

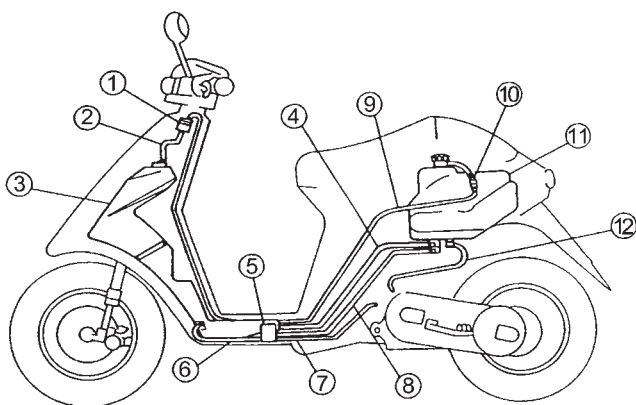
Pro motocykly se používají zážehové, neboli benzinové motory s karburátorem nebo se systémem vstřikování paliva. U karburátorových motorů dochází ke smíchání rozprášeného paliva (benzin nebo směs benzínu a oleje u dvoudobých motorů) se vzduchem dochází v zařízení zvaném karburátor. Tato směs je pak nasávána do motoru. U motocyklových motorů se elektronickým vstřikováním benzínu se používá tzv. vícebodové vstřikování benzínu (MPI = Multi Point Injection), kdy je každému válci přiřazen jeden vstřikovací ventil, který vstřikuje palivo přímo před sací ventil příslušného válce. Příkladem tohoto vstřikování mohou být systémy Bosch L-Jetronic a Motronic.

1. SOUČÁSTI PALIVOVÉHO SYSTÉMU

Zážehové motory používají pro přípravu směsi paliva se vzduchem systém, který se skládá z těchto částí (obr. 1):

- palivová nádrž,
- víčko nádrže, odvodušňovací systém palivové nádrže
- palivové kohouty
- palivové potrubí,
- dopravní palivové čerpadlo,
- čistič paliva,
- karburátor nebo vstřikovací systém,
- sací potrubí.

Palivová nádrž (obr. 2) určuje dojezd motocyklu a může mít obsah od např. 9 až do např. 22 l. Dalším faktorem ovlivňujícím dojezd motocyklu je spotřeba paliva. Ta se udává v litrech na 100 kilometrů. Velká palivová nádrž pojme sice více paliva, ale na druhou stranu zvyšuje pohotovostní hmotnost stroje. Terénní a motokrosově motocykly proto mívají malé nádrže.

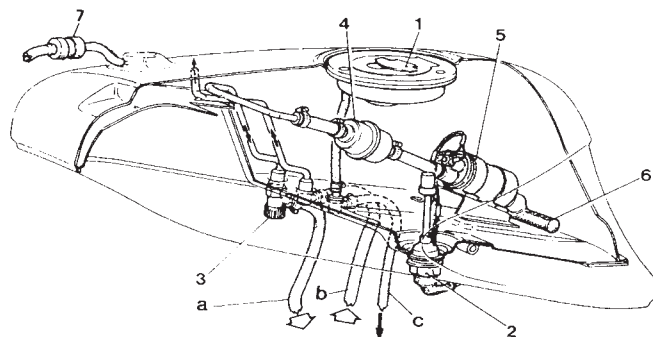


Obr. 1 Díly dodávky paliva (Vespa): 1 – filtr odvodušňovacího vedení, 2 – odvodušňovací pomocné palivové nádrže, 3 – pomocná palivová nádrž, 4 – vyrovnávací vedení paliva, 5 – palivové čerpadlo, 6 – připojení pomocné nádrže, 7 – vedení podtlakového čerpadla klikové skříně, 8 – vedení palivového čerpadla hlavní nádrže, 9 – odvodušňovací hlavní palivové nádrže, 10 – ventil, 11 – hlavní nádrž, 12 – vedení ke karburátoru.

Palivová nádrž může být z ocelového plechu, hliníku nebo plastiku. Každá nádrž musí samozřejmě těsnit a i při intenzivním slunečním záření udržet tlak vypařujícího se paliva (palivové páry pomalu unikají odvodušňovacím systémem do ovzduší). Nádrž musí být velmi pevná, aby se snížilo riziko požáru při nárazu. Víčko nádrže uzavírá plnicí otvor a většinou bývá zamykatelné. Ve víčku bývá většinou výstup odvodušňovacího systému, který slouží k vyrovnávání tlaků. Odvodušňovací otvor ve víčku nesmí být ucpáný.

Palivové kohouty mohou být zkonstruovány rozdílnými způsoby:

1. Normální třicestný palivový kohout: páčka vodorovně = zavřený přívod paliva do karburátoru, páčka dolů = volný přívod, páčka nahoru = rezerva.
2. Normální třicestný palivový kohout s filtrem a s nebo bez odlučovače vody: filtr zachycuje velmi jemné nečistoty, které se nesmí dostat do karburátoru. Odlučovač (separátor) vody zachycuje vodu obsaženou v palivu (voda je těžší než benzin, a proto je v palivové nádrži vždy dole).
3. Podtlakový třicestný palivový kohout: toto zařízení je již komplikovanější. Průtok benzínu kohoutem je řízený membránou. Tato membrána je ovládána přes podtlakovou hadičku podtlakem od motoru. Při běhu motoru podtlak v hadičce vtahuje membránu dovnitř. Po zastavení motoru



Obr. 2 Palivová nádrž (Ducati 750/900 SS): 1 – uzávěr nádrže, 2 – kontrola hladiny paliva, 3 – ruční kohout pro uzavření benzínu, 4 – čistič paliva, 5 – elektrické čerpadlo, 6 – filtr čerpadla, 7 – výpustný ventil, a – přívod paliva, b – vratný tok, c – propust.

podtlak zanikne a membrána uzavře pomocí pružiny přívod paliva z palivové nádrže. Podtlakový kohout poznáme podle hadičky, kterou je spojený s motorem.

Podtlakový palivový kohout má čtyři pracovní polohy:

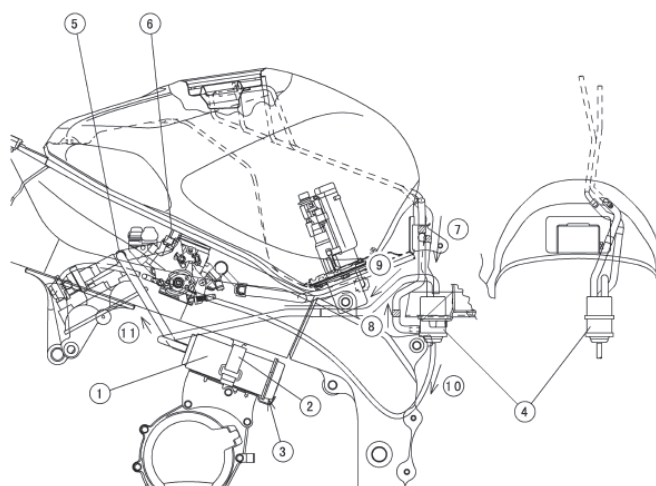
1. „ON“ je normální provozní poloha. V této poloze protéká palivo pouze za chodu motoru.
2. „OFF“ znamená tlakově a ještě navíc mechanicky zavřený přívod.
3. „RES“ znamená přepojení na rezervu paliva nádrži. V této poloze je u zastaveného motoru zavřená membrána.
4. V poloze „PRI“ (priming) je umožněno palivu obtékat membránu. To je důležité pro případ prázdné palivové nádrže, poškození membrány nebo podtlakové hadice, po dlouhém odstavení motocyklu, kdy došlo k vypaření paliva z plovákové komory nebo při prvním startování po zimě, kdy byla plováková komora vypuštěná. Poloha „PRI“ tedy v nouzi zajišťuje přímý přítok paliva do karburátoru.

Smysl podtlakově řízeného palivového kohoutu je v tom, že zabraňuje přehlcování karburátoru a spalování paliva při zaseknutí jehlového ventilu nebo plováku karburátoru, kdy není průtok paliva ničím omezený. Přívod rezervní zásoby paliva je zajištěn tenkou trubičkou, která vede z palivového kohoutu kolmo do nádrže. Při nastavení kohoutu v poloze „ON“ teče palivo z nádrže do karburátoru pouze do té doby, kdy jeho hladina sahá nad vyústění palivového vedení do palivové nádrže. Tím je v nádrži oddělena část paliva jako rezerva. Zpravidla se jedná asi o 3 litry. Při přepnutí na rezervu protéká palivo otvorem v patě palivového kohoutu těsně vedle rezervní trubičky a odtud teče do karburátoru.

U motocyklů se používají následující tři typy **palivových filtrů**:

1. Sítko v palivové nádrži, které uzavírá vyústění do palivového kohoutu a zabraňuje průchodu částecek laku, rzi a ostatních nečistot.
2. Sítko v palivovém kohoutu pomáhá sítku v palivové nádrži a slouží k zachycování jemnějších nečistot jako prachu a zrněk písku. Pouzdro sítko má většinou tvar pohárku a slouží k zachycování kondenzované vody nebo vody z palivové nádrže.
3. Samostatně zabudovaný filtr se montuje mezi palivový kohout a karburátor. Tento filtr mívá vyměnitelnou papírovou filtrační vložku.

Palivové čerpadlo je potřebné v případě, kdy hladina paliva v nádrži leží ve stejné úrovni nebo níže než karburátor nebo jako pomocné čerpadlo pro čerpání paliva z přidavné rezervní nádrže pod sedačkou. Palivové čerpadlo se vyskytuje u všech vstřikovací palivových systémů. Zatímco pro dopravu paliva do karburátoru dostačuje z hlediska čistoty benzínu jednoduché membránové čerpadlo, u vstřikovacího systému se musí používat čerpadla složitější. U vstřikovacího systému musí čerpadlo mimo jiné vytvářet provozní tlak. Čerpadlo je úplně ponořené v palivu. Palivo slouží také k chlazení čerpadla. Tlak paliva reguluje samostatný regulátor tlaku. Po zapnutí zapalování se ozve lehký šum pracujícího čerpadla. Pokud není motor v chodu, pak se čerpadlo načerpání provozní tlaku vypne.



Obr. 3 Řízení odpařování paliva (Evaporative Emission Control System – EECs) (Kawasaki): 1 – nádobka s aktivním uhlím, 2 – pásek, 3 – čelo otvoru sklánějícího se dolů, 4 – separátor, 5 – tvarové potrubí, 6 – propojení, 7 – odlučovači vody, 8 – k palivové nádrži, 9 – k nádobě, 10 – ke skříně škrticí klapky, 11 – k podtlakovému spínači.

Palivová vedení jsou u motocyklů tvořena hadicemi vyrobenými z materiálu na bázi pryže a zevnitř a někdy i z venku jsou potažené tkaninou. Přípojky palivových vedení na karburátoru a na palivovém kohoutu musíme pravidelně kontrolovat, zda nejsou zpuchřelé nebo popraskané. Průhledné náhradní palivové hadičky, ve kterých lze tok paliva lehce pozorovat zrakem musí být z materiálu, který odolává působení benzínu.

Plnicí hrdlo nádrže je opatřeno uzávěrem, někdy i hrubým čističem paliva, sítkem, pro zachycení nečistot. Součástí je **odvětrávací systém (obr. 3)**, který zamezuje vztlínání palivových par. Palivo se v palivové nádrži zahřívá tepelným zářením zvenku nebo přebytečným palivem vracejícím se od vstřikovacích ventilů a ohřátým v motorovém prostoru. Tím vznikají emise HC, které se vypařují zejména v palivové nádrži. Zákonná opatření stanoví hraniční hodnoty emisí odpařeného paliva. Odvětrávací soustavy palivové nádrže omezují tyto emise HC. Jsou vybaveny nádobkou s aktivním uhlím, v níž končí odvodušňovací hadička palivové nádrže.

