



**Lesnická
a dřevařská
fakulta**

22. 3. 2018, Brno

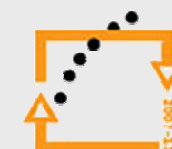
Připravil:

doc. Ing. Zdeněk Kopecký, CSc.

Provoz a diagnostika spalovacích motorů

Předmět: Komplexní péče o výrobní techniku

Mendelova
univerzita
v Brně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obsah přednášky

Úvod

1. Péče o mechanické soustavy SM
2. Údržba a diagnostika palivových soustav
3. Údržba mazacích soustav
4. Údržba chladících soustav
5. Údržba čističů vzduchu



Spalovací motory u dřevařské techniky

U dřevařské, manipulační a dopravní techniky se nejčastěji používají pístové spalovací motory s přímočarým pohybem pístu, které je možné rozdělit:

Podle použitého paliva na:

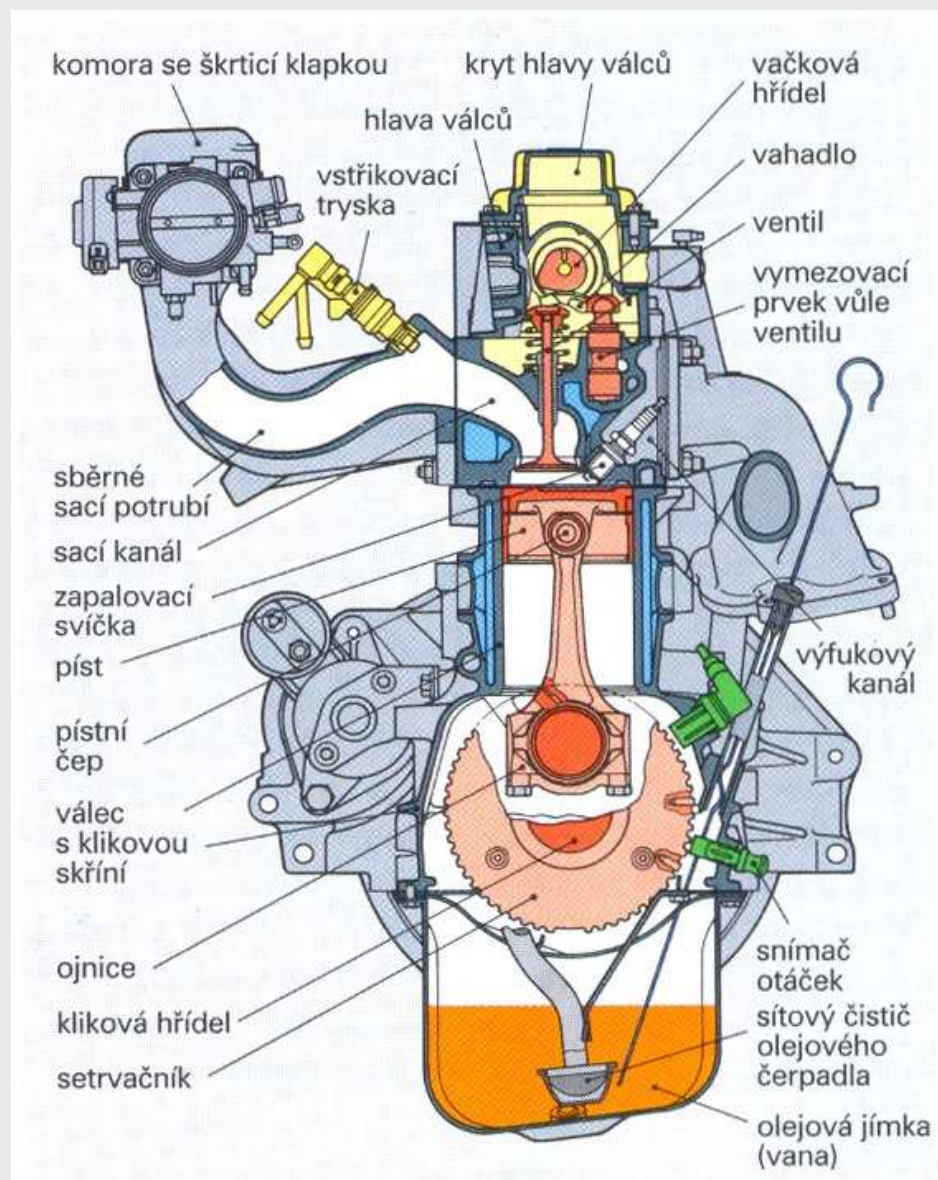
Vznětové – spalující motorovou naftu

Zážehové – spalující benzíny (některé jsou upravovány na spalování plynných paliv např. LPG, CNG)

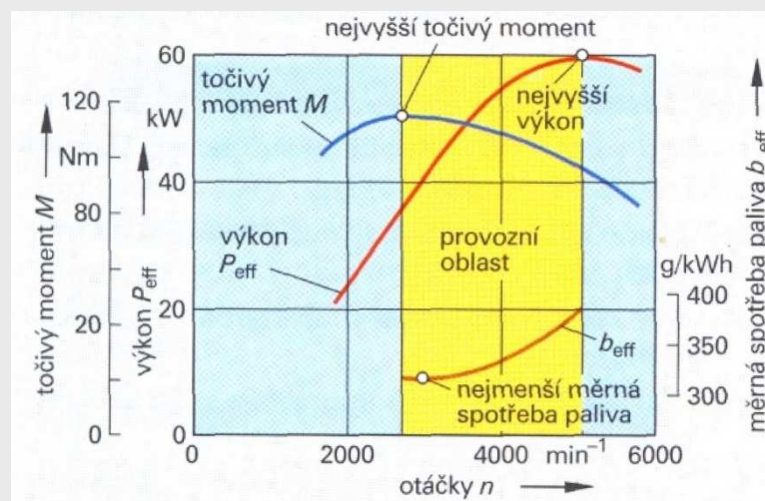
Podle trvání pracovního oběhu na:

Čtyřdobé – pracovní oběh proběhne za 2 otáčky klikového hřídele

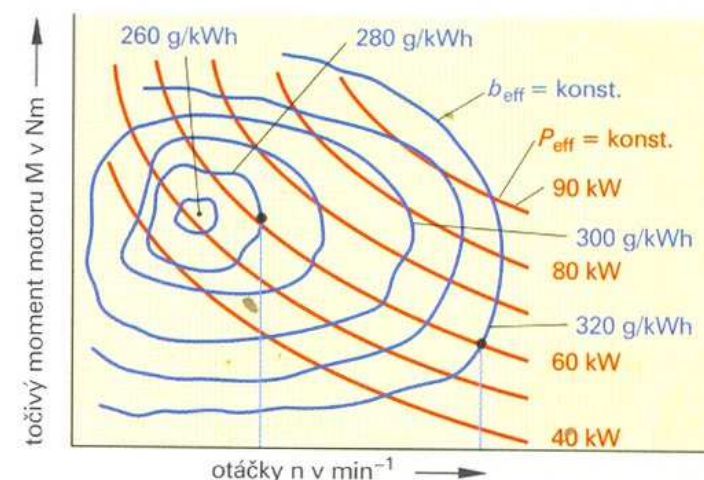
Dvoudobé – pracovní oběh proběhne za 1 otáčku klikového hřídele



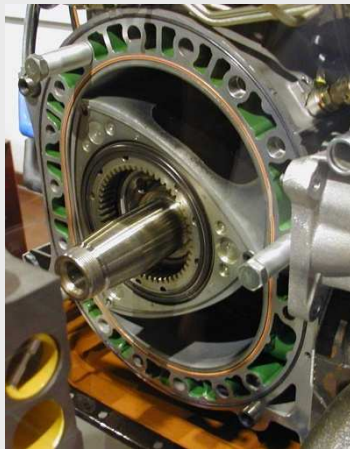
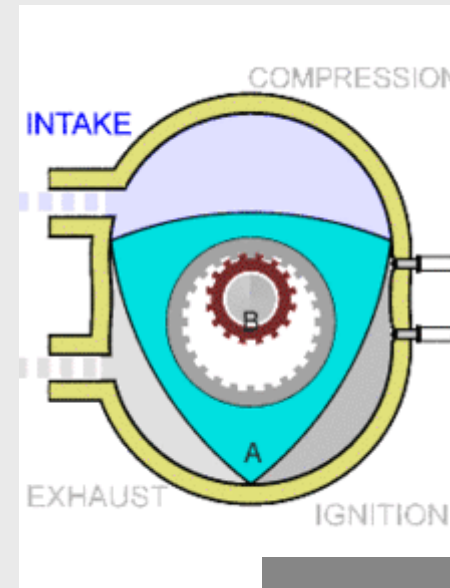
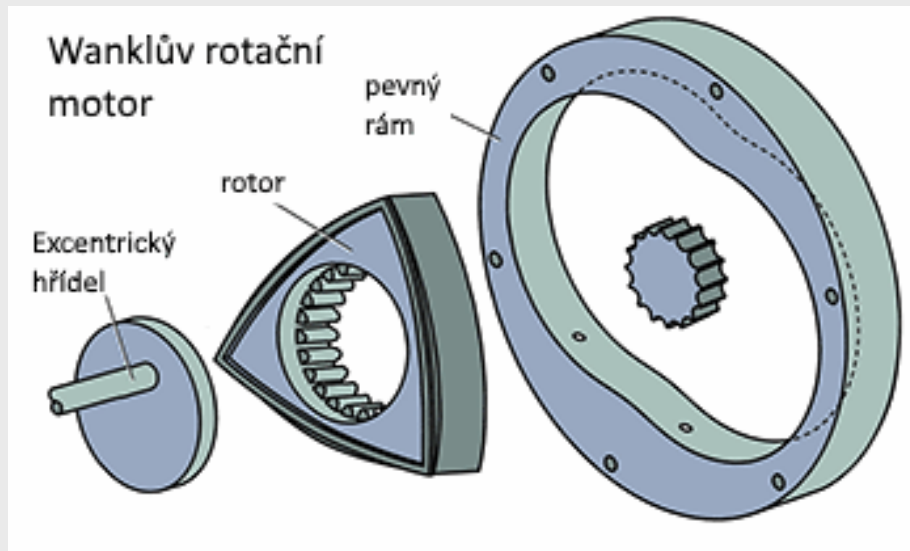
Charakteristika motoru při plném zatížení
(plně otevřena škrticí klapka)



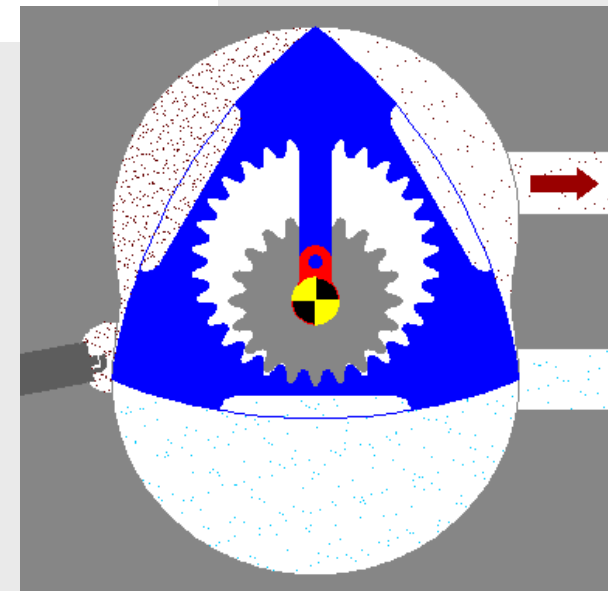
Úplná charakteristika motoru (proměnlivé zatížení)



Animace Wanklova motoru



- Funguje pouze se třemi rotačními součástmi (zákl. pístové motory mají až 40 pohyblivých částí).
- Klikový (excentrický) hřídel se otočí třikrát během jedné otáčky rotoru-pístu – teoreticky má tedy takový motor 3x větší výkon než klasický pístový motor stejného zdvihového objemu.
- Wankelův motor má ovšem velký problém s utěsněním jednotlivých prostorů – velké rozdíly teplot na oběžných hranách – nutno volit materiály, které to vydrží, další problém jsou exhalace, spalování oleje, dohořívání paliva ve výfuku a vysoká spotřeba paliva.

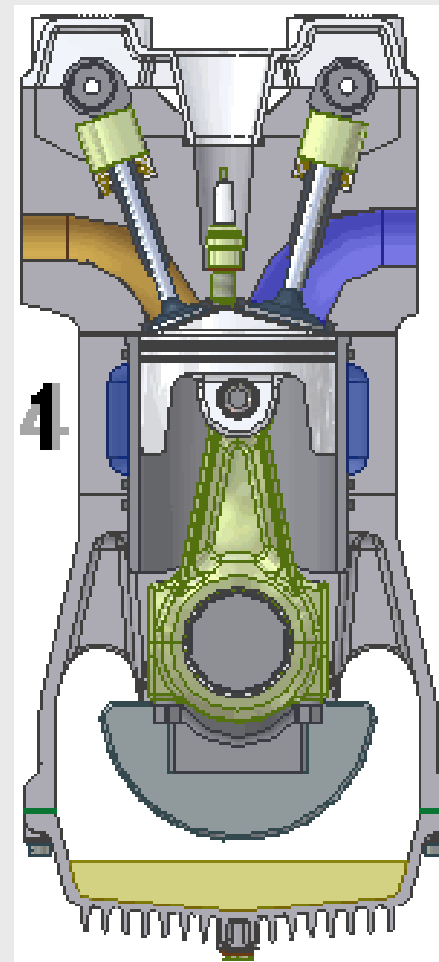




Zážehový čtyřdobý motor



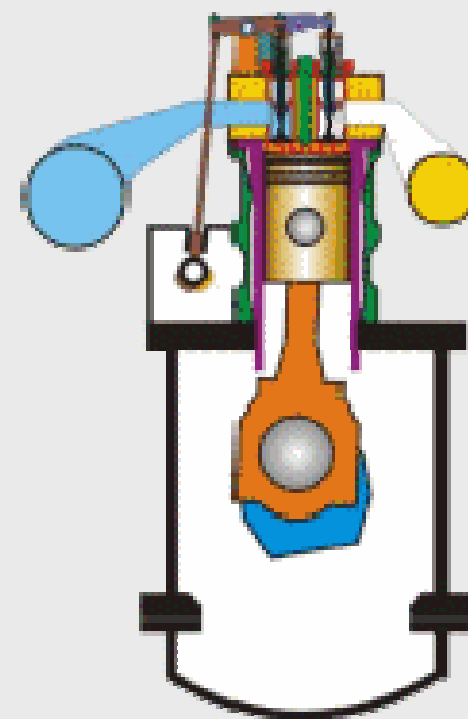
Bugatti Chiron 2018 – nejrychlejší auto planety 0 - 420 km/h za 42 s



Motor pro Bugatti Veyron - vidlicový šestnáctiválec do V, má zdvihový objem 7 993 ccm, dosahuje 736 kW (tj. 1 001 HP) při 6 000 ot/min a nejvyšší točivý moment 1 250 Nm je k dispozici mezi 2 200 a 5 500 ot./min.

<https://www.youtube.com/watch?v=LSFX9vrwJf8>

Vznětový čtyřdobý motor

V2

Motor Zetor 1304 EKO2 typová řada III – přeplňovaný řadový čtyřválec, zdvihový objem 4156 ccm, rozvod OHV, 74 kW při 2400 ot/min, tlakové oběžné mazání, chlazení kaplinou.

LT 40

<https://www.youtube.com/watch?v=CEMZjU9evXs>



vznětový
motor
35 HP

el. posuv
rychlost
posuvu vpřed
až do 36
m/min., zpět
48 m/min.

max. šířka
řezu 72 cm

hydraulická
manipulace s
výřezem

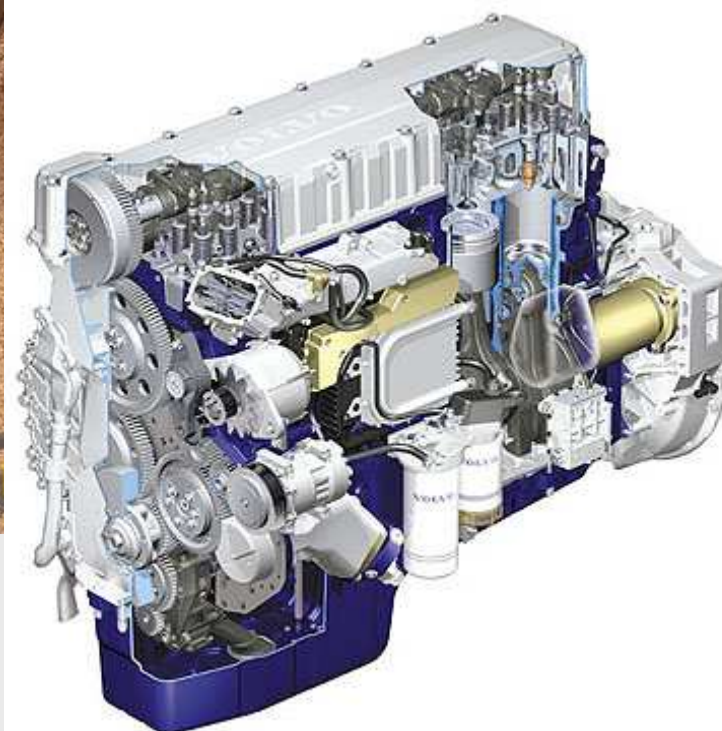
výkonnost
až 1,6 m³/h



Nakladač Volvo L180F se čtyřdobým vznětovým motorem



Motor Volvo D12D
Vznětový řadový šestiválec
460 HP
Zdvihový objem 9400 ccm,
Rozvod OHC



Nakladač VOLVO

<http://www.youtube.com/watch?v=iVyo00EbdTI>

$V_m = 73,5 \text{ ccm}$

$P = 4,2 \text{ kW při } 9600 \text{ rpm}$

Délka lišty 38- 71 cm

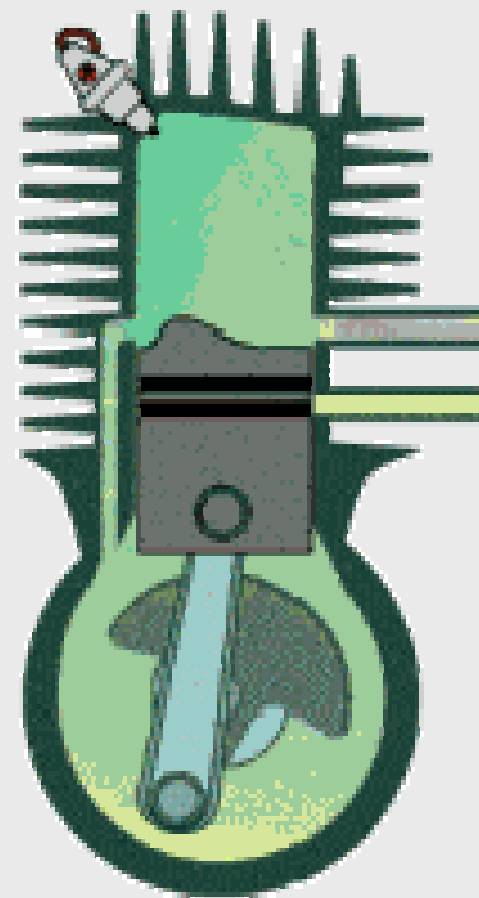


HUSQVARNA 576XP pro náročné profesionální použití. Motor X-TORQ, který zajišťuje vysoký krouticí moment při velmi širokém rozpětí otáček, společně s nízkou spotřebou pohonných hmot a nízkou hladinou výfukových plynů. Ergonomicky upravené rukojeti zmírňují únavu. Vyhřívané rukojeti zvětšují pohodlí při práci v mrazivém počasí.

Animace práce motoru

<https://www.youtube.com/watch?v=pjYYi-TrLDQ>

V3



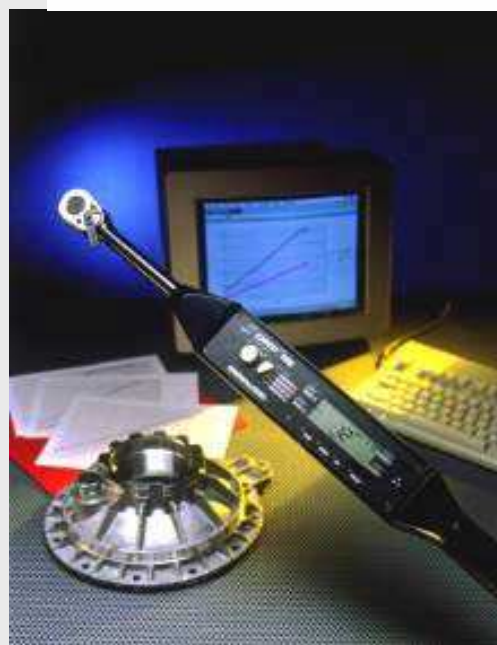
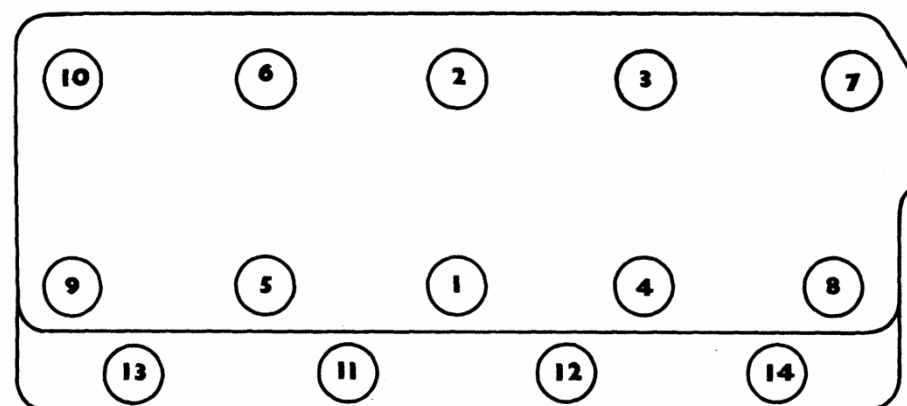
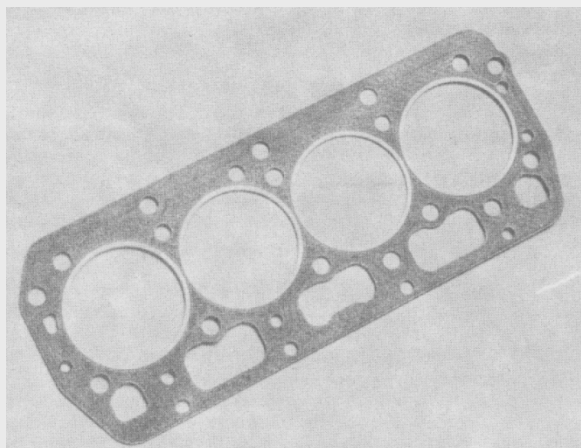
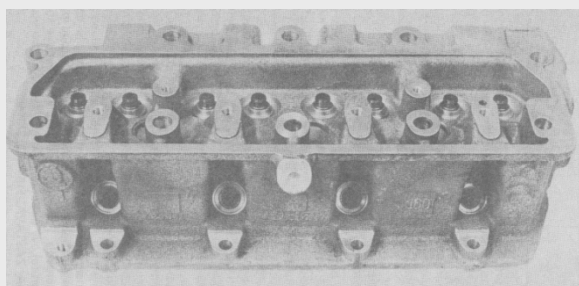
1. Péče o mechanické soustavy SM



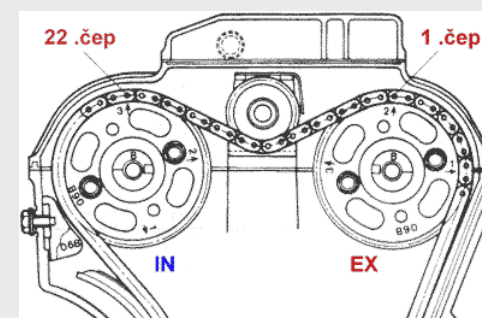
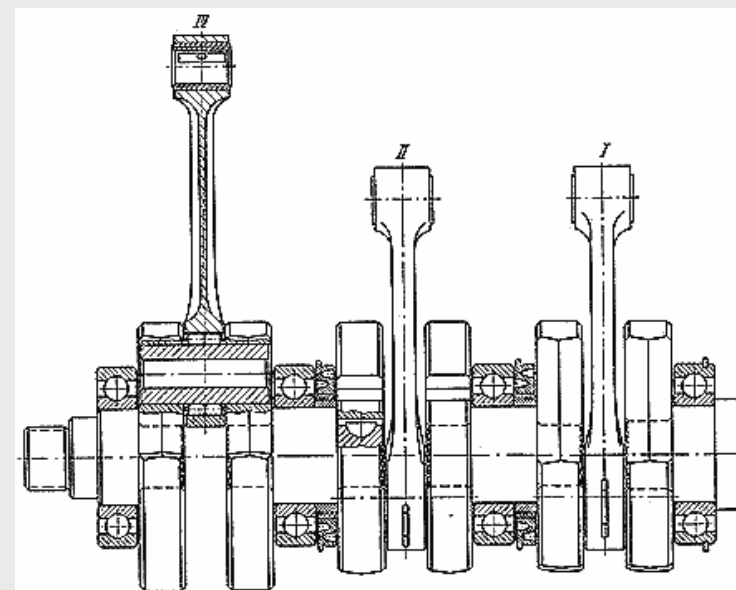
1.1 Péče o nepohyblivé části



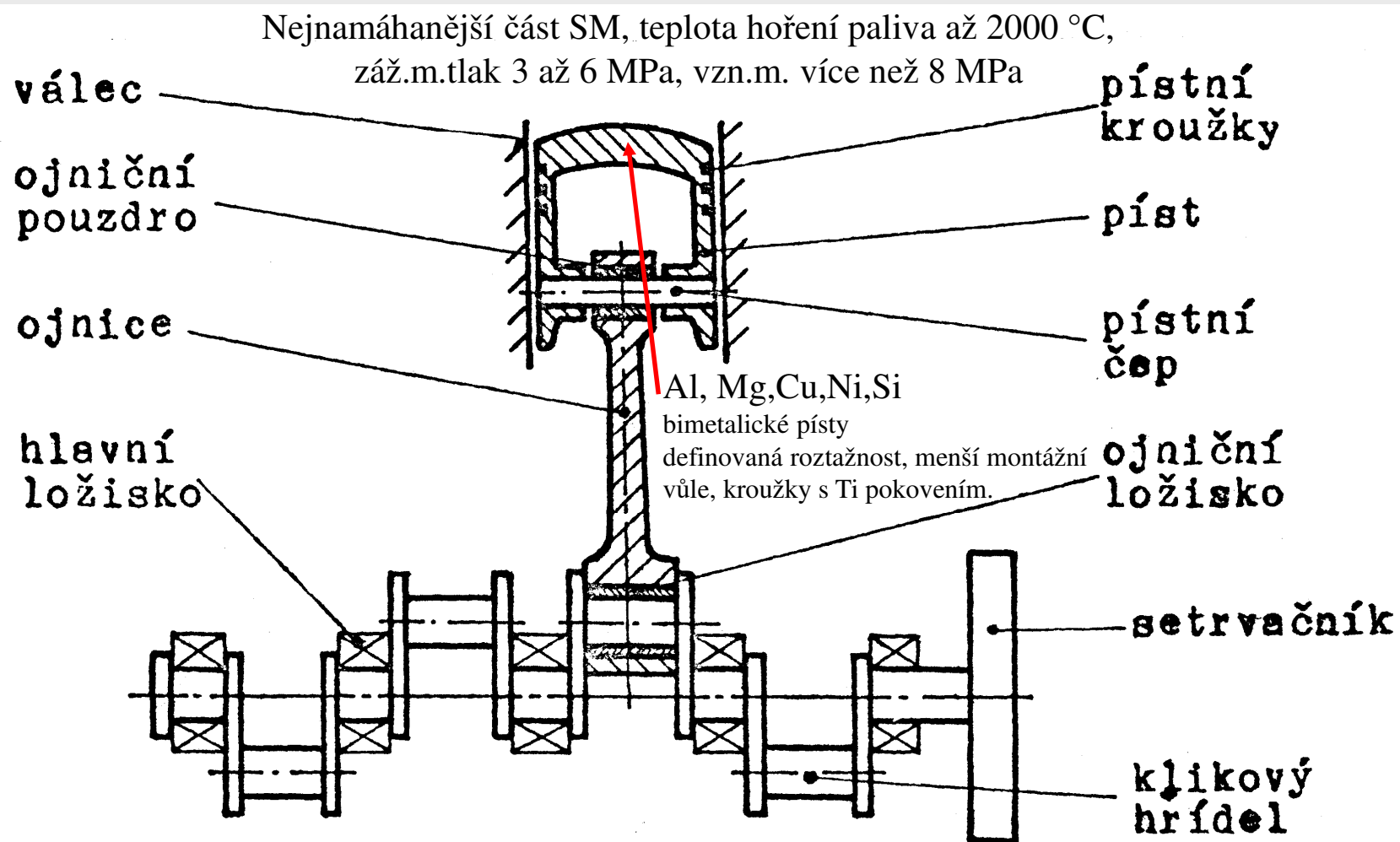
Dotahování šroubů u hlavy válců



1.2 Péče o pohyblivé části

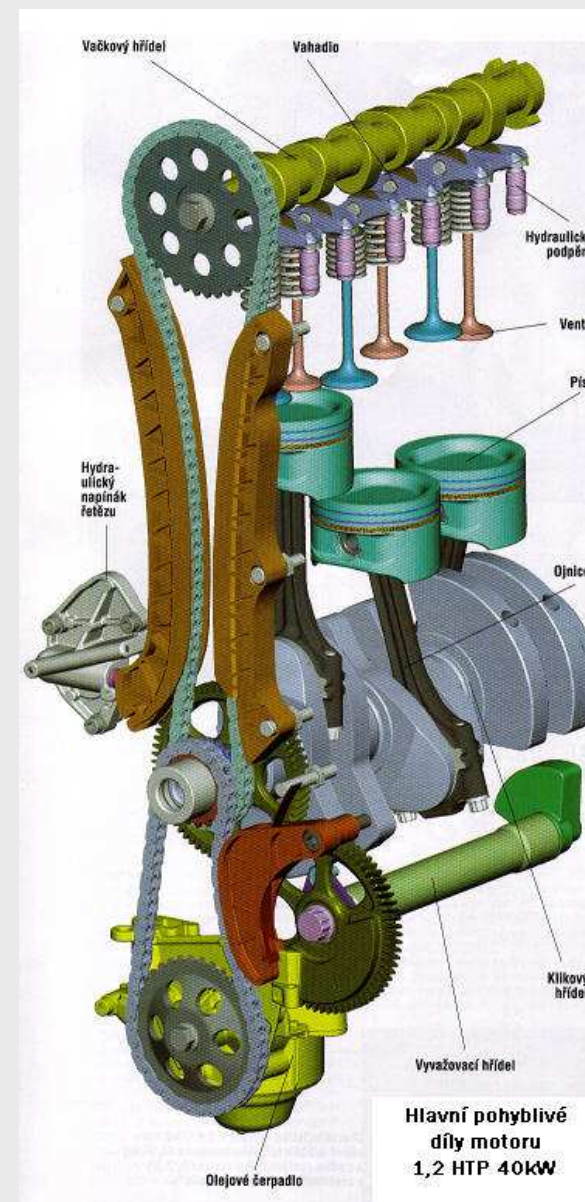
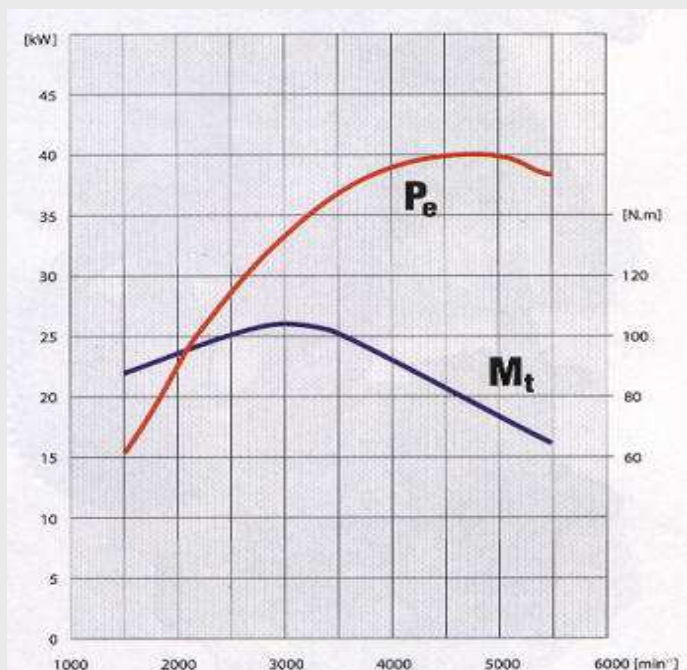


Kliková ústrojí



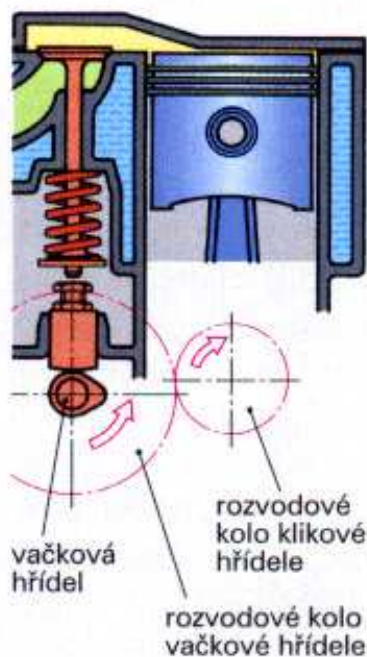
Rozvodová ústrojí

- Zážehový motor 1,2HTP je kapalinou chlazený zážehový triválec. Blok i hlava válců je vyrobená z hliníkové slitiny, klikový hřídel je v bloku uložen čtyřikrát a je zde umístěn i protiběžný vyvažovací hřídel který výrazně redukuje vibrace.
- Pohon rozvodů zabezpečuje řetěz s hydraulickým napínákem, jenž zajišťuje životnost po dobu provozu motoru bez výměny. Rozvodový mechanismus je vybaven hydraulickým vymezováním vůle ventilů, který dále přispívá k téměř bezúdržbovému provozu. Tento motor potřebuje pouze měnit olejovou náplň filtry a svíčky.

