

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Moderní prvky v konstrukci rozvodových mechanismů

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Hromádko, Ph.D.

Vypracoval: Aleš Paldus

Praha 2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Aleš Paldus

obor Silniční a městská automobilová doprava

Vedoucí katedry Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu ČZU v Praze
čl. 16 určuje tuto bakalářskou práci.

Název práce: **Moderní prvky v konstrukci rozvodových
mechanizmů**

Osnova bakalářské práce:

1. Úvod
2. Cíl práce a metodika
3. Časování rozvodových mechanismů spalovacích motorů
4. Koncepce rozvodových mechanismů
5. Možnosti variabilního časování rozvodových mechanismů
6. Závěr
7. Seznam literatury
8. Přílohy

Rozsah hlavní textové části: 30 - 40 stran

Doporučené zdroje:

1. □ Kameš, J.: Spalovací motory. Česká zemědělská univerzita, Praha, 2002.
ISBN 80-213-0895-8
2. □ Macek, J: Spalovací motory I, ČVUT Praha, 2007, ISBN 978-80-01-03618-1
3. □ Scholz, C.: Konstrukce pístového spalovacího motoru. Skripta TU Liberec 2003, ISBN 80-7083-693-8
4. □ VLK, F.: Vozidlové spalovací motory. Nakladatelství a zasilatelství Vlk, Brno, 2002.
ISBN 80-238-8756-4
5. □ Technická příručka Bosch - Řízení zážehového motoru - Základy a komponenty, Praha, 2002, ISBN 80-903132-3-X

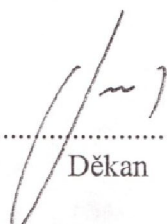
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Hromádko, Ph.D.**

Termín zadání diplomové práce: listopad 2009

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2011


.....
Vedoucí katedry




.....
Děkan

V Praze dne: 30. 11. 2009

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma „Moderní prvky v konstrukci rozvodových mechanismů“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jana Hromádka, Ph.D. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal. Další informace mi poskytli z firmy FIAT ČR spol. s r.o.

V Praze dne.....

.....

Aleš Paldus

Poděkování:

Tímto bych chtěl velmi poděkovat panu Ing. Janu Hromádkovi, Ph.D. za metodické vedení a poskytnuté rady pro vypracování této bakalářské práce.

Aleš Paldus

Abstrakt:

Cílem této práce bylo shromáždění informací o moderních trendech v rozvodových mechanismech a to hlavně o variabilním časování ventilů. V první části práce je popsána teoretická činnost spalovacího motoru a časování rozvodového ústrojí. Druhá část práce se zabývá koncepcí rozvodových mechanismů a popisem jednotlivých částí rozvodového mechanismu. Třetí část práce se věnuje problematice variabilního časování ventilů. Jednotlivé systémy variabilního časování ventilů jsou vyjmenovány, popsány jak pracují a napsaná stručná historie a vlastnosti jednotlivých systémů.

Klíčová slova: variabilní časování, ventily, vačkový hřídel

Modern elements in the construction of valve mechanisms

Abstract:

The main target of this thesis is to gather information about the modern trends in valve mechanisms; mainly about variable valve timing. The first part of this paper describes the work of the gas-engine and the timing of the valve mechanism. The second part focuses on the conception of valve mechanisms and the description of particular parts of the valve mechanism. The third part is about the problems of variable valve timing. Particular systems of the variable valve timing are listed, described how they work. The brief history and the characteristics of particular systems are included as well.

Key words: variable timing, valves, camshaft

Obsah:

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce a metodika.....	3
3. Časování rozvodových mechanismů spalovacích motorů	4
3.1 Časování dvoudobých motorů	4
3.2 Časování čtyřdobých motorů	4
3.2.1 Čtyřdobý zážehový motor.....	5
3.2.2 Časování rozvodu	6
3.2.3 Kruhový diagram časování ventilového rozvodu.....	6
4. Koncepce rozvodových mechanismů	7
4.1 Rozvod dvoudobých motorů.....	7
4.2 Rozvod čtyřdobých motorů	7
4.2.1 Konstrukce rozvodu motoru.....	7
4.2.2 Víceventilové rozvody	10
4.3 Hlavní části ventilového rozvodu.....	11
4.3.1 Ventily	11
4.3.2 Ventilové pružiny	14
4.3.3 Vačkový hřídel	15
4.3.4 Pohony vačkového hřídele	15
5. Možnosti variabilního časování rozvodových mechanismů	16
5.1 Jednotlivé systémy variabilního řízení motorů.....	17
5.1.1 Elektrohydraulické měniče časování ventilů	17
5.1.2 BMW VANOS, Double VANOS (Variable Nocken – Spreizung).....	18
5.1.3. Lopatkový regulátor, VVT-i	19
5.1.4 VarioCam.....	20
5.1.5 VarioCam plus.....	22
5.1.6 VTEC.....	23
5.1.7 Valvetronic.....	24

5.1.8 MultiAir	27
5.1.9 VVEL.....	30
5.1.10 Valvematic	31
6. Závěr.....	32
7. Požitá literatura	33
Seznam obrázků.....	37

1. ÚVOD

Do vývoje lidstva zasáhlo mnoho vynálezů, které ovlivnily její vývoj. Jedním z nich je bezesporu automobil a s ním i spalovací motor. Dnešní doba klade velké nároky na spalovací motory. Společnost by nejraději používala motory, které mají velkou výkonnost, minimální spotřebu, neprodukují žádné emise a jsou finančně nenáročné. Stoprocentní splnění těchto požadavků je v současné době nereálné, ale je snahou všech zainteresovaných přiblížit se splnění těchto požadavků. Například snižování emisí je v poslední době hodně diskutované téma, protože emise ve velké míře ovlivňují prostředí kolem nás. Problematika emisí je natolik důležitá, že ji upravují právní předpisy, a to zejména ve vztahu k vypouštěnému množství. V Evropě se pro automobily používají evropské emisní standardy.

Evropské emisní standardy jsou souborem nařízení a požadavků, které stanovují limity pro složení výfukových plynů všech automobilů vyráběných v členských zemích EU. Cílem je postupné snižování obsahu oxidů dusíku (NO_x), uhlovodíků (HC), oxidu uhelnatého (CO) a pevných částic (PM) v emisích. Oxid uhličitý (CO_2) jako takový není součástí tohoto balíčku směrnic, nicméně příslušný legislativní návrh na tato omezení byl docela nedávno schválen [5]

Ke splnění povolených emisních limitů slouží nové technické vynálezy nebo zlepšovací návrhy. Velmi perspektivní je při snižování emisních limitů používání variabilního časování ventilů. Variabilní časování ventilů řeší kromě snižování emisí i snižování spotřeby paliva za současně možného zvyšování výkonu motoru. Tedy hlavní požadavky, které jsou kladeny na motor. Variabilní časování ventilů je součástí komplexu, které se nazývá rozvodové ústrojí.

Rozvodové ústrojí je nedílnou součástí spalovacího motoru. Zjednodušeně si ho můžeme představit jako soustavu chlopní uvnitř našeho srdce. Chlopně zajišťují ovládání srdce, otevírají a zavírají jednotlivé komory. Na obdobném principu pracuje rozvodový mechanismus ve spalovacím motoru. Rozvodový mechanismus je jednou z hlavních součástí motoru a má přímý vliv na vlastnosti a charakter motoru. Motory konstruované v minulosti používají rozvodový mechanismus se stálým časováním ventilů. To má sice jednoduchou konstrukci, ale zároveň řadu nedostatků. Moderní motory operují s velkým rozsahem otáček a stále časování ventilů působí jen v určitém rozmezí otáček. Pokud motor není v optimálním rozsahu otáček, výrazně roste spotřeba i emise a klesá výkon

a točivý moment motoru. Variabilní časování ventilů je cesta, která uvedené nedostatky minimalizuje.

Variabilní časování ventilů je velmi náročná problematika a nejen automobilový průmysl, který používá spalovací motory, bude zřejmě potřebovat ještě hodně času i finančních prostředků, aby našel tu správnou technologii změny časování ventilů. Většina výrobců automobilů šla jinou cestou a jednotlivé systémy variabilního časování ventilů se od sebe liší. Liší se v konstrukci i v samotné činnosti změny časování. Změna časování může probíhat plynule nebo skokově, může docházet k různému natočení vačkového hřídele nebo může být změněna přímo charakteristika zdvihu ventilu. Změna časování ventilů je náročný a neustále se vyvíjející technický problém, jehož úplné vyřešení je teprve před námi.

2. CÍL PRÁCE A METODIKA

Cílem práce je popsat a analyzovat moderní prvky v konstrukci rozvodových mechanismů spalovacích motorů. Cíl práce byl rozdělen na několik dílčích cílů.

První dílčí cíl představuje analýza časování rozvodových mechanismů spalovacích motorů. Druhým dílčím cílem je rozbor koncepce rozvodových mechanismů. Třetí dílčí cíl tvoří analýza možností variabilního časování rozvodových mechanismů.

V prvním fázi jsem analyzoval časování rozvodových motorů, čerpal jsem z knížek o spalovacích motorech. Hlavním cílem bylo teoretické popsání činnosti spalovacího motoru s hlavním důrazem na časování ventilů.

V druhé části práce jsem popisoval základní koncepce rozvodových mechanismů spalovacích motorů. Vypsal jsem základní koncepce rozvodových mechanismů, jednotlivé mechanismy jsem popsal a uvedl jejich charakteristické vlastnosti.

V poslední fázi jsem se zaměřil na variabilní časování rozvodových mechanismů. Udělal jsem přehled nabízených produktů, které se sériově vyrábí. Uvedl jsem stručnou historii daných technologií, popsal jsem, kdo daný systém používá a uvedl jsem vlastnosti jednotlivých produktů. Informace jsem vyhledával v knihách, časopisech s odbornou tematikou a internetových stránkách a v poslední řadě jsem kontaktoval výrobce.

3. ČASOVÁNÍ ROZVODOVÝCH MECHANIZMŮ SPALOVACÍCH MOTORŮ

Časování spalovacích motorů musíme dělit podle toho, jestli se jedná o dvoudobý nebo čtyřdobý motor. V současnosti je většina motorů čtyřdobých. Dvoudobé motory se používají u maloobjemových motorek a u ručních strojů (motorová pila).

3.1 Časování dvoudobých motorů

U dvoudobých motorů probíhá pracovní oběh na dva zdvihy pístu, kompresní a expanzní, tj. jedna otáčka klikového hřídele. Výměna náplně válce probíhá na konci expanzního a na začátku kompresního zdvihu. [1]

Rozvod z hlediska konstrukčního řešení rozdělujeme:

- Rozvod pístem
- Rozvod válcovým šoupátkem
- Rozvod kotoučovým šoupátkem
- Rozvod jazýčkovým ventilem

3.2 Časování čtyřdobých motorů

U čtyřdobých motorů probíhá jeden pracovní oběh během čtyř zdvihů pístů, tj. dvou otáček klikového hřídele. Výměnu náplně válce obstarává převážně píst pomocí rozvodových orgánů, nejčastěji talířových ventilů, ovládaných rozvodovým ústrojím. Ventily se otvírají nuceně, zpravidla vačkami na rozvodovém hřídeli, poháněném polovičními otáčkami motoru. Zavírání ventilů obstarávají pružiny. [1]

3.2.1 Čtyřdobý zážehový motor

1. Doba – sání

V první době spalovacího motoru se píst pohybuje směrem dolů z HÚ do DÚ. To má za následek vznik podtlaku ve válci oproti vnějšímu prostředí. Pomocí podtlaku dochází k nasávání směsi do válce. Směs může být tvořena buď v sacím kanále, nebo až ve válci pomocí přímého vstřiku paliva. Pro optimalizaci plnění je sací ventil otvírán až 45° před horní úvratí a zavírán 35° až 90° úhlů kliky za dolní úvratí.

2. Doba – komprese

V druhé době se píst pohybuje vzhůru, tím se snižuje objem ve válci a dochází ke kompresi směsi paliva. Komprese bývá od 7 násobku až po 12 násobek původního objemu. Pomocí komprese se plyn zahřívá a zvyšuje se tlak. Díky vysokému tlaku dochází ke zplynování paliva a vytváří se homogenní směs se vzduchem. Výfukový i sací ventil je po dobu komprese uzavřen. V případě přímého vstřiku dochází ke vstříknutí paliva krátce před horní úvratí.

