

ELEMENTE ALE INSTALAȚIILOR DE RĂCIRE-UNGERE PENTRU MOTOARELE DE AUTOMOBILE

10.1. SISTEMUL DE RĂCIRE

Instalația de răcire a motoarelor are rolul de a evacua forțat din organele motorului căldura acumulată în urma arderii amestecului combustibil, în scopul menținerii acestora la o temperatură care să asigure funcționarea la un regim normal. În mare, căldura care trebuie absorbită de sistemul de răcire reprezintă circa 20,...,30% din totalitatea căldurii dezvoltate în urma arderii amestecului. Așa cum se cunoaște, în timpul arderii temperatura gazelor din cilindru motorului ajunge la valori de 1800 ... 2000 [°C], iar la sfârșitul evacuării la 400 ... 500 [°C]. La aceste temperaturi uleiul s-ar descompune și ungerea nu ar mai fi posibilă. Din acest motiv se impune păstrarea temperaturii pereților cilindrilor sub o anumită limită care să asigure ungerea și în același timp să evite dilatățile și deformarea pieselor.

În general, încălzirea puternică a pieselor care sunt în contact cu gazele fierbinți (cilindri, pistoane, supape etc.) poate conduce la micșorarea jocurilor normale dintre piese, la înrăutățirea proprietăților de ungere a uleiului, la scăderea rezistenței mecanice a materialelor și prin acestea la griparea sau chiar la ruperea pieselor motorului. Astfel, în general, o răcire insuficientă produce uzura pieselor organelor motorului. Pe de altă parte, o răcire prea intensă poate fi considerată la fel de dăunătoare deoarece atrage diminuarea puterii motorului prin reducerea cantității de căldură transformată în lucru mecanic și, în același timp, creșterea uzurii prin impurificarea uleiului cu combustibil în exces datorită dozajului mai bogat impus de un astfel de regim de funcționare. Din aceste motive, răcirea motorului implică și reglaje ale valorilor de temperatură într-un domeniu care asigură condiții optime de funcționare ale motorului, indiferent de sarcina sa și de temperatura mediului înconjurător.

Răcirea motoarelor se poate face cu *lichid*, procedeu care este actualmente cel mai răspândit, sau cu *aer*.

10.1.1. Sistemul de răcire cu lichid

La acest sistem de răcire lichidul din cămașa de răcire a cilindrilor preia căldura de la pereți, trece printr-un radiator unde cedează această căldură aerului înconjurător și apoi revine în cămașa de răcire a motorului la o temperatură mai joasă, formând astfel o circulație continuă. Debitul lichidului de răcire G , necesar răcirii unui motor se poate estima, în principiu, cu următoarea relație:

$$G = \frac{Q}{c_l \cdot (t_2 - t_1)} \quad [\text{kg/oră}]; \quad (10.1)$$

în care:

- Q [kJ/oră] – cantitatea de căldură ce trebuie evacuată;
- c_l [kJ/(kg·K)] – căldura specifică a lichidului de răcire;
- t_1 [°C] – temperatura apei la intrarea în blocul de cilindri;
- t_2 [°C] – temperatura apei la ieșirea din motor.

Actualmente se folosesc instalații de răcire cu lichid, de tip *închis*. O astfel de instalație, prezentată schematic în **fig.10.1**, cuprinde o serie întreagă de elemente. Componenta și rolul funcțional al acesteia, alături de recomandările constructive sunt descrise în cele ce urmează. Pompa de lichid 1 aspiră lichidul, răcit în radiatorul 2, prin intermediul canalizației 3 și îl refulează prin conducta 4 în cămașa de răcire a motorului. La anumite motoare lichidul de răcire poate trece și prin radiatorul de ulei 5. La disiparea căldurii cedate de lichid în radiator participă și ventilatorul 6.

Lichidul încălzit prin canalizația 7 trece prin termostatul 8 și conducta 9 în radiator, circuitul reluându-se. În cadrul oricărei instalații de acest tip, elementul principal de reglare îl reprezintă termostatul care reglează limita inferioară a temperaturii motorului închizând sau deschizând circulația lichidului de răcire prin radiator. Când motorul este rece, termostatul închide circuitul prin