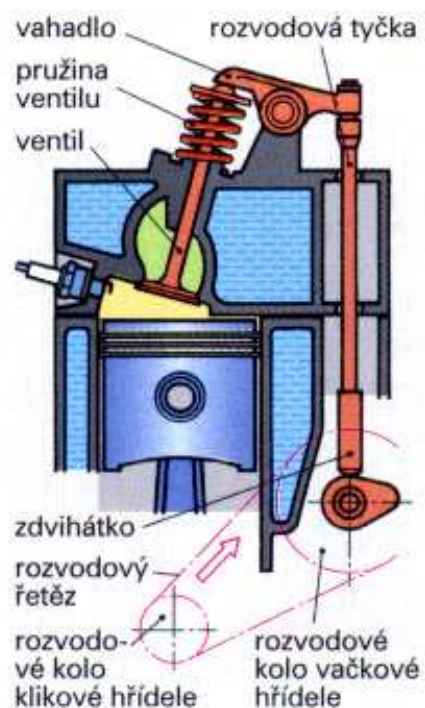


Historická a současná rozvodová ústrojí

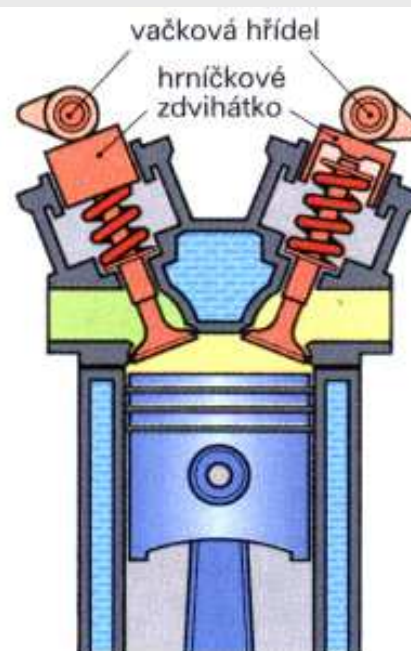
SV
Side Valves



OHV
Over Head
Valves



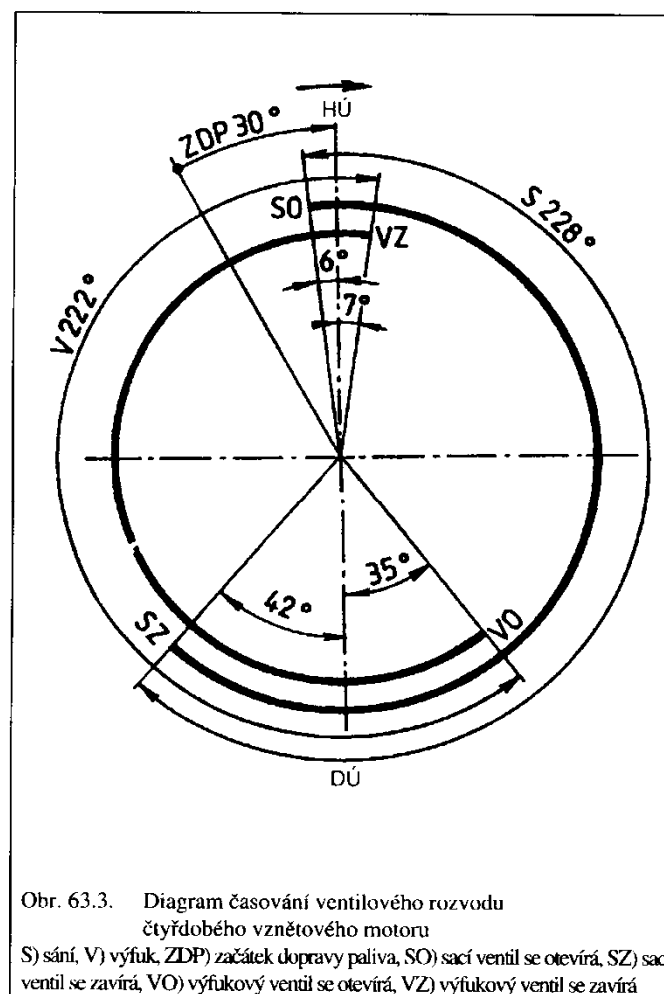
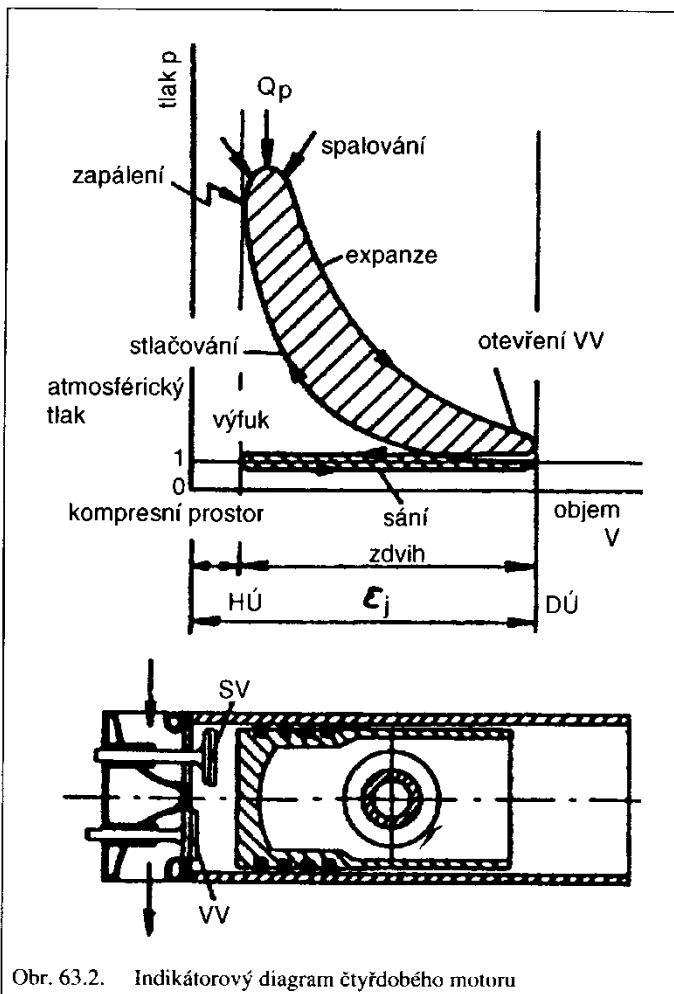
DOHC
Double
Over Head
Camshaft



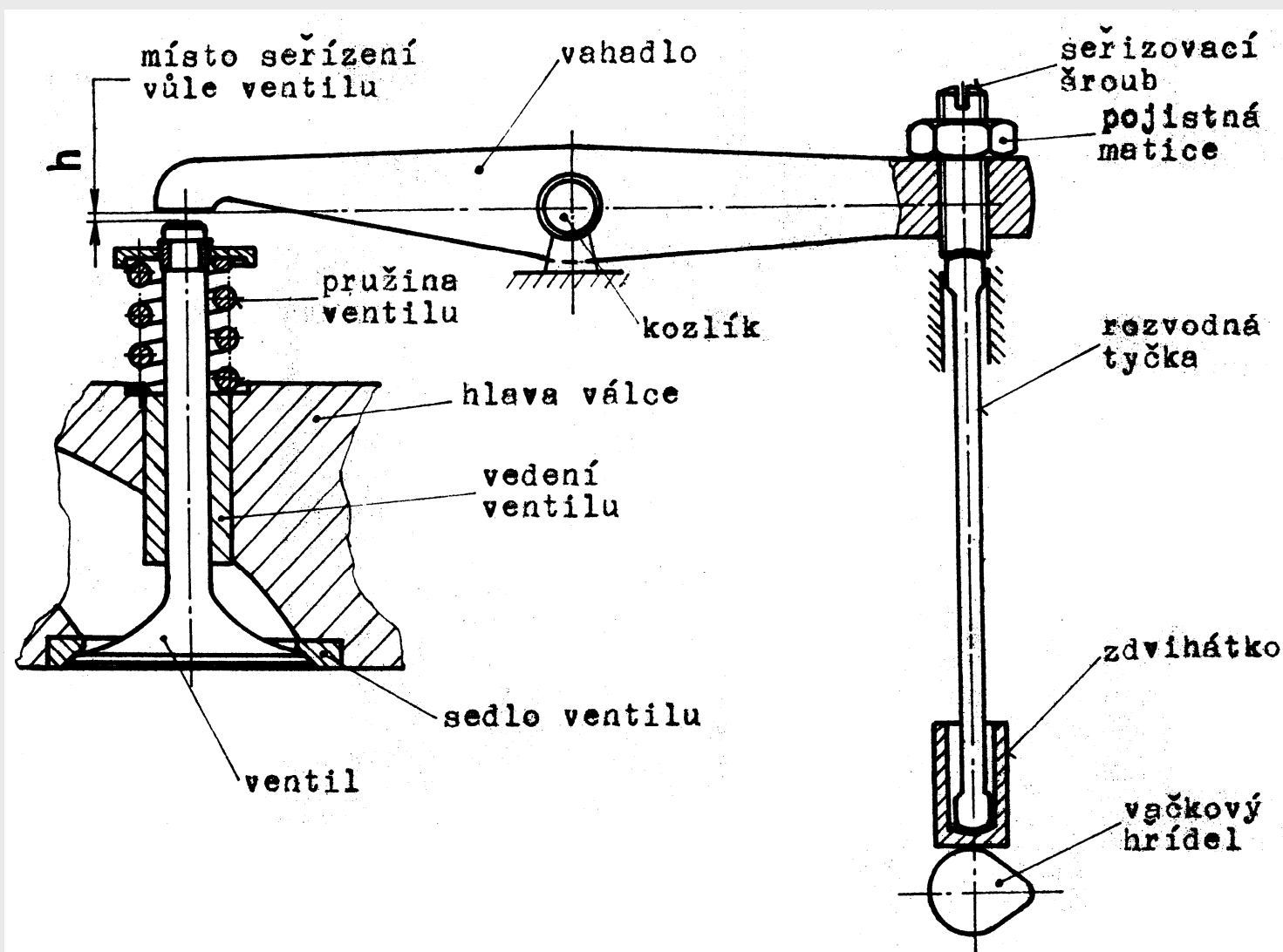
OHC
Over Head
Camshaft



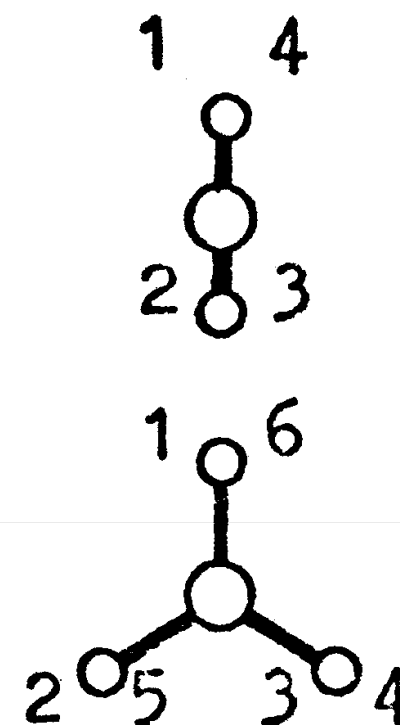
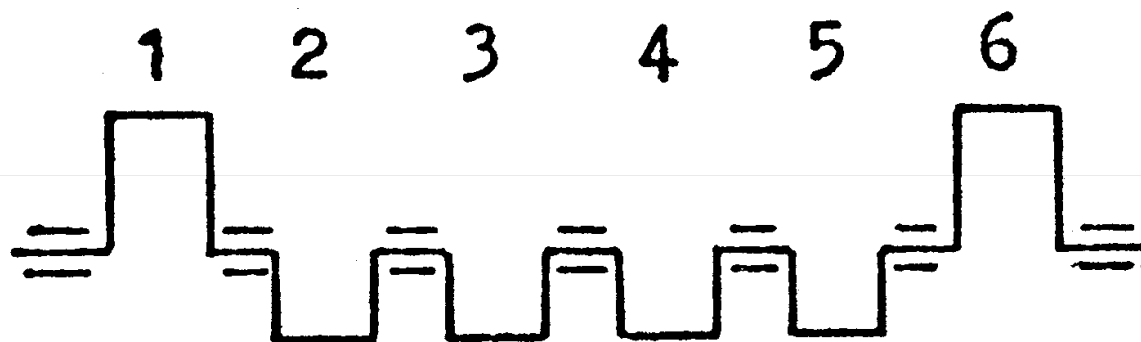
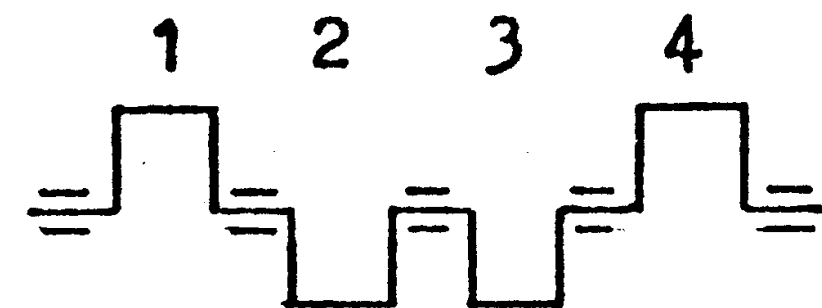
Indikátorový diagram a časování ventilového rozvodu



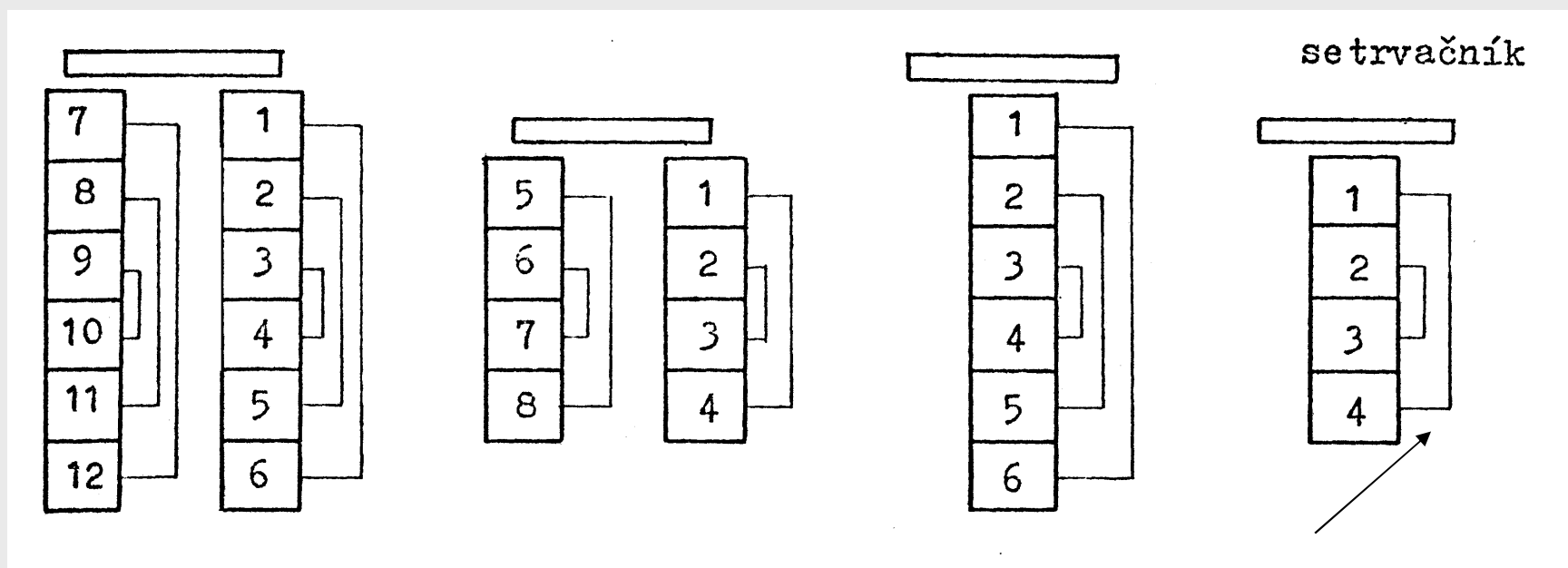
Seřizování ventilové vůle u systému OHV



*Při seřizování víceválcových motorů vycházíme
z tvaru klikového hřídele*



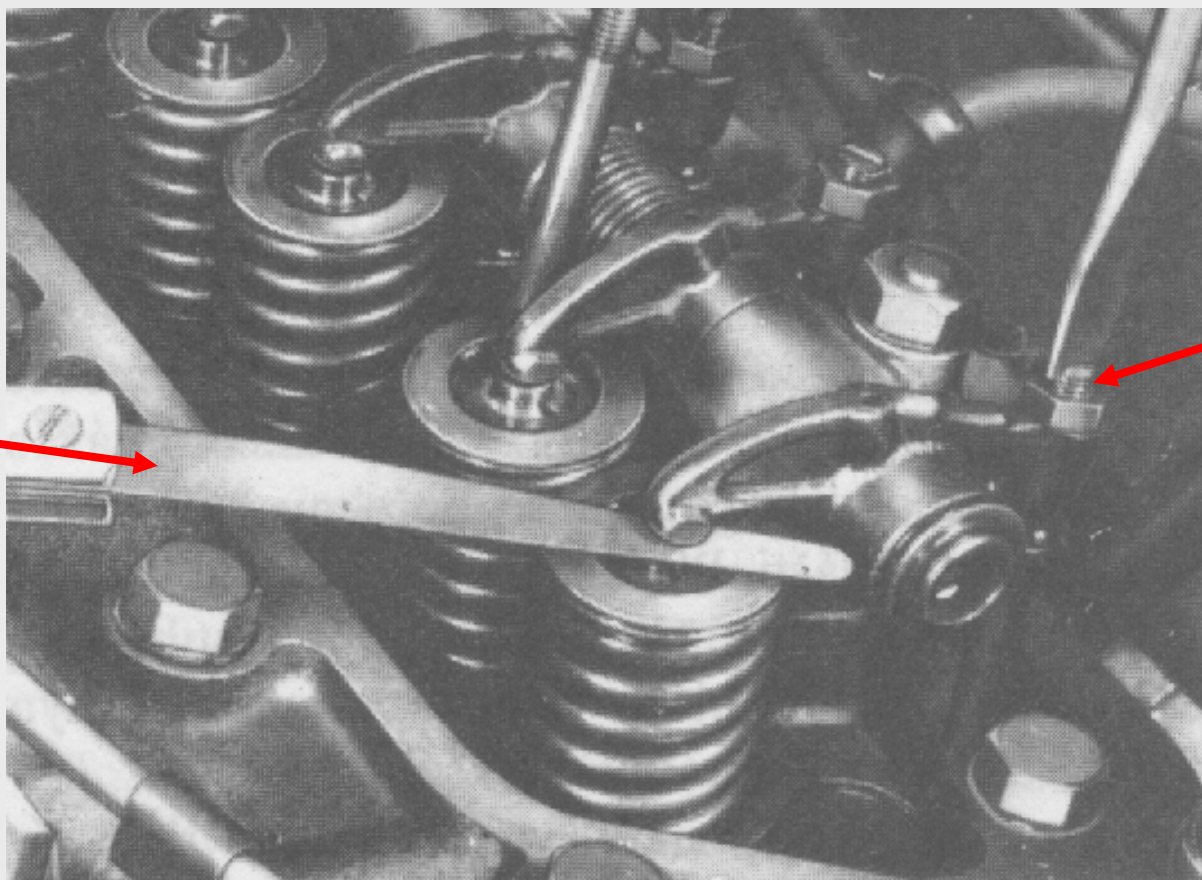
a ze znalosti po sobě následujících pracovních dob



U čtyřválnového motoru běhají spolu 1-4píst a 2-3píst.

Praktické seřízení vůle ventilů u řadového 4 – válcového motoru

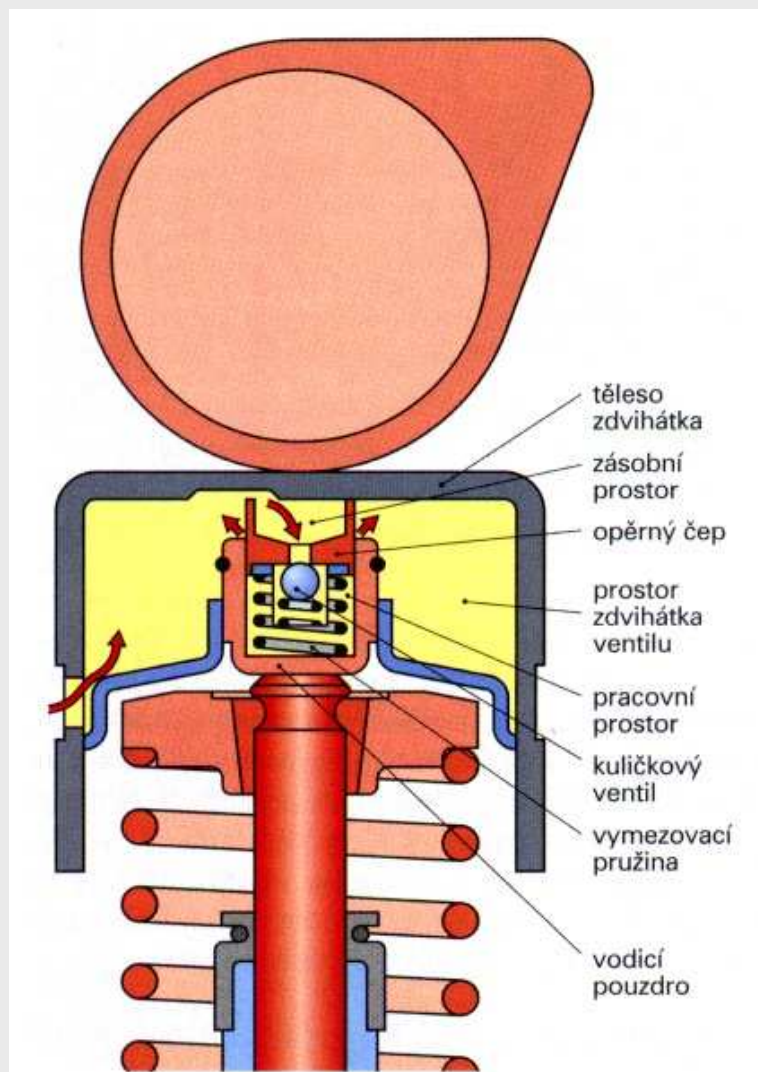
Lístková měrka, tloušťka se volí podle předpisu výrobce, např. Škoda Favorit, Felicia sací i výfukový ventil - 0,2 mm



Seřizovací šroub

Většina motorů se seřizuje za „studena“ tj. nejlépe kolem 20°C. Příslušný píst seřizovaného válce (na obr. 1. válec) musí být v HÚ na konci komprese a začátku expanze. V této poloze současně u pístu 4. válce (souběžný zdvih s 1. válcem, viz. zalomení kliky motoru) tzv. „stříhají“ vahadla ventilů - končí doba výfuku a začíná doba sání.

Hydraulické vymežování ventilové vůle

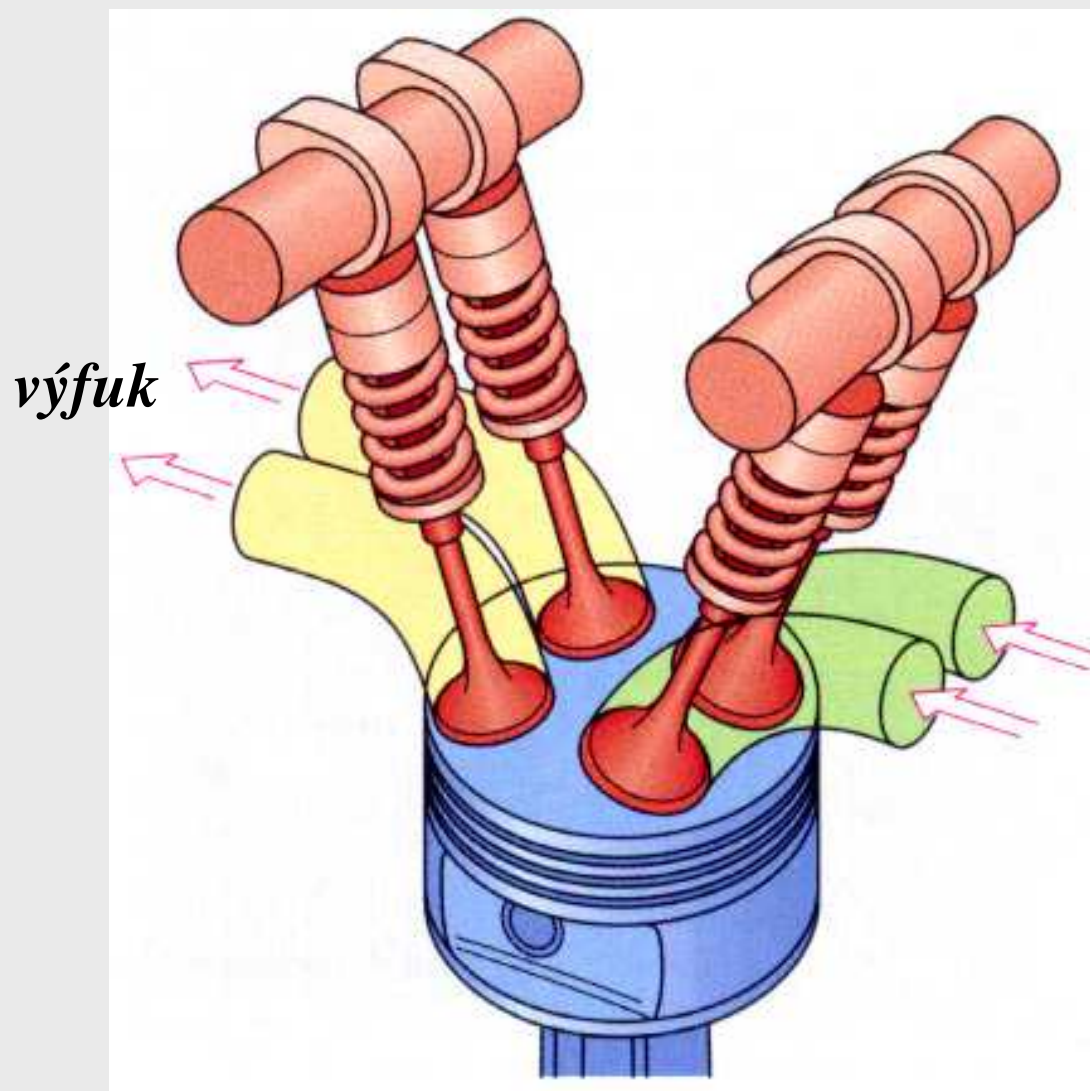


U těchto systémů není za chodu motoru prakticky žádná provozní vůle $\Rightarrow$ tichý chod, nehrozí nebezpečí tzv. „podpálení“ ventilů při nedostatečné provozní vůli.

Při náběhu vačky – působením vnější síly na těleso zdvihátka, kulička pracovní prostor uzavře a stlačená hydraulická kapalina přenáší sílu na vodící pouzdro a dřík ventilu – ventil otevírá.

Při odlehčení a uzavření ventilu - tlak mazacího oleje překoná slabou pružinku kuličky a slabá hydraulická síla v pracovním prostoru neustále tlačí vodící pouzdro a těleso zdvihátka k dříku ventilu a k vačce – systém je tak bez vůle a bez negativního opotřebení a hlučnosti.

