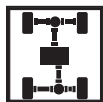




**Automobil
od A do Z**



Servis



Podvozek



**Organizace
práce**



Motor



**Systémy
a příslušenství**



**Bezpečnost
a hygiena práce**



Geometrie



**Nářadí
a vybavení dílen**



**Paliva
a maziva**



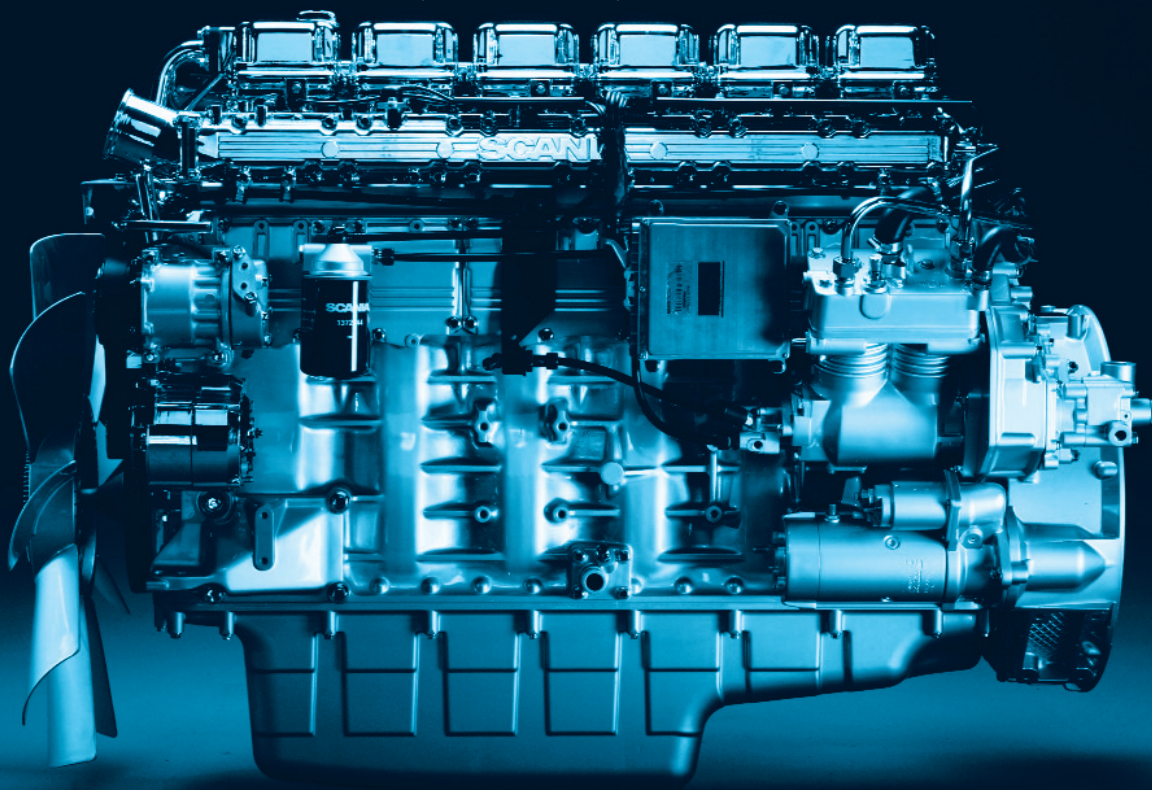
**Diagnostika
a měření**



**Elektr. zařízení,
elektronika**

Praktická dílna

Elektronické řízení vznětového motoru (EDC) II.





Elektronické řízení vznětového motoru (EDC) II.

Přinášíme vám další díl seriálu věnovaný řízení vznětových motorů. Celý seriál tvoří řada postupně překládaných kapitol z knihy Meisterwissen im KFZ-handwerk z našeho sesterského vydavatelství Vogel Verlag v Německu.

Akční členy

Akční členy jsou ovládány prostřednictvím výstupů řídicí jednotky, ve většině případů impulzově. Přitom převádějí elektrické výstupní signály na mechanické veličiny, jako např. ventil obtoku, po případě vodící lopatky v turbodmychadle výfukových plynů nebo ventil recirkulace výfukových plynů.

Recirkulace výfukových plynů (AGR)

Recirkulace výfukových plynů je účinná od teploty chladicí kapaliny cca 60 °C (ne při chodu naprázdno), vždy v pracovním režimu neúplného zatížení mezi 1000 a 3500 min⁻¹ (viz obr. 1). Pracuje společně s elektronickou regulací vstřikování nafty (EDC). V řídicí jed-

notce je stupeň recirkulace výfukových plynů (tzn. otevření recirkulačního ventilu) uložen v příslušném poli charakteristik. V tomto paměťovém poli charakteristik je pro každý pracovní bod uloženo potřebné množství nasávaného vzduchu, jaké je zapotřebí v závislosti na otáčkách, vstřikovaném množství paliva (odpovídajícím stavu zatížení) a teplotě motoru. Řídicí jednotka dostává z měřiče hmotnosti vzduchu informaci o momentálně nasávané hmotnosti vzduchu, porovnává ji s uloženou požadovanou veličinou a podle toho dává množství zpětně přiváděných plynů. Kromě toho řídicí jednotka ovládá elektropneumatický ventil, který vytváří spojení mezi vakuovým čerpadlem a ventilem recirkulace výfukových plynů (ventil AGR), a to prostřednictvím obdélníkového signálu s modulovanou

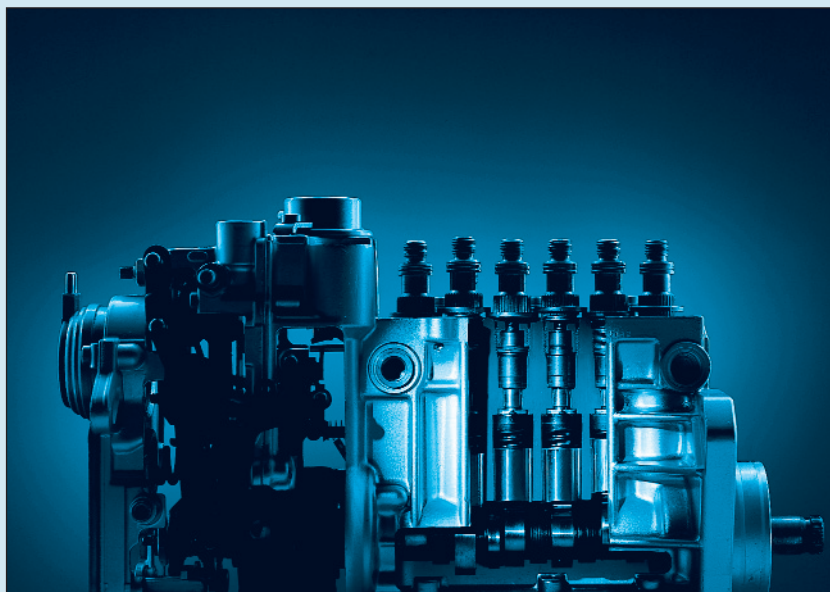
šířkou impulzu. Ventil AGR nastavuje podle pracovního podtlaku velikost průtočného průřezu. Pokud dojde k výpadku recirkulace výfukových plynů, nasává motor větší množství vzduchu. Měřič hmotnosti nasávaného vzduchu o tom podá informaci řídicí jednotce (vlastní diagnostika), která podle toho sníží otáčky (deregulace), čímž se sníží i výkon motoru.

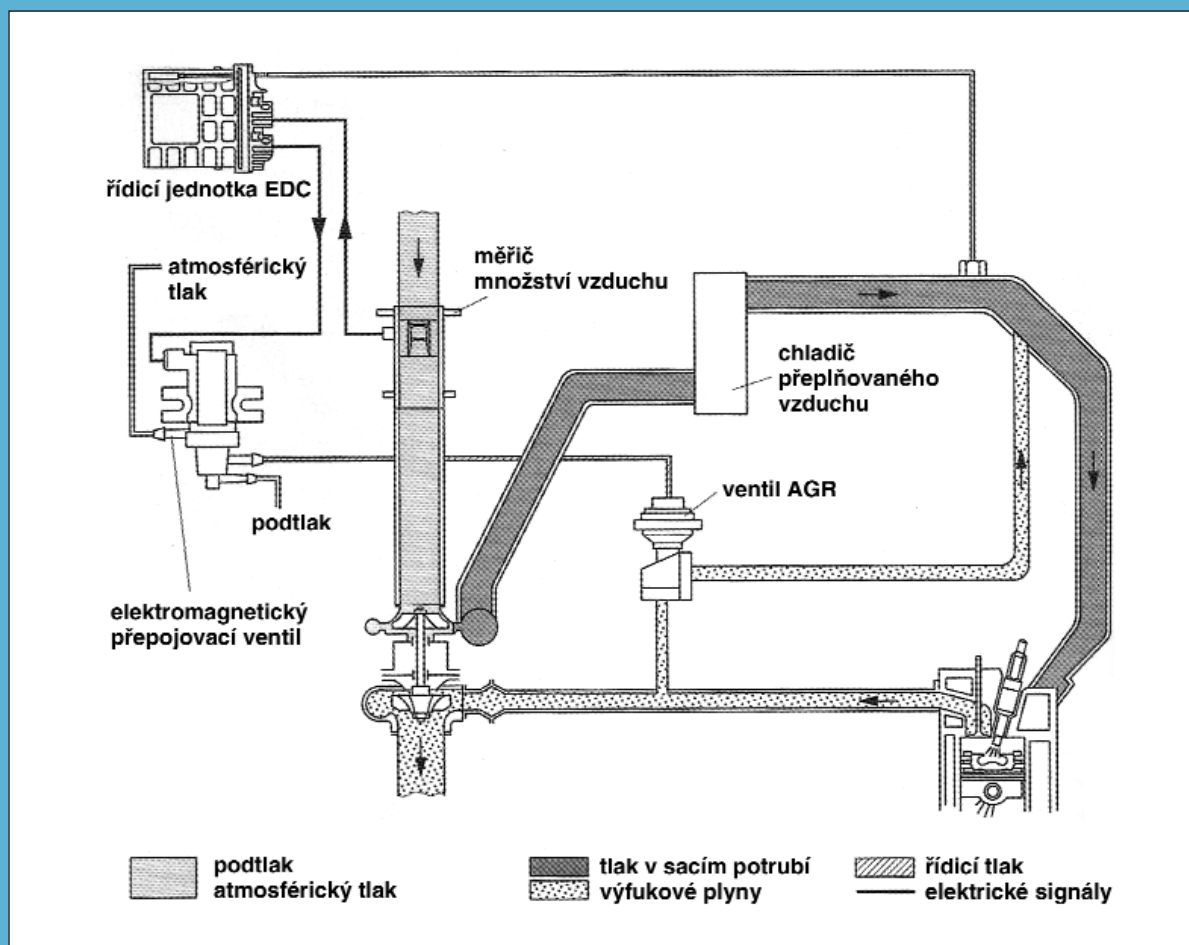
Zkoušení elektropneumatického ventilu recirkulace výfukových plynů

Elektropneumatický ventil je ve schématu elektrického zapojení (viz obr. 2) označen jako Y2. Napájecí napětí přichází ze svorky 87 relé K2 a vede na zdířku 2 konektoru tohoto dílu. Spojení na kostru je vytvořeno prostřednictvím řídicí jednotky impulzovými signály přes pin 61 a zdířku 1 konektoru součásti.