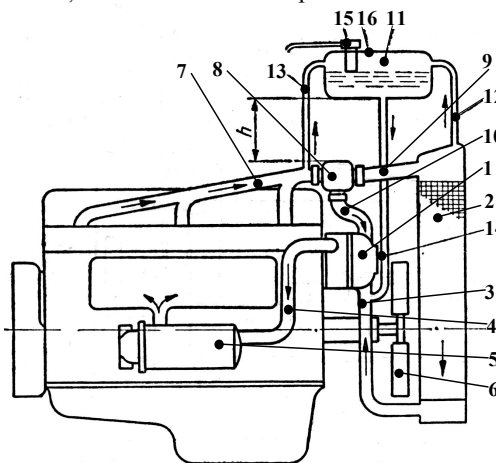


Fig. 10.1. Schema instalației de răcire închisă

apă și eventualele bule de aer. În spațiul de compensare 11 se adună vaporii de apă și bulele de aer care se deplasează din circuitul principal prin conductele 12 și 13 având diametre de 8 ... 10 [mm]. Din vasul de expansiune lichidul revine prin conducta 14 cu diametrul de 20 ... 25 [mm] în conducta de aspirație a pompei de lichid. Comunicarea cu atmosfera se face prin supapele de suprapresiune lucrând la 0,04 ... 0,08 [MPa] și de depresiune 0,004 ... 0,008 [MPa], prevăzute în bușonul de umplere 15. Rezerva de lichid din vasul de expansiune 16 trebuie să fie de minim 10% din cantitatea totală de lichid, iar volumul de compensare de 5 ... 6% din aceeași cantitate. La realizarea schemei de răcire trebuie să se aibă în vedere ca lichidul rece să se aducă în primul rând în zonele calde din partea inferioară a motorului și apoi să se dirijeze în restul traseului. Orificiile de intrare a lichidului din conducta principală spre cilindri, respectiv în chiulasă, se dimensionează în mod crescător de la intrarea în conductă spre cel mai îndepărtat punct, astfel ca debitele de lichid să fie egale pentru toți cilindrii. Pentru o funcționare normală a instalației de răcire, presiunea în orice punct nu trebuie să fie mai mică decât presiunea de vapor, chiar și decât cea de la intrarea în pompa de lichid unde aceasta are cea mai mică valoare. Pe de altă parte, presiunea creată de pompa de lichid trebuie să fie suficient de mare pentru a învinge rezistențele hidraulice ale instalației. Pompa de lichid se va plasa în circuitul de răcire în așa fel încât să aspire lichidul răcit din radiator. În caz contrar, pompa aspiră și vaporii formați la partea superioară a instalației, din care cauză este posibilă micșorarea debitului și funcționarea intermitentă. De asemenea, dacă pompa ar aspira lichidul din motor, și nu din radiator, ar scădea presiunea în cămașa de răcire și lichidul ar fierbe la temperaturi mai scăzute, ceea ce atrage micșorarea temperaturii de regim și creșterea pierderilor prin răcire. La circulația forțată a lichidului de răcire, sensul curentului trebuie ales în așa fel încât să nu se opună circulației acestuia prin termosifon. De asemenea, pentru ușurarea eliminării bulelor de vapor și de aer, circulația curentului de lichid nu trebuie să frâneze deplasarea liberă ascendentă a acestora. Pentru a evita apariția fenomenului de cavitație, viteza lichidului nu trebuie să depășească valoarea de 2,5 ... 3 [m/s]. Pentru aceasta, conductele trebuie să fie dimensionate suficient de mari și anume: diametrul conductei de la radiator la motor să fie cel puțin egal cu al intrării în pompă, iar diametrul conductei de la motor la radiator să fie cel puțin egal cu cel al conductei de ieșire din motor. Forma conductelor trebuie aleasă în așa fel încât să nu existe posibilitatea formării pungilor de aer, evitându-se razele mai mici de 50 [mm], colțurile sau bordurile ascuțite.

Pompa de lichid este în general o pompă de tip centrifug cu un singur rotor semiînchis, cu dirijare unilaterală a lichidului și cameră de refulare spirală. De obicei, pompele sunt antrenate cu curele trapezoidale. În general, construcția pompelor de lichid este relativ simplă, așa cum se exemplifică în **fig.10.2**. Axul pompei, montat pe rulmenți normalizați sau speciali, are la o extremitate fixat rotorul 1, iar la celălalt capăt fulia de antrenare 4. Etanșarea axului pompei se face cu garnituri speciale. Presiunea pe care o realizează aceste pompe trebuie să fie de circa 0,035 ... 0,15 [MPa]. Corpul pompei de lichid se poate executa din fontă cenușie sau din aliaj pe bază de aluminiu. Rotorul se poate realiza din fontă cenușie sau, la unele motoare mici, din tablă de alamă, în timp ce axul pompei se execută din oțel inoxidabil, în special 90C180. Semifabricatele pentru corpul pompei și rotor se obțin prin turnare.

