

Technika motocyklu - 1. část - údržba



Poměrně často se objevují případy poškození motocyklu z důvodu špatné základní údržby a kontroly, což vede ke zbytečným výdajům a nepříjemnostem při provozu. Většinou jde spíše o nezalost, než o úmyslné zanedbání a za tímto účelem se pokusím přiblížit ze začátku běžné opravy a kontroly, které se budou vyvíjet v popis funkce a oprav složitějších dílů motocyklu.

Při koupi nového stroje dostane nový majitel uživatelskou příručku, jejíž obsah může vyvolat u někoho úsměv na tváři, ale určitě se vyplatí si ji přečíst. Poněkud v nevýhodě jsou ti, kteří koupí moto z druhé ruky. Jezdí tu velká paleta motorek a těžko se vyjádřit naprosto všeobecně.

kapitoly článku

1. [Pneumatiky, brzdy, motor](#)
2. [Elektrické zařízení, sekundární převod, chlazení, palivový okruh](#)

Pneumatiky, brzdy, motor

PNEUMATIKY.

Tlak v pneumatikách měříme ve **studeném stavu** a hustíme na tlak předepsaný výrobcem. Při zahřátí tlak vzroste zhruba o 10%. Hodnoty u silničních moto jsou přibližně 2,3baru v přední pneumatice a 2,5baru v zadní pneumatice (1 bar = 100kPa = 0,1MPa). Správnou hodnotu je nutno zjistit na daný typ. Při nízkém tlaku je motocykl neklidný zvláště v zatáčkách, při vysokém tlaku odskakuje kolo, protože pneumatiky částečně tlumí nerovnosti. Krosové motorky mají tlak kolem 1 baru, dragstery 0,5 baru. Kromě tlaku je nutné kontrolovat i vzhled pláště (trhliny, praskliny, naražení, porušení kostry) a hloubku dezénu, která má být **minimálně 1,6mm**. Ráfky je nutné většinou kontrolovat jen po nehodě, jinak nevyžadují žádnou běžnou péči.



BRZDY

Jsou jedním z hlavních **bezpečnostních prvků** a bez jejich správné funkce prakticky nelze jezdit, přinejmenším si užívat jízdu. Základním principem brzd u motocyklů je užití třecí síly a proto je nutné udržovat styčné plochy v čistotě a uchránit je především před **mastnotou**.

Bubnové brzdy jsou v dnešní době užity jen na lehčích a pomalejších strojích a jejich výhodou je lepší ochrana proti vodě a nečistotám. Opotřebením obložení zpravidla indikuje ukazatel na páce brzdy. Seřízení se provádí **dotahením lanka**, případně táhla na páce, přičemž zkusíme jestli se kolo při povolené brzdě volně otáčí. Lanka a čepy mažeme plastickým mazivem.



Mnohem rozšířenější jsou **brzdy kotoučové** s hydraulickými písty. Průběžně kontrolujeme stav kapaliny v nádobkách – její hladinu a čistotu. Nádobka přední brzdy je u brzdové páky na řídítku, nádobka zadní brzdy nad pákou zadní brzdy nebo pod podsedlovým plastem. Výměna kapaliny se provádí **po dvou letech**.



Brzdové kotouče mají určenu **minimální tloušťku** (zpravidla vyraženo na kotouči) a nesmí mít velké vrypy, které ovlivňují brzdový účinek a životnost brzdových destiček. Brzdové destičky je nutno **vyměnit** pokud tloušťka obložení je **menší jak 1mm**. Obložení lze většinou kontrolovat i při namontovaném brzdiči. V případě zanedbání výměny se stane to, čehož je důkazem následující foto (zadní brzda ZZR 600, vydržený kotouč a naprosto sjeté obložení).



MOTOR



Olej snižuje tření funkčních ploch motoru a při nedostatku dochází k vážným a hlavně nákladným opravám (např. vydření vahadel na obrázku). I špatný olej maže mnohem lépe než žádný, čímž nechci nabádat k používání nekvalitních olejů, ale i drahý olej maže jen v případě, pokud v motoru je. V případě **dvoudobých motorů** je stálá náplň převodovky a motorový olej je přidáván do paliva, buď před nalitím do nádrže (starší motocykly případně závodní stroje) nebo pomocí olejového čerpadla. V případě odděleného mazání je nutné kontrolovat hladinu nejen benzínu, ale i oleje (většinou plovák s kontrolkou). U **čtyřdobých motorů** je ve většině případů použit olej pro motor i převodovku společně a množství **kontrolujeme olejoznakem** (okýnkem v motoru) nebo pomocí měrky, jejíž správné měření je nutné si ověřit. Zpravidla se měří **při zasunutí na doraz** bez šroubování. Kontrola oleje se provádí **při studeném motoru**, případně po několikaminutovém odstavení (z důvodu stečení oleje) na rovné ploše na hlavním stojanu nebo při vyrovnaném motocyklu. Hladina by měla být mezi dolní a horní hranicí okénka, případně měrky (značeno Full – Low). U některých motorů je způsob kontroly prováděn pomocí záslepného, případně **plnicího šroubu** po jehož vyšroubování při správné hladině olej zrovna teče ven (Jawa, BMW-převodovka). Některé motocykly, převážně enduro mají olej v rámu a měrka oleje je v blízkosti řízení. Motorový olej měníme nejčastěji v **intervalu 6000 km**, u motocyklů s malým obsahem olejové náplně už i po 1000 km. **Olejový filtr** se mění ob jednu případně i ob dvě výměny tj. 12-18 tis km.



Ventilové vůle čtyřdobých motorů se seřizují v intervalu 6 000 – 40 000 km dle typu motoru, u motorů s hydraulickými podpěrami se mění v případě problémů “hydroštos” (životnost obvykle 100 tis km a více).

Elektrické zařízení, sekundární převod, chlazení, palivový okruh

ELEKTRICKÉ ZAŘÍZENÍ

Obsahuje jednak **spotřebiče** elektrické energie a také **zdroje**. Z jednoduchých spotřebičů jsou to především **žárovky**, které jsou i v povinné výbavě motocyklu a to po jednom kusu od každé použité v motorce. Výměna je jednoduchá i pro začátečníky. Žárovka je specifická svou patičkou, napájecím napětím (u moto 6V nebo častěji 12V) a příkonem ve Watech. Měníme vždy za předepsaný typ a pokud možno **nechytáme za skleněnou část**. **Zapalovací svíčky** je dobré (ne vyloženě nutné, pokud nejsou potíže) kontrolovat po 6000 km, životnost je kolem 12000 km. Hodnoty se mohou měnit, zvláště u závodních strojů, kde výměna svíček je zpravidla na každý závod. Při montáži je vhodné použití **měděné pasty**, aby nedošlo k zapečení závitu. Pokud nejsou úpravy na motoru je nejvhodnější použít svíčky doporučené výrobcem

Za občasnou kontrolu stojí u **akumulátorů** s tekutým elektrolytem kontrola hladiny, která musí být mezi ryskami LOWER-UPPER, případně tak, aby byly zatopeny olověné desky a to cca 10mm pod hladinou. Při poklesu hladiny doléváme **destilovanou vodou**. Při nadměrné ztrátě elektrolytu zkontrolujeme stav dobíjení, které by mělo být v celém rozsahu otáček **13,5-14,2 V**. Pojistky elektrického systému jsou sdruženy do pojistkové skříně, kde jsou popsány hodnoty v Ampérech a větev jištění (zapalování, světla, kontrolky atd.). Nejčastěji je užito nožových pojistek a náhradní pojistka od každé hodnoty je v povinné výbavě.



SEKUNDÁRNÍ PŘEVOD

Nejrozšířenější je převod **řetězem**, který vyžaduje pravidelné mazání. Při zvýšení tření v čepích řetězu dochází k vydírání a následnému prodlužování řetězu, což negativně ovlivňuje nejen životnost samotného řetězu, ale i ozubených kol. Znečištěný řetěz čistíme **čističem na řetězy** (Chain cleaner), v krajním případě petrolejem, naftou, arvou, v žádném případě však **nebenzínem**, acetonem či jinými agresivními rozpouštědly, které by zničily **těsnící gumové kroužky**.

Následně se řetěz nastříká speciálním **mazivem ve spreji** (Chain lube, Ketten spray). Sprej stříkáme hlavně na těsnící kroužky, částečně i na válečky. Je nutné aby se mazivo dostalo až k čepům, což zlepšují rozpouštědla přidaná do mazací látky, které se následně odpaří a proto je nutné nechat řetěz pár minut v klidu. Řetěz mažeme **na hlavním stojanu** případně při posunu motocyklu v žádném případě NE s nastartovaným motorem – časté případy vtáhnutí prstů mezi kolo a řetěz.



Kontrolujeme správné **napnutí řetězu**, které je závislé na zdvihu pérování zadního kola. Největší rozkmit řetězu u silničních moto je běžně kolem 3cm. K napnutí slouží napínáky na zadním kole, které je nutno nastavit na obou stranách stejně. **Kardanův hřídel** nevyžaduje častou péči, jen **měnit olej** (převodový či hypoidní). **Převod řemenem** oproti řetězu vyžaduje **čistotu** – žádný prach, mastnota či jiné agresivní látky.



CHLAZENÍ



Odvádí přebytečné teplo při chodu motoru. U **vzduchem chlazeného** motoru je nutné dodržovat čistotu chladících žeborů pro lepší přestup tepla do vzduchu. Jiné běžné kontroly nejsou třeba. **Vodní chlazení** vyžaduje kontrolu stavu chladicí kapaliny v expanzní nádobce (plastová nádobka většinou v blízkosti sedla s ryskami MIN / MAX). Doléváme **destilovanou vodou** a výměnu kapaliny provádíme dle druhu 2-5 let. Žebra chladiče musí být též udržovány v čistotě a v případě ohnutí lamel mezi žebry je potřeba je narovnat do původního stavu. U **olejových chladičů** kontrolujeme stav lamel jako u chladičů vodních. U obou systémů koluje chladičem kapalina pod tlakem a je nutné hlídat těsnost vedení případně samotného chladiče.

PALIVOVÝ OKRUH

Seřizujeme **volnoběžné otáčky** na hodnotu dle výrobce (1000-1500 ot/min). Nízké volnoběžné otáčky zatěžují části motoru, naopak vysoké zamezují správné řazení. U víceválcových motorů je nutné seřizovat vzájemnou polohu škrtkových klapek přibližně s intervalem 12000 km. Spolu se synchronizací je vhodné provést kontrolu těsnosti a správné další nastavení. Hladina paliva v plovákové komoře (jen u karburátorů), volnoběžná směs (jen u karburátorů), snímač polohy škrtkové klapky.

U **vzduchového filtru** kontrolujeme znečištění v intervalu dle prostředí v kterém je motocykl používán. U silničních moto je prohlídka po 6000 km, kdy provedeme profouknutí (u

některých výrobců není čištění tlakovým vzduchem dovoleno), po 18000 se provede výměna za nový. Interval výměny určíme dle stupně znečištění. U molitanových filtrů se provádí čištění a následné mazání speciálním olejem na vzduchové filtry.



Olejová čerpadla dvoudobých motorů je nutné seřizovat pro správnou funkci mazání. Palivovou nádrž je nutné kontrolovat na případnou korozi, která má často za následek disfunkci ventilů – ventilu podtlakového kohoutu nádrže nebo plovákového ventilu v karburátoru.

V příští části si povíme něco o výměně oleje a probereme si teorii mazání motocyklu.

Technika motocyklu - 2. část - mazání motorů



Mezi styčnými plochami dvou součástí vzniká tření, které se snažíme použitím maziv snížit na minimum. Úkolem maziva je ale i odvod tepla a nečistot, dotěšňování, ochrana proti korozi a snížení hluku.

kapitoly článku

1. [Úvod, mazání, dvoudobé a čtyřdobé motory](#)
2. [Výměna oleje, převodovky, kardanův hřídel](#)

Úvod, mazání, dvoudobé a čtyřdobé motory

Mazání:

Vraťme se zpět k hlavnímu požadavku a to oddělení dvou vzájemně se pohybujících těles. Při posuvu dvou součástí vzniká **třecí síla**, která nám působí mechanické ztráty a vytváří teplo. Dochází k tomu vlivem nerovností povrchů a snahou je tyto povrchy oddělit látkou s menším vnitřním třením – **olejem**. Vnitřní tření oleje určuje viskozita, na kterou jsou dva protichůdné nároky. Nízká **viskozita** způsobuje nízké mechanické ztráty, ale na druhou stranu má i menší únosnost olejového filmu. K vytvoření kluzné vrstvy je potřeba dodávka oleje pod tlakem, ale hlavně pohybu dvou součástí vůči sobě. Dochází tak k hydrodynamickému mazání, které je účinnější než mazání hydrostatické.

Jev lze připodobnit k vodním lyžím – bez dostatečné rychlosti není síla, která by lyžaře držela nad vodou. Díky této “negativní” vlastnosti jsou pro motor nejhorší stavy rozběhu a doběhu.

Ovšem dnešní oleje se již dokáží vázat na kovy a velice snižovat tření i v těchto pro motor nepříznivých situacích, a tak běžným provozem vydrží kluzná ložiska mnoho desítek tisíc km.

Ložiska rozdělujeme na **valivá** (kuličková, jehlová atd.), které mají nižší nosnost, větší hlučnost, ale kompenzují to nižším nárokem na mazání a proto jsou často využita na klikové hřídele a ojnice dvoudobých motorů nebo převodovek. Druhou skupinou jsou **ložiska kluzná**, která jsou opačných vlastností než valivá. Jedná se o pánev složenou z nosného plechu (tloušťka 1,5mm) a následně napařených vrstev (tloušťky 0,001-0,01mm) na bázi cínu (jako vrchní vrstva nejčastěji AlSn20) a mědi, které mají vhodné třecí vlastnosti. Pánev je zásobena tlakovým olejem a točí se v ní broušený čep. Tímto způsobem jsou řešeny klikové hřídele a ojnice čtyřdobých motorů. Podskupinou jsou třecí **ložiska bez pávní**, která lze vidět nejčastěji na uložení vačkových hřídelí (poničené ložisko viz obr) nebo jako pístní čepy.



Dvoudobé motory:

Výměny směsi ve válci se účastní i **kliková skříň** a tak není možno použít mazacího systému jako u motorů čtyřdobých. Pro mazání klikové hřídele, ojnice a pístní skupiny slouží mazivo rozmíchané v palivu. Ložiska kliky i ojnice jsou valivá z důvodu menší náročnosti na mazání, ložisko pístního čepu valivé nebo kluzné (vykonává pouze kývavý pohyb). V dřívějších dobách většího rozmachu dvoudobých motorů bylo používáno např. mazání krajních klikových čepů z převodovky, nebo rozvod oleje přímo k ložiskům a do válce, tzn. olej se nemísil přímo s palivem. Ovšem tyto “zlepšení” neměly valných úspěchů a tak upadly. V dnešní době se používají dva způsoby jak mazivo mísit s palivem. Starší způsob je míchání přímo do nádrže “**pre-mix**” a to v poměrech 1:20 až 1:60 dle typu motoru a oleje. Výhody jsou v jednoduchosti (při výrobě odpadá čerpadlo) a ve spolehlivosti, proto i v dnešní době je tento systém použit v závodních motorech (motocross, minibike, kart). Nevýhodou však je dodávka oleje v závislosti na přísunu benzínu, a tak je nebezpečná delší jízda z kopce při zavřeném plynu, kdy se do válce dostává jen velmi malé množství směsi benzín/olej a může dojít k zadření vlivem velkých otáček motoru.

Druhý systém obsahuje olejové čerpadlo “**inject**”, které v závislosti na otočení plynu a na otáčkách motoru dává olej do sacího hrdla mezi karburátor a válec. Poměr míšení je proměnný a závisí na otáčkách kdy na volnoběh je směs zhruba 1:100 a při plném zatížení 1:20. Čerpadlo se seřizuje při zavřeném plynu, značka na otočném disku na čerpadle musí sedět se značkou na motoru, pokud tomu tak není upravíme nastavovacím šroubem délku bowdenu od plynu. Oddělené mazání je na skútrech a dále na motocyklech pro běžný provoz (Mito, AF1, NSR, DT atd.) a dodává větší komfort uživateli, který nemusí při tankování odměřovat olej do palivové nádrže. Nádobka na olej má plovák na upozornění nízké hladiny a je nutné plnit olejem určeným k tomuto způsobu mazání (existují oleje určené pouze pro pre-mix a nevhodné pro inject).

Čtyřdobé motory:

V dobách před 70 lety kdy ekologie nebyla brána nijak vážně byly používány systémy ztrátového mazání, kdy z nádrže na olej se čerpal olej ke klikové hřídeli, pak k hlavě válců a na další potřebná místa a končil na primárním převodu ze kterého olej zvolna odkapával na zem. Naštěstí se již používá stálá olejová náplň v klikové skříni (**mokrý skříň**) nebo v externí nádrži (**suchý skříň**), kdy bývá využito např. rámu (především enduro) nebo u Buellu je olej v zadní kyvné vidlici. Zjednodušené schéma mazacího okruhu s mokrou skříň je na obrázku.



Olej je uložen ve vaně, která má v nejnižším místě výpustný šroub a může v ní být uloženo čidlo hladiny případně tlaku oleje. Z vany je olej nasáván přes **sací koš**, ve kterém se zachytávají největší nečistoty, do čerpadla, odkud se přes papírový filtr dostává do okruhu. **Čerpadla** se používala pístová, později zubová (např. HD cca do roku 1998) a v dnešní době výhradně Eatonovo neboli trochoidní. **Eatonovo čerpadlo** má oproti zubovému vyšší tlaky i vyšší průtok, má dva rotory – vnitřní se 4 zuby a vnější s 5 zuby (aby se HD trochu lišilo používá větší počet zubů, ale pravidlem musí být aby vnější rotor měl o zub víc).



Olejové filtry jsou buď použity jako samotné filtrační **vložky** uložené v motoru (např. DR, GSX400F, ZRX12), nebo v plechovém **pouzdr**u přišroubované z vnějšku motoru (většina

silničních moto). Systémy na moto jsou s plnoprůtokovým filtrem, kdy přes něj teče celý objem mazacího oleje a ten následně putuje do hlavního kanálu odkud je rozváděn na klikový hřídel, válce, hlavu válců (vačky, ventily, rozvodový řetěz), převodovku. Filtr kromě skládaného filtračního papíru obsahuje i **přetlakový ventil**, který slouží jako pojistný obtok při zanesení filtru a také **zpětný ventil**, aby olej zbytečně nestékal při vypnutém motoru a bylo dřív zajištěno mazání při startu.



Yamaha (R1, R6, Fazer, XJ a další) často používá **hladinové čidlo** oleje, které kontroluje



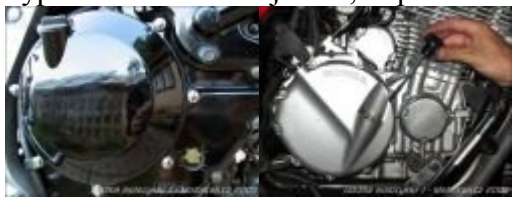
výšku (objem) oleje v motoru a při snížení hladiny se rozsvítí kontrolka mazání (může problíknout např. při studeném motoru kdy olej nestíhá stékat do vany díky vyšší viskozitě). Jelikož se zde zjišťuje pouze výška tak při rozsvícení kontrolky pokud vidíme v okýnku olej je vada na čidle a je možné s tímto motorem jet. Ostatní výrobci používají **tlakové čidlo** umístěné v hlavním mazacím kanálu. Spíná při tlaku nižším než cca 1 bar a vzhledem k provoznímu tlaku mazacího okruhu 3-6barů je nutné motor ihned vypnout při rozsvícení kontrolky. Závada může být na čidle (stačí když po pádu motocyklu se dostane k čidlu vzduchová bublina), v horším případě na straně mazání. Čidla jsou používána na většině moto stejná (DENSO) a je tudíž možnost záměny (Honda-Kawasaki-Suzuki). Tlak čerpadla je závislý na otáčkách motoru a horní hranici tlaku hlídá **přetlakový ventil**, který přebytečný olej přepouští zpět do vany. Tlak **měříme** na hlavním kanálu, při **zahřátém oleji** a zvýšených otáčkách dle pokynů výrobce. V případě **chladiče oleje** mohou být motory vybaveny buď klasickým chladičem vystaveným náporu vzduchu (např. GSF, VFR, ZZR), nebo chladičem v podobě výměníku tepla mezi olejem a chladicí kapalinou. Tyto výměníky jsou často přišroubovány pod olejovým filtrem (např. R1, GSX-R SRAD, CBR 900), nebo v jeho blízkosti na motoru. Kluzná ložiska (kl.hřídel, ojnice, vačkové hřídele) jsou mazány tlakovým olejem, většina ostatních částí jen ostřikem (válce, vačky, rozvodový řetěz atd.).

Výměna oleje, převodovky, kardanův hřídel

Výměna oleje:

Provádíme po počtu najetých kilometrů uvedených výrobcem, který je u silničních moto nejčastěji **6000 km**. Stárnutí oleje závisí na stylu provozu a na množství starého oleje v motoru při výměně. I při snaze vypustit všechn starý olej je možné, že v motoru zůstane až 20% čímž se “znehodnotí” olej nový. S tímto však je počítáno a dle toho i upraven interval od výrobce. Olej je potřeba mít **zahřátý**, aby lépe vytekl a vzal tak více nečistot, které by jinak zůstaly na dně motoru. Výpustný šroub je na **nejnižším místě motoru** a má pod sebou těsnící kroužek (Al, Cu nebo Cu s gumovým jádrem). Po vypuštění šroub vrátíme a dotáhneme. Pokud je těsnění poškozeno, dáme nové. I když je možnost filtr měnit **ob jednu až dvě**

výměny, je zvykem jej měnit při každé výměně oleje (není to však nutné, automobilový průmysl jde do extrémů a to jedna náplň a jeden filtr na 50 000 km). Filtrační vložky jsou ukryty pod víkem těsněným O-kroužkem (O-kroužek je vhodné přichytit k víku trochou vazelíny aby při montáži nevypadl a neskřípl se). Externí filtr v plechovém pouzdru je přišroubován na motoru (pravý závit) a těsněn o-kroužkem. Existují přípravky nebo i **speciální klíče** pro snadnější demontáž/montáž. Při aplikaci nového filtru je nutné těsnění **namazat olejem**, aby nedošlo k jeho skřípnutí při dotahování, a aby vzniklá třecí síla příliš neomezovala dotažení. Při použití klíče pozor na dotahovací moment, který je malý a při dotažení “na krev” bude komplikovaná další výměna. Všeobecně lze říci, že optimálního dotažení lze dosáhnout **po dvou otáčkách** od jemného dotažení prsty. Nový olej nalijeme po horní rysku. U okýnka je měření jasné (vždy měříme při rovně postavené motorce), u měřících tyček na zátku je nutné se ujistit, jestli se měří se zašroubovanou zátkou nebo bez zašroubování (rozlišné to může být i u jednoho typu motoru avšak různých objemů). Po nastartování u motorů s tlakovým čidlem trvá cca 3 vteřiny než zhasne kontrolka mazání. Po vypnutí necháme olej ztést, doplníme olej a zkontrolujeme těsnost výpustného šroubu a filtru.



Při nedostatečném mazání kluzných ložisek dochází k rychlému nárůstu teploty a zničení ložiska, které je pak v olejové vaně ve formě šupinek barvy stříbrné a zlaté. V tomto případě je však již motor dostatečně **hlučný** na identifikování závady. Běžně je však v oleji možno nalézt ocelový ořez, kousky obložení lamel nebo zbytky těsnění. Těžko však určit co je již nad hranici normálu.



Převodovky a kardanův hřídel:

Převodovky dvoudobých motorů a některých čtyřdobých (např. motory BMW-boxer, HD má někdy i zvlášť náplň pro primární převod) mají svou vlastní olejovou náplň. Olej je odlišný od oleje motorového a používá se viskozit **SAE 70 až SAE 90**. Oleje pro hypoidní převody obsahují aditiva pro snížení tření a nesmí se použít pro převodovky s mokrou spojkou. V dnešní době jsou už oleje vyhovující požadavkům jak hypoidního převodu tak i mokrých spolek. Jedná se o kompromis, kdy vyžadujeme v jednom případě nízké tření a v druhém tření vyšší (u aut mají odlišné nároky klasicky synchronizované převodovky a převodovky automatické). Výměnné lhůty jsou 6000 km ale třeba i **20 000 km**. Kola jsou mazána ostřikem a broděním a není použito čerpadla jako u mazání 4T motoru ani filtru. Výměnu oleje provádíme taktéž u zahřátého oleje.



Kardan má nejčastěji hypoidní soukolí, které má klidnější záběr. Při pohybu ozubených kol nedochází jen k odvalování zubů, ale i ke smyku a proto je nutné použít olej snižující výrazně tření - **převodový olej** pro hypoidní soukolí. Těleso kardanu má **vypouštěcí a nalévací otvor**, který slouží i jako měrka náplně - při správném množství olej zrovna vytéká z otvoru. Olejovou náplň je mazáno i uložení zadního kola skútrů relativně malým objemem a to kolem 0,1-0,2 L. Použito je i zde vypouštěcího i nalévacího otvoru. Při plnění je někdy nutné otáčet kolem z důvodu velmi malého místa mezi obalem a ozubenými koly.



Technika motocyklu - 3. část - brzdy



Od začátku dopravních prostředků, kdy bylo nutné regulovat rychlost brzdami, přetrvává až do dnešní doby princip třecí síly což není zrovna nejlepší způsob snižování rychlosti. Každý pohybující se předmět má vlivem své hmotnosti a rychlosti pohybovou energii, kterou při brždění přetváříme na teplo, které se nijak nevyužívá a je nutné ho odvádět do okolí.

kapitoly článku

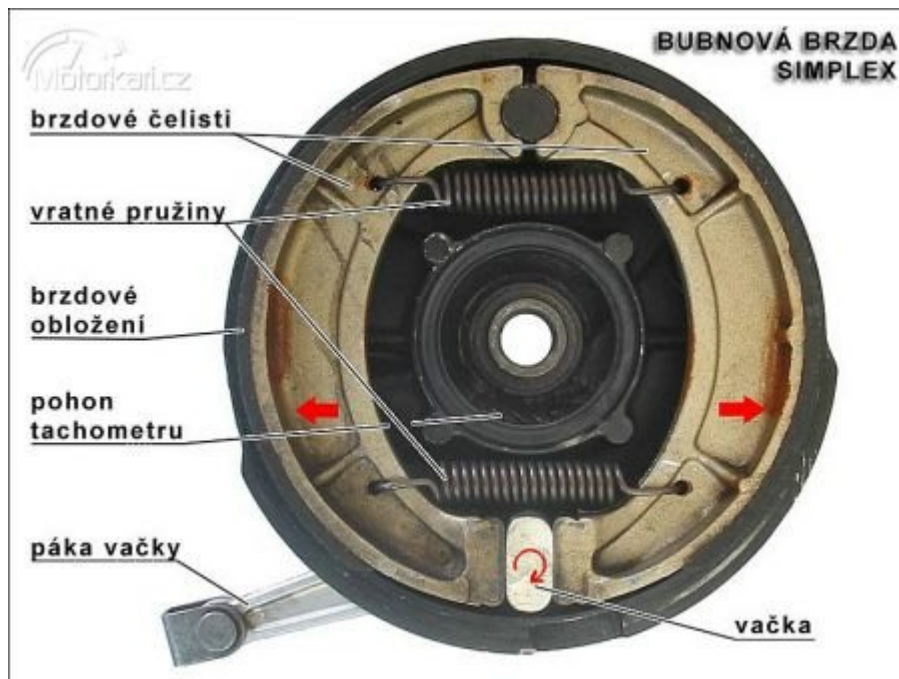
1. [Úvod, bubnové a kotoučové brzdy, brzdová kapalina](#)
2. [Brzdové destičky, údržba brzd, výměna kapaliny](#)

Úvod, bubnové a kotoučové brzdy, brzdová kapalina

Při nárazu vozidla na překážku se snažíme energii pohlcovat do absorpčních materiálů (polystyren v helmě, airbagy, deformační výztuhy aut). Při působení síly na páku (pedál) se síla přenáší na patřičné třecí součásti (destička, pakna), kde vytváří brzdný moment závislý na síle a rameni působení. Z čehož jednoduše vyplývá že lepší brzdný účinek vytvoříme buď **větším průměrem** (kotouče, bubnu) nebo **zvýšením síly**. Dalším faktorem ovlivňující brždění je **součinitel tření** použitého materiálu. Součinitel tření je poměrná veličina určující jak velká je třecí síla v závislosti na síle přitlačné. Moderní motocykly používají systémů zvyšujících bezpečnost a komfort – ABS, CBS.

Brzdy bubnové

Na výrobu méně náročné jsou **brzdy bubnové** a proto se jich užívalo u levnějších motocyklů a nebo v případech, kdy jsou brzděné vlastnosti dostačující (dříve např. zadní kola endur a chopperů, skútry). Bubnová brzda je dutý válec umístěný ve středu kola na který z vnitřní strany působí brzdové čelisti (pakny). U motorek se tyto brzdy používají pouze **mechanické**, tzn. že síla na čelist je přenesena lankem nebo táhlem, které působí přes páku na vačku. Při natáčení **vačky** se roztahují čelisti od sebe a svou vnější plochou s nalepeným (u nákladních aut i nýtovaným) obložením působí na buben. Při povolení síly jsou pakny vráceny pružinou do původní polohy.



Nevýhodou je **malá účinnost** a špatné chlazení. U **jednoklíčové brzdy - simplex** (obsahuje pouze jednu vačku a je běžnější) vzniká nepříjemný jev **úběžné pakny**. Jedna pakna (náběžná) má snahu napomáhat brzdné síly, kdežto druhá (úběžná) má brzdnu sílu nižší. Z tohoto důvodu se objevovaly **dvouklíčové brzdy - duplex** (např. Jawa 638 nebo závodní stroje dřívějších dob – viz obr). Simplex má stejné brzdné vlastnosti v obou směrech, kdežto v případě duplexu se při otáčení na druhou stranu stávají obě pakny úběžnými a brzdny účinek se radikálně zmenší.

Kotoučové brzdy



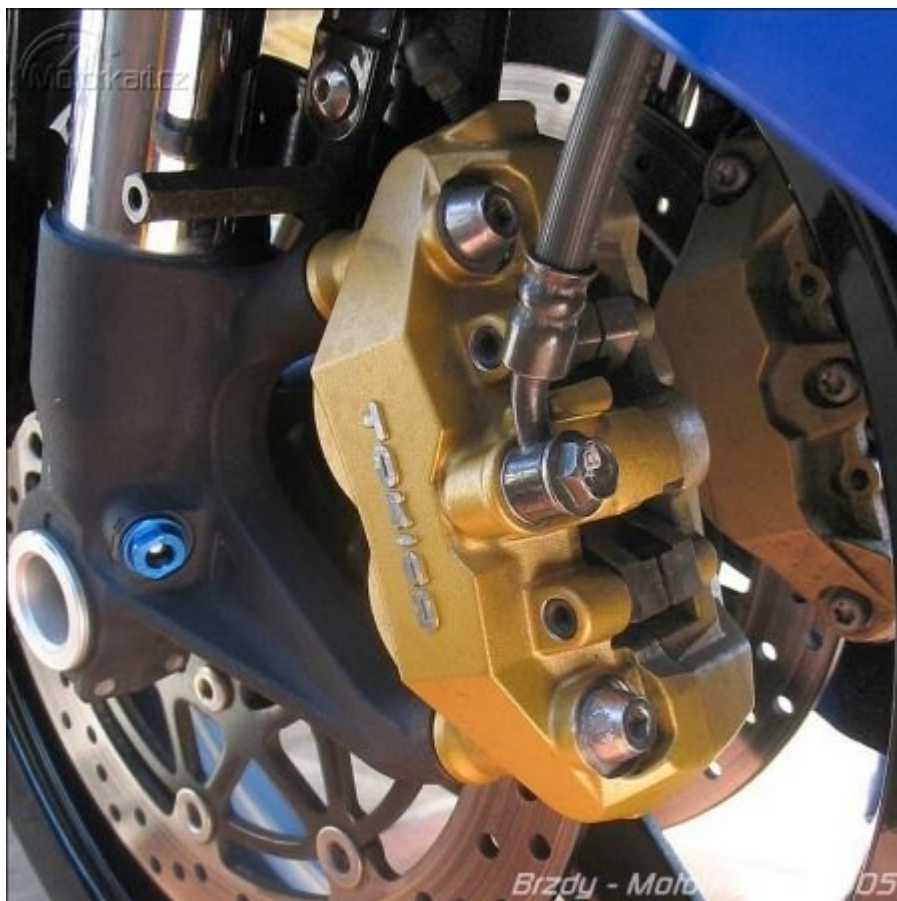
Jsou ovládány buď mechanicky (minibike, kart, bicykl) nebo ve většině případů hydraulicky. Jedná se o soustavu dvou pístů propojených tlakovou hadicí naplněnou kapalinou. Jeden pístek menších rozměrů (cca 12mm) ovládáme pákou nebo pedálem (**hlavní válec**) a druhý konec soustavy obsahuje druhý píst působící na brzdové destičky (**brzdový třmen**). Síla závisí přímo úměrně na ploše pístů. Pokud tedy píst ve třmenu bude mít 2× větší průměr než píst v hlavním válci (na páčce či pedálu) tak síla na destičky bude větší 4× oproti síle na páčce. Tzn. čím větší bude píst na straně destiček tím brzda bude více brzdit při stejné síle na páčce. Vzhledem k nevýhodě dělat jeden veliký píst na brzdiči je většina brzd dělaná



jako **vícepístkové**. Písty jsou buď z jedné strany (1 nebo 2 pístkové třmeny), kde je nutné použít třmen s axiálním posuvem (tzv. **plovoucí**) nebo jsou písty proti sobě, které jsou dnes nejčastěji 4pístkové, popř. 6 pístkové (existují např. i 8 pístkové). Více malých pístků vytvoří oproti jednomu velkému lepší rozložení sil na destičku při stejné ploše. Destičky působí na ocelový kotouč, jehož průměr určuje velikost brzdného momentu. Se šťastným řešením přišel v sériové výrobě **Buell**, který má upevněn kotouč na vnějším obvodu ráfku, čímž je dosaženo velkého průměru a přenosu sil nejkratší cestou k pneumatice. Hydraulické brzdy mají píst v hlavním válci přizpůsoben tak, aby při sjíždění destiček se do tlakového okruhu doplnila kapalina ze zásobní nádoby a tím se brzda **sama "seřizuje"** na rozdíl od brzd mechanických. Stejný princip platí i u ovládání spojek – mechanické vs. hydraulické. Zpětný chod pístků obstarává těsnění v brzdovém třmenu. Celý hydraulický systém nesmí obsahovat vzduch a proto na vrchním místě třmenů jsou **odvzdušňovací šrouby**.



Poslední dobou se začínají v sériových motocyklech objevovat díly převzaté ze závodních strojů. Jedná se především o radiálně uchycené brzdové třmeny a pumpy. V závodní sféře bylo užito radiálního uchycení především za účelem snadno měnit průměr kotouče. Brzdíče mají oproti klasickým jiné namáhání a konstrukce je zvolena i za účelem vyšší tuhosti systému.



Brzdová kapalina

Nároky na brzdovou kapalinu jsou především v minimální stlačitelnosti a vysokému bodu varu. Při varu kapaliny totiž dochází k uvolňování malých bublinek v celém svém objemu což má za následek špatnou funkci brzd. Plyn má mnohonásobně větší stlačitelnost než kapalina. Teplo vzniká mezi třecími plochami a je snahou odvést jeho velkou část brzdovým kotoučem (děrování pro zvětšení činné plochy) a zamezení přestupu tepla do kapaliny (izolace na destičkách, konstrukce pístků-opěrná plocha je co nejmenší). Kapalina bohužel do sebe dokáže vázat vodu do svého objemu čímž se snižuje bod varu. Brzdové kapaliny jsou děleny normou DOT do tříd podle bodu varu. Kapaliny DOT 3 a DOT 4 jsou vyrobeny na bázi etylenglykolu a jsou mísitelné, kapaliny DOT 5 na bázi silikonu a nelze je použít do systému DOT3(4). Kapaliny DOT 5.1 lze mísit se systémy DOT3(4). Vyšší hodnota DOT odpovídá i vyššímu bodu varu a je nutné používat pouze kapalinu předepsanou výrobcem, případně kapalinu vyšší třídy za předpokladu že je mísitelná s předchozí. Bod varu se rozlišuje jako **suchý** a **mokrý**. Suchý bod varu je teplota, při které začne vřít nová 100% kapalina. Mokrý bod varu je při obsahu 3,5% (hmotnostně) vody v kapalině a i když je důležitější tak není běžně udáván na obalech. Body varu kapalin (suchý/mokrý): DOT 3:205/140°C, DOT 4:230/155°C, DOT 5+5.1:260/180°C.

Brzdové destičky, údržba brzd, výměna kapaliny

Brzdové destičky

Jedná se o ocelovou nosnou desku s nalepeným třecím obložením. Nejběžnější je jedna destička z každé strany kotouče. V poslední době se na závodních strojích objevuje uspořádání multiplate – každý pístek má svou destičku (tzn. jeden třmen má např. 6 malých destiček).



Směsi třecího materiálu se dělí na:

Organické - většinou s keramickým podkladem. toto jsou většinou základní směsi s vysokou životností. Nevyváženost, nebo špatná kvalita keramické složky často způsobuje nadměrné opotřebování kotoučů (s nestabilitou směsi má obrovské problémy třeba goldfren) vyváženost a poměr směsi je často hlavním ukazatelem průběhu brzdného účinku (nevyrovnaný nástup, náhlý nárůst brzdné síly, chování za mokra atd.)

Plnokovové - též "sintrované" směsi (Podstata sintrování: Mikrovlnami se materiál, na rozdíl od klasických způsobů, spéká za stejné teploty rychleji nebo se spékání dosáhne už při nižších teplotách). Vlastnosti téhle směsi vycházejí jednak z použitého materiálu a také ze způsobu výroby, čímž je dosahováno vyššího třecího koeficientu. Finální vlastnosti destiček jsou pak lepší nástup za studena, lepší a vyrovnanější rozložení sil při brždění a lepší odolnost proti přehřátí a následnému zesklivatění a tím snížení třecího koeficientu. Složení plnokovové směsi udává rozdělení do různých tříd desek ať už "jen" sintrované směsi, která je mnohdy prodávána pod názvem "performance" až po měkké, nehomologované desky pro závodní účely s vynikajícími brzdnými výsledky za které logicky platí nižší životnosti.

Keramické (jiný druh organiky) - nesmí se používat u litinových kotoučů (nevím proč...tipuji zamazávání litiny do desek nebo tak něco). Zbylé informace které mám je dost kusé a neodvažuji se odhadovat principy na kterých jsou ty informace postavené.

Karbonové - směs je kombinace karbonu a kovového základu, Velice náročné na provozní teplotu – za studena mají velmi nízký koeficient tření, po zahřátí exponenciálně narůstá. Díky karbonové složce směsi mají velmi dlouhou životnost. Za mokra ztrácejí markantně účinnost.

Údržba brzd

U bubnových brzd kontrolujeme tloušťku obložení a povrch bubnu. Tloušťku obložení nám zvenku řekne ukazatel, který se musí pohybovat na stupnici “použitelný rozsah” (Usable range). [buben_range.jpg](#) Dále je nutné kontrolovat stav lanka, které nesmí být roztřepené, suché nebo dokonce zkorodované.



Kotoučové hydraulické brzdy vyžadují poněkud více kontrol. Především je to sledování stavu obložení destiček, které nesmí klesnout pod 1mm. Při jejich výměně je nutné před jízdou **napumpovat** páčku, protože při montáži je nutné roztažení destiček (několik mm) a přiblížení destičky na jedno zmáčknutí je několik desetin mm. Vizuálně kontrolujeme stav kotoučů, v případě rázů do páčky při brždění je nutné měření čelního házení, které je dovoleno cca 0,2mm(dle typu kotouče). Dále kontrolujeme stav hadic a jejich napojení. U plovoucích třmenů je nutné hlídat posun na čepu a jeho správné mazání (plastické mazivo). Hadice se standardně používají gumové s nylonovým tkaným jádrem, které stárnutím měknou a část energie se tak pohlcuje na nafukování hadic. Na sériových motocyklech se už začínají objevovat **hadice teflonové** (PTFE) s nerezovým opletením (tzv. pancěrky), které lze i dodatečně za gumové vyměnit vcelku jednoduchým způsobem. Cena obou druhů je přibližně stejná, kdežto kvalita PTFE hadic vyšší. Ukončení PTFE hadic lze použít ocelové případně dural s eloxovaným povrchem s různými úhly zahnutí. Průchodové šrouby též ocel nebo dural. Při koupi nových šroubů pozor na stoupání závitu. Běžnější je M10×1,25, občas i M10×1. Poměrně podceňovanou součástí soustavy je kapalina, která podléhá stárnutí vlivem své negativní vlastnosti – je hydrokopická.



Výměna kapaliny

Výměna lze provádět několika způsoby. Při výměně nebo odvzdušnění je vhodné mít podtlakovou pistoli případně aspoň injekční stříkačku. Jedna z možností výměny je přetlakové plnění od konce brzdné soustavy. Otevřeme zásobní nádobku ze které odsajeme starou kapalinu. Tlakovou pistoli (stříkačku) s čerstvou kapalinou nasadíme na odvzdušňovací šroub a při povolení šroubu vtlačíme kapalinu dovnitř. Hlídáme nádobku ze které průběžně odsáváme kapalinu. Postup opakujeme dokud nemáme čistou novou kapalinu v nádobce. Dalším způsobem, který se používá i při odvzdušnění, je podtlakové odsávání z odvd. šroubu. Odsajeme z nádobky starou kapalinu a doplníme novou. Na odvd. šroub nasadíme podtlakovou pistoli a při podtlaku povolíme šroub. Opakujeme dokud neteče čistá kapalina. Hladinu kapaliny dáme mezi rysky případně na zalití skoro celého okýnka. Při manipulaci s brzdovou kapalinou je nutno zacházet opatrně, protože silně rozežírá lak (více než např. benzín). Občas se může stát, že se kapalina dostane i do závitů v brzdové nádobce. Nutno ji odsát a šroub namazat pro lepší další demontáž. Vzhledem k hydroskopické vlastnosti je nutné nádobku s kapalinou pečlivě uzavřít v nejlepším případě používat čerstvé balení.