Na elektromagnetickém ventilu AGR se může měřit, resp. snímat např.:

- **odpor elektromagnetické cívky.** Toto měření se provádí bez použití voltmetru na vytaženém konektoru mezi zdířkami 1 a 2 ventilu (požadovaná hodnota může být např. 14 až 20 Ω);
- **napájecí napětí** z relé K2. Měření se provádí s použitím voltmetru při zapnutém zapalování mezi piny 4, resp. 5 (kostra) a pinem 61 (požadovaná hodnota 10 až 16 V) nebo při vytaženém konektoru součásti ze zdířky 2 konektoru na kostru (požadovaná hodnota 10 až 16 V);
- **ovládací signál** (střída) pomocí osciloskopu. Snímání signálu se provádí po připojení dvoupolového adaptačního zkušebního kabelu mezi elekt-





Obr. 1. Řídící jednotka EDC s recirkulací (zpětným přiváděním) výfukových plynů (Audi)

romagnetický ventil a elektrický připojovací konektor s červeným měřicím hrotem přiloženým na svorku 1 zkušební kabelu a černým na kosturu. Pokud recirkulace výfukových plynů funguje, musí být při různých otáčkách zaznamenáván obdélníkový signál s modulovanou šířkou impulzu a střídou mezi 20 až 85 %. Je-li motor v klidu a zapalování je zapnuté nebo má motor plný výkon a je odpojena recirkulace spalin, je střída asi 5 %. Pomocí této hodnoty také řídící jednotka provádí vlastní diagnostiku, tzn. že kontroluje elektrickou funkci elektromagnetického ventilu, i když je otevřený.

Zkoušení recirkulace výfukových plynů s podtlakovým čerpadlem (Mytivac)

- **těsnost komory ventilu.** Pomocí podtlakového čerpadla se vytváří různé vy-

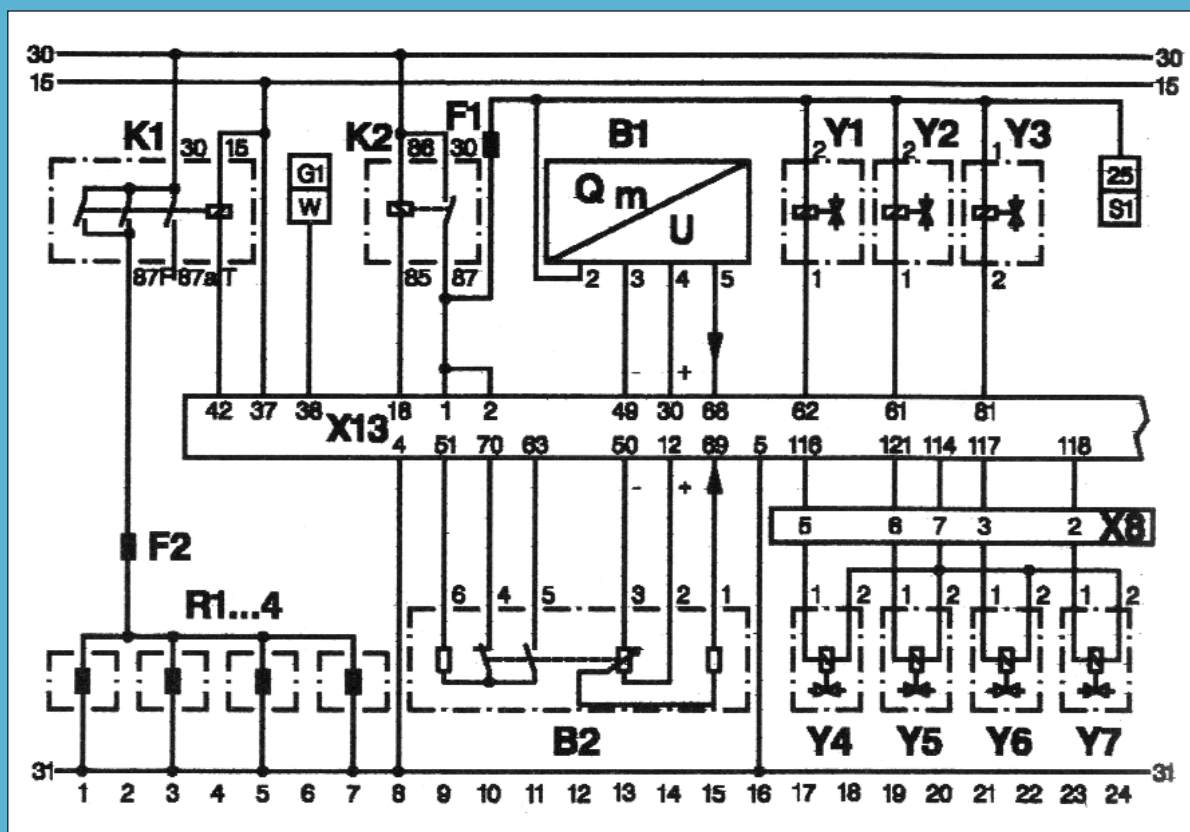
soký podtlak. Na manometru pak nesmí být zaznamenáván žádný pokles;

- **chod ventilu AGR.** Pro zkoušení chodu ventilu AGR se vytáhne podtlaková hadice na ventilu AGR a na její místo se připojí podtlakové čerpadlo a vytvoří se velmi vysoký podtlak. Chod ventilu je v pořádku (jeho pohyb je lehký), když je po prudkém odstranění podtlaku slyšet doraz talířku ventilu;
- **ovládání AGR** (začátek a konec sepnutí elektropneumatického přepojovacího ventilu). K tomu účelu se při motoru v klidu mezi vytaženou hadicí podtlakového čerpadla a elektromagnetický ventil vloží T-kus. Počátek sepnutí se pozná podle růstu podtlaku – při volnoběžných otáčkách asi od 1000 min⁻¹, konec sepnutí – zvýšení otáček motoru, až hodnota podtlaku klesne. U přepřínovaných motorů nastane tento případ (při nezatíženém

motoru) asi při 2800 min⁻¹ a u motorů bez přepřínování asi při 3500 min⁻¹.

Regulace plicního tlaku turbodmychadla

U vznětových motorů osobních automobilů se používá buď turbodmychadlo s obtokem a regulačním ventilem (viz obr. 3) nebo turbodmychadlo VTG s nastavitelnými lopatkami. Pomocí regulace plicního tlaku turbodmychadla se už při nízkých otáčkách motoru a malém množství výfukových plynů mohou nastavit poměrně vysoké otáčky turbíny výfukových plynů a vysoký plicní tlak. Přitom u turbodmychadla s obtokem se tento obtok uzavře pomocí regulačního ventilu a u turbodmychadla VTG se příslušným nastavením vodicích lopatek nastaví malý vstupní průřez. Pomocí těchto nastavení se už při nízkých otáčkách motoru (1800 až 2000 min⁻¹), ze-



Obr. 2. Schéma elektrického zapojení

(část I)

jednotky čerpadlo-tryska

(systém čerpadlo-tryska)

pro osobní automobily

(Bosch)

B1 – měřič hmotnosti vzduchu
s vyhřívaným filmem

B2 – snímač polohy pedálu akceleratoru

F1 – pojistka řízení motoru (15 A) v E-boxu
(u řídicí jednotky)

F2 – pojistka žhavicích svíček (80 A)

G1 – alternátor

K1 – relé žhavicích svíček

K2 – relé napájecího napětí, svorka 30

R1 až 4 – žhavicí svíčky motoru

S1 – brzdové světlo/spínač funkce brzdového
pedáluX8 – hlavní konektor pro připojení systému
čerpadlo-tryska na hlavě válců

X13 – konektor řídicí jednotky EDC

Y1 – ventil regulace plnicího tlaku turbodmychadla

Y2 – ventil recirkulace výfukových plynů

Y3 – spínací ventil klapky v sacím potrubí

Y4 – ventil pro jednotku čerpadlo-tryska, válec 1

Y5 – ventil pro jednotku čerpadlo-tryska, válec 2

Y6 – ventil pro jednotku čerpadlo-tryska, válec 3

Y7 – ventil pro jednotku čerpadlo-tryska, válec 4

jména při použití turbodmychadla VTG, zvýší otáčky turbíny, vzroste plnicí tlak i točivý moment motoru na své nejvyšší hodnoty. Aby se při vysokých otáčkách motoru a vysokém zatížení s velkým množstvím výfukových plynů nezvýšil plnicí tlak příliš, musí se v této oblasti část výfukových plynů u turbodmychadla s obtokem vypouštět aktivovaným a příslušně otevřeným regulačním obtokovým ventilem na turbíně pryč do výfuku. U turbodmychadla VTG se naproti tomu musí změnit nastavení vodicích lopatek a zvětšit tak vstupní průřez, čímž se otáčky turbíny téměř nezmění a pl-

nicí tlak se už nezvýší. Celé zařízení je navrženo tak, že vždy existuje dostatečná rezerva do tzv. meze čerpání. Regulaci plnicího tlaku provádí řídicí jednotka na základě uloženého příslušného pole charakteristik, které pro každý pracovní bod motoru obsahuje požadovanou (zadanou) hodnotu plnicího tlaku. Ta se neustále porovnává se vstupující skutečnou hodnotou plnicího tlaku z jeho snímače. Dojde-li mezi oběma hodnotami k odchylce, řídicí jednotka motoru uvede do činnosti elektropneumatický ventil ovládající regulátor plnicího tlaku. Elektropneumatický ventil vytváří spo-

jení mezi vakuovým čerpadlem, které je poháněno motorem, a regulátorem plnicího tlaku. Tato aktivace se provádí pomocí obdélníkového šířkově modulovaného impulzového signálu do té doby, než se požadovaná a skutečná hodnota plnicího tlaku shodnou. Při výpadku regulace plnicího tlaku nepůsobí na regulátor žádný podtlak. Tím se plnicí tlak sníží a motor má menší výkon.

Zkoušení elektromagnetického ventilu regulace plnicího tlaku

Elektropneumatický ventil je ve schématu elektrického zapojení (viz obr. 2) ozna-



čen jako Y1. Napájecí napětí přichází ze svorky 87 relé K2 a vede na zdířku 2 konektoru tohoto dílu. Spojení na kostru je vytvořeno prostřednictvím řídicí jednotky impulzovými signály přes pin 62 a zdířku 1 konektoru součásti.

Na elektropneumatickém ventilu regulace plnicího tlaku se může měřit, resp. snímat např.:

- **odpor elektromagnetické cívky.**

Toto měření se provádí bez použití voltmetru na vytaženém konektoru mezi zdířkami 1 a 2 ventilu (požadovaná hodnota může být např. 14 až 20 Ω);

- **napájecí napětí** z relé K2. Měření se provádí s využitím voltmetru při zapnutém zapalování mezi piny 4, resp. 5 (kostra) a pinem 62 (požadovaná hodnota 10 až 16 V) nebo při vytaženém konektoru součásti ze zdířky 2 konektoru na kostru (požadovaná hodnota 10 až 16 V);

- **ovládací signál** (střída) pomocí osciloskopu: Snímání signálu se provádí po připojení dvoupólového adaptačního zkušebního kabelu mezi elektromagnetický ventil a elektrický připojovací konektor od svorky 1 zkušebního kabelu na kostru. Pokud regulace plnicího tlaku funguje, musí se při různých otáčkách zaznamenávat obdélníkový signál s modulovanou šířkou impulzu se střídou mezi 20 až 85 %. Je-li motor v klidu a zapalování je zapnuté nebo je odpojena regulace plnicího tlaku, je střída asi 5 %. Pomocí této hodnoty také řídicí jednotka provádí vlastní diagnostiku, tzn. že kontroluje elektrickou funkci elektropneumatického ventilu.

Zkoušení regulace plnicího tlaku s podtlakovým čerpadlem (Mytivac)

- **těsnost komory regulátoru plnicího tlaku.** Pomocí podtlakového čerpadla se vytváří různě vysoký podtlak. Na manometru se pak nesmí zaznamenávat žádný pokles;

- **chod regulačního ventilu obtoku, resp. zařízení pro přestavování lopatek turbodmychadla VTG.** Za tím účelem se vytáhne podtlaková hadice na regulátoru plnicího tlaku, na jejíž místo se připojí podtlakové čer-

padlo. Zařízení pro přestavování vodících lopatek má správnou funkci (lehký chod), když při zvyšování podtlaku začnou nastavovače pracovat bez zpoždění a při jeho odstranění okamžitě, aniž by se zasekávaly, se vrací do své výchozí polohy.