2. KARBURÁTORY

K rozprášení paliva a vytvoření směsi dochází u karburátoru v proudu nasávaného vzduchu. Rychlost proudění se zvyšuje zúžením průřezu proudění. Předchozí napěnění paliva vzduchem zlepšuje jeho rozprášení. Palivové čerpadlo dodává přes plovákovou komoru palivo do karburátoru. Hlavní tryskou je určeno základní dávkování. Přizpůsobení pro různé provozní stavy jako start, volnoběh, střední zatížení, akcelerace a plný výkon, je provedeno pomocí přidavných zařízení.

Palivo ve válcích motoru může optimálně hořet a tím vyvíjet práci pouze tehdy, když se rozpráší na velmi jemné kapičky do vzduchu. Současně se musí palivová směs rozvířit, aby se palivo se vzduchem dobře smíchalo. Úkolem karburátoru je připravovat

za všech provozních podmínek, tj. při různých otáčkách a zatížení motoru optimálně smíchanou palivovou směs.

Aby se mohl nastartovat studený motor je zapotřebí bohatší směs. Proto se při startování motoru (s karburátorem) používá sytič, který palivovou směs obohacuje. U motorů se vstřikováním se obohacení směsi řeší prodloužením doby otevření vstřikovacího ventilu.

V oblasti střední zátěže již vyžaduje motor zahřátý na provozní teplotu chudší směs, jejíž složení se již blíží optimálnímu poměru 14,8:1. Při volnoběhu a plné zátěži vyžaduje motor naopak (také kvůli chlazení) bohatší směs.

Pod pojmem **plná zátěž** nebo plný plyn rozumíme plné využití kapacity karburátoru pro přípravu palivové směsi. Motor má v tomto provozním stavu k dispozici úplný neomezený činný průřez sacího potrubí. **Částečnou zátěží** rozumíme vstup vzduchu do karburátoru přizpůsobený okamžitému provoznímu stavu. Motor pak dostává palivovou směs, jejíž množství je ovládáno řídicím prostřednictvím pedálem plynu. Regulací množství směsi lze regulovat otáčky a výkon motoru.

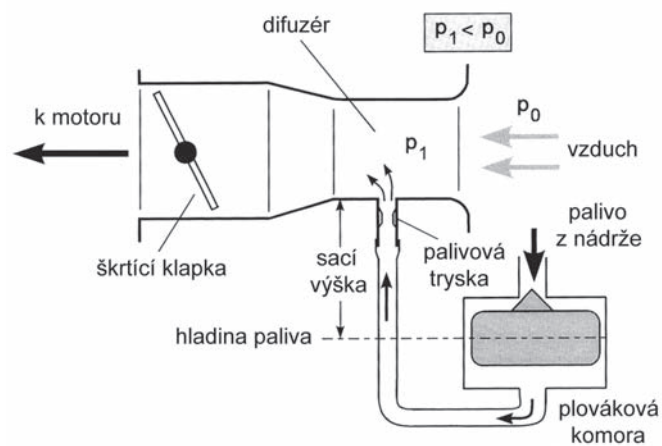
U spalovacích motorů rozlišujeme čtyři provozní stavy:

1. Startování za studena.
2. Volnoběh.
3. Částečná zátěž.
4. Plná zátěž.

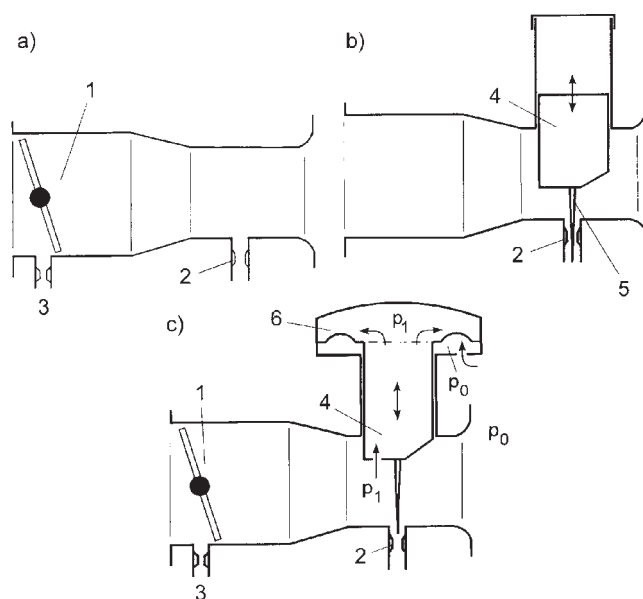
Samotný karburátor sestává z několika vzájemně spolupracujících a ovlivňujících se a částečně propojených systémů složených z různých otvorů a trysek. Karburátor je pracuje na fyzikálním principu tzv. Venturiho trubice (obr. 4).

Podle zákona o zachování hmoty proudí vzduch v užší části trubice rychleji než v širší. Nejrychleji tedy vzduch proudí v části s nejmenším průřezem. S rostoucí rychlostí úměrně klesá statický tlak vzduchu. V praxi to vypadá tak, že pokud kolmo do stěny v nejužším místě Venturiho trubice zastrčíme trubičku trčící z nádržky palivem, bude podtlak vytvořený okolo proudícím vzduchem kapalinu z nádržky vysávat a proudícím vzduchem bude kapičky paliva strhávat s sebou a rozprašovat. Tímto lze vytvořit palivovou směs. Sílu proudu vzduchu lze regulovat škrticí klapkou ve vstupu Venturiho trubice.

Podle uspořádání sacího potrubí na motoru a směru proudu nasávaného vzduchu rozlišujeme karburátory horizontální, spádové



Obr. 4 Funkční schéma karburátoru.



Obr. 5 Hlavní typy karburátorů: a) karburátor se škrticí klapkou, b) šoupátkový karburátor, c) rovnolaký karburátor, 1 – škrticí klapka, 2 – hlavní tryška, 3 – volnoběžná tryška, 4 – šoupátko, 5 – jehla trysky, 6 – pryžová membrána

a s diagonálním průtokem. U motocyklů se spádové karburátory používají jen zřídka, protože neúměrně zvětšují výšku motoru.

Z konstrukčního hlediska rozlišujeme karburátory podle toho, jakým způsobem se reguluje vstup proudu vzduchu do směšovací komory (obr. 5):

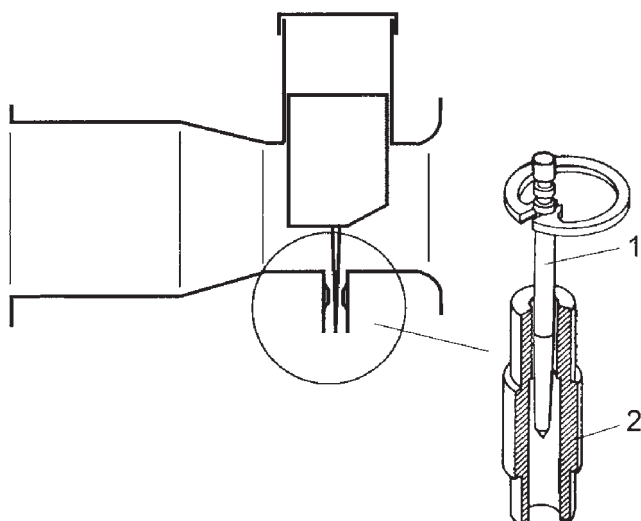
1. Šoupátkové.
2. S konstantním tlakem (stejnolaké).
3. Se škrticí klapkou.

Na rozdíl od automobilových motorů mají motocyklové motory **jeden karburátor pro každý válec**. To je z toho důvodu, že optimální tvorby směsi lze dosáhnout pouze při co nejkratší dráze nasávaného vzduchu. Čím kratší dráha vzduchu, tím méně vznikají rušivé vířivé pohyby. Kromě toho, pokud má každý válec svůj karburátor, může mít každý karburátor stejně dlouhé sací potrubí. U motocyklu tedy každý válec motoru dostává individuálně připravenou směs, což je, ve spojení s vhodně sestrojeným výfukem, předpokladem pro dosahování vysokých výkonů.

Šoupátkový karburátor se řadí mezi ty typy karburátorů, u kterých se aktivně ovlivňuje Venturiho efekt v sacím potrubí. Tvorbu palivové směsi zajišťuje jehla upevněná na pohyblivém šoupátku ve spojení s trysekou. Šoupátko se přitom ovládá prostřednictvím táhla rukojetí plynu na řídítkách. V klidovém stavu uzavírá šoupátko přístup okolního vzduchu do směšovací komory. Motor pak běží díky volnoběžné trysce umístěné ve vlastním karburátoru. Čím více se pak šoupátko pootevře, tím více proudí do motoru palivové směsi a tím větší produkuje motor výkon.

Šoupátkový karburátor (obr. 6) zahrnuje:

- plovákový systém, který reguluje přítok paliva z palivové nádrže a udržuje v karburátoru konstantní hladinu paliva. Tento systém dále sestává z plovákové komory, plováku s jehlou a z jehlového ventilu.
- systém pro startování za studena neboli sytič,



Obr. 6 Souhra jehly a jehlové trysky u šoupátkového karburátoru:
1 – kónická jehla (upevněná v šoupátku), 2 – jehlová tryska
(v držáku hlavní trysky).

- volnoběžný systém s přechodovým zařízením pro částečnou zátěž, ke kterému dále patří: volnoběžná tryska, přívodní vzduchové kanály v karburátoru a systém pro seřizování volnoběžných otáček a tvorby směsi. Přechodový systém pracuje s výřezem v šoupátku umístěným na straně u vzduchového filtru. Toto vybrání se také nazývá „bypass“ („obtok“).
- systém hlavní trysky; k tomu patří: hlavní tryska, jehlová tryska, jehla a hlavní šoupátko (šoupátko plynu), které umožňuje přechod z částečné zátěže na maximální. Při plné zátěži koná všechnu práci hlavní tryska a ostatní systémy (volnoběžný a pro částečnou zátěž) jsou odstavené.
- akcelerační systém (akcelerační pumpička), který zajišťuje dodatečné vstříkávání paliva a tím zajišťuje plynulé přechody mezi částečnou a plnou zátěží. Akcelerační systém je však nutný pouze u motorů s velkými jednotlivými spalovacími prostory.

Velmi důležitou veličinou pro funkci karburátoru je výška plováku v plovákové komoře. Výška plováku je přesně nastavená z výroby a musí se kontrolovat při opravách karburátoru. Výška hladiny paliva v plovákové komoře se reguluje pomocí jehlového ventilu spojeného s plovákem. Pokud dojde k poklesu hladiny paliva v plovákové komoře, plovák klesne, jehlový ventil se otevře a do komory nateče tolik paliva, aby jeho hladina dosáhla původního stavu.

Volnoběžná tryska, tryska sytiče a hlavní tryska jsou podle provozních podmínek zanořené různě hluboko v palivu v plovákové komoře a podle provozního stavu motoru se tak do trysek nasává odpovídající množství paliva. Pokud se v důsledku závady změní výška hladiny paliva v plovákové komoře, změní se i podíl paliva ve vzduchu proudícím karburátorem:

- při poklesu hladiny paliva se palivová směs ochudí,
- při stoupnutí hladiny paliva se naopak obohatí.

Volnoběžný systém slouží pro přípravu palivové směsi potřebné pro volnoběžné otáčky. Hlavní šoupátko je při volnoběhu úplně zavřené. Volnoběžný systém se také stará o přípravu směsi při přechodech z volnoběhu na částečnou zátěž, a to asi do 1/8 zdvihu šoupátka.

