

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STOJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

ŘETĚZOVÉ POHONY VENTILOVÉHO MECHANISMU

CHAIN DRIVE FOR VALVETRAINS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

RICHARD VODIČKA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL NOVOTNÝ, Ph.D.

BRNO 2009

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Akademický rok: 2008/09

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Vodička Richard

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

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

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:

Řetězové pohony ventilového mechanismu

v anglickém jazyce:

Chain Drive for Valvetrains

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Provést analýzu řetězových pohonů ventilového rozvodu u současných spalovacích motorů.

Cíle bakalářské práce:

Analýza řetězových pohonů ventilového rozvodu u současných spalovacích motorů.
Zhodnocení výhod a nevýhod řetězových převodů.

Seznam odborné literatury:

Kolektiv VÚNM a ČKD. Naftové motory čtyřdobé, 1. díl. Státní nakladatelství technické literatury, n.p., Druhé vydání, Praha, 1962. L123-B3-IV-41/2490

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Novotný, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/09.


V Brně, dne

24 -11- 2008

L.S.



prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.
Ředitel ústavu



doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je získat všeobecný přehled o tomto způsobu pohonu ventilových rozvodů. Úvod se zabývá pohonem rozvodového mechanismu spalovacích motorů.

Vlastní text práce se skládá ze tří částí. V první části je vysvětlen princip funkce rozvodu motoru. Ve stručnosti jsou zde popsány jednotlivé uspořádání ventilových rozvodů motoru a také rozlišení podle způsobu jejich pohonu. Hlavní pozornost je věnována pohonu ventilových mechanismů řetězem, tzn. rozlišení typů rozvodových řetězů a součástí nezbytných pro jeho správnou funkci, dále popisu hlavních částí ventilového rozvodu motoru a ostatních variantách jeho pohonu. Druhá část práce hodnotí klady a zápory řetězového pohonu ventilových mechanismů porovnáním s ostatními pohony. Ve třetí části jsou uvedeny příklady použití řetězového pohonu ventilových mechanismů v praxi u čtyřkolek, osobních automobilů a motocyklů.

Závěr obsahuje přínos užití řetězového pohonu ventilových mechanismů a zhodnocení bakalářské práce.

Abstract

The objective of this bachelor's thesis is obtaining the general review about the way of driving valvetrains. Introduction is devoting the driving of distributive mechanism of combustion engines .

The text of bachelor's thesis is splitted on three parts. The first part is explaining the principle of functioning engine train. Briefly are described individual assembling of ventil distributor of engines and its distinction depending on the way of its drive. The main attention is devoted to the chain drive of valvetrain, i.e. distinction of types chain drive, which are necessary for its correct functioning. And also, are described the main parts of valvetrain of the engine and the other possibilities of its driving. The second part of bachelor's thesis is comparing positives and negatives of chain drives of valvetrains with the other one's. In the third part of bachelor's thesis are presented the examples of application of the chain drives in the valvetrains in the four wheel drives machines, cars and motorcycles.

In the conclusions is specified the contribution of the chain drive of valvetrains and evaluation of bachelor's thesis.

Klíčová slova

Ventilový rozvod, řetězový pohon, kliková hřídel, vačková hřídel.

Keywords

Valvetrain, chain drive, crank shaft, cam shaft.

Bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690

VODIČKA, R. *Řetězové pohony ventilového mechanismu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 32s. Vedoucí bakalářské práce. Ing. Pavel Novotný, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci zhotovil pouze mojí osobou bez cizí pomoci. Potřebné informace jsem zpracoval z literatury uvedené v seznamu, z osobních znalostí a z odborných konzultací.

V Brně dne:.....

Podpis:

Poděkování

Je mojí povinností zde poděkovat zejména vedoucímu mé práce panu ing. Pavlu Novotnému Ph.D., za jeho přístup a pozornost, kterou věnoval vypracování mé bakalářské práce.

V Brně dne:

Obsah

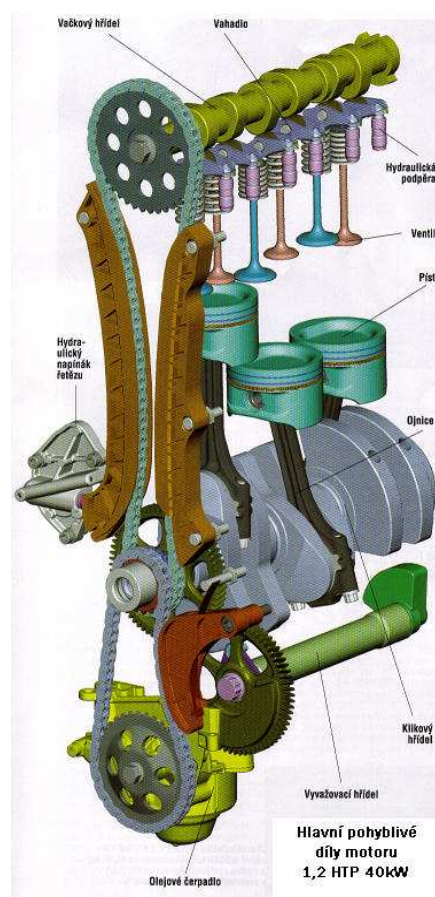
1	Úvod	13
2	Rozvod motoru.....	14
2.1	Uspořádání ventilových rozvodů	15
2.2	Druhy pohonu ventilových mechanismů	16
2.3	Pohon ventilového mechanismu řetězem.....	16
2.3.1	Řetězy používané k pohonu ventilových mechanismů	17
2.3.2	Řetězová kola	18
2.3.3	Napínák řetězu.....	18
2.3.4	Vodící lišta	19
2.4	Další druhy pohonu ventilových mechanismů.....	20
2.4.1	Ozubená kola.....	20
2.4.2	Pohon ozubeným plochým řemenem	21
2.4.3	Pohon ventilových mechanismů královským hřídelem	21
2.5	Hlavní části ventilového rozvodu motoru.....	23
2.5.1	Ventily	23
2.5.2	Ventilová pružina	23
2.5.3	Vačkový hřídel	24
2.5.4	Zdvihátka ventilů.....	24
2.5.5	Rozvodové tyčky a vahadla.....	25
3	Výhody a nevýhody řetězového pohonu u ventilových mechanismů.....	26
3.1	Výhody pohonu řetězem	26
3.2	Nevýhody pohonu řetězem	26
4	Použití pohonu ventilového rozvodu řetězem.....	27
4.1	Čtyřkolky	27
4.2	Osobní automobily.....	28
4.3	Motocykly	29
5	Závěr	30
6	Seznam použitých zdrojů	31