Bezpečnostní systémy

CBS (Combined Brake System) je rozložení brzdného účinku mezi přední a zadní kolo při použití jen jednoho ovládacího místa (páčka/pedál). Použito je např. na CBR1100XX nebo

X11. Systém na těchto dvou motorkách má vpředu dva a vzadu jeden šestipístkový brzdíč. Brzdíče mají v sobě utvořeny dva oddělené brzdící okruhy. Jeden okruh je napojen na horní a dolní dvojici pístků a druhý okruh je přiveden na prostřední dvojici. Páka přední brzdy na řidítku je připojena hadicí na přední brzdíče a to na jejich čtyřpístkové okruhy. Při brždění dochází k naklonění levého brzdíče a ten je napojen na píst vyvolávající tlak na zadní brzdíč. Při použití pedálu brzdy je přímo rozdělení tlaku na přední a zadní brzdíče.



ABS (Antiblocking Brake System) zamezuje zablokování kola. Pokud se kolo dostane do smyku následuje často pád, přinejmenším se stává motocykl neovladatelný a jede dle setrvačnosti směrem, který měl před zablokováním kola. Jednou z vlastností tření, které vyžadujeme u brždění mezi kolem a vozovkou, je větší hodnota při odvalování než při smyku. ABS nám zajišťuje pohybovat se těsně před hranicí smyku, ve skutečnosti však dochází ke krátkým blokacím kola. Použití je především u cestovních motocyklů (nejčastěji asi BMW). Obsahuje řídicí jednotku ABS, která dostává informace od čidla umístěného u kol. Na kole je terčík, ze kterého čidlo rozpozná zda se kolo točí nebo stojí. V případě zablokování kola jednotka zasáhne snížením brzdného tlaku dokud se kolo zase neotáčí.



Závěrem

Brždění je závislé na **reakční době řidiče**, **prodlevě brzd** a dalších faktorech (stav pneumatiky, povrch vozovky, písek, voda, hmotnost). Reakční doba je prodleva mezi

zaregistrováním překážky do počátku brzdění. Pohybuje se od **0,4s** a roste dle kvalit (spíš nekvalit) jezdce (malé zkušenosti, únava, alkohol atd.). Doba 0,8s znamená ve 100km/h ujetí 22m bez naprostého brzdění. Reakce systému je poměrně rychlá, avšak ne nulová. Jedná se o vymezení vůlí, setrvačnost dílů a rychlosti šíření tlaku v systému (rychlost tlaku je rovna rychlosti zvuku tj. cca 1000m/s). Ujetá dráha se dále skládá ze samotného brzdění, kde je záporné zrychlení cca 8m/s² tj. dalších 48metrů.

Podtrženo sečteno ze 100km/h potřebujeme kolem 80metrů do naprostého zastavení.

Technika motocyklu - 4. část - chlazení



Spalovací motor je stroj převádějící tepelnou energii na mechanickou a to s účinností kolem 33%. Zbytek energie je nutné odvést chlazením (cca 33%) a další část ve spalinách (cca 33%). Pokud tedy máme motor, který nám dává 100 kW, tak stejný výkon je nutné vyzářit do okolí pomocí chladiče a to buď s použitím chladicí kapaliny nebo přímo přestupem z motoru do okolního vzduchu. Tuto skutečnost je nutné si uvědomit při návrhu chladicího zařízení motocyklu nebo při vybavování zkušebny výkonu.

Chlazení vzduchem:

Je nejstarší a nejjednodušší způsob chlazení stroje vlivem proudění vzduchu. Velikost přestupu tepla závisí na **rychlosti proudění** a na vyzářované ploše. Motory s horším přístupem chladicího vzduchu (např. kapotáž) mají **ventilátor** poháněný buď mechanicky od klikové skříně nebo elektromotorkem. Pohon elektromotorem má výhodu v jednodušší regulaci. Pokud je motor studený a nevyžadujeme chlazení, lze jej snadno odpojit. Odpojovací spojky pro mechanicky poháněné ventilátory se u motocyklů nevyskytovaly. Závislost odvodu tepla není lineární na rychlosti proudění a od jisté hranice nemá efektivní smysl rychlost dále zvyšovat. U použití ventilátoru je pak větší energie vynaložena na pohon než co nám přinese k užítku. Plocha je zvětšena použitím **žeber** na válci a hlavě válce. Při zanesení dochází k velkému poklesu chladicího účinku a motor se může přehřát až zadřít.



Vzhledem k velkému teplotnímu rozsahu motoru je nutné mít větší vůle namáhaných součástí (především píst-válec), což negativně ovlivňuje účinnost motoru. Velký teplotní rozsah dále ovlivňuje i emise, které jsou horší než u motorů s menšími teplotními rozdíly (např. Tatra musela použít u vzduchem chlazených motorů stavitelné klapky na chlazení v závislosti na

teplotě motoru pro dosažení Euro normy). Regulace teploty se u motocyklů nijak neřeší. Motory chlazené vzduchem jsou často doplněny o **chladič oleje** (často enduro – DR, XT). Chlazení náporovým vzduchem má dále výhodu v rychlejším ohřevu motoru, jelikož u kapalinového chlazení je velká setrvačnost (ta se v jistých ohledech projevuje i pozitivně).

Chlazení olejem:



Olejového chlazení bylo využito v polovině 80.let pro **snížení hmotnosti** motoru (až 14kg) u modelů Suzuki GSX-R. Jedná se o použití olejového chladiče a dvojitého olejového čerpadla, které na jedné straně zajišťovalo mazání motoru a druhá část sloužila pro oběh chladicího oleje do hlavy válců. Používala se jedna náplň oleje, která oproti ostatním strojům nebyla vyšší (cca 3,5-4 l). V dnešní době je tento systém pro výkonné sportovní motocykly zastaralý a používá se jen u cestovních motocyklů (Bandit 600 a 1200). Jako přídatného chlazení olejem je vybaveno i plno ostatních motocyklů, kde však není většinou použit zvláštní chladicí okruh, ale pouze se chladí olej a dopravuje na běžná mazací místa. Samotná olejová vana je navržena pro přestup tepla z oleje do okolí.

Chlazení kapalinové:



Chladicího média je zde užito **kapaliny**, která odvádí přebytečné teplo z tepelně namáhaných míst do chladiče umístěného v přední části motocyklu (výjimečně po boku – např. VTR). Na kapalinu jsou kladeny následující požadavky: **velká tepelná kapacita, antikorozi a antikavitační vlastnost, nízký bod tuhnutí**.



V dnešní době se používá výhradně nuceného oběhu, kdy kapalina je hnána pomocí lopatkového čerpadla. Při nízké teplotě chladicí kapaliny je uzavřen **termostatický ventil** zamezující vstup kapaliny do chladiče, kde by docházelo k jejímu dalšímu ochlazení a tím pádem pomalejšímu zahřátí motoru na provozní teplotu. Termostat obsahuje voskovou náplň, která při zahřátí zvětšuje svůj objem a působí na ventil proti vratné pružině. Při cca 75°C se ventil začne otvírat a část kapaliny již může procházet do prostoru chladiče. Při teplotě cca 85°C je již ventil otevřen naplno. Při podezření na nefunkčnost termostatu je nutné provést zkoušku v zahříváné vodě a sledovat otvírání ventilu. Vzhledem k teplotní roztažnosti kapaliny je použit **přetlakový ventil** ve víčku nalévacího otvoru odkud je kapalina odvedena na zem (např. kros) nebo do expanzní nádoby. Ventil udržuje zvýšený tlak (cca 1,3 baru) v systému, čímž docílíme i vyšší teploty kapaliny (až 120°) a to má za následek lepší tepelnou účinnost chlazení. Při poklesu teploty se zmenšuje objem kapaliny v systému a víčko dále obsahuje **podtlakový ventil**, který umožní nasátí kapaliny z expanzní nádoby.

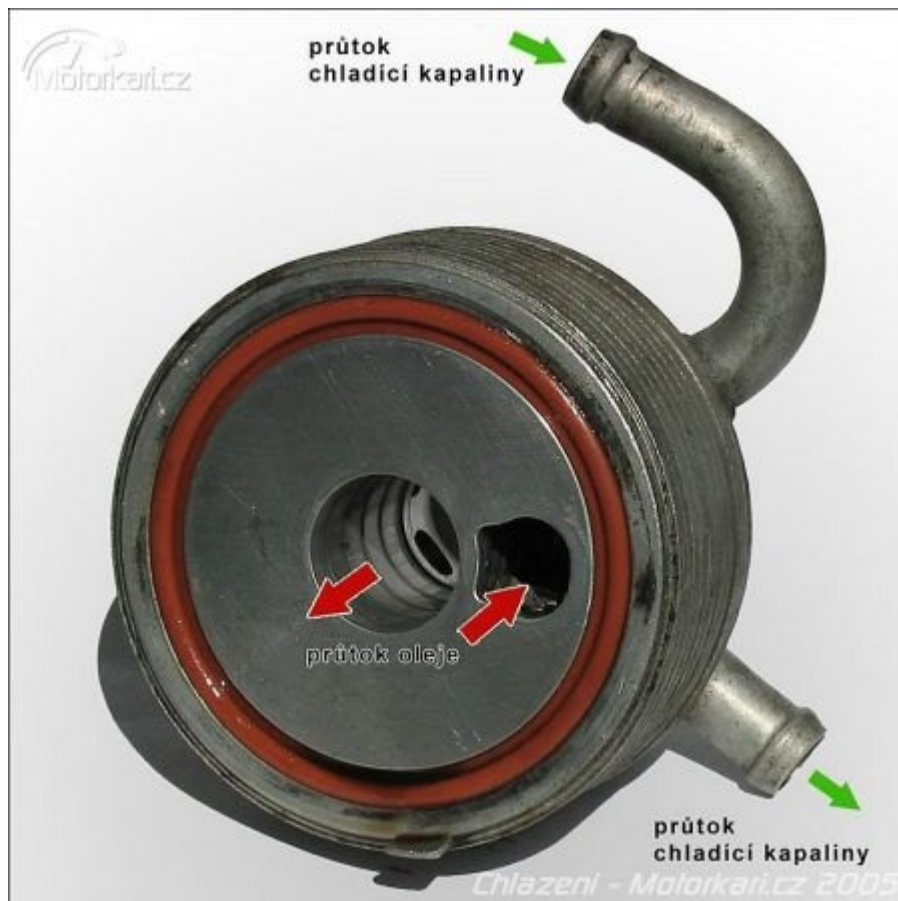


Při malé rychlosti proudícího vzduchu je **chladič** vybaven ventilátorem s elektro pohonem, který je sepnut pomocí **teplotního čidla** při teplotě **cca 105°C**. Čidlo je umístěno v tělese chladiče nebo je použito informace o teplotě z **termočidla teploty chladící kapaliny**, které je většinou v hlavě válců. Termospínač na ovládní ventilátoru je buď s **jedním vývodem** a při překročení dané teploty se vstupní vodič ukostří, čímž se propojí elektrický obvod a ventilátor sepnou nebo je termostatický spínač **dvouvývodový** a spíná jeden vstup s druhým.



Zkouška funkčnosti lze provést v kapalině ohřáté na cca 105°C (nejvhodnější je olej). Většina motorů je vybavena i čidlem teploty chladící kapaliny, které obsahuje polovodič (jednoho typu) měnící svůj odpor v závislosti na teplotě. Tato informace je zpracovávána pro teploměr (analogový, digitální) případně i pro **řídící jednotku** vstříkovaní.

Chladiče jsou použity výhradně **hliníkové** pro svou nízkou hmotnost, dobrou tepelnou vodivost a nízkou náchylnost ke korozi. U sportovních motocyklů (např. GSXR, R1, atd.) jsou motory vybaveny chladiči oleje. Olej protéká výměníkem tepla (umístěný pod olejovým filtrem, případně zvlášť na motoru), kde dochází k ohřevu chladící kapaliny od oleje. Olejový okruh je od chladícího okruhu oddělen stěnou výměníku.



Chladicí kapalina:

Od kapaliny požadujeme aby:

- 1) se velká část tepla nakumulovala do objemu a dále odvedla do chladiče
- 2) kapalina nepoškozovala motor vlivem koroze a kavitacním opotřebením lopatek čerpadla
- 3) při poklesu teploty vlivem zvětšení objemu kapaliny nepraskl motor (válce, hlava).

Kapalinou tedy nemůže být pro běžný provoz použito čisté vody, ale směsi na bázi **etylenglykolu** a vody. Dnešní koncentráty pro výrobu směsi je možné míchat s vodou z kohoutku. I když velká část systému je pouze ze slitiny hliníku, je nutné brát ohledy na antikorozi kvůli ocelové hřídeli čerpadla v některých případech i lopatky oběžného kola. Použitím vody může dojít k nákladným opravám (mám zkušenost s HQ410, kde kolem zkorodované hřídele protekla voda do motoru). Čistá voda má další negativní vlastnost a to **zvětšování objemu při tuhnutí**, které je v teplotě běžně dosažitelné v našich zeměpisných šířkách. Jde tedy použít **směs**, která má nižší bod tuhnutí. Běžně se používá cca -25°C . Směs lze buď zakoupit jako hotovou nebo si ji namíchat (levnější varianta). Čistá voda však má větší tepelnou kapacitu a používá se v závodních motocyklech i z důvodu případného úniku, kdy chladicí kapalina by se musela odstraňovat z trati a voda se snadno odpaří. Existují přípravky pro tyto účely.

Výměnu provádíme **jednou za 2 roky** (některé kapaliny až 5let). Odšroubujeme zátku nalévacího otvoru (jen u studeného motoru-nebezpečí opaření) a výpustný šroub na vodním čerpadle (většinou M6 s šestihrannou hlavou s měděnou těsnicí podložkou), odkud nám vyteče stará kapalina. Pokud motocykl nemá výpustný šroub nebo je těžko přístupný

odpojíme hadici v nejnižším možném místě. Při nalévání naplníme systém, motor nastartujeme a doléváme kapalinu do plna. Vyměníme též obsah expanzní nádobyky.



Technika motocyklu - 5. část - motor



V dalším díle našeho seriálu jsme se zaměřili na srdce motocyklu - motor. Článek jsme rozdělili na dvě části: nyní popíšeme historii motoru, klikový mechanismus a rozdělení motorů. V příštím díle se můžete těšit na povídání o složení paliva a výkonu motoru.

kapitoly článku

1. [Historie a vývoj, klikový mechanismus](#)
2. [Rozdělení dle způsobu zapálení směsi a pracovního cyklu](#)

Historie a vývoj, klikový mechanismus

Historie



Tepelný motor je stroj převádějící **tepelnou energii** získanou z paliva na **mechanickou práci**. Rozdělení motorů dle způsobu spalování dělí historii na dvě etapy. Jako první se objevily motory s vnějším spalováním, kde k ohřevu látky docházelo mimo pracovní válec a palivem bylo možno použít cokoliv s dostatečnou výhřevností. Jedná se především o vynález Jamese Watta a jeho **parní stroj** (koncem 18.stol.), který rychle našel použití v dopravě i průmyslu. V kostce řečeno parní stroj využíval jako pracovní látky vodu, která byla nepřímým ohřevem převedena na tlakovou páru a ta následně působila na pracovní píst. Dále stojí za zmínku **Stirlingův motor** (1816), kde pracovním médiem je plyn. Motor obsahuje dva spojené válce přičemž jeden je pracovní s těsnícím pístem a druhý s pístem volným „přesouvajícím“ teplý a studený vzduch. Použití bylo spíše pokusné a nijak zvlášť se neuchytil. Na internetu je k máni spousta informací a v případě zájmu se k tomuto vyjádřím mimo tento článek. Oba zmíněné motory jsou poměrně snadné na domácí výrobu a před lety jsme se těmito motory bavili (viz obr). I když účinnost i výkon byl malý dalo se s nadšením říct „a přece se točí“.



Koncem 19. století přišly na řadu dva motory s vnitřním spalováním. Palivo hoří přímo ve spalovacím prostoru během expanze a vzniklý tlak působí na píst. Jedná se o motor **zážehový** se kterým přišel pan

Otto

a motor **vznětový** pocházející z hlavy pana

Diesela

. Koncem 19.stol. se o rozvoj čtyřdobých zážehových motorů dost zasloužil i němec

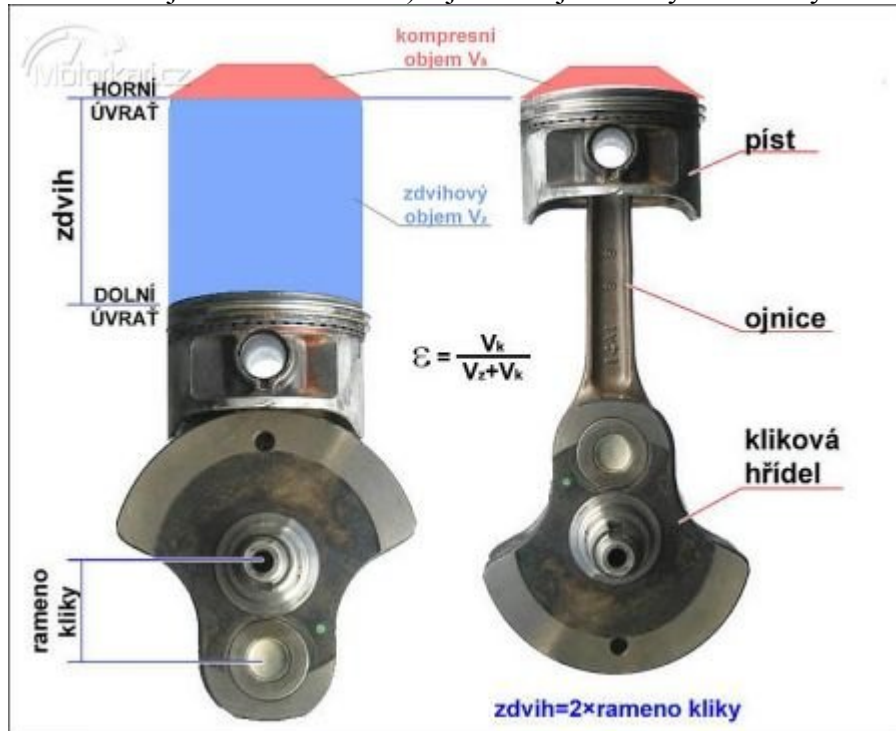
Daimler

. Motory prošly mnoha vylepšeními, ale základ je stejný dnes jako před 100 lety. Dříve dávaly motory kolem 5 koňských sil z půllitrového motoru, dnes umíme ze stejného obsahu dostat i 150 koní.

Klikový mechanismus

Jedná se o skupinu „klikový hřídel-ojnice-píst“, kterou nalezneme v obou typech spalovacích motorů používaných v dnešní době běžně k pohonu vozidel. Díly zde budou popsány z

pohledu chování celého mechanismu. Přesněji se jimi budeme zabývat v dalších článcích. Píst je vystaven tlaku spalín a jeho hlavní funkce je utěsnění spalovacího prostoru a přenos síly na ojnici. Jeho pohyb je posuvný a to mezi jeho krajními polohami-**úvratěmi**. Ojnice spojuje píst s ramenem kliky, které se otáčí kolem osy klikového hřídele uloženého v bloku motoru. Oko ojnice je upevněno pomocí pístního čepu k pístu a jak již bylo řečeno pohyb je čistě posuvný v ose válce. Hlava ojnice je připevněna na klikový hřídel a pohyb je rotační z čehož vyplývá, že pohyb ojnice jako celku je všeobecný a z kinematického hlediska ne zrovna jednoduchý, naštěstí z praktického hlediska to není nijak podstatné. Pohyb pístu z **horní úvratě** (píst je v nejvzdálenějším místě od klikové hřídele) do **dolní úvratě** (píst je nejbliže ke kl.h.) je **zdvih pístu**. Objem takto vyplněný (plocha pístu×zdvih) je **zdvihový objem** (někdy nesprávně označováno jako obsah motoru) a je to údaj uvedený na motocyklu.



Většina motorů má však menší objem a tak např. motor 863ccm se vozí v motocyklu s nápisem 900. Při poloze pístu v HÚ je nad ním **kompresní prostor**. Tento prostor v poměru s celkovým prostorem nad pístem v DÚ se nazývá **kompresní poměr** (e-epsilon) a používá se u zážehových motorů běžně 1:10 –1:12, u vznětových kolem 1:17. Kompresní poměr nám udává kolikrát zmenšíme celkový objem nasáté směsi (trochu nám tím zamíchá součinitel plnění, ale to až později). Kompresní prostor má především vliv na termickou účinnost motoru a tedy i na celkovou účinnost. Bohužel nelze jej zvyšovat do nekonečna jak si vysvětlíme v závěru. Píst tedy během jednoho otočení klikové hřídele vykoná dva zdvihy (jde z horní úvratě do dolní a pak zase zpět). Motor s vrtáním menším než je jeho zdvih se nazývá **nadčtvercový**, v opačném případě **podčtvercový**. Výhody a nevýhody vyplnou dále.

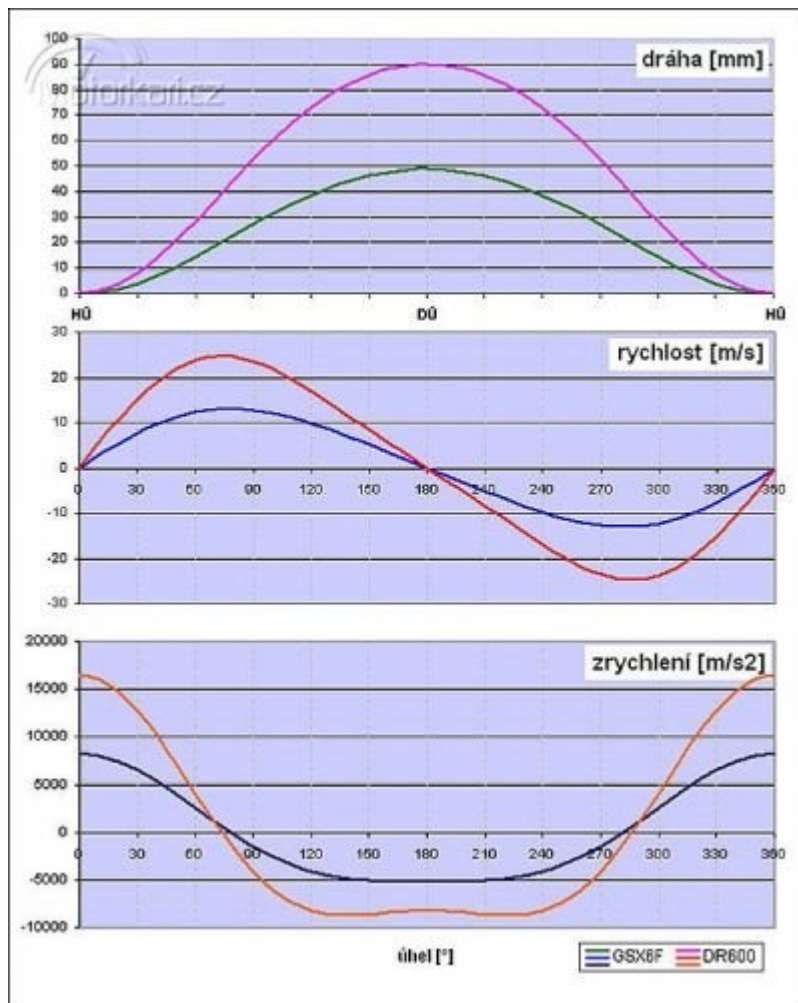


Pokud tedy koná píst vratný pohyb je nutné jej z úvratě rozběhnout a od půlky zase brzdít, v úvratě zastavit a rozběhnout druhým směrem (vůči válci). Tato zrychlení (a zpomalení) hrají klíčovou roli při zatížení pístního čepu a ojnice. Jak si mnozí asi vzpomenou na Newtonův zákon $F=m \times a$ tzn. že síla je tím větší, čím máme větší hmotnost nebo zrychlení.

Snahou je samozřejmě zmenšovat hmotnost, ale udělat píst s nulovou hmotností se asi nepodaří takže druhým kritériem je zrychlení, abychom se dostali na uspokojivou sílu, která nám nebude způsobovat nadměrné namáhání. Pro zjednodušení byla v době „kuličkových počítadel“ zavedena **střední pístová rychlost**, která se používá do dnešní doby jako měřítko. Uvažujeme, že rychlost pístu je v celém zdvihu stejná a tak ji jednoduše spočítáme z dráhy (=zdvih) a doby (vychází z otáček motoru). U motocyklů se používá běžně do cca 20m/s. Jako příklad uvedu dva odlišné motory. Yamaha R6, která nám bude točit 13 000ot/min a Intruder s 6500 ot/min. Po dosazení do $v=2 \times \text{zdvih} \times \text{otáčky} / 60$ nám vyjde: **R6** má střední pístovou rychlost **19,3m/s** a **Intruder** má střední pístovou rychlost **20,6m/s**. Při pohledu na náš příklad je na místě si uvědomit, že i motor s polovičními otáčkami může být více namáhán a není tedy možno brát otáčky motoru jako ukazatel životnosti. Dále je potřeba mít na paměti, že se bavíme o střední rychlosti, čili jakési průměrné rychlosti a píst má tedy v určitém okamžiku rychlost větší (asi o 40%).

Opustíme průměrné rychlosti a pokusím se objasnit přesně síly a jejich následné vlivy při chodu motoru. Pokud bychom brali pohyb ojnicního čepu v závislosti na natočení klik. hřídele vyjde nám krásná funkce sinus. Jenže my sledujeme pohyb pístu a ten leží na konci ojnice a ojnice koná obecný pohyb a tudíž poloha pístu bude sice podobná sinusoidě, ale ne stejná (vzorce zde neuvádím abychom neuvázli v matematice, [zde soubor v Excelu](#)). Pro mnohé bude překvapením, že při otočení klikové hřídele o 90° (1/4 otáčky) z horní úvratě nebudeme mít píst v polovině zdvihu, ale kousek pod polovinou. Je to způsobeno konečnou délkou ojnice. Pokud se tedy motor otáčí konstantními otáčkami, tak píst v horní polovině zdvihu musí běžet rychleji než v dolní. Rychlost pístu vůči válci nám ovlivňuje pouze mazání a tím pádem vznik třecí síly (a tepla). Jak jsem uvedl v článku „[mazání](#)“ je nutné pro vznik hydrodynamického mazání vzájemná rychlost dvou těles. V úvratích je rychlost nízká (až nulová) a tak zde je opotřebení větší než v prostřední části válce. HÚ je na tom vlivem větší síly při překlápění pístu o trochu hůře než DÚ. Mnohem důležitější je pohled na **zrychlení** pístu, protože to nám udává namáhání součástí.

Uved'me si příklad pro lepší pochopení: *na motorce pojedíš po rovině úsek např. 100 m. Musíš se prvně rozjet a změnit svou rychlost z 0 km/h, zrychlení bude velké a jak se budeš blížit do poloviny dráhy přestaneš zrychlovat. Rychlost zde bude maximální a zrychlení malé (nulové). Od poloviny začneš rychlost snižovat (záporné zrychlení) až snížíš rychlost opět na 0 km/h. Přesně takto se nám chová píst. Tzn., že v polovině zdvihu (viz grafy) je maximální rychlost a nulové zrychlení (ojnice není namáhána setrvačnými silami). V úvratích je rychlost nulová, avšak zrychlení maximální přičemž v horní je až 2× větší než v dolní. Z toho vyplývá použití lehkých kovaných ojnic a pístů, leštění ojnic ke snížení iniciace trhlin, použití omezovače otáček.*



Rozdělení dle způsobu zapálení směsi a pracovního cyklu

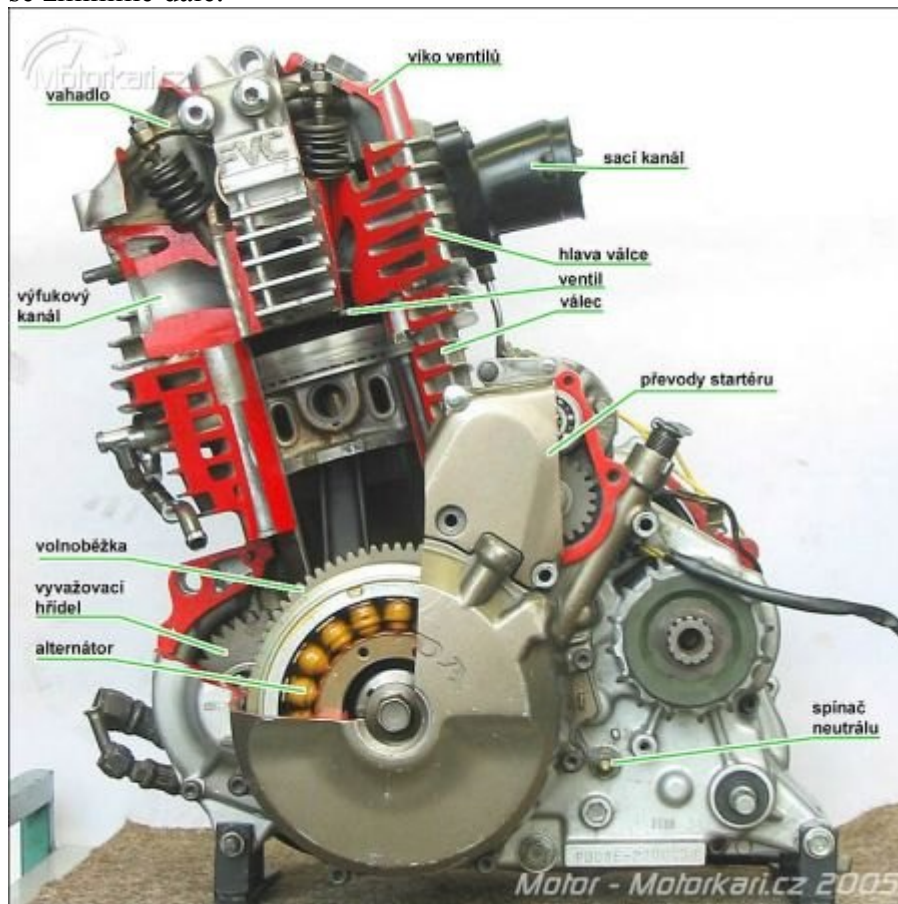
Rozdělení

Dle způsobu zapálení směsi

Zážehový a vznětový motor využívají jako palivo frakce ropy získané destilací a dalšími úpravami pro dosažení požadovaných vlastností paliva. Nejčastějším palivem dnešních zážehových motorů je směs uhlovodíků s teplotou varu do cca 210°C s obecným názvem **benzín**. Palivem pro vznětové motory se používají těžší frakce (vyšší bod varu) známé jako **nafta**. Oba motory mají hodně společného avšak tepelné oběhy se poněkud liší. Vznětové motory se v motocyklech objevují jen velmi zřídka a nebudeme se jimi detailně zabývat. Vznětový motor používá vyšších kompresních poměrů, a tak při stlačení čistého vzduchu nasátého do válce se vstříknuté palivo vlivem kompresního tepla samo vznítí - není potřeba zapalovací svíčky. Existují vznětové motory dvoudobé (lodní nebo lokomotivové motory), převážně však čtyřdobé. Výkonnostní rozsah vyráběných motorů je od jednotek kW až po desítky MW. **Dle pracovního cyklu**

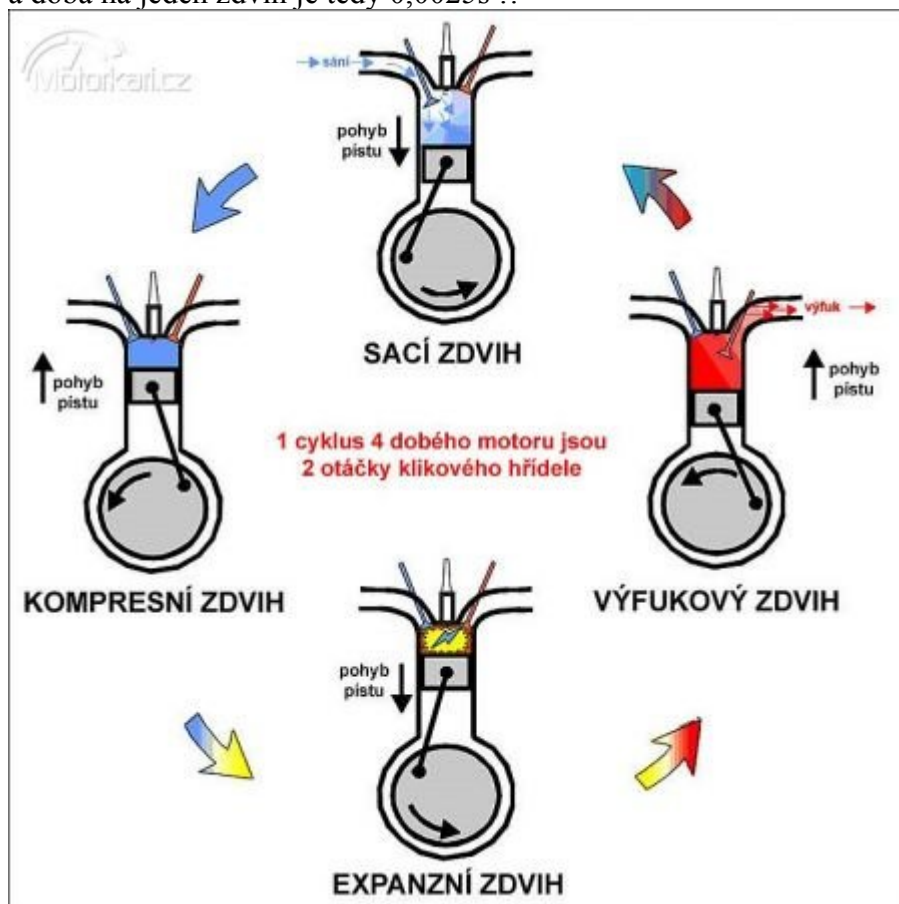
V každém motoru je zapotřebí dostat do válce palivo (sání), které po stlačení (komprese) zapálíme a dojde k nárůstu tlaku (expanze), následně odejdou spaliny ze spalovacího prostoru (výfuk). Tento cyklus se neustále opakuje a pokud každá fáze cyklu je na jeden zdvih jedná se

o **motor čtyřdobý**. Tento motor je na popis činnosti jednodušší než motor dvoudobý o kterém se zmíníme dále.



Plnění motoru: píst je v horní úvrati a při pohybu směrem dolů dochází vlivem podtlaku k sání. U motorů vznětových stejně jako u zážehových s přímým vstřikem nasáváme pouze vzduch. U motorů zážehových s karburátorem případně s nepřímým vstřikem paliva nasáváme směs paliva se vzduchem. Sání probíhá přes otevřený sací ventil. Při pohybu pístu nahoru (z DÚ do HÚ) se směs stlačuje a prostor je vůči okolí uzavřen, zvyšuje se teplota přibližně na 400°C , tlak narůstá vlivem zmenšování prostoru i vlivem kompresního tepla přibližně na **1,5 MPa**. Následuje expanze vlivem hoření, která nám vykonává užitečnou práci. Po shoření směsi je nutné spaliny z prostoru odvést otevřeným výfukovým ventilem při pohybu pístu nahoru. Cyklus se nám tedy opakuje dokola každé **dvě otáčky** (tj. po 720°) klikového hřídele. Na tento jednoduchý popis si jistě vzpomene každý ze školy, ale takto by nám motor moc pěkně nefungoval. Problém je zde s okamžikem otvírání a zavírání ventilů a také s okamžikem zapálení (vznícení) směsi. Vlivem expanze naroste prudce tlak ve válci na cca **5 Mpa** (= 50barů = přibližně 50 atm) při teplotě kolem 2000°C a píst je tlačěn z HÚ do DÚ. Při poloze pístu blízko DÚ (kolem 70° před DÚ) je přetlak na pohyb pístu relativně malý a tak se již před DÚ otvírá výfukový ventil a velká část spalin již odchází do výfuku. Při pohybu pístu vzhůru je o to méně spalin na vytlačení a tudíž nebrzdíme píst, což by nám spotřebovávalo energii a klesala účinnost. Rychlost plynů je velká a tak ještě před HÚ (kolem 30° před HÚ) začne otvírat sací ventil a vlivem proudění spalin se začíná nasávat (spíše se rozpohybovat) směs (vzduch). Za HÚ (kolem 30° za HÚ) se zavře ventil výfukový a tak v jistou dobu jsou otevřeny oba ventily současně (střih ventilů). Píst jde směrem dolů a nasává směs, která svou setrvačností proudí do válce, i když se píst začne pohybovat směrem vzhůru. Ventil se tedy uzavírá až za DÚ (kolem 70° za DÚ). Pro další úvahy je na místě uvědomit si

pár čísel. Při otáčkách motoru 12 000 ot/min jde píst **200× dolů a 200× nahoru** za 1 sekundu a doba na jeden zdvih je tedy 0,0025s !!



Zapálení směsi: okamžik zapálení směsi určují především otáčky motoru, u novějších motorů (zhruba od roku '96) jsou funkcí i zatížení. Samotné hoření směsi můžeme v tomto bodě považovat za konstantní (rychlost hoření ovlivňuje hlavně víření směsi a její složení) a jde nám o to, abychom dosáhli maximálního tlaku kousek za horní úvratí (cca 5°) a proto je tedy nutné zapálit směs již před HÚ - s určitým **předstihem**. Doba od přeskočení jiskry do rozvinutí čela plamene je přibližně **tisícina sekundy**. Pokud bude předstih velký (tj. jiskra přeskočí moc brzy), bude nárůst tlaku ještě před HÚ a bude nám brzdit píst a tlaková vlna stlačí nespálenou část směsi v nejbližších místech od svíčky, kde dojde k samovznícení a detonačnímu hoření. Malý předstih způsobí zbytečné ztráty výkonu, protože maximální tlak získáme až hodně za HÚ. Nejvyššího výkonu je získáno při maximálním předstihu za předpokladu, že nedojde k detonacím. Z toho důvodu se u moderních motorů používají **čidla klepání** a díky nim je elektronika schopna regulovat předstih na hranici detonací. Hlavním vlivem na náchylnost k detonacím má **kompresní poměr** – čím větší poměr, tím větší možnost k detonačnímu spalování. Posunout to lze částečně použitím paliva s vyšším oktánovým číslem. Pokud chceme co nejlepší účinnost motoru v různých otáčkách je nutné v závislosti na nich i regulovat procesy výměny náplně (ventilový rozvod) a zapalování. Regulace u zapalování motocyklů se řeší asi 30 let. V začátcích se ještě používalo kontaktní zapalování s odstředivou regulací, později (od roku cca 1983) přišla na řadu elektronika s **indukčním snímačem** (výjimečně Hallův) polohy klikového hřídele.

V příštím díle si povíme něco o dvoudobém motoru, spalování a objasníme si pojmy moment a výkon motoru.

Rozdělení dle způsobu zapálení směsi a pracovního cyklu

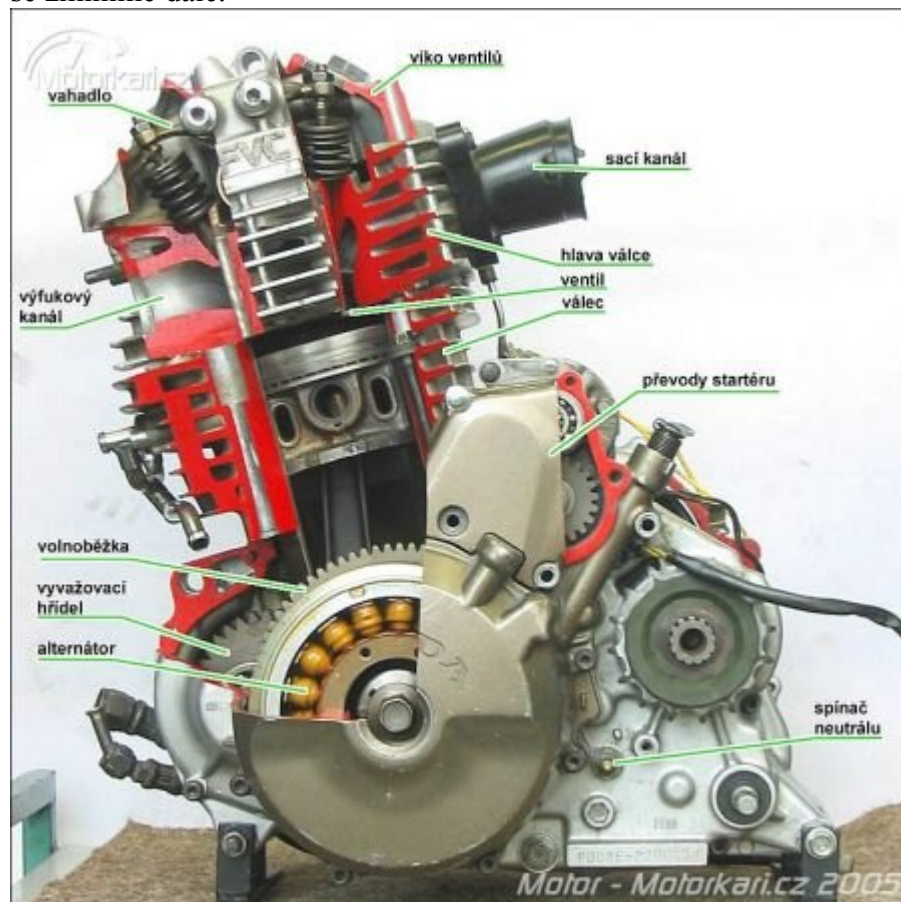
Rozdělení

Dle způsobu zapálení směsi

Zážehový a vznětový motor využívají jako palivo frakce ropy získané destilací a dalšími úpravami pro dosažení požadovaných vlastností paliva. Nejčastějším palivem dnešních zážehových motorů je směs uhlovodíků s teplotou varu do cca 210°C s obecným názvem **benzín**. Palivem pro vznětové motory se používají těžší frakce (vyšší bod varu) známé jako **nafta**. Oba motory mají hodně společného avšak tepelné oběhy se poněkud liší. Vznětové motory se v motocyklech objevují jen velmi zřídka a nebudeme se jimi detailně zabývat.

