

**SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO DOS MOTORES
DE COMBUSTÃO INTERNA**

Importância do sistema de refrigeração

A presença de um sistema de refrigeração é fundamental nos motores de combustão interna pois a queima do combustível nos cilindros liberta grande quantidade de calor que conduziria à deformação e "gripagem" dos seus órgãos.

O rendimento máximo dos motores de ciclo Diesel é de 35% o que significa que 65% da energia é dissipada nos gases de escape e pelo sistema de refrigeração.

Tipos de sistemas

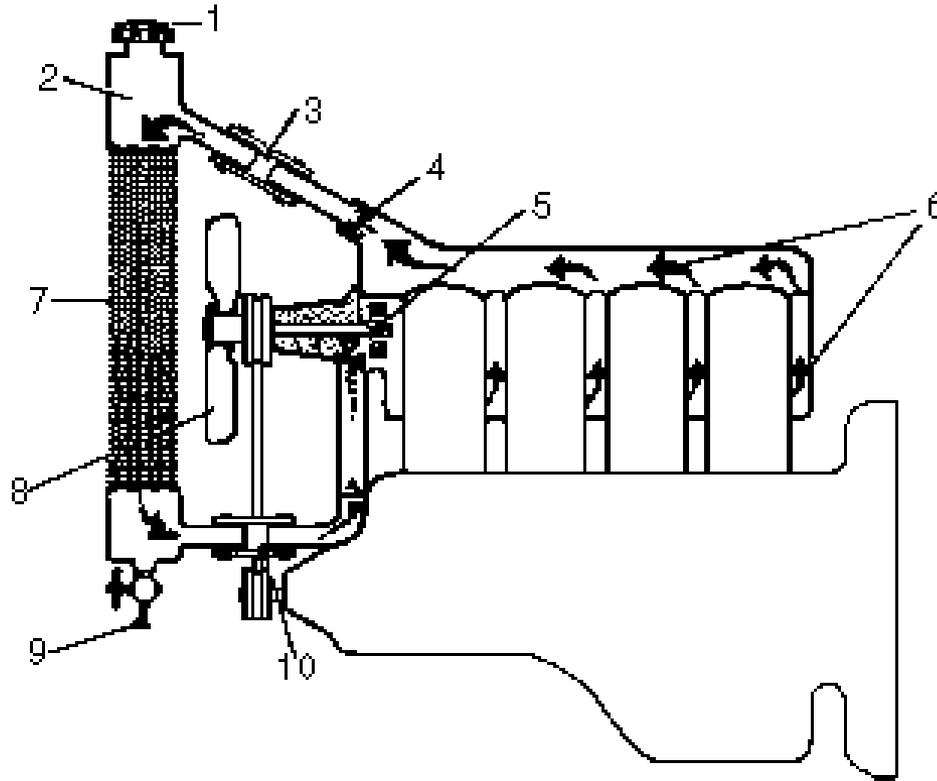
- por água;
- por ar;
- por óleo.

Sistemas de refrigeração indireta por água

Nos motores refrigerados por água o bloco motor e a cabeça do motor apresentam cavidades, por onde circula a água, que estão ligadas a um radiador, por onde se perde a maior parte do calor.

A perda de calor é acelerada pela corrente de ar promovida pelo ventilador e pela bomba de água que aumenta a velocidade de deslocamento desta (refrigeração por circulação forçada).

O movimento da água provocado apenas pela diferença de temperatura não é suficiente.



Circuito de refrigeração por água de um motor de quatro cilindros.

1- Tampão 2- Radiador 3- Ligação de borracha 4- Termóstato 5- Bomba de água 6- Circulação de água 7- Palhetas 8- Ventilador 9- Torneira 10- Ligação de borracha

Constituição do sistema de refrigeração indireta por água

O radiador

O radiador, que funciona como um **permutador de calor** onde a água quente é arrefecida pelo ar, apresenta um grande número de pequenos canais por onde aquela passa.