Přechody k částečné zátěži ovlivňuje výška výřezu na zadní straně hlavního šoupátka. Výřez v šoupátku ovlivňuje přípravu směsi pro částečnou zátěž do 1/8 až 1/4 zdvihu šoupátka. Čím je výřez větší, tím rychleji stoupá podíl vzduchu ve směsi pro částečnou zátěž. Protože však šoupátko v okamžiku přechodu není ještě vytaženo dostatečně vysoko na to, aby mohla začít pracovat hlavní a jehlová tryska, musí volnoběžný systém spolupracovat s výřezem v šoupátku. Stejně tak, jak si při štafetovém běhu předávají běžící kolík, musí pracovat jednotlivé systémy v karburátoru. Přitom se pracovní rozsahy jednotlivých systému lehce překrývají, aby nevznikaly problémy při přechodech. Volnoběžná tryska podporuje výřez ve zdvihátku a oba systémy dohromady pak slouží k optimálnímu tvoření směsi pro částečnou zátěž.

Správně seřízené volnoběžné otáčky mají znatelný vliv na akcelerační schopnosti motoru.

Volnoběžný systém

Při volnoběžných nebo nízkých otáčkách je šoupátko karburátoru úplně zavřené nebo jen lehce pootevřené. Na straně u motoru panuje v karburátoru vysoký přetlak, zatímco strana karburátoru naproti vzduchového filtru je vystavena působení normálního tlaku okolního vzduchu. Tímto způsobem je dosaženo rozdílu tlaků a motor přes karburátor nasává vzduch. Proud vzduchu vysává přes volnoběžnou trysku z plovákové komory palivo. Průtok paliva je přitom omezen vnitřním průměrem trysky.

Současně karburátor nasává vzduch volnoběžnou vzduchovou tryskou, který se pak míší s palivem z volnoběžné trysky. Připravená směs se pak rozděluje do dvou proudů.

První část proudí výřezem (bypassem) v šoupátku do plovákové komory a zde pak slouží jako základ pro volnoběžnou směs. Tento vzduchový proud a tím pádem i složení směsi lze regulovat seřizovacím šroubem v tělese plovákové komory. Ovlivňováním palivové směsi lze pak zvyšovat nebo zmenšovat volnoběžné otáčky. Kromě toho slouží výše popsaný systém ke zvýšenému odběru paliva při startování za studena.

Druhý proud z volnoběžné trysky protéká jehlovou tryskou ve středu sací trubky. Dorazovým šroubem lze regulovat výšku dorazu šoupátka a tím pádem množství vzduchu, který transportuje dodatečné palivo pro volnoběh a pro přechod z volnoběhu k částečné zátěži.

Karburátor v přechodu k částečné zátěži

Šoupátko (ovládané rukojetí plynu) je asi v 1/8 až 1/4 svého zdvihu. Pod šoupátkem pak může protékat do směšovací komory odpovídající množství vzduchu. Přitom se zmenšuje vliv výstupního otvoru pro volnoběh (bypassu) v sací trubce před šoupátkem, protože po větším otevření šoupátka dochází k citelnému zmenšení podtlaku. Otvor jehlové trysky pod šoupátkem se však ještě nachází v zóně podtlaku. Podle velikostí výřezu v šoupátku iniciuje tento podtlak zvýšení dodávky paliva jehlovou tryskou tak, aby odpovídalo vzrůstu průtoku vzduchu. Tímto způsobem vzniká přechodová směs pro částečnou zátěž a motor se roztáčí nad volnoběžné otáčky.

Systém hlavní trysky pro částečnou a plnou zátěž

Jehlová tryska ústí z nejužšího místa Venturiho trubice do plovákové komory karburátoru. Na hlavním šoupátku je kónická jehla, jejíž

špička klouže v jehlové trysce, která zasahuje až do nejnižšího místa v plovákové komoře. Ve válcové části jehlové trysky je pak několik kolmých otvorů.

Vliv jehlové trysky s jehlou se projevuje od 1/4 zdvihu šoupátka. Pokles tlaku pod šoupátkem umožňuje unikat přechodové směsi z volnoběžného obtokového výřezu. Základem je, že rozdíl tlaků vzduchu, na kterém je založen sací účinek v obtokovém výřezu, se zvedáním šoupátka zmenšuje tak, že skrz volnoběžnou trysku již nemůže proudit směs paliva a vzduchu. Motor tak přechází z volnoběhu do částečné zátěže. Od tohoto okamžiku dostává motor palivovou směs z jehlové trysky a běží v režimu částečné zátěže.

Karburátor při částečné zátěži

Od 1/4 do 3/4 zdvihu zdvihá šoupátko jehlu upevněnou na svém dnu tak vysoko, že její špička může ovlivňovat průtok paliva hlavní a jehlovou tryskou. To umožňuje kruhová štěrbinová vznikající mezi jehlovou tryskou a jehlou, jejíž šířka se mění podle zdvihu jehly.

Příčnými otvory může do jehlové trysky, kterou stoupá palivo, vnikat vzduch ze vzduchové trysky (tento vzduch slouží i pro volnoběžný systém). Tento vzduch se míchá s palivem na palivovou směs. Tato technika zajišťuje rozprášení paliva na jemné kapičky do směšovací komory a zlepšuje přípravu směsi především u čtyřtákních motorů. Tato část jehlové trysky s příčnými otvory se nazývá směšovací trubka.

U **dvoudobých motorů** karburátory nepotřebují směšovací trubku, protože palivová směs se intenzivně promíchává a stlačuje v klikové skřini motoru. Hlavní tryska znovu vstupuje do akce, když šoupátko překročí 3/4 svého zdvihu. Až do této výšky se jehla plynule vysunuje z jehlové trysky a podle toho se zvětšuje kruhová štěrbinová okolo jehly. Šoupátko současně zajišťuje větší průtok vzduchu do směšovací komory a tomu musí odpovídat i zvýšená dodávka paliva. Motor nyní běží ve vysokých otáčkách. Poté, co otočíme nadoraz rukojetí plynu a šoupátko dosáhne svého horního dorazu, proudí plně otevřeným průřezem sací trubky maximální množství palivové směsi. Motor běží v maximálních otáčkách a podává maximální výkon.

Hlavní tryska a šoupátko v akci

Od 3/4 zdvihu šoupátka do polohy plného plynu se dodávka palivové směsi (a tím i otáčky motoru) reguluje výhradně prostřednictvím polohy šoupátka a průměrem hlavní trysky. Pokud je šoupátko úplně nahoře, pak jehla trysky nemá na vstup směsi již žádný vliv, ačkoliv její špička ještě zasahuje do jehlové trysky. Průtok paliva nyní odpovídá pouze průměru hlavní trysky, která je navržena tak, aby při plném plynu produkovala o něco bohatší směs. Bohatší směs je nutná kvůli chlazení pístů, stěn válců a ventilů.

Akcelerační systém

U automobilových motorů byla akcelerační pumpička v karburátoru samozřejmostí. U motocyklových motorů je akcelerační pumpička nutností u velkoobjemových čtyřtákních dvouválců se šoupátkovým karburátorem. Šoupátkové karburátory mají v tomto ohledu jeden velký nedostatek: při prudkém přidání plynu až na úplný doraz z režimu volnoběhu dojde k úniku přetlaku pod šoupátkem do té míry, že nemůže být nasáváno dostatečné množství paliva. Obtokový otvor s výřezem v šoupátku jsou v tomto okamžiku přetížené a důsledkem je zahlcení a vynechání motoru. Jezdec pak

musí ubrat plyn, čímž trpí akcelerační schopnost motocyklu. Tento nedostatek pak může odstranit pouze akcelerační pumpička, která ve výše uvedeném okamžiku dodatečně vstříkne palivo a eliminuje výše popsaný pokles tlaku. V praxi to vede k montáži akceleračních pumpiček na vnější stranu karburátorů.

Karburátor s konstantním tlakem

Tento typ karburátoru (obr. 7) představuje další vývojový článek šoupátkového karburátoru. Zatímco u šoupátkového karburátoru přenáší jezdec pokyny ke zvýšení výkonu motoru otáčením rukojetí plynu spojené táhlem s hlavním šoupátkem, u karburátoru s konstantním tlakem jezdec ovládá rukojetí plynu prostřednictvím otevírání nebo zavírání škrtkové klapky pouze množství vzduchu vstupujícího do motoru. Motor si pak reguluje množství palivové směsi a tím pádem i otáčky podle průtoku vzduchu automaticky. Motor nasává pouze tolik palivové směsi, kolik jí právě potřebuje, takže pracuje při všech otáčkách úsporně, plynule a bez zahlcování. U velkoobjemových dvouválců s karburátorem s konstantním tlakem lze dokonce vynechat akcelerační pumpičku.

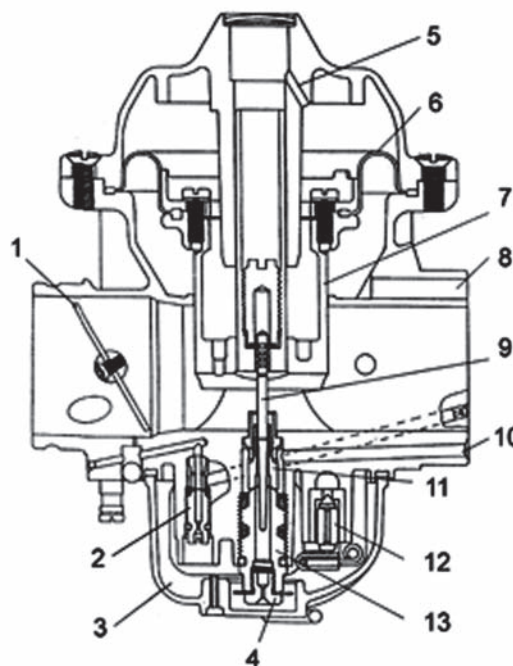
Karburátor s konstantním tlakem má oproti šoupátkovému na první pohled dva důležité rozdíly:

1. hlavní šoupátko (šoupátko plynu) není propojeno s rukojetí plynu.

2. na straně motoru, v sací trubce karburátoru, je otočně uchycená škrtková klapka. Prostřednictvím této klapky může řidič regulovat množství vzduchu vstupujícího do karburátoru.

V následujícím textu jsou popsány dva z principiálního hlediska nejdůležitější typy karburátoru s konstantním tlakem:

- karburátor s konstantním tlakem ovládaný membránou,
- karburátor s konstantním tlakem ovládaný pístem.