3. Doba – expanze

Při třetí době dochází ke spalování paliva, palivo je zažehnuto pomocí výboje přeskočením jiskry mezi elektrodami zapalovací svíčky. Rychlost spalování se pohybuje kolem 20 m/s a od přeskočení jiskry až k plnému rozvoji plamene uběhne doba zhruba 1/1000 s. Jiskra musí přeskočit 0° až 40° před HÚ v závislosti na otáčkách motoru. Po vzplanutí narůstá tlak s maximem krátce za HÚ na 3 až 6 MPa. Píst je tlačěn dolů expanzí horkých plynů o teplotě až 2500° C, tím dochází k přeměně tepelné energie na energii mechanickou. Toto je jediný zdvih, při kterém se vykonává práce.

4. Doba – výfuk

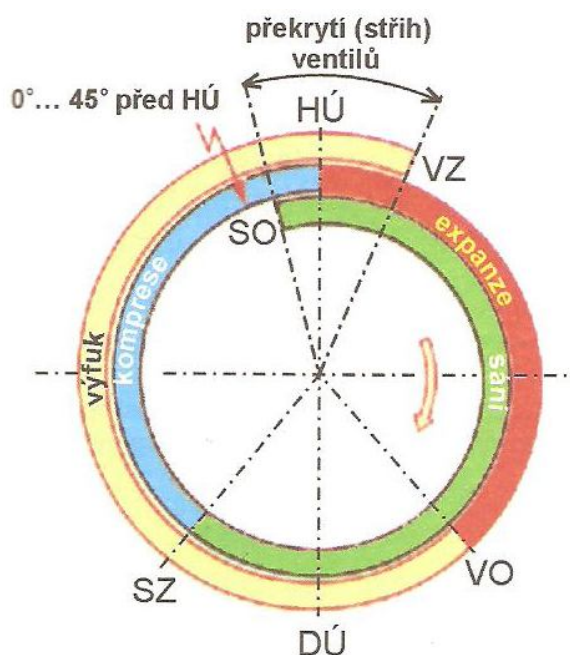
Poslední doba motoru je prováděna pohybem pístu z DÚ do HÚ a má za cíl výfuk spalin. Výfukový ventil se však otevírá už 40° až 90° před DÚ, tím je docíleno zlepšení odvodu výfukových plynů. Při dřívějším otevření výfukového ventilu je ve válci k dispozici zbývající přetlak 0,3 až 0,5 MPa, který napomáhá výfuku. Pro ještě lepší odtékání výfukových plynů dochází k zavírání výfukového ventilu až za HÚ s kombinací otevřeného sacího ventilu. Úhel překrytí sacího a výfukového ventilu napomáhá i k chlazení spalovacího prostoru.

3.2.2 Časování rozvodu

Časování rozvodu závisí na druhu a rychloběžnosti motoru. Plně vyhovuje pouze v úzkém rozsahu otáček motoru. Pro stanovení časování ventilů je důležitý i průběh tlakových kmitů v sacím a výfukovém systému motoru. U rychloběžných motorů bývá výhodná delší doba otevření, ventil se dříve otevírá a později zavírá. Způsobuje to však pokles točivého momentu a zvýšení obsahu nespálených uhlovodíků HC a oxidu uhelnatého CO ve výfukových plynech při nízkých otáčkách motoru. Proto by bylo výhodné, kdyby se časování rozvodů dalo měnit během chodu motoru. [3]

3.2.3 Kruhový diagram časování ventilového rozvodu

Rozvodový diagram udává ve stupních natočení klikového hřídele okamžik otvírání a zavírání ventilů a tím i dobu jejich otevření. Základ diagramu tvoří kružnice, na které jsou vyznačeny horní úvrat' (HÚ) a dolní úvrat' (DÚ) [3]



OBR. 1 Rozvodový diagram [3]

4. KONCEPCE ROZVODOVÝCH MECHANIZMŮ

4.1 Rozvod dvoudobých motorů

Rozvody dvoudobých motorů mohou být uspořádány tak, že rozvodovým orgánem je pouze píst motoru. Tento píst otevírá a zavírá výfukové a plnicí otvory ve stěně válce. Druhou variantou je, že píst je doplněn ventilem nebo šoupátkem umístěným v hlavě válce.

4.2 Rozvod čtyřdobých motorů

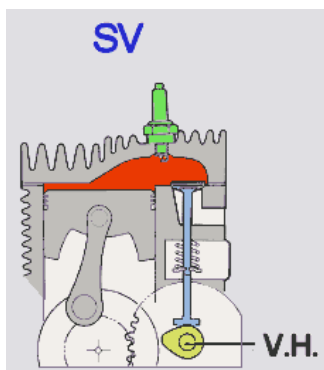
Nejčastější provedení je ventilové, v minulosti se používala i šoupátková s posuvným nebo posuvně-rotacním pohybem uvnitř válce nebo rotační šoupátka v hlavě válce. Výhodou byla rychlost otvírání a tichý chod, zjednodušená konstrukce a zmenšené rozměry motoru, nevýhodou nesnadné mazání a chlazení, netěsnosti a někdy také malé životnosti šoupátek. [1]

4.2.1 Konstrukce rozvodu motoru

Pohon rozvodu motoru je od klikového hřídele ozubeným řemenem, vačkovým řetězem nebo ozubenými koly. Hnanou částí je vačková hřídel s vačkami, které otvírají přímo nebo nepřímo přes další části rozvodu (např. zdvihátka, tyčky a vahadla) sací a výfukové ventily. Ventily jsou zavírány ventilovými pružinami. Pokud ventil zavírají místo pružin zvlášť uzpůsobené vačky, jedná se o desmodromický rozvod. [2]

4.2.1.1 Rozvod s postranními ventily – SV

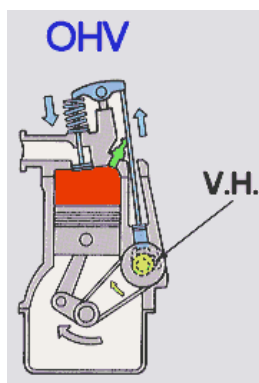
Tento druh rozvodu má ventily umístěny na jedné straně v bloku válce. Výhodou tohoto uspořádání je jednoduchost a malá hmotnost. U motorů s tímto rozvodem se jen velmi obtížně vytváří kompresní prostor s vyšším kompresním poměrem. Motory s postranními ventily mají malou plnicí účinnost, protože vzdušina (směs nebo vzduch) musí při sání změnit svůj směr proudění téměř o 180°. Tento druh rozvodu se dnes už nepoužívá. [3]



OBR. 2 SV rozvod [21]

4.2.1.2 Rozvod s visutými ventily v hlavě válců – OHV

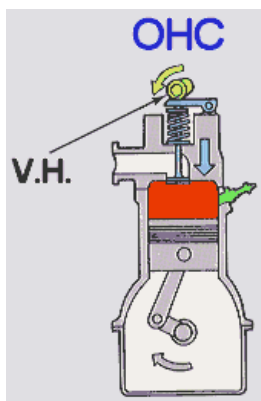
Tento rozvod má poměrně jednoduchou konstrukci. Ventily jsou umístěny shora v hlavě válců obvykle v jedné řadě. Toto uspořádání je výhodné, protože umožňuje vytvořit snadno kvalitní spalovací prostor. Vačkový hřídel je umístěn v klikové skříní blízko klikového hřídele nebo blízko vrchní hrany bloku válců. Od vačkového hřídele se ventily ovládají ventilovými zdvihátky a rozvodovými tyčkami, které vedou blokem válců do hlavy, kde přes vahadla ovládají ventily. Vahadla jsou otočně uložena na čepu vahadel. Nevýhodou rozvodu OHV je velký počet součástí a jejich hmotnost. Tím se zvyšuje hlučnost a snižuje tuhost rozvodu. Při vysokých otáčkách motoru dochází vlivem setrvačných sil k odskakování zdvihátek od vačky a ke změně časování rozvodu. [3]



OBR. 3 OHV rozvod [21]

4.2.1.3 Rozvod s ventily v hlavě válců a s vačkovým hřídelem na hlavě válců – OHC

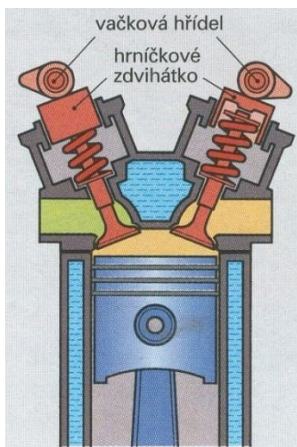
Je to nejpoužívanější rozvod u motorů osobních automobilů. Vačkový hřídel je umístěn na hlavě ventilu buď nad ventily, které ovládá rozvodovými pákami, nebo přímo přes hrníčková zdvihátka, případně je umístěn mezi ventily, které pak ovládají pomocí vahadel. Výhodou rozvodu OHC je malý počet stykových ploch. Nevýhodou tohoto rozvodu je větší výška hlavy válců a složitější provedení pohonu vačkového hřídele. Vačkový hřídel je poháněn dvouradým válečkovým řetězem nebo ozubeným řemenem. [3]



OBR. 4 OHC rozvod [21]

4.2.1.4 Rozvod se dvěma vačkovými hřídeli na hlavě válců – DOHC

Rozvod se dvěma vačkovými hřídeli, dvojitě OHC. Používá se u víceventilových rozvodů. Uspořádání bývá takové, že jedna vačka ovládá sací ventily a druhá výfukové ventily.



OBR. 5 DOHC [6]

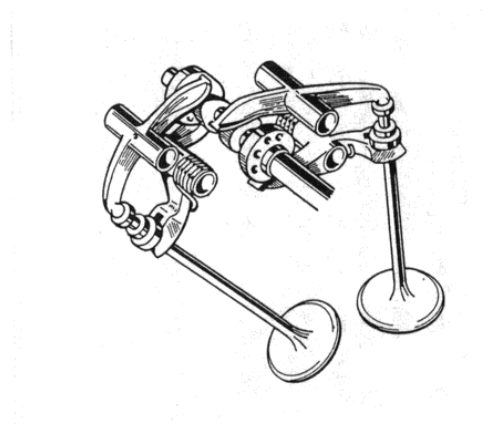
4.2.1.5 Rozvod s vačkovým hřídelem v hlavě válců – CIH

Vačkový hřídel je umístěn v hlavě válců a ovládá ventily pomocí ventilových zdvihátek a vahadel. [3]

4.2.1.6 Rozvod s protilehlými ventily – IOE

V tomto rozvodu je sací ventil visutý v hlavě válce a výfukový je umístěn v bloku válce. Někdy se toto provedení nazývá rozvod s F – hlavou. Výrazněji se toto provedení prosadilo pouze v Anglii ve třicátých a čtyřicátých letech, v Evropě a USA se příliš nerozšířilo. [3]

4.2.1.7 Desmodromický rozvod



OBR. 6 Desmodromický rozvod [38]

4.2.2 Víceventilové rozvody

Při stálé délce sacího potrubí se plnicí účinnost s rostoucími otáčkami nejprve zvětšuje a poté začíná klesat. Díky tomu i točivý moment od určitých otáček klesá. Předcházet tomuto poklesu můžeme pomocí variabilního sacího potrubí, úpravou časování ventilů a zmenšením průtočných odporů tím, že použijeme větší množství ventilů pro každý válec.

Použijeme-li v hlavě válce jeden sací ventil s maximálním možným průměrem, nevyužijeme celou plochu v sedle, která je ve spalovacím prostoru k dispozici. Proto se stále ve větší míře používají víceventilové hlavy válců. U víceventilové techniky pokrývají téměř celou plochu střeovitého spalovacího prostoru ventily. Zmenšíme-li průměr ventilu, můžeme i zmenšit jeho zdvih. Tím dosáhneme největších výhod tohoto systému, což jsou malé rozměry a malá hmotnost. Malé rozměry a hmotnost zaručují i malé setrvačné síly. Pomocí malých rozměrů dosáhneme při vysokých otáčkách motoru přijatelné rozměry vaček a dobrou tuhost ventilových pružin. Dosáhneme taky lepšího chlazení zejména u výfukových ventilů, čímž se zmenší deformace vlivem vysoké teploty.

Použitím většího počtu sacích ventilů je možné zlepšit i mísení paliva se vzduchem, urychlí se odpařování paliva, zkrátí se doba spalování alepší se hoření. [3]

4.2.2.1 Motor se třemi ventily na válec

Proti dvěma menším ventilům je jeden větší výfukový ventil. Pokud není možná středová poloha zapalovací svíčky, používá se zdvojené zapalování s bočně umístěnými zapalovacími svíčkami. Dosahuje se tím lepšího prohoření směsi v blízkosti hrany pístu a u přechodu mezi dnem pístu a prvním pístním kroužkem. Ventily ovládají jedna společná vačková hřídel nebo dvě samostatné. [3]

4.2.2.2 Motor se čtyřmi ventily na válec

Motory s více ventily používají nejčastěji toto řešení. Používají se dva vačkové hřídele. Jeden vačkový hřídel ovládá sací ventily, druhý ovládá výfukové ventily. Výfukové ventily jsou menší a jsou umístěny naproti dvojici sacích ventilů.