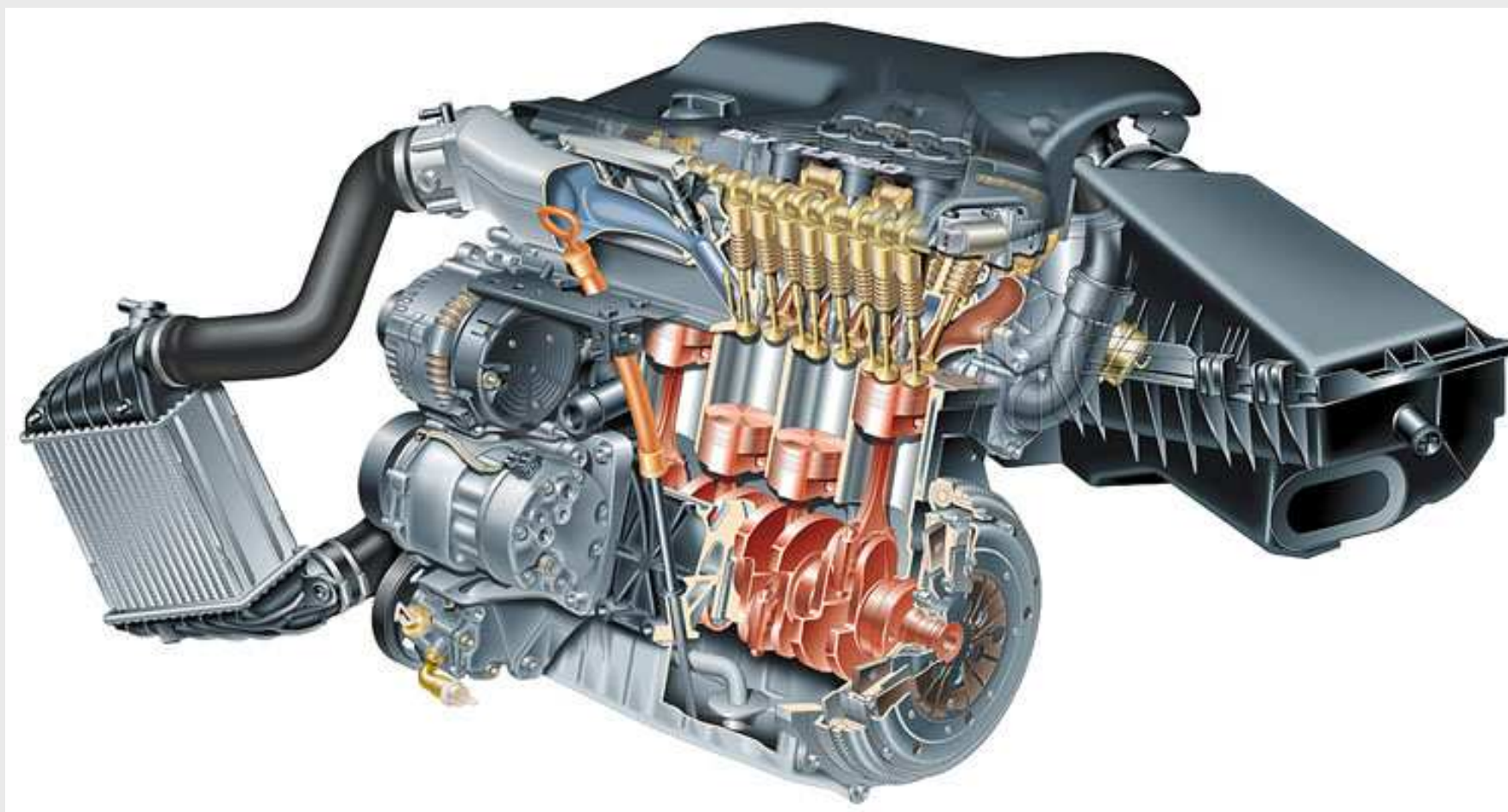
Víceventilová technika



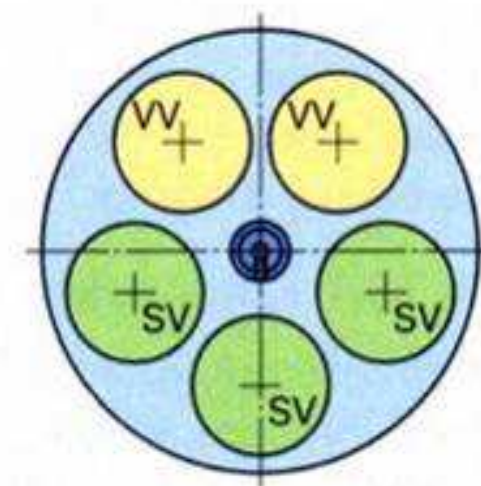
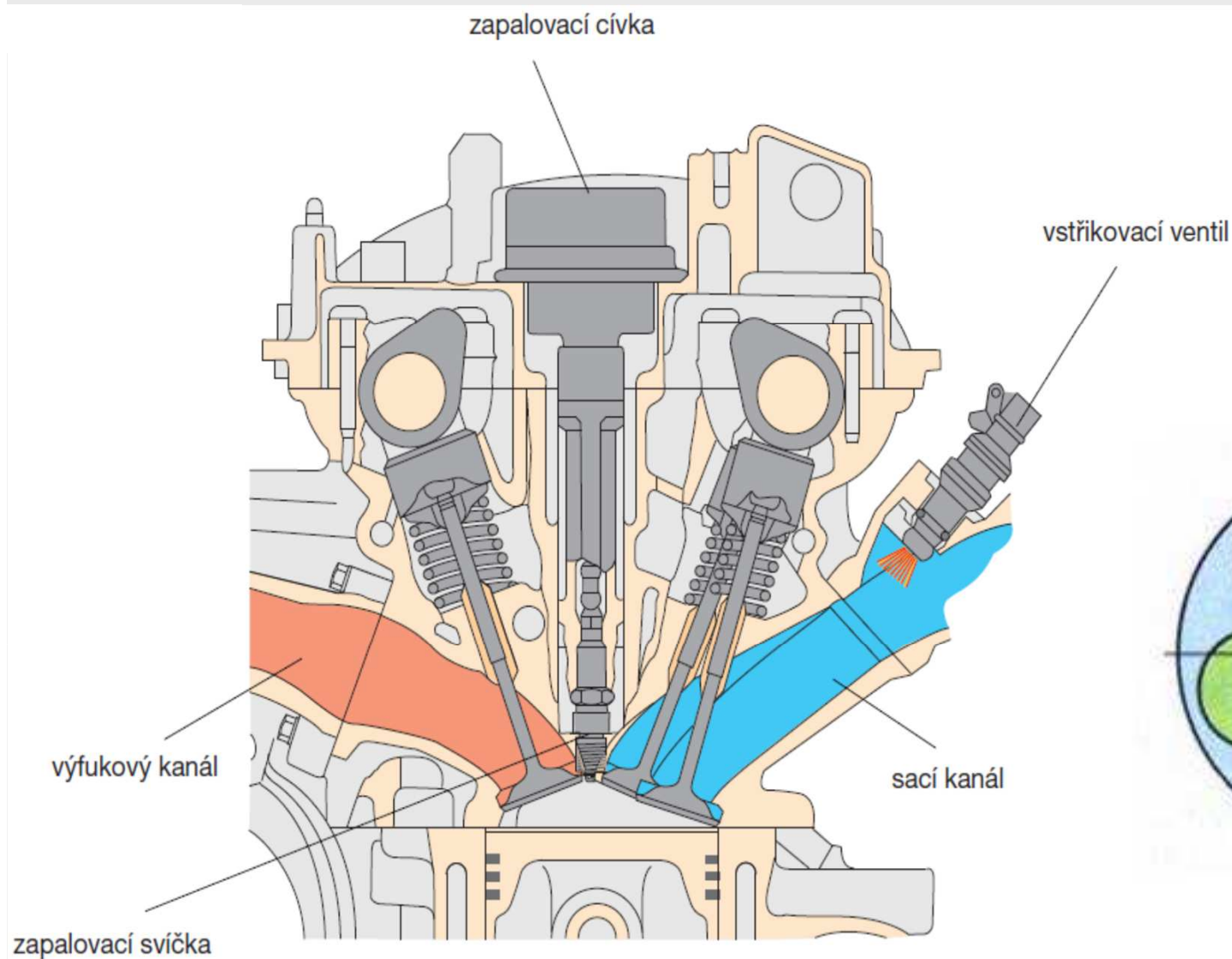
Zlepšení výměny náplně ve válcích, vytvoření max. průtočného profilu pro výměnu náplně. Jedna vačková hřídel ovládá sací a druhá výfukové ventily.

sání

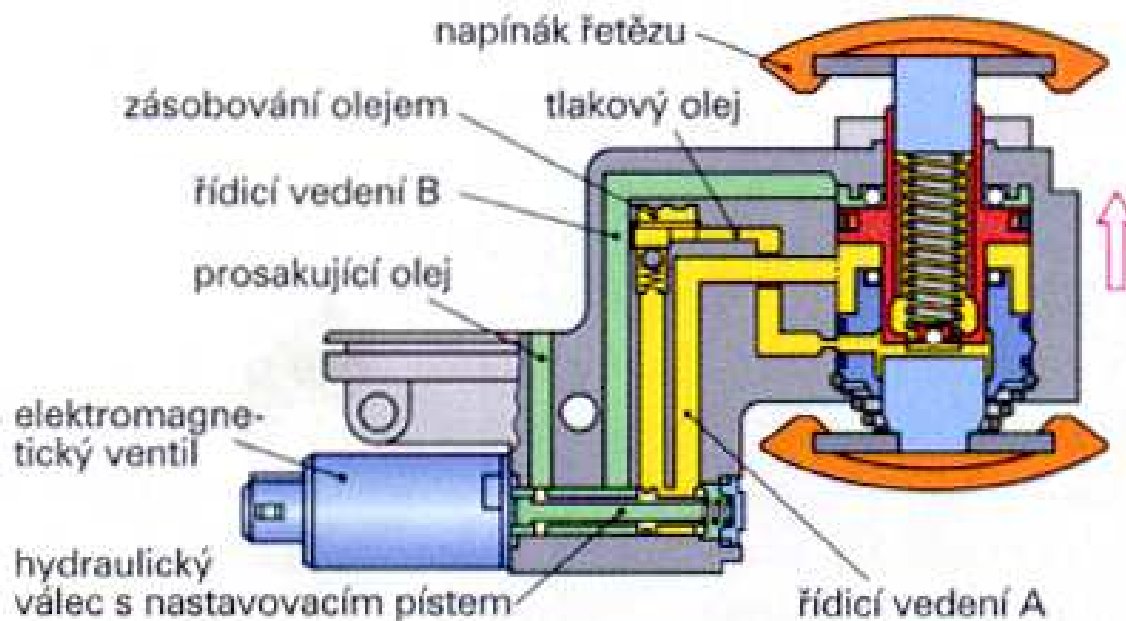
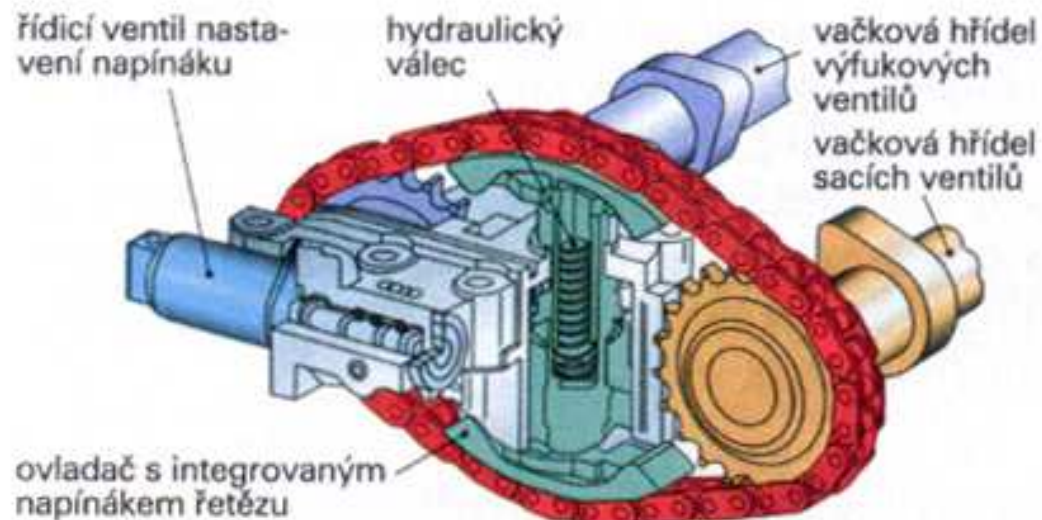
Víceventilová technika u zážehového motoru AUDI 1.8 20V



Uspořádání spalovacího prostoru s proměnlivým časováním sacích ventilů



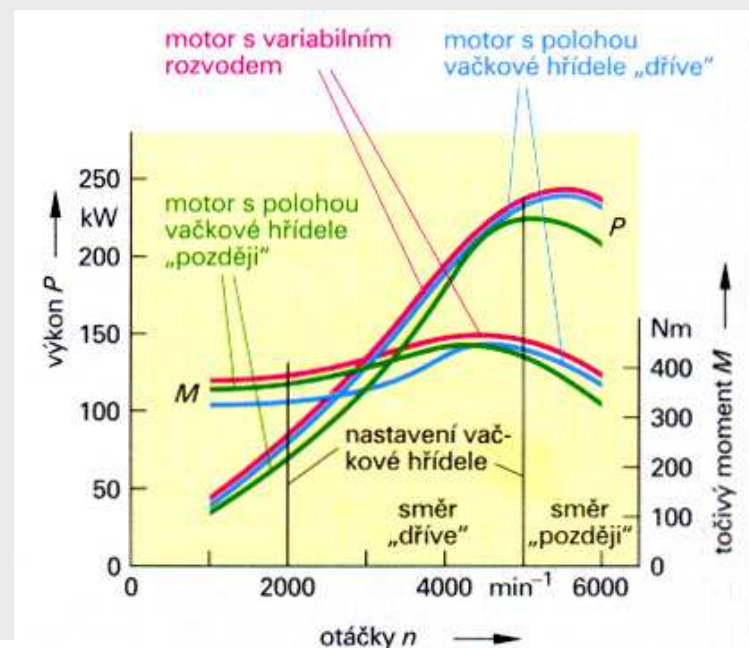
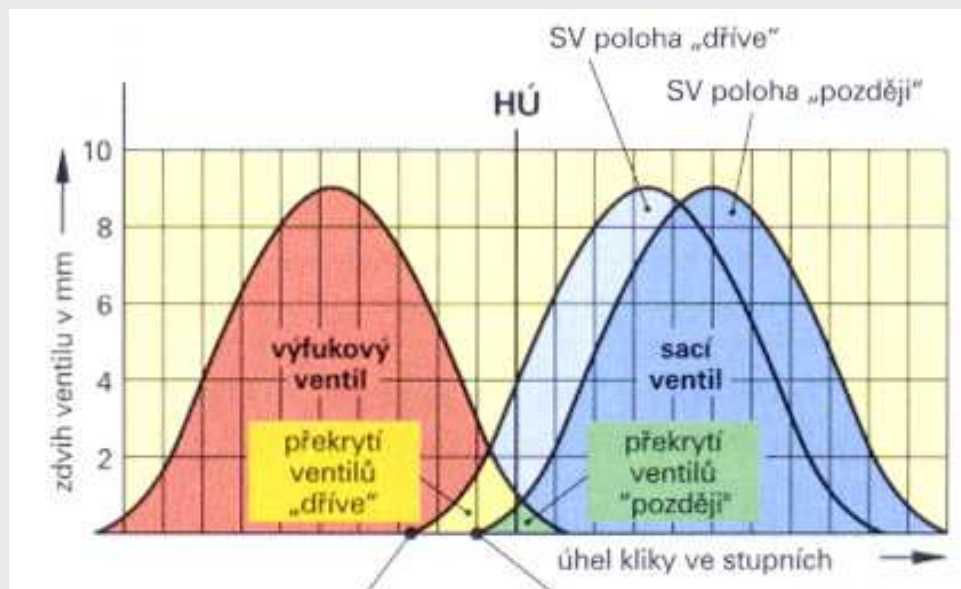
Variabilní rozvody



Proměnné časování sacích ventilů:

- vyšší výkon,
- lepší průběh točivého momentu,
- snížení spotřeby paliva a exhalací,
- snížení hlučnosti a kultivovaný chod motoru

Variabilní rozvody – princip funkce



Chod naprázdno a nízké otáčky (do 2000 min^{-1}) – vačka v poloze „**později**“, překrytí (zavírání VV a otevírání SV) ventilů je malé (při velkém překrytí vznikají zbytečné ztráty při výměně náplně a je nepravidelný chod motoru).

Střední a vyšší otáčky (2000 až 5000 min^{-1}) – vačková hřídel sacích ventilů se pootočí o 20° úhlu kliky ve směru „**dříve**“ – větší překrytí otevřených VV a SV (SV uzavře daleko dříve před DÚ – méně vzduchu nebo směsi unikne do výfuku a současně zbylé zplodiny zůstanou ve válci a dodatečně se spálí – určitá forma recirkulace výfukových plynů - snížení NOx a teploty motoru).

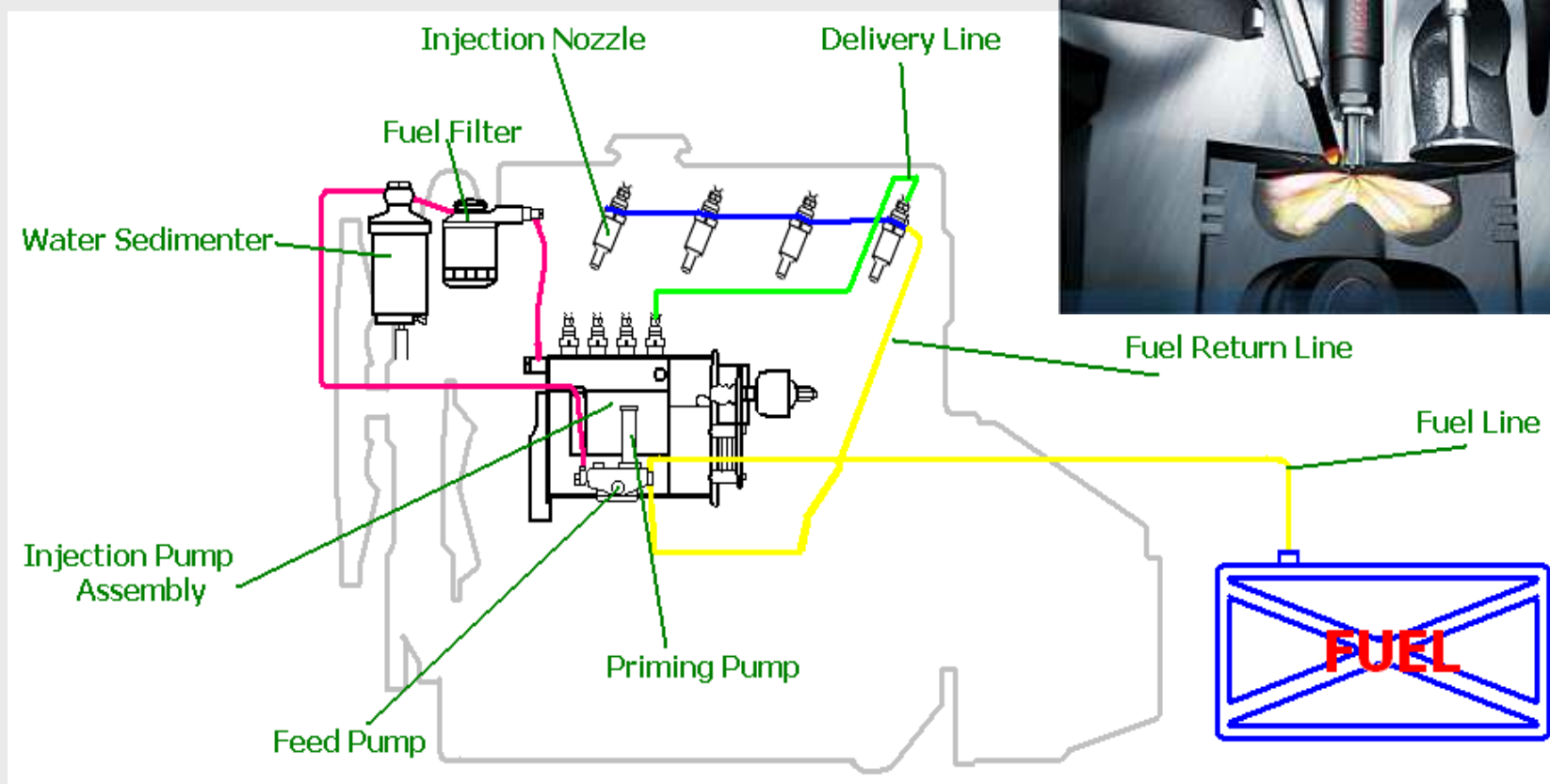
2. Údržba a diagnostika palivových soustav



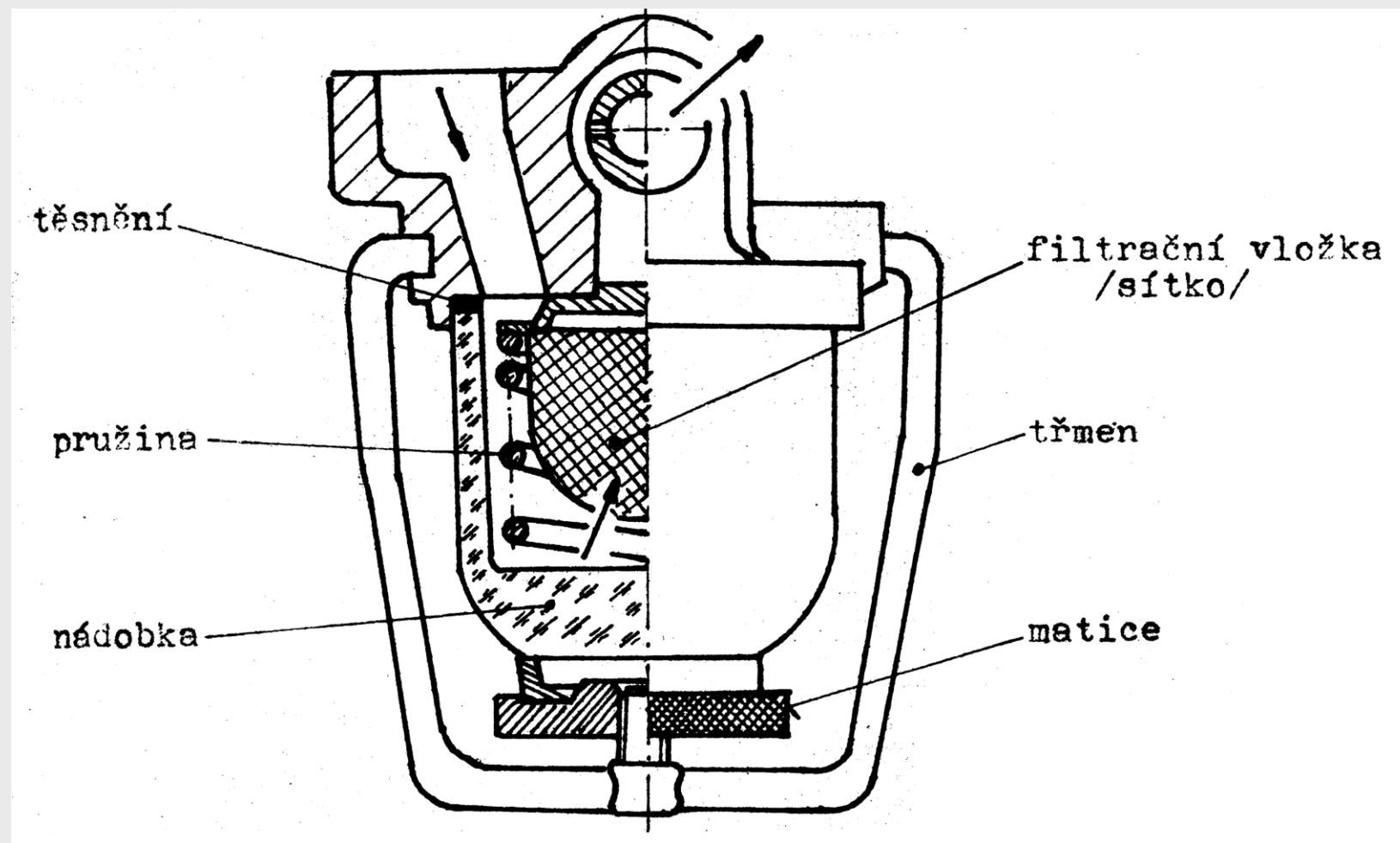
2.1 Palivové soustavy vznětových motorů

- A. Klasický vstříkovací systém s přímým vstřikem paliva
- B. Vstříkovací systém „čerpadlo-tryska“ (PDS -Pumpe Düse System)
- C. Vstříkovací systém Common Rail (CR)

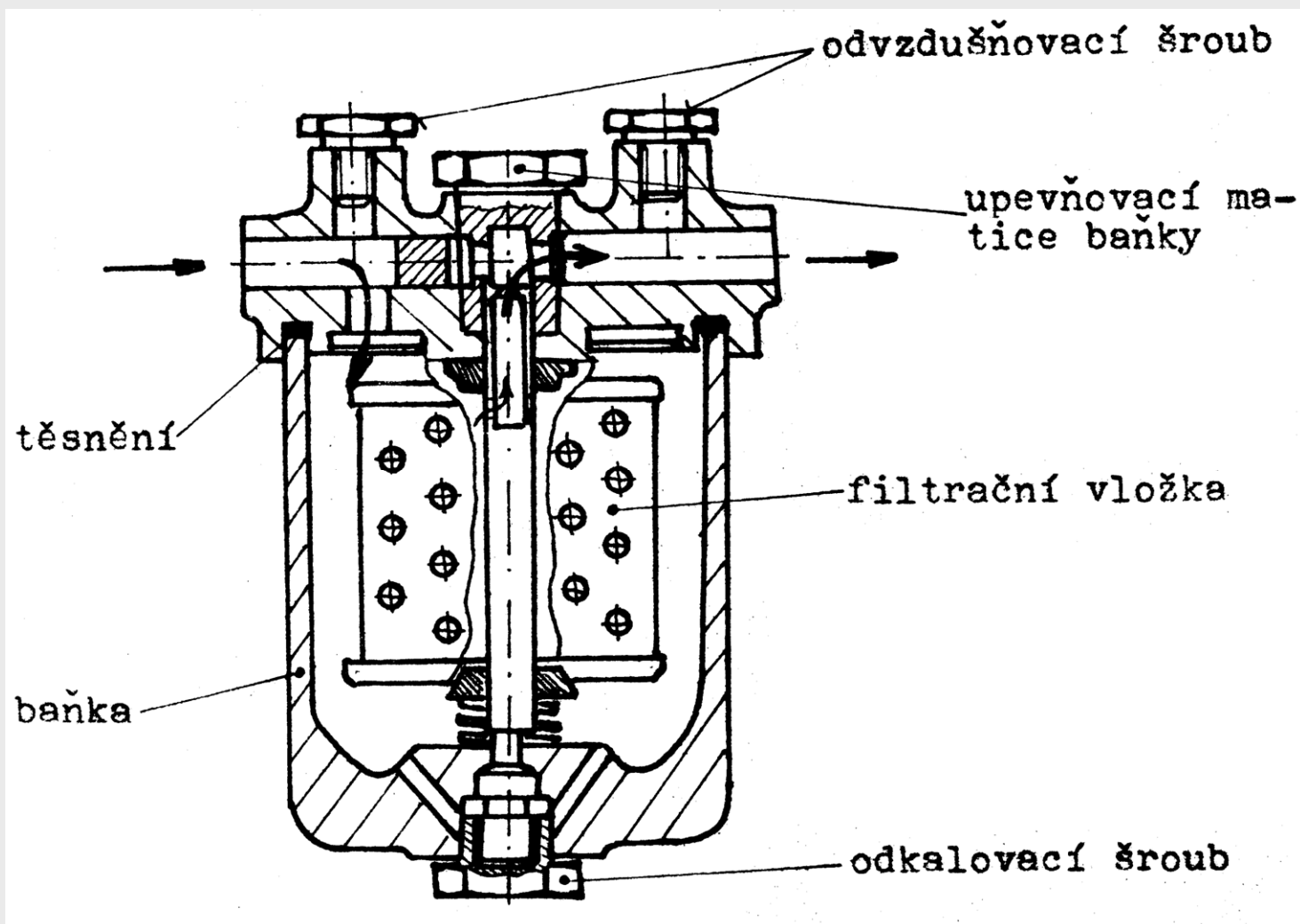
A. Klasický vstřikovací systém



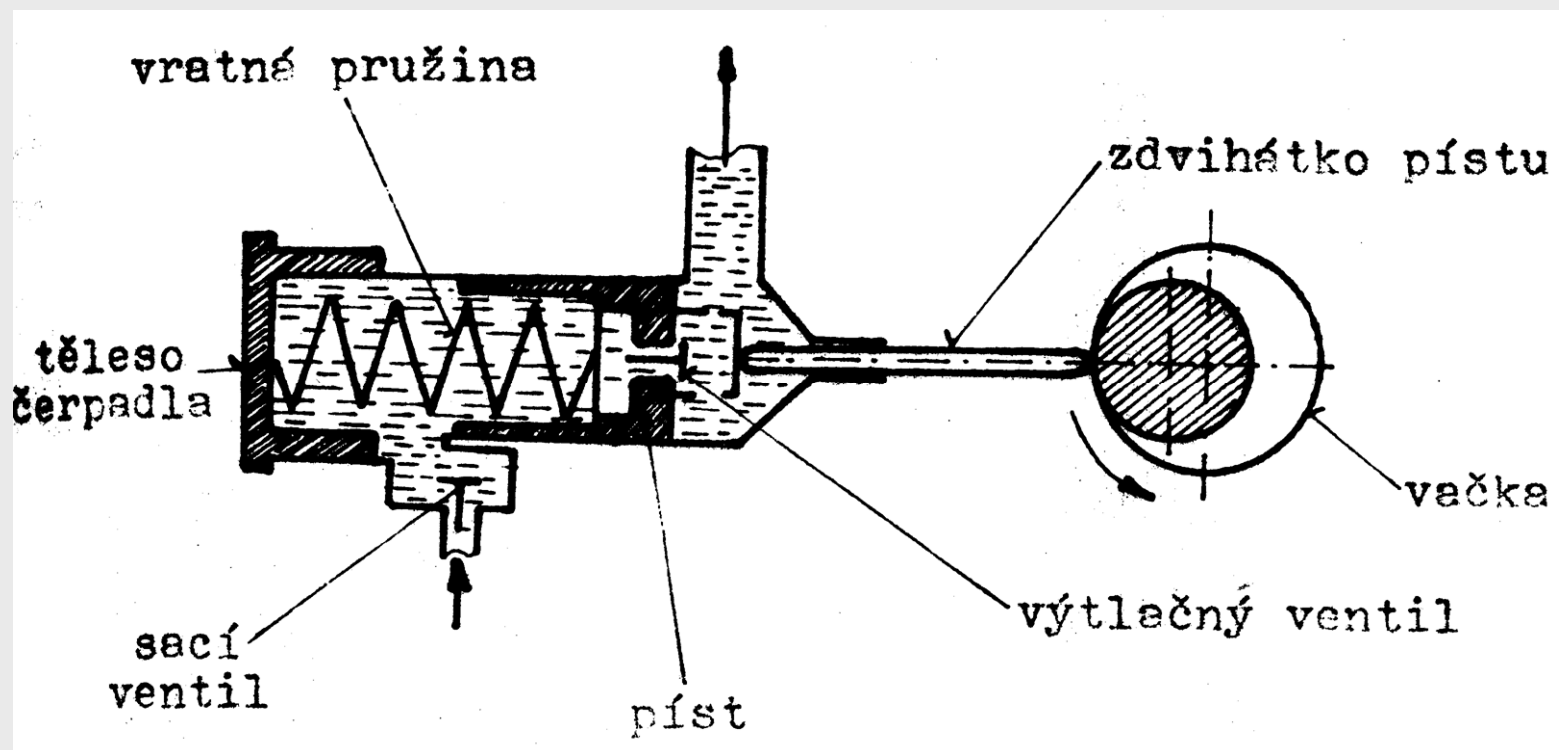
Údržba hrubého filtru



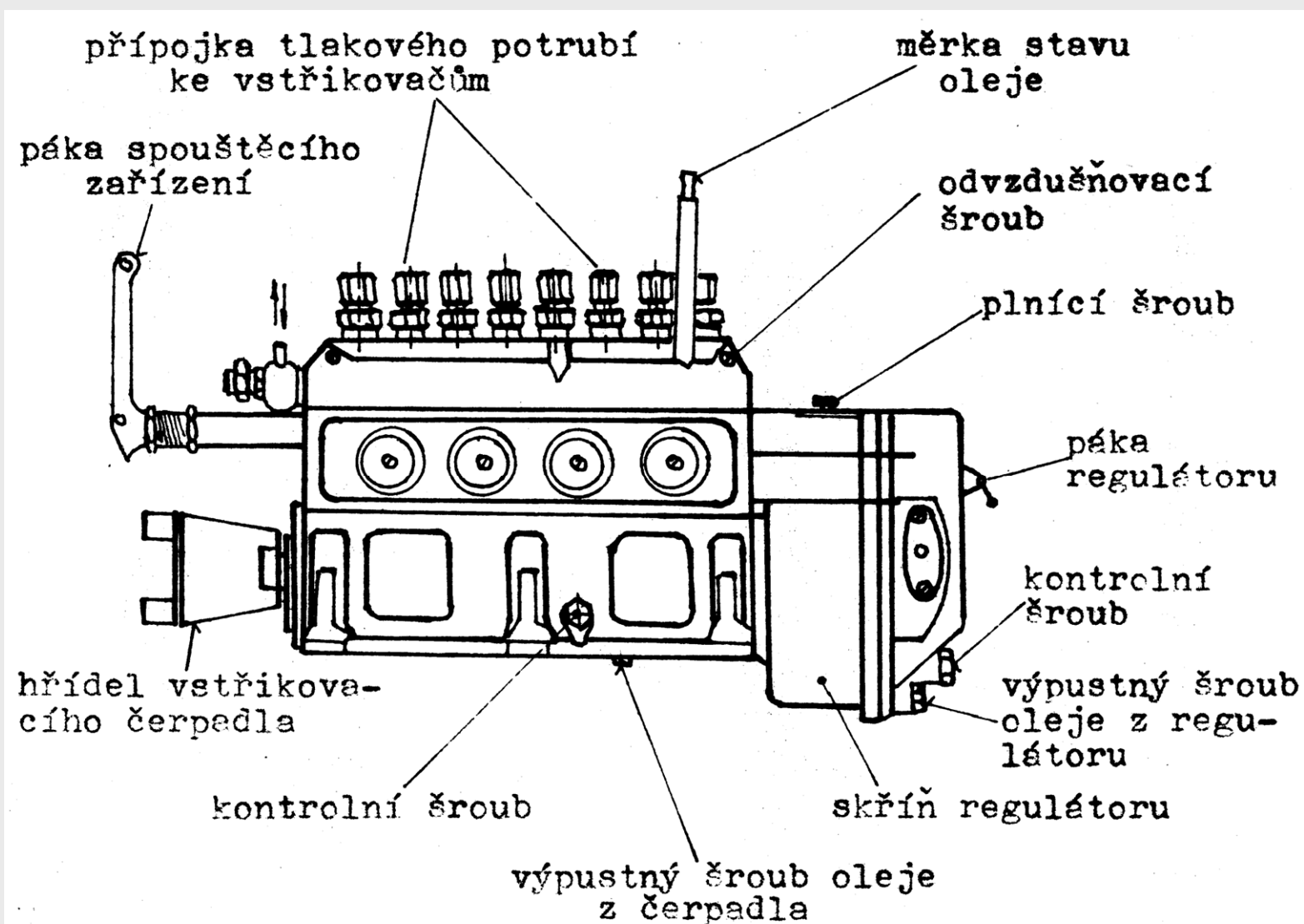
Údržba jemného filtru



Údržba dopravního čerpadla



Údržba vstřikovacího čerpadla



Údržba vstřikovačů - nastavení tlaku

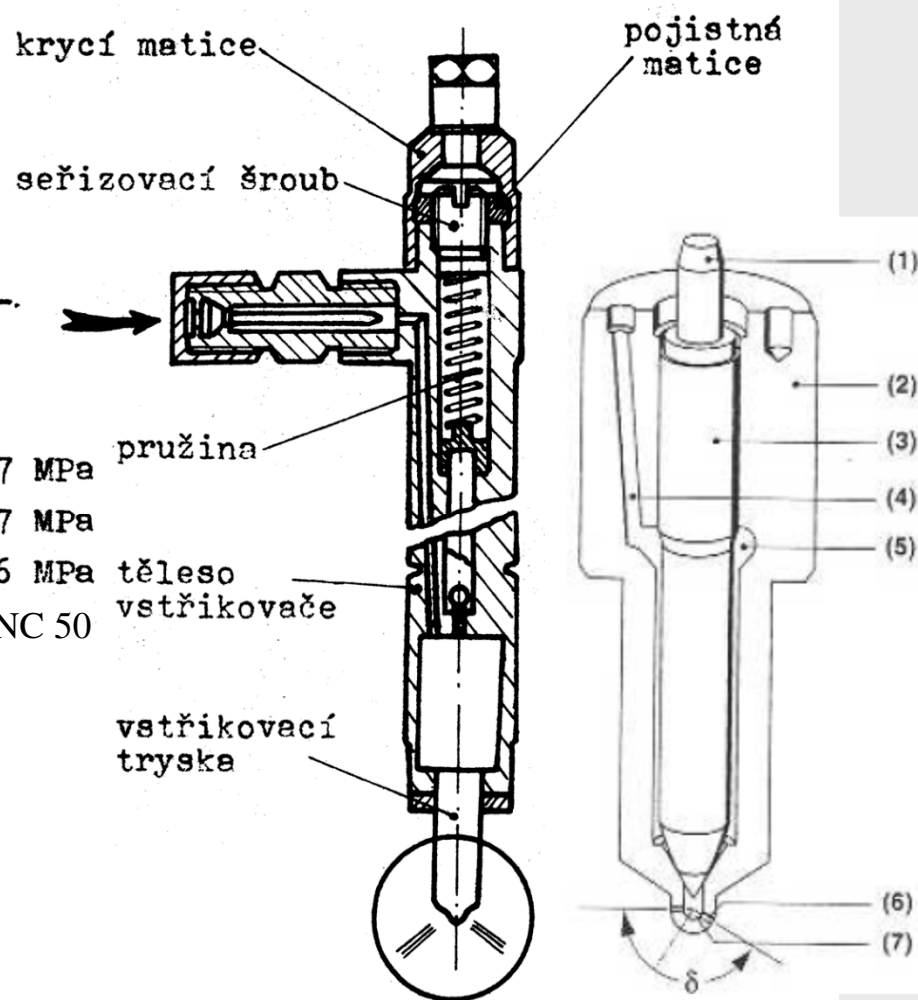
seřízení vstřikovacích tlaků se provádí u jednotlivých typů motorů na hodnoty :

