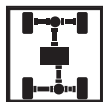




**Automobil
od A do Z**



Servis



Podvozek



**Organizace
práce**



Motor



**Systémy
a příslušenství**



**Bezpečnost
a hygiena práce**



Geometrie



**Nářadí
a vybavení dílen**



**Paliva
a maziva**



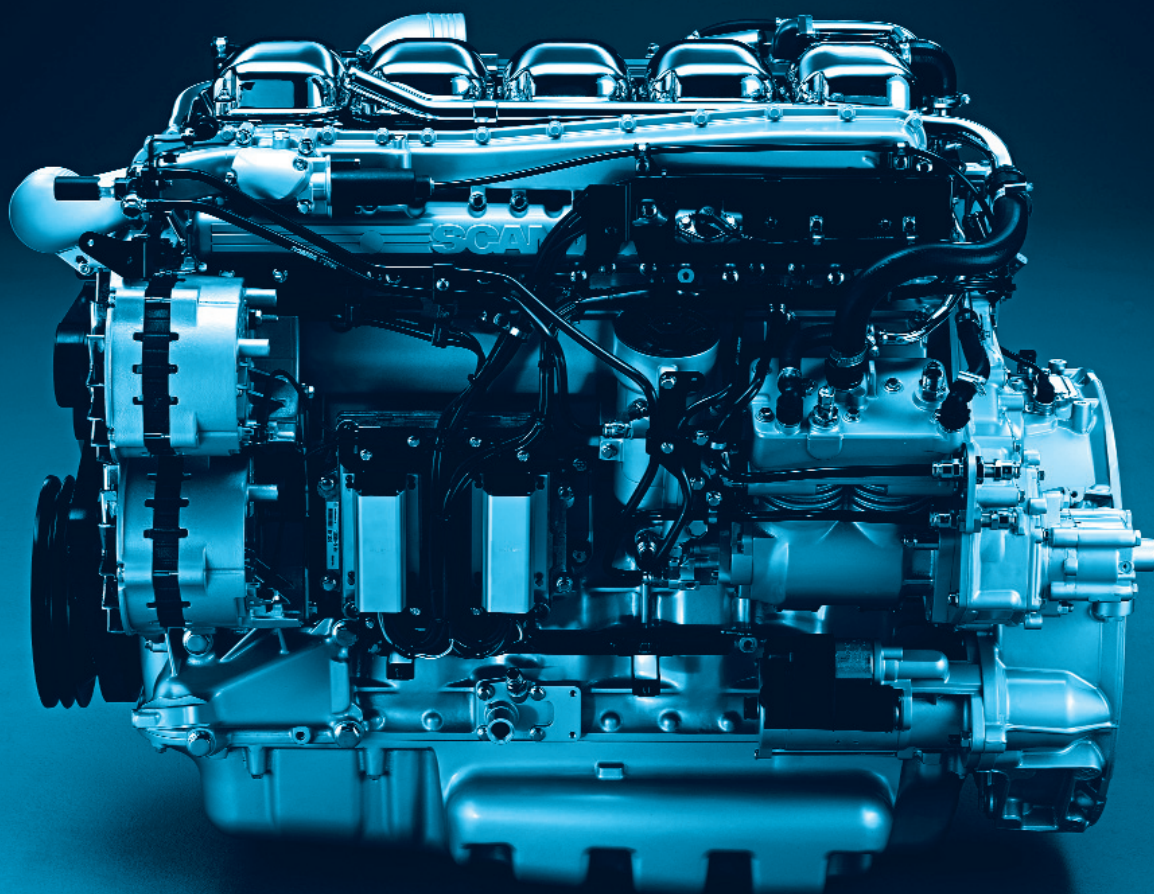
**Diagnostika
a měření**



**Elektr. zařízení,
elektronika**

Praktická dílna

Spalovací motory VIII.



Spalovací motory VIII.

V minulém vydání Praktické dílny jsme se začali věnovat systémům vstřikování paliva v zážehových motorech. Konkrétně to byl systém Bosch Motronic. Popis tohoto systému ovšem nebyl kompletně dokončen, a proto dnes budeme pokračovat přesně tam, kde příloha AutoEXPERTU 1/2006 končila.

Bosch Motronic

Zpracování provozních údajů

(pokračování z vydání 1/2006)

Přizpůsobení různým pracovním režimům

Základní množství vstřikovaného paliva se dává pomocí vypočtené základní doby vstřiku. Toto základní množství paliva je dodáváno do spalovacího prostoru v případě, je-li v zahřátém stavu. To znamená, že teplota chladicí kapaliny musí být vyšší než asi 40 °C při chodu naprázdno a asi 20 °C při neúplném zatížení. I v tomto případě musí směšovací poměr paliva se vzduchem odpovídat stechiometrické směsi, tedy $\lambda = 1$. V jiných provozních režimech (přechodové reži-

my – akcelerační) se základní množství paliva musí prodloužením doby vstřiku zvětšit a směs tak upravit (obohatit) odlišně od $\lambda = 1$.

Spouštění v nezahřátém stavu

Při spouštění motoru v nezahřátém stavu se nasávaná směs paliva se vzduchem ochuzuje. K ochuzování dochází proto, že se těžko odpařitelné uhlovodíkové sloučeniny paliva usazují na studených stěnách sacího potrubí. Proto se s nasávaným vzduchem mísí nanejvýš 50 až 60 % vstřikovaného množství paliva. Aby se tyto ztráty kompenzovaly a zajistilo se plynulé zvyšování otáček motoru, musí se v závislosti na okamžité teplotě motoru vstřikované množství až třikrát zvýšit tak, aby směs byla schopná zapálení. I po-

to u systému Motronic existuje pro celý proces spouštění speciální postup výpočtu vstřikovaného množství.

Potřebného zvýšení vstřikovaného množství se v závislosti na teplotě motoru dosahuje prodloužením doby vstřiku a kromě toho i dodatečnými impulzy k aktivaci vstřikovacích ventilů podle speciálního programu vstřikování.

Pomocí tohoto programu vstřikování se od začátku spouštění vstřikovací ventily aktivují nikoliv sekvenčně, nýbrž simultánně. Každý zapalovací impuls přitom spouští jedno vstříknutí. To znamená, že se vstřikovací ventily uvedou do činnosti a vstříknou v čtyřválcovém motoru dvakrát a u šestiválcového motoru třikrát během dvou otáček klikové hřídele.

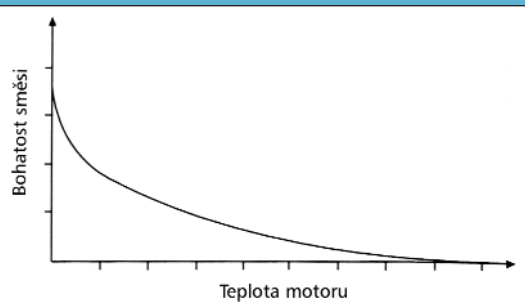
Bezprostředně po prvních otáčkách klikové hřídele (začátek spouštění) se množství paliva pro obohacení směsi při spouštění postupně zmenšuje (zkracováním doby vstřiku v závislosti na zvyšujících se otáčkách motoru) až do ukončení spouštění (obr. 1). Při otáčkách motoru vyšších než 600 min⁻¹ se ovládání vstřikovacích ventilů opět přepne ze simultánního na sekvenční.

Během fáze spouštění motoru se rovněž přizpůsobuje předstih zážehu. Ten se nastavuje v závislosti na teplotě motoru a aktuálním počtu otáček motoru.

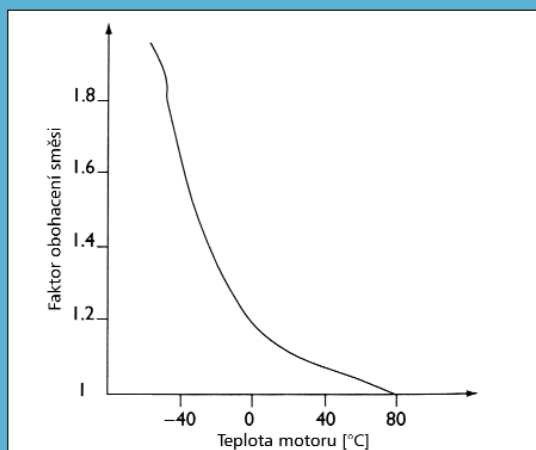
|||▶ Při spouštění zahřátého motoru podle tohoto programu vstřikování se vstřikovací ventily od začátku spouštění uvádějí do činnosti rovněž simultánně a ne sekvenčně. Zapalovací impulzy však neaktivují dodatečné vstřikování.

Fáze po spuštění

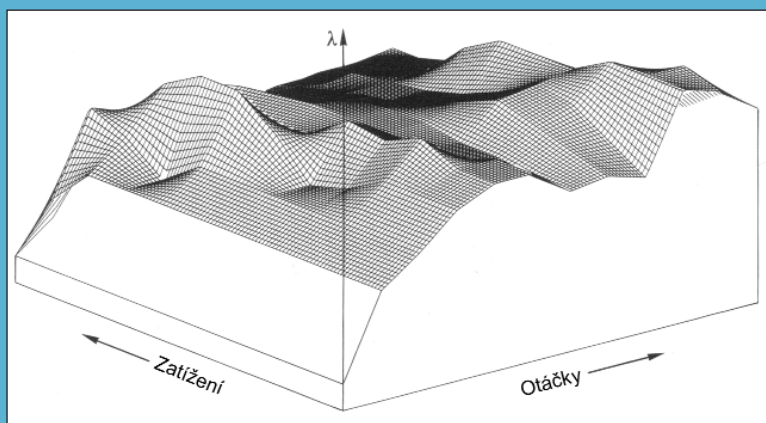
Jako fáze po spuštění se označuje doba od ukončení spouštění až do chodu v zahřátém stavu. Obohacení směsi se musí v této fázi po krátkou dobu postarat o to, aby motor po ukončení procesu spouštění



Obr. 1.
Průběh snižování
bohatosti směsi
během ohřevu
motoru ve fázi
těsně po startu.



Obr. 2.
Průběh faktoru
obohacení během
fáze po spuštění
motoru.



Obr. 3. Regulační pole součinitele přebytku vzduchu λ .

plynule zvyšoval otáčky a dobře se rozbíhal. Tak se např. při ukončení spouštění, kdy faktor obohacení směsi v závislosti na teplotě motoru a nasávaného vzduchu dosahuje hodnoty až 1,7 – to znamená asi o 70 % více paliva, než je základní množství – se po několika málo sekundách, kdy se udržuje na této vyšší hodnotě, postupně snižuje na hodnotu obohacení při chodu v zahřátém stavu (např. 1,3), tzn. že fáze po spuštění plynu le přechází do chodu v zahřátém stavu (obr. 2). Tomuto obohacení a okamžitému provoznímu režimu se během fáze po spuštění patřičně přizpůsobuje také úhel předstihu zapalování.

