

Převodné ústrojí motocyklu tvoří všechna ústrojí spojující motor s hnacím zadním kolem motocyklu a která uskutečňují přenos točivého momentu nebo jeho přerušení ke změně jeho velikosti nebo smyslu. Mezi motorem a hnacím kolem je spojka, která umožňuje přenášet výkon motoru na hnací kolo motocyklu a odpojovat motor od hnacího systému při startování. Přenos hnací síly z motoru na stojící kolo se musí dít postupně a plynule, aby motor nezhasl, protože stojící kolo klade motoru velký odpor. Plné spojení s motorem může spojka zajistit až poté, co se hnací kolo otáčí, tedy po rozjetí motocyklu. Při zmáčknutí páky spojky na řídítkách se silové propojení mezi motorem a hnacím systémem přeruší. Pokud se při jízdě zvýší odpor, např. při jízdě do kopce, musí se otáčky klikového hřídele udržet na konstantní hodnotě, aby motor motocykl utáhnul. To znamená, že jezdec musí přidat plyn, případně zmáčknout spojku a zařadit jiný rychlostní (nižší) stupeň. K řazení rychlostních stupňů slouží převodovka.

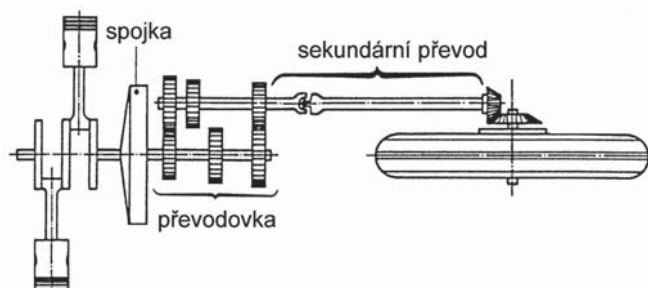
1. PRIMÁRNÍ A SEKUNDÁRNÍ PŘEVOD

Přenos hnacího momentu motoru na motocyklové kolo se děje z motoru do spojky a převodovky – **primární převod** – a z převodovky na zadní kolo – **sekundární převod**.

Primární pohon je prvním článkem, který umožňuje, díky různě velkým ozubeným kolům, přenášet otáčky a točivý moment motoru na zadní kolo. Pokud má primární převod hodnotu např. 1,563 (Yamaha FRJ 1300), znamená to, že klikový hřídel motoru vykoná 1,563 otáčky, zatímco spojka, která je na vstupním hřídeli převodovky, vykoná 1 otáčku. Spojka se otáčí sice pomaleji než motor, ale přenáší větší sílu, aby byla schopná překonávat odpory při rozjíždění a při různých jízdních situacích. Díky tomuto převodovému poměru se motor může otáčet v příznivých otáčkách. Primární pohon mají všechny motocykly. U některých typů (V2 motory Moto-Guzzi, boxery BMW) ústí klikový hřídel motoru přímo do spojky, zatímco primární pohon je neobvykle umístěn v převodovce.

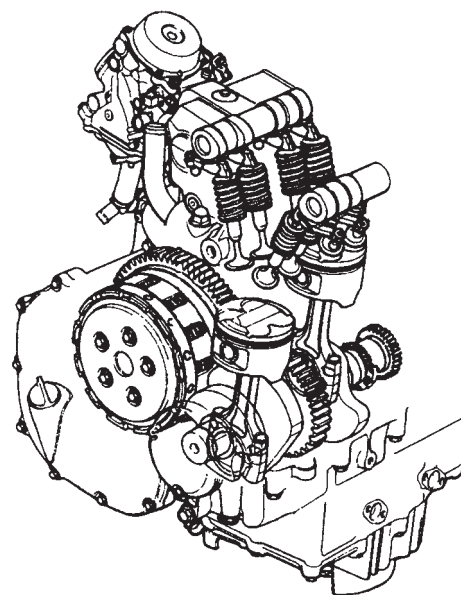
U příčných motorů (obr. 1) se děje přenos hnacího momentu z motoru do převodovky čelními koly nebo válečkovými řetězy. Pro vysoké výkony se používají ozubené řetězy, které jsou u víceválcových motocyklů pro zmenšení namáhání krutem většinou uloženy uprostřed klikového hřídele. Příkladné napětí řetězu není u krátké osové vzdálenosti zapotřebí.

U podélných motorů (obr. 2) je hlavní (vstupní) hřídel převodovky poháněn buď přímo klikovým hřídelem (konstantní převod) nebo přes redukční převod (převod dopomala), který může mít ozubená čelní kola nebo ozubený řetěz.

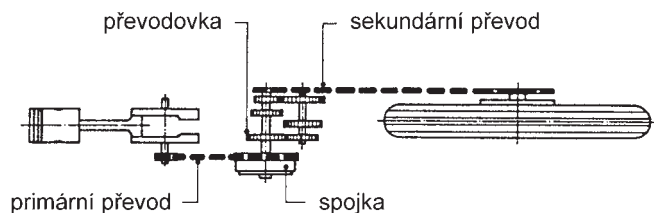


Obr. 2 Hnací ústrojí motocyklu s příčným motorem.

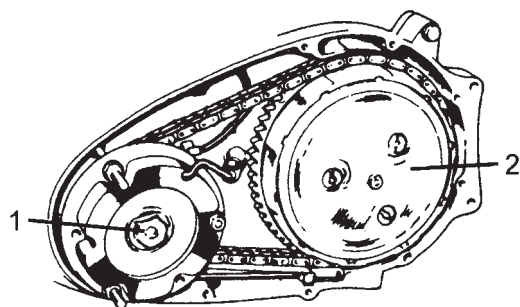
Optimálním spojením mezi klikovým hřídelem a spojkou jsou **ozubená kola** (obr. 3). Ozubená kola fungují téměř bez vůlí, nevyžadují údržbu a jejich mazání je ideálně zajištěno motorovým olejem. Ozubená kola pro primární pohony se vyrábějí z vysoce



Obr. 3 Primární převod s ozubenými koly (Honda CBR 1000 F).



Obr. 1 Hnací ústrojí motocyklu s příčným motorem.



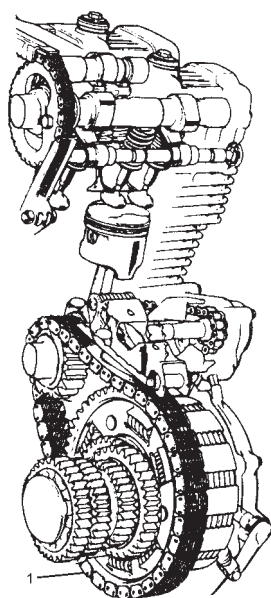
Obr. 4 Primární převod s dvojitým pouzdrovým řetězem (Triumph 650/750 Twin): 1 – klikový hřídel, 2 – spojka.

ušlechtilé legované a tvrzené oceli. Rozlišujeme přitom primární pohony s ozubenými koly se šikmým a s přímým ozubením.

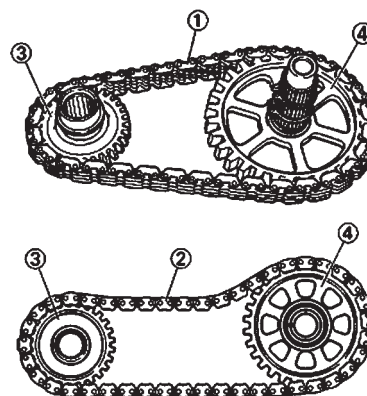
První druh ozubení je sice tišší, avšak šikmé ozubení vyvíjí axiální tlak na klikový hřídel, případně na ložiska převodovky. Z toho důvodu musejí být valivá ložiska u primárního pohonu se šikmým ozubením vedena i stranově. Někdy se používají zdvojená ložiska. Ozubená kola s přímým ozubením produkují větší hluk, avšak nevyžadují axiální vedení.

