



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

MALÉ JEDNOVÁLCOVÉ SPALOVACÍ MOTORY

SMALL ONE-CYLINDER INTERNAL COMBUSTION ENGINES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JOSEF SMOLKA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. VÁCLAV PÍŠTĚK, DrSc.

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Josef Smolka

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Základy strojního inženýrství (2341R006)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Malé jednoválcové spalovací motory

v anglickém jazyce:

Small one-cylinder internal combustion engines

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Shromáždit poznatky o malých jednoválcových spalovacích motorech dostupných na trhu.

Cíle bakalářské práce:

Shromáždit základní poznatky o malých jednoválcových spalovacích motorech dostupných na trhu.

Soustředit dostupné technické parametry těchto motorů.

Posoudit možnosti jejich modifikace pro alternativní paliva.

Seznam odborné literatury:

STONE, Richard. Introduction to Internal Combustion Engines. 3rd edition. Hampshire: Palgrave, 1999. ISBN 0-333-74013-01999.

HEISLER, Heinz. Advanced Engine Technology. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002. ISBN 1-56091-734-2.

KÖEHLER, Eduard. Verbrennungsmotoren. Berechnung und Auslegung des Hubkolbenmotors. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg Verlag, 2002. ISBN 3-528-23108-4.

HAFNER, Karl Ernst a MAASS, Harald. Kräfte, Momente und deren Ausgleich in der Verbrennungskraftmaschinen. Wien, New York: Springer Verlag, 1995. ISBN 978-3-7091-7468-5.

SKOTSKY, Alexander A. Automotive Engines. Springer Verlag, 2009, ISBN 978-3-642-00163-5.

Firemní literatura.

Internet.

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne 13.11.2014

L.S.

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan fakulty



ABSTRAKT

Obsahem této práce je seznámit čtenáře s použitými technickými řešeními v oblasti malých jednoválcových motorů a stručný přehled alternativních paliv pro zážehové motory. Hlavním cílem je nabídnout ucelený přehled dostupných motorů a jejich parametrů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Spalovací motory, rozvodový mechanismus, mazání, alternativní paliva, modifikace

ABSTRACT

The content of this thesis is getting to know the reader with the technical solutions in the field of small single cylinder engines and a brief overview of alternative fuels for petrol engines. The main objective is to offer a comprehensive overview of available engines and their parameters.

KEYWORDS

Internal combustion engine, timing mechanism, lubrication, alternative fuels, modification



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

SMOLKA, J.. *Malé jednoválcové spalovací motory*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 41 s. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc..



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením prof. Ing. Václava Píštěka, DrSc. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 26. května 2015

.....

Josef Smolka



PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji především panu profesorovi Václavovi Pištěkovi za trpělivost a ochotu. Také děkuji svým rodičům, kteří mě podporují a umožňují mi studovat na VUT.



OBSAH

Úvod	10
1 Požadavky na malé motory.....	11
1.1 Spolehlivost	11
1.2 Bezúdržbovost	11
1.3 Nízká spotřeba paliva.....	11
2 Rozdělení podle konstrukce	12
2.1 Dvoudobé motory	12
2.2 Čtyřdobé motory	13
3 Nejčastější typy rozvodů	14
3.1 Rozvod SV	14
3.2 Rozvod OHV	15
3.3 Rozvod OHC.....	16
4 Příprava palivové směsi.....	18
5 Mazání	22
6 Alternativní paliva	24
6.1 Vodík	24
6.1.1 Použití ve spalovacích motorech	24
6.1.2 Příprava směsi	24
6.1.3 Zapalování	25
6.1.4 Odvětrání klikové skříně	25
6.1.5 Skladování	25
6.2 Bioethanol.....	25
6.2.1 Výroba	26
6.2.2 Vlastnosti.....	26
6.2.3 Použití ve spalovacích motorech	26
6.3 Zkapalněný ropný plyn LPG.....	26
6.3.1 Vlastnosti	26
6.3.2 Použití ve spalovacím motoru	26
6.4 Stlačený přírodní plyn CNG	29
6.4.1 Vlastnosti	29
6.4.2 Použití ve spalovacích motorech	29
7 Přehled motorů	30
7.1 Honda.....	30
7.1.1 GX 25, GX 35.....	30
7.1.2 GXV 50,GXV 57.....	30



7.1.3	GCV 160, GXV 160	31
7.2	Briggs & Stratton	31
7.2.1	550 Horizontal	31
7.2.2	450 Vertical, 550 Vertical	31
7.3	Subaru, Kawasaki	32
7.3.1	EH 09, EX 13	32
7.3.2	FJ100D, FE120D	32
7.4	MVVS, DLA.....	32
7.4.1	30 SP IFS, 58 LC, DLA 32, DLA 58	33
7.5	Stihl.....	33
7.6	Srovnání dle zdvihového objemu	33
7.6.1	30-40 cm ³	34
7.6.2	49-60 cm ³	34
7.6.3	158-163 cm ³	35
8	Modifikace na alternativní palivo.....	36
	Závěr.....	37
	Použité informační zdroje.....	38
	Seznam použitých zkratk a symbolů	41



ÚVOD

Malé jednoválcové spalovací motory jsou všude kolem nás. Každý zná motorovou pilu, přenosnou elektrocentrálu či model letadla. Možností využití, stejně jako výrobců, je nepřeborné množství. Všechny tyto motory ale mají společnou konstrukci. Píst či klikovou hřídel najdeme v každém z nich. Emisní normy, tak omílané v automobilovém průmyslu, začínají čím dál více ovlivňovat i malé motory. To nás vede uvažovat o modifikaci na alternativní palivo i u těchto motorů.

V této práci je zpracováno větší množství témat, proto nejsou vysvětlována do detailů, ale předpokládají se znalosti z oboru spalovacích motorů. V jednotlivých kapitolách jsou nastíněna konstrukční řešení použitá v malých jednoválcových motorech a také stručný přehled alternativních paliv pro zážehové motory. Budu se zabývat pouze zážehovými motory, neboť v mnou vybrané kategorii do objemu válce 163 cm^3 se vznětové motory téměř nevyskytují. Nejprve je nutné definovat požadavky na malé spalovací motory a poté je rozdělit dle typu oběhu. Čtyřdobé motory se liší použitou konstrukcí rozvodového mechanismu, proto zmíním základní poznatky o ventilových rozvodech SV, OHV a OHC. Aby byl motor schopen funkce, je zapotřebí do jeho spalovacího prostoru dopravit palivovou směs. Proto je uveden stručný popis funkce karburátoru a přehled použitých řešení. Následují typy mazání v malých motorech a již zmíněný přehled alternativních paliv. Uvedu motory dostupné na trhu nejznámějších výrobců a poté je srovnám podle zdvihového objemu. V závěru posoudím možnost jejich modifikace na alternativní palivo. Při vypracování této práce jsem postupoval podle svých osobních zkušeností s touto tematikou, proto je i většina fotografií mého původu.



1 POŽADAVKY NA MALÉ MOTORY

Na tuto problematiku se můžeme podívat ze dvou úhlů pohledu. Očima zákazníka a očima výrobce. Zákaznickovy požadavky budou v první řadě spolehlivost, poté bezúdržbovost a nízká spotřeba paliva.

1.1 SPOLEHLIVOST

Spolehlivostí rozumíme připravenost k práci a také dlouhou životnost motoru bez velkých zásahů a investic. Tento pojem může být značně zavádějící. Pro příklad uvažujme motor v motorové pile pro hobby potřeby. Tato pila a její motor je konstruován na občasné použití v jednoduchých podmínkách, kdy motor a jeho ústrojí pracuje téměř neustále za ideálních podmínek (optimální otáčky, zátěž, teplota, ...). Při využití způsobem na jaký byl motor konstruován, bude zcela jistě spolehlivý (dostatečný výkon, startování). Jestliže si však tuto pilu pořídí člověk, který bude šetřit, pro každodenní použití v těžkých podmínkách, bude tento motor pracovat za jiných parametrů, než na jaké byl zkonstruován. Motor, a samozřejmě i ostatní části, bude opotřebován značně dříve než při určeném využití a začne vykazovat známky nespolehlivosti (špatné startování, trvale nízký výkon, vysoká spotřeba paliva).

1.2 BEZÚDRŽBOVOST

Pokud se zaměříme na téma bezúdržbovosti, zásadní rozdíl je v základní konstrukci motoru. U dvoudobého motoru patří mezi běžnou údržbu kontrola a výměna zapalovací svíčky (benzínový motor), čištění vzduchového a palivového filtru. Ovšem při každém tankování nesmíme zapomenout do paliva přidat olej, který zajišťuje mazání jednotlivých částí motoru. Čtyřdobý motor s sebou přináší hlavní výhodu a to v podobě odděleného mazání, tzn. při každém doplnění paliva odpadá míchání benzínu s olejem. Na druhou stranu se ovšem k běžné údržbě, stejně jako u dvoudobého motoru, přidává kontrola hladiny motorového oleje před každým spuštěním motoru a navíc jeho výměna v pravidelných intervalech. Pak už záleží na uživateli, co je pro něj více bezúdržbové.

1.3 NÍZKÁ SPOTŘEBA PALIVA

Při pohledu na téma nízké spotřeby paliva je zde mnoho vlivů, které ji ovlivní. Zásadním bude, při stejném objemu motoru, konstrukce, dvoudobý vs. čtyřdobý. Při dané konstrukci už rozdíly zásadní nebudou.

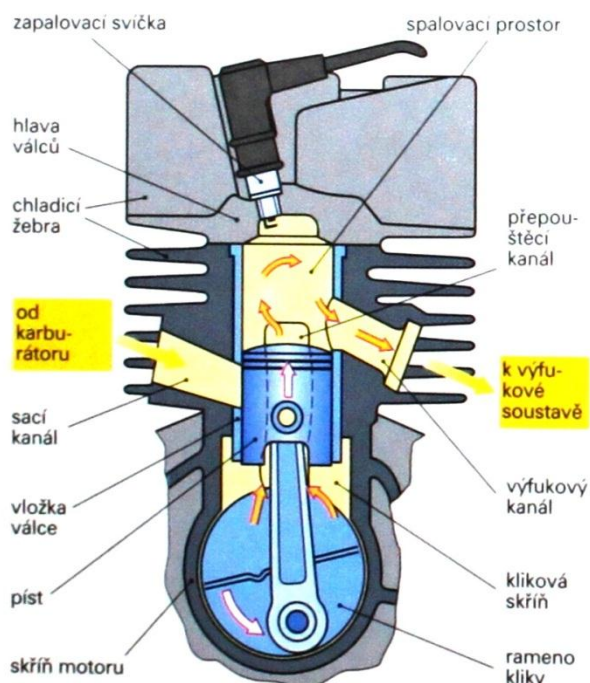


2 ROZDĚLENÍ PODLE KONSTRUKCE

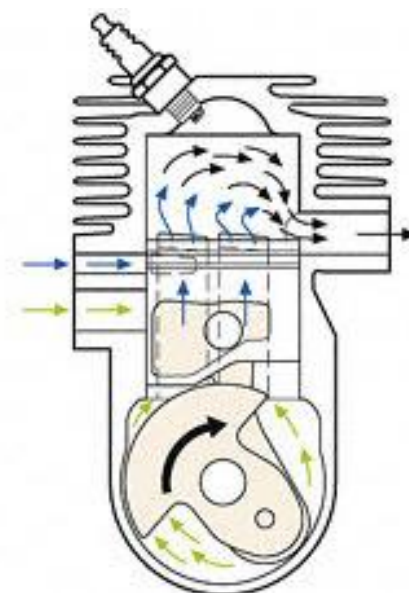
Spektrum využití malých jednoválcových motorů je poměrně široké, od zahradní techniky po malé motocykly a skútry. Pro konstrukci těchto pohonných jednotek se používá ve valné většině klasický pístový spalovací motor. Rozdělit jej tedy můžeme na dvou nebo čtyřdobé provedení.