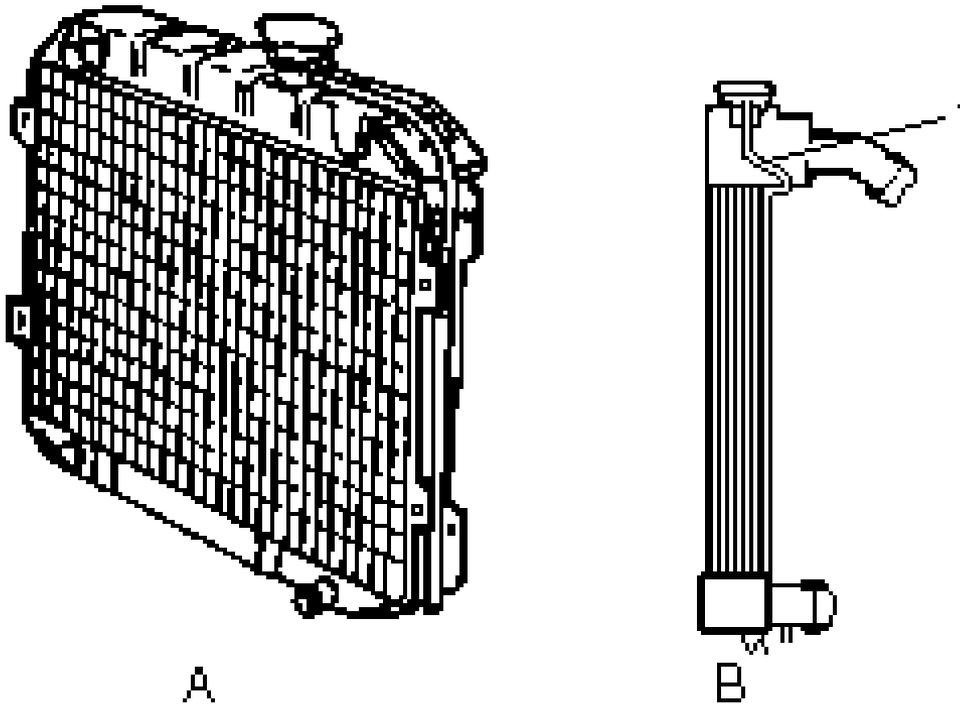
Este elemento apresenta **dois depósitos**, um superior e outro inferior, entrando no primeiro a água (**quente**) proveniente do motor, saindo, do segundo, a água (**fria**) para o motor; estes depósitos estão ligados por pequenos tubos, que podem ser planos, ter palhetas ou em forma de ninho de abelhas, que são atravessados pelo ar.

Constituição do sistema de refrigeração indireta por água

O radiador (cont)

Para além do **tampão de enchimento**, o radiador tem uma **torneira colocada no fundo do depósito inferior**, para vazamento do líquido e um **tubo de descarga** para que a água em excesso saia e se mantenha a **comunicação com a atmosfera**; **nos circuitos selados este tubo está ligado ao vaso de expansão**.

O **tampão de enchimento** apresenta uma **válvula que impede a comunicação do interior do radiador com o tubo de descarga**, fazendo com que exista uma certa **pressão no interior do radiador**; esta permite uma **elevação da temperatura de ebulição diminuindo as perdas das soluções anticongelantes**.