Primární převod s řetězem (obr. 4) je oproti převodu s ozubenými koly levnější a pružnější. Podle výkonu a konstrukce motoru je primární pohon tvořen dvěma řetězovými koly s jednou, dvěma nebo třemi řadami zubů, spojenými článkovým řetězem. Menší řetězové kolo (pastorek) je přitom upevněno na klikovém hřídeli, větší řetězové kolo je součástí spojky. Ohebnost hnacího řetězu podporuje činnost tlumiče rázů, který je ve skříní spojky nebo v převodovce a na zadním kole, případně již na výstupním konci klikového hřídele. Úkolem tlumiče rázů (především u motocyklů s kardanovým hřídelem) je tlumit rázy přenášené do motoru, převodovky a do příslušných hřídelů při změně zatížení motoru (přidání nebo ubrání plynu).

Protože primární převod přenáší velké síly, musí být hnací řetěz dostatečně pevný. Pouzdrové (transmisní) řetězy proto musí být většinou dvojitě nebo dokonce trojitě.



Obr. 5 Primární převod s ozubeným řetězem (Honda CBR 550 F): 1 – zubový řetěz.



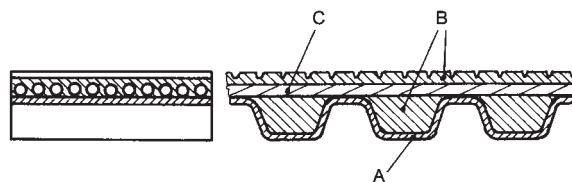
Obr. 6 Primární a sekundární převod s ozubenými řetězy: 1 – primární hnací řetěz; 2 – sekundární hnací řetěz; 3 – hnací řetězové kolo primární/sekundární; 4 – poháněné řetězové kolo primární/sekundární.

Pouzdrové řetězy se liší od klasických válečkových tím, že na jednotlivých člancích nemají vnější válečky, které slouží ke zmenšení tření mezi řetězovými koly a řetězem. Tyto válečky by se totiž u hnacího řetězu s mnohem rychlejším a tvrdším chodem (i když má primární řetěz zajištěné velmi dobré mazání) velmi lehce lámaly. Pouzdrové řetězy se u moderních motocyklů nepoužívají a najdeme je pouze u starších strojů. Válečkové řetězy se pro primární pohony používají jen zřídka (u menších motocyklů, kde není potřeba přenášet velké síly).

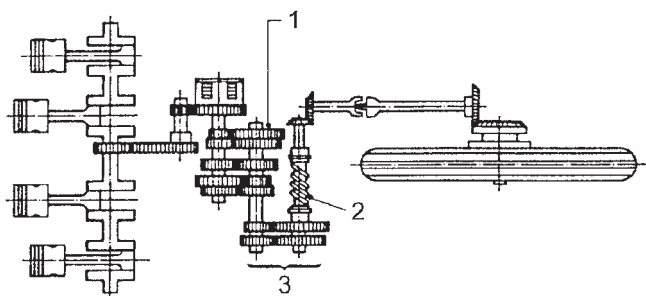
Pro silné motory jsou nejvhodnější **ozubené řetězy** (obr. 5 a 6), které se vyrábějí v mnoha různých délkách a šířkách. V současnosti se však dává přednost primárním pohonům s ozubenými koly, avšak zubové řetězy se s oblibou používají pro pohon vačkových hřídelů.

Ozubený řetěz sestává z ocelových lamel, které jsou otočně uchyceny v řadě vedle sebe na kolících. Celý řetěz je tvořen velkým množstvím lamel a kolíků a tento řetěz většinou nemá spojovací článek nebo zámek. Řetězová kola ozubených řetězů vypadají podobně jako klasická ozubená kola.

Primární hnací řetěz vždy podléhá mnohem rychleji opotřebení než srovnatelný primární převod s ozubenými koly. Opotřebení primárního řetězu se projeví po ujetí většího počtu kilometrů i přesto, že je řetěz vybaven napínacím zařízením a má zajištěné kvalitní mazání, hlukem a zesílenými reakcemi na změny zátěže. To je známka toho, že je řetěz již příliš vytáhný. Při opotřebení primárního zubového řetězu jsou vyviklané otvory nebo uložení kolíků, případně jsou opotřebené samotné spojovací kolíky jednotlivých lamel. V takovém případě se musí primární hnací řetěz vyměnit, protože roste riziko jeho přetržení. U pouzdrových nebo válečkových řetězů se po dlouhé době provozu vyviklají klouby a články a otočné čepy mají příliš velké vůle.



Obr. 7 Struktura ozubeného řemene: 1 – nylonová tkanina (vrstva tkaniny odolávající otěru), B – polychloroprénový hřbet a zuby (těleso řemene), 3 – tažná část z tkaniny vyztužená skelnými nebo ocelovými vlákny.

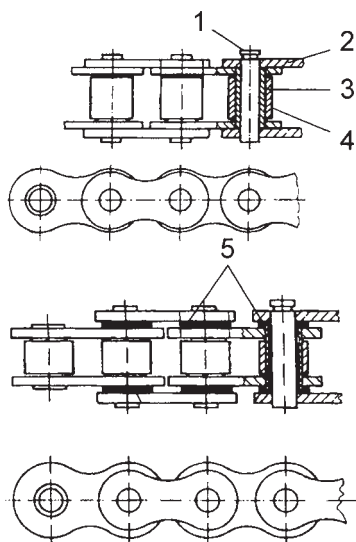


Obr. 8 Hnací ústrojí motocyklu s příčným motorem a dvojitým převodem: 1 – pětistupňová převodovka, 2 – torzní tlumič, 3 – redukční převod (předloha).

Primární převod s ozubeným řemenem – ozubený řemen je ohebnější, trvanlivější a tišší než ozubený řetěz. Narozdíl od řetězu však ozubený řemen nesnáší olej a mastnotu. Dále ozubeným řemen nesmí být zakrytý a musí mít zajištěné dobré odvětrání a chlazení, protože při větším zahřátí se při zátěži neúměrně protahuje. Ozubené řemeny (obr. 7) se vyrábějí ze zpevněného plastu a jsou vyztužen skelnými nebo ocelovými vlákny. Skelná vlákna přenášejí tahovou sílu a omezují roztažnost. Nejvíce se používají uhlíková vlákna a vysoce elastická a žáruvzdorná umělá vlákna. Ozubený řemen se používá také pro sekundární převod.

Sekundární převod. Přenos hnacího momentu z převodovky na zadní kolo se děje u podélných motorů kloubovým hřídelem, u příčných motorů většinou řetězem. U příčných motorů existuje však také pohon kloubovým hřídelem s dvojitým převodem. Obr. 8 ukazuje hnací ústrojí motocyklu s pětistupňovou převodovkou. Čtyřválcový motor pohání přes klikový hřídel, soukolí s čelním ozubením a spojku vstupní (hnací) hřídel pětistupňové převodovky, která je přes redukční převod a kuželové soukolí spojena s kloubovým (kardanovým) hřídelem. Pastorek kloubového hřídele pak pohání talířové ozubené kolo zadní kolo motocyklu.

Pro pohon zadního kola se používají tyto druhy sekundárních převodů:



Obr. 9 Druhy řetězů pro pohon motocyklů: válečkový řetěz (nahore), pouzdrový řetěz (dole), 1 – rozkýtný čep, 2 – spojka, 3 – objímka (vnitřní), 4 – kladka (vně), 5 – O-kroužek.

- válečkový řetěz a řetězová kola,
- ozubený řemen a ozubené řemenice,
- kardanový převod (kloubový hřídel a jedno nebo dvě kuželová soukolí).

Řetězový pohon zadního kola motocyklu má válečkový nebo pouzdrový řetěz (obr. 9). Řetěz spojuje výstup převodovky přímo se zadním kolem. Spojení je zajištěno přes sekundární řetězové kolo (pastorek) na převodovce, články řetězu a končí na řetězovém kole, které pohání zadní kolo motocyklu. Podle počtu zubů tvoří řetězová kola sekundární převodový poměr.

Řetěz a řetězová kola mohou být na levé i pravé straně motocyklu. Pokud chceme, aby motocykl s řetězovým pohonem jezdil rychleji, můžeme vyměnit řetězové kolo u převodovky za větší, s jedním zubem navíc. Obráceně způsobí zadní řetězové kolo s jedním nebo dvěma zuby navíc zpomalení (motocykl však bude mít větší záběr).