Klapka sacího potrubí (uzavírací klapka)

Klapka sacího potrubí se montuje do sacího potrubí některých vznětových motorů osobních automobilů s vysokou kompresí. Při zastavení motoru zůstává klapka asi na tři sekundy zavřená. Tím se přeruší přívod vzduchu do válců motoru. Protože se nenasává a nestlačuje téměř žádný vzduch, dobíhá motor měkčeji, aniž by při přechodu do klidu docházelo k cukání. Ovládání klapky sacího potrubí provádí příslušný nastavovací člen. Elektropneumatický ventil, který je napájen z řídicí jednotky motoru po dobu 3 sekund palubním napětím, vy-

tvoří spojení mezi tímto nastavovacím členem a podtlakovým systémem.

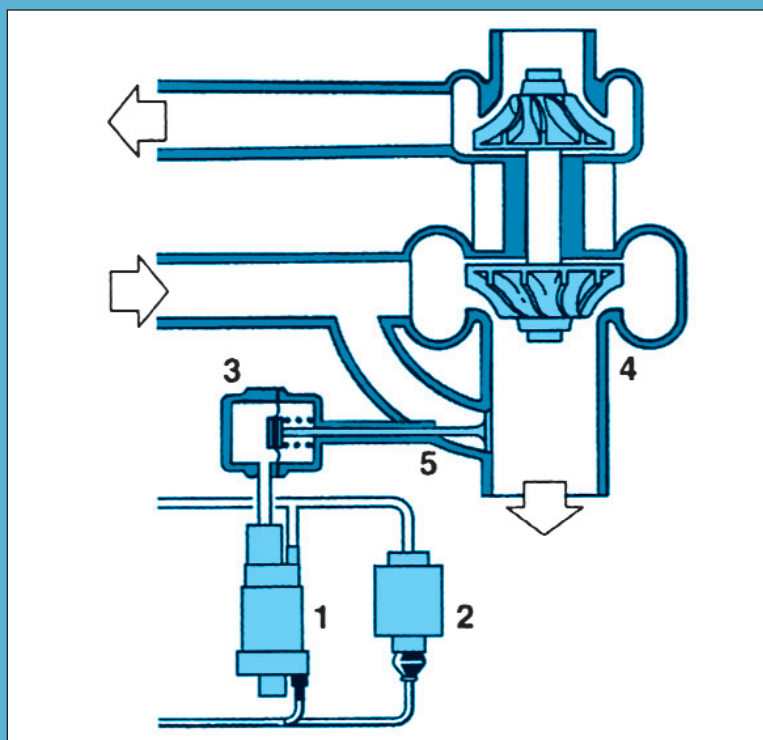
Zkoušení elektropneumatického ventilu pro nastavování klapky sacího potrubí

Tento elektropneumatický přepojovací ventil je ve schématu elektrického zapojení (viz obr. 2) označen jako Y3. Napájecí napětí je přivedeno ze svorky 87 relé K2 a vede na zdířku 1 konektoru tohoto dílu. Spojení na kostru se vytváří prostřednictvím řídicí jednotky impulzovými signály přes pin 81 a zdířku 1 konektoru součásti.

Na elektropneumatickém ventilu ovládání klapky sacího potrubí se může měřit, resp. snímat např.:

- **odpor elektromagnetické cívky.** Toto měření se provádí bez použití voltmetru na vytaženém konektoru mezi zdířkami 1 a 2 ventilu (požadovaná hodnota může být např. 25 až 45 Ω);

- **napájecí napětí** z relé K2. Měření se provádí s využitím voltmetru při zapnutém zapalování mezi piny 4, resp.



Obr. 3. Regulace plnicího tlaku turbodmychadla (Bosch)

- 1 – elektropneumatický ventil
- 2 – podtlakové čerpadlo
- 3 – regulátor plnicího tlaku
- 4 – turbodmychadlo
- 5 – regulační obtokový ventil



5 (kostra) a pinem 81 (požadovaná hodnota 10 až 16 V) nebo při vytaženém konektoru součásti ze zdířky 1 konektoru na kostru (požadovaná hodnota 10 až 16 V);

- **ovládací signál** (střída) pomocí osciloskopu: Snímání signálu se provádí po připojení dvoupólového adaptačního zkušebního kabelu mezi elektromagnetický ventil a elektrický připojovací konektor červeným měřícím hrotem na zdířce 2 zkušebního kabelu a černým na kostře. Při zastavení motoru se musí asi na 3 sekundy zobrazit palubní napětí jako obdélníkový signál.

Zkoušení nastavování klapky sacího potrubí s podtlakovým čerpadlem (Mytivac)

Zde se může zkoušet:

- **těsnost nastavovacího členu klapky sacího potrubí.** Pomocí podtlakového čerpadla se vytvoří určitý podtlak. Na manometru pak nesmí být zaznamenáván žádný pokles tlaku;
- **chod nastavení klapky sacího potrubí.** Za tím účelem se vytáhne podtlaková hadice na nastavovacím členu klapky sacího potrubí, na jejíž místo se připojí podtlakové čerpadlo. Zařízení pro nastavování má lehký chod, jestliže při zvyšování podtlaku začnou nastavovače pracovat bez zpoždění a při jeho odstranění se okamžitě, aniž by se zasekávaly, vracejí do své výchozí polohy.

Ovládání elektromagnetických ventilů jednotek PDE (Pumpe-Düse Einspritzung, systém čerpadlo-tryska)

Cívky elektromagnetických ventilů jsou kladným i záporným pólem připojeny k řídicí jednotce motoru. Kladným pólem řídicí jednotka napájí všechny ventily palubním napětím 12 V (u motorů pro užitkové automobily také 24 V), záporným pólem se elektromagnetické ventily aktivují sekvenčně (podle pořadí zapalování) pomocí regulace proudu. Tato aktivace se přitom dělí na fázi přitahovacího a na fázi přidržovacího proudu (viz obr. 2). Ve fázi přitahování se na elektromagnetické ventily přivede strmě

narůstající přitahovací proud (bez výboje kondenzátoru, s výjimkou užitkových automobilů s palubním napětím 12 V). Jakmile tento přitahovací proud dosáhne hodnoty 15 A, omezí se taktováním.

Mezi fází přitahovacího a přidržovacího proudu už taktování neprobíhá, regulace se provádí pomocí konstantního napětí. Přitom se proud krátkodobě zvýší na 16 až 17 A. Okamžik zavření elektromagnetického ventilu se projeví malým zlomem stoupání proudu, vyvolaným indukčním jevem. Tento zlom, malý pokles proudu protékajícího cívku, zaznamená řídicí jednotka jako okamžik zavření elektromagnetického ventilu BIP (Begin of Injection Period). Dostává tak zpětné hlášení o skutečném počátku čerpání. Tuto informaci bere v úvahu při výpočtu příštího procesu vstřiku (regulace počátku čerpání, resp. počátku vstřiku) a kromě toho slouží také pro určování poruch ve funkci elektromagnetického ventilu. Po zavření elektromagnetického ventilu je ve fázi přidržování – pomocí taktování přiváděného palubního napětí – napájecí proud regulován na hodnotu asi 10 A (neustálým zapínáním a vypínáním). Po vypnutí přidržovacího proudu se elektromagnetický ventil účinkem pružiny otevře a proces vstřiku končí.

Funkce vstřikovacích systémů, které jsou vybaveny injektory ovládanými pomocí elektromagnetických ventilů, se musí bezpodmínečně kontrolovat ještě v namontovaném stavu. Kontrola jejich funkce po vymontování již není pomocí dílenských prostředků možná. Tato kontrola se může provádět elektricky, hydraulicky, akusticky nebo pomocí měření opacity výfukových plynů.

Elektrická kontrola

- Proměření průchodnosti a odporu kabelových spojů a elektromagnetických ventilů a případných zkratů;
- měření napájecího napětí;
- posouzení průběhu ovládacího proudu pomocí osciloskopu.

Hydraulická kontrola

- Posouzení korekce dávkování u jednotlivých válců při regulaci během volnoběhu pomocí systémového zkušebního

přístroje (při překročení definovaného korekčního množství (cm^3/zdvih) je vstřikovací jednotka vadná).

Akustická kontrola

- Posouzení hlučnosti spalování („detonační“ spalování) u jednotlivých válců, aby se lokalizovala vadná vstřikovací tryska. Tato kontrola se může provést pomocí systémového zkušebního přístroje a příslušného zkušebního softwaru, kdy se postupně zapíná ovládání jednotlivých elektromagnetických ventilů nebo bez zkušebního přístroje, kdy se postupně z každé jednotky PD vytáhne konektor elektromagnetického ventilu a připojí se na elektrickou přípojku jiné, nenamontované jednotky PD. Když se nyní tento konektor vytáhne, musí se to uložit do paměti jako závada, která se na konec zase musí vymazat. Při každém vytažení konektoru při chodu motoru se sleduje hluk, zda nedochází k „tvrdému“ spalování. U válce, u něhož není po vypnutí vstřikování paliva slyšet žádné klepání při spalování, může být vadná jenom vstřikovací tryska, je-li motor (podle předpokladu) mechanicky v pořádku (např. komprese).

Měření opacity výfukových plynů

- Posouzení stupně kouřivosti jednotlivých válců motoru pro lokalizaci vadné vstřikovací trysky. Protože u bezporuchového motoru je hodnota k (opacita – kouřivost) při chodu naprázdno téměř neměřitelná, resp. je velice nízká, při poruše spalování se odpovídajícím způsobem zvýší. Aby se našel vadný válec, vytáhne se postupně z každé jednotky PD konektor elektromagnetického ventilu a připojí se na elektrickou přípojku jiné, nenamontované jednotky PD. Když se nyní tento konektor vytáhne, uloží se do paměti jako závada, která se na konec zase musí vymazat. Po každém vytažení konektoru se za chodu motoru provede měření opacity. U válce, u kterého se po vypnutí vstřikování paliva hodnota opacity výrazně sníží, může být vadná jenom vstřikovací tryska, je-li motor (podle předpokladu) mechanicky v pořádku (např. komprese).



■ **Je-li nutná výměna jednotek PD, je třeba z důvodu provedení vadné montáže (např. deformace vstřikovacích trysek při upínání) bezpodmínečně dbát předpisů výrobce a používat předepsané speciální nářadí.**

Zkoušení elektromagnetických ventilů PDE

Elektromagnetické ventily jsou ve schématu elektrického zapojení (viz obr. 2) označeny Y4, Y5, Y6 a Y7. Napájecí napětí přichází z pinu 114 řídicí jednotky motoru přes zdířku 7 hlavního konektoru



(X8) vždy na zdířku 2 všech elektromagnetických ventilů. Spojení ke kostře (ovládání) z řídicí jednotky je pro každý ventil samostatné a tvoří ho:

- **elektromagnetický ventil (Y4) válec 1** z pinu 116 řídicí jednotky motoru přes zdířku 5 hlavního konektoru na svorku 1 elektromagnetického ventilu;
 - **elektromagnetický ventil (Y6) válec 2** z pinu 117 řídicí jednotky motoru přes zdířku 3 hlavního konektoru na svorku 1 elektromagnetického ventilu;
 - **elektromagnetický ventil (Y7) válec 3** z pinu 118 řídicí jednotky motoru přes zdířku 2 hlavního konektoru na svorku 1 elektromagnetického ventilu;
 - **elektromagnetický ventil (Y5) válec 4** z pinu 121 řídicí jednotky motoru přes zdířku 6 hlavního konektoru na svorku 1 elektromagnetického ventilu.
- U elektromagnetických ventilů PDE se může měřit, resp. snímat:

- **odpor cívek elektromagnetů.** Za tím účelem se vytáhne hlavní konektor (X8) na hlavě válců a na straně elektromagnetických ventilů se na hlavním konektoru měří mezi těmito body:
 - ze svorky 5 proti svorce 7 (požadovaná hodnota např. cca 0,5 Ω);
 - ze svorky 5 proti kostře (požadovaná hodnota např. > 1 M Ω);
- **odpor vedení od konektoru řídicí jednotky k hlavnímu konektoru.** Po vytažení obou konektorů se měří mezi těmito body:
 - z pinu 116 konektoru řídicí jednotky na svorku 5 hlavního konektoru (požadovaná hodnota např. < 0,05 Ω);