1 Úvod

Ventilový mechanismus je nedílnou součástí spalovacích motorů s vnitřním spalováním. Základní funkcí ventilových mechanismů je řídit plnění válců motoru směsí (motory zážehové) nebo vzduchem (motory vznětové). Na správném načasování ventilových rozvodů je závislý výkon, točivý moment, emise škodlivin a spotřeba motoru, tedy hlavní parametry motoru.

Řetězové pohony patří dnes k jedné z nejčastěji využívaných variant řešení pohonu ventilových mechanismů. Tento způsob pohonu je sice výrobně dražší, ale je velmi spolehlivý a má vysokou životnost.

Pohon článkovým řetězem se používá zejména tehdy, jestliže je nutné přenášet větší síly a požaduje se přesně dodržovat časování rozvodu. Potřebného konstantního napětí řetězu se dosahuje stavitelným nebo samočinným napínákem řetězu. Řetěz je obvykle dvouřadý nebo třířadý, výjimečně i jednořadý (jednoduchý). Správnému vedení řetězu zajišťují i vodící lišty.



Obr. 1 Rozvodový mechanismus Škoda Fabia 1,2 HTP 40kW [7]

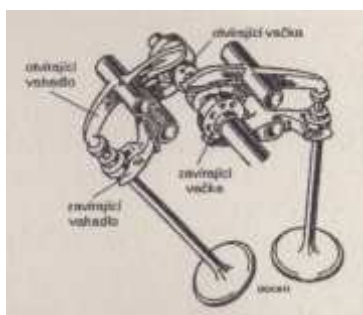
2 Rozvod motoru

Funkcí rozvodu motoru je řízení výměny obsahu válců, tj. okamžiků otevření a zavření rozvodových orgánů (ventilů) pro plnění válců vzduchem nebo směsí a odstranění výfukových plynů.

Rozvodový mechanismus motoru má velký vliv na dosažení parametrů výkonu. Prostřednictvím rozvodového ústrojí se přenáší zdvih, rychlost a zrychlení od vačky k funkčním částem, ventilům, pístu vstřikovacího čerpadla apod. Rozvodového ústrojí je jednou z nejvíce namáhaných částí motoru. Nejedná se jen o namáhání mechanické, ale i chemické a tepelné. Například teplota výfukového ventilu dosahuje běžně teploty přibližně 700° C a navíc se tento ventil musí otevřít až 50-krát za sekundu. Současné ventilové rozvody jsou však vysoce technologicky vyspělé jak ve své stavbě, použitých materiálech tak v mechanismech konstrukce rozvodů.

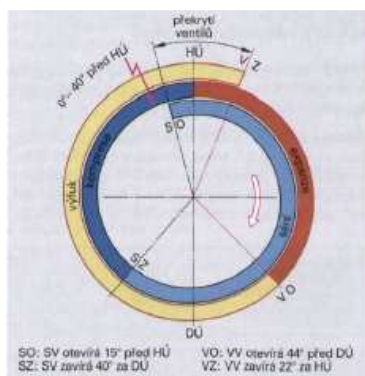
Úkolem každého rozvodového mechanismu je dosažení maximálního a co nejvíce ekonomického využití spalovacího prostoru motoru a zároveň i zajištění jeho tichého chodu. Z toho vyplývá, že je nezbytně nutné přivést do spalovacího prostoru motoru co nejvíce vzduchu nebo směsi vzduchu s palivem a umožnit tak co nejdokonalejší přípravu směsi. Zároveň je také nezbytně nutné spálené zbytky paliva a zplodin co nejrychleji z tohoto prostoru odvést.

Pohon rozvodového mechanismu od klikového mechanismu může být řešený více způsoby. Mezi nejčastěji využívané patří pohon ozubeným řemenem, ozubeným řetězem, ozubenými koly (v minulosti se také více používal pohon královskou hřídelí). Hnanou částí je vačková hřídel s vačkami, jejichž funkcí je otevřít přímo nebo nepřímo prostřednictvím další části rozvodu (např. zdvihátka, tyčky, vahadla) sací a výfukové ventily. Ventily zavírají ventilové pružiny. Jestliže jsou vačky upraveny a plní i funkci ventilů, jedná se o desmodromický rozvod.



Obr. 2 Dnes už nepoužívaný desmodromický rozvod [6]

Jelikož pracovní cyklus trvá čtyři doby (sání, komprese, expanze, výfuk), tzn. dvě otočení klikového hřídele, ventily se během cyklu otvírají jen jednou, musí mít vačková hřídel poloviční otáčky než hřídel kliková. Je zřejmé, že rozvodové kolo vačkového hřídele musí mít oproti rozvodovému kolu klikového hřídele dvojnásobný počet zubů. Z toho vyplývá poměr mezi klikovou a vačkovou hřídelí 2 : 1, tzn. převod do pomala.