Velké řetězové kolo na zadním kole u terénního endura signalizuje, že je určeno pro přenos velké hnací síly při malé rychlosti jízdy. Malé řetězové kolo na zadním kole u silničního stroje naopak říká, že jeho úkolem je přenášet otáčky motoru co nejpříměji a zajistit vysokou rychlost jízdy na všechny převodové stupně. Pouhou záměnou řetězových kol neuděláme z endura závodní stroj. Do přenosu hnací síly na zadní kolo má totiž také co mluvit rozložení rychlostních stupňů v převodovce a celkové uspořádání primárního pohonu.

Řetězové kolo na převodovce se obvykle opotřebí rychleji než zadní řetězové kolo. Důvodem jsou menší rozměry pastorku. Pastorek má oproti zadnímu řetězovému kolu zřetelně menší počet zubů a zuby musí snášet velké namáhání. Pastorek namáhá i hnací řetěz, protože ten se na kolech malým průměrem musí silně ohýbat.

U zadního řetězového kola se zátěž může rozložit na větší počet zubů. Pro životnost hnacího řetězu platí: čím větší hnací pastorek a poháněné zadní řetězové kolo, tím déle řetěz vydrží. Řetězová kola se vyrábějí z tvrzené oceli a někdy i z legovaného hliníku. Hliníková řetězová kola vydrží stejnou zátěž jako ocelová, jsou lehčí, ale na druhou stranu dražší.

Válečkový řetěz má, narozdíl od pouzdrového řetězu, v jednotlivých člancích volně otočné válečky, které kladou při pohybu menší odpor a zřetelně snižují tření. To je důležité, protože u sekundárních hnacích řetězů lze obtížně zajistit dobré mazání a řetěz se zanášá venkovními nečistotami. Válečkový hnací řetěz musí svými rozměry odpovídat výkonu motoru příslušného motocyklu. Dalšími faktory je šířka a rozstup jednotlivých článků řetězu. To znamená, že hnací řetěz musí svými rozměry odpovídat rozměrům zadního řetězového kola.

Rozměry hnacího řetězu:

- rozstup článků je vzdálenost mezi středy dvou nýtů (udává se v palcích),
- šířka řetězu je vzdálenost mezi vnitřními okraji postranních dílů článku (udává se v palcích),
- délka řetězu se neudává v metrech, ale v počtu článků.

Příklad označení řetězu: $5/8 \times 3/8 \times 90$: první zlomek udává rozstup článků, druhý zlomek značí šířku řetězu, třetí číslo pak počet článků.

Hnací řetězy k motocyklu se vyrábějí v nekonečném provedení nebo rozpojené se spojovacím článkem. Nekonečný řetěz má tu výhodu, že neobsahuje spojovací článek a všechny jeho články jsou stejně silné. Pokud možno používáme vždy řetěz s nekonečným provedením, i když při výměně řetězu musíme odmontovat celé zadní kolo. V nouzi lze nekonečný řetěz i rozpojit a zkrátit. Otevřený řetěz lze sice velice snadno vyměnit, na druhou stranu však má slabinu ve spojovacím článku. Pokud se hnací řetěz přetrhne, tak vždy právě tady. Otevřené hnací řetězy doporučujeme používat u motocyklů s výkonem do 50 PS/37 kW. Při montáži spojovacího článku řetězu je nejdůležitější směr montáže jeho pojistky neboli zámku. Zámek řetězu by měl jednak být na vnější straně řetězu a nasazuje se na článek vždy proti směru otáčení řetězu. Dále musí zámek pevně držet, jinak se při vysokých otáčkách působením velkých dynamických sil uvolní. Rozpojený hnací řetěz může způsobit vážné zranění nohy (to je jeden z důvodů, proč je třeba nosit silné jezdecké kalhoty).

Každý válečkový řetěz musí být určitou silou napnutý. Napnutí řetězu kontrolujeme podle jeho prohnutí uprostřed mezi řetězovými koly. Řetěz se musí nechat prohnout asi 0,25–3 cm. K mazání hnacího řetězu jsou k dostání praktické oleje ve spreji. U řetězů z O-kroužků s mazacími objímkami v článcích smíme k mazání používat pouze speciálně určené spreje. V opačném případě rozpouštědla v oleji uvolní mazací objímku a ta z článku řetězu vypadne. Díky tomu se pak řetěz rychle opotřebí.

Pouzdrový řetěz s O-kroužky se rozšířil kvůli lepšímu mazání. Válečkové řetězy potřebují pravidelně mazat a na olej nastříkaný na řetěz se pak lépe nečistoty. Články pouzdrového kroužkového řetězu mají mezi čepy a objímkami tukovou náplň, která je z obou stran uzavřena O-kroužky, takže nemůže uniknout ven. Těsnicí O-kroužky jsou upevněny postranními plíšky článku. Pouzdrový kroužkový řetěz nesmíme čistit rozpouštědly nebo benzínem a smíme k jeho mazání používat pouze speciální oleje ve spreji. Pouzdrový řetěz také nesmí přijít do styku s vysokými teplotami, jinak se z něj vyvaří mazací náplň. Pokud dojde k uvolnění O-kroužků článku, pak tuková náplň časem vyteče, do článku se dostanou nečistoty a řetěz se zničí. V současnosti se vyrábějí kvalitní a trvanlivé řetězy s O-kroužky s příčným průřezem ve tvaru písmene „X“ (někdy nazývané X-kroužkové řetězy). Tyto kroužky lépe těsní, mají větší životnost a při montáži spojovacího článku řetězu, viz níže, je lze lépe zmačknout. Pouzdrové řetězy mohou být kvůli ulehčení demontáže a montáže také vybaveny spojovacími články, avšak vždy je lepší používat nekonečný řetěz.

Kryt hnacího řetězu není na motocyklu jen pro ozdobu, ale chrání řetěz před vodou, vnějšími nečistotami a dále chrání nohu jezdce před odstříkujícím olejem a vodou a v neposlední řadě slouží jako ochrana nohy jezdce při přetržení řetězu. Kryt přitom musí být u řetězu co nejbližší, avšak na druhou stranu o něj řetěz nesmí zadržovat. Nejlepším řešením je pak kryt, ve kterém je hnací řetěz úplně schovaný. V takovém případě hovoříme o zapouzdřeném řetězu. Kryty řetězů mohou být plechové nebo plastové. Na jednu stranu je kryt řetězu praktický, na druhou stranu však činí problémy při kontrole napnutí nebo při výměně řetězu, protože ho většinou musíme celý odmontovat. Nejlepší ochranou hnacího řetězu je však úplně těsný kryt, ve kterém je olejová nebo tuková náplň, která řetěz promazává. V současné době se však vyrábějí dostatečně kvalitní a trvanlivé pouzdrové řetězy, takže toto složité uspořádání ztrácí na významu.

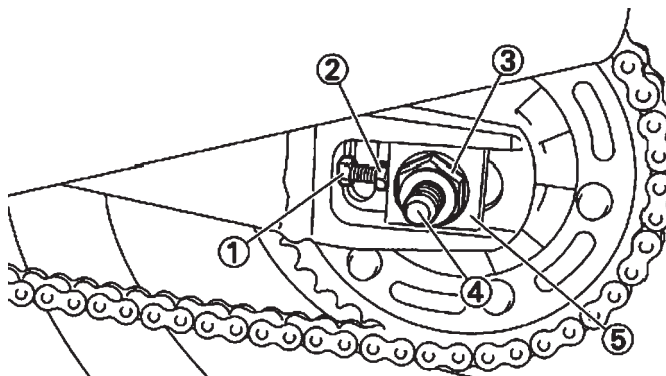
Napnutí hnacího řetězu – dovolené prohnutí hnacího řetězu (měřeno směrem nahoru i dolů) má být mezi řetězovými koly asi 2,5–3 cm. Napnutí řetězu bychom měli kontrolovat u motocyklu zatíženého jednou osobou. To je důležité z toho proto, že u nezatíženého motocyklu je zadní kolo působením pružícího systému sklopené dolů a řetěz má díky tomu předpětí. Pokud pak u nezatíženého motocyklu seřizujeme napnutí řetězu, můžeme řetěz nastavit příliš volný. To však neplatí vždy a u některých motocyklů je odpružení zkonstruováno tak, že musíme seřízení řetězu provádět po postavení motocyklu na hlavní stojan. Pokud je hnací řetěz napnutý příliš silně, opotřebují se rychle řetězová kola a řetěz se může i přetrhnout.