4.2.2.3 Motor s pěti ventily na válec

Tři sací a dva výfukové ventily poskytují maximální průtokový průřez a nejlepší využití povrchu spalovacího prostoru. Zapalovací svíčka může být umístěna centricky. Jedna vačková hřídel ovládá sací ventily a druhá výfukové ventily. [3]

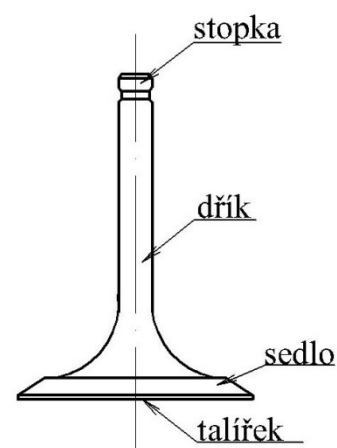
4.3 Hlavní části ventilového rozvodu

4.3.1 Ventily

Ventily otvírají a zavírají sací a výfukové kanály. U čtyřdobého motoru jsou povinnou součástí konstrukce, je zapotřebí minimálně jeden sací a jeden výfukový ventil. Ventil musí mít přiměřenou velikost, musí totiž klást co nejmenší odpor nasávané směsi a výfukovým plynům. Velikost odporu závisí na průměru talířku ventilu a na zdvihu ventilu. Výfukový ventil bývá menší než sací ventil, při výfuku napomáhá k vyprazdňování vysoký tlak výfukových plynů.

Ventil se skládá z talíře ventilu a dříku ventilu. Talíř ventilu musí ve spojení se sedlem ventilu v hlavě válců plynotěsně uzavírat spalovací prostor, a je proto přesně obroben soustružením a broušením. Konec dříku ventilu má jeden zápich, popř. jednu nebo více drážek, do kterých zapadají upevňovací klíny ventilu. Upevňovací klíny přenášejí vratnou sílu ventilové pružiny s talířem pružin do zápichu, resp. do drážek dříku ventilu. [2]

Úhel sedla je nejčastěji 45°, někdy u sacích ventilů 30°. Opotřebení sedla se snižuje, navaří-li se na sedlo talířku ventilu vrstva tvrdokovu o tloušťce 0,7 mm až 1,5 mm. Přechod z talíře ventilu do dříku začíná obvykle kuželovou plochou o povrchové přímce skloněné pod úhlem 12° až 15° (u vznětových motorů až 25°), která pak obloukem přechází do dříku ventilu. Tato úprava snižuje ztráty při obtékání ventilu plyny. Dřík ventilu představuje jeho vodící část. Nesmí mít ve vedení ventilu velkou vůli, aby se nepřisával olej do spalovacího prostoru. Dřík ventilu musí být odolný proti zadírání ve vodítku a proti opotřebení. Opotřebení snižuje těsnost a zvyšuje spotřebu oleje. Dřík se jemně brousí a proti zadírání se často chromuje. [3]



OBR. 7 Ventil [37]

Ventil patří k nejvíce namáhaným součástem v motoru, je namáhán mechanicky, tepelně i chemicky. Mechanické namáhání je vysoké, ventil může být během jedné minuty pomocí vačky a pružiny otevřen a zase zavřen až 4 000krát. Namáhání je různé, záleží na dané části ventilu, talíř ventilu je namáhán na ohyb, zatímco dřík ventilu je namáhán na tah a tlak. Teplotní namáhání se liší podle toho, jestli se jedná o sací nebo výfukový ventil. Výfukový ventil je vystavován teplotám až 900°C v oblasti talíře ventilu, naproti tomu sací

ventil dosahuje teplot okolo 500°C, ale je oplachován čerstvě nasátou směsí a rozdíl teplot je velmi výrazný. Síra a další přísady paliva působí chemické namáhání v podobě koroze. Nesmíme zapomenout na namáhání v podobě otěru pevných částic výfukových plynů.

4.3.1.1 Sací ventily

Sací ventily jsou většinou vyrobeny z jednoho kovu. Pro snížení opotřebení lze sedlo ventilu, dřík ventilu, zápich pro upevňovací klín a plochu (čelo) na konci dříku tepelně zpracovat, tvrdit (kalit). [2]

4.3.1.2 Výfukové ventily

Výfukové ventily bývají vyráběny jako bimetalové ventily. Na talíř ventilu a spodní část přechodu talíře do dříku ventilu, které jsou nejvíce vystaveny působení výfukových plynů a nejhůře chlazeny, se používá žáruvzdorná ocel odolná i vůči korozi a tvorbě okují. Tyto oceli však nejsou kalitelné, mají špatné kluzné vlastnosti, mají sklon k zadírání ve vedení ventilu a mají špatnou tepelnou vodivost. Horní část dříku je proto z kalitelné oceli s dobrou tepelnou vodivostí, zaručující co největší přestup tepla do vedení ventilu v chlazené hlavě. Obě části se svařují na „tupo“ např. svařování třením. [2]

Výfukové ventily plněné sodíkem

Tyto ventily se používají u vysoce zatěžovaných motorů, kde sodík výrazně zlepšuje odvod tepla z ventilu. Dutina ventilu je z 50% až 60% naplněna sodíkem. Teplota tání sodíku je 97° při tlaku 0,1 MPa. Teplota varu je 883°C, takže je vyšší než teplota ventilu a tlak sodíku ve ventilu je přibližně konstantní. Sodík má velmi dobrou tepelnou vodivost. Při uzavírání ventilu je kapalný sodík v dolní části dutiny a odebírá teplo z talířku ventilu. Při otevírání ventilu se sodík vlivem setrvačnosti přelévá do horní části dutiny a teplo přechází ze sodíku do dříku ventilu v hlavě motoru. Tímto způsobem lze snížit teplotu talířku ventilu až o 100°C. Vnitřní chlazení výfukového ventilu sodíkem snižuje také pravděpodobnost samovznícení směsi u zážehových motorů. [3]

4.3.1.3 Ventilová vůle

Při provozu se všechny části motoru se vzrůstající teplotou více či méně roztahují. Tepelná roztažnost jednotlivých částí motoru závisí zejména na druhu použitého materiálu. Kromě toho je ovšem nutné vzít v úvahu i opotřebení jednotlivých částí ventilového rozvodu. Aby docházelo k bezchybnému uzavírání ventilů za všech provozních podmínek motoru, je třeba nastavit určitou ventilovou vůli, nebo je třeba použít hydraulické vymezování.[3]

Zpravidla je ventilová vůle u studeného motoru o něco větší než u motoru zahřátého na provozní teplotu. Vůle u výfukového ventilu je obvykle větší než u sacího. Způsob vymezení ventilové vůle je určen druhem motoru a výrobcem. Výrobce předepisuje, za jaké teploty motoru se ventilová vůle nastavuje. [3]

Ventilová vůle příliš malá

Ventil se otevírá dříve a uzavírá později. Vzhledem ke krátké době uzavření ventilu dochází k nedostatečnému přestupu tepla z talířku ventilu do sedla ventilu v hlavě válců, ventil je nedostatečně chlazen a teplota vzrůstá, toto se projevuje hlavně u výfukového ventilu. Kromě toho může docházet k nedostatečnému uzavírání sacího nebo výfukového ventilu u zahřátého motoru. Pootevřeným výfukovým ventilem jsou spaliny nasávány zpět do válce, pootevřeným sacím ventilem může plamen proniknout z válce do sacího kanálu. Nedokonalé uzavření ventilů vede ke snížení výkonu motoru a ke zvýšení spotřeby paliva způsobenou ztrátou tlaku a tím zhoršení plnění válce. Pokud je ventil nedokonale uzavřen delší dobu, dochází působením horkých spalin k opalování ventilového talířku a sedla ventilu v hlavě válců. Příliš malá ventilová vůle může být v zimním období příčinou obtížného spouštění zejména vznětových motorů, dochází totiž ke ztrátě kompresního tlaku a tím i ke ztrátě teploty. [3]

Ventilová vůle příliš velká

Ventil se otevírá příliš pozdě a zavírá příliš brzy. Tím vznikají kratší doby otevření a menší průřezy otevření, čímž se zhoršuje plnění a výkon. Mechanické namáhání ventilu a hlučnost rozvodu se zvyšuje. [2]

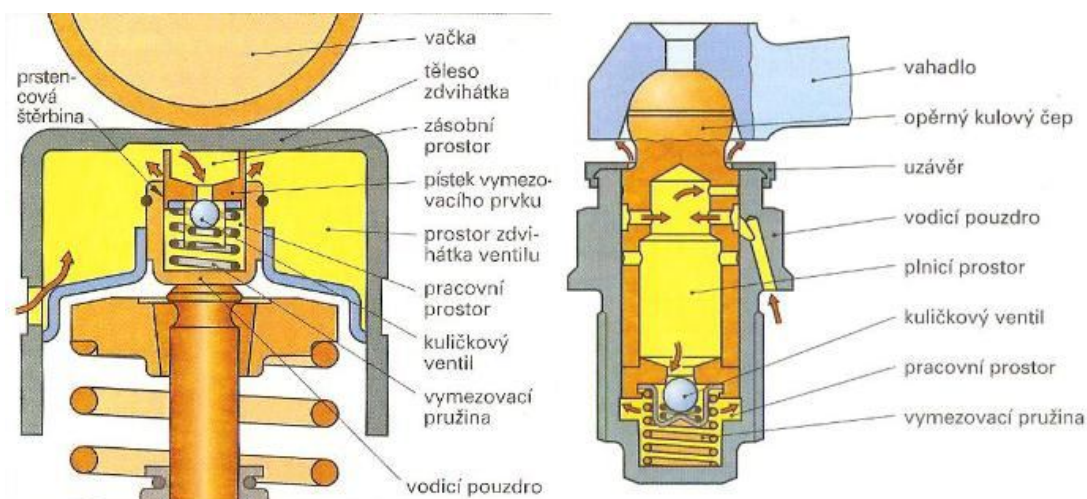
4.3.1.3.1 Nastavení vůle ventilů

U vačkové hřídele v hlavě válců s vahadly lze vůli ventilů nastavit seřizovacím šroubem a pojistnou maticí, nebo nastavením polohy axiálního kulového čepu v samosvorném závitu uložení vahadla. Vůle ventilů se kontroluje v mezeře mezi základní kružnicí vačky a vahadlem. [2]

U vačkového hřídele s hrníčkovými zdvihátky se do zdvihátka vkládají tvrzené nastavovací podložky vhodné tloušťky, zaručující nastavení předepsané vůle ventilů, která se kontroluje bezprostředně v mezeře mezi základní kružnicí vačky a nastavovací podložky. [2]

Hydraulické nastavování vůle ventilů

Motory mohou být vybaveny samočinným nastavováním vůle ventilů. Přesnou vůli zajistíme i přesné časování ventilů a snížíme tím hluk a mechanické namáhání. Vůle ventilů je neustále nastavována pomocí změny délky některé části rozvodového mechanismu. Záleží na tom, jestli vačka působí přímo na ventil, nebo jestli je pohyb vačkového hřídele přenášen přes vahadlo. Proměnlivou délku má zdvihátko, pokud působí vačka přímo na ventil, zdvihátko se nazývá hrníčkové. Změna délky zdvihátka je docílena pomocí tlakového oleje. Zdvihátko je napojeno na mazací soustavu motoru a je pomocí oleje neustále nastavováno do požadované velikosti.



OBR. 8 Možnosti hydraulického vymežování vůle [2]

4.3.2 Ventilové pružiny

Uzavírání ventilů probíhá pomocí ventilových pružin. Ty na konci sání nebo výfuku přitlačují ventily do sedel ventilů a také přitlačují ventily k vačkám v průběhu jejich otvírání, aby docházelo k požadovanému průběhu. Ventilové pružiny musí překonávat setrvačné a třecí síly působící v rozvodovém mechanismu, síly které vzniknou vlivem podtlaku ve válci (výfukový ventil při sání) nebo přetlaku v sacím potrubí (např. motorová brzda). Ventilová pružina je nejčastěji konstruována pomocí vinuté pružiny. Ventilové pružiny mohou být vinuté s proměnlivým stoupáním, s proměnlivým průměrem pružiny nebo s proměnlivým průměrem drátu. Tím zabráníme kmitání pružiny při vysokých otáčkách, další alternativou je zdvojení ventilové pružiny. Ventilové pružiny jsou montovány s předpětím.