2.1 DVOUDOBÉ MOTORY

Tyto motory jsou známy svou jednoduchostí, nízkou váhou a vyšším výkonem vztaheným k objemu motoru. Motor se skládá z válce, hlavy válce, klikové skříně, pístové skupiny a klikové hřídele, jak je vidět na obrázku 2.1. Plnění motoru směsí je zajišťováno pístovým rozvodem, který je ovládán ve válci pohybujícím se pístem a kanály. Je ovšem výrazně ovlivňováno i konstrukcí výfukového vedení, neboť pracovní fáze sání a výfuk se překrývají a hrozí zde vyfukování čerstvé směsi společně se směsí spálenou, což snižuje efektivitu plnění, tím i točivý moment motoru a zvyšuje měrnou spotřebu paliva. Tento efekt se eliminuje návrhem vhodného tvaru výfuku a použitím sacích klapek. S dalším vylepšením, s názvem 2-Mix, v této oblasti přišel rakouský výrobce zahradní techniky Stihl. Princip tohoto vylepšení je velice jednoduchý, mezi spálenou a čerstvou směsí je při výplachu navíc nasáván čistý vzduch, který má za úkol oddělit směs spálenou od čerstvé. Tím jsou sníženy ztráty při sání, což má za následek pozitivní efekt na spotřebu, výkon a emise motoru. Samotný výrobce slibuje vysoký točivý moment v celém spektru otáček a až o 20% nižší spotřebu oproti konvenčnímu řešení.



Obr. 2.1 Konstrukce dvoudobého motoru [1]



Obr. 2.2 Motor 2-Mix (modré šipky – vzduch, zelené šipky – čerstvá směs, černé šipky – spálená směs) [2]

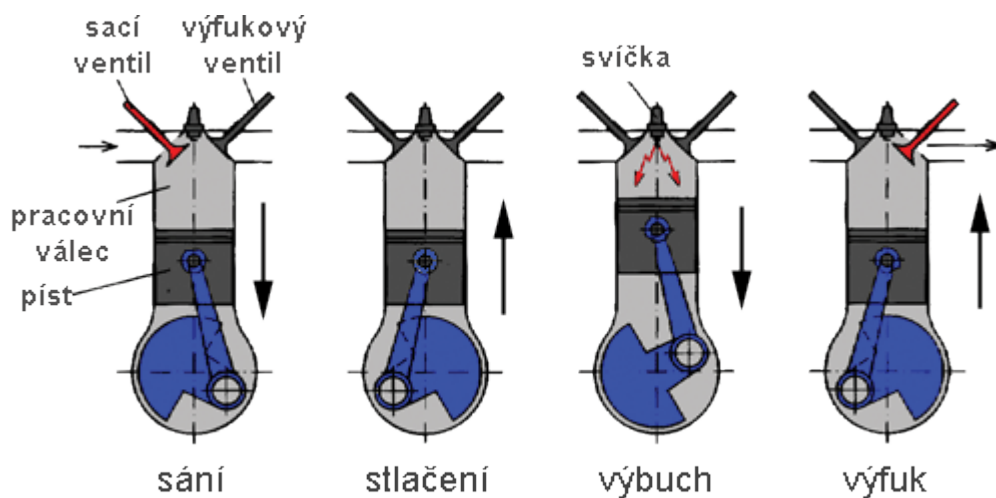


2.2 ČTYŘDOBÉ MOTORY

Nástup motorů s touto konstrukcí je převážně způsoben čím dál přísnějšími emisními limity. Z principu této konstrukce je jasné, že nespaluje olej obsažený ve směsi a vzhledem k dvojnásobnému počtu pracovních cyklů má i nižší měrnou spotřebu a výkon než dvoudobý motor se stejným zdvihovým objemem. V konstrukci těchto motorů se navíc objevuje ventilový rozvod, který zahrnuje ventily, vratné pružiny a vačkovou hřídel. Z toho vyplývá, že při srovnání dvoudobého a čtyřdobého motoru se stejným zdvihovým objemem bude mít čtyřdobý vyšší hmotnost. Navíc ventilových rozvodů existuje mnoho typů. Pro malé motory se používají především tyto 3 typy: SV, OHV a OHC.



Obr. 2.3 Konstrukce čtyřdobého motoru [3]



Obr. 2.4 Pracovní cykly čtyřdobého motoru [4]



3 NEJČASTĚJŠÍ TYPY ROZVODŮ

3.1 ROZVOD SV

Zkratka SV vychází z anglického Side Valves, což volně přeloženo znamená boční ventily. Také bývá označován jako flathead engine, překladem motor s plochou hlavou. Překlad vypovídá o konstrukci tohoto ventilového rozvodu, jehož ventily jsou umístěny po stranách válce a jeho hlava velmi „nízká“ s výrazným žebrováním. Česky je také nazýván rozvod se stojatými ventily, neboť ventily „stojí“ po straně válce talířem nahoru. Ventily jsou ovládány přes zdvihátka pomocí vačky na vačkové hřídeli uložené rovnoběžně s klikovou hřídelí v její blízkosti. O její pohon se stará převod ozubenými koly. Mezi výhody tohoto rozvodu patří jeho jednoduchost, malý počet součástí a z toho vyplývající nízká hmotnost, díky které tento rozvod dosahuje i nízkých setrvačných sil. Další výhodou je vysoká tuhost, nízká hlava motoru a snadný pohon vačkové hřídele, jak už bylo zmíněno. Nevýhodou tohoto rozvodu ze servisního hlediska je obtížné seřizování ventilové vůle kvůli špatnému přístupu ke zdvihátkům. Z konstrukčního hlediska to je pak zejména komplikovaný a nevhodný tvar spalovacího prostoru, který je umístěn i mimo osu válce. Z tohoto důvodu motory s SV rozvodem nedosahují vysokého kompresního poměru a ztrácejí tak na účinnosti. Pokud si přiblížíme plnění spalovacího prostoru skrze tento rozvod, je velmi komplikované. Nasávaná směs změní směr proudění o 180° aby se dostala do prostoru válce, z toho vyplývá nízká plnicí schopnost. Při výfuku se toto opakuje. Vysoká tuhost a nízké setrvačné síly by umožňovaly dosahování vysokých otáček, ovšem složité proudění směsi tomu zabraňuje. Z tohoto důvodu se dnes již nepoužívá ve vozidlových motorech. Je ovšem velmi rozšířen v zahradní technice, kde nejsou zapotřebí vysoké otáčky. Zde jsou motory převážně s oběma ventily na jedné straně, velmi ojediněle se používalo řešení se sacím na jedné a výfukovým na druhé straně. To mělo zlepšit vyplachování motoru. Nejznámějším výrobcem v oblasti zahradní techniky s tímto rozvodem je Briggs&Stratton.



Obr. 3.1 Komplikovaný tvar spalovacího prostoru motoru s SV rozvodem



Obr. 3.2 Umístění ventilů vedle válce, vlevo sací ventil



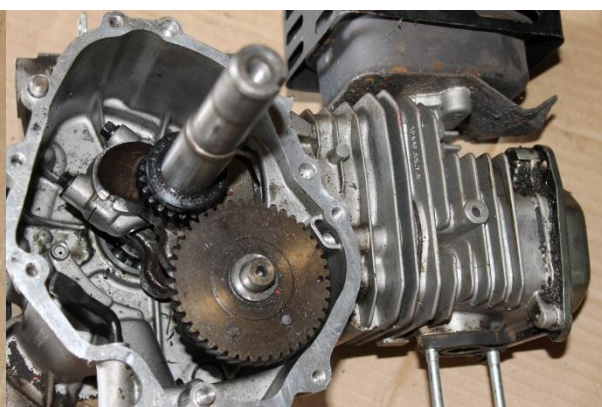
Obr. 3.3 Pohled na otvor pro seřizování ventilové vůle

3.2 ROZVOD OHV

Zkratka OHV značí Over Head Valve, v překladu ventil nad hlavou. U tohoto typu jsou ventily umístěny v hlavě válce a vačkový hřídel podobně jakou u SV rozvodu, tedy blízko klikové hřídele. Přenos síly je zprostředkován zdvihátkou, zdvihacími tyčkami a vahadly (dvouramenná páka). Z toho je jasné, že tuhost celého systému nebude vysoká, zatímco setrvačné síly jsou vysoké z důvodu velkého počtu součástí konajících přímočarý vratný pohyb. Seřízení ventilové vůle je možné pomocí seřizovacích šroubů na vahadle, většinou na straně zdvihací tyčky. Ventily jsou často uloženy v hlavě vedle sebe do řady, což umožňuje použít vahadla na společném čepu. Mezi výhody patří umístění ventilů, které snižuje ztráty při proudění směsi do a z válce, dále jednoduché seřizování ventilové vůle a přenos točivého momentu na vačkový hřídel. Nevýhodami jsou nízká tuhost systému, velké setrvačné hmoty, vyšší počet dílů, a z toho pramenící vyšší tření a mechanická hlučnost celého systému. Ačkoliv lepší plnění válce směsí napomáhá dosáhnout vyšších otáček motoru, nízká tuhost rozvodu v kombinaci s velkými setrvačnými silami to nedovoluje.



Obr. 3.4 Vačková hřídel motoru s OHV rozvodem



Obr. 3.5 Uložení vačkové hřídele v klikové skříni



Obr. 3.6 Uspořádání OHV rozvodu v hlavě válce Obr. 3.7 Vahadlo ventilu motoru Subaru 33,5cm³

3.3 ROZVOD OHC

Zkratka OHC zkracuje anglické Over Head Camshaft, v češtině vačková hřídel nad hlavou. Vačková hřídel je uložena nad ventily v hlavě motoru. To zaručuje vysokou tuhost systému a nižší setrvačné hmoty oproti OHV rozvodu. Při použití jedné vačkové hřídele se pro přenos síly na ventily užívá vahadel nebo rozvodových pák. Výhodami tohoto řešení tedy jsou vysoká tuhost, malé setrvačné síly, jednoduché seřizování ventilových vůlí, dobré plnění motoru a možnost dosahovat vysokých otáček. Hlavní nevýhodou tohoto řešení je velká vzdálenost mezi vačkou a klikovou hřídelí, tedy přenos točivého momentu je komplikovaný. Řeší se několika způsoby:

- 1) hřídelí – hřídel s kuželovými koly vede podél válce k vačkové hřídeli (toto řešení se již téměř nevyužívá)
- 2) řetězem – osy hřídelí jsou rovnoběžné a hřídele jsou opatřeny ozubenými koly. Řetěz je nutné napínat napínákem (nejčastější řešení u motocyklů)
- 3) ozubeným řemenem – vyztužený gumový řemen napínaný napínací kladkou (nejčastější řešení u zahradní techniky)
- 4) ozubenými koly – od klikové hřídele vedou soukolí k vačkové hřídeli

U malých motorů se nejčastěji setkáme s pohonem řetězem a řemenem. Výjimkou také není plastová vačka u motorů zahradní techniky. Rozvod OHC u malých motorů nejčastěji používá Honda a valná většina výrobců malých motocyklů.



