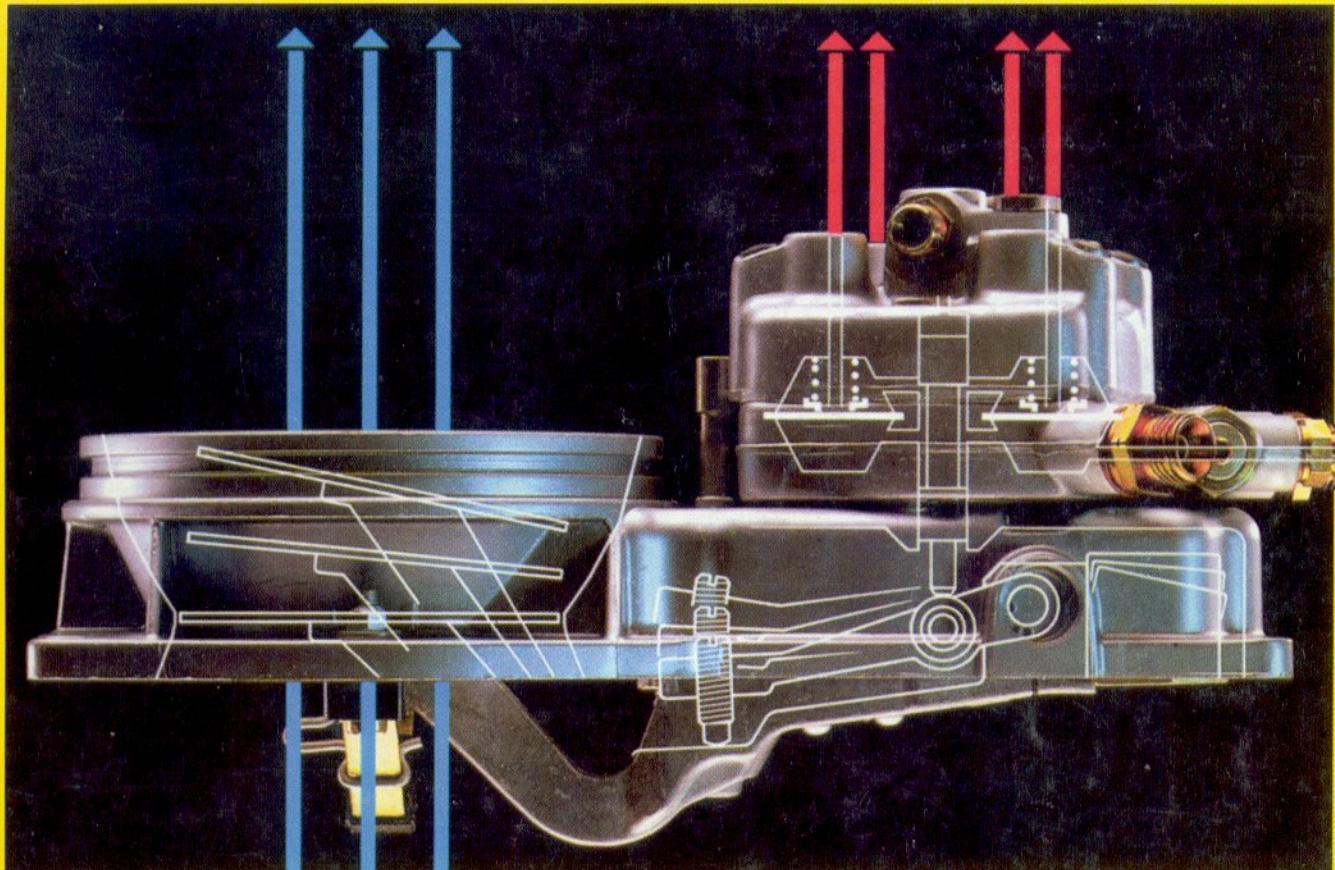


Řízení zážehového motoru

Systém vstřikování K-Jetronic

Nyní s diagnostickou
technikou

Vydání 97/98



Technická příručka



BOSCH

Vydavatel:

Robert Bosch GmbH, 1997
Postfach 30 02 20
D-70442 Stuttgart
Unternehmensbereich Kraftfahrzeug-Ausrüstung
Abteilung Technische Informationen (KH/VDT)
Leitung: Dipl.-Ing.(FH) Ulrich Adler

Šéfredaktor:

Dipl.-Ing.(FH) Horst Bauer

Redakce:

Dipl.-Ing.(FH) Anton Beer
Dipl.-Ing.(FH) Monika Rüger

Redakční zpracování ve spolupráci s příslušnými odbornými odděleními naší společnosti.

Technická grafika:

Bauer (Partner, Stuttgart,
Technische Publikation, Weiblingen.

Pokud není uvedeno jinak, jedná se o pracovníky firmy Robert Bosch.

Kopírování, rozmnožování a překlad, i částečný, je možný jen s naším předchozím písemným souhlasem a s uvedením zdroje. Obrázky, popisy, schéma a jiné údaje slouží jen k vysvětlení a doplnění textu. Nemohou být použity jako podklady pro konstrukci, montáž a dodávku. Nepřebíráme žádoucí záruku za shodu obsahu s právě platnými zákonými ustanoveními.

Záruka je vyloučena. Změny vyhrazeny.

1. české vydání, 1998
Přeloženo z německého originálu Benzineinspritz-
system K-Jetronic
Robert Bosch GmbH, 1997
Překlad: ing. Antonín Růžička

Vydavatel:

Robert Bosch odbytová s.r.o.
Automobilová diagnostika
Pod višňovkou 25/1661
142 01 Praha 4 – Krč
Tel.: 02/61300 422-8
Fax: 02/61300 518

Grafická příprava:

MCH-TECH
Ing. Miloš Chlup
Vítkovická 378
199 00 Praha 9 - Letňany
Tel.: 02/839 210 94
Fax: 02/839 230 40

ISBN: 80-902585-0-6

K-Jetronic

Vstřikovací systémy Jetronic se od jejich zavedení uplatnily v miliónech aplikací.

Tento vývoj byl podporován výhodami, které může vstřikování paliva, v souvislosti s požadavky na hospodárnost, výkonové parametry a v neposlední řadě na zlepšení kvality výfukových plynů, nabídnout. Pokud byl na počátku vývoje vstřikování benzínu hlavním požadavkem nárůst výkonu, pak dnes je to spotřeba paliva ve spojení s co možná nejnižším podílem škodlivých látek ve výfukových plynech. K-Jetronic, který byl jako spolehlivý mechanický vícebodový vstřikovací systém nasazen do sériové průvýroby v letech 1973 až 1975, je dnes vystřídán a vylepšen elektronickými vstřikovacími systémy. Od té doby má K-Jetronic význam již jen z hlediska údržby a oprav.

Jak K-Jetronic pracuje a jaké jsou jeho zvláštnosti, je popsáno v této příručce.

Spalování v zážehovém motoru

Zážehový motor	2
Příprava směsi	4
Ovlivňující faktory	4
Přizpůsobení provozním stavům	5
Systémy přípravy směsi	6
K-Jetronic	
Přehled systému	9
Zásobování systému palivem	10
Odměřování paliva	14
Přizpůsobení provozním stavům	20
Doplňkové funkce	26
Elektrická schémata	28
Diagnostická technika	30
Výfukové plyny	
Složení výfukových plynů	32
Snížení podílu škodlivých látek ve výfukových plynech	34

Příklady použití ve vozidlech (od roku 1981)

- Audi:** Coupé, Quattro, 80, 90, 100, 200.
BMW: 318, 520.
Ferrari: BB, Mondial, Testarossa, 208, 308, 328, 412 i.
Ford: Capri, Escort, Orion, Sierra.
Lancia: Thema.
Mercedes-Benz: 230 GE, 380 SEC, 500 SEC.
Nissan: Santana.
Peugeot: 505, 604.
Porsche: 911.
Renault: 25
Rolls Royce: Corniche, Silver Spirit, Silver Spur.
Saab: 900.
Seat: Toledo.
Volvo: 240, 740, 760, 940.
VW: Caddy, Corrado, Golf Cabriolet, Golf I, Golf II, Jetta, Passat, Santana, Scirocco.

Spalování v zážehovém motoru

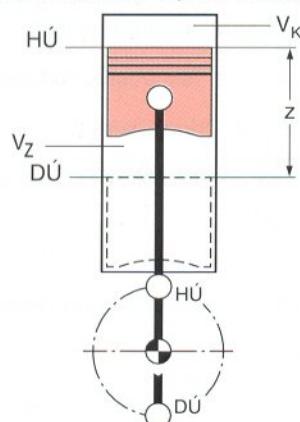
Zážehový motor

Princip funkce

Zážehový (Otto¹) motor je spalovací motor s cizím zapalováním, který energii obsaženou v palivu převádí na energii pohybovou.

U zážehového motoru je směs paliva (benzínu nebo plynu) se vzduchem vytvářena vstřikovací soustavou mimo spalovací prostor. Směs, nasávaná dolů se pohybujícím pístem, proudí do spalovacího prostoru. Zde je během pohybu pístu nahoru stlačena. Časově řízené zapalování s cizí energií zapálí směs pomocí zapalovací svíčky. Uvolněná energie, daná výhřevností směsi, zvýší tlak ve válci a píst, spojený s klikovým hřidelem, se jeho vlivem pohybuje opět dolů. Po každém hoření jsou spálené plyny z válce vytlačeny a je nasáta čerstvá směs paliva a vzduchu. Tato výměna plynu probíhá u spalovacích motorů automobilů především podle principu čtyřdobého motoru. Pro jeden pracovní cyklus jsou tak zapotřebí dvě otáčky klikového hřidele.

Obr. 1 Princip pístového motoru.
HÚ horní úvratí, DÚ dolní úvratí, V_Z zdvihový objem, V_K kompresní objem, z zdvih pístu.



Princip funkce čtyřdobého motoru

U čtyřdobého zážehového motoru je výměna plynu řízena ventily. Ty otvírají nebo zavírají sací a výfukové kanály každého válce.

1. doba: sání
2. doba: komprese a zapálení
3. doba: expanze
4. doba: výfuk

Sání

Sací ventil:	otevřený
Výfukový ventil:	zavřený
Pohyb pístu:	dolů
Hoření:	neprobíhá

Píst pohybující se dolů, zvětšuje objem ve válci a nasává čerstvou směs paliva se vzduchem přes otevřený sací ventil.

Komprese a zapálení

Sací ventil:	zavřený
Výfukový ventil:	zavřený
Pohyb pístu:	nahoru
Hoření:	fáze vzplanutí (zapálení)

Píst pohybující se nahoru, zmenšuje objem ve válci a stlačuje směs paliva se vzduchem. Těsně před tím, než píst dosáhne horní úvratí (HÚ) zapálí zapalovací svíčka stlačenou směs a zahájí tak hoření.

Zdvihový objem V_Z a kompresní objem V_K udává kompresní poměr $\varepsilon = (V_Z + V_K)/V_K$

1) Podle Nikolause Augusta Otto (1832 - 1891), který v roce 1878 na světové výstavě v Paříži poprvé představil čtyřdobý plynový kompresní motor.

Hodnota kompresního poměru ε činí podle konstrukce motoru 7...13. S rostoucím kompresním poměrem spalovacího motoru roste jeho tepelná účinnost a palivo tak může být efektivněji využito. Např. zvýšení kompresního poměru z 6 na 8 způsobí zvýšení tepelné účinnosti o 12%. Zvyšování kompresního poměru je omezeno hranicí klepání. Klepáním rozumíme nekontrolované zapálení směsi, které se vyznačuje prudkým nárůstem tlaku. Klepání při hoření vede k poškození motoru. Hranice klepání může být posunuta k vyšším kompresním poměrům použitím paliva s vyšším oktanovým číslem a vhodným usporádáním spalovacího prostoru.

Expanze

Sací ventil:	zavřený
Výfukový ventil:	zavřený
Pohyb pístu:	dolů
Hoření:	fáze prohořívání

Potom, co elektrická jiskra na zapalovací svíčce zapálila stlačenou směs paliva se vzduchem, stoupá teplota prohoříváním směsi.

Tlak ve válci prudce stoupá a tlačí píst dolů. Ten odevzdává přes ojnice na klikový hřidel práci, která je k dispozici jako výkon motoru.

Výkon roste se zvyšujícími se otáčkami a zvyšujícím se točivým momentem ($P = M \cdot \omega$).

Charakteristiky výkonu a točivého momentu spalovacího motoru vyžadují převodovku pro přizpůsobení požadavkům jízdních režimů.

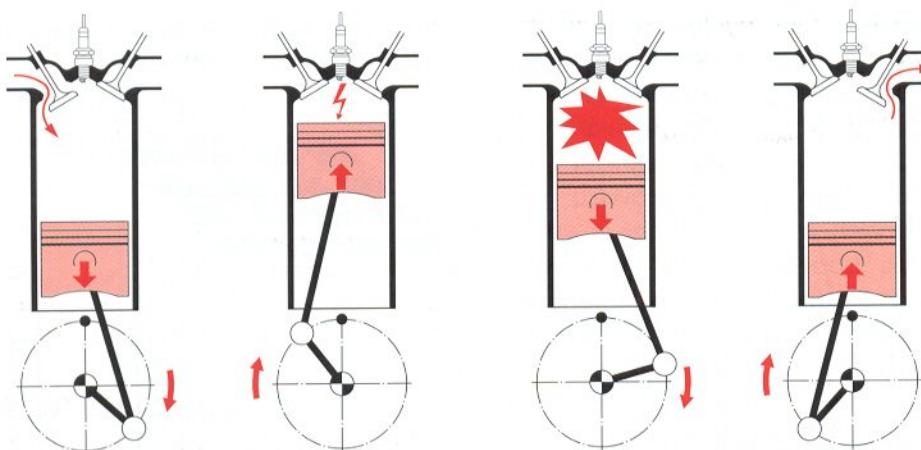
Výfuk

Sací ventil:	zavřený
Výfukový ventil:	otevřený
Pohyb pístu:	nahoru
Hoření:	neprobíhá

Píst pohybující se nahoru, vytlačuje spálené výfukové plyny přes otevřený výfukový ventil. Cyklus se pak opakuje. Doba otevření sacích a výfukových ventilů se částečně překrývá a tím se proudění a pulzování plynů využívá k lepšímu naplnění a vyplachování válce.

Obr.2 Pracovní cyklus čtyřdobého motoru

1. doba sání 2. doba komprese a zapálení 3. doba expanze 4. doba výfuk



Příprava směsi

Přehled

Ovlivňující faktory

Směs paliva se vzduchem

Zážehový motor potřebuje ke svému provozu určitý poměr vzduchu a paliva. Ideální teoretické úplné spalování nastává při poměru 14,7 kg vzduchu : 1 kg paliva. Tento poměr je také označován jako stechiometrický poměr. Určité provozní stavby motoru vyžadují korekci složení směsi. Měrná spotřeba paliva zážehového motoru je značně závislá na směšovacím poměru vzduchu a paliva. Pro reálné úplné spalování a tím také pro co nejmenší spotřebu je nutný přebytek vzduchu, jehož hranice je určena zejména zápalností směsi a použitelnou dobou hoření.

U dnes používaných motorů je nejnižší spotřeba paliva při poměru vzduchu a paliva asi 15...18 kg vzduchu na 1 kg paliva. Názorně zobrazeno to znamená, že ke spálení jednoho litru benzínu je zapotřebí asi 10 000 litrů vzduchu (obr. 1). Motory vozidel, jsou většinu času provozovány v oblasti částečného zatížení. Proto jsou konstrukčně dimenzovány tak, aby v této oblasti dosáhly nejnižší spotřeby. Pro ostatní oblasti provozu jako např. volnoběh a plné zatížení je vhodnější směs bohatší na palivo. Systém přípravy směsi musí být proto zkonstruován tak, aby byl schopen splnit tyto variabilní požadavky.

Součinitel přebytku vzduchu

K rozpoznání toho, jak hodně se odlišuje skutečný poměr vzduchu a paliva od teoreticky nutného (14,7:1) byl zvolen součinitel přebytku vzduchu příp. vzdušný součinitel λ (lambda).

λ = skutečně přivedená hmotnost vzduchu/hmotnost vzduchu potřebná pro stechiometrické spalování

$\lambda = 1$: Skutečně přivedená hmotnost vzduchu odpovídá teoretické potřebě.

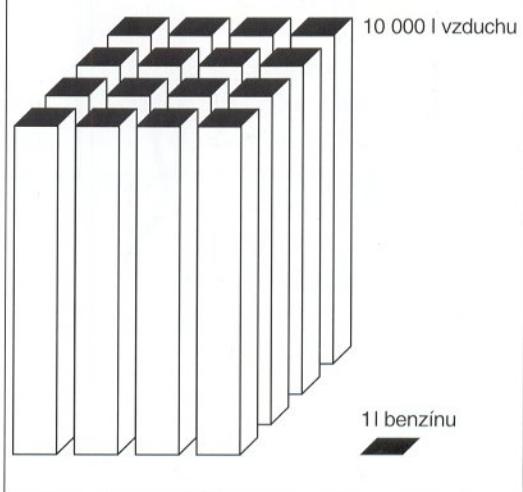
$\lambda < 1$: Nedostatek vzduchu nebo-li bohatá směs. Nejvyššího výkonu se dosahuje při $\lambda = 0,85 \dots 0,95$.

$\lambda > 1$: Přebytek vzduchu, nebo-li chudá směs, nastává od $\lambda = 1,05 \dots 1,3$. Při této hodnotě součinitele přebytku vzduchu lze pozorovat snižující se spotřebu paliva a snížený výkon.

$\lambda > 1,3$: Směs již není schopna zapálení. Dochází k vynechávání spalování. Běh motoru je značně neklidný.

Zážehové motory s nepřímým vstřikováním paliva dosahují nejvyšší výkon při 5...15 % nedostatku vzduchu ($\lambda = 0,95 \dots 0,85$), nejnižší spotřebu paliva při 10...20% přebytku vzduchu ($\lambda = 1,1 \dots 1,2$) a bezvadný volnoběh při $\lambda = 1,0$.

Obrázek 1: Poměr vzduchu a paliva při nejnižší měrné spotřebě paliva.



Přizpůsobení provozním stavům

V některých provozních stavech se potřeba paliva velmi odlišuje od stacionární potřeby zahřátého motoru. V takových případech je nutný korekční zásah do přípravy směsi.

Studený start

U studeného motoru je směs vzduchu a paliva ochuzována. To je způsobeno nedostatečným promícháním nasátého vzduchu s palivem, nízkým odpařením paliva a srážením paliva na stěnách vlivem nízkých teplot. Aby se vyrovnaly tyto rozdíly a usnadnilo „naskočení“ studeného motoru, musí být v okamžiku startu přivedeno více paliva.

Fáze po startu

Po startu je za nízkých teplot nutné krátkodobé obohacení směsi palivem, až dokud nedojde zvýšením teplot ve spalovacím prostoru ke zlepšení přípravy směsi ve válcích. Dodatečně se díky bohaté směsi dosáhne také vyššího točivého momentu a tím lepšího přechodu na požadované volnoběžné otáčky.

Fáze zahřívání

Na studený start a fázi po startu navazuje fáze zahřívání motoru. V této fázi potře-

Na obrázcích 2 a 3 je znázorněna závislost výkonu a měrné spotřeby paliva spolu se složením emisí na součiniteli přebytku vzduchu λ .

Z uvedených charakteristik je patrné, že neexistuje ideální hodnota součinitele přebytku vzduchu, při které dosahují všechny faktory nejpříznivější hodnoty.

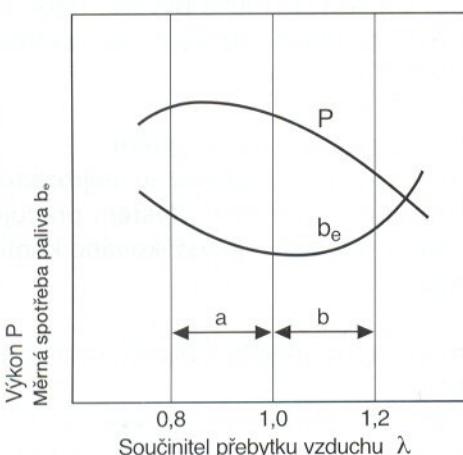
V praxi se jako nevhodnější osvědčily hodnoty součinitele přebytku vzduchu $\lambda = 0,9 \dots 1,1$.