Tatra 924, 928, 930.....17 MPa

Škoda M634, M637.....17 MPa

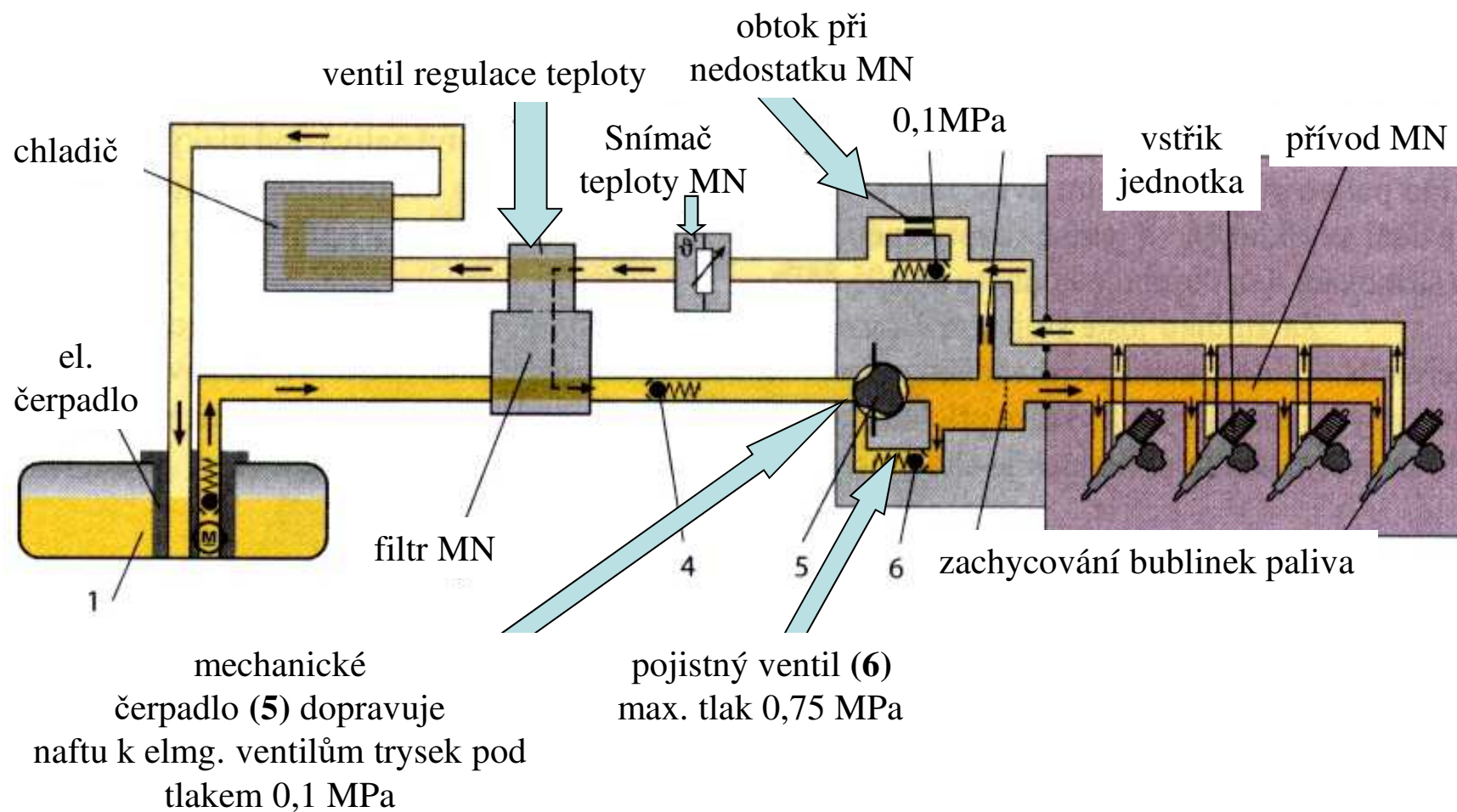
Zetor 8601.....16 MPa

Zkoušečka vstřikovacích trysek NC 50

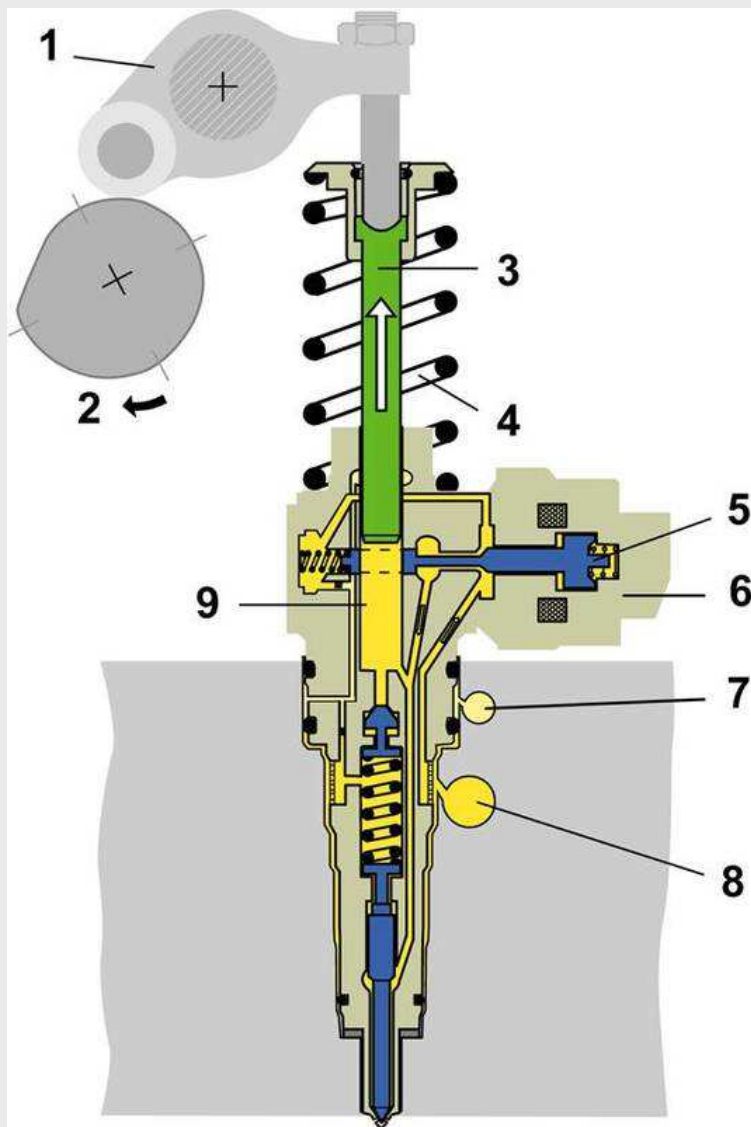


- (1) - tlačný čep
- (2) - těleso trysky
- (3) - jehla trysky
- (4) - přívodní kanálek
- (5) - tlaková komora
- (6) - vstřikovací otvor
- (7) - kanálek pod sedlem
- (8) - úhel rozstříku

B. Vstřikovací systém čerpadlo-tryska (PD)

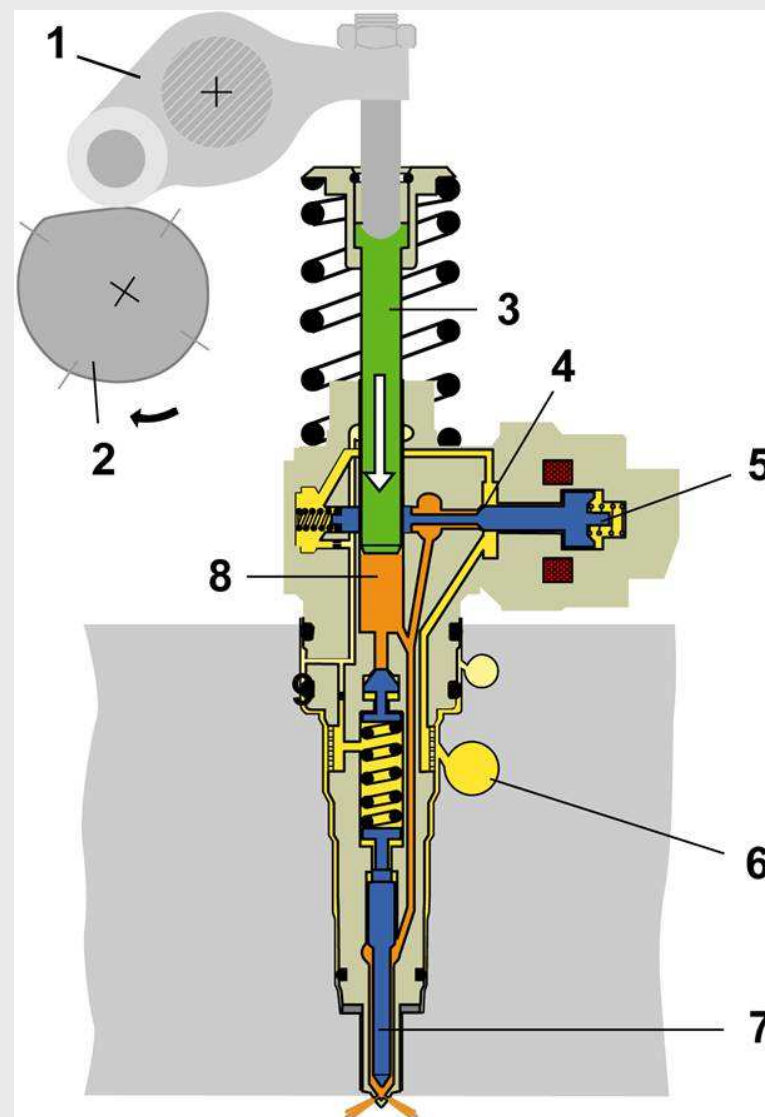


Vstřikovací jednotka PD



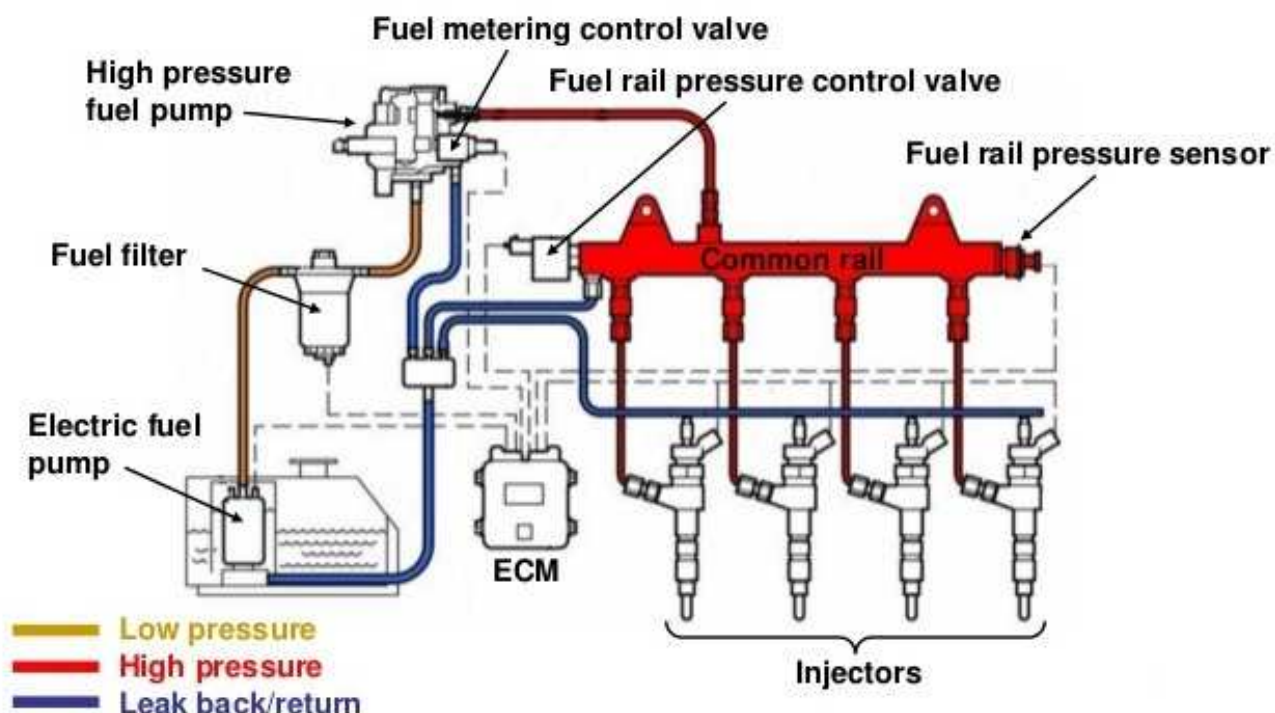
Dvě fáze -
předvstřik a
vstřik -
tlak až 205
MPa.
Při vstřiku
musí být
dodržen
požadovaný
vysoký tlak
měnící se
jak s
požadovanými
časovými
intervaly
tak i s jeho
množstvím

1 - vahadlo ; 2 -
vstřikovací vačka ;
3 - píst čerpadla ; 4 -
pružina pístu ; 5 -
jehla ventilu ; 6 -
elektromagnetický
ventil ; 7 - zpětné
vedení ; 8 - přívod
paliva ; 9 - prostor
vysokého tlaku



C. Vstřikovací systém Common Rail

V4



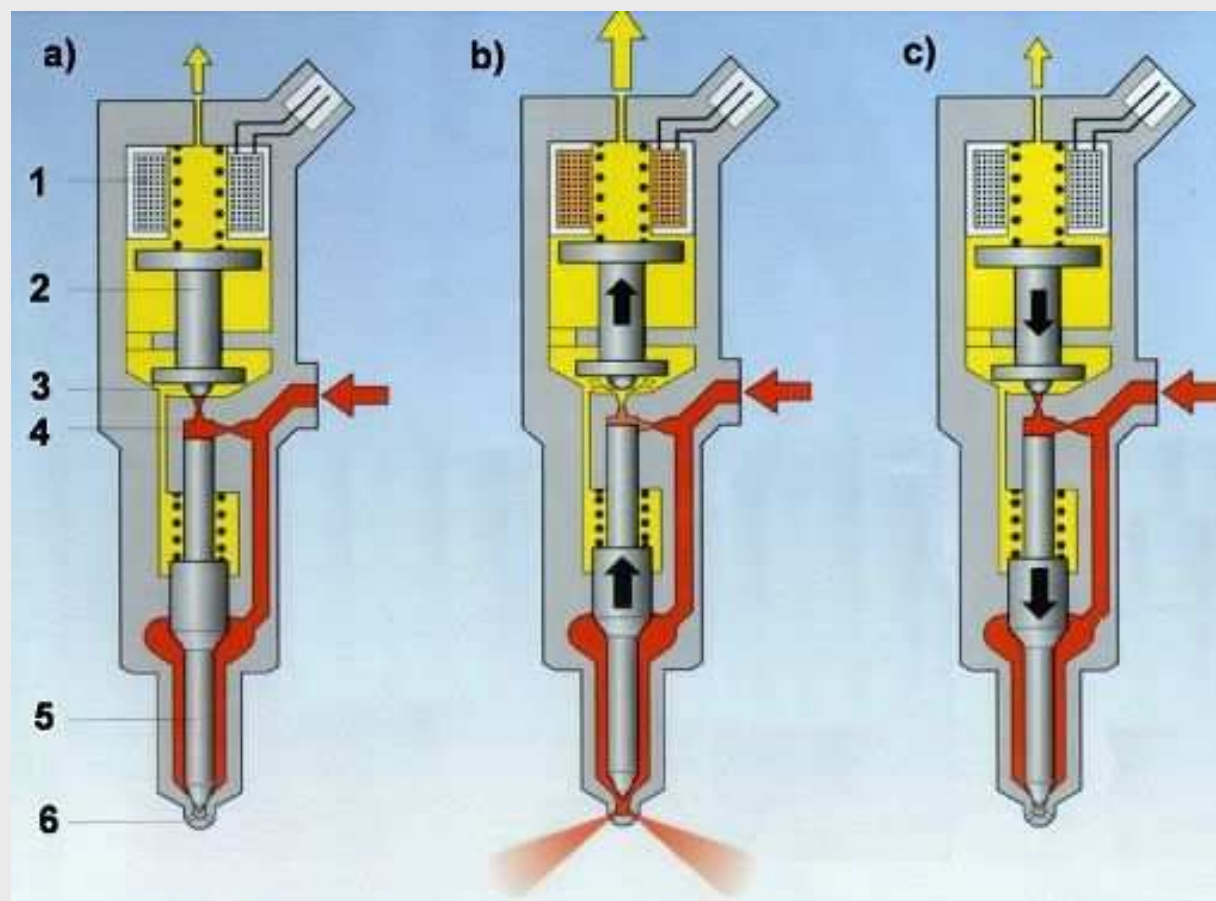
Components of a common rail system

Tlak v nízkotlakém obvodu 0,25 MPa
Tlak v Common Rail až 160 MPa
(4. generace - tlak až 250 MPa)

Výhody:

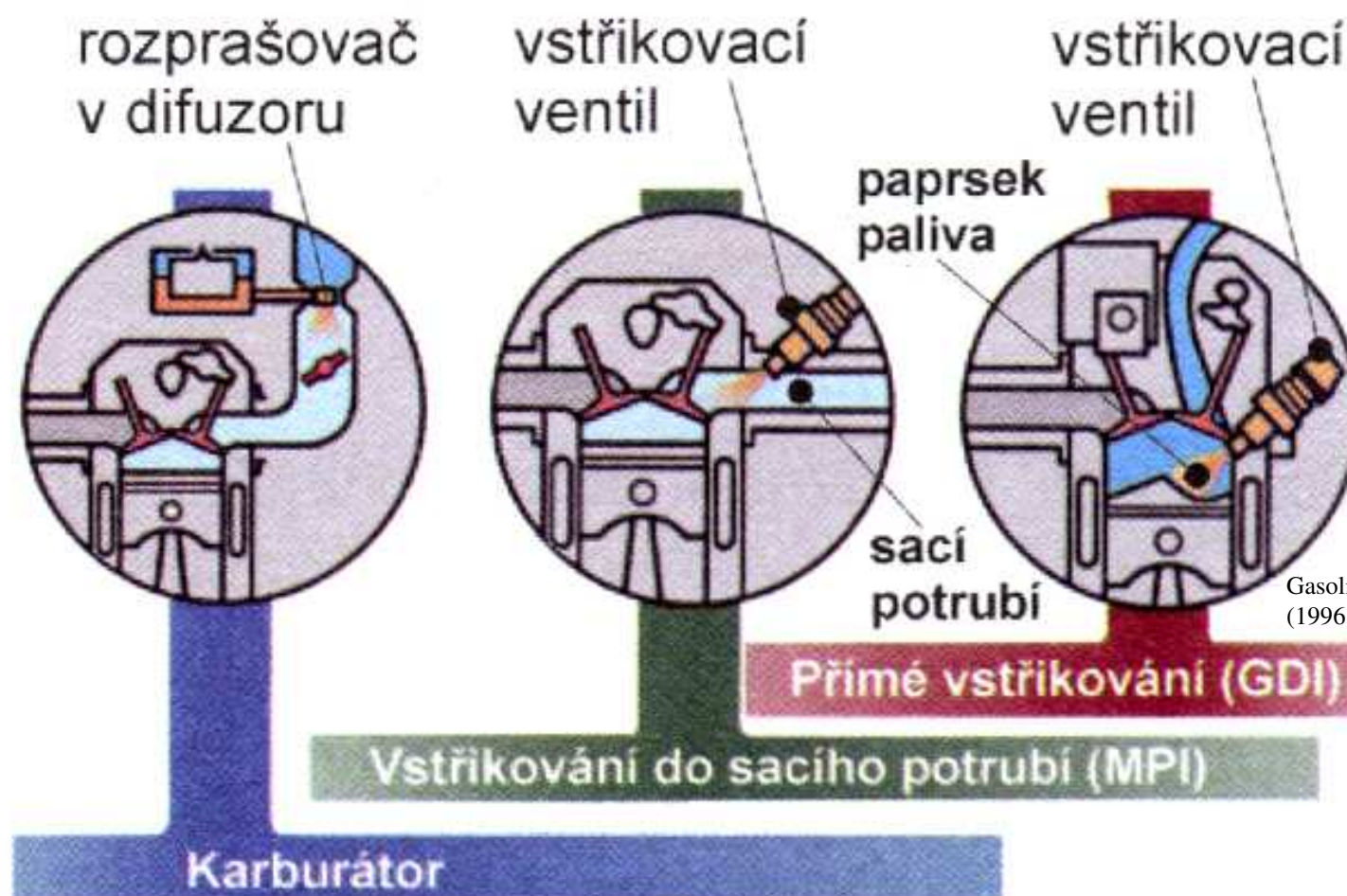
- Fázované vstřikování
- Extrémně jemné rozprášení paliva - „okamžité“ odpaření,
- Vyšší výkon až o 25% ve srovnání s klasickým SM,
- Nižší spotřeba paliva až o 20%,
- Snížení emisí ve výfukových plynech NO_x o 20%, CO 40%, HC o 50%, saze až 60% - minimální kouřivost
- Tichý chod motoru.

Funkce vstřikovače



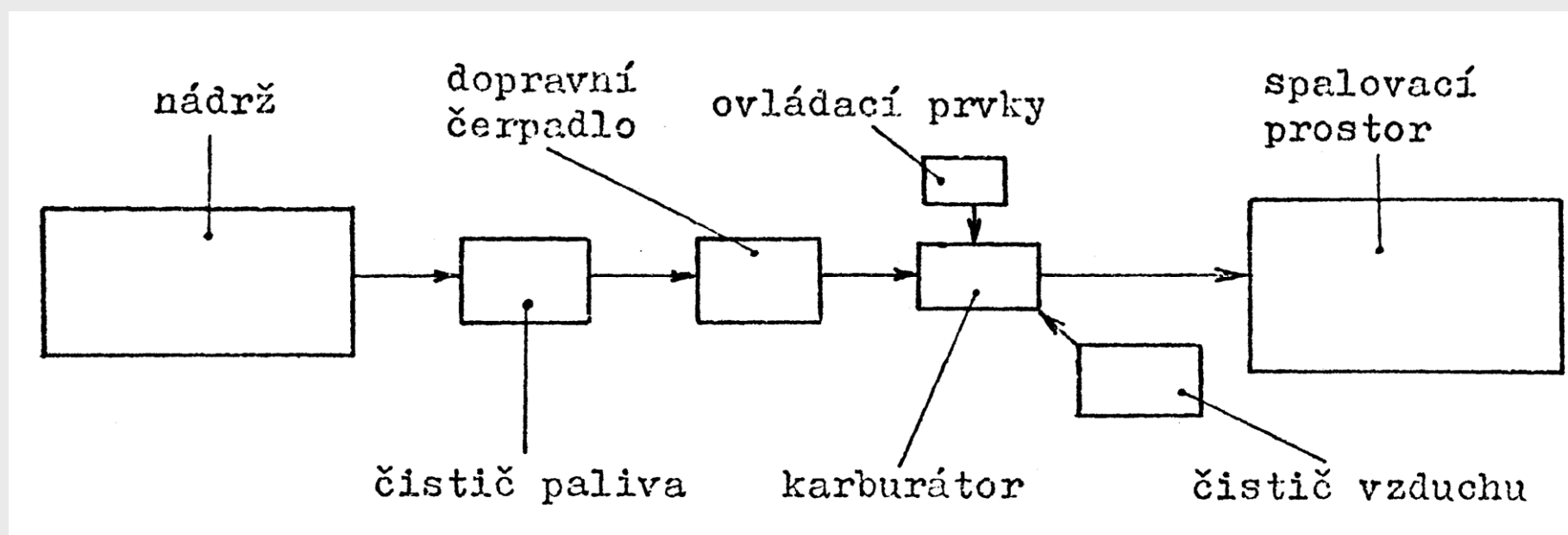
- a) uzavřený stav
- b) vstřik paliva
(porušení tlakové
váhy na vstřikovací
jehle 5)
- c) uzavření řídicího
ventilu 2
solenoidem 1 a
obnovení tlakové
váhy na vstřikovací
jehle (jehla uzavře
nos vstřikovače 6).

2.2 Palivové soustavy zážehových motorů



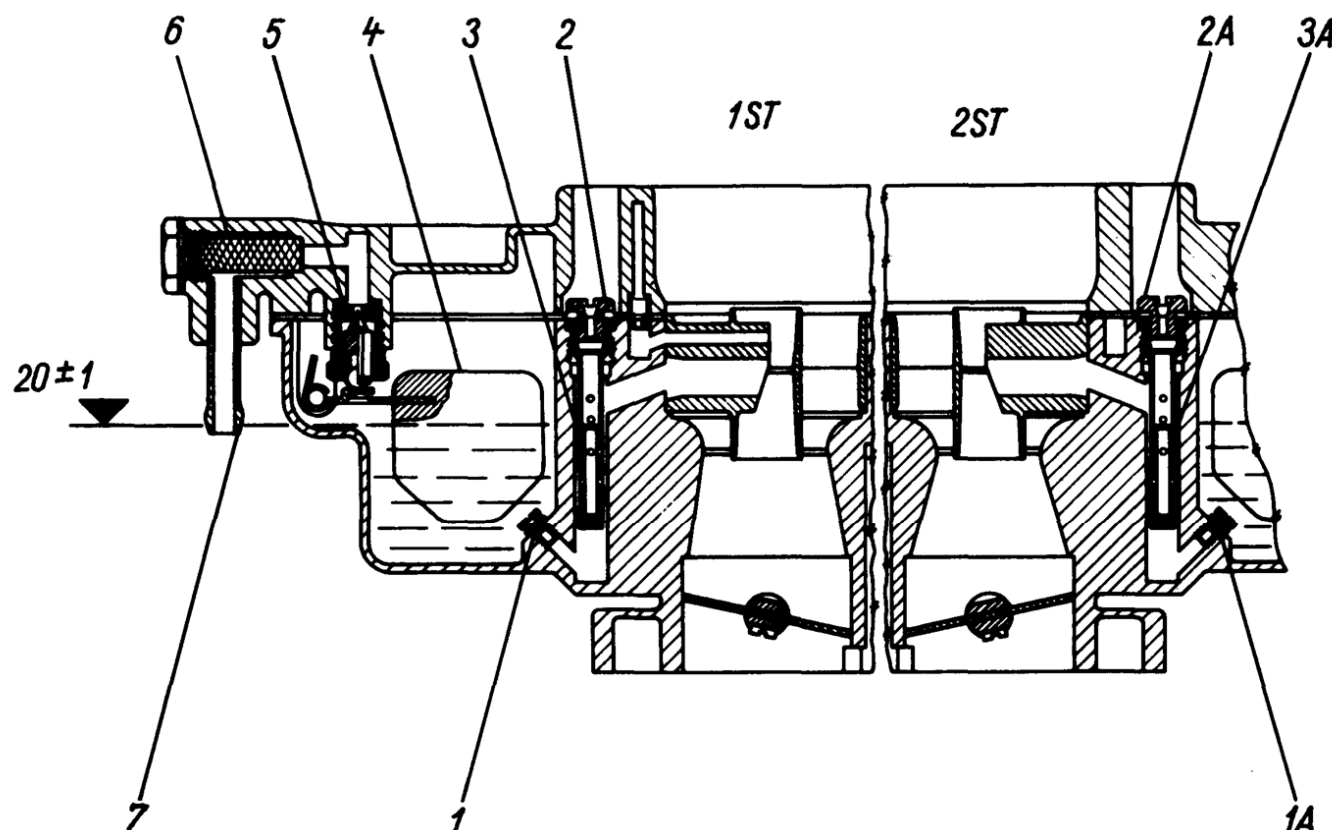
Gasoline Direct Injection
(1996 fa Mitsubishi)

A. Palivová soustava s karburátorem



Spádový dvoustupňový karburátor JIKOV 32 EDSR

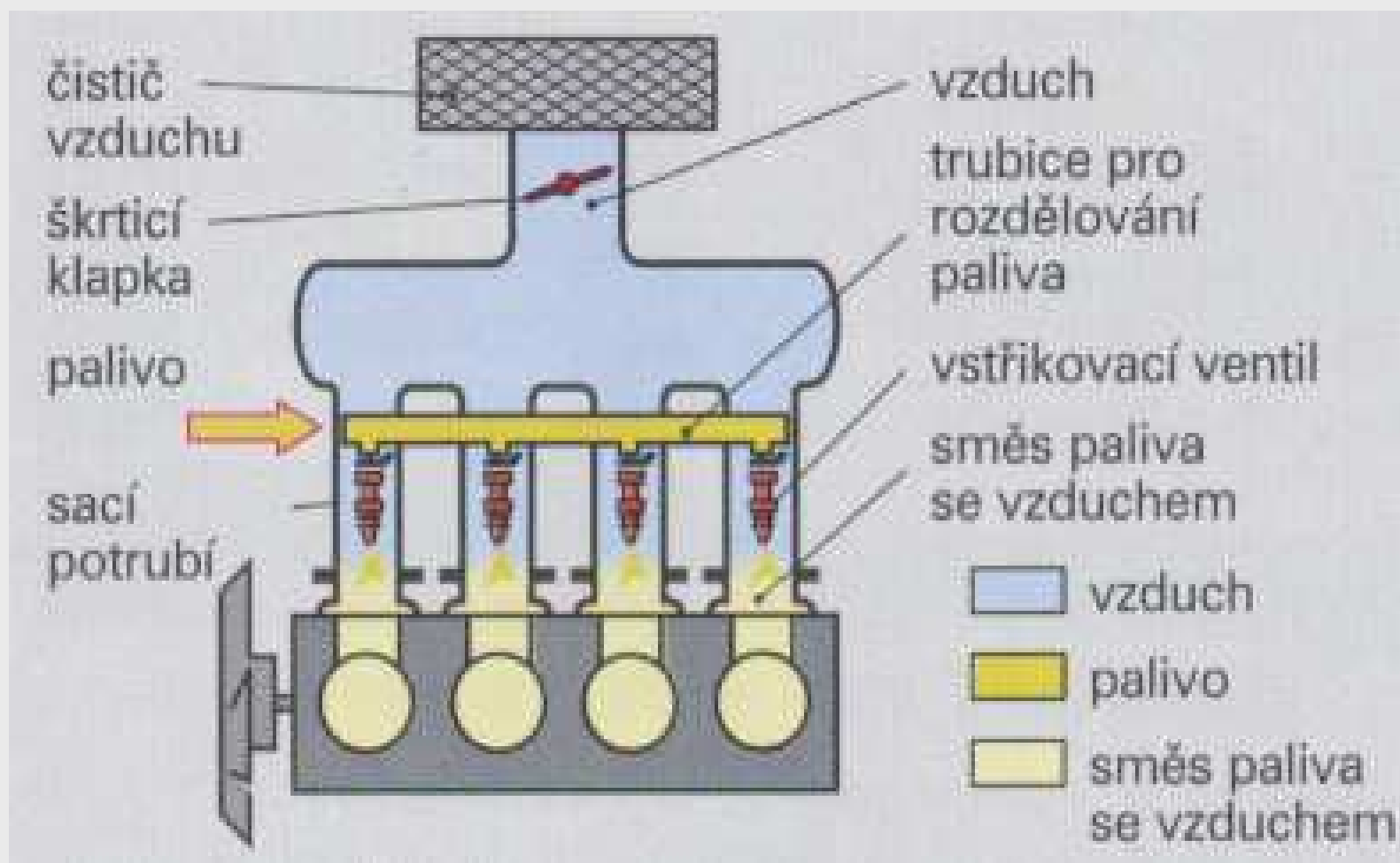
V6,7



Obr. 80. Hlavní systém a plováková komora

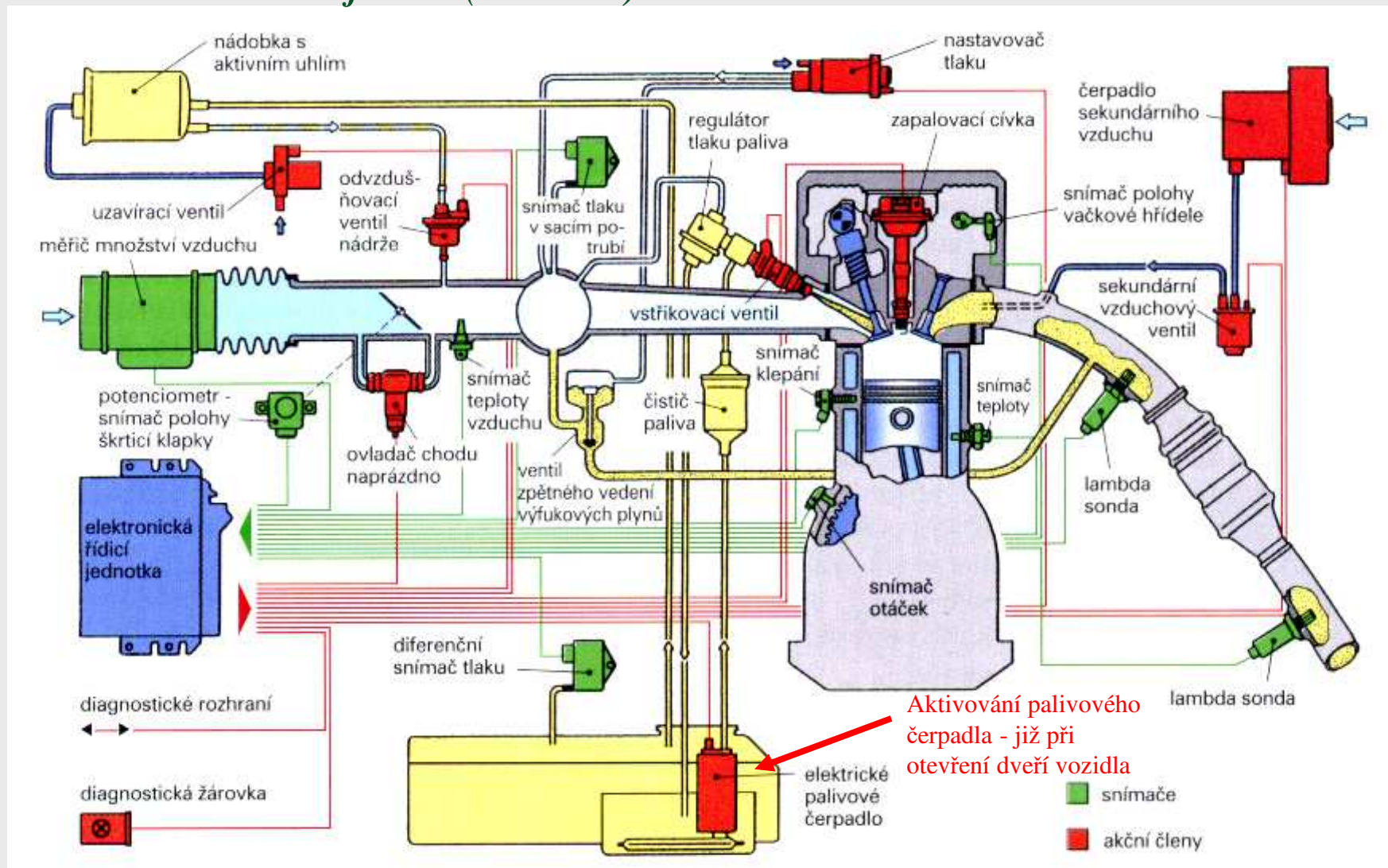
1 – hlavní tryska 1. stupně; 1A – hlavní tryska 2. stupně; 2 – hlavní vzdušník 1. stupně; 2A – hlavní vzdušník 2. stupně; 3 – emulzní trubice 1. stupně; 3A – emulzní trubice 2. stupně; 4 – plovák; 5 – jehlový ventil; 6 – sítko v přívodu paliva; 7 – přípojka přívodu paliva; 20 ± 1 – výška hladiny paliva pod spodní rovinou víka; 1 ST a 2 ST – 1. a 2. stupeň karburátoru