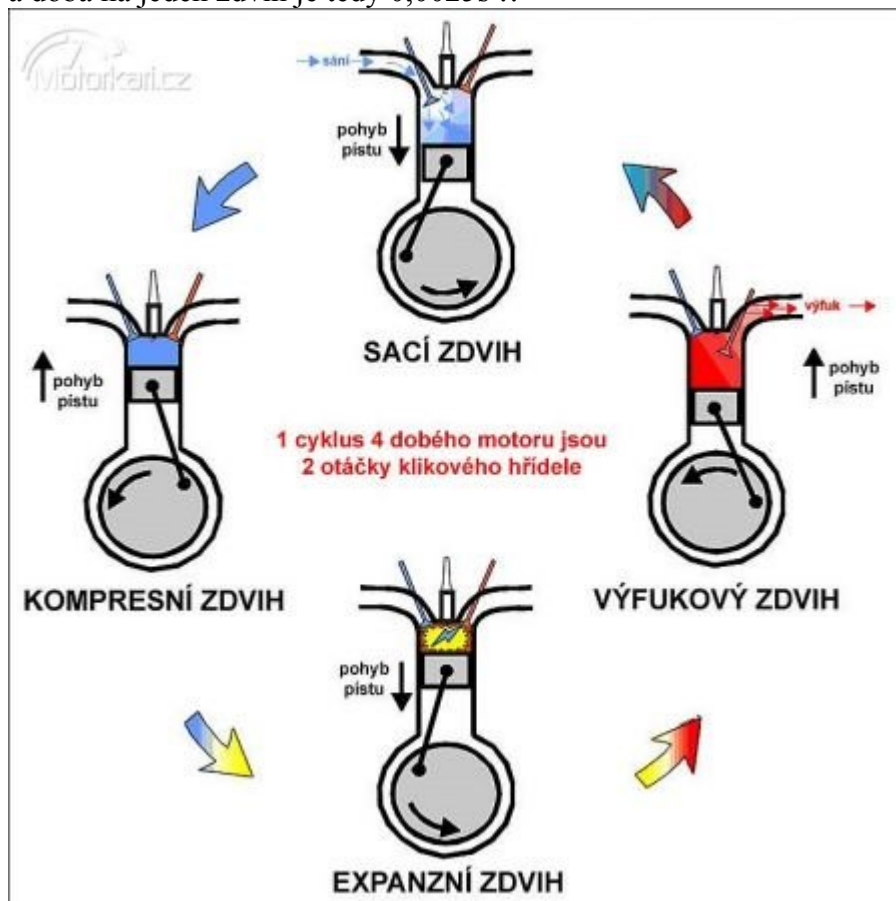
Vznětový motor používá vyšších kompresních poměrů, a tak při stlačení čistého vzduchu nasátého do válce se vstříknuté palivo vlivem kompresního tepla samo vznítí - není potřeba zapalovací svíčky. Existují vznětové motory dvoudobé (lodní nebo lokomotivové motory), převážně však čtyřdobé. Výkonnostní rozsah vyráběných motorů je od jednotek kW až po desítky MW. **Dle pracovního cyklu**

V každém motoru je zapotřebí dostat do válce palivo (sání), které po stlačení (komprese) zapálíme a dojde k nárůstu tlaku (expanze), následně odejdou spaliny ze spalovacího prostoru (výfuk). Tento cyklus se neustále opakuje a pokud každá fáze cyklu je na jeden zdvih jedná se o **motor čtyřdobý**. Tento motor je na popis činnosti jednodušší než motor dvoudobý o kterém se zmíníme dále.



Plnění motoru: píst je v horní úvrati a při pohybu směrem dolů dochází vlivem podtlaku k sání. U motorů vznětových stejně jako u zážehových s přímým vstříkem nasáváme pouze vzduch. U motorů zážehových s karburátorem případně s nepřímým vstříkem paliva

nasáváme směs paliva se vzduchem. Sání probíhá přes otevřený sací ventil. Při pohybu pístu nahoru (z DÚ do HÚ) se směs stlačuje a prostor je vůči okolí uzavřen, zvyšuje se teplota přibližně na 400°C, tlak narůstá vlivem zmenšování prostoru i vlivem kompresního tepla přibližně na **1,5 MPa**. Následuje expanze vlivem hoření, která nám vykonává užitečnou práci. Po shoření směsi je nutné spaliny z prostoru odvést otevřeným výfukovým ventilem při pohybu pístu nahoru. Cyklus se nám tedy opakuje dokola každé **dvě otáčky** (tj. po 720°) klikového hřídele. Na tento jednoduchý popis si jistě vzpomene každý ze školy, ale takto by nám motor moc pěkně nefungoval. Problém je zde s okamžikem otvírání a zavírání ventilů a také s okamžikem zapálení (vznícení) směsi. Vlivem expanze naroste prudce tlak ve válci na cca **5 Mpa** (= 50barů = přibližně 50 atm) při teplotě kolem 2000°C a píst je tlačěn z HÚ do DÚ. Při poloze pístu blízko DÚ (kolem 70° před DÚ) je přetlak na pohyb pístu relativně malý a tak se již před DÚ otvírá výfukový ventil a velká část spalin již odchází do výfuku. Při pohybu pístu vzhůru je o to méně spalin na vytlačení a tudíž nebrzdíme píst, což by nám spotřebovávalo energii a klesala účinnost. Rychlost plynů je velká a tak ještě před HÚ (kolem 30° před HÚ) začne otvírat sací ventil a vlivem proudění spalin se začíná nasávat (spíše se rozpohybovat) směs (vzduch). Za HÚ (kolem 30° za HÚ) se zavře ventil výfukový a tak v jistou dobu jsou otevřeny oba ventily současně (stříh ventilů). Píst jde směrem dolů a nasává směs, která svou setrvačností proudí do válce, i když se píst začne pohybovat směrem vzhůru. Ventil se tedy uzavírá až za DÚ (kolem 70° za DÚ). Pro další úvahy je na místě uvědomit si pár čísel. Při otáčkách motoru 12 000 ot/min jde píst **200× dolů a 200× nahoru** za 1 sekundu a doba na jeden zdvih je tedy 0,0025s !!



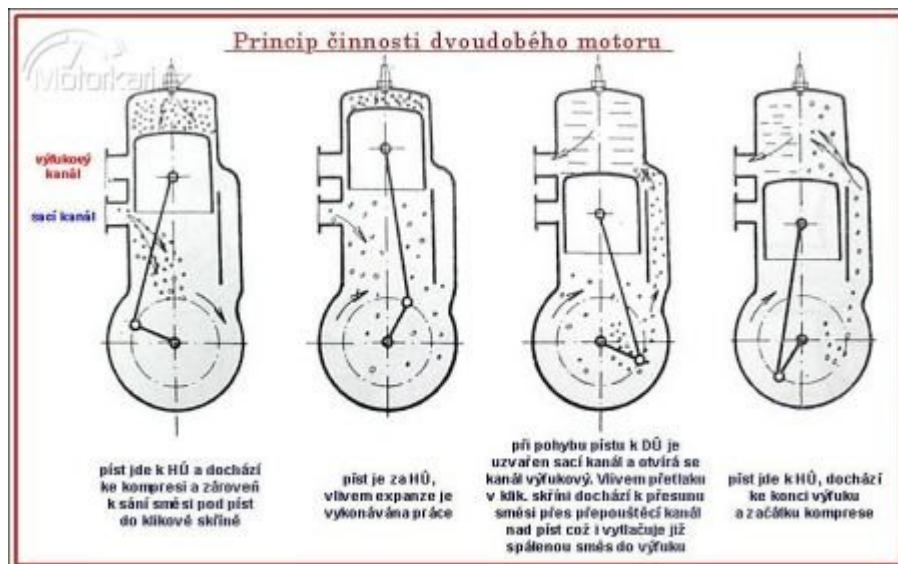
Zapálení směsi: okamžik zapálení směsi určují především otáčky motoru, u novějších motorů (zhruba od roku '96) jsou funkcí i zatížení. Samotné hoření směsi můžeme v tomto bodě považovat za konstantní (rychlost hoření ovlivňuje hlavně víření směsi a její složení) a jde nám o to, abychom dosáhli maximálního tlaku kousek za horní úvratí (cca 5°) a proto je tedy

nutné zapálit směs již před HÚ - s určitým **předstihem**. Doba od přeskočení jiskry do rozvinutí čela plamene je přibližně **tisícina sekundy**. Pokud bude předstih velký (tj. jiskra přeskočí moc brzy), bude nárůst tlaku ještě před HÚ a bude nám brzdit píst a tlaková vlna stlačí nespálenou část směsi v nejbližších místech od svíčky, kde dojde k samovznícení a detonačnímu hoření. Malý předstih způsobí zbytečné ztráty výkonu, protože maximální tlak získáme až hodně za HÚ. Nejvyššího výkonu je získáno při maximálním předstihu za předpokladu, že nedojde k detonacím. Z toho důvodu se u moderních motorů používají **čidla klepání** a díky nim je elektronika schopna regulovat předstih na hranici detonací. Hlavním vlivem na náchylnost k detonacím má **kompresní poměr** – čím větší poměr, tím větší možnost k detonačnímu spalování. Posunout to lze částečně použitím paliva s vyšším oktánovým číslem. Pokud chceme co nejlepší účinnost motoru v různých otáčkách je nutné v závislosti na nich i regulovat procesy výměny náplně (ventilový rozvod) a zapalování. Regulace u zapalování motocyklů se řeší asi 30 let. V začátcích se ještě používalo kontaktní zapalování s odstředivou regulací, později (od roku cca 1983) přišla na řadu elektronika s **indukčním snímačem** (výjimečně Hallův) polohy klikového hřídele.

V příštím díle si povíme něco o dvoudobém motoru, spalování a objasníme si pojmy moment a výkon motoru.

Úvod, dvoudobý motor

Navázáním na [minulý článek](#) je na místě uvést základní princip **motoru dvoudobého**. I tento typ motoru musí mít zajištěny čtyři základní fáze motoru a to sání-kompresi-expanzi-výfuk. Zásadní rozdíl je však v tom, že jsme zde schopni zajistit vždy dva děje „najednou“ z čehož vyplývá jeden oběh na jedno otočení klikového hřídele. Při pohybu pístu do horní úvratě vzniká pod pístem podtlak a ten je využit pro **nasátí směsi**, která v tomto případě proudí do **klikové skříně** motoru (pod píst) přičemž u motoru čtyřdobého používáme **pouze** prostoru nad pístem. Při sání je současně předchozí směs stlačována pístem do spalovacího prostoru jak známe ze 4T. Při pohybu pístu dolů dochází k expanzi (rozpínání) hořící směsi, v určitém okamžiku je otevřen přefukový kanál, čerstvá směs proudí z prostoru pod pístem nad píst čímž zároveň vytlačí spaliny. Rozvod zde neobstarávají ventily (velká jednoduchost hlavy), ale v dnešní době nejčastěji přefukovací kanály. Rozvod směsi je symetrický vůči úvratě pístu. Jistých výhod má i rozvod pomocí rotačního disku, avšak se běžně nyní moc neuzívá. Vstup do klikové skříně je určován otočným diskem s otvorem, který se točí společně s klikovou hřídelí.



Dvoudobý motor tedy dokáže zvládnout v **jedné** otáčce klikové hřídele to, na co motor čtyřdobý potřebuje otáčky dvě. Expanze plynů je tedy v každé otáčce a tudíž dvakrát častěji dostáváme sílu na píst, což ve výsledku vede i k dvojnásobnému výkonu (pojmy moment a výkon budou vysvětleny dále). Je na místě otázka proč se tedy silnice hemží „nevýkonnými“ čtyřtaky. Dvojnásobný výkon u dvoudobého motoru vůči čtyřdobému je čistě teoretický bez dalších úvah, ale i tak je výkon zhruba o 80-90% vyšší. Z toho důvodu jsou závodní třídy od minibiků přes motokros až k silničním motocyklům vypsány pro daný objem dvoudobého motoru a přibližně dvojnásobný objem motoru čtyřdobého, čímž na start postavíme zhruba rovnocenné soupeře. Základní problém je větší náchylnost na navržení ideálního válce, hlavy, pístu, kanálů – v kostce součástí, které ovlivňují proudění plynů. Děje jsou zde složité a silně ovlivňují výkon motoru. Nestačí pouhé matematické výpočty a modelace prostoru na PC. Při konstrukci nového motoru je velmi výhodný **anemometr** (analyzátor proudění plynů). Jedná se o zařízení schopné zjistit v celém válci s hlavou směr a rychlost proudu vzduchu, vykreslit proudové pole na monitor a z výsledků je pak možné odvodit potřebné úpravy k idealizaci proudění. U dvoudobých motorů se silněji projevuje promíchání čerstvé směsi (při výplachu) se spalinami, čímž nám roste spotřeba a emise. Velkým vylepšením se dosáhlo používáním jazýčkového ventilu (jednostranný ventil) na sání a výfukové přívěry, bez kterých se motory nevyrobí už řadu let.

Rozdílnost stavby obou druhů motorů určuje i odlišnost mazání což bylo uvedeno v jednom [předchozích článku](#).

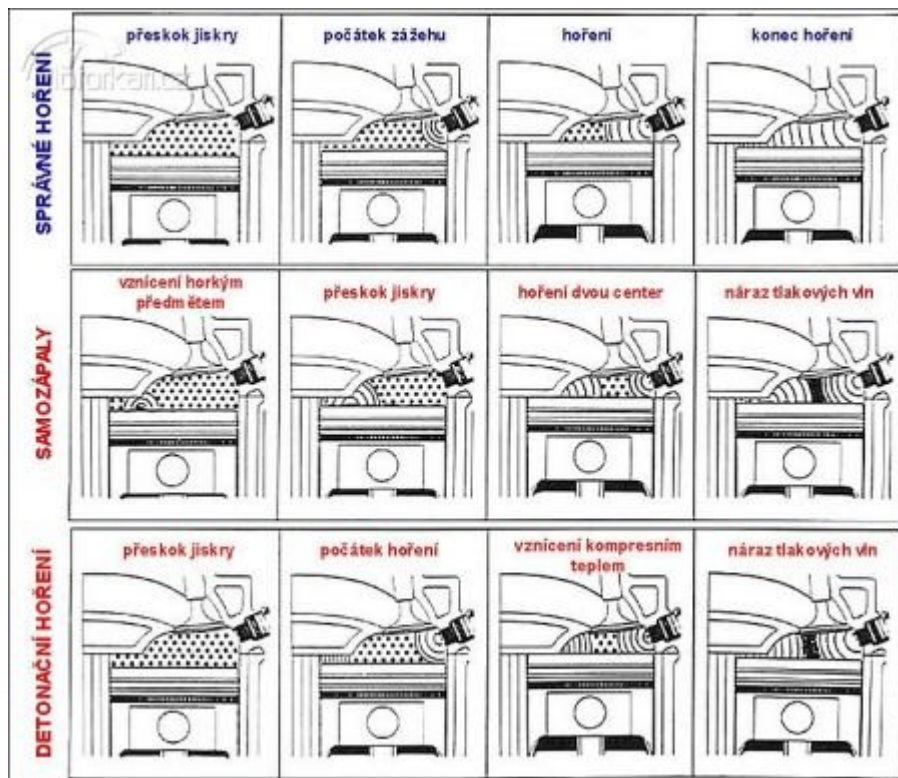
Jen pro zajímavost uvedu i existenci motoru šestidobého. Není to pouze výmysl našeho Járy Cimrmana, ale skutečně funkční motor – www.sixstroke.com.

Spalovací proces

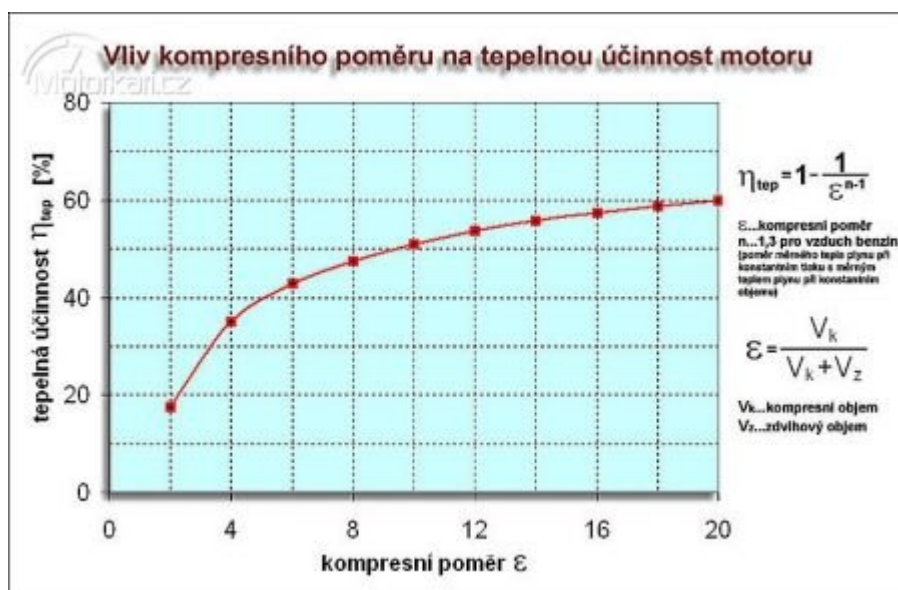
V minulém díle byla řeč o použití paliv pro spalovací motory a nyní se zaměříme na palivo nám nejbližší – na směs uhlovodíků s nízkým bodem varu, stručně řečeno **benzín**. Každé spalování je oxidační proces a tudíž je nutná přítomnost kyslíku a to ne v ledajakém množství. Pokud vezmeme 1kg benzínu, tak lze zapálit pouze v rozsahu 6-22kg vzduchu. Ovšem tento rozsah je opravdu extrém a pro chod motoru používáme velmi úzké pásmo hodnot mísení paliva se vzduchem. Při namíchání směsi **1kg benzínu + 14,7kg vzduchu** se chemicky sloučí veškeré možné uhlovodíky při spalování s kyslíkem a ve výsledku (při dokonalém spálení)

vznikne pouze neškodný oxid uhličitý (CO_2) a čistá voda (H_2O). Směs obsahující více paliva než je ideální se označuje za **bohatou**, směs obsahující více vzduchu je směsí **chudou**. Pro upřesnění tento poměr platí pouze pro benzín a pro jiná paliva (etanol, metanol,..) je odlišný. Z důvodu lepší orientaci a zevšeobecnění problému byl zaveden „součinitel přebytku vzduchu“ označován jako **lambda**. Jedná se o poměr skutečného množství vzduchu ve směsi s ideálním množstvím pro dané palivo. Je-li $\lambda=1$ jedná se o ideální směs (stechiometrický poměr), ať již se bavíme o jakémkoli palivu. Hodnota $\lambda>1$ je směs chudá, $\lambda<1$ je směs bohatá.

Proč jednoduše neudělat zařízení, které nám bude vyrábět ideální směs pro provoz motoru? Pomiňme teď skutečnost, že děje v sání jsou velmi složité a do jisté míry je schopna řídicí jednotka vstřikování pomocí zhruba 7 čidel nastavit správnou směs. Tvorbu směsi pomocí karburátoru a vstřikování probereme podrobněji. Spalováním mírně **bohaté** směsi ($\lambda=0,85-0,9$) dostáváme z motoru **maximální výkon** na druhou stranu spalováním **chudé** směsi ($\lambda=1,1-1,2$) se dostáváme na nejpříjemnější ekonomiku jízdy čili zde máme **nejmenší spotřebu**. Složení nám silnou měrou ovlivňuje další parametry a to především zahřívání motoru. Při přechodu kapaliny (zde benzínu) z kapalné fáze do plynné (vypařování) je velká spotřeba tepla, čímž se chladí spalovací prostor tudíž při provozu na chudou směs (ač se to na první pohled mohlo zdát naopak) je motor více tepelně namáhán a dochází tak až k propálení pístu. U benzínových motorů se používá rozsah složení směsi zhruba $\lambda=0,8-1,2$, přičemž při použití katalyzátoru je z důvodu správných katalických pochodů nutno dodržet λ rovno 1 (problémem se budeme zabývat u tvorby směsi). Naftové i plynové motory jsou schopny pracovat i s velmi chudou směsí (cca $\lambda=5$, tzn. 5×více vzduchu než je potřeba), u benzínových motorů to lze ošidit tvorbou vrstvené směsi, kdy dopravíme zápalný poměr směsi jen blízko zapalovací svíčky, čímž se zvyšuje ekonomika provozu (pouze u přímého vstřiku). Často se setkáme s pojmy kvantitativní a kvalitativní regulace. Způsob regulace u zážehového motoru, kde výkon ovlivňujeme množstvím (kvantitou) směsi vlivem otvírání škrtící klapky, je **kvantitativní**. U motoru vznětového dochází do válce pořád stejný objem vzduchu (není zde škrcení a tím odpadají určité ztráty=vyšší účinnost) a výkon je regulován pouze množstvím paliva do směsi (kvalitou), tudíž se jedná o regulaci **kvalitativní**.



Pokud stlačujeme plyn na velký tlak dochází k tvorbě tepla, což u vznětového motoru využíváme pro zapálení vstříknuté nafty. U motoru zážehového však k tomuto jevu může dojít taky aniž by jsme si to přáli. Jedná se o **detonační hoření**. Chemická podstata hoření je na výklad příliš složitá a ani v dnešní době není zcela přesně objasněna. Na vznik detonačního hoření mají zásadní vliv následující parametry – oktanové číslo paliva, kompresní poměr, tvar spalovacího prostoru, zatížení motoru, počet a umístění zapalovacích svíček, průměr pístu, teplota motoru a vzduchu. Pokud dojde k zapálení směsi začne hoření probíhat rychlostí cca 30m/s a vlivem hoření se zvyšuje i tlak, který se šíří podstatně rychleji.

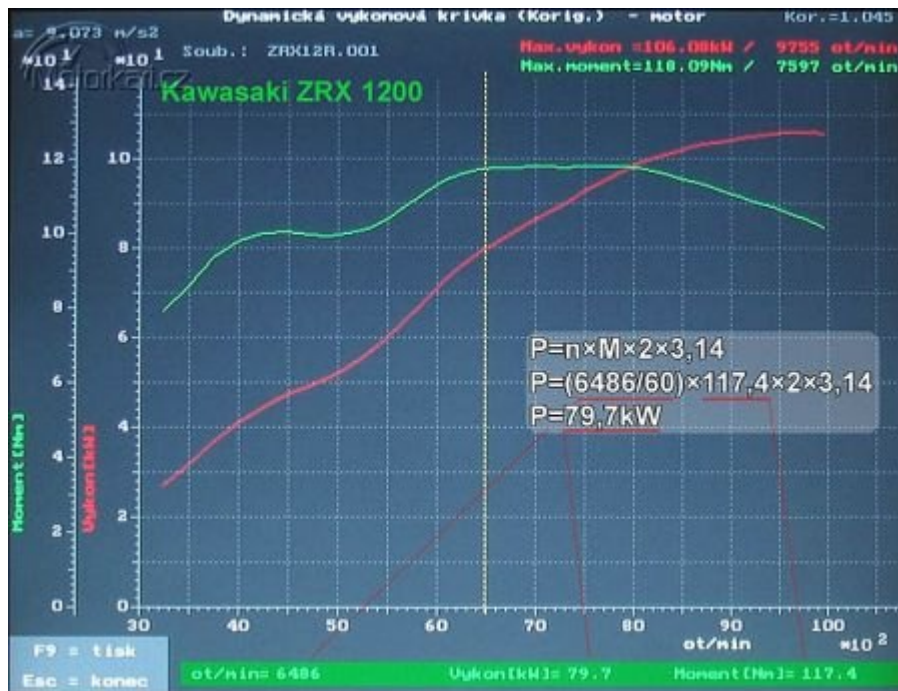


Jak bylo uvedeno v jednom z předchozích článků, rychlost tlaku je stejná rychlosti zvuku

(zvuk je tlaková vlna) a v podmínkách motoru je to přibližně 1000m/s. Tímto dochází k nárůstu tlaku rychleji než k samotnému hoření a tak se může stát, že vlivem kompresního tepla se vznítí i vzdálené palivo a dojde k hoření z více míst. Při samotném vznícení dochází k prudkému nárůstu tlaku což negativně ovlivňuje životnost některých součástí a klesá výkon. Rychlost tlakové vlny při detonačním hoření je až 2500m/s. **Oktanové číslo** je odolnost paliva proti detonačnímu hoření. Jeho hodnota se získává porovnávací metodou v laboratorním motoru s proměnným kompresním poměrem. Motor se spustí na zkoušené palivo a hledá se takový kompresní poměr, při kterém dojde k detonacím. Při tomto nastavení zkusíme „laboratorní palivo“ s takovým složením, kdy bude vykazovat stejné detonace. Palivem je směs dvou různých uhlovodíků – **izo-oktan** má OČ **100**, **n-heptan** má OČ **0** tzn. procentuální podíl izo-oktanu ve směsi je zároveň oktanovým číslem dané směsi. Metody na zjištění jsou dvě s určitými odlišnostmi – motorová a výzkumná. V některých zemích se značí benzín dle průměru obou typů měření, jinde jen dle jednoho typu. Čím větší je kompresní poměr, tím větší sklon motoru k detonacím. Kompresní poměr má vliv i na tepelnou účinnost motoru, avšak při zvyšování nad hodnotu cca 1:12 nám přináší potíže a užitek skoro žádný. Pokud si představíme, jak je zapálena směs dostaneme odpověď na otázku, jak ovlivní tvar spalovacího prostoru, průměr válce a počet svíček sklon k detonacím. Směs zapalujeme od svíčky (energie cca 40mJ) od které se šíří tlaková vlna před plamennou frontou. Tento tlak nám může stlačit nejvzdálenější, doposud nezapálenou, směs na kritický tlak při kterém dojde k samovznícení. Z toho důvodu mají motory s velkým vrtáním dvě svíčky (např. DR Big).

Moment, výkon

Než se dostaneme k výkonu musíme se prokousat základní fyzikou s pohledem na motor. Nad pístem nám dochází k expanzi zapálené směsi a roste tlak na píst, který závisí na teplotě hoření a na objemu. Tento tlak je rozložen do plochy pístu a na píst je vyvozena **síla** – **F** [Newton] ($\text{síla} = \text{tlak} \times \text{plocha}$). Síla nám působí přes ojnici na rameno klikové hřídele (abychom si to moc nekomplikovali nebudeme zbytečně manipulovat s úhly celého mechanismu, i když to má značný vliv na velikost síly) a vytváří nám **kroučící moment** – **M** [Newtonmetr] ($\text{moment} = \text{síla} \times \text{rameno}$). Pokud tedy budeme mít velké rameno kliky (velký zdvih), dostaneme velký kroučící moment při stejné síle. Je ovšem nutné zachovávat určité poměry ramena kliky a délky ojnice, zdvihu a vrtání a tudíž nemůžeme pustit uzdu fantazii a vymýšlet si metrové zdvihy u objemu 600ccm. Je zvykem udávat kroučící moment na výstupu motoru tedy na klikové hřídeli. Tato hodnota není v celém provozním rozsahu stejná a má jistou charakteristiku, což se v určitých ohledech jeví jako nevýhodné oproti např. elektromotoru. **Výkon** – **P** je všeobecně práce za čas. Pro výkon platí jednoduchý vztah, který je použit např. i při výpočtu na motorové brzdě (přesnější popis bude obsahem následujícího článku).



$$P = \left(\frac{n}{60}\right) \cdot M \cdot k \cdot \pi$$

n - otáčky (ot/min)

M - kroutící moment (Nm)

k - korekčního čísla dle typu motoru - 4 pro dvoudobý a 2 pro čtyřdobý

$\pi = 3,14$

Pokud si vezmeme jakýkoliv graf z brzdy a dosadíme hodnoty, musí nám jednoznačně vyjít výkon jak je uveden v grafu (je samozřejmě nutné uvádět čísla v základních jednotkách, tzn. otáčky za sekundu). I přes ujednocení soustavy jednotek dle SI a snaze dodržet striktní používání jednotky pro výkon **watt** – **W** (kilowatt-kW) je i v dnešní době oblíbené přepočítávat na koně. Ačkoliv to není příliš podstatné tak bych rád uvedl malou odchylku německého koně **PS** (Pferd Stärke) od anglického **HP** (horse power).

$$1 \text{ kW} = 1,34 \text{ HP} = 1,36 \text{ PS}$$

Běžně se počítá s přepočtem 1,36, i když se uvádí jednotka HP a nepovažují za nutné to řešit nějak do hloubky z důvodu malých rozdílů. (Hold anglický hřebec byl asi lépe krmen:-))

Pokud vezmeme v potaz vše co jsme si o vzniku výkonu ve spalovacím motoru řekli, vyjde nám kompletní vzorec pro jeho efektivní výkon, tj. výkon odebraný z klikové hřídele. Avšak ne výkon na výstupu z převodovky. Nesmíme zapomenout, že motor má i nějaké „spotřebiče“ – olejové a vodní čerpadlo, alternátor, ventilový rozvod, ... a zadarmo nám nikdo dělat nebude.

$$P_e = \left(V_m \cdot p_e \cdot n \right) / \left(30 \cdot D \right)$$

V_m - objem motoru (L, dm^3)

p_e - indikovaný tlak ve válci (Mpa)

n - otáčky motoru (ot/min)

D - rozdělení dvoudobého (2) nebo čtyřdobého (4) motoru

Z čehož plyne, jak jsme schopni zvýšit výkon motoru. Na prvním místě je to **objem** motoru a to je nejrozšířenější způsob. Dále jsou to **otáčky** a je to vidět na motorech s menším objemem, kde se tohoto vlivu využívá. V dnešní době se sériově používá otáček o kterých se před několika lety konstruktérům ještě nesnilo. Vzpomeňte však minulý článek a velikost zrychlení v závislosti na otáčkách (dokonce závislost na druhé mocnině otáček). Při zvýšení otáček zvýším i namáhání součástí a proto musím použít lepší materiály případně technologie, aby motor chvíli vydržel. Dalším možným faktorem pro zvýšení výkonu je **efektivní tlak**, čehož se využívá u přeplňování (dmychadla, turbokompresory). Popis vyžaduje však více prostoru, takže si něco necháme na příště.

Pro porovnání motorů se určuje tzv. **litrový výkon**. Jedná se o přepočítání na motor objemu 1000 ccm. Pokud se podíváme na výkony dnešních motorů snadno zjistíme, že tato hodnota je vyšší pro menší motory s větším počtem válců. Jako příklad uvedu litrové výkony některých motocyklů:

220kW - 250 ccm, 2 válec, 2takt (RS 250)

158kW - 600 ccm, 4 válce, 4takt (ZXR600)

130kW – 1000 ccm, 4 válce, 4takt (GSXR 1000)

103kW – 1000 ccm, 2 válce, 4takt (Ducati 999)

40kW – 1600 ccm, 2 válce, 4takt (WildStar)

Jak je vidno, tyto hodnoty nám prakticky nic moc neřeknou a jsou většinou jen marketingovým trikem. Je jen dobré si všimnout, že snazšího výkonu dostaneme z více válců i za cenu vyšších třecích ztrát a samozřejmě vyšších nákladů na výrobu. Samozřejmě nejde srovnávat motory jen dle čísel nezahrnujíc otáčky motoru a jeho konstrukci.

Výkon je tedy „počet dávek“ síly (momentu) za určitý čas. Pokud zvýším otáčky a síla bude stejná, zvýší se mi zákonitě i výkon. Abychom lépe pochopili vliv těchto dvou základních veličin, objevujících se na prvních místech popisu motoru, je nutné si vzpomenout na vztah z minulého článku a tím je **síla=zrychlení×hmotnost**. Hmotnost motorky s řidičem budeme brát jako konstantní, takže nám vyplyne: *abych měl větší zrychlení musím mít větší sílu*.

Moment je síla braná na určitém rameni a je vztažen k ose. Jsme schopni jej i měnit a to převody, takže pokud mám celkový převod od klikové hřídele k zadnímu kolu např. 11, budu mít na zadním kole 11×větší moment než na motoru. Kolo má stále stejný průměr takže zvýším-li moment zvýším sílu, která mi pohání motocykl. Při přeřazení na vyšší rychlostní stupeň tak při stejných otáčkách motoru klesne moment na zadním kole. Z toho důvodu musí mít motorka větší akceleraci (jde lépe na zadní) na nižší rychlostní stupeň, protože mám větší sílu na kole. Vyšší rychlostní stupeň kolikrát nám **sníží** kroutící moment na zadním kole, tolikrát **zvýší** otáčky a o pár řádků výše jsem popsal základní vztah pro výkon **P=konst.M.n** tzn. že výkon bude stejný. Teorie převodů včetně principu převodovky a popsání mechanických ztrát bude v budoucnu. Pokud má motorka vysoký výkon je schopna i ve vysokých otáčkách zadního kola (vysoká rychlost motorky) dodávat potřebný kroutící moment na pokrytí ztrát především vlivem aerodynamického odporu. Pokud bychom tedy dali na slabý stroj rychlý převod, motor stejně nebude schopen se vytočit do vysokých otáček a dosáhnout tak vysoké rychlosti, protože jak jsme si řekli – zvýším otáčky zadního kola za cenu poklesu kroutícího momentu na kole.

Momentová a výkonová charakteristika jsou jedny z rychlostních charakteristik motoru. Grafy z měření jistě viděl každý a je vhodné si všimnout pár skutečností. Jak bylo uvedeno výkon je závislý pouze na otáčkách a kroutícím momentu, proto když máme jednu momentovou charakteristiku, musí pro ni existovat pouze jedna charakteristika výkonová. V určitých otáčkách máme nejvyšší kroutící moment (nejvyšší objemová účinnost motoru) a za tímto

vrcholem moment klesá, ale stoupají stále otáčky motoru, takže do určité chvíle stoupá i výkon do svého maxima. Neoptimálnější by bylo pohybovat se mezi otáčkami maximálního výkonu a otáčkami maximálního kroutícího momentu a to z toho důvodu, že když budeme na otáčkách P_{max} a dojde k většímu zatížení (kopec) budou otáčky klesat a přitom poroste kroutící moment a motor je tak schopen si najít nový rovnovážný stav. Pokud se podíváme zpět na výpočet efektivního výkonu motoru na první pohled lze uvažovat, že pokud budeme mít stejný tlak, pak všechny další parametry kromě otáček jsou konstantní, tudíž křivka výkonu na otáčkách by byla pěkná přímka. Jenže motor má v různých otáčkách různou účinnost a proto křivka výkonu se od přímky liší.

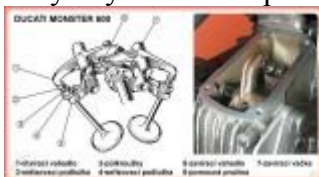
Níže je uveden graf z naší brzdy a je tam vložen i výpočet pro daný bod z grafu – místo v 6478ot/min (nutné vydělit 60, abychom dostali otáčky za sekundu), hodnota momentu a výkonu je v grafu dole v zeleném obdélníku.

Úvod, ventilové rozvody

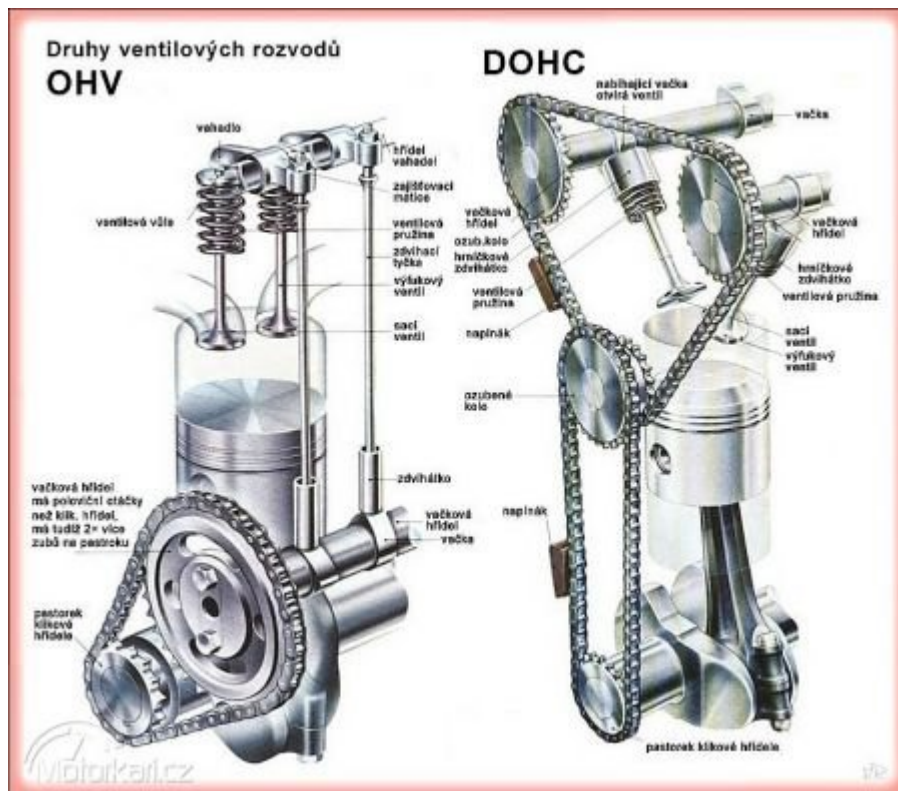
U [čtyřdobých motorů](#) je zajištěna výměna náplně válce pomocí ventilů. U prvních motorů bylo možné použít sacího ventilu s ovládním podtlakem a mechanicky se ovládal pouze ventil výfukový. Při podtlaku ve válci (pohyb pístu k DÚ) se sací ventil otevřel a při poklesu podtlaku byl pružinou vrácen zpět. Jak se dozvíme dále, je tento způsob ovládní velmi nevýhodný. Vzpomeňme na princip 4T motoru. Jeden cyklus obsahuje čtyři fáze a každá z nich probíhá 180° otočení klikové hřídele tj. půl otáčky (v tuto chvíli si nekomplikuje úvahu setrvačností proudící směsi a následný vliv na otevření ventilů). Z toho vyplývá že klikový hřídel musí být spojen s ovládním ventilů v poměru **2:1**. Ovládní ventilů je provedeno pomocí vačkové hřídele, která má poloviční otáčky než hřídel kliková. Vačka je prvek při jehož rotaci dochází k pohybu sprážené součásti ve směru radiálním (např. ventil, kladívko zapalování) nebo ve směru axiálním (např. řadicí kulisa). Požadavky na rozvodový mechanismus jsou mj. **velká tuhost** a **malá hmotnost** (malá hmotnost=malá setrvačnost=možnost vyšších otáček=vyšší výkon). Během vývoje motorů se řešilo různé umístění vačkové hřídele přičemž vše má své klady i zápory. Dnes již nepoužívaný je rozvod typu **SV** (side valve). Vačková hřídel je v blízkosti klikové hřídele, ventil se opírá přímo o vačku a je rovnoběžný s osou válce. Rozvod tedy splňuje dobře předpoklady svou velkou tuhostí a malou hmotností. Důvod jeho nevyužití je vlivem velmi nevhodného spalovacího prostoru, který je pro takové umístění ventilu nutný. V dnešních motocyklech už jen málokdy je k nalezení systém **OHV** (overhead valve). Vačková hřídel je umístěna v klikové skříně blízko klikové hřídele a přenos síly na ventily je pomocí zdvihací tyčky a vahadla. Tento systém není dostatečně tuhý pro vysokootáčkový motor a setkáme se s ním např. na starších modelech BMW, HD, Yuki. V současnosti je nejrozšířenější systém **OHC** (overhead camshaft). Vačková hřídel je uložena v hlavě válců a působí buď přes vahadlo (dříve, dnes omezeně) nebo přímo na ventil (dnes nejčastěji). Pokud je použito jedné vačkové hřídele je systém označen jako **SOHC** (single OHC), pokud je pro sací a výfukový ventil použito po jedné vačkové hřídeli (v hlavě jsou tím pádem dvě) je systém značen jako **DOHC** (double OHC). Pro výkonné motory je cesta systémem DOHC, který zaručuje vyšší tuhost systému a umožňuje vynechání vahadel pro přenos síly což snižuje hmotnost (setrvačné hmoty). Dále nám při ladění motoru umožňuje časovat sání i výfuk odlišně.



Každou energii vydanou navíc považujeme za ztrátovou. Jedno ze ztrátových míst je i ventilový rozvod obsahující pružiny na vracení ventilů. Síla pružiny musí být zvolena tak, aby nedošlo při velkém zrychlení k tomu, že vačka „uteče“ ventilu. Ventil pak dosedá velkou rychlostí a může dojít až k upadnutí talířku ventilu a následnému velkému poškození motoru. Pružiny bývají často použity dvě s protisměrným vinutím k zamezení zapříčení jedné do druhé v případě prasknutí pružiny. Výhoda dvou pružin je i možnost „naladit“ každou z nich



na jiný rezonanční kmitočet. Nyní se objevují i u výkonných motorů opět i jednopružinová provedení ve spojení s lehkými titanovými ventily. Nevýhody použití pružin řeší systém s nuceným zavíráním ventilů – **desmodromické** ovládání, používané převážně u Ducati. Jedná se o použití dvou vaček na jeden ventil. Jedna vačka ovládá vahadlo pro otvírání, druhá jej zavírá. Systém je náročnější na seřízení a je možné navrhnout vhodnější zdvihovou křivku, jelikož si zde můžeme dovolit větší zrychlení (zpomalení) ventilu. Plocha pod křivkou určuje účinnost plnění.



Pohon vačkové hřídele (hřídelí) od klikové hřídele pro systémy OHC lze řešit několika způsoby:

- 1) **hřídelí** – hřídel (nazýván též „královský“) s kuželovými ozubenými koly vede od klikové hřídele podél válce do hlavy válců na vačkovou hřídel. Tento systém byl použit dříve např. na Jawa 500
- 2) **řetězem** – kliková hřídel je rovnoběžná s hřídelí vačkovou a mají ozubená kola pro pohon řetězem. Řetěz vlivem namáhání se prodlužuje a je nutné použít napínák na odlehčené straně řetězu. Řetěz je mazán ostřikem a broděním. V dnešní době u motocyklů nejrozšířenější.
- 3) **řemenem** – prakticky stejně jako u pohonu řetězem jen se používá gumový řemen vyztužený kevlarovými vlákny. Řemen je opatřen zuby pro zamezení změny časování vlivem prokluzu. Řemen je opatřen napínací kladkou a vyžaduje suché prostředí pro svůj provoz. Používá se především u aut, jinak např. na motocyklech Ducati, Gilera.
- 4) **ozubenými koly** – od klikové hřídele vedou soukolí k hlavě válců. Systém je spolehlivý avšak složitější a náročnější na místo (např. VFR). Je možné se setkat i s kombinací např. u TL, kde řetězem je poháněn hřídel v hlavě válců a dále přes ozubená kola jsou poháněny dvě vačkové hřídele (semigear).