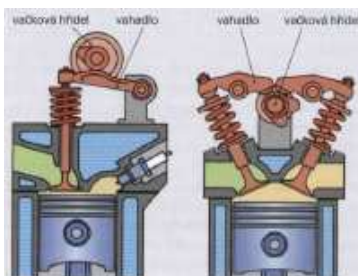


Obr. 3 Rozvodový diagram čtyřdobého benzínového motoru [1]

2.1 Uspořádání ventilových rozvodů

Rozvodové mechanismy se skládají z jednotlivých součástí, které jsou různě uspořádány a uloženy v bloku válců nebo hlavě motoru. Podle daného uspořádání následně rozlišujeme tyto ventilové rozvody:

OHC (angl. **O**ver **H**ead **C**amshaft): ventily a vačkový hřídel jsou umístěny v hlavě motoru. Vačkový hřídel ovládá ventily přímo nebo pomocí vahadel. Tento rozvod je v současnosti nejpopulárnější při řešení atmosférických i přeplňovaných benzínových nebo vznětových motorů.



Obr. 4 Motory s vačkovou hřídelí v hlavě válců (OHC) [1]

DOHC (angl. **D**ouble **O**ver **H**ead **C**amshaft): dvě vačkové hřídele v hlavě válců ovládají ventily. Obvykle bývá jedna sací a druhá výfuková. Někdy se užívá označení Twin Cam (TC) nebo 2 x OHC.



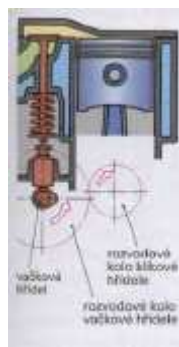
Obr. 5 Motor s dvojicí vačkových hřídelí (DOHC) [1]

OHV (angl. **O**ver **H**ead **V**alve) **visuté ventily**- nejrozšířenější rozvodový mechanismus. Ventily jsou zavěšené v hlavě válců motoru a jsou rovnoběžné nebo mezi sebou svírají určitý úhel.



Obr. 6 Motor s ventily shora (OHV) [1]

SV (angl. **Side Valve**): motory tzv. spodové. Ventily zde bývají umístěny po straně válce, vačkový hřídel v bloku motoru. I přes jejich tichý se dnes nepoužívají, jelikož u nich nelze zvyšovat stupeň komprese a mají nevýhodný tvar spalovacího prostoru.



Obr. 7 Motor s postranními ventily – spodový (SV) [1]

2.2 Druhy pohonu ventilových mechanismů

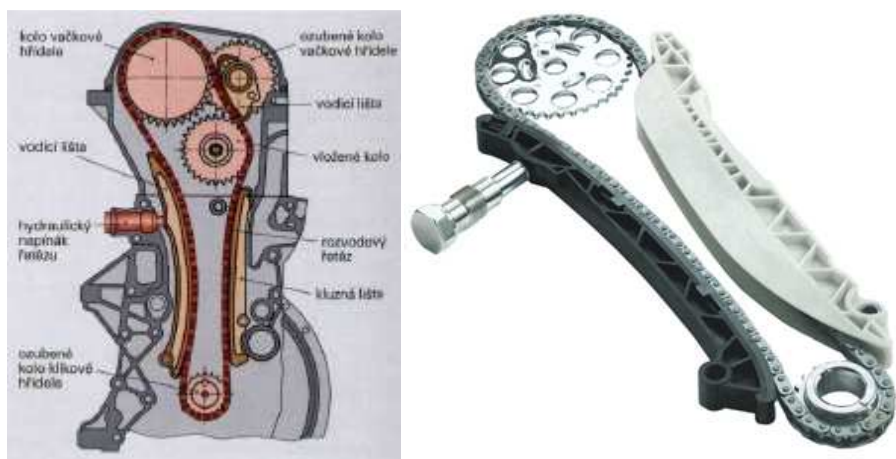
Ventilové mechanismy mohou být poháněny více způsoby. Mezi nejčastější způsoby patří pohon pomocí:

- Ozubenými koly a ozubeným řemenem
- Řetězovými koly a válečkovým řetězem
- Čelními koly se šikmým ozubením
- Rozvodovým (královským hřídelem) a kuželovými ozubenými koly

Každé z daných provedení má své výhody a nevýhody, které se týkají trvanlivosti, životnosti, hlučnosti, přenosu ovládací síly atd.

2.3 Pohon ventilových mechanismů řetězem

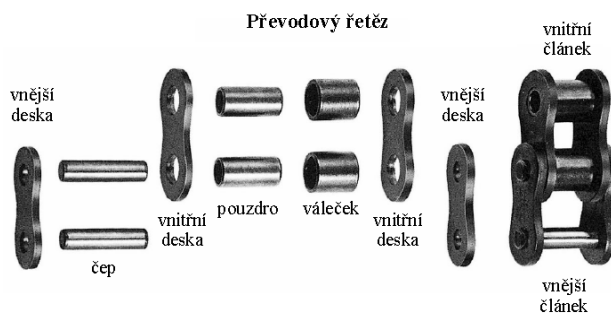
Pohon vačkového hřídele řetězem byl v dřívějších desetiletích oblíbenou variantou řešení pohonu ventilových rozvodů. V současnosti se opět dostává do popředí i přes svou velikou konkurenci pohonu řemenem. Nejčastěji se pohonu řetězem využívá u motocyklů. Pohon ocelovým válečkovým řetězem je sice výrobně dražší, ale je velmi spolehlivý a má vysokou životnost. Používá se především pokud je nutno přenášet větší síly a požaduje se přesně dodržovat časování rozvodu.



