



Chladienie spaľovacích motorov

Úlohy chladienia:

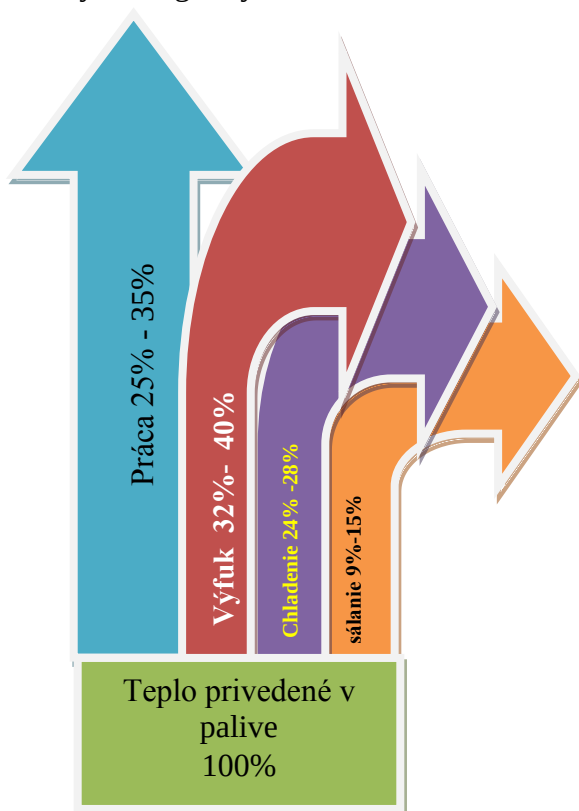
- udržiavať stálu prípustnú teplotnú hladinu a teplotný spád v najviac tepelne namáhaných častiach motora (hlava, vložky, blok, ventily a pod.),
- odvádzať teplo z plniaceho vzduchu , z oleja, a iných miest,
- zabezpečiť urýchlené ohriatie motora na prevádzkovú teplotu,
- iné úlohy napr. vykurovanie

Chladiace okruhy:

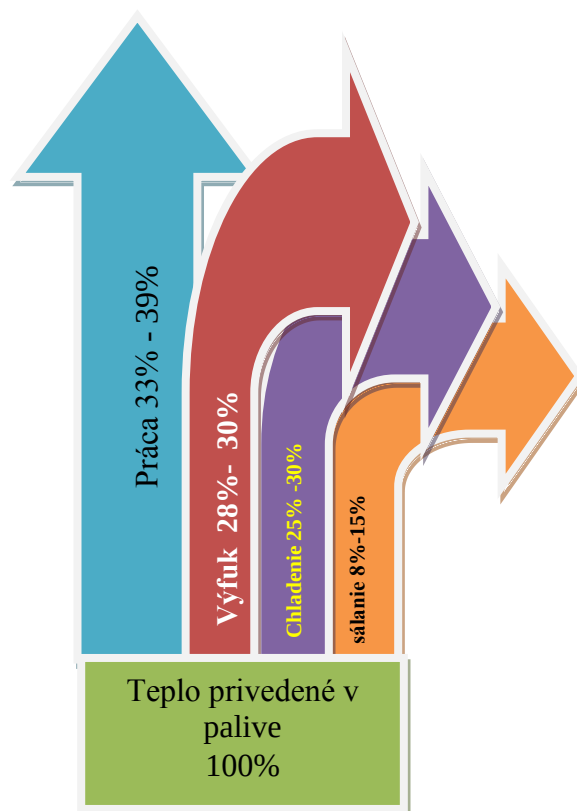
- 1.) Hlavný chladiaci okruh - chladí hlavu, valce a výfuk
- 2.) Vedľajší chladiaci okruh - odvod tepla z oleja, chladienie vstrekovačov, plniaceho vzduchu a pod.
- 3.) Priamy nenútený prechod tepla - steny motora a sálanie.

Tepelná bilancia spaľovacieho motora:

Sankeyov diagramy



Tepelná bilancia zážihového motora



Tepelná bilancia vznetrového motora

Z hlavy valcov sa odvádza asi 65-75% tepla z valcov 35-25% tepla

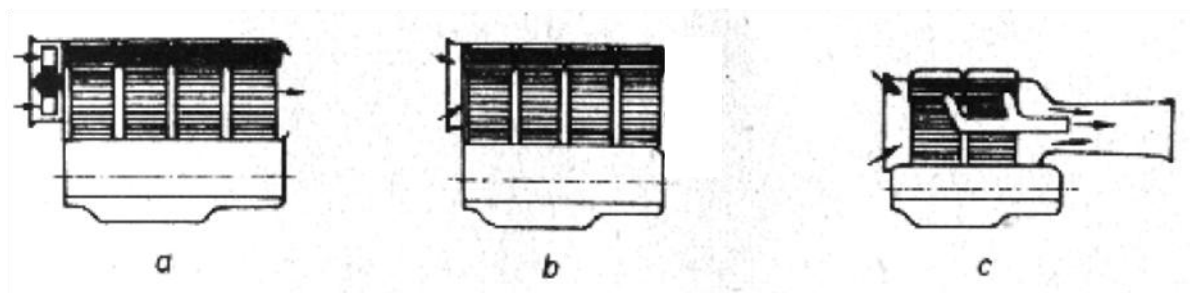


Druhy chladenia:

1. Kvapalinové
2. Vzduchové
3. Kombinované

Vzduchové chladenie

- A.) Ventilátorové chladenie
- B.) Náporové chladenie
- C.) Ejektorové chladenie



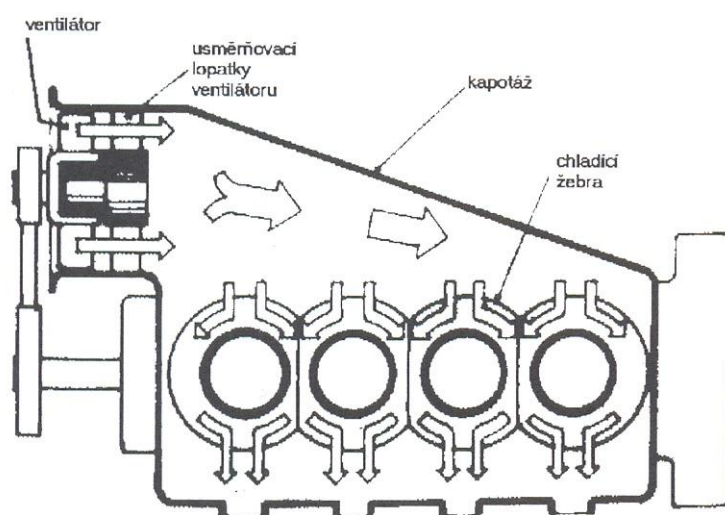
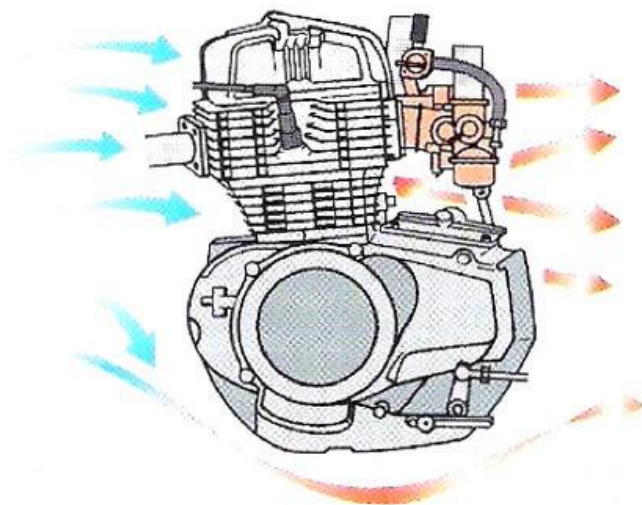
Z výfukového potrubia sa odvádza 40% tepla, zo spodnej časti hlavy 30-40% a sacím ventilom 20% tepla.