Esquema de um radiador

A- Vista geral de um radiador B- Corte transversal de um radiador

1- Tubo de descarga

Constituição do sistema de refrigeração indireta por água (cont)

O ventilador

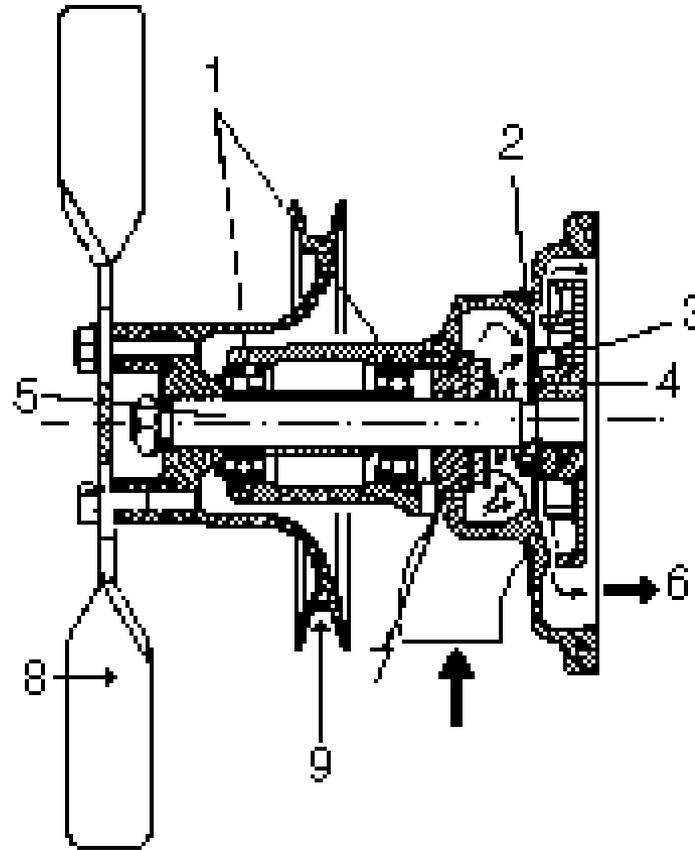
O ventilador, que tem como função forçar a passagem de ar pelo radiador, encontra-se geralmente **montado na extremidade anterior do mesmo veio da bomba de água**. Neste veio está montado um tambor de gornes (polea trapezoidal) que é acionado pela correia que passa pelo tambor de gornes que está montado na extremidade anterior da cambota; esta correia aciona também o alternador.

Nos automóveis mais recentes o acionamento da ventoinha é feita eletricamente a partir de determinada temperatura no circuito de refrigeração.

Constituição do sistema de refrigeração indireta por água (cont)

Bomba de água

As bombas de água, **geralmente do tipo centrífugo**, são constituídas por um tambor com palhetas, que roda dentro de um corpo (cárter), **entrando a água pelo centro sendo projetada, pela força centrífuga, para a periferia**, por onde sai para a conduta que a leva ao motor.



Representação da bomba de água.

- 1- Rolamentos 2- Corpo da bomba 3- Turbina 4- Mola 5- Eixo
6- Saída da água 7- Manga de apoio 8- Ventilador 9- Puleia

Termostato

O termostato é uma válvula que a mantém o circuito de refrigeração fechado, quando a temperatura da água é inferior a $\pm 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ abrindo-a para temperaturas superiores; quando a válvula se encontra aberta a água passa para o radiador.

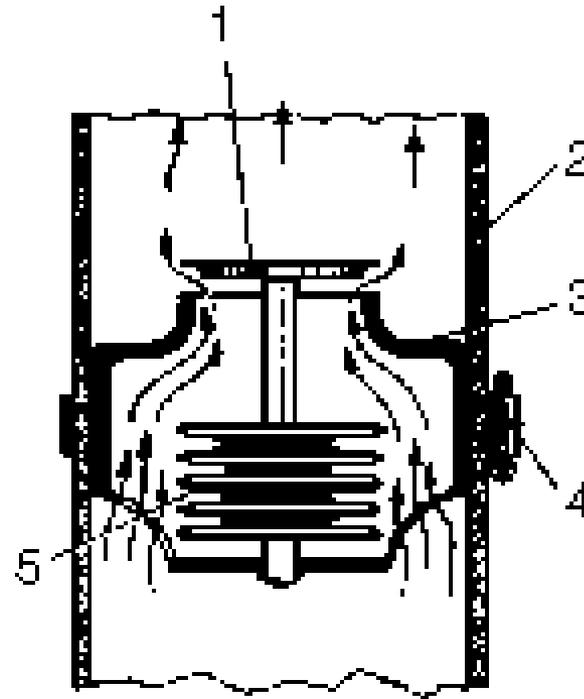
O termóstato, que está colocado na conduta que liga a cabeça do motor à parte superior do radiador, permite assim que o motor atinja mais rapidamente a temperatura de funcionamento.