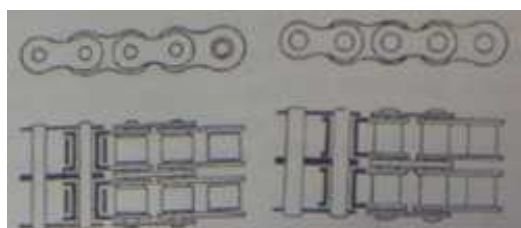
Obr. 8,9 Řetězový pohon ventilového rozvodu [1], [8]

2.3.1 Řetězy používané k pohonu ventilových mechanismů

U standardních rozvodů zpravidla přenáší síly z klikového hřídele na vačkový dvouřadý nazývaný také jako duplex nebo třířadý řetěz. V některých výjimečných případech lze vidět i jednořadý neboli simplex. Nejčastěji je mechanismus poháněn válečkovým nebo pouzdrovým řetězem (Obr. 11). Neobvyklé je užití ozubeného řetězu (obr.12). Tyto řetězy jsou mazány rozstříkovaným nebo stékaným olejem.



Obr.10 Konstrukce převodového řetězu [9]



Obr. 11 Vlevo válečkový a pouzdrový řetěz [4]



Obr. 12 Ozubený řetěz [9]

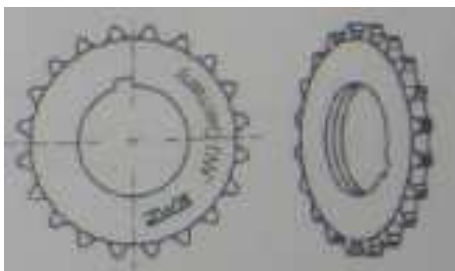
2.3.2 Řetězová kola

Řetězová kola spojují klikovou hřídel prostřednictvím řetězu z vačkovou hřídelí. Je proto nezbytně nutné zajistit aby řetězové kolo mělo daný profil zubu odpovídající dokonalému spojení s článkem řetězu. Jen tímto způsobem lze předpokládat dlouhou životnost, nižší hlučnost a samozřejmě menší opotřebení celého mechanismu. Rozteče článků řetězů používaných na tato kola jsou například 6,35 mm; 8 mm; 9,525 mm. K faktorům, které uvažujeme při volbě procesu výroby a použitých materiálů patří zatížení, geometrie kol, hospodárnost atd.

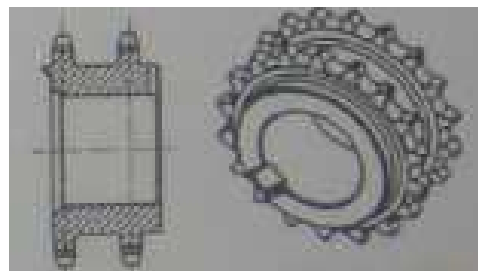
Prakticky rozlišujeme tyto typy vyráběných kol:

- Přesně lisovaná řetězová kola
- Řetězová kola ze slinutého kovu
- Třískově obráběná řetězová kola
- Kovaná/plynule lisovaná řetězová kola

Vzhledem k vhodnosti užití a také dle volného prostoru se používají řetězová kola s jednostranným nebo dvoustranným nábojem.



Obr. 13 Řetězové kolo ze slinutého kovu [4]



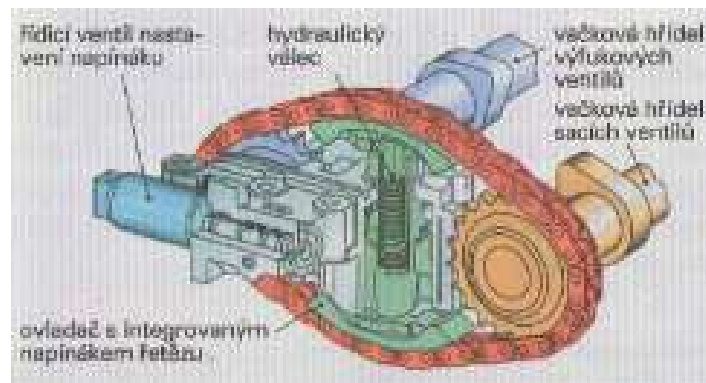
Obr. 14 Napjaté řetězové kolo [4]

2.3.3 Napínák řetězu

Napínák řetězu plní v rozvodovém mechanismu více funkcí. Jednou z nich je neustálé napětí řetězu ze strany jeho odlehčené větve. Tímto je eliminováno nebezpečí nechtěného prodloužení rozvodového řetězu vlivem opotřebení a z toho vyplývající následné poškození motoru. Součástí napínáku je třecí nebo viskózní tlumič, který eliminuje případné vibrace celého mechanismu. Jako velmi vhodný prostředek pro tlumení vibrací se osvědčil hydraulický prvek. Nejznámější jeho konstrukce je štěrbinový tlumič závislý na rychlosti s řízeným tlumením. Kapalínu zajišťující funkci tlumiče tvoří olej z oběhu motoru. Ten se následně nasává při vyjetí prostřednictvím zpětného ventilu do tzv. vysokotlakého prostoru. Ventil je uzavřen jakmile se stlačí napínací zařízení a následně se olej vytlačí úzkou štěrbinou mezi pístem a skříní.

Vlastnosti hydraulických napínacích prvků:

- Malé opotřebení díky použití dílů z kalené oceli
- Jemně stavitelné tlumení díky štěrbině, kterou uniká olej
- Tlumení řízené díky zpětnému ventilu
- Nenáročnost vzhledem k prostoru na instalaci



Obr. 15 Hydraulický stavitelný napínák řetězu [1]

2.3.4 Vodící lišta

Hlavní funkcí vodící lišty umístěné mezi řetězovými koly ventilového rozvodu je vymezení prostoru pro pohyb řetězu a s tím související uklidnění řetězu. Zároveň je z důvodu snížení hluchosti nutné v odlehčených oblastech vést řetěz plastovými lištami. Tyto vodící lišty pomáhají zároveň snižovat i jeho kmitání. V některých případech pro zvýšení efektu bývá řetězové kolo klikového hřídele s pryžovou vložkou. Vodící lišty mohou být plastové nebo kovové s plastovým povlakem a v závislosti na dráze řetězu zakřivené nebo rovné. V závislosti na konstrukci napínacího mechanismu se používají lišty nebo patky přenášející sílu napínacího prvku na řetěz. Tření a opotřebení řetězu vlivem působení kluzné povrchové vrstvy vodící lišty je velmi malé. Jestliže volíme vhodný materiál pro nosný podklad lišty je zapotřebí brát zřetel na prostor, který je k dispozici, a také na možné zatížení lišty.