Chod v zahřátém stavu

Na fázi spouštění a fázi po spuštění navazuje chod v zahřátém stavu. Motor stále ještě potřebuje o něco větší než základní množství paliva, protože se příliš velká část vstřikované dávky usazuje bez odpaření na stěnách chladnějšího sacího potrubí. V principu je to tak, že ve fázi chodu v zahřátém stavu začíná řídicí jednotka Motroniku pracovat s teplotně závislým faktorem obohacení např. 1,3 (přebytek paliva asi 30 %) a po ohřátí motoru ho postupně snižuje až na základní dobu vstřikování (faktor 1, který odpovídá $\lambda = 1$, tj. stechiometrická směs).

Při celé regulaci je důraz kladen na to, aby se během celé fáze chodu v zahřátém stavu udržela bezvadná schopnost jízdy vozidla, zároveň se zachovala i nízká spotřeba paliva a katalyzátor se pomocí vysoké teploty výfukových plynů rychle ohřál na svou pracovní teplotu.

Výfukové plyny se přitom na ohřívání katalyzátoru (svou vysokou teplotou) podílejí především tehdy, když motor pracuje např. s chudou směsí a zpožděným okamžikem zapalování nebo s bohatší směsí a přiváděním pomocného vzduchu.

Jakmile katalyzátor dosáhne své pracovní teploty, dochází k doregulování okamžiku přeskočení jiskry na svíci a potřebné dávky paliva tak, aby se směšovací poměr nastavil a udržoval na $\lambda = 1$. Obr. 3 znázorňuje kompletní regulační pole součinitele přebytku vzduchu λ .

Vyrovnávání změn pracovních režimů (akcelerační, decelerační)

Určitý podíl z dávky paliva vstříknutého do sacího potrubí se do válců motoru nedostává ihned, ale až při dalším vstřiku. Do té doby se palivo usazuje jako tenká vrstva na stěnách sacích kanálů, která musí být do jisté míry vždy přítomná.

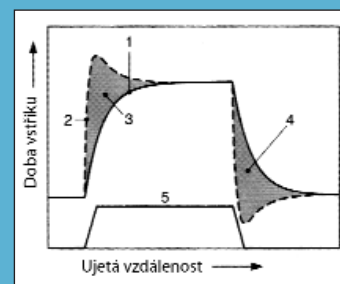
Akcelerační – Pracuje-li motor v režimu chodu naprázdno nebo neúplného zatížení, pak v důsledku vysokého podtlaku doslova vysává stěny sacího potrubí až dosucha. Při otevření škrticí klapky se směs ochuzuje v důsledku vytváření nové povrchové vrstvy na stěnách. Aby se zabránilo takovému ochuzování směsi při zrychlování, musí se dodatečné množství paliva vstříkovat se základním množstvím paliva. Toto obohacení se provádí prodloužením doby vstřiku (obr. 4).

Decelerační – V případě, kdy se naopak při zpomalování škrticí klapka zavírá, se ve stejném okamžiku při klesajícím zatížení

na stěnách sacího potrubí na krátkou dobu vytvoří příliš tlustá vrstva neodpařeného paliva. Proto se musí při zpomalování vstřikované množství opět o stejnou část (snižené množství) zmenšit. V tomto případě může docházet i k úplnému zastavení dávky paliva do sacího potrubí.

Provoz při plném zatížení

Při plném zatížení odevzdává motor při jmenovitých otáčkách svůj nejvyšší výkon. Ve středním intervalu otáček – v důsledku nejlepšího plnění válců – pak poskytuje svůj nejvyšší točivý moment. V podmínkách plného zatížení se u většiny motorů střední třídy, v porovnání s fází neúplného zatížení, směs paliva se vzduchem obo-

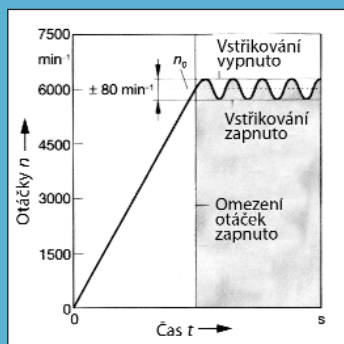


Obr. 4. Doba vstřiku při zrychlování a zpomalování.

- 1 – doba vstřiku podle signálu zatížení
- 2 – efektivní doba vstřiku
- 3 – dodatečné množství paliva (obohacení)
- 4 – snížené množství paliva
- 5 – úhel otevření škrticí klapky α_{DK}

hacuje. Pouze motory vyšší třídy pracují i při plném zatížení bez obohacování se stechiometrickým poměrem paliva se vzduchem 1 : 14,7 ($\lambda = 1$). Ostatní motory dostávají při plném zatížení směs bohatší s poměrem asi 1 : 13 ($\lambda = 0,9$). Mírným obohacením směsi se zvyšuje rychlost šíření plamene ve spalovacím prostoru, a spalování se tak během pracovního taktu při plném výkonu a vysokých otáčkách motoru příliš nezpomaluje.

Výše tohoto obohacování je v řídicí jednotce Motronic naprogramována specificky pro daný motor. Informaci o nastavení škrticí klapky na plné zatížení podává potenciometr škrticí klapky. Při sešlápnutí akceleračního pedálu řídicí jednotka krátce před nastavením



Obr. 5. Omezení maximálních otáček n_0 vypínáním vstřikování.

škrtky klapky do polohy plného zatížení příslušně prodlouží dobu vstřiku.

Přerušení přívodu paliva při jízdě v deceleračním režimu

Při běžné jízdě bez akcelerace, při brzdění nebo při jízdě z kopce, nejsou elektromagnetické vstřikovací ventily aktivovány a žádné vstřikování paliva neprobíhá. Tím se docílí dalšího snížení spotřeby paliva i emisí škodlivých látek.

Přerušení přívodu paliva – Funkce přerušení přívodu paliva se spouští v případě, kdy se nad určitou prahovou hranicí otáček (u zahřátého motoru např. 1800 min⁻¹, u nezahřátého asi 2500 min⁻¹) přemístí akcelerační pedál do polohy chodu naprázdno. Tuto polohu pedálu ohlásí potenciometr škrtky klapky řídicí jednotce Motronic. Než však dojde k vypnutí impulsů pro vstřikování, zmenší se příslušným způsobem předstih zapalování, aby se snížil točivý moment motoru a přechod na jízdu bez dodávky paliva byl co nejvíce plynulý.

Nové zahájení přívodu paliva – Přerušování přívodu paliva (zablokování vstřikování) se vypíná s dalším pohybem pedálu akceleračního nebo v případě, kdy otáčky motoru klesnou pod nastavenou prahovou hodnotu otáček pro obnovení přívodu paliva, která je vždy vyšší než vlastní otáčky při chodu naprázdno. Otáčky pro obnovení přívodu paliva se přizpůsobují podle teploty motoru a kromě ní také podle rychlosti poklesu otáček motoru. Proto je mezní hodnota otáček pro obnovení přívodu paliva u nezahřátého motoru podle této teplotní závislosti položena výše než u motoru zahřátého.

Ve druhém případě elektronika při deceleraci vyhodnocuje rychlost poklesu otáček. Proto je při normálním zpomalování při jízdě „bez plynu“ hranice otáček pro obnovení přívodu paliva nižší než např. při vypnutí spojky, které má za následek jejich velmi rychlý pokles.

Aby se při obnovení vstřikování dosáhlo plynulého zvýšení točivého momentu bez záškubů a cukání, musí při prvních vstřicích docházet k aplikaci většího množství paliva. Tímto opatřením se na suchých stěnách sacího potrubí opět vytvoří požadovaná tenká vrstva paliva.

Omezování otáček

Pro ochranu motoru před příliš vysokými otáčkami při zastavení automobilu ne-

bo při velmi vysoké rychlosti jízdy se musí nastavit omezení otáček. V takovém případě řídicí jednotka Motronic při překročení maximálních dovolených otáček (obr. 5) vypne vstřikování.

Během tohoto regulačního zásahu řídicí jednotka porovnává skutečné otáčky s naprogramovanou mezní hodnotou n_0 a při jejím překročení přestane aktivovat vstřikovací ventily. Při přepínání mezi polohami „vstřikování zapnuto/vypnuto“ se nastaví interval otáček $\pm 80 \text{ min}^{-1}$. Toto nepatrné kolísání otáček se projevuje mírným cukáním v chodu motoru při maximálních otáčkách. Řidič tím dostává jasný podnět k příslušné reakci a vzhledem k nerovnoměrnosti chodu motoru intuitivně poněkud uvolní akcelerační pedál.





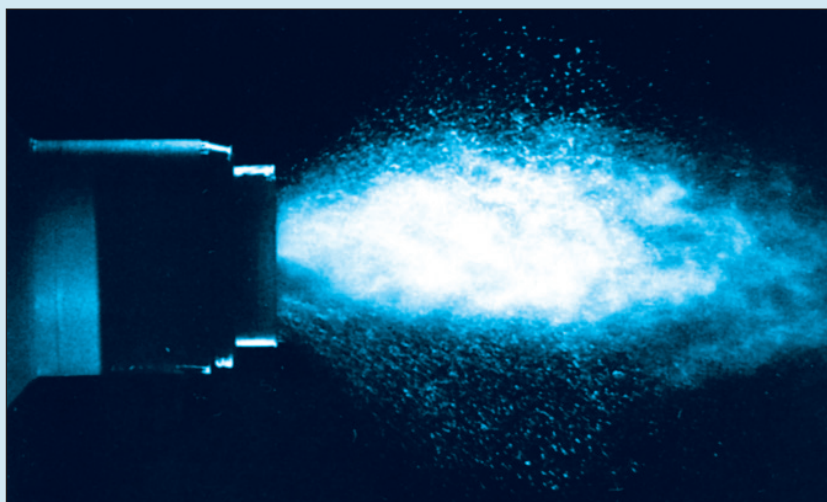
Regulace otáček při chodu naprázdno

Regulace otáček při chodu naprázdno je funkční jak u studeného, tak i zahřátého motoru. Řídicí jednotka Motronic se při ní stará o to, aby se otáčky při chodu naprázdno neustále regulovaly při všech pracovních podmínkách, jako jsou:

- překonávání vyšších zatížení třením u nezahřátého motoru,
- zvýšení zatížení připojením elektrických spotřebičů (vyšší nároky na alternátor),
- připojování a odpojování kompresoru klimatizace,
- zařazení rychlostního stupně u automobilů s automatickou převodovkou.

Řídicí jednotka Motronic potřebuje pro regulaci otáček při chodu naprázdno následující vstupní veličiny (signály):

- skutečné otáčky motoru ze snímače otáček, resp. referenční značky;
- poloha (úhel otevření) škrticí klapky z potenciometru škrticí klapky;
- teplotu chladicí kapaliny z měřiče teploty (prvek NTC II);
- připojení a odpojení kompresoru klimatizace z jejího vypínače;
- zařazení nebo vyřazení rychlostního stupně (u automatické převodovky) z vypínače převodovky.



Před připojením kompresoru klimatizace je její vypínač už sepnut, stejně jako vypínač převodovky už před zařazením rychlostního stupně. Řídicí jednotka tak může regulaci otáček při chodu naprázdno podpořit pomocí dopředné regulace, což má za následek zabránění příliš velkému poklesu otáček.

Regulaci při chodu naprázdno je možné provádět pomocí řízení přívodu vzduchu a řízením úhlu předstihu.