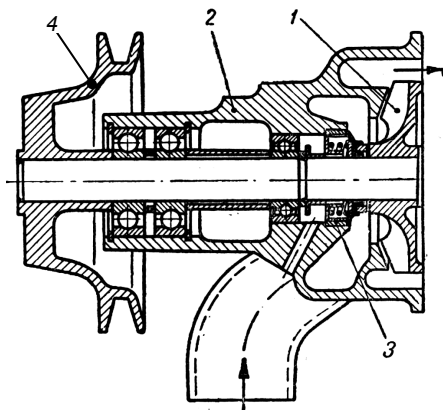


Fig. 10.2. Pompa de lichid

1-rotor; 2-corpul pompei; 3-garnitură de etanșare

sunt însă limitate de viteza periferică a vârfurilor paletelor care nu trebuie să depășească valori de 70 ... 100 [m/s]. Unghiul de atac al paletelor se va alege astfel încât să se obțină un debit cât mai mare cu un consum convenabil de putere. Uzual, unghiul de atac se alege de 40 ... 45°, iar unghiul de ieșire al paletelor se realizează de circa 30°. Plasarea ventilatorului în raport cu radiatorul se poate face în fața acestuia, fiind vorba de ventilatoare de refulare, ceea ce constituie o tendință modernă în special la motoarele de autoturisme. Plasarea în spatele radiatorului a fost folosită mult timp, ventilatorul numindu-se în acest caz ventilator de aspirație.

Antrenarea ventilatorului se poate face pe cale mecanică de la motor, de regulă împreună cu pompa de lichid sau pe cale electrică, cu ajutorul unui motor electric propriu. Se recomandă o funcționare intermitentă, comandată prin dispozitive termostactice în funcție de temperatura lichidului de răcire. În cazul ventilatoarelor acționate de motor, funcționarea intermitentă se realizează cu ajutorul unor cuplaje electromagnetice sau cu ambreiaj hidraulic. Pentru ventilatoarele axiale destinate autocamioanelor și tractoarelor se recomandă execuția din tablă de oțel; paletetele se confecționează din tablă subțire cu grosimea de circa 1 ... 2,5 [mm] și se nituiesc pe un suport realizat din tablă mai groasă de 3 ... 4 [mm]. În acest caz, numărul paletelor este de obicei de 4, plasarea lor făcându-se în X, la un interval unghiular de 70 sau 110° sau la unghiuri inegale, în vederea reducerii vibrațiilor și a zgomotului. Ventilatoarele motoarelor mai mici, cu diametre până la 700 [mm] se execută din material plastic prin injectare în matriță.

Termostatul are o funcționare bazată pe dilatarea unor materiale cu coeficient mare de dilatare. Se recomandă adoptarea unor termostate cu pastă care prezintă mai multă siguranță în funcționare. La acest tip de termostat, exemplificat în **fig.10.3**, pasta dilatantă este un amestec dintre o anumită ceară petrolieră, hidrofugă, provenită din hidrocarburi parafinice cu punct de picurare ridicat (85 ... 95 [°C]), numită cerezină și pulbere de cupru. Maximul de dilatare al acestui amestec se realizează la 75 ... 83 [°C]. Celelalte elemente ale termostatului se execută din oțel inoxidabil,

Ventilatoarele utilizate sunt de obicei ventilatoare axiale care au un randament bun în cazul unor căderi mici de presiune, specifice radiatoarelor de lichid ale acestor instalații. Debitul ventilatorului este funcție de diametrul exterior, lățimea și lungimea paletelor, unghiul de înclinare al acestora și turația. Pe de altă parte, puterea consumată de radiator este proporțională cu turația la puterea a treia. În aceste condiții apare avantajos un ventilator cu dimensiuni mari, asociat unui radiator cu suprafață frontală mare. Actualmente, la motoarele de autoturisme și autoutilitare se practică utilizarea a două ventilatoare acționate independent, pe cale electrică, montate pe același radiator. Dimensiunile ventilatorului