Možnosti volby materiálu nosného podkladu lišty:

- Jednodílná umělohmotná nosná tělesa
- Umělohmotná nosná tělesa vyztužená vlákny
- Hliníkové nosné těleso
- Nosné těleso z ocelového plechu

Jako hlavními surovinami pro napínací vedení slouží dvousložkový plast tvořený polyamidem a sklolaminátem, pro třecí vedení polyamid a pro kluzné vedení jednosložkový plast.



Obr. 16 Příklad vodící lišty [11]

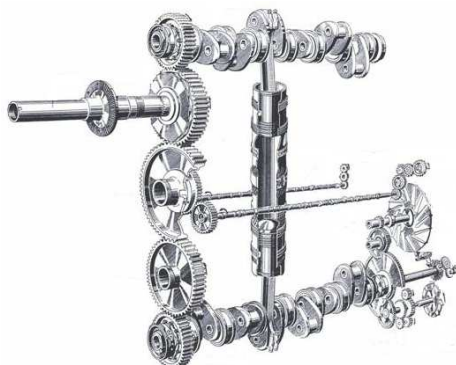
2.4 Další druhy pohonu ventilových mechanismů

Jednotlivé druhy dnes využívaných pohonů ventilových rozvodů mají své výhody a nevýhody. Všechny jsou však po desetiletích svého vývoje ve špičkovém konstrukčním provedení. Většinou daný typ mechanismu má své zázemí vybudované v dané odvětví dopravní sféry. Například pohon ventilových mechanismů řetězem se dnes využívá hojně u motocyklů, pohon ozubenými koly u nákladních automobilů. Nejčastějším pohonem pro osobní automobily se stal ozubený řemen.

2.4.1 Ozubená kola

Ozubená kola jsou nejčastěji používaným pohonem. Zpravidla jsou součástí rozvodů, u kterých je malá vzdálenost mezi klikovým a vačkovým hřídelem. Nejčastěji se využívá u ventilových rozvodů typu OHV (vačková hřídel umístěna v bloku motoru). Zdvihátka tyčky z vaček zajišťují zdvihový pohyb z jednotlivých vaček vačkového hřídele na vahadla ovládající ventily.

Jejich předností jsou spolehlivost a dobrá životnost. Tento pohon je konstrukčně složitý a nákladnější než ostatní druhy. V případě čelního ozubení, kterého se využívá pro snížení hlučnosti chodu motoru je možné použít rozdílné materiály ozubených kol (hlavní kolo kovové, kolo vačkového hřídele pertinaxové). U současných motorů se nejvíce využívá u motorů, kde je nutné spolehlivě přenášet vysoký kroutící moment, např. pro nákladní automobily (Liaz, Tatra).



Obr. 17 Pohon vstřikovacího čerpadla ozubenými koly u motoru letadla Jumo 205 [12]

2.4.2 Pohon ozubeným plochým řemenem

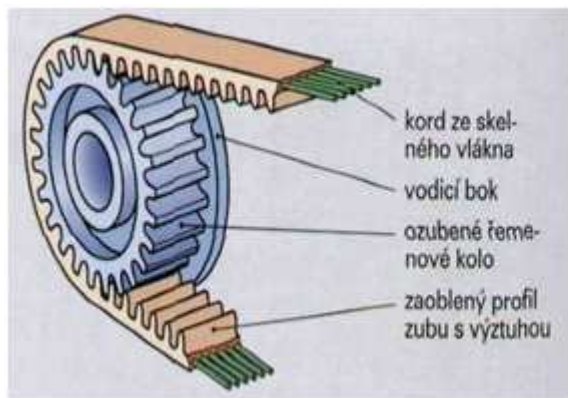
Tento druh pohonu se v poslední době nejvíce uplatňuje u osobních automobilů. S výhodou bývá uložen v přední části motoru pod snadno odnímatelnými kryty. Kryty chrání tento pohon vůči okolnímu prostředí (např. proti vniknutí cizího tělesa mezi řemen a ozubenou řemenici).

Základní částí rozvodového řemene je kostra, jádro ze skelných nebo ocelových vláken. Tato vlákna kryje vrstva odolná proti opotřebení, nejpoužívanější z umělé hmoty, ale také z neoprénu nebo speciální tkaniny. Vodící plochy (bok) na ozubených kolech účelně zabrání bočnímu sklouznutí napnutého řemene. Hrany řemenu jsou zaoblené nebo trapézové. Tato úprava zaručuje dlouhodobou životnost a snižuje míru opotřebení. Konstrukce řemenu zajišťuje dále bezhlučný provoz rozvodů a přesnost časování.

Jednotlivé části řemenového rozvodu (obr. 19) jsou: 1) ozubené kolo vačkového hřídele, 2) napínací kladka, 3) vychylovací kladka, 4) vodící kladka, 5) ozubené kolo klikového hřídele.

Řemen se v provozu během své životnosti prodlužuje nepatrně. Obvykle bývá napínán z vnější hladké strany napínací kladkou. Zamezí se tím nechtěnému přeskočení řemene o rozteč jednoho nebo více zubů na některé ozubené řemenici, což by vedlo k porušení motoru. Jestliže je řemen příliš vytahán je nutné jej vyměnit za nový. Životnost ozubeného řemene se obvykle udává v kilometrech a nepředepíše-li výrobce jinak, mění se zpravidla po 80 000 km.