Obr. 3.8 Dílů převodu OHC rozvodu

Obr. 3.9 Plastové převodové kolo a vačka



Obr. 3.10 Spalovací prostor motoru s rozvodem OHC



Obr. 3.11 Vahadlo ventilu se seřizovacím šroubkem



Obr. 3.12 Vahadlo ventilu s jeho čepem motoru Honda GXV 160



Obr. 3.13 Ventilové víko OHC rozvodu

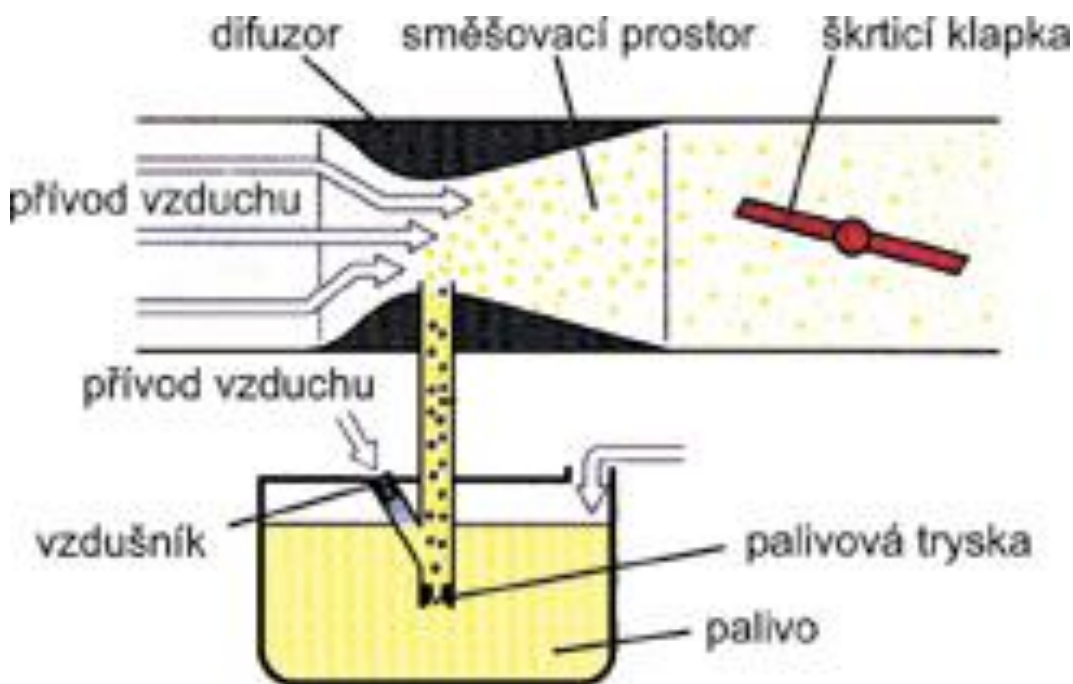


Obr. 3.14 Přístupnost ventilového OHC rozvodu



4 PŘÍPRAVA PALIVOVÉ SMĚSI

U malých motorů se o přípravu směsi ve valné většině stará karburátor, zavádění vstřikovacích systémů momentálně probíhá pouze u motocyklů velkých výrobců. Výhody, které vstřikování paliva poskytuje oproti karburátoru, zejména snížená spotřeba paliva, nejsou u těchto malých motorů tak markantní, proto stále vítězí karburátor. Karburátor funguje na principu Venturiho trubice. Vzduch vstupuje do karburátoru skrz filtr, v místě vyústění přívodu paliva do sacího potrubí je jeho průměr zmenšen, vzduch zvyšuje rychlost proudění, a tím je snižován jeho tlak. V místě zúžení je tedy podtlak vůči okolnímu prostředí a palivo je nasáváno do sacího potrubí. Množství nasávaného vzduchu je řízeno škrticí klapkou.



Obr. 4.1 Schéma karburátoru [5]

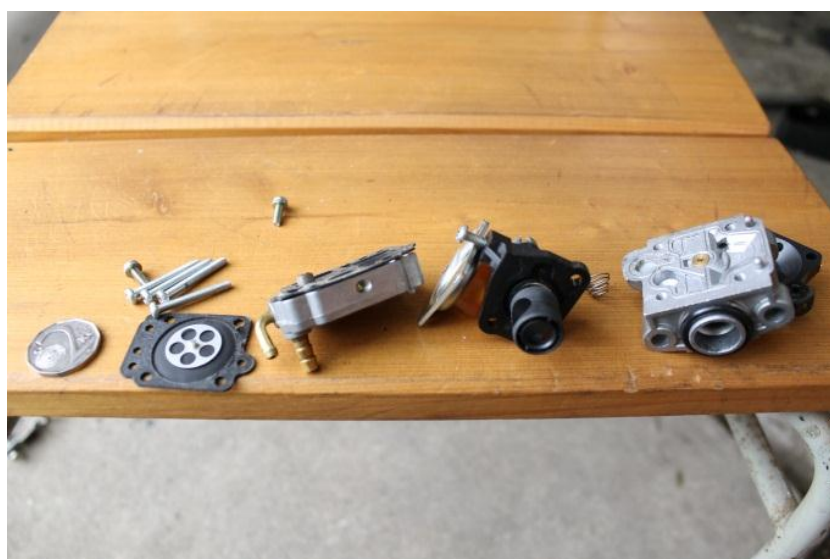
V zahradní technice, zejména pojezdových sekačkách staršího data výroby, se používaly velmi jednoduché karburátory. Těleso karburátoru je opatřeno plastovou trubičkou a osazeno přímo na palivové nádrži. Palivo je z nádrže čerpáno pomocí membrány, po průchodu palivovou tryskou se mísí se vzduchem. Škrticí klapka je ovládána systémem pružin a regulátorem otáček. Ty jsou dvojího typu, ovládaný proudem vzduchu, nebo hnaný mechanicky od klikové hřídele. Vzduchový regulátor reaguje na změnu proudění vzduchu od ventilátoru motoru, pokud je proud vzduchu malý, regulátor otevírá škrticí klapku a naopak. Mechanický regulátor obsahuje váleček, který je v závislosti na otáčkách vysunován nebo zasunován, tento váleček působí na páku regulátoru. Tyto regulátory jsou zde z důvodu požadavku konstantních otáček motoru. Technika, u níž se počítá se změnami otáček, jako například pily a křovinořezy, tento regulátor neobsahuje a škrticí klapka je ovládána prostřednictvím lanovodu páčkou „plynu“. Pro usnadnění studeného startu motoru je karburátor vybaven pumpičkou, která po zmáčknutí vytváří podtlak a vstřikuje palivo do sacího potrubí. Novější motory jsou vybaveny sofistikovanějšími karburátory, které jsou více podobné těm známějším, motocyklovým. Tyto obsahují plovákovou komoru s plovákem, jehlovým ventilem, systémem trysek a sytičem. Palivo je přiváděno samospádem z nádrže. Množství nasávané směsi je opět řízeno škrticí klapkou.



Obr. 4.2 Součásti karburátoru pro motor s konstantními otáčkami



Obr. 4.3 Karburátor motoru Subaru 33,5 cm³ s ovládním otáček



Obr. 4.4 Součásti karburátoru motoru Subaru 33,5 cm³. Zleva membrána, mezikus, pumpička, otočné šoupátko, tělo



Obr. 4.5 Vyspělejší karburátor s plovákovou komorou motoru Honda GCV 160



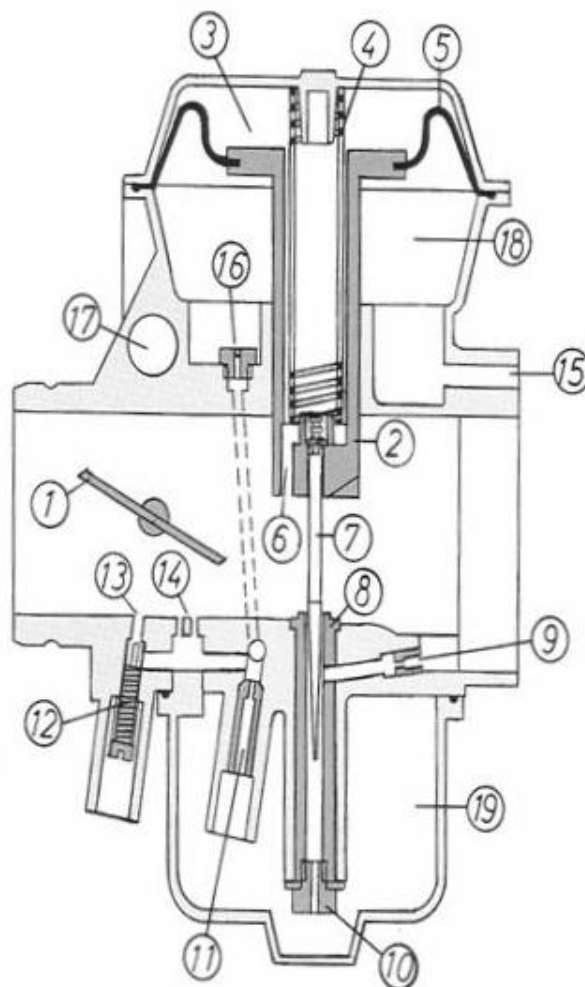
Obr. 4.6 Klapka sytiče

Motocyklové karburátory jsou na nejvyšší úrovni. Je zde požadavek pro plynulou regulaci otáček v celém otáčkovém spektru motoru, karburátor tedy musí připravovat ideální palivovou směs pro jakékoliv zatížení. Proto se používají rovnotlaké karburátory. Jejich princip funkce je opět založen na Venturiho trubici. Karburátory jsou vybaveny tryskami pro

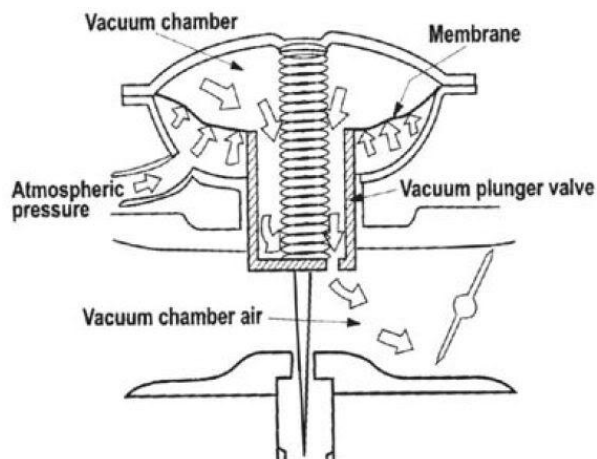


různé režimy zatížení, k těm jsou přivedeny kanálky pro přívod vzduchu. Změna zatížení je opět dána nastavením škrticí klapky, navíc jsou vybaveny šoupátkem s podtlakovou membránou. Ta řídí postupné zvedání šoupátka s jehlou pro plynulou změnu složení palivové směsi. Vše je patrné z obrázku 25.