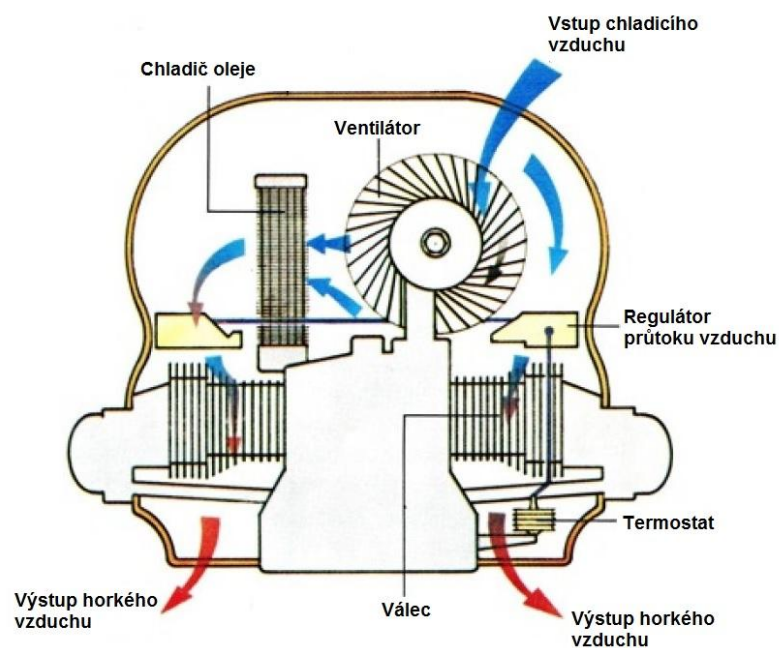
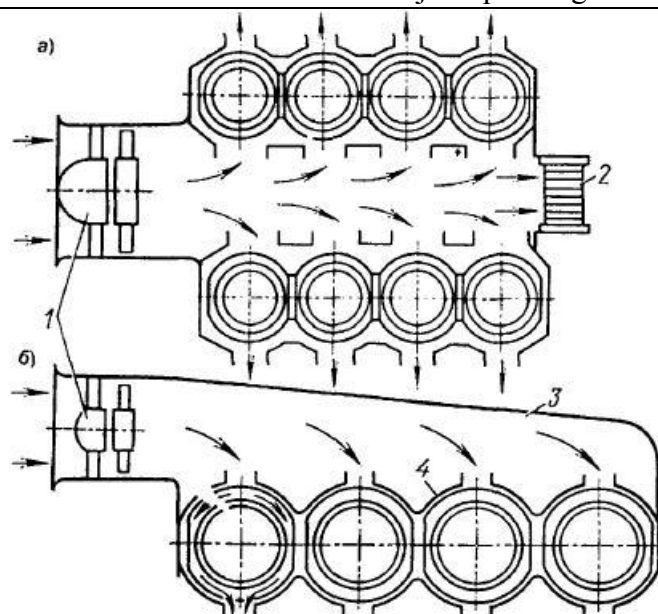
Výhody chladenia vzduchom:

nepotrebuje chladiacu kvapalinu,
jednoduchá údržba,
vysoká spoľahlivosť v extrémnych podmienkach,
rýchlejší nábeh motora na pracovnú teplotu,
konštrukčne jednoduchý a váhovo ľahší motor.

Nevýhody chladenia vzduchom:

nerovnomerné obtekanie - vznik rôznych teplotných zón,
menšia rovnomernosť teplotného spádu medzi ochladzovanými plochami,
vyššia pracovná teplota motora - majúca vplyv na mazanie a rýchlejšiu degradáciu oleja,
väčšia hlučnosť,
veľká spotreba výkonu motora na pohon ventilátora - (*pri priamom porovnaní, pri sčítaní vodné čerpadlo + ventilátor chladiča - diskutabilné*),
náročnejší systém pre vyhrievanie kabíny,
veľký teplotný spád medzi vstupujúcim a odchádzajúcim vzduchom.