4.3.3 Vačkový hřídel

Vačkový hřídel musí zajistit zdvihový pohyb ventilů ve správný okamžik a ve správném pořadí a umožnit jejich zavření ventilovými pružinami. Tvar vačky určuje správné otevření a zavření ventilu a také dobu otevření, rychlost zdvihu, výšku zdvihu ventilu a průběh pohybu. [2]

- Špičatá vačka – Ventil se pomalu otevírá a zavírá a plně otevřen zůstává pouze krátkou dobu.
- Strmá vačka – Ventil se otevírá a zavírá rychle a zůstává po delší dobu otevřen.
- Nesymetrická vačka – Plošší náběžná dráha na vačce způsobuje pomalejší otevírání, strmější úběžná dráha umožňuje delší trvání otevření ventilu a rychlejší zavření [2]

4.3.4 Pohony vačkového hřídele

Otáčky vačkového hřídele musí být přesně sesynchronizovány s otáčkami klikové skříně, poloha ventilu je totiž přesně vázáná na polohu pístu.

4.3.4.1 Pohon ozubeným řemenem

Používá se většinou ozubený hřeben z pevného plastu. Tažná část ve vnější části řemene je vyztužena vložkou z tkaniny (kordu) ze skelného vlákna, přenášející tažné síly a omezující roztažnost, Bočnímu sklouznutí ozubeného řemene brání vodící plochy na ozubených kolech. [2]

4.3.4.2 Pohon článkovým řetězem

Používá se zejména tehdy, pokud je nutno přenášet větší síly a požaduje se přesné dodržování časování rozvodů. Potřebné konstantní napětí řetězu se dosahuje stavitelným nebo samočinným napínáním řetězu. Řetěz je obvykle dvouřadý nebo třířadý, výjimečně i jednořadý. Aby se tlumila hlučnost a kmitání, je řetěz veden, zejména v odlehčené části, ve vodících lištách z plastu a řetězové kolo klikové hřídele může být s pryžovou vložkou. [2]

4.3.4.3 Pohon čelními koly

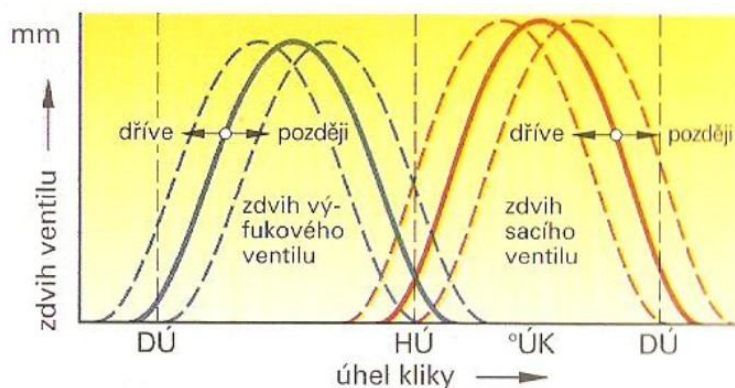
Otáčivý pohyb klikové hřídele se přenáší přes ozubené soukolí k vačkové hřídeli v hlavě válců. Pro snížení hlučnosti se používají čelní ozubená kola se šikmým ozubením. [2]

5. MOŽNOSTI VARIABILNÍHO ČASOVÁNÍ ROZVODOVÝCH MECHANIZMŮ

Klasická koncepce rozvodových mechanismů má optimální plnění pouze v určitém rozsahu optimálních otáček. Při optimálních otáčkách je největší točivý moment. Pokud se dostaneme nad optimální otáčky tak i když se výkon motoru zvyšuje, točivý moment klesá a zhoršuje se plnění. Optimální otáčky můžeme ale nastavit na vysokou hodnotu, poté však budou problémy s volnoběžným režimem.

Požadavky na časování lze rozdělit do tří základních režimů:

- Volnoběh – Otevření sacího kanálu později – Malé překrytí ventilů, sací ventil zavírá dlouho za DÚ. Tím je docíleno, že nedochází k proudění čerstvých plynů do výfukového kanálu a výfukových plynů do sacího kanálu. Díky tomu máme lepší spalování, vyšší točivý moment při volnoběhu a můžeme snížit volnoběžné otáčky. [2]
- Částečné zatížení – Otevření sacího kanálu dříve – Velké překrytí ventilů, sací ventil zavírá krátce za DÚ. Pomocí tohoto časování se čerstvé plyny nevracejí do sacího kanálu, výfukové plyny proudí do sacího kanálu a jsou nasávány s čerstvými plyny, klesá teplota spalování a klesá podíl NO_x ve výfukových plynech. [2]
- Plné zatížení – otevření sacího kanálu později – Malé překrytí ventilů, sací ventil zavírá daleko za DÚ. Čerstvé plyny v tomto režimu proudí do válce, i když se píst pohybuje nahoru. Vzniká tak efekt přeplňování, zlepšuje se plnění válců a točivého momentu. [2]



OBR. 9 Graf natočení vačkového hřídele [2]

Tyto požadavky jde vyřešit pomocí variabilního časování ventilů. Variabilní časování motorů se doposud používá výhradně u zážehových motorů. U vznětových motorů je přínos zanedbatelný. Variabilní časování prošlo vývojem, základní provedení je přenastavováním

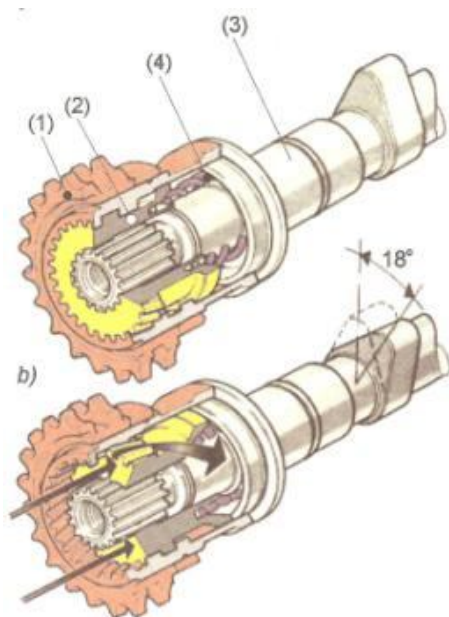
vačkového hřídele, to může probíhat skokově nebo plynule. Moderní systémy využívají nastavení samotného ventilu, nastavují dobu otevření i zdvih ventilu. Opět zde může být změna skoková nebo plynulá.

5.1 Jednotlivé systémy variabilního řízení motorů

- Elektrohydraulické měniče časování ventilů (Alfa Romeo)
- VANOS (BMW)
- Duple VANOS (BMW)
- VVT-i
- VarioCam (Porsche)
- VarioCam – plus (Porsche)
- VTEC, VTEC – E, i – VTEC (Honda)
- Valvetronic (BMW)
- MultiAir (Fiat)
- VVEL (Nissan)
- Valvematic (Toyota)

5.1.1 Elektrohydraulické měniče časování ventilů

Tvůrcem toho mechanismu je Alfa Romeo, v roce 1985 to použila u svého motoru 2.0 TS. Základem pro fungování je rozvod DOHC, tedy samostatná vačka na sací a na výfukové ventily.



1. Řetězové rozvodové kolo
2. Vložené pouzdro
3. Vačkový hřídel
4. Vinutá pružina

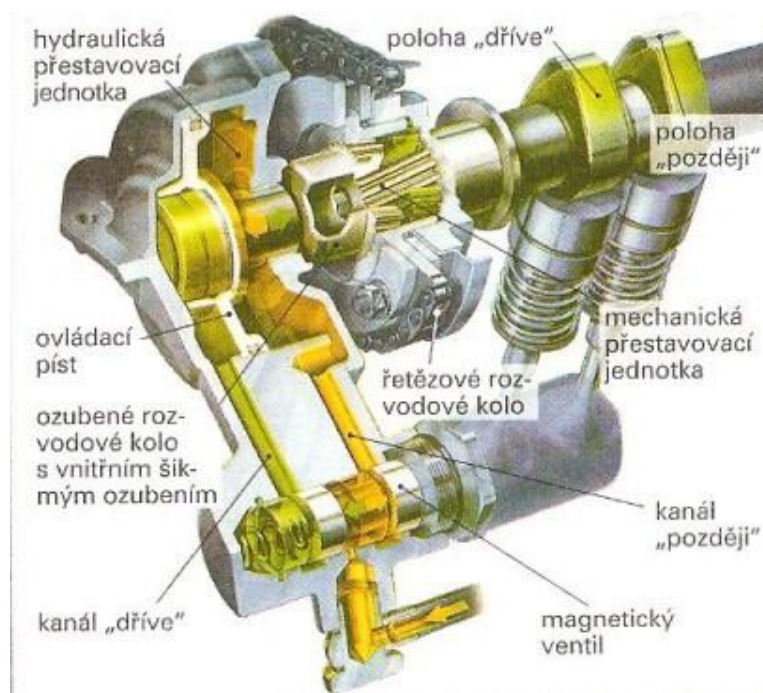
OBR. 10 Elektrohydraulický měnič [3]

Činná část je na předním konci vačkového hřídele sacího ventilu. V hlavě řetězového kola je šikmými drážkami vedené vložené pouzdro spojené posuvně vnitřním přímým drážkováním s vačkovým hřídelem. Pouzdro drží v základní poloze vinutá pružina a současně se spolu s vačkovým hřídelem natáčí vzhledem k řetězovému rozvodovému kolu, takže se mění počátek i konec otevření sacích ventilů. Změnou doby současného pootevření sacích i výfukových ventilů se dosáhne zlepšení průběhu točivého momentu i složení výfukových plynů jak při nízkých otáčkách a malém zatížení, tak i při plném výkonu a vysokých otáčkách. [3]

Vačkový hřídel sacích ventilů se vzhledem ke svému rozvodovému kolu pootočí asi o 15° až 30°. Mění se tak vzájemný vztah polohy vačkového hřídele k poloze hřídele klikového. [3]

5.1.2 BMW VANOS, Double VANOS (Variable Nocken - Spreizung)

BMW představila systém Vanos v roce 1992, dvojitý Vanos začala automobilka vyrábět v roce 1997. V systému Vanos se vačkový hřídel sacích ventilů natáčí vůči svému rozvodovému kolu. U dvojitého Vanosu se natáčí i vačka výfukových ventilů. Natáčení vačky probíhá plynule v závislosti na provozním režimu, na rozdíl od výše uvedeného elektrohydraulického měniče od Alfy Romeo.

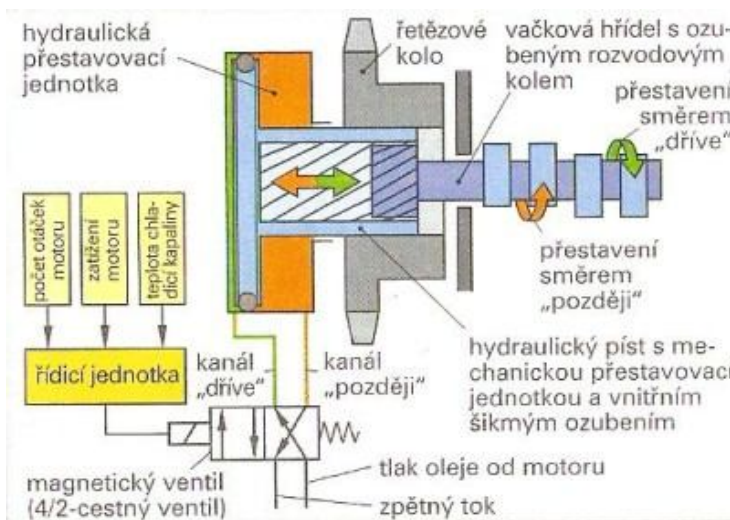


OBR. 11 VANOS [2]

System se skládá z hydraulické přestavovací jednotky, mechanické přestavovací jednotky a z magnetického ventilu pro hydraulické ovládání. Řízení celého systému provádí řídicí jednotka Vanos, která pomocí magnetického ventilu a tlakového oleje, hydraulický píst posouvá buď doleva, nebo doprava. V mechanické přestavovací jednotce je šikmé ozubení a pomocí axiálního pohybu pístu se mění přestavení vačkového hřídele na pozdější nebo dřívější otevření ventilů.

Rozsah natočení vačkové hřídele je 42° u systému Vanos, dvojitý Vanos má tento rozsah zvětšen na 60° . Tlak oleje v systému je 10 MPa a u systému Vanos trvá plné natočení 0,25 s.

Double Vanos také kontroluje množství výfukových plynů, které jsou zpětně nasávány do sacího potrubí a tím snižují spotřebu. Pokud je motor studený, řídicí jednotka to vyhodnotí a přepne se do zahřívací fáze s cílem pomoci katalyzátoru dosáhnout ideální provozní teploty a tím snížit emise.