1. Škrticí klapka
2. Šoupátko
3. Podtlaková komora
4. Pružina
5. Podtlaková membrána
6. Vstup podtlaku
7. Jehla
8. Emulzní trubice
9. Hlavní vzdušník
10. Hlavní tryska
11. Volnoběžná tryska
12. Šroub volnoběžné směsi
13. Výstup volnoběžné směsi
14. Výstup přechodové směsi
15. Vstup atmosférického tlaku
16. Volnoběžný vzdušník
17. Umístění sytiče
18. Atmosférická komora
19. Plováková komora



Obr. 4.7 Schéma rovnotlakého karburátoru [6]



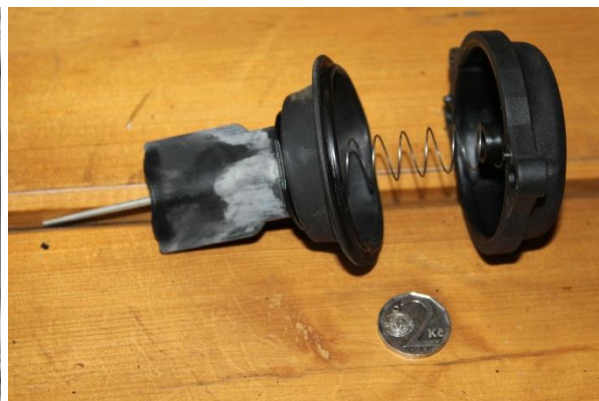
Obr. 4.8 Princip funkce podtlakové komory [7]



Obr. 4.9 Plováková komora s plovákem, tryskami a vpravo šroubem volnoběžné směsi



Obr. 4.10 Difusor se vzdušníky, podtlakovým šoupátkem a škrticí klapkou



Obr. 4.11 Podtlakové šoupátko s membránou, pružinou a víčkem



Obr. 4.12 Jednoduchý karburátor se vzduchem ovládaným regulátorem otáček



5 MAZÁNÍ

Druh mazání závisí zejména na typu konstrukce. U dvoudobého motoru se používá ztrátového mazání. Olej je přidáván do paliva v daném poměru, nejčastěji 1:40-1:50, tzn. na 1 litr oleje 40-50 litrů benzínu. Směs po nasátí motorem vstupuje do klikového prostoru, kde olej vlivem kondenzace ulpívá a maže ložiska klikové hřídele, ojnicí a pístní čep a také stěny válce. Přebytek oleje je spálen v dalším pracovním taktu a poté odchází do výfuku. U motocyklových motorů je olej dávkován čerpadlem v závislosti na otáčkách. Čtyřdobé motory nevyužívají ztrátové mazání. Mazání těchto motorů je několika typů. Nejjednodušší a nejrozšířenější v zahradní technice je systém rozstříkávání oleje. U motorů s horizontálně uloženou klikovou hřídelí je na dolním oku ojnice tzv. lžice, u vertikálně uložených motorů je tato lžice na samostatné hřídeli. Při každé otáčce klikové hřídele se lžice ponoří do oleje a rozstříkne olej na všechny vnitřní části motoru. Tento systém je velmi jednoduchý, pro jeho funkčnost je ale nutná dostatečná hladina oleje a provozování motoru v předepsané poloze, aby lžice byla v kontaktu s hladinou oleje. Vylepšením tohoto systému je použití rozstříkovacího kola místo lžice, rozstříkovací kolo je s olejem v neustálém kontaktu a poskytuje tak rovnoměrnější průběh mazání. Dalším vylepšením tohoto systému je použití samostatné nádrže oleje uvnitř klikové skříně. Zásobník je doplňován pístovým čerpadlem poháněným vačkou. Výhodou systému je neustálý kontakt oleje s rozstříkovacím kolem i při naklonění motoru, neboť olej je do zásobníku doplňován čerpadlem. Avšak nedovoluje trvalé použití motoru v náklonu. [8]

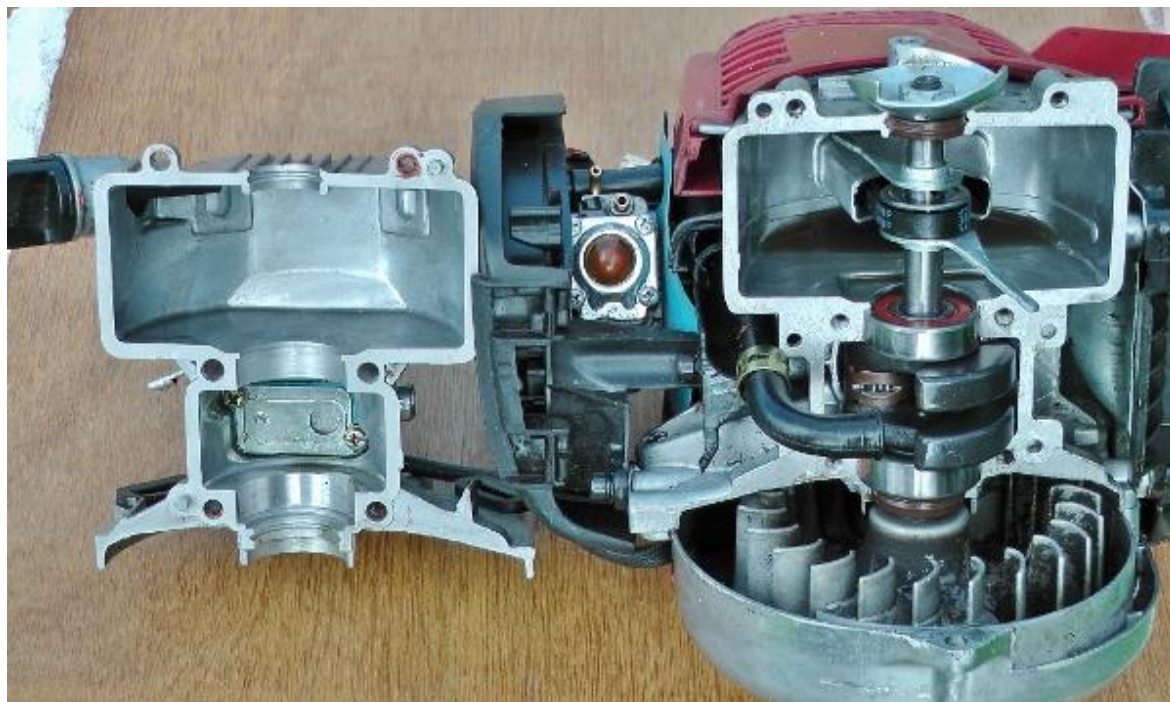


Obr. 5.1 Nálitek ojnice čtyřdobého motoru, tzv. lžice

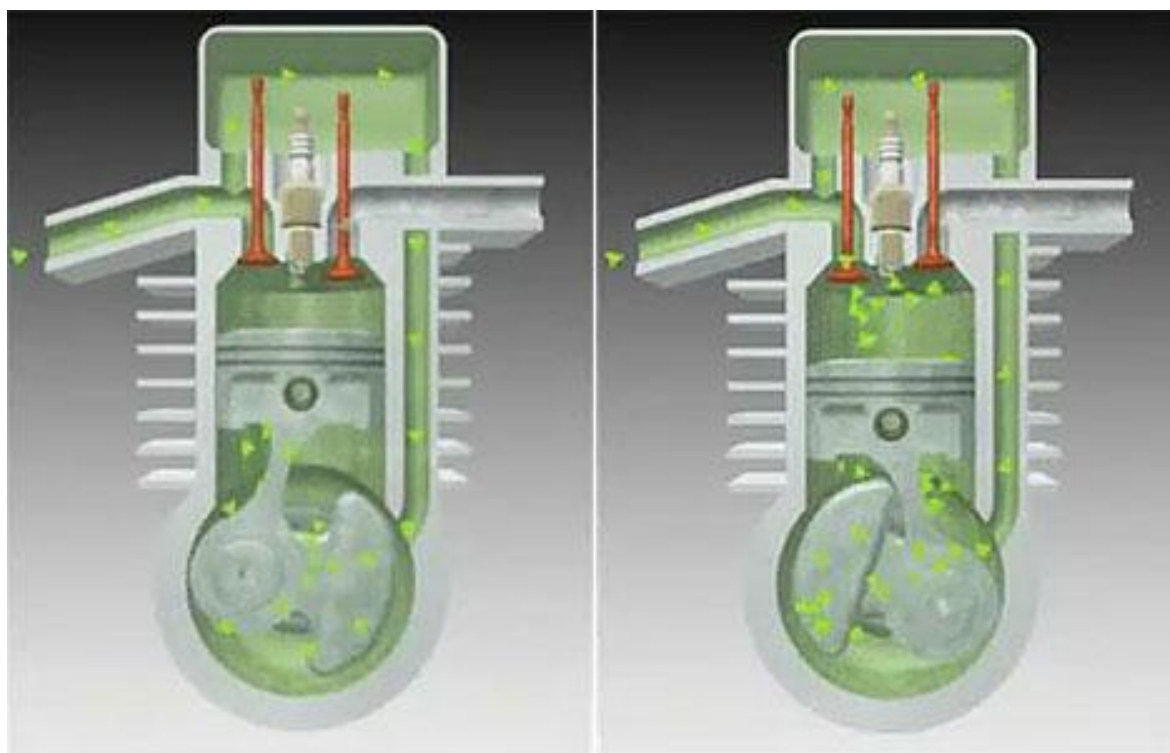
Honda ve svých malých čtyřdobých motorech tento systém s úspěchem využívá i pro motory, které pracují v náklonech. Olejový zásobník je oddělený od klikové skříně. V zásobníku je na hřídeli uložena dvoustranná lžice, která z oleje tvoří mlhu, ta se dostává prostorem kolem ozubeného řemene k hlavě válců a maže zde vačku, vahadla, ventily. Následně je olej sveden ke klikové hřídeli, kde maže ostatní díly. Cirkulace oleje je zajištěna pohybem pístu. Olej se poté vrací do zásobníku přes jednocestný ventil, který zabraňuje úniku oleje. Větší motory s vyšším obsahem oleje používají k mazání čerpadel. Olej je nasáván ze sběrného místa sacím košem, v čerpadle je zvýšen jeho tlak a následně čištěn v olejovém filtru. Olej je pak k jednotlivým místům přiveden systémem kanálků. Nejčastěji je používán systém se dvěma hlavními kanály, kdy jeden maže ložiska klikové hřídele, skrz kterou je olej přiváděn i k ostatním dílům (píst, pístní čep, ojnicí čep), a druhý kanál je v hlavě válce pro mazání ventilového rozvodu. Nejčastěji je pro zvyšování tlaku použito zubového čerpadla. To se



skládá z „obalu“ a dvou spoluzabírajících kol. Čerpadlo je poháněno řetězem z klikové hřídele. Systém je také vybaven pojistným ventilem, který má za úkol upustit část oleje a tím snížit jeho tlak, pokud dojde k překročení povoleného maximálního tlaku oleje. S inovativním řešením v oblasti mazání čtyřdobého motoru se setkáváme u motorů výrobce Stihl. Motor neobsahuje žádnou olejovou náplň, je mazán palivovou směsí s příměsí oleje, stejně jako dvoudobé motory. To zaručuje 100% použitelnost v jakémkoliv úhlu. Princip je patrný z obrázku 5.3. [9]



Obr. 5.2 Systém rozstřikovacího mazání motoru Honda GX 35 [9]



Obr. 5.3 Schéma mazání motoru Stihl 4-Mix [10]



6 ALTERNATIVNÍ PALIVA

Jako nejčastější alternativní paliva pro pístové motory se vyskytují zejména tyto:

Vodík
Bioethanol
LPG
CNG
bionafta

Zaměříme se na první čtyři zmíněné paliva.