Příliš volný řetěz se při jízdě vlní a kmitá a může se vysmeknout z řetězového kola. Pokud zjistíme, že je řetěz na některých místech povolený a na jiných současně silně napnutý, je to důsledkem předchozího špatného napnutí. Řetěz je pak v některých místech vytahán a musíme ho vyměnit. Příliš silné napnutí řetězu působí škodlivě také při jízdě po nerovném terénu; zadní kolo silně pěruje a koná velké výkyvy, které hnací řetěz silně natahují. Řetěz se pak může přetrhnout a kromě toho se síly z řetězu přenášejí na odpružení.

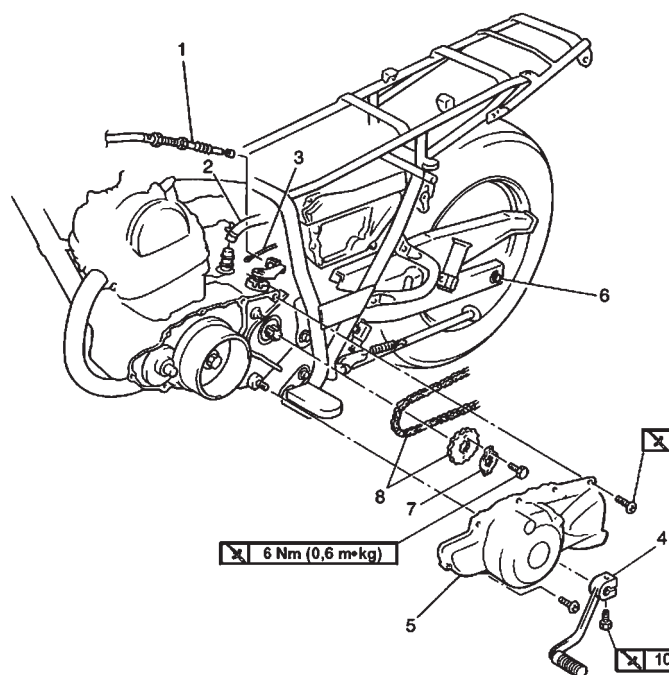
Používají se dva typy napínáků hnacího řetězu:

- oblíbenější a levnější sestává ze dvou plechů prohnutých do tvaru písmene „U“ upevněných na obou ramenech zadní vidlice. Skrz tyto plechy prochází hřídel zadního kola, který lze posunovat dopředu nebo dozadu v podélných otvorech.
- excentr v otočném úchytu zadní vidlice nebo excentricky uchycený hřídel zadního kola. Toto řešení zajišťuje, že při seřizování napnutí řetězu nedojde k vybočení zadního kola.

K seřízení a zajištění polohy napínáků pak slouží napínací šrouby s pojistnými maticemi (obr. 10). Šroubováním šroubů na jednu nebo na druhou stranu lze právě posouvat osou zadního kola. Posouváním zadního kola pak lze napínat nebo povolovat hnací řetěz (a tím měnit jeho průhyb) nasazený na zadním řetězovém kole. Seřizovací šrouby jsou opatřeny pojistnými maticemi, které slouží k zajištění po nastavení správného napnutí řetězu. Nevýhodou tohoto systému je možnost šikmého nastavení zadního kola při nestejném vyšroubování nebo zašroubování seřizovacích šroubů. Při seřizování hnacího řetězu si musíme na zadní vidlici vždy udělat



Obr. 10 Napínák hnacího řetězu zadního kola (Yamaha): 1 – pojistná matice (vlevo a vpravo), 2 – seřizovací šroub (vlevo a vpravo), 3 – matice zadního kola, 4 – hřídel zadního kola napínáku, 5 – seřizovací blok (vlevo a vpravo).

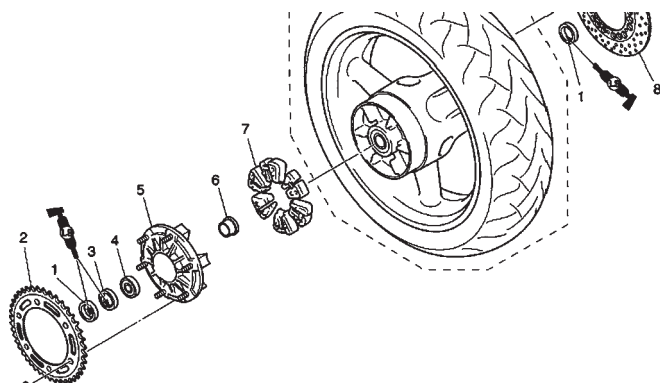


Obr. 11 Řetězový sekundární převod motocyklu Yamaha W125 se vzduchem chlazeným čtyřdobým jednoválcem o zdvihovém objemu 124 cm³: 1 – bovden spojky, 2 – odvětrání klikové skříně, 3 – ukostření, 4 – nožní řadící páka, 5 – kryt alternátoru, 6 – matice hřídele zadního kola, 7 – pojistná podložka, 8 – hnací řetězové kolo a hnací řetěz.

přesné pomocné značky. Nejlepší však je si polohu osy zadního kola přesně odměřit. Jen tak zabráníme tomu, aby bylo zadní kolo uchycené šikmo.

Napínák je v podstatě tvořen hliníkovým kotoučem v kyvném závěsu zadní vidlice nebo dvěma kotouči na konci obou ramen zadní vidlice. Těmito kotouči lze otáčet a pomocí pojistných šroubů je lze zafixovat v libovolné poloze. Na okraji kotoučů jsou excentrické otvory pro čep vidlice, takže vidlice je otočně uložena v obou kotoučích.

Pokud při seřizování napnutí řetězu pohneme pomocí speciálního klíče jedním kotoučem v uložení vidlice, pohnou se současně i kotouč



Obr. 12 Řetězové kolo a unášec s tlumičem rázů pro pohon zadního kola (Yamaha TDM900): 1 – pouzdro, 2 – řetězové kolo, 3 – těsnicí kroužek, 4 – ložisko, 5 – náboj unášeče, 6 – pouzdro, 7 – tlumič, 8 – brzdový kotouč zadního kola.

na druhé straně. Tím se posune osa úchyty vidlice a hnací řetěz se napne nebo povolí. Podobným způsobem fungují excentry na konci ramen zadní vidlice. Zde se při otáčení hliníkovými kotouči posouvá osa zadního kola. Efekt zůstává stejný: při posunutí osy kola dozadu se řetěz napne, při posunutí osy kola dopředu naopak povolí.

Řetězové kolo může být k zadnímu kolu připojeno unášečem, který je vybaven tlumičem rázů, obr. 12. Tlumič využívá progresivní charakteristiky stlačované pryže nebo podobného materiálu. Tlumič, resp. vložky ve hlavě kola odstraňují klepání v zadním kole při ubrání a přidání plynu, které vzniká při nárazu kovu na kov.

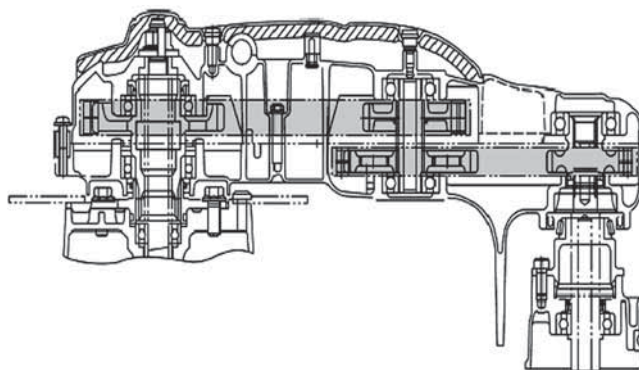
Pohon zadního kola ozubeným řetězem (obr. 6) se používá například u skútrů.