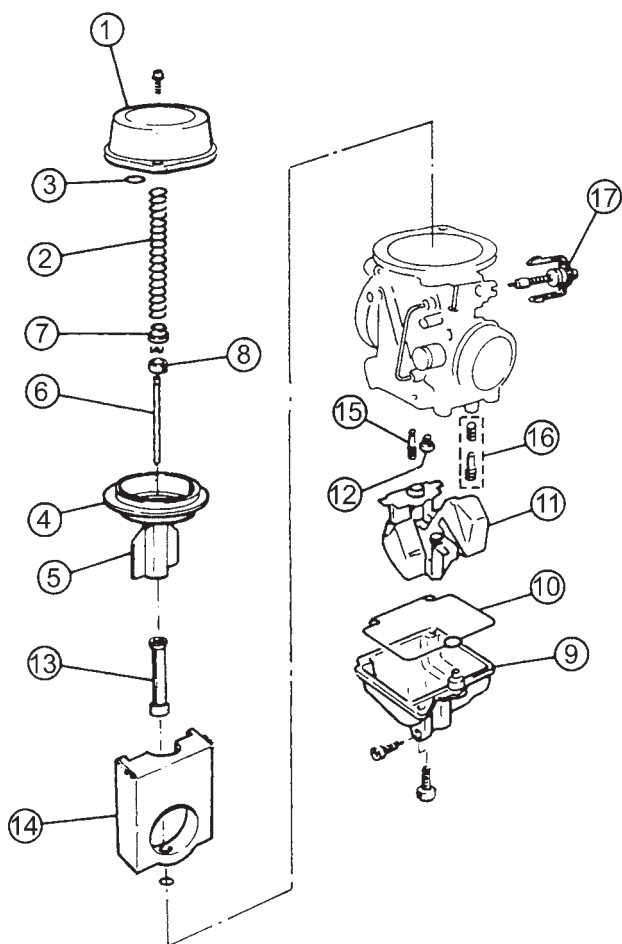
Obr. 7 Rovnotlaký karburátor: 1 – škrtková klapka, 2 – volnoběžná tryska, 3 – plováková komora, 4 – hlavní tryska, 5 – spojovací kanál k difuzéru, 6 – membrána, 7 – šoupátko, 8 – větrací otvor k dolní membráně, 9 – jehla trysky, 10 – kanál přidavného vzduchu, 11 – jehlová tryska, 12 – plovákový jehlový ventil, 13 – držák hlavní trysky.

Funkce membránového karburátoru s konstantním tlakem

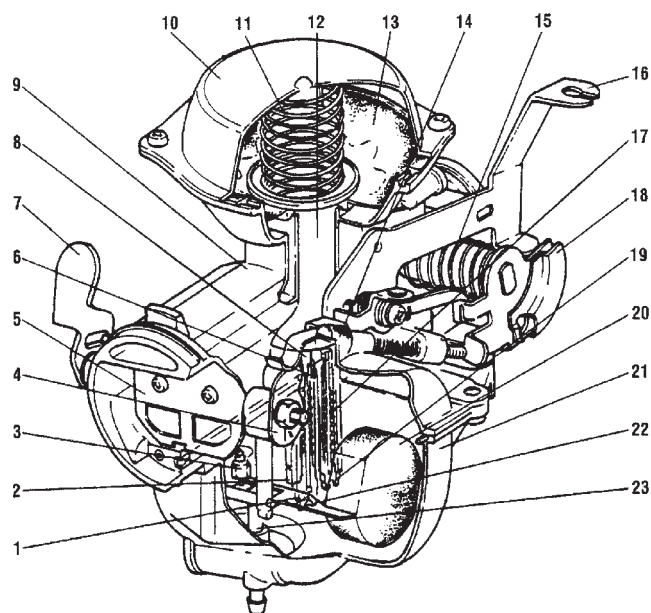
Ovládání hlavního šoupátka (šoupátka plynu) u karburátoru s konstantním tlakem funguje automaticky podle podtlaku v sacím potrubí. Podtlak vytvářený motorem také určuje, jak daleko se smí otevřít šoupátko v sacím potrubí. Šoupátko je tedy ovládáno motorem a ne naopak. To je výhoda oproti šoupátkovým karburátorům, u kterých jezdec ovládá rukojetí plynu výšku šoupátka. U **membránového karburátoru** (obr. 8 a 9) je šoupátko plynu zavěšeno na pryžové membráně a je ovládáno pružinou, která však nefunguje jako vratná pružina, avšak uměle zvětšuje tíhu šoupátka, aby ho při volnoběhu udrželo v nejnižší poloze.

Membránové karburátory s konstantním tlakem se díky značné spolehlivosti, malé setrvačné hmotě šoupátka a nízké konstrukční výšce stále prosazují i u moderních motorů.

Při otevření škrtící klapky začne působit na šoupátko přes podtlakovou komoru a membránu rostoucí podtlak, který šoupátko zvedá do určité výšky. Pružina šoupátka nyní funguje ještě jako dodatečný tlumicí element. Současně se šoupátkem se zvedá na něm upevněná jehla. Štěrbinou okolo nadzvednuté jehly pak může motor nasávat potřebné množství paliva. Jezdec může ovlivňovat množství palivové směsi nasávané do motoru a tím pádem i otáčky motoru prostřednictvím škrtící klapky pouze omezeně.



Obr. 8 Membránový rovnotlaký karburátor (Mikuni): 1 – horní víko, 2 – pružina, 3 – O-kroužek, 4 – membrána, 5 – píst, 6 – jehla, 7 – distanční člen pružiny, 8 – distanční člen jehly, 9 – plováková komora, 10 – pryžové těsnění, 11 – plovák úplný, 12 – hlavní tryska, 13 – tryska jehly, 14 – vedení pístu, 15 – pilotní tryska, 16 – pilotní šroub a pružina, 17 – startovací plumžr.

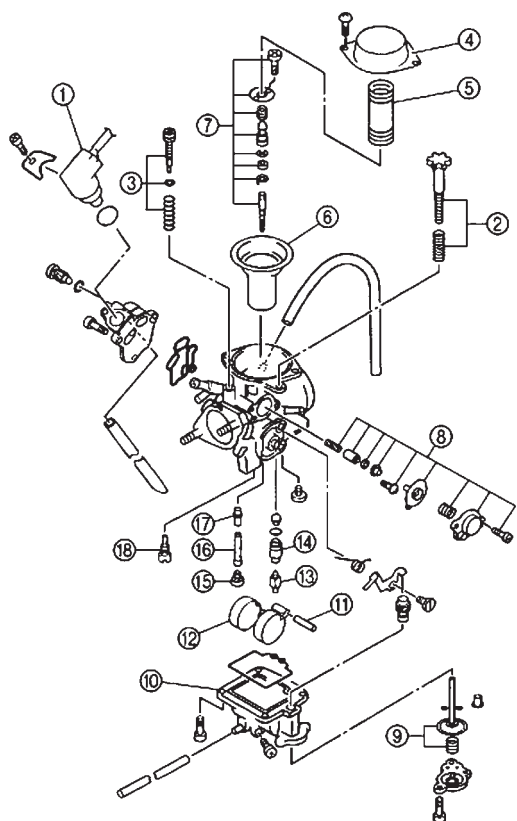


Obr. 9 Membránový karburátor s konstantním tlakem (Kawasaki KZ 250D): 1 – držák jehlové trysky, 2 – pryžová zátka, 3 – jehla plovákového ventilu, 4 – vačka pro zvyšování volnoběžných otáček, 5 – klapka sytiče, 6 – jehlová tryska, 7 – ovládací páka sytiče, 8 – jehla, 9 – těleso karburátoru, 10 – víčko pouzdra membrány, 11 – tlumicí pružina šoupátka, 12 – kulaté šoupátko, 13 – membrána, 14 – seřizovací šroub volnoběžných otáček, 15 – vratná pružina škrtící klapky, 16 – držák táhla plynu, 17 – jehlová tryska, 18 – kladka táhla plynu, 19 – primární hlavní tryska, 20 – plovák (dvojitý), 21 – plováková komora, 22 – sekundární hlavní tryska, 23 – přepad plovákové komory s vypouštěcím kohoutem.

Pod pojmem karburátor „s konstantním tlakem“ nebo „s konstantním průtokem“ musíme tedy rozumět to, že motor se neustále snaží vyrovnávat rozdíl tlaků před a za šoupátkem plynu. Tím pádem si vynucuje konstantní průtok, resp. tlak palivové směsi. Pokud v důsledku zatížení klesnou otáčky, klesne i podtlak vytvářený motorem a šoupátko klesne dolů, čímž upraví množství nasávané palivové směsi. Obráceně pak: při otevření škrtící klapky se podtlak silně zvětší. Podle toho se posune šoupátko nahoru a do motoru může proudit více palivové směsi. Po zastavení rukojeti plynu se šoupátko ustálí v určité výšce a dojde k vyrovnání tlaku. Pokud se znovu pohne škrtící klapka, změní se tlakové poměry v sacím potrubí a šoupátko se musí posunout do nové polohy.

Volnoběh je u karburátorů s konstantním tlakem ovládaný systémem trysek, stejně jako u šoupátkových karburátorů. Markantní rozdíl ve způsobu funkce je teprve při přechodu z volnoběhu do částečné zátěže. Proti okraji škrtící klapky leží v tělese karburátoru otvor spojený kanálkem s volnoběžným systémem. Tento vedlejší výstupní otvor se také nazývá „bypass“. Při zavřené škrtící klapce z tohoto otvoru nic nevytéká. Oproti tomu při nepatrném otevření škrtící klapky umožňuje obtokový otvor nebo bypass spolu se štěrbinou vzniklou pootevřením klapky (se šroubem pro seřizování dorazu šoupátka plynu), aby do válce proudilo určité množství palivové směsi. A tato směs je právě směs volnoběžná.

Pokud se po pootočení rukojeti plynu škrtící klapka dále pootevře, vznikne silný sací účinek a zesílí se průtok paliva obtokovým otvorem. Tím je zajištěn přechod od volnoběžných otáček k částečné zátěži. Pokud se škrtící klapka ještě více pootevře, přemůže účinek podtlaku proud paliva pro volnoběh, protože sací účinek z motoru



Obr. 10 Pístový karburátor typu 5 SE (Y28V-1J-TEIKEI) pro jednoválcový motor skútru Yamaha-VP300: 1 – automatický sytič, 2 – seřizovací šroub volnoběhu/pružina, 3 – regulační šroub volnoběžné směsi, 4 – víko podtlakové komory, 5 – pružina šoupátka, 6 – šoupátko, 7 – jehla trysky, 8 – obohacení, 9 – akcelerační pumpička, 10 – plováková komora, 11 – hřídelka plováku, 12 – plovák, 13 – jehlový ventil.

povytáhne nahoru šoupátko (které je nad podtlakovou komorou). Od této chvíle karburátor funguje výše nastíněným způsobem.

Pístový karburátor s konstantním tlakem

Funguje téměř stejným způsobem jako membránový (obr. 10). Jediný rozdíl je v technice zvedání šoupátka. Startovací systém je ovládaný jednoduchým kulatým pístovým šoupátkem. Šoupátko je u pístového karburátoru je na horní straně doplněno pístem, který se pohybuje ve válcovém zvonu. Slabá pružina (stejně jako u membránového karburátoru) přidržuje šoupátko včetně pístu dole a slouží k tlumení jejich pohybu.

Ve válcovém podtlakovém zvonu se pohybuje kulatý plochý píst, v jehož spodní straně je integrované kulaté šoupátko. Pružina slouží během provozu k tlumení pohybů pístu (podobně jako membrána u membránového karburátoru). Pokud se sem dostane podtlak z motoru a otevře se škrtková klapka, vytáhne sací účinek píst nahoru. Píst s sebou vytáhne jehlu a uvolní vstup pro nasávaný vzduch do karburátoru. Pak může dojít ke smíchání paliva se vzduchem a palivová směs může proudit do válce.

Systém pro startování za studena

U studeného motoru palivo v sacím potrubí zplynuje jen velmi špatně. Kovové stěny potrubí jsou totiž studenější než nasávaný vzduch. Palivo z nasávané palivové směsi na stěnách potrubí

kondenzuje. K podobným jevům dochází i v samotných válcích. Aby se tyto ztráty vyloučily, potřebuje palivová směs obohatit o další palivo.