6.1 VODÍK

Vodík patří mezi nejrozšířenější prvky na Zemi. Je to také nejlehčí prvek. V automobilovém průmyslu je tomuto prvku přikládán velký potenciál stát se palivem budoucnosti. Můžou za to jeho vlastnosti, zejména:

Vysoká difuzivita
Vysoká rychlost šíření plamene
Široký rozsah hořlavosti
Vysoká teplota samovznícení
Nízká iniciační energie
Malá vzdálenost hašení
Vysoká výhřevnost
Malá hustota

Důvodem nízkého rozšíření jako paliva je jeho složitá výroba, skladování a přeprava. Získává se i za pomoci neobnovitelných zdrojů, což velmi znevažuje jeho výhody. [11]

6.1.1 POUŽITÍ VE SPALOVACÍCH MOTORECH

Využívá se pro spalování v zážehovém čtyřdobém motoru. Vyskytují se zde ale problémy. Zejména předčasné vznícení směsi. Tento jev je znám jako detonační spalování, kdy se směs zažehne ještě před přeskočením jiskry na zapalovací svíčke, a má negativní dopady jak na výkon, tak i konstrukci motoru. U tohoto paliva je to způsobeno zejména nízkou iniciační energií, malou vzdáleností hašení plamene a vysokým rozsahem hořlavosti. K samozápalům dochází od teplých míst motoru, především zapalovací svíčky a výfukového ventilu. [11]

6.1.2 PŘÍPRAVA SMĚSI

CENTRÁLNÍ SYSTÉM

Tento systém využívá pro přípravu směsi karburátor. Jeho výhodou je možnost použití stávajícího systému sání motoru s malými úpravami a postačující nízký tlak vodíku. Neřeší ovšem problém samovzněcování.



VSTŘIKOVÁNÍ DO SACÍCH KANÁLŮ

U tohoto typu je užito vstřikovačů, které dávkují vodík před sací ventil, krátce po jeho otevření tak, aby vzduch mohl vytlačit zbytky výfukových plynů a ochladit horká místa. To značně eliminuje detonační spalování. Využívá se dvou typů vstřikovačů:

Řízených vačkou (konstantní objem)

Řízených elektronicky (proměnná doba a objem vstřiku)

PŘÍMÉ VSTŘIKOVÁNÍ

Vstřikovač dávkuje vodík přímo do spalovacího prostoru při kompresním zdvihu po uzavření ventilů, to výrazným způsobem napomáhá odstranit samozápaly a také zvyšuje výkon motoru. Pro tento typ je zapotřebí vyšší tlak vodíku v systému.

6.1.3 ZAPALOVÁNÍ

Pro zapálení směsi je zapotřebí zapalovací svíčky, tato se ovšem také stává problémem samozápalů, je tedy nutné použít svíčku s dobrým odvodem tepla z jiskřiště.

6.1.4 ODVĚTRÁNÍ KLIKOVÉ SKŘÍNĚ

Vodík má nižší hustotu než benzín, z toho vyplývá jeho vyšší schopnost dostat se do klikového prostoru přes pístní skupinu. Proto je nutné zajistit kvalitní odvětrání těchto prostor, aby se zde vodík nehromadil. Mohlo by dojít k zapálení a následnému požáru. Také výfukové plyny, které obsahují značné množství vodní páry, se dostávají do prostor klikové hřídele. Jejich kondenzace by měla za následek snížení kvality a mazací schopnosti oleje.

6.1.5 SKLADOVÁNÍ

Nevýhodou tohoto paliva je způsob jeho skladování. Pro udržení vodíku v nádrži je zapotřebí jej stlačit. Toto stlačení se pohybuje mezi 35-70MPa. Další možností je skladování kapalného vodíku, zde se k potřebě tlaku přidává velmi nízká teplota a to -253°C . [11]

6.2 BIOETHANOL

Bioethanol nebo také kvasný líh se používá jako alternativní palivo do zážehových motorů. Přidává se i jako nízkoprocentní přísada do Naturalu 95, v koncentraci do 10%. Také se můžeme setkat s palivem E85 které je složeno z 85% bioethanolu a 15% benzínu. [12]



6.2.1 VÝROBA

Bioetanol se vyrábí kvašením z biomasy. Pod pojmem biomasa si představujeme směs surovin jako např.: cukrová řepa, obilí, brambory a jiné. Tedy látky bohaté na cukry nebo látky proměnitelné na cukry (škrob). [12]

6.2.2 VLASTNOSTI

Etanol má v porovnání s benzinem vyšší oktanové číslo, tzn. větší odolnost proti samozápalům. Dále je to vyšší obsah kyslíku v etanolu. Naproti tomu má nižší výhřevnost než klasický benzin a také detergentní účinky, tzn. rozkládá oleje. Etanol také napadá plastové části a je schopen na sebe vázat vzdušnou vlhkost. [11][13]

6.2.3 POUŽITÍ VE SPALOVACÍCH MOTORECH

Z důvodu vyššího oktanového čísla je umožněno zvýšit kompresní poměr a tím zvýšit účinnost motoru. Je ale také zapotřebí optimalizovat spalovací komoru. Díky obsahu kyslíku v etanolu je k jeho spalování zapotřebí menší množství vzdušného kyslíku. Nižší výhřevnost s sebou přináší nárůst spotřeby. Je také nutno vyměnit plastové díly, které přicházejí do styku s etanolem, za alkoholuvzdorné. Voda, kterou je etanol schopen vázat způsobuje problémy s korozi, z toho důvodu se palivová soustava vyrábí z nerezavějících ocelí a palivová nádrž bývá pocínována. [13]

6.3 ZKAPALNĚNÝ ROPNÝ PLYN LPG

LPG zkracuje anglické Liquefied Petroleum Gas, do češtiny přeloženo zkapalněný ropný plyn. Jedná se o směs propanu a butanu, která se získává při zpracování ropy nebo při těžbě zemního plynu. [13]

6.3.1 VLASTNOSTI

Je to bezbarvá, silně těkavá a výbušná látka, za atmosférických podmínek se vyskytující v plynném stavu. Její typický zápach je způsoben uměle přidávanými látkami. Je přibližně 2x těžší než vzduch, z toho vyplývá možnost hromadění LPG v prohlubních. V porovnání s benzinem má LPG nepatrně vyšší měrnou výhřevnost než benzin, ale zároveň menší hustotu. Z toho vyplývá, že benzin má vyšší objemovou výhřevnost. To má za následek vyšší spotřebu LPG, přibližně o 15%. [11]

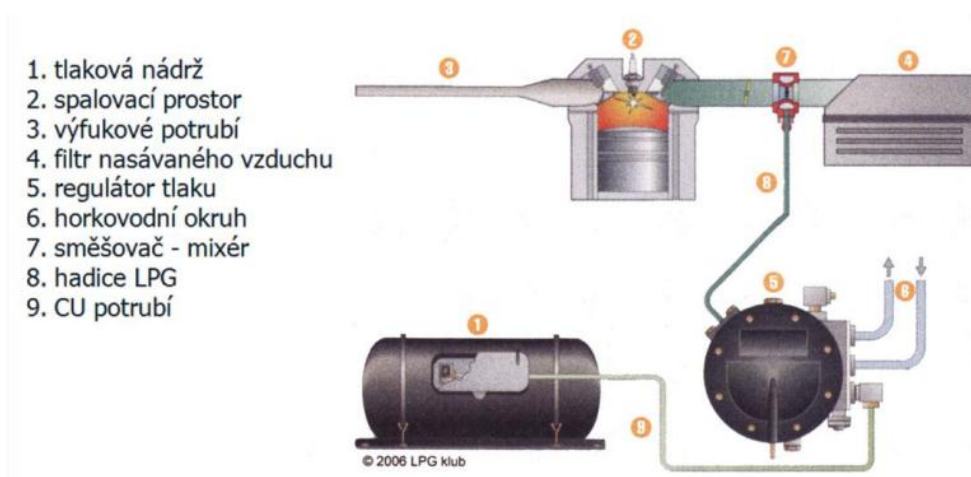
6.3.2 POUŽITÍ VE SPALOVACÍM MOTORU

Pro zavedení LPG je zapotřebí speciální nádrž s multiventilem a dalšími komponenty. Také se musí upravit směšovací poměr paliva a vzduchu. Využívá se nejčastěji 5 typů systémů pro dopravení LPG do spalovacího prostoru.



S CENTRÁLNÍM SMĚŠOVAČEM

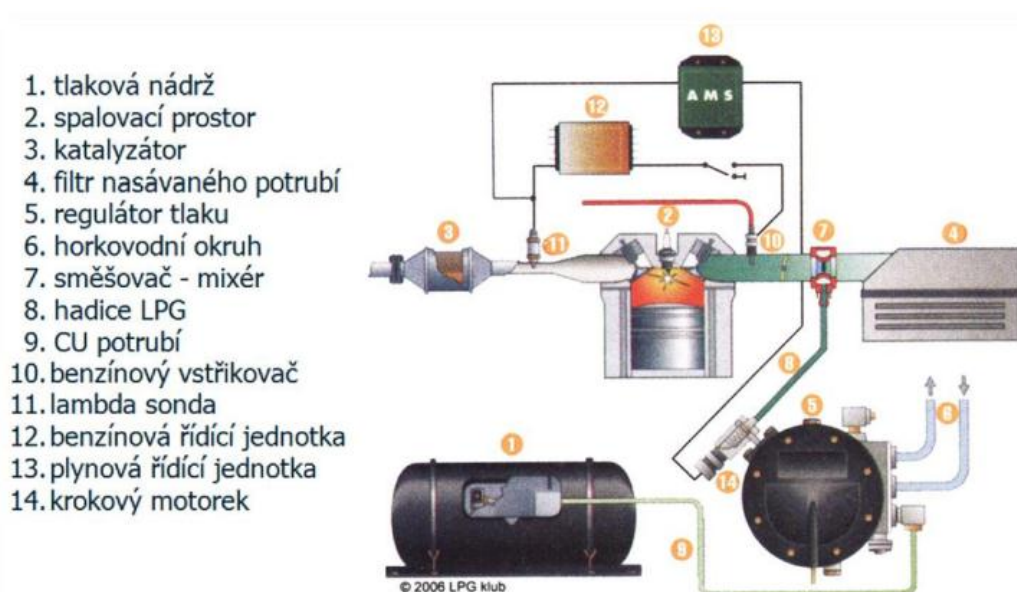
Určeno pro karburátorové motory. Systém obsahuje nádrž, reduktor, směšovač a palivové vedení. LPG je z nádrže přivedeno do reduktoru, kde je zplyňováno pomocí ztrátového tepla z chladicího okruhu motoru. Následně se ve směšovači, který je umístěn za vzduchovým filtrem a před karburátorem, slučuje se vzduchem a tato směs je nasávána sacím potrubím do spalovacího motoru. Výběr paliva je umožněn na ovládacím boxu pomocí tlačítkového přepínače.