K výhodám ozubeného řemene patří nízká hlučnost, není nutné jej mazat, malá hmotnost, malé výrobní náklady. Musíme je však chránit před stykem s olejem a nesmí se zlomit.



Obr. 18 Struktura řemenu použitého pro pohon ventilového mechanismu [1]



Obr. 19 Popis jednotlivých částí řemenové pohonu rozvodu [3]

2.4.3 Pohon ventilových mechanismů královským hřídelem

Pohonu svislým (královským) rozvodovým hřídelem se dnes užívá velmi málo. Důvodem je především jeho vysoká cena. Z klikové hřídele je královský hřídel vedoucí do hlavy válců poháněn ozubeným soukolím a ústí do hlavy válců, kde druhé soukolí přenáší hnací sílu na vačkovou hřídel. Tento pohon je velmi kvalitní. Můžeme jej spatřit u některých motocyklů. Jedním z neznámějších motocyklů nesoucích tento typ rozvodu je již velmi stará

Jawa 500 OHC. Užíval se hojně i u veteránů (např. Tatra 17). V současnosti jej také užívají některé motocykly značky Ducati.



Obr. 20 Motocykl Praga BD 500 s pohonem královským hřídelem [13]



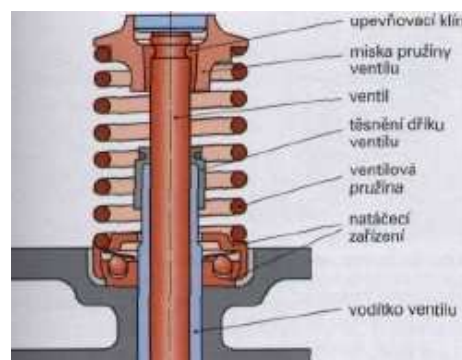
Obr. 21 Veterán Tatra 17 s královským hřídelem [14]

2.5 Hlavní části ventilových rozvodů

2.5.1 Ventily

Pomocí ventilů se otevírají a uzavírají sací a výfukové kanálky v hlavě válce na straně spalovacího prostoru. Součástí každého čtyřdobého spalovacího motoru je nejméně jeden sací a jeden výfukový ventil na válec. V současnosti počet ventilů na válec odpovídá u osobních automobilů až na výjimky většinou čtyřem (dva sací a dva výfukové ventily). Ventily musí být vyráběny ze zvlášť odolných materiálů odolávajících mechanickému a chemickému zatížení a zejména výfukové ventily musí také odolávat vysokým teplotám až 850° C. U běžného spalovacího čtyřválcového motoru působí na ventil tlak přibližně 80 barů, odolává teplotám okolo 800° C a až 50 krát za sekundu se ventil otevírá a zavírá.

Ventil tvoří hlava (talířek) s kuželovou těsnicí plochou, nazývanou také sedlo hlavy ventilu, dřík a stopka. Navařením tvrdokovu na hlavu ventilu se zmírňuje jeho opotřebení. Dřík umožňuje ventilu pohyb. Z důvodu snížení ztát při obtékání ventilu plyny dochází k přechodu z hlavy na dřík ventilu pod úhlem 12° až 15° u zážehových a 25° u vznětových motorů. Drážka, která je na stopce slouží pro upevnění misky (pomocí klínků), v níž bývají usazeny jedna až dvě vratné pružiny.



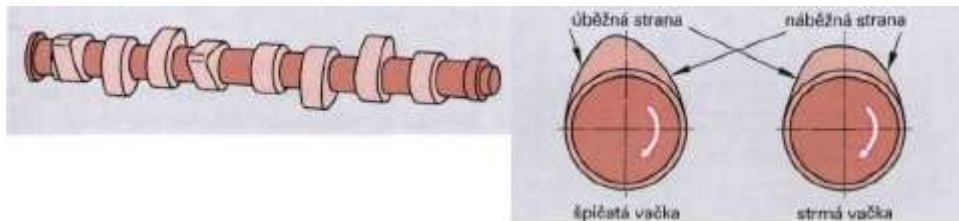
Obr. 22 Ventil s příslušenstvím [1]

2.5.2 Ventilová pružina

Jejím úkolem je dosáhnout trvalého kontaktu ventilu se sedlem v hlavě válce, (obr. 22) Z důvodu dosažení požadovaných parametrů ventilu (zdvih, rychlost, zrychlení) je nezbytné aby pružina zajišťovala stálý styk s vačkou. Na pružinu působí poměrně velké mechanické zatížení, kterému musí odolávat. Jsou to síly setrvačné, třecí v rozvodovém mechanismu, ale také síly působící na ventil vlivem podtlaku ve válci a přetlaku ve vnějším potrubí. Velmi často se používá pružin válcových, méně obvyklé jsou pak pružiny vláseňkové a torzní.

2.5.3 Vačkový hřídel

Prioritou pro vačkový hřídel je v daný okamžik zajistit zdvihový pohyb ventilů ve správném pořadí a rovněž umožnit jejich následné zavření pomocí ventilových pružin. Poloha vačky na vačkovém hřídeli udává počátek otevírání ventilu. Její tvar pak určuje zdvih ventilu, rychlost jeho otevírání a také dobu, po kterou bude otevřen (obr. 23). Rozeznáváme vačky tangenciální, harmonické, s dutým bokem, speciální. Tvar vaček je zpravidla nesymetrický. Vačka, jejíž náběžná dráha je plošší zpomaluje rychlost otevírání ventilů a strmější úběžná dráha způsobí jeho delší otevření a následné rychlejší zavření.