B. Vícebodové vstřikování *MPI*



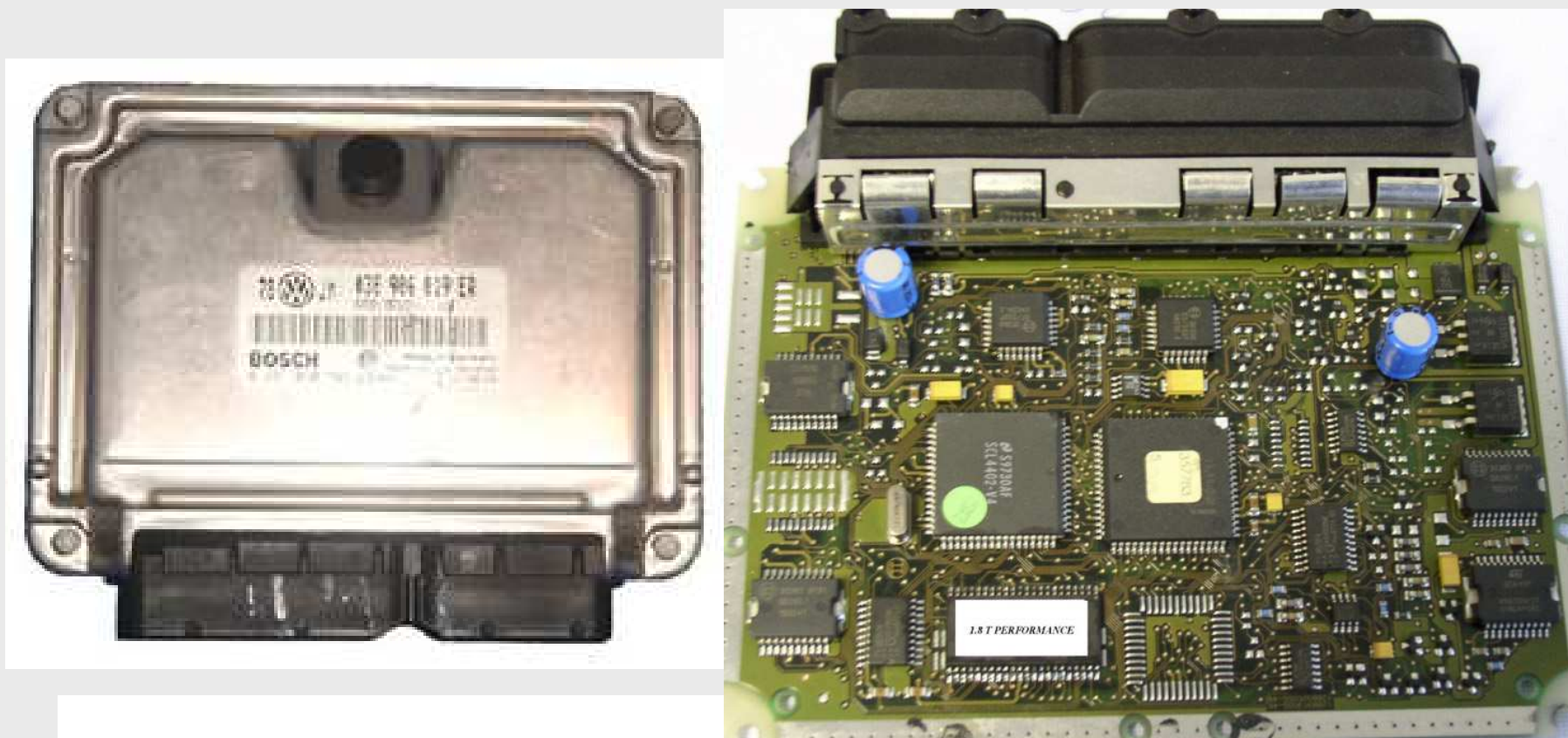
MPI - Multi Point Injection (Motronic)

V8



Doba otevření vstřikovacích ventilů je vypočtena na základě teploty vzduchu, chladicí kapaliny, polohy škrticí klapky, otáček motoru, signálu z lambda sondy atd.

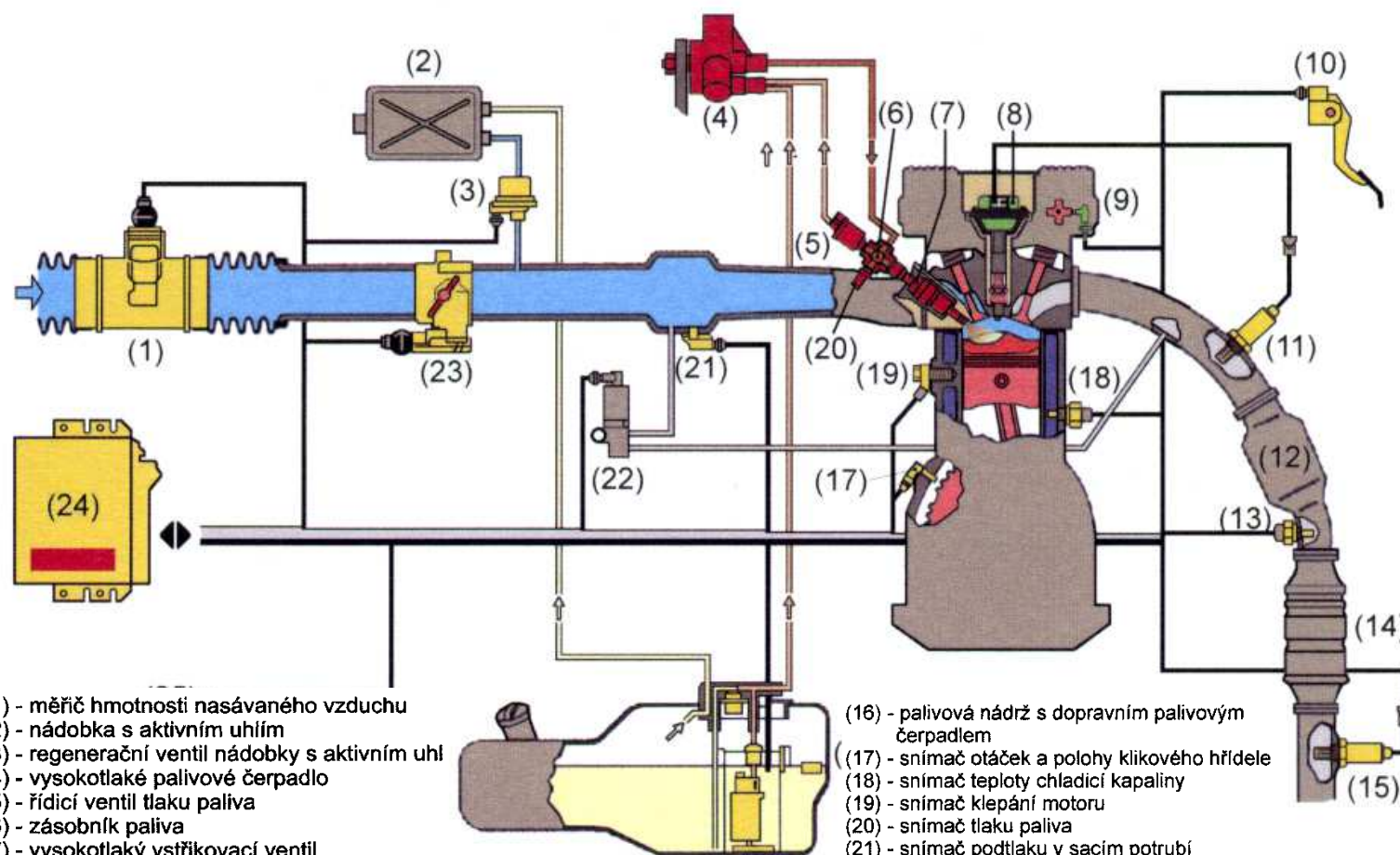
ECU (Electronic Control Unit) – Elektronická řídící jednotka



Řídící procesorová jednotka dostává elektrické ekvivalenty mechanických veličin (např. úhel škrticí klapky). Tyto jsou porovnávány s naprogramovanými hodnotami a na základě výpočtů jsou stanoveny hodnoty výstupních veličin, které pak v elektrické podobě ovládají elektroventily, servomotorky, cívky atd. (např. vstřikovací ventil paliva).

FSI – Fuel Stratified Injection (Motronic MED7)

V9



- (1) - měřič hmotnosti nasávaného vzduchu
- (2) - nádobka s aktivním uhlím
- (3) - regenerační ventil nádobky s aktivním uhlím
- (4) - vysokotlaké palivové čerpadlo
- (5) - řídicí ventil tlaku paliva
- (6) - zásobník paliva
- (7) - vysokotlaký vstřikovací ventil
- (8) - zapalovací cívka
- (9) - snímač polohy a otáček vačkového hřídele
- (10) - akcelerační pedál se snímačem polohy
- (11) - kyslíková sonda (lambda-sonda)
- (12) - trojčinný katalyzátor
- (13) - snímač teploty výfukových plynů
- (14) - zásobníkový katalyzátor NO_x
- (15) - kyslíková sonda (lambda-sonda)

- (16) - palivová nádrž s dopravním palivovým čerpadlem
- (17) - snímač otáček a polohy klikového hřídele
- (18) - snímač teploty chladicí kapaliny
- (19) - snímač klepání motoru
- (20) - snímač tlaku paliva
- (21) - snímač podtlaku v sacím potrubí
- (22) - elektromagnetický ventil recirkulace výfukových plynů
- (23) - těleso škrtků klapky se snímačem natočení a nastavovačem škrtek klapky
- (24) - elektronická řídicí jednotka
- (25) - diagnostické rozhraní (konektor)
- (26) - kontrolka nesprávné funkce systému
- (27) - imobilizér
- (28) - datová sběrnice CAN

Diagnostika palivových soustav



Nesprávně fungující nebo vadné součásti mohou způsobit zvýšení podílu škodlivin ve výfukových plynech motorových vozidel.

Přímé měření obsahu škodlivých látek

CO	oxidu uhelnatého
HC	uhlovodíků
NO _x	oxidů dusíku

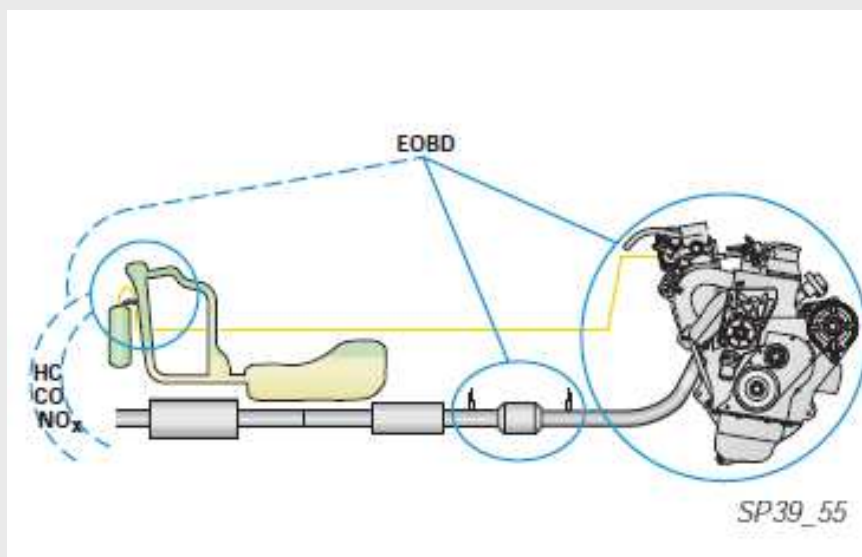
během jízdy není stávajícími technickými prostředky možné.

Vychází se proto z předpokladu, že obsah škodlivin bude nízký, jestliže součásti, které se na jejich redukci podílejí, budou pracovat bezchybně.

Toto řešení má tu přednost, že závady na uvažovaných součástech je možno zjišťovat vlastní diagnostikou.

Palubní diagnostika EOBD

Funkce EOBD

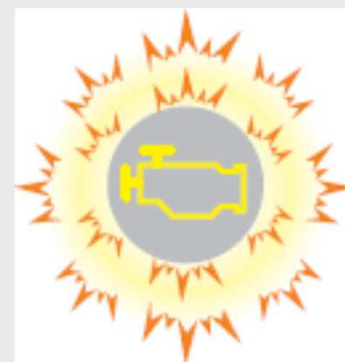


- katalyzátor
- lambda-sondy
- spalování (výpadky zapalování)
- systém sekundárního vzduchu
- zpětné vedení výfukových plynů
- odvzdušňování palivové nádrže
- systém rozdělování paliva
- CAN-BUS
- vlivy automatické převodovky na motor
- elektrický pedál akceleraace

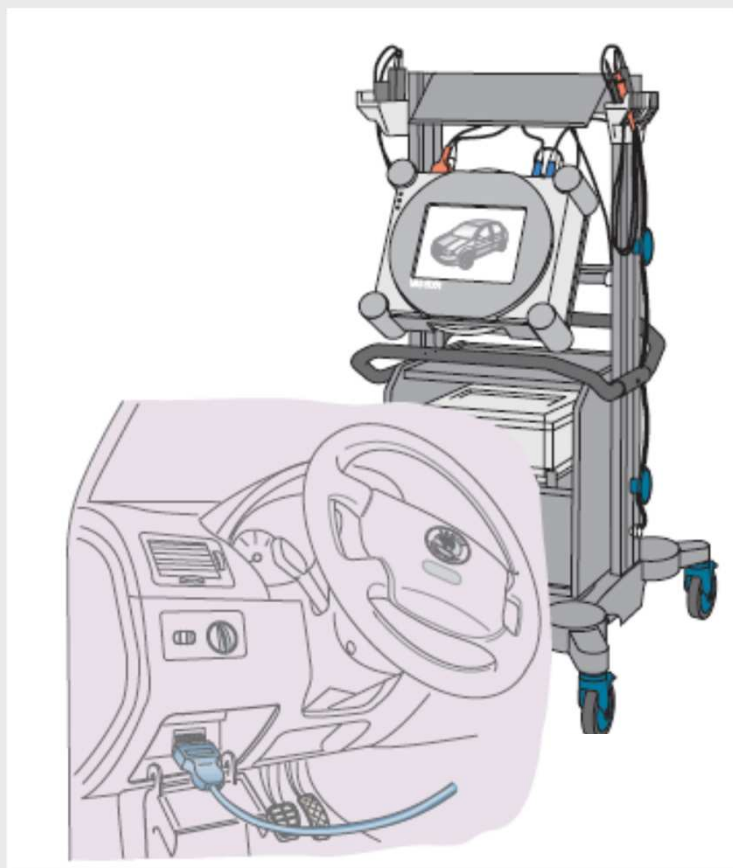
Vyskytne-li se závada, která má za následek zhoršení kvality výfukových plynů, je řidič na tuto skutečnost upozorněn kontrolkou emisí v panelu přístrojů.



Jestliže by mohlo dojít v důsledku výpadků zapalování k poškození katalyzátoru, je závada taktéž uložena do paměti, ale



Dílenská diagnostika a nastavování řídících jednotek



ScanDi-Tool VAG 1552



Adresa

01 Elektronika motoru

Volitelné funkce:

- 01 - Výzva k výpisu verze řídící jednotky
- 02 - Výzva k výpisu chybové paměti
- 03 - Diagnóza akčních členů
- 04 - Uvedení do základního nastavení
- 05 - Mazání chybové paměti
- 06 - Ukončení výstupu
- 07 - Kódování řídící jednotky
- 08 - Načtení bloku naměřených hodnot

Ideální a skutečné spalování

Ideální spalování

Bude-li probíhat ideální spalování – uhlík C s kyslíkem O_2 reaguje na CO_2 a vodík $2H_2$ s kyslíkem O_2 na $2H_2O$.



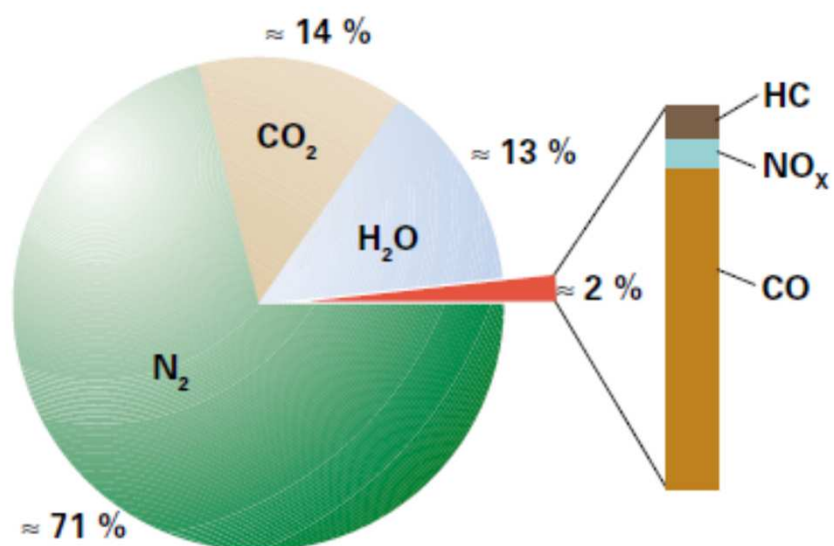
Reálné spalování

Ve spalovacím prostoru vzniká bohužel nedokonalé hoření a vytváří se škodlivé produkty CO , HC , No_x saze a sirné sloučeniny.

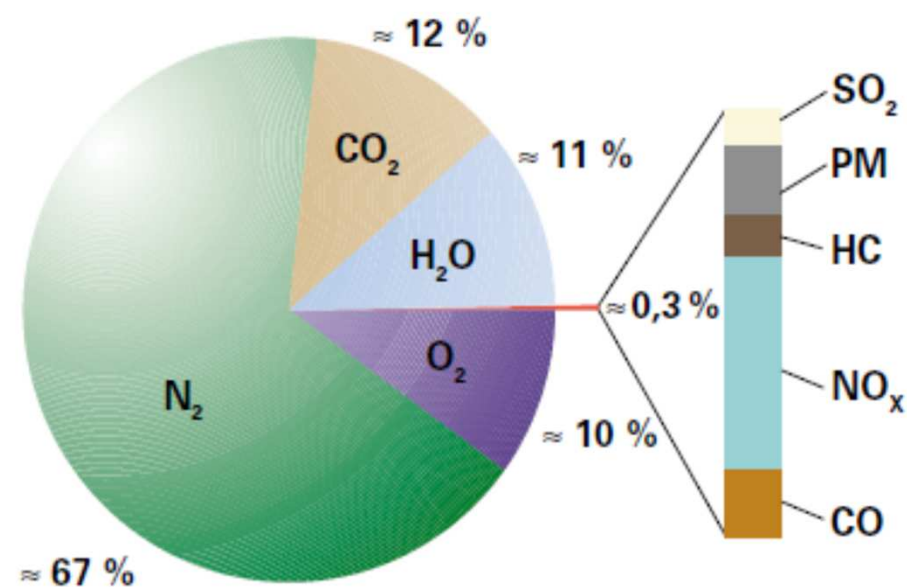


Složení výfukových plynů v procentech

Zážehové motory



Vznětové motory



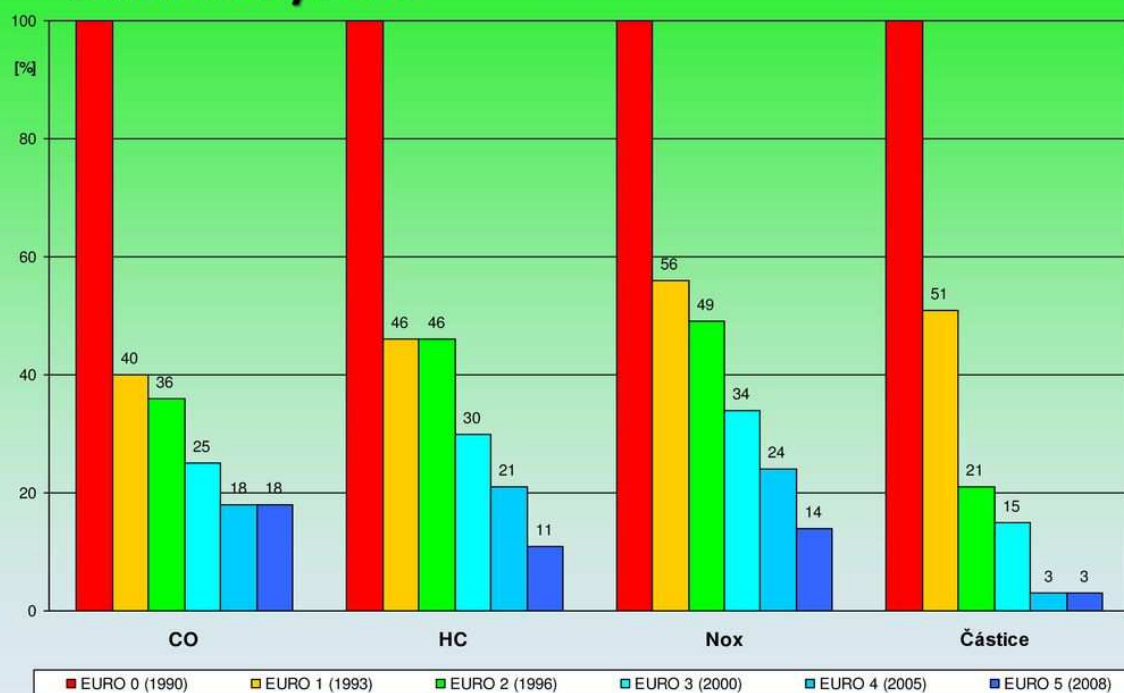
Účinek výfukových plynů na lidský organismus

- **Oxid uhelnatý** (CO) - váže se na krevní barvivo a blokuje přenos kyslíku krví. Nejcitlivějším orgánem na nedostatek kyslíku je mozek, stačí již koncentrace 0,5% na m³ a během 30 min nastává smrt.
- **Oxidy dusíku** (NO_x) - zejména oxid dusičitý NO₂ ostře páchnoucí červeno-hnědý jedovatý plyn napadá plíce -vyvolává pocit dušení a nucení ke kašli - vznik smogu - zvýšené koncentrace přízemního ozónu (O₃), který je pro člověka jedovatý. Oxidy dusíku přispívají k chemické reakci, při níž se snižuje koncentrace ozónu.
- **Nespálené uhlovodíky** (HC) – parafiny dráždí pokožku, sliznici a oči. Olefiny a acetyleny – podílejí se na tvorbě smogu. Aromatické uhlovodíky – narkotické účinky s rakovinotvorným působením.
- **Pevné částice (saze)** - při provozu vznětových motorů - pevný uhlík ve formě sazí. Saze mohou být nosičem rakovinotvorných látek, které se po vdechnutí usazují v plicních sklípcích.
- **Oxid uhličitý** (CO₂) - Není přímou škodlivinou, avšak přispívá k tvorbě tzv. skleníkového efektu, který má za následek globální oteplování Země. Rostliny jej přeměňují za působení slunečního záření na uhlík a kyslík.

Dle statistických údajů bylo například v roce 1998 pouze silniční dopravou v České republice vyprodukováno:

9 662 000 tun CO₂,
 250 000 tun CO,
 187 000 tun NO_x,
 71 000 tun HC,
 6 300 tun SO₂,
 130 tun Pb
 a 5 700 tun pevných částic, převážně sazí.

Emisní limity EURO



Rok/norma		CO (g/km)		NO _x (g/km)		HC + NO _x (g/km)		HC (g/km)	PČ (g/km)
1992	I	3,16	3,16	-	-	1,13	1,13	-	0,18
1996	II	2,20	1,00	-	-	0,50	0,70*	-	0,08**
2000	III	2,30	0,64	0,15	0,50	-	0,56	0,20	0,05
2005	IV	1,00	0,50	0,08	0,25	-	0,30	0,10	0,025
2009	V	1,00	0,50	0,06	0,18	-	0,23	0,10	0,005
2014	VI	1,00	0,50	0,06	0,08	-	0,17	0,10	0,005

BENZÍNOVÉ MOTORY, NAFTOVÉ MOTORY

* 0,90 pro motory s přímým vstřikováním paliva

** 0,10 pro motory s přímým vstřikováním paliva

•EURO 1 (EU1)

V roce 1992 začal ve státech Evropské unie platit předpis 91 /441 /EG, známější spíše jako EURO 1 , tento předpis začal platit v roce 1995 i jako druhá revize EHK 83 (označení EHK 83.02) v ostatních státech.

•EURO 2 (EU2)

Od 1.1.1996 platily ve státech Evropské unie předpisy 94/12/EG a 96/69/EG, označované jako EURO 2. Tyto normy zavedly opět přísnější limity a ve státech řídících se podle předpisů EHK vstoupily v platnost jako třetí a čtvrtá revize EHK 83 (EHK 83.03 a EHK 83.04) v roce 1996, resp. v roce 1999.

•EURO 3 (EU3)

Od 1.1 .2000 platí ve státech Evropské unie předpis 98/69EG - A (EURO 3) a od 1.4.2001 jako předpis EHK 83.05 platila i v ČR. dusíku Tento předpis již počítá s odděleným vyhodnocováním emisí oxidů (NO_x) a nespálených uhlovodíků (HC), které byly dříve vyhodnocovány společně. Změny se též částečně týkají uspořádání jízdního cyklu.