Skútr Yamaha XP500 má řetězový pohon zadního kola s dvoudílným neseřizovatelným ozubeným řetězem (obr. 13). Napětí řetězu zajišťuje koaxiálně uspořádaný předpínací čep. Hnací strana a pravé kyvné rameno jsou z jednoho dílu kvůli optimalizaci pevnosti. Systém zavěšení zadního kola má také při vysokých rychlostech vysokou jízdní stabilitu.

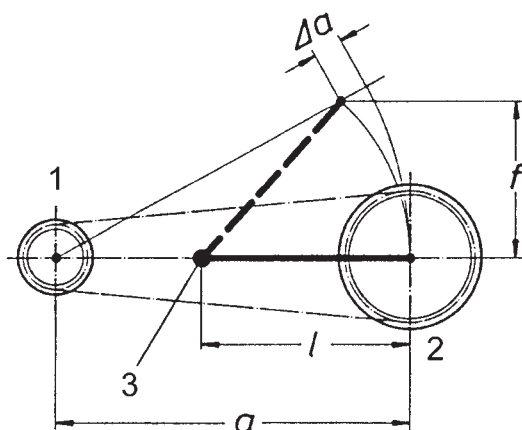
U všech druhů odpružení zadního kola je nutno mít na zřeteli, že propružení zadního kola a tomu odpovídající změna vzdálenosti (obr. 14) nesmí nepříznivě ovlivňovat pohon.

Protože většinou u motocyklů s řetězovým pohonem se nekryje otočný bod kyvné vidlice s osou pastorku, mění se vzdálenost mezi pastorkem a řetězovým kolem při propružení zadního kola. Napětí řetězu nezůstává konstantní. U silničních motocyklů s poměrně malými zdvihy odpružení je tento účinek malý. Problémy vznikají u strojů pro motokros a pro terén. Příliš velké prověšení nezátížené větve řetězu při pně stlačené nebo roztažené pružici jednotce zadního kola nechává běžet řetěz po špičkách zubů nebo dokonce řetěz odskakuje. Náprava je možná vhodným napínákem řetězu. U pohonu zadního kola kloubovým hřídelem je úhlový pohyb hřídele kloubem a délkové vyrovnání umožněno unášecí objímkou s podélným ozubením.

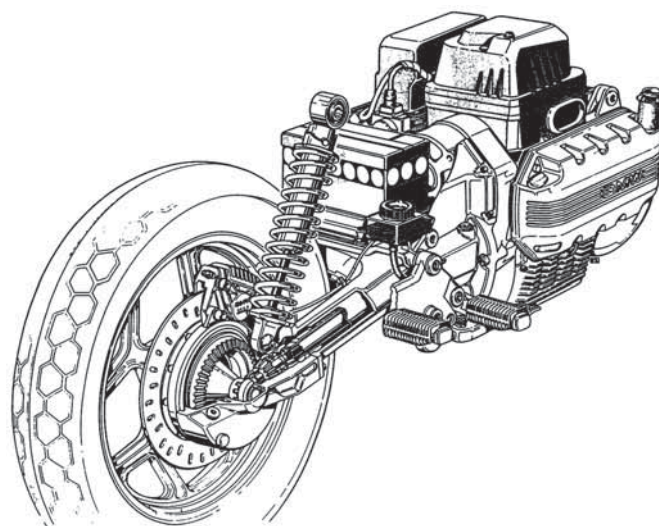
Pohon ozubeným řemenem (obr. 15) má malou hmotnost a tichý chod, nepotřebuje mazání. Ozubené řemeny potřebují velmi malé předpětí, mají jednoduchou a nenáročnou údržbu, nesmějí se však lámat. Tento tichý a nenáročný systém pohonu používá v poslední době řada renomovaných výrobců motocyklů. Na výstupním hřídeli převodovky je hnací pastorek s vhodně tvarovanými zuby a na zadním kole motocyklu je odpovídající druhé ozubené kolo.



Obr. 13 Primární a sekundární převod skútru Yamaha XP500 dvoudílným ozubeným řetězem.



Obr. 14 Závislost napnutí řetězu na zdvihu odpružení s vzdáleností pastorek – otočný bod kyvné vidlice motocyklu: 1 – pastorek, 2 – řetězové kolo, 3 – otočný bod kyvné vidlice, a – vzdálenost řetězových kol, b – délka kyvného ramene, c – zdvih odpružení, Δa – zkrácení vzdálenosti řetězových kol.

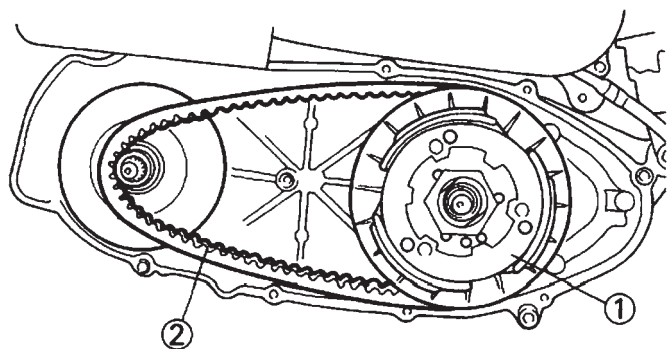


Obr. 16 Zavěšení zadního kola s kardanovým pohonem u motocyklu BMW K 100.

Přenos hnací síly z převodovky na zadní kolo motocyklu může být realizován také kloubovým (kardanovým) hřídelem. Na zadním kole pak musí být ještě jedna rozvodovka, která slouží k přenosu hnací síly z hřídele na kolo. Pohon s kardanovým hřídelem má tu velkou výhodu, že je celý zapouzdřený, takže na něj nemají žádný vliv povětrnostní podmínky. Kromě toho klouby kardanového hřídele se plně přizpůsobují pohybům zadní vidlice při pružení. Pohon s kardanovým hřídelem je výhodný i kvůli své nenáročnosti na údržbu a kvůli tomu, že nečiní problémy při demontáži zadního kola. Zřejmě největší nevýhodou pohonu s kardanovým hřídelem je jeho nákladnost a výrobní náročnost a také velká hmotnost pro použití u lehkých sportovních motocyklů. Proto se kardanové hřídele používají především u cestovních motocyklů nebo u motocyklů, které mají pouze sportovní nádech. Používá se také u motocyklů ve stylu chopperů.

Kardanový pohon motocyklu nabízí různé přednosti:

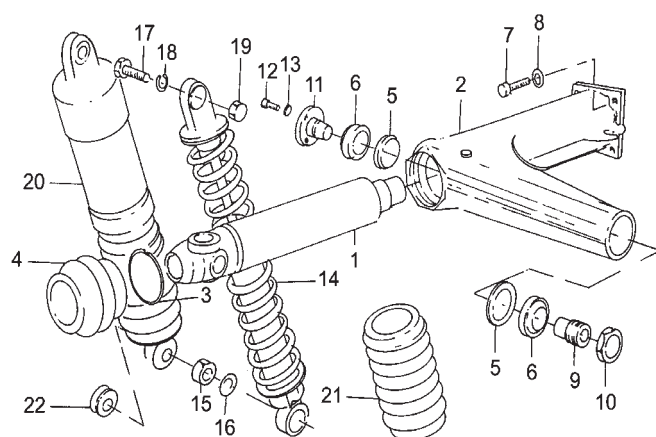
- nemá řetěz, který musí být plynule napínán a mazán a které se i přes pečlivou údržbu časem opotřebuje a musí se vyměnit spolu s řetězovými koly,
- zadní kolo nemusí být posunováno k napnutí řemenem čili je udržována stálá vzdálenost předního a zadního kola,



Obr. 15 Pohon zadního kola skútru ozubeným řemenem (skútr Yamaha VP300): 1 – sekundární řemenice, 2 – ozubený řemen.

- kardanový převod má tichý chod a při pravidelné údržbě je mimořádně spolehlivý.