A indicação da temperatura de funcionamento é dada por um indicador de temperatura colocado no painel de instrumentos.

Termostato (cont)

O tipos de termóstato mais utilizado é o de **fole**, que é constituído por uma caixa metálica fechada, de paredes muito delgadas, em forma de fole, que contem um líquido muito volátil, que se encontra no estado líquido a baixa temperatura mas, quando a temperatura da água sobe, expande-se.

Na primeira situação o líquido não exerce nenhuma pressão nas paredes mas quando a temperatura sobe exerce-se uma pressão suficiente para alargar o fole e abrir a válvula.



Representação de um **termostato de fole**

1- Válvula 2- Conduita 3- Corpo do termostato 4- Colar 5- Fole

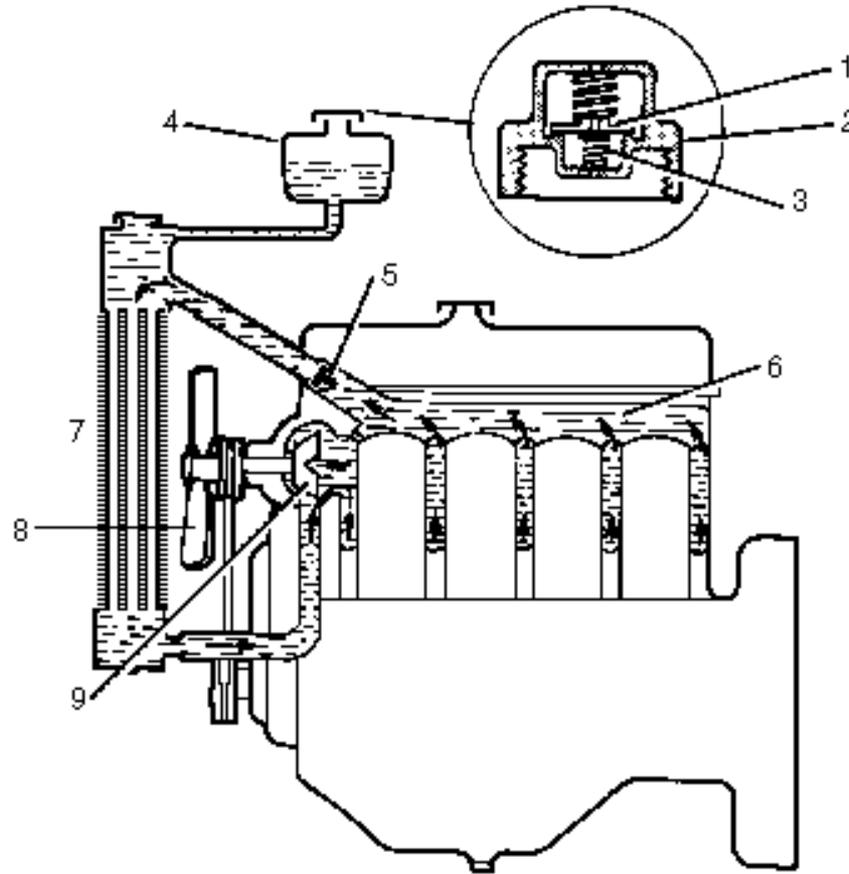
A refrigeração por circulação forçada com circuito selado

A utilização de **sistemas de refrigeração por circulação forçada**, com circuito selado, tem-se tornado uma prática corrente, pois **permite visualizar o nível do líquido refrigerador e evita perdas por evaporação**.