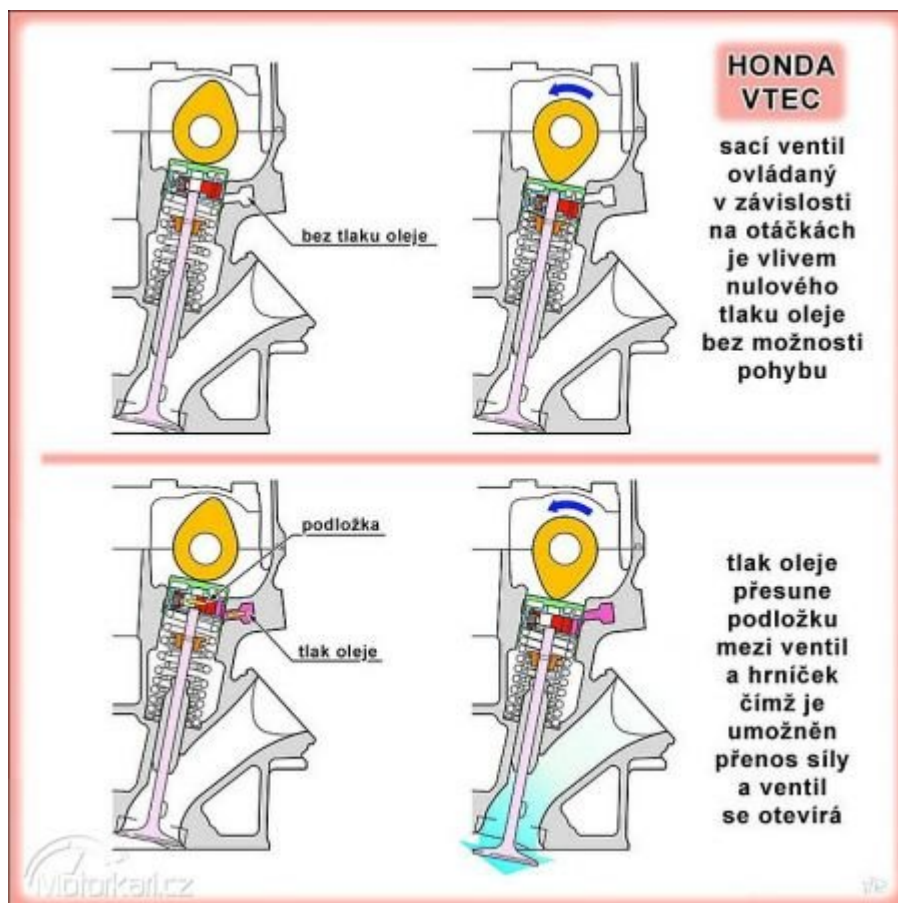
Ventily jsou použity kruhového tvaru pro snadnou výrobu a dobrou funkčnost. Vzhledem k tvaru spalovacího prostoru je jediný způsob zvětšení průtočné plochy ventilu použít více ventilů. Pokusy obejít vratný pohyb nikam moc nevedly (nař. rotační ventil) a tak se tvar ventilu používá ve všech spalovacích motorech prakticky stejný. Plnicí tlak je rozdíl mezi atmosférickým tlakem a podtlakem vlivem pohybu pístu z HÚ (platí pro nepřepřňované motory). Tlak na vyprázdňení spalin je způsoben expanzí při hoření a následně pohybem pístu k HÚ. Abychom příliš neomezovali vstup čerstvé směsi je nutné zajistit maximální průstup do

válce. Dnes nejčastěji dvěma ventily, Yamaha již mnoho let používá s oblibou třech sacích ventilů na jeden válec (ve výsledku 5 ventilů/válec). Čtyřventilová hlava má velmi vhodné umístění zapalovací svíčky oproti hlavě dvouventilové. Doba sání je krátká (při 12 000 ot/min to jsou necelé 4ms) a při atmosférickém plnění není možné naplnit válec na 100%. Velkou roli zde hraje i viskozita vzduchu. Posuzuje se **účinnost plnění** tzn. hmotnost směsi skutečně se dostává do válce v poměru s hmotností teoretickou vycházející ze zdvihovým objemu válce při atmosférickém tlaku. U nepřepřňovaných motorů se pohybuje kolem 70%-90%, u přepřňovaných motorů 120%-160%. Znamená to, že do jednoho válce o objemu 500ccm dostaneme při sání např. jen 350 ccm směsi, na rozdíl u přepřňovaného motoru až 800 čímž „zvětšíme“ objem motoru. Výfukové ventily jsou konstruovány s menším průměrem s maximálně stejným počtem jako je ventilů sacích. Jsou více tepelně namáhány (800°C) oproti ventilům sacím (600°C) a je potřeba jejich teplo účinně odvést do hlavy válců. To silnou měrou ovlivňuje velikost styčné plochy „ventil-sedlo“ a doba přenosu tepla (zavření ventilu).



Časování rozvodu

Jak již bylo zmíněno v článku o motorech (odkaz na článek 5), není zejména vlivem setrvačnosti směsi vhodné otvírat sací ventil přesně v HÚ a zavírat v DÚ. Obdobně s výfukem motoru. Kliková hřídel je neustále spojena s vačkovou hřídeli v přesném poměru 2:1 a natočení vačky se přepočítává na úhel klikové hřídele. Otvírání sacího ventilu probíhá 20°-40° KH (klikové hřídele) před horní úvratí pístu, po celou dobu pohybu pístu směrem k dolní úvratí a zavírá se až 60°-80° KH za DÚ. Pokud tedy sečteme jednotlivé úhly vidíme celkový úhel otevření $40^{\circ}+180^{\circ}+80^{\circ}=300^{\circ}$ což je hodnota už pro dost výkonný motor a sériově se používají úhly otevření cca do 280°. Doba otevření i velikost otevření ovlivňuje chování motoru (krouťící moment). Časování rozvodu lze zobrazit v kruhovém diagramu případně i ve zdvihové charakteristice. Zdvihová charakteristika nám ukazuje dobu otevření ventilu (ve °KH) a zároveň i velikost otevření ventilu. Teoreticky by bylo nejlepší otevřít ventil v krátkém čase naplno, ponechat otevřený potřebnou dobu a pak v krátkém okamžiku jej zavřít. Bohužel toho nelze dosáhnout kvůli nezanedbatelné hmotnosti ventilu potažmo celého rozvodu, protože by docházelo vlivem velkého zrychlení k nadměrné síle a vlivem setrvačnosti by ventil „odskakoval“. Zdvih ventilu se volí s ohledem na velikost zrychlení a velikosti průtočné plochy ventilu. Průtočná plocha ventilu je omezena průměrem ventilu a není tedy možné ji zvyšovat jen velikostí otevření ventilu. Zdvih ventilu (vysunutí ze zavřené polohy) se pohybuje cca 0,2-0,3 průměru ventilu. Aby ventil neodskakoval při vysokých otáčkách motoru je nutné správné navržení tvaru vačky. Používá se především vaček symetrických, kdy průběh otvírání je shodný s průběhem zavírání ventilu. Rozvinutý tvar vačky nám určuje zdvih ventilu. Funkce této křivky musí mít spojitou minimálně druhou derivaci (obvykle má i čtvrtou), tzn. zrychlení ventilu nemá špičky a je hladké.



Výhodné je měnit úhel otevření v závislosti na otáčkách motoru v lepším případě i zdvih ventilu. To se však více řeší v současné době v automobilových motorech i když pár motocyklů proměnné časování ventilů používá. Pro proudění směsi je vhodná rychlost 115-140m/s. Např. Honda používá systém **VTEC** na motorech VFR. Jedná se o čtyřventilový spalovací prostor pracující do 7000 ot/min jako dvouventilový (je funkční pouze jeden sací a jeden výfukový ventil). V 7000 ot/min se uvedou do provozu zbylé dva ventily pomocí tlakového oleje a vymezení jisté vůle. Mění se tedy jen počet činných ventilů ne však další vhodné parametry jako je zdvih ventilu či časování ventilu.

Napínáky rozvodových řetězů

Systémy využívající jako přenos síly řemen mají napínací kladku většinou manuálně ovládanou a během jízdy zajištěnou proti pohybu. Délka řemene se během jeho životnosti zvláště nemění a řemen se vyznačuje oproti řetězu větší pružností a tišším chodem. Napnutí kladky je vhodné provádět dle intervalu uváděné výrobcem. Rozvodové řetězy na motocyklech přibližně od roku 1982 mají automatické napínáky mechanické případně hydraulické (např. BMW GS 1100R, CBR). Nejstarší napínáky objevující se na doposud jezdících moto jsou napínáky manuální. Jedná se o čep tlačенý pružinou opírající se o vodící lištu řetězu. Zpětnému pohybu zamezuje čepu aretační šroub umístěný kolmo na čep. Napínák je nutné pravidelně seřizovat. Naopak hydraulické napínáky nevyžadují žádnou kontrolu. Převážná většina současných motocyklů má napínáky mechanické buď s pružinou tlačnou doplněno systémem rohatka-západka (např. GSXR, XJR) nebo druhý systém má pružinu spirálovou působící na šroubový čep (např. SV, R1). Zpětnému chodu je zamezeno předpětím

pružiny a vhodným zvolením stoupání závitu. Při demontáži vačkových hřídelí je nutné automatické napínáky deaktivovat. U „rohatky-západky“ je nutné vyjmout pružinu a vhodné je vyjmout celý napínák, u systému se spirálovou pružinou lze po sejmutí zátky (šroub M6 případně gumová zátka) otáčet šroubem a tak zasouvat čep do tělesa napínáku. Existují i další systémy automatických napínáků, kde dochází k zamezení zpětného chodu např. vlivem třecí síly. U sportovních motorů je často automatický napínák nahrazen manuálním, kde je nutná údržba za cenu větší spolehlivosti.



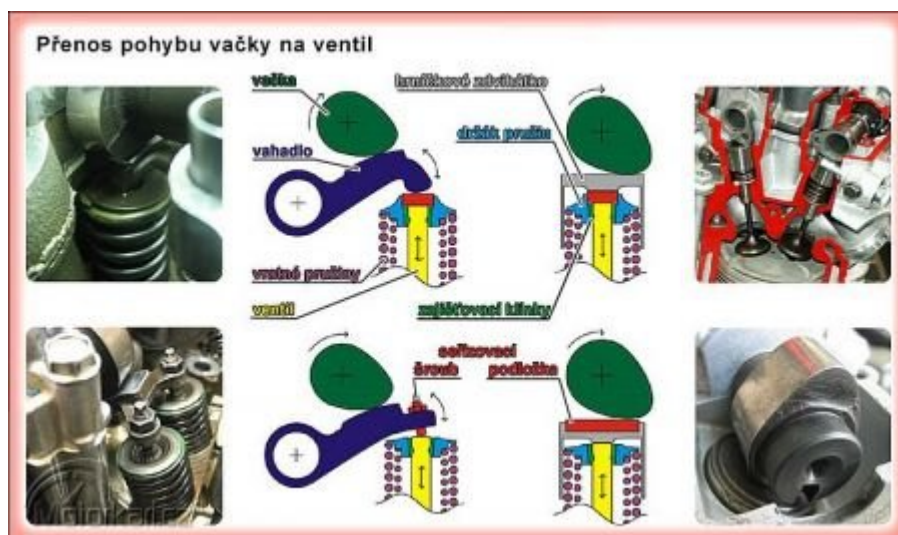
Špatná funkce napínáku je více patrná při nižších otáčkách motoru kdy vlivem malé setrvačnosti rotujících součástí vzniká silně proměnná síla v rozvodu. Umístění napínáku je vždy na odlehčené straně řetězu z čehož plyne jedna z možností určení otáčení klikové hřídele.



Nastavení ventilové vůle a ventilového rozvodu

Přenos síly na ventil

U starších motorů bylo obvyklejší použití vahadla což však zvyšovalo hmotnost a tím pádem i setrvačné síly v celém rozvodu. Použití vahadel je nutné pouze u rozvodu OHV, ale jak již bylo uvedeno je tento systém vlivem nevhodnosti pro vysoké otáčky silně na ústupu a objevuje se už jen velmi zřídka. Zpět k našemu obvyklému OHC. U hlav válců s jednou vačkovou hřídelí (často enduro) je též nutné použít na přenos síly vahadla. U systémů DOHC se dnes převážně používá hrníčkových zdvihátek a vačkových hřídelí umístěných přímo nad ventilem a to i pro motory s pětiventilovou hlavou. Tyto systémy mají nízkou hmotnost a jsou tak vhodné pro vysoké otáčky s velkou plochou otevření (velká zrychlení). Systémy přenosu jsou znázorněny na obrázku.



Výjimečně bylo použito hydraulických podpěr vahadel pro zajištění bezúdržbového provozu. Ventilová vůle se vymezovala automaticky tlakem oleje (např. CB 750). Dnes je hydraulický systém předělaný na verzi s hrníčkovými zdvihátky obvyklý akorát v motorech automobilových. U hydraulicky ovládané součásti pro vymezení (hrníček, podpěra) je přiveden tlak oleje. Součást se skládá ze dvou dílů vzájemně oddělených olejem a utěsněných, které mohou dle množství oleje měnit svou délku (něco jako hydraulický píst). Při odlehčení součásti (zavření ventilu) je prostor natlakován olejem čímž se vymezí vůle. Při nástupu vačky na hrníček případně vahadlo u systému hydraulické podpěry dojde k prudkému nárůstu tlaku a aktivaci zpětného ventilu, který uzavře odtok oleje. Po snížení tlaku odlehčením ventilu je součást znovu spojena s tlakovým okruhem oleje.

Hrníčkové zdvihátko z KXF250 proseklé od ventilu



Nastavení ventilové vůle

Aby ventil těsnil za všech okolností je nutné aby byla dodržena určitá vůle mezi ventilem a ovládací součástí (vačkou popř. vahadlem). Výfukový ventil je více tepelně namáhán a má zpravidla určenou vyšší vůli. Větší tepelná dilatace se projevuje u systémů OHV. U OHC jen nepatrně a tak je možné jít u některých motorů na vůle 0,05mm na sací i výfukové ventily (např. HQ). Velikost vůle ovlivňuje tvar zdvihové křivky ventilu. Při vyšší vůli dochází k užšímu pásmu otevření ventilu (později se otvírá, dříve zavírá). U menší vůle je tomu naopak. Výrobce určuje zpravidla rozsah vůlí vhodných pro daný motor a při rozsahu 0,1mm je vhodné pohybovat se v první polovině rozsahu. Každopádně jakákoliv hodnota ze zadaného rozsahu je bezpečná pro daný motor.

Při měření vůle je nutné mít správnou polohu motoru. Válec, kde měříme musí být v **HÚ** a zároveň na **konci kompresního zdvihu**, tzn. že vačky směřují od styčné plochy vahadla (hrníčku). Vzhledem ke konstrukci vačky lze měřit i v jiných pozicích motoru což není zrovna vždy vhodné (nedoporučuji u systému s vahadlem). Více jak polovina (min. 210°) vačky je tvořena základovou kružnicí (vačka má stále stejný poloměr), tzn. že při pohybu v tomto rozsahu musí být stejná vůle. Pokud se tedy píst nachází v DÚ vačka je otočena o 90° (polovina ze 180° kvůli převodu 2:1) a v tomto válci je buď jistě zavřen sací ventil (je konec expanze a začíná výfuk), nebo je zavřen ventil výfukový (konec sání a začátek komprese) a právě zavřený ventil je možné měřit. **1) vahadlo se stavěcím šroubem:** měříme vůli mezi ventilem a zakončením šroubu. Povolíme pojistnou matici a nastavíme stavěcí šroub na patřičnou hodnotu vůle, matici následně dotáhneme. Tento systém je velmi rychlý na seřízení bez nutnosti dalšího materiálu, kontrola zpravidla 6000km. Vyskytuje se u OHV (na rozdíl od dalších typů) i OHC.

2) vahadlo s podložkami: vůli měříme mezi podložkou a vahadlem. Při nesprávné vůli je

nutné vyjmout podložku a vyměnit za jinou s požadovanou tloušťkou. Zpravidla lze posunout vahadlo v ose uložení čímž odpadá demontáž vačkové hřídele.

3) podložka nad hrníčkovým zdvihátkem: měříme vůli mezi podložkou a vačkou. V případě výměny je možné přípravkem zatlačit ventil a podložku vyjmout, většinou je však nutné demontovat vačkové hřídele.

4) podložka pod hrníčkovým zdvihátkem: měříme vůli mezi zdvihátkem a vačkou. Vačkové hřídele v případě změny ventilové vůle je nutné demontovat.

Nastavení ventilového rozvodu

V případě že je nutné demontovat vačkové hřídele je na místě popsat si jak motor složit zpět do funkčního stavu a zároveň porozumět systému tak, abychom mohli složit libovolný motor s jistotou. Při měření ventilových vůlí není vyloženě nutné mít píst v HÚ a postačí nám pohybovat se zaručeně na základové kružnici vačky. Pokud však chceme nastavit správně rozvodový mechanismus je nutné najít **přesnou polohu horní úvratě**. Na většině motorů se na rotoru alternátoru popř. na rotoru pro indukční snímač nachází značka pro HÚ prvního válce. Rotor je upevněn na konci klikové hřídele a schován pod víkem případně jen pod zátkou na závit. U značky je písmeno **T** (top) a ve většině případů musí být značka na rotoru zarovnána s dělicí rovinou motoru (v případě horizontálního dělení bloku). Pokud si nejsme jisti najdeme si HÚ pomocí tyčky v otvoru pro zapalovací svíčku a následně doladíme dle značky T. U řadových motorů platí T pro 1. a 4. válec, u motorů do V platí zpravidla pro přední, případně přední levý. V tomto okamžiku nastavit vačkové hřídele. Každá z hřídelí je zpravidla označena symbolem **IN** (intake) pro sání a **EX** (exhaust) pro výfuk. Při nasazování vačkových hřídelí je nutné mít demontovaný případně zaaretovaný napínák řetězu. U většiny výrobců jsou vačkové hřídele označeny na ozubených kolech ryskami. Rysky musí lícovat s horní hranou hlavy a směřovat buď od sebe nebo k sobě, řetěz musí být napnut. Na konci vačkových hřídelí je vybrání sloužící pro uchycení při výrobě, které NE vždy je vhodným vodítkem pro nastavení rozvodu. Vložíme (aktivujeme) napínák a **VŽDY** je dobré motor ručně protočit a zkontrolovat zda rysky opět sedí. Většina současných 4T motorů má řešeno zapalování každou otáčku motoru (skupinově) a je tedy možné nastavit vačkové hřídele s ryskami od sebe a stejně tak s ryskami k sobě aniž by se něco pro motor změnilo. (Pootočím-li motorem o jednu otáčku mám píst opět v HÚ a vačky se pootočí o 1/2 otáčky). U V-motorů se nejčastěji nalezne HÚ předního levého válce a nastavují se vačkové hřídele na rysky předního i zadního válce bez otáčení klikovou hřídelí. V této poloze je zadní válec mimo HÚ a je nutné se ujistit o správnosti předních a zadních vaček (značeno většinou **F**=front=přední, **R**=rear=zadní). V každém případě musí v HÚ docházet buď ke stříhu ventilů (končí výfuk a začíná sání), nebo musí být ventily zavřeny a vačky směřovat od ventilu. I jeden zub mimo může způsobit kolizi nebo přinejmenším špatné chování motoru. U převodu řetězem je 1 zub posun na vačce cca 6° KH.

Mírně odlišnou cestou pro nastavení jde **Suzuki**. Výfukovou vačku nasazujeme na rysku **1** s hranou hlavy válců a musí směřovat pouze dopředu. Na ozubeném kole výfukové vačky je značka **2** (cca 90° proti směru chodu hodinových ručiček). Od této odpočítáme patřičný počet čepů a nastavíme značku **3** na vačce sací. (počty čepů sdělím kdyžtak mimo článek)

Technika motocyklu - 8. část - podvozek

Text: [Mirek Rollinger](#) | Foto: [Mirek Rollinger](#) | Datum: 30.01.2006 | Zobrazeno: 18214 x



Podvozek je základní částí motocyklu, jehož konstrukce má zásadní vliv na jízdní vlastnosti. Ta je bezprostředně spojena s jízdní bezpečností, ale působí nám i to nejdůležitější - radost z jízdy. V tomto článku se pokusím nastínit základní skutečnosti chování motocyklu při jízdě a vlivy různých konstrukcí podvozku na jízdní vlastnosti. Pojdme si nejdříve připomenout základní pojmy, se kterými se setkáváme v časopisech u technických údajů, budeme se tedy bavit o vlivu geometrie podvozku na jízdní vlastnosti. Jedním ze zásadních údajů je **úhel sklonu přední vidlice**. Snad každý z nás, kdo zkusil přesehnout ze silničního motocyklu nebo endura na choppera, zaznamenal markantní změnu v ovládní motocyklu. Značný podíl na této změně má právě úhel sklonu přední vidlice. Malý úhel řízení má na motocykl lepší stabilizující účinek, zlepšuje vedení předního kola při vysokých rychlostech. Při malé rychlosti na nás však působí neohrabaným dojmem - špatně se s ním manévruje. Větší úhel řízení nám poskytuje zcela opačné vlastnosti od předchozího - vyniká lepší ovladatelností. Ať už v terénu či na silnici jsme schopni s tímto motocyklem velice ostře manévrovat. Všeobecně se setkáváme s hodnotami od 55 - 65 stupňů, přičemž hodnota blízká se 65 stupňů, odpovídá právě pro terénní a sportovně silniční stroje, hodnota pod 57 stupňů odpovídá chopperu.



Výše zmíněné jízdní vlastnosti platí ovšem za předpokladu, že úhel sklonu přední vidlice bude v souladu **se závlekiem předního kola** (neboli stopou). Tento pojem je dalším zásadním vlivem, na základě kterého zaregistrujeme významný rozdíl mezi chopperem a silničním motocyklem nebo endurem. Velikost závleku předního kola není přímo spjatá s úhlem řízení. Například nerovnoběžností osy hlavy řízení a uchycení předních tlumičů můžeme dosáhnout zcela odlišné hodnoty, než jaké bychom u daného sklonu přední vidlice očekávali. Nyní si pojdme objasnit, co vlastně závlek kola znamená. Každý si asi dokáže představit, jak se chová kolečko servisovacího stolku, které buď tlačíme před sebou, nebo jej vláčíme za sebou. Za předpokladu, že osa řízení bude v obou případech kolmá na povrch, se v prvním případě kolečko otočí dozadu - tedy do závleku. Naopak ve druhém případě kolečko bez problémů vláčíme a to bez jakékoliv snahy kolečka se otáčet kolem osy řízení. Zatímco z prvního případu je zřejmé, že se jedná o nežádoucí účinky, ve druhém případě jsme si ukázali právě takové vlastnosti, bez kterých bychom se na motocyklu neobešli. Snaha kolečka udržet se v přímém směru závisí na velikosti závleku (délka ramene mezi osou kolečka osou řízení). Platí tedy: **čím větší je závlek předního kola, tím lépe se motocykl chová ve vysokých rychlostech a přímé jízdě**, je s ním však obtížnější manévrování (přední kolo má velkou snahu držet přímý směr). Menší závlek předního kola má přesně opačné vlastnosti. Z těchto skutečností je zřejmé, že závlek předního kola je předmětem častého laborování, snažení se dosáhnout co nejlepšího kompromisu, zvláště u sportovních silničních strojů.



Dalším vlivem je **rozvor kol** (vzdálenost středů kol od sebe). Větší rozvor kol nám zajišťuje dobré jízdní vlastnosti i při vysokých rychlostech, nevýhodou však je opět horší manévrování v nízkých rychlostech a nutnost většího nadjíždění v ostrých zatáčkách. Opět je nutné si uvědomit, že tyto vlastnosti jsou skloubené zvláště s velikostí závleku kola. Zmenšením závleku lze tedy nevýhodu delšího rozvoru částečně eliminovat. Rozvor kol se u sériových motocyklů obvykle pohybuje od 1300 do 1700 mm, přičemž u sportovních silničních motocyklů je nejčastější hodnota kolem 1450 mm. Nejmenší rozvory se používají na skútrech, či trialových speciálech.

Důležitým aspektem je také umístění **těžiště** motocyklu. Obvykle se nachází v blízkosti palivové nádrže (v případě klasického motocyklu). Výrobci se zpravidla snaží těžiště motocyklu umístit **co nejnižší**. Například umístění palivové nádrže pod sedadlo je důkazem tohoto záměru. Na polohu těžiště má vliv nejen konstrukce rámu motocyklu, ale i uspořádání válců motoru. Nejlépe je na tom plochý dvouválec typu Boxer. Z této výhody motocykly BMW dosud těží, jejich ovladatelnost je vynikající i při vysoké hmotnosti stroje. Posunout těžiště směrem dopředu má za následek zhoršení ovladatelnosti, ale snižuje nám sklon ke kmitání přední vidlice, zvláště ve vysokých rychlostech. Těžiště umístěné dozadu nám přináší vlastnosti opačné. U některých motocyklů je možné těžiště částečně měnit a to i tak jednoduchým řešením, jako je např. změna výšky sedadla. Rozdělení **zatížení** motocyklu má přímou souvislost s polohou těžiště a má značný vliv na stabilitu ve vysokých rychlostech. Snaha výrobců je obvykle dosahovat poměru zatížení kol 50:50. Samozřejmě, že zmiňované základní pojmy nejsou jediným vlivem na chování motocyklu. Diametrální rozdíly v chování motocyklů nám přináší např. použité pneumatiky, aerodynamické vlastnosti, apod.. Teď je ale opomeňme a soustředme se na základní konstrukci **rámu a zavěšení kol**.

Rám motocyklu musí být pevný, tuhý a pružný, aby dokázal odolávat namáhání motocyklu při brzdění, akceleraci, deceleraci a průjezdu zatáčkou. Na tyto vlastnosti má zásadní vliv konstrukce rámu, použitý materiál a jeho profil. V krátkosti si shrňme, které síly na něj nejvíce působí. V první řadě je to **brzdění** – to vytváří značný ohybový moment na hlavu (krk) řízení a to za předpokladu, že je motocykl vybaven **klasickou** teleskopickou vidlicí, nebo **Upside-downem**.



Co se týká **akcelerace** a **decelerace**, dochází k namáhání čepu zadní kyvné vidlice a uchycení motoru (v případě sekundárního převodu řetězem). Tento má totiž snahu přitáhnout k sobě sekundární kolečko a rozetu. **Průjezd zatáčkou** sebou zase přináší značné odstředivé síly, které rám namáhají na **krut a ohyb**. Všechny tyto síly by měl být rám schopen snášet bez jakékoliv deformace a při zachování pokud možno co nejmenší hmotnosti.



Z hlediska konstrukce můžeme rámy rozdělit na dva základní druhy: **otevřený a uzavřený**. V prvním případě je motor zavěšen v rámu a působí jako **nosný prvek**. Jeho uplatnění je všeobecné, jeho největší předností je jednoduchá výroba, přijatelná hmotnost a mechanici také ocení snadnou dostupnost k jednotlivým částem motoru. Pro větší namáhání ale příliš vhodný není oproti rámu **uzavřenému**, kde motor nepůsobí jako nosná část, pouze rám vyztužuje. Tyto druhy můžeme dále rozdělit na používané modifikace a rozebírat jejich přednosti nebo naopak nevýhody, ale to není předmětem tohoto článku. Zaměříme se na **pérování** motocyklu. Následky dopravních nehod u motocyklů v porovnání s ostatními dopravními prostředky jsou katastrofální. Pravděpodobnost úmrtí řidiče je až 10x vyšší než u automobilů. Tyto důvody nás vedou ke zlepšování již zmíněné aktivní bezpečnosti. Zlepšených vlastností v mezních situacích, ale i snížení únavy jezdce a zvýšení jízdního pohodlí lze dosáhnout především **kvalitním pérováním**. Pro stabilitu a dobré vedení motocyklu je potřeba zajistit stálý styk kola s vozovkou. Kvalitní pérování znamená dobrý poměr mezi neodpruženou a odpruženou hmotou, přičemž neodpruženou hmotou rozumíme

vše co je pod pružinami pérování, odpérovanou vše co je nad pružinami pérování.



Pro zajištění dobrého styku kola s vozovkou je nutné, aby neodpružené hmoty byly co nejmenší a naladění podvozku bylo tvrdší. Řešení tvrdšího naladění má ale své nevýhody a to především s ohledem na pohodlí jízdy. Vysokého komfortu lze dosáhnout měkkým naladěním pružících a tlumících prvků. Za tohoto předpokladu ale klesá bezpečnost jízdy a to hlavně za takových podmínek, kdy nerovnosti vozovky následují v takové vzdálenosti od sebe, která vytváří určitou frekvenci kmitů, jež je shodná s frekvencí kmitů tlumících jednotek. Za takové situace dochází k rezonanci motocyklu a ztrátě kontroly. Větší zdvihy pérování zde hrají také svou roli s ohledem na značnou změnu geometrie podvozku (rozvor, závlek kola).



Změna rozvoru a tím i závleku kola je nežádoucí vliv, existují pružící systémy, které jej vylučují, nejdříve se ale podíváme na standardní zavěšení předního kola, jimž je tento neduh vlastní. Jedná se o **klasickou teleskopickou vidlici**. Tento druh se používá snad na všech typech motocyklů. Základními komponenty jsou kluzák a nosná trubka ve které je nainstalována **pružící a tlumící jednotka**. Její výhodou je jednoduchost, co se týče tuhosti nám však přináší určité nedostatky. Kluzák se s nosnou trubkou překrývá jen málo, nosné trubky jsou namáhány značným ohybovým momentem, zvláště při brzdění a jízdě zatáčkou. Tyto nežádoucí vlivy lze eliminovat masivnějším provedením, ovšem s výsledkem větších neodpružených hmot. V důsledku kroucení bývá vybavena stabilizátorem (spojením kluzáků nad předním kolem).



Většinu nevýhod klasické teleskopické vidlice (kromě změny rozvoru při zatížení) řeší vidlice typu **upside-down**. V podstatě se jedná o klasickou vidlici umístěnou v převrácené poloze - od toho také název (horní strana dole). Má menší neodpružené hmoty, v brylích není uchycena nosná trubka, ale kluzák. Zajištěno je také větší překrytí kluzáku a nosné trubky. Toto řešení činí vidlici tuhou, nedeformující se, nalézá uplatnění jak na silnici, tak v terénu a v současné době vytlačuje svého předchůdce.

Zcela odlišný systém pérování má vidlice **kyvná**. Nepohybuje se totiž po přímce, ale po kružnici. S oblibou se používá u terénních sajdkářů, kde vyniká její hlavní přednost - tuhost. Nevýhodou je však značná změna rozvoru při propérování oproti předchozím typům.

Z těch méně používaných řešení můžeme ještě zmínit **vidlici s rejdovým čepem**. Přinášela obdivuhodné jízdní vlastnosti, dokázala od sebe oddělit brzdné a řídicí síly. Vzhledem ke své hmotnosti, náročnosti na výrobu a omezeným rejdem se nepoužívá. Bimota Tesi je jedním z mála zástupců tohoto provedení.



Patrně neúspěšnější modifikací odpružení předního kola poslední doby je vidlice **páková**. Tento systém pák s oblibou používá BMW na většině svých motocyklů pod jménem **Telelever**. Vytváří velice odolné zařízení proti namáhání, má antiponořovací efekt při brzdění, není těžká. Jednoduché je i nastavení centrální tlumicí a pružící jednotky a téměř nemění rozvor kol při propérování. Nevýhodou je omezená možnost zdvihů - hodnota nad 200 mm je vzhledem ke kinematice televeru problematická, takže se hodí maximálně pro cestovní enduro. Svými vlastnostmi značně přispívá ke zvýšení aktivní bezpečnosti.



Ze starších provedení ještě zmíním **vahadlovou a pružinovou** vidlici. Vahadlová vidlice byla typickým provedením 30. let minulého století, s oblibou ji používala většina značek, mimo jiné i ČZ a JAWA. Pružinová vidlice je v podstatě modifikací vahadlové a je oblíbena pro choppery a klasiky typu Harley-Davidson.

Určitým vývojem procházelo i uchycení zadního kola, nejprve nebylo žádné a kupodivu to u některých motocyklů vydrželo poměrně dlouho (u amerických strojů až do 50 let 20.století). První pokus o odpružení zadního kola přinášel jen velmi malé změny na rámu, což bylo výhodné z hlediska výrobních nákladů. Jednalo se o **kluzákové** zavěšení zadního kola (známe např. z Jawa 250 Pérák). Zdvihy byly příliš malé, tlumiče se ani nepoužívalo, systém byl natolik tuhý, že žádné větší kmity nehrozily. Uchycení kola nebylo dostatečně pevné a vzhledem k vlastnostem tohoto pérování se motocykl neobešel bez odpruženého sedadla. Tento způsob brzy nahradila **zadní kyvná vidlice s dvojití tlumičů**.



Výhody byly jasné: možnost dosažení větších zdvihů, při dostatečně masivním provedení, lepší vedení zadního kola, atd. S příchodem kyvné vidlice skončily odpružené sedadla. Tento zlom nastal v 50. letech - ovšem v Evropě. Na přelomu 80. let však přichází další změna. Dvojice tlumičů je nevýhodná - při nestejném zahřátí oleje a nestejném opotřebení dochází k rozdílné účinnosti a tím ke kroucení zadní vidlice. Začalo se pracovat na **centrálním odpružení zadního kola**.



Prvenství v odpružení **centrální jednotkou** patří Yamaze, která zavedla u svých terénních motocyklů systém zvaný **Cantilever**. Brzy se objevilo i tzv. **přepákování** zadní tlumící jednotky. Systém pák přináší totiž značné zdokonalení tolik žádoucího efektu – **progresivity** (proměnlivou účinnost pružící a tlumící jednotky v závislosti na zatížení). Této vlastnosti se dosahuje např. změnou stoupání pružiny, nebo průměru jejího drátu, případně průměru pružiny.

V případě přepákování se jedná o mechanismus, který mění míru stlačení pružící jednotky v závislosti na pohybu zadní kyvné vidlice. Je tak dosaženo vynikající progresivity. Při větším výkyvu je jednotka stlačena v jiném poměru, než při přejezdu malé nerovnosti. Za tohoto předpokladu je také možné dosáhnout značných zdvihů kola. Z neznámějších si vyjmenujme Hondu a její **Pro-Link**, **Uni-Trak** Kawasaki, **Full Floater** od Suzuki apod. Komponenty podvozku motocyklu probíhají neustálým vývojem, aby bylo dosaženo takových vlastností, které jsou v rovnováze s výkony současných motocyklových motorů.

Technika motocyklu - 9. část - tvorba směsi

Text: [Mirek Rollinger](#) | Foto: [Mirek Rollinger](#) | Datum: 20.02.2006 | Zobrazeno: 24790 x



Pro dobrou výkonnost našich motocyklů je potřeba správná výživa s dostatečnou energií. V následujících řádcích si povíme o výrobě a vlastnostech paliva, nárocích na správné smíchání zápalné směsi a o její tvorbě. Objasním pojmy a principy z dnes používaných karburátorů a běžné seřizovací práce. Dále pak z nevýhod karburace vyplynuvší moderní typy vstřikování paliva nepřímého, a něco málo o přímém vstřikování, které se zatím vyskytuje u motocyklů jen velmi omezeně.

kapitoly článku

1. [Úvod, teorie, nároky na složení](#)
2. [Karburátor a jeho seřízení](#)
3. [Vstřikování a závěr](#)

Úvod, teorie, nároky na složení

Vzhledem k převážné většině zážehových motorů použitých v motocyklech bude celý článek koncipován tímto směrem, v některých pasážích jen stručně naznačím odlišnosti motoru vznětového. Pro zážehové motory se používá uhlovodíkových paliv, které mají v dnešní době uspokojivé vlastnosti - ropy je zatím dost, energie získaná je vysoká, ekologům se částečně dá vyjít vstříc.

Pokusy s vodíkovým či elektrickým pohonem jsou teprve prováděny na autech a motorek se asi jen tak rychle nedotknou. Ropa je směs uhlovodíků a lze pomocí **destilace** bez přístupu vzduchu získávat jednotlivé frakce. Benzín je frakce s poměrně nízkým bodem varu a to přibližně 30-200 °C. Těžší složky jsou nafta, oleje, parafín atd. Samotnou destilací ovšem lze získat jen malou část a to ještě s nevalnými vlastnostmi. Při postupu zvaném **krakování** se tříští řetězce složitých uhlovodíků na jednodušší, čímž získáme další možný obsah z daného objemu ropy. Krakování probíhá buď **tepelné** nebo **katalycké**. Dalšími postupy jako polymerace, reforming a alkylace lze dále zvýšit vytěžitelnost. Technologické postupy nepovažují za důležité pro pochopení spalovacího procesu. U **benzínu** se určuje **odparnost**, která má velký vliv na start motoru i na jeho výkon. Jde o měření daného množství paliva přičemž se zjišťuje, při jaké teplotě se kolik odpaří objemu (benzín je směs uhlovodíků). Sledují se body pro 1) počátek destilace, 2) 10% bod (odpaří se 10%), 3) 50% bod, 4) 95% bod a 5) konec destilace. Tyto hodnoty určuje destilační zkouška ze které je pak vytvořena **destilační křivka paliva**. Čím nižší je teplota počátku destilace (úzce souvisí i s 10% bodem) tím se sice víc vypaří z nádrže (to je spíš problém větších skladů), ale jsou **snadnější studené starty**, jelikož ve spalovacím prostoru je nutné zažehnout palivo již v plynném stavu.

Je nutné si uvědomit, že doba pro homogenizaci (důkladné promísení) je dána otáčkami a zplynovatění paliva je od počátku sání a probíhá ještě během komprese, přičemž před zážehem již musí být připravena v plynné formě. Pokud si zjednodušíme výpočet úvahou, že na zplynovatění potřebujeme 1 otáčku (půl otáčky sání+půl otáčky komprese) máme při otáčkách 12 000 ot/min dobu pouze 5ms (což není mnoho, jak by řekl J.C.).

50% bod odparnosti určuje živost motoru a horní hranice je důležitá z pohledu poškozování motoru. Pokud nejtěžší složky mají vysokou teplotu odparnosti, kondenzují na stěnách válce a smývají olejový film. Ovšem tyto parametry nemůže konečný uživatel nijak ovlivnit na rozdíl od volby typu benzínu.

Rozlišení je v dnešní době většinou jen dle **oktanového čísla** (olovnatý benzín je vidět už jen výjimečně - víc dále). Při stlačení směsi vzniká kompresní teplo, které je u vznětového motoru využité pro zapálení směsi. My ovšem používáme **motor zážehový** a tudíž chceme směs zažehnout od svíčky. Velikost kompresního tepla závisí především na kompresním poměru a na stavu motoru (těsnost). Benzín s vyšším oktanovým číslem má vyšší odolnost proti detonacím (samovznícení). Detonace mimo poškozování motoru vedou i ke snížení výkonu. Každý motor bez úprav má však jisté rezervy a není potřeba mít obavy. Pokud upravuji motor (zvýšení komprese nebo snížení komprese společně s přeplňováním) je na místě poohlédnout se po lepším palivu. Jinak je volba víceoktanového benzínu jen plýtváním penězi.

O oktanovém čísle a hoření bylo pojednáno v článku [motor](#), zde jen doplním pár drobností. Jako vhodný antidetonátor (složka zvyšující oktanové číslo) bylo dříve použito **TEO** (tetraetyl olovo), ale vodivost olova byla nevýhodná při usazování na svíčky, a proto bylo nutné palivo ještě doplnit vynašeči olova. Později byly nalezeny další způsoby a TEO bylo vyřazeno. V dobách litinových *hlav* (*na motorce jsem to jakživ neviděl, ale netvrdím že před např. 40 lety něco takového nebylo*) bylo olovo výhodné i pro mazání sedel ventilů. Dnešní sedla zalísovaná v hliníkové hlavě nevyžadují olovo a je možné bez problémů užívat bezolovnatých benzínů. **Olovnatý benzín** je smrt pro katalyzátory výfukových plynů, kde se postupně nanáší na aktivní plochu až se katalyzátor ucpe případně přehřeje a zborští.

Nároky na složení směsi

V článku o motoru byly uvedeny některé zákonitosti a to především vliv složení směsi na výkon motoru. Nejdůležitější věci si dovoluji zopakovat. Hoření je oxidační proces a tudíž potřebujeme **kyslík**, aby nám něco mohlo shořet (*přiklopím hořící voskovou svíčku a během chvilky zhasne - spotřebuje kyslík*). **Benzín** není výjimkou a pro shoření 1kg benzínu je zapotřebí 14,7 kg vzduchu. V tomto případě na konci procesu nezbude ani uhlovodíková molekula ani molekula kyslíku. Ovšem za předpokladu, že se nám podaří směs správně spálit – to se zatím nějak nedaří a tak vznikají vedlejší produkty hoření. Za ideálních podmínek totiž z HC+O₂ (uhlovodíkové palivo+kyslík) vznikne H₂O+CO₂ čili voda ve formě páry a „neškodný“ oxid uhličitý (*není jedovatý, ale je to hlavní skleníkový plyn*). Dále nasávaný vzduch obsahuje jen cca 21% kyslíku a z převážné části dusíku, který se bohužel při spalování mění na škodlivé oxidy dusíku. Pokud tedy přivedeme do motoru větší množství paliva než odpovídá nasátému vzduchu stejně nejsme schopni jej nikterak využít. Tuto skutečnost si bohužel neuvědomuje spousta začátečníků a při honbě za výkonem se domnívají, že čím víc paliva tím větší expanze a tím výkon. **Výkon** lze značně ovlivnit jen přísunem **více směsi**, tuto problematiku řeší přeplňování dmychadly, náporové sání, chlazení a okysličování pomocí oxidu dusného (nitro) a rezonanční plnění - o všem někdy příště.

Množství paliva odpovídající teoretickému označujeme jako λ (lambda)=1 a toto číslo udává kolikrát víc vzduchu je ve směsi oproti ideálu (14,7:1). Nejvyššího výkonu z motoru získáme při mírném obohacení a to přibližně při $\lambda = 0,85$. Tzn. že ve směsi bude 0,85× víc vzduchu tj. 14,7×0,85=12,5kg vzduchu na 1kg paliva. Ideální směšovací poměr se nazývá též

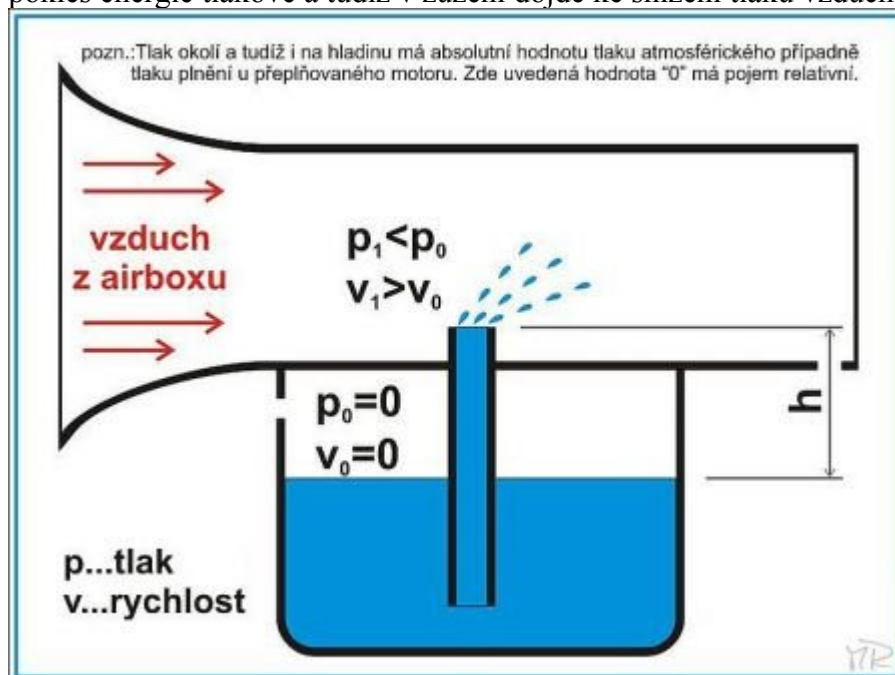
stechiometrický a pro každé palivo má jiné hodnoty. Výše uvedené číslo platí pro benzín a odlišnými palivy mám na mysli např. etylalkohol, metylalkohol atd. Číslo lambda je však vždy poměrem skutečného vzduchu ku ideálu pro dané palivo a tudíž $\lambda = 1$ je ideální poměr pro všechna paliva. Co se týče spotřeby paliva tak nejlepších výsledků se dosahuje se směsí mírně chudou a to cca $\lambda = 1,15$.