Obr. 6.1 Schéma systému s centrálním směšovačem [14]

S CENTRÁLNÍM SMĚŠOVAČEM ŘÍZENÝM LAMBDA SONDOU

U tohoto systému je v okruhu navíc zapojen další člen, který omezuje průtok LPG, ovládaný z řídicí jednotky LPG napojené na lambda sondu. Tento systém je vhodný zejména pro motory vybavené jednobodovým vstřikováním.

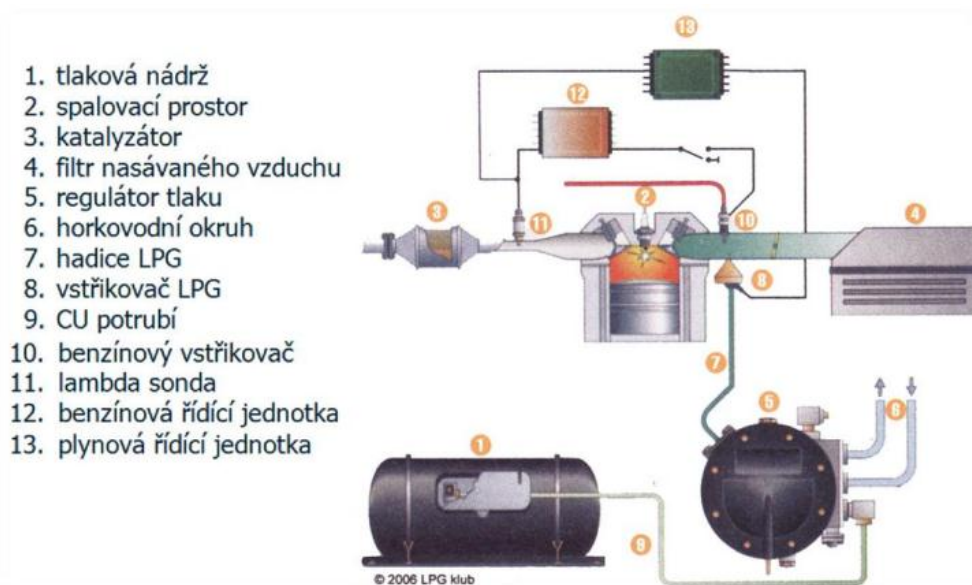


Obr. 6.2 Schéma systému s centrálním směšovačem řízeným lambda sondou [14]



KONTINUÁLNÍ VSTŘIKOVÁNÍ

Princip funkce tohoto systému je podobný jako vstřikování benzínu. Každý válec motoru má svůj vstřikovač, množství vstřikované dávky je řízeno řídicí jednotkou, která toto množství určuje podle hodnot lambda sondy ve výfukovém potrubí. LPG jednotka je zapojena paralelně k základní řídicí jednotce.



Obr. 6.3 Schéma systému s kontinuálním vstřikováním LPG [14]

SEKVENČNÍ VSTŘIKOVÁNÍ

LPG je opět dávkováno pro každý válec zvlášť, ale řízení je prováděno pomocí sériové jednotky, LPG jednotka pouze přepočítává množství LPG vstřikovaného místo benzínu. Jednotky jsou zapojeny sériově a výběr paliva je pouze na řídicí jednotce motoru.



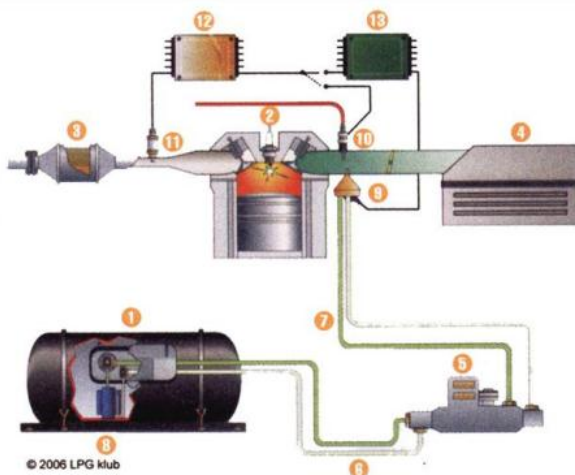
Obr. 6.4 Schéma systému se sekvenčním vstřikováním LPG [14]



VSTŘIKOVÁNÍ KAPALNÉHO LPG

Tento systém je nejvyspělejší ze všech. LPG je přiváděno v kapalně formě až ke vstřikovačům, kdy po vstříknutí do sacího potrubí dojde k jeho zplynění a tím ochlazení celé směsi. To dovoluje dosahovat lepších hodnot spotřeby a výkonu oproti ostatním systémům, zejména s centrálním směšovačem, a podobných jako při provozu na benzín. Přináší s sebou ovšem nevýhody v nutnosti vyhřívání vstřikovačů (ochlazování v důsledku změny skupenství LPG) a použití palivového čerpadla pro udržení konstantního tlaku LPG.

1. tlaková nádrž
2. spalovací prostor
3. katalyzátor
4. filtr nasávaného vzduchu
5. regulátor tlaku
6. tlakové potrubí, včetně zpětného
7. tlakové potrubí, včetně zpětného
8. čerpadlo v nádrži
9. vstřikovač LPG
10. benzínový vstřikovač
11. lambda sonda
12. benzínová řídicí jednotka
13. plynová řídicí jednotka



Obr. 6.5 Schéma systému se vstřikováním kapalného LPG [14]

6.4 STLAČENÝ PŘÍRODNÍ PLYN CNG

CNG zkracuje anglické Compressed Natural Gas, v překladu stlačený přírodní plyn. Jedná se o zemní plyn skladovaný ve stlačeném stavu pod tlakem 20MPa. Tento plyn se nejčastěji získává těžbou společně s ropou. [13]

6.4.1 VLASTNOSTI

CNG je bezbarvý, hořlavý plyn s nižší hustotou než vzduch. Z toho vyplývá, že zde nehrozí hromadění plynu jako v případě LPG. Také má vysoké oktanové číslo, přibližně 130. A v porovnání s jinými plyny disponuje také vysokou výhřevností. [11]

6.4.2 POUŽITÍ VE SPALOVACÍCH MOTORECH

Použití tohoto paliva v zážehovém motoru s sebou přináší podobná úskalí jako použití LPG. Pro CNG se ale používá především sekvenční vstřikování. CNG je skladováno ve vysokotlakých nádržích, odkud je vysokotlakým potrubím přiváděno k regulátoru tlaku. Zde se snižuje tlak CNG, neboť palivový systém motoru nedolává tak vysokému tlaku. Tlak CNG se snižuje expanzí, při které se ochlazuje, proto je regulátor napojen na chladicí soustavu vozidla a tím vyhříván. U starších typů poté plyn putuje do směšovače, kde tvoří palivovou směs. Jak už bylo zmíněno, ve větší míře se využívá u motorů se vstřikováním, proto je plyn veden palivovým vedením k jednotlivým vstřikovačům, kde je vstřikován do sacího potrubí každého válce.



7 PŘEHLED MOTORŮ

V této kapitole nabídnou ucelený přehled malých jednoválcových motorů. Výrobci nabízejících tyto motory je mnoho, proto se zaměřím pouze na renomované značky. Každý z výrobců předpokládá použití jeho motoru v daném oboru (zahradní technika, dálkově ovládané modely) a tomu odpovídá i jejich konstrukce. Nebudu zde uvádět motory malých motocyklů, neboť jsou konstruovány společně s převodovým ústrojím a nejedná se tedy pouze o motor, ale o celou pohonnou jednotku.

7.1 HONDA

Motory této produkce jsou zaměřeny zejména pro užití v zahradní technice (pojezdové sekačky, vyžinače, malotraktory). Jsou známy svými inovativními řešeními, spolehlivostí a kvalitou. Tento výrobce také nabízí nejširší paletu motorů vzhledem k zdvihovému objemu.

Tabulka 7.1 Motory japonského výrobce Honda [15]

Typ	/	GX 25	GX 35	GXV 50	GXV 57	GCV 160	GXV 160
Rozvod	/	OHC	OHC	OHV	OHV	OHC	OHV
Vrtání x zdvih	[mm]	35 x 26	39 x 30	41,8 x 36	45 x 36	64 x 50	68 x 45
Zdvihový objem	[cm ³]	25	35,8	49	57	160	163
Kompresní poměr	[-]	8,0:1	8,0:1	8,0:1	8,0:1	8,5:1	8,0:1
Výkon/otáčky	[HP/ot.*min ⁻¹]	1,0/7000	1,3/7000	2,1/7000	2,0/4800	4,4/3600	4,3/3600
Točivý moment/otáčky	[Nm/ot.*min ⁻¹]	1,0/5000	1,6/5500	2,7/4500	3,2/4000	9,4/2500	9,6/2500
Spotřeba paliva	[l/hod.]	0,54	0,71	0,91	0,58	1,1	1,1
Objem olejové náplně	[l]	0,08	0,1	0,25	-	0,5	0,65
Hmotnost	[kg]	2,78	3,33	5,5	5,4	10,5	15,5

7.1.1 GX 25, GX 35

Motory s tímto označením jsou nejmenšími dostupnými čtyřdobými motory tohoto výrobce. GX 25 má zdvihový objem 25 cm³, GX 35 35,8 cm³, oba motory využívají ventilový rozvod OHC poháněným ozubeným řemenem běžícím v oleji. Použití tohoto typu rozvodu pro zahradní techniku, navíc s tak nízkým zdvihovým objemem, je nezvyklé. Mazání motorů je zajištěno rozstříkem s odděleným zásobníkem oleje, jak bylo popsáno v páté kapitole, pro použití v jakémkoliv náklonu.

7.1.2 GXV 50, GXV 57

Motory s vertikálně uloženou klikovou hřídelí disponují rozvodem OHV, automatickým dekompresorem a karburátorem s plovákovou komorou. Motor GXV 50 pracuje ve vyšších otáčkách než GXV 57, z toho plyne jeho vyšší spotřeba paliva.



7.1.3 GCV 160, GXV 160

Tyto jednotky již disponují vyšším zdvihovým objemem, a to 160 cm³ u typu GCV a 163 cm³ u typu GXV. Rozdíly ve výkonosti jsou zanedbatelné, ovšem je patrný váhový rozdíl 5 kg a rozdílný typ použitého rozvodového mechanismu. Motor GXV je určen pro profesionální každodenní použití, jeho konstrukce je proto robustnější, používá také zastaralejší typ rozvodu OHV, který ovšem pro tyto motory bezpečně dostačuje, jeho údržba je ale méně náročná. Také je zvýšen objem olejové náplně, což má zajistit lepší odvod tepla.