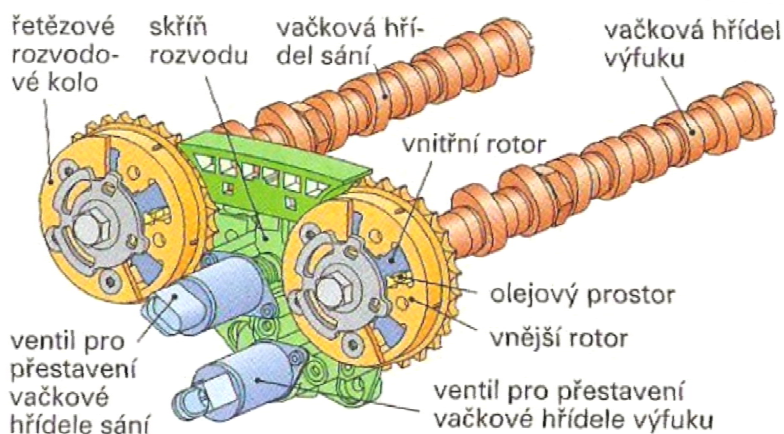


OBR. 12 Schéma VANOS [2]

5.1.3. Lopatkový regulátor, VVT-i

Tento systém využívá Toyota pod názvem VVT-i, nebo také například koncern Volkswagen u motorové řady VR5 a VR6. Jedná se o motory se čtyřventilovou technikou, kde se rozvodové doby mění pomocí lopatkového regulátoru.

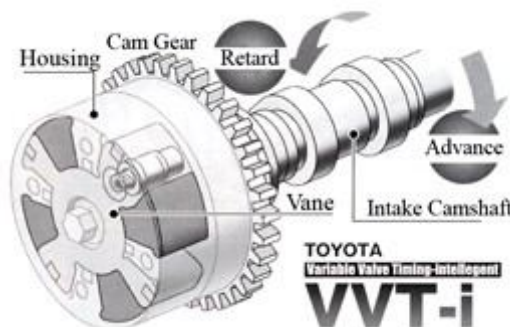
Lopatkový regulátor neboli nastavovač vačkových hřídelů je



OBR. 13 Lopatkový regulátor [2]

zvnějšku pevně propojen s rozvodovým kolem. Vnitřní část je spojena s vačkovou hřídelí. Mezi jednotlivými částmi je tlakový olej. Tlak oleje se řídí pomocí hydraulického ventilu. Velikost tlaku oleje ovlivňuje relativní natočení vačkové hřídele a tím změnu časování ventilů.

Změna probíhá plynule a velikost přetočení vnitřního rotoru vůči vnějšímu bývá u sacího vačkového hřídele 52° a u výfukového vačkového hřídele 22° .

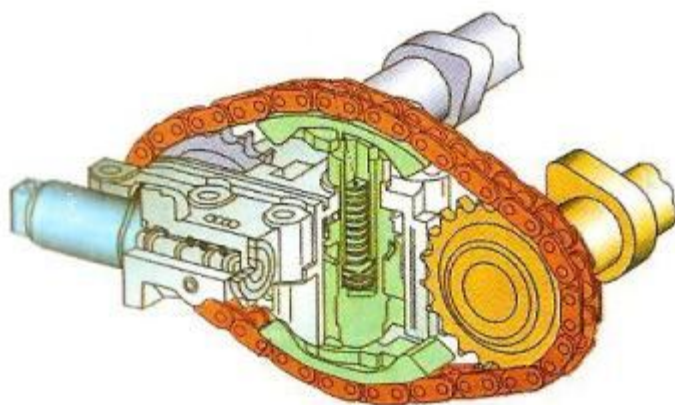


OBR. 14 VVT-I [12]

5.1.4 VarioCam

Tento mechanismus vynalezla automobilka Porsche a poprvé ho použila v roce 1992 u modelu Porsche 968 s motorem 3,0 L. Porsche není jediná automobilka, která tento systém používá. Můžeme ho najít u některých motorů Audi, jmenovitě u modelu 1,8 20V. Tento motor byl i v automobilu Škoda Octavia I RS.

Vačkový hřídel výfukových ventilů je poháněn rozvodovým ozubeným řemenem, nebo řetězem od klikového hřídele. Sací vačkový hřídel je poháněn od výfukového vačkového

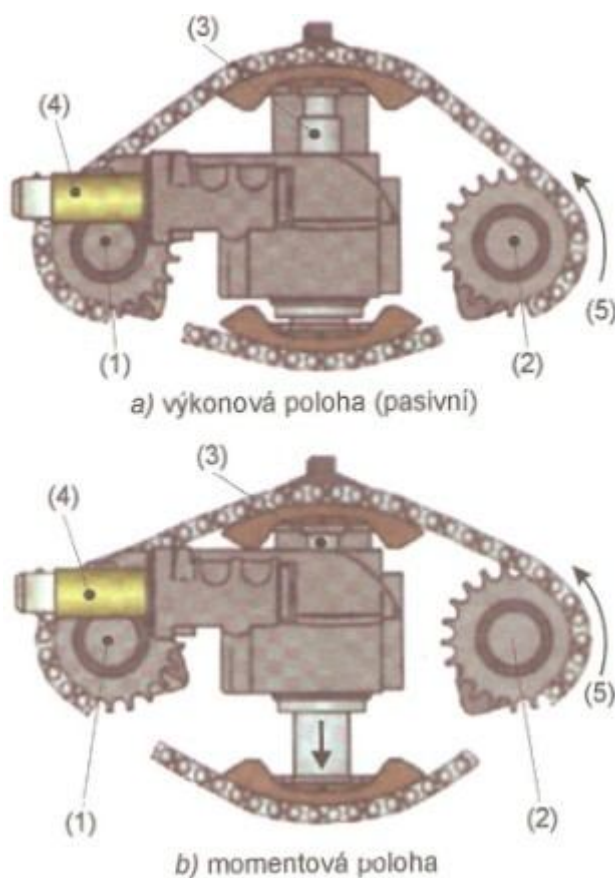


OBR. 15 VarioCam [2]

hřídele přes jednořádkový ozubený řetěz. Napnutí řetězu provádí nastavovač. V nastavovači je umístěn elektricky řízený hydraulický válec. Poloha hydraulického válce je řízena přes elektromagnetický ventil pomocí řídicí jednotky motoru. Změna časování probíhá pomocí změny

obratu řetězu, tím se změní natočení sacího vačkového hřídele vůči výfukovému vačkovému hřídeli.

V základní poloze je nastavovač v horní poloze, sací ventily se uzavírají později. V tomto režimu je stabilní volnoběh a při vysokých otáčkách je dosahováno vysokého výkonu. Při potřebě vysokého točivého momentu ve středních otáčkách motoru se nastavovač přesune do dolní polohy. Pootočení vačky výfukových ventilů se nemění, ale změní se poloha vačky sacích ventilů vůči ní, díky tomu se sací ventily zavírají dříve a nedochází tak k výraznému překrytí ventilů.



OBR. 16 Schéma Variocam [3]

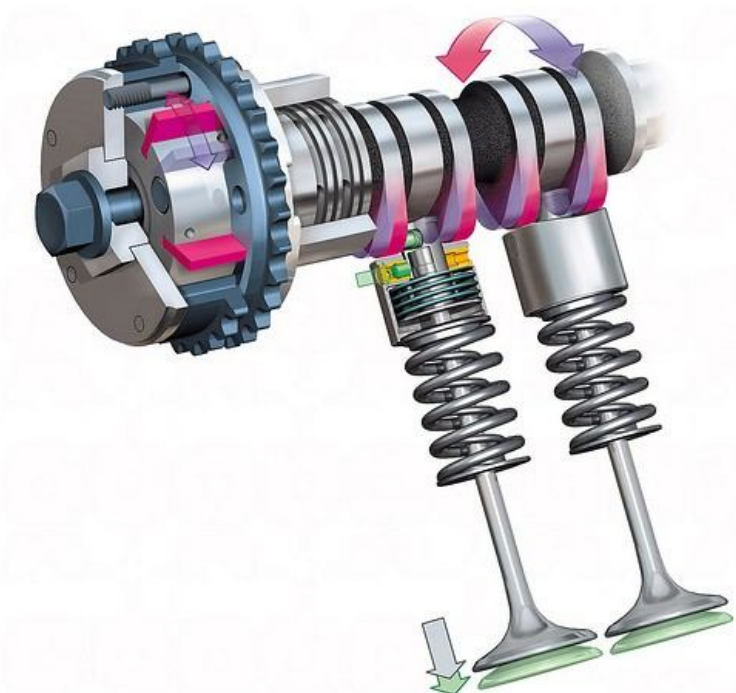
1. Vačkový hřídel sacích ventilů
2. Vačkový hřídel výfukových ventilů
3. Nastavovač vačkových hřídelů
4. Hydraulický válec
5. Směr otáčení vačkových hřídelů

Při základním stavu sací ventily otvírají 12° za HÚ a zavírají 34° za DÚ. Pokud je nastavovač v dolní poloze, sací ventil se otevírá 10° před HÚ a zavírá se 12° za DÚ.

5.1.5 VarioCam plus

Toto řešení vynalezla automobilka Porsche jako zlepšení předchozího modelu VarioCam. Tentokrát se k natočení vačky přidal i proměnlivý zdvih ventilu.

Systém VarioCam plus nevyužívá jako jeho předchůdce změnu natočení vačky pomocí spojení sací a výfukové vačky řetězem, ale na čelní stranu vačkového hřídele umístil lopatkový regulátor, který byl popsán v samostatné kapitole. Změna zdvihu ventilu probíhá pomocí speciálního hrníčkového zdvihátka. Hrníčkové zdvihátko je ve skutečnosti tvořeno dvěma samostatnými zdvihátky, vnitřním a vnějším. Vnější a vnitřní zdvihátka lze propojit pomocí čepu, čep je ovládán elektrohydraulickým ventilem přes tlakový olej. Na speciální hrníčkové zdvihátko působí tři vačky, dvě vačky působící na vnější zdvihátka mají stejný zdvih. Zdvih je výrazně větší, než zdvih vačky působící na vnitřní zdvihátka. Pokud čep nespojuje zdvihátka, je ventil otvírán pomocí prostřední vačky. Spojí-li čep zdvihátka, ventil se řídí pomocí dvou vaček s velkým zdvihem.



OBR. 17 Variocam plus [16]

Natočení vačkového hřídele a zdvihu ventilů řídí řídicí jednotka motoru, která reaguje na aktuální požadavky. Pokud má motor nízkou teplotu a plynový pedál je sešlápnut, řídicí jednotka situaci vyhodnotí a zvolí vysoký zdvih ventilu s opožděným časováním. Pokud je motor ve středních otáčkách a není příliš zatížen, je použit malý zdvih ventilu s dřívějším

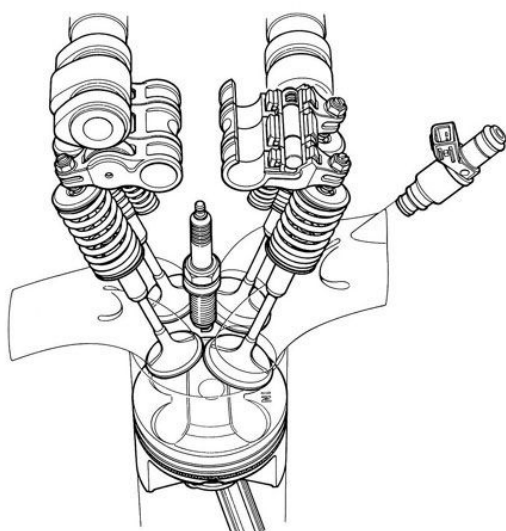
otevíráním sacích ventilů, tím se sníží spotřeba paliva a produkované emise. Je-li vyžadován maximální výkon a vysoký točivý moment, je zvolen velký zdvih ventilu.

5.1.6 VTEC

Řešení variabilního časování ventilů VTEC bylo vyvinuto pro závodní motory formule 1 s požadavkem na co nejvyšší výkon. Později byl systém upraven pro civilní používání a prvně sériově vyráběným modelem se stala Honda Integra v roce 1989.