Motor nepracuje ve vyrovnaném režimu ani při konstantní teplotě. **Studený start** motoru vyžaduje obohacení směsi z důvodu kondenzace par na studených stěnách potrubí. Tím, že část paliva „ztratíme“ na stěnách, finální směs ve válci se nijak výrazně neliší od ideálního složení, právě za předpokladu celkového obohacení v sání. Samozřejmě nastavení přesně v tomto režimu lze řešit pouze vstříkáváním se zpětnou vazbou. U klasického šoupátkového karburátoru je množství vzduchu závislé na natočení plynové rukojeti a při akceleraci je nutné směs obohatit. Vysvětlení dojde dále u popisu karburátoru. Volnoběžný systém je často nastaven na chudší směs a má svůj vlastní okruh, stejně jako svůj okruh má i sytič.

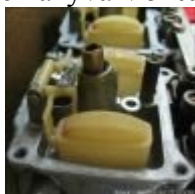
Karburátor a jeho seřízení

Tvorba směsi – karburátor

O tvorbu směsi se přes sto let stará **karburátor**. Mechanické zařízení, které je schopno dodávat palivo v daném poměru (snaží se o to a úplně ideál to není) se vzduchem při různých otáčkách a různém zatížení motoru. U **čtyřtaktního motoru** vzniká v sacím potrubí **podtlak** při sacím zdvihu (pohyb pístu z HÚ do DÚ při otevřeném sacím ventilu a zavřeném ventilu výfukovém), u **dvoudobého motoru** se nasává směs při pohybu pístu z DÚ do HÚ pod píst do klikové skříně. Tlak v sacím potrubí je tak nižší než tlak okolní čímž dochází k proudění vzduchu z airboxu směrem do motoru. Pokud je v sacím kanále zúžení je zřejmé, že v užším místě musí plyn (dle rovnice kontinuity) proudit rychleji a zvýší se jeho kinetická energie. Tento nárůst musí být kompenzován úbytkem energie jiné formy – v tomto případě jde o pokles energie tlakové a tudíž v zúžení dojde ke snížení tlaku vzduchu.

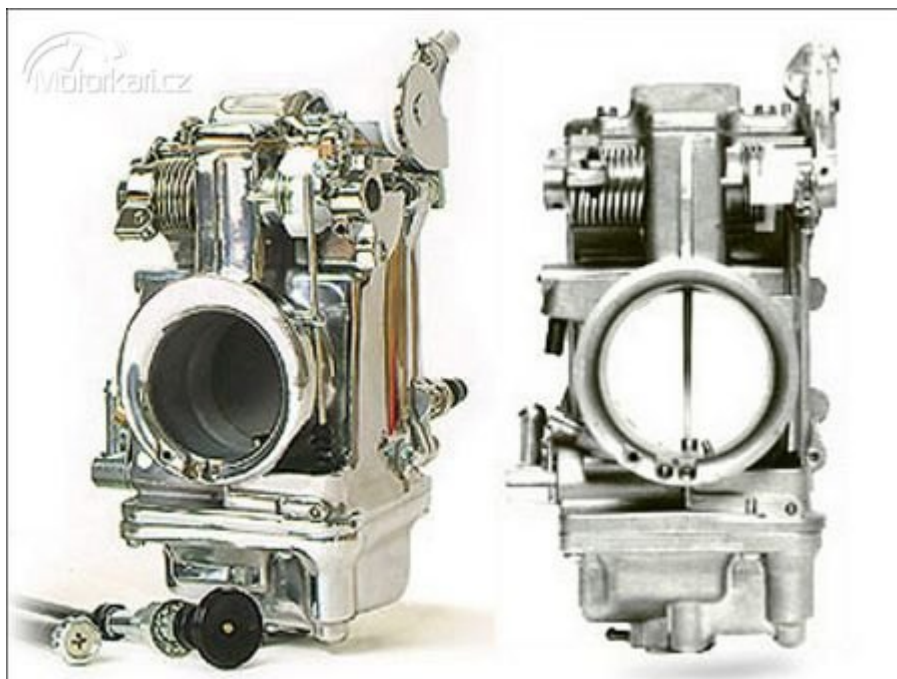


Popsáno je to **Bernoulliho rovnicí**. Pokud v místě zúžení je umístěno vyústění z plovákové komory dochází k nasátí paliva do sacího kanálu a smíchání s proudícím vzduchem. Tento jev se nazývá **Venturiho princip** a trubice se zúžením Venturiho trubicí – viz nákres.



.. Aby palivo stoupalo směrem vzhůru musí být zajištěn nižší tlak u horního okraje než je tlak na hladinu kapaliny. Tlak na hladinu je tlak atmosférický (u nepřeplňovaných motorů) a tudíž musí být plováková komora odvětrána (spojena s okolím). **Plováková komora** je zásobárna paliva v dolní části karburátoru, zajišťující během provozu konstantní výšku kapaliny a tím pádem i **konstantní podtlak**, nutný pro nasátí potřebného množství paliva do motoru při daném zatížení. V plovákové komoře je umístěn **plovák** a ten je opatřen ventilkem umožňující zavření přívodu na nastavenou výšku hladiny. Princip je shodný s nádobkou na WC. Výška hladiny ovlivňuje bohatost směsi a to tak, že vyšší hladina=bohatší směs. Z plovákové komory zpod hladiny vedou **trysky** do jednotlivých okruhů – okruh hlavní, volnoběžný a sytič. Tryska je průchod s přesně definovaným otvorem a tvarem a jsou nejčastěji vyrobeny z mosazi. Číslo na trysce uvádí v setinách průměr otvoru. Např. tryska #135 má průměr 1,35 mm. Trysky určují množství protékaného paliva případně vzduchu (vzdušníky) a není možné zaměňovat trysky benzínové se vzdušníky (stejný průměr nemusí mít stejný průtok).

Hlavní tryska vede do **emulzní trubice**. Jedná se o trubici vedoucí dále do sacího kanálu ve které je zasunuta **jehla**. V emulzní trubici jsou otvory, kterými je přiveden vzduch a dochází zde ke zpěnění paliva (vytvoření emulze). Menší kapičky paliva jsou schopny rychleji přejít do plynného stavu. Na dobrou odparnost má i pozitivní vliv snížený tlak (nižší tlak=nižší bod varu). Plováková komora, okruh sytiče a volnoběhu je stejný pro oba typy karburátorů používaných v dnešních motocyklech. Starším typem je **karburátor šoupátkový**. Jedná se většinou o válcové šoupátko **opatřené jehlou** zasunutou v jehlové trysce přičemž šoupátko je spojeno přímo pomocí lanka s plynovou rukojetí a zabraňuje průchodu vzduchu do válce. Při poloze šoupátka dole (zavřený plyn) je aktivní volnoběžný okruh, který automaticky postupně přechází v nečinnost při zvedání šoupátka. Tyto karburátory byly používány dříve a dnes se drží jen na některých **dvoudobých motorech**. Nevýhoda je špatné nastavení složení směsi při přechodových režimech. Při prudké akceleraci totiž dochází k prudkému ochuzení směsi a přitom bychom si v tu chvíli přáli směs bohatší. Proto jsou tyto karburátory opatřeny **akcelerační pumpičkou**. Zařízení, které při prudkém otočení plynu vstříkne další palivo do sání. Jedná se ve skutečnosti o opravdovou pumpičku naplněnou palivem s relativně velkou netěsností mezi pístem a válcem. V případě prudké akcelerace je palivo vstříknuto (nestačí obtéct netěsností), avšak při pozvolném přidání plynu palivo protéká mezi pístkem a do sání se tak nedostane. Vidět lze např. na **DR600** či **GSX-R 750 do roku 1987**.



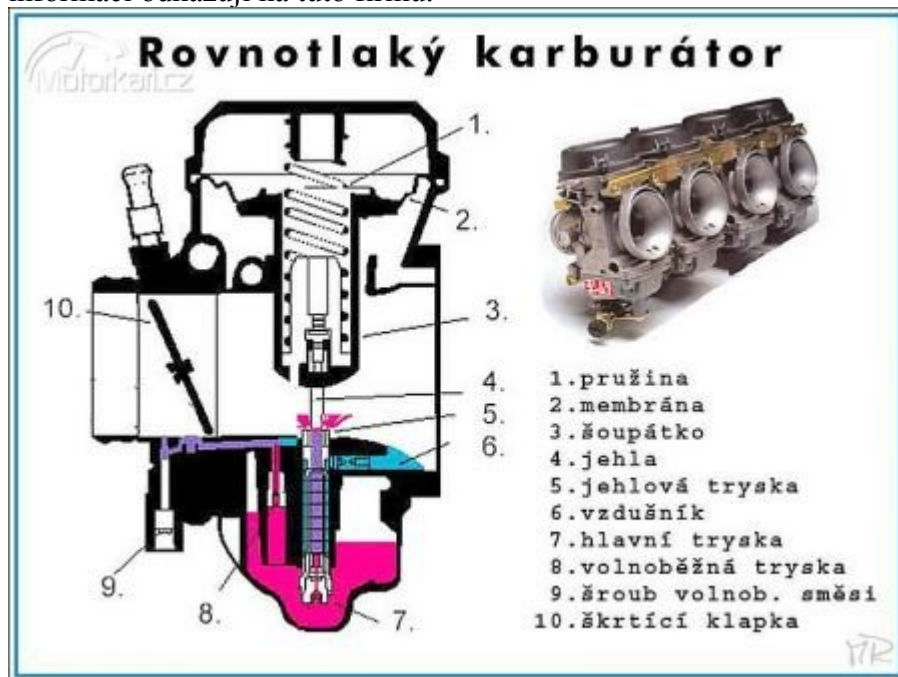
Sytič má svůj okruh a tak k volnoběžnému systému připojíme další dávku paliva. Nejčastěji je ovládán řidičem mechanicky (lankem, táhlem). U skútrů je často řešen pomocí elektroniky. Obdobně jako otvírací ventil termostatu u vodního chlazení je zde upevněna **jehla sytiče**, otvírající okruh sytiče. Při studeném karburátoru je sytič zapnut naplno a po nastartování dochází vlivem protékajícího elektrického proudu k ohřevu **voskové kapsle**, která se roztahuje a zavírá trysku sytiče pomocí výsuvné jehly. Sytič tedy není závislý na teplotě motoru, ale teplotě voskové kapsle na karburátoru, která však není nijak moc odlišná od teploty motoru a řešení je to snadné.



Na konci 80. let minulého století přebírají úkol plnit motory motocyklů **karburátory rovnotlaké** neboli s **konstantním tlakem** na jehlové trysce. Označovány CV – constant vacuum nebo constant velocity. Výhodou je šoupátko spojené s membránou a ne s plynovou

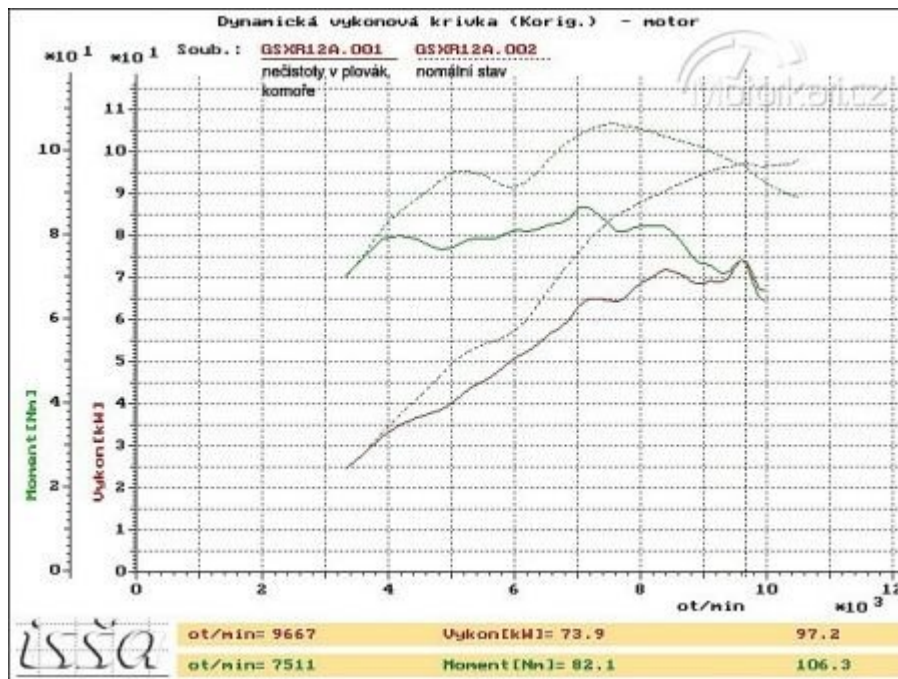
rukojetí jako u předchozího typu. Řidič plynem ovládá škrtící klapku umístěnou v sání, systému dává povel kolik výkonu si přeje a karburátor motoru namíchá co potřebuje. Benzín je mnohem **vyšší hustoty** než vzduch a má tudíž větší setrvačnost. Při prudké akceleraci by docházelo k přehlcení motoru vzduchem. U předchozího typu bylo nutné přidat akcelerační pumpičku, zde však tento problém odpadá. **Karburátor** je navržen tak, že podtlak v sacím kanále se dostane nad membránu ovládající šoupátko a pod membránu je přiveden **tlak atmosférický**. Tento rozdíl tlaků působí na šoupátko, které pro větší váhu je doplněno pružinou. Jak je možná patrné tak CV karburátor nemůže přehltnit motor vzduchem, protože než se šoupátko „vzpamatuje“ tak tlakové poměry u trysky jsou takové, aby byla směs v potřebném složení. Této skutečnosti využila Yamaha u prvních modelů **R6 FI** a objasním dále. Některé motocykly (např. GSX-R 750 '96 a dále) mají elektronicky řízen podtlak nad membránou ve snaze dalšího zlepšení průběhu točivého momentu.

U automobilů byl vždy víc kladen větší důraz na ekologii, z důvodu mnohem většího počtu. Karburátory se ubíraly mírně odlišným směrem, ke konci své kariéry byly značně „oplácané“ elektronikou a ztrácely rychle své kouzlo jednoduchosti a finanční přijatelnosti oproti vstřikování paliva a proto byly velmi snadno vstřikováním vytlačeny. Na podzimním veletrhu v Miláně byly vystaveny elektronicky řízené karburátory firmy **Dell Orto** a pro více informací odkazují na tuto firmu.



Seřízení karburátoru

Na **kvalitě směsi** závisí výkon motoru, spotřeba i opotřebení jednotlivých částí. Příliš bohatá směs poškozuje svíčky a dochází k nadměrnému opotřebení válce vlivem smývání olejového filmu, zvláště při vynechání zapalování vlivem „ulití“ svíčky. Takové obohacení nastává při špatné funkci plovákové komory, např. nečistota pod plovákovým ventilem, jeho poškozením, nebo zaseknutý či poškozený plovák. Plovák má většinou možnost nastavení výšky na kterou reguluje hladinu a tato hodnota je nutná pro správné složení směsi. **Vyšší hladina=bohatší směs** v celém rozsahu otáček. Na grafu z dynamometru je vidět špatný chod při nečistotách v plovákové komoře současně s chodem správným na **GSX-R 1156**.



Volnoběžný systém má možnost regulace bohatosti směsi pomocí šroubu ovlivňujícího v některých případech dodávku paliva, někdy množství vzduchu (častěji). **Volnoběžné otáčky** se nastavují **dorazovým šroubem** šoupátka nebo u CV karburátorů **dorazem škrťací klapky**. U víceválcových motorů je vzhledem ke kvalitě vyráběné směsi vhodné používat jeden karburátor pro každý válec. U **víceobjemných jednoválců** se setkáváme i se dvěma karburátory na jeden válec. Aby všechny válce dostávaly stejné množství paliva a tím jeli pokud možno na stejný výkon je nutné synchronizovat (sladit) všechny karburátory. Provádí se u šoupátkových a především u rovnotlakých karburátorů. Podtlak v sacím kanále je úměrný nasáté směsi a tak měřením podtlaku v jednotlivých sacích kanálech a **nastavení tlaku** na stejnou hodnotu jsme schopni jednotlivé karburátory nastavit tak, aby dávaly stejné množství.



Synchronizace se provádí různě řešenými vakuometry (tlakoměry na měření podtlaku). Na obrázku je vidět technicky vyspělý elektronický systém umožňujícím kromě synchronizace dělat i analýzu podtlaku v sání, z čehož lze určit stav těsnosti ventilů nebo sacího potrubí. Dále je možné se setkat s vakuometry ručičkovými, skleněnými U-manometry nebo Suzuki „special tool“ ve formě skleněných trubiček s ocelovou kuličkou, které podtlakem zvedáme. Špatně seřízená synchronizace má za následek špatnou akceleraci i deceleraci motoru. Netěsný sací kanál způsobuje přísávání falešného vzduchu, motoru kolísá volnoběh a otáčky pomalu klesají k volnoběhu. Částečně se na tomto může podílet špatně nastavená směs volnoběhu.

Ostatní části karburátoru nejsou seřiditelné, je pouze možnost výměny trysek, nastavení či výměny jehly, změna zátěžové pružiny šoupátka u CV karburátoru.

Vstřikování a závěr

Tvorba směsi – vstřikování

V automobilech byl nástup mnohem dříve a u motocyklů se začalo vstřikování (dále jen **FI=fuel injection**) používat sériově přibližně **od roku 1996**. Vstřikování se rozlišuje na **přímé** a **nepřímé**. Nepřímé je použito na převážné většině motorek a jedná se o vstřik paliva do sacího potrubí do proudu vzduchu. Tlak vstřiku je relativně malý a to 3bary. Vstřikování přímé jsem viděl akorát na dvoudobém motoru Peugeot. Jedná se o vstřik paliva přímo do spalovacího prostoru obdobně jako u vznětového motoru. U aut se tento systém používá už rozsáhleji. Přímé vstřikování přináší možnosti spalování velmi chudých směsí, ale u motocyklů se zatím nijak moc spotřeba a ekologie neřeší. Dále je vstřikování děleno na **jednobodové** (u motocyklů se nepoužívá a u aut už taky jen výjimečně), kde je pro všechny válce pouze jeden vstřikovač. **Vícebodové** (Multi Point Injection) obsahuje jeden vstřikovač pro každý válec.

Vstřikovací systém obsahuje vysokotlaké palivové čerpadlo často umístěné v nádrži, palivo vede hadicemi ke vstřikovači, nejčastěji s horním plněním. Ten je tvořen tryskou s jehlou, kterou drží pružina v zavřeném stavu. Jehla je ovládána elektromagnetem a po přivedeném elektrického signálu (12V) se jehla nadzvedne a palivo může vstřikovat do sacího kanálu. Množství paliva je určeno pouze dobou vstřiku, tlak v systému je pomocí regulátoru držen na konstantní hodnotě. **Doba vstřiku** se pohybuje v hodnotách **2,5 ms**. Palivo je nejčastěji vstřikováno těsně před sacím zdvihem tj. jednou za dvě otáčky a tento způsob nazýváme **sekvenční**. U tohoto druhu vstřikování je potřeba znát nejen polohu klikového hřídele, ale i polohu hřídele vačkové, která nám řekne fázi motoru. Na rozběh motoru je často použito vstřikování kontinuální, dokud nám vačková hřídel neurčí fázi motoru (má na to dvě otáčky motoru). Při tomto druhu vstřikování vstřikují všechny vstřikovače najednou každou půlotáčku klikové hřídele (pro čtyřválcový řadový motor). Vstřikovač je řízen řídicí jednotkou společnou i pro zapalování, která dle uložených palivových map a hodnot měřených pomocí senzorů vyhodnotí dobu vstřiku. Jedná se o 1) **polohu klikové hřídele** – určuje otáčky motoru a pozici pro vstřik a zapalování, 2) **polohu škrtkové klapky** – určuje zatížení motoru a požadavek výkonu, 3) **polohu vačkové hřídele** – určuje fázi motoru, 4) **teplotu nasávaného vzduchu** – určuje hmotnostní tok společně s další informací tlaků, 5) **tlak nasávaného vzduchu**, 6) **tlak okolního vzduchu**, 7) **podtlak v sacím potrubí**, 8) **teplotu motoru** – obohacuje směs při nízkých hodnotách, dále může být doplněn 9) **lambda sondou** – zpětná vazba s informací o způsobu hoření s možnými korekcemi. Často je měřeno i napětí baterie pro výpočet doby k aktivaci vstřikovače. Při nízkém napětí je vstřikovač „líný“.



U vstřikování jsou použity též škrtící klapky a ty jsou nutné také synchronizovat jako u karburátorů. Jak bylo uvedeno výše při ovládní klapky vzduchového škrcení pouze lankem, dochází k ochuzení při akceleraci. CV karburátory to řešily šoupátkem na membráně s jistou setrvačností. U „obyčejných“ typů FI nastává tento problém také. Je totiž užito jedné klapky pro každý sací kanál s ovládní lankem a za klapkou směrem k motoru je umístěn vstřikovač. Novější typy jsou vybaveny řízením množství vzduchu. Yamaha použila mechanické řešení známe z CV karburátoru a to na modelech R6 tuším 98-05. Suzuki používá druhé klapky v sacím potrubí řízené elektronicky a natáčené servomotorkem. Sekundární klapky mají jisté zpoždění a to až cca 400 ms (GSX-R, GSX14 atd.). Tento rok přišla Yamaha s elektronickým plynem (**Yamaha Chip Controlled Throttle-YCCT**) používaným již několik let u automobilů. Plynová rukojeť je vybavena potenciometrem a její natočení je coby signál drátem spojen s řídicí jednotkou (fly-by-wire). Ta vyhodnotí situaci a nastaví motorkem klapky v sání.



Vstříkovací tělesa (4 válec) s podtlakově ovládaným přísunem vzduchu pomocí šoupátka na membráně

Honda začala používat na svých modelech CBR 1000 a CBR 600 systém duálního sekvenčního vstříkovaní (**PGM-DSFI**). Jedná se o použití dvou vstříkovačů na každý válec. První vstříkovač je umístěn standardně a druhý až v airboxu. Při nízkých otáčkách je potřebné mít vstříkovač blízko sacímu ventilu, aby odezva na natočení rukojeti plynu byla rychlá. V 5000 ot./min (u CBR 600 v 5500 1/min) se začne aktivovat vstříkovač sekundární z důvodu rychlejšího proudění vzduchu a tím kratší doby odparnosti paliva. Při odpaření dochází též k velkému odběru tepla okolnímu vzduchu a tím vzrůstá jeho hustota. Do válce tak lze dostat větší hmotnost směsi a to nám pozitivně ovlivňuje výkon motoru.

Honda ProGraMming - Dual Seqention Fuel Injection



Vlevo pohled na CBR 600 rok 2003, vpravo řez systémem plnění na CBR 1000

- 1 - primární vstříkovač jako u běžného typu FI
- 2 - sekundární vstříkovač umístěn na airboxu nad sacím potrubím
- 3 - škrtková klapka v sacím potrubí stejná u všech FI stejně jako u CV karb.
- 4 - tlaková hadice přívodu paliva k sek. vstříkovači
- 5 - airbox o objemu cca 14litrů
- 6 - vzduchový filtr

Technika motocyklu - 10. část - převody

Text: [Mirek Rollinger](#) | Foto: [Mirek Rollinger](#) | Datum: 15.03.2006 | Zobrazeno: 23364 x



Charakteristika průběhu kroutícího momentu spalovacího motoru vyžaduje použití změny převodového poměru během jízdy. Touto problematikou se budeme zabývat v následujícím článku a to převody momentu a otáček. Popíšeme si princip převodovek a druhy převodů používaných v dnešní době v motocyklech v různých modifikacích. Na závěr možné problémy přicházející s touto motocyklovou částí.

kapitoly článku

1. [Teorie, primární převod](#)
2. [Převodovka, sekundární převod](#)

Teorie, primární převod

Převod - teorie

V tomto článku budeme pod pojmem **převod** chápat změnu otáček dvou spojených hřídelí (kol). Jistě každý začínal na bicyklu a tak pochopení principů nebude nikterak složité, i když sem propašuji nějaké vzorce bez kterých by bylo důkladnější pochopení náročnější.

Motor uložený v motocyklu musí být nějakým způsobem zpražen se zadním kolem, aby se motocykl mohl pohybovat. Nejčastější koncepcí je využití několika převodů z nichž některé jsou proměnné. Od klikové hřídele je přenos síly pomocí primárního převodu na spojkový koš (spojka bude vysvětlena v dalším příspěvku), dále na převodovku, která má běžně 3-7 rychlostních stupňů a na zadní kolo postupuje kroutící moment přes sekundární převod.

Můžeme se ovšem setkat i s jinými variantami, které budou objasněny dále – skútr, minibike, atd.) V článku [motor](#) bylo vysvětleno, kde vzniká síla a opakování matka moudrosti, takže...

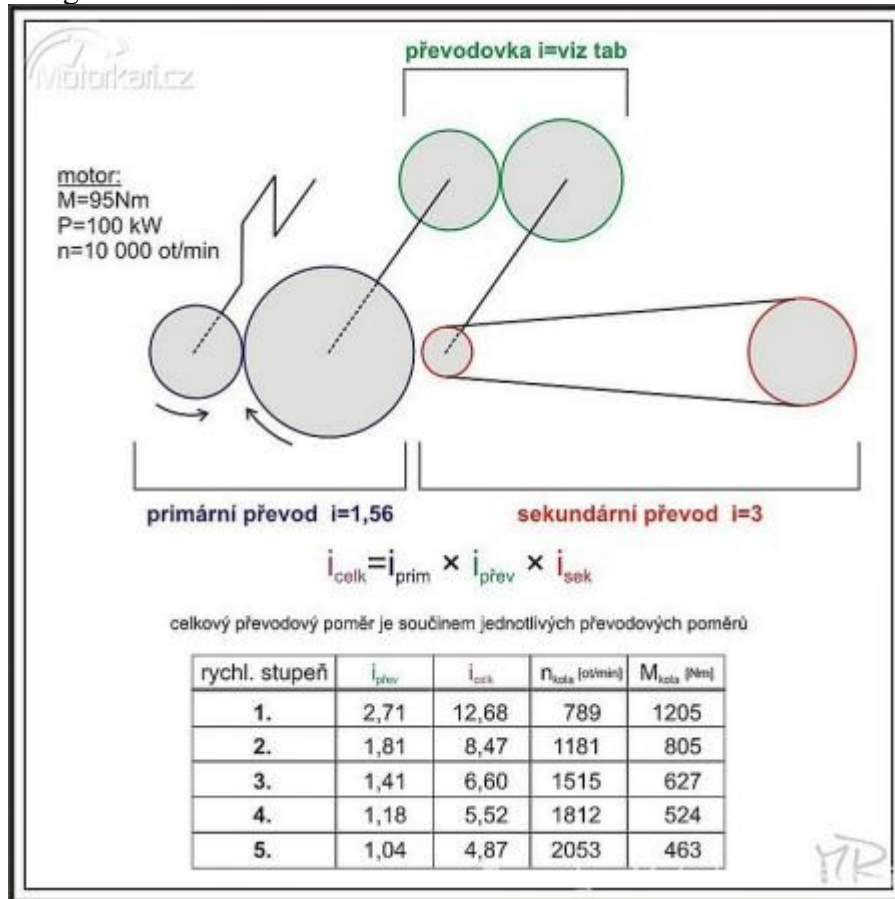
Při hoření expandující směs tlačí na píst, který přes ojnicí otáčí klikovou hřídelí. Síla přenášená ojnicí krát rameno kliky (krát sinus sevřeného úhlu), nám dává kroutící moment motoru. Moment je tedy síla na rameni.

Dovolím si zde malou odbočku pro objasnění poměrně důležitého pojmu – **kroutící moment**.

Kroutícím momentem rozumíme vektorový součin síly a ramene a jeho jednotkou je Nm [newtonmetr]. Vektorový součin je takový, kdy na výsledek má vliv i směr ramene vůči směru síly (pokud tedy síla působí kolmo na rameno jedná se o běžný součin $M=F \cdot r$).

Představme si dotahování šroubu, který má předepsáno 100 Nm. (např. osa kola). Znamená to tedy dotažení silou 100 Newtonů pomocí klíče o délce 1 metr. Pokud použijeme poloviční délku klíče je nutné vyvinout dvojnásobnou sílu pro stejné dotažení. Moment je tedy síla vztažená k ose součásti. Máme-li na zadním kole kroutící moment 1000 Nm a kolo má poloměr cca 33 cm vyvíjí sílu vůči povrchu vozovky 3000 N a to je pro představu hmotnost 300 Kg. Zpět k převodům. Nejčastěji jsou použity buď **řetězové převody** nebo **převod ozubenými koly**. Na ozubených kolech si předvedeme základní princip převodu. Pokud dvě kola spolu zabírají musí splňovat jednu základní podmínku – jejich **obvodové rychlosti** musí být **stejně**. Bylo-li by tomu jinak, došlo by k vylámaní zubů, tohoto pravidla se nedrží převod

třecí, kde pak hovoříme o prokluzu (např. pneu vůči vozovce). Laicky řečeno, když se otočí jedno kolo o tři zuby musí i to druhé se otočit o stejný počet zubů. Pokud tedy má kolo 3× větší počet zubů než kolo spolu zabírající je zřejmé, že malé kolo se otočí jednou dokola a velké pouze o třetinu. Aby se velké kolo otočilo jednou, malé musí vykonat tři otáčky. Změnu otáček pomocí převodu známe z běžného života právě např. z jízdy na kole. Když se nám mění otáčky je nutné, aby se měnila ještě nějaká veličina a celá soustava zůstala v jakési energetické rovnováze.



Touto veličinou je již zmíněný **kroučící moment**. Vztahy uvádím v obrázku s hodnotami ze silniční moto. Vyplývá tedy, kolikrát snížím otáčky, tolikrát se mi musí zvýšit kroučící moment (a tím i síla) na výstupním kole. Vzpomeňme vztah pro výkon $P=2,3,14.M.n$, vyplývá z něj, že pomocí převodu tedy neměním přenášený výkon. Toto tvrzení samozřejmě platí jen pro teoretický převod. V praxi nemá nic 100% účinnost a tak i na převodu pomocí ozub. kol ztrácíme přibližně 2-5% podle stavu ozubení a konstrukci.

K porovnání převodu existuje hodnota **převodový poměr - i**. Ten nám vyjadřuje kolikrát se změní otáčky na vstupu vůči výstupu. V poměru jsou tedy nejčastěji počty zubů, případně můžeme použít i průměry zabírajících kol.

$$i = z_2/z_1 = n_1/n_2 = M_2/M_1$$

kde z=počet zubů, n=počet otáček, M=hodnota kroučícího momentu, index 1 vyjadřuje vstupní a index 2 výstupní kolo

Bohužel z nějakého důvodu se nedohodli fyzikové a mechanici a uvedený vztah je užíván ve strojírenství častěji. Ve fyzice se setkáme s obráceným poměrem a při výpočtech je potřeba na to brát ohled. Na motocyklu jsou převody řešeny do pomala (=do síly), výjimečně nejvyšší rychlostní stupeň může být řešen jako převod 1:1, případně mírně do rychla, v celkovém pohledu na převod od klikové hřídele ke kolu je to ovšem do pomala. Tudiž hodnota převodu

větší jak 1 udává převod do pomala, převod menší jak 1 je převod do rychla.



Primární převod

Používá se řetězu nebo ozubených kol. Ozubená kola se používají nejčastěji s přímými zuby, u kterých nevzniká axiální síla jako u kol se šikmými zuby. V průběhu vývoje se objevovala kola se šikmými zuby z důvodu hladšího chodu. Mazání je zajištěno u čtyřdobých motorů většinou olejem společné náplně motoru a převodovky. U některých motocyklů (např. HD) je primární převod plněn svým olejem a od zbytku je oddělen. Řetězový převod má nevýhodu ve větším opotřebením a nutností výměny a používá se relativně málo, spíše na slabších strojích. Při konstrukci je nutné si uvědomit i odlišnost ve směru otáčení – pomocí řetězu má hnací i hnané kolo stejný směr otáčení, v případě použití ozubených kol je směr opačný. Tato skutečnost někdy vede konstruktéra i k volbě opačného směru otáčení samotného motoru (např. GPZ 500, VN a další). Výjimečně se používá i převodu ozubeným řemenem. Ten je nutné udržovat v suchu bez přístupu rozpouštědel a mastnoty. Oproti předchozím typům je méně hlučný. Jedná se o kevlarová vlákna zalitá pryží stejně jako řemeny rozvodové či sekundární.

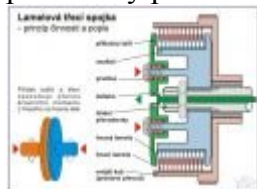
Technika motocyklu - 11. část - spojka



V předchozí části seriálu o technice motocyklů byla popsána převodovka, o něco dříve byla popsána i činnost samotného motoru. Důležitým dílem ležícím právě mezi zmiňovanými celky je spojka. Princip činnosti, možné varianty a závady související se spojkou budou nastíněny v následujících řádcích.

Princip činnosti

Spalovací motor není schopen dodávat kroutící moment hned od nulových otáček. Nejnižší otáčky motoru jsou tedy volnoběžné (pomineme případný mírný pokles při horším rozjezdu) a spojka musí být schopna **plynule** spojovat motor (nenulové otáčky) se vstupní hřídelí převodovky (nulové otáčky, jelikož stojíme). Od této hřídele směrem k zadnímu kolu jsou již samé pevně dané převody určené svým převodovým poměrem. Dalšími úkoly spojky je schopnost **přenášet** kroutící moment z motoru, dále pak **odlehčení** převodovky při řazení. Standardně budeme uvažovat běžný motocykl. Odlišnosti např. skútrů budou vysvětleny na konci článku. Nejběžnější spojka je umístěna na vstupní hřídeli převodovky a vnější koš tvoří primární převod motoru. Tento převod je do pomala a to s převodovým poměrem cca 1,3 – 2,2. Jak bylo uvedeno v předchozím [článku o převodech](#) převodový poměr nám určuje změnu otáček i změnu kroutícího momentu. Spojka tedy při takovémto uspořádání již přenáší kroutící moment větší než je na klikové hřídeli, tudíž silnější motorka má zpravidla převodový poměr nižší, aby nebylo nutné navrhovat mnohem silnější spojku.

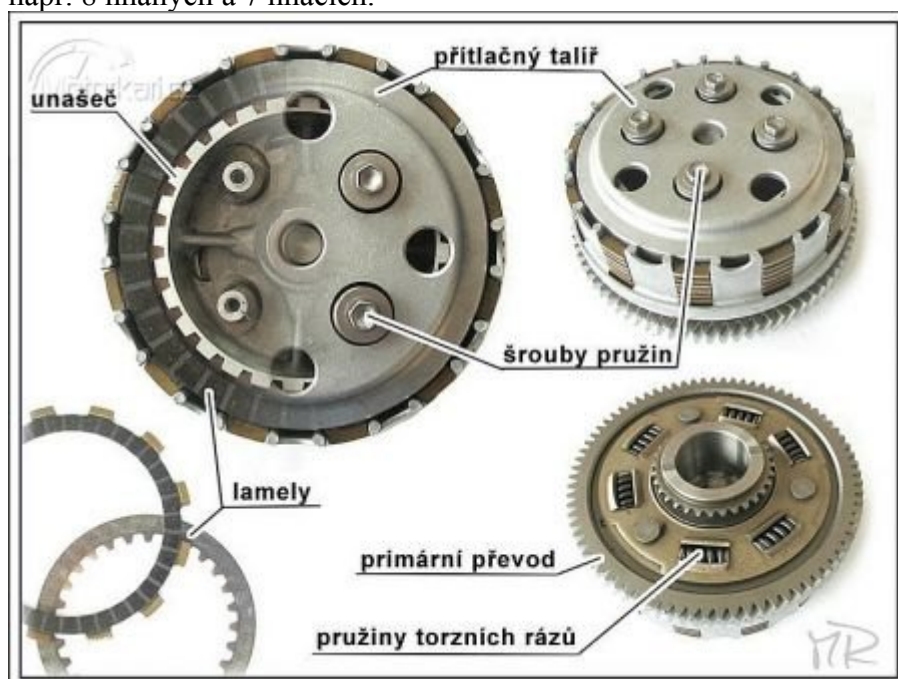


Na motocyklech se používá především spojka **třecí**, zkoušelo se i použití spojky **hydrodynamické**, ale neuchytila se. Pomocí třecí síly mezi dvěma přitlačovanými tělesy dochází k přenosu kroutícího momentu, jak je uvedeno na obrázku vlevo. V pravé části je popis jednotlivých dílů třecí vícelamelové spojky. Velikost přenášeného momentu závisí na několika parametrech:

- velikost přitlačných pružin** – větší síla přitlaku zajišťuje přenos většího momentu
- velikost styčné plochy lamel** – větší část obloženého mezikruží zajišťuje větší přenos kroutícího momentu
- průměru lamel** – spojka většího průměru je schopna přenést větší kroutí moment
- počtu lamel** – více lamel = větší přenesený kroutí moment
- součiniteli tření** – je ovlivněn materiálem obložení a také zda je spojka suchá nebo mokrá

Konstrukce

Spojka se skládá ze **spojkového koše** na jehož obvodu je kolo **primárního** převodu (řetěz, řemen, ozub. kola). Koš je vyráběn z ocelového plechu u nových motorů většinou odlit z hliníkové slitiny. Koš s kolem primárního převodu je často spojen s vřetěmem vymezenou **pružinami** zachytávající torzní rázy vlivem nerovnoměrnosti dodávky kroutícího momentu od motoru. Pružiny jsou vloženy s předpětím a pokud dojde k unavení pružin stává se spojkový koš zdrojem hluku. Tyto pružiny nejsou vyobrazeny v nákrese, jsou vidět na fotografii. Koše z Al slitiny jsou náchylnější na opotřebení – vznikají záseky od zabírajících lamel, které pak nemohou volně v koši chodit při vypínání spojky. Koš je z vnitřní strany drážkovaný a jsou do něj vloženy **hnací lamely**. Hnací lamely mají možnost axiálního pohybu v drážce, nemohou se však otáčet kolem své osy vůči koši. Jsou vyrobeny z ocelového plechu nebo z Al slitiny a opatřeny třecím materiálem. Měkké slitinové lamely jsou v kontaktním místě s košem zesíleny oproti použití materiálu ocel-ocel. Lamely hnací jsou proloženy lamelami hnanými, které mají vnitřní ozubení zapadající do drážkování unášeče spojeným se vstupní hřídelí převodovky. **Hnané lamely** jsou ocelové plechy bez obložení. Celý paket lamel je stlačován **přítlačným talířem**. Počet lamel bývá dle daného typu motoru, např. 8 hnaných a 7 hnacích.



Přítlačný talíř je z Al slitiny a působí na něj **pružiny** spirálové nebo talířové. Spirálových pružin je 3 až 8 kusů dle motoru a jsou rozmístěny po obvodu. Zajištění pružin je buď segrovými pojistnými kroužky (to je možno vidět na Jawa Pionýr – asi nejhorší na montáž), kolíčky (ČZ, montáž o něco snadnější) a nejčastěji pomocí šroubů.

Druhý způsob přítlaku je pomocí talířové pružiny. Jedná se o „prohlou pružnou podložku“ připomínající svým tvarem talíř bez dna. Talířová pružina má lepší přítlak a je použita např. na R1, GSXR 1100, Bandit 1200 a dalších. Běžnější je ovšem pružina spirálová. Na převážné části motocyklů je použita spojka v olejové lázni – **mokrý** spojka. Olej je velmi příznivý při spínání spojky, která tak má hladší záběr. Jak bylo uvedeno v úvodu spojka třecí funguje jen za přítomnosti tření. Olej jak známo tření snižuje a s tímto „neblahým“ účinkem je nutno počítat při návrhu spojky, potažmo při volbě oleje. Olej určený pro motocykly je odlišný od automobilového mj. i v aditivech zvyšující tření pro správnou činnost spojky a při použití automobilového oleje do motoru se společnou náplní pro spojku a převodovku, může (ale nemusí) být problém s prokluzem spojky. Spojka **suchá** je použita na závodních motocyklech,

Jelikož přenesou stejný krouticí moment při menších rozměrech. Má však oproti mokré tvrdší záběr a je hlučnější. Tímto typem disponují i sériové motocykly Ducati, značka, která si zakládá na sportovním duchu svých strojů (nutnost použití sportovní technologie na sériové motorce, často ani ne ryze sportovní, nechám na zvážení každého jedince). Motory uložené podélně s osou motocyklu mají výhodu **vypuštění** primárního převodu. Je to např. BMW a Moto Guzzi. Toto uspořádání má vliv i na konstrukci spojky. Jelikož spojka je přímo na klikové hřídeli, přenáší krouticí moment motoru nezvýšený primárním převodem, jak tomu bylo u výše popsaného typu. Spojka je navíc suchá a velmi podobná spojce automobilní. Má pouze jednu třecí lamelu a talířovou pružinu konstrukčně jinak uspořádanou než u vícelamelové spojky s primárním převodem. Talířová pružina má oproti spirálové odlišnou reakční sílu. Čím více stlačujeme vinuté pružiny, tím větší je zpětná síla. Talířová pružina se takto chová jen do jisté míry – při určitém stisknutí dojde k úplnému zploštění pružiny a ta již má jen velmi malou zpětnou sílu. Tato skutečnost je velmi příjemná při ovládání spojky.