•EURO 4 (EU4) od 2005

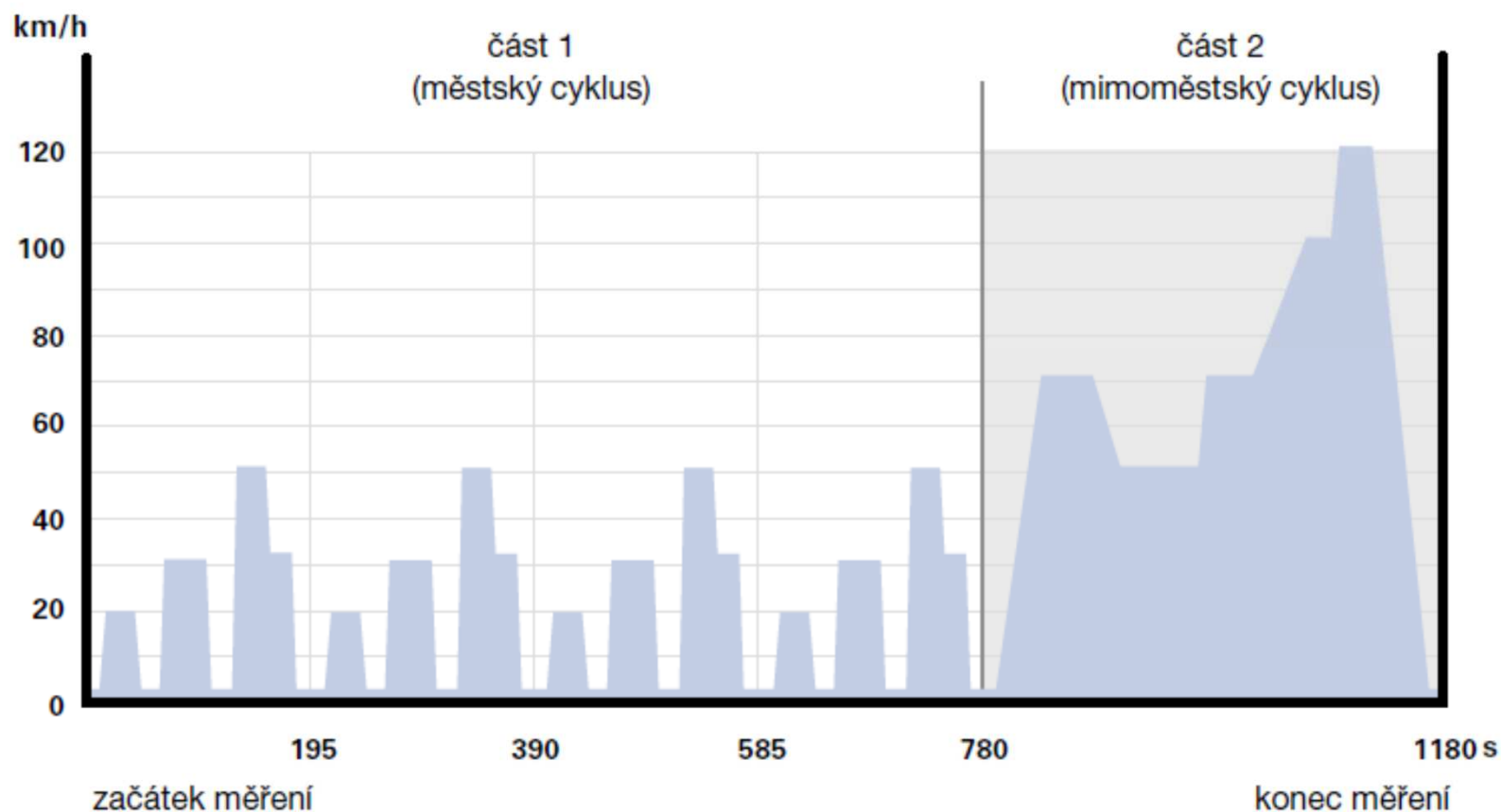
• EURO 5 (EU5) platnost od r 2009

•EURO 6 (EU6) platnost od r 2014

STK maximální limitní hodnoty CO pro starší zážehové motory

- Vozidla vyrobená do roku 1972
6,0% CO, 2000 ppm HC
- Vozidla vyrobená do roku 1985
4,5% CO, 1200 ppm HC
- Vozidla vyrobená do roku 1993
3,5% CO, 800 ppm HC
- Vozidla vyrobená od roku 2000
0,5% CO, 200 ppm HC

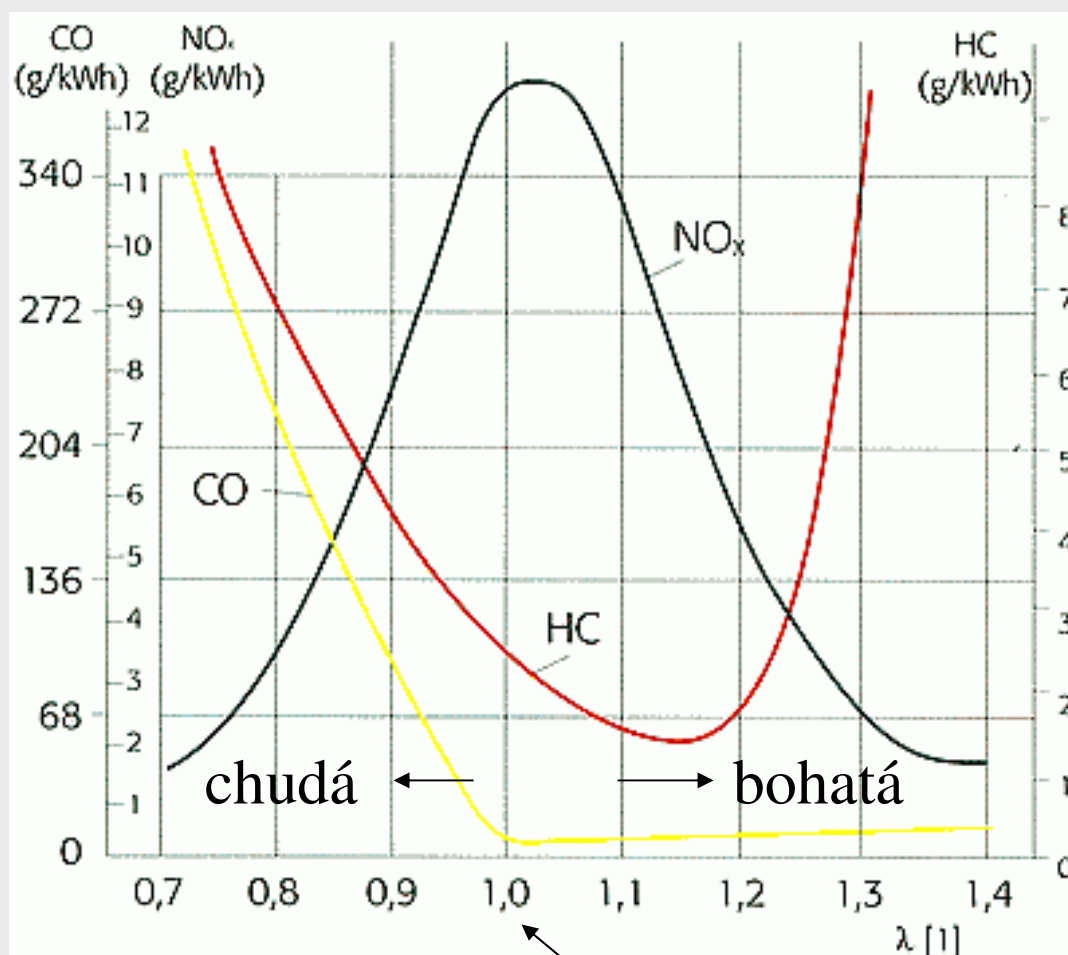
Evropský cyklus při měření emisí – homologace motoru



Charakteristické veličiny

délka cyklu:	11,007 km
průměrná rychlost:	33,600 km/h
maximální rychlost:	120,000 km/h

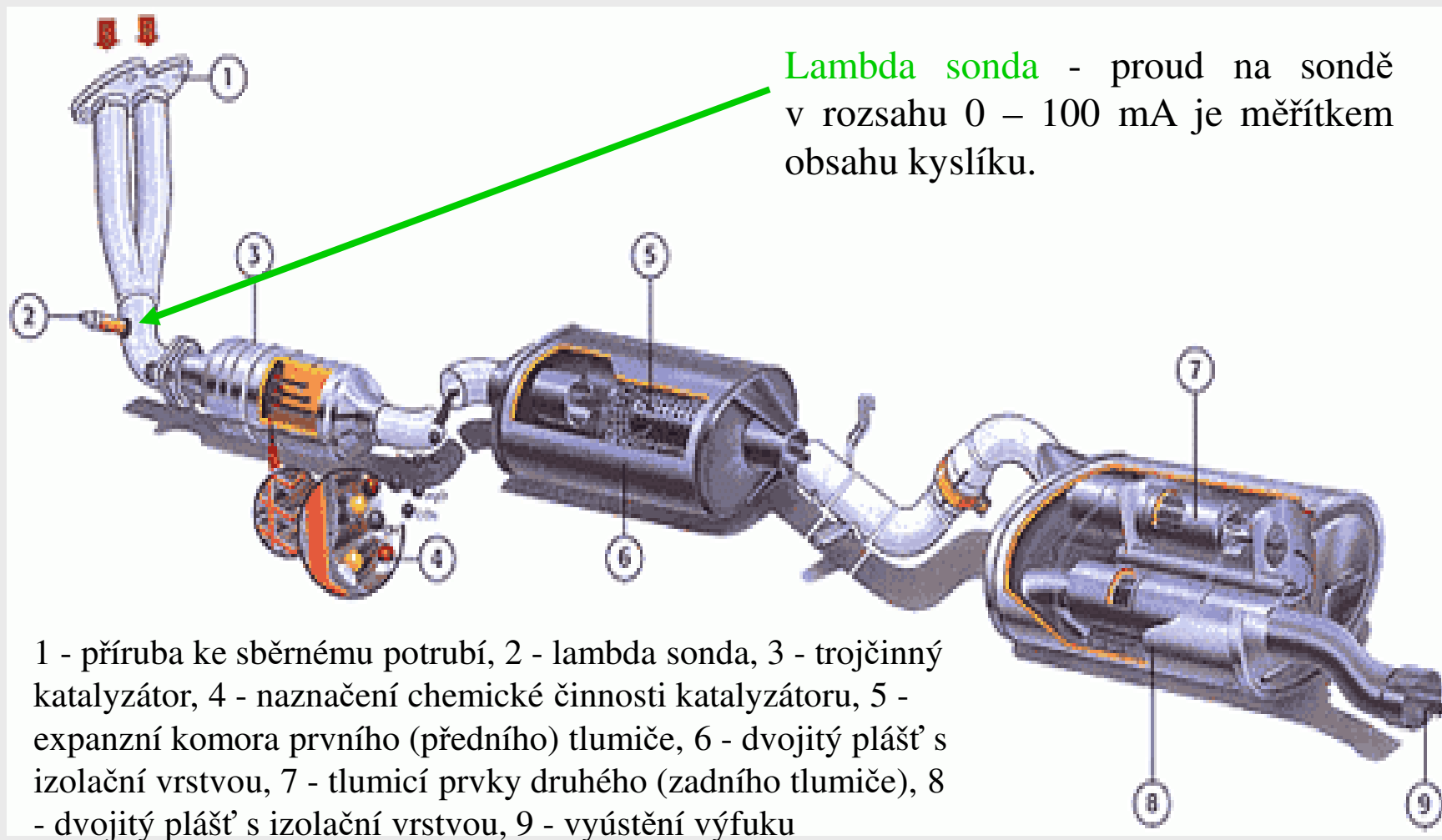
Průběh emisí a provozní diagnostika



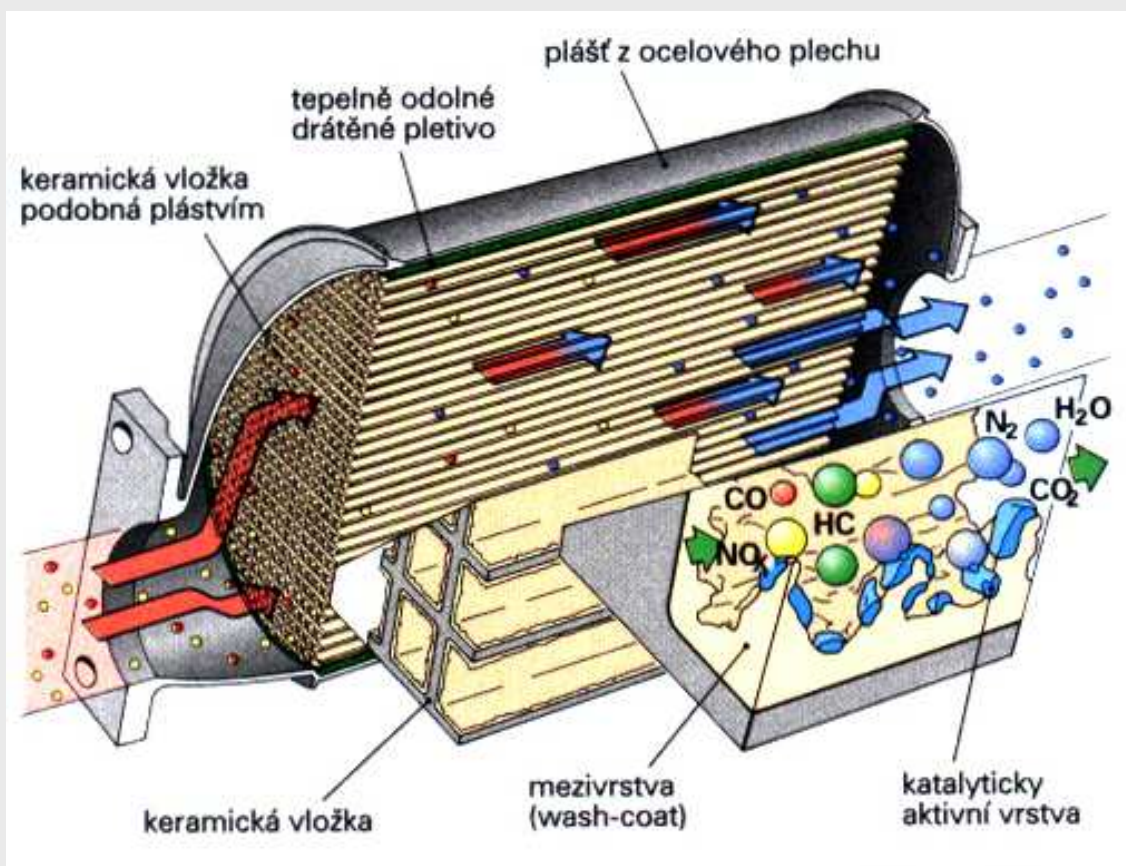
Velmi dobré spalování vyžaduje co nejlepší rozprášení a promíchání optimálního množství paliva se vzduchem a dodržování přesně stanoveného součinitele přebytku vzduchu $\lambda = 1$. Respektování těchto požadavků dnes umožňují moderní vícebodové přímé vstřikování s katalyzátory.

14,7 kg vzduchu na 1 kg benzínu

Výfukový systém s trojčinným katalyzátorem



Konstrukce a funkce katalyzátoru



Konstrukce katalyzátoru sestává z plechového pláště a tělesa tvořeného keramickým monolitem s několika tisíci jemných kanálků. Kanálky jsou opatřeny velmi porézní mezivrstvou – účinný povrch katalyzátoru se tak zvyšuje až 7000x.

Na tuto mezivrstvu se napařuje katalyticky účinná tenká vrstva vzácných kovů – platina, rhódium, paládium (asi 2g).

Trojčinný katalyzátor – vedle sebe probíhají současně tři chemické reakce:

CO oxiduje na CO₂ – Platina, paládium

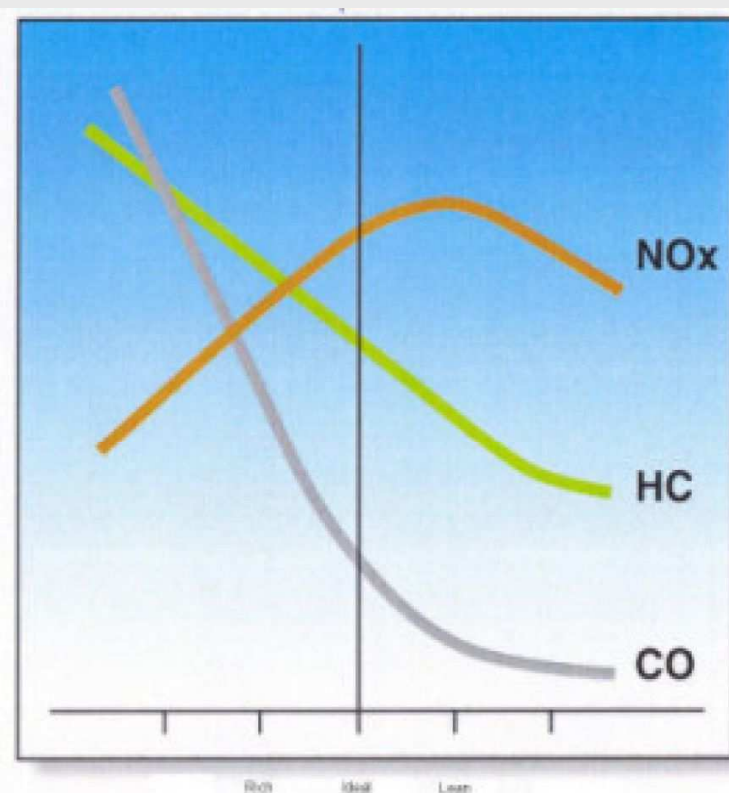
HC oxidují na CO₂ a H₂O – Platina

NO_x se redukuje na dusík (uvolňuje se kyslík) – Rhodium,

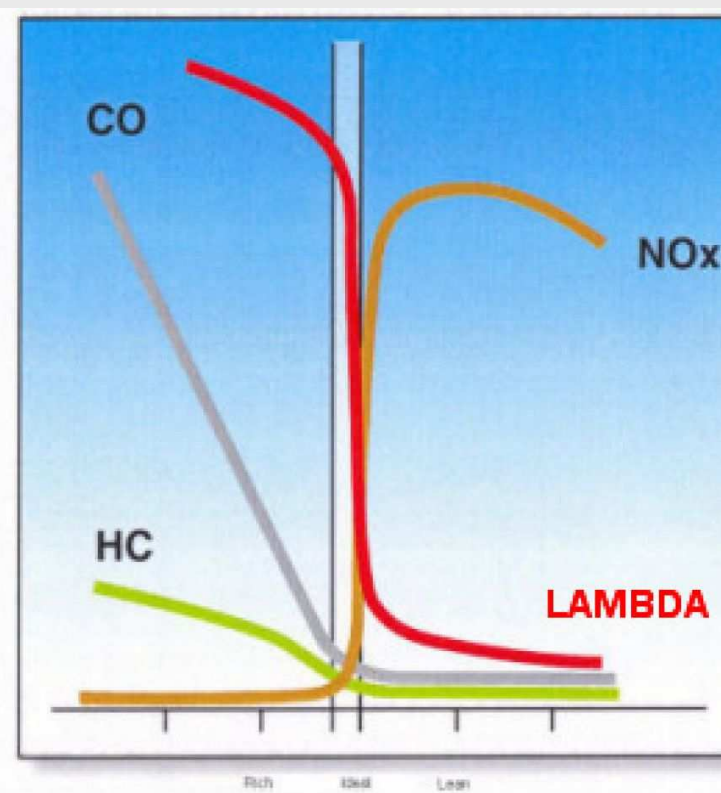
Optimální pracovní teplota uvnitř katalyzátoru je mezi 400 až 800 °C.

[Lambda sondy měří množství volného kyslíku ve výfukových plynech](#), podle jeho obsahu nastavuje řídicí elektronika množství dodávaného paliva a množství přidavného vzduchu.

Lambda „okno“



Without catalytic converter



With catalytic converter

Infraanalýzátor výfukových plynů

Analyzátor TECNOST mod. 488 Multigas Plus splňuje požadavky pro tř. I podle OIML 99 a byl schválen ÚSMD Praha pro použití v síti emisních kontrol na začátku 90-tých let min. století.



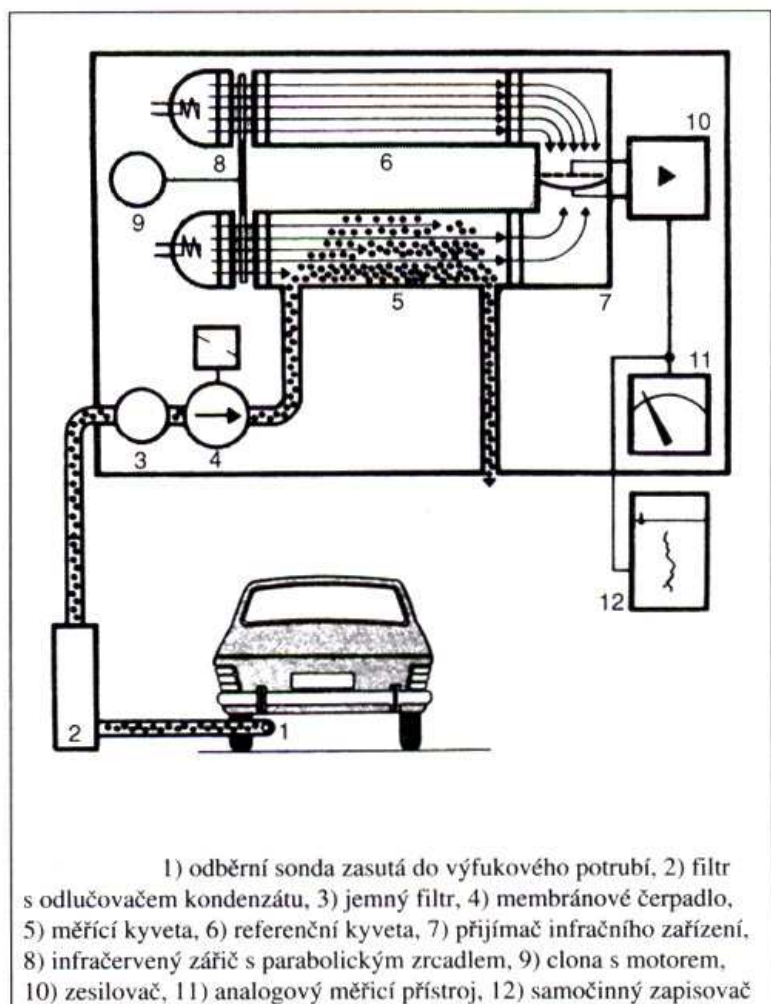
Přístroj umožňuje měření obsahu CO, CO₂, HC, O₂, měření teploty oleje, otáček, součinitele přebytku vzduchu lambda.

Rozsah měření

- CO 0 - 10 obj. %, rozlišení 0,01
- CO₂ 0 - 20 obj. %, rozlišení 0,1
- HC 0 - 9 999 ppm, rozlišení 1
- O₂ 0 - 4 obj. %, rozlišení 0,01
- LAMBDA 0,5 - 2,0 rozlišení 0,001
- Indukční snímač otáček 0 - 5 100 ot/min, rozlišení 10
- Teploměr +5 °C až +90 °C (÷2 °C)

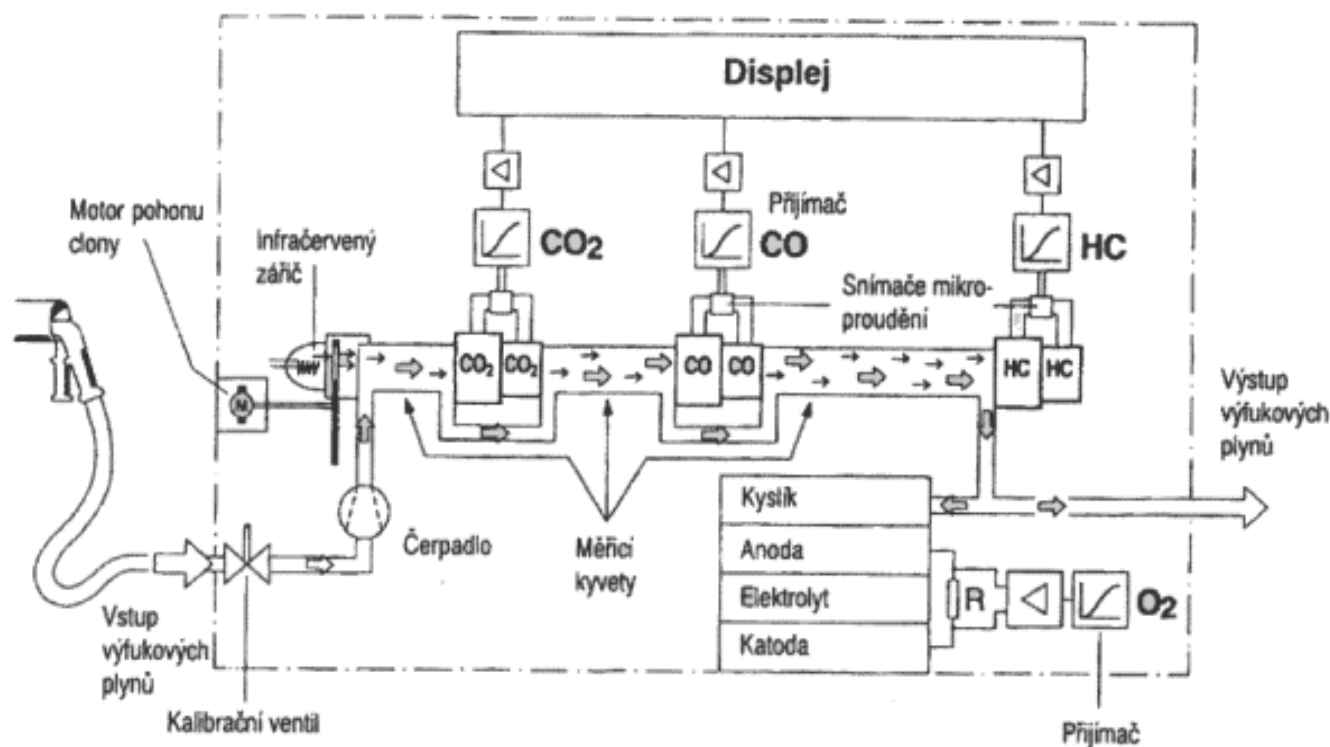
Princip měření: Obsah plynů se měří na základě rozdílné selektivity absorpce záření v infračerveném oblasti elektromagnetického vlnění s vlnovou délkou větší než 800nm (viditelné světlo cca 400 – 800 nm). Analyzátor vyhodnocuje analyzovanou složku plynu porovnávací metodou.

Schéma a funkce infranalyzátoru



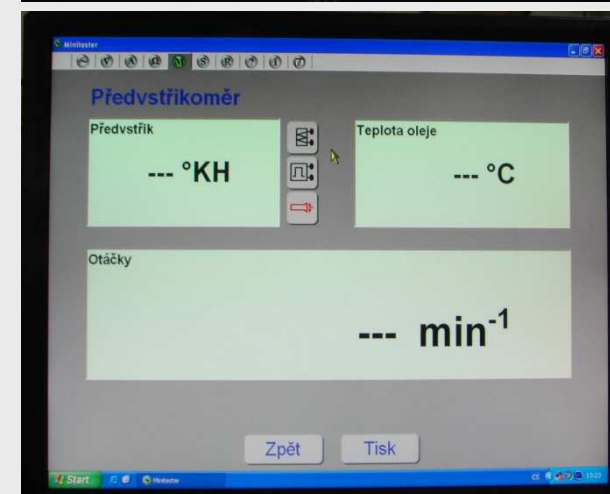
Infraanalyzátor pracuje na principu, kdy částice CO nepropouští v komoře (5) infračervené paprsky, stupeň jejich absorpce je přímo úměrný obsahu CO, přičemž je nutné porovnávat stupeň průchodu infračervených paprsků v okolním vzduchu procházejícím referenční komorou (6).

Schéma čtyřsložkového infraanalyzátoru výfukových plynů

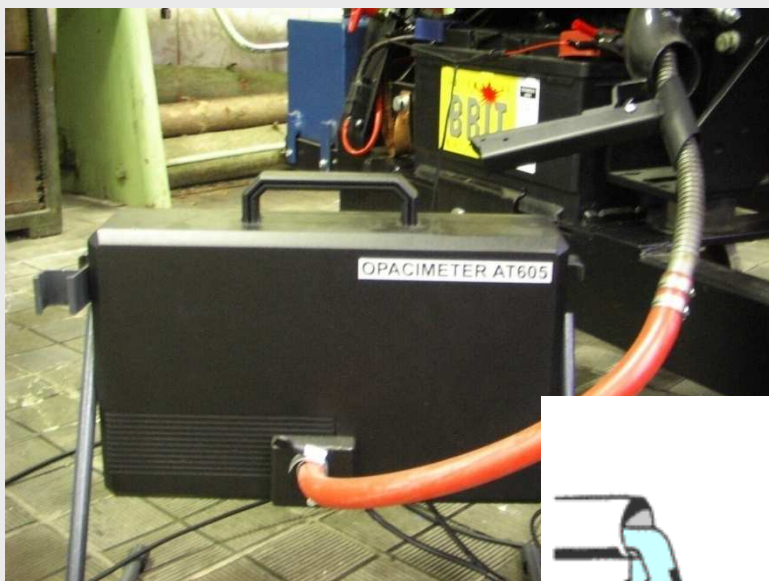


- Měřené výfukové plyny se přes výfukovou sondu pomocí membránového čerpadla nasávají z výfuku vozidla a vedou se přes hrubý filtr a kondenzační filtr ve vodním odlučovači.
- Magnetický ventil přepíná vstup z plynu na vzduch, když přístroj provádí automatickou kalibraci.
- Bezpečnostní filtry před vstupy vzduchu a plynu chrání měřicí komoru před pronikáním pevných částic.
- Tlakovým spínačem se sleduje, aby bylo nasáváno vždy dostatečné množství plynu.

Multifunkční diagnostická stanice ATAL

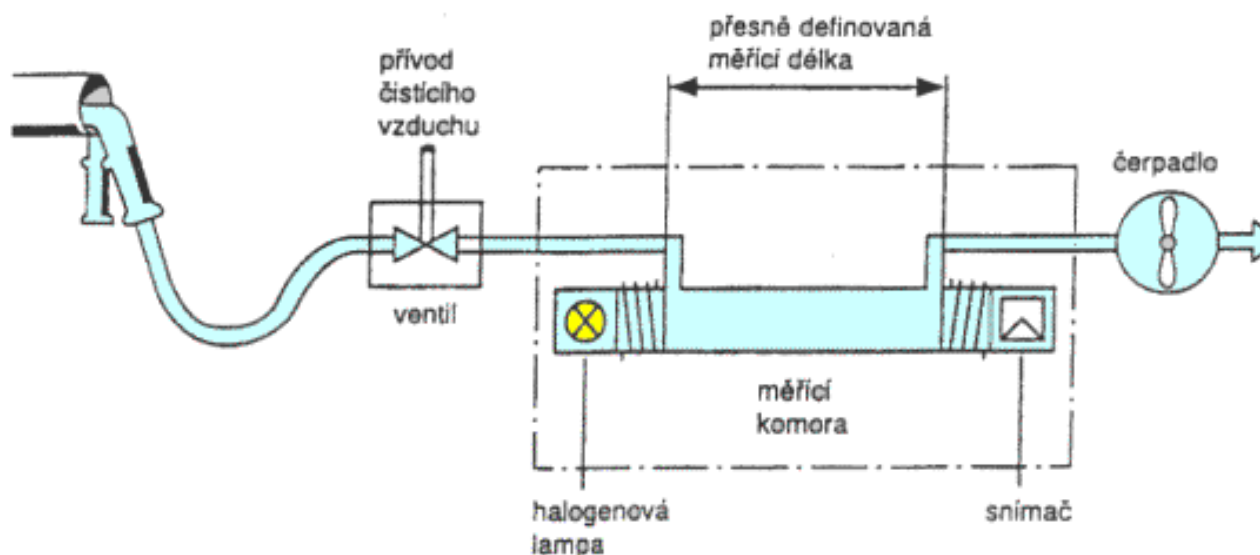


Opacimetr – měření kouřivosti vznětových motorů

V10


Přístroj používá pro měření kouřivosti opacitní metodu, která je založena na měření optického útlumu světla procházejícího sloupcem měřeného kouře v měrné kyvetě.

Je možné realizovat jak pro ustálená, tak akcelerační měření. Během akceleračního testu registruje přístroj volnoběžné a přeběhové otáčky motoru, špičkové hodnoty kouřivosti a doby akcelerace. Je určen pro pracoviště emisních kontrol a servisní pracoviště naftových motorů.



3. Údržba mazacích soustav



Účel mazací soustavy

- Plynule dopravovat olej ke třecím místům a tím snižovat tření a opotřebení třecích dvojic.
- Odstraňovat z oleje produkty opotřebení, chránit součásti před korozí.
- Dotěsňovat spalovací prostor a pomáhat chladit motor .
- Pojmout do celé soustavy takové množství oleje, které zajistí předepsanou spolehlivost a životnost motoru.

Způsoby mazání

- ***Mazání směsí paliva a oleje*** (mix 40:1) - MŘP, malé motocykly, zahradní technika.
- ***Mazání rozstříkem*** – u spalovacích motorů starých konstrukcí.
- ***Tlakové oběžné*** – u soudobých motorů - olej je k mazacím místům dodáván nepřetržitě pomocí olejového čerpadla.