7.2 BRIGGS & STRATTON

Tato značka je v oboru malých jednoválcových motorů proslavená díky „nesmrtelné“ konstrukci, kdy motory slouží celá desetiletí bez větších servisních zásahů. Typicky užívá v konstrukci ventilový rozvod SV, postupně přechází na rozvod OHV, který poskytuje větší prostor pro zlepšení výkonových parametrů.

Tabulka 7.2 Motory výrobce Briggs & Stratton [16][17]

Typ	/	550 Horizontal	450 Vertical	550 Vertical
Rozvod	/	OHV	SV	SV
Vrtání x zdvih	[mm]	62 x 42	65,1 x 44,5	65,1 x 47,7
Zdvihový objem	[cm ³]	127	148	158
Výkon	[HP]	3,5	/	/
Točivý moment/otáčky	[Nm]	7,5/2600	6,1/3060	7,4/3060
Objem olejové náplně	[l]	0,6	0,6	0,6
Hmotnost	[kg]	13	9	9

7.2.1 550 HORIZONTAL

Motor s horizontálně uloženou klikovou hřídelí, zdvihovým objemem 127 cm³, vybaven ventilovým rozvodem OHV. V tabulce 2 je patrné, že tento motor s o 30 cm³ menším zdvihovým objemem než 550 Vertical s SV rozvodem dosahuje stejné hodnoty točivého momentu a to 7,4 Nm.

7.2.2 450 VERTICAL, 550 VERTICAL

Motory stejného vrtání, pro zvýšení zdvihového objemu byl u motoru 550 Vertical zvýšen zdvih, tím bylo docíleno zachování hmotnosti a nárůst točivého momentu. Jak název



napovídá, motory mají klikovou hřídel uloženou vertikálně. Jejich konstrukce je již dlouhou dobu stejná, ale plně postačuje pro běžné použití. Využívají nejjednoduššího typu karburátoru.

7.3 SUBARU, KAWASAKI

Tyto japonské značky jsou slavnější v jiných kategoriích, ale ani na poli malých jednoválcových motorů nezaostávají. Vynikají robustní konstrukcí a kvalitou zpracování.

Tabulka 7.3 Motory výrobců Subaru a Kawasaki [18][19][20][21]

Výrobce	/	Subaru	Subaru	Kawasaki	Kawasaki
Typ	/	EH 09	EX 13	FJ100D	FE120D
Rozvod	/	OHV	OHC	OHV	OHV
Vrtání x zdvih	[mm]	51 x 42	58 x 48	56 x 40	60 x 44
Zdvihový objem	[cm ³]	86	126	99	124
Výkon/otáčky	[HP/ot.*min ⁻¹]	2,8/4200	4,3/4000	2,5/3600	4,0/3600
Točivý moment/otáčky	[Nm/ot.*min ⁻¹]	4,9/3500	8,1/2500	5,0/2800	7,6/2800
Spotřeba paliva	[g/kW*h]	-	367	-	-
Objem olejové náplně	[l]	0,3	0,6	0,46	0,6
Hmotnost	[kg]	10	14	10,8	14,5

7.3.1 EH 09, EX 13

Typ EH 09 používá rozvod OHV, jeho váha je ale oproti konkurenci nepatrně vyšší. S hmotností je na tom podobně i typ EX 13, který používá rozvod OHC poháněný řetězem. [19]

7.3.2 FJ100D, FE120D

Motor Kawasaki se zdvihovým objemem 99 cm³ má také poměrně vysokou váhu a ani větší zdvihový objem oproti EH 09 nestačí na větší rozdíl mezi točivými momenty. Typ FE120D s OHV rozvodem zaostává za stejně velkým Subaru EX 13 ve všech parametrech.

7.4 MVVS, DLA

Výrobci především motorů pro dálkově ovládané modely. Typickým znakem pro ně jsou vysoké otáčky šplhající se i přes 8000 ot./min. a vysoký výkon. Většinou využívají dvoudobého spalovacího cyklu. Pro jejich konstrukci se používají moderní slitiny hliníku, které zaručují jejich nízkou hmotnost.



Tabulka 7.4 Motory výrobců MVVS, DLA [22][23][24][25]

Výrobce	/	MVVS	MVVS	DLA	DLA
Typ	/	30 SP IFS	58 LC	DLA 32	DLA 58
Rozvod	/	pístem	pístem	pístem	pístem
Vrtání x zdvih	[mm]	35 x 31	42 x 42	37 x 30	46 x 35
Zdvihový objem	[cm ³]	30	58	32	58
Kompresní poměr	[-]			7,6:1	7,8:1
Výkon/otáčky	[HP/ot.*min ⁻¹]	4,1/9000	8,5/6950	3,8/8200	6,0/8500
Točivý moment/otáčky	[Nm/ot.*min ⁻¹]	3,5/8000	8,8/6600		
Hmotnost	[kg]	1,125	1,995	1,136	1,555

7.4.1 30 SP IFS, 58 LC, DLA 32, DLA 58

Motory 30 SP IFS a DLA 32 dosahují podobných parametrů, ovšem při porovnání 58 LC a DLA 58 je rozdíl ve výkonu již citelný. Motor českého výrobce dosahuje o 2,5 PS vyššího výkonu o 1550 ot./min. dříve než DLA 58. Navíc je tento motor vybaven vodním chlazením zahrnující řemenem poháněné zubové čerpadlo, díky kterému je motor schopen poskytovat stále stejné parametry výkonu.

7.5 STIHL

Rakouský výrobce zahradní techniky nenabízí malé jednoválcové motory jako samostatný sortiment, avšak ve svých aplikacích (motorové pily, křovinořezy) používá motory s inovativními řešeními. Svá řešení zaměřuje především na snížení spotřeby paliva a možnost víceúčelového použití.

Tabulka 7.5 Motory rakouského výrobce Stihl

Typ	/	2-Mix	4-Mix
Rozvod	/	pístem	OHV
Zdvihový objem	[cm ³]	37,7	36,3
Výkon/otáčky	[HP]	2,28	1,87

7.6 SROVNÁNÍ DLE ZDVIHOVÉHO OBJEMU

Pro možnost porovnání motorů rozdílných konstrukcí je zapotřebí srovnávat motory přibližně stejného zdvihového objemu. Vytvořil jsem tři kategorie.



7.6.1 30-40 cm³

Tabulka 7.6 Srovnání v objemové kategorii 30-40 kubických centimetrů

Výrobce	/	MVVS	DLA	Honda	Stihl	Stihl
Typ	/	30 SP IFS	DLA 32	GX 35	4-Mix	2-Mix
Rozvod	/	pístem	pístem	OHC	OHV	pístem
Zdvihový objem	[cm ³]	30	32	35,8	36,3	37,7
Výkon/otáčky	[HP/ot.*min ⁻¹]	4,1/9000	3,8/8200	1,3/7000	1,87	2,28/8500
Točivý moment/otáčky	[Nm/ot.*min ⁻¹]	3,5/8000	/	1,6/5500	/	/
Hmotnost	[kg]	1,125	1,136	3,33	/	/

V této kategorii je nejvýkonnějším motorem typ 30 SP IFS českého výrobce MVVS, a to i přes nejmenší zdvihový objem v této kategorii. Čtyřdobé motory svým výkonem zaostávají. Motor 2-Mix má o 1,82 HP nižší výkon než 30 SP IFS i přes svou dvoudobou konstrukci a zlepšené plnění motoru. Tento motor je ovšem konstruován pro každodenní použití a dlouhou životnost, proto není jeho výkon vysoký. Při porovnání dvou čtyřdobých konstrukcí různých výrobců rozdíl v dosahovaném výkonu není zásadní, liší se zejména způsobem mazání.

7.6.2 49-60 cm³

Tabulka 7.7 Srovnání v objemové kategorii 49-60 kubických centimetrů

Výrobce	/	Honda	Honda	DLA	MVVS
Typ	/	GXV 50	GXV 57	DLA 58	58 LC
Rozvod	/	OHV	OHV	pístem	pístem
Zdvihový objem	[cm ³]	49	57	58	58
Výkon/otáčky	[HP/ot.*min ⁻¹]	2,1/7000	2,0/4800	6,0/8500	8,5/6950
Točivý moment/otáčky	[Nm/ot.*min ⁻¹]	2,7/4500	3,2/4000	/	8,8/6600
Hmotnost	[kg]	5,5	5,4	1,555	1,995

U této objemové kategorie jsou rozdíly mezi čtyřdobou a dvoudobou konstrukcí zásadní, a to jak ve výkonu, tak i váze. Rozdíl mezi nejsilnějším a nejslabším motorem je 6,5 HP a 3,5 kg. Možné využití motorů je ale naprosto rozdílné.



7.6.3 158-163 cm³

Tabulka 7.8 Srovnání v objemové kategorii 158-163 kubických centimetrů

Výrobce	/	Honda	Honda	Briggs&Stratton
Typ	/	GCV 160	GXV 160	550 Vertical
Rozvod	/	OHC	OHV	SV
Zdvihový objem	[cm ³]	160	163	158
Výkon/otáčky	[HP/ot.*min ⁻¹]	4,4/3600	4,3/3600	
Točivý moment/otáčky	[Nm/ot.*min ⁻¹]	9,4/2500	9,6/2500	7,4/3060
Hmotnost	[kg]	10,5	15,5	9

Zde můžeme porovnat čtyřdobé motory lišící se typem rozvodu. Motor 550 Vertical s SV rozvodem zaostává v hodnotě točivého momentu, ale má nižší váhu. Využití motorů je stejné, pro pojezdové sekačky a malotraktory. Při zachování zdvihového objemu je tedy jednodušší dosáhnout lepších parametrů točivého momentu a výkonu s rozvodem typu OHV nebo OHC.



Obr. 7.1 Motor MVVS 58 LC s vodním chlazením [28]



8 MODIFIKACE NA ALTERNATIVNÍ PALIVO

Při posuzování vhodnosti modifikace na alternativní palivo je potřeba brát v úvahu více faktorů. Zejména konstrukci a také náročnost přestavby. Při přestavbě dvoudobého motoru je zapotřebí myslet na jeho mazání palivovou směsí. Za normálních okolností je olej rozpuštěn v benzínu, který poté tvoří palivovou směs se vzduchem, ovšem pokud bychom motor konvertovali na některý typ plynného paliva, mohou nastat problémy s homogenitou oleje ve směsi a tím i problémy s mazáním motoru. Při použití bioethanolu, který má detergentní (neboli čistící) účinky, je mazání palivovou směsí velmi komplikované. Z těchto důvodů nejsou dvoudobé a čtyřdobý motor 4-Mix vhodné pro konverzi na alternativní palivo.

Zaměříme se tedy na čtyřdobé motory s olejovou náplní, které jsou mazány bez ohledu na typ paliva. Jak bylo zmíněno, v konstrukci těchto motorů se vyskytují tři druhy ventilového rozvodu - SV, OHV a OHC. Vzhledem ke složitému tvaru spalovacího prostoru a proudění plynů ve válci nedoporučuji použít motor s SV rozvodem. Jak bylo ukázáno při srovnání motorů se stejným zdvihovým objemem, motory s modernějšími rozvody OHV a OHC dosahují vyšších hodnot točivého momentu. Také způsob přípravy palivové směsi zde hraje roli. Nejjednodušší typ karburátoru není schopen dodávat motoru palivovou směs v optimálním poměru v celém spektru použitelných otáček, je to dáno jeho konstrukcí, kdy obsahuje pouze jednu trysku a množství nasávané směsi je řízeno škrticí klapkou. Lépe je na tom karburátor využívající plovákovou komoru, který je schopen přesnější regulace. Zejména díky použití dvou trysek, hlavní a pomaloběžné, kdy hlavní tryska dodává palivo pro vyšší otáčky a zatížení a pomaloběžná pro nízké otáčky a malé otevření škrticí klapky. Nejvýhodnější by bylo užití rovnotlakého karburátoru, který je schopen přesně regulovat bohatost směsi v závislosti na otáčkách a zatížení. Tento typ karburátoru se ale na uvedených motorech nevyskytuje.