Pro zpracování emisí v třícestném katalyzátoru je bezpodmínečně nutné udržet hodnotu součinitele přebytku vzduchu při zahřátém motoru přesně na $\lambda = 1$. Aby toho mohlo být dosaženo, musí být přesně změřena hmotnost nasávaného vzduchu a přesně dávkováno množství paliva. Kromě přesného dávkování paliva je pro průběh spalování také důležitá homogenní směs. K tomu je nutné dobré rozprášení paliva.

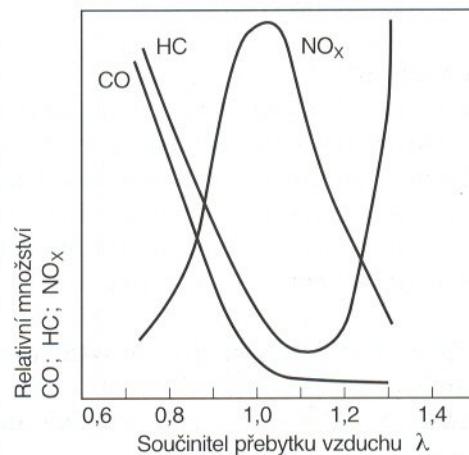
Pokud není tento požadavek splněn, usazují se velké kapičky paliva na stěnách sacího potrubí, což vede ke zvýšeným emisím HC.

Obrázek 2: Vliv součinitele přebytku vzduchu λ na výkon P a měrnou spotřebu paliva b_e

- a) bohatá směs (nedostatek vzduchu),
- b) chudá směs (přebytek vzduchu).



Obrázek 3: Vliv součinitele přebytku vzduchu λ na složení emisí



buje motor bohatší směs, protože část paliva kondenzuje na stěnách válců, které jsou ještě studené. Protože je kvalita přípravy směsi s klesající teplotou horší (např. z důvodu menšího promísení vzduchu a paliva a také kvůli větším kapíčkám paliva), dochází v sacím potrubí ke srážení paliva, které se vypaří až při vyšších teplotách. Tyto vyjmenované vlivy podmiňují s klesající teplotou vzrůstající „obohacení“.

Částečné zatížení

Při částečném zatížení je velmi důležité naladění složení směsi na minimální spotřebu. Pro splnění přísných emisních limitů je při neustále širším nasazení třícestných řízených katalyzátorů potřebné naladění na $\lambda = 1$.

Plné zatížení

Při plně otevřené škrťicí klapce musí motor odevzdat co možná nejvyšší točivý moment příp. co možná nejvyšší výkon. Jak je zřejmé z obrázku 2, musí být v tomto případě směs paliva se vzduchem obohacena na $\lambda = 0,85 \dots 0,90$.

Zrychlení

Při rychlém otevření škrťicí klapky dochází ke krátkodobému ochuzení směsi v důsledku omezeného odpařování paliva vlivem většího tlaku v sacím potrubí (silnější tvorba filmu paliva na stěnách). Aby bylo dosaženo dobrého chování při přechodu, je zapotřebí obohacení směsi, které je závislé na teplotě motoru. S tímto obohacením lze dosáhnout dobrého chování při zrychlení.

Decelerace

Prušením dodávky paliva při deceleraci je možné snížit spotřebu paliva při jízdě z kopce, a při každém brzdění, tedy i při městském provozu. V těchto režimech navíc nedochází k tvorbě škodlivých látek ve spalinách.

Přizpůsobení směsi ve vyšších polohách

S rostoucí nadmořskou výškou (např. při jízdě v horách) klesá hustota vzduchu. To

znamená, že stejné množství vzduchu nasátého motorem ve vyšších polohách má menší hmotnost než v nížinách. Pokud nebude tato souvislost zohledněna při přípravě směsi, dojde ve vyšších polohách k nadměrnému obohacení, které povede k vyšší spotřebě paliva a k vyšší produkci škodlivých spodin.

Systémy přípravy směsi

Úkolem karburátoru nebo vstřikovacího systému je připravit každému provoznímu stavu motoru co možná nejlepší přizpůsobenou směs vzduchu a paliva. Už několik let se pro přípravu směsi používají hlavně vstřikovací systémy, jejichž výhodou je vstřikování paliva v souvislosti s požadavky na hospodárnost, výkonové schopnosti, dokonalé jízdní vlastnosti a nízký obsah škodlivých látek ve výfukových plynech. Vstřikování umožňuje přesné odměřování paliva v závislosti na provozním stavu a zatížení motoru při zohlednění okolních vlivů. Složení směsi je přitom řízeno tak, aby byl nízký podíl škodlivých látek ve výfukových plynech.

Vícebodové vstřikování

Vícebodové vstřikování má ideální předpoklady pro splnění těchto úkolů. U vícebodových vstřikovacích systémů je každému válci přiřazen jeden vstřikovací ventil, který vstřikuje palivo přímo před sací ventil příslušného válce. Příkladem tohoto vstřikování může být KE- nebo L-Jetronic s jejich různými variantami (obrázek 4).

Mechanický vstřikovací systém

Z mechanických systémů je nejrozšířenější systém K-Jetronic. Systém pracuje bez pohonu a palivo je vstřikováno kontinuálně.

Kombinovaný mechanicko-elektronický systém

Systém KE-Jetronic je založen na mechanickém základu systému K-Jetronic.

Díky rozšířenému získávání provozních dat umožnuje elektronické řízení doplnkových funkcí tak, aby bylo vstřikované množství paliva přesně přizpůsobeno různým provozním stavům motoru.

Elektronické vstřikovací systémy

Elektronicky řízené vstřikovací systémy vstřikují přerušovaně palivo elektromagnetickými vstřikovacími ventily. Příklady: L-Jetronic, LH-Jetronic a Motronic jako integrovaný systém zapalování a vstřikování.

Centrální vstřikování

Centrální vstřikování je elektronicky řízený vstřikovací systém, u kterého je palivo vstřikováno přerušovaně do sacího potrubí z jednoho elektromagnetického ventilu na centrálním místě nad škrticí klapkou. Mono-Jetronic je označení centrálního vstřikovacího systému firmy Bosch (obr.5).

Výhody vstřikování

Nižší spotřeba paliva

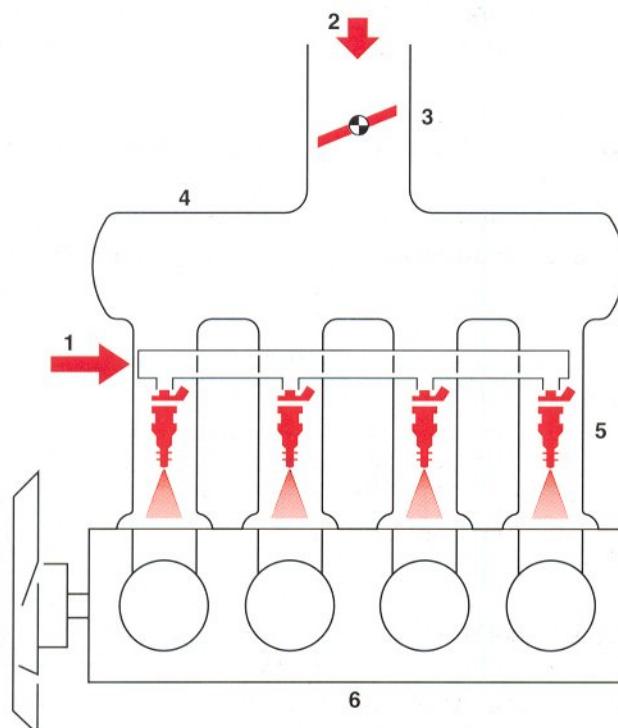
Shromažďování všech pro provoz motoru potřebných provozních dat (např. otáček, zatížení, teploty, polohy škrticí klapky) umožnuje přesné přizpůsobení ustáleným a neustáleným provozním stavům. Tím je zaručeno, že bude odměřeno jen tolik paliva, kolik motor v konkrétních provozních podmírkách potřebuje.

Vyšší výkon

Nasazení zařízení K- a L-Jetronic umožňuje optimální tvarování sacích kanálů, čímž je v důsledku zlepšeného plnění válců dosaženo vyššího točivého momentu. Výsledkem je vyšší měrný výkon a zlepšený průběh točivého momentu. Díky u vstřikovacích systému běžně oddělenému měření nasávaného množství vzduchu a množství paliva, může být i u systému Mono-Jetronic, ve srovnání s karburátorem, z důvodu méně škrceňých sacích kanálů dosaženo vyššího výkonu.

Obrázek 4: Vícebodové vstřikování

1 palivo, 2 vzduch, 3 škrticí klapka, 4 sací potrubí, 5 vstřikovací ventily, 6 motor.



Zrychlení bez prodlevy

Systémy Jetronic se bez prodlevy přizpůsobují měnícím se podmínkám zatížení. To platí jak pro vícebodové tak i pro centrální vstřikovací systémy.

U vícebodového vstřikování je palivo vstřikováno přímo před sací ventilu motoru, čímž se v co největší míře zabránuje tvorbě palivového filmu na stěnách sacího potrubí. U centrálního vstřikování musí být z důvodu dopravy směsi v sacím potrubí zohledněno vytváření a odbourávání palivového filmu na stěnách sacího potrubí v neustálených režimech. Toho se dosahuje odpovídající konstrukcí a funkcí systému při odměřování paliva a přípravě směsi.

Zlepšený studený start a fáze zahřívání

Díky přesnému dávkování paliva v závislosti na teplotě motoru a startovacích

otáčkách se dosahuje krátkých startovacích časů a rychlého přechodu do volnoběžných otáček. Ve fázi zahřívání se díky přesnému přizpůsobení množství paliva nastaví pravidelný chod motoru a samovolné nasávání plynu při co možná nejmenší spotřebě paliva.

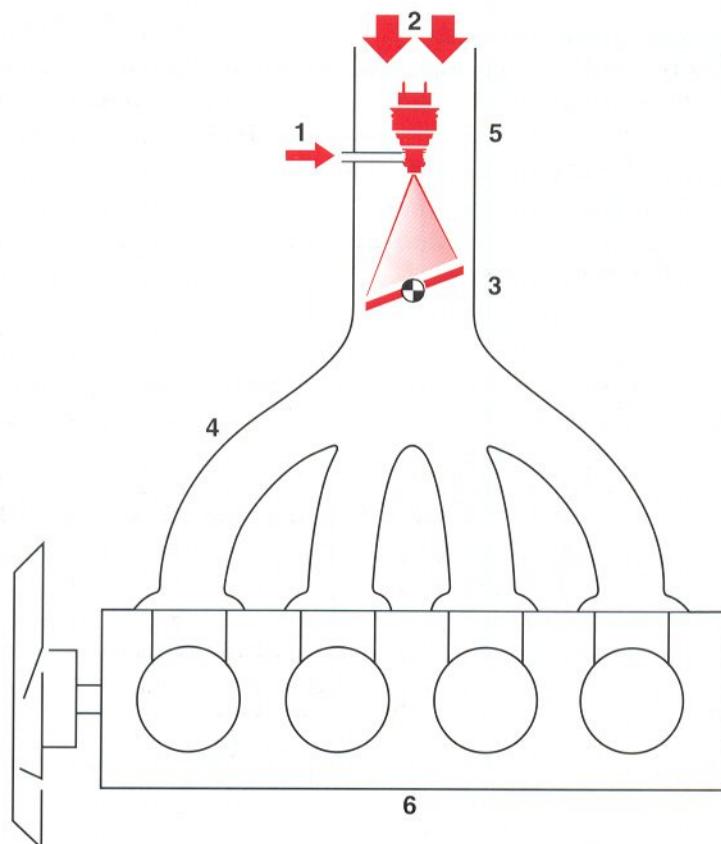
Spaliny s nízkým obsahem škodlivých látek

Koncentrace škodlivých látek ve spalinách přímo souvisí s poměrem vzduch-palivo. Pokud chceme motor provozovat s co nejnižším obsahem škodlivých látek ve spalinách, pak to předpokládá systém přípravy směsi, který je schopen zajistit určitý poměr vzduch-palivo.

Systémy Jetronic pracují tak precizně, že je dosaženo, k tomu účelu požadované, přesnosti složení směsi.

Obrázek 5: Centrální vstřikování

1 palivo, 2 vzduch, 3 škrťcí klapka, 4 sací potrubí, 5 vstřikovací ventil, 6 motor.



Přehled systému

K-Jetronic je mechanicko-hydraulicky řízený, bezpohonový vstřikovací systém, který v závislosti na nasávaném množství vzduchu odměřuje palivo a kontinuálně ho vstřikuje před sací ventily motoru.

Určité provozní stavů motoru vyžadují korekční zásahy do přípravy směsi, které K-Jetronic provádí pro optimizaci chování při startu a jízdě, s ohledem na výkon a složení výfukových plynů. Díky přímému měření množství vzduchu zohledňuje K-Jetronic také změny v motoru a dovoluje použití zařízení k čištění výfukových plynů, pro které je předpokladem přesné měření nasávaného množství vzduchu.

K-Jetronic byl původně navržen jako čistě mechanicky pracující systém, který může být dnes také dodatečně dovybaven elektronickou lambda regulací.

Vstřikovací systém K-Jetronic obsahuje následující funkce:

- zásobování systému palivem
- měření množství vzduchu a
- odměřování paliva.

Zásobování systému palivem

Palivo je doprováděno elektricky poháněným palivovým čerpadlem přes zásobník paliva a palivový filtr k rozdělovači množství paliva, který přiděluje palivo jednotlivým vstřikovacím ventilům.

Měření množství vzduchu

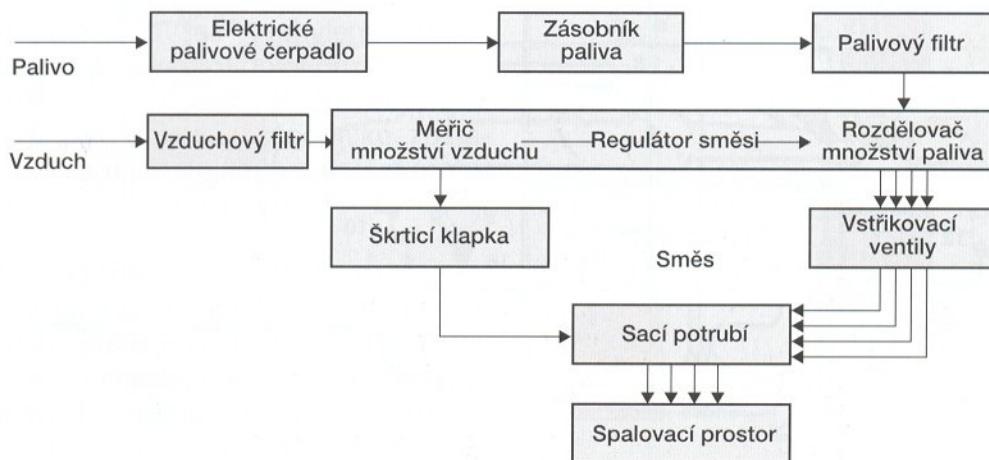
Množství vzduchu nasávané motorem je řízeno škrťicí klapkou a měřeno měříčem množství vzduchu.

Odměřování paliva

Jako kritérium pro odměřování množství paliva slouží motorem nasávané a poloze škrťicí klapky odpovídající množství vzduchu. Měřič množství vzduchu a rozdělovač množství paliva jsou díly regulátoru směsi. Vstřikování paliva probíhá kontinuálně, tzn. bez ohledu na postavení sacího ventilu. Během zavření sacího ventilu je směs „předskladněna“.

Pro přizpůsobení jednotlivým provozním stavům jako start, zahřívání, volnoběh a plné zatížení se provádí řízení obohacení směsi. Dodatečně jsou možné doplňkové funkce jako vypínání při deceleraci, omezení otáček a lambda regulace.

Obrázek 1: Funkční schéma K-Jetronic



Zásobování systému palivem

Systém zásobování palivem sestává z

- elektrického palivového čerpadla
- zásobníku paliva
- jemného palivového filtru
- regulátoru systémového tlaku a
- vstřikovacích ventilů.

Elektricky poháněné palivové čerpadlo dopravuje palivo z palivové nádrže pod tlakem asi 5 barů. Přes zásobník paliva a palivový filtr do rozdělovače množství paliva. Z rozdělovače množství teče palivo k vstřikovacím ventilům. Vstřikovací ventily vstřikují palivo kontinuálně do sacích kanálů motoru. Odtud pochází označení systému K (kontinuální). Při otevření sacího ventilu je směs nasáta do válce.

Regulátor systémového tlaku udržuje v systému konstantní tlak paliva a odvádí přebytečné palivo zpět do palivové nádrže. Díky neustálému propla-

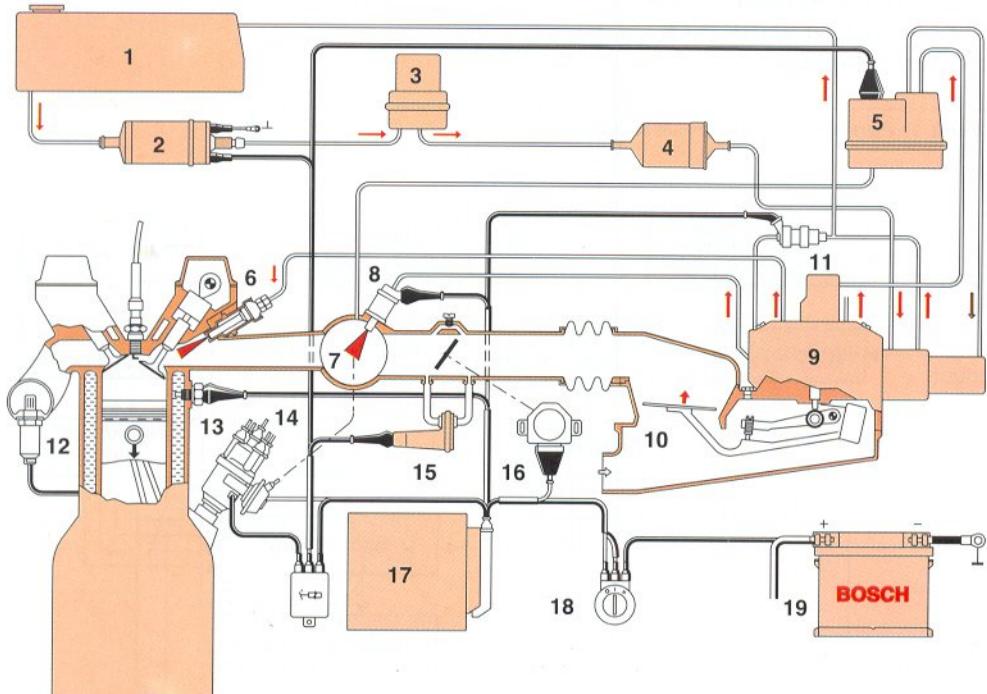
chování palivového systému je vždy k dispozici studené palivo. Tím se zabraňuje tvoření bublin palivových par a dosahuje snadných startů zahřátého motoru.

Elektrické palivové čerpadlo

Elektrické palivové čerpadlo je válečkové čerpadlo poháněné permanentně buzeným elektromotorem. Oběžné kolo, excentricky umístěné v tělese čerpadla má na svém obvodu kovové válečky, které jsou umístěny v drážkách a které jsou působením odstředivé síly přitlačeny na těleso čerpadla. Válečky působí jako rotující těsnění. V dutinkách, které vznikají mezi válečky je palivo stlačováno. Účinek čerpadla vznikne tak, že válečky po uzavření přívodního kanálu před sebou tlačí palivo ve stále se zmenšujícím objemu, až palivo opustí čerpadlo odtokovým kanálem (obrázek 4). Palivo protéká elektromotorem. Nebezpečí výbuchu nevznikne, protože v tělese motoru ani

Obrázek 2: Schéma systému K-Jetronic s lambda regulací

1 palivová nádrž; 2 elektrické palivové čerpadlo; 3 zásobník paliva; 4 palivový filtr; 5 teplotní regulátor tlaku; 6 vstřikovací ventil; 7 sběrné sací potrubí; 8 ventil studeného startu; 9 rozdělovač množství paliva; 10 měřič množství vzduchu; 11 taktovací ventil; 12 lambda sonda; 13 teplotně-časový spínač; 14 rozdělovač; 15 šoupátko přídavného vzduchu; 16 spínač škrťcí klapky; 17 regulační jednotka; 18 spinací skřínka; 19 akumulátor



v čerpadla není směs schopná zapálení.