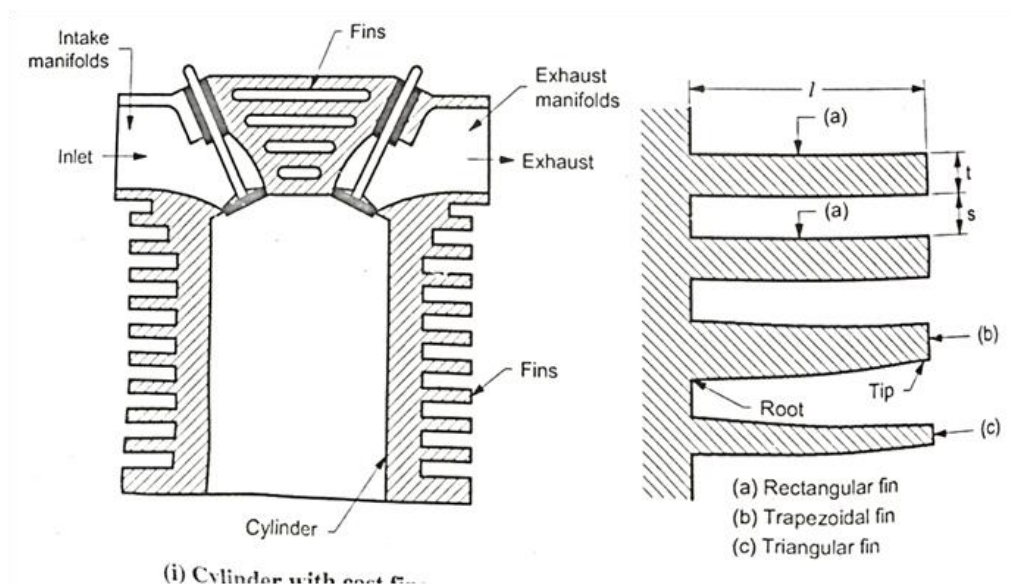
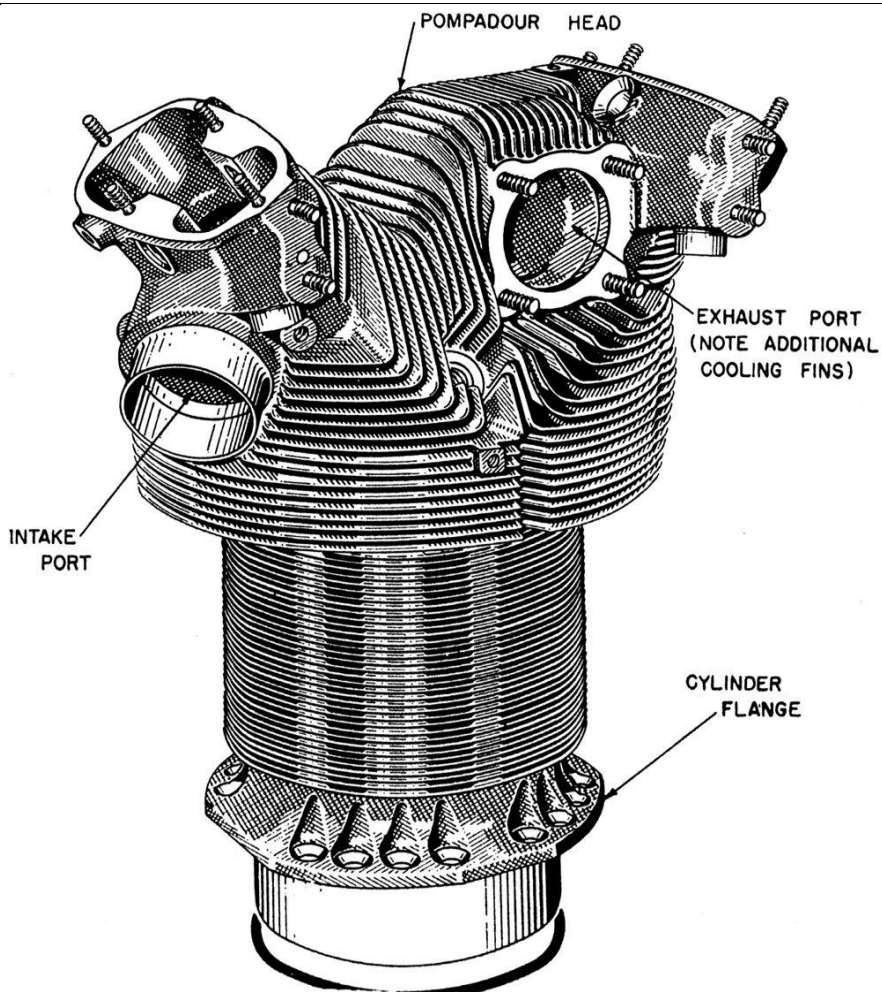
Pri vzduchovom chladení sú dôležité rebrá - ich *tvar, veľkosť, hustota a umiestnenie*.



Konštrukcia automobilov

Blok č: 7

Prednášajúci: prof. Ing. Robert Grega, PhD.



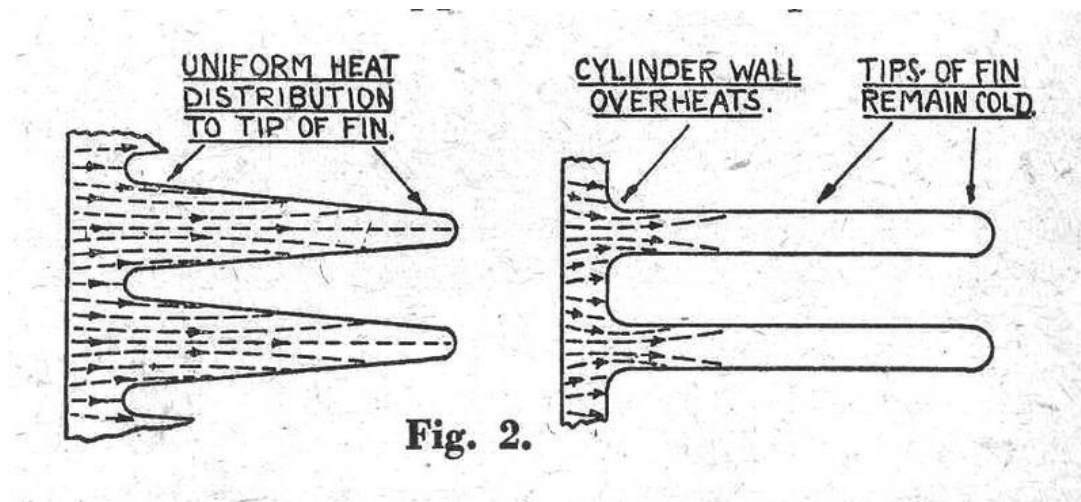
Rebra musia byť vyhotovené tak aby zabezpečovali čo najlepší odvod tepla. Zvyčajne sa rebrá vyrábajú odlievaním priamo na valci alebo hlave, vyrábajú sa zvyčajne z ľahkej zliatiny, sú dimenzované tak aby využívali výhodu vysokej tepelnej vodivosti materiálu. Hrubé základné rebrá