Obr. 23 Vačková hřídel a tvary vaček [1]

Vačkový hřídel automobilových motorů tvoří jeden kus. Pro jeho správnou funkci je nezbytné mazání v místech jeho uložení (ložiskách). Mazání probíhá prostřednictvím kanálku v ose vačkového hřídele. Většinou prostřednictvím kluzných ložisek bývá hřídel uložený ve třech místech zároveň bývá upraven tak, aby umožnil pohon rozdělovače a čerpadla mazání.

2.5.4 Zdvihátka ventilů

V závislosti na uspořádání ventilových rozvodů se ventilová zdvihátka liší ve funkci. U rozvodu typu OHV přenáší zdvih od vačky na rozvodovou tyčku. Rozvody OHC, SV jsou charakteristické tím, že daná zdvihátka ovládají přímo ventil a rozvod typu CIH přenáší pohyb na ventilová vahadla.

Rozlišujeme 3 typy zdvihátek, v závislosti na jejich konstrukci. Nejpoužívanější jsou zdvihátka rovná. Jejich velkým kladem je malé opotřebením styčných ploch a především malé rozměry. Podle jejich geometrie je dále dělíme na hrníčkovou a talířovou. Zdvihátka oblá mají také menší rozměry, avšak jejich velkou nevýhodou je přímkový styk s vačkou a jeho neměnná styčná plocha se velmi brzy opotřebovává. Třetí typ, zdvihátka s kladkou se vzhledem k jejich velikosti uplatní zvláště u velkých motorů a vstříkacích čerpadel. Kladem této varianty zdvihátka je kladka, která výrazně eliminuje třecí odpory mezi zdvihátkem a vačkou.

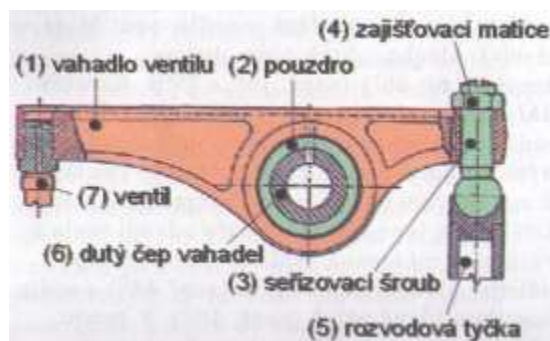
Jako materiál vhodný k výrobě zdvihátek slouží litina nebo také cementační ocel. Popouštění stykové plochy a následné fosfátování se jeví jako nejvhodnější technologický postup k prodloužení životnosti zdvihátka.

2.5.5 Rozvodové tyčky a vahadla

Tyto mechanismy jsou konečnou částí rozvodů. Rozvodových tyček se užívá u rozvodu typu OHV, kde přenáší pohyb ze zdvihátek na vahadla. Z důvodu velkého mechanického namáhání na vzpěr se rozvodové tyčky vyrábí převážně duté. Úkolem vylišovaných čepů a pánví, kterými jsou opatřeny na svých koncích je tyto tyčky uložit do zdvihátek a opřít o vahadla. Tyto vahadla následně přenášejí pohyb z rozvodových tyček na ventil (rozvod OHV) nebo z vačky na ventil (OHC). Vahadla rozlišujeme jednoramenná nebo dvouramenná. Využíváme jich tehdy, jestliže nejsou ventily přímo nebo prostřednictvím hrníčkových zdvihátek ovládány vačkovou hřídelí.



Obr. 24 Typ vahadla jednoramenného s kladkou [1]



Obr. 25 Ventilové vahadlo rozvodu OHV [3]

3 Výhody a nevýhody řetězového pohonu

3.1 Výhody pohonu ventilového mechanismu řetězem

Pohon válečkovým nebo pouzdrovým řetězem je velmi výhodný jestliže je nutné přenášet velké síly a také přesně dodržovat časování rozvodu. Jedním rozvodovým řetězem můžeme současně pohánět více rovnoběžných hřídelů i na větší vzdálenosti (pomocné agregáty, např. vodní pumpa, olejové čerpadlo a také například dvě vačkové hřídele). Rozvodový řetěz klade menší nároky na předepnutí než ozubené řemeny, ložiska a hřídele jsou tedy méně namáhány. Další výhodou je několikanásobně vyšší životnost než u řemenového převodu. Řetěz má rovněž velmi vysokou mechanickou účinnost (až 98 %). Významná je také jeho odolnost vůči okolnímu prostředí (prach, vysoké teploty, vlhkost). Za zmínku stojí i jeho snadná montáž a poměrně jednoduchá údržba.

3.2 Nevýhody pohonu ventilového mechanismu řetězem

Velmi známým problémem je u řetězového pohonu ventilového mechanismu hlučnost řetězu. Ta je způsobena jeho většími vůlemi než například u pohonu ozubenými koly. V průběhu jeho životnosti se hlučnost může ještě zvyšovat v důsledku jeho vytahání. U řetězu musíme používat napínáky a vodící lišty, které například není potřeba u pohonu ozubenými koly. Řetěz má také větší hmotnost. Další nevýhodou řetězu je jeho vyšší pořizovací cena než např. ozubeného řemenu. Může se stát, že řetěz má nerovnovážený chod, což bývá způsobeno řetězovými koly s malým počtem zubů.

4 Použití pohonu ventilového rozvodu řetězem

4.1 Čtyřkolky

V posledních letech se staly čtyřkolky velmi oblíbeným dopravním prostředkem.. Lidé je užívají pro jejich užitnou hodnotu i pro zábavu. Nabídka motorů je velmi pestrá, uspokojí každého uživatele.

Častým pohonem ventilových mechanismů je pro své přednosti pohon řetězem. Můžeme jej spatřit například u čtyřkolek typu Suzuki LT-Z 400, Suzuki LT-A 750 AXi K8, Yamaha Raptor 660.