Este nível, em virtude da água se encontrar sob pressão, o que torna seguro o funcionamento do motor a 100 °C, varia em função da **dilatação e contração da água**, não devendo, no entanto, **ser inferior à marca do nível mínimo quando o motor está frio, nem superior à marca do nível máximo, quando o motor está quente**.

A refrigeração por circulação forçada com circuito selado (cont)

Os vasos de expansão têm uma válvula que funciona como segurança no caso de uma sobrepressão no sistema e de reaspiração do ar para compensar a contração da água quando da sua refrigeração.



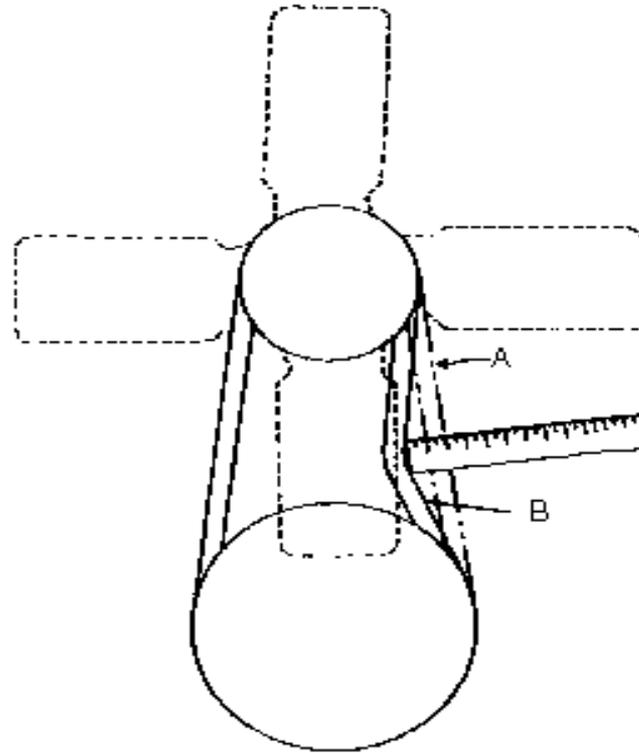
Esquema de um sistema de refrigeração por água com o circuito selado.
1- Válvula de sobrepressão 2- Tampão 3- Válvula de reaspiração 4- Vaso de expansão 5- Termóstato 6- Circulação de água em volta dos cilindros 7- Radiador 8- Ventilador 9- Bomba de água.

Cuidados de manutenção dos sistemas de refrigeração indireta por água

- radiador (vaso de expansão): **verificação periódica do nível da água** que no radiador se deve situar 5 cm abaixo do orifício de enchimento e no vaso de expansão nas marcas aí existentes.
- **adição de um bom anticongelante durante o Inverno e um produto antiferrugem no Verão; limpeza periódica externa dos alvéolos do radiador com uma escova macia;**
- **não deixar o sistema sem líquido** pois o contacto do ar com as paredes internas dos motores acelera a sua corrosão;

Cuidados de manutenção dos sistemas de refrigeração indireta por água

- **bomba de água: lubrificação moderada**, sob pressão, com o tipo de massa consistente recomendado pelo construtor, a não ser que se trate de uma bomba pré-lubrificada (solução mais usual nos tratores mais recentes);
- **correia do ventilador (ventoinha): verificação da tensão** e eventual regulação segundo instruções do construtor (alterando a posição do gerador, solução mais usual).



Regulação correta da correia da ventoinha

A- Posição correta B- Flexão possível pela pressão exercida à mão

Sistema de refrigeração por ar

Os sistemas de refrigeração por ar, em virtude da sua simplicidade, são utilizados geralmente em motores monocilíndricos, embora alguns construtores os utilizem em tratores de potências mais elevadas; a simplicidade destes sistemas resultam da maior segurança no funcionamento dos motores e na diminuição dos cuidados de manutenção.