Elektrické palivové čerpadlo dodává více paliva než spalovací motor potřebuje, aby udrželo požadovaný tlak v palivovém systému při všech provozních stavech.

Zpětný ventil v čerpadle odděluje palivový systém od palivové nádrže a tak zabraňuje zpětnému proudění paliva do palivové nádrže.

Elektrické palivové čerpadlo běží hned po zapnutí zapalování a v případě na-startování motoru zůstává trvale zapnuto. Bezpečnostní zapojení zabraňuje dodávce paliva při zapnutém zapalování a stojícím motoru, např. po nehodě. Palivové čerpadlo se nachází v bezprostřední blízkosti palivové nádrže a pracuje bez údržby.

Zásobník paliva

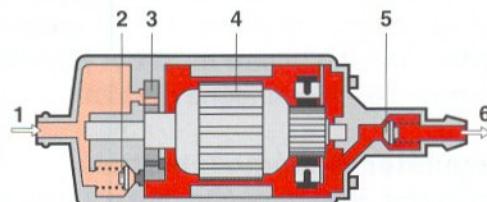
Zásobník paliva udržuje určitou dobu po zastavení motoru tlak v palivovém systému, aby tak usnadnil nový start zejména u zahřátého motoru. Zvláštní konstrukce (obrázek 5) tělesa zásobníku tlumí pulzaci paliva vzniklou činností zásobníku paliva. Vnitřní prostor palivového čerpadla je membránou rozdělen na dvě komory. Jedna komora slouží jako zásobník paliva. Druhá komora vytváří vyrovnávací prostor a je přes odvzdušňovací přípojku spojena s atmosférou nebo s palivovou nádrží. Během provozu je komora zásobníku naplněna palivem. Membrána je tak vychýlena tlakem paliva proti síle šroubové pružiny až na její doraz. V této poloze, která odpovídá největšímu objemu v zásobníku, zůstává membrána tak dlouho, dokud motor běží.

Palivový filtr

Palivový filtr zachytává v palivu nečistoty, které by mohly ovlivnit funkci vstřikovacího systému. Filtr obsahuje papírovou vložku se střední velikostí pórů $10 \mu\text{m}$ a vřazené sítko (obrázek 6). Tuto kombinaci je dosaženo vysokého čisticího efektu.

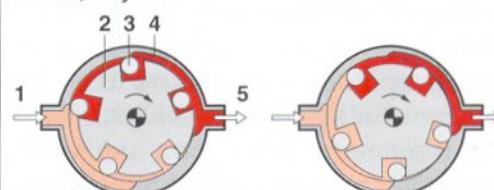
Obrázek 3: Elektrické palivové čerpadlo

1 sání; 2 omezovací tlakový ventil; 3 válečkové čerpadlo; 4 kotva motoru; 5 zpětný ventil; 6 výtlak



Obrázek 4: Princip funkce válečkového čerpadla.

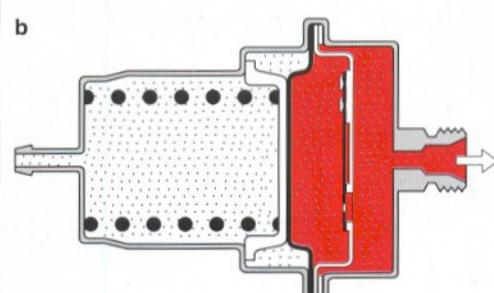
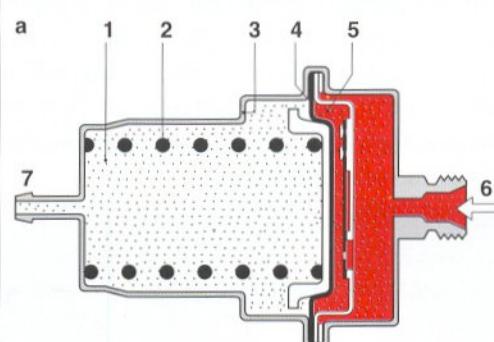
1 sání; 2 drážkové kolo; 3 váleček; 4 základní deska; 5 výtlak.



Obrázek 5: Zásobník paliva.

a) prázdný, b) naplněný.

1 pružinová komora; 2 pružina; 3 doraz
4 membrána; 5 prostor zásobníku; 6 přívod
příp. odvod paliva; 7 spojení s atmosférou



Příprava směsi

Opěrná deska fixuje filtr v kovovém obalu. Životnost filtru je závislá na znečištění paliva. Filtr je namontován do palivového vedení za zásobník paliva. Směr průtoku paliva udaný šípkou na tělese filtru musí být při jeho výměně bezpodmínečně dodržen.

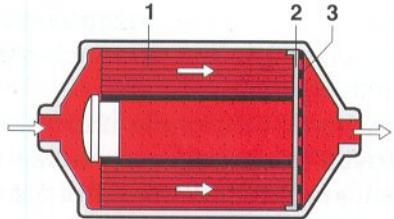
Regulátor systémového tlaku

Regulátor systémového tlaku udržuje konstantní tlak v palivovém systému. Regulátor tlaku vestavěný v tělesu rozdělovače množství paliva reguluje dopravní (systémový) tlak na asi 5 barů. Protože elektrické palivové čerpadlo dodává více paliva než je spotřebováno motorem, uvolňuje píst v regulátoru tlaku otvor, kterým přebytečné palivo odtéká zpět do palivové nádrže. Tlak v palivovém systému a síla pružiny na píst regulátoru tlaku jsou udržovány v rovnováze. Pokud například palivové čerpadlo dodává poněkud méně paliva, zmenší píst, zatlačený pružinou do své nové polohy, odtokový průřez. Tím odtéká zpět méně paliva a systémový tlak je tak opět vyregulován na předepsanou hodnotu.

Při vypnutí motoru je také vypnuto palivové čerpadlo. Hodnota systémového tlaku klesne pod hodnotu otvíracího tlaku vstřikovacích ventilů. Regulátor tlaku zavře odtokový otvor a zabrání tak dalšímu snižování tlaku v palivovém systému (obrázek 8).

Obrázek 6: Palivový filtr.

- 1 papírový filtr
- 2 sítko
- 3 opěrná deska.



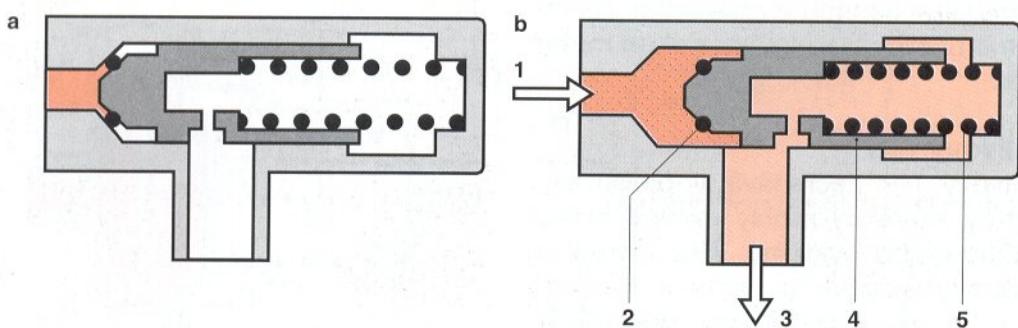
Vstřikovací ventily

Vstřikovací ventily otvírají při určitém tlaku a rozprašují palivo kmitáním jehly ventilu. Vstřikují odměřené množství paliva do sacího potrubí před sací ventily válců. Vstřikovací ventily jsou upevněny v držáku, který je dobře izolován proti teplu vyzařujícím z motoru. Vstřikovací ventily nemají odměřovací funkci. Otvírají samočinně, jakmile je překročen jejich otvírací tlak např. 3,5 barů. Mají jehlový ventil (obrázek 9), jehož jehla při vstřikování slabě slyšitelně, ale s vysokou frekvencí kmitá (vrže). Tím je dosaženo dobré rozprášení paliva, zejména při malém vstřikovaném množství. Po vypnutí motoru se vstřikovací ventily těsně uzavřou, pokud tlak v palivovém systému poklesne pod jejich otvírací tlak. Tím je po vypnutí motoru ukončeno vstřikování paliva do sacího potrubí.

Obrázek 7: Regulátor systémového tlaku na rozdělovači množství paliva.

a) v klidové poloze b) v pracovní poloze

1 přívod systémového tlaku; 2 těsnění; 3 zpětné vedení k palivové nádrži; 4 píst; 5 pružina regulátoru

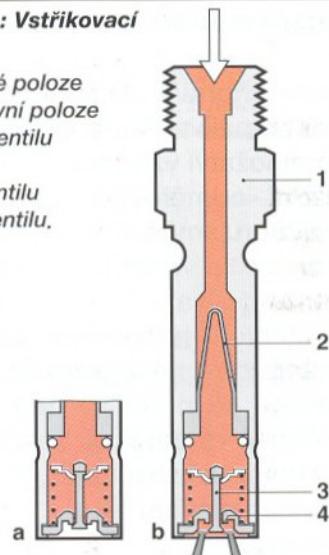


Vstřikovací ventily s přisáváním vzduchu

Vstřikovací ventily s přisáváním vzduchu zlepšují přípravu směsi zejména při volnoběhu. Využitím rozdílu tlaku na škrťicí klapce je část vzduchu nasávaného motorem vedena přes vstřikovací ventily (obrázek 20), čímž je palivo v místě výstupu velmi dobře rozprášeno (obrázek 10). Ventily s přisáváním vzduchu snižují spotřebu paliva a obsah škodlivých látek ve výfukových plynech.

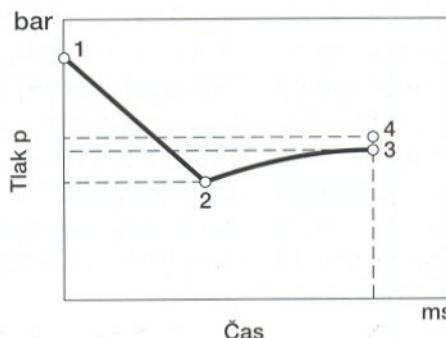
Obrázek 9: Vstřikovací ventil.

- a) v klidové poloze
- b) v pracovní poloze
- 1 těleso ventilu
- 2 filtr
- 3 jehla ventilu
- 4 sedlo ventilu.



Obrázek 8: Průběh tlaku po vypnutí motoru

Tlak klesá ze systémového tlaku (1) nejdříve na uzavírací tlak (2) regulátoru tlaku. Potom stoupá, působením zásobníku paliva, na hodnotu (3), která leží pod otvíracím tlakem (4) vstřikovacích ventilů.



Obrázek 10: Tvar paprsku vstřikovacího ventilu bez přisávání vzduchu (vlevo) a s přisáváním vzduchu (vpravo).



Odměřování paliva

Úkolem přípravy směsi je odměřování množství paliva, které odpovídá nasátému množství vzduchu.

Základní odměřování paliva probíhá v regulátoru směsi. Ten se skládá z měřiče množství vzduchu a z rozdělovače množství paliva.

V některých provozních stavech se však požadované množství paliva velmi odchyluje od normální hodnoty, takže jsou nutné dodatečné zásahy do přípravy směsi (viz kapitola „Přizpůsobení provozním stavům“).

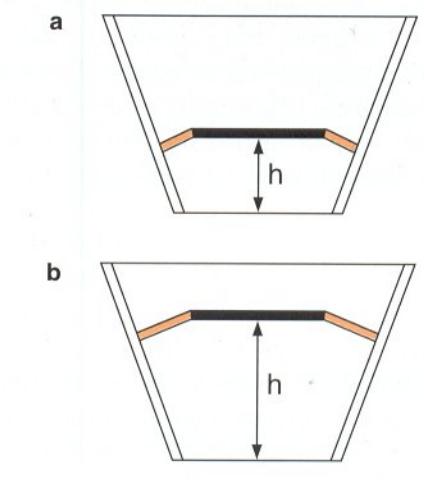
Měřič množství vzduchu

Množství vzduchu nasávané motorem je měřítkem zatížení motoru. Měřič množství vzduchu pracuje na principu vznášejícího se tělesa a měří množství vzduchu nasávané motorem.

Množství nasávaného vzduchu slouží jako hlavní řídicí veličina pro určení základního vstřikovaného množství. Množství nasávaného vzduchu je ta pravá fyzikální veličina pro odvození požadovaného množství paliva. Změny v chování sání motoru tedy nepůsobí na složení směsi. Protože nasávané

Obrázek 11: Princip měřiče množství vzduchu

a) malé množství nasávaného vzduchu, měřicí klapka je nepatrně nadzvednuta; b) velké množství nasávaného vzduchu, měřicí klapka je velmi nadzvednuta

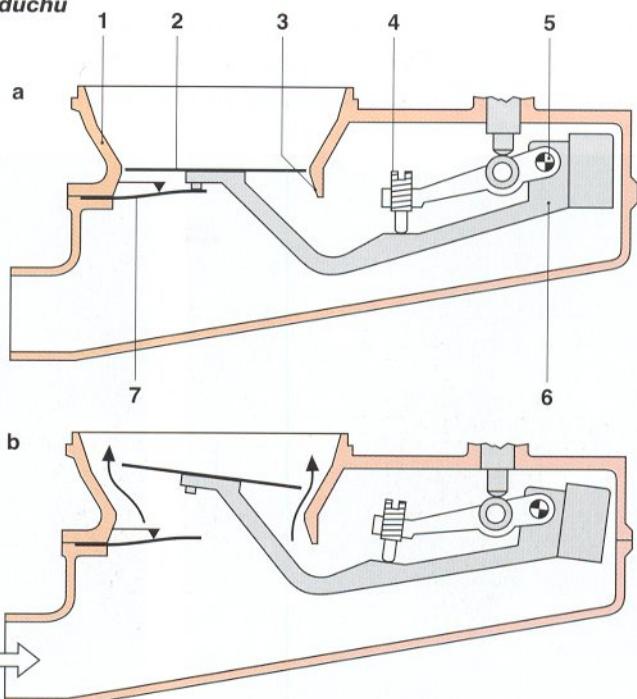


množství vzduchu musí nejprve projít měřičem množství vzduchu, než dojde k motoru, předbíhá měření množství vzduchu časově skutečné plnění vzduchu do válců. To umožňuje - vedle jiných, dále popsaných opatření - správné přizpůsobení směsi v každém okamžiku.

Obrázek 12: Měřič množství vzduchu

- a) měřicí klapka v klidové poloze,
- b) měřicí klapka v pracovní poloze.

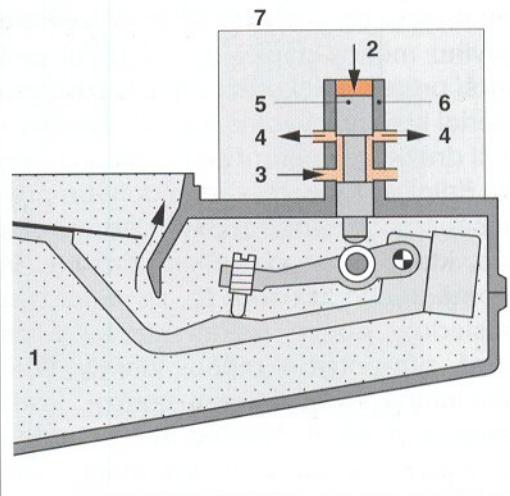
- 1 vzduchový trachytýř
- 2 měřicí klapka
- 3 odlehčovací průřez
- 4 šroub bohatosti směsi
- 5 otočný bod
- 6 páka
- 7 listová pružina



Celkové množství vzduchu nasáté motorem proudí přes měřič množství nasávaného vzduchu, který je zabudován před škrťcí klapkou. Měřič množství vzduchu sestává z vzdutového trychtýře, ve kterém se nachází pohyblivá měřicí klapka (vznášející se těleso). Vzduch proudící vzdutovým trychtýrem vychýlí měřicí klapku o určitou hodnotu z její klidové polohy. Pákový systém přenáší pohyb měřicí klapky na řídící píst, který v základních funkcích určuje potřebné základní množství paliva. Při možných (chybných) zpětných zápalech motoru v sacím potrubí mohou být do systému sání přenášeny značné tlakové rázy. Měřič množství vzduchu je proto zkonstruován tak, že se měřicí klapka může při zpětném zápalu, vychýlit i do protisměru. Proto byl vytvořen odlehčovací průřez. Gumový doraz omezuje pohyb dolů (u měřiče s opačným průtokem vzduchu, pohyb nahoru). Protizávaží vyrovnává hmotnost měřicí klapky a pákového systému (u měřiče s opačným průtokem vzduchu, pomocí tažné pružiny). Listové pero zajistuje správnou nulovou polohu při vypnutém motoru.

Obrázek 13: Těleso s drážkami, řídící průřez

1 nasávaný vzduch; 2 řídící tlak; 3 přívod paliva; 4 odměřené množství paliva; 5 řídící píst; 6 těleso s drážkami; 7 rozdělovač množství paliva

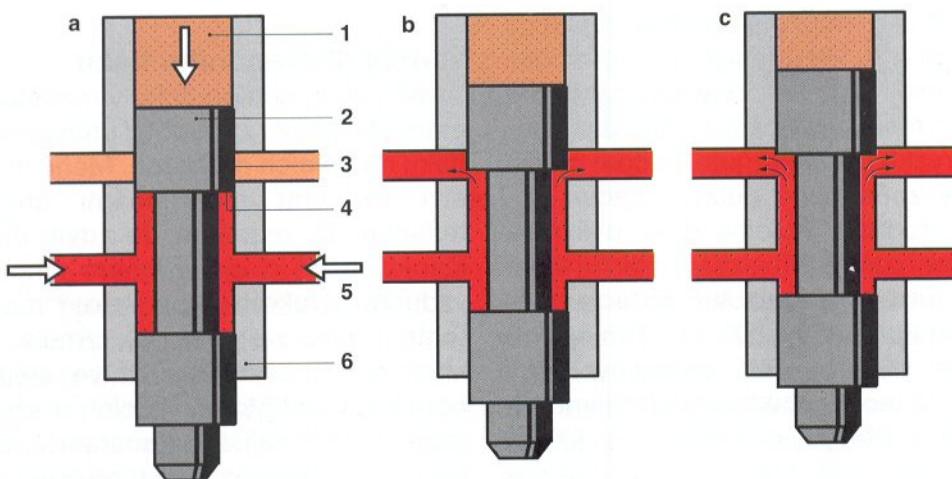


Rozdělovač množství paliva

Rozdělovač množství paliva rozděluje základní množství paliva, které odpovídá poloze měřicí klapky v měřiči množství vzduchu, jednotlivým válcům. Poloha měřicí klapky je měřítkem množství vzduchu nasávaného motorem. Páka přenáší polohu měřicí klapky na řídící píst. Podle své polohy v tělesu uvolní řídící píst odpovídající průřez,

Obrázek 14: Těleso s drážkami a řídícím pístem

a) klidová poloha; b) částečné zatížení; c) plné zatížení
1 řídící tlak; 2 řídící píst; 3 řídící drážka v tělesu; 4 řídící hrana; 5 přívod paliva; 6 těleso s drážkami



kterým může protékat palivo k ventilům diferenčního tlaku a následně ke vstřikovacím ventilům.

Při malém zdvihu měřicí klapky je řidicí píst málo nadzvednut a tím je uvolněn jen malý průřez řidicí drážky. Při velkém zdvihu měřicí klapky uvolní řidicí píst větší průřez řidicí drážky. Mezi zdvihem měřicí klapky a uvolněným průřezem řidicí drážky je lineární závislost.

Na řidicí píst působí - proti pohybu přenášenému z měřicí klapky - hydraulická síla, která je určena řidicím tlakem. Ta kromě jiného způsobí to, že řidicí píst následuje pohyb měřicí klapky a že např. při pohybu měřicí klapky dolů nezůstane v horní krajní poloze. Další důležité funkce řidicího tlaku budou popsány v kapitolách „Obohacení při zahřívání“ a „Obohacení při plném zatížení“.

Řidicí tlak

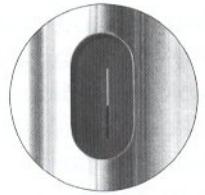
Řidicí tlak je od systémového tlaku oddělen škrticí tryskou (obrázek 16). Tryska tak slouží k oddělení okruhu řidicího tlaku a okruhu systémového tlaku. Rozdělovač množství paliva a teplotní regulátor (řidicího) tlaku jsou propojeny vedením.

Řidicí tlak má při studeném startu hodnotu asi 0,5 baru a při zahřívání motoru je jeho hodnota teplotním regulátorem tlaku zvýšena asi na 3,7 baru (obrázek 26).