Ovládání spojky

Nejrozšířenější jsou dva způsoby ovládání přitlačného talíře spojky. U menších obsahů a sportovních motocyklů je zpravidla užito ovládání pomocí **lanka** a bowdenu. Pro správnou funkci spojky je nutné udržovat bowden namazaný a vůli lanka přibližně 1-2mm. Při nulové vůli dochází k (i nepatrnému) oddálení přitlačného talíře a spojka není schopna přenášet moment na který byla zkonstruována a může prokluzovat. Spálení povrchu lamel může nenávratně poškodit povrch obložení a i po správném seřízení se problém s klouzáním spojky neztratí. Druhým hojně rozšířeným ovládáním je pomocí **kapaliny**. Jedná se o podobný princip jako u hydraulické brzdy. Síla je přenášena pomocí tlaku kapaliny a jsou tím vybaveny cestovní motocykly, choppery a v dřívějších dobách bylo užití častější i u menších obsahů. Je samozřejmě na výrobu nákladnější a v současné době jsou schopny i „lankové“ spojky přenášet značné momenty. Použít lze většinou i nejnižší hydraulickou kapalinu DOT 3, ale nutno použít dle výrobce. Problémy se vyskytují nejčastěji s malým množstvím kapaliny (při úniku přes těsnění hydraulického válce), kdy nelze dobře vymáčknout spojku a motor je částečně v záběru i při plně stisknuté páčce.



Pomocné systémy

V určitých případech je nutná odlišná konstrukce spojky, vzhledem ke krouticímu momentu působícímu na spojku. U sportovních čtyřválcových a především dvouválcových motorů je

často již sériově použito systému „**anti-hopping**“. Vzhledem k úzkému rozsahu otáček vysokého výkonu, je nutné při sportovní jízdě podřadit i o více než jeden rychlostní stupeň. Toto radikální přeřazení způsobí velký brzdný účinek motoru a dojde **k zablokování kola** a tím ke smyku. K zamezení smyku a „skákání“ kola je určena speciální konstrukční část spojky. Pokud je přenášen moment z motoru na kolo je chod spojky ovlivňován pouze jezdcem pomocí páčky spojky. Při brzdění motorem je „tok“ momentu ze zadního kola na motor.



Konstrukční uspořádání se může lišit dle výrobce. Použito je např. na TL1000, ZX10R, RSV 1000 a dalších. Na některých moto je možno vyměnit spojku bez anti-hoppingu za anti-hopping kit. Principiálně se však vždy jedná o **krátké vymáčknutí** spojky vnitřním mechanismem. Např. použito nakloněné roviny po které se vysune ovládání přítlačného talíře. U ZX10R lze počtem přítlačných pružin anti-hopping mechanismu nastavit moment na který má anti-hopping reagovat. Systém je nastíněn na fotografii.



Na dragsterech je nutnost použití **lock-up** systému. Na přenášení velkého kroučícího momentu by byla každá spojka krátká (když už by to zvládala, musela by být mnohonásobně větší). Spojka je vybavena závažičky využívající odstředivé síly při rotaci spojky. Tato závaží jsou konstrukčně navržena tak, aby při určitých otáčkách „zaklínily“ přítlačný talíř a ten tak vytváří mnohem větší přítlak lamel než samotné pružiny. Při zastavování je nutné nechat otáčky klesnout pod danou hranici (současně klesá i rychlost motoru), jelikož spojka ve vyšších otáčkách není rozepnutelná a nelze podřadit. V souvislosti s tímto systémem je na místě nastínit přibližně funkci řazení na těchto motocyklech, i když řazení bylo námětem minulého vydání. Při aktivaci lock-up není možné používat spojku klasickým způsobem (nelze rozpojit a přeřadit). Při řazení na vyšší rychlostní stupně lze s trochou cviku řadit i bez rozpojení motoru využitím klesání otáček při ubrání plynu, které jsou potřebné pro vyšší rychlostní stupeň. Tímto směrem ovšem při závodu jít nelze (velké časové ztráty). Pokud ale při přeřazení na vyšší rychlostní stupeň vypneme zapalování motoru, je možné řadit i pod „plným plynem“. Odpojení je kolem 20ms. Systém řazení lze dotáhnout ještě k vyšší dokonalosti – na řadicí páku je připojena tyč ovládaná stlačeným vzduchem (cca 10bar). Vzduch do ovládacího válce řazení je pouštěn elektromagneticky ovládaným ventilem řízeným řídicí jednotkou. Při otáčkách přeřazení (signalizace kontrolkou) je stisknuto tlačítko (povel k řazení), řídicí jednotka odpojí zapalování a pustí tlakový vzduch do řadicího válce, který přeřadí jak jednoduché ... a jak účinné.

Odstředivé spojky

Tohoto druhu spojky je hojně využíváno na **skútrech**, minibikách, mopedech. Lamelová spojka, kterou jsme si popsali výše využívala tření a styk lamel byl v axiálním směru. U odstředivých spojky je též využito tření, ale styk spojovaných těles je **ve směru radiálním**. Konstrukčně se jedná o zařízení velmi podobné bubnové brzdě. Vnitřní rotor s odstředivými tělisky je umístěn na klikové hřídeli, případně na konci variátoru u skútrů. Musí tedy být zpražen s klikovou hřídelí přímo nebo přes převod. Rotor má kolem sebe bubnu, který je již spojen se poháněným kolem. U minibiku je spojen s pastorkem sekundárního převodu, u

skútru s koncovou převodovkou. Při otáčení rotoru s tělísky vzniká vlivem odstředivé síly přítlak těles na vnitřní stranu bubny. Tělíska jsou opatřena třecím materiálem, bubna je ocelový. Větší rotace=větší přítlak. Rozjezd s touto spojkou je tedy plynulý a automatický. Tělíska jsou vybavena vratnými pružinami jejichž předpětí určuje otáčky spínání spojky.



Volnoběžka

Nejedná se sice vyloženě o spojkou, kterou máme standardně na mysli ve spojení se spalovacím motorem, ale spojkou je a zde je vhodné zaplácnout místo právě popisem této části vyskytující se na převážné většině motorek vybavených elektrickým startérem. Jedná se o spojení startéru s **klikovým hřídelem** tak, aby při záběru startéru byl přenášen kroutící moment a při naskočení motoru aby startérem již nebylo točeno. Nejbližší k všeobecně známému má k náboji zadního kola bicyklu (nepočítám-li „furtšlap“). Volnoběžka je spolehlivé zařízení, využívající tření. Na svém obvodu má zpravidla ozubení tvořící převod ze startéru na klikový hřídel. Tento převod bývá dle použitého motoru a startéru přibližně od 10:1 až 25:1. Tento převod je dosažen použitím dvojnásobného převodu nebo pomocí planetové převodovky. Volnoběžka se skládá z vnitřního hladkého kola, aretačních tělísek a vnějšího kola. Vnější kolo s aretačními tělísky je schopno se točit vůči vnitřnímu kolu jen v jednom směru – tedy přenášet jen moment ze startéru na klikový hřídel. Startovací otáčky jen pro úplnost jsou kolem 150-220ot/min, čili oproti volnoběhu velmi nízké. Při větších otáčkách motoru než jsou otáčky startéru dojde k prokluzu aretačních tělísek vůči vnitřnímu kolu a v tomto stavu se nachází volnoběžka po celou dobu chodu motoru. Pokud by došlo v tomto případě ke spuštění startéru, rychlost vnějšího kola je při chodu motoru stále menší než rychlost vnitřního a nemůže dojít ke spojení ani poškození dílu.

Volnoběžka startéru

převod startéru
volně otočný
na klikové hřídeli

převod startéru
s aretačním věncem,
který je naražen
na kuželový konec
klikové hřídele



pozn. obrázek je složen ze dvou fotek,
pravá část zobrazuje celkový pohled,
levá pouze převod startéru bez kola
s aretačními tělisky.

Technika motocyklu - 12. část - zapalování



Jelikož všechny motory (až na výjimky) v motocyklech jsou zážehové, je na místě objasnit systém, bez kterého by motor nevydal ze sebe ani hlásku. Jedná se o část na samotném počátku spalovacího procesu, o velký třesk v celém pracovním cyklu. Popsány budou jednotlivé díly od svíček, zapalovacích cívek, snímačů až po samotné řídicí jednotky včetně možných úprav. Na závěr se budeme věnovat popisu startéru z elektrického hlediska.

kapitoly článku

1. [Úvod, zapalovací svíčka](#)
2. [Zapalování, snímače](#)
3. [Diagnostika, startér](#)

Úvod, zapalovací svíčka

Všeobecně

Zapalování je nezbytné pro funkci zážehového motoru a v podobě jiskry na zapalovací svíčce přináší energii podněcující vznik hoření připravené směsi. Základní požadavek je ten, aby jiskra přeskočila ve správný **okamžik** a aby jiskra měla potřebnou **energii** pro zažehnutí směsi. Okamžik zážehu je nutný pro správnou funkci motoru. V článku o zážehovém motoru byl uveden princip činnosti a ten zde jen částečně zopakují. Doba hoření směsi je nenulová, čili směs je nutno zapálit s jistým **předstihem** před horní úvratí pístu, aby maximální tlak na píst byl těsně za HÚ při pohybu pístu k dolní úvratí, čímž vykonává užitečnou práci. Při malém předstihu (pozdní zapálení) není tlak využit efektivně a značně klesá výkon motoru. Na druhou stranu předčasný zážeh (velký předstih) se projevuje detonačně – snižuje výkon a značně roste opotřebení. Moderní řídicí systémy zapalování jsou schopny detekovat detonační hoření pomocí snímače klepání (knock senzor) na principu piezoelektrického jevu. Snímač je umístěn na válci nebo hlavě válců a řídicí jednotka v případě klepání snižuje předstih o 3-5° dokud klepání neustane. Předstih je nutné regulovat na základě dvou veličin. V první řadě na otáčkách z důvodu vyšší rychlosti pístu při vyšších otáčkách. Předstih se tedy zvětšuje. Tato regulace je prováděna na motocyklech přibližně 30 let. Posledních cca 12 let se objevuje na sériových motorech regulace na základě zatížení motoru a to snímáním natočení škrtkové klapky. Při vyšším zatížení roste plnicí účinnost motoru a dochází k vyššímu kompresnímu tlaku, který ovlivňuje náchylnost k detonačnímu hoření.

Zapalovací svíčka

Nedoznala výraznějších změn od svého počátku a tak **přes 100 let** se jedná o minimálně dvě elektrody, přičemž jedna je uzemněná přes závit a druhá vedoucí středem svíčky je připojena přes vysokonapěťový kabel k zapalovací cívce. Elektrody jsou vůči sobě odizolovány

keramikou a musí snášet napětí až k hodnotám 45kV. Střední elektroda je buď slitina s velkým obsahem Ni (tání 1450°C / 6,8 μOhm.cm), platinová (tání 1770°C / 10,6 μOhm.cm) nebo iridium (tání 2454°C / 5,3 μOhm.cm). Od firmy Denso mají svíčky **platinové** průměr elektrody 1,1 mm a výdrž až 100 tis. km (v autě) a iridiové mají průměr 0,7 mm s výdrží až 150 tis km. Speciální konstrukce iridiové má průměr elektrody 0,4 mm. Izolátor musí být těsně uchycen v kovovém pouzdře aby odolával tlakům přes 6 Mpa.

Vzhledem k elektrickému výboji je neoptimálnější tvar jiskřiště dva kužely proti sobě, kde na špičkách vzniká rychle ionizace plynu a dochází snadno k výboji s nejmenším požadavkem na energii. Na druhé straně dvě kulové plochy proti sobě jsou nejnevhodnější. Něco mezi používá většina svíček a právě snaha vytvořit co nejvíc hran vede všechny výrobce k úpravě jiskřiště. Každý výrobce má jisté zlepšení a samozřejmě každý jině kvůli patentům. **NGK** udělalo drážku ve střední elektrodě - V-Power, **Denso** má upravenou vnější elektrodu – U-groove a **Splitfire** má rozřízlou střední elektrodu jak jazyk zmije. Všechny tyto úpravy vychází tak zhruba na stejné, jen Splitfire mírně (mírně víc) přemrštlo cenu u těchto svíček.



Se stárnutím svíčky je větší nárok na energii kvůli "stárnutí" materiálu a tak se vymýšlí další finty-množení míst k výboji. Dělají se dvou a tříelektrodové svíčky, které mají prodloužený interval výměny. Specialitou firmy **Brisk** je svíčka Premium s kruhovým jiskřištěm. Zde dochází k možnosti výboje na celém obvodu a jiskra je tzv. klouzavá. Pro správnou funkci svíčky musí být zaručena čistota izolátoru. V případě uhlíkových úsad nedojde k přeskoku jiskry, ale elektrickému svodu mimo jiskřiště (to se projeví jako minimální přeskokové napětí). Přeskokové napětí je napětí nutné na průraz izolace mezi elektrodami. Závisí především na **vzdálenosti elektrod** (při vyšší vzdálenosti je napětí na přeskok nutné zvýšit), dále na **složení směsi** a **tlaku** okolí (viz dále). Svíčka musí při provozu mít specifickou teplotu a to v rozsahu cca 550-800°C. Při nižších teplotách nedochází k teplotnímu čištění izolátoru, při vyšších teplotách vznikají samozápaly směsi od rozžhavené svíčky bez ohledu na jiskru. Vzrůst napětí na svíčke je do doby, dokud se „nenajde“ vhodný přeskok. Tudiž na víceelektrodových svíčkách není možné více jisker při jednom zážehu. Více jisker umožňuje pouze speciální svíčka s více navzájem odizolovanými prstenci na izolátoru, kde jiskra přeskakuje postupně z jednoho kroužku na další.



Svíčky je dle výrobce nutné měnit v intervalu **nejčastěji 24 tis km**. Pokud jsou problémy se systémem pro tvorbu směsi, vydrží svíčky mnohem kratší dobu. Ani tak jednoduchou operaci jako vymontování starých a namontování nových svíček nelze provádět bez základních zkušeností, často s nutností použít **speciální klíč**. Zvláště u vodou chlazených motorů jsou svíčky velmi hluboko v úzkém otvoru. Na starých motorech byly užity často svíčky se závitem 14 mm na klíč 21 mm, dále vývoj pokračoval s použitím závitu 12 mm na klíč 18 mm (výjimečně i na 16 mm), dnes jsou to nejčastěji závity **10 mm na klíč 16 mm**. Utěsnění svíčky je dosaženo buď kuželovou plochou na konci závitu (na moto jsem to neviděl) nebo těsnicí podložkou. A aby bylo dosaženo správného utěsnění, musí být svíčka **správně dotažena**. Vystává otázka kolik je správně. Je možné dohledat dotahovací momenty pro různé rozměry závitů, ty však počítají se suchým závitem. Výhodné však je použití **měděné pasty** na závity svíček pro lepší těsnění, snadnější demontáž a ochranu závitu. Tato pasta ovšem velmi snižuje tření, což ovlivňuje právě i hodnotu dotahovacího momentu. Při dotahování suché svíčky (nová těsnicí podložka, závit 10 mm) do suchého závitu (spoj nebyl odmaštěn, ale nebyl ani mazán) předepsaným momentem 20 Nm bylo otočeno o 180° od zašroubování rukou. Svíčka **mazaná grafitem** potřebovala už jen 15 Nm na stejné otočení což je 75% původního momentu, svíčka mazaná měděnou pastou potřebovala na stejný úhel 12 Nm (60%). Při dotahování namazaného závitu na moment, který nezohledňuje snížení tření vlivem maziva je pak možné, že i když síla v krutu je relativně malá dochází k tahové složce v ose závitu a pouzdro se přetrhne. Z toho důvodu je vhodnější dotahovat svíčky o daný úhel od dotažení prsty. Novou svíčku dotáhneme o 180°, již použitou o 90° (těsnicí podložka je již zdeformovaná).

Bohužel ani nově koupená zapalovací svíčka není stoprocentní zárukou funkčnosti. U jednoho měřeného TL 1000S se porucha svíček projevila až ve vysokých otáčkách. Správnou diagnostiku průběhu hoření na elektrodách svíček umožňuje velmi dobře **osciloskop** o němž je řeč dále.



Zapalování, snímače

Zapalovací cívka

Jedná se o **transformátor napětí**, přičemž rozlišujeme primární a sekundární vinutí. Na primár je trvale přiveden jeden pól akumulátoru (přes spínací skříňku a Engine stop- „chcípák“) a to nejčastěji plus. Druhý pól je přiváděn v podobě obdélníkového signálu z řídicí jednotky případně dříve z kladívek. Při jakékoli změně magnetického pole dochází k vlastní indukci cívky - ta se brání změnám ve formě tvorby napětí. U induktivního zapalování je před přeskokem jiskry přiváděno napětí na **primární vinutí** (6V nebo dnes spíše 12V). Dochází k sycení cívky a ta se „nabíjí“, proto se tato doba jmenuje úhel sepnutí (**doba sepnutí**) a je velmi důležitá pro „kvalitu“ jiskry. V okamžiku potřeby jiskry dojde k prudkému odpojení (zde minus pólu) a tím k zániku pole.

V primáru se vytváří napětí kolem **140 V**, které se transformuje do sekundárního vinutí až na desítky tisíc voltů. Funkčnost cívek lze nejčastěji prověřit pouhým změřením odporu primárního a sekundárního vinutí. U motorů, které nemají spárované válce (jednoválce, dvouválce do V, dvouválce řadové s přesazením čepů o 180°, tříválce), lze použít pouze jednovývodové cívky. Tato cívka je schopna dát pouze jednu jiskru a jak název napovídá má jeden vývod vysokého napětí na svíčku. U čtyřválců lze vhodně použít dvouvývodovou cívku, kdy na každý vývod připojíme spárovaný válec (1 se 4, 2 s 3). Zapalování tedy pálí každou otáčku (což není vyloučeno ani u jednovývodové cívky, na rozdíl od moderních motorů se snímačem „fáze“ motoru pomocí snímače vačkové hřídele, který využívá hlavně kvůli vstřikování). Jedna jiskra jde tedy užitečná na konci komprese, druhá jalová na konci výfuku.

Dvouvývodové zapalovací cívky



Svíčky jsou řazeny sériově, tedy neprůchodem jedné se automaticky stává i nefunkční druhá (naštěstí vždycky se najde někde svod na průchod). Užitečná jiskra má klasické parametry (popsané dále), jalová má napětí na přeskok cca 3 kV takže „kvalitu“ užitečné jiskry neovlivní. Funkčnost cívek stačí zpravidla kontrolovat měřením odporu vinutí. **Primární vinutí** má kolem 2-4 Ohmů, **sekundární** mnohonásobně vyšší. Na sekundární straně je mimo vinutí cívky vřazen sériově o odpor botky, který činí kolem 5 kOhmů (dle typu). Celkový

sekundární obvod nabývá hodnot cca 20 kOhmů pro jednovývodovou a až 35 kOhmů pro dvouvývodovou zapalovací cívku. Problém často může nastat při špatném spoji vysokonapěťového kabelu s botkou nebo cívku. U aut se velmi široce používají kabely s uhlíkovým jádrem, které jsou na motorky nevhodné. Nejlepší zkušenosti mám s **měděným jádrem** (vodiče mohou být i postříbřeny) se silikonovou izolací.

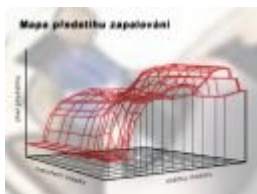
Zapalování

V dnešní době používané jsou základní dva druhy zapalování.



a) **induktivní**, kde je použito jako zdroj energie akumulátoru případně dynamu. Stejnoseměrné napětí je přivedeno na vstup zapalovací cívky, ve které se určitou dobu akumuluje energie ve formě **magnetického pole**. V okamžiku pro přeskok jiskry je napájení cívky odpojeno a při zániku mg. pole vlivem indukce vzniká na sekundární straně vinutí velmi vysoké napětí v hodnotách 3 000 – 15 000 V. Toto napětí je přivedeno na zapalovací svíčku. Při průrazu plynu kolem elektrod svíčky se stává plyn vodivým a napětí klesá na hodnotu kolem 600 V a po dobu cca 2-3 ms je zde vytvořen elektrický oblouk. Doba výboje krát napětí je určující faktor dodávky energie do spalovacího prostoru. Při kratších dobách výboje dojde sice k přeskokům jiskry, avšak ne k zapálení směsi. Ovládnutí toku proudu do zapalovací cívky měl dřív na starost **přerušovač**, jehož mechanické vlastnosti velmi rychle nestíhaly plnit složitou funkci zapalování. Kontakty při vysokých rychlostech spínání odskakují a tím dochází ke zhoršení „nabíjení“ cívky. Zároveň dochází k mechanickému poškození kontaktů vlivem elektrické eroze, kterou částečně tlumí paralelně připojený kondenzátor. Mnohem spolehlivější jsou elektronické systémy bez mechanických kontaktů. Jako snímač polohy klikové hřídele je nejčastěji užit **indukční snímač**.

b) **kapacitní (CDI – Capacitive Discharge Ignitron**, často jsou však touto zkratkou chybně značeny všechny řídicí jednotky) se liší tvorbou jiskry. Je použito spíše u motorů bez akumulátoru, případně u endur s děleným výstupem alternátoru. Na výstupní straně řídicí jednotky je použit kondenzátor, který je nabíjen na napětí kolem 300 V. Toto napětí je následně krátkodobě vybito do zapalovací cívky, kde při vzniku magnetického pole vzniká vlivem indukce sekundární napětí s vyšší hodnotou než u zapalování indukčního. Jiskra má vyšší teplotu, avšak její doba hoření je kratší. Ze silničních motorek tento systém byl použit chvilkově na GSX-R SRAD. Přenášená energie u obou systémů je podobná a není tedy nutné řešit odchylky v zapalovacím systému (cívky, vodiče, botky).



Až na výjimky nejsou originální řídicí jednotky možné změnit v nastavení předstihu. Moderní motory nastavují předstih v závislosti otáček a zatížení motoru. Vznikne tedy 3D mapa s osami „otáčky“, „zatížení“, „předstih“. Tyto mapy se mohou lišit i pro krajní válce vůči vnitřním (čtyřválec v řadě). Elektronické zapalování umožňuje nastavení i maximálních otáček motoru a to již od výrobce bez možnosti změn. Motor je tak chráněn

proti přetočení odpojením zapalování při překročení hraničních otáček. Dokud otáčky neklesnou tak je zapalování nefunkční a projevuje se to „střílením“ do výfuku. Omezovač je navržen na zatížený motor, proto není vhodné vytáčet motor bez zatížení (na neutrál), kdy vlivem setrvačnosti je motor schopen výrazně přelézt otáčky omezovače. Pokud jsou provedeny změny na motoru je vhodné změnit i nastavení předstihu. Cesta je buď koupením programovatelné řídicí jednotky za cenu cca 3500 Kč od českého výrobce, která po napojení na PC je schopna měnit svoje mapy - je náhradou původní řídicí jednotky. Další možnost je např. **Power Commander**, zařízení vkládající se mezi současnou řídicí jednotku a cívky. V softwaru nastavujeme v závislosti na již zmíněných parametrech posun předstihu oproti originálu (minus – nula – plus).

Fuel Table	0	2	5	10	20	40	60	80	100
500	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1500	0	14	13	-5	0	0	-1	0	0
2000	0	2	4	-12	-5	-4	-10	-13	-10
2500	0	3	0	-6	-2	-4	-5	7	2
3000	0	0	-1	-12	-3	0	-3	-14	-8
3500	0	-2	0	-2	-2	-3	-3	-10	0
4000	0	0	-6	-6	1	-7	-9	-7	-2
4500	0	0	-14	-17	-11	-5	2	-2	1
5000	0	0	-14	-17	-7	1	-11	-10	-11
5500	0	0	0	-11	-12	-2	1	3	-1
6000	0	0	0	-14	-12	-4	-7	-12	-9
6500	0	0	0	0	-13	-5	-5	-7	-13
7000	0	0	0	0	-11	-3	-8	-9	-9

Snímače



Pokud vezmeme zapalování od svého počátku, jednalo se v dobách přibližně do konce 70. let o zapalování s mechanickým **přerušovačem** (kladívkem). Přerušovač byl ovládán vačkou umístěnou na klikové hřídeli a v tomto spojení se jednalo o snímač polohy kliky v mechanické podobě. Bohužel vyšší otáčky (cca nad 8000 ot/min) tento systém není schopen zvládat z důvodu odskoků od vačky. Doba sepnutí kontaktů je hlavním parametrem pro sycení cívky a špatné sycení způsobuje jiskru nedostatečné energie a tím výpadky zapalování. Navíc kontakty podléhají elektrické erozi a je nutné je relativně často seřizovat (cca 6000 km). Při použití tranzistoru jako spínacího prvku v souvislosti s kladívky se sníží výrazně opotřebení a systém je schopen chodu desítky tisíc km bez problémů.



U elektronického zapalování je použit i elektronický snímač polohy vačky. Jedná se o malou cívku umístěnou v blízkosti rotoru na klikové hřídeli – **indukční** snímač. Výstupky rotoru uzavírají magnetický tok snímače a ten na základě indukce vytváří napětí specifického tvaru s hodnotami cca 1-20 V dle otáček a vzdálenosti rotoru od snímače. Toto napětí je bohužel velmi rozmanité a pro procesor nevhodné. Signál je tedy zpracován tvarovačem. Tento snímač je prakticky nejrozšířenější. Dále byly použity optické snímače nebo snímač na principu **Hallova** jevu, který je poměrně často osazen na zjištění fáze motoru pomocí snímání polohy vačkové hřídele (u vstříkovaní). Bývá i jako snímač u ABS nebo snímač rychlosti pro elektronický tachometr. Hallův snímač nevyžaduje tvarovač a jeho výstupem jsou hezké obdélníky sepnuto/vypnuto, nejčastěji 0/5 V. Jako snímač zatížení motoru se používá **potenciometr** umístěn na škrtkové klapce s lineárním signálem cca 0,8 - 4,7 V (při napájení 5 V).

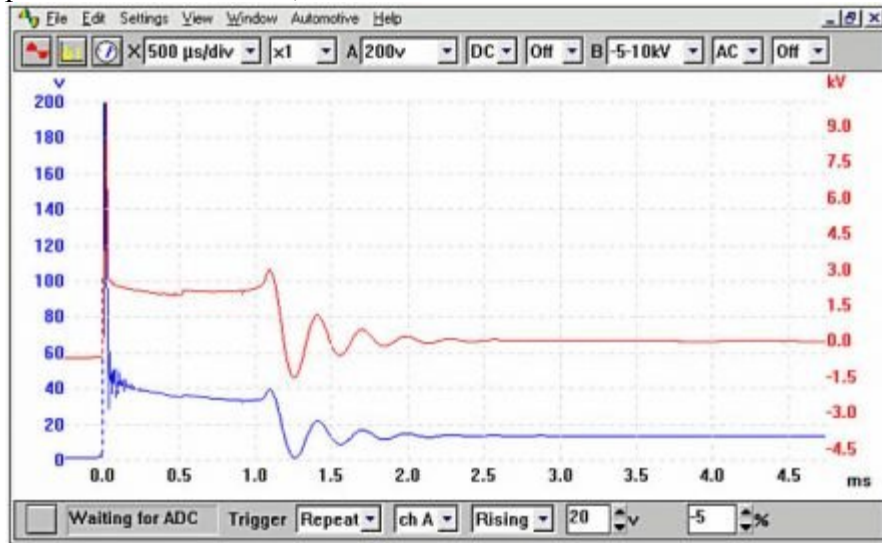


Diagnostika, startér

Diagnostika

Pomocí **osciloskopu** lze velmi přesně sledovat chování jiskry s možnými dedukcemi dějů ve spalovacím prostoru. Výboj má několik specifických fází typických pro správné hoření jiskry. Koncovým stupněm vysokého napětí je zapalovací svíčka. Na tu jsou nároky jednak mechanické a to především těsnost při extrémních podmínkách dále pak elektrické. Izolátor musí snášet napětí do několik desítek tisíc voltů. Přeskové napětí na svíčke je především závislé na tlaku v němž má k výboji dojít. Vyšší tlak tak znamená větší přeskové napětí a

závislost je přibližně lineární. Běžné přeskokové napětí je kolem 8 kV, zapalovací systém je schopen dát klidně i 20 kV. Dalším faktorem pro velikost přeskokového napětí je **složení směsi**, přičemž chudší směs je více „izolační“ a k ionizaci vzduchu a následnému průrazu dochází při vyšším napětí. Při průrazu plynu mezi elektrodami dojde k hoření oblouku (obdobně jako při svařování) a napětí klesne na hodnotu cca 600V a doba hoření je kolem 1,2ms. Velikost energie dopravená do spalovacího prostoru závisí na době hoření a elektrických parametrech výboje, čili velmi krátký výboj může být sice přeskokem jiskry avšak nezapálí stlačenou směs. Z předchozího vyplývá, že schopnost „dát jiskru“ mimo motor ještě neznamená, aby svíčka byla plně funkční v běžícím motoru z důvodu odlišných parametrů okolí jiskřiště. Z důvodu větší nedostupnosti tohoto přístroje bych toto téma ponechal do budoucna, zvláště z důvodu velkého rozsahu.

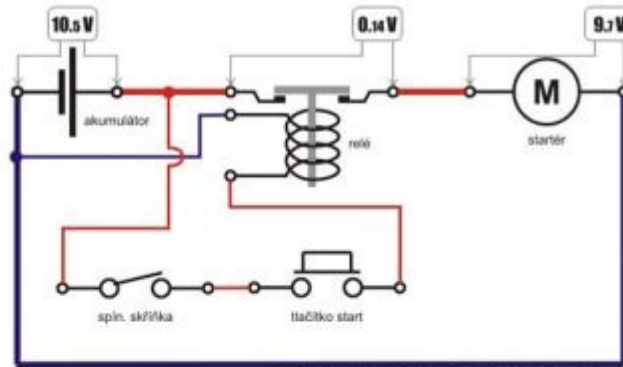


Průběh primárního napětí (modré) a sekundární napětí (červené) na zapalovací cívce
Sekundár je skoro přesným obrazem primáru násobený převodovým poměrem transformátoru.

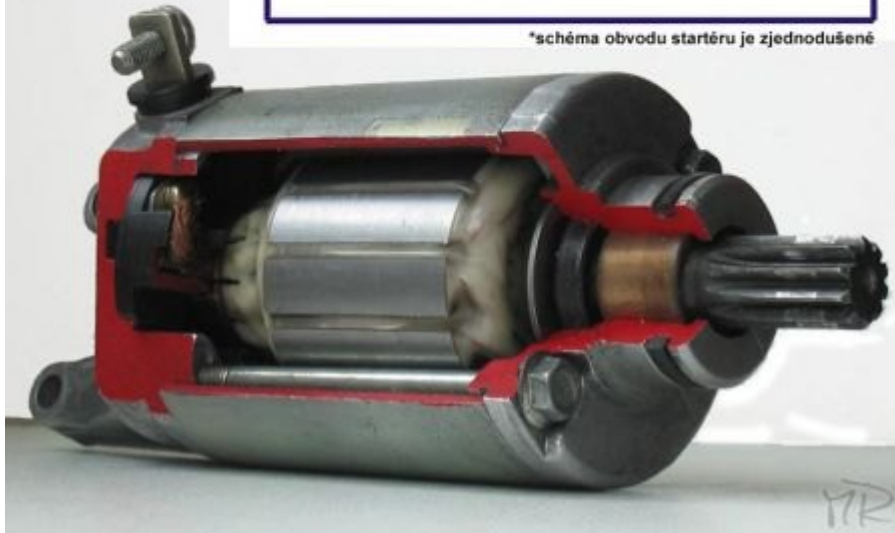
Startér

Stejnoseměrný motor s výkonem na motocyklech kolem 1 kW. Proud je pouštěn do rotoru (otočné části), kde se vytváří magnetické pole a působí v interakci s magnetickým polem statoru (obalu startéru). Statorové pole je buď vytvořeno permanentními elektromagnety, v méně častých případech elektromagnetem. Velikost proudu je závislá na zatížení startéru a tak při rozběhu motoru je odběr cca 130 A ve špičce, stále pak kolem 80 A (hodnoty pro řadový 4válec) a takovým proudem se dá běžně svařovat. Takto velký odběr je hlavním parametrem pro volbu akumulátoru. Pro přívod je nutné použít silných vodičů a masivního spínače – startovací relé. Vodiče a hlavně šroubové spoje vykazují jistý odpor pro vedení elektrického proudu. Tento i relativně malý odpor způsobuje znatelné úbytky napětí v těchto místech a možné problémy v obvodu.

Vyznačení běžných úbytků napětí



*schéma obvodu startéru je zjednodušené



V obrázku je zakreslen obvod startéru s hodnotami elektrických veličin. Napětí na spotřebičích v takovémto obvodu musí být v součtu stejné jako napětí akumulátoru. **Špatný kontakt** tedy snadno zapříčiní malé napětí na startéru (běžný úbytek do 1V) a tím podstatně nižší jeho výkon případně průchod proudy jinými vodiči než k tomu určenými, čímž vzniká velké tepelné namáhání s možností hoření. Velikost tepla závisí především na průchodu proudy. Každý si jistě vybaví elektrické „žrouty“ jako žehlička nebo trouba. Jakékoli problémy není opravdu dobré podceňovat,, i když se může jednat o banální zaoxidování kontaktů. Je také důležité si uvědomit, že reálný akumulátor není ideální a má svůj vnitřní odpor. Ten se projevuje stejně jako odpor vedení a tak bez zatížení čerstvě nabitý akumulátor může dávat napětí cca 12,8 V, kdežto při zatížení startérem napětí může z důvodu velkého vnitřního odporu klesnout např. na hodnotu **8 V**, což dělá problémy především elektronice zapalování a ta není schopna „dát“ jiskru i při zdánlivě bezproblémovém točení motoru startérem. Odběr proudy startéru je tak závislý na zatížení startéru a lze díky tomu provádět i kontrolu relativní komprese. Každý válec jdoucí do kompresního zdvihu zatěžuje postupně startér, jeho proud je závislý právě na velikosti komprese. Čtyřválcé jsou ještě snadno měřitelné, vyšší počet válců je již problém. Je to ovšem metoda porovnávací a tak se hodí právě na čtyřválcé (tříválcé).



V článku o převodech byly uvedeny mj. i převody startéru. V případě použití menšího počtu válců s větším objemem je nutné zajistit dostatečný kroutící moment startéru a tak převod bývá kolem 1:30, u čtyřválcových motorů od 1:20. Startovací otáčky jsou **160-250 ot/min**, tudíž startér při startu točí i 7000 ot/min. Průběh proudu lze měřit buď vyloženě jako proud měřením magnetické indukce kolem vodiče, v lehčím případě jako průběh úbytku napětí na akumulátoru. Měřeno v **Integrované střední škole automobilní Brno** s pomocí žáků 3. roč.

Technika motocyklu - 13. část - Výkon a kroutící moment



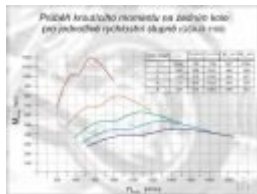
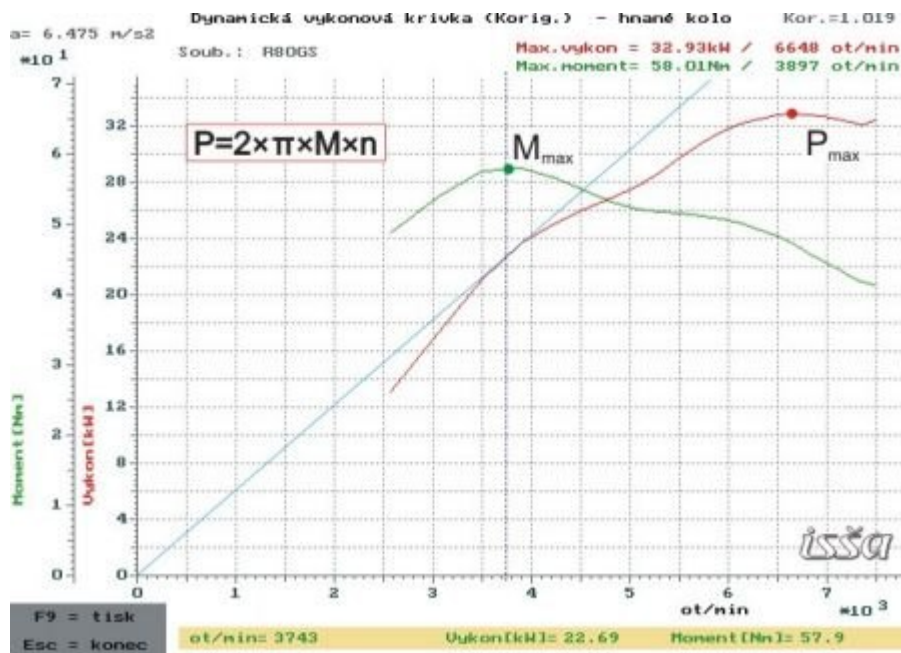
Hodnoty výkonu a kroutícího momentu jsou pro mnohé zajímavým ukazatelem schopností motoru, a tak dnes bych rád udělal jasno v těchto dvou základních veličinách, v jejich chování a vzájemných vztazích. Měření výkonu na dynamometru se stává běžnou diagnostickou metodou díky které jsme schopni odhalit spousty závad projevujících se při běhu motoru a je potřebné hlavně při úpravách motorů.

kapitoly článku

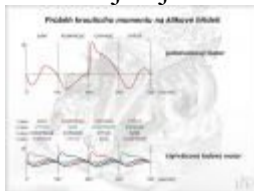
1. [Úvod](#)
2. [Zvyšování výkonu, měření](#)
3. [Grafy](#)

Úvod

Určení výkonu a kroutícího momentu je jedna z užitečných informací při úpravách spalovacích motorů. V dřívějším článku byly dány pravidla pro závislost těchto veličin. Je nutné mít na paměti vzájemnou provázanost a spojitost kroutícího momentu a výkonu, mezi kterými platí vztah $P=2\times\pi\times M\times n$, kde π je Ludolfovo číslo (3.14), M je kroutící moment a n jsou otáčky. Z čehož vyplývá, že výkon může růst i tehdy, pokud kroutící moment klesá, ale otáčky rostou. Pokud se zaměříme na výše uvedený vztah, vidíme, že např. hodnota maximálního výkonu nám o motoru neřekne téměř nic. Nutné jsou samozřejmě otáčky při kterých daný výkon je, z čehož si můžeme udělat obrázek o kroutícím momentu v tom daném místě. Jako příklad uvedu dva motory stejného výkonu – slabší „padesátka“ s výkonem 2,5 kW a stejně výkonný motor vlastně motorek závodního autíčka na dálkové ovládání o objemu 3ccm (!). Tento výkon však každý podává v naprosto jiných otáčkách, 50ccm motor při 5000ot/min a 3ccm motor při 40 000 ot/min. Maximální moment musí mít své maximum v nižších otáčkách než je maximum výkonu a platí i další pravidla. Např. pokud vedeme tečnu ke křivce výkonu z počátku souřadnic, dotkne se křivky právě v otáčkách maximálního kroutícího momentu (viz obr).



Méněválnové motory nejsou schopny vlivem setrvačných hmot takových otáček jako motory víceválnové a i když mají dostatečný kroutící moment v nízkých otáčkách, nemohou mít srovnatelné výkony právě z důvodu provozu v nižších otáčkách. Dříve již byly popsány zmiňované veličiny, ale přesto si dovoluji ujasnění. Kroutící moment vychází z klikové hřídele a je násoben pomocí převodů a přenášen na zadní kolo. Jeho část se ztratí ve formě tepla a tak na zadní kolo dojde jen cca 85%. Kroutící moment na zadním kole



tedy závisí na aktuálním převodu. Výkon (viz vzorec) udává „jak často je daný moment k dispozici“ – čili kolikrát za jednotku času máme hnací sílu. Z teorie spalovacího motoru víme, že síla na píst není konstantní a tak ani moment konstantní být nemůže a má průběh zakreslen v grafu. Průběh kroutícího momentu během jedné otáčky není ovlivněn pouze nekonstantním tlakem na píst (ten je maximální cca 3°-7° za HÚ při expanzi), ale i vzájemnou polohou ojnice-kliková hřídel čili maximální moment z tohoto hlediska bude maximální když ojnice bude vůči rameni klikové hřídele 90°. Záporné hodnoty momentu vyjadřují práci potřebnou na zrychlení pístu, na sání a výfuk. Tato práce je samozřejmě nežádoucí a lze ji pouze minimalizovat (optimální navržení výfukové soustavy, přeplňování apod.). Nyní může padnout námitka, že průběh zakreslen v grafu „Průběh kr. momentu na kl. hřídeli“ se neztotožňuje s grafem dynamometru. Grafy uváděné u motorů (z výkonové brzdy) ukazují efektivní hodnotu (průměrnou) pro každé otáčky.

Pokud pomocí převodů zvýšíme kroutící moment ze 100Nm (na motoru) na 1000Nm (na kole) musí se zákonitě snížit 10× otáčky z motoru na kolo (neuvažujeme nyní ztráty). Součin otáčky×moment zůstává tedy konstantní a tak výkon na motoru je stejný jako výkon na kole (prakticky však hrají roli ony zmiňované ztráty v převodech). Čím vyšší rychlostní stupeň tím nižší moment je „dopravován“ na zadní kolo a stoupají otáčky kola. Při malém výkonu

motoru není možné zaručit u velkých otáček kola (odpovídající vysoké rychlosti) takový kroutící moment jako u motoru výkonného a vlivem jízdnicích odporů klesá i rychlost motocyklu a je nutné přeřadit na nižší rychlostní stupeň (neumožňující takové otáčky zadního kola pro dosažení vyšší rychlosti).

Laicky řečeno: moment dává zrychlení, výkon určuje maximální rychlost (prosím nebrat zcela doslova).