Výsledek měření smí být 0 až 0,4 V. Potenciál nad 0,4 V znamená příliš velký přesah napětí, tzn. nepřipustné propojení mezi vedeními, ke kterému může dojít např. v důsledku zkratu. Je-li naměřena hodnota 12 V, je vadný výstup řídicí jednotky;

- **signál průběhu proudu** při ovládání elektromagnetických ventilů (například pomocí zkušebního přístroje Bosch FSA 560). Sejmeme ochranná čepička hlavního konektoru (X8) na straně řídicí jednotky a izolace se posune o něco zpět, aby bylo možné dostat se ke kabelu spojujícímu elektromagnetické ventily s kostrou. Rozsah měření proudu se nastaví na 20 A a snímání signálu se provádí při volnoběžných otáčkách. Kleštiny pro měření proudu se musí přiložit vždy k následujícímu kabelu na kostrou:

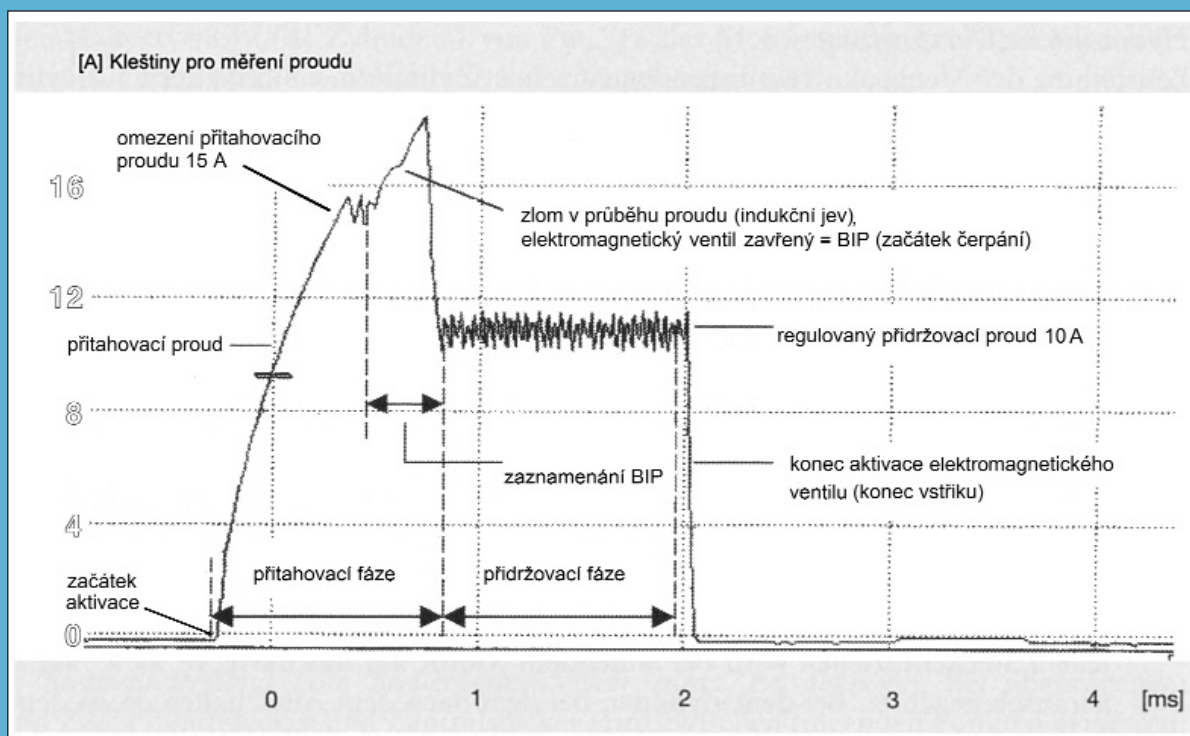
- svorka 5 elektromagnetického ventilu (Y4) válec 1,
- svorka 3 elektromagnetického ventilu (Y6) válec 2,
- svorka 2 elektromagnetického ventilu (Y7) válec 3,
- svorka 6 elektromagnetického ventilu (Y5) válec 4.

Ovládání elektromagnetických ventilů je v pořádku, když se průběh proudu na osciloskopu jeví tak, jak je znázorněno na obr. 4;

- **signál průběhu napětí** při ovládání elektromagnetických ventilů (například pomocí zkušebního přístroje Bosch FSA 560): Sejmeme ochranná čepička hlavního konektoru (X8) na straně řídicí jednotky a izolace se posune zpět, aby se ze zadní strany konektoru bylo možné dostat na plusovou svorku 7. Rozsah měření napětí se nastaví na 20 V a snímání signálu se provádí při volnoběžných otáčkách. Měřicí hrot se přitom musí v konektoru dotýkat svorky 7. Ovládací signál je v pořádku, když se průběh napětí na osciloskopu jeví jako na obr. 5.

Řízení doby žhavení

U dnešních moderních vznětových motorů s elektronickým řízením EDC přebírá řízení žhavicích svíček řídicí jednotka motoru prostřednictvím výkonového re-



Obr. 4. Průběh elektrického proudu při ovládání elektromagnetického ventilu (PDE, UIS a PLD, UPS), zaznamenaný systémovým zkušebním přístrojem Bosch FSA 560

lé (viz obr. 2). V tomto případě se v řídicí jednotce pro optimální řízení žhavicích svíček v různých pracovních režimech využívá dostupných informací o teplotě chladicí kapaliny, spouštěcích otáčkách a zatížení motoru. Řídicí jednotka motoru řídí doby žhavení a přebírá i úlohu jistění a kontroly. Přitom se registrují výpadky jednotlivých žhavicích svíček a jsou sdělovány řidiči trvale svítícími kontrolkami žhavení.

Předžhavování začíná v poloze klíčku „zapalování zapnuto“ a proces spouštění se může zahájit, když kontrolka žhavení zhasne. V průběhu spouštění žhavicí svíčky žhaví dále, aby se urychlilo vypařování paliva a aby sloužily jako zdroj pro jeho zapálení. Po každém spuštění následuje vždy ještě dodatečné žhavení – nezávisle na tom, zda se provádělo i předžhavování – aby se při rozběhu motoru a při chodu naprázdno zmenšila hlučnost spalování (klepání) a tvorba modrého kouře. Dodatečné žhavení trvá až čtyři minuty a vypíná se při otáčkách motoru nad 2500 min⁻¹. Pokud po zapnutí zapalování nedojde ke spouštění, zabrání jisticí obvod (po určité době) dalšímu žhavení a tím i vybití baterie.

Zkoušení zařízení pro předžhavování

Ovládací relé je ve schématu elektrického zapojení (viz obr. 2) označeno jako K1. Napájecí napětí přichází ze svorky 30 (trvalé plus) a vede na svorku 30 relé K1. Ovládací napětí při „zapalování zapnuto“ přichází ze svorky 15. Spojení na kostru se vytváří prostřednictvím řídicí jednotky přes pin 42.

U zařízení pro předžhavování je možno měřit např.:

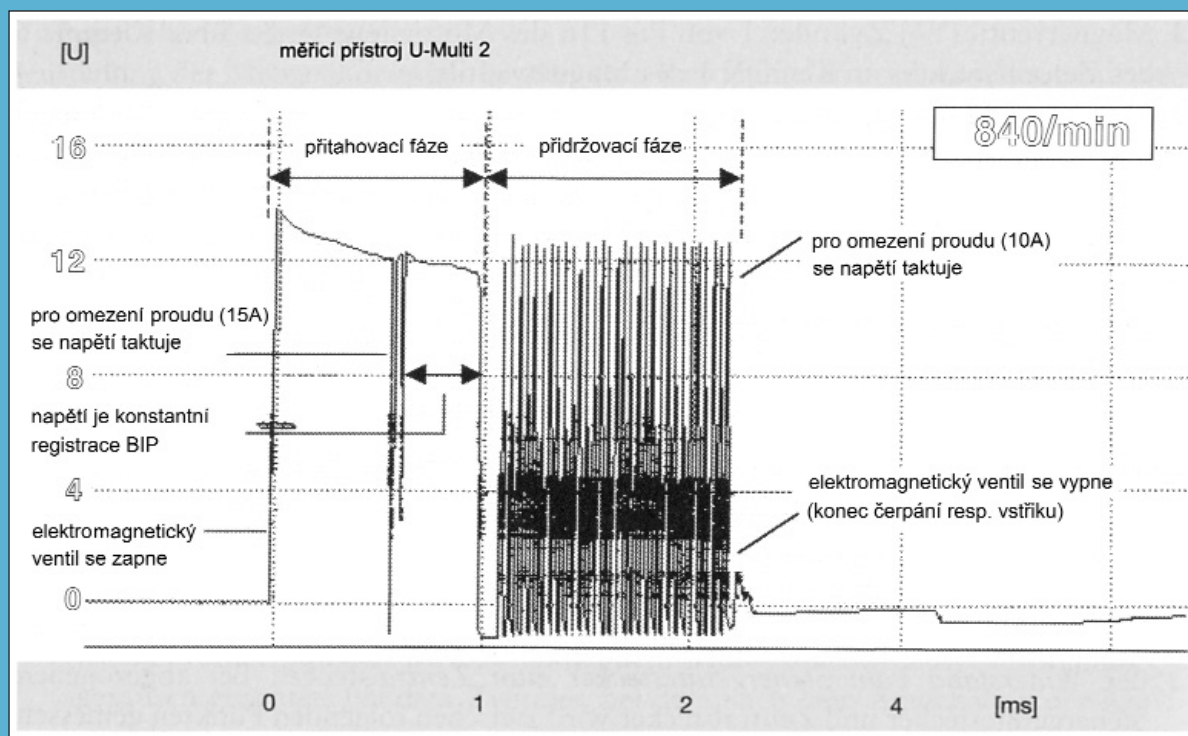
- **napájecí napětí (trvalé plus)** relé K1. Měření se provádí mezi svorkou 30 relé na kostru (požadovaná hodnota 10 až 16 V);
- **napájecí napětí (trvalé)** při zapnutém zapalování mezi svorkou 15 relé na kostru (požadovaná hodnota 10 až 16 V);
- **výstupní napětí** při zapnutém zapalování mezi svorkou 87F relé na kostru (požadovaná hodnota 10 až 16 V). Za tím účelem se z řídicí jednotky motoru (pin 42) na straně relé vytáhne ovládací vedení a tento kabel se spojí s kostrou;
- **ovládání relé** řídicí jednotkou. Přitom se simuluje nezahřátý motor. Vytáhne se konektor snímače teploty chladi-

cí kapaliny 87 (viz obr. 2) a spojí se s odporem asi 2,5 kΩ. Zapne se zapalování a měří se ovládací napětí výkonového relé K1 na přípoji 87F (požadovaná hodnota 10 až 16 V);

- **odběr proudu všemi žhavicími svíčkami.** Při zapnutém zapalování se z řídicí jednotky (pin 42) na straně relé vytáhne ovládací vedení a tento kabel se spojí s kostrou (požadovaná hodnota závisí na teplotě a každé svíčce, např. po době žhavení 8 s asi 14 až 16 A).

Regulační funkce elektronického řízení vznětových motorů EDC u vstřikovacího systému PDE (systém čerpadlo-tryska)

Aby se u vznětového motoru dosáhlo optimálního spalování při všech pracovních režimech, musí řídicí jednotka vždy vypočítat přesnou dávku vstřikovaného paliva. Jak již bylo připomenuto, jsou v řídicí jednotce pro všechny pracovní režimy motoru uložena příslušná pole charakteristik.



Obr. 5. Průběh elektrického napětí při ovládání elektromagnetického ventilu (PDE, UIS a PLD, UPS), zaznamenaný systémovým zkušebním přístrojem Bosch FSA 560

Dávkování vstřikovaného paliva při jízdě

Při běžné jízdě se vstřikované množství vypočítává podle polohy pedálu akcelérátoru (snímač polohy pedálu akcelérátoru) a otáček motoru z pole charakteristik pro jízdní vlastnosti. U vstřikovacího systému s elektromagneticky ovládanými ventily se to děje pomocí různé dlouhých dob protékání proudu mezi začátkem čerpání (BIP) a koncem aktivace (viz obr. 4). To znamená: krátká doba protékání proudu elektromagnetickým ventilem = malé vstřikované množství paliva a delší doba protékání proudu = větší vstřikované množství paliva. Řídicí jednotka motoru v závislosti na skutečných vstupních hodnotách, které získává ze snímačů, určuje požadovanou dobu protékání proudu elektromagnetickými ventily PDE. Doba protékání proudu, resp. vstřikované množství se přitom mění tak dlouho, dokud skutečné otáčky (skutečná rychlost) neodpovídají předem stanoveným požadovaným otáčkám (požadované rychlosti).