Řidicí tlak působí přes tlumící trysku na řidicí píst a vytváří tak sílu, působící proti síle vzduchu, která působí na klapku měřicího množství vzduchu. Tlumící tryska tak zabraňuje kmitání měřicí klapky způsobené pulzy v sacím potrubí. Hodnota řidicího tlaku ovlivňuje přidělení paliva. Při nízkém řidicím tlaku může nasávané množství vzduchu měřicí klapku dále vychylovat. Tím budou řidicím pístem více otevřány řidicí drážky a motoru tak bude přiděleno více paliva. Při vyšším řidicím tlaku již nemůže být měřicí klapka tak hodně vychýlena a následné přidělení paliva je pak nižší.

Obrázek 15: Těleso s řidicími drážkami

Řidicí drážka je zobrazena se zvětšením (ve skutečnosti je řidicí drážka široká asi 0,2mm)



Aby byl okruh řidicího tlaku po vypnutí motoru bezpečně utěsněn a aby se současně udržel tlak v palivovém systému, je ve zpětném vedení teplotního regulátoru tlaku uzavírací ventil. Je zabudován na regulátoru systémového tlaku a přesouván pístem regulátoru tlaku, který jej během provozu udržuje v otevřené poloze.

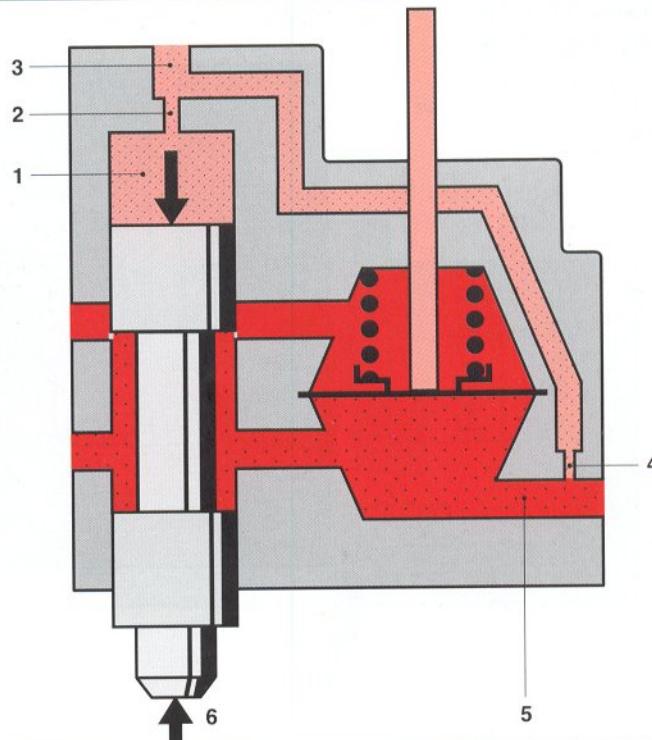
Pokud se po vypnutí motoru vrací píst regulátoru systémového tlaku do své klidové polohy, zavře pružina narážecí ventil (obrázek 17).

Ventily diferenčního tlaku

Ventily diferenčního tlaku v rozdělovači množství paliva způsobují určitý pokles tlaku na řidicích drážkách. Měřicí množství vzduchu má lineární charakteristiku. To znamená, že zdvih měřicí klapky je při dvojnásobném množství vzduchu dvakrát větší. Pokud má mít tento zdvih za následek změnu základního množství paliva ve stejném poměru, musí být na řidicích drážkách (obrázek 14) zajištěn konstantní rozdíl tlaku – nezávisle na množství protékajícího paliva. Ventily diferenčního tlaku udržují rozdíl tlaku mezi horní

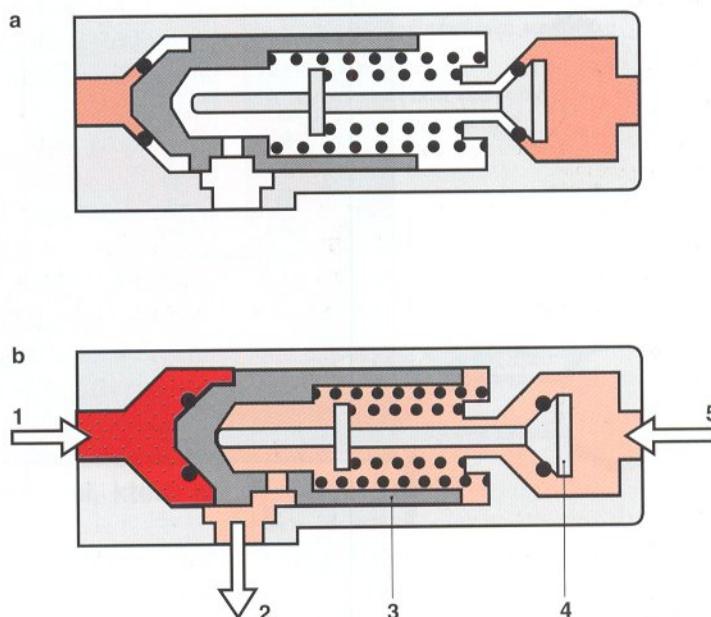
Obrázek 16: Systémový tlak
a řídicí tlak

- 1 působení řídicího tlaku (hydraulická síla)
- 2 tlumící tryska
- 3 vedení k teplotnímu regulátoru tlaku
- 4 škrťci tryska
- 5 systémový (dopravní) tlak
- 6 působení sily vzduchu



Obrázek 17: Regulátor
systémového tlaku
s narážecím ventilem
v okruhu řídicího tlaku

- a) v klidové poloze
 - b) v pracovní poloze
- 1 přívod systémového tlaku
 - 2 přepad (do palivové nádrže)
 - 3 píst regulátoru systémového tlaku
 - 4 narážecí ventil
 - 5 přívod řídicího tlaku (od teplotního regulátoru tlaku)



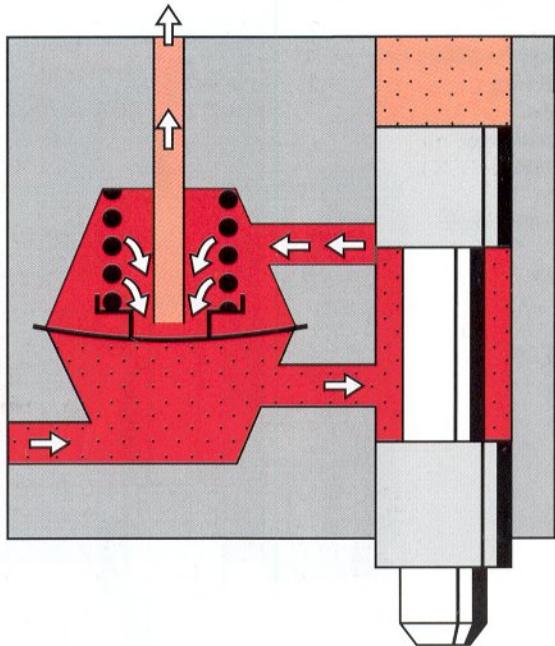
a dolní komorou nezávisle na průtočném množství paliva. Hodnota diference tlaků je 0,1 baru.

Pomocí ventilů diferenčního tlaku je dosaženo velmi vysoké přesnosti odměřování paliva. Jako ventily diferenčního tlaku se používají ventily s plochým sedlem. Nacházejí se v rozdělovači množ-

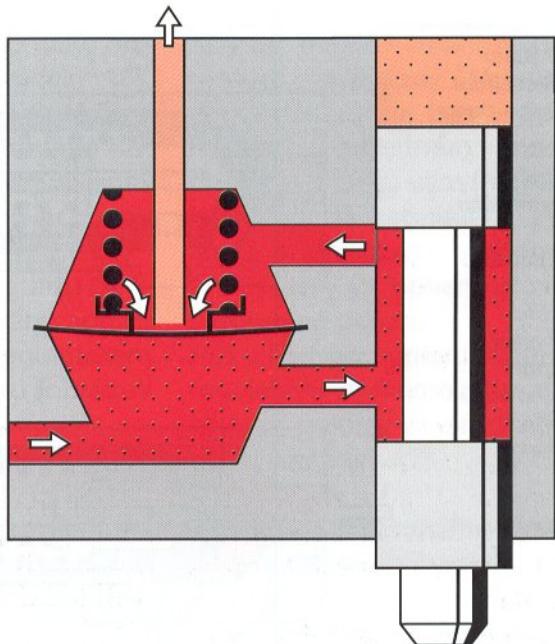
ství a jsou přiřazeny každé řídicí drážce. Membrána odděluje horní komoru od dolní komory ventilů (obrázek 18, 19). Dolní komory všech ventilů jsou navzájem propojeny kruhovým vedením a palivo v nich je pod dopravním (systémovým) tlakem. Sedlo ventilů je umístěno v horní komoře.

Obrázek 18: Ventil
diferenčního tlaku

a) poloha při větším
vstřikovaném množství
paliva



b) poloha při menším
vstřikovaném množství
paliva



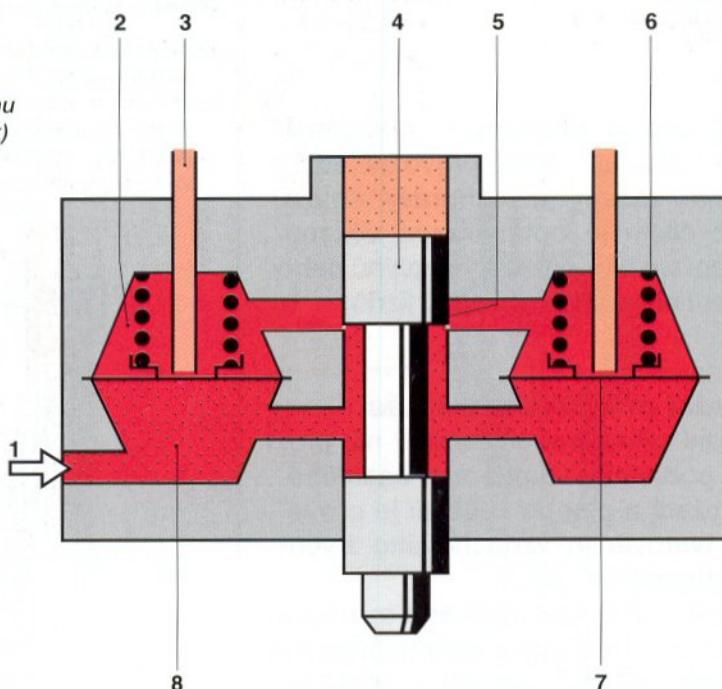
Horní komory jsou spojeny se vstřikovacími ventily přes příslušnou řídicí drážku a vedení. Vůči sobě navzájem jsou utěsněny. Membrány jsou zatíženy pružinami. Diference tlaků je určena silou šroubové pružiny. Pokud do horní komory přitéká vysoké základní množství paliva, prohne se membrána směrem dolů a tím se otevře

odtokový průřez ventilu do té doby než je opět dosaženo nastavené diference tlaku.

Pokud je protékající množství paliva menší, zmenší se v důsledku vyrovnání sil působících na membránu také průřez ventilu do té doby než se rozdíl tlaků nastaví opět na 0,1 baru.

Obrázek 19: Rozdělovač množství paliva s ventily diferenčního tlaku

- 1 přívod paliva
(systémový tlak)
- 2 horní komora ventilu
diferenčního tlaku
- 3 vedení ke vstřikovacímu
ventilu (vstřikovací tlak)
- 4 řídící píst
- 5 řídící hrana a řídící
drážka
- 6 pružina ventilu
- 7 membrána ventilu
- 8 dolní komora ventilu
diferenčního tlaku



Na membráně tak vzniká rovnováha sil, která je udržována regulací velikosti průřezu ventilu pro každé základní množství paliva.

Příprava směsi

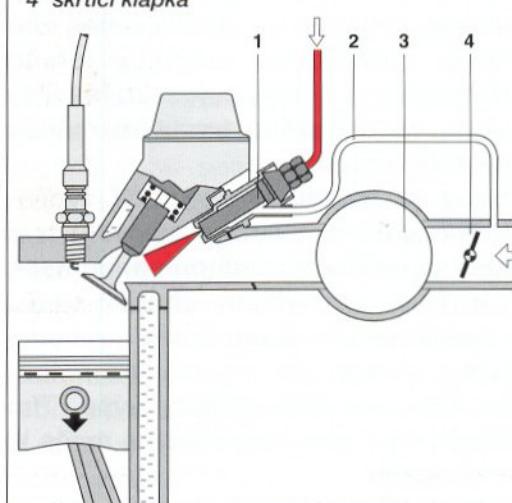
Příprava směsi probíhá v sacím potrubí a ve válci motoru.

Množství paliva, vstřikované kontinuálně vstřikovacím ventilem, je dopraveno před sací ventil motoru. Při otevření sacího ventilu je oblak paliva roztrhán nasávaným množstvím vzduchu a způsobeným vřením během sací doby dojde k přípravě směsi, která je schopna zapálení.

Vstřikovací ventily s přisáváním vzduchu zlepšují přípravu směsi, tím že velmi dobře rozprašují palivo v místě jeho výstupu (obrázek 20).

Obrázek 20: Příprava směsi vstřikovacím ventilem s přisáváním vzduchu

- 1 vstřikovací ventil
- 2 vedení přívodu vzduchu
- 3 společné sací potrubí
- 4 škrticí klapka



Přizpůsobení provozním stavům

Kromě dosud popsaných základních funkcí vyžadují určité provozní stavky korekční zásahy do přípravy směsi, jejichž cílem je optimalizace výkonu, zlepšení složení výfukových plynů nebo zlepšení chování při startu a jízdě.

Základní přizpůsobení směsi

Základní přizpůsobení směsi na provozní podmínky volnoběhu, částečného zatížení a plného zatížení je provedeno tvarováním vzduchového trychtýře (obrázek 21, 22).

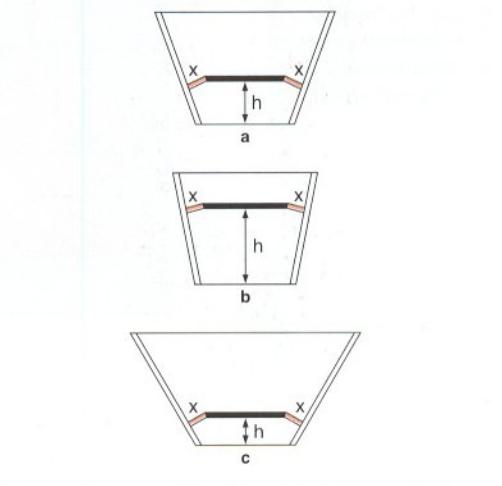
Konstantní tvar vzduchového trychtýře určuje v celém rozsahu zdvihu (měřícím rozsahu) měřiče množství vzduchu konstantní směs. Motoru je však zapotřebí přidělit v určitých provozních stavech, jako je volnoběh, částečné a plné zatížení, optimální směs, jejíž složení odpovídá každému z těchto provozních stavů. V praxi to znamená bohatší směs pro volnoběh a plné zatížení stejně jako chudší směs pro rozsah částečného zatížení. Tohoto přizpůsobení se dosahuje různými úhly kuželů vzduchového trychtýře měřiče množství vzduchu.

Pokud je vzduchový trychtýř tvořen plošním kuželem než je základní tvar (který je určen pro určitou směs, např. $\lambda = 1$) je výsledkem chudší směs. U kužele se strmějším úhlem je měřicí klapka při stejném nasávaném množství vzduchu nadzvednuta výše. Tím odměří řídicí píst více paliva a směs je pak bohatší.

Vzduchový trychtýř pak může být tvarován odpovídajícím způsobem tak, aby podle polohy měřicí klapky (volnoběh, částečné zatížení, nejvyšší výkon) byla výsledkem různě obohacená směs: u volnoběhu a plného zatížení bohatší, u částečného zatížení naopak chudší směs (obohacení při plném zatížení a obohacení při startu).

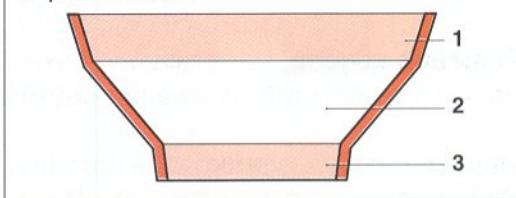
Obrázek 21: Vliv úhlu kužele vzduchového trychtýře na zdvih měřicí klapky při stejném průtočném množství vzduchu

- a) základní tvar vzduchového trychtýře, nastane zdvih „h“
- b) strmější tvar trychtýře, při stejném množství vzduchu je větší zdvih „h“
- c) plošší tvar trychtýře, při stejném množství vzduchu je menší zdvih „h“



Obrázek 22: Korekční trychtýř měřiče množství vzduchu

- 1 pro nejvyšší výkon
- 2 pro částečné zatížení
- 3 pro volnoběh



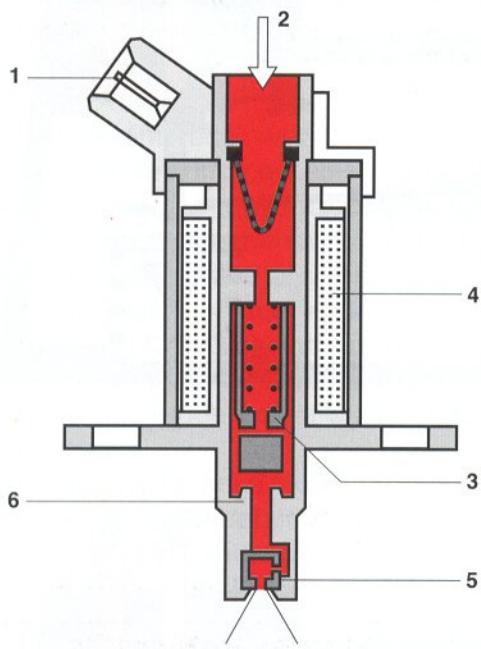
Obohacení při studeném startu

V závislosti na teplotě motoru vstříkuje během startování po omezenou době ventil studeného startu dodatečné množství paliva.

Aby se při studeném startu vyrovnaly ztráty způsobené kondenzací části paliva v nasávané směsi a aby se usnadnil start studeného motoru, musí být v okamžiku startu vstříknuto určité množství paliva navíc. Vstříkování tohoto dodatečného množství paliva probíhá přes ventil studeného startu do společného sacího potrubí. Doba zapnutí ventilu studeného startu je časově omezena teplotně-časovým spínačem v závislosti na teplotě motoru.

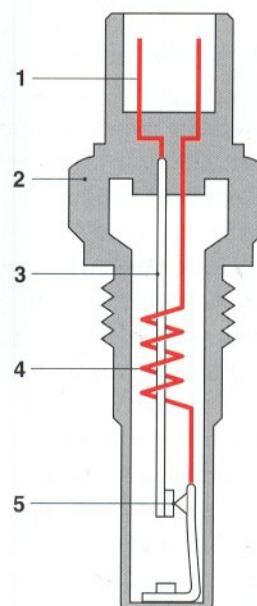
Obrázek 23: Otevřený ventil studeného startu

1 elektrické připojení; 2 přívod paliva s filtračním sítkem; 3 ventil (jádro magnetu); 4 vinutí elektromagnetu; 5 tryska s výrovou komůrkou; 6 sedlo ventilu



Obrázek 24: Teplotně-časový spínač

1 elektrické připojení; 2 těleso; 3 bimetal; 4 elektrické vyhřívání; 5 elektrický kontakt



Popsaný proces se nazývá obohacení při studeném startu. V tomto případě je směs „bohatší“ t.zn., že součinitel přebytku vzduchu λ je dočasně menší než 1.

Ventil studeného startu

Ventil studeného startu (obrázek 23) je elektromagneticky ovládaný ventil. Ve ventilu je umístěno vinutí elektromagnetu. V klidové poloze tlačí pružina pohyblivé jádro elektromagnetu proti těsnění a uzavírá tak ventil.

Při vybuzení elektromagnetu je průtok paliva uvolněn jádrem magnetu, které se nyní nadzvedne ze sedla ventilu. Palivo proudí tangenciálně do trysky, která paprsek vytvaruje do dutého kuželeta.