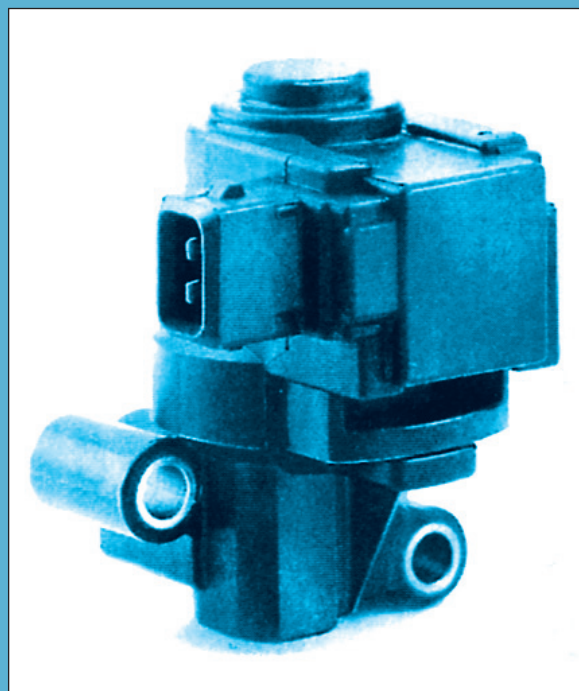
Regulace otáček řízením přívodu vzduchu
– Při řízení přívodu vzduchu se otáčky cho-

du naprázdno ovlivňují pomocí otočného stavěcího členu v obtoku škrticí klapky nebo u novějších konstrukcí přímo nastavováním škrticí klapky pomocí elektrického pohonu (podobně jako je tomu u systému ME-Motronic, který bude naplní dalšího pokračování Praktické dílny).

Stavěcí členy v obtoku existují v provedení pro hadicové připojení (obr. 6) a pro namontování přímo na jednotku škrticí klapky (obr. 7). V obou případech jde o stavěcí člen s elektromagnetickou cívkou (což se pozná podle dvou pinů na elektrické přípojce) pro obtékání škrticí klapky.



Obr. 6. Elektromagnetický stavěcí člen obtoku pro hadicové připojky.



Obr. 7. Elektromagnetický stavěcí člen obtoku pro namontování na jednotku škrticí klapky.

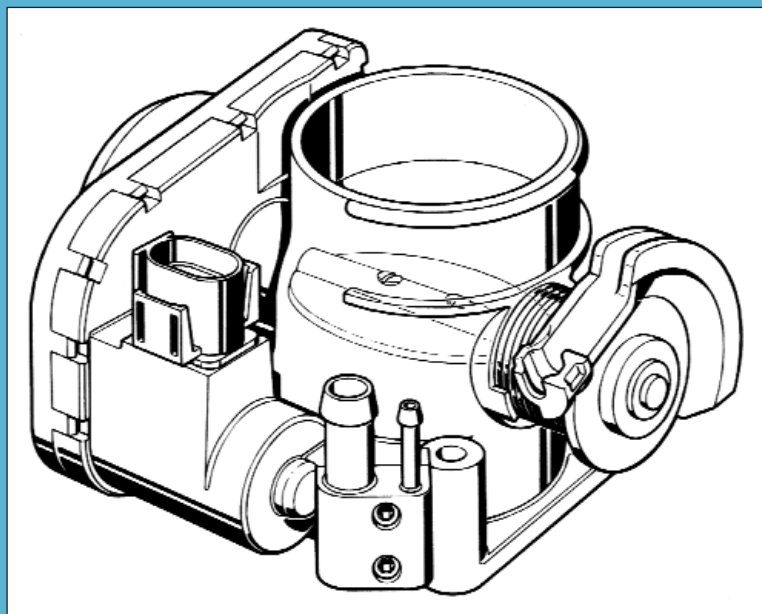
V obou konstrukcích stavěcích členů se nachází rotační šoupátko, na které ve směru „zavřít“ působí pružná spirála a ve směru „otevřít“ elektromagnetická rotační síla, vyvolávaná cívkou. Podle výše uvedených vstupních veličin nechává řídicí jednotka procházet taktovaný ovládací proud s danou střídou (např. 60 %). V případě poklesu otáček v důsledku zvýšeného zatížení se střída zvětší, tzn. že se ovládací proud během periody zapíná na delší dobu (např. 100 %). Otočné šoupátko tak zůstává otevřeno déle a v závislosti na stavu zatížení nastavuje větší průřez obtoku.

Při výpadku ovládání se otočné šoupátko účinkem pružné spirály nastaví na nouzový průřez, který u zahřátého motoru odpovídá otáčkám asi 1000 min⁻¹. Tím je zajištěno, aby byly otáčky při chodu naprázdno dostatečné i u motoru v nezahřátém stavu.

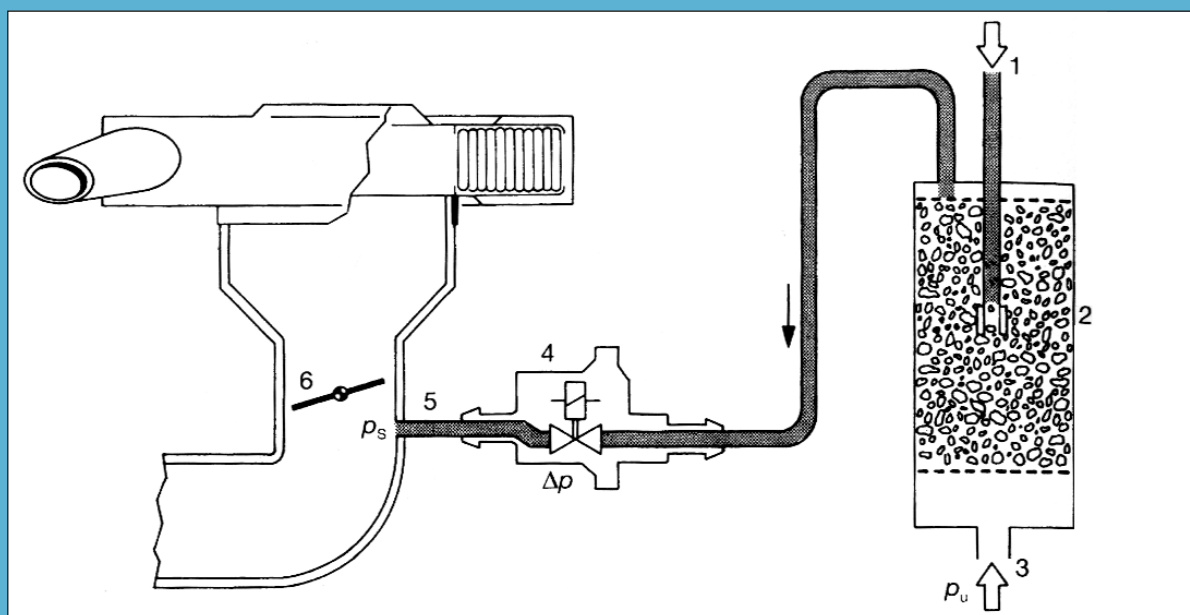
U regulace otáček při chodu naprázdno pomocí stavěcího zařízení na jednotce škrtkové klapky se pomocí elektromotoru prostřednictvím převodu přestavuje zarážka škrtkové klapky pro chod naprázdno (obr. 8). Výhodou proti nastavování obtoku je, že

vzniká menší podíl falešného vzduchu, který – je-li ho příliš mnoho – už žádné nastavování otáček při chodu naprázdno nedovoluje. Nevýhodou tohoto způsobu nastavování je, že v případě velkého objemu sacího potrubí se počet otáček při chodu naprázdno mění se zpožděním.

Regulace otáček řízením úhlu předstihu – Řízením úhlu zapalování (předstihu) se dosahuje podstatně rychlejší reakce na změny otáček. Při klesajících otáčkách se tak předstih zvětšuje, aby se zvýšil točivý moment motoru, a naopak při rostoucích otáčkách se předstih zmenšuje, aby se po-



Obr. 8. Jednotka škrtkové klapky se zabudovaným elektrickým rotačním pohonem škrtkové klapky.



Obr. 9. Systém zachycování odpařeného paliva.

- | | |
|---|---|
| 1 – vedení z palivové nádrže k zásobníku s aktivním uhlím | 5 – vedení k sacímu potrubí motoru |
| 2 – zásobník s aktivním uhlím | 6 – škrtková klapka |
| 3 – čerstvý vzduch | Δp – rozdíl mezi tlakem v sacím potrubí p_s |
| 4 – ventil filtru s aktivním uhlím (ventil AKF) | a tlakem atmosférickým p_u |



mocí menšího točivého momentu motoru otáčky patřičně snížily. Tento zásah je proveden tak rychle, že je změna otáček téměř nepostřehnutelná.

Lambda regulace

Pomocí lambda regulace se může směšovací poměr paliva se vzduchem velmi přesně udržovat na hodnotě $\lambda = 1$ (stechiometrická směs). Udržování této hodnoty je důležité pro správnou funkci třicestného katalyzátoru, který díky takto připravené směsi může optimálně transformovat škodlivé složky výfukových plynů (princip funkce lambda-sondy i různé konstrukce sond byly zmiňovány v předchozích dílech Praktické dílny věnované spalovacím motorům).

Systém zpětného zachycování odpařeného paliva

V současné době jsou v celém Evropském společenství v platnosti zákonné předpisy, podle kterých se do ovzduší nesmějí dostávat výpary paliva z nádrže. V důsledku ohřívání paliva – jednak ohřevem z venku, jednak i teplem přiváděným vracejícím se přebytečným palivem – dochází k silnému odpařování paliva a zvyšování tlaku v nádrži.

Pomocí systému zpětného zachycování odpařeného paliva (viz obr. 9), který tvoří zásobník s aktivním uhlím, mohou být tyto výpary zachycovány a zároveň vyrovnáván tlak v nádrži s tlakem atmosférickým.

Přívod vzduchu i odvětrávací vedení z palivové nádrže končí v zásobníku s aktivním uhlím. Filtér z aktivního uhlí zachycuje výpary paliva, resp. nasává je a do atmosféry propouští jen vzduch. Pokud by se naopak v nádrži začal vytvářet podtlak, může se do nádrže přes tento filtér přivádět vzduch z okolní atmosféry.

Aby se filtér s aktivním uhlím mohl opakovaně regenerovat, je vybaven hadicovou spojkou pouzdra filtru se sacím potrubím motoru. Do tohoto hadicového vedení je umístěn ventil filtru s aktivním uhlím (ventil AKF), nazývaný též regenerační ventil nebo ventil odvětrávání palivové nádrže (obr. 10).