Dávkování vstřikovaného množství paliva při spouštění motoru

Při spouštění motoru se vstřikované množství paliva (doba protékání proudu elek-

tromagnetickými ventily) vypočítává v závislosti na teplotě chladicí kapaliny a spouštěcích otáčkách motoru. Určené množství paliva při spouštění se bez sešlápnutí pedálu akcelérátoru vstřikuje až do dosažení minimálních otáček při spouštění, které jsou závislé na teplotě. U nezahřátého motoru se těchto minimálních otáček dosahuje později a u zahřátého dříve. Po překročení těchto minimálních otáček se už vstřikuje normální dávka paliva. Protože jsou tyto procesy probíhající během spouštění motoru naprogramovány v řídicí jednotce, nemá řidič při spouštění na dávkování paliva žádný vliv.

Regulace počátku vstřiku

Protože má okamžik vstřiku vliv na spouštění, hlučnost, kvalitu spalování, spotřebu paliva a emisní hodnoty výfukových plynů, musí se upravovat podle pracovních podmínek v závislosti na teplotě a zatížení motoru. Zadaná požadovaná hodnota je vždy uložena v poli charakteristik řídicí jednotky. Posunutím okamžiku vstřiku ve směru zvětšení předstihu vznícení se výkon motoru při rostoucích otáčkách a při plném zatížení optimálně využívá a kromě toho se udržují i emise ve výfukových

plynech v nízkých mezích. Při vyšších otáčkách a menším zatížení motoru, resp. menším vstřikovaném množství (nastaví se při uvolnění pedálu akcelérátoru do polohy neúplného zatížení) se naproti tomu musí bod vstřiku i přes vysoké otáčky nastavit opět ve směru zmenšení předstihu, aby spalování probíhalo měkčeji (bez klepání) a kromě toho se při snížení maximální teploty spalování snížil i podíl oxidů dusíku NO_x ve výfukových plynech. Začátek čerpání u vstřikovacího systému PDE je okamžik, ve kterém se elektromagnetický ventil zavře. Ten se označuje také jako BIP (Begin of Injection Period) (viz obr. 4 a ovládání elektromagnetických ventilů) a řídicí jednotce motoru slouží jako zpětné hlášení (není nutný snímač pohybu jehly v trysce). Od tohoto okamžiku se začíná zvyšovat tlak v prostoru vysokotlaké části jednotky PD. Začátek čerpání (resp. začátek vstřiku), který závisí na otáčkách a zatížení motoru, se určuje dřívějším nebo pozdějším zavřením elektromagnetického ventilu.

Odůvodnění regulace počátku vstřiku

U všech vstřikovacích systémů musí vstřikovací zařízení při vzrůstajících otáčkách



a při plném zatížení nastavit začátek čerpání (resp. vstřiku) ve směru zvětšení předstihu vstřiku – tzn. dále od horní úvratí vznětu motoru, protože se

- zvětšuje zpoždění vznětu (u zahřátého motoru trvající 1 ms) ve stupních otočení klikové hřídele. Úhlové zpoždění vznětu ve stupních otočení klikové hřídele se zvětšuje, protože klikový (ojniční) čep klikové hřídele při vyšších otáčkách uběhne za jednu milisekundu větší úhlovou vzdálenost než při otáčkách nižších;
- zvětšuje zpoždění vstřiku (trvající stejnou dobu) ve stupních otočení klikové hřídele. Zpoždění vstřiku ve stupních otočení klikové hřídele se zvětšuje, protože ojniční čep klikové hřídele při stejné době trvající zpoždění vstřiku uběhne při vyšších otáčkách za jednu milisekundu větší úhlovou vzdálenost než při otáčkách nižších. To znamená, že se zvětšuje úhlová vzdálenost mezi začátkem čerpání a začátkem vstřiku a vstřikovací tryska vstřikuje vždy později;
- doba, která je k dispozici pro spálení vstříknuté dávky paliva pro plné zatížení v oblasti vznětu na horní úvratí, postupně zkracuje. Bez posunutí začátku dodávky paliva na dřívější okamžik by spalování při vysokých otáčkách a plném zatížení začínalo příliš pozdě. Klesal by tak indikovaný tlak, točivý moment, výkon motoru, který by tak nebyl využíván optimálně. Kromě toho by se i zhoršily emisní hodnoty výfukových plynů a zvýšil by se podíl nespálených uhlovodíků.

Vysvětlení pojmů – počátek čerpání, počátek vstřiku a zpoždění vstřiku

Počátek čerpání (FB) – u injektorů PDE leží bezprostředně za okamžikem zavření elektromagnetického ventilu. Od tohoto okamžiku nastává zvyšování tlaku ve vysokotlakém prostoru. Samotný okamžik zavření se označuje jako elektrický počátek čerpání (**Begin of Injection Period** = BIP, viz obr. 4) a řídicí jednotce slouží jako zpětné hlášení.

Počátek vstřiku – je oproti tomu okamžik, ve kterém se otevře vstřikovací tryska

a palivo se vstřikuje do spalovacího prostoru.

Zpoždění vstřiku – je doba mezi počátkem čerpání vstřikovacího čerpadla (zavření elektromagnetického ventilu) a začátkem vstřikování paliva ze vstřikovací trysky. U vstřikovacího systému PDE bez vstřikovacího vedení k němu dochází jen v malé míře. Přesto určité zpoždění vstřiku existuje, neboť při procesu čerpání vysokotlakým čerpadlem se vstřikovací tryska otvírá tlakovou vlnou, která se šíří rychlostí zvuku. Doba, která je k tomu zapotřebí, není výrazně závislá na otáčkách; protože se však při jejich zvyšování zvětšuje interval mezi počátkem čerpání a počátkem vstřiku ve stupních otočení klikové hřídele, tzn. že se tryska otvírá stále později, musí se počátek čerpání příslušně posunout na dřívější okamžik. Doba šíření tlakové vlny je závislá na rychlosti zvuku, která je pro naftu přibližně 1500 m.s^{-1} .

Regulace otáček

Regulační odezva elektronického řízení vznětového motoru (EDC) je u nezatíženého motoru srovnatelná s variabilním regulátorem otáček (vícerozsahovým výkonnostním regulátorem otáček). Otáčky nastavené polohou pedálu akcelérátoru se udržují a zůstávají konstantní. Při jízdě má EDC naproti tomu charakteristiku regulátoru otáček, tzn. že mezi volnoběžnými a přeběhovými otáčkami neexistuje žádná regulace. Regulace se znovu nastaví, když musí motor dosáhnout přeběhových (koncových) otáček – regulátor zamezí přetočení motoru. V oblasti neregulovaných otáček přebírá regulaci řidič, který prostřednictvím pedálu akcelérátoru určuje otáčky, resp. rychlost jízdy. Tak např. při „napůl“ sešlápnutém pedálu akcelérátoru (při polovičním zatížení) vozidlo na rovné silnici zrychluje jen na odpovídající střední rychlost, protože točivý moment odevzdávaný motorem v důsledku malých dávek vstřikovaného paliva už pro další zvyšování rychlosti nestačí. Jede-li vozidlo v této situaci do kopce, znamená to zvýšení zatížení a tím i snížení otáček motoru a rychlosti jízdy. Aby se rychlost při jízdě do kopce udržela, musí řidič více sešlápnout pe-

dál akcelérátoru, aby motor dostával větší množství vstřikovaného paliva a tím dodával vyšší točivý moment. U variabilního regulátoru otáček by si EDC sám určil větší dávky vstřikovaného paliva na základě svých charakteristik.

Regulace otáček při volnoběhu

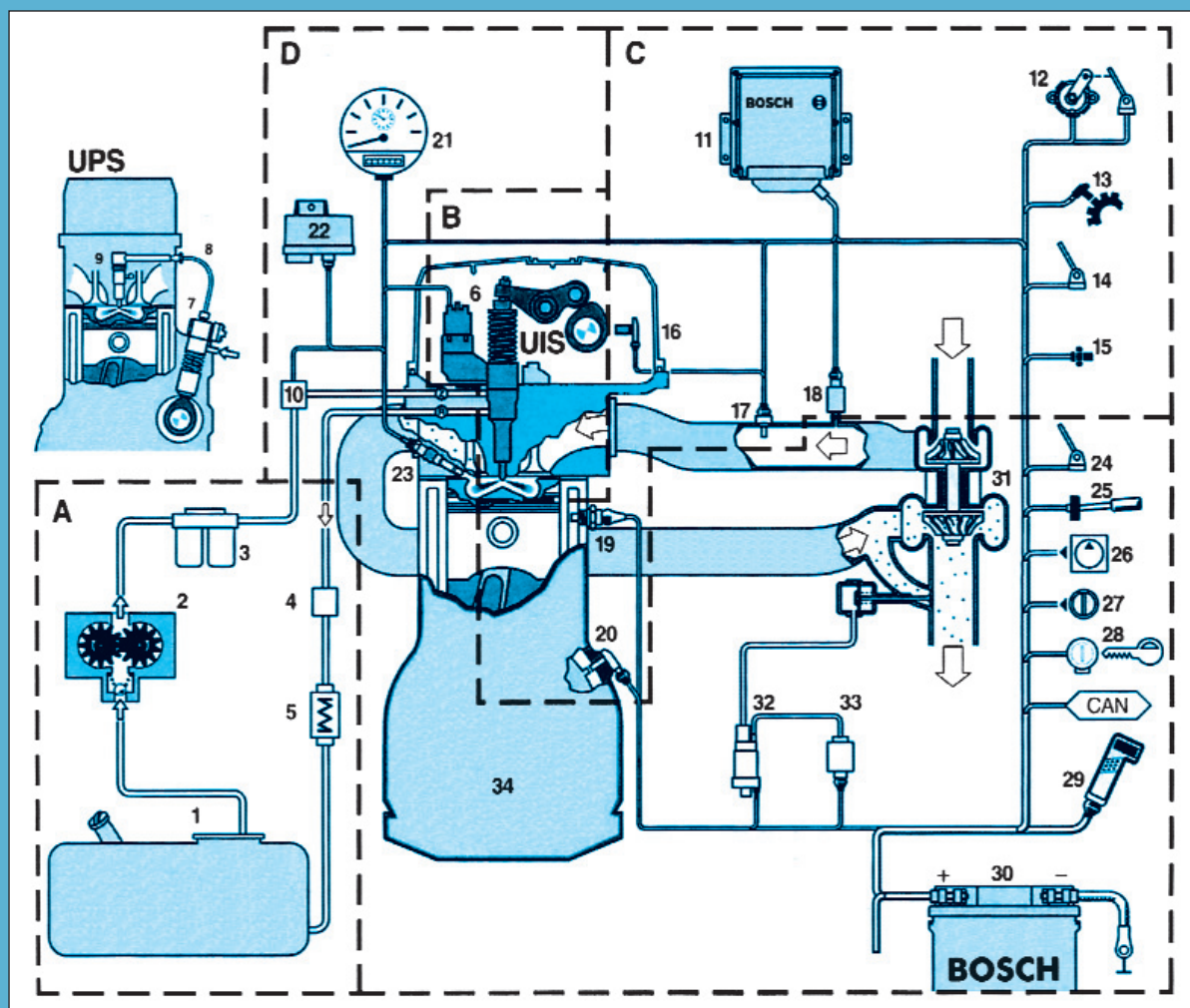
Volnoběžné otáčky nejsou závislé na zatížení, tzn. že u motoru v nezahřátém i zahřátém stavu, bez zatížení nebo s částečným zatížením se vždy nastaví naprogramovaná požadovaná hodnota otáček. K zatížení dochází prostřednictvím zatížení palubní sítě (např. pomocné elektrické zahřívání motoru, dožhavování svíček atd.), zapnutí klimatizace, zařazení rychlosti u automobilů s automatickou převodovkou, aktivace posilovače řízení atd. Pro zachování požadovaného počtu otáček při volnoběhu mění regulátor chodu naprázdno vstřikované množství (dobu průchodu proudem elektromagnetickými ventily) do okamžiku, až se skutečné otáčky rovnají požadovaným otáčkám, naprogramovaným v poli charakteristik.