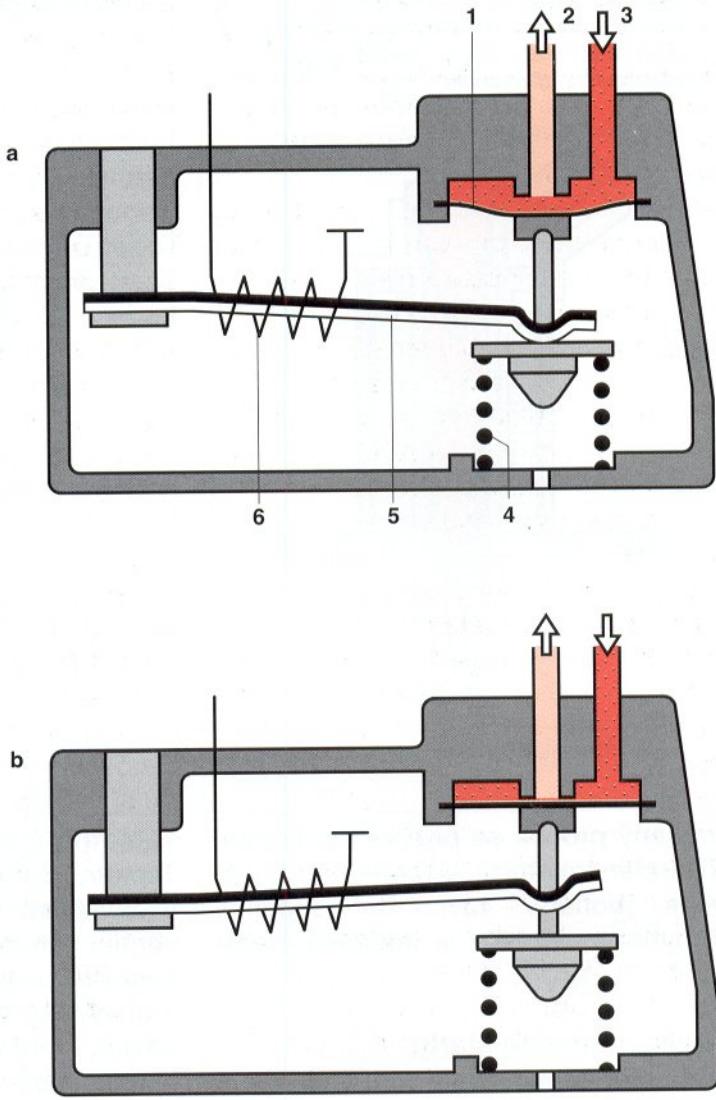
Tryska rozprašuje palivo zvláště jemně a obohacuje vzduch ve společném sacím potrubí za škrtící klapkou o palivo. Ventil studeného startu je do společného sacího potrubí zabudován tak, že poskytuje vhodné rozdělení směsi vzduchu a paliva ke všem válcům.

Teplotně-časový spínač

Teplotně-časový spínač omezuje, v závislosti na teplotě, dobu vstříku ventilu studeného startu. Teplotně-časový spínač (obrázek 24) se skládá z elektricky vyhřívaného bimetalového pásku, který v závislosti na své teplotě rozpíná nebo spíná kontakt. Ovládání probíhá přes spínací skříňku. Teplotně-časový spínač je umístěn na místě, které reprezentuje teplotu motoru. Při studeném startu omezuje teplotně-časový spínač dobu zapnutí ventilu studeného startu. Při déle trvajícím nebo opakovaném startování motoru již není palivo přes ventil studeného startu vstřikováno. Doba zapnutí přitom závisí na zahřátí teplotně-časového spínače teplem od motoru a ve spínači se nacházejícím elektrickým vyhříváním. Toto vlastní vyhřívání je zapotřebí pro omezení doby zapnutí ventilu studeného startu, aby nedošlo k velkému obohacení směsi a následně k „zalití“ motoru. U studeného startu je pro odměření doby zapnutí rozhodující

Obrázek 25: Teplotní regulátor tlaku

- a) u studeného motoru
 b) u motoru zahřátého
 na provozní teplotu
 1 membrána ventilu
 2 zpětné vedení paliva
 k nádrži
 3 řídící tlak
 (od regulátoru směsi)
 4 pružina ventilu
 5 bimetalová pružina
 6 elektrické vyhřívání



hlavně výkon topného vinutí (vypnutí např. při -20°C asi po 7,5 sekundách). Pokud je motor zahřátý na provozní teplotu je teplotně-časový spínač zahřátý od tepla motoru natolik, že je stále otevřený a tak zabraňuje zapnutí ventilu studeného startu.

Obohacení při zahřívání motoru

Obohacení při zahřívání motoru zajišťuje teplotní regulátor tlaku. U studeného motoru snižuje v závislosti na teplotě motoru řídící tlak a tím způsobí větší otevření řídicích drážek (obrázek 26).

Na začátku fáze zahřívání, která následuje po fázi studeného startu, kondenuje ještě část paliva v sacím potrubí a na stěnách válců. Díky tomu mohou vzniknout výpadky ve spalování. Proto musí být směs paliva se vzduchem při zahřívání motoru obohacena ($\lambda < 1,0$). Přitom musí být obohacení se stoupající teplotou motoru kontinuálně snižováno, aby se zabránilo příliš velkému obohacení směsi při vyšších teplotách motoru. Tento způsob regulace složení směsi při zahřívání motoru je pomocí řídicího tlaku systému Jetronic prováděn teplotním regulátorem (řídicího tlaku).

Teplotní regulátor tlaku

Změna řídicího tlaku probíhá pomocí teplotního regulátoru tlaku, který je na motoru namontován tak, aby mohl přijímat jeho teplotu. Dodatečným elektrickým vyhříváním je možné tento regulátor naladit přesně na charakteristiku motoru.

Teplotní regulátor tlaku se skládá z membránového ventilu, řízeného šroubovou pružinou a z elektricky vytápené bimetalové pružiny (obrázek 25). Za studena tlačí bimetalová pružina proti pružině ventilu a snižuje tak sílu pružiny působící na spodní stranu membrány. Odtokový průřez ventilu je tak více otevřen, tím odtéká z obvodu řídicího tlaku více paliva a tím je nižší řídicí tlak.

Elektrické vyhřívání a motor zahřívají od počátku startu bimetalovou pružinu. Ta se ohýbá a zmenšuje tak sílu působící proti pružině ventilu. Síla pružiny ventilu působící na membránový ventil se tak zvyšuje. Odtokový průřez membránového ventilu se zmenšuje, čímž roste tlak v obvodu řídicího tlaku.

Obohacování při zahřívání motoru je ukončeno, pokud se bimetalová pružina úplně nadzvedne z pružiny ventilu. Pak je řídicí tlak regulován na svou normální hodnotu jen působením pružiny ventilu. Řídicí tlak má při studeném startu hodnotu asi 0,5 baru a při zahřátém motoru má hodnotu asi 3,7 baru (obrázek 26).

Stabilizace volnoběhu

Aby motor ve studeném stavu překonal zvýšené třecí odpory a aby byl zajištěn jeho stabilní volnoběh, dostává během svého zahřívání více směsi pomocí šoupátko přídavného vzduchu.

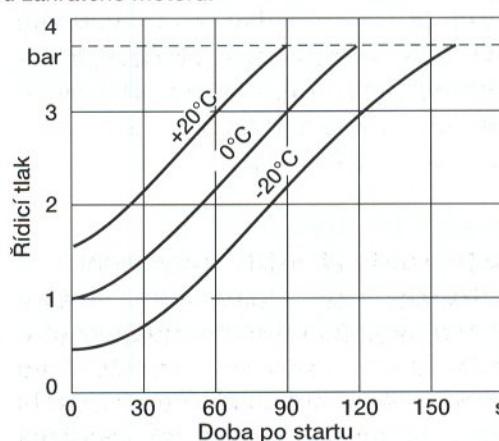
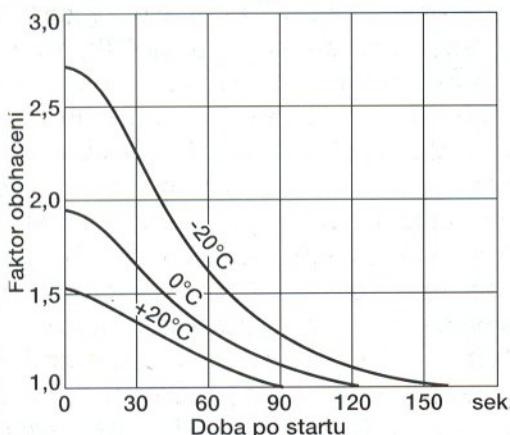
U studeného motoru jsou vyšší odpory třením, které musí motor při volnoběhu navíc překonat. Proto se motoru nechá nasát více vzduchu přes šoupátko přídavného vzduchu v obtoku škrťicí klapky. Protože je toto dodatečné množství vzduchu změřeno měřičem množství vzduchu a zohledněno při odměření paliva, obdrží motor celkově více směsi. Tím lze u studeného motoru dosáhnout stabilizace volnoběhu.

Šoupátko přídavného vzduchu

V šoupátku přídavného vzduchu je velikost otevřeného průřezu obtokového kanálu (bypass) řízena clonkou s výrezem, která je ovládána bimetalovou pružinou. V závislosti na teplotě tak při studeném startu dochází k otevření průřezu o odpovídající velikosti, který se při stoupající teplotě plynule zmenšuje a nakonec je úplně uzavřen. Bimetalová pružina je navíc opatřena elektrickým vyhříváním, které umožňuje omezení doby otevření šoupátko podle typu motoru. Poloha šoupátko na motoru musí zajistit přestup tepla z motoru. Tím je zajištěno, že šoupátko přídavného vzduchu je aktivní jen při studeném motoru (obrázek 27).

Obrázek 26: Charakteristiky teplotního regulátoru tlaku při různých teplotách motoru.

Faktor obohacení 1,0 odpovídá odměřování paliva u zahřátého motoru.



Obohacení při plném zatížení

Motory, které jsou v oblasti částečného zatížení provozovány s velmi chudou směsí, potřebují při provozu s plným zatížením určité obohacení, které je navíc k základní korekci složení směsi tvarem vzduchového trychtýře.

Tuto úlohu přebírá pro tento účel speciálně zkonstruovaný teplotní regulátor tlaku, pomocí regulace řídicího tlaku v závislosti na tlaku v sacím potrubí (obrázek 28, 30).

Tato varianta teplotního regulátoru tlaku má místo jedné dvě pružiny ventilu. Vnější pružina je opřena o těleso, stejně jako u normálního teplotního regulátoru tlaku. Vnitřní pružina se ale opírá o membránu. Tato membrána rozděluje teplotní regulátor tlaku na horní a dolní komoru. Na horní komoru působí podtlak ze sacího potrubí, který je přiveden hadičkou z prostoru za škrticí klapkou. Dolní komora je podle provedení spojena přímo s atmosférou nebo hadičkou se vzduchovým filtrem.

Při nízkém tlaku v sacím potrubí při volnoběhu a částečném zatížení se membrána nadzvedne až po horní doraz, přičemž vnitřní pružina dosáhne svého maximálního předpětí. Předpětí obou pružin ventilu tak určuje konkrétní hodnotu řídicího tlaku pro tuto oblast zatížení. Při plném zatížení se škrticí klapka dále otevřívá a hodnota tlaku v sacím potrubí stoupá. Tím se uvolní membrána z horního dorazu a tlačí proti dolnímu dorazu.

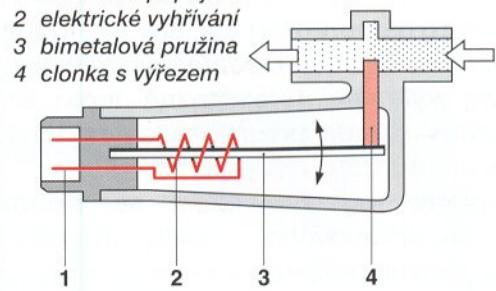
Vnitřní pružina ventilu je odlehčena, řídicí tlak poklesne o požadovanou hodnotu a tím je dosaženo obohacení směsi.

Chování při zrychlení

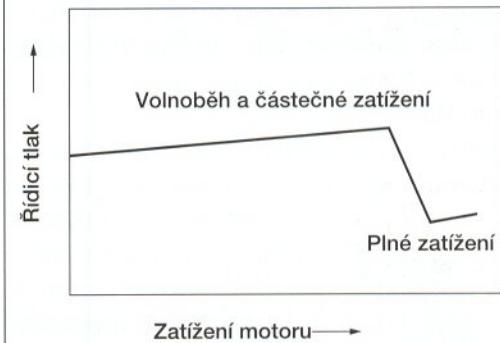
Dobré chování při zrychlení je dosaženo překmitnutím měřicí klapky měříče množství vzduchu (obrázek 29). Přechody z jednoho provozního stavu do jiného způsobují odchylky ve složení směsi, které lze využít ke zlepšení chování při jízdě.

Obrázek 27: Šoupátko přídavného vzduchu

- 1 elektrické připojení
- 2 elektrické vyhřívání
- 3 bimetalová pružina
- 4 clonka s výrezem



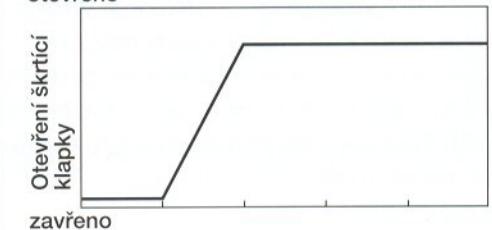
Obrázek 28: Závislost řídicího tlaku na zatížení motoru



Obrázek 29: Proces zrychlení

Chování systému K-Jetronic při prudkém otevření škrticí klapky

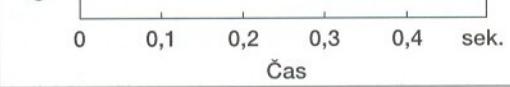
otevřeno



Zdvih měřicí klapky



Otačky motoru



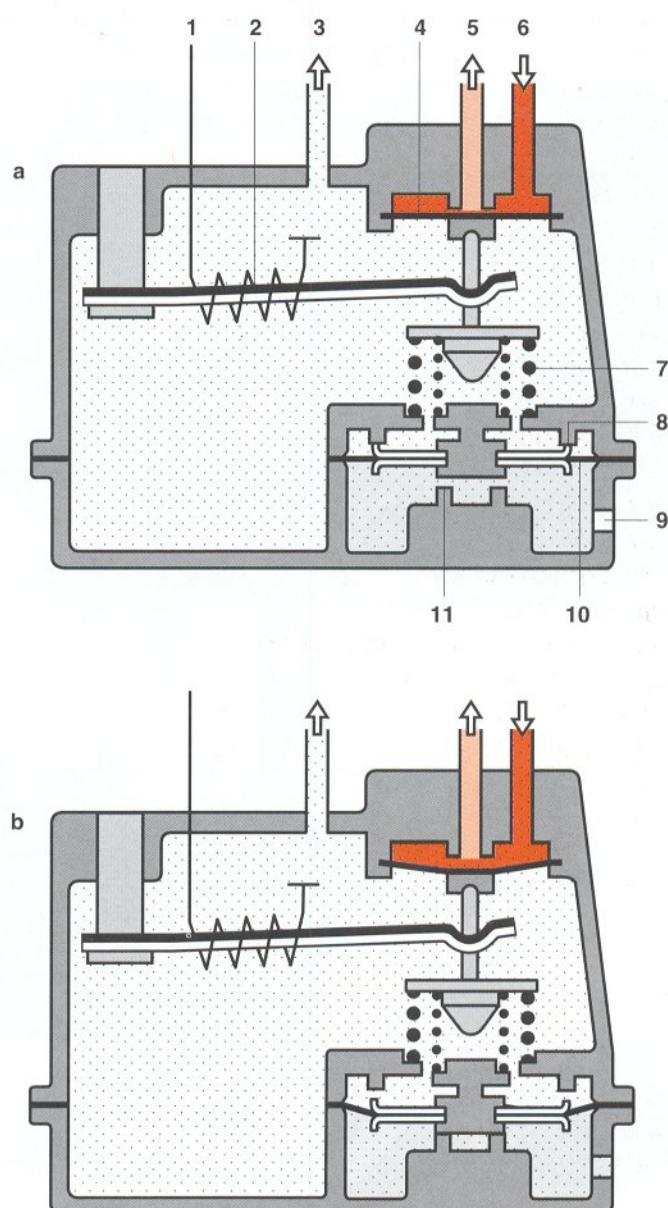
Pokud je při konstantních otáčkách náhle otevřena škrťcí klapka, protéká měřicem množství vzduchu nejen množství vzduchu, které je přiváděno do spalovacích prostorů, ale i množství vzduchu, které je zapotřebí ke zvýšení tlaku vzduchu na novou úroveň. Měřicí

klapka proto krátce překmitne zdvih, který odpovídá plně otevřené škrťcí klapce. Toto překmitnutí měřicí klapky způsobí vyšší přítok paliva (obohacení při zrychlení), kterým je dosaženo dobrého přechodového chování.

Obrázek 30: Teplotní regulátor (řídicího) tlaku s membránou plného zatížení.

- a) při volnoběhu
a částečném zatížení
- b) při plném zatížení

- 1 elektrické vyhřívání
- 2 bimetalová pružina
- 3 podtlaková přípojka
(ze sacího potrubí)
- 4 membránový ventil
- 5 zpětné vedení paliva
k nádrži
- 6 řídicí tlak (od rozdělovače
množství paliva)
- 7 pružiny ventilu
- 8 horní doraz
- 9 odvzdušnění
- 10 membrána
- 11 dolní doraz.



Doplňkové funkce

Přerušení dodávky paliva při deceleraci

Přerušení dodávky paliva při deceleraci působí při brzdění vozidla motorem zabraňuje jeho trhavým pohybům a závisí na otáčkách motoru. Informace o otáčkách je získávána ze zapalovací soustavy. Řídící zásah je prováděn obtokem vzduchu na měřicí klapku. Magnetický ventil, ovládaný otáčkovým relé otevře při určitých otáčkách obtokový kanál. Poté měřicí klapka klesne do nulové polohy a znemožní tak odměřování paliva. Vypnutím přívodu paliva při deceleraci se citelně

snižuje spotřeba paliva nejen při jízdě z kopce, ale také při jízdě ve městě.

Omezení otáček

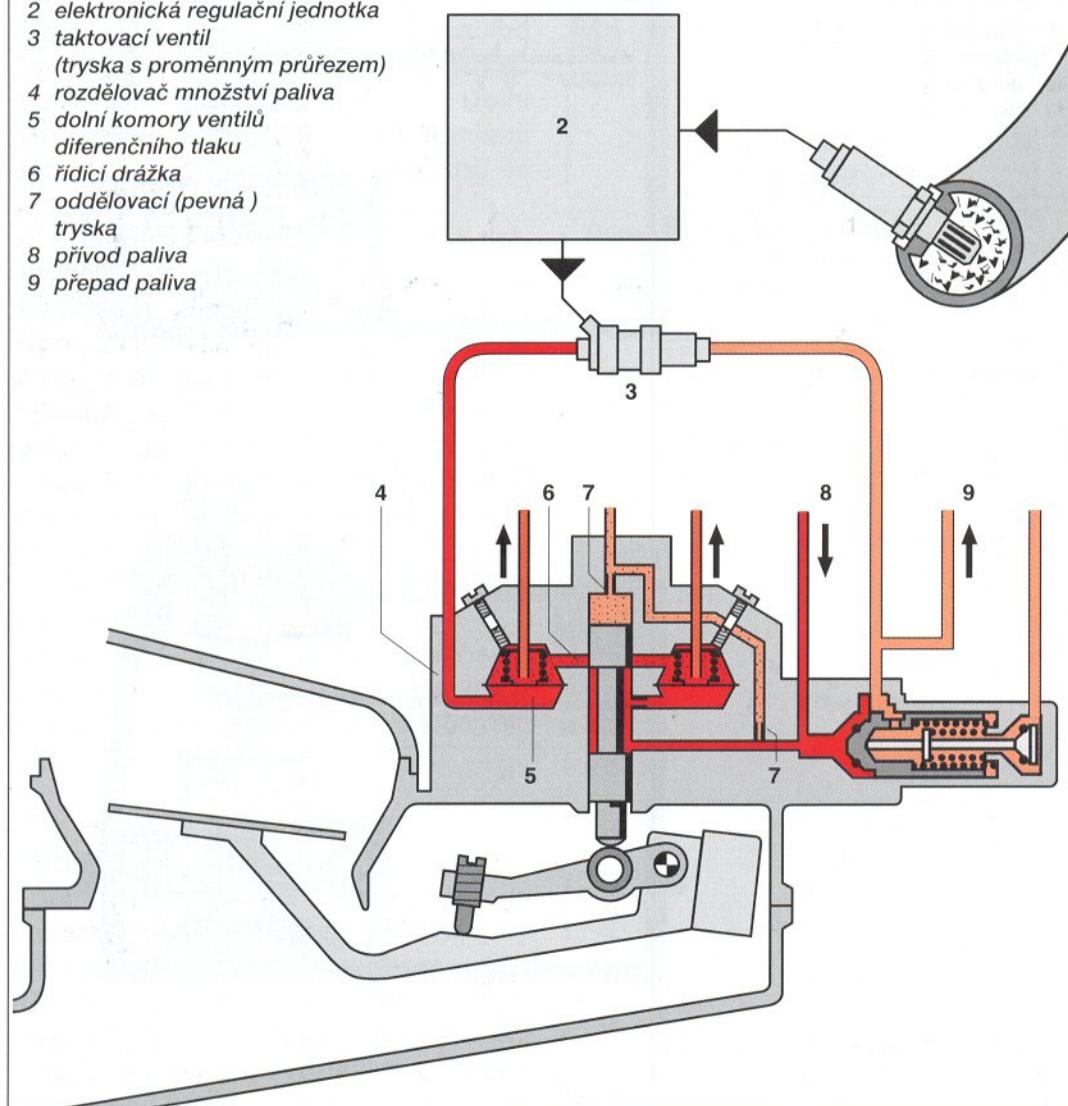
Přívod paliva se omezuje tak, aby bylo dosaženo jen maximálně povolených otáček.