Konštrukcia automobilov

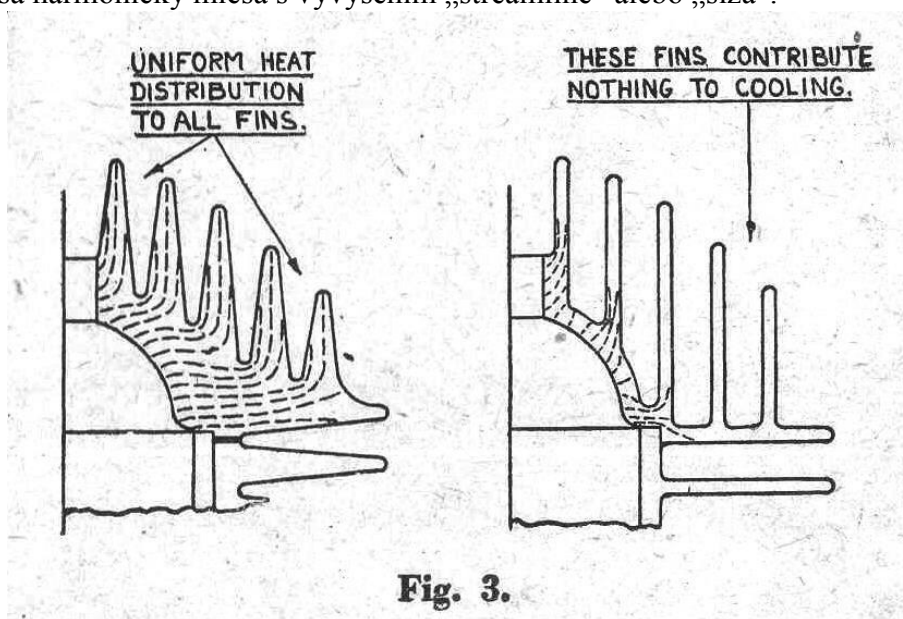
Blok č: 7

Prednášajúci: prof. Ing. Robert Grega, PhD.

tiež prispievajú k rovnomernému rozloženiu obvodovej teploty. Obrázok 2 zobrazuje približnú cestu tepla v dvoch prípadoch a dokazuje, že paradoxne dlhé rebrá nedokážu účinne odvádzať teplo a teda najchladnejší valec je skutočne najteplejší.



Rovnaký princíp tepelného toku sa pozoruje v hlave valcov na obrázku 3 a výstredné usporiadanie rebier valcov sa harmonicky mieša s vyvýšením „streamline“ alebo „slza“.



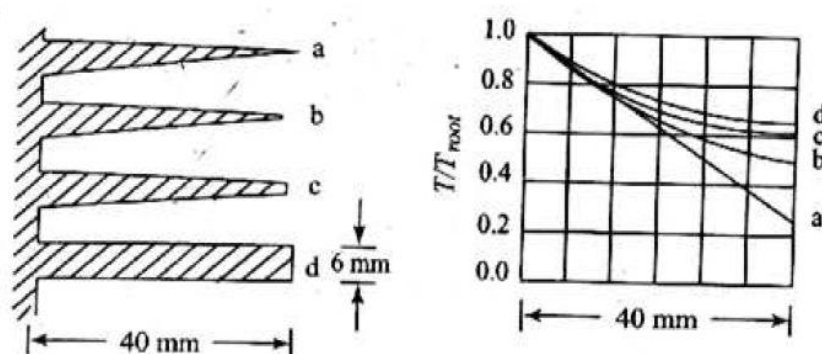


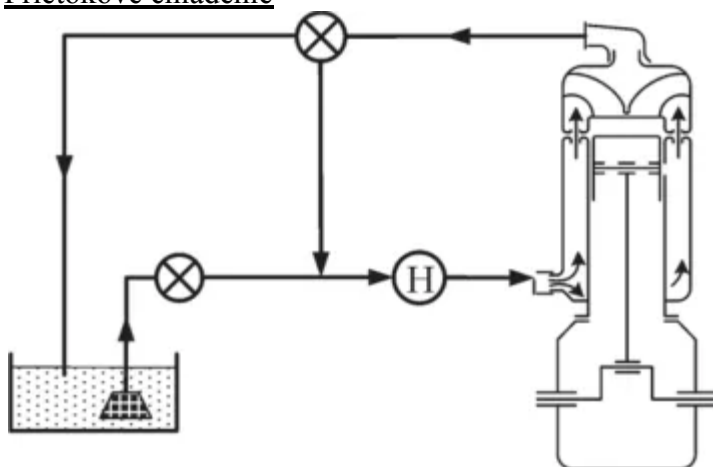
Figure 4: A Comparison of the Fins Different Cross Section as Shown in Figure