Prvním konstrukčním dílem je převodové soukolí na výstupu převodovky. Soukolí může být ve skříni upevněné venku na převodovce nebo může být integrované přímo v převodovce. Převodové soukolí na konci výstupního hřídele převodovky zajišťuje přenos hnací síly pod úhlem 90°. Soukolí odpadá tehdy, když je klikový hřídel motoru uložený podél směru jízdy. Dále z převodovky vede k zadnímu kolu hřídel opatřený křížovým kloubem (kardanový hřídel). Křížový kloub je potřebný proto, aby se hřídel mohl při otáčení zalamovat podle vzájemných pohybů zadní vidlice a převodovky. Poslední součástí pohonu je přenosové soukolí na zadním kole. To slouží pro přenos hnací síly z hřídele v úhlu 90° na zadní kolo.

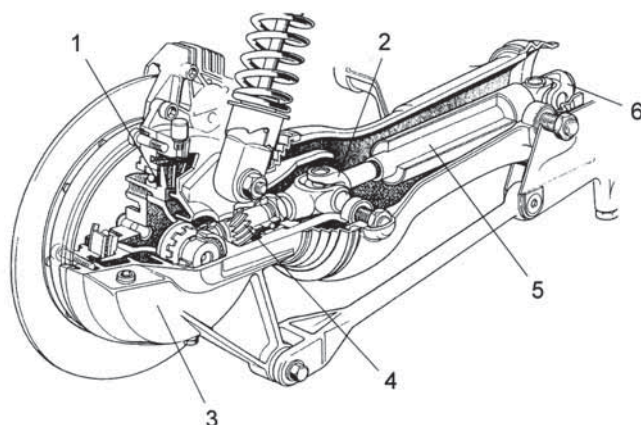


Obr. 17 Kyvné rameno zadního kola BMW K 100: 1 – kloubový hřídel, 2 – kyvné rameno, 3 – rozpěrný pojistný kroužek, 4 – manžeta, 5 – krycí podložka (2), 6 – kuželíkové ložisko (2), 7 – šroub (4), 8 – podložka (4), 9 – ložiskový čep, 10 – matice, 11 – ložiskový čep, 12 – šroub (3), 12 – šroub (3), 13 – pružná podložka (3), 14 – pružící jednotka, 15 – matice, 16 – podložka, 17 – šroub, 18 – pružná podložka (2), 19 – matice, 20 – úrovnňová regulace, 21 – manžeta, 22 – pryžové ložisko.

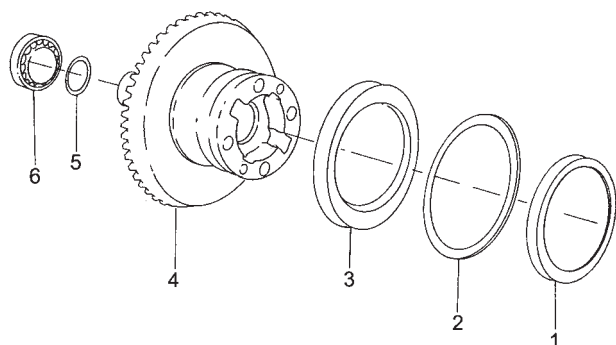
Přenosové soukolí na zadním kole tvoří samostatnou jednotku, která má vlastní náplň převodového oleje. Někdy je skříň přenosového soukolí tak velká, aby pojmul i zadní čep hnacího hřídele a tento díl je pak také mazaný převodovým olejem. křížový kloub kardanového hřídele má většinou trvalou mazací náplň a je úplně zapouzdřený. U kardanových pohonů, zejména u starších motocyklů, doporučujeme zjistit si bližší informace o způsobu mazání v servisní příručce ke konkrétnímu typu.

Pro zavěšení zadního kola s kardanovým sekundárním převodem je u motocyklu BMW K 100 použita jednoramenná kyvná vidlice (systém monolever). Kolo je upevněno šrouby k hlavě kola zabudované do kyvného ramene. Kyvné rameno je z jednoho kusu (obr. 16 a 17). Je to konstrukce z lehké slitiny odolná proti krutu; ke spojení s hlavním rámem slouží dvě kuželíková ložiska. Odpružení zajišťuje jedna pružicí jednotka, která je umístěna na pravé straně zadního kola. Pružicí jednotka je seřizovatelná a má hydraulické tlumení. Kloubový hřídel veden kyvnou trubkou a je hned za převodovkou pomocí unášedce spojen s výstupním hřídelem převodovky. Torzní tlumič na zadním konci kloubového hřídele tlumí zátěžové špičky.

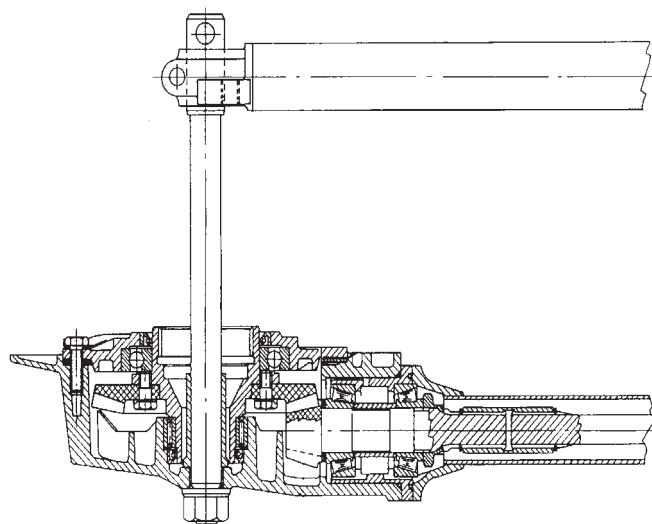
Vlastní pohon zadního kola je tvořen talířovým ozubeným kolem. Do talířového kola zabírá ozubený pastorek, který je na konci kardanového hřídele. Osy talířového kola a pastorku jsou



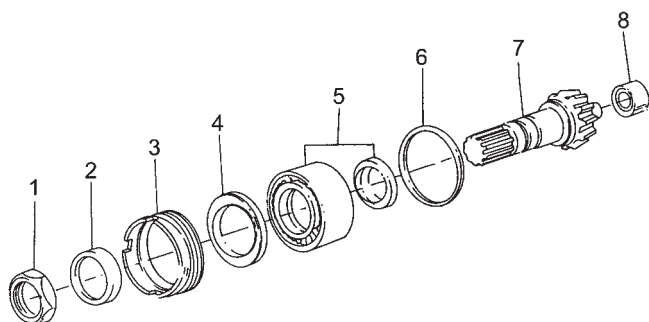
Obr. 20 Sekundární převod – pohon kola kloubovým (kardanovým) hřídelem (BMW): 1 – talířové kolo, 2 – křížový (kardanový) kloub, 3 – stálý převod zadního kola, 4 – pastorek, 5 – hnací kloubový (kardanový) hřídel s torzním tlumičem, 6 – křížový kloub.



Obr. 18 Díly talířového kola (BMW K 100): 1 – hřídelové těsnění, 2 – distanční kroužek, 3 – radiální kuličkové ložisko, 4 – talířové kolo, 5 – distanční podložka, 6 – kuželíkové ložisko.



Obr. 21 Pohon zadního kola Moto Guzzi V 1000 G 5 kardanovým hřídelem.



Obr. 19 Díly hnacího pastorku (BMW K 100): 1 – matice, 2 – tlačný kroužek, 3 – závitový kroužek, 4 – hřídelové těsnění, 5 – axiální ložisko, 6 – distanční kroužek, 7 – hnací pastorek, 8 – jehlové ložisko.

mimoběžné (tzn., že se neprotínají, avšak jsou na sebe kolmé (úhel 90°; toto uspořádání se nazývá také jako nesouosé), přičemž talířové kolo a pastorek mají spirální ozubení. Toto ozubené soukolí vyžaduje k mazání hypoidní převodový olej, protože při jeho otáčení vznikají velké tlaky. Pohon zadního kola může být souosý i nesouosý (u souosého uspořádání se osy talířového kola a pastorku protínají v pravém úhlu a k mazání zde není potřeba hypoidní olej). Hnací pastorek a talířové kolo se spirálovým ozubením jsou umístěny ve skříni z lehké slitiny naplněné olejem, která je přišroubována ke konci kyvné trubky. Talířové kolo je přitom pevně spojeno s hlavou kola, zatímco hnací pastorek zasahuje do talířového kola. Díly talířového kola a hnacího pastorku znázorňují obr. 18 a 19.