Regulace maximálních otáček

Regulace maximálních otáček (omezo-vač otáček) se u vznětových motorů pro osobní automobily uvádí v činnost po překročení nejvyšších dovolených otáček při plném zatížení. Nejvyšší dovolené otáčky (preběhové otáčky), které se nastavují u nezatíženého motoru při plném sešlápnutí plynového pedálu, jsou naprogramovány v řídicí jednotce a nesmí být překročeny. Takové zvýšení otáček nad nejvyšší dovolené otáčky při plném zatížení sděluje řídicí jednotce motoru snímač otáček. Řídicí jednotka podle toho zkrátí dobu protékání proudem elektromagnetickými ventily a tím také zmenší vstřikované množství paliva, dokud motor vzhledem k nedostatku paliva otáčky nepřekračuje.

Jízda s uvolněným pedálem akcelérátoru (brzdění motorem)

Při jízdě s uvolněným pedálem akcelérátoru (brzdění motorem) a v poloze pedálu akcelérátoru pro volnoběh je motor „poháněn“ vozidlem. Na základě informací od snímače polohy pedálu akcelérátoru, snímače otáček a rychloměru vypne ří-



Obr. 6. Přehled vstříkovacího systému Unit Injektor System (UIS) a Unit Pump System (UPS) pro užitkové automobily (Bosch)

A Přívod paliva (nízkotlaká část)

- 1 – palivová nádrž s pomocným filtrem
- 2 – palivové čerpadlo se zpětným ventilem a ručním čerpadlem
- 3 – palivový filtr
- 4 – omezovací tlakový ventil
- 5 – chladič paliva

B Vysokotlaká část UIS

- 6 – vstříkovač jednotky UPS
- 7 – čerpadlo jednotky
- 8 – vysokotlaké vedení
- 9 – kombinované uchycení trysek

C Elektronická regulace přívodu nafty EDC

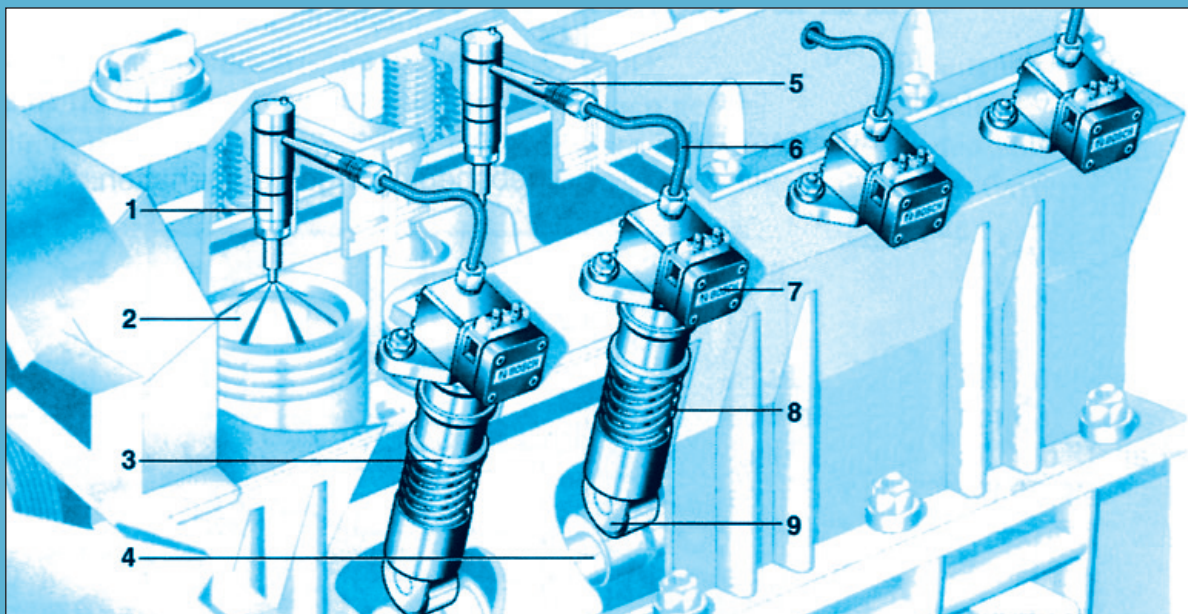
- 10 – snímač teploty paliva
- 11 – řídicí jednotka
- 12 – snímač polohy pedálu akceleračního
- 13 – snímač rychlosti jízdy (indukční)
- 14 – kontakt brzdy
- 15 – snímač teploty vzduchu
- 16 – snímač otáček vačkové hřídele (indukční)
- 17 – snímač teploty nasávaného vzduchu

- 18 – snímač plnicího tlaku

- 19 – snímač teploty chladicí kapaliny
- 20 – snímač otáček klikové hřídele/polohy referenční značky (indukční)

D Periferie

- 21 – multifunkční panel s výstupem signálu o spotřebě paliva, otáčkách atd.
 - 22 – řídicí jednotka doby žhavení
 - 23 – žhavicí svíčka
 - 24 – spínač spojky
 - 25 – ovládání regulátoru rychlosti jízdy (tempomatu)
 - 26 – kompresor klimatizace
 - 27 – ovládání klimatizace
 - 28 – spínací skříňka (spínač žhavení při spouštění)
 - 29 – diagnostické rozhraní
 - 30 – akumulátor
 - 31 – turbodmychadlo
 - 32 – regulační člen plnicího tlaku
 - 33 – podtlakové čerpadlo
 - 34 – motor
- CAN Controller Area Network
(sériová datová sběrnice u osobních automobilů)



Obr. 7. Systém čerpadlo-vedení-tryska (PLD) (Unit Pump System, UPS) pro užitkové automobily (Bosch)

- 1 – tryska se dvěma pružinami
- 2 – spalovací prostor motoru
- 3 – vysokotlaké čerpadlo
- 4 – vačková hřídel motoru
- 5 – výtlačné hrdlo

- 6 – vysokotlaké vedení
- 7 – elektromagnetický ventil
- 8 – pružina zdvihátka
- 9 – zdvihátko

dicí jednotka ovládání elektromagnetických ventilů PDE a nevstřikuje se žádné palivo („nulové vstřikované množství“).

Regulace volnoběhu

Pomocí regulace volnoběhu se zabráňuje cukání motoru v důsledku kolísání otáček. Působí při nesešlápnutém pedálu akcelérátoru, při sepnutém spínači pedálu pro chod naprázdno a sepnutém spínači spojky. Kolísání otáček je při volnoběhu vyvoláváno rozdílnými silami působícími na písty a tím vznikají i rozdíly točivých momentů od jednotlivých válců motoru. Řídicí jednotka zaznamená toto kolísání a reguluje až do otáček motoru přibližně 1000 min⁻¹. Regulace volnoběhu sděluje změny otáček po každém procesu spalování a porovnává je mezi sebou. Potom se vstřikované množství (korekce dávky) pro každý válec podle rozdílu otáček mění tak, aby všechny válce předávaly klikové hřídeli stejný točivý moment.

Regulace rychlosti jízdy (Tempomat)

Regulátor rychlosti jízdy (Tempomat) v řídicí jednotce zabezpečuje, aby se během jízdy udržovala konstantní rychlost. Na-

stavení požadované rychlosti provádí řidič pomocí ovládací páčky. Vstřikované množství paliva se přitom mění – zvětšuje nebo zmenšuje se tak, aby skutečná rychlost sdělovaná snímačem rychlosti jízdy byla shodná s nastavenou požadovanou rychlostí. Regulace rychlosti (Tempomat) se vypne, pokud dojde k sešlápnutí spojkového nebo brzdového pedálu. V jiném případě je možné pomocí pedálu akcelérátoru zrychlit nad okamžitě nastavenou požadovanou rychlost, při jeho uvolnění se znovu dosáhne dříve nastavené rychlosti jízdy. Po vypnutí regulátoru rychlosti jízdy (Tempomatu) je možné přesunutím ovládací páčky do polohy opětovného nastavení znovu zvolit poslední platnou požadovanou rychlost. Přidržením obslužné páčky v poloze „zrychlení, resp. zpomalení“ je možné požadovanou rychlost zvýšit, resp. snížit.

Aktivní potlačení cukání během jízdy

Při rázové změně zatížení (při brzdění motorem a přidání plynu nebo naopak) dochází k velkým změnám v dávkování vstřikovaného množství paliva a tím i rázové změně točivého momentu motoru. V důsledku silného střídavého zatížení

elastických ložisek uložení motoru (silentbloků), hnacího ústrojí a pneumatik jsou vyvolány podélné kmity na vozidlo a posádku (cukavé kmitání). Tlumení cukání naprogramované v řídicí jednotce na základě porovnání okamžitých otáček s referenčními otáčkami odpovídajícími požadavku řidiče tyto kmity znamená a reaguje tak, že se vstřikované množství mění podle periody kmitání. Při zvyšování otáček se vstřikované množství zmenšuje a v opačném případě zvyšuje.

Regulace momentu motoru

při prudké změně zatížení

při brzdění motorem

(MSR-Motorschleppmomentregelung)

Regulace momentu motoru při prudké změně zatížení při brzdění motorem se používá v kombinaci s regulací prokluzu (ASR). Působí v případech, kdy je při řazení nižších převodových stupňů nebo při prudkém ubrání plynu brzdný účinek motoru příliš velký, takže při zhoršených adhezních podmínkách dochází k prokluzu hnacích kol. V takové situaci proto řídicí jednotka mírným přidáním plynu poněkud zvýší otáčky motoru a tím i točivý moment motoru (jeho brzdný



účinek), aby nedocházelo k prokluzu hnacích kol.

Zastavení motoru

Při zastavení motoru řídící jednotka přestane elektromagnetické ventily jednotek PD ovládat, a ty zůstávají otevřené. Při běžícím motoru se čerpá celé množství paliva tlačené čerpacím prvkem do přetokového prostoru a odtud kanálem zpětného vedení do palivové nádrže. Protože se nedosahuje otevíracího tlaku vstřikovacích trysek, nedochází ani ke vstřikování paliva.

Vstřikovací systém čerpadlo-vedení-tryska (PLD)

Vstřikovací systém čerpadlo-vedení-tryska (Pumpe-Leitung-Düse (PLD)), označovaný také jako Unit Pump System (UPS), plní stejné úkoly a pracuje stejným způsobem jako systém čerpadlo-tryska (PDE). Oba tyto vstřikovací systémy (obr. 6) se skládají ze:

- zařízení pro přívod paliva (nízkotlaká část);
- vysokotlaké části se vstřikovacími čerpadly (pístovými čerpadly), resp. jednotky PD;
- elektronické regulace přívodu nafty (EDC) s řídící jednotkou motoru, snímači měřených hodnot a akčními členy.

Montáž vstřikovacího systému PLD

U tohoto systému má každý válec svou vlastní čerpací jednotku (obr. 7), která se skládá z jednopístkového vysokotlakého čerpadla, krátkého vstřikovacího vedení a víceotvorové vstřikovací trysky s uchycením a dvěma pružinami vstřikovací trysky. Vstřikovací tryska umožňuje realizovat předběžný a hlavní vstřik paliva (stupňové vstřikování).