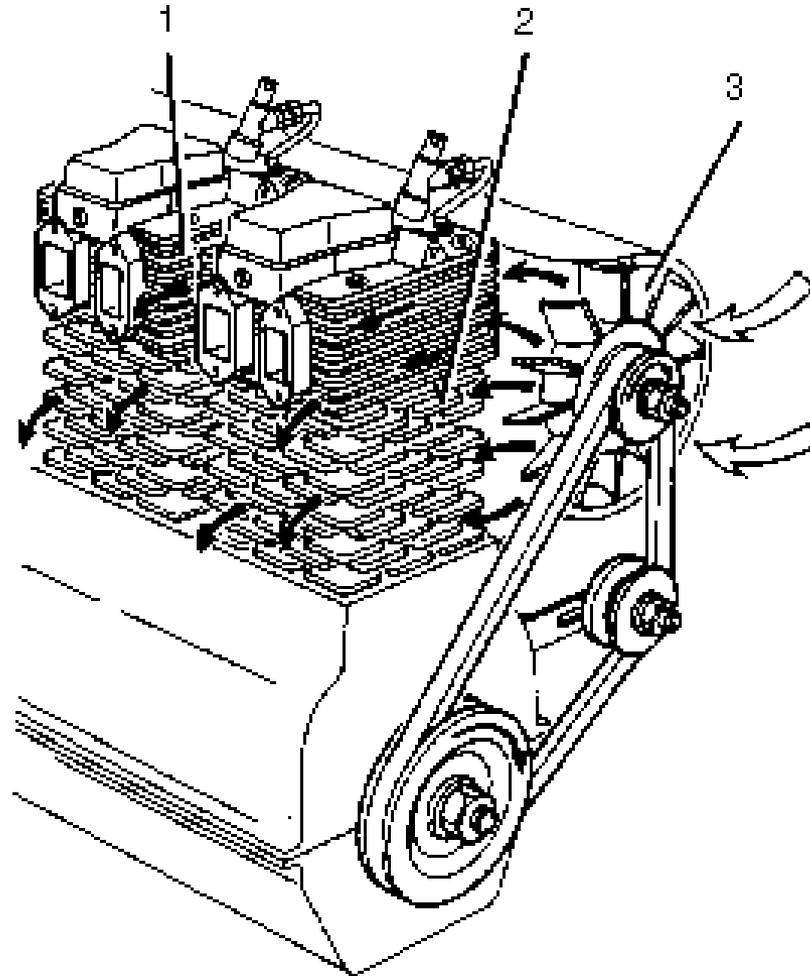
Nestes sistemas a necessidade de ar é cerca de 30 % inferior à dos sistema refrigerados a água pois a transmissão do calor para o ambiente é mais direta.

Sistema de refrigeração por ar (cont)

Estes sistema consiste, fundamentalmente, em munir o bloco motor e a cabeça motor de várias palhetas por forma a aumentar a área de contato com o ar movimentado pela ventoinha

O ar é recolhido e canalizado para uma espécie de blindagem envolvente dos órgãos a refrigerar, nomeadamente a cabeça motor, bloco motor e coletor de escape.

A peça principal deste sistema é o **ventilador** que pode ser de palhetas, produzindo uma corrente de ar paralela ao eixo de rotação (axial) ou centrífugo, em que o ar entra pelo centro e é projetado para a periferia.



Sistema de refrigeração por ar

1- Cabeça do motor 2- Cilindro 3- Ventilador

Departamento de Agronomia

Cuidados de manutenção dos sistemas refrigerados a ar:

- **palhetas dos cilindros: limpeza frequente** com escova dura ou com gasolina utilizando um pincel limpando bem em seguida com um pano seco e absorvente;
- **ventilador: limpeza das pás e lubrificação dos rolamentos** segundo instruções do construtor, **verificando-se a tensão da(s) correias** de transmissão.