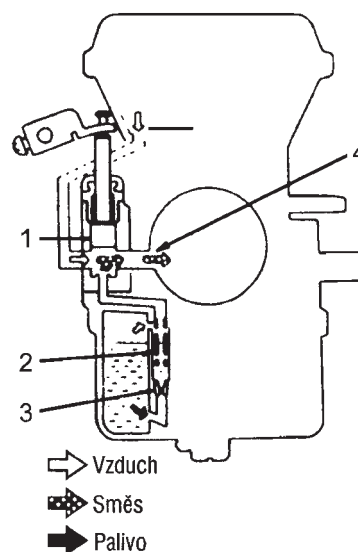
Nejjednodušší metoda obohacení palivové směsi tkví v postavení překážky proudícímu vzduchu. Přepážka klade proud vzduchu odpor a redukuje se tak jeho obsah ve směsi. Překážku může tvořit šoupátko nebo klapka. Pro všechny typy systémů pro obohacování palivové směsi při startování za studena, bez ohledu na princip jejich funkce, se používá termín sytič.

Druhá metoda tkví v instalaci přidavného karburátoru do hlavního karburátoru, který se zapíná pouze při startování za studena. Přídavný neboli startovací karburátor funguje prostřednictvím šoupátka, které uvolňuje otvor v tělese karburátoru a spojený s vlastním systémem trysek. Tento systém slouží k přivádění přídavného paliva a vzduchu do směšovací komory. Vzduch zde slouží pouze k tomu, aby vytvořil palivovou emulzi, která se při startování přimíchává do vzduchu nasávaného sacím potrubím. Táhlo sytiče se obvykle nachází na řídkách nebo na samotném karburátoru.

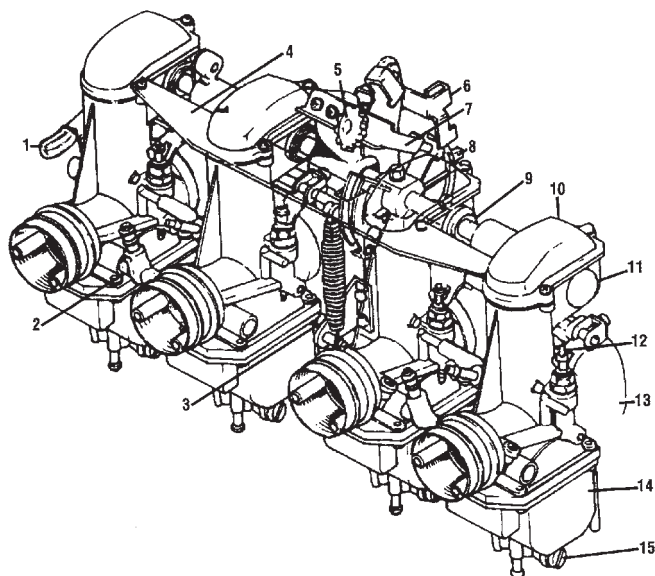
Po zahřátí motoru po studeném startu (asi po 30 s) se začne zahřívát i systém sání. Tím pádem v sacím potrubí kondenzuje stále méně paliva a palivová směs se tak ještě více obohacuje. Působí zde i fyzikální zákon, že teplý vzduch může pobrat více vlhkosti (v tomto případě paliva) než studený.

Pokud je už směs příliš bohatá, začne motor běžet nepravidelně. To je signál pro to, abychom táhlo sytiče zasunuli zpět. Pokud zapomeneme zasunout táhlo sytiče zpět, může motor dokonce i vysadit a potom půjde špatně nastartovat; musíme přitom zasunout táhlo sytiče a dát plný plyn. Někdy musíme dokonce vyšroubovat a vysušit zapalovací svíčky. Pokud vytáhneme naplno táhlo sytiče během jízdy, pak motor ihned vysadí v důsledku příliš bohaté palivové směsi a pak půjde také špatně nastartovat.

Na obr. 11 je průřez typickým zařízením pro obohacování směsi při startování za studena. Palivo z plovákové komory je nasáváno startovací tryskou (3) do emulzní trubice (2). Palivo rozprášené v emulzní trubici se dostává do kontaktu s proudem vzduchu, který proudí startovacím otvorem. (4) do sacího potrubí. Tím



Obr. 11 Startovací karburátor membránového karburátoru s konstantním tlakem (Kawasaki).



Obr. 12 Klasická baterie čtyř karburátorů s desmodromickým ovládním (Kawasaki Z 900): 1 – páka sytiče (společná pro všechny karburátory), 2 – přípojka palivové hadičky, 3 – vratná pružina, 4 – základní deska baterie karburátorů, 5 – centrální dorazový volnoběžný šroub šoupátek, 6 – držák desmodromického ovládacího mechanismu (dvě táhla), 7 – opěrná deska dorazového šroubu, 8 – kladka, 9 – ovládací hřídel šoupátek, 10 – víko směšovací komory jednoho karburátoru, 11 – pryžová zátky, 12 – píst sytiče, 13 – spojovací palivová hadička, 14 – plováková komora, 15 – vypouštěcí šroub plovákové komory.

vzniká bohatá palivová směs potřebná pro nastartování studeného motoru.

Seřízení karburátoru má na chod motoru stejně silný vliv jako seřízení zapalování. Údržba, seřizování a opravy karburátoru se proto musejí provádět velmi pečlivě. Ke správnému seřízení musejí být motor i karburátor po mechanické stránce v bezvadném stavu. Všechny součásti karburátoru (šoupátko, jehla, trysky, plovákový ventil, membrána nebo píst, atd.) nesmí být opotřebené a musí dokonale těsnit.

Bovdenové táhlo funguje následujícím způsobem: v pouzdru navinutém z pružného ocelového drátu a s plastickým povlakem se pohybuje drát nebo tenké ocelové lanko spletené z několika pramenů. Pouzdro táhla slouží jako ochrana proti prachu, nečistotám a vodě. Celé bovdenové táhlo je díky tomuto uspořádání ohebné a odolné proti zlomení. Pokud např. zmáčkneme páku spojky, zapře se jeden konec pouzdra táhla o uložení na držáku páky a druhý konec o uložení v opěrce táhla na spojce. Funkce je jednoduchá: pouzdro slouží jako nosný díl, lanko přenáší sílu a táhne. Táhlo karburátoru, které ovládá šoupátko plynu, má na konci přiletovaný nebo zalisovaný malý váleček, který se zahákne do výřezu v páce nebo otočné rukojeti. Při otáčení rukojeti plynu se dosáhne plného plynu asi po 3/4 otáčky rukojeti. U více karburátorů se táhlo vedoucí od rukojeti dělí v rozdělovacím kusu na více táhel. Tímto uspořádáním lze ušetřit místo, hmotnost a zmenšit tření v systému táhel. Rozdělovač táhel je však použitelný jen tehdy, když jsou karburátory těsně vedle sebe nebo když tvoří jednu baterii.

Desmodromický mechanismus (obr. 12) ulehčuje **nucené** ovládní šoupátka karburátoru od rukojeti plynu. Kladka na karburátoru je spojena se šoupátkem hřídelem. Každé pootočení rukojeti plynu

se přenesou na kladku a ta přes hřídel změní polohu šoupátka. Volnoběžné otáčky lze jednoduše seřizovat dorazovým šroubem s velkým vroubkovaným kolečkem, který slouží jako spodní opěra šoupátka a má vliv na polohu ovládací kladky. U baterie karburátorů (obr. 12) bývá kladka desmodromického mechanismu na společném ovládacím hřídeli, většinou uprostřed mezi dvěma karburátory. I zde mají všechna šoupátka spodní dorazový šroub, kterým lze regulovat i volnoběžné otáčky. Rýhované kolečko k ovládní šroubů je zpravidla přístupné zesponu mezi dvěma karburátory.

4. VSTŘIKOVÁNÍ BENZINU

Pro přípravu směsi se dnes i ve stavbě motocyklů stále více místo karburátorů používají vstřikovací systémy (obr. 13), 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.

Palivo je dávkováno přesně jednotlivými vstřikovacími tryskami, každý válec má vstřikovací trysku. Vzduch je přiváděn do válce geometricky přesným potrubím, takže rozdíly mezi válci jsou minimální. Tohoto stavu u motorů s karburátorem lze dosáhnout pouze tehdy, bude-li každý válec osazen vlastním karburátorem.

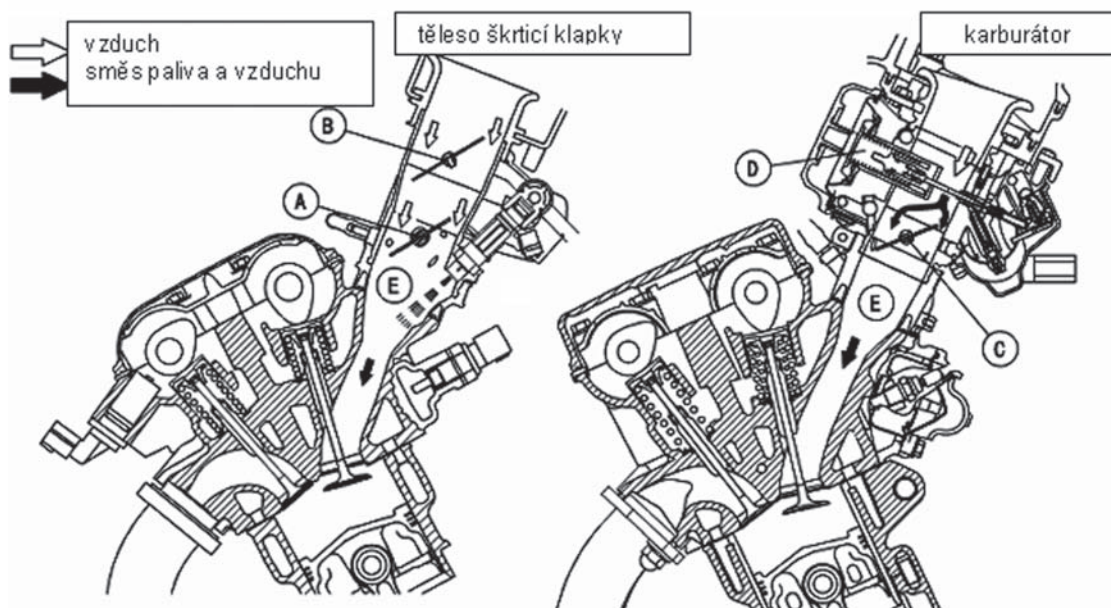
Velmi dobré je dodržení správného směšovacího poměru pro všechny režimy chodu motoru. Jedná se o dosažení přebytku vzduchu v malém rozmezí kolem hodnoty 1,0. Protože regulace vychází ze dvou základních prvků (otáčky motoru, otevření škrticí klapky), potom je dodržení správného směšovacího poměru v celém režimu chodu motoru daleko přesnější než u karburátoru.

Akcelerace – u motorů s karburátorem je tento stav zajištěn akcelerační pumpičkou – velké množství paliva u motorů se vstřikováním odpadá, protože vstřikovací tryska je umístěna blízko válce motoru a směs je dodávána ve správném směšovacím poměru díky citlivosti řídicí jednotky.

Decelerace – při brzdění motorem dochází u karburátorových motorů k vysoušení sacího potrubí a ke zvýšenému nasávacímu účinku ze systému chodu naprázdno. Tyto jevy se u vstřikování nevyskytují vzhledem k automatickému přerušení dodávky paliva.

Příprava směsi – atomizace paliva a promíšení se vzduchem a odpařování paliva. U karburátoru závisí hlavně na rychlosti proudění vzduchu ve směšovacím kanálu, mění se v širokém rozmezí různých režimů chodu motoru. Vstřikovací zařízení zaručuje vhodnou atomizaci paliva ve všech režimech motoru a ta je závislá hlavně na použité vstřikovací trysce a velikosti vstřikovacího tlaku paliva. Zároveň lze vstřikováním ovlivnit vrstvení paliva ve spalovacím prostoru vhodným umístěním vstřikovací trysky a tím zlepšit vlastní proces spalování a ovlivnit i procento emisí ve spalinách.

