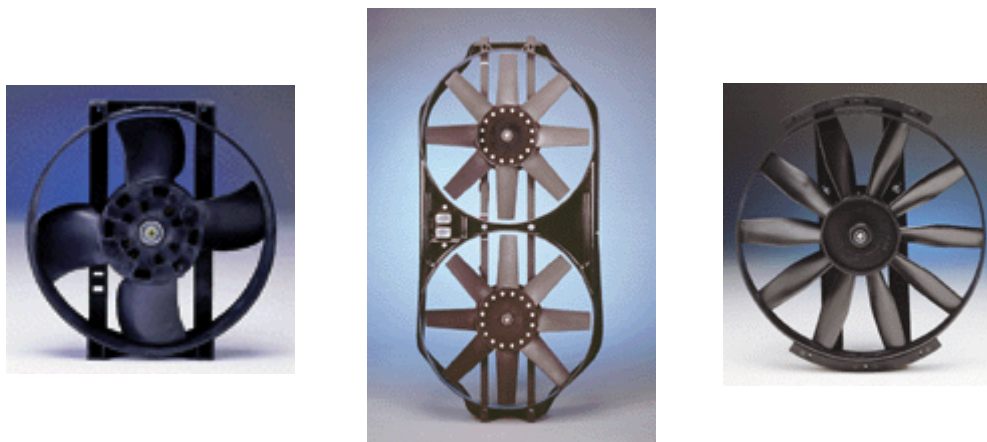


Fig.8.13

Alia de transmisie 4 este antrenată de curea trapezoidală 7. Uneori, ventilatorul 8 are axul comun cu rotorul pompei de apă 9 (fig.8.12.d). Mișcarea se transmite de la arborele cotit prin curea trapezoidală, putând fi antrenate și alte agregate. Antrenarea prin curea este simplă și silențioasă; de aceea, se utilizează frecvent, deși are un randament scăzut și o durabilitate redusă. În timpul exploatarei, tensiunea în curea se modifică. Pentru reglarea acesteia se folosește un dispozitiv special cu șurub sau se deplasează generatorul.

Debitul ventilatorului depinde de următoarele caracteristici constructiv-funcționale:

- diametrul exterior;
- înălțimea paletelor;

- lungimea paletelor;
- unghiul de înclinare al paletelor;
- turația.

Puterea consumată de ventilator este proporțională cu turația la puterea a treia. Dimensiunile ventilatorului sunt limitate de viteza periferică a vârfurilor paletelor, care nu trebuie să depășească 70...110 m/s (pentru limitarea zgomotului produs). Unghiul de atac al paletelor se alege astfel încât să se realizeze un debit cât mai mare, cu un consum convenabil de putere. De obicei, unghiul de atac este de 40...45°, iar unghiul de ieșire al paletei se realizează la circa 30°.

Comanda antrenării ventilatorului se poate face prin mai multe metode:

- cu termostate;
- cu comandă electrică;
- cu comandă hidraulică.

Ventilatoarele pot fi cu turație variabilă sau cu funcționare intermitentă, comandate de dispozitive termostactice, în funcție de temperatura lichidului de răcire.

Pentru reducerea zgomotului produs, paletele ventilatoarelor se așază în opoziție. Se utilizează 4, 6, 8 sau chiar mai multe palete.

Ventilatoarele din materiale plastice sunt acționate de motoare electrice și sunt comandate de sonde de temperatură montate, de obicei, în radiator. Acest tip de ventilatoare au o funcționare intermitentă și pornesc doar atunci când temperatura lichidului de răcire atinge cota la care au fost calibrate sondele.

4.4. Termostatul (valvula termoregulatorie)

Dispozitivele de reglare automată a temperaturii trebuie să asigure menținerea regimului de temperatură a lichidului de răcire indiferent de regimul de funcționare al motorului și de condițiile exterioare. Principalele **prescripții** referitoare la reglarea temperaturii sunt:

- variația de temperatură la trecerea de la un regim de funcționare la altul nu trebuie să depășească cu mai mult de 5°C limitele zonei de neregularitate, pentru a preveni întreruperi în circulația apei, intensificarea depunerilor în spațiile de răcire, răcirea excesivă a motorului etc.;
- în condițiile funcționării motorului la regim constant de sarcină și turație, amplitudinea de variație a temperaturii apei de răcire nu trebuie să depășească 1...2°C;
- durata de stabilizare a temperaturii fluidului de răcire, la variațiile de sarcină și turație, trebuie să fie cât mai mică.