Systém VTEC nám dovoluje měnit překrytí ventilů, rychlost otvírání, délku otevření ventilu a zdvih ventilu. Pracuje na principu, že na jeden ventil působí více vahadel, přičemž na každé vahadlo působí samostatná vačka

Základní uspořádání je použito např. u motoru v Hondě Civic 1,6 VTi. U tohoto motoru jsou použity dva vačkové hřídele, jedna na sací a jedna na výfukové ventily. Hlava válce je osazena čtyřmi ventily, dvěma sacími a dvěma výfukovými. Na dvojici sacích nebo

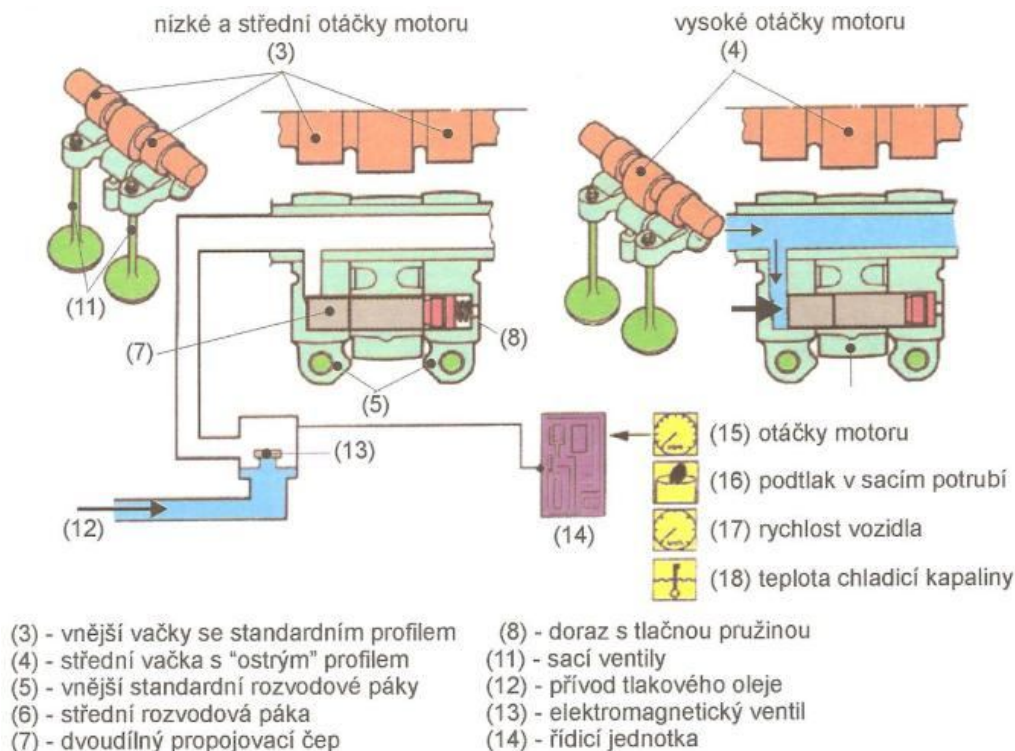


OBR. 18 VTEC [18]

výfukových ventilů působí tři vačky a tři vahadla. Vahadla lze propojit. Propojení je dosahováno tlakovým olejem, který přetlačí pružinu a přesune přesuvné západky. Vahadla jsou uvolněna v nízkých až středních otáčkách. Pružina udržuje západky v odblokované poloze a ventily jsou ovládány pomocí vnějších vaček a k nim příslušných vahadel, střední

vačka pracuje naprázdno. Při vyšších otáčkách motoru řídicí jednotka motoru vyhodnotí situaci v závislosti na otáčkách motoru, zatížení motoru, teploty chladicí kapaliny a na rychlosti jízdy a vyšle příslušný signál k elektromagnetickému ventilu. Elektromagnetický ventil otevře přístup tlakového oleje a ten přesune západky do zablokované polohy. V této fázi jsou ventily otvírány podle profilu prostřední vačky. Pokud řídicí jednotka vyhodnotí návrat k ovládání vnějšími vačkami, dojde k upuštění oleje a vratná pružina přesune západky do odblokované polohy.

Každá vačka má jiný charakter, z toho plyne, že každý ventil má jiný zdvih. To má za následek při nízkých otáčkách dobré rozvření směsi ve střechovitém spalovacím prostoru.



OBR. 19 Schéma VTEC [3]

Na trhu se vyskytuje několik variant systému VTEC. Může být použit pouze jeden vačkový hřídel, v té fázi se regulují pouze sací ventily. Další variantou je VTEC-E, kde je jeden ze sacích ventilů při nízkých otáčkách prakticky vyřazen z provozu. Dochází pouze k malému otevření o 0,65 mm. Důvod tohoto otevření je, že se nevytváří před ventily přetlak, je zajištěno chlazení ventilového sedla a docílí se dobrého vrstvení zápalné směsi. Z tohoto důvodu motory VTEC-E pracují při nízkém zatížení s chudou směsí. Na takovémto principu pracuje například motor od Hondy 1,3 L I-VTEC který se pyšní dobrým poměrem výkon spotřeba.

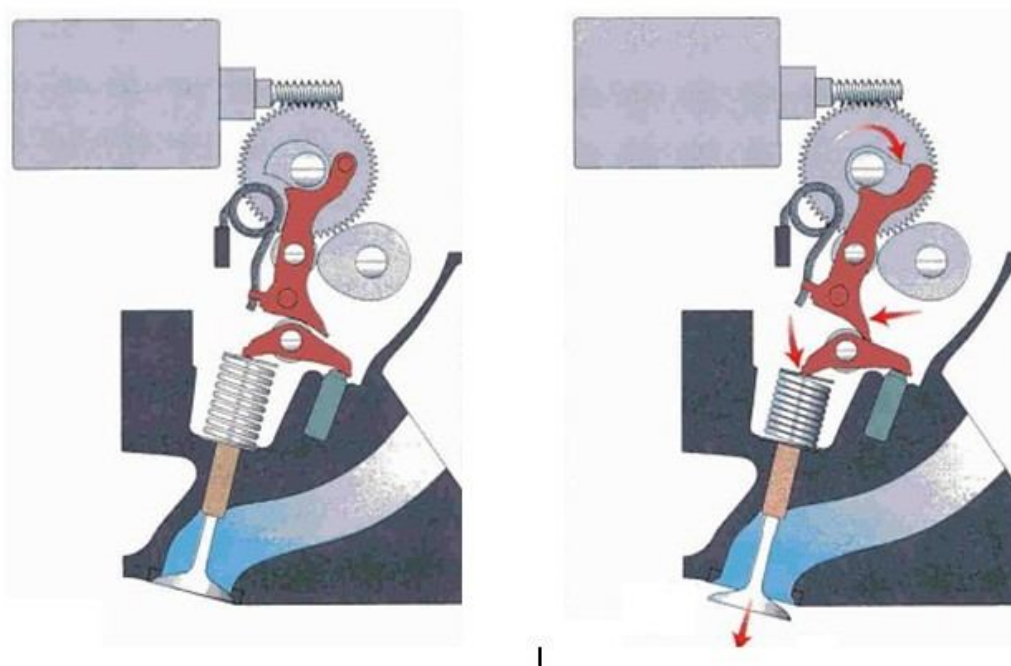
5.1.7 Valvetronic

Valvetronic byl vynalezen automobilkou BMW. Poprvé se začal sériově vyrábět v závodě BMW v Anglii poblíž Coventry. Valvetronic byl představen v roce 2001 a objevil se u čtyřválcového motoru o obsahu 1,8 L pro automobil E46 316 Ti.

Jedná se o plně variabilní časování ventilů. Valvetronic využívá systému Vanos případně Double Vanos pro plynulou změnu natočení vačkového hřídele. Doplněn je plynulou regulací zdvihu ventilu. Plynulá regulace dokáže ovládat množství nasávané směsi nebo,

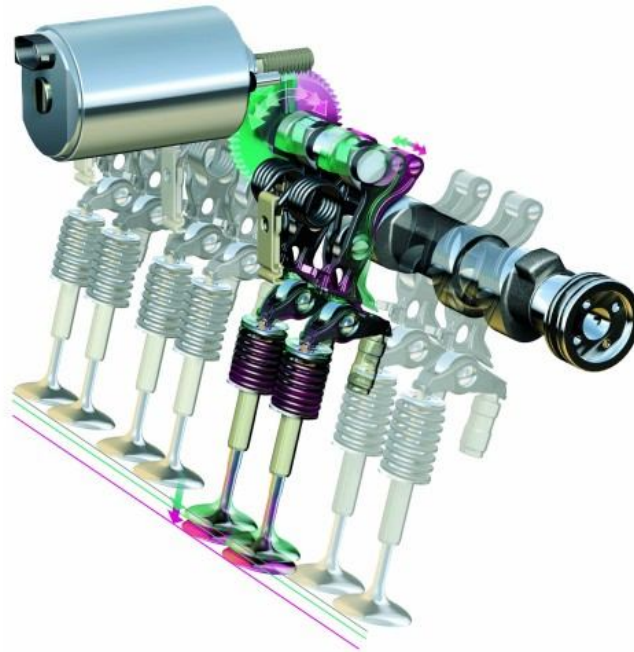
v případě přímého vstřiku, vzduchu. Systém tak nepotřebuje škrticí klapku, ta je tam pouze jako nouzové řešení, nebo se využívá při speciálních režimech motoru.

Vačka vačkového hřídele nepůsobí přímo na rozvodovou páku, ale na kladku vložené páky. Změnou polohy této vložené páky se mění mechanický převod mezi vačkou a rozvodovou pákou a tím i skutečný zdvih sacích ventilů. Změna polohy vložené páky se uskutečňuje pootočením výstředníkového hřídele. Výstředníkový hřídel je ovládán krokovým elektromotorem přes šnekové soukolí. [3]



OBR. 20 Valvetronic [26]

Motory s Valvetronicem se chlubí výrazně lepšími vlastnostmi než jeho předchůdci. Například prvně uvedený motor o obsahu 1,8 L má 85 kW a 180 Nm, to je o 20% lepší než jeho předchůdce a s kombinovanou spotřebou 6,9 l/km dosahuje 15% zlepšení spotřeby. Emise motoru se také výrazně zlepšily. [8]”

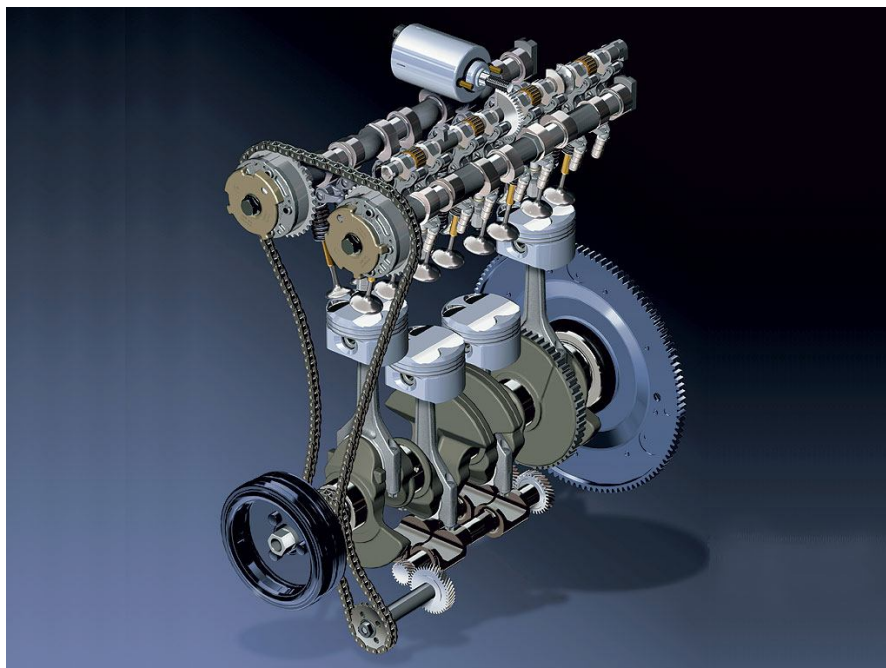


OBR. 21 Valvetronic [35]

Výše uvedený motor má tak dobré vlastnosti i díky novému chlazení, výrobce uvádí, že samotný Valvetronic uspoří 10% paliva a to hlavně díky nepoužívání škrticí klapky. Pokud používáme škrticí klapku, dochází k výrazným ztrátám vlivem víření paliva.