Typ karburátoru je zásadní při konverzi na bioethanol, který tvoří palivovou směs stejně jako benzín. Nejjednodušší modifikací pro tyto motory by tedy byla přestavba na bioethanol, kdy přestavba bude spočívat ve výměně palivového vedení a těsnění karburátoru za alkoholuvzdorné a úpravě bohatosti směsi. Pro získání lepších parametrů točivého momentu a výkonu je dobré zvýšit kompresní poměr vhodnou modifikací spalovacího prostoru.

Při konverzi na plynné alternativní palivo typ karburátoru nehraje zásadní roli, slouží pouze pro startování motoru. Hlavní nevýhodou je skladování těchto paliv, kdy je nutno použít sekundární nádrže. Ta musí splňovat požadavky na uchování daného typu paliva, především odolávat tlaku. Dalším úskalím plynného paliva je použití směšovače, který se umísťuje před karburátor. Běžně předělávaná vozidla mají mnohem větší průměr difuzoru než karburátory malých motorů. To s sebou přináší další komplikaci v podobě výroby směšovače na míru daného motoru. Také reduktor (regulátor tlaku), kde dochází ke změně skupenství LPG a CNG, je zapotřebí vyhřívat. U vzduchem chlazených motorů je efektivní vyhřívání téměř nemožné. Také předpoklad využití těchto motorů s sebou přináší otázku, jak tato plynná paliva tankovat do nádrže. Paliva jsou skladována pod tlakem a musí být tankována speciálními ventily.



ZÁVĚR

Mým cílem bylo podat ucelený přehled o používaných konstrukčních řešeních v oblasti malých jednoválcových motorů, alternativních palivech pro zážehové motory a nabídnout souhrn parametrů motorů dostupných na trhu. Poznatky o konstrukčních řešeních jsem čerpal především ze své praxe a doložil je názornými fotografiemi, které vystihují daná řešení.

Nabídnutý přehled motorů má za úkol shromáždit poznatky o jejich konstrukci a výkonových parametrech. Z toho můžeme usuzovat, jakým směrem se uchýlí jejich vývoj. V oblasti přípravy palivové směsi je dostatek prostoru pro vylepšení a modernizace, to by mělo pomoci získat ze stejného zdvihového objemu vyšší výkon a točivý moment při nižší spotřebě paliva.

Konverze těchto motorů na alternativní paliva je poměrně neobvyklá, a proto je i náročná. Nejjednodušší proces modifikace skrývá bioethanol, který pro tvorbu palivové směsi využívá karburátoru, stejně jako benzín. Zejména vhodnými pro takovouto přestavbu jsou motory s ventilovými rozvody OHV nebo OHC a karburátorem schopným regulace bohatosti směsi v celém spektru otáček. Jako nejlepší pro tuto přestavbu se tedy jeví motor značky Honda, typ GXV 160, který využívá OHV rozvodu a je vybaven karburátorem s plovákovou komorou a systémem trysek. Jeho celková konstrukce je mohutnější než u typu GCV 160 a tak by měl být i odolnějším proti případným samozápalům a dalším nepřesnostem v jeho chodu, které by se mohly vyskytnout v průběhu ladění.

Jako nevhodné alternativní palivo se jeví vodík, který je zapotřebí v palivové nádrži skladovat pod vysokým tlakem, také síť čerpacích stanic není široká. Navíc při konverzi na toto palivo čeká velké množství úskalí, především v podobě samozápalů a pronikání do klikového prostoru.



POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] Konstrukce dvoudobého motoru. <http://uvp3d.cz> [online]. [cit. 2015-05-23] Dostupné z: <http://uvp3d.cz/drtic/wp-content/uploads/2014/07/Dvoudob%C3%BD-z%C3%A1%C5%BEhov%C3%BD-motor-.jpg>
- [2] Motor 2-Mix. <http://centrum-stihl.pl> [online]. [cit. 2015-05-20] Dostupné z: <http://centrum-stihl.pl/sites/default/files/Silnik%202-MIX.jpg?1298400578>
- [3] Konstrukce čtyřdobého motoru. http://www.physics.hku.hk/~phys1055/images/car_engine.jpg [online]. [cit. 2015-05-25] Dostupné z: http://www.physics.hku.hk/~phys1055/images/car_engine.jpg
- [4] Pracovní cykly čtyřdobého motoru. <http://www.techmania.cz> [online]. [cit. 2015-05-25] Dostupné z: http://www.techmania.cz/edutorium/data/fil_1190.gif
- [5] Princip funkce karburátoru. <http://img.blesk.cz> [online]. [cit. 2015-05-20] Dostupné z: http://img.blesk.cz/static/old_abc/imgdb/original/phpLlM9Ah.jpg
- [6] Schéma rovnotlakého karburátoru <http://www.xbhp.com> [online]. [cit. 2015-05-25] Dostupné z: <http://www.xbhp.com/talkies/attachments/motorcycle-ownership-experiences/44698d1308882691-karizma-karizma-r-cvcarb.jpg>
- [7] Princip funkce podtlakové komory <http://i943.photobucket.com> [online]. [cit. 2015-05-25] Dostupné z: <http://i943.photobucket.com/albums/ad271/imageshare/GY6CVcarbdiaphragmoperation.jpg>
- [8] The lubrication sytem <http://smallengineinformation.com> [online]. [cit. 2015-05-23] Dostupné z: http://smallengineinformation.com/?page_id=658
- [9] Systém rozstříkovacího mazání motoru Honda GX 35. <http://brushdestructor.com> [online]. [cit. 2015-05-23] Dostupné z: <http://brushdestructor.com/brushdestructor-home-page/everything-you-should-know-about-brush-cutters-to-make-the-right-buying-decisions/types-of-brush-cutter-engines/>
- [10] Schéma mazání motoru Stihl 4-Mix <http://www.lider.co.ua> [online]. [cit. 2015-05-25] Dostupné z: <http://www.lider.co.ua/image/data/stihl/ms/Stihl-dvigatel-4-MIX-2.jpg>
- [11] ŠEBOR G.; POSPÍŠIL M.; ŽÁKOVEC J. Technicko – ekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě <http://www.mdcz.cz> [online]. 6/2006, [cit. 2015-05-21]. Dostupné z: http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/F2EF24EF-5E59-42C7-B6C7-A5508CE8F820/0/Technickoekonomicka_analyza_vhodnych_alternativnich_paliv_v_dopravecast_1.pdf
- [12] Biopaliva frčí <http://biopalivafrci.cz> [online]. [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://biopalivafrci.cz/co-jsou-to-biopaliva/vlastnosti/>
- [13] VLK, F. Alternativní pohony motorových vozidel. 1. vyd. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2004. 226 s. ISBN 80-239-1602-5.



- [14] Schéma LPG systémů. <http://www.lpg.cz> [online]. [cit. 2015-05-25] Dostupné z: http://www.lpg.cz/lpgsystemy/lpgsystemy_popis.php
- [15] Honda motory. <http://www.hondastroje.cz> [online]. [cit. 2015-05-24] Dostupné z: <http://www.hondastroje.cz/motory>
- [16] Briggs & Stratton vertical shaft engines. <http://www.briggsandstratton.com> [online]. [cit. 2015-05-24] Dostupné z: <http://www.briggsandstratton.com/au/en/push-mower-engines>
- [17] Briggs & Stratton other engines. <http://www.briggsandstratton.com> [online]. [cit. 2015-05-24] Dostupné z: <http://www.briggsandstratton.com/eu/en/engines/other-engines/550-series-horizonal>
- [18] Subaru engines. <http://www.subarupower.com> [online]. [cit. 2015-05-24] Dostupné z: <http://www.subarupower.com/products/engines/eh09-rammer-engine/eh09-technical-information/>
- [19] Subaru engines. <http://www.subarupower.com> [online]. [cit. 2015-05-24] Dostupné z: <http://www.subarupower.com/products/engines/ex13-overhead-cam-engine/ex13-technical-information/>
- [20] Kawasaki engines. <http://www.kawasaki-engines.eu> [online]. [cit. 2015-05-24] Dostupné z: <http://www.kawasaki-engines.eu/cs/engines/4-stroke-horizontal/fj-series/fj100d/>
- [21] Kawasaki FE120D engine. <http://www.psep.biz> [online]. [cit. 2015-05-24] Dostupné z: http://www.psep.biz/store/kawasaki_fe120d_engine.htm
- [22] MVVS benzínové motory. <http://www.mvvs.cz> [online]. [cit. 2015-05-24] Dostupné z: <http://www.mvvs.cz/docMVVS/30cz.pdf>
- [23] MVVS benzínové motory. <http://www.mvvs.cz> [online]. [cit. 2015-05-24] Dostupné z: <http://www.mvvs.cz/docMVVS/58LCcz.pdf>
- [24] JINO.cz. <http://www.jino.cz> [online]. [cit. 2015-05-24] Dostupné z: <http://www.jino.cz/motor-dla-32ccm-vcetne-tlumice-a-prislusenstvi-nova-verze-9642.html>
- [25] JINO.cz. <http://www.jino.cz> [online]. [cit. 2015-05-24] Dostupné z: <http://www.jino.cz/motor-dla-58ccm-vcetne-tlumice-a-prislusenstvi-9647.html>
- [26] Stihl. <http://www.stihl.cz> [online]. [cit. 2015-05-24] Dostupné z: <http://www.stihl.cz/Produkty-STIHL/Vy%C5%BE%C3%ADna%C4%8De-a-k%C5%99ovino%C5%99ezy/Siln%C3%A9-benzinov%C3%A9-k%C5%99ovino%C5%99ezy/22192-220/FS-360-C-E.aspx>



- [27] Stihl. *http://www.stihl.cz* [online]. [cit. 2015-05-24] Dostupné z: <http://www.stihl.cz/Produkty-STIHL/Vy%C5%BE%C3%ADna%C4%8De-ak%C5%99ovino%C5%99ezy/Benzinov%C3%A9-vy%C5%BE%C3%ADna%C4%8De/k%C5%99ovino%C5%99ezy-st%C5%99edn%C3%AD-v%C3%BDkonov%C3%A9-t%C5%99%C3%ADdy/2774-211/FS-130.aspx>
- [28] MVVS benzínové motory. *http://www.mvvs.cz* [online]. [cit. 2015-05-24] Dostupné z: http://www.mvvs.cz/obrMVVS/BENZINAKY/58/58%20IRS_LC.jpg



SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

CNG	stlačený ropný plyn
LPG	zkapalněný ropný plyn
OHC	vačková hřídel v hlavě válce
OHV	ventily v hlavě válce
SV	boční ventily