Přívod paliva (nízkotlaká část)

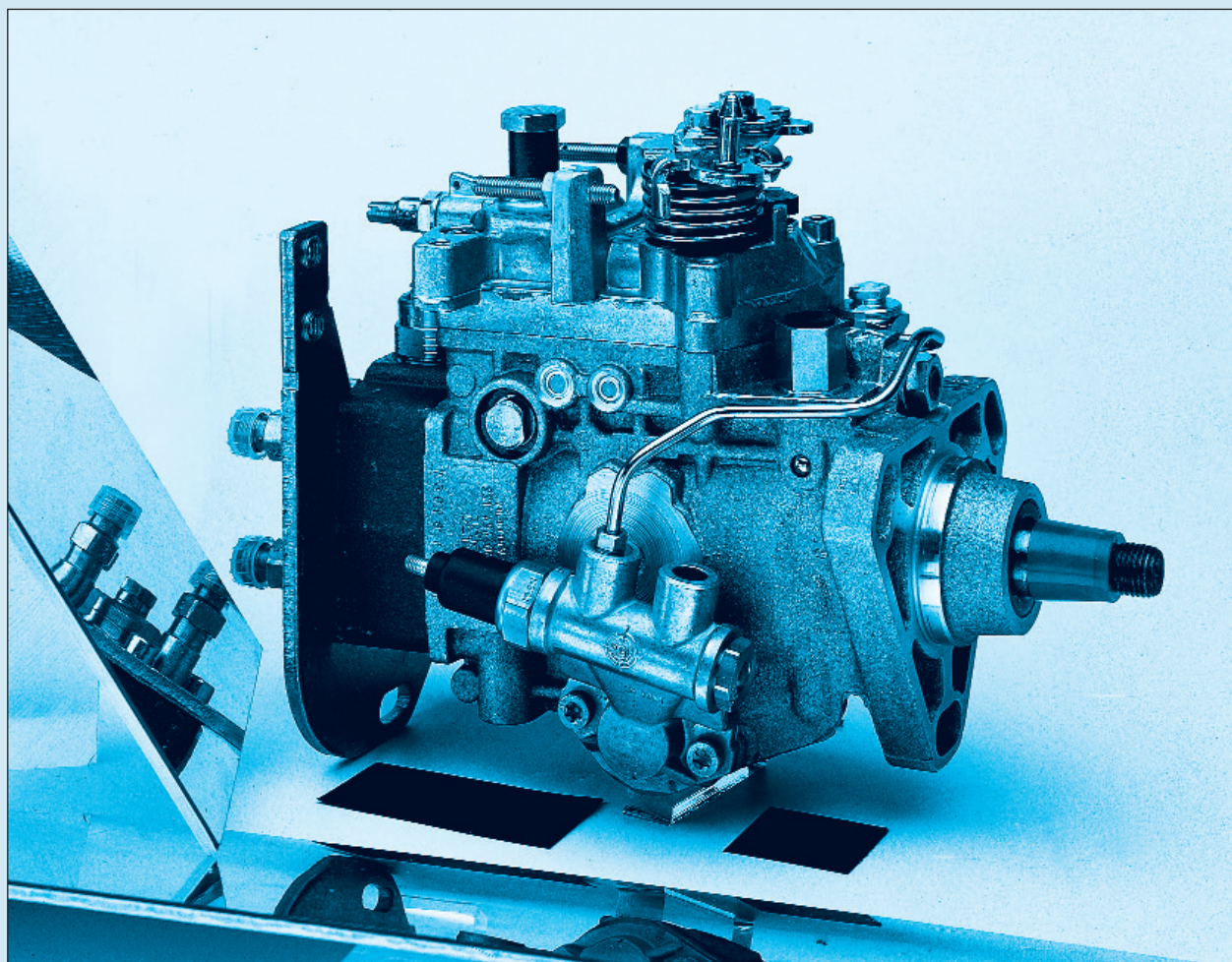
Palivo se nasává (obr. 6) zubovým čerpadlem z palivové nádrže (1) a přes palivový filtr (3) je čerpáno k jednotkám

PD (6), resp. vstřikovacím čerpadlům (7). Zubové čerpadlo je poháněno vačkovou hřídelí motoru. Nespotřebované palivo slouží k chlazení jednotek PD, resp. vstřikovacích čerpadel (pístových čerpadel) a je odváděno vratným potrubím přes omezovací tlakový ventil (4) a chladíč paliva (5) zpět do palivové nádrže. Omezovací tlakový ventil obstarává potřebný vstupní tlak (např. 500 kPa, tj. 5 bar) v nízkotlaké části, aby injektory byly dobře a rovnoměrně plněny. Ruční čerpadlo (není vyobrazeno) slouží k plnění a odvzdušňování nízkotlakové části.

Konstrukce

vstřikovacího systému PLD

Pohon vstřikovacích čerpadel (obr. 8) zajišťuje vačková hřídel motoru pomocí speciálních vaček (13). Pohyb této vačky (obr. 7) se prostřednictvím zdvihátka (12) přenáší na píst čerpadla (10). Ten je přitom vytlačován nahoru a potom se účinkem pružiny zdvihátka (23) zase pohybuje dolů. Na boku pouzdra čer-





padla (8) je umístěn elektromagnetický ventil (16), který je elektricky spojen s řídicí jednotkou motoru. V pouzdru čerpadla a skřini motoru jsou palivové kanálky. Kanálkem (20) se palivo pod nízkým tlakem přivádí k elektromagnetickému ventilu a kanálkem (21) se přebytečné palivo odvádí zpět do palivové nádrže.

Pracovní funkce vstřikovacího systému PLD

Proces plnění

Píst čerpadla (10) se účinkem pružiny zdvihátka (23) tlačí dolů. Palivo pod vstupním tlakem proudí otevřeným elektromagnetickým ventilem, kterým neprochází proud, do vysokotlakého prostoru (9).

Přípravný zdvih (proces přepouštění)

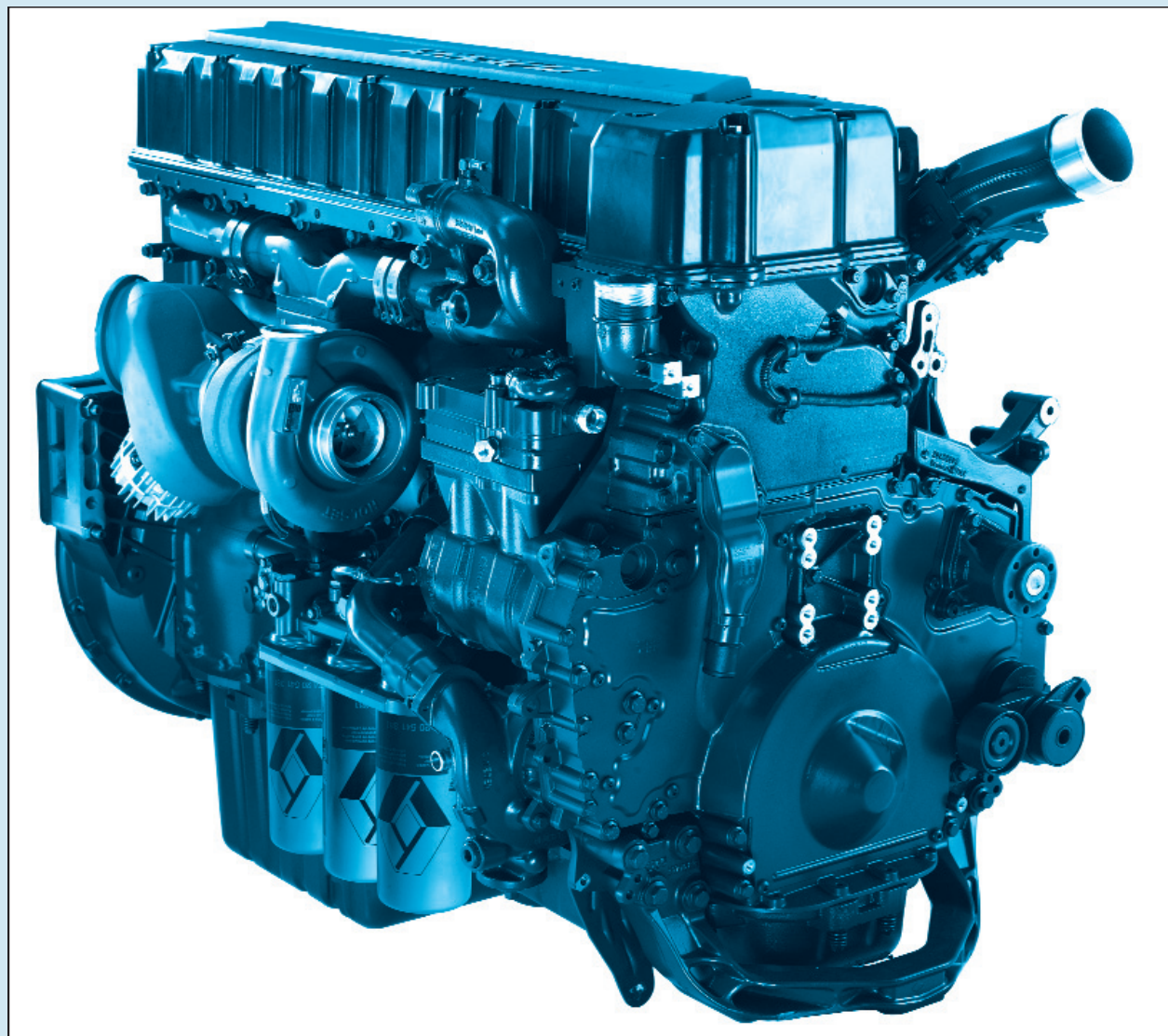
Píst čerpadla (10) se v důsledku otáčení vačkové hřídele motoru pohybuje naho-

ru. Přitom vytlačuje palivo ještě otevřeným elektromagnetickým ventilem (16) do kanálu zpětného přivádění paliva (21) do palivové nádrže.

Čerpací zdvih a proces vstřiku

Čerpací zdvih začíná vždy ve chvíli, kdy řídicí jednotka začne dodávat proud magnetickému ventilu (16), a ten se zavře, tzn. že jehla ventilu dosedne do svého sedla. Tím se přeruší spojení mezi vysokotlakým prostorem (9) a kanálkem zpětného vedení paliva (21). Tento okamžik zavření se nazývá „elektrický začátek čerpání“ (**B**egin of **I**njection **P**eriod = BIP). Tento BIP zaznamená řídicí jednotka motoru, která tak zjistí skutečný začátek čerpání a může ho vzít v úvahu při výpočtu dalšího procesu čerpání. Při dalším pohybu pístu nahoru se zvyšuje tlak ve vstřikovací trysce, uchycené v držá-