Určující faktory výkonu:

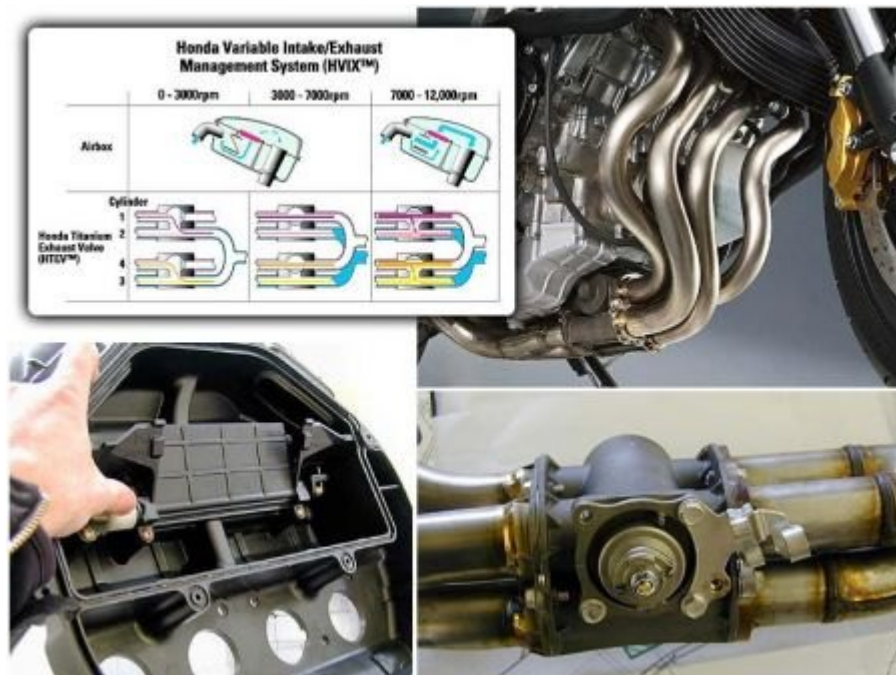
Výkon a kroutící moment jsou tedy dvě odlišné veličiny, ale jedna na druhé závislá. Pokud se podíváme na vztah výkonu spalovacího motoru $P = (V_m \times p_e \times n) / (30 \times t)$ V_m - objem motoru (L, dm³)

p_e - indikovaný tlak ve válci (MPa)

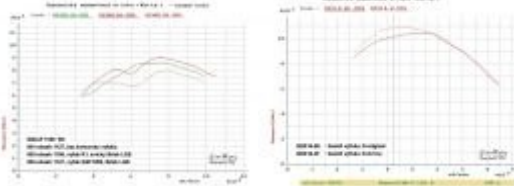
n - otáčky motoru (ot/min)

t - rozdělení dvoudobého (2) nebo čtyřdobého (4) motoru vidíme již na první pohled

2násobný výkon pro dvoudobý motor oproti motoru čtyřdobému. Realita je sice poněkud jiná, ale v silničním, motokrosovém, nebo i minibikovém sportu jezdí v jedné třídě dvoutakty se čtyřtaky dvojnásobného objemu. Dvoudobé motory jsou však velmi na ústupu a jsou v dnešní době vhodné jen v případě malých objemů (skútry, sekačky, minibike). Pokud ze vztahu odstraníme otáčky, dostaneme vzorec pro kroutící moment a ten závisí pouze na objemu motoru a efektivním tlaku. Objem máme konstantní, jediné co značně ovlivňuje chování motoru je právě tlak na píst (a tím síla na klikovou hřídel). Tlak je dán kvalitou hoření a především kvalitou připravené směsi. Velkou nevýhodou zážehového motoru (oproti vznětovému) je řízení výkonu škrcením směsi (šoupátko, klapka). Do spalovacího prostoru se tak dostává při nízké zátěži pouze zlomek objemu motoru a je naprosto nevyužito dvou (nebo tří) sacích ventilů. Motor pak není schopen dodávat takový kroutící moment, jaký je schopen dát při plně otevřené klapce. I měření na dynamometru je prováděno při plně otevřené klapce při standardní zkoušce – vnější rychlostní charakteristika. V článku o ventilech byla zmínka o účinnosti plnění. Motor má maximální kroutící moment v otáčkách svého nejlepšího plnění. Je zřejmé, že tlak na píst bude tím větší, čím větší bude hmotnost směsi. I když je zvykem udávat objem motoru, tak s ohledem na problematiku kroutícího momentu motoru je vhodnější bavit se o hmotnosti nasáté směsi. Důvod je ten, že velikost expanze je přímo úměrná počtu uhlovodíkových a kyslíkových molekul (samozřejmě při dodržení požadovaného směšovacího poměru). Počet je dán právě hmotností, jelikož objem je v tomto případě dosti relativní pojem. Poměrně snadnou záležitostí vyskytující se cca posledních 10let na sportovních motocyklech je náporové sání. Jedná se o vstup vzduchu do airboxu ze přední části motorky a využívající dynamiky vzduchu k plnění motoru. Katalogy výrobců udávají ohromující údaje, realita je však trochu horší. Ne každý motocykl má vstup do airboxu z míst s dostatečným přetlakem. Další způsoby plnění motoru jsou pomocí kompresorů a turbodmychadel. Zajímavých výsledků se dá dosáhnout i použitím oxidu dusného (nitro). Sladění sacího i výfukového systému je touha každého konstruktéra, a u každého výrobce najdeme u sportovních motocyklů určitá vylepšení. Systémy ovládané elektronikou na základě údajů z patřičných senzorů. Klapky na straně sání (Suzuki-SRAD, Honda-HVIX) nebo na straně výfuku (Suzuki-SET, Yamaha-EXUP, Honda-HVIX, Kawasaki). Pomocí těchto systémů lze rozšířit pásmo použitelnosti motoru. Každé otáčky vyvolávají specifické pulsace jak na sací tak na výfukové straně motoru. Tyto pulsace vůči navrženému sacímu nebo výfukovému potrubí mohou být pozitivní a motoru pomáhat, nebo negativní a tím škodit. Snahou je v závislosti na otáčkách přizpůsobovat sací a výfukový trakt požadavkům motoru.



Na grafech z dynamometru jsou vidět zásadní vlivy změny tlumiče výfuku.



Zvyšování výkonu, měření



Základními způsoby pro patřičný výkon je volba zdvihového objemu, který však ne zrovna lehce jako uživatelé jsme schopni měnit. Dalším parametrem jsou otáčky motoru, které však již od výroby jsou dovoleny do takových hodnot, kde další posun omezovače by k ničemu nevedl – maximální otáčky motoru jsou až za otáčkami maximálního výkonu. Vhodnou cestou je základní úprava sacího i výfukového potrubí. Je ale na místě si uvědomit, že sám výrobce má mnohem více zkušeností a motorka v originál stavu je zkonstruována nejen na maximální výkonové parametry, ale značnou roli hrají emise, spotřeba, hluk, životnost atd. Např. výfukové koncovky moderních motorů jsou velmi vhodně navrženy a výměna za „laděák“ nepřináší kýžené ovoce. Přepřehování je velmi výhodná úprava, ať se jedná o kompresor nebo turbodmychadlo. Podstata je ve zvýšení hmotnosti nasáté směsi. Plnicí tlak (do cca 200kPa) je vyšší než tlak atmosférický a motor koná práci již při sacím zdvihu, při kterém je směs vtlačována do válce. Kompresor (nejčastěji Rootsův) je poháněn od klikové hřídele a nevyžaduje další regulaci, protože spotřeba vzduchu je úměrná otáčkám motoru. Sériově je tímto vybaven např. skútr **Peugeot Jet Force Compressor**. Částečnou nevýhodou tohoto řešení je odebrání výkonu motoru, a tak při nevhodné konstrukci může

kompressor více výkonu spotřebovat než pomůže přidat. Tuto nevýhodu nemá turbodmychadlo. Jedná se o turbínu poháněnou výfukovými plyny s otáčkami kolem 130 000 ot/min, která pohání dmychadlo plnicí motor. Využíváme tak energii, která by využita nebyla. Zde je nutná regulace tlaku, která se provádí dvěma způsoby a to buď obtokem výfukových plynů mimo turbínu nebo modernější způsob naklápěním lopatek turbíny, čímž se mění její účinnost a ve výsledky i její otáčky. Všeobecně přepřehování je mnohem lépe aplikovatelné na motory se vstřikováním. U karburátorových je nutné tlakovat i plovákové komory a je větší problém s dotěsněním. U přepřehování je vhodné použití mezichladiče (více známý pod anglickým názvem „intercooler“). Jedná se o chladič vzhledově stejný jako např. vodní chladič ve kterém se zde chladí vzduch. Při kompresi vzduchu v dmychadle dochází k ohřívání což vede k poklesu hustoty vzduchu a ve výsledku bychom dostali skoro stejné množství kyslíku do válce jako bez použití přepřehování. Na dragsterech běžně používanou úpravou je použití nitro oxidu. Jedná se o oxid dusný, známý z lékařství jako „rajský plyn“. Tento plyn má oproti vzduchu jednu velkou výhodu – má více jak dvojnásobné množství kyslíku a ten je nutný pro hoření. Dále při expanzi odebírá směsi velké množství tepla (pokles teploty až o 20°C) čímž roste hustota a větší množství se tak dostane do motoru. Pokud bychom tedy motor neplnili vzduchem, ale směsí N₂O+benzín dostaneme dvojnásobný výkon. V praxi je motor se standardní tvorbou směsi (karburátor, vstřikování) doplněn systémem NOS (vžila se zkratka jedné firmy) a je tedy doplňkový.



Motor jede standardním způsobem a v případě potřeby je zaktivováno nitro. Do sacího potrubí je zašroubován směšovač-fogger, který je otevírán elektromagneticky a vpouští do motoru směs paliva a oxidu dusného. Vzájemný poměr je nastaven tryskami. Při spuštění NOSu je stále aktivní i základní systém palivo-vzduch. Nárůst momentu je dost výrazný a tak není možné spustit plnou dávku od začátku na 100%. O to se stará řídicí jednotka, která nárůst zvyšuje postupně. Základní systém bez postupného nástupu dává nárůst výkonu cca 20%, vícestupňová regulace umožní nárůst o cca 40%. Použití nitro oxidu vyžaduje mimo zkušeného jezdce i plně otevřenou škrtkovací klapku nebo plně vysunuté šoupátko, otáčky minimálně 2500 ot/min, vyšší oktanové číslo paliva, snížení předstihu zážehu, studenější zapalovací svíčky.

Měření

Nejrozšířenějším způsobem měření výkonu je pomocí dynamometru. Přesnější měření je na samotném motoru, kde odpadají ztráty v převodech. Na druhou stranu zde není z pravidla dosaženo takového uspořádání dílů jako na motocyklu, což výsledek zkresluje (sání, zahřátí dílů). Rychlejší a pohodlnější způsob je na **válcovém dynamometru**, kdy se výkon měří na hnaném kole vozidla (u motorky je to naštěstí jen jedno). Tento způsob nabízí dvě metody měření založené na odlišných principech. Častěji využívaná je metoda dynamická, méně často používaná metoda statická. Dynamické měření vychází ze vztahu $P=I \times \varphi$, tedy výkon je roven momentu setrvačnosti krát úhlovému zrychlení. Zařízení se sestává z ocelového válce, který má svůj přesně změřený moment setrvačnosti-klade odpor jakémukoliv zrychlení (roztáčení, brždění). Moment setrvačnosti však má celá měřená soustava, kterou nejsme již schopni přesně změřit, a tak se zadává ze zkušeností (vysvětleno dále). Tuto hodnotu si musíme hlídat, protože ji zadává obsluha dynamometru a na její hodnotě silně závisí výsledek měření. Avšak málokdo si pořídí zařízení řádově ve stovkách tisíc aby pak úmyslně měřil s chybou. Při měření roztáčíme z počátečních otáček do koncových a přístroj zaznamenává pomocí snímače polohy zrychlení válce. Moment je automaticky dopočítán z již uvedeného vztahu. Aby mohl počítač vykreslit graf závislosti výkonu a momentu na otáčkách motoru je nutné zadat převodový poměr. Ten je možné spočítat, ale primár a převodovka není zrovna vždy v číselných hodnotách a tak se zpravidla měří. Motor se roztočí na měřený rychlostní stupeň a sejmou se v jeden okamžik otáčky motoru a otáčky bubnu, jejímž poměrem je právě poměr převodový. Měření se provádí na 3. nebo 4. rychlostní stupeň. Vysoké rychlostní stupně mají problém s maximální rychlostí, která by tak byla překročena, protože zařízení je stavěno do rychlostní válce 220km/h. Na nízké rychlostní stupně je přenášen na kolo velký moment a hrozí prokluzu kola na válci a tím k nesmyslným výsledkům. Druhou metodou je metoda **statická**, která nezávisí na momentu setrvačnosti. Princip je v měření síly na určitém rameni (momentu) při brždění válce. Brždění je nejčastěji prováděno elektromotorem (vířivé proudy) přičemž motor je držen v konstantních (měřených) otáčkách. Metoda je přesnější a dochází k lepšímu prohřevu motoru. Nevýhodou je nezobrazení celého průběhu P a M, ale pouze hodnoty v daných bodech. Porovnáním hodnot statické a dynamické metody lze zjistit správnost zadání momentu setrvačnosti při dynamickém měření. Existuje ještě kombinovaná metoda, kdy měříme dynamicky, ovšem s přidržováním válce. Tím dochází k lepšímu prohřátí motoru a přesnějším výsledkům

Dalším způsobem zjišťování údajů z dynamometru je např. měření ztrát v převodech, do čehož se promítají např. i ztráty aerodynamické od kola, ztráty odvalováním kola po válci. Způsob měření spočívá v roztočení do vysokých otáček a vymáčknutí spojky. Válec tak zpomaluje s odlišným zrychlením než kdyby přidavných ztrát nebylo. Běžné hodnoty jsou kolem 15%, přičemž měřit lze pouze po spojku, dále máme ještě primární převod a spojku. Tento údaj je důležitý pro přepočítání veličin na motor tak jak jsme zvyklí. Měření ale provádíme na zadním kole a doporučuji se držet těchto hodnot a pokud si někde necháte motocykl měřit tak si veškeré údaje zapište a chtějte hlavně údaje na zadním kole, protože ty jsou změřené. Údaje na motoru jsou jen dopočtené a ztráty se zpravidla neměří, a je jen na obsluhu kolik zadá. Dáte u 150 koňové motorky o 5% vyšší ztráty a hned máte na motoru o 7,5 koně „více“.

Další částí odvislou od obsluhy je zadávání aktuálních podmínek měření. Spalovací motor podává jiných výkonů při různé teplotě okolí (jiná hustota vzduchu), při jiné vlhkosti a různém tlaku. Aby se měření dalo aspoň trochu porovnávat dochází po zadání aktuálních meteorologických údajů k výpočtu korekce měření a úpravám výsledku.

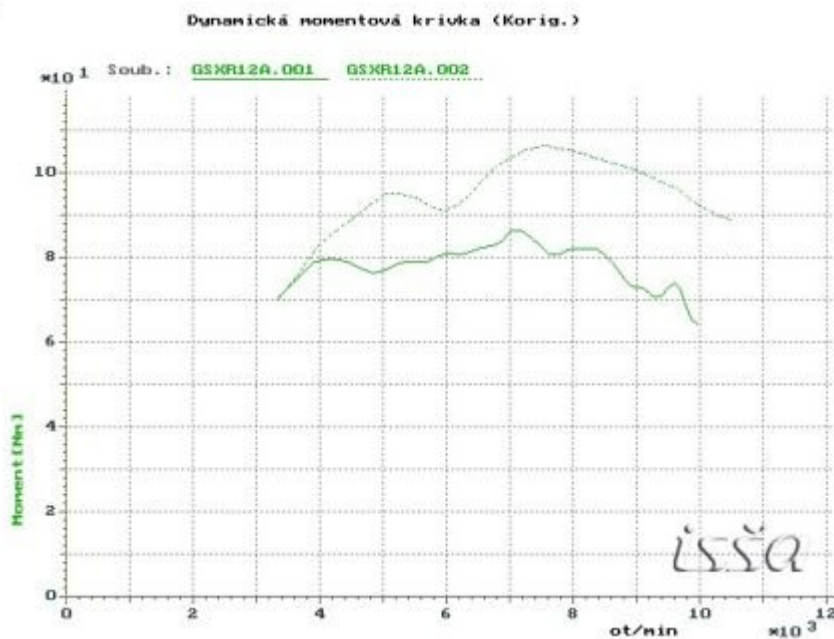
Z průběhu kroutícího momentu lze např. zjistit i prokluz kola či spojky, špatná dodávka

paliva, přibližně bohatost směsi (motor je jinak závislý na ohřátí při bohaté a jinak při chudé směsi), vynechávající zapalování, ovšem většinu věcí jsme schopni zjišťovat mnohem přesněji širokopásmovou lambda-sondou nebo osciloskopem (objasním někdy příště). Na závěr měření bych rád předeslal, že měření na dynamometru má smysl nejvíce v případě porovnávání nebo řešení výrazného problému, který se projevuje pouze za jízdy (malý výkon, výpadky apod.). Samotné měření za účelem získání grafu pro chlubení v hospodě nemá smysl.

Grafy

Vybral jsem pár grafů z dynamometru na ukázkou možných závad projevujících se silně na výstupním kroutícím momentu motoru potažmo na výkonu nebo grafy na kterých je vidět způsob měření. Cílem není porovnávat samotné hodnoty jednotlivých grafů, protože jak již je uvedeno v článku, měření je prováděno převážně porovnáváním na jednom stroji a srovnávat více motorek lze jen orientačně. Každá motorka se mírně liší ztrátami v převodech a tak grafy jsou vyjeté s parametry na zadním kole, kde je vždy měření prováděno a tato hodnota by měla majitele zajímat trochu více než moment přímo na motoru. Na zadním kole jsou hodnoty ovšem nižší a tak jsou lidé, co vyžadují "to měření s vyššími hodnotami" - tedy na motoru. 1) Průběh kroutícího momentu na motoru při špatném průběhu hoření vlivem nečistot v plovákové komoře. Motor škupe a nejde snadno do otáček, ale v nízkých otáčkách je chod motoru v pořádku, protože nečistoty nejsou vibracemi zvítěny a neucpávají hlavní trysku. Při čistých plovákových komorách je v průběhu ztelný jeden propad kvůli použití rezonančního tlumiče, který není zcela sladěn se sací stranou. Měřeno na GSX-R 1156 rok '89

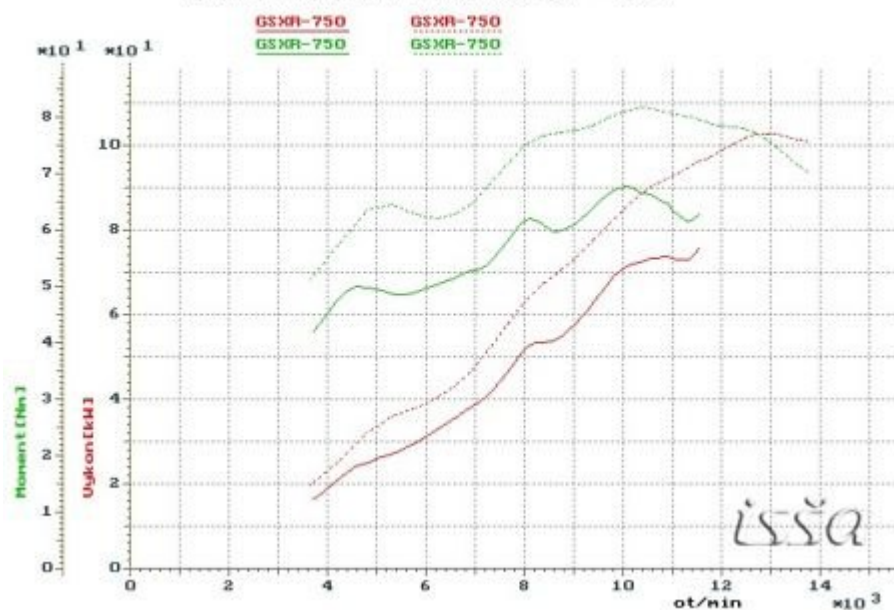
01



2) Průběh momentu a výkonu na klikové hřídeli při správném chodu motoru (čárkovaný průběh) a při ucpání 4. vstřikovače na motoru GSX-R 750 rok '01. Společně s osciloskopem lze dojít rychle k cíli bez zbytečného vyměňování za nové (drahé) díly.

02

Dynamická výkonová křivka (Korig.) - motor
 Dynamická momentová křivka (Korig.) - motor



3) Měření ztrát v převodech mezi spojkou a hnaným kolem, které dosahují zde cca 9% na GSX-R 1000 rok '01. Horní čárkovaná křivka je dopočet ztrát z měřené plné křivky a deceleračního měření ztrát. Nutno je ještě přičíst ztráty v primáru – cca 2%.

03



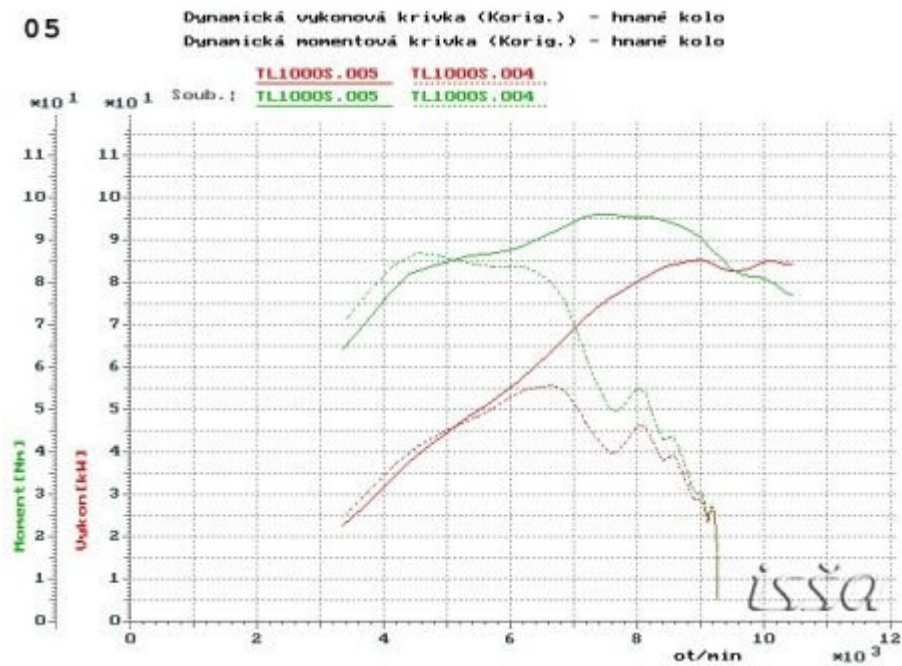
4) Špatný chod motoru při nevhodně nastavené bohatosti směsi (chudé) hlavní tryskou. Výpadky zapalování způsobovaly nedokonalé hoření a vysoký obsah uhlovodíků ve výfukovém potrubí. Červená čárkovaná křivka značí výsledek s nevhodnější tryskou. Motor RF 900.

04



5) Měření na TL 1000S s původně špatným spojením mezi snímačem polohy škrťací klapky a řídicí jednotkou. Dále pak měření při plně funkčních elektronice.

05

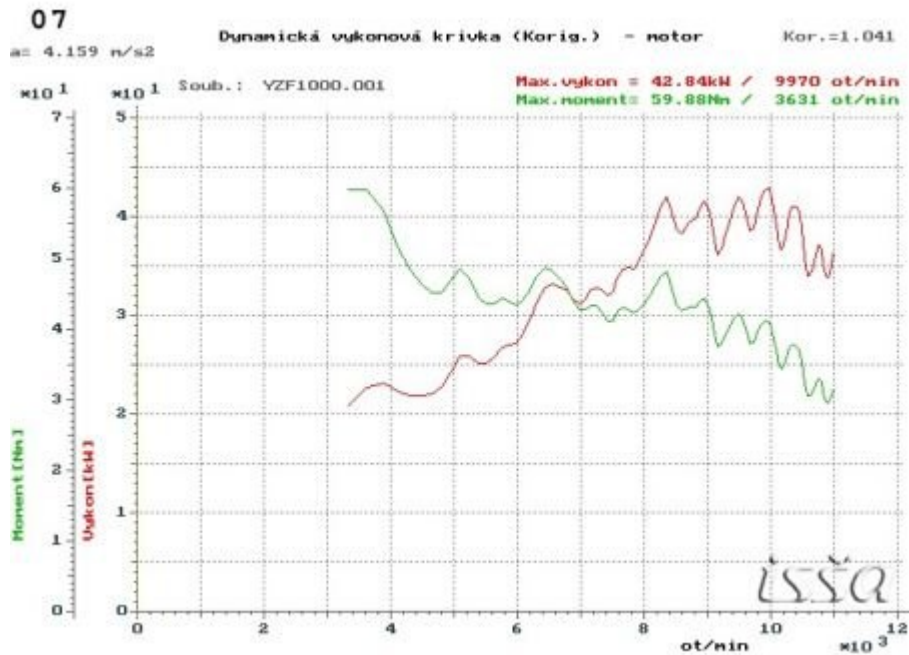


6) Důkaz toho, že průběh výkonu nemusí být pevně stanoven pouze samotným uspořádáním motoru. Zde ve srovnání RSV 1000 (dvouválec do V) s GSX-R 1100 (řadový čtyřválec).

06

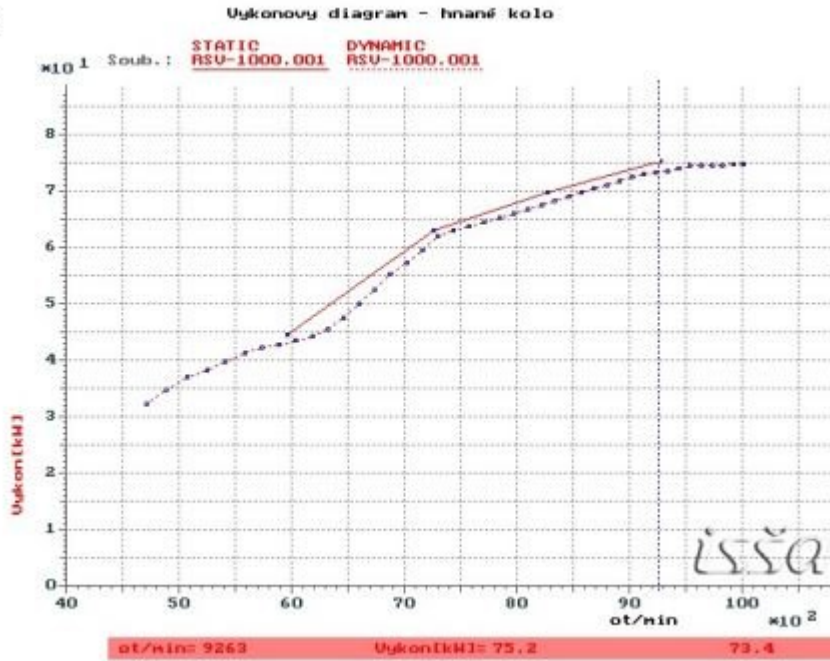


7) Ne vždy je majitel uvědomen s tím, že jeho motorka se nechová zrovna nejlíp. Průběh připomíná spíš pohoří Alp než výstupní charakteristiky motoru. Měření ukazuje špatnou funkci spalování a tím vliv na výstupní parametry motoru ThunderAce čerstvého majitele. Majitel motorku vrátil, takže konkrétní problém mi bude na vždy utajen.



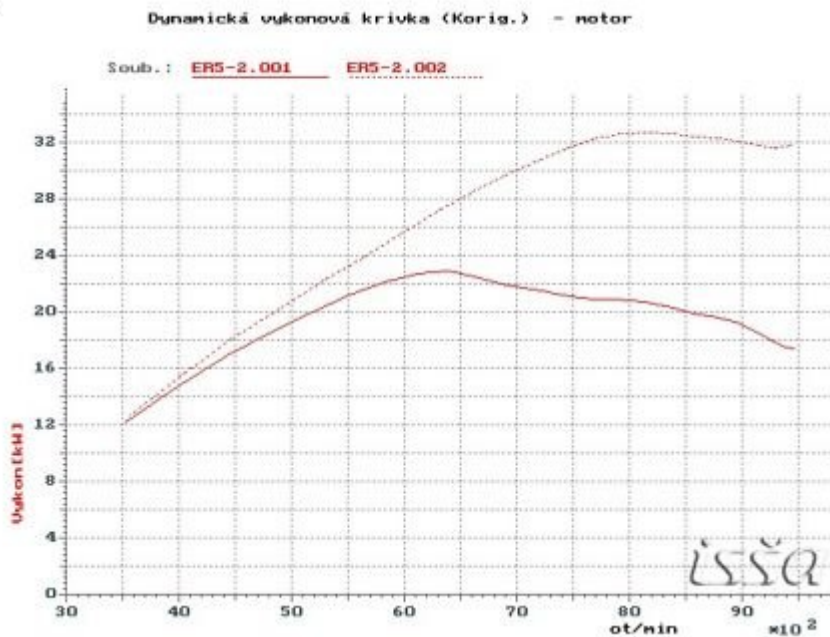
8) Porovnání statické a dynamické metody. V článku je popsán princip měření těchto metod a je vidět že při dynamickém měření nebyl správně zvolen moment setrvačnosti, protože body statického měření neleží na bodech měření dynamického. Odchylka je ale pouze 2,5% což je vůči ostatním chybám měření relativně v normě.

08



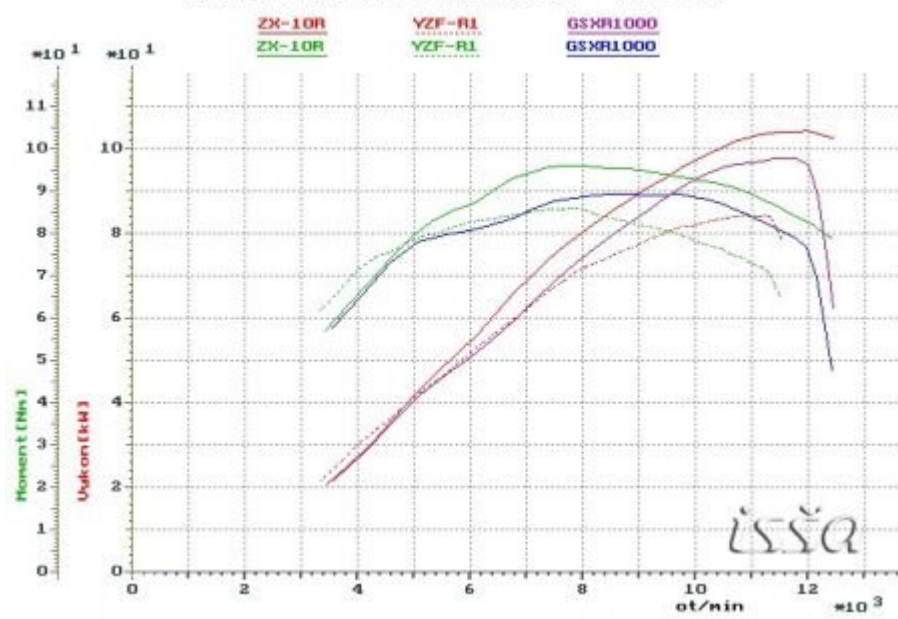
9) Rychlé odškrcení motocyklu ER-5 bez dalších úprav bohatosti směsi, které by stály mnohem více času (a tím i financí). Výsledky byly pro majitele zcela dostačující.

09



10) Chvilí jsem váhal uvést poslední graf, kde je srovnání třech litrových supersportů u kterých si ani nejsem jist v ročnících. GSXR 1000 '01 má kroutící moment v nízkých otáčkách velmi podobný ZX10R '06, přičemž Yamaha s vyspělejší technologií výfukové přívěry je na tom v nízkých otáčkách poněkud lépe.

Dynamická výkonová křivka (Korig.) - hnané kolo
Dynamická momentová křivka (Korig.) - hnané kolo



Technika motocyklu - 14. část - elektro



Motocykly jsou čím dál více závislé na elektrické energii. Nastíním zde ve dvou příspěvcích základy elektrotechniky, popis elektrické sítě, generátorů, spotřebičů a snímačů na motocyklech. Pochopením principů může být snadnější detekce závad a následné řešení svépomocí či ve složitějších případech přenecháním servisu.

kapitoly článku

1. [Úvod](#)
2. [Pokračování](#)

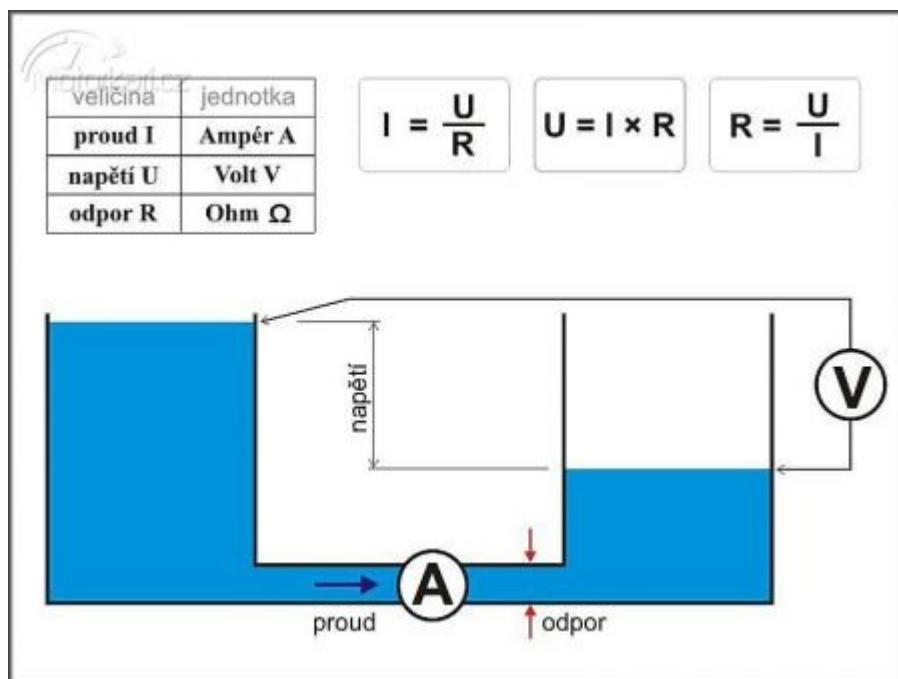
Úvod

Na úvod je „bohužel“ nutná, pro některého až moc abstraktní, teorie týkající se základních elektrických veličin a jejich chování. Lidem s elektro vzděláním se předem omlouvám za některé analogie, bez kterých by však pochopení bylo složitější. Elektrické pochody jsou pro běžného člověka docela neprobádanou oblastí a tak mnoho lidí o elektrice ví převážně jen že „kope“. Předchozí technické příspěvky byly zaměřeny na čistě mechanické záležitosti nepodléhající složitějším představám.

Základní pojmy

Pokusy v 18. století se [žabími stehýnkami](#) a spousty dalších zákonitostí fyziků jako Alessandro **Volta**, George **Ohm**, André Marie **Ampér** a další dali základ moderní elektrotechnice a již v počátcích bylo definováno několik zákonitostí. Cílem článku není návrh zesilovače či obdobného technického zařízení, ale pochopení vcelku základních vlastností elektrického proudu. Jako model si vezmeme dvě spojené nádoby (viz obr), ve kterých je odlišná výška hladin. Ta symbolizuje **napětí** mezi levou a pravou nádobou (elektricky též „rozdíl potenciálů“). Ta vyšší je z elektrického hlediska označována jako kladná. Pokud nádoby budou spojeny bude snaha hladin se vyrovnat a tudíž kapalina musí **proudit** z vyšší do nižší. Tento tok symbolizuje **elektrický proud** a průřez potrubí **elektrický odpor**. Při užším potrubí (větší odpor) bude menší proud. Čili čím menší odpor bude spotřebič (žárovka, klakson, startér) mít, tím větší proud jím poteče a tím rychleji se budou hladiny vyrovnávat – akumulátor se vybíjí.

Pro upřesnění označení: proud I je v Ampérech, napětí U ve Voltech, odpor R v Ohmech, výkon P ve Watech a vzájemné vztahy $I=U/R$, $R=U/I$ a $U=I \times R$ jsou označovány jako **Ohmův zákon**.

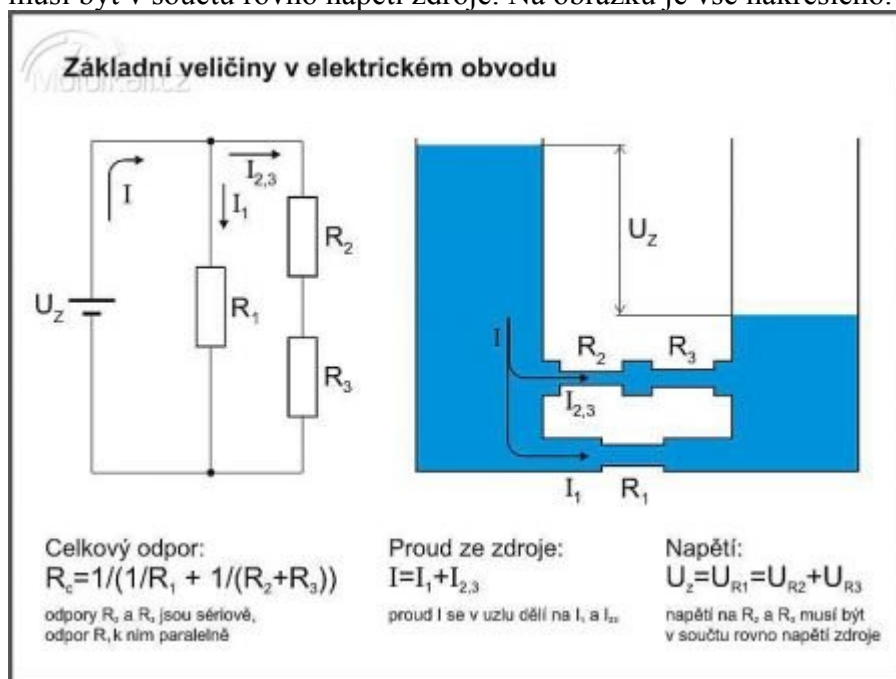


Elektrický odpor tak má každá součást elektrického obvodu a můžeme ji chápat jako překážku elektrickému proudu. Pokud však je v obvodu součástí více tak je nutné se na obvod dívat jako celek. Všechna zapojení lze převést na skupinu dvou základních spojení a to odpory za sebou – **sériové**, nebo vedle sebe-**paralelní**. U sériového spojení je výsledný odpor součtem dílčích odporů, u paralelního je výsledný dán jako převrácená hodnota součtu převrácených hodnot. Chápu, že to zní snad až nesrozumitelně, ale stačí si pamatovat, že při paralelním spojení odporů je výsledný odpor vždy menší než nejmenší odpor dílčí. To samozřejmě odpovídá i naší vodní analogii. Při propojení nádob více trubkami bude celková překážka (odpor) toku vody menší.

Chování elektrického odporu

Elektrický odpor má nejen spotřebič, ale i vodiče, konektory a dokonce i samotný zdroj (označováno jako vnitřní odpor zdroje). Hodnoty odporu spojovacích dílů jsou standardně tak nízké, že je můžeme **zanedbat**. Potíž ovšem přichází, pokud na spojích vznikne vlivem oxidace **nevodivý** povlak - nejčastěji oxid mědi. Následně tento spoj se chová jako vysokoohmický odpor a narušuje chod celého obvodu. Nejčastějším případem jsou poruchy ve startovacím obvodu. Startér má příkon kolem 1kW a tomu odpovídá i proud tekoucí startérem, který se pohybuje kolem 90 A. Proud je výrazně závislý na zátěži startéru a uvedená hodnota je zde hodnotou průměrnou. Pro ucelení výkladu je na místě objasnit elektrický příkon. Každý spotřebič je „žrout“ elektrické energie a po připojení na dané napětí jím teče proud odpovídající jeho odporu. Platí vztah $P=U \times I$ čili výkon (příkon) je součinem napětí a proudu. Příkonem rozumíme energii do stroje (spotřebiče) jdoucí, výkonem energii z něj vystupující. Např. 60 W žárovka odebírá proud 5 A při napětí 12 V. Čili její příkon (spotřeba) je oněch 60 W. Výkon (v rámci viditelného spektra) žárovky je vzhledem k její malé účinnosti dost nízký a to necelých 6 W. Edison tedy nevymyslel schopný zdroj světla, ale spíš tepla. Běžná literatura označuje jako vynálezce právě Thomase Alvu Edisona, ovšem počátky zhavení zuhelnatělého bambusového dřeva jsou již 100 let před Edisonem. (Celou situaci zamotává český génius Cimrman po němž byl vynález pojmenován jako „járovka“, ve

Francii zkomoleno na „žárovka“). Zpět k našemu startéru. Když dáme do obvodu startéru velký přechodový odpor (vzniklý např. oxidací či špatným dotažením spoje) vznikne velký úbytek napětí na přechodovém odporu a o to menší napětí bude na svorkách startéru. Akumulátor bude schopný dávat při zátěži např. 10 V, ale startér obdrží pouze 6 V a 4 V se nám ztratí na odporech (hodnoty jsou zvoleny namátkově). Další elektrotechnickou připomínkou je zmínka o **Kirchhoffových** zákonech. Pojednávají o větvení proudů a úbytcích napětí. Čili součet proudů vtékajících do uzlu je roven nule. Logicky to lze pochopit např. z rozvětřující se řeky. Jeden silný přítok musí dát toliko vody co se pak rozdělí do menších proudů. Stejně i naopak pokud se proudy říček budou slévat v jednu velkou řeku. Pokud bychom tedy stáli v místě soutoku budeme brát přitékající vodu jako kladnou, odtékající jako zápornou. Ve výsledném součtu musí vyjít zmiňovaná nula. Druhý zákon hovoří o napětí v sériovém obvodu. Součet napětí je opět roven nule, čili napětí na jednotlivých spotřebičích musí být v součtu rovno napětí zdroje. Na obrázku je vše nakresleno.