Pentru menținerea constantă a temperaturii apei de răcire sunt utilizate următoarele procedee:

- procedeul de laminare:** prin modificarea rezistenței hidraulice a circuitului, regulatorul de temperatură modifică debitul pompei de apă, prin aceasta, menține o valoare aproximativ constantă a temperaturii; procedeul este vechi și corespunde reglării manuale a temperaturii;
- procedeul de transvazare:** prin motor se menține un debit constant al apei de răcire, iar reglarea temperaturii se realizează prin transvazarea unei fracțiuni din apa care iese din motor direct spre pompă, evitându-se schimbătorul de căldură;

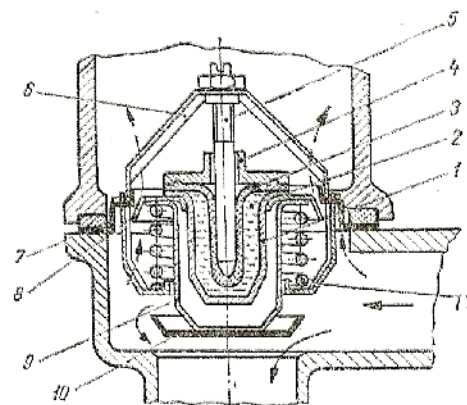


Fig.8.14

- c) **procedeul de ac ionare asupra mediului exterior de răcire:** regulatorul reac ionează la varia iile de temperatură ale apei din circuitul de răcire, modificând corespunzător debitul aerului spre radiator.

Cel de-al doilea procedeu este cel mai des utilizat, întrucât el asigură func ionarea în bune condi ii a instala iei de răcire i diferen e mai mici ale temperaturii fluidului de răcire, precum i o viteză de reglare superioară. Procedeu este realizat cu ajutorul unei valvule termoregulatorie, cunoscut frecvent sub denumirea de termostat (fig.8.14). **Termostatul** are rolul de a regla automat temperatura lichidului de r cire i, practic, este o supap care deschide sau închide circula ia lichidului de r cire prin radiator. Totodat , mai are i rolul de a accelera înc lizarea motorului dup pornire i de a menține regimul termic al motorului la valori optime. Func ionarea acestuia se bazeaz pe dilatarea unor materiale cu coeficient de dilatare mare.

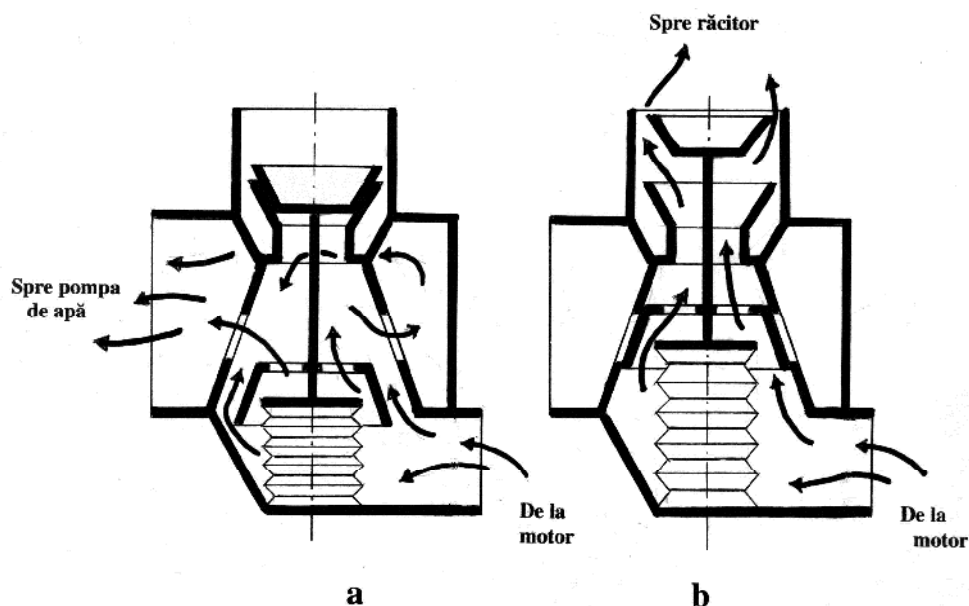


Fig.8.15

În figura 8.15 este ilustrat principiul de func ionare al unei valvule termoregulatorie. Elementul sensibil (burduful) este umplut cu un lichid cu un coeficient de dilatare ridicat. Acest lichid este format, de regul , dintr-un amestec de 1/3 alcool i 2/3 ap distilat , care are un punct de fierbere sc zut (71°C).

Cilindrul este fixat în partea inferioar pe carcas , iar în partea superioar se afl o tij pe care sunt fixate dou supape. În func ie de temperatura fluidului de răcire, se asigură circula ia sa spre pompă (atunci când apa este rece), spre schimbătorul de căldură (atunci când temperatura apei este ridicată) sau în ambele direc ii (în condi iile unor valori moderate ale temperaturii).