Lambda-regulace

Pro dodržení extrémně nízkých emisních limitů není řízení poměru vzduchu a paliva dostatečně přesné. Lambda-regulace, která je nutná pro provoz třícestného katalyzátoru vyžaduje u systému K-Jetronic nasazení elektronické regulační jednotky, jejíž hlavní vstupní veličinou je signál z lambda-sondy.

Obrázek 31: Díly pro dodatečnou montáž lambda-regulace

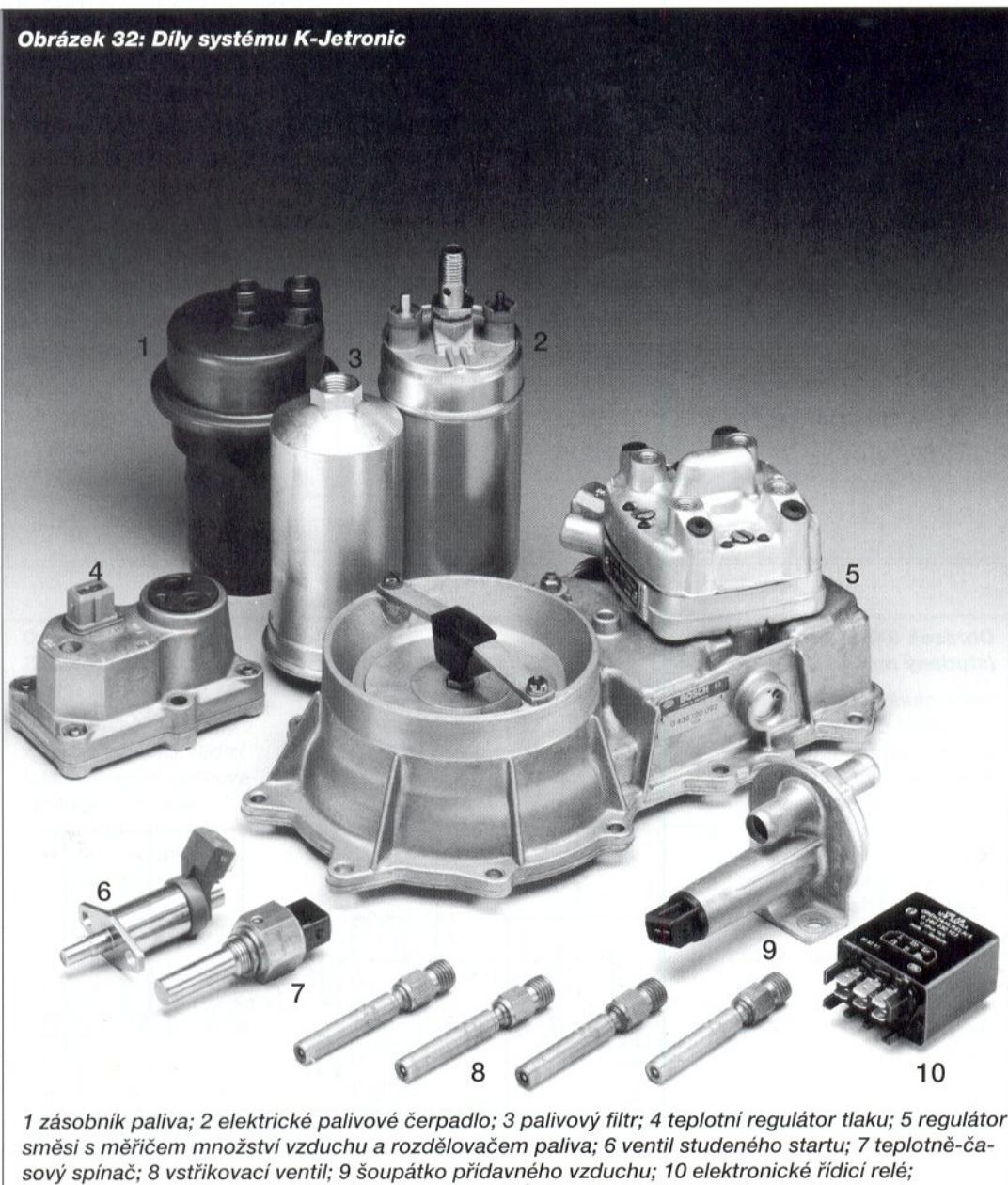
- 1 lambda-sonda
- 2 elektronická regulační jednotka
- 3 taktovací ventil
(tryska s proměnným průřezem)
- 4 rozdělovač množství paliva
- 5 dolní komory ventilů diferenčního tlaku
- 6 řídící drážka
- 7 oddělovací (pevná) tryska
- 8 přívod paliva
- 9 přepad paliva



Aby bylo vstřikováním množství paliva dosaženo požadovaného poměru vzduch – palivo s $\lambda = 1$, mění se hodnota tlaku v dolních komorách rozdělovače množství paliva. Pokud se například tlak v dolních komorách sníží, stoupne rozdíl tlaku na řidicích drážkách, čímž se zvýší vstřikované množství paliva. Aby bylo možné měnit tlak v dolních komorách, jsou tyto ve srovnání s normálním rozdělovačem množství K-Jetronic odděleny od systémového tlaku pevnou tryskou. Další tryska propojuje dolní komory s přepadem paliva.

Průřez této trysky lze měnit: Je-li otevřená, může tlak v dolních komorách klesnout. Je-li zavřená, dosahuje tlak v dolních komorách systémového tlaku. Pokud je tato tryska v rychlém rytmu otevírána a zavírána, je možné v závislosti na poměru doby zavření vůči době otevření měnit hodnotu tlaku v dolních komorách. Jako tryska s proměnným průřezem se používá elektromagnetický tzv. taktovací ventil. Je řízen elektrickými impulzy z regulační jednotky lambda-regulace.

Obrázek 32: Díly systému K-Jetronic



1 zásobník paliva; 2 elektrické palivové čerpadlo; 3 palivový filtr; 4 teplotní regulátor tlaku; 5 regulátor směsi s měřičem množství vzduchu a rozdělovačem paliva; 6 ventil studeného startu; 7 teplotně-časový spínač; 8 vstřikovací ventil; 9 šoupátko přídavného vzduchu; 10 elektronické řídící relé;

Elektrická schémata

Pokud při zapnutém zapalování motor zhasne, vypíná se elektrické palivové čerpadlo. Systém K-Jetronic používá elektrické komponenty jako elektrické palivové čerpadlo, teplotní regulátor tlaku, šoupátko přídavného vzduchu, ventil studeného startu a teplotně-časový spínač. Ovládání těchto komponentů probíhá přes řídící relé, které je spínáno spínací skříňkou.

Kromě spínací funkce má řídící relé také funkci bezpečnostní. Dále je popsána jedna z nejčastěji používaných variant zapojení.

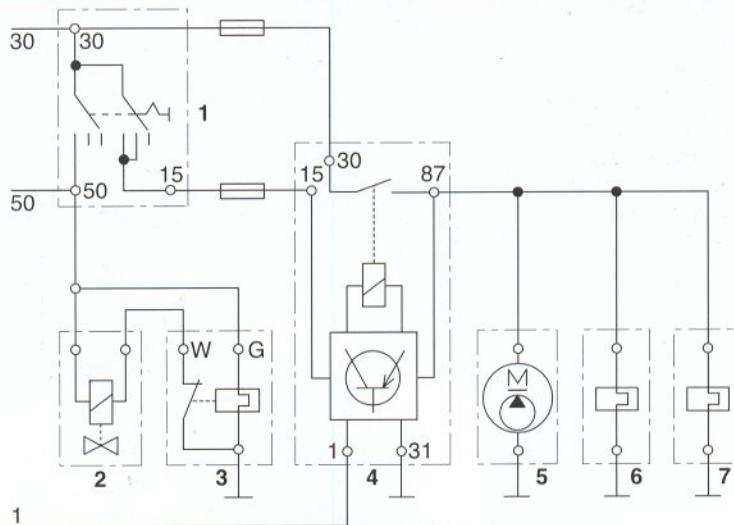
Funkce

Při startu studeného motoru je přes spínací skříňku přivedeno napětí přes svorku 50 na ventil studeného startu a teplotně-časový spínač. Pokud trvá startování déle než asi 8 až 15 sekund, vypne teplotně-časový spínač ventil studeného startu, aby nedošlo k „zalití“ motoru. Teplotně-časový spínač plní v tomto případě funkci časového spínače.

Pokud je teplota motoru při startu vyšší než asi $+35^{\circ}\text{C}$, je spojení k ventilu studeného startu přerušeno a ventil studeného startu nevstřikuje navíc palivo. Teplotně-časový spínač v tomto

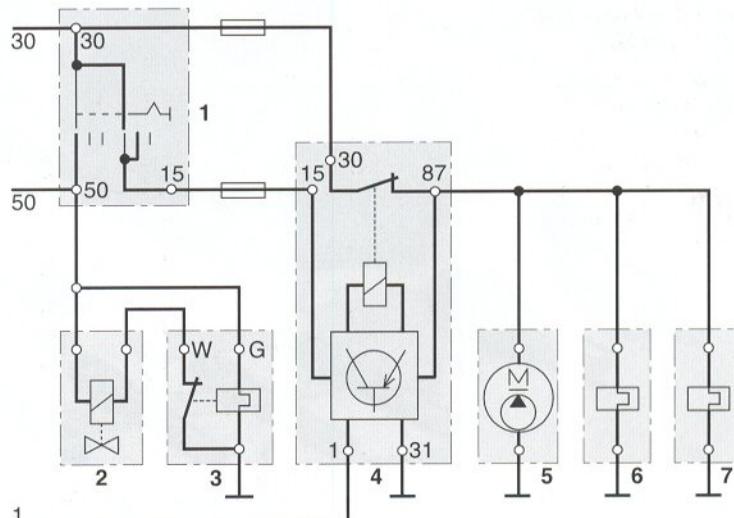
Obrázek 33: Klidová poloha (zapalování vypnuto)

- 1 spínací skříňka
- 2 ventil studeného startu
- 3 teplotně-časový spínač
- 4 řídící relé
- 5 elektrické palivové čerpadlo
- 6 teplotní regulátor tlaku
- 7 šoupátko přídavného vzduchu



Obrázek 34: Start (studený motor)

Ventil studeného startu a teplotně-časový spínač jsou zapnuty. Motor se otáčí (impulzy ze svorky 1 zapalovací cívky). Řídící relé, elektrické palivové čerpadlo, šoupátko přídavného vzduchu a teplotní regulátor tlaku jsou zapnuty.



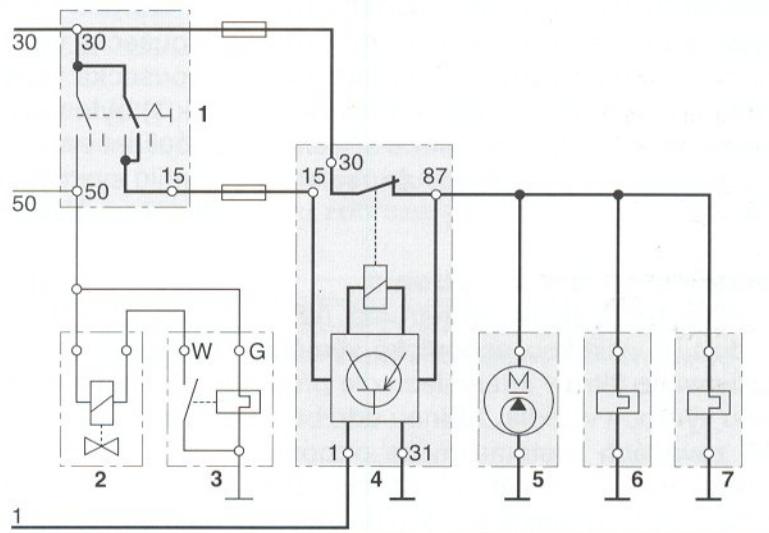
případě plní funkci teplotního spínače. Dále je napětí přes spínací skříňku při startu přiváděno na řídicí relé, které je zapnuto jakmile motor běží. Postačují k tomu otáčky, kterými startér protáčí motorem. Jako znamení o tom, že motor běží, slouží impulzy ze svorky 1 zapalovací cívky. Tyto impulzy vyhodnocuje elektronický obvod v řídicím relé. Po prvním impulzu spíná řídicí relé a přivádí napětí na elektrické palivové čerpadlo, šoupátko přídavného vzduchu a teplotní regulátor tlaku. Řídicí relé zůstává sepnuto pokud je zapnuta spínací skříňka a motor běží. Pokud se nedostaví impulzy ze svorky 1 zapa-

lovací cívky, protože se motor zastavil (například při nehodě), pak se řídicí relé asi 1 sekundu po posledním impulzu rozepne.

Toto bezpečnostní zapojení zabraňuje tomu, aby elektrické palivové čerpadlo při stojícím motoru a zapnutém zapalování čerpalo palivo.

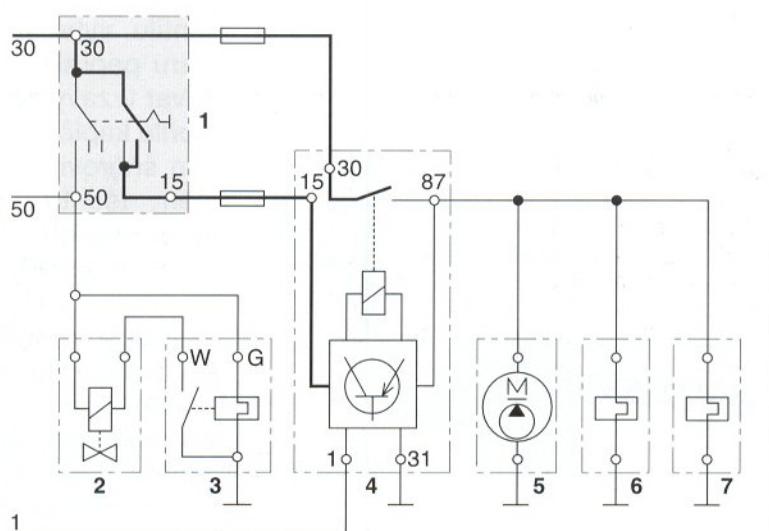
Obrázek 35: Provoz.

Zapalování zapnuto, motor běží.
Řídicí relé, elektrické palivové čerpadlo, šoupátko přídavného vzduchu a teplotní regulátor tlaku jsou zapnuty.



Obrázek 36:
Zapalování zapnuto, motor neběží

Bez impulzů ze svorky 1 zapalovací cívky. Řídicí relé, elektrické palivové čerpadlo, šoupátko přídavného vzduchu a teplotní regulátor tlaku jsou vypnuty.



Diagnostická technika

Servis Bosch

Kvalita výrobku je měřena také kvalitou servisních služeb. Ve 125 zemích světa existuje více než 10 000 servisů firmy Bosch-neutrálne a bez spojení se značkou výrobce vozidel. Dokonce i v řídce osídlených zemích Afriky a Jižní Ameriky můžete počítat s rychlou pomocí. A také zde jsou stejné kvalitativní standardy jako v Německu. Samozřejmě se rozumí, že záruka na servisní výkony platí v celém světě.

Agregáty a systémy firmy Bosch jsou svými charakteristikami a výkonovými parametry určeny přesně pro příslušné vozidlo a k vozidlu příslušejícímu motoru. Aby mohly být prováděny potřebné testy, vyvíjí firma Bosch odpovídající automobilovou diagnostiku a speciální přípravky, kterými vybavuje servisní střediska.

Diagnostika pro K-Jetronic

Vstřikování benzínu K-Jetronic nevyžaduje, s vyjimkou periodické výměny palivového filtru v intervalech dle předpisu výrobce vozidla, žádnou údržbu. Při závadách systému může odborně vyškolený pracovník využít zejména následující diagnostickou techniku:

Obrázek 1: Zkoušečka vstřikovacích ventilů



- zkoušečka vstřikovacích ventilů
- zařízení pro porovnání množství paliva
- přípravek pro měření tlaků a
- tester lambda-regulace (u systémů s lambda-regulací).

Tato diagnostická technika je jednotná na celém světě. Je k dispozici ve většině servisů výrobců vozidel a servisních středisek firmy Bosch, spolu s vícejazyčnými zkoušebními postupy a zkoušebními hodnotami. Bez tohoto vybavení není možné cílevědomě a cenově výhodně vyhledávání závad ani odborná oprava. Majitel vozidla by se proto sám neměl pokoušet o opravu.

Zkoušečka vstřikovacích ventilů

Zkoušečka vstřikovacích ventilů (obrázek 1) byla vyvinuta speciálně pro přezkoušení vymontovaných vstřikovacích ventilů systémů K- a KE-Jetronic.

Zkoušeny jsou všechny důležité funkce vstřikovacího ventilu, které jsou zapotřebí pro optimální běh motoru:

- otvírací tlak
- těsnost
- tvar paprsku a
- vrzání

Ventily, jejichž otvírací tlak leží mimo tolerance, budou vyměněny. U zkoušky těsnosti je tlak pomalu zvyšován až 0,5 bara pod otvírací tlak. Dosažený tlak se udržuje 60 s. Po tuto dobu se nesmí na ventilu vytvořit kapička. Při zkoušce tvaru paprsku a vrzání musí ventil vydávat vrzavý zvuk bez toho, aby se vytvořila kapička. Nesmí vzniknout ani jeden šňurovity paprsek nebo celý pramen těchto paprsků. U dobrých vstřikovacích ventilů je tvar paprsku tvořen rozprášeným palivem.

Zařízení pro porovnání množství paliva

Porovnávacím měřením je při nevymontovaném rozdělovači množství přezkoušeno, jaké rozdíly ve vstřikovaném množství mají vůči sobě jednotlivé výstupy (pro všechny motory až do 8 válců, obrázek 2). Pokud bude zkouška provedena s originálními vstři-

kovacími ventily, lze současně zjistit jestli odchylka pochází z rozdělovače množství nebo ze vstřikovacích ventilů. Malé odměrovací válce slouží pro měření ve volnoběhu, větší pro měření v částečném a plném zatížení.

Spojení mezi vstřikovacími ventily, které musí být vytaženy ze svých úchyťů na motoru, a zařízením pro porovnání množství paliva tvoří osm hadicových vedení s automatickými spojkami. V každé automatické spojce se nachází narážecí ventil, aby nedošlo u nepoužívaných vedení k úniku paliva (např. u motorů se šesti válci, obrázek 2). Dalším hadicovým vedením je palivo odváděno zpět do palivové nádrže.

Přípravek pro měření tlaků

Pomocí přípravku pro měření tlaků lze změřit všechny tlaky, které jsou důležité pro funkci systému K-Jetronic.

- Systémový tlak: vypovídá o výkonu dopravního čerpadla, propustnosti

filtrů a stavu regulátoru systémového tlaku.

- Řídicí tlak: je důležitý pro posouzení všech provozních stavů (například studený/teplý motor, částečné/plné zatížení, funkce obohacení, příletostné atmosférický tlak).
- Těsnost celého systému: je důležitá zejména pro chování při startu studeného a teplého motoru.