Spouštění motoru se vstřikováním je výrazně snazší než u motoru s karburátorem, vzhledem k možnosti nastavit libovolně vysokou dávku paliva, potřebného pro spouštění motoru a nedochází tím i ke srážení (kondenzaci) paliva na stěnách sacího potrubí.

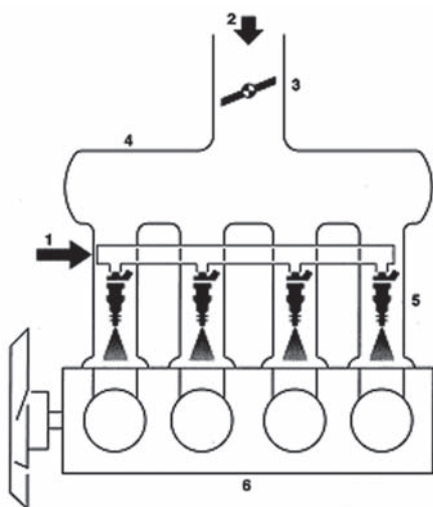


Obr. 13 Systémy tvoření směsi: a) vstřikování paliva, b) karburátorový motor: A – hlavní škrticí klapka, B – vedlejší škrticí klapka, C – škrticí klapka, D – podtlakový píst karburátoru, E – nasávaný vzduch.

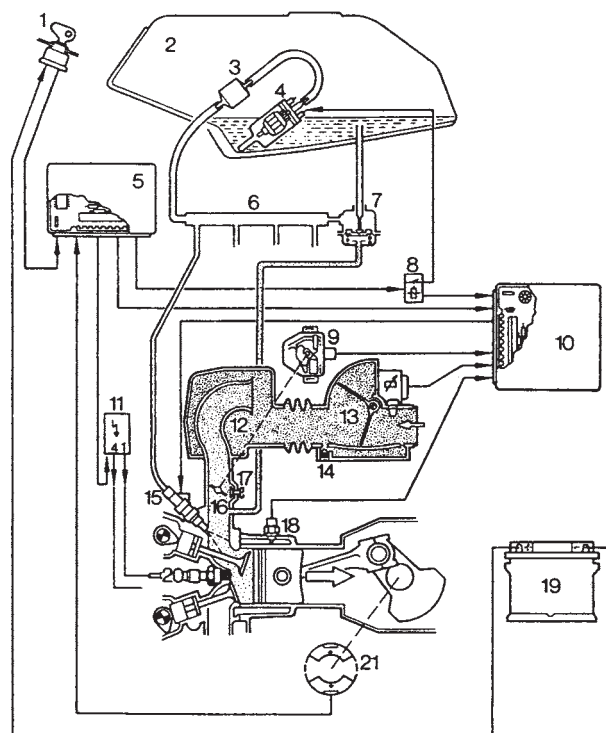
Rozeznáváme tři způsoby vstřikování benzínu:

- přímé vstřikování (benzín vstřikován přímo do spalovacího prostoru),
- centrální (bodové) vstřikování (nepřímé vstřikování),
- vícebodové vstřikování (nepřímé vstřikování).

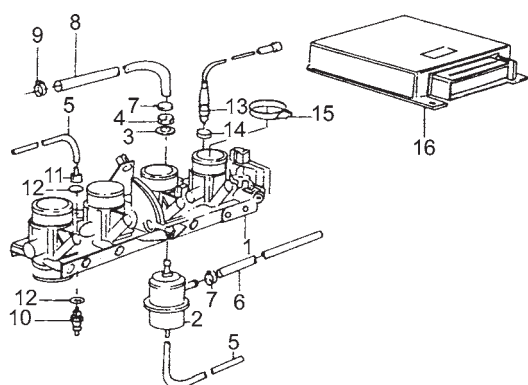
Centrální vstřikování benzínu (CFI = Central Fuel Injection) je elektronicky řízený vstřikovací systém, u kterého je palivo vstřikováno přerušovaně do sacího potrubí z jednoho elektromagnetického ventilu na centrálním místě nad škrticí klapkou. Vhodné pro motory do výkonu 80 kW (max. čtyři válce). U tohoto vstřikování se palivo vstřikuje v jednom místě sacího potrubí společného pro všechny válce motoru. Umístění vstřikovacího ventilu odpovídá umístění karburátoru. Palivový paprsek trysky je nasměrován do průtočných průřezů škrticí klapky.



Obr. 14 Vícebodové vstřikování benzínu: 1 – palivo, 2 – vzduch, 3 – škrticí klapka, 4 – sací potrubí, 5 – vstřikovací ventily, 6 – motor (Bosch).



Obr. 15 Vícebodový vstřikovací systém L-Jetronic a zapalování motoru BMW K 100: 1 – spínač zapalování, 2 – palivová nádrž, 3 – palivový filtr, 4 – palivové čerpadlo, 5 – řídicí jednotka zapalování, 6 – palivový zásobník, 7 – regulátor tlaku, 8 – relé palivového čerpadla, 9 – spínač škrticí klapky, 10 – řídicí jednotka vstřikování, 11 – zapalovací cívka, 12 – sběrač vzduchu, 13 – měřič množství vzduchu, 14 – šroub obtoku vzduchu, 15 – vstřikovací ventil, 16 – škrticí klapka, 17 – seřizovací šroub volnoběhu, 18 – snímač teploty chladiva, 19 – baterie, 20 – zapalovací svíčka, 21 – Hallův snímač.



Obr. 16 Díly vstříkovacího systému motoru BMW K 100: 1 – hrdlo škrticí klapky, 2 – regulátor tlaku, 3 – podložka, 4 – šestihřanná matice, 5 – podtlaková hadice, 6 – hadice, 7 – hadicové svorky (2), 8 – hadice, 9 – hadicová svorka, 10 – tlakový spínač, 11 – šroubové hrdlo, 12 – těsnicí kroužek (2), 13 – spínač, 14 – kroužek, 15 – hadicová svorka (4), 16 – řídicí jednotka motoru.

U motocyklů se používá **vícebodové vstříkávání** benzínu (MPI = Multi Point Injection). U vícebodových vstříkovacích systémů **je každému válci přiřazen jeden vstříkovací ventil**, který vstříkuje palivo přímo před sací ventil příslušného válce (obr. 14). Příkladem tohoto vstříkávání může být L-Jetronic (obr. 15 a 16).

Palivo je vstříkováno do jednotlivých větví sacího potrubí, přičemž vstříkovaný paprsek paliva je usměrněn do oblasti sacího ventilu. Při otevření sacího ventilu strhává proud nasávaného vzduchu obláčky palivových par a následujícím vířením v průběhu sacího taktu způsobuje tvorbu dobře zapalitelné směsi. Tím je zabezpečeno rovnoměrné naplnění jednotlivých válců motoru palivem a odstraněna kondenzace paliva na studených stěnách sacího potrubí za nízkých teplot.

Systém vícebodového přerušovaného vstříkávání **L-Jetronic** – základní řídicí signál pro určení doby vstříku, tedy i vstříkané dávky paliva je zatížení motoru a otáčky klikového hřídele. Zatížení motoru je stanoveno z okamžité hodnoty hmotnostního průtoku nasávaného vzduchu. Výsledné množství vstříkaného paliva je určováno na základě korekcí údajů snímače teploty chladicí kapaliny, napětí akumulátoru, případně lambda sondy.

Vstříkávání paliva 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 vstříkovacích systému běžně oddělenému měření nasávaného množství vzduchu a množství paliva, může být u vstříkovacích systémů, ve srovnání s karburátorem, z důvodů méně škrcených sacích kanálů dosaženo vyššího výkonu.

Elektronický systém řízení moderního zážehového motoru spojuje v jedné řídicí jednotce kompletní elektroniku řízení zážehového motoru (řízení zapalování a vstříkávání). Pomocí snímačů na motoru jsou získávána provozní data, např. spínací vstupy jako:

- zapalování (zapnuto/vypnuto),
- poloha vačkových hřídelů,
- rychlost jízdy,
- zařazený rychlostní stupeň,
- zásah převodovky,

nebo analogové hodnoty jako:

- napětí akumulátoru,
- teplota motoru,
- teplota nasávaného vzduchu,
- množství vzduchu,
- úhel natočení škrticí klapky,
- lambda sonda,
- snímač klepání,
- otáčky motoru.

Vstupní obvody v řídicí jednotce upravují tato data pro mikroprocesor. Ten zpracovává uvedená data, rozpoznává z nich provozní stav motoru a vypočítává potřebné ovládací signály. Koncové stupně zesilují tyto signály, ovládají posléze akční členy jež řídí provozní stav motoru. Tím je dosaženo optimálního spolupůsobení vstříkování, optimální přípravy směsi a její zapálení ve správný okamžik při rozličných provozních stavech zážehového motoru.

Vysoké nároky na klidný běh a na emise výfukových plynů stanovují vysoké požadavky na složení směsi při každém pracovním zdvihu. Vedle přesného odměření vstříkovaného množství paliva odpovídajícího množství nasávaného vzduchu a jeho měrné hmotnosti je důležité vstříknutí směsi ve správný okamžik.

Ve spojení s mikroprocesorovou řídicí jednotkou (u většiny moderních vstříkovacích systémů je řídicí jednotka integrována dohromady s řídicí jednotkou elektronického zapalování) jsou tyto systémy schopné zajistit tvorbu optimální palivové směsi za všech podmínek a v tomto ohledu proto vysoko přecházejí nad karburátory. Motocyklové vstříkovací systémy jsou efektivní, spolehlivé, jednoduché na údržbu, avšak složitě z hlediska konstrukce a vyhledání poruchy. Oproti karburátorům dochází k míchání palivové směsi v sacím potrubí motoru, krátce před vstupem do válců. Do vzduchu je vždy vstříknuto množství paliva přesně odměřené tak, aby odpovídalo okamžitým provozním podmínkám. Vstříkávání paliva zajišťují elektromechanické vstříkovací ventily. Systémový tlak potřebný pro vstříkávání zajišťuje elektrické čerpadlo v palivové nádrži.

Integrovaný vstříkovací a zapalovací systém Bosch Motronic MA 2.2, používaný nyní téměř u všech vyvíjených motocyklů BMW (kromě F 650), řídí vstříkávání a zapalování přesně podle různých provozních stavů motoru.

Řídicí jednotka tvořená elektronickým mikroprocesorem zpracovává vstupní signály od různých čidel a snímačů. Tyto snímače umožňují zjišťovat okamžitý provozní stav motoru. Na základě těchto signálů a podle dalších údajů uložených v paměti (tzv. charakteristické pole) vypočítává řídicí jednotka potřebné množství paliva a optimální předstih zapalování.

Vstupní snímače

Spínač zapalování (kombinovaný se zámekm řídítek) spojuje vstříkovací systém s palubní elektrickou sítí a zajišťuje napájení proudem.

CO potenciometr (regulovatelný odpor v mechanice škrticí klapky) vysílá elektrické signály, podle kterých se reguluje obsah oxidu uhelnatého (CO) ve výfukových plynech. U motorů s třicestným katalyzátorem přebírá funkci tohoto potenciometru tzv. **lambda sonda**. Signály z lambda sondy slouží právě k řízení katalyzátoru.

Snímač teploty nasávaného vzduchu je tvořený NTC odporem (NTC = odpor s negativním teplotním koeficientem = odpor se zmenšuje s rostoucí teplotou a naopak) předává řídicí jednotce údaje o teplotě venkovního vzduchu.

Snímač teploty motorového oleje (také NTC odpor) předává signály o teplotě motoru.

Snímač polohy škrtníci klapky předává řídicí jednotce informace o nastavení škrtníci klapky, ovládané rukojetí plynu.