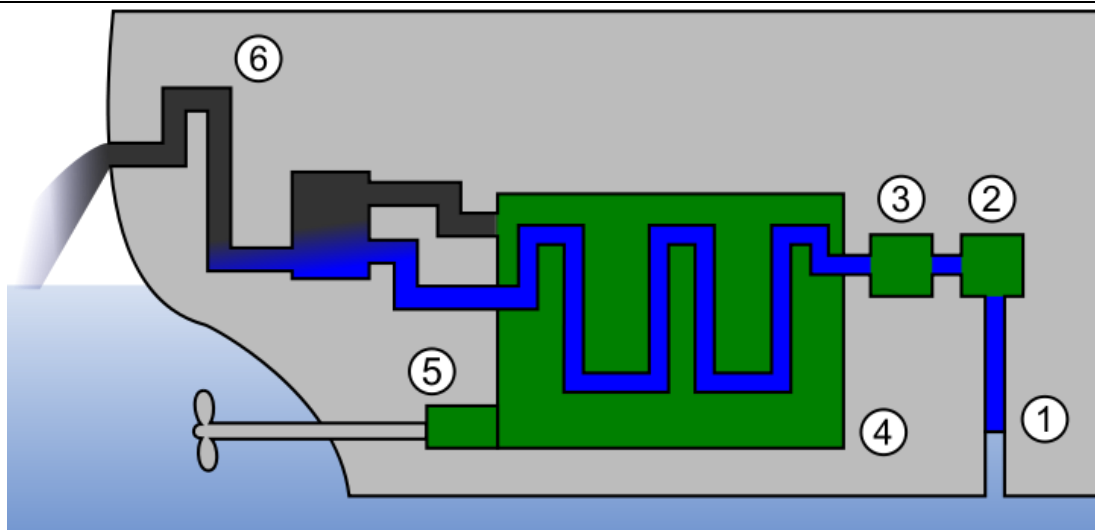
Kvapalinové chladenie

Pomocou kvapaliny je odvádzané teplo z hlavy a bloku motora. Kvapalina sa pohybuje v dutinách ktoré sú na tento účel vytvorené. Chladiacou kvapalinou je primárne voda, ale tá má obmedzené použitie predovšetkým pri teplotách pod 0°C zamrzá - mení skupenstvo na tuhé a pri teplote nad 100°C mení skupenstvo na plynné - mení sa na paru. Veľkou výhodou vody je vysoká chladiaca účinnosť, vďaka jej veľkej tepelnej kapacite $4,187 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. tepelná kapacita vyjadruje schopnosť absorbovať teplo a znamená to, že na zvýšení teploty 1 kg vody o 1K ($1 \text{ K} \cong 1^{\circ}\text{C}$), sa spotrebuje $4,187 \text{ kJ}$ tepelnej energie. Pre porovnanie je napr. tepelná kapacita 1 kg vzduchu $1,005 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; motorového oleje $1,67 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; etylenglykolu $2,41 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; propylenglykolu $2,48 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Poslední dve látky etylenglykol alebo propylenglykol, sa používajú na tvorbu nemrznúcej zmesi v kombinácii s vodou, obvykle 60 % obsahu vody, dosahuje bod tuhnutia - 27°C .