Provozní parametry systému Valvetronic:

- Zdvih ventilu je variabilní od 0 až do 9,7 mm
- Šnekový převod se dokáže z jednoho extrému do druhého přemístit za 300 milisekund
- V kombinaci s technologií Vanos může být vačkový hřídel natočen o 60°
- Konstrukční prvky jsou vyráběny s velkou přesností několika setin milimetru, například vložená páka je vyráběna s konečnou tolerancí 0,008 mm
- V kombinaci s technologií časování ventilů double-Vanos, může být úhel vačkového hřídele vztažený na klikovou hřídel upraven maximálně do 60° [7]

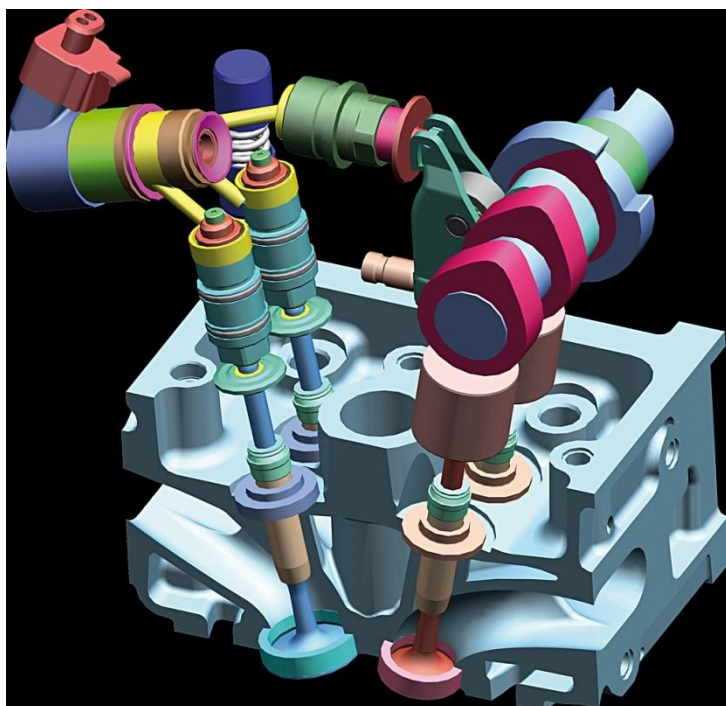


OBR. 22 Valvetronic [35]

5.1.8 MultiAir

Revoluční technologie MultiAir byla patentována v roce 2002 automobilkou Fiat. Představena veřejnosti byla v roce 2009 na autosalonu v Ženevě v automobilu Alfa Romeo

MiTo s obsahem 1,4L. Tento motor byl vybrán komisí, složenou z odborníků z 35 zemí, jako nejlepší nový motor roku 2010.

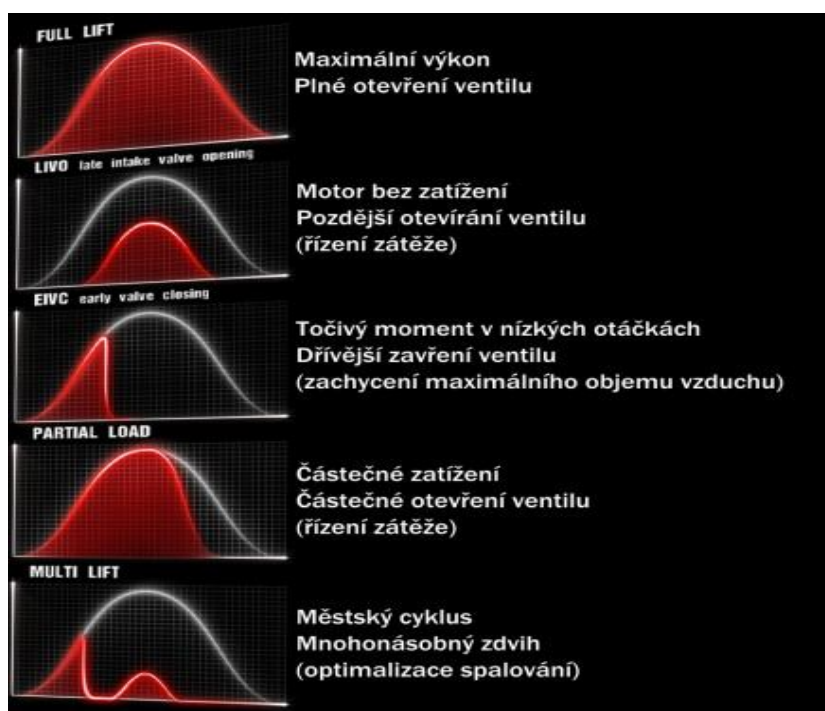


OBR. 23 Konstrukce Fiat MultiAir [13]

Tato technologie je opravdu revoluční, je to první sériově vyráběný systém, kde není přímé mechanické propojení mezi vačkou a ventilem. Mechanické spojení je nahrazeno elektrohydraulickým systémem. Předpokladem je, že olej, který

působí v hydraulickém systému je nestlačitelný. Vačka působí na hydraulický válec. Ten vyvolává tlak v hydraulické části a ten ovládá přes druhý hydraulický válec ventil. Vtip časování spočívá v tom, že hydraulický olej je veden přes solenoidův ventil. Ten se používá například v brzdové soustavě. Pokud chceme změnit zdvih a časování, stačí aby solenoidův ventil přepustil ve správný moment tlak v hydraulické části do vysokotlaké komory. Celý proces je řízen řídicí jednotkou motoru.

Na obrázku níže je vidět, že regulace probíhá pomocí změny zdvihu ventilu, škrticí klapka se zde nepoužívá. Pokud potřebujeme plný výkon, ventil se otvírá v plném rozsahu a kopíruje celou dobu vačkový hřidel. Je-li motor bez zátěže, ventil se otvírá později a zavírá dříve než normálně, dá se hovořit o polovičním otevření. V nízkých otáčkách je charakteristika zase jiná, specialitou je dvojitě otevření ventilu, tím je docíleno lepšího víření směsi a tím i ideálního spalování.



OBR. 24 Průběh otevření ventilů

Výhody MultiAir uváděné výrobcem

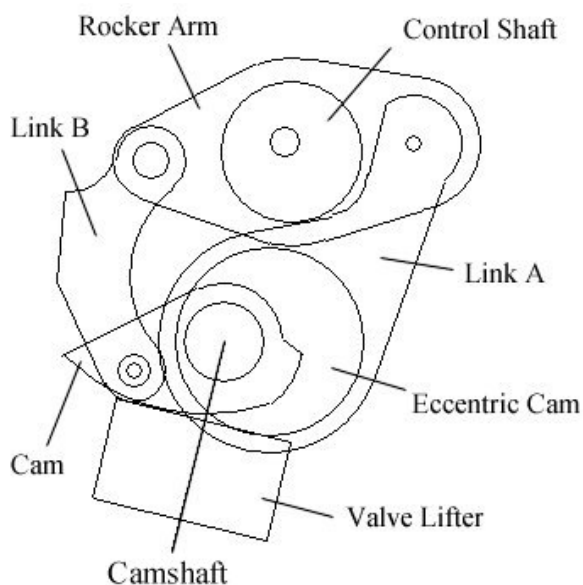
1. zvýšení výkonu až o 10 % díky plnějšímu profilu sací vačky - zvýšení točivého momentu v nízkých otáčkách až o 15 % pomocí dřívějšího zavírání sacích ventilů, jež zvyšuje množství vzduchu, zachyceného ve válci
2. eliminace čerpacích ztrát na výměnu náplně válce přináší snížení spotřeby a emisí až o 10 % oproti atmosférickým i přeplňovaným motorům stejného objemu s klasickým uspořádáním sacích ventilů
3. přeplňované maloobjemové motory s technologií MultiAir mohou oproti stejně výkonným atmosférickým motorům uspořit až 25 % pohonných hmot
4. výsledkem optimálních strategií řízení ventilů během zahřívání motoru a vnitřní recirkulace výfukových plynů (pomocí přitvření sacího ventilu během výfukového zdvihu) je snížení emisí až o 40 % pro HC / CO a až o 60 % u NOx.
5. konstantní tlak vzduchu v sacím potrubí, atmosférický pro klasické motory a zvýšený pro přeplňované motory spolu s extrémně rychlým řízením proudění vzduchu pro každý válec a při každém zdvihu, to jsou atributy, díky kterým je reakce motoru skvělá a dynamická [13]

Další výhoda, kterou uvádí výrobce je, že daný systém je použitelný pro různé varianty motorů, ať už se jedná o motory s přímým vstřikem, nebo přeplňované motory, ale systém je výhodný i pro vznětové motory, kde dokáže snížit emise, spotřebu a dokáže zvýšit výkon.

5.1.9 VVEL

System VVEL vynalezla automobilka Nisan. Představila ho v roce 2007 a první automobil s touto technologií byl Nisan infinity G37.

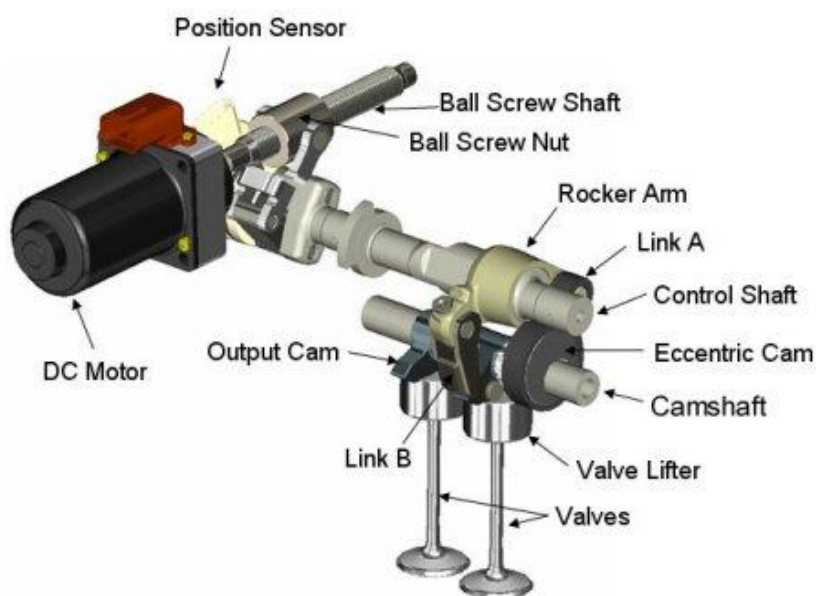
Jedná se o proměnlivé časování rozvodů pomocí změny zdvihu ventilu. Změna zdvihu ventilu probíhá pomocí složitého mechanismu, kdy samotná vačka působící na ventil,



OBR. 25 VVEL [26]

se neotáčí, ale pouze vykyvuje. Poháněn je excentrický hřídel (Eccentric Cam), ten mění pohyb otáčivý na pohyb přímočarý vratný, když přes rameno (Link A) vykyvuje vahadlem (Rocker Arm). Vahadlo pohybuje přes rameno (Link B) vačkou, která je volně umístěna na vačkové hřídeli (Camshaft). Pomocí mechanismu, který je poháněn elektromotorem natočíme osu vahadla (Control Shaft). Změnou osy výkyvu u vahadla dojde ke změně převodu a mění se výkyv vačky. Změna velikosti výkyvu vačky způsobuje změnu zdvihu ventilu.

Daný mechanismus nepotřebuje klasickou škrticí klapku, čímž zlepšíme výkon a spotřebu motoru. Nisan uvádí, že dochází k 10 % zlepšení spotřeby a navýšení výkonu o 10%.



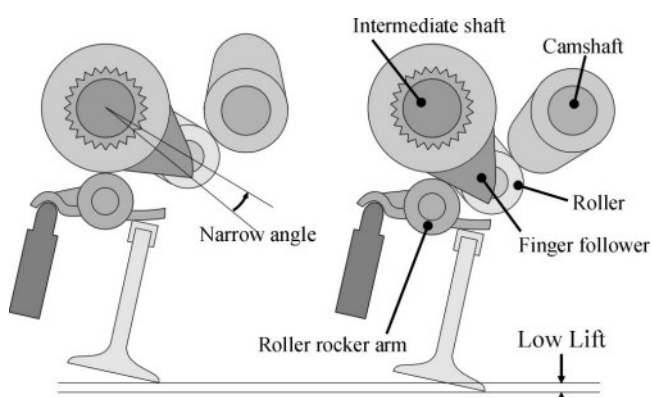
OBR. 26 VVEL [26]

5.1.10 Valvematic

System Valvematic vyvinula automobilka Toyota a používá ho v kombinaci se systémem VVT-i. Toyota na tento systém podala v roce 2007 žádost o patent. Tento systém byl dodáván do modelové řady motorů ZR, první automobil s tímto motorem byla Toyota Avensis v roce 2009.

Valvematic využívá proměnlivý zdvih ventilu a tím i jako jeho konkurenti odstranil klasickou škrtkovací klapku. Poháněn je vačkový hřídel (Camshaft), ten působí na kladku (roller). Kladka je pevně spojena s druhou vačkou (Finger follower), která působí na kladku

na vahadle (Roller rocker arm). Vahadlo otevírá ventil. Změna zdvihu probíhá na střední hřídeli (Intermediate shaft) kde dochází ke změně úhlu (angle) mezi kladkou a druhou vačkou. Změna úhlu je vyvolána pomocí mechanismu pracujícího na principu šikmého ozubení. Celý proces řídí řídicí jednotka.