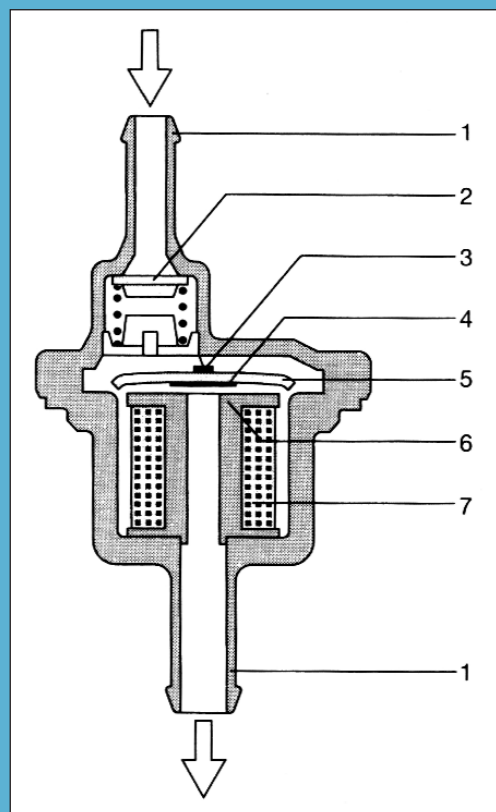
Po zapnutí zapalování začne ventilem filtru s aktivním uhlím protékat proud z řídicí jednotky Motronic a ventil se tak uzavře. Teprve po rozběhnutí motoru a po

té, co teplota chladicí kapaliny dosáhne asi 60 °C, ho řídicí jednotka začne cyklicky otvírat a zavírat pomocí střídavě nastavené podle okamžitých provozních podmínek. Při chodu naprázdno je tak při velké střídě doba průchodu proudy dlouhá a doba otevření ventilu AKF jen velmi krátká. Naproti tomu při plném zatížení motoru, kdy je škrticí klapka otevřena naplno a sací účinek vyústění AKF je malý, proud z řídicí jednotky neprochází a ventil AKF tak zůstává trvale otev-

řený. Aktivace ventilu AKF probíhá obdélníkovým signálem modulovaným šířkou impulsu (taktuje se), a proto se rychle otvírá. Obohacováním způsobené odchylky od $\lambda = 1$, ke kterým přitom dochází, se řídicí jednotka učí a příslušně odměňuje dobu vstřiku elektromagnetického vstřikovacího ventilu. Tím dochází ke korekci složení směsi se zřetelem na přiváděné množství výparů paliva. Tato funkce je pomocí příslušných algoritmů navržena tak, že z filtru s aktivním uhlím může

Obr. 10.
Ventil filtru s aktivním uhlím.

- 1 – hadicová přípojka
- 2 – zpětný ventil
- 3 – listová pružina
- 4 – těsnění
- 5 – magnetická kotva
- 6 – trubice ventilu
- 7 – magnetická cívka



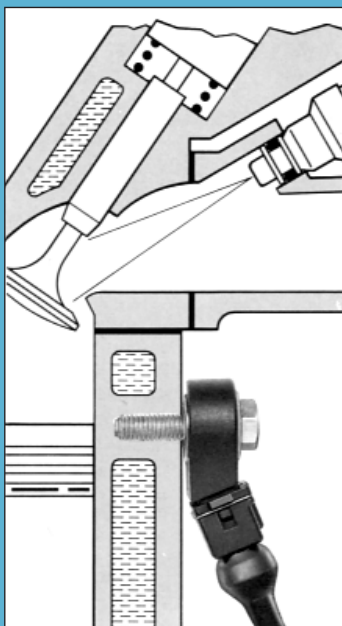
řený. Motor pak může nasávat směs paliva se vzduchem, jejíž složení ovšem není známo. V případě, že je filtér s aktivním uhlím plně regenerován, je pak při plném výkonu motoru tímto způsobem dodáván jen vzduch nebo směs jen velmi slabě obohacená výpary paliva.

Ventil AKF je taktován tak, aby se zásobník s aktivním uhlím dostatečně proplachoval čerstvým vzduchem a aby odchylky výsledné směsi nasáté motorem byly co nejmenší od $\lambda = 1$. Aby způsobování bohatosti směsi mohlo probíhat nezávisle na přiváděných výparech paliva, ventil AKF se v pravidelných časových intervalech úplně zavírá.

do motoru přicházet až 40 % potřebného paliva.

Při nefungující lambda regulaci se propouští jen docela nepatrné množství palivových výparů, protože odchylky ve složení směsi není možné zohlednit. Při jízdě z kopce a podobných situacích, kdy dochází k přerušení přívodu paliva, prochází ventilem AKF plný proud, a ten se proto okamžitě uzavře.

Při zastavení motoru prochází filtrem AKF ještě asi 5 až 6 sekund plný proud z řídicí jednotky. Díky tomuto opatření zůstává ventil zavřený a zabraňuje se tak tomu, aby mohlo v době do zastavení otáčení klikové hřídele ještě dojít k na-



Obr. 11. Snímač klepání namontovaný na blok motoru.

sát směsi schopné zapálení, a tím v krajním případě k samozápalu. Po úplném zastavení motoru zůstává ventil AKF, kterým již neprotéká žádný proud, otevřen. Zpětný ventil (obr. 10, poz. 2) je zavřený, a brání tak vnikání palivových výparů ze zásobníku s aktivním uhlím do sacího potrubí motoru.

Regulace klepání

Elektronické řízení okamžiku zapalování, které se používá v systému Motronic, umožňuje velmi přesné nastavování úhlu předstihu zapalování (okamžik zapálení před horní úvratí) v závislosti na přesných údajích o zatížení, otáčkách a teplotě motoru.

Při tomto řízení má využívaná regulace klepání v porovnání s běžnými systémy zapalování tu výhodu, že se nemusí dodržovat žádný interval bezpečnosti před mezí klepání. Zkušenost ukazuje, že se tak zvýší těsnost motoru, sníží spotřeba paliva a výrazně zlepši točivý moment. Úhel předstihu zapalování se tak nastává na podmínky, které jsou na klepání nejcitlivější. Každý jednotlivý válec motoru pak po celou dobu životnosti pracuje na své mezi klepání a s nejlepší účinností. Předpokladem pro takové řízení úhlu předstihu je, že od určité intenzity klepání je k dispozici bezpečná identifikace kle-

pání pro každý válec, a to při všech pracovních podmínkách.

Pro rozpoznávání klepání se využívá snímačů klepání (snímače zvuku šířícího se materiálem, obr. 11) umístěných na vhodných místech bloku motoru, které snímají kmitání vyvolané detonačním hořením směsi. Tyto kmity se přeměňují na elektrické signály, které se přenášejí k vyhodnocení do řídicí jednotky Motronic. Tam podle definovaného výpočetního postupu probíhá pro každý válec a pro každý proces spalování identifikace případného klepání.

Pokud je klepání rozpoznáno, následuje u příslušného válce nastavení předstihu zapalování zpožděného o naprogramovanou hodnotu. Pokud ke klepání dochází i nadále, zvětšuje se předstih postupně zase zpátky. Tato regulace klepání je vyladěna tak, aby ve všech pracovních režimech bylo klepání tiché a pro motor co nejméně škodlivé.

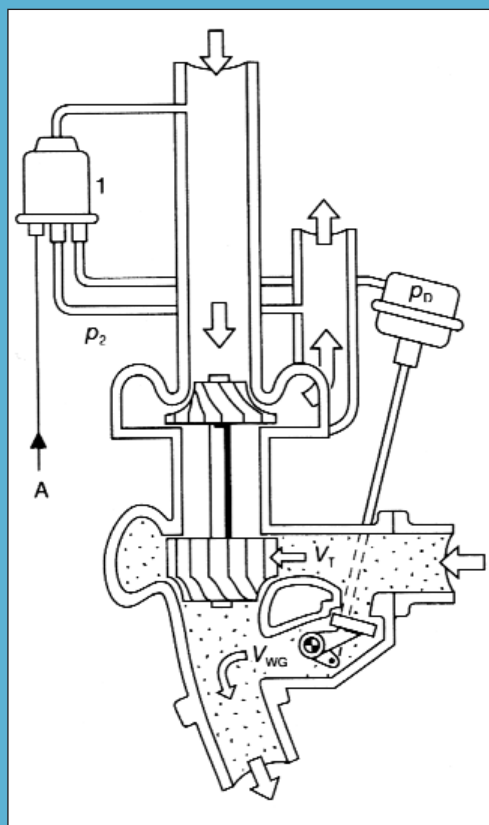
Regulace klepání u přeplňovaných motorů – U motorů přeplňovaných pomocí tlaku výfukových plynů může být vyskytující se klepání regulováno jednak po-

mocí řízení předstihu zapalování, jednak řízením přeplňování pomocí regulace tlaku přeplňování. Pokud je identifikováno klepající spalování, tak se nejprve zmenší předstih. Teprve při překročení definované prahové hodnoty, která se překročit nesmí, protože by se jinak při zpoždění zapalování teplota výfukových plynů příliš zvýšila, a tím by byl ohrožen katalyzátor, se jako další krok pro zastavení klepání sníží tlak přeplňování. S využitím této kombinace při regulaci klepání může přeplňovaný motor pracovat s normální teplotou výfukových plynů a optimální účinností.

Regulace tlaku přeplňování

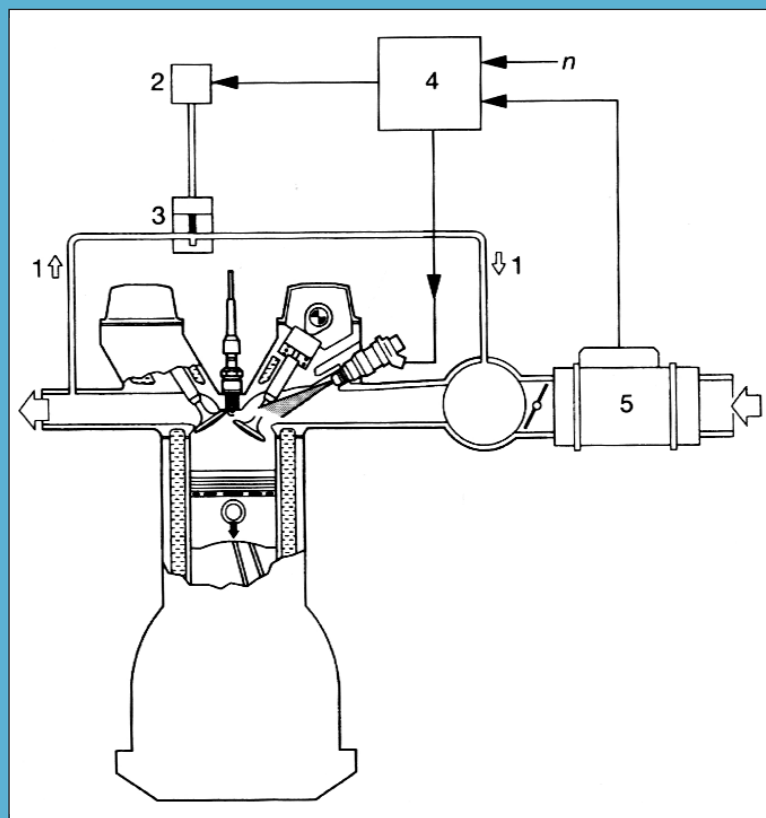
U přeplňovaných zážehových motorů se až na několik výjimek používá obtokové turbodmychadlo výfukových plynů s regulačním ventilem (obr. 12). Turbodmychadla VTG (Variable Turbinengeometrie) s měnitelnou geometrií turbíny nejsou pro zážehové motory vhodná pro vysokou teplotu výfukových plynů.