2. SPOJKY

Spojka tvoří spojovací a rozpojovací článek mezi motorem a převodovkou. Spojka má u motocyklu tyto úkoly:

- přerušení spojení mezi motorem a (manuální) převodovkou (a tím pádem i zadním kolem) při startování motoru.
- spojka přenáší do převodovky točivý moment z motoru potřebný pro rozjetí.
- při řazení rychlostí za jízdy přerušuje spojka přenos sil mezi motorem a převodovkou a zajišťuje plynulé a tiché řazení rychlostních stupňů.

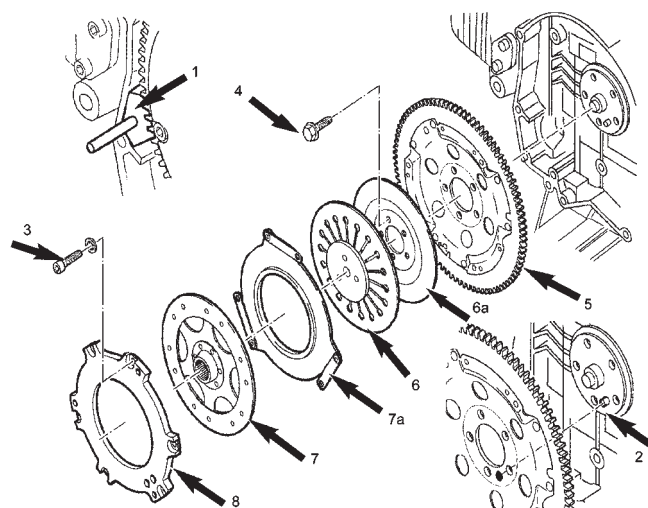
U motocyklů se používají především třecí spojky, **hydrodynamické spojky** (nebo také měniče točivého momentu) se již **nepoužívají**. Posledním pokusem o použití hydrodynamické spojky kombinované s dvoustupňovou převodovkou byl motocykl Moto-Guzzi V 1000 I-Convert.

Při uvolnění páce spojky přenáší spojka přes třecí obložení hnací sílu motoru na vstupní hřídel převodovky a odtud se hnací síla přenáší na zadní kolo. Rychlost jízdy a otáčky motoru, a tedy i přenos hnací síly, koriguje jezdec přidáváním nebo ubíráním plynu. Přenos sil však funguje i obráceně, tj. ze zadního kola přes převodovku a spojku do motoru, např. při jízdě setrvačností po ubrání plynu, při tzv. brzdění motorem.

Spojka slouží k přerušování silového styku kol mezi motorem a převodovkou a odlehčování ozubených kol převodovky při řazení rychlostí. Spojka složí také jako bezpečnostní článek v případě zablokování motoru (proklouzne při zablokování motoru).

Spojka motocyklu může působit v **axiálním směru** nebo v **radiálním směru**. Dominující je kotoučová spojka působící v axiálním směru, která může být kotoučová nebo lamelová. Radiálně působící spojka se používá jako samočinná odstředivá spojka u mopedů jako suchá i jako spojka v olejové lázni.

Podélný motor nabízí uspořádání spojky v setrvačniku. Přitom se spojka otáčí otáčkami motoru a přenáší pouze točivý moment motoru. Proto potřebuje takto uspořádaná spojka pouze 1 až 2 třecí kotouče. U novějších pohonů je pro vyrovnání gyroskopických momentů a zpětných točivých momentů plynoucích ze změn otáček protiběžná spojka v olejové lázni umístěna na vstupním hřídeli převodovky.

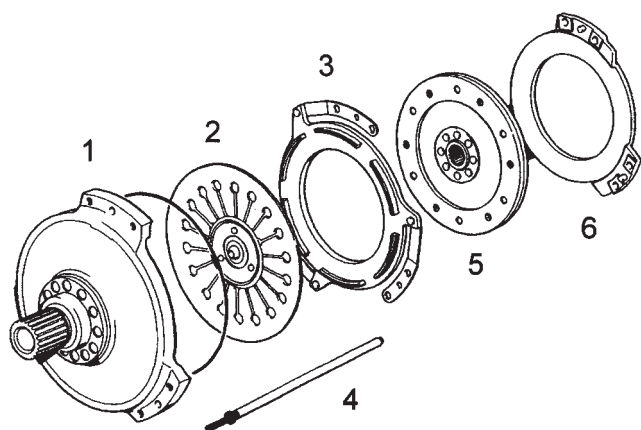


Obr. 23 Montážní rozklad suché třecí spojky (BMW R 1150 GS):
1 – zajišťovací přípravek pro demontáž spojky, 2 – upevnění skříně spojky na klikový hřídel (kolík), 3 – šrouby víka spojky, 4 – šrouby víka skříně spojky, 5 – skříň (koš) spojky, 6 – taliřová pružina, 6a – taliř pružiny, 7 – třecí obložení spojky, 7a – přitlačná deska, 8 – víko skříně.

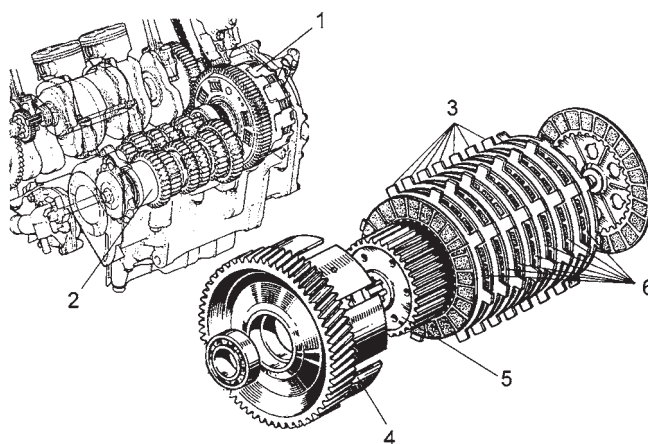
U příčného motoru je spojka umístěna převážně na vstupním hřídeli převodovky. Běží přitom otáčkami zmenšenými o primární převod a přenáší ve stejném poměru zvýšený točivý moment. Kvůli většímu točivému momentu a omezenému průměru je podle výkonu zapotřebí až 8 kotoučů (lamel).

Axiálně působící kotoučové spojky se používají jako suché nebo mokré (v olejové lázni). Mokré spojky se přitom používají jen u lamelových spojek. Suchá spojka se používá jako jednkotoučová spojka nebo jako lamelová (vícekotoučová) spojka.

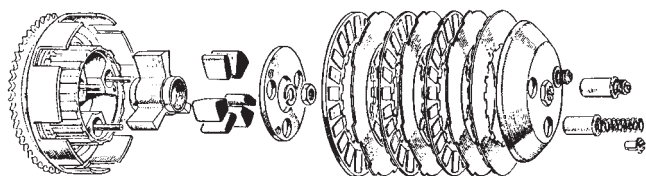
Jednkotoučová suchá třecí spojka (obr. 22 a 23) je upevněná v setrvačniku motoru, který je mezi blokem motoru a vstupním hřídelem převodovky. Setrvačník je upevněn na konci klikového hřídele. Na setrvačniku je upevněn koš spojky s přitlačným štítem, který je při uvolnění páce přitlačován silou membránové pružiny nebo několika vinutých pružin na třecí kotouč spojky. Třecí kotouč



Obr. 22 Jednkotoučová suchá třecí spojka: 1 – setrvačník, 2 – membránová pružina, 3 – přitlačný kotouč, 4 – tlačná tyč, 5 – spojkový třecí kotouč, 6 – přitlačný kroužek.



Obr. 24 Lamelová spojka s olejovou lázní (mokrý lamelová spojka):
1 – spojka, 2 – převodovka, 3 – spojkové kotouče (záběr v košíku spojky), 4 – košík spojky s primárním ozubením (od klikového hřídele), 5 – buben spojky (k hřídeli převodovky), 6 – spojkové kotouče (záběr do bubnu spojky).