Mazání směsí benzínu a oleje MŘP



Mazání rozstříkem

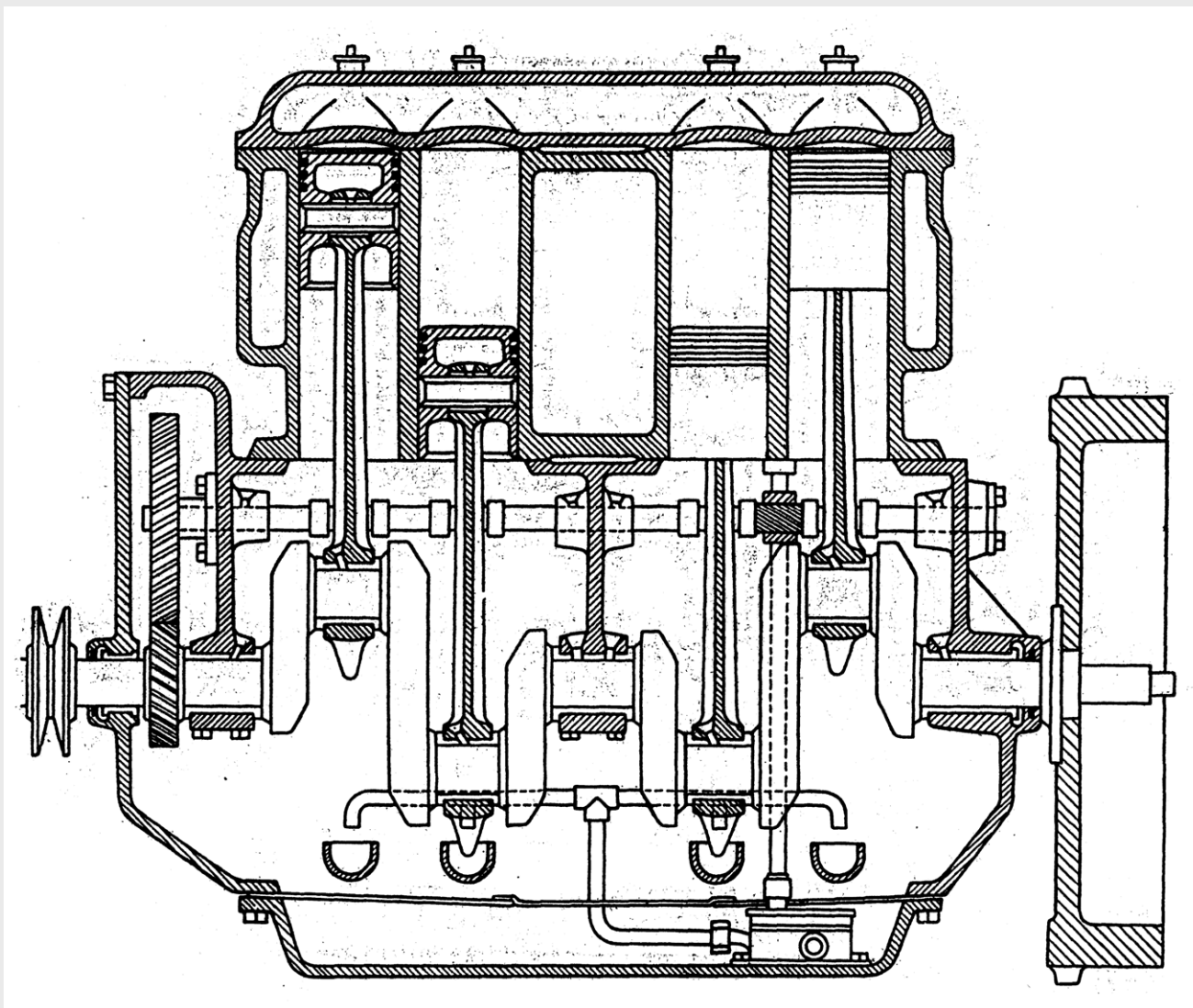
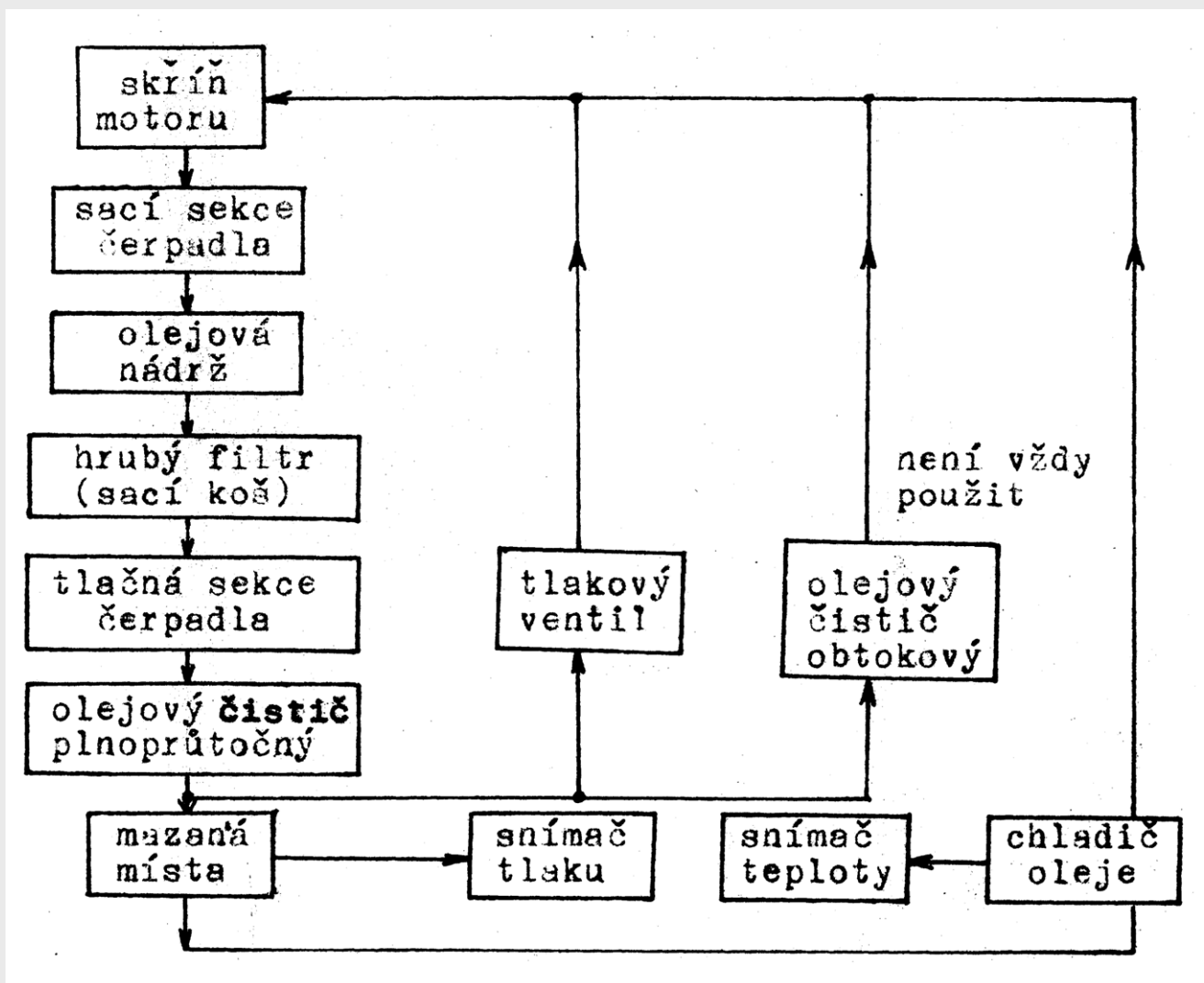
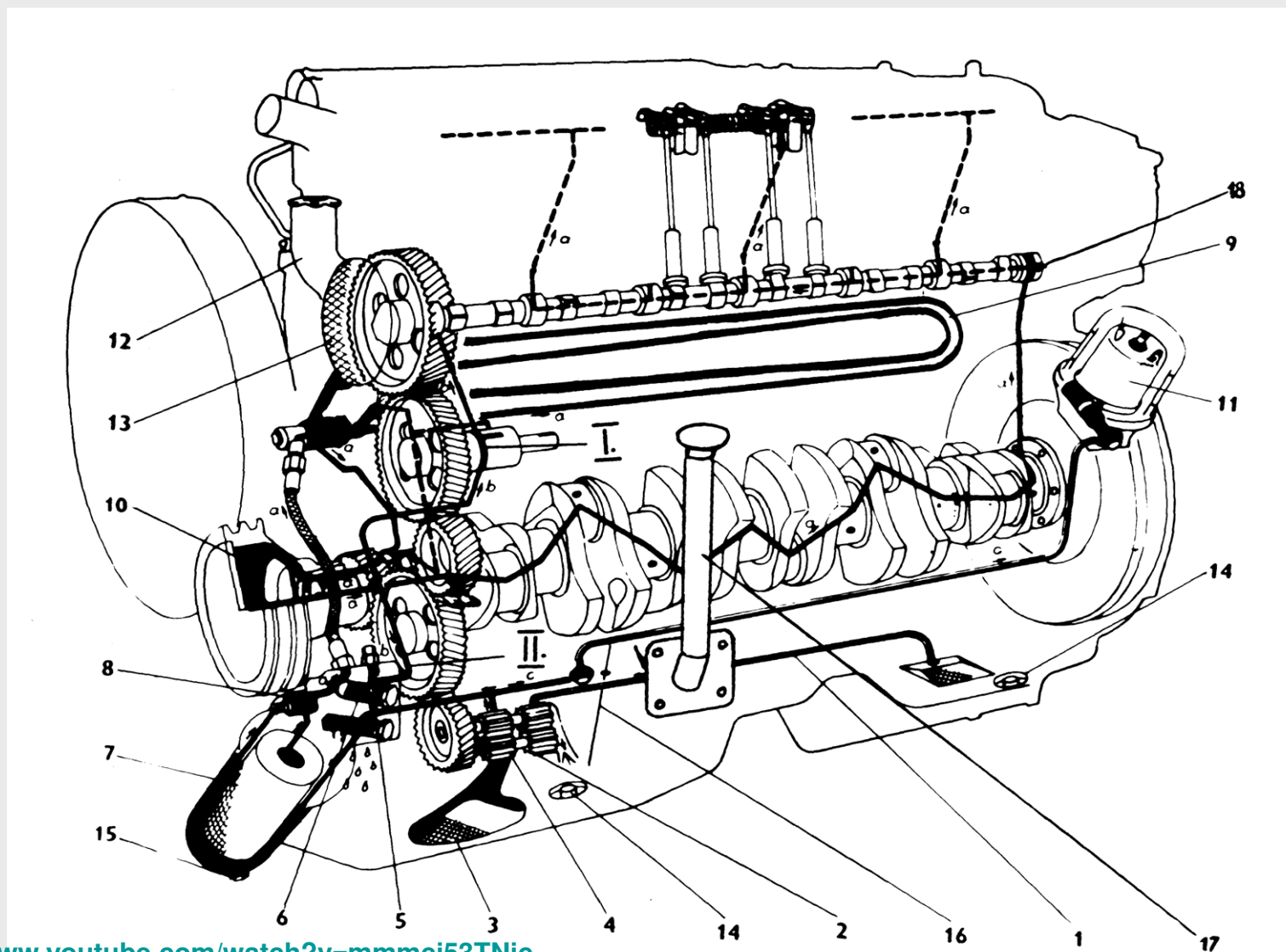


Schéma tlakového oběžného mazání



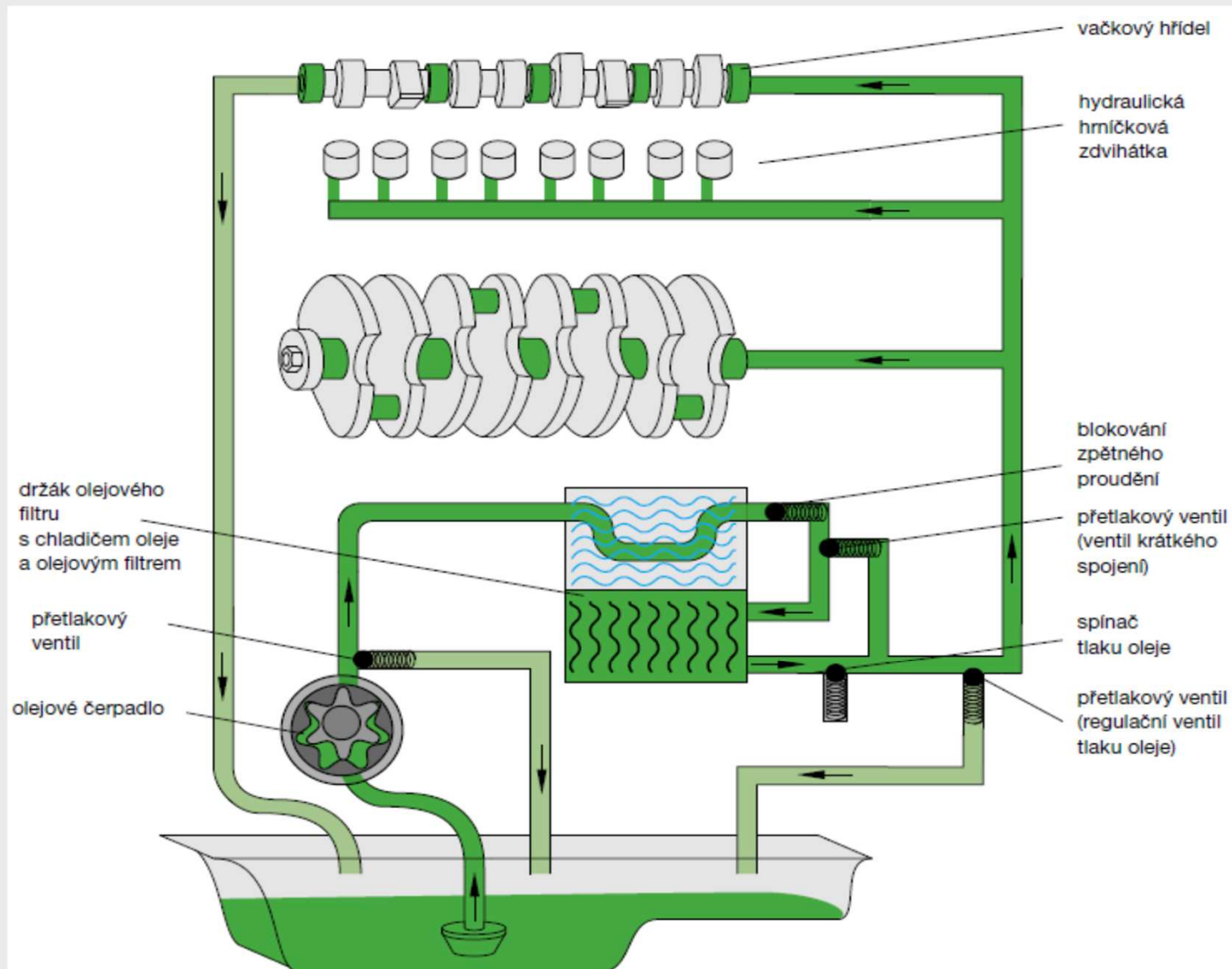
Tlakové oběžné mazání vznětového motoru LIAZ M638

V11

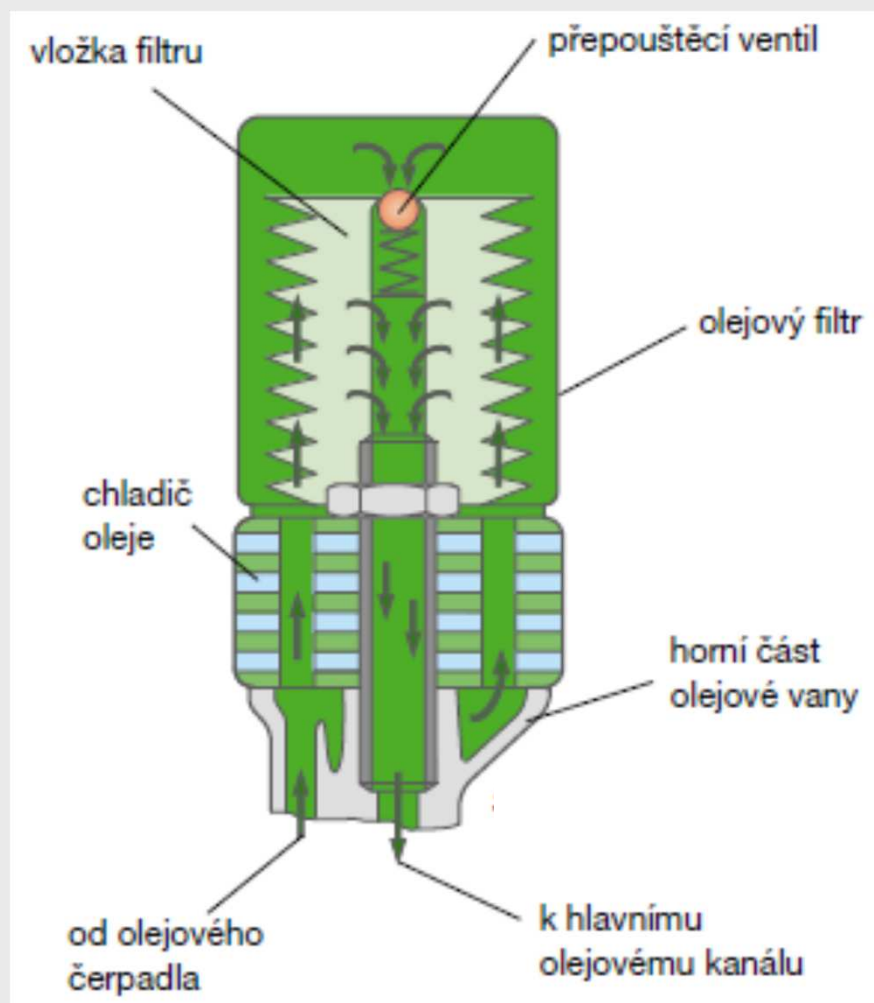


<https://www.youtube.com/watch?v=mmmcyj53TNic>

Mazací soustava moderního motoru



Olejový filtr s chladičem oleje



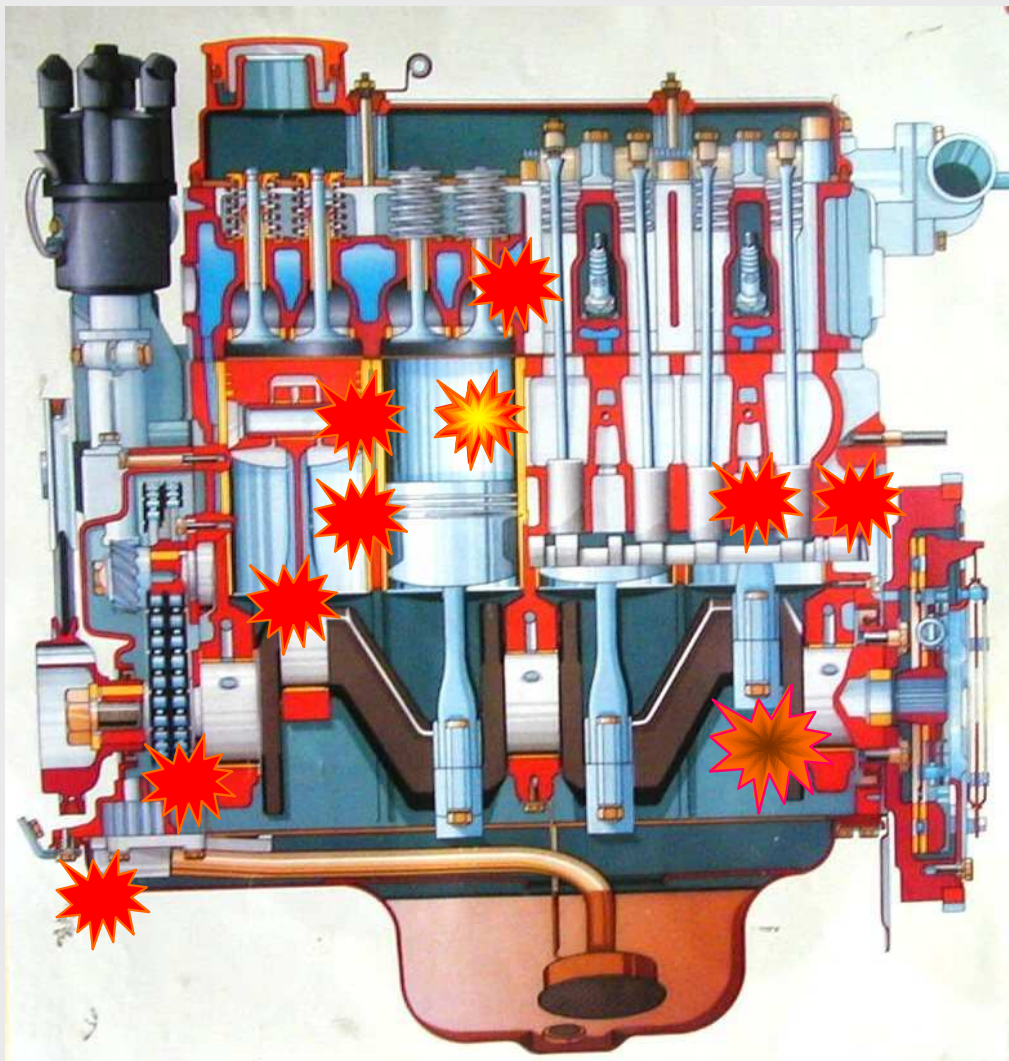
Olejový filtr

Olejový filtr obsahuje kromě vložky filtru i přepouštěcí ventil. V případě, že by byla vložka filtru zanesená nebo měl olej příliš vysokou viskozitu, je úkolem přepouštěcího ventilu olej propustit, a tím zajistit mazání motoru.

Chladič oleje

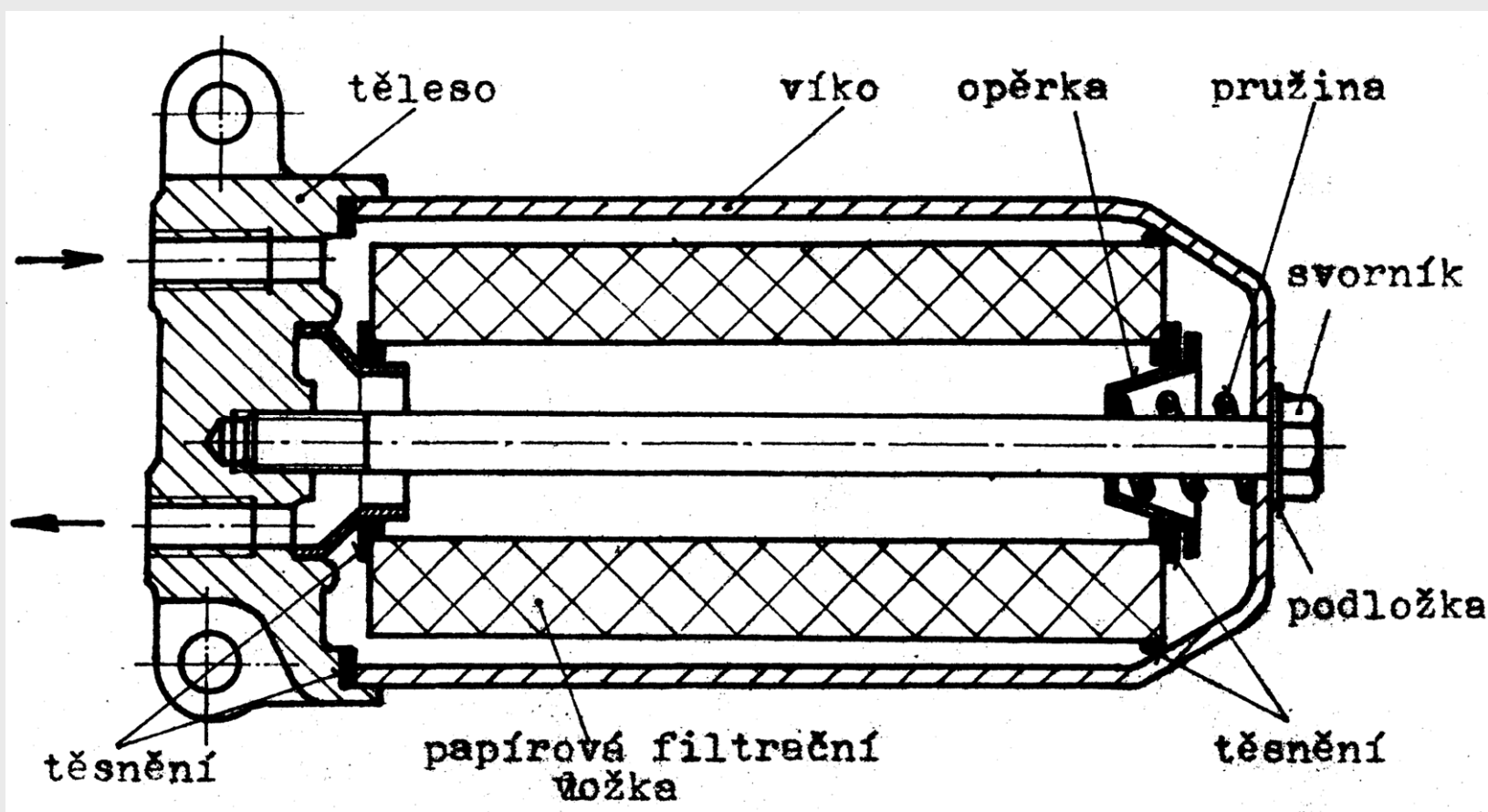
Veškerý olej přiváděný do olejového filtru prochází chladičem oleje.

Možné závady vzniklé nesprávnou činností mazací soustavy

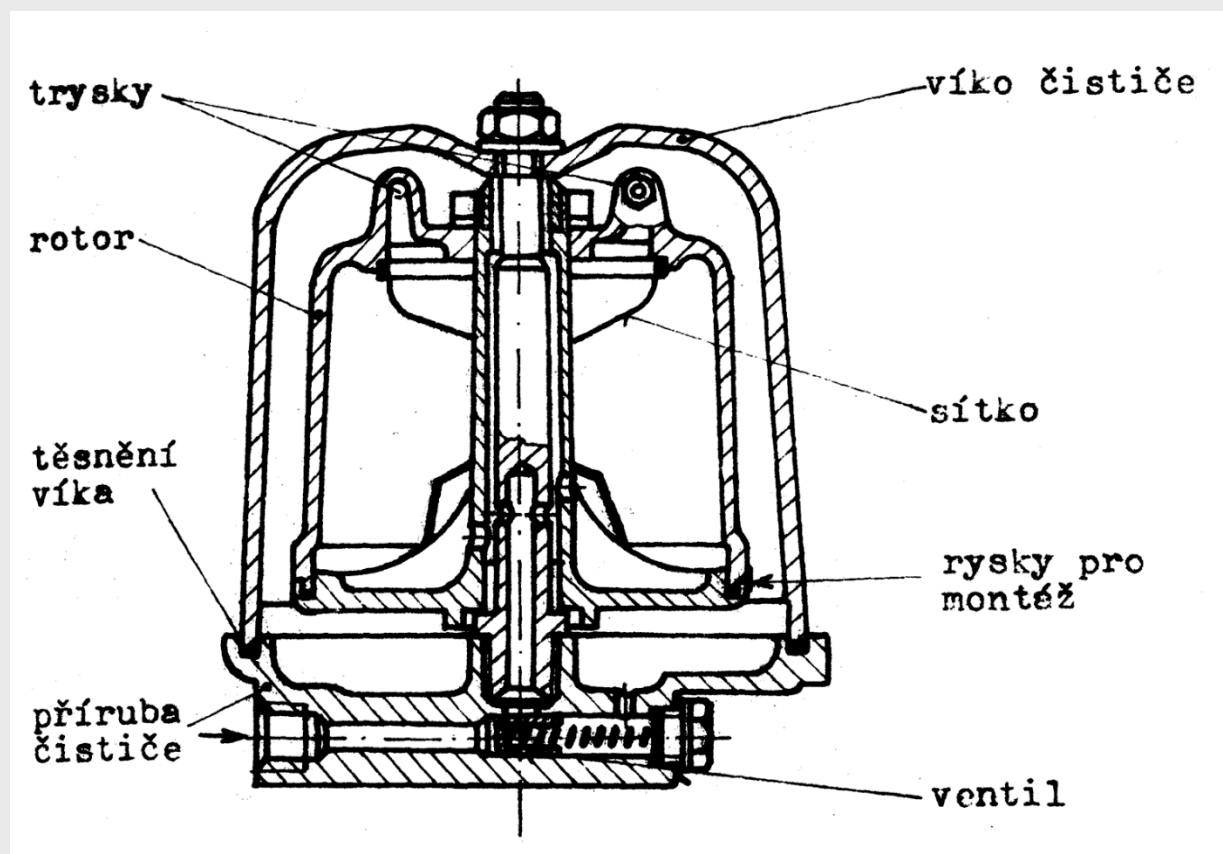


- *Opotřebení ložisek při nedostatečném tlaku mazacího oleje.*
- *Opotřebení ložisek při práci motoru se znečištěným olejem.*
- *Opotřebení ložisek při přetěžování motoru.*

Údržba plnoprůtokového filtru



Údržba obtokového odstředivého filtru



$$F_o = \frac{m \cdot v^2}{R} = \frac{V \cdot \rho \cdot (\omega \cdot R)^2}{R} = \rho \cdot V \cdot R \cdot \omega^2$$

Oleje automobilové motorové

Kromě dobré mazací schopnosti při všech provozních podmínkách musí motorový olej také chránit mazané plochy před korozí, odvádět teplo, být tepelně stálý a dlouhodobě skladovatelný a nesmí pěnit, poškozovat mazané a těsnicí materiály, tuhnout a vylučovat parafiny při nižších teplotách.

Rozeznáváme u nich viskozitní a výkonové třídy

VISKOZITNÍ TŘÍDY MOTOROVÝCH OLEJŮ PODLE SAE (SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS)

strana 79

Viskózní třída SAE	Viskozita ve studeném stavu		Viskozita při 100°C	
	max. viskozita [mPa.s]	*hraniční čerpací teplota [°C]	minimální viskozita [mm ² /s]	maximální viskozita [mm ² /s]
20	-	-	5,6	< 9,3
30	-	-	9,3	< 12,5
40	-	-	12,5	< 16,3
40	-	-	12,5	< 16,3
50	-	-	16,3	< 21,9
60	-	-	21,9	< 26,1
0W	6200 při -35°C	-40	3,8	-
5W	6600 při -30°C	-35	3,8	-
10W	7000 při -25°C	-30	4,1	-
15W	7000 při -20°C	-25	5,6	-
20W	9500 při -15°C	-20	5,6	-
25W	13000 při -10°C	-15	9,3	-
Poznámka: * - teplota, při níž je viskozita 60000 [mPa.s] ** - platí pro 0W40, 5W40, 10W40 *** - platí pro 15W40, 20W40, 25W40, 40				

Poznámka:

Několik málo výrobců umí vyrobit olej 0W/40 u syntetik i 10W/60

VÝKONNOSTNÍ TŘÍDY OLEJŮ PODLE AMERICKÉ NORMY API (BENZÍNOVÉ MOTORY) S (SERVICE STATION OILS)

Strana 80

V ý k o n n o s t n í t ř í d a A P I	S t a t u s	P o u ž í t í o l e j e
SL	Současná	Pro všechny současné motory a starší. Kategorie zavedena roku 2001.
SJ	Současná	Pro motory z roku 1996 a starší.
SH	Zastaralá	Pro motory z roku 1996 a starší. Olej obsahuje aditiva pro kontrolu deposit, pro snížení oxidace oleje, snížení opotřebení a aditiva proti korozi.
SG	Zastaralá	Pro motory z roku 1989 - 1993. Olej obsahuje aditiva pro kontrolu deposit, pro snížení oxidace oleje, snížení opotřebení a aditiva proti korozi.
SF	Zastaralá	Pro motory z roku 1980 - 1989. Obsahuje aditiva pro zvýšení oxidační stability a aditiva proti opotřebení, aditiva pro kontrolu tvorby usazenin za nízké i vysoké teploty, pro ochranu proti opotřebení a korozi.
SE	Zastaralá	Pro motory z roku 1971 - 1979. Obsahuje aditiva zabraňující oxidaci oleje, aditiva pro kontrolu tvorby usazenin za nízké i vysoké teploty, pro ochranu proti opotřebení a korozi.
SD	Zastaralá	Pro motory z roku 1968 - 1970. Obsahuje aditiva pro kontrolu tvorby usazenin za nízké i vysoké teploty, pro ochranu proti opotřebení a korozi.
SC	Zastaralá	Pro motory z roku 1964 - 1967. Obsahuje aditiva pro kontrolu tvorby usazenin za nízké i vysoké teploty, pro ochranu proti opotřebení a korozi.
SB	Zastaralá	Pro starší motory vyžadující minimální ochranu aditiv. Lze použít pouze je-li výslovně požadováno výrobcem.
SA	Zastaralá	Pro starší motory, bez nároku na výkon a ochranu.

VÝKONNOSTNÍ TŘÍDY OLEJŮ PODLE AMERICKÉ NORMY API (NAFTOVÉ MOTORY) C - COMMERCIAL OILS

Strana 81

V ý k o n n o s t n í t ř í d a A P I	S t a t u s	P o u ž í t í o l e j e
C H - 4	Současná	Zavedena v roce 1998. Pro vysoko-rychlostní čtyřdobé motory, u kterých je vyžadováno splnění výfukových emisních norem z roku 1998. CH-4 oleje mají speciální složení pro užití s palivem s hmotnostním obsahem síry do 0.5%. Může být použit místo CD, CE, CF-4 a CG-4 olejů.
C G - 4	Současná	Zavedena v roce 1995. Pro vysoce zatížené, vysoko rychlostní, čtyřdobé motory užívající palivo s hmotnostním obsahem síry do 0.5%. CG-4 oleje jsou požadovány pro motory splňující emisní normy z roku 1994. Může být použit místo CD, CE a CF-4 olejů.
C F - 4	Současná	Zavedena v roce 1990. Pro vysoko-rychlostní, čtyřdobé, atmosféricky plněné motory a motory s turbodmychadlem. Může být použit místo CE olejů.
C F - 2	Současná	Zavedena v roce 1994. Pro vysoce zatížené, dvoudobé motory. Může být použit místo CD-II olejů.
C F	Současná	Zavedena v roce 1994. Pro off-road motory s nepřímým vstřikováním a motory používající palivo s hmotnostním objemem síry nad 0.5%. Může být použit místo CD olejů.
C E	Zastaralá	Zavedeno v roce 1987. Pro vysoko-rychlostní, čtyřdobé, atmosféricky plněné motory a motory s turbodmychadlem. Může být použit místo CC a CD olejů.
C D - II	Zastaralá	Zavedeno v roce 1987. Pro dvoudobé motory.
C D	Zastaralá	Zavedeno v roce 1955. Pro určité atmosféricky plněné motory a motory s turbodmychadlem.

Syntetické oleje



- Základový olej vzniklý syntetickou cestou se aditivuje podobně jako olej minerální, ovšem mnoho aditiv je odlišných a vhodných pouze do synteticky vyráběných olejů.
- Z hlediska viskozity není velkým problémem dosáhnout 0W/50 pro závodní motory. Olej 5W/40 se používá pro vysoce namáhané moderní motory, kde je i složení aditiv upraveno pro tak náročné použití.
- Výroba syntetických olejů je velmi variabilní z hlediska složení základové složky, proto je možné pomocí vhodných aditiv vyrobit olej s obrácenou charakteristikou viskozity, kdy olej se **zvyšující se teplotou houstne**. Rozdíl v hustotě ale není tak výrazný jako u klasického minerálního oleje. Takto se chová většina kvalitních syntetických olejů, zvláště typy určené do motorů s prodlouženými servisními intervaly (0W/30).
- Pozor na tepelné přetížení oleje - může dojít k úplné degradaci základní složky! Závodní a sportovní motory jsou proto vybavovány chladiči oleje.