Využitím regulace přeplňovacího tlaku se už při nižších otáčkách motoru zavírá obtokový kanál s regulačním ventilem



Obr. 12. Nastavovací člen elektronické regulace přeplňovacího tlaku.

- 1 – elektropneumatický ventil pro regulaci přeplňovacího tlaku
- p_2 – přeplňovací tlak
- p_D – tlak v membránovém pouzdře
- A – signál řízení regulačního ventilu
- V_T – objemový proud
- V_{WG} – objemový proud v obtokovém kanálu (Waste Gate)



Obr. 13. Zpětné přivádění výfukových plynů.

- 1 – zpětné přivádění výfukových plynů
- 2 – elektropneumatický přepojovací ventil
- 3 – ventil zpětného přivádění výfukových plynů (ventil AGR)
- 4 – řídicí jednotka
- 5 – měřič množství vzduchu
- n – signál počtu otáček

(Waste Gate), takže je k dispozici jen objem proudícího vzduchu VT protékající hlavním průřezem turbíny. Pomocí těchto nastavení se dosahuje rychlé reakce turbodmychadla, a zabráňuje se tak tzv. dmýchání do prázdna neboli díry v přeplňování.

Při malém dimenzování hlavního průřezu se už při středních otáčkách motoru zvyšují otáčky dmychadla, přeplňovací tlak a točivý moment motoru na nejvyšší hodnoty. Při vyšších otáčkách a větším zatížení proudí z motoru větší množství výfukových plynů (větší objemový proud). Kdyby se průřez dmychadla nezměnil, došlo by k zpětnému vzduť vytékajících výfukových plynů (jejich vnitřní recirkulaci) doprovázenému snížením výkonu. Proto musí v této oblasti hlavním průřezem proudit větší množství části výfukových plynů – menší nadbytečná část odtéká regulovaně díky příslušně otevřenému re-

gulačnímu ventilu obtokem do výfukového systému. Tato regulace je dimenzována tak, aby otáčky dmychadla, resp. přeplňovací tlak zůstávaly přibližně stejné a udržoval se tak dostatečný odstup od tzv. mezery čerpání.

Regulaci přeplňovacího tlaku přejímá řídicí jednotka Motronic, která má pro tento účel uloženo pole charakteristik, ve kterém je každému pracovnímu bodu motoru přiřazena požadovaná (zadaná) hodnota přeplňovacího tlaku. Ta se neustále porovnává s jeho vstupní skutečnou hodnotou. V případě rozdílu mezi oběma hodnotami uvede řídicí jednotka Motronic do činnosti elektropneumatický ventil pro regulaci přeplňovacího tlaku (obr. 12, poz. 1), který propojí sací potrubí motoru s nastavovacím členem turbodmychadla. Tato aktivace se provádí obdélníkovým signálem s modulovanou šířkou impulzu tak dlouho, dokud po-

žadovaná a skutečná hodnota přeplňovacího tlaku nesouhlasí s požadovanou hodnotou.

Zpětné přivádění výfukových plynů

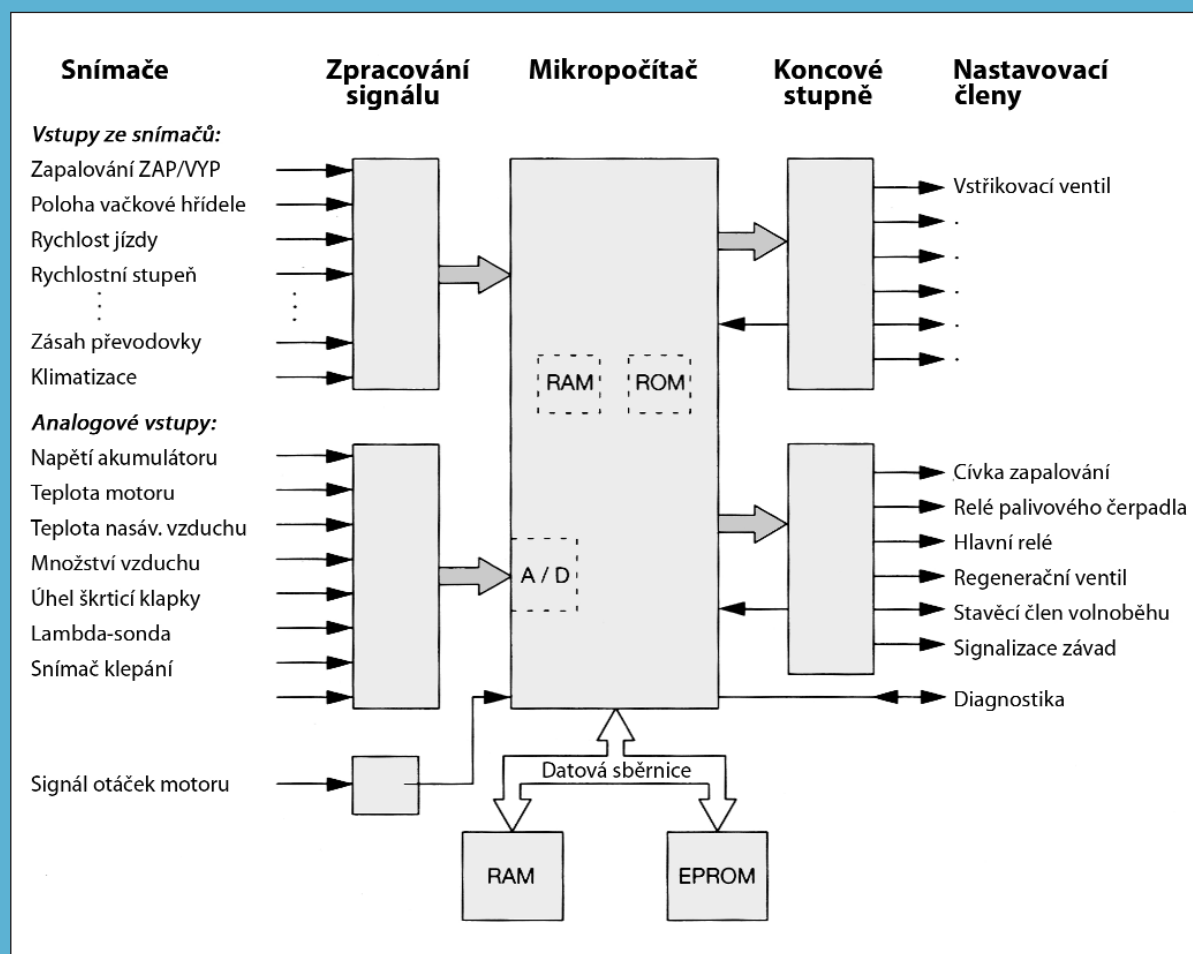
Mezi systémy zpětného přivádění výfukových plynů (recirkulace) se rozlišuje:

- systém s vnitřním zpětným přiváděním výfukových plynů s příslušným překrýváním ventilů;
- systém s vnějším zpětným přiváděním výfukových plynů s příslušně aktivovanými ventily zpětného přivádění.

Vnitřní zpětné přivádění výfukových plynů – Tento způsob se využívá u zážehových spalovacích motorů, které pracují s pevnými řídicími dobami a dlouhými dobami překrývání ventilů. U těchto motorů se sací ventily otvírají hodně brzo před horní úvratí taktu výfuku. Při vyšších otáčkách se tímto nastavením řídicích dob sání dosahuje kvalitního plnění válců. Avšak v oblasti nízkých otáček, kdy je podtlak v sacím potrubí při nastavení škrticí klapky na neúplné zatížení extrémně velký, proudí po otevření sacího ventilu do sacího potrubí větší množství výfukových plynů. Tento podíl výfukových plynů se tak znovu nasává a zabírá tak část objemu válce.

Vnější zpětné přivádění výfukových plynů – Při využití vnějšího (externího) zpětného přivádění výfukových plynů se u zážehových motorů pomocí zpětně přiváděného množství výfukových plynů (asi 8 až 15 % celkového objemu plnění válců) snižuje špičková teplota spalování z obvyklých 2500 °C na asi 2000 °C. Teplota se sníží proto, že výfukový (inertní) plyn se nepodílí na spalování a teplo spalování naopak odebírá. Tím se zmenšuje množství vznikajícího dusíku (N_2), který se může slučovat s kyslíkem (O_2) na oxidy dusíku (NO_x). Navíc se tímto zpětně přiváděným množstvím výfukových plynů snižuje i spotřeba paliva v důsledku sníženého sání motoru, protože pro udržení požadovaného výkonu se musí škrticí klapka více otevřít.

Princip recirkulace je následující: Zpětné přivádění výfukových plynů (obr. 13) u zážehových motorů se systémem Motronic začíná účinkovat v režimu neúplného zatížení a při teplotě chladicí kapaliny



Obr. 14. Blokové schéma Motronic M5 (OBD II).

vyšší než +40 °C. V řídicí jednotce je zpětné přivádění výfukových plynů uloženo jako pole charakteristik. V tomto poli charakteristik je každému pracovnímu bodu přiřazeno potřebné množství vzduchu, požadované v závislosti na otáčkách, stupni zatížení a teplotě motoru. Řídicí jednotka dostává z měřiče množství vzduchu informaci o právě nasávaném množství vzduchu, porovnává ji s uloženou požadovanou hodnotou a podle toho dává množství zpětně přiváděných výfukových plynů, které může být mezi 8 až 15 % množství vzduchu. Kromě toho řídicí jednotka Motronic pomocí obdélníkového signálu modulovaného šířkou impulsu uvádí do činnosti elektropneumatický přepojovací ventil a vytvoří tak různě velký průtočný průřez.