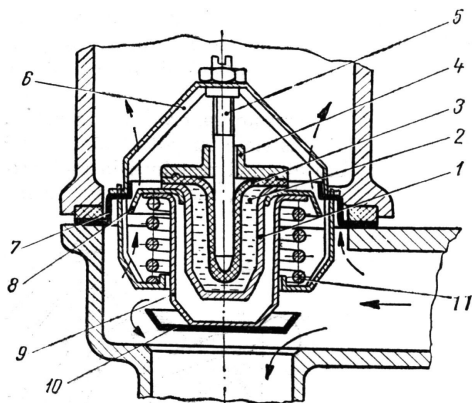


Fig. 10.3. Termostat cu pastă

alamă și aliaj de cupru-beriliu, ansamblul suferind un tratament de pasivizare. Termostatul din **fig.10.3** are capsula termostatică 1 umplută cu pasta dilatantă 2, peste care se sertizează, prin capacul 4, membrana de cauciuc 3. În mijlocul membranei se introduce cuiul 5, care se fixează la celălalt capăt de cadrul 6. Acesta este fixat pe corpul termostatlui 7. Pe capsula 1 se fixează supapa 8 și pe cadrul 9 supapa 10. Readucerea supapei 8 în poziția închisă se face cu ajutorul arcului 11. Când lichidul de răcire este rece, supapa 8 este închisă, fiind liber circuitul mic al instalației. Când lichidul se încălzește, pasta se dilată, apăsând pe membrana de cauciuc și astfel capsula este împinsă în jos, închizând supapa 10. Supapa 8 coboară, deschizând circuitul principal spre radiator [1, 2, 5, 10, 21, 26, 38]

10.1.2. Sistemul de răcire cu aer

Este actualmente din ce în ce mai puțin folosit la motoarele de automobile. Principalul avantaj oferit este cel al simplității constructive. La acest aspect se adaugă și masa mai redusă a motorului, lipsa practic a operațiunilor de întreținere, evitarea pericolului de îngheț ș.a. Dezavantajul major al răcirii cu aer rezidă în faptul că zonele calde ale motorului nu pot fi răcite în condiții optime, iar pe de altă parte motorul se răcește repede după oprire.

Deoarece coeficientul de transfer de căldură prin convecție este mai mic decât în cazul răcirii cu lichid, acest sistem de răcire impune o construcție adecvată atât a corpului cilindrului, cât și a chiulasei. Astfel, pentru confecționarea acestora se recomandă utilizarea unor materiale cu un coeficient de conductibilitate termică ridicat, în timp ce suprafața lor exterioară trebuie mărită prin utilizarea unor aripioare. Aripioarele adoptate trebuie să fie subțiri și lungi, pentru a intensifica schimbul convectiv de căldură cu exteriorul. În aceste condiții suprafața exterioară trebuie să fie de circa 7 ... 10 ori mai mare decât cea interioară la MAC și de circa 12 ... 14 ori mai mare la MAS.

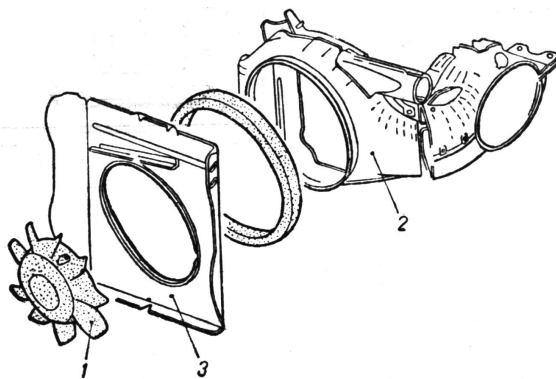


Fig. 10.4. Schema unei instalații de răcire cu aer

Intensitatea răcirii depinde de viteza, de temperatura și de cantitatea de aer de răcire, de dimensiunile suprafeței de schimb de căldură, precum și de dispunerea aripioarelor față de curentul de aer. La motoarele de automobile și tractoare circulația aerului se asigură cu ajutorul unui ventilator și este dirijată după un traseu bine determinat. Schema de principiu a unei instalații de răcire cu aer pentru un motor policilindric, arătată în **fig.10.4**, cuprinde ventilatorul 1, carenajul 2 care îmbracă parțial cilindrii și chiulasa, asigurând dirijarea și evacuarea curentului de aer prin fantele prevăzute, precum și deflectorul 3 care servește pentru împiedicarea recirculării aerului cald în sistem. În vederea unor condiții normale de funcționare a motorului, instalația de răcire trebuie să asigure temperatura în diferitele puncte ale chiulasei și cilindrului sub valorile admise. Estimativ, aceste valori pentru regimul de sarcină plină a motorului se arată în **tabelul 10.1**. Temperatura suprafețelor interioare a chiulasei și cilindrului trebuie să fie de minim 130 ... 140 [°C], adică peste punctul de rouă al gazelor de evacuare. În **tabelul 10.2** se indică valori orientative ale suprafeței

specifice de răcire funcție de tipul motorului, iar în **tabelul 10.3** se recomandă procentual repartizarea suprafeței de răcire între chiulasă și cilindru.