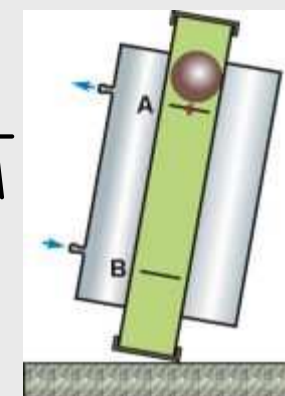
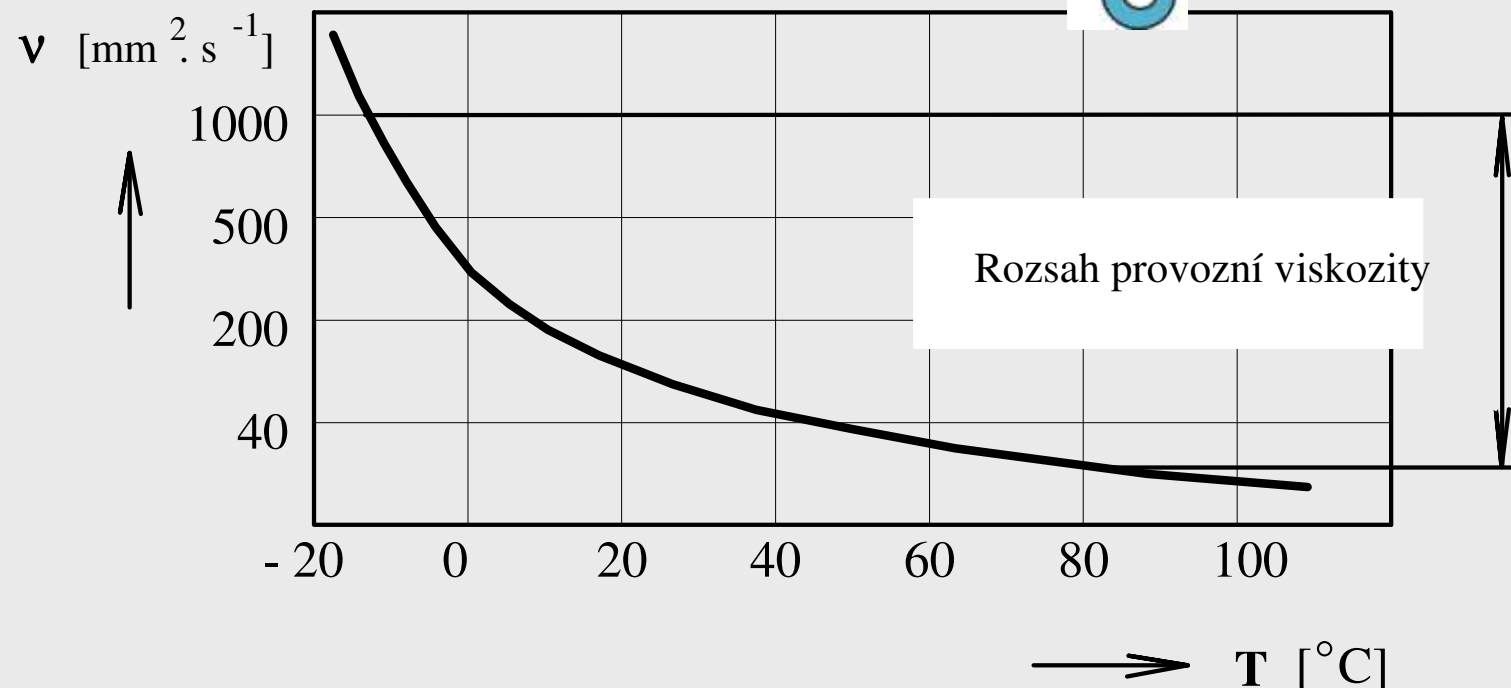
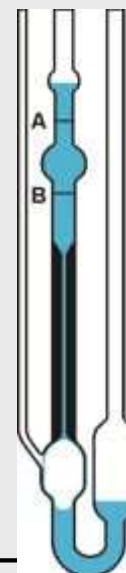
*Diagnostika technického stavu maziva
metodami tribotechnické diagnostiky*

V provozních podmínkách se zejména hodnotí:

- kinematická viskozita,
- bod vzplanutí,
- obsah vody,
- celkové znečištění (mazací oleje),

Viskozita

- Měření viskozity je možno provádět několika druhy viskozimetrů podle ČSN 65 62 16 (kapilární viskozimetry typu Ubbelohde), nebo Hopplerův viskotimetr – měření doby pádu kuličky v kapalinou naplněné trubici.
- Viskozita mazacího oleje by se během provozu neměla změnit o více než $\pm 10\%$

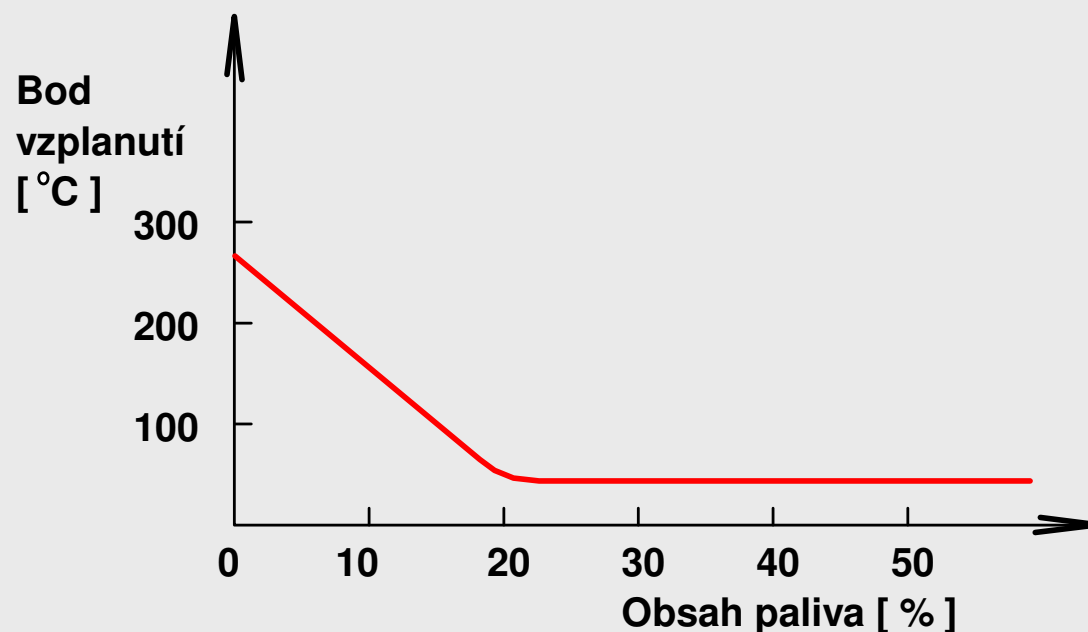


Bod vzplanutí



- Bod vzplanutí je teplota, při které zahříváním v předepsaném přístroji (např. v otevřeném kelímku podle Clevelanda) vzniklá směs olejových par přiblížením plaménku vzplane a opět zhasne.
- Ke zkoušce je třeba asi 100 ml oleje. Výše bodu vzplanutí u čistých olejů závisí na jejich frakčním složení a přítomnosti nejtěkavějších podílů. Pohybuje se např. u motorových olejů v rozmezí od 190°C až po 235 °C. Zkouška se provádí v kelímku na místě, které je chráněno od průvanu a je dostatečně tmavé, aby bod vzplanutí byl dobře viditelný.

Závislost bodu vzplanutí na obsahu paliva v mazacím oleji



Pro určení stavu a další životnosti maziva je znalost bodu vzplanutí důležitá hlavně u motorových olejů, kde se pomocí poklesu bodu vzplanutí stanovuje přibližné množství paliva v oleji.

Měření obsahu vody v oleji

Výskytu stopového množství kondenzující vody lze jen stěží zabránit a v oleji bývá často přítomna.

Voda v oleji:

- vytváří emulze → tendence ke zvyšování viskozity,
- nepříznivě ovlivňuje oxidační stabilitu oleje → vytváří se nebezpečné kaly,
- vylučuje sedimentací některá aditiva,
- snižuje kvalitu mazacího filmu a značně zvyšuje korozi.

Za přípustnou hodnotu je uvažováno:

- 0,1 ÷ 0,2 % hmotnostního obsahu vody,
- u hydraulických olejů pouze 0,05 %.

Stanovení vody v oleji se stanoví:

- potenciometrickou titrací s Fischerovým činidlem-ČSN 65 03 30,
- informativně, tzv. „prskacím testem“ - ČSN 65 62 31,
- měřením tenze par vznikajících chem. reakcí látek s vodou.



Přístroj na potenciometrickou titraci

Měření celkového znečištění

Používané metody:

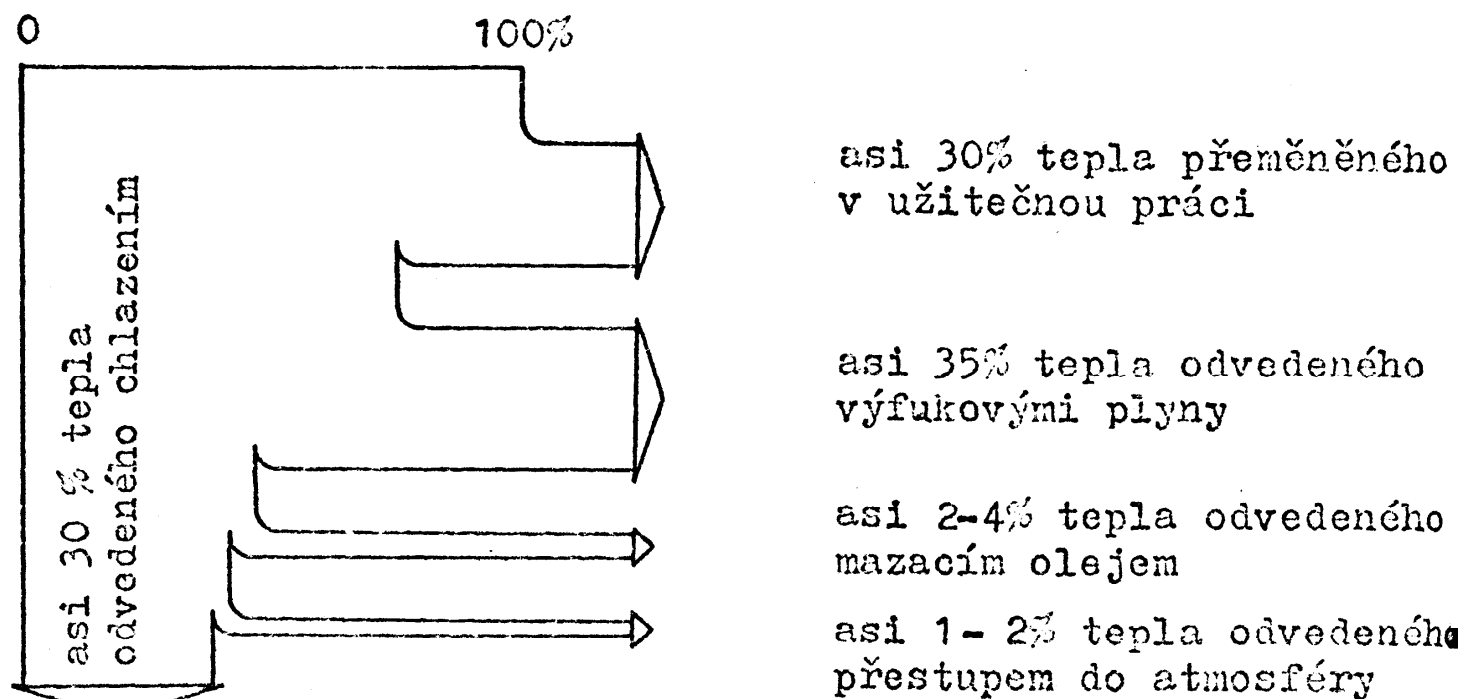
- 1) **Měření změn dielektrických vlastností oleje** - hodnocena je přítomnost mechanických nečistot (SiO_2 , otěrové částice) a zplodin termooxidačních reakcí - principem metody je měření změny kapacity snímače, jehož dielektrikum tvoří hodnocený olej, naměřené výsledky se porovnávají s etalonovými pro nový olej (TRIBO 1).
- 2) **Měření založené na fotodenzimetrii** - princip spočívá v měření zeslabení záření způsobené průchodem hodnoceným vzorkem. V praxi se používají přístroje TCM-H (fotodenzimetrie bílého světla - citlivost na mechanické nečistoty), CCT-infra (fotodenzimetrie infračervená na vlnové délce odpovídající karbonizačnímu zbytku-citlivost na termooxidační produkty).



4. Údržba chladících soustav

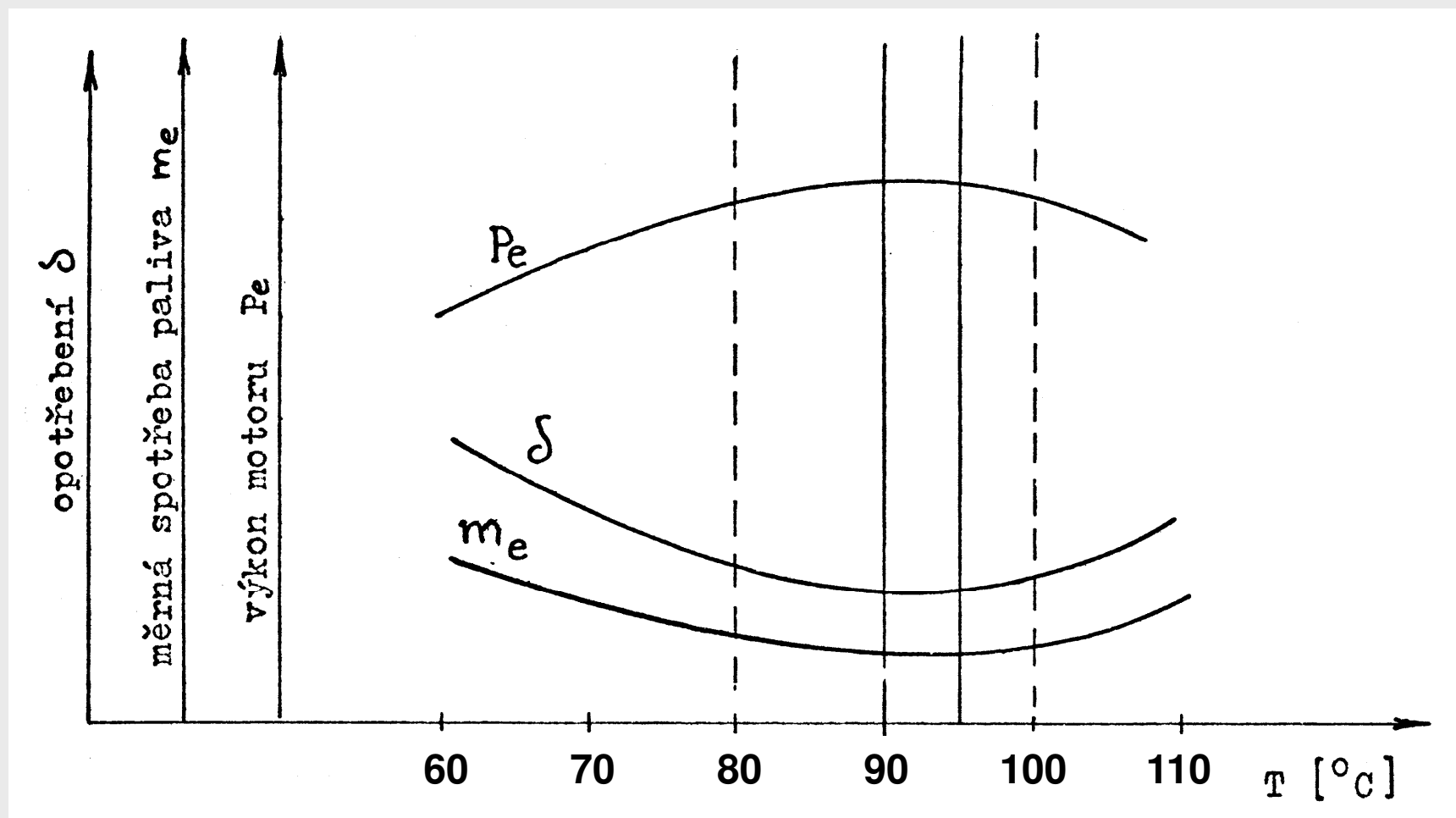


Tepelná bilance SM

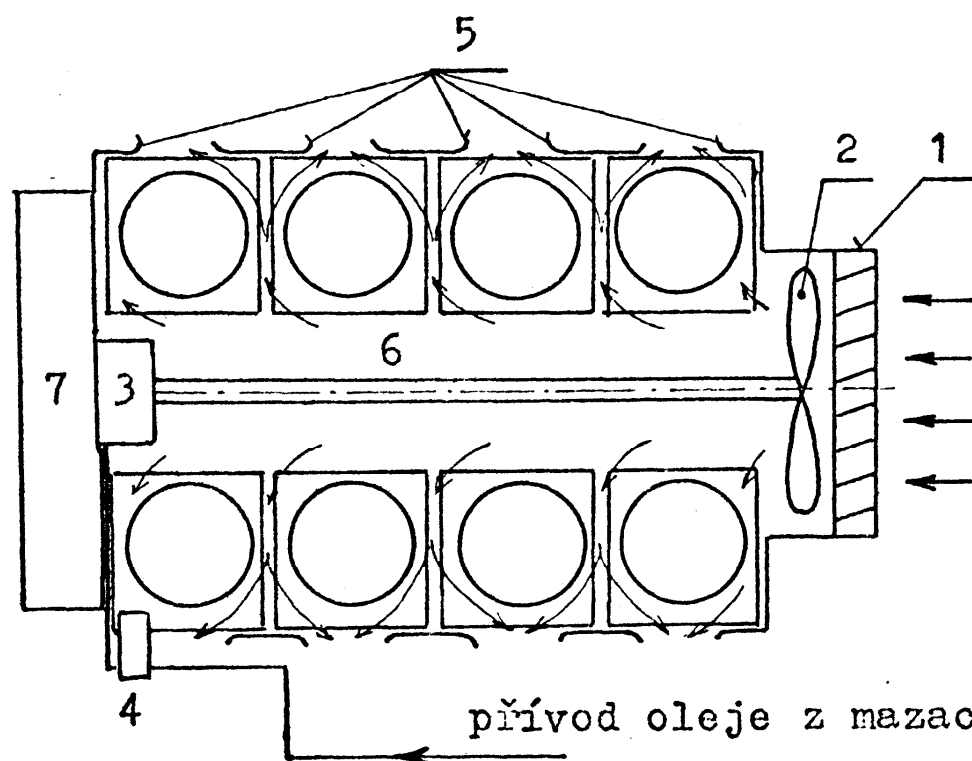


Místa určení teploty	Teplota součástí ve °C	
	Chlazení vzduchem	Chlazení kapalinou
Stěny válců	140 - 180	90 - 110
Dna pístů	300 - 400	300 - 400
Talířek sacího ventilu	200 - 250	150 - 200
Talířek výfuk. ventilu	600 - 800	600 - 800
Ložiska klikového hřídele	70 - 90	70 - 90

Optimální provozní teplota



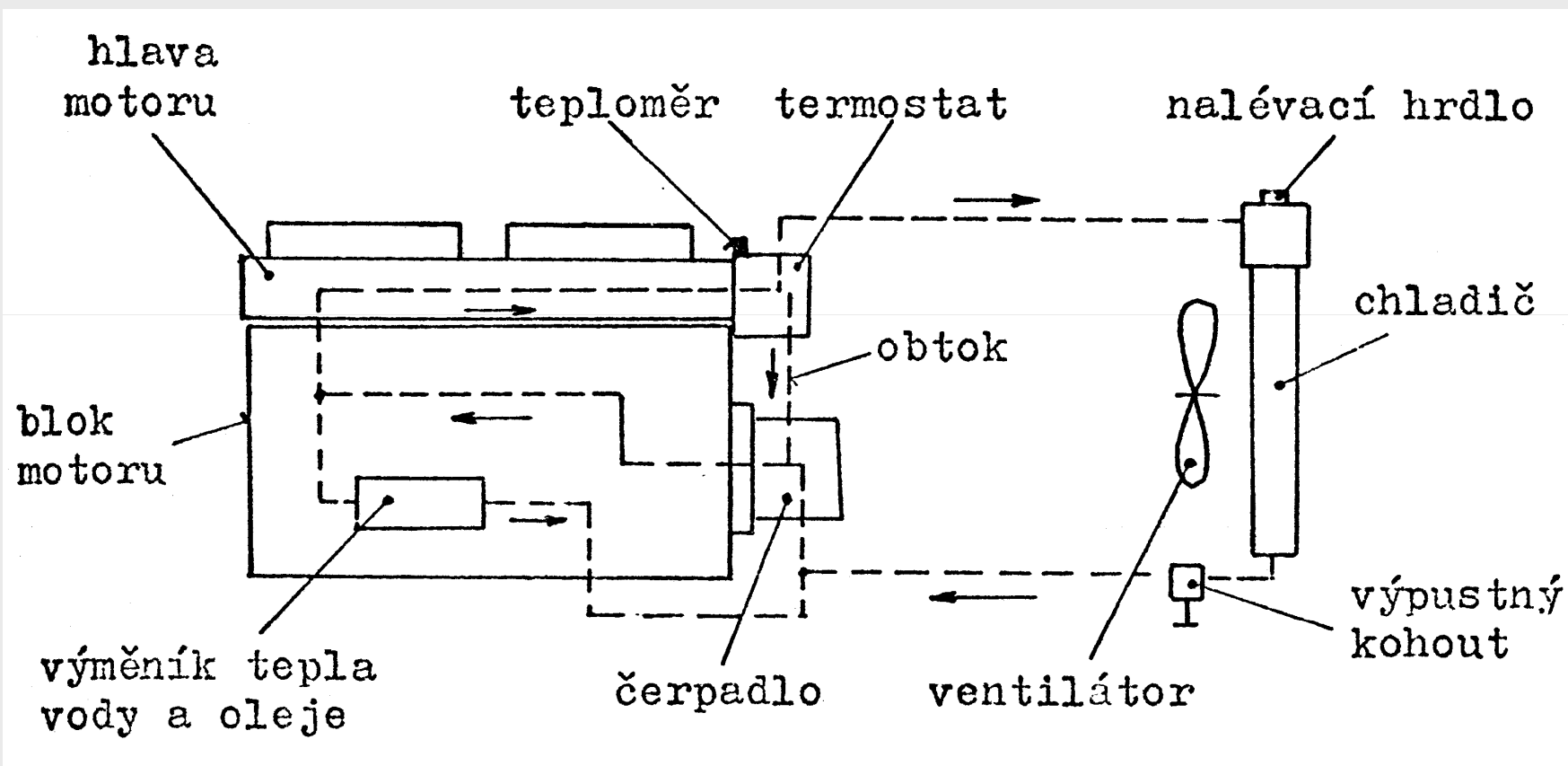
Vzduchem chlazené motory



- 1 - rozváděcí kolo ventilátoru
- 2 - oběžné kolo ventilátoru
- 3 - kapalinová spojka
- 4 - ventil regulace chlazení
- 5 - deflektory
- 6 - hřídel
- 7 - rozvodová kola

V12

Kapalinou chlazené motory



Poruchy vzniklé nesprávnou činností chladících soustav

- A) Zadření pístů a ložisek z přehřátí.
- B) Podfukování mezi hlavou válců a blokem.
- C) „Zasmolení“ motoru.

5. Údržba čističů vzduchu



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Význam čištění nasávaného vzduchu

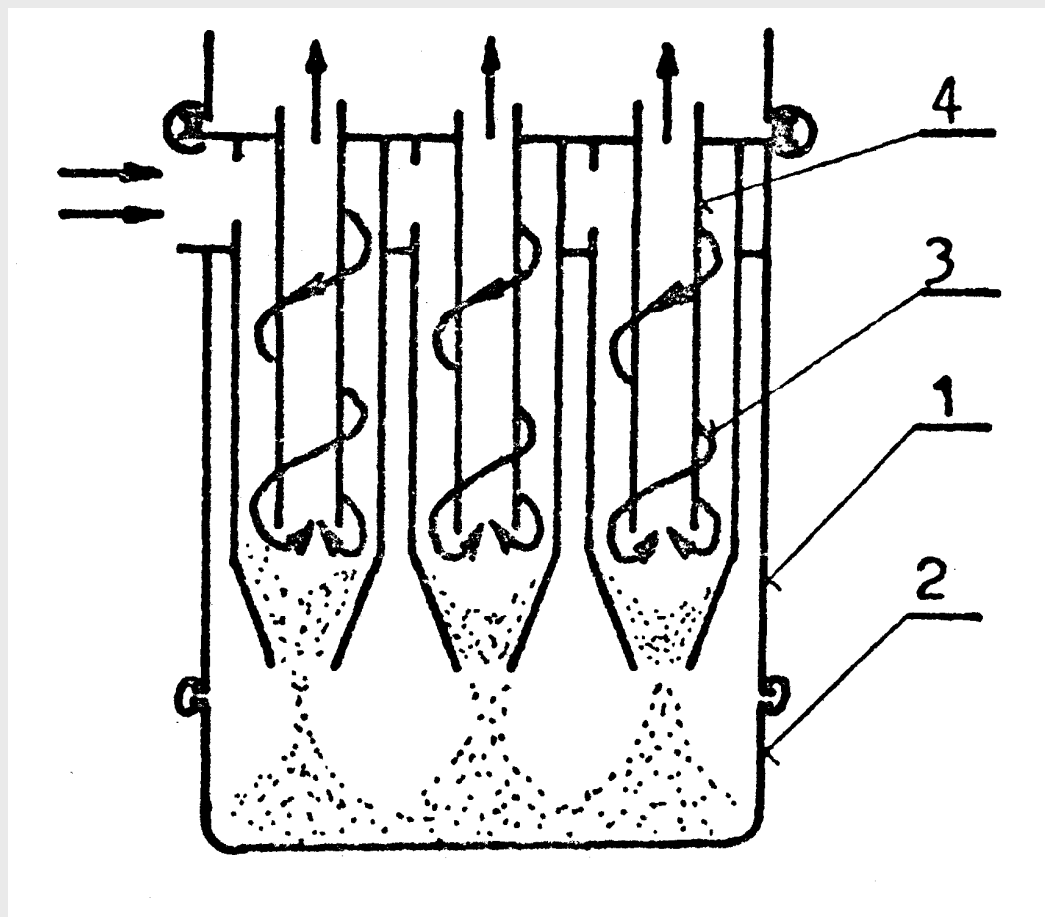
Význam čištění vzduchu je dán mimo jiné koncentrací prachu, tj. jeho obsahem v 1 m³ vzduchu

- zelený porost
0,001 až 0,05 g/m³
- cesty s upraveným povrchem
0,15 až 1,5 g/m³
- cesty s prašným povrchem
až 3 g/m³
- polní cesty, terén
až 6 g/m³

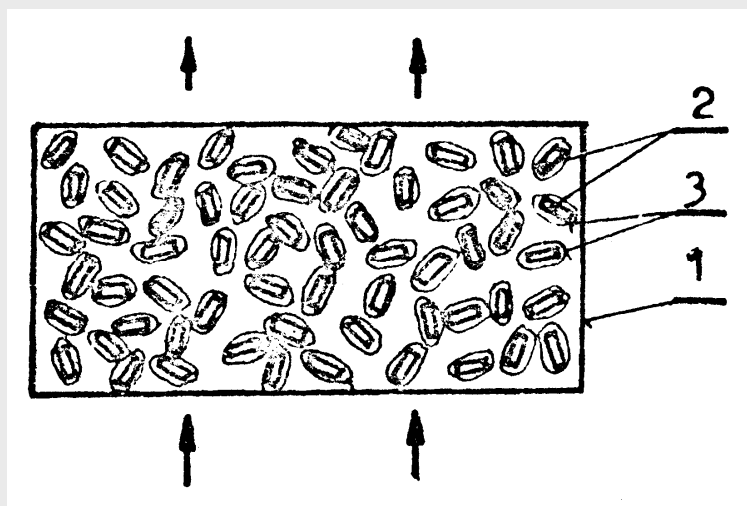
Například vznětový 8-mi válcový motor Tatra nasaje za hodinu cca 600 m³ vzduchu. Při absenci vzduchových filtrů by se na prašných cestách mohlo nasát až 4 kg prachu do spalovacího prostoru!



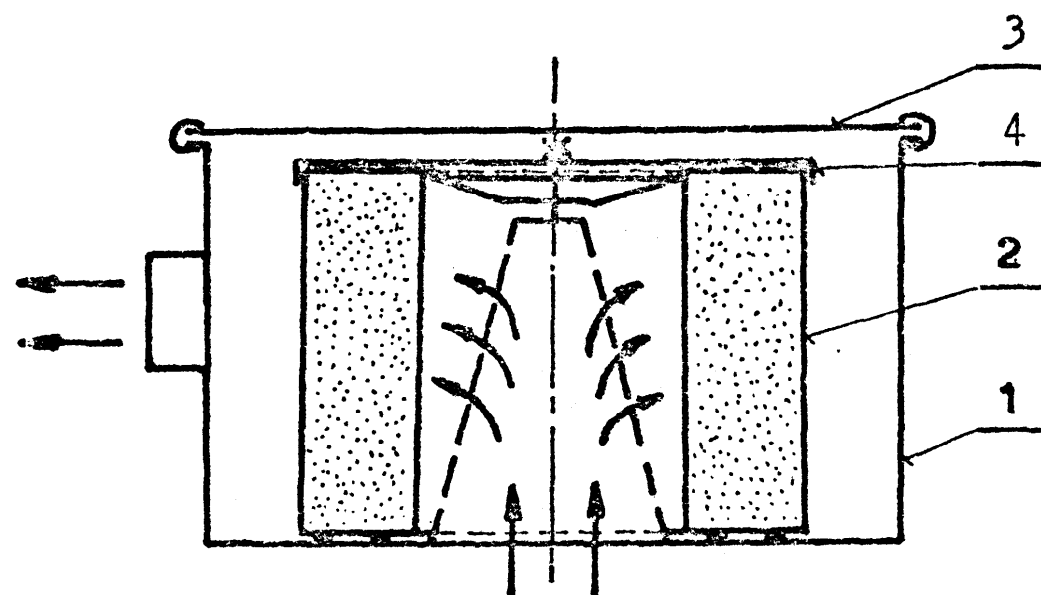
Údržba hrubých cyklónových filtrů



Údržba jemných filtrů

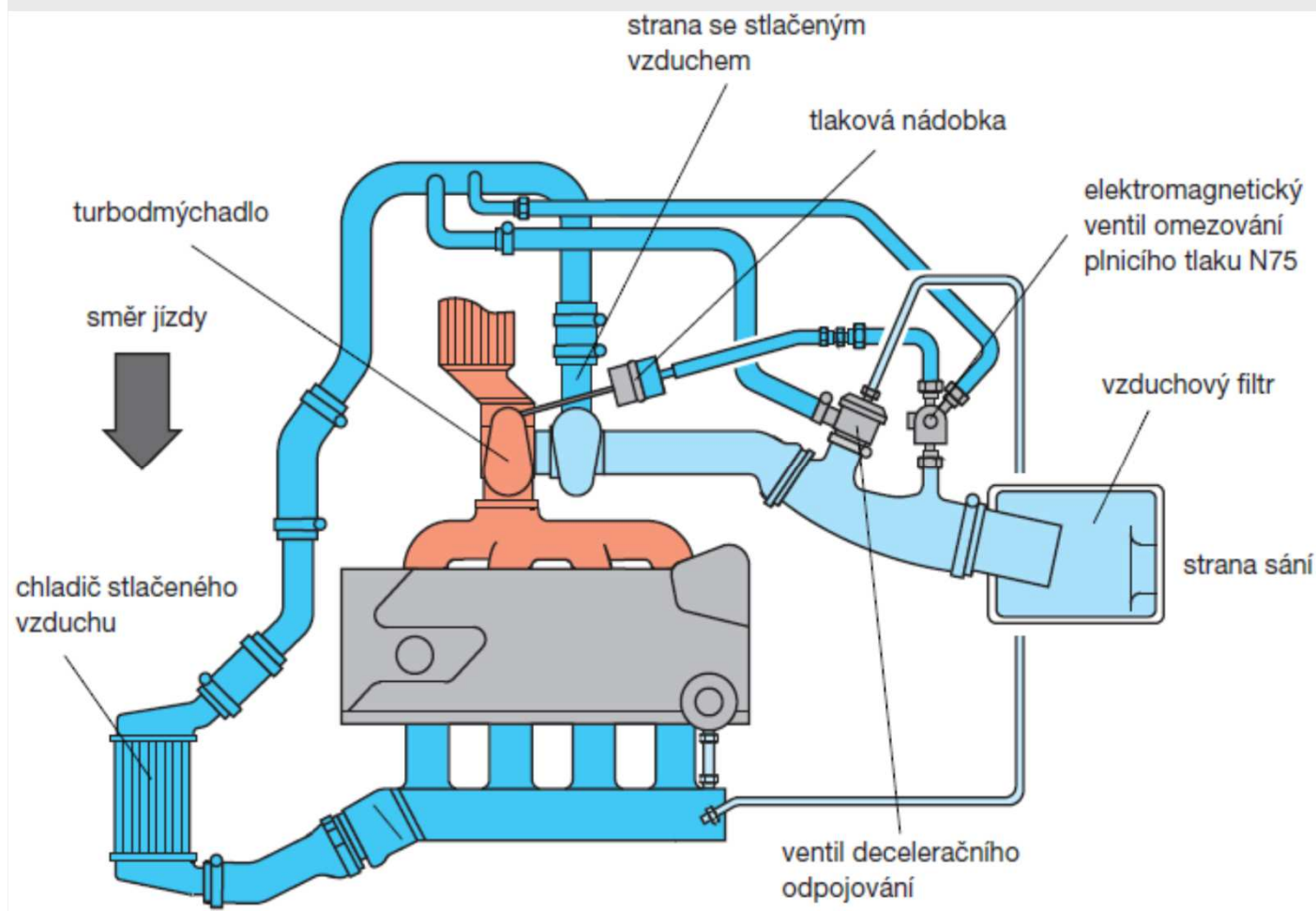


„mokrý“ kontaktní vložka



papírová filtrační vložka

System plnění vzduchu přeplňovaných motorů



Turbína turbodmychadla je poháněna výfukovými plyny ($n = 10000$ až 12800 min^{-1}). Čerpadlo spojené společnou hřídelí s turbínou nasává vzduch přes vzduchový filtr a následně jej stlačuje na max. plnicí tlak 168 kPa .

Množství vzduchu v průběhu sání do spalovacího prostoru se tak zvětší a výsledkem je zvýšení výkonu při stejném obsahu a počtu otáček motoru.

U některých motorů se přeplňování využívá nejen ke zvýšení výkonu, ale i k vytvoření příznivé (ploché) momentové charakteristiky v širokém rozsahu otáček.



Děkuji za pozornost