Hallův snímač otáček předává elektrické signály o otáčkách motoru a o okamžicích, kdy je píst motoru (případně píst č. 1) v horní úvratí (HÚ).

Výškový korekční systém integrovaný v řídicí jednotce registruje údaje o hustotě vzduchu (ta se mění s nadmořskou výškou nebo s teplotou) a podle nich přizpůsobuje složení palivové směsi (s klesající hustotou vzduchu je ve směsi zapotřebí méně paliva).

Výstupní snímače

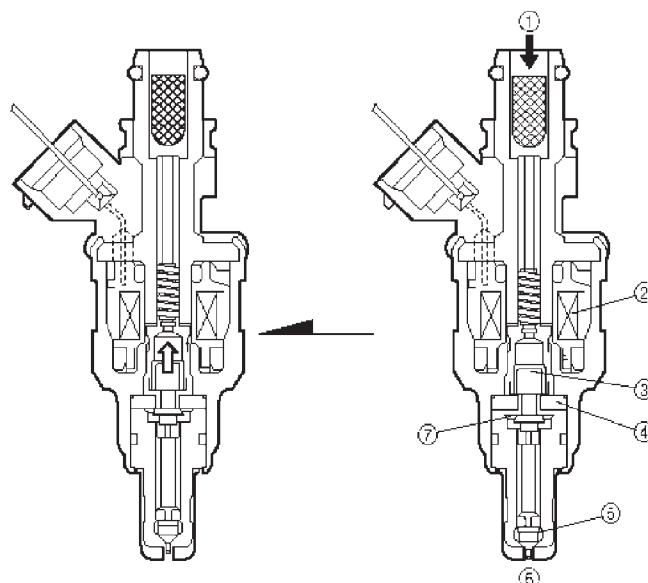
Koncový stupeň zapalování integrovaný v řídicí jednotce ovládá podle vypočteného předstihu přímo zapalovací cívku, která předává energii do zapalovací svíčky. Další výstup slouží k ovládnutí palivového čerpadla v palivové nádrži. Čerpadlo má za úkol udržovat v palivovém systému tlak asi 300 kPa (3,0 bar). Vstřikovací ventily jsou v přesně vypočtené okamžiky ovládnuty zápornými napětovými signály (po zapnutí zapalování je na obou ventilech kladné napětí 12 V) z řídicí jednotky. Délkou napětových signálů určuje řídicí jednotka délku otevření ventilu a tím pádem i množství vstřikovaného paliva.

Funkce vstřikovacího systému Bosch Motronic

Po zapnutí zapalování se do systému přivede napětí. V palivové nádrži začne pracovat palivové čerpadlo a vytvoří v systému potřebný tlak. Palivové čerpadlo je vybaveno filtrem, který lze měnit i zvenku.

Palivo pak teče z nádrže přívodní hadicí do rozdělovače paliva, ve kterém je regulační ventil, který udržuje v systému tlak 300 kPa (3,0 bar). Přebytké palivo se pak vrací zpět do nádrže.

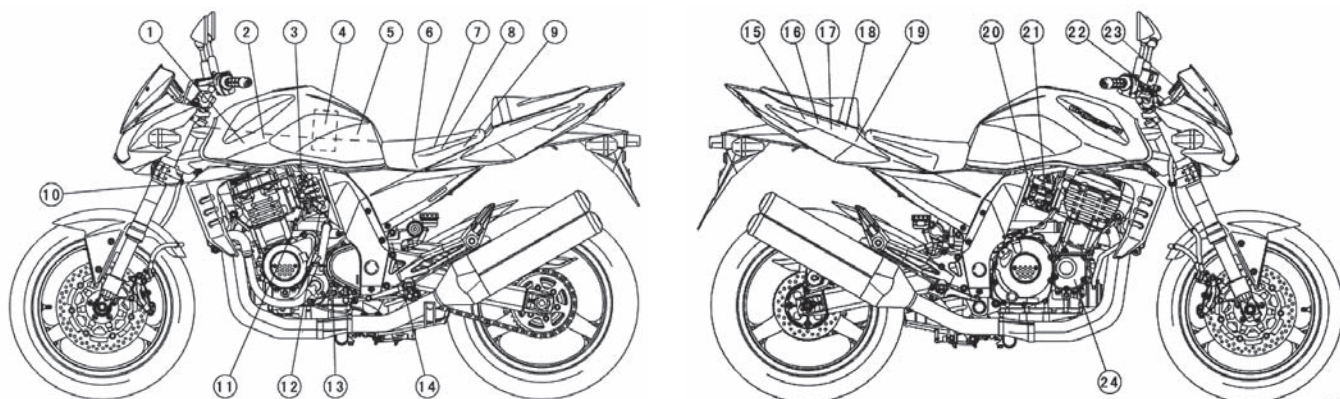
Z rozdělovače paliva se palivo přivádí hadicemi přímo ke vstřikovacím ventilům. V hrdlech obou škrtníci klapek je



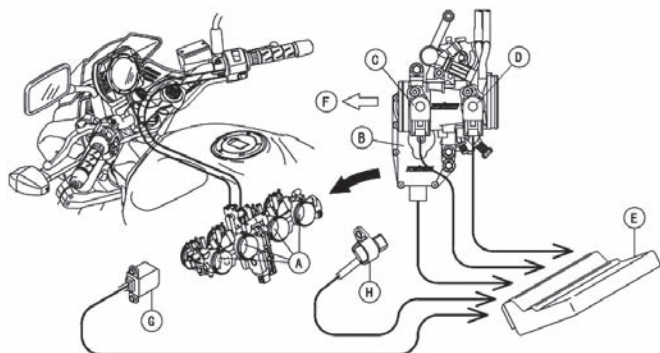
Obr. 17 Vstřikovací ventil: 1 – palivo, 2 – elektromagnetické vinutí, 3 – kotva magnetu, 4 – distanční člen, 5 – jehla, 6 – vstřikovací čep, 7 – příruba.

namontovaný pro každý válec jeden vstřikovací ventil. Pod palivovou nádrží se nasává sacím potrubím vzduch, který se filtruje přes papírovou filtrační vložku ve vzduchovém filtru. Sací vzduchové potrubí má tvar a průřez optimalizovaný vzhledem k výkonu a točivému momentu motoru.

Po nastartování motoru dostává řídicí jednotka vstupní signály od svých snímačů. Podle nastavení škrtníci klapky a otáček motoru vypočítává potřebné množství vzduchu. Jemná regulace pak probíhá na základě signálů od snímače teploty vzduchu a motorového oleje a od korekčního systému pro hustotu vzduchu. Řídicí jednotka porovnává tyto informace s informacemi uloženými v paměti (s charakteristickým polem) a podle toho vytváří odpovídající výstupní signály. Zapalovací signály jsou pak z koncového stupně v řídicí jednotce předávány ve formě primárního proudu přímo do zapalovací cívky.



Obr. 18 Složky vstřikovacího systému Kawasaki ZR1000-A1: 1 – snímač teploty chladicí kapaliny, 2 – snímač tlaku nasávaného vzduchu, 3 – vstřikovací ventily, 4 – palivové čerpadlo, 5 – snímač teploty nasávaného vzduchu, 6 – hermetická baterie, 7 – rozvodná skříňka, 8 – pojistka ECU (15 A), 9 – řídicí jednotka motoru ECU, 10 – nástrčné zapalovací cívky, 11 – těleso škrtníci klapky, 12 – diagnostická přípojka, 13 – spínač neutrálu, 14 – snímač náklonu vozidla, 15 – snímač atmosférického tlaku, 16 – výtlačné potrubí, 17 – hlavní relé ECU, 18 – relé palivového čerpadla, 19 – relé znamení směny směru jízdy, 20 – snímač vedlejší škrtníci klapky, 21 – snímač hlavní škrtníci klapky, 22 – spínač zapalování, 23 – dioda LED indikace vstřikování paliva, 24 – snímač polohy klikového hřídele (snímač polohy vačkového hřídele nezakreslený).



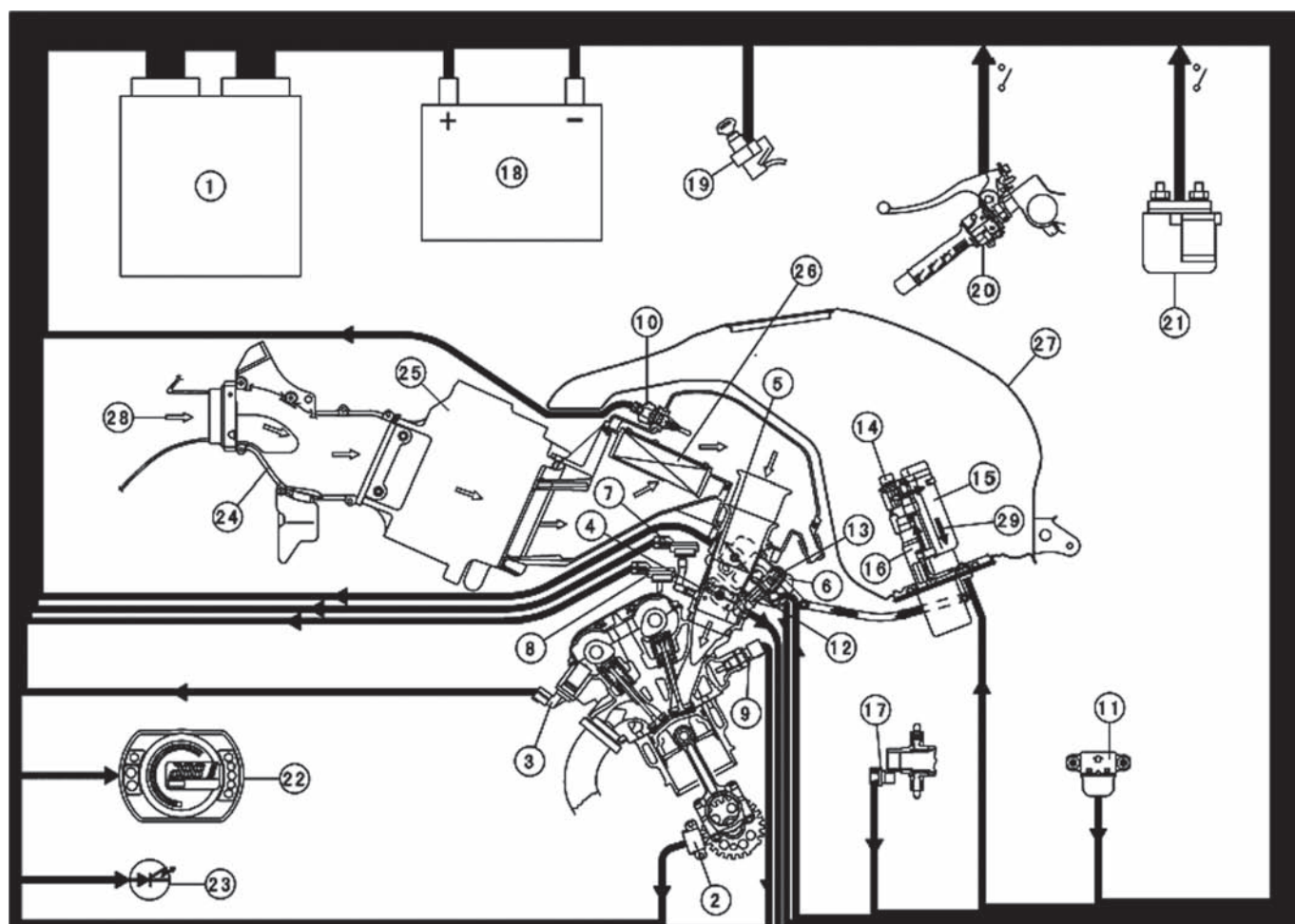
Obr. 19 Příprava směsi vstřikováním paliva u 4dobého čtyřválce s kapalinovým chlazením (Kawasaki ZR1000-A1, ZX636-B1): A – vedlejší škrticí klapky, B – ovladač vedlejší škrticí klapky, C – snímač vedlejší škrticí klapky, D – snímač hlavní škrticí klapky, E – elektronická řídicí jednotka (ECU = Electric Control Unit), F – strana čističe vzduchu, G – snímač polohy klikového hřídele, H – snímač otáček.