Tabelul 10.1

Temperatura limită admisă pentru cilindru și chiulasă			
Destinația motorului	Temperatura limită admisibilă [°C]		
	Cilindru de fontă	Chiulasă	
		De fontă	De aluminiu
Automobil	220	340...360	240...260
Tractor	200	320...340	230...240
Staționar	180	300...320	200...220

Tabelul 10.2

Suprafața specifică de răcire pentru diferite tipuri de motoare		
Tipul motorului și destinația	Suprafața specifică de răcire [cm ² /kWh]	
	MAC	MAS
Automobil	220...260	300...330
Tractor	300...330	370...400
Staționar	370...400	440...480

Tabelul 10.3

Repartizarea suprafeței de răcire între chiulasă și cilindru		
Tipul motorului	Repartizarea suprafeței de răcire [%]	
	Chiulasă	Cilindru
MAS	60...65	40...35
MAC		
- cu cameră divizată	55...60	45...40
- cu cameră unitară	45...50	55...50

Tabelul 10.4

Valorile presiunii aerului din sistemul de răcire funcție de alezajul cilindrului	
Alezajul cilindrului [mm]	Domeniul presiunii Δp [Pa]
100	7,5...10,0
100...150	15,0...20,0
150	25,0...30,0

Având în vedere necesitatea unei eficiențe sporite a aripioarelor, din condiții de gabarit și considerente tehnologice, se recomandă pentru înălțimea aripioarelor valori până la 28 [mm], iar pentru pasul aripioarelor 8 ... 9 [mm]. Pentru cilindru, raportul dintre înălțimea porțiunii cu aripioare și cursa pistonului trebuie să fie în limitele 1,3 ... 1,5.

Organizarea sistemului de răcire depinde de o serie întreagă de factori, printre care tipul ventilatorului, numărul și dispunerea cilindrilor, mărimea motorului. În **fig.10.5** sunt ilustrate cele mai uzuale scheme de răcire.

În **tabelul 10.4** sunt estimate valorile presiunii aerului din sistemul de răcire funcție de alezaj, iar în **tabelul 10.5** debitele specifice de aer necesare pentru diferite tipuri de MAC, de asemenea în funcție de alezaj.

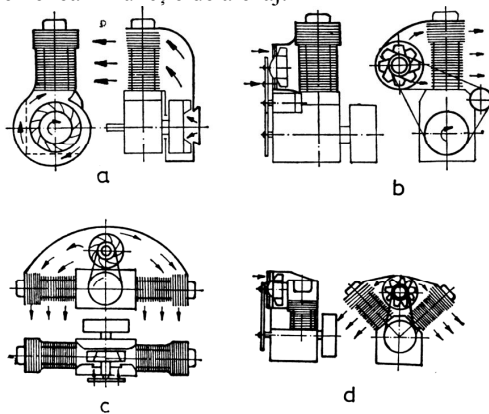


Fig. 10.5. Scheme de organizare a sistemelor de răcire cu aer la motoare

Tabelul 10.5

Debitul specific de aer necesar funcție de alezajul cilindrului pentru diferite tipuri de MAC			
Destinația motorului	Debitul specific de aer [m ³ /kWh]		
	Alezajul motorului [mm]		
	75-100	100-125	125-150
Automobil	38	33	30
Tractor	40	38	33
Staționar	44	40	38

Ventilatoarele utilizate la motoarele răcite cu aer pot fi axiale sau centrifugale. Ventilatoarele axiale funcționează, în general, la turații ridicate de 5000 ... 7000 [rpm], realizând debite mari la dimensiuni relativ reduse. Viteza periferică a rotorului se limitează la 125 [m/s], din considerente de zgomot. Carcasa și rotorul ventilatoarelor axiale se execută în general din aliaje de aluminiu turnate în cochile, asigurându-se o precizie înaltă relativ la forma, poziția și dimensiunile palelor. La motoarele mai mici, rotorul se poate executa din material plastic injectat în matriță.

Carenajele și deflectoarele au un rol esențial în distribuția aerului, asigurând o răcire cât mai uniformă a cilindrilor și a chiulasei, și se realizează sub forma unor piese din tablă [1, 14, 19, 38].