Vhánění přídavného vzduchu

Vhánění přídavného vzduchu (viz obr. 2, Praktická dílna 1/2006) účinkuje pouze

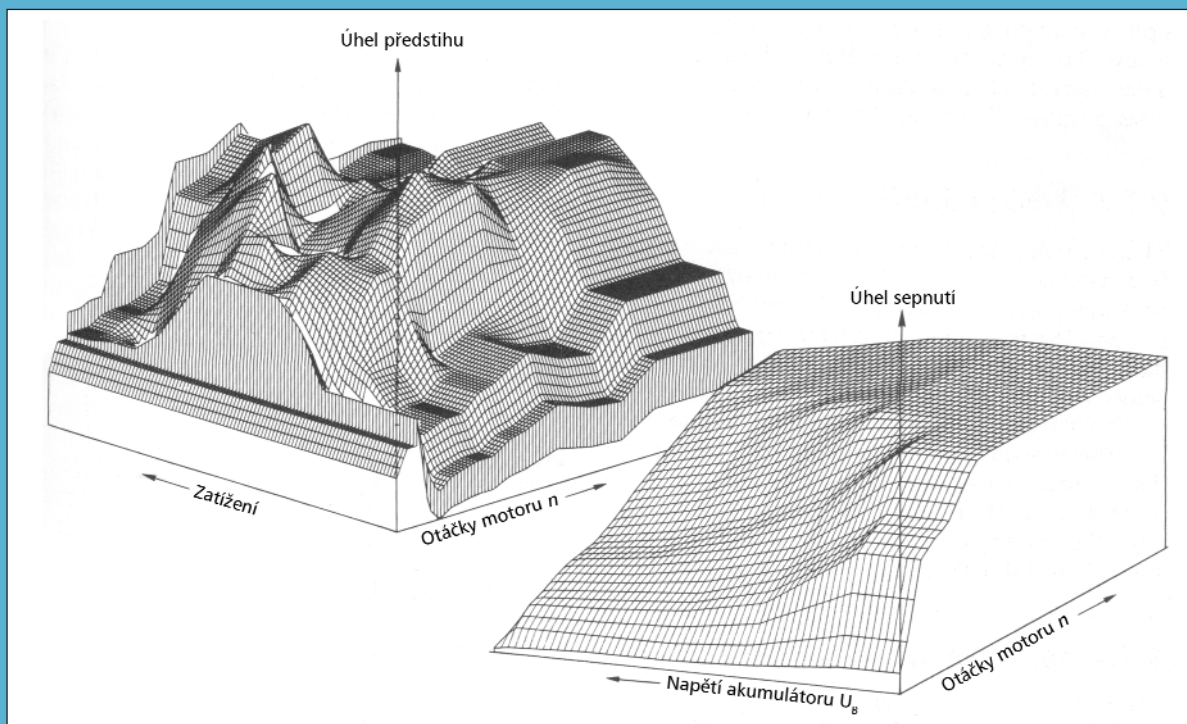
ve fázi chodu zahřátého motoru. Dmýchací čerpadlo, řízené řídicí jednotkou Motronic a poháněné elektromotorem vhání do výfukového potrubí přídavný vzduch. Protože se při chodu v zahřátém stavu tvoří bohatší směs než $\lambda = 1$, a tak se do výfukového potrubí dostává větší podíl nespáleného paliva, dojde účinkem přídavného vzduchu k jeho dodatečnému spálení. V důsledku takto vzniklého tepla se zkracuje doba ohřevu katalyzátoru, a ten se rychleji dostává na svou provozní teplotu.

Řídicí jednotka Motronic

Řídicí jednotka Motronic je zabudována v kompletní jednotce digitální technologie a zpracovává vstupní signály (data) různých snímačů (obr. 14). Z nich vyhodnotí pracovní režim motoru a v závislosti na něm počítá výstupní (řídicí) signály, kterými se prostřednictvím výkonových koncových stupňů přímo nebo nepřímo

(pomocí relé) ovládají příslušné nastavovací členy (výkonové prvky).

Elektronická část řídicí jednotky pracuje s konstantním napájecím napětím 5 V. Nastavovací členy (výkonové prvky) jsou naproti tomu většinou trvale připojeny k zápornému pólu akumulátoru a koncové stupně řídicí jednotky je připojují ke kladnému palubnímu napětí (12 V). Řídicí jednotka Motronic kromě toho vytváří i rozhraní (datová sběrnice CAN) k řídicím jednotkám dalších systémů a k diagnostice vozidla. Tím je dána možnost přenosu dat s jinými elektronickými systémy, jako jsou např. regulace prokluzování pohonu (ASR), elektronické řízení převodovky (GS) nebo elektronické řízení stability při jízdě (ESP). Každý vstřikovací systém Motronic je přitom plně zapojen do systému diagnostiky automobilu, a plní tak všechny požadavky OBD (On-Board-Diagnose), resp. E-OBD (European On-Board-Diagnose).



Obr. 15. Typické pole charakteristik úhlu předstihu zapalování a úhlu sepnutí zapalovací cívky.

Vstupní signály

Elektrické signály ze snímačů, které se do řídicí jednotky přivádějí kabelovým svazkem a konektorem řídicí jednotky, mohou mít různé formy – např. analogové, digitální nebo impulzní.

Analogové vstupní signály jsou signály, které snímače vysílají jako různé hodnoty napětí uvnitř daného rozpětí. Jsou to fyzikální veličiny, které jsou řídicí jednotce předávány jako analogové naměřené

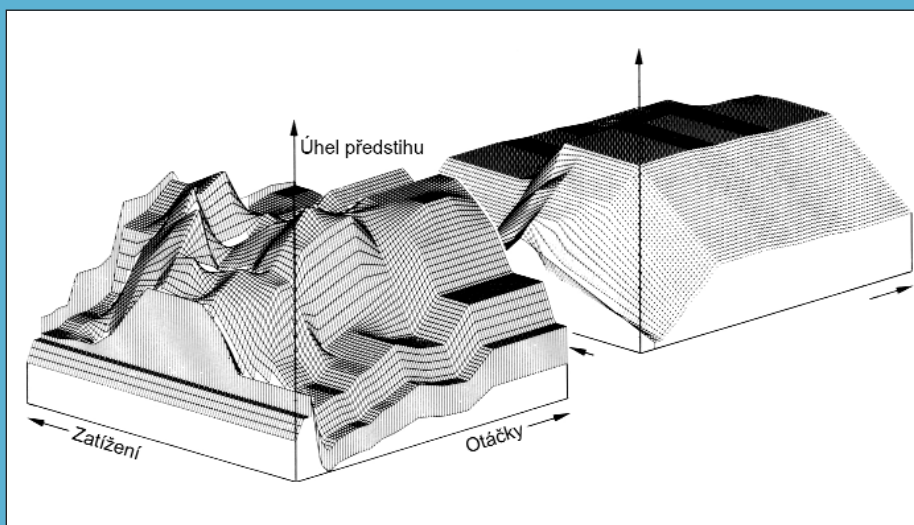
hodnoty (např. množství nasávaného vzduchu, tlak v sacím potrubí a přeplňovací tlak, atmosférický tlak, napětí akumulátoru, teplota chladicí kapaliny, teplota nasávaného vzduchu a teplota paliva). Tyto analogové hodnoty se musí v analogově-digitálním měniči (A/D převodník) v mikropočítači řídicí jednotky převádět na digitální hodnoty.

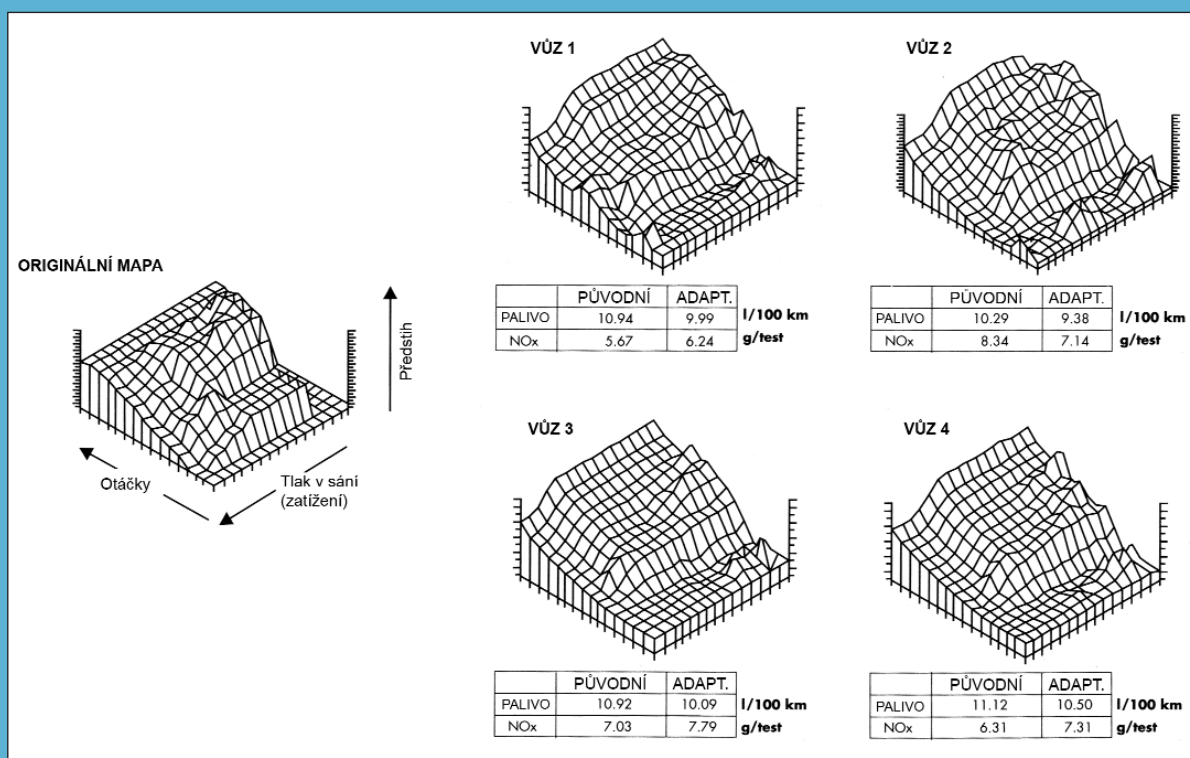
Digitální vstupní signály jsou signály obdélníkového tvaru. Mají jen dvě hodnoty

– „vysoká“ a „nízká“ nebo „zapnuto“ a „vypnuto“. Tento typ signálů vysílá např. Hallův snímač jako snímač polohy vačkové hřídele nebo rychlosti otáčení. Mikropočítač řídicí jednotky je může zpracovávat bez jakéhokoliv převádění.

Impulzní signály vysílají indukční snímače otáček a referenční značky, zpracovávají se ve vlastním vložení obvodu řídicí jednotky a následně převádějí na obdélníkové signály.

Obr. 16. Porovnání stejných polí charakteristik zapalování elektronického systému Motronic (vlevo) se systémem s mechanickou regulací předstihu (vpravo).





Obr. 17. Vliv adaptace řídicí jednotky na změnu pole charakteristik zapalování. Porovnání originálního pole s adaptovanými poli čtyř vozidel s identickým čtyřválcovým motorem 1600 cm³.

Zpracování signálů

V řídicí jednotce se nachází ústřední spínací stanice pro všechny sledy funkcí. Základním prvkem je mikropočítač s programovou a datovou pamětí. V něm probíhají všechny algoritmy řízení a regulace (výpočtové postupy). Jako vstupní signály slouží vstupní hodnoty (parametry), které jsou získávány ze snímačů a rozhraní (řídicí jednotky jiných systémů).

Vstupní hodnoty zatížení a počet otáček jsou hlavními vstupními hodnotami (základními hodnotami), které ovlivňuje řidič pomocí akceleračního pedálu. Ostatní parametry (např. teplota chladicí kapaliny a vzduchu, atmosférický a přepřívovací tlak atd.) slouží ke korekcím, a proto se nazývají korekčními parametry. Po vyhodnocení dodaných signálů mikropočítač pomocí programu z pevné paměti a ulože-

ných charakteristik a polí charakteristik daného motoru počítá výstupní signály.

Programová paměť

Program (aplikace), který mikropočítač potřebuje pro svou práci, je uložen v jeho pevné paměti, označované jako ROM nebo EPROM. V této paměti se navíc nacházejí i charakteristiky a pole charakteristik specifické pro daný motor, které jsou potřeba pro jeho řízení (obr. 15 a 16). V energetice nezávislé přepisovatelné paměti, označované jako EEPROM, se ukládají jednak údaje pro zablokování vozidla proti neoprávněnému odjetí, hodnoty vyladění a hodnoty nastavené ve výrobě a jednak závady a adaptované hodnoty (hodnoty odvozené a naučené ze sledování stavu motoru a jeho pracovních režimů, obr. 17).