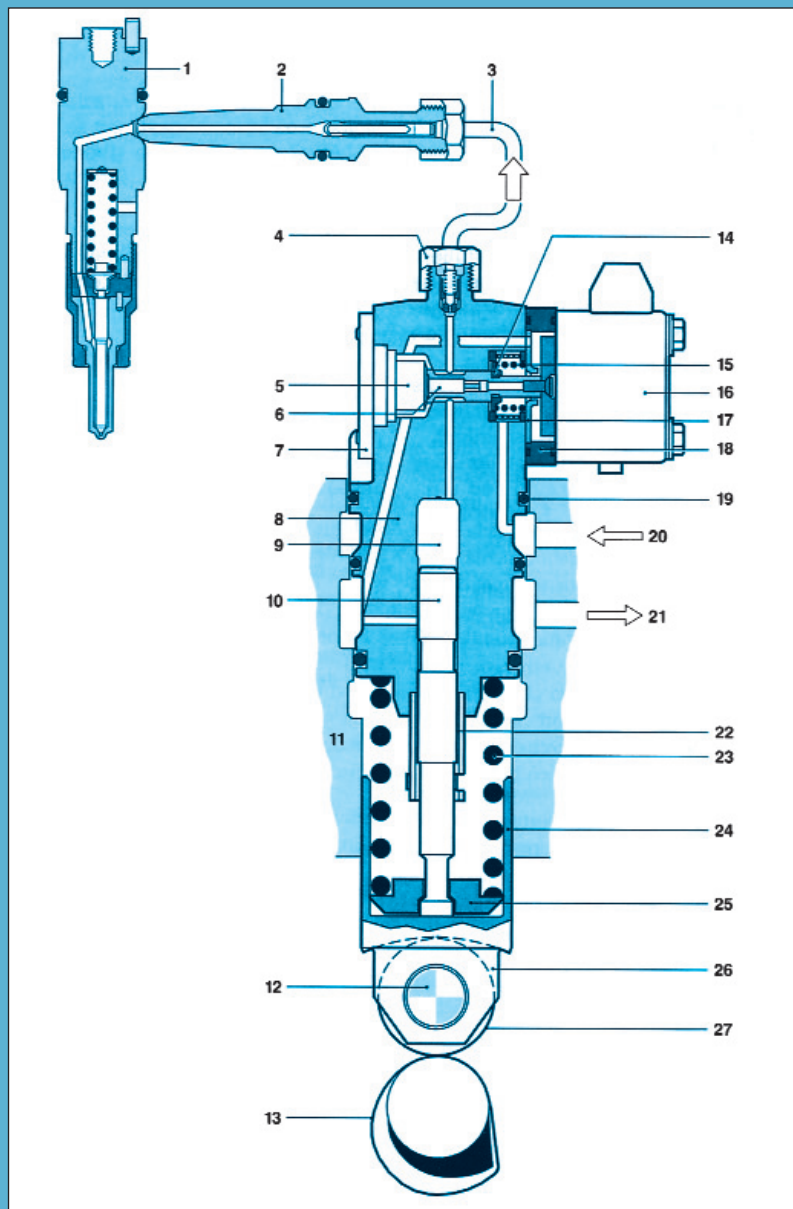
ku se dvěma pružinami (na obr. 7 je zobrazena jenom jedna pružina), v prvním stupni až asi na 25 MPa (250 bar). Jehla ventilu se zdvihne jenom tolik, aby se vzniklou malou štěrbinou vstříklo malé množství paliva (předběžný – pilotní – vstřík a skutečný začátek vstřiku). Protože čerpání běží dále a větší množství paliva vyžaduje i větší průtočný průřez, zvyšuje se tlak. Při asi 35 až 45 MPa (350 až 450 bar) se nadzdvihne i druhá, silnější pružina. Jehlu trysky tak uvede na druhý stupeň s větším zdvihem a propustí hlavní dávku paliva. V průběhu celého procesu vstřiku se – v závislosti na průtočném množství (čerpané množství/stupeň otočení klikové hřídele) – v důsledku odporu v trysce vstřikovací tlak dále zvyšuje a na konci vstřiku dosahuje největší hodnoty mezi 150 až 180 MPa (1500 a 1800 bar).





Obr. 8. Konstrukce jednotky čerpadlo-vedení-tryska (Pumpe-Leitung-Düse, PLD, Unit Pump System, UPS) pro užitkové automobily (Bosch)

- 1 – těleso vstřikovací trysky
- 2 – výtláčné hrdlo
- 3 – vysokotlaké vedení
- 4 – matice
- 5 – omezovač zdvihu
- 6 – jehla elektromagnetického ventilu
- 7 – destička
- 8 – těleso čerpadla
- 9 – vysokotlaký prostor
- 10 – píst čerpadla
- 11 – blok motoru
- 12 – čep kladky zdvihátka
- 13 – vačka
- 14 – talířek s pružinou
- 15 – pružina elektromagnetického ventilu
- 16 – pouzdro ventilu s cívkou a elektromagnetickým jádrem
- 17 – desková kotva
- 18 – distanční podložka
- 19 – těsnění
- 20 – přívod paliva (nízky tlak)
- 21 – zpětné vedení paliva
- 22 – vodítko pístu čerpadla
- 23 – pružina zdvihátka
- 24 – těleso zdvihátka
- 25 – talířek s pružinou
- 26 – zdvihátko
- 27 – kladka zdvihátka



Dokončující zdvih (zdvih naprázdno)

Když řídicí jednotka přeruší přívod proudu do elektromagnetu, elektromagnetický ventil se otevře a určí tak konec vstřiku, přičemž se vytvoří spojení mezi vysokotlakým prostorem (9) a nízkotlakou částí. Přebytná část paliva vytlačeného pístem čerpadla odtéká zpětným přívodem (21) do palivové nádrže.

Elektronická regulace vznětového pohonu (EDC)

Skládá se – stejně jako všechny elektronicky řízené systémy regulace vznětového pohonu – z:

- řídicí jednotky motoru;

- snímače (vysílače dat) a vysílače daných hodnot;

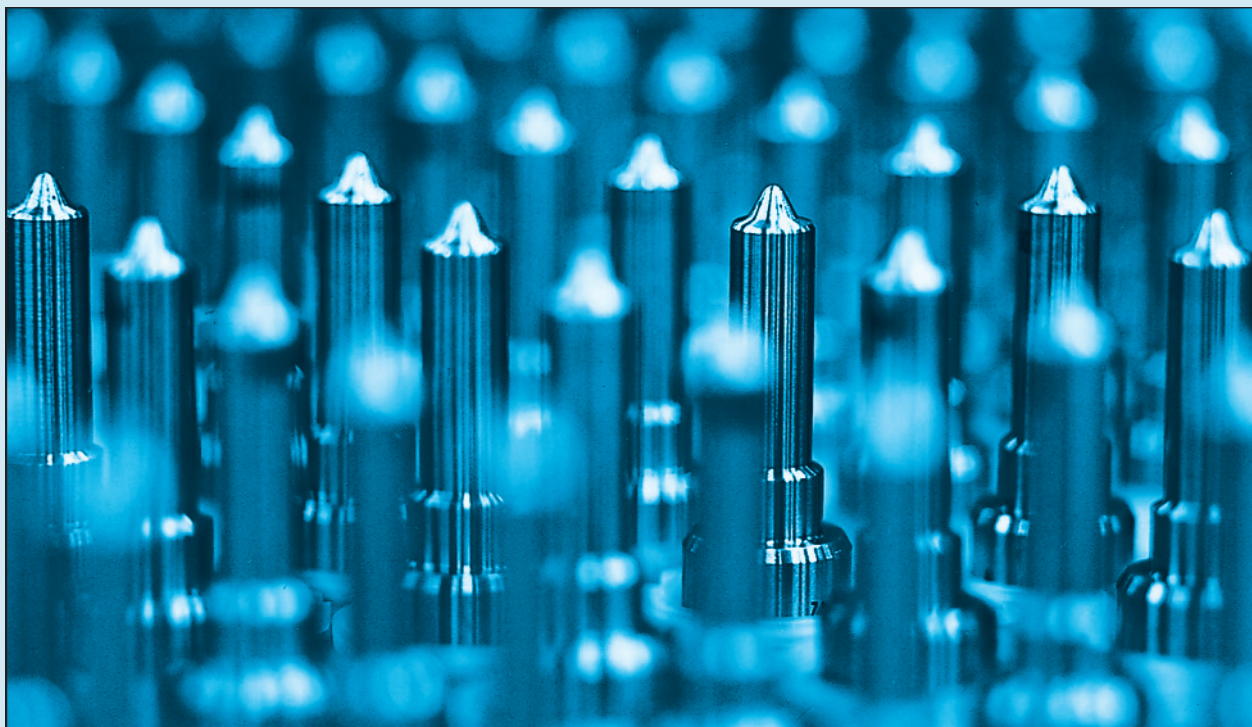
- nastavovacích prvků (akčních členů).

Řídicí jednotka motoru

Řídicí jednotka zpracovává vstupní signály (informace) ze snímačů. Z nich určuje pracovní režim motoru a podle hodnot ze snímačů vypočítává výstupní (řídicí) signály, kterými pak přímo nebo nepřímo (pomocí relé) řídí příslušné akční členy (výkonné prvky).

Elektronická část řídicí jednotky pracuje se stálým napájecím napětím 5 V. Akční členy jsou většinou jednopólově přes záporný pól výstupu řídicí jednot-

ky spojeny s kladným palubním napětím 24 V (resp. u některých užitkových automobilů pouze 12 V). Výjimku tvoří elektromagnetické ventily pístových čerpadel systému PLD. Zde bývá navíc kladné připojení pólu k řídicí jednotce s palubním napětím. Řídicí jednotka kromě toho vytváří i rozhraní (datovou sběrnici CAN) pro řídicí jednotky jiných systémů a pro diagnostiku vozidla. Tím je umožněn přenos dat s elektronickými systémy jako jsou regulace prokluzu kol poháněné nápravy (ASR), elektronické řízení převodovky (GS) nebo elektronický stabilizační systém (ESP). Každý systém EDC je přítom plně zapojen do diagnostického



systému vozidla a plní tak všechny požadavky palubní diagnostiky (OBD – On Board Diagnose, resp. EOBD).

Vlastní diagnostika (vlastní kontrola) vstříkovacího systému

Vlastní diagnostiku provádí řídicí jednotka motoru. Jejím úkolem je kontrola všech snímačů (vysílačů dat) i akčních členů. Při kontrole snímačů se pomocí vlastní diagnostiky testuje, zda je napájecí napětí dostatečně vysoké nebo je-li jejich signál v přípustném intervalu, resp. je-li hodnověrný. Důležité signály se přivádějí dvěma až třemi cestami. V případě závady se tím umožňuje přepnout na některý z těchto náhradních signálů.

Hlášení závad

Vzniklé závady řídicí jednotka signalizuje řidiči pomocí kontrolní svítilny a ukládá je do paměti závad, aby mohly být později vyhodnoceny. Při hlášení závady může kontrolka podle typu závady trvale blikat, trvale svítit nebo zůstat zhasnutá. Pokud se ukládá více závad, má „blikání“ přednost před „trvalým rozsvícením“.

Nedůležité závady, které se vyskytují jenom náhodně (sporadicky) se sice ukládají do paměti, nejsou však signalizovány rozsvícením kontrolky. Poté co se poprvé ztratí, snižuje se ukazatel četnosti

chyby. To znamená, že je nastaven určitý počet režimů spuštění (např. 40), který se při každém režimu spuštění, kdy se závada nevyskytne, sníží o jednu. Pokud se daná závada po 40 spuštěních více nevyskytuje, je z paměti vymazána.

Kontrola vstříkovacích systémů

Hledání závad systémovým testerem

Kontrola vstříkovacích systémů se provádí speciálním testerem, který se připojuje k diagnostickému rozhraní (diagnostická přípojka EOBD). Po zadání např. typu vozidla, druhu pohonu, značky, modelové řady a typu motoru může tento tester pomocí speciálního zkušebního programu provádět následující funkce:

- přečtení paměti závad;
- snímání skutečných hodnot;
- kontrolu akčních členů;
- servisní nastavení.

Čtení paměti závad

Přečtením paměti závad se zjistí vadné součásti identifikované pomocí vlastní diagnostiky. Hloubka této diagnózy, tzn. jak přesně je závada identifikována, závisí u různých výrobců automobilů vždy na zkušebním programu (zkušebním softwaru) v jejich systémových testerech.

Diagnostika akčních členů

Pomocí diagnostiky regulačních prvků může systémový zkušební přístroj uvádět do činnosti určené akční prvky, např. elektromagnetický ventil recirkulace výfukových plynů nebo regulaci plnicího tlaku turbodmychadla, a akusticky, resp. elektricky zjišťovat, zda reagují.

Snímání skutečných hodnot

Snímání skutečných hodnot je snímání okamžitých naměřených a vypočtených provozních údajů, jakými jsou např. údaje ze snímače otáček (volnoběžné, resp. přeběhové otáčky), ze snímače polohy pedálu akceleratoru (poloha při volnoběhu a při plném zatížení), ze snímače plnicího tlaku turbodmychadla (při volnoběhu tlaku atmosférického), z čidla atmosférického tlaku, ze snímačů teploty (chladicí kapalina, vzduch, olej a palivo), z měřiče hmotnosti nasávaného vzduchu (naměřená hmotnost vzduchu v mg/zdvih válce) a údaje o začátku čerpání paliva, resp. vstřikování.

Servisní nastavení

Servisní nastavení se vyžaduje např. po výměně řídicí jednotky. Pak se musí řídicí jednotka znovu upravit (nakódovat) pro daný vstříkovací systém.

**ZPRACOVALI: JIŘÍ BROŽ A LUBOŠ TRNKA
PODLE ZAHRANIČNÍCH MATERIÁLŮ**