10.2 SISTEMUL DE UNGERE

Proiectarea acestui sistem trebuie să țină seama că în motorul cu ardere internă condițiile de funcționare ale diferitelor organe componente impun necesitatea unei instalații de ungere care trebuie să realizeze următoarele deziderate:

- ungerea pieselor în mișcare relativă în vederea micșorării frecării;
- reducerea pierderilor mecanice și a uzurii;
- răcirea suprafețelor și a pieselor solicitate termic prin preluarea unei fracțiuni din căldura rezultată prin frecare;
- curățirea suprafețelor în mișcare relativă de eventualele particule de metal și de alte reziduuri provenite din ardere;
- protecție împotriva coroziunii;
- rol în etanșarea pistonului în cilindru prin stratul de ulei format între diferite piese.

La motoarele de automobile și tractoare s-a adoptat procedeul de ungere mixtă, prin care sunt unse sub presiune organele puternic solicitate, cum este cazul lagărelor arborelui cotit, lagărelor arborelui de distribuție, bolțul, organele de comandă ale supapelor, în timp ce ungerea celorlalte piese, adică cilindrii, pistoane, segmenti etc. se realizează prin ceață de ulei sau prin stropire.

Elementele principale ale unui sistem de ungere sub presiune (**fig.10.6**), de exemplu la un motor cu aprindere prin comprimare cu patru cilindri sunt: pompa de ulei 2, care trimite uleiul spre suprafețele de frecare, radiatorul de ulei 3, în care uleiul cald este răcit, fie cu lichidul de răcire din motor, fie cu aer, filtrul brut de ulei 4 împreună cu filtrele fine 13, montate în vederea curățirii uleiului de impurități, canalele de ulei 7 și 11, conductele 9 și aparatele de măsură și control 14 și 15. În afara acestor elemente se vor prevedea, de asemenea, gura pentru turnarea uleiului în baie și indicatorul de nivel.

După cum se cunoaște, după locul de montare a rezervorului principal de ulei, sistemele de ungere se împart în *sisteme de ungere cu carter umed* și *sisteme de ungere cu carter uscat*.

La sistemele de ungere cu carter umed rezerva de ulei necesară funcționării normale a motorului se află în baia de ulei a motorului. La sistemele de ungere cu carter uscat, uleiul care se scurge în baie trece printr-un decantor, de unde este aspirat de o pompă și refulat apoi într-un rezervor separat de motor. Acest sistem se recomandă în special la motoarele care în timpul funcționării se înclină mult, evitându-se astfel dezamorsarea instalației; este cazul motoarelor ce echipază mașini de luptă sau avioane.

Pompa de ulei are rolul de a pompa uleiul din baie spre instalația de ungere, pentru ca de aici să ajungă la organele principale ale motorului. În general se recomandă două tipuri de pompe, și anume, pompe cu roți dințate cu angrenare exterioară și pompe cu roți dințate cu angrenare interioară. Uneori se pot folosi și pompe cu palete. Datorită simplității constructive și siguranței în exploatare, cele mai recomandate și deci mai folosite sunt pompele cu roți dințate cu angrenare exterioară. Ele realizează presiuni ridicate chiar și la turații joase, au gabarit și masă reduse, nepunând probleme constructive deosebite.

În **fig.10.7.a,b** este reprezentată schema de principiu (**a**) și părțile componente (**b**) ale unei pompe cu roți dințate cu angrenare exterioară. Două roți dințate identice, 1 și 2, cu dantură dreaptă sau înclinată sunt montate într-o carcasă prevăzută cu orificiul de intrare 1 și de ieșire a uleiului, E.

O roată dințată este conducătoare fiind fixată rigid pe axul antrenat mecanic de arborele cotit sau de arborele de distribuție. Cealaltă roată dințată, montată liber pe ax este antrenată de roata conducătoare. Uleiul este transportat din camera de admisie *A* de către roțile dințate, pe la periferia carcasei, în camera de refulare *R*. Pentru evitarea comprimării uleiului între dinții roților dințate și, respectiv, a solicitării la torsiune a axelor, în pereții laterali ai carcasei se execută frezarea 3 prin care uleiul se scurge în spațiul de refulare. Aceste pompe au un randament volumetric de 75 ... 90 % la o presiune de refulare de circa 0,4 [MPa] și o temperatură a uleiului de 80 [°C]. Debitul pompei se poate estima cu relația:

$$Q = \eta \cdot \pi \cdot d \cdot b \cdot h \cdot n \cdot 10^6 \quad [\text{l/min}]; \quad (10.2)$$

în care:

- | | |
|-----------|--|
| η | – randamentul pompei; |
| d [mm] | – diametrul primitiv al roților dințate; |
| b [mm] | – lățimea axială a dinților; |
| n [rpm] | – turația roților dințate; |
| h [mm] | – înălțimea unui dinte. |

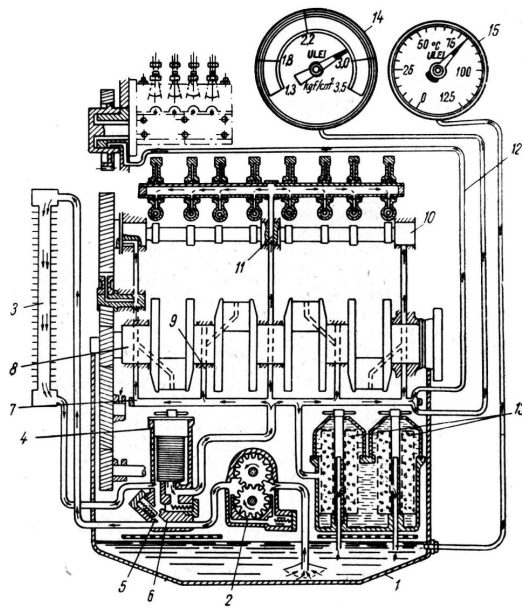


Fig. 10.6. Sistemul de ungere mixt

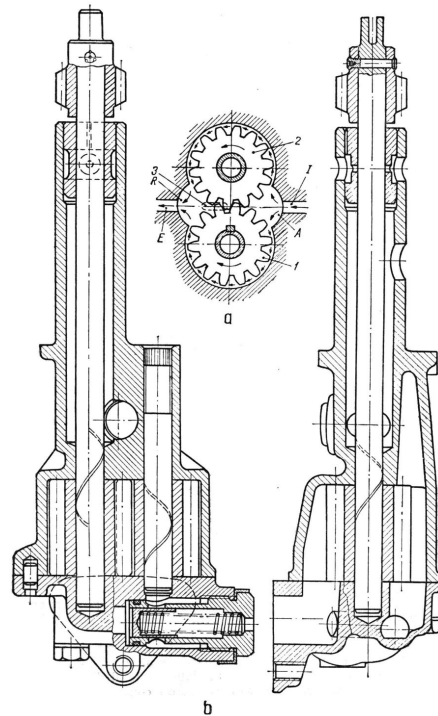


Fig. 10.7. Pompă cu roți dințate și angrenare exterioară

În fig.10.7a,b este reprezentată schema de principiu (a) și părțile componente (b) ale unei pompe cu roți dințate cu angrenare exterioară. Două roți dințate identice, 1 și 2, cu dantură dreaptă sau înclinată sunt montate într-o carcasă prevăzută cu orificiul de intrare *I* și de ieșire a uleiului, *E*. O roată dințată este conducătoare fiind fixată rigid pe axul antrenat mecanic de arborele cotit sau de arborele de distribuție. Cealaltă roată dințată, montată liber pe ax este antrenată de roata conducătoare. Uleiul este transportat din camera de admisie *A* de către roțile dințate, pe la periferia carcasei, în camera de refulare *R*. Pentru evitarea comprimării uleiului între dinții roților dințate și, respectiv, a solicitării la torsiune a axelor, în pereții laterali ai carcasei se execută frezarea 3 prin

care uleiul se scurge în spațiul de refulare. Aceste pompe au un randament volumetric de 75 ... 90 % la o presiune de refulare de circa 0,4 [MPa] și o temperatură a uleiului de 80 [°C]. Debitul pompei se poate estima cu relația:

$$Q = \eta \cdot \pi \cdot d \cdot b \cdot h \cdot n \cdot 10^6 \quad [\text{l/min}]; \quad (10.3)$$

în care:

η	– randamentul pompei;
d [mm]	– diametrul primitiv al roților dințate;
b [mm]	– lățimea axială a dinților;
n [rpm]	– turația roților dințate;
h [mm]	– înălțimea unui dinte.

Condiția de gabarit minim impune turații mari, roți dințate cu un număr cât mai mic de dinți și un modul cât mai mare. Lățimea dinților nu se prevede prea mare pentru a nu suprasolicita lagărele. În general, raportul dintre diametrul exterior și lățimea dinților este de maxim 1,5. Ca limită de turație se impune viteza periferică a roților dințate de 10 [m/s], valorile uzuale fiind cuprinse între 8 și 9 [m/s]. Roata dințată și axul pot fi executate separat sau dintr-o singură bucată.