Vstřikovací ventily pak podle výstupních signálů vstřikují na každou otáčku klikového hřídele polovinu odměřeného množství paliva. Během startování za studena vstřikovací ventily vstřikují

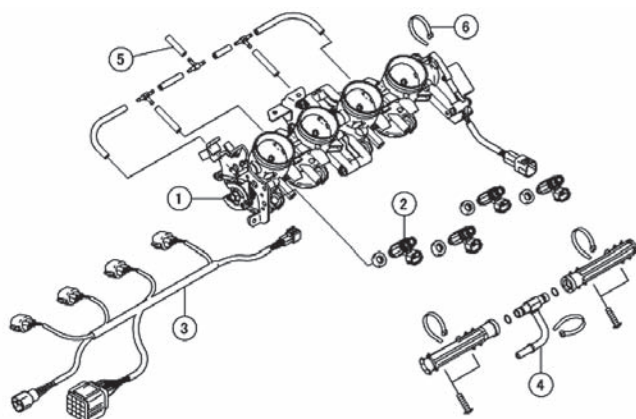
dvakrát (obohacení směsi). Díky velmi přesným údajům o hustotě vzduchu, vnější teplotě, teplotě motoru, složení výfukových plynů (lambda sonda), poloze rukojeti plynu, poloze pístů a otáčkách motoru dokáže řídicí jednotka vytvářet optimálně složenou palivovou směs i během zahřívací fáze po studeném startu a splňovat tak přísné ekologické emisní limity. Díky tomu odpadá typický zápach nespáleného benzínu, který se do výfukových plynů dostává při studeném startování u strašších motorů.

Abyste nedocházelo k zatěžování ovzduší a katalyzátoru nespáleným palivem a také z důvodu snížení spotřeby paliva se při zavření škrticí klapky a při otáčkách motoru nad 2 000 min⁻¹ (jízda na neutrálu) vypíná přívod paliva ke vstřikovacím ventilům a motor pak nasává pouze vzduch. Aby motor nevysadil, pak se při poklesu otáček pod 2 000 min⁻¹ přívod paliva znovu zapne.

Pokud dojde k výpadku jednoho nebo více vstupních signálů (např. v důsledku závady snímače), pak to řídicí jednotka rozpozná a chybějící hodnoty nahradí nouzovými, které má uložené v paměti. Tím je zajištěn provoz motoru sice v omezeném rozsahu, ale alespoň v takovém, aby bylo možné dojet do servisu. Výpadek signálu se pak zaznamená ve formě kódu do paměti závad. Paměť závad pak lze nechat vyvolat v odborném servisu a podle jeho obsahu opravit závady.



Obr. 20 Systém vstřikování benzínu – Kawasaki ZX636-B1 (Ninja ZX-6R): 1 – řídicí jednotka motoru ECU (Electric Control Unit), 2 – snímač polohy klikového hřídele, 3 – snímač polohy vačkového hřídele, 4 – snímač hlavní škrticí klapky, 5 – snímač vedlejší škrticí klapky, 6 – ovladač vedlejší škrticí klapky, 7 – snímač tlaku nasávaného vzduchu, 8 – snímač atmosférického tlaku, 9 – snímač teploty chladicí kapaliny, 10 – snímač teploty nasávaného vzduchu, 11 – snímač rychlosti vozidla, 12 – vstřikovače, 13 – přívodní trubka, 14 – regulátor tlaku, 15 – čistič paliva, 16 – palivové čerpadlo, 17 – snímač otáček, 18 – baterie, 19 – spínač zapalování, 20 – spínač zajištění startéru a vypnutí motoru, 21 – relé startéru, 22 – tachometr, 23 – kontrolka vstřikování (LED), 24 – sací potrubí, 25 – skříň, 26 – vložka čističe vzduchu, 27 – palivová nádrž, 28 – průtok vzduchu, 29 – průtok paliva.



Obr. 21 Rozklad sestavy skříňě škrticí klapky vstříkovacího systému Kawasaki ZX636-B1 (Ninja ZX-6R): 1 – sestava skříňě škrticí klapky, 2 – vstříkovače, 3 – konektorové připojení vstříkovačů, 4 – sestava přívodního potrubí, 5 – snímač nasávaného vzduchu, 6 – pásky.

Vstříkovací ventily. Každému válci je u vícebodového (a přímého vstříkování) přiřazen jeden elektromagnetický vstříkovací ventil. Ventil vstříkuje přesně odměřené množství paliva v okamžik určený řídicí jednotkou motoru přímo před sací ventily) válce motoru. Tímto způsobem je zcela odstraněna nevýhoda vysrážení paliva na stěnách sacího potrubí při nestacionárním provozu motoru, což by mohlo vést k časově nestabilním změnám požadované hodnoty lambda. Sací potrubí přivádí motoru pouze vzduch pro spalování a může být proto optimálně přizpůsobeno aerodynamickým požadavkům motoru.

Elektromagnetický vstříkovací ventil (obr. 17) obsahuje ventilovou jehlu ovládanou kotvou elektromagnetu. Jehla je velice přesně vedena v těle ventilu. V klidovém stavu tlačí pružina shora ventilovou jehlu do sedla ventilu, čímž uzavírá průchod paliva do sacího potrubí motoru. Jakmile začne řídicí jednotka ovládat elektromagnetickou cívku v tělese ventilu, nadzvedne se ventilová jehla a palivo může být vstříkováno do sacího potrubí.

Na obr. 18 až 21 je představen vstříkovací systém Kawasaki a na obr. 22 vstříkovací systém Suzuki.

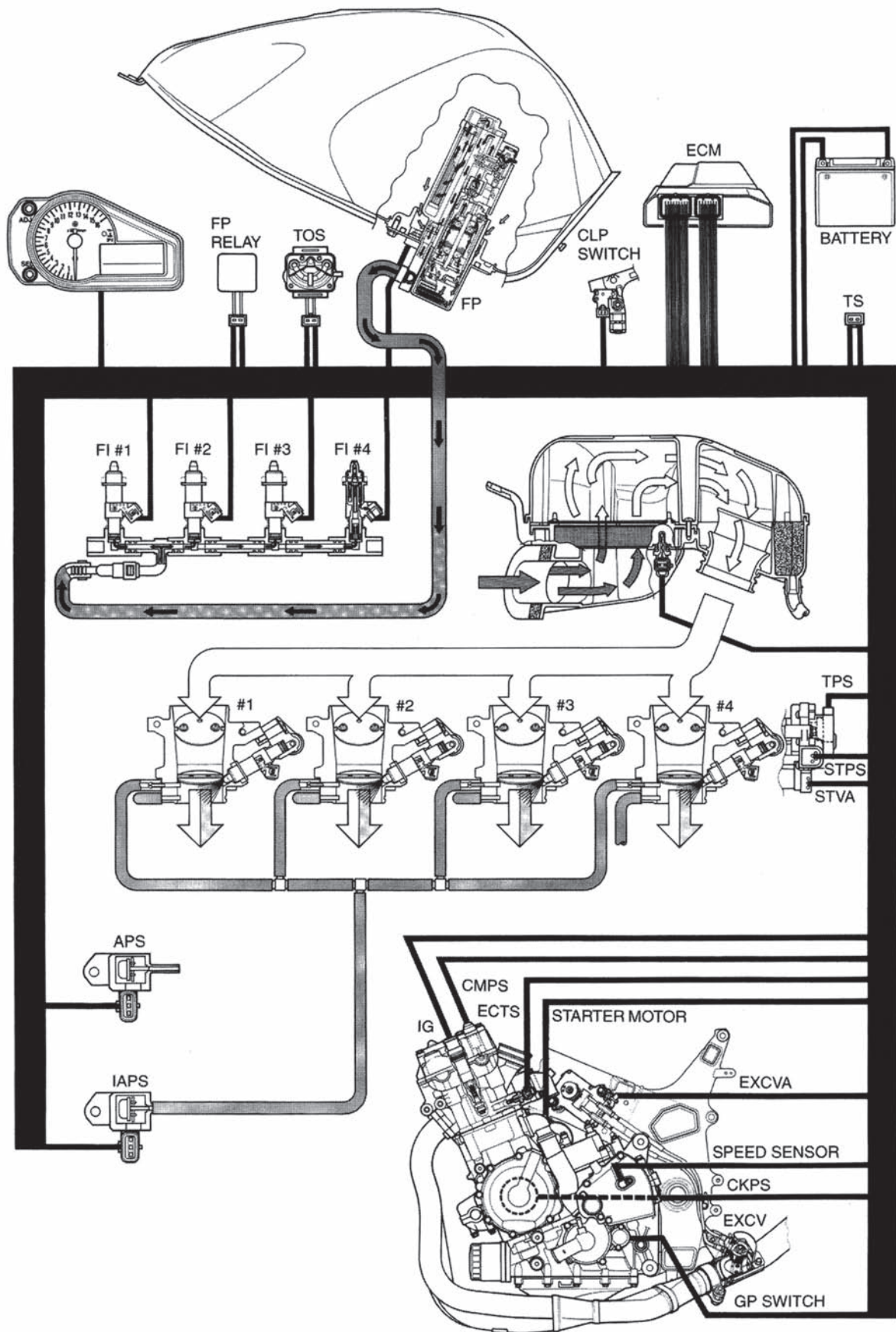
Řídicí systém vedlejší škrticí klapky se skládá s vedlejší škrticí klapky, ovladače vedlejší škrticí klapky s krokovým motorkem, řídicí jednotky motoru ECU a snímače vedlejší škrticí klapky (obr. 21). Řídicí systém vedlejší škrticí klapky je řízen signály z řídicí jednotky motoru. Otevírání a zavírání vedlejší škrticí klapky zajišťuje ovladač vedlejší škrticí klapky, který je řízen řídicí jednotkou ECU.

Vstříkovací systém Suzuki GSX-R 1000 (obr. 22) zahrnuje následující snímače, spínače a jednotky:

- FP-Relais = relé palivového čerpadla
- TOS = snímač překlopení
- FP = palivové čerpadlo
- CLP switch = spínač polohy páky spojky
- STPS = snímač polohy sekundární škrticí klapky
- STVA = nastavovač sekundární škrticí klapky
- ECM = řídicí jednotka motoru
- TPS = snímač polohy škrticí klapky
- APS/IAPS = snímač tlaku nasávaného vzduchu
- CMPS = snímač polohy vačkového hřídele
- ECTS = snímač teploty chladicí kapaliny motoru
- IG = zapalování
- EXCVA = nastavovač výfukových klapek
- Speed Sensor = snímač rychlosti
- Starter Motor = elektrický startér
- CKPS = snímač polohy klikového hřídele
- GP switch = spínač rychlostního stupně
- FI = vstříkovací ventil

LITERATURA

- [1] VLK, F.: Automobilová technická příručka. Vlastním nákladem, Brno, 2003.
- [2] VLK, F.: Teorie a konstrukce motocyklů. Vlastním nákladem, Brno, 2004.



Obr. 22 Vstřikovací systém Suzuki GSX-R 1000: dráha paliva, snímače a spínače.