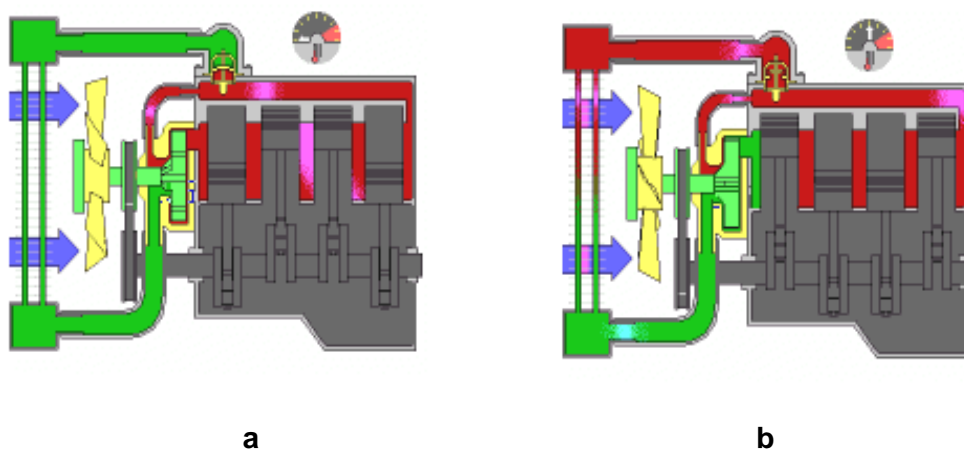


Fig.8.16

Când motorul este rece, ambele supape sunt închise, realizându-se recircularea lichidului doar prin motor și pompa de apă (fig.8.15.a și 8.16.a). Se asigură, astfel, așezarea „circuit mic” de răcire (fig.8.17). În acest fel, este favorizată încălzirea rapidă a motorului.

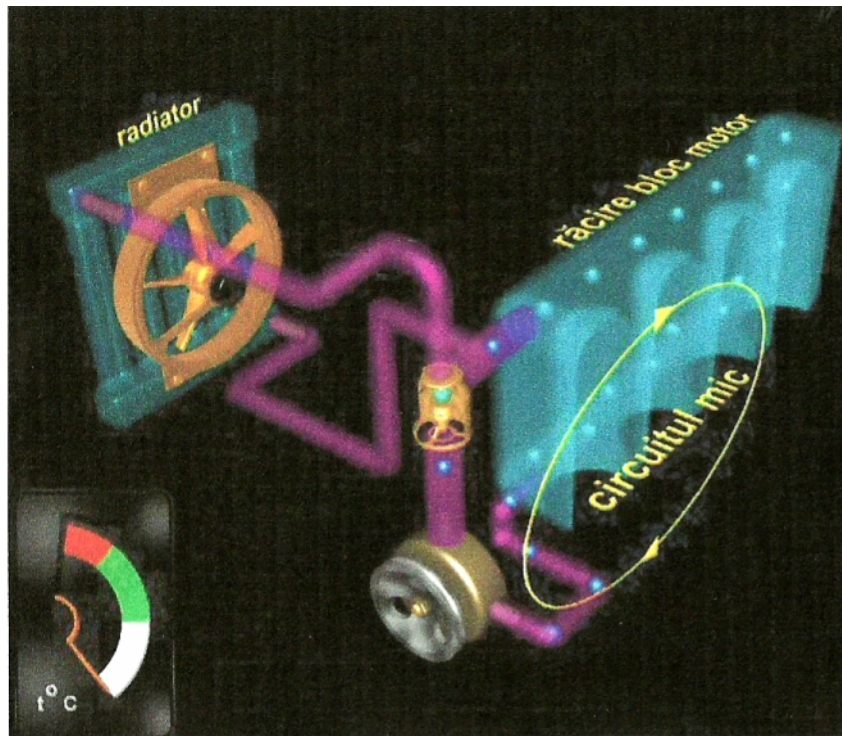


Fig.8.17

Când lichidul de răcire se încălzește, cilindrul (burduful) se alungește prin mărirea presiunii din interiorul lui, astfel, supapele se ridică. În acest moment, lichidul de răcire este direcționat atât către radiator, cât și spre pompa de răcire. La creșterea în continuare a temperaturii lichidului de răcire, termostatul obturează orificiul de comunicare cu pompa de răcire (fig.8.15.b și 8.16.b). Din acest moment, întregul debit de fluid de răcire este vehiculat prin radiator, asigurându-se răcirea intensivă a acestuia.

4.5. Conducele de legătură

Conducele de legătură sunt constituite din racorduri de cauciuc pânzat, rezistent la temperaturi ridicate; ele fac legătura între motor și radiator. Prinderea acestora de radiator, respectiv de motor (pompa de lichid, vasul de expansiune) se face cu ajutorul colierelor metalice.