OBR. 27 Valvematic [26]

Podle Toyoty došlo díky Valvematicu k úspoře paliva 5 až 10 %, Navýšení výkonu motoru činí 10%. Toyota uvádí, že nový systém výrazně snižuje emise CO₂.



OBR. 28 Valvematic [31]

6. ZÁVĚR

Jak už bylo uvedeno v úvodu, časování ventilů a zejména proměnlivé časování ventilů je velmi náročný a neustále se vyvíjející technický problém, jehož úplné vyřešení je teprve před námi. Tato práce měla za cíl stručně popsat časování spalovacích motorů, podrobněji popsat časování čtyřdobých motorů a zejména popsat variabilní časování motorů. Variabilním časováním ventilů rozvodového ústrojí motorů se v dnešní době zabývá mnoho odborníků a zajímá to i řadu amatérů. Pro některé z nich by mohl být přínosem popis jednotlivých systémů, které jsou v současné době sériově vyráběny a dodávají se na trh. Z dostupných zdrojů byla tato problematika poměrně podrobně popsána, včetně popisu, kdy byl jednotlivý systém proměnlivého časování ventilů uveden na trh a kým a to včetně nejnověji používaných systémů, které dosud nebyly v českém jazyce podrobněji popsány. Zmíněny jsou samozřejmě i výhody jednotlivých variant. Z dosavadních studií se zatím jeví jako nejperspektivnější variabilní časování s plynulou změnou zdvihu ventilu, kdy je plynule regulován zdvih ventilu při současném odstranění klasické škrticí klapky a kdy dochází k výraznému zvyšování výkonostních parametrů a zároveň snižování spotřeby a emisí.

Jako velmi dobrý a perspektivní hodnotím systém MultiAir z vývojového oddělení koncernu Fiat. Tento systém variabilního časování ventilů nemá přímé mechanické spojení mezi vačkou a ventilem a to je zřejmě cesta, kterou se podle mého názoru bude vyvíjet tato problematika. Dnes se vyvíjejí i systémy, které jsou bez vačkového hřídele, ventil je ovládán jiným pohonem, například elektromagnetem. Zatím však existují pouze studie, sériově se takovéto systémy zatím nevyrábí, protože nedosahují potřebné spolehlivosti a mají i další nedostatky. Z toho lze usuzovat, že ani v nejbližší době není jejich sériová výroba reálná.

Přestože systém MultiAir je hodnocen jako dobrý a perspektivní, lze předpokládat, že bude v budoucnu překonán a nahrazen ještě lepším. Pouze znalosti získané z užívaných systémů umožní tento lepší a perspektivnější systém vyvinout. Tato práce by mohla být jednou z možností, jak se v základu seznámit s jednotlivými systémy variabilního časování ventilů.

7. POŽITÁ LITERATURA

Tištěné zdroje

- [1] MACEK, Jan; SUK, Bohuslav. *Spalovací motory I.* [s.l.] : Vydavatelství ČVUT, 1994. 242 s.
- [2] GSCHEIDLE, Rolf, et al. *Příručka pro automechaniky.* 3. přepracované vydání. Praha : Europa-Sobotáles cz. s.r.o., 2007. 685 s.
- [3] JAN, Zdeněk; ŽĎÁRSKÝ, Bronislav. *AUTOMOBILY 3 : MOTORY.* 4. přepracované vydání. Brno : Avid s.r.o, 2007. 165 s.
- [4] KAMEŠ, Josef. *Speciální motorová vozidla : Spalovací motory.* Vyd. 1. [s.l.] : Česká zemědělská univerzita v Praze, technická fakulta, 2002. 107 s.

Internetové zdroje

- [5] CERMAN, Jiří. *Nazeleno* [online]. 09. 10. 2008 [cit. 2011-03-26]. EURO 5: Zdraží emisní limity automobily?. Dostupné z WWW: <<http://www.nazeleno.cz/nazelenoplus/emise-co2/euro-5-zdrazi-emisni-limity-automobily.aspx>>
- [6] *Autorubik* [online]. 3. 1. 2011 [cit. 2011-03-23]. Ventilový rozvod v spalovacím motore automobilu (SV, OHV, OHC, DOHC). Dostupné z WWW: <<http://www.autorubik.sk/technika/ventilovy-rozvod-v-spalovacim-motore-automobilu-sv-ohv-ohc-dohc/>>.
- [7] *Usautoparts* [online]. 2007 [cit. 2011-03-16]. Valvetronic. Dostupné z WWW: <<http://www.usautoparts.net/bmw/technology/valvetronic.htm>>.
- [8] *AutoSpeed* [online]. 25. 1. 2011 [cit. 2011-03-23]. BMW's Valvetronic. Dostupné z WWW: <http://autospeed.com/cms/title_BMWs-Valvetronic/A_111539/article.html>.
- [9] *Volkswagen international brand portal* [online]. 2010 [cit. 2011-03-20]. Dostupné z WWW: <http://www.volkswagen.com/vwcms/master_public/virtualmaster/en2.html>.
- [10] *Porsche* [online]. 2010 [cit. 2011-02-14]. Dostupné z WWW: <<http://auto.porsche.cz/>>.

- [11] VarioCam. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 21 July 2004 , last modified on 23 January 2011 [cit. 2011-03-23]. Dostupné z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/VarioCam>>.
- [12] *CAMCON* [online]. 2009 [cit. 2011-03-15]. VVT-i and VTEC's cam timing. Dostupné z WWW: <<http://www.powerenterpriseusa.net/products/electric/camcon/camcon.htm>>.
- [13] *Autanet* [online]. 07. 07. 2010 [cit. 2011-03-23]. Nejlepší nový motor roku 2010. Dostupné z WWW: <<http://www.autanet.cz/autonews-nejlepsi-novy-motor-roku-2010-1-4-t-multi-air-od-fiat-powertrain-991/>>.
- [14] *Kereta info* [online]. 18. 8. 2008 [cit. 2011-03-23]. HOW TOYOTA VVTi ENGINE WORKS. Dostupné z WWW: <<http://kereta.info/how-toyota-vvti-engine-works-variable-valve-timing-intelligent/>>.
- [15] *Tipcars* [online]. 9. 9. 2009 [cit. 2011-02-17]. Automobilový konstruktér. Dostupné z WWW: <<http://www.tipcars.com/magazin-automobilovy-konstrukter-vse-o-ventilovych-rozvodech-4249.html>>.
- [16] *Porsche 911 Sales and Information* [online]. 23. 7. 2010 [cit. 2011-03-23]. Porsche VarioCam Plus. Dostupné z WWW: <<http://porsche911-hq.com/porsche-miscellaneous-technologies/porsche-variocam-plus-what-is-variocam-plus/>>.
- [17] *Honda Worldwide* [online]. 2011 [cit. 2011-03-09]. Dostupné z WWW: <<http://world.honda.com/>>.
- [18] *Hot Rods* [online]. June 2009 [cit. 2011-03-14]. Honda Vtec Engines. Dostupné z WWW: <http://www.hotrod.com/techarticles/engine/113_0307_honda_vtec_engines_explained/index.html>.
- [19] Valvetronic. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 1 May 2005 , last modified on 13 February 2011 [cit. 2011-03-23]. Dostupné z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Valvetronic>>.

- [20] VVT-i#VVTL-i. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, , last modified on 20 March 2011 [cit. 2011-03-23]. Dostupné z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/VVT-i#VVTL-i>
- [21] *Audi klub* [online]. 2008 [cit. 2011-03-02]. Čtyřdobý zážehový motor. Dostupné z WWW: <<http://audiklub.cz/techwiki/ctyrdoby-zazehovy-motor>>.
- [22] DUCHOŇ, Jiří. *Autorevue* [online]. 9. 3. 2009 [cit. 2011-03-23]. Fiat MultiAir. Dostupné z WWW: <http://www.autorevue.cz/flat-multiair-zasadni-modernizace-benzinu>
- [23] *HubPages* [online]. 2011 [cit. 2011-03-10]. How does the multiair. Dostupné z WWW: <<http://hubpages.com/hub/how-does-the-MULTIAIR-fiat-works>>.
- [24] *The Telegraph* [online]. 03 Oct 2009 [cit. 2011-03-23]. Multiair: how it works. Dostupné z WWW: <http://www.telegraph.co.uk/motoring/green-motoring/6243779/Multiair-how-it-works.html>
- [25] Multiair. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 29 June 2009 , last modified on 22 January 2011 [cit. 2011-03-23]. Dostupné z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Multiair>>.
- [26] *AutoZine* [online]. 2009 [cit. 2011-03-23]. Autozine Technical School. Dostupné z WWW: http://www.autozine.org/technical_school/engine/vvt_5.html
- [27] *Nisan Motor Company Global Website* [online]. 2011 [cit. 2011-03-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.nissan-global.com/EN/index.html>>.
- [28] Variable Valve Event and Lift. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 5 September 2007, last modified on 18 March 2011 [cit. 2011-03-23]. Dostupné z WWW: http://en.wikipedia.org/wiki/Variable_Valve_Event_and_Lift
- [29] *TOMMU* [online]. 11.04.2007 [cit. 2011-03-23]. NISSAN TOMMŮ. Dostupné z WWW: <<http://www.tommu.cz/nissan/index.php?PAGE=2&iq=2&id=558&klic=V%FDroba%20a%20prodej&klic3=3>>

- [30] *MOTOR-TALK* [online]. 15.10.2009 [cit. 2011-03-23]. Valvematic. Dostupné z WWW: <http://www.motor-talk.de/blogs/unsere-motoren-koennen-alleine-atmen/valvematic-t2432048.html>
- [31] *Pau Tan's Automotive News* [online]. 2011 [cit. 2011-03-23]. Dostupné z WWW: <http://paultan.org/>
- [32] *Tipcars* [online]. 17.07. 2007 [cit. 2011-03-23]. Toyota Valvematic. Dostupné z WWW: <http://www.tipcar.cz/toyota-valvematic---novinka-pro-zazehove-motory-2733.html>
- [33] Toyota ZR engine. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 12 April 2007, last modified on 12 January 2011 [cit. 2011-03-23]. Dostupné z WWW: http://en.wikipedia.org/wiki/Toyota_ZR_engine
- [34] *BMW automobiles* [online]. 2011 [cit. 2011-03-23]. Dostupné z WWW: <http://www.bmw.com/com/en/index.html>
- [35] *GermanCarForum* [online]. 09-01-2009 [cit. 2011-03-24]. Fiat MultiAir in detail. Dostupné z WWW: <http://www.germancarforum.com/tech-talk-forum/30583-fiat-multi-air-detail-incl-bmw-valvetronic-comparison.html>
- [36] *BMW Technology* [online]. 2007 [cit. 2011-03-24]. BMW Information. Dostupné z WWW: <<http://www.bmwinformation.com/technology/valvetronic.html>>
- [37] Sací ventil. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 14. 4. 2007, last modified on 4. 4. 2011 [cit. 2011-03-24]. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Sac%C3%AD_ventil>.
- [38] *Motoride* [online]. 2001 [cit. 2011-03-24]. Dostupné z WWW: <http://motoride.sk>
- [39] *MultiAir* [online]. 2009 [cit. 2011-03-12]. Dostupné z WWW: <http://www.fptmultiair.com/>

Seznam obrázků

Obr. 1 Rozvodový diagram [3].....	6
Obr. 2 SV rozvod [21].....	7
Obr. 3 OHV rozvod [21]	8
Obr. 4 OHC rozvod [21]	8
Obr. 5 DOHC [6]	9
Obr. 6 Desmodromický rozvod [38].....	9
Obr. 7 Ventil [37].....	11
Obr. 8 Možnosti hydraulického vymezení vůle [2]	14
Obr. 9 Graf natočení vačkového hřídele [2].....	16
Obr. 10 Elektrohydraulický měnič [3]	17
Obr. 11 VANOS [2].....	18
Obr. 12 Schéma vanos [2].....	19
Obr. 13 Lopatkový regulátor [2].....	19
Obr. 14 VVT-i [12].....	20
Obr. 15 Variocam [2]	20
Obr. 16 Schéma Variocam [3]	21
Obr. 17 Variocam plus [16].....	22
Obr. 18 VTEC [18]	23
Obr. 19 Schéma VTEC [3].....	24
Obr. 20 Valvetronic [26]	25
Obr. 21 Valvetronic [35]	26
Obr. 22 Valvetronic [35]	27
Obr. 23 Konstrukce Fiat MultiAir [13].....	27
Obr. 24 Průběh otevření ventilů.....	28
Obr. 26 VVEL [26].....	30
Obr. 25 VVEL [26].....	30
Obr. 27 Valvematic [26].....	31
Obr. 28 Valvematic [31].....	31