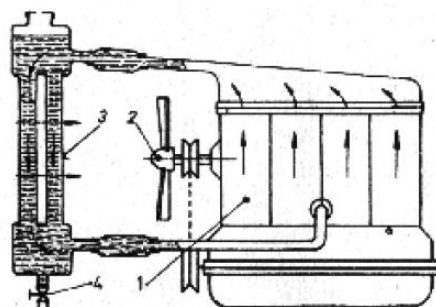
Prietokové chladenie





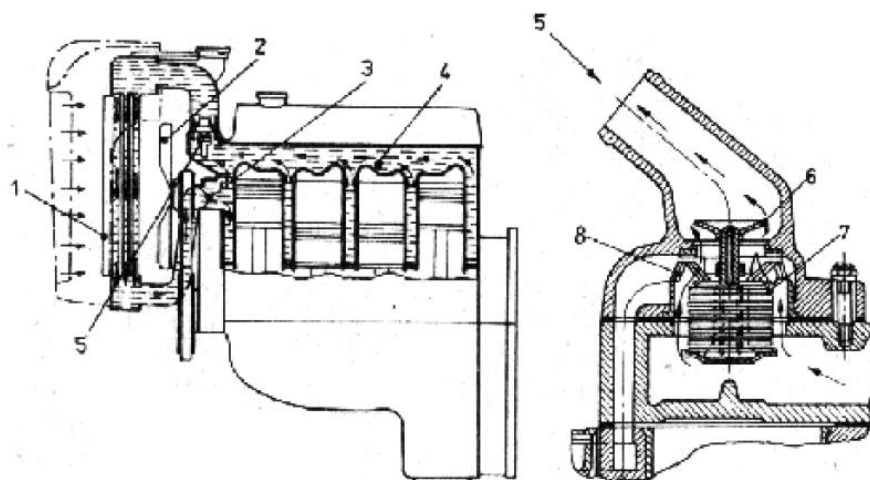
Obežné chladenie

Samočinné - tlakový spád



Samoobežné chladenie: 1 – chladiaci plášť motora, 2 – ventilátor, 3 – chladič, 4 – vypúšťací kohút

Nútený obeh - pomocou čerpadla



Chladenie s núteným obehom: 1 – chladič, 2 – ventilátor, 3 – čerpadlo chladiacej kvapaliny, 4 – vodný plášť motora, 5 – termostat, 6 – tanierový ventil termostatu 7 – vlnovec termostatu, 8 – obtokový ventil termostatu



Konštrukcia automobilov

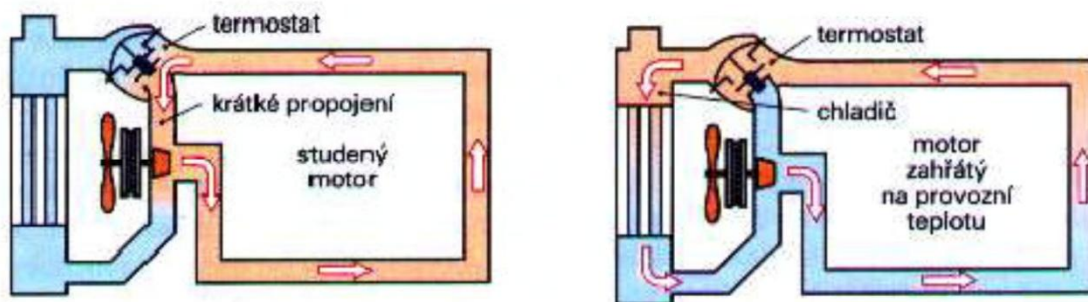
Blok č: 7

Prednášajúci: prof. Ing. Robert Grega, PhD.

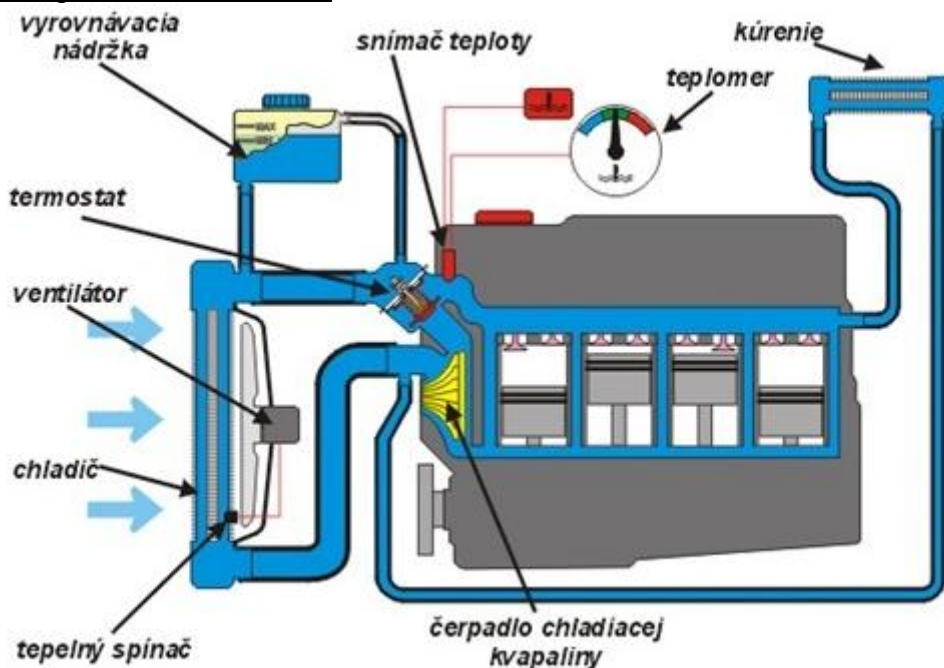
Poznámka:

1. Pri samobežnom chladení teplota v chladiči klesne z 90 - 95° C na 35 - 40° C.
2. Pri čerpadlovom chladení je čerpadlo medzi dolnou komorou chladiča a chladiacim plášťom motora.