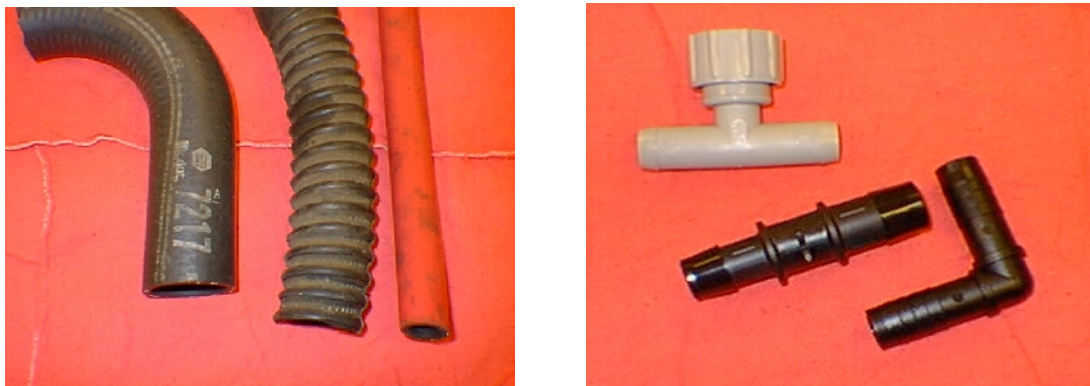


Fig.8.18

Sistemele de răcire, mai ales cele sub presiune, trebuie să asigure o etanșare perfectă. În figura 8.19 sunt prezentate punctele de etanșare în sistemul de răcire cu lichid. La orice sistem de răcire, îmbinarea conductelor trebuie să fie elastică, pentru a prelua deformațiile termice, vibrațiile și șocurile. De aceea, se folosesc îmbinări cu furtun de cauciuc și coliere de strângere.

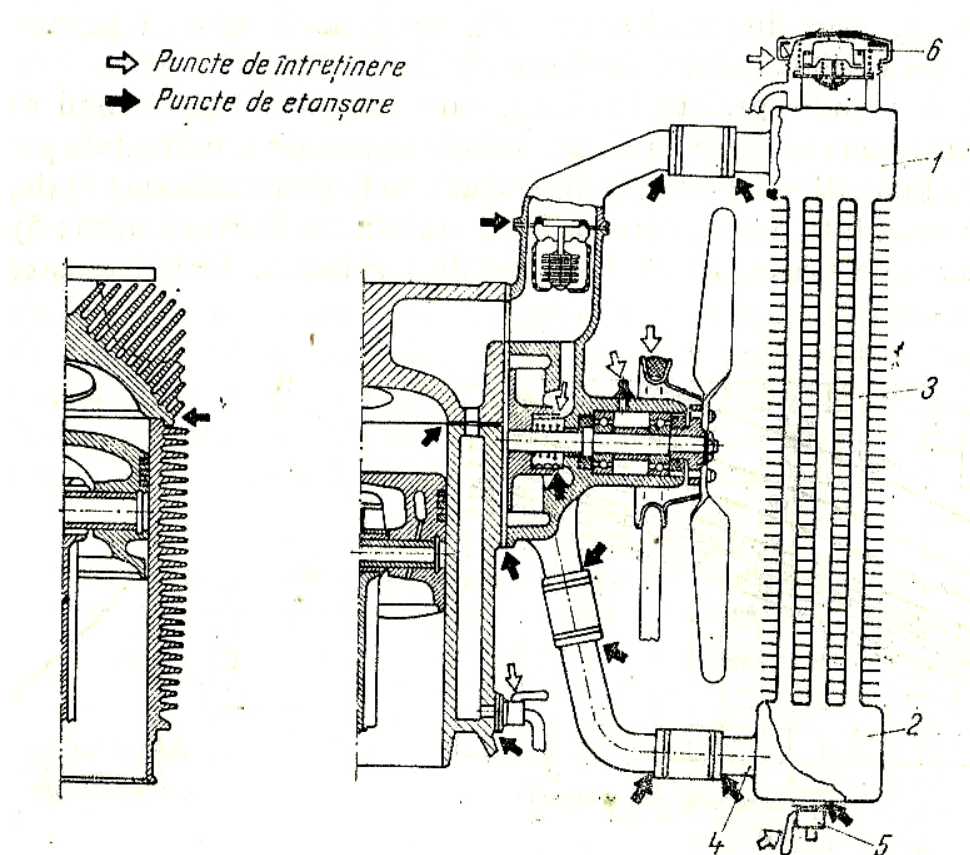


Fig.8.19