Aby byl počet konstrukcí řídicích jednotek u jednoho výrobce automobilů co nejmenší, mají řídicí jednotky kódování variant. Pomocí tohoto kódování je možné, aby si výrobce (na konci výroby daného typu) nebo autoservis vybral příslušné pole charakteristik uložené v EPROM a mohl tak provádět určité požadované funkce.





Datová paměť

Datová paměť je dočasná přepisovatelná paměť (označovaná RAM). Její pomocí se zaznamenávají a znovu načítají data proměnlivých hodnot, jako jsou např. hodnoty signálů nebo hodnoty vypočtené. Aby mohla RAM fungovat, musí být trvale napájena proudem. Pokud se při vypnutí zapalování vypne i napájení řídicí jednotky, veškerá data uložená v RAM se ztratí.

Výstupní signály

Mikropočítač pomocí vysílaných výstupních signálů ovládá buď koncové stupně, které jsou jako výkonové koncové stupně přímo spojeny s nastavovacími (výkonovými) členy, nebo koncovými stupni ovládá jenom relé, která obstarávají napájení nastavovacích členů. Výstupní signály se vysílají buď jako signály k sepnutí – výkonné členy se tím jen zapínají a vypínají – nebo jako signály modulované šífkou impulsů (signály PWM), tzn. jako obdélkové signály s konstantním kmitočtem (periodou), ale s proměnnou dobou zapnutí.

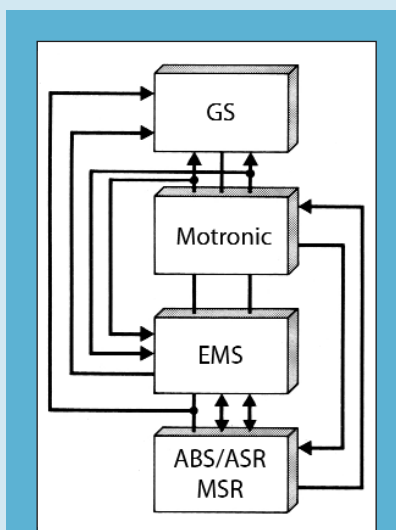
➡ **Koncové stupně v řídicí jednotce jsou chráněny proti krátkému spojení na kostru nebo na napětí akumulátoru a proti elektrickému přetížení. Tato ochrana identifikuje případné závady a ohlásí je mikropočítači řídicí jednotky.**

➡ **U některých řídicích jednotek se při zastavení motoru, při odpojení svorky 15 (vypnutí zapalování), udržuje pomocí hlavního relé uzavřený přídržovací obvod ještě tak dlouho, dokud se nedokončí zpracování právě běžícího programu.**

Rozhraní k řídicím jednotkám jiných systémů

Rostoucí využívání elektronických řídicích systémů v automobilech vyžaduje jejich propojení v síti. Vzájemné předávání dat mezi těmito systémy potřebuje menší počet snímačů a zlepšuje využití jednotlivých systémů. Rozhraní (místa propojení sítí) se dělí na:

- konvenční rozhraní (přenos dat) – každému signálu je přiděleno samostatné vedení. Přenos dat mezi řídicími jednotkami různých systémů probíhá prostřednictvím jednotlivých vedení,



Obr. 18.
Konvenční přenos dat mezi řídicími jednotkami.
GS – řízení převodovky
EMS – elektronické řízení výkonu motoru
ABS – antiblokovací systém brzd
ASR – regulace prokluzování pohonu
MSR – řízení zpoždování zapalování motoru

tzn. že každý signál se vysílá jedním vedením (obr. 18);

- sériový přenos dat, např. CAN (Controller Area Network = datová sběrnice místní sítě), ve kterém se všechna data přenášejí jedním datovým vedením. U sériového přenosu dat se signály všech řídicích jednotek, které mají sériové rozhraní (propojení řídicích jednotek) přenášejí jednou sběrnicí (busem) (obr. 19), s tou výhodou, že se signál jednoho snímače může zpracovávat ve všech připojených řídicích jednotkách. Rychlosti přenosu však při tomto přenosu musí být natolik vysoké, aby se dosahovalo dokonalého zachování reálného času, tj. aby nedocházelo k časové ztrátě. Tyto přenosové rychlosti se pohybují mezi 125 kbit/s a 1 Mbit/s. V tomto principu je lineární strukturou sběrnic vzájemně spojeno několik řídicích jednotek se stejným oprávněním. Při výpadku jedné řídicí jednotky se přenos dat pro všechny ostatní zachovává.

Výhodou sériového přenosu dat v porovnání s konvenčními rozhraními je, že se mohou vysokou rychlostí bez zatížení centrálních řídicích jednotek přenášet

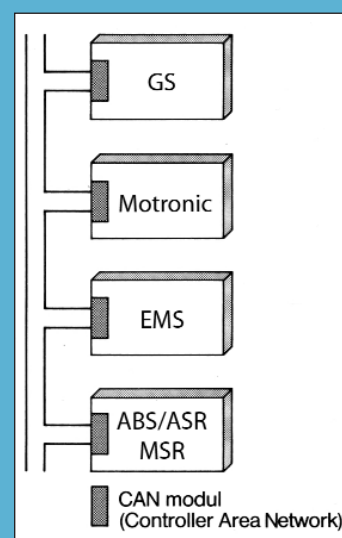
všechny signály (analogové, digitální, impulzní).

Adresování podle obsahu (asociační adresování)

V sběrnicovém systému CAN (Controller Area Network) jsou informace (zprávy) vždy adresovány podle svého obsahu. Za tím účelem je každé zprávě pro její identifikaci přiřazen jedenáctibitový „identifikátor“. Tímto identifikátorem je charakterizován obsah zprávy (např. otáčky motoru). Stanice v daném sběrnicovém systému pak vyhodnocují jen data, jejichž identifikátor je uložen v seznamu přijímaných zpráv (kontrola na příjmu). V systému CAN je tak adresování stanic pro přenos dat zbytečné.

Přidělování sběrnice

Je-li datová sběrnice (Bus – Bitserielle universelle Schnittstelle) volná, může každá stanice (systém) začít s vysíláním své nejdůležitější informace. Pokud začne současně vysílat více stanic, použije se k tomu přesně definované schéma. V tomto schématu prochází vždy nejprve informace s nejvyšší prioritou, u které nedochází k žádné ztrátě času nebo obsahu (bitů). Pokud některá stanice nemůže svou informaci předat dále, protože je sběrnice obsazena, stává se vždy automaticky přijímačem, tzn. že svou informaci opět přijme, a opakuje svůj pokus o její vyslání, jakmile se sběrnice uvolní.



Obr. 19. Řídicí jednotky se stejným oprávněním spojené lineární sběrnicovou strukturou.



Obr. 20. Signálka závady používaná integrovaným systémem OBD.

Integrovaná diagnostika (On-Board-Diagnose)

Vlastní diagnostika (OBD II) existuje u všech moderních systémů Motronic. Přitom se OBD přizpůsobená evropským poměrům označuje jako E-OBD. Tato diagnostika sleduje celý systém, porovnává průběh funkcí s příkazy řídicí jednotky i informacemi jednotlivých snímačů a hodnotí jejich hodnověrnost. Tato kontrola probíhá nepřetržitě po celou dobu provozu motoru.

Identifikované závady ukládá řídicí jednotka do paměti a zároveň zaznamenává, za jakých podmínek k nim došlo. Při inspekční prohlídce pak mohou pracovníci autoservisu pomocí testovacího přístroje daného systému nebo i pomocí volně zakoupeného testeru (Scan-Tool) přes normalizované diagnostické rozhraní (CARB) tyto závady přechytit. Tato normalizace byla předepsána organizací Californian Air Resources Board, což je kalifornský úřad pro životní prostředí (CARB).

Jak probíhá hlášení závad? Řídicí jednotka ohlásí vzniklou závadu pomocí sig-

nální žárovky (signálka závady, obr. 20) a pro pozdější vyhodnocení ji zaznamená do paměti závad. Při hlášení závady může signálka podle typu závady trvale blikat, trvale svítit nebo trvale zhasnout. Pokud se objeví více vážných závad, má blikání přednost před trvalým rozsvícením. Podle závažnosti závady na další provoz motoru je možná i změna barvy signálky (oranžová/červená). Při blikání se objevují závady, které při daném provozním režimu mohou způsobit např. poškození katalyzátoru. Při trvalém rozsvícení jde zpravidla o závady, které zhoršují emisní hodnoty výfukových plynů. Malé závady, které se vyskytují občas (sporadicky), se sice zaznamenávají do paměti, nejsou však signalizovány varovnou žárovkou. Po svém prvním vymizení se jejich výskyt sleduje počítadlem četnosti. To účinkuje tak, že se nastaví určitá četnost (např. 40), která se při každém spuštění o jednu sníží. Pokud se daná závada po 40 spuštěních už neobjevuje, je z paměti vymazána. Motronic s OBD II musí podle kalifornského úřadu životního prostředí

sledovat všechny součásti, které při své závadě mohou způsobit významné zvýšení škodlivin ve výfukových plynech. Proto se sledují např. i v dalším textu uvedené oblasti a zařízení.

Měřič množství vzduchu

Pro kontrolu měřiče množství vzduchu se souběžně s výpočtem doby vstřiku z množství nasávaného vzduchu počítá srovnávací doba vstřiku z úhlu otevření škrticí klapky a otáček motoru. Pokud mezi oběma těmito hodnotami dojde k velké odchylce, pak se nejprve zaznamená do paměti řídicí jednotky. V dalším provozu se pomocí kontroly hodnověrnosti stanoví, který ze snímačů je vadný. Teprve potom se v řídicí jednotce uloží kód příslušné závady.

Identifikace výpadku spalování

Dojde-li k výpadku spalování, které je způsobeno vadnými svíčkami nebo závadou v systému zapalování, může se nespálená směs dostat do katalyzátoru. Pokud se tato směs začne v katalyzátoru spalovat,



způsobí to jeho zničení v důsledku přehřátí.

Kontrola se provádí pomocí zkoušené klidného chodu klikové hřídele (rovnoměrnosti otáček) pomocí indukčního snímače otáček, resp. referenční značky. Ten pomocí ozubeného věnce (kolečka s výstupky) sleduje otáčky i polohu klikové hřídele a kromě toho měří i rychlost otáčení hřídele.

Identifikace válců

Identifikace výpadku zapalování konkrétního válce, např. u šestiválcového motoru s intervalem zapalování po 120° otáčky klikové hřídele, se provádí pomocí snímače a kolečka s výstupky rozděleného na tři sektory. Řídící jednotka měří čas, který je zapotřebí k proběhnutí jednoho sektoru. Pokud v některém válci není vyvinut spalovací tlak, nedochází ani ke zrychlení klikové hřídele. Tím se prodlužuje doba, kterou kliková hřídel potřebuje k proběhnutí tohoto sektoru. Pomocí interního porovnání tohoto signálu se snímačem otáček, resp. referenční značky a snímačem vačkové hřídele se určí příslušný válec s výpadkem. V dalším cyklu pak při sekvenčním vstřikování paliva nedochází k aktivaci příslušného vstřikovacího ventilu, aby došlo ke spálení zbytku paliva, které ve válci zůstalo z předchozího cyklu.