Nábeh núteného obehu na pracovnú teplotu - malý obeh, veľký obeh



Časti kvapalinového chladenia



Výhody kvapalinového chladenia:

rovnomerné ochladovanie motora, malý teplotný rozdiel,
nižšia hlučnosť motora,
využitie na vykurovanie,
citlivejšia regulácia,
možnosť predohrevu motora.

Nevýhody kvapalinového chladenia:

zložitejšia konštrukcia hlavy, bloku motora,
vyššie nároky na údržbu,



vyššie priestorové nároky,
komplikovanejší systém,
menej vhodné pre extrémne aplikácie.

Návrh chladiaceho systému

Množstvo vyprodukovaného tepla potrebného na chladenie

$$Q_{chl} = q_{ch} \cdot m_{pe} \cdot P_e \cdot H_d$$

q_{ch} - koeficient závislý od koncepcie motora

zážihové motory chladené kvapalinou - 0,25-0,3

zážihové motory chladené vzduchom - 0,1-0,15

vznetové motory chladené kvapalinou - 0,25-0,35

vznetové motory chladené vzduchom - 0,1-0,2

m_{pe} - efektívna spotreba

P_e - efektívny výkon,

H_d - dolná výhrevnosť paliva

Množstvo chladiaceho média

$$Q_{chl} = M_{ch} \cdot c_{ch} \cdot \Delta T_{ch}$$

M_{ch} -[kg/s] hmotnostný prietok chladiacej látky

c_{ch} - [J.kg⁻¹.K⁻¹] - merné teplo chladiacej látky

ΔT_{ch} - [K] - teplotný spád medzi vstupnou a výstupnou chladiacou látkou

Teplotný spád nesmie byť príliš veľký max. 10°C, aby nevznikali príliš veľké teplotné pnutia. Pri chladení vzduchom je teplotný spád až 60-80°C. Teplota valca je 140°C až 190°C. Teplota vzduchu medzi rebrami býva 50-80°C.

Plocha chladiča

$$Q_{chl} = k \cdot S \cdot \Delta$$

k - celkový súčiniteľ prechodu tepla závislý od konštrukcie chladiča

$k = 10-60$ [Wm².K⁻¹] - hladké rúry chladiča

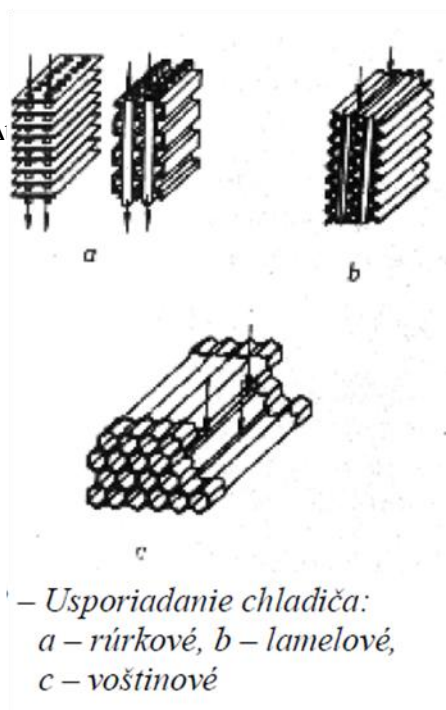
$k = 60-250$ [Wm².K⁻¹] - rebrovaný chladič

$k = 15-350$ [Wm².K⁻¹] - lamelový chladič

$k = 20-120$ [Wm².K⁻¹] - voštinový chladič

S - plocha chladiča

Δt - stredný teplotný spád



Regulácia chladiaceho okruhu

Systém vzduchového chladenia:

škrténím prietoku vzduchu

zmenou parametrov ventilátora

Systém kvapalinového chladenia:

zmenou prietoku chladiacej kvapaliny



zmena prietoku chladiaceho vzduchu chladičom

zmena veľkosti účinnej plochy chladiča

Vedľajší chladiaci okruh - Systém chladenia nasávaného vzduchu

Cieľom je udržiavať konštantnú teplotu nasávaného vzduchu!

V prípade potreby - studený štart - nábeh do pracovného režimu, chod motora na voľnobeh , motor pod nízkym zaťažením je nutné nasávaný vzduch ohrievať.