Comparando este sistema com o da água, embora exija menos cuidados de manutenção, não permite uma boa regulação da temperatura de funcionamento do motor e são mais ruidosos; nos motores refrigerados a ar o óleo de lubrificação aquece mais pelo que a refrigeração destes motores deve ser complementada com o circuito de refrigeração de óleo.

Refrigeração por óleo

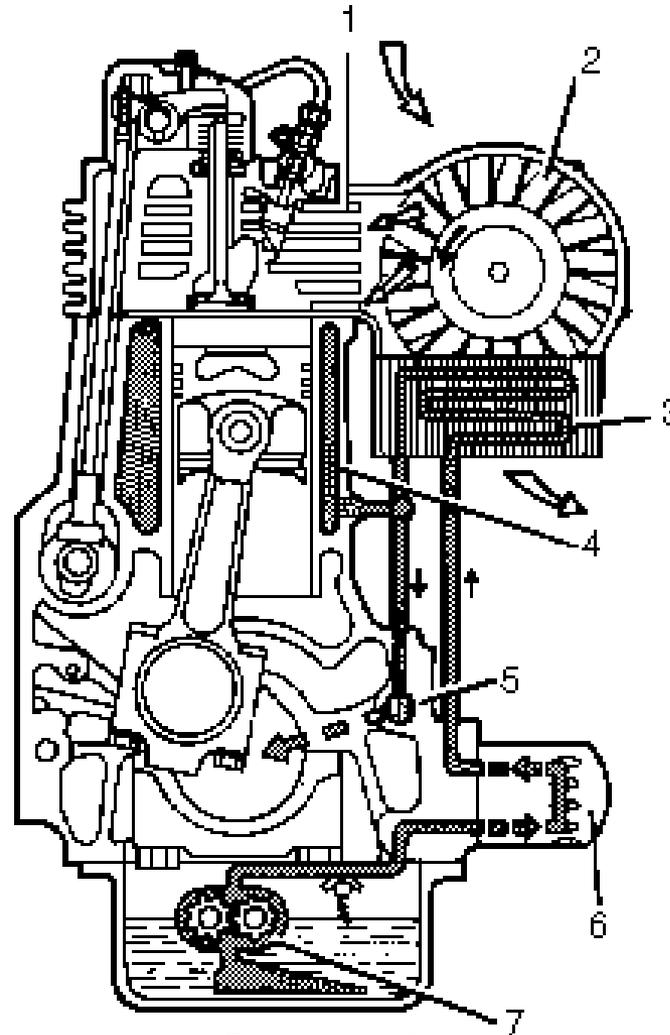
A refrigeração por óleo utiliza-se geralmente para **complementar a refrigeração por ar** pois esta, especialmente para os motores mais potentes, não é suficiente para arrefecer o topo dos cilindros.

Assim, embora o circuito de lubrificação já contribua significativamente para o arrefecimento do motor, este pode ser melhorado caso se faça circular o óleo em torno dos cilindros.

Refrigeração por óleo (cont)

Em qualquer das soluções utilizadas o importante é verificar a temperatura do motor, com a maior frequência possível, durante o trabalho. Uma preciosa indicação sobre esta temperatura é fornecida pelo termómetro da água ou do óleo, conforme o tipo de refrigeração.

Se a temperatura subir a valores perigosos ($>$ que $100\text{ }^{\circ}\text{C}$) deve-se parar imediatamente o trabalho mantendo, no entanto, o motor a trabalhar ao "ralenti" durante alguns segundos, de modo a evitar ainda maior sobreaquecimento por inércia térmica, e só depois parar o motor para tentar descobrir a causa do aquecimento intempestivo constatado.



Representação de um motor refrigerado por ar e óleo.

1- Cabeça do motor 2- Ventilador 3- Radiador de óleo 4- Cavidades de refrigeração 5- Conduatas de óleo 6- Filtro 7- Bomba de óleo

Videos

(SisRefri)