Katalyzátor

Při kontrole katalyzátoru se hodnotí jeho účinnost (účinnost přeměny). Za tím účelem se k běžné lambda-sondě, která je umístěna před katalyzátor (přední sonda), přidává ještě jedna lambda-sonda za ka-

talyzátor (zadní sonda). Bezvadně fungující katalyzátor má určitou schopnost ukládání kyslíku, která tlumí regulační kmitání zadní sondy. Stárnutím katalyzátoru se tato schopnost zmenšuje, takže se průběh signálů ze zadní i přední sondy vyrovnává (viz obr. 21). Porovnáním těchto signálů tak lze usoudit na okamžitý stav katalyzátoru. V případě závady se trvale rozsvítí signální žárovka diagnostiky.

Lambda-sonda

Tím, že se do každé větve výfukového systému zařazují dvě lambda-sondy, je možné pomocí zadní sondy sledovat posuv regulační polohy přední sondy. Lambda-sonda, která přestala správně pracovat, reaguje většinou pomaleji na změny ve směsi paliva se vzduchem. Tím se prodlužuje perioda dvoubodového lambda regulátoru. Příslušná diagnostická funkce tuto regulační frekvenci sleduje a hlásí příliš pomalou reakci přední sondy (obr. 22) rozsvícením diagnostické signálky.

Protože je topný odpor lambda-sondy ovládán přímo řídicí jednotkou, probíhá její kontrola i pomocí měření napětí a proudu. Nehodnověrné signály z lambda-sondy dají podnět příslušnému zásahu lambda regulace, která zablokuje určité funkce, jež jsou na ní závislé. Řídící jednotka v tomto případě zaznamená do své paměti příslušný kód závady.

Přívod paliva

Pokud se delší dobu vyskytuje v bohatosti směsi výraznější odchylka od $\lambda = 1$, zareaguje na ni adaptivní lambda regulace a provede příslušnou korekci. Překročí-

li tyto odchylky předem definovanou mez a adaptivní lambda regulace ji už nemůže vyregulovat, spočívá možná závada v přívodu nebo dávkování paliva. Může tak být vadný např. regulátor tlaku paliva, snímač tlaku vzduchu v sacím potrubí nebo netěsnost v sacím či výfukovém systému.

Přívod přidavného vzduchu

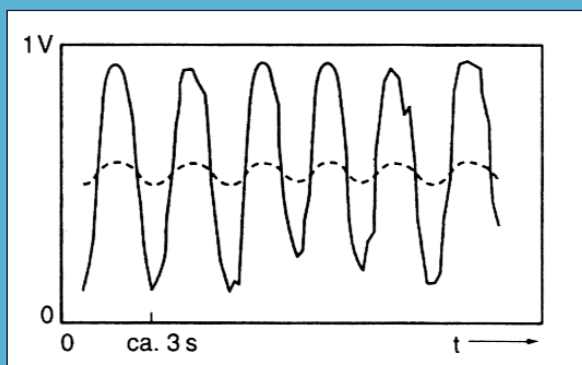
Do kontrolního systému OBD II patří i přívod přidavného vzduchu, který se uvádí do činnosti při spouštění nezahřátého motoru. Při jeho výpadku se zhoršují hodnoty výfukových plynů u studeného motoru a kromě toho nedochází k ohřívání katalyzátoru. Tuto kontrolu je možné provádět při fungujícím přívodu přidavného vzduchu ve fázi chodu nezahřátého motoru, kdy se kontroluje signál z lambda-sondy, v jiném případě při chodu naprázdno zahřátého motoru, když se zapne přívod přidavného vzduchu a pomocí lambda regulace se sleduje takto vyvolané okysličení výfukových plynů.

Zpětné přivádění výfukových plynů

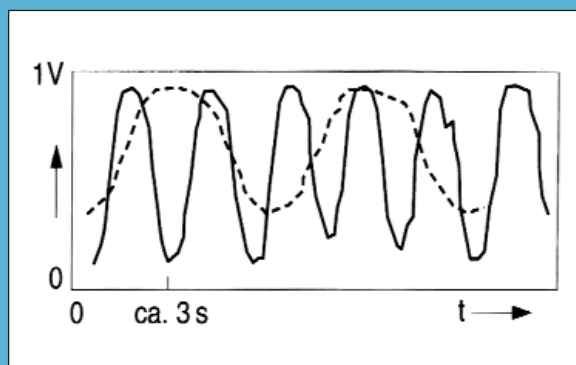
Kontrolu správné funkce recirkulace je možné provádět při provozu „bez plynu“, kdy je vypnuto vstřikování paliva. Pak je ventil AGR/EGR otevřen naplno a výfukové plyny proudící do sacího potrubí vyvolávají zvýšení tlaku. Toto zvýšení se měří snímačem tlaku a z naměřené hodnoty se usuzuje na případné netěsnosti systému.

Nouzový chod

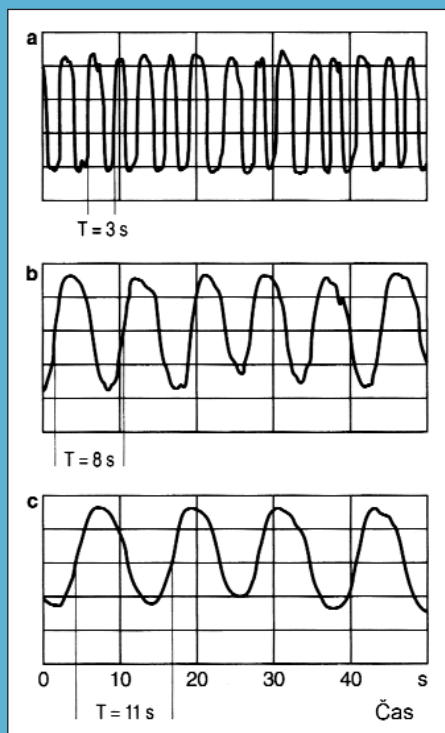
V období mezi objevením se závady a jejím odstraněním v autoservisu se příprava



Obr. 21a. Napěťový signál přední sondy (plná čára) a zadní sondy (přerušovaná čára) u nového katalyzátoru.



Obr. 21b. Napěťový signál přední sondy (plná čára) a zadní sondy (přerušovaná čára) u staršího katalyzátoru.



Obr. 22.
Kontrola dynamického sledování lambda-sond.
a) nová sonda
b) sonda před koncem životnosti
c) sonda za svou životností

směsi paliva se vzduchem a funkce zapalování udržuje s využitím náhradních hodnot tak, aby se udržela možnost dalšího provozu automobilu, i když s určitým nižším komfortem. V případě identifikované závady řídicí jednotka chybný údaj nahradí jiným nebo nastaví příslušnou náhradní hodnotu.

Opatření nouzového provozu vypadají např. tak, že se při závadě v systému zapalování vypne vstřikování paliva do příslušného válce natrvalo, aby se katalyzátor chránil před přehřátím a zničením.

Kontrola vstřikovacího systému Motronic

Hledání závady pomocí systémového testeru

Základní kontrola vstřikovacího systému probíhá pomocí testeru, který se připojí na diagnostické rozhraní (CARB). Po zadání základních údajů, např. typu automobilu, typu pohonu, značky, modelové řady a typu motoru do testeru systému se mohou pomocí speciálního zkušebního programu provádět následující funkce:

- čtení paměti závad,
- dotazování na skutečné hodnoty,
- diagnostika nastavovacích členů,
- opětovné základní nastavení.

Čtení paměti závad

Při čtení paměti závad se získají informace o závadách nebo vadnosti jednotlivých dílů, identifikovaných pomocí vlastní diagnostiky. Hloubka této diagnózy, tzn. s jakou přesností je závada určena, závisí u různých výrobců automobilů vždy na zkušebním programu v jejich testeru systému.

Diagnostika nastavovacích členů

Při diagnostice nastavovacích členů je možné zkušebním programem systémového testeru ovládat některé nastavovací prvky, např. elektromagnetické vstřikovací ventily (s dobou aktivace < 1 ms, aby nedošlo k výtoku paliva), elektromagnetický ventil pro zpětné přivádění výfukových plynů, elektromagnetický ventil pro regulaci přeplňovacího tlaku nebo tlaku v sacím potrubí, a akusticky nebo elektricky sledovat, zda reagují na vysílané signály.

Dotazy na skutečné hodnoty

Dotaz na skutečnou hodnotu je dotaz na okamžité zaznamenané a vypočtené provozní údaje, jako např. údaje snímače otáček (otáčky při chodu naprázdno nebo nejvyšší otáčky), snímače polohy vačkové hřídele, potenciometru škrtkic klapky

(poloha při chodu naprázdno, neúplném a plném zatížení), snímače přeplňovacího tlaku (při chodu naprázdno tlaku atmosférického), snímače okolního tlaku, měřiče teploty (chladicí kapaliny a vzduchu) a měřiče množství vzduchu (množství vzduchu měřené v mg/zdvih).

Opětovné základní nastavení

Opětovné základní nastavení je po servisu požadováno např. při výměně řídicí jednotky Motronic, po které se jako poslední operace musí řídicí jednotka znovu naladit (kódovat) na příslušný vstřikovací systém.

Hledání závad bez systémového testeru

Paměť závad vstřikovacího systému sice zaznamenává závady, ale pomocí vlastní diagnostiky není vždy možné stanovit, v které oblasti určené komponenty je skryta příčina dané závady. Aby ji bylo možné najít, musí se provést příslušná měření pomocí multifunkčního měřicího přístroje, resp. osciloskopu napojeného na svorkovnice i prostřednictvím adaptačního kabelu Y. Naměřené hodnoty se porovnávají s údaji ve zkušební dokumentaci výrobce daného modelu automobilu.

Pro měření napájecího (palubního) napětí, odporů, případně přerušení kabelového svazku ke sledované součásti je zapotřebí vytáhnout konektor řídicí jednotky a propojit ho s kabelem svorkovnice. Pro sledování signálů (např. snímače otáček nebo polohy vačkové hřídele) se musí s řídicí jednotkou Motronic spojit i druhý kabel svorkovnice. Není-li taková svorkovnice k dispozici, je možné u dílů s konektorovou přípojkou použít vhodný adaptační kabel (dvou- až pětipólový) s bočně vyvedenými měřicími přípojkami mezi konektorem kabelu a měřeným dílem. Měření napájecího (palubního) napětí by se mělo provádět pokud možno při zatížení žárovkou (např. 12 V, 21 W), aby se z poklesu napětí (maximálně dovolený je 0,5 V) vyloučily příliš vysoké přechodové odpory. Podrobnější informace o měření pomocí osciloskopu uvádí speciální rubriky v redakční části časopisu Auto-EXPERT.

ZPRACOVÁNO

PODLE ZAHRANIČNÍCH MATERIÁLŮ

JIŘÍ ČUMPELÍK