Automatické spojky na hadicových vedeních zabraňují úniku paliva.

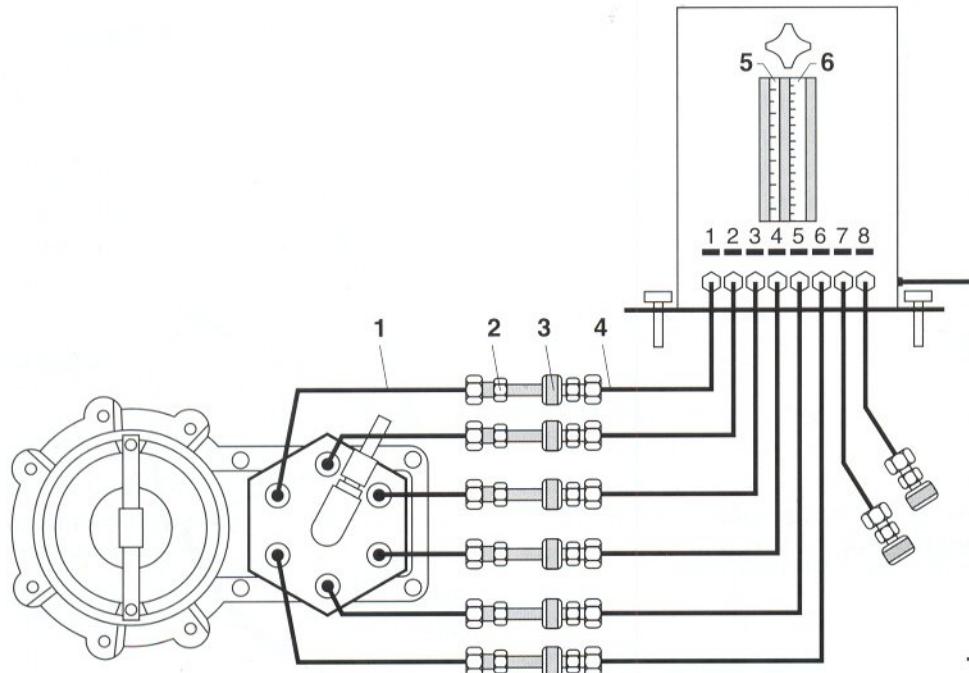
Tester lambda-regulace

Toto diagnostické zařízení je vhodné pro systémy K-Jetronic s lambda-regulací, pro měření střídy (poměrného sepnutí) signálu lambda sondy (včetně simulace „bohatá“/„chudá“) a k funkcím „řízení-regulace“.

Pro připojení na vedení sondy u různých modelů vozidel slouží speciální adaptérková vedení. Naměřené hodnoty jsou zobrazeny analogově.

Obrázek 2: Zařízení pro porovnání množství paliva (připojení 6-válcové soustavy).

1 vstřikovací vedení rozdělovače množství; 2 vstřikovací ventily; 3 automatické spojky; 4 hadicová vedení měřicího zařízení; 5 malé odměrné válce; 6 velké odměrné válce; 7 zpětné hadicové vedení k palivové nádrži



Výfukové plyny

Složení výfukových plynů

Kvalita vzduchu, který dýcháme je ovlivněna mnoha faktory. Vedle emisí z dopravy, mají největší význam také emise průmyslu, domácností a elektráren (obrázek 1). Pro všechny spalovací motory platí: neexistuje dokonalé spalování paliva ve válcích motoru, a to ani s přebytkem vzdušného kyslíku. Čím je spalování nedokonalejší, tím větší je obsah škodlivých látek ve výfukových plynech motoru. Aby se snížilo zatížení životního prostředí, je nutno snížit obsah škodlivých látek ve výfukových plynech zážehových motorů, například pomocí katalyzátoru (obrázek 2).

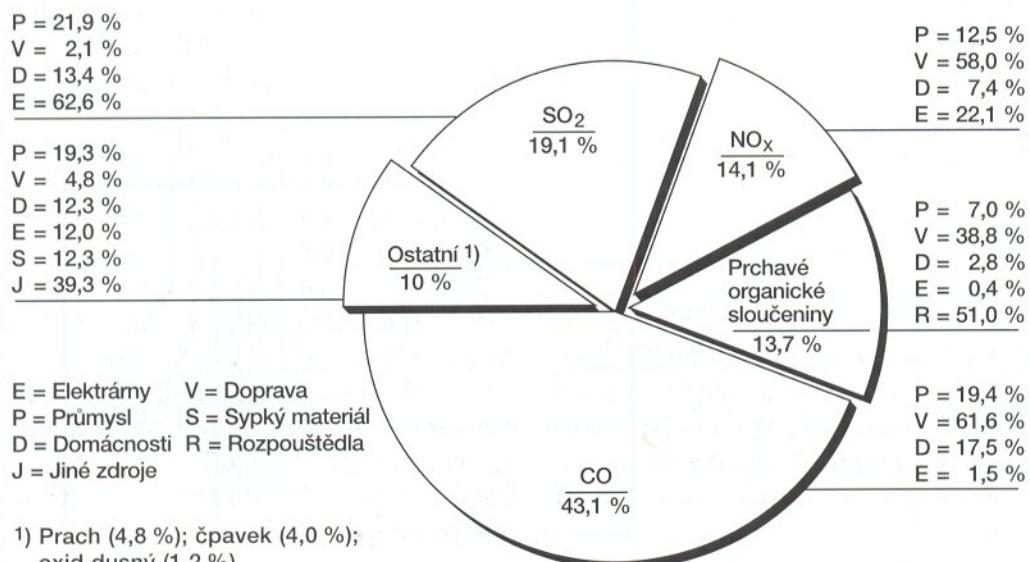
Všechna opatření k redukci emisí škodlivých látek podle různých zákonních norem směřují k tomu, aby s co možná nejmenší spotřebou paliva bylo dosaženo vysokých jízdních výkonů, příznivých jízdních vlastností a minimum emisí škodlivých látek. Výfukové plyny zážehového motoru obsahují kromě vysokého procentuálního podílu neškodlivých hlavních složek také vedlejší složky, které zejména ve vyšších koncentracích škodí životnímu prostředí. Podíl škodlivých složek tvoří asi jedno procento výfukových plynů a je tvořen oxidem uhelnatým (CO), oxidy dusíku (NO_x) a uhlovodíky (HC). Zvláštní pozornost si zaslouží zejména protichůdné závislosti koncentrací (CO a HC na straně jedné a NO_x na straně druhé) na poměru vzduch-palivo.

Obrázek 1: Emise v Německu 1994 (v hmotnostních %).

Bez zohlednění přírodních emisí a emisí CO_2 dle 6. zprávy spolkové vlády o ochraně emisí z 11.6.1996.

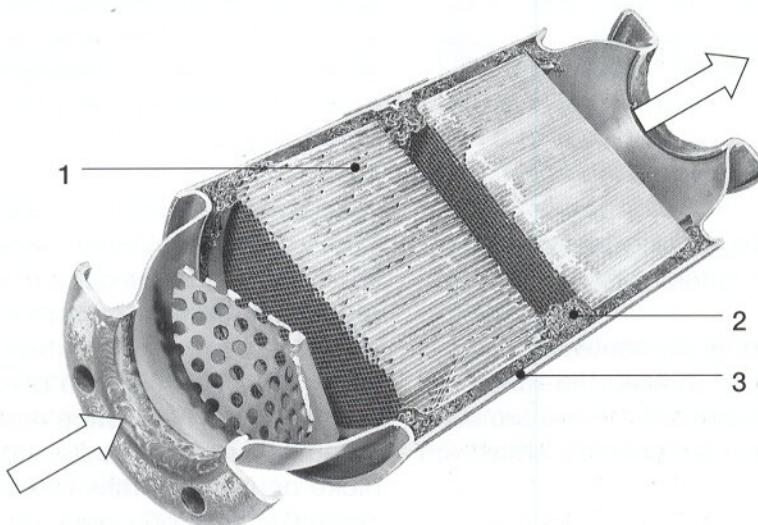
Celkové množství emisí 1990: 24,9 Mt, 1994: 15,65 Mt.

Množství emisí oxidu uhličitého (CO_2) se oproti roku 1990 snížilo o 113 Mt na 901 Mt (Megaton).



Obrázek 2: Katalyzátor snižující obsah škodlivých látek CO, HC a NO_x.

1 keramický materiál potažený katalyticky aktivními látkami, 2 ocelová vlna sloužící jako držák,
3 těleso



Hlavní složky

Hlavními složkami výfukových plynů jsou dusík, oxid uhličitý a vodní páry. Jsou nejedovaté.

Dusík (N₂), který tvoří hlavní složku vzduchu se neúčastní hoření a představuje s asi 71% také nejvyšší podíl ve spalinách. Dusík ale v malém množství reaguje s kyslíkem a tak vznikají oxidy dusíku.

Z uhlíku, chemicky vázaného v palivu vzniká při dokonalém spalování oxid uhličitý (CO₂) s asi 14% podílem ve spalinách. Vodík chemicky vázany v palivu shoří na vodní páry (H₂O), jejichž největší část při ochlazení kondenzuje (za chladných dnů lze u koncovky výfuku vidět oblak vodní páry).

Vedlejší složky

Vedlejší složky oxid uhelnatý, uhlovodíky a částečně oxidující uhlovodíky vznikají důsledkem nedokonalého spalování, během něhož vznikají také oxidy dusíku jako důsledek vedlejších reakcí se vzduchem u všech spalovacích procesů.

Oxid uhelnatý (CO) je plyn bez barvy a bez zápachu. Snižuje schopnost krve

pohlcovat kyslík a tím způsobuje otravu těla. Proto nesmí motor v uzavřené místnosti běžet bez připojeného a zapnutého odsávacího zařízení.

Uhlovodíky jsou zbytky nespálených částic paliva, nebo nově vznikají z různých složek výfukových plynů. Alifatické uhlovodíky s nízkým bodem varu jsou bez zápachu. Cyklické aromatické uhlovodíky (benzol, toluol, polycyklické uhlovodíky) jsou cítit. Při dlouhodobém působení mají rakovinotvorné účinky.

Částečně oxidující uhlovodíky (aldehydy, ketony apod.) mají nepříjemný zápar a působením slunečního záření vytvářejí produkty, které při dlouhodobém působení určitých koncentrací mají rakovinotvorné účinky.

Jako NO_x je označována směs oxidů dusíku (zejména NO a NO₂), která vzniká za vysokých teplot ze vzdušného dusíku a kyslíku.

NO je plyn bez barvy a bez zápachu a ve vzduchu se mění pomalu na NO₂. NO₂ je v čisté formě červenohnědý, bohatě zápachající, jedovatý plyn. Při koncentracích ve kterých se vyskytuje ve výfukových plynech a v silně znečištěném vzduchu může NO₂ způsobit poleptání sliznic.

Snížení podílu škodlivých látok ve výfukových plynech

Lambda-sonda

Lambda-sonda vysílá signál o momentálním složení směsi do regulační jednotky.

Lambda-sonda je namontována ve výfukovém potrubí motoru, na místě, ve kterém dosáhne teploty nutné pro svou funkci ve všech provozních oblastech motoru.

Princip funkce

Sonda zasahuje do proudu výfukových plynů a je zkonstruována tak, že je její vnější elektroda oplachována výfukovými plynami a vnitřní elektroda je spojena s okolním vzduchem.

Sonda je nejčastěji tvořena tělesem ze speciální keramiky, jehož povrchy jsou opatřeny platinovými elektrodami, propouštějícími plyn. Princip sondy spočívá v tom, že keramický materiál je porézní a dovoluje difuzi vzdušného kyslíku (pevný elektrolyt). Keramika je při vyšších teplotách vodivá. Pokud je obsah kyslíku na obou stranách různý, vzniká mezi elektrodami elektrické napětí. Při stechiometrickém poměru směsi vzduch-palivo $\lambda = 1,00$ nastává skoková změna napětí. Toto napětí představuje měřící signál.

Konstrukce

Keramika sondy je pomocí šroubového závitu upevněna v držáku, opatřena krycí trubkou a elektrickou přípojkou. Povrch keramiky sondy je tvořen mikroporézní platinovou vrstvou, která na jedné straně rozhodujícím způsobem ovlivňuje katalytický účinek charakteristiky sondy a na straně druhé slouží jako kontaktní plocha. Na straně výfukových plynů je přes platinovou vrstvu na keramiku sondy nanesena velmi porézní keramická vrstva s vy-

sokou přilnavostí. Tato ochranná vrstva zabraňuje erozivnímu vlivu zbytků spalování na platinovou vrstvu.

Na straně s elektrickou přípojkou je sonda vybavena ochranným kovovým pouzdrem, které má otvor pro odvzdušnění sondy a slouží jako opora talířové pružiny. Elektrické vedení je ze sondy vyvedeno přes izolační pouzdro.

Aby zbytky spalování nepůsobily na keramiku sondy, je strana výfukových plynů opatřena ochrannou kovovou trubicí. Ta má výrezy, které jsou umístěny tak, aby výfukové plyny a v nich obsažené pevné částice nepůsobily na keramiku sondy. Vedle této mechanické ochrany se také účinně zmírňuje změna teploty při přechodu z jednoho provozního stavu do druhého.

Napětí a vnitřní odpor sondy závisí na teplotě. Spolehlivá regulace je možná při teplotách nad 360°C (nevyhřívaná sonda) příp. 200°C (vyhřívaná sonda).

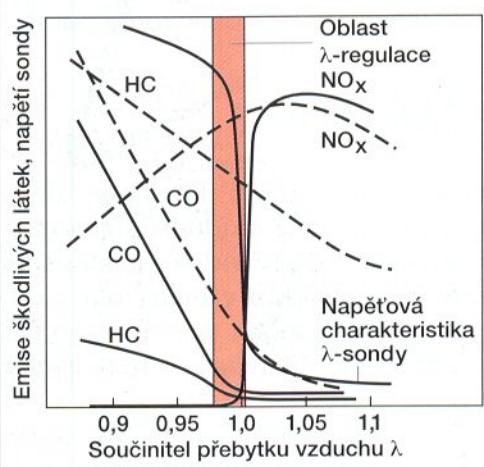
Vyhřívaná lambda-sonda

Konstrukce vyhřívané sondy je v hlavních bodech stejná jako u nevyhřívané sondy.

Aktivní keramika sondy je vyhřívána zevnitř pomocí keramického topného těleska, takže teplota keramiky sondy

Obrázek 1: Oblast regulace lambda-sondy a snížení podílu škodlivých látaků ve spalinách

bez katalyzátoru
s katalyzátorem



nezávisí na teplotě výfukových plynů a zůstává nad funkčním limitem 350 °C. Vyhřívaná sonda má ochrannou trubici s menším průtočným průřezem. Tím se zabraňuje ochlazování keramiky sondy studenými výfukovými plyny.

Předností je spolehlivá regulace také za nízkých teplot výfukových plynů (např. při volnoběhu), nízká závislost na výkyvech teplot výfukových plynů, rychlá reakční doba po nastartování motoru, nižší obsah škodlivých látek ve spalinách díky vhodné dynamice sondy a flexibilní možnosti zástavby nezávisle na externím ohřevu.

Lambda-regulační okruh

Pomocí lambda-regulace je možné poměr vzduch-palivo udržovat velmi přesně na hodnotě $\lambda = 1,00$.

Lambda-regulace je funkce, kterou je v principu možné doplnit ke každému elektronicky ovlivnitelnému řízení složení směsi. Je nabízena zejména ve spojení se vstřikovacími systémy Jetronic nebo Motronic.

Pomocí regulačního okruhu spojeného s lambda-sondou mohou být rozeznány a vykorigovány odchylky od určitého poměru vzduchu a paliva. Princip regulace je založen na měření zbytko-

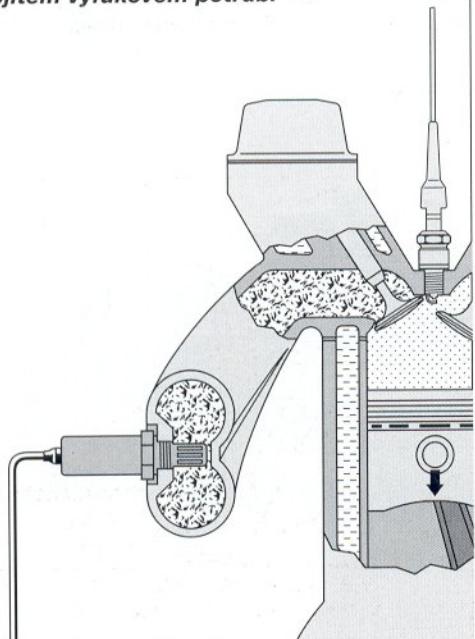
kového obsahu kyslíku ve spalinách pomocí lambda-sondy. Obsah zbytkového kyslíku je měřítkem složení směsi vzduchu a paliva, která je přiváděna motoru. Lambda-sonda jako měřící snímač ve výfukovém potrubí vysílá informaci o tom, jestli je směs bohatší nebo chudší než $\lambda = 1,00$.

Při výchylce od tohoto stavu, nastává u výstupního signálu sondy skoková změna výstupního napětí, kterou vyhodnocuje regulační obvod.

Přívod paliva do motoru je zařízením pro přípravu směsi regulován podle informací o složení směsi z lambdasondy tak, aby bylo dosaženo poměru vzduch-palivo „lambda“ $\lambda = 1,00$. Napětí sondy je měřítkem pro korekci množství paliva při přípravě směsi. Signál připravený v regulačním obvodu se využívá k řízení akčních členů systémů Jetronic. Při přípravě směsi pomocí systému K-Jetronic (nebo karburátoru) probíhá regulace složení směsi pomocí dodatečné regulační jednotky a elektromechanického akčního člena (taktovacího ventilu).

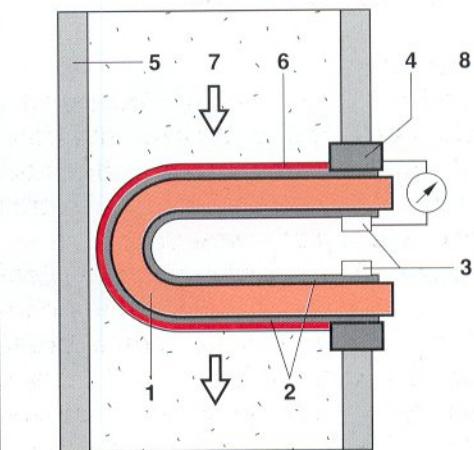
Tímto způsobem lze palivo odměřit tak přesně, že je poměr vzduch-palivo optimální ve všech provozních stavech v závislosti na zatížení a otáčkách. Vliv

Obrázek 2: Poloha lambda-sondy ve dvojitém výfukovém potrubí



Obrázek 3: Umístění lambda-sondy ve výfukovém potrubí (schématicky).

- 1 keramika sondy; 2 elektrody; 3 kontakty
- 4 kontakt tělesa; 5 výfukové potrubí
- 6 keramická ochranná vrstva (porézní)
- 7 výfukové plyny; 8 vzduch.



tolerance a stárnutí motoru přitom nehraje žádnou roli. Při hodnotách λ větších než 1,00 probíhá zvětšení a při hodnotách λ menších než 1,00 změnšení dávky paliva.

Toto neustálé, téměř okamžité nastavování složení směsi na $\lambda = 1,00$, je předpokladem proto, aby mohl připojený katalyzátor zpracovat škodlivé látky s co nejvyšší účinností.

Regulační funkce v různých provozních stavech

Start

Lambda-sonda vysílá vyhodnotitelný signál nejdříve při teplotách nad 350 °C. Do dosažení této teploty se regulace neprovádí a směs vzduch-palivo je řízena na střední hodnotu λ . Obohacení směsi při startu je provedeno pomocí odpovídajících komponentů, stejně jako systému Jetronic bez lambda-regulace.