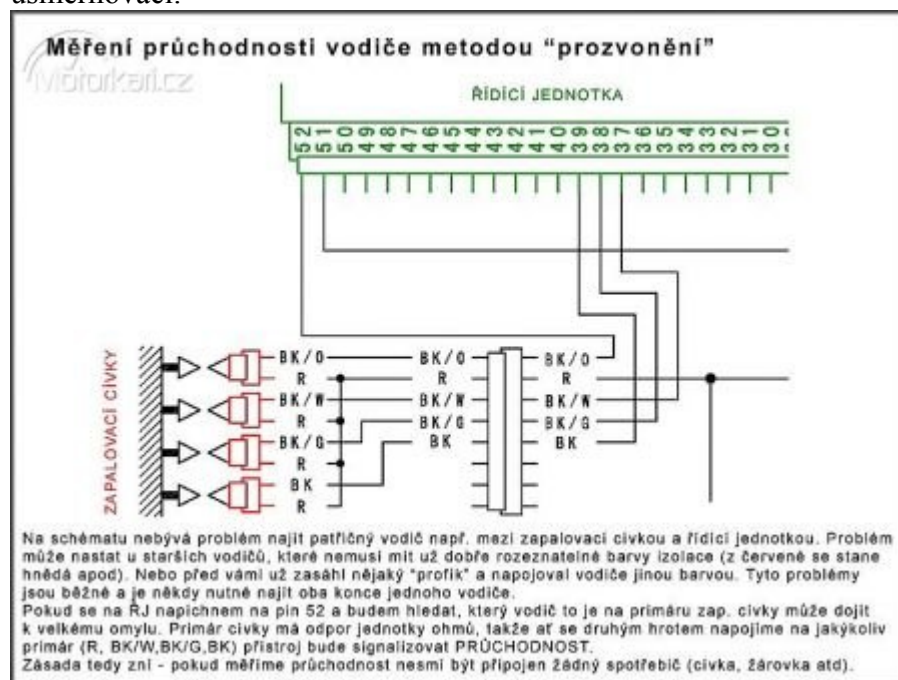
Měření



Pro pochopení výše uvedeného je potřeba si zkusit i jednoduché měření. K tomu postačí i levný digitální multimetr ke kterému je ovšem říct pár skutečností. Některá měření jsou „blbuvzdorná“ a nejde nic pokazit, ovšem měřením proudu už se nějaké škody napáchat dají. **1) měření napětí** - napětí se měří na zdroji či na spotřebiči paralelně. Minusové hodnoty přístroj ukazuje při obrácené polaritě měřících hrotů. Na motorce se jedná nejčastěji o napětí stejnosměrné a je tedy nutné mít rozsah měření nastaven na DC (direct current). Měření kolem alternátoru vyžaduje měření napětí střídavého. V tomto případě měří přístroj hodnotu efektivního napětí, čili napětí, které by vykonalo stejnou práci jako napětí stejnosměrné. Pokud se jedná o sinusový průběh (v našem případě ano) tak efektivní napětí je

70% napětí špičkového (maximálního). Stejně tak v elektrické síti je udáváno napětí efektivní, čili našich známých 230 V (dříve 220 V), kdežto maximum zde naměříme cca 320 V. Pokud měříme střídavé napětí (AC) s nastavením na měření napětí stejnosměrné (DC) ukáže nám přístroj u symetrického napětí hodnotu 0 V. Kdo nevěří ať si vyzkouší krásný sinusový a symetrický signál v rozvodné síti-hlavně tam nestrkat prsty! Voltmetr musí vykazovat vnitřní odpor maximální (ideálně nekonečno), aby jím netekl žádný proud a tím nezkrusoval měřenou veličinu.

2) měření proudu – pokud si proud představujeme jako proud řeky je nutné tento proud měřit tak, že všechny tok bude procházet přístrojem. Ampérmetr tedy vkládáme do obvodu sériově a aby neovlivňoval měření je nutné, aby vnitřní odpor ampérmetru byl co nejmenší (ideál 0 Ohmů).. Většina proudových rozsahů má pojistku. Opět rozlišuje rozsah pro měření stejnosměrného a střídavého proudu. Měření proudu v praxi není tak hojně využívané jako měření napětí, ale samozřejmě hraje důležitou roli např. při určování odběru jednotlivých dílů soustavy. **3) měření odporu** – měření elektrického odporu je ve velké části zjednodušeno jen na měření průchodnosti čili rozlišení dvou stavů SPOJENO – ROZPOJENO. Na digitálním multimetru je tato funkce vybavena i akustickým signálem, který pípá v případě nízkého odporu. Samozřejmě, že však u hodně měření vyžadujeme zjištění skutečného elektrického odporu dané součásti či části obvodu. Měření diod se budeme zabývat v souvislosti s usměrňovači.

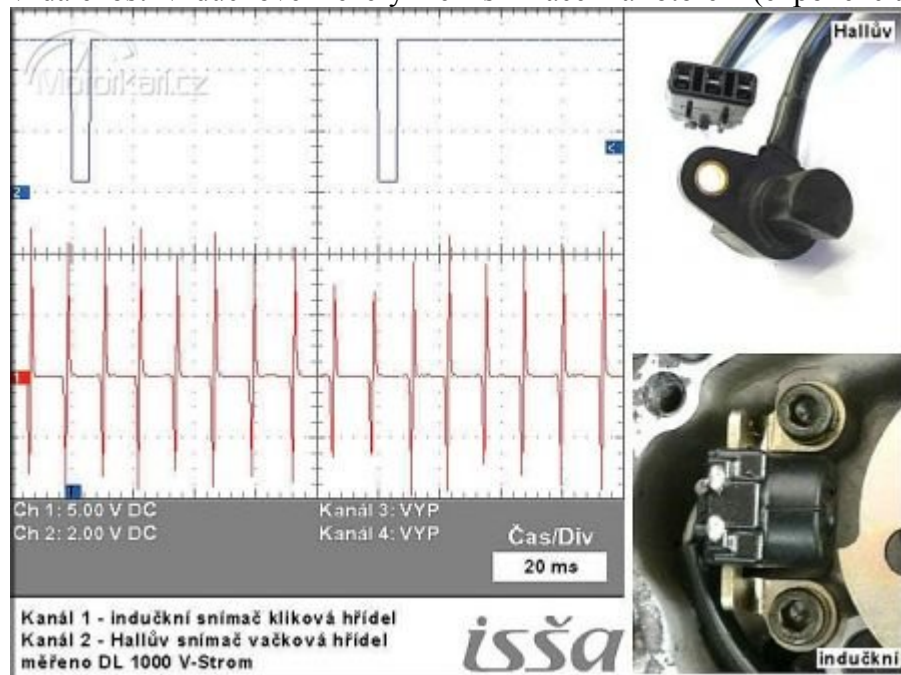


Je nutné mít na paměti Ohmovy zákony, nebo aspoň jejich chování. Díky ujasnění si zákonitostí můžeme pak měřit odpor i oklikou. Např. při přechodovém odporu nejsme schopni kvalitně změřit hodnotu přechodového odporu. Např. špatně ukostřený vodič akumulátoru může mít ve spoji odpor 0,03 Ohmů. Při startování, kdy teče obvodem skoro 100 A se nám na tomto odporu ztrácí napětí 3 V !! ($U=I \times R=100 \times 0,03=3V$). Takovou hodnotu odporu nám však běžný ohmmetr není schopen změřit. Ovšem ani takový proud nejsme schopni změřit standardním multimetrem. Používá se bezkontaktní metody a to měřením magnetického pole. Tím se dostáváme do poslední fáze tohoto článku.

Magnetické pole

Při průchodu proudu vodičem vzniká kolem něj magnetické pole. Na základě se to demonstruje umístěním vodiče blízko střílky kompasu, která se vychýlí při průchodu proudu vodičem. Na tomto základě jsme tedy schopni postavit elektrický motor. Ať na střídavý proud nebo náš dobře známý startér čili stejnosměrný motor. Ten je konstrukčně složitější, ale na motorku je vhodný. Musí totiž obsahovat zařízení, které bude inteligentně přehazovat magnetické pole rotoru tak, aby pořád bylo vůči poli statoru nejpříznivější (největší síla). Zajišťuje to komutátor a jeho uspořádáním se teď zabývat nebudeme. Tento jev ovšem vzniká i obráceně a to tak, že pokud se vodič nachází v magnetickém poli indukuje se v něm napětí. Tímto přecházíme ke generátorům, čili tvůrcům elektrické energie z energie mechanické. Jednotlivé díly probereme podrobněji příště.

Indukční snímač: je založen na snímání magnetického pole a použití je velmi často jako snímač polohy klikové hřídele. Jedná se o cívku navinutou na magnetickém jádře s neuzavřeným magnetickým obvodem. Tento magnetický obvod je uzavírán výstupkem na rotoru kliky čímž se ve snímači prudce indukuje napětí a to prvně kladné, při odchodu výstupku napětí záporné. Velikost napětí záleží na několika faktorech. Především na rychlosti změny (lineárně, přímo úměrně), na velikosti magnetického pole (přímo úměrně) a na vzdálenosti vzduchové mezery mezi snímačem a rotorem (exponenciálně, nepřímo úměrně).



Hallův snímač: vyskytuje se také jako snímač polohy a v mnohém je lepší než snímač indukční. Jeho výstup je obdélníkový signál nejčastěji pracující na úrovních 0 a 5 V a není potřeba tvarovač signálu. Tento snímač je nutné napájet (nejčastěji 12 V) a také měří magnetické pole. Vlastně změnu pole. Používá se jako snímač polohy vačkové hřídele, snímač ABS, snímač rychlosti. Pokud je polovodičová destička napájena a kolmo na přívodních místech měříme napětí, vznikne právě Hallovo napětí při položení destičky do magnetického pole. Princip je snadné najít na internetu a pro praktické použití to zde nemá velkého smyslu. Na obrázku je vidět tvar signálu a pohled na snímač. Magnetické pole nám však dokáže i škodit. Pokud vede vodič snímače v blízkosti jiného vodiče indukuje se napětí,

kteří může negativně ovlivnit řídicí jednotku. Silnou anténou jsou například vysokonapěťové kabely ke svíčkám. Stačí kolem VN vodiče omotat jednu smyčku drátu a lze amatérsky měřit tvar zapalovacího napětí. Takové parazitní napětí bude s přirůstající elektronikou čím dál více ku škodě. Jednou z možných ochran je stínění vodičů, kdy kolem signálního vodiče je vodivý obal a ten ukostřen. Abychom mohli zpracovávat **neelektrické** veličiny pomocí řídicí jednotky je nutné je na elektrické převést. Dva snímače již zmíněny byly, ale s těmi bychom u dnešních motocyklů sotva vystačili. Na motocyklech s vodním chlazením a při použití ventilátoru (všude kromě závodních motorů) je nutné použít **spínač ventilátoru**. Jedná se o bimetalový prvek umístěn v chladiči, který zpravidla má jeden konec spínače ukostřen a druhý je při dosažení dané teploty připojen na kostru, čímž se sepne obvod ventilátoru. Vlastností spínače je i hystereze což znamená, že spínací teplota je o několik stupňů vyšší (cca 5°C) než teplota rozpínací. Opodstatnění to má v tom, aby při malém kolísání teploty nedocházelo k neustálému spínání a rozpínání ventilátoru. **Snímačem teploty** jsou vybaveny motory, které řidiči ukazují teplotu provozní kapaliny (není pravidlem, že tímto disponují všechny vodou chlazené motory). Snímač obsahuje polovodičový prvek (nejčastěji typu N), který výrazně mění svůj odpor v závislosti na teplotě a to nepřímo úměrně (z toho vyplývá označení NTC-negative temperature coefficient).



Z důvodu změny předstihu v závislosti na zatížení motoru jsou možné dvě

měření. U aut se měřil tlak v sacím potrubí, u motorek kolem roku 1995 se začalo používat **snímače polohy škrtkové klapky**. Jedná se jednoduchý, lineární, otočný potenciometr (stejný jako v rádiu), který je připevněn na konci hřídele škrtkové klapky. Napájení potenciometru je 5V z řídicí jednotky a výstup tedy mezi cca 0,2-4,8 V. Pro správnou funkci je potřeba zjištění průběhu závislosti na natočení na což se více hodí osciloskop jak multimetr. Pokud se ale nejedná o „elektronický plyn“ jak je tomu např. u nové R6 (a u aut) nevznikají zatím vážné problémy při nepatrných odchylkách v nastavení potenciometru.

U vstřikování je zpravidla nutné dělat korekce vstřiku v závislosti na atmosférickém tlaku, dále pak nastavovat na základě hlavních parametrů přičemž jeden z nich je tlak v sacím potrubí. Je tedy nutné použít **snímač tlaku**. Pokud se jedná o měření tlaku v sacím potrubí je označován jako MAP senzor (případně IAP senzor, záleží jak který výrobce).

Tlak je docela zajímavá veličina a bohužel ne každý si uvědomuje jeho chování, principy a zákonitosti. Abychom mohli měřit jakýkoliv tlak, potřebujeme mít na druhé straně přístroje tlak referenční (čili porovnávací). Když třeba měříme tlak v pneu a máme na přístroji 2,2 baru jedná se ve skutečnosti o přetlak vůči atmosféře právě těch 2,2 baru, ale absolutní tlak je zde 3,2 baru vůči absolutní nule (1 bar je přibližně 1atm). Ve snímači je tedy na jedné straně absolutní nula (případně přesně daný tlak) a na straně druhé náš měřený tlak. Odděleno pružnou membránou s křemíkovým nánosem. Při deformaci dochází ke změně odporu křemíkového povlaku.



U motorů se vstřikováním je použito čerpadla s provozním tlakem cca 5

barů umístěné v palivové nádrži. Z bezpečnostních důvodů je nutné zastavit jeho chod v případě havárie motocyklů a tak jsou tyto motocykly vybaveny náklonovým čidlem.

Konstrukce je odlišná podle výrobce. V základě se však jedná o těleso naklápějící se vůči svému obalu kdy při pádu dojde k aktivaci čidla. U Suzuki je to například jednoduché

propojení kontaktů, jsou však i čidla na bázi Hallova jevu, optické atd. Snímač funguje až při samotném pádu a náklon motocyklu v zatáčce čidlo aktivovat nemůže. Jsou tu totiž odstředivé síly držící kyvadlo snímače ve středové poloze. **Jelikož je téma "elektro" obsáhlé, budeme se mu věnovat ještě v dalším díle naší rubriky.**

Technika motocyklu - 15. část - elektro



Od původního pouhého zajištění jiskry jsme se v současnosti dostali k elektronickým řídicím systémům zapalování a tvorby směsi, osvětlení, vyhříváním rukojetím a mnoha dalším věcem zvyšujících jízdní komfort a užité vlastnosti motocyklu. Vše ovšem vyžaduje stálou dodávku elektrického proudu a tak je na místě na počátku prolézání elektrické sítě motocyklu začít přímo u zdroje.

Rozdělit zdroje elektrické energie na motocyklu lze v zásadě na dvě skupiny a to na akumulátory a generátory. Pokud bychom se na to podívali z jiného pohledu jedná se „transformátory“ energie. V případě akumulátoru se mění energie v elektrickou vlivem chemické reakce, v případě generátoru se mění energie mechanická na elektrickou. Hned na úvod je nutné si uvědomit, že nic není zadarmo a pokud zatížím generátor odběrem (např. rozsvícím světlo) tuto energii pobírá generátor z motoru a tím ho „brzdí“. Na druhou stranu je nutno podotknout, že úspora paliva touto cestou rozhodně nevede a nestojí ani za úvahu např. nesvítit, jelikož 60W žárovkou čerpáme z motoru energii kolem 80W (účinnost alternátoru je cca 75-85%) což je vůči několika desítkám tisíc wattů samotného motoru zanedbatelné.

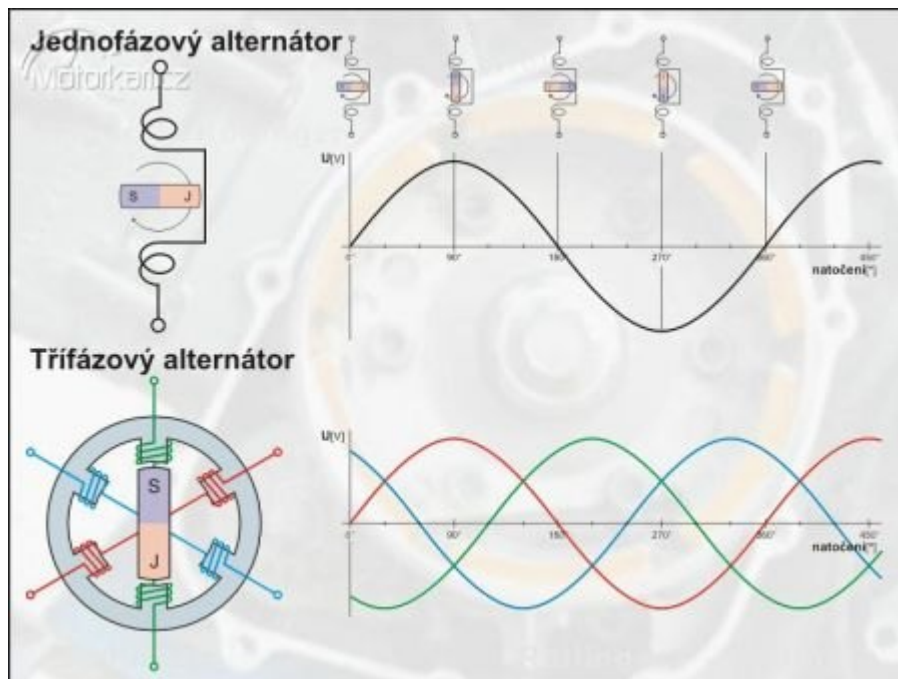
Akumulátor

Byl popsán v jednom z [dřívějších článků](#) na který bych navázal a doplnil krátkým textem z hlediska měření. V podstatě velkou chybou je měření akumulátoru na prázdko pokud nás nezajímá pouhé nabití, ale celkové schopnosti akumulátoru (kapacita). Měření naprázdno je tehdy, když měříme napětí přímo na svorkách akumulátoru bez odebírání jakéhokoliv proudu. Takto se i špatný akumulátor po nabití jeví jako zdravý, jelikož si umí udržet napětí 12,5V což se nijak neliší od zdravého nabitého akumulátoru. Každý zdroj má vnitřní odpor a ten i v případě akumulátoru je známkou jeho stavu a schopností. Vnitřní (interní) odpor je neoddelitelně „umístěn“ v akumulátoru a stárnutím se zvětšuje a zapojen je sériově se zdrojem. Jak bylo uvedeno [v minulém článku](#), při sériovém spojení odporů je součet napětí na jednotlivých odporech roven napětí zdroje a napětí se rozdělí v poměru odporů. Přeloženo do češtiny, čím větší bude vnitřní odpor, tím menší napětí na svorkách akumulátoru budeme mít při odebírání proudu. O stavu akumulátoru může podat informaci zátěžové měření. Jedná se např. o spirálu s relativně nízkým odporem, která se připojí na svorky akumulátoru. Přitom se měří napětí na svorkách, které je menší o napětí ztracené na vnitřním odporu. V praxi to znamená, že pokud akumulátor nabijeme a naprázdno dává 12,5V může jeho napětí při startu (startér je největší zátěží na motocyklu a může být vhodnou náhradou zátěžové spirály při měření) klesnout např. na 7V. Relé startéru je však navrženo tak, že při nízkém napětí nedokáže zůstat sepnuto a tak v případě slabého akumulátoru slyšíme cvakání od aku – spínání a rozpojování startovacího relé. Minimum napětí pro zdravý akumulátor při startu je cca 10V. Při měření na zapalování DENSO bylo zjištěno, že nejnižší napětí pro funkci řídicí jednotky je 10V.



Generátor

V případě spalovacích motorů (všeobecně) se jedná o točivý stroj vyrábějící na základě magnetické indukce elektrickou energii z mechanické. Generátor se skládá z obalu, stojící části – **statoru**, dále pak z rotující části - **rotoru**. Pokud je vodič umístěn v magnetickém poli indukuje se v něm napětí jehož velikost závisí především na 1) délce vodiče umístěném v mg. poli, 2) intenzitě magnetického pole a 3) na rychlosti změny mg. pole. Velká délka vodiče je tvořena navíjením vodiče v cívku. Síla magnetu je, jak uvidíme dále, konstantní nebo proměnná. Rychlost změny je dána otáčkami rotoru. Do doby, než byla zdárně vyřešena technologie a tím i dostupnost polovodičů, byly motory osazeny generátory vyrábějícími stejnosměrné napětí – nazývány **dynamo**. Je to napětí, které může měnit svou velikost, ale ne svou polaritu. Čili na jedné svorce budeme mít neustále plusový, na druhé minusový pól. Dynamo má pracovní vinutí (vinutí, které vytváří proud) v rotoru, stator funguje jako magnet. Statorový magnet je nutné z důvodu regulace mít proměnný čili elektromagnet (regulace je popsána dále). Proud z rotoru se odebírá uhlíkovými kartáči z konce rotoru nazývaném **komutátor**. Komutátor je zkonstruován tak, aby k jednomu uhlíku docházel konec vinutí vždy s vyšším potenciálem než k uhlíku druhému. Jednoduše řečeno, na jednom plus, na druhém mínus. Komutátor známe z rotoru startéru.



V 60. letech minulého století bylo dynamo s účinností 45-70% nahrazeno efektivnějším alternátorem. Jak název sám napovídá, jedná se o generátor, jehož výstupní napětí je alternující čili střídavé. Na jedné svorce vůči druhé naměříme během otáčení rotoru jak kladný, tak v druhé půlotáčce záporný pól. Základní alternátor je jednofázový, kdy stroj obsahuje pouze jedno vinutí (viz obr). Tento druh se používá např. u některých závodních strojů, kde je minimální odběr elektrické energie (pouze zapalování). Výstupní napětí má sinusový průběh s periodou jedné otáčky. Mnohem častější je použití se třemi fázemi, vzájemně pootočenými o 120° ($120^\circ \times 3 = 360^\circ$). Alternátor se mj. liší od dynama i v místě odběru proudu. Zde tedy odebíráme proud ze satoru a nepřenášíme tak velký proud přes rizikové uhlíky. Současné alternátory používané na motocyklech mají 300-400W.



Používány jsou dva druhy alternátorů přičemž první představený najdeme na motocyklech výjimečně i když v automobilech výhradně. Jedná se o **třífázový alternátor** s buzeným rotorem. Od konstrukce se i silně odvíjí následný druh regulace. Tento alternátor je umístěn vně motoru jako samostatný díl a můžeme jej najít např. na modelech Suzuki GSX-R (do roku 1995) a GSF (do roku 2006), Kawasaki GPX 750, Honda Goldwing, Triumph Tiger, BMW atd. Pohon od klikové hřídele je buď ozubenými koly nebo řemenem a to v poměru okolo 0,9.



Druhým, v dnešní době nejčastějším druhem, je **alternátor s rotorem z permanentního magnetu**. Rotor má v sobě zalito 15 popř. 18 magnetových pólů a je uložen přímo na klikové hřídeli takže převod je 1:1 a jeho tvar je válec bez jedné podstavy v jehož vnitřní části je uloženo satorové vinutí. Sator je pak často umístěn ve víku klikové hřídele. Ve výjimečných případech (např. R1) najdeme sator umístěn na motoru a rotor je pak uložen

dotou stranou směrem do motoru (opačně než v ostatních případech). V případě použití 3 fází je možné je spojit dvěma způsoby. Buď do hvězdy nebo do trojúhelníka. Každé zapojení má trochu odlišné vlastnosti, ale pro běžného uživatele či mechanika nemá významného smyslu řešit tyto odlišnosti. Dalo by se říci, že do trojúhelníka najdeme spojení u systémů s permanentním magnetem, do hvězdy u systémů s buzeným rotorem. Nemusí to však být pravidlem.

Měření na alternátorech jsou velmi jednoduchá. Konce fází vůči sobě musí vykazovat odpor pouze pár metrů namotaného vodiče čili kolem 0,4 Ohmu (levný multimetr takto nízké odpory neukazuje přesně a stačí aby to „píplo“). Fáze vůči kostře musí vykazovat nekonečný odpor (odizolováno). Další možné měření je možné po odpojení výstupu alternátoru do usměrňovače. Na straně alternátoru při běžícím motoru naměříme střídavé napětí dle otáček motoru a to od cca 20V až po 100V, klidně i 160V (při vytočeném motoru). Toto je však měřeno bez zátěže a stačí měřit hodnotu na volnoběh. Některé manuály uvádí např. 65V při 5000ot/min. Nutné měřit na střídavé napětí čili AC. Při měření napětí na DC ukáže přístroj 0V, protože průměrná hodnota symetrického signálu je právě rovna nule. Při vysokých otáčkách motoru dbejte bezpečnosti a nedržte svorky v ruce.

Usměrňovač

V případě použití alternátoru je vytvářen střídavý proud, který můžeme použít např. pro kapacitní zapalování nebo pro žárovky. Tedy např. pro krosky a endura bez blinkrů a akumulátoru není potřeba střídavé napětí měnit na stejnosměrné. Ve všech ostatních případech však ano. K usměrnění je použito diod, tedy polovodičových součástek mající tu zvláštnost, že jsou propustné pouze v jednom směru. Zapojíme-li diodu do obvodu se střídavým napětím jak je nakresleno výše, na spotřebiči bude jedna polarita napětí oříznuta a už i takto pulsujícím napětím by se dal v určitých případech nabíjet akumulátor. Dvoucestným usměrněním třech fází alternátoru je výstupem mírně zvlněné napětí velmi se podobající napětí stejnosměrnému. Na usměrnění třífázového napětí se používá 6 diod. U alternátoru s buzenou kotvou jsou diody jako jeden prvek, regulátor je díl další. U alternátoru s rotorem z permanentního magnetu se používá usměrňovač s regulátorem v jednom boxu. Zapojení samotného usměrňovače je v obrázku, z čehož i vyplývá proměření diod.

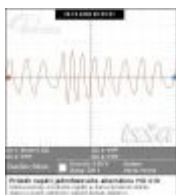
Regulátor

Velikost indukovaného napětí závisí na otáčkách rotoru tedy na otáčkách motoru. Je nutné, aby již při volnoběžných otáčkách fungovalo dobíjení a aby potřebnou elektrickou energii mohl motocykl brát z alternátoru a ne z akumulátoru. V otáčkách kolem 1000 ot/min musí být usměrněné napětí aspoň **13,4V**. Maximální napětí by mělo být pod hranicí **14,2V**. Nárůst napětí v závislosti na otáčkách je lineární s přímou úměrou. Při vysokých otáčkách by alternátor produkoval vysoké napětí, které by ohrozilo spotřebiče motocyklu (žárovky, elektroniku atd). Výše bylo uvedeno, že velikost indukovaného napětí též závisí na intenzitě magnetického pole. Na základě tohoto můžeme regulovat alternátory s **buzenou kotvou**. Regulace pobíhá tak, že v nízkých otáčkách je vytvořen z rotoru silný magnet a s rostoucími otáčkami síla magnetu klesá. Sílu magnetu určuje regulační člen velikostí budícího proudu. Regulátor je často umístěn přímo na tělese alternátoru, v případě poruchy lze zaměnit z jiného vozidla a to především z aut, kde se tento typ alternátorů hojně používá. (omlouvám se fyzikům za pojem „síla“ magnetu místo intenzita mg. pole)

U alternátorů s rotorem z **permanentního magnetu** je nutná naprosto odlišná regulace. Zde nemůžeme měnit sílu magnetu a tak přebytečné napětí se pouští zpět na kostru - zkratový regulátor. Jsou zde větší ztráty, ale samotný alternátor je jednodušší. Vlivem ztrátového tepla je nutné aby tyto regulátory měly chladicí žebra a byly vystaveny proud vzduchu, případně byly i dobře vodivě chytuty na rám motorky. Jde však jen o potřebu tepelné vodivosti, nikoli elektrické (souvislost mezi tepelnou a elektrickou vodivostí je velmi úzká). Konektor třífázového usměrňovače/regulátoru má zpravidla 5 vodičů a to 3×fáze (žlutá nebo bílá barva, je jedno jak tyto stejné dráty prohodíme), dále plusový (přímo na akumulátor, většinou červená barva) a minusový výstup (přímo na kostru, často černá barva popř. černá s bílým pruhem). Tento typ regulátoru se dá nahradit i aftermarketovým. Funkční a spolehlivé jsou i české výrobky.



Postřehy z praxe



Bohužel větší problém s alternátory jsou u novějších typu „permanetní magnet“. Často dochází ke přepálení vinutí (naměřen nekonečný odpor mezi fázemi), případně k porušení izolace což ohmickým měřením zjistit snadno nelze. I regulátory těchto alternátorů se často poškodí a nelze je opravit (jsou zality v boxu). Regulátory alternátorů s buzenou kotvou časem posunují regulační hodnoty a je v tomto případě zkontrolovat prvně stav kontaktů (zaoxidované kontakty v těchto případech napáchají hodně škody). U endur (např. HQ, starší XT atd.) má zapalování samostatný okruh a používá střídavé neusměrněné a neregulované napětí. Alternátor dále obsahuje další fáze usměrňované a regulované. Chyba nastane buď poruchou zapalovacího vinutí nebo poruchou přímo řídicí jednotky. Minimální napětí by se mělo pohybovat od 50V AC a výš (do cca 350V).

Technika motocyklu - 16. část - Diagnostika – elektro

Text: [Mirek Rollinger](#) | Foto: [Mirek Rollinger](#) | Datum: 15.06.2007 | Zobrazeno: 15064 x



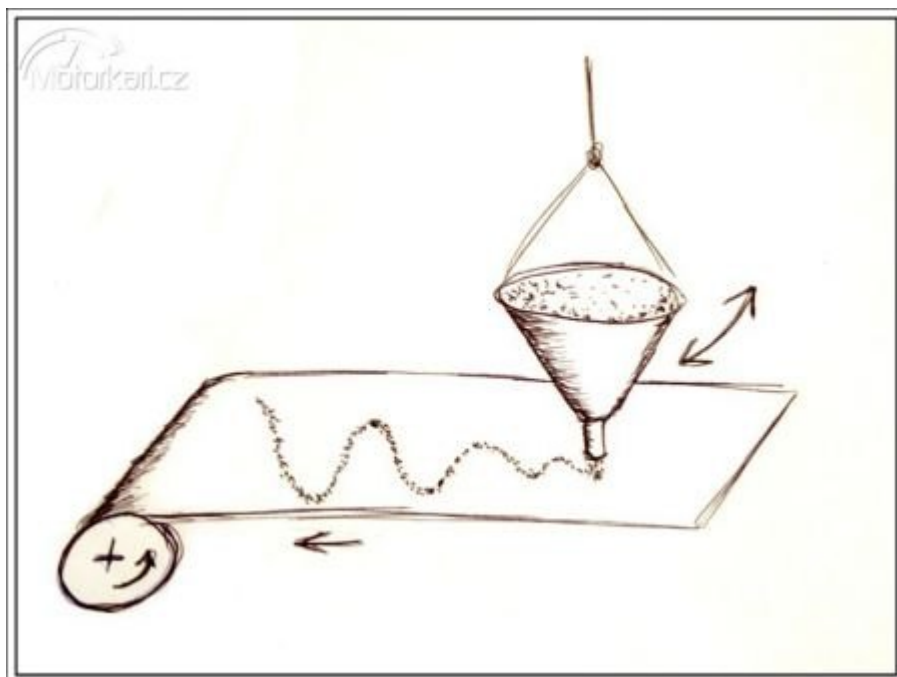
Přestože diagnostikou se běžně v opravárenství rozumí určování jakékoliv závady, následující řádky budou věnovány pouze jisté části tohoto širokého oboru. Zaměřím se na diagnostiku řídicích jednotek, elektrického zařízení a složení směsi. V článku [o karburátorech](#) byl popsán vliv netěsností jistých částí motoru na průběh tlaku v sacím potrubí a zařízení schopné tlak zobrazit. Tlakové vlny v sacím potrubí mají i konstruktérské využití, a to jako ukazatel fáze válce. U vstřikování byly popsány druhy vstřikování a v počátcích motocyklového sekvenčního vstřikování byl ukazatelem fáze snímač vačkové hřídele (u mnohých motorů je tomu tak doteď). Dokud řídicí jednotka (dále ŘJ) nedostala impuls, probíhalo vstřikování kontinuální. Některé současné motory (ER6, CB600F atd.) se synchronizují podle tlakových vln.

kapitoly článku

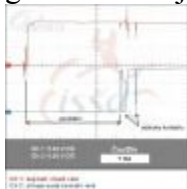
1. [Článek](#)
2. [Diagnostika v praxi - závada teploty](#)

Článek

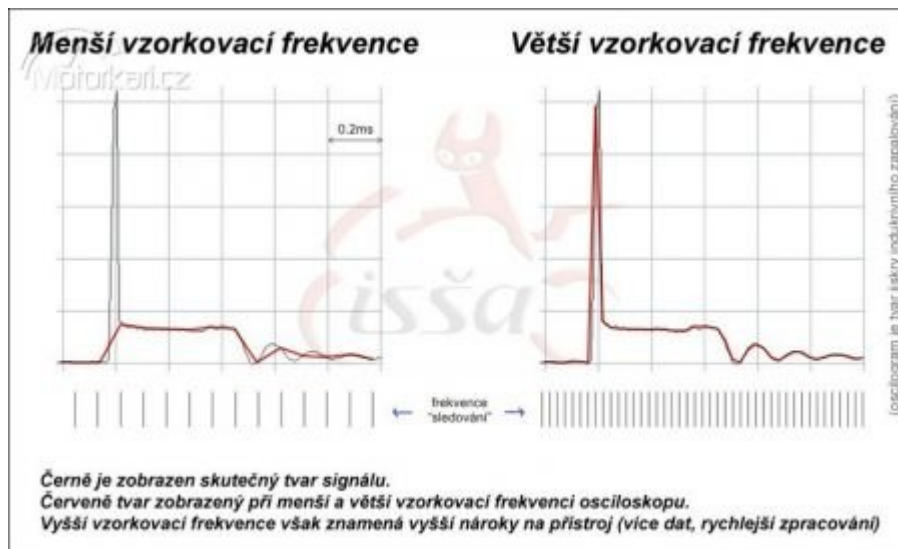
Velmi univerzální přístroj k diagnostice problémů s elektrikou je **osciloskop**. V tuto chvíli pomímám i velmi užitečný „obyčejný“ multimetr pro lehčí závady. Osciloskop má velkou výhodu v zobrazení skutečného tvaru měřeného signálu a to ve všech odvětvích lidské činnosti. Dále se budu zabývat osciloskopem využitelným v motoopravárenství. Svislá osa grafu je napětí a vodorovnou je čas. Na napětí lze převést veškeré potřebné fyzikální veličiny, se kterými motocykl pracuje. Jsou to především teplota, tlak, pohyb (rotační či translační), zrychlení, mechanické kmity, obsah kyslíku, síla a další. Časovou osu lze běžně „nazoomovat“ až na sledování mikrosekundových dějů (událost trvající miliontinu sekundy, kterou si jen těžko představit). Na obrázku níže je pro lepší pochopení nakresleno zachycení kmitů kyvadla.



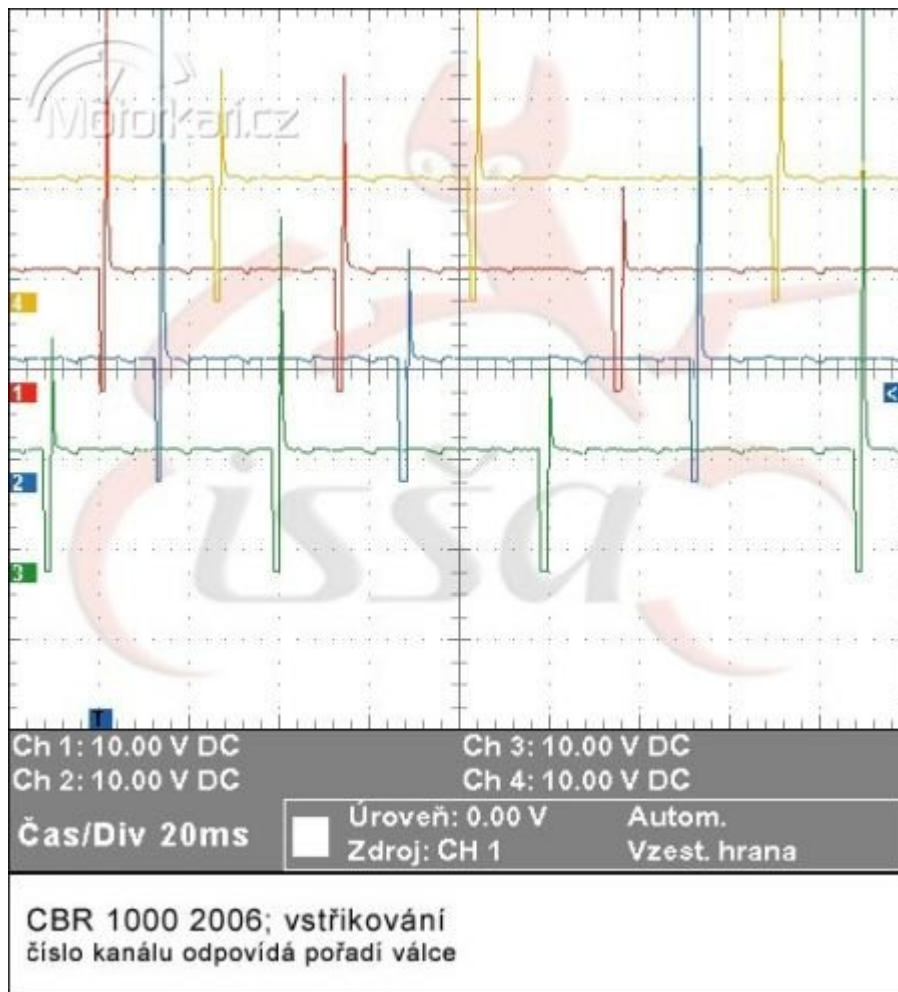
Při pohledu na přeskok jiskry na zapalovací svíčke se jedná o velmi malý okamžik. Někde jsem slyšel o měření „oka mžiku“ a údajně trvá kolem 20 ms... ale zpět k výboji svíčky. I přesto, že doba života jiskry se pohybuje kolem 0,6ms (=0,0006s), je i v tomto vidět jisté zákonitosti a existuje tak „normální“ výboj jiskry a samozřejmě ve spoustě „vadných“ průběhů lze usoudit na různé chyby dějící se přímo v motoru při spalování. Jen samotnou velikost přeskokového napětí ovlivňuje celá řada parametrů jako vzdálenost elektrod, složení směsi, okolní tlak, tvar jiskřiště i samotný nárůst napětí. Celá problematika měření zapalování je rozsáhlá a vyšla k ní i pěkná publikace zabývající se osciloskopickým měřením na autech. Osciloskopem jsme tak tedy schopni řešit buď průběh hoření konkrétní jiskry, nebo sledovat globální sled jisker např. při výpadcích motoru, a tím určit konkrétního viníka problému.



Na grafu relé je pěkný důkaz zpoždění (vlivem mechanické setrvačnosti a doby buzení cívky) a odskoku kontaktu po sepnutí – jevy, které běžně sledovat nelze a které silně ovlivňují určité konstrukční prvky. Velká řada signálů nebyla ani v dobách „karburátorů“ řešena jinak než digitálně, kde s běžným multimetrem bohužel člověk moc nesvede. Např. signál elektronických otáčkoměrů není ve formě velikosti DC napětí, ale jako změna frekvence, a až v přístroji je použit čítač a převodník na DC napětí pro pohyb ručičky, poslední dobou pomocí krokového motorku. Elektronický rychloměr je také frekvenční přenos a dojít lze až k současným digitálním přenosům mezi řídicí jednotkou pro management motoru a palubními přístroji. Např. CANbus objevující se už i na motorkách je digitální komunikací v sériovém řazení dat, takže pěkně v zástupu za sebou kráčí informace např. pro teplotu motoru, rychlost vozidla, zařazeného rychlostního stupně, různé kontrolky atd. Při použití digitálního osciloskopu je jedním z důležitých faktorů jeho vlastní vzorkovací frekvence dat.



Osciloskop se totiž „nedívá“ na signál spojitě (neustále), ale pouze nahlíží v určitých intervalech a pokud měřený signál má kratší dobu trvání, než je interval „náhledů“, tak jej osciloskop (potažmo my) nevidíme. Na vysvětlenou poslouží obrázek. Jedním z velmi úzkých signálů je primární (i sekundární) napětí kapacitního zapalování, takže při špatně nastaveném osciloskopu to může vypadat jako výpadky zapalování, i když vše je v pořádku. Dalším důležitým parametrem je počet vstupů osciloskopu. Motorka totiž v dnešní době obsahuje už docela pěknou řádku snímačů a při spouště potíží může být na vině snímačů víc. Mluví se tedy o počtu kanálů, kde běžně se setkáme se čtyřmi, ale také s dvanácti. Na oscilogramu (graf z osciloskopu) jsou napojeny primární vstřikovače Honda CBR600. Dobrý osciloskop by měl umět i nahrávat průběh ze všech signálů. Je to pomoc při náhodně se projevujících se závadách, kdy např. na dynamometru se jede na motorce a čeká se na projevení závady. V okamžiku závady se nahrávání stopne a je vidět, který člen v tu chvíli vypověděl službu.



Osciloskop je sice moc užitečný nástroj, minimálně však v jednom má **diagnostické zařízení na komunikaci s ŘJ** (dále jen zkráceně „diagnostika“) výhodu. Osciloskop ukazuje veškerý signál jako hodnotu napětí, což často je pro nás informace malá. Např. měřím signál z čidla teploměru a vidím hodnotu 3,67 V, ale to mi nic neříká o teplotě s kterou ŘJ počítá pro dobu vstřiku. Je to 22 °C nebo 74 °C? Bez znalosti konkrétní hodnoty teploty, tlaku, úhlu natočení atd. se jen velmi těžko určuje podstata závady. Každá značka má svoji diagnostiku a existují však i univerzální s různými propojovacími konektory na různé značky motorek. Kromě zobrazení aktuálních hodnot čidel, případně i informací akčních členů (vstřikovače, cívky, otáčkoměr, ventil PAIR atd.) je „diagnostika“ schopna zobrazit závady z dřívější doby, tyto závady uložené v ŘJ i smazat (pokud dojde k odstranění problémů není nutné, aby tato informace strašila nadále v ŘJ další mechaniky). Kromě řízení motoru (zapalování a vstřikování) lze komunikovat i s řízením ABS či komfortním systémem. Jednou z dalších výhod je testování akčních členů, čili podání povelu zařízení, které je ovládáno z ŘJ, a tím vyzkoušením jeho funkce. Kliknutím lze např. spustit palivové čerpadlo, roztočit ventilátor, zacvičit s ručičkou otáčkoměru, sepnout ventil dodatečného spalování apod.



Firemní diagnostické systémy v některých případech umožňují i měnit některá vnitřní data jednotky. Otáčky omezovače, dobu vstřiku, předstih apod. I přes velkou spolehlivost systémů se však dostáváme do značných problémů, když si elektronika postaví hlavu a řekne „dál ne“. Na druhou stranu není zase na místě se zbytečně obávat, protože software ŘJ se dělá tak, aby motor běžel pokud možno do poslední chvíle i bez spousty dat z čidel. Některé jsou samozřejmě natolik důležité k životu, že po jejich ztroskotání dojde k dočasné smrti systému. I v tomto však výrobce myslí na pokud možno nejrychlejší a nejsnadnější odstranění závady, a tak je snad každá motorka se složitějším systémem vybavena „**samodiagnostikou**“. Jedná se o schopnost ŘJ zobrazit pomocí prvků přístrojové desky součást, která vykazuje nenormální hodnoty (je s největší pravděpodobností vadná). Buď blikáním kódu pomocí LEDky, zobrazením čísla na LCD, nebo natočením ručičky otáčkoměru na konkrétní číslo. To pak v souvislosti se znalostí kódu z manuálu často pomůže k nasměrování dalšího postupu.