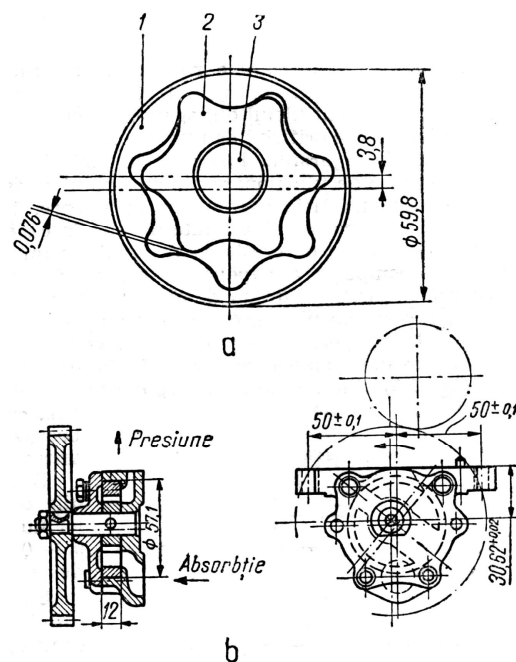


Fig. 10.8. Pompă cu roți dințate și angrenare interioară
necesară o carcasă și o antrenare separată. Ca dezavantaj se menționează tehnologia complexă de fabricație a danturii rotoarelor.

Supapa de siguranță. Pompele de ulei sunt astfel dimensionate încât la turații joase de funcționare ale motorului să asigure toată cantitatea de ulei necesară ungerii suprafețelor de frecare. La turații mari, pompele furnizează o importantă cantitate de ulei în exces. Pentru protejarea sistemului de ungere de creșterea presiunii se introduce în circuitul de refulare al pompelor o supapă de siguranță care menține o presiune constantă în circuit, într-un domeniu de turație și temperatură mai larg. Se apreciază că la temperatura de 70 ... 80 [°C], considerată optimă, presiunea în circuitul de ulei poate fi acceptată în limitele 0,2 ... 0,5 [MPa]. De obicei, supapele sunt montate în corpul pompei de ulei și sunt de tipul cu bilă, cu con sau cu piston. Sunt prevăzute cu arcuri tarate și uneori

reglabile. Experiența arată că secțiunile de deschidere ale supapelor nu trebuie să depășească de 0,4 ... 0,5 ori secțiunea conductei de presiune. Corpul pompei de ulei se obține prin turnare din fontă cenușie obișnuită (Fc 150, Fc 200). Unele construcții utilizează corpul pompei din aliaj de aluminiu turnat sub presiune. Aceleași materiale se folosesc și pentru capacul pompei de ulei. Pinioanele pompei de ulei, deoarece nu transmit un cuplu prea mare, se execută din oțeluri de îmbunătățire: oțeluri carbon de calitate sau oțeluri cu un conținut redus de elemente de aliere. Roțile dințate se pot executa și prin sinterizare. Axele pinioanelor se execută din oțeluri similare cu cele pentru pinioane.

Radiatoarele de ulei au scopul de a menține temperatura uleiului în limitele prescrise pentru funcționarea în condiții optime a motorului. De obicei, radiatoarele se montează în serie pe conducta principală de la pompă și se răcesc fie cu aer, fie cu lichid. Cele răcite cu lichid se construiesc sub formă de țevi cu aripioare pentru a avea o suprafață de răcire mare și sunt în fapt schimbătoare de căldură tubulare la care uleiul circulă într-un sens iar apa face un circuit de două sau de patru ori în sensuri diferite. Calculul suprafeței de răcire necesară se face ținând seama de cantitatea maximă de căldură ce trebuie evacuată, coeficientul de transmitere a căldurii și temperaturile medii ale celor două fluide. Radiatoarele cu lichid răcesc mai bine uleiul, însă prezintă dezavantajul că pe timp rece circulația apei se poate bloca. Din aceste motive, la motoarele ușoare de tracțiune s-au răspândit mai mult radiatoarele răcite cu aer. Din cauza complicațiilor constructive, unele uzine constructoare nu folosesc radiatoarele de ulei ci dau doar forme speciale băilor de ulei. În acest din urmă caz trebuie amintit faptul că nu este recomandabilă vopsirea băii deoarece stratul de vopsea este izolan și împiedică răcirea uleiului; din același motiv fundul băii trebuie curățat mai des de impuritățile depuse. Motoarele mari sunt, în majoritatea cazurilor, prevăzute cu radiatoare de ulei răcite cu lichid [1, 5, 10, 21, 24, 26].