Obr. 26 Yamaha Raptor 660 [15]



Obr. 27 Suzuki LT-Z 400 [16]

4.2 Osobní automobily

U osobních automobilů je v současnosti pohon ventilových mechanismů řetězem nahrazován pohonem řemenem. K automobilům, jejichž ventilové mechanismy jsou poháněné řetězem patří například BMW E60 550i, BMW E46 320D, BMW E39 540i, Mercedes-Benz C 220 CDI, Ford Mondeo 2.0 TDCi.



Obr. 27 BMW E60 [17]



Obr. 28 Ford Mondeo 2.0 TDCi [18]

4.3 Motocykly

Využití řetězu pro pohon ventilových mechanismů u motocyklů je velmi časté. Pro svou vysokou odolnost jsou využívány pro silniční motocykly i motocykly do terénu. Patří mezi ně např. Honda CBR 954RR, Aprilia Tuono 1000, Husqvarna SM 610S, Honda CRF 250 X.



Obr. 29 Honda CBR 954RR [19]



Obr. 30 Husqvarna SM 610S [20]

5 Závěr

Jestliže se poohlédneme po poznacích uvedených v této práci, je patrné, že řetězový pohon má vzhledem k ostatním druhům pohonu své výhody i nevýhody. Díky své vysoké životnosti a téměř bezúdržbovému provozu se v současnosti tento pohon hojně využívá u motocyklů a čtyřkolek. U osobních automobilů byl pohon řetězem v minulých desetiletích nejčastějším pohonem rozvodového mechanismu. Dnes je však nahrazován až na výjimky pohonem ozubeným řemenem.

Méně obvyklé je v dnešní době užití řetězových pohonů ventilových mechanismů u nákladních vozidel, traktorů, lodních motorů a lokomotiv, u kterých se z hlediska přenosu velkých kroutících momentů používá spíše pohon ozubenými koly.

V této bakalářské práci jsem se snažil objasnit problematiku řetězového pohonu ventilových mechanismů aby byla přínosná pro veřejnost.

6 Seznam použitých zdrojů

- [1] GSCHEIDLE, R a Kolektiv. *Příručka pro automechanika*. Nakladatelství SOBOTÁLES, Praha 2003. 629s.
- [2] MOTEJL, V – HOREJŠ, K. *Učebnice pro řidiče a opraváře automobilů*. Nakladatelství LITTERA, Brno 1998. 504s.
- [3] JAN, Z – ŽDÁNSKÝ, B. *Automobily 3 Motory*. Nakladatelství AVID, Brno 2004. 165s.
- [4] VLK, F. *Vozidlové spalovací motory*. Akademické nakladatelství CERM, Brno 2003. 580s.
- [5] ZOGBAUM, E. A. *Základy pro automechaniky*. Nakladatelství KOPP, České Budějovice 2000. 151s.
- [6] RAUSCHER, J. *Spalovací motory, Studijní opory*, VUT FSI Brno, 2004.
- [7] *Škoda Fabia 1,2 HTP* [online]. Dostupné z:
<http://images.google.cz/imgres?imgurl=http://fabiahtp.wz.cz/Motor_soubory/Motor.jpg&imgrefurl=http://fabiahtp.wz.cz/Motor.htm>
- [8] *Systémy řetězových převodů* [online]. Dostupné z:
<http://www.schaeffler.cz/content.schaeffler.cz/cs/branches/automotive/engine_systems/product_range/mot3500/mot3500.jsp>
- [9] *Konstruování strojů: Převody* [online]. Studijní opory, VUT FSI Brno. Dostupné z:
<<https://www.vutbr.cz/elearning/mod/resource/view.php?id=61210>>
- [10] *Zubový řetěz* [online]. Dostupné z:
<http://www.boschrexroth.com/country_units/america/united_states/en/products/brp/Products_&_Solutions/U.S._Product_Offering/Tooth_Chain/index.jsp>
- [11] *Upínací a vodící lišty* [online]. Dostupné z:
<http://www.schaeffler.cz/content.schaeffler.cz/cs/branches/automotive/engine_systems/product_range/mot3500/mot3520/mot3522/mot3522.jsp>
- [12] *Letecký motor Jumo 205* [online]. Dostupné z:
<<http://www.palba.cz/printview.php?t=3083&start=0>>
- [13] *Veterán Praga BD 500* [online]. Dostupné z:
<http://www.motocykl-online.cz/clanky/Veteran_Praga_BD_500>
- [14] *Tatra 17* [online]. Dostupné z:
<http://www.tatraportal.sk/?ukaz=popisky/t17_sk&lang=sk>
- [15] *Yamaha Raptor 660* [online]. Dostupné z:
<<http://www.quad-shop.cz/yamaha/2003/yamaha-raptor660/>>

- [16] *Suzuki LT-Z 400* [online]. Dostupné z:
<<http://www.quad-shop.cz/suzuki/2008/suzuki-lt-z400/>>
- [17] *BMW řady 5* [online]. Dostupné z:
<<http://www.bmw.cz/cz/cs/newvehicles/5series/sedan/2007/visualizer.html>>
- [18] *Ford Mondeo Titanium TDCi* [online]. Dostupné z:
<http://www.netcarshow.com/ford/2004-mondeo_titanium_tdc/800x600/wallpaper_01.htm>
- [19] *Honda CBR 954 RR* [online]. Dostupné z:
<<http://www.motoline.cz/e-shop/images/rr-02-red.jpg>>
- [20] *Husqvarna SM 610 S* [online]. Dostupné z:
<<http://www.moto-polepy.cz/e-shop/sady-polepu/husqvarna/husqvarna-sm-610-s-2001-cestnolibrna-id:624.eshop>>