Zrychlení a plné zatížení

Obohacení během zrychlení může být provedeno regulační jednotkou. Přitom může nastat případ, že je zapotřebí u konkrétního motoru v plném zatížení

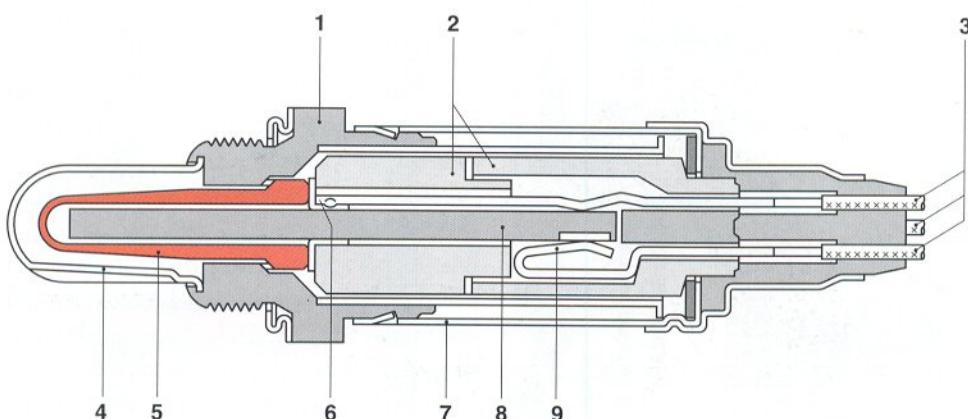
pracovat s poměrem vzduch-palivo odlišným od $\lambda = 1,00$. Tento provozní stav bude podobně jako zrychlení signalizován regulační jednotce pomocí snímače. Odměřování paliva tak přepne na řízení a vstříkne požadované množství paliva.

Odchylky složení směsi

Lambda-regulace pracuje v rozsahu $\lambda = 0,8 \dots 1,2$, ve které jsou normální rušivé vlivy (např. vliv nadmořské výšky) vyregulovány s přesností < 1 % na hodnotu $\lambda = 1,00$. V regulační jednotce je jeden obvod, který sleduje lambda-sondu a zabraňuje, aby regulace zůstala delší dobu na jednom z dorazů. V tomto případě je přepnuto na řízení a motor je provozován se střední hodnotou λ .

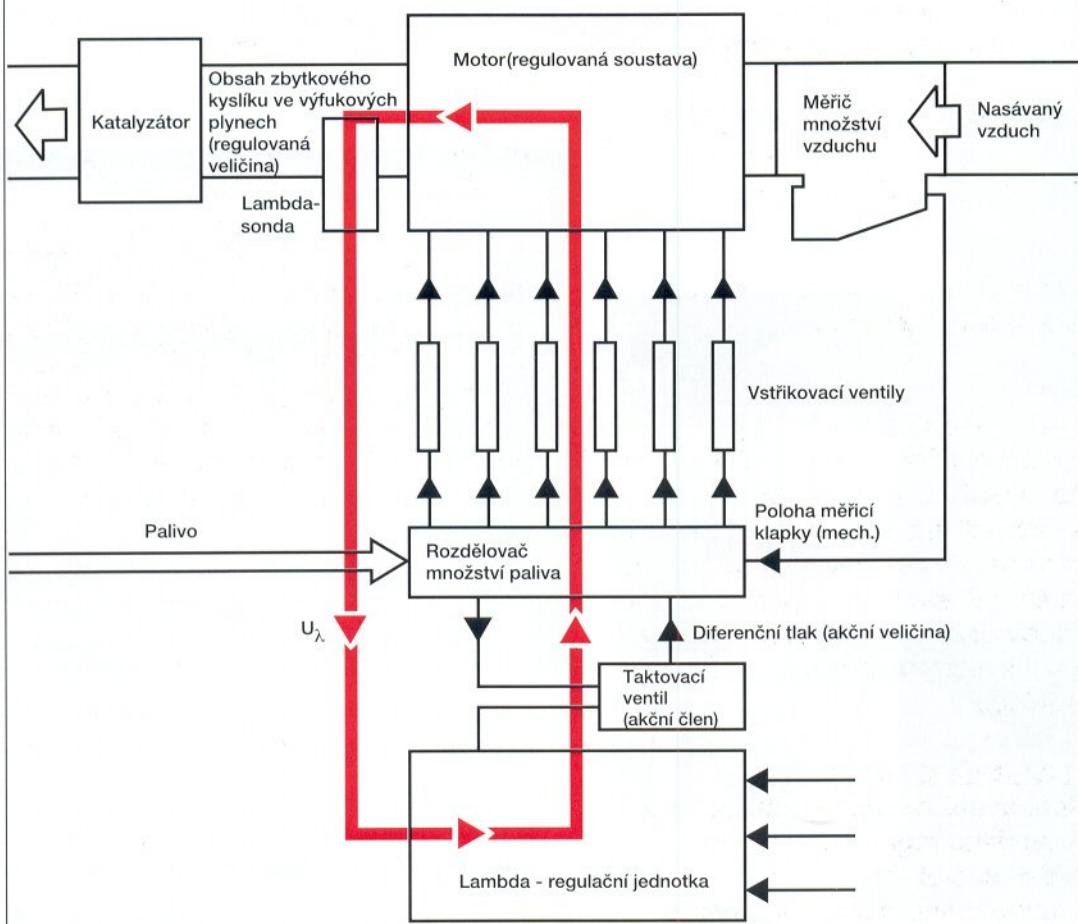
Obrázek 4: Vyhřívaná lambda-sonda

1 těleso sondy; 2 keramická opěrná trubice; 3 připojovací vedení; 4 ochranná trubka s výřezy
5 aktivní keramika sondy; 6 kontaktní díl; 7 ochranné pouzdro; 8 topné tělesko; 9 připojovací svorky topného článku



Obrázek 5: Lambda-regulační okruh

Lambda regulační okruh se překrývá s řízením složení směsi. Množství paliva požadované řízením složení směsi je pomocí lambda-regulace přizpůsobeno optimálnímu průběhu spalování.
 U_λ signál z lambda-sondy



Obrázek 6: Pohled na nevyhřívanou (vpředu) a vyhřívanou lambda-sondu.





BOSCH

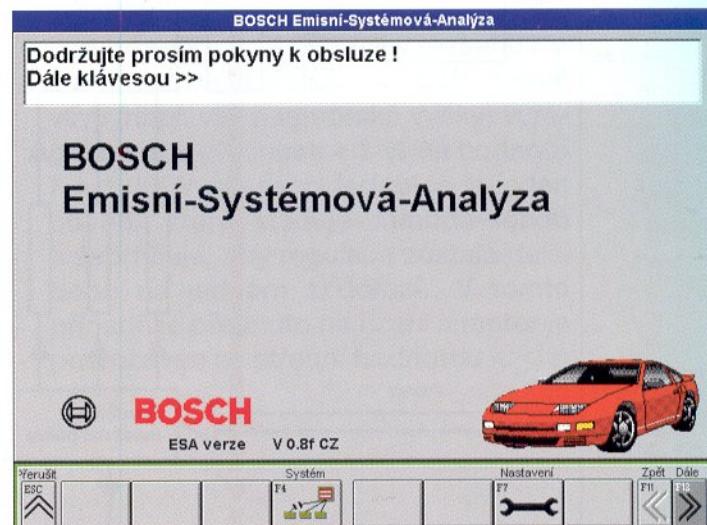
Automobilová diagnostika

Nabízí pro měření emisí zážehových motorů :

Emisní systémová analýza - ESA 140, umí vše co potřebujete pro měření emisí i po něm



- počítačem řízené měření emisí zážehových motorů
- jednoduchá obsluha, pomocí klávesnice a bezkabelového dálkového ovládání
- návod v každém kroku

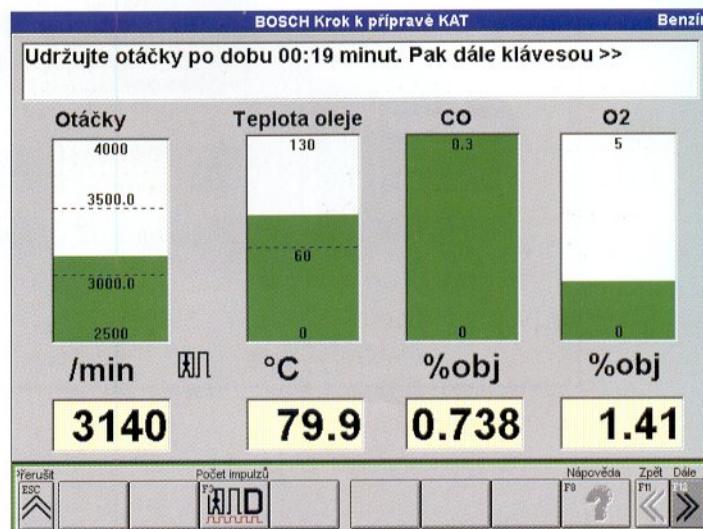


- databanka předepsaných hodnot pro vozidla s řízeným katalyzátorem*, aktualizace 2x ročně
- databanka předepsaných hodnot s možností zadání a uchování vlastních hodnot (v základu kompletní hodnoty hodnoty Škoda, Lada, Oltcit)
- databanka zákazníků, umožňuje uchování výsledků měření, usnadňuje zadávání hodnot při opakovaném měření
- speciální program pro automatické zpracování výsledků měření umožňuje:
 - vedení evidence kontrolních nálepek
 - vedení evidence osvědčení
 - zpracování pravidelných hlášení pro ÚVMV, ÚSMD a DI, (výstup na papír nebo na disketu)

Zadání identifikačních dat vozidla

Pomocí <- a -> zvolte typ zkoušky (vznětový/zážehový motor). U zážehového motoru i typ katalytického systému.

SPZ vozidla:	BR 44 04								
Výrobce vozidla	Škoda								
Typ vozidla	105 L								
Stav počítadla km:	154225								
Kategorie	N1								
Rok	1978								
Typ motoru:	742.10								
Výr.č.motoru:	59867458								
Výr.č.karoserie:	268957485								
Počet válců	4								
Druh paliva:	Benzín/LPG								
Zážehový bez katalyzátoru									
Antonín Růžička									
Yerušt Smažat Zasitování Výsledek Data záklazníků Data vozidel Diagnostika Zpět Dále									



- výtisky formátu A4 jsou automaticky číslovány a obsahují veškeré údaje požadované českou legislativou.

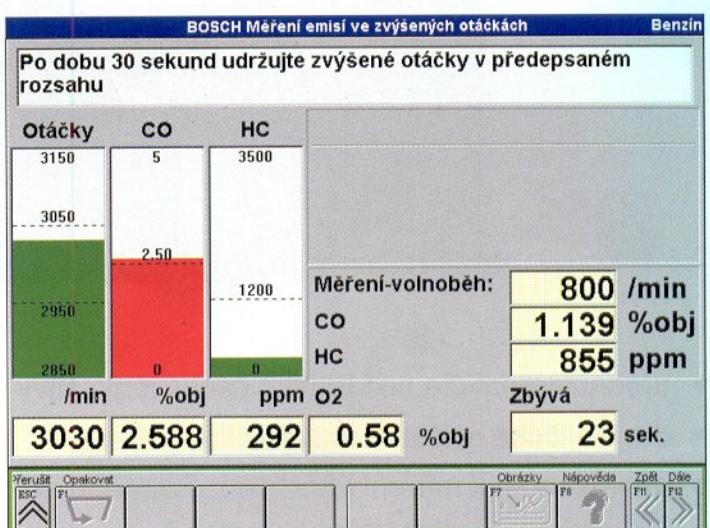
Název a sídlo SME:	Robert Bosch odbytová s.r.o.	Číslo SME:	05 4587 2531547
	Pod višňovkou 25/1661	Tel.: 02/61300422-8	
	142 01 Praha 4-Krč	Fax.: 02/61300518	
	divize automobil. diagnostiky		
Protokol č.: 4/98			
o měření emisí vozidla se zážehovým motorem			
Vozidlo(značka,typ,kateg.):	Škoda	105 L	N1
SPZ vozidla:	BR 44 04	Rok výroby:	1985
Stav počítadla km:	154225	Typ motoru:	742.10
Družitel vozidla (jméno,adresa):	Rostislav Bartošek	Výr. č. motoru:	59867458
Kvalovala:	58/987	Výr. č. karoserie:	268957485
581 02 Horní Lomná		Kat. systém:	NEMÁ
		Druh paliva:	Benzín
VÝSLEDEK VIZUÁLNÍ KONTROLY:			
KONTROLA INDIKACE ZÁVAD ŘÍDÍCÍ JEDNOTKOU			
#	#	n.O.K.	---
HODNOTY PARAMETRŮ Jednotky PŘEDEPSANÉ NAMĚŘENÉ VÝSLEDEK			
Teplota oleje	°C	60	95.0 O.K.
PŘI VOLNOBĚHU:			
Otáčky	/min	780	830 820 O.K.
Předstih	*KH [pHÚ]	1	5 #4 O.K.
Úhel sepnutí	°	50	56 #55 O.K.
CO	%obj		2.5 1.814 O.K.
HC	ppm		1200 403 O.K.
C02	%obj		13.83
O2	%obj		0.61
Lambda			0.956
PŘI ZVÝŠENÝCH OTÁČKÁCH:			
Otáčky	/min	2950	3050 2990 O.K.
Předstih	*KH [pHÚ]	35	49 #45 O.K.
Úhel sepnutí	°	50	56 #55 O.K.
CO	%obj		2.5 2.413 O.K.
HC	ppm		1200 301 O.K.
C02	%obj		13.52
O2	%obj		0.56
Lambda			0.943
Analyzátor(výrobce,typ)	BOSCH EEA/ETT 8.70 V 0.8f CZ		
Vozidlo z hlediska emisí:	VYHOVUJE		
Kontrolní nálepka:	PŘIDĚLENA #		
Termín příštího měření:	27.05.2000	Číslo osvědčení:	AE 5986525
Závady/poznámka:	#		
Datum :	27.05.1998	Kontroloval(jméno,číslo osvědčení):	Razitko SME
Čas:	10:44	Kirsch Werner	
4001547			
Podpis vedoucího			

- integrovaný multimeter (napětí AC/DC, odpor, proud*)
- osciloskop pro "pomalé" signály (napětí lambda-sondy, doba vstřiku, ...)

- výhodná možnost rozšíření o:

- měření kouřivosti vznětových motorů (modul RTM 430, opacimetr RTT 110)
- modul motortesteru FSA 560 (motortester nejvyšší třídy pracující v reálném čase)
- KTS - kartu (komunikace s řídicími jednotkami na úrovni testeru KTS 500)
- informační systém BOSCH (obchodní a technické informace)

- možnost zapojení do počítačové sítě autoservisu



- modul analyzátoru výfukových plynů ETT 8.71 nabízí:
 - připravenost k měření již 3 minuty po zapnutí
 - měření obsahu CO, CO₂, HC, O₂, možnost rozšíření o NO_x*
 - výpočet hodnoty lambda i pro alternativní paliva (LPG, CNG, Metanol)
 - vysoká přesnost měření, třída přesnosti 1
 - vysoká stabilita měření díky infracervené měřicí metodě s plynovými detektory
 - nenáročný provoz (nepoužívá speciální filtry)
- měřící modul MTM nabízí:
 - široké možnosti měření otáček (otáčkové kleště sekundár/primár, sv. 1/15, snímač HÚ*)
 - měření předstihu pomocí stroboskopické lampy nebo snímače HÚ*
 - měření úhlu sepnutí

Měření emisí ve zvýšených otáčkách

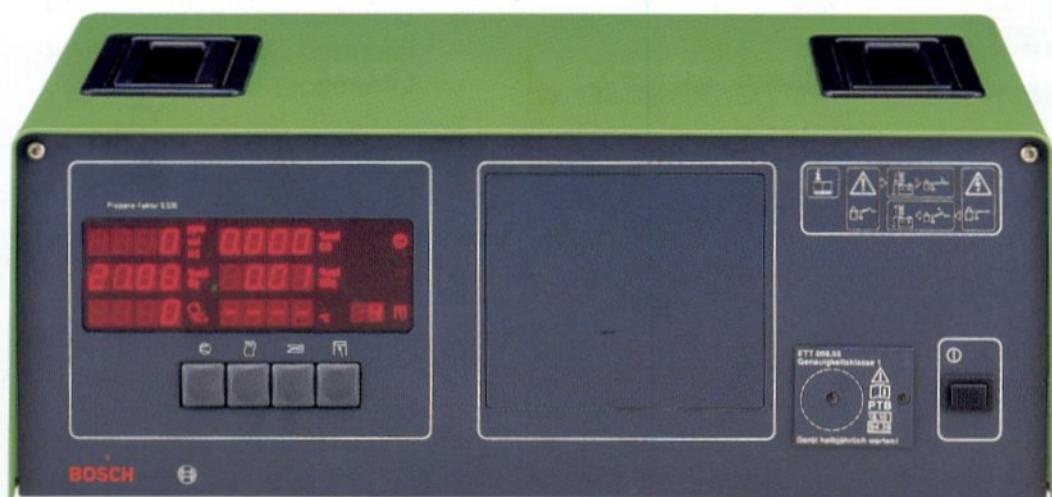


* zvláštní příslušenství



Nabízí pro měření emisí zážehových motorů :

Čtyřsložkový analyzátor výfukových plynů ETT 008.62



- úřední měření dle požadavků české legislativy
- diagnostické měření pro seřízení motoru
- připravenost k měření již 3 minuty po zapnutí
- měření obsahu CO, CO₂, HC, O₂
- výpočet hodnoty lambda i pro alternativní paliva (LPG, CNG, Metanol)
- široké možnosti měření otáček:
 - otáčkové kleště (umístěné okolo zapalovacího

kabelu u zapalovacích systémů s rozdělovačem i u systémů bezrozdrolovacích)

- otáčkové kleště (umístěné okolo primárních vodičů - sv. 1 nebo sv. 15 zapalovací cívky), např. Škoda Felicia 1,3 MPI bez nutnosti dalších adaptérů
- otáčkový multiklip (signál ze sv. 1, otáčkový signál TN, TD nebo EST)



- jednoduchá obsluha pomocí datového terminálu
- vysoká přesnost měření, třída přesnosti 1 (OIML R99, vydání 91 (E))
- vysoká stabilita měření díky infračervené měřící metodě s plynovými detektory
- nenáročný provoz (nepoužívá speciální filtry)
- výtisk formátu A4 obsahuje veškeré údaje požadované českou legislativou, výtisk schválen ministerstvem dopravy
- možnost zapojení do počítačové sítě
- možnost změny software, jeho přehráním přes rozhraní RS 232
- kompatibilní s motortestery BOSCH

Divize automobilové diagnostiky firmy Bosch

BOSCH



Automobilová diagnostika

Motortestery, infranalyzátory, opacimetry, testery vnitřní diagnostiky, elektronická geometrie, válcové zkušebny brzd, vybavení pneuservisu a mnoho další servisní a garážové techniky



Servis klimatizačních zařízení



Rovnací a měřicí systémy



Nederman®

Odsávání výfukových plynů



M TRONIC



Bezdemontážní zkoušení tlumičů

PRESSOL

Olejové hospodářství



GEDORE

Spacialista pro nářadí

KOMPLETNÍ SLUŽBY PRO VÁŠ SERVIS

- Výhodné způsoby financování
- Zprostředkování leasingu
- Školení, odborné konzultace
- Poradenství při projektu servisu
- Servisní a kalibrační služba

nubbaum

Zvedáky a zvedací plošiny



Distribuce:

Robert Bosch odbytová s.r.o.
Automobilová diagnostika
Pod Višňovkou 25/1661
142 01 Praha 4 – Krč
Tel.: 02/61300 422-8
Fax: 02/61300 518

Seznam příruček

Elektronika motoru	1 987 711 001
Bezpečnostní a komfortní systémy	1 987 711 037
Symboly a elektronická schémata	1 987 711 002
Systém vstřikování K-Jetronic	1 987 711 009
Systém vstřikování KE-Jetronic	1 987 711 021
Systém vstřikování L-Jetronic	1 987 711 010
Systém vstřikování Mono-Jetronic	1 987 711 033
Systém řízení motoru Motronic	1 987 711 011
Emise zážehových motorů	1 987 711 020
Akumulátor	1 987 711 003
Zapalování	1 987 711 004
Zapalovací svíčky	1 987 711 005
Alternátory	1 987 711 006
Startéry	1 987 711 007
Přehled vstřikování vznětových motorů	1 987 711 038
Řadová vstřikovací čerpadla	1 987 711 012
Regulátory řadových čerpadel	1 987 711 013
Rotační vstřikovací čerpadla	1 987 711 014
Brzdové soustavy osobních vozidel	1 987 711 023
Vzduchové brzdové soustavy: schémata	1 987 711 015
Vzduchové brzdové soustavy: zařízení	1 987 711 016
Common Rail	1 987 711 054
Rotační čerpadlo s radiálními písty	1 987 711 053
Světelná technika	1 987 711 039
Regulace dynamiky jízdy	1 987 711 052

Objednací číslo