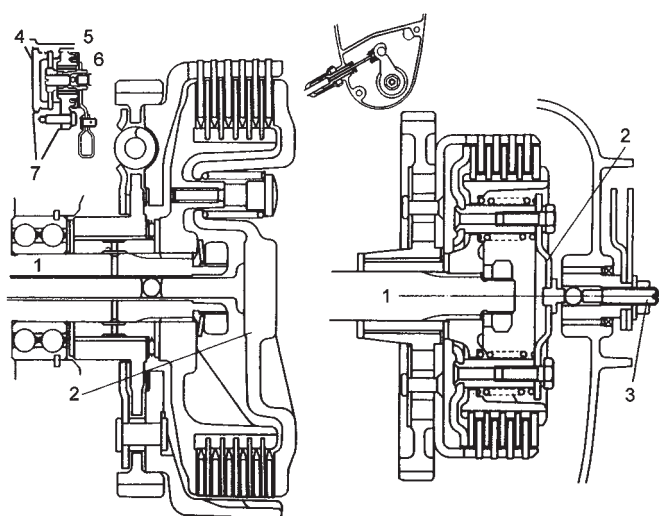
Obr. 25 Lamelová spojka s klínovými pryžovými prvky pro tlumení nárazů.

je v tomto stavu přitlačena na koš spojky a na přítlačný štít. Třecí kotouč spojky se může podélně posouvat po vstupním hřídeli převodovky a je uložena uvnitř pouzdra spojky. Pokud je spojka uvolněná, může se tedy prostřednictvím tření mezi přítlačným štítem, košem spojky a třecím kotoučem přenášet hnací síla motoru. Třecí kotouč spojky přitom zabírá do podélných drážek na vstupním hřídeli převodovky, po kterých se může i posouvat.

Po zmáčknutí páky spojky: přes lanko se pohyb a síla z ovládací páky na řídkách přeneše na vypínací páku spojky a přes ní na vypínací tyč, která odtláčí přítlačný štít od třecího kotouče. Tím se přítlačný štít uvolní i od koše spojky a silový styk mezi motorem a převodovkou se přeruší. Vypínací tyč přitom působí na přítlačný štít přes tzv. vypínací ložisko.

Dvoulamelová suchá spojka se používá převážně, stejně jako jednkotoučová suchá spojka, pro přímé spojení klikového hřídele s převodovkou a tvoří spojovací a rozpojovací článek připevněný přímo na setrvačnicku. Dvoulamelové spojky se používají tam, kde nestačí spojky jednkotoučové; např. u motorů s velkým výkonem a velkým točivým momentem nebo tam, kde z prostorových důvodů nelze namontovat jednkotoučovou spojku s velkým průměrem. Dvoulamelová spojka má dva ocelové kotouče (které v podstatě nahrazují přítlačný štít jednkotoučové třecí spojky) a dvě třecí lamely.

Vícemelamelové suché spojky se používají u závodních motocyklů a u sportovně laděných motocyklů pro silniční provoz. Oproti mokřým spojkám dokáže relativně malá suchá spojka se slabšími přítlačnými pružinami přenášet větší síly. Klikový hřídel je spojený



Obr. 26 Ovládání lamelové spojky: vlevo – vnitřní ovládání, vpravo – vnější ovládání, 1 – hlavní hřídel převodovky, 2 – přítlačný kotouč, 3 – seřizovací šroub, 4 – zajišťovací matice, 5 – seřizovací šroub, 6 – tlačná tyčka spojky, 7 – vypínací páčka spojky.

přes primární pohon s košem spojky, převodovka a tedy celý hnací systém zadního kola je spojený s unášečem uvnitř spojky. Přítlačný štít spojky je přitlačován pružinami upevněnými do kruhu na unášeči spojky, na sestavu třecích lamel a ocelových lamel spojky. Ocelové lamely přitom zabírají přes vnitřní ozubení do unášeče spojky a tím i do vstupního hřídele převodovky. Třecí lamely zabírají vnějším ozubením do unášeče spojky a tak jsou spojeny s motorem.

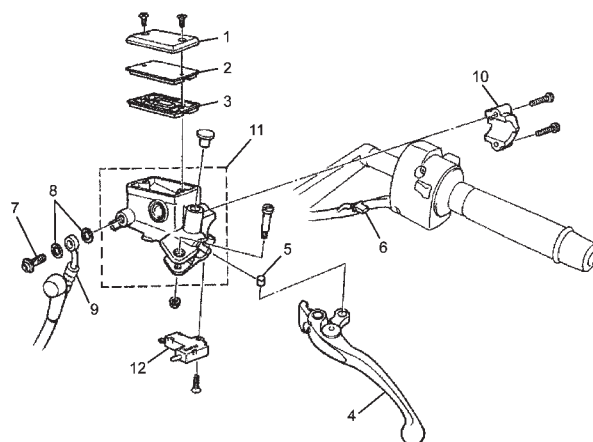
Při zmáčknutí páky spojky se vysune vypínací čep, který působí z vnitřní strany na střed přítlačného štítu. Při zmáčknutí páky spojky se přítlačný štít zvedne a zatáhne přitom zpátky pružiny. Mezi třecími a ocelovými lamelami tak vznikne axiální vůle a lamely se mohou pohybovat nezávisle na sobě. Motor je nyní oddělený od převodovky a pohonu zadního kola. Vypínací čep v unášeči spojky je ovládaný vypínací pákou, uchycenou po straně na bloku motoru. Tato páka je spojená lankem s pákou na řídkách.

Lamely **mokřé spojky** jsou opatřeny drážkami, které rozdělují třecí obložení do jednotlivých polí. Tyto drážky zajišťují cirkulaci oleje. Olej v mokřé spojce umožňuje plynulý záběr spojky a na rozdíl od sportovních motocyklů umožňuje jemnější rozjezd. Motorový olej v mokřé spojce působí také jako tlumicí médium, spojka funguje elasticky a nereaguje rázově jako suchá spojka. Navíc třecí obložení pro suché spojky jsou dražší než obložení pro odpovídající mokřé spojky, protože musí při práci vydržet mnohem větší tepelná namáhání a musí odvádět za sucha více tepla, což u mokřé spojky zajišťuje olej. Vzhledem k olejové lázni (lepší odvod tepla) je součinitel tření μ menší než u suché spojky, $\mu \approx 0,1$.

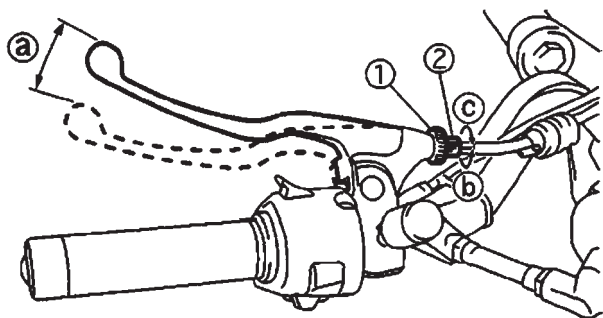
U mokřých spojek obíhají lamely v olejové lázni (olej s malou viskozitou, tj. motorový olej, v žádném případě převodový olej). Přítlačná síla ke spojení lamel může být vyvozena jednou centrální nebo několika axiálními vinutými pružinami. Na obr. 24 až 26 jsou příklady lamelových spojek pro motocykly.

Spojka u motocyklu se ovládá rukou a výjimečně nohou. Ovládací systém spojky může být dále hydraulický nebo lankový (bovdenový).

Hydraulické ovládání spojky (obr. 27) má hydraulický (hlavní) válec na levé polovině řídké, potrubí s ohebnými hadičkami na



Obr. 27 Hydraulické ovládání spojky (Yamaha): 1 – víko kapalínové nádrčky, 2 – držák membrány, 3 – membrána, 4 – ruční páka spojky, 5 – objímka, 6 – konektor spojkového spínače, 7 – dutý šroub, 8 – měděná podložka, 9 – spojková hadice, 10 – držák hlavního spojkového válce, 11 – hlavní spojkový válec, 12 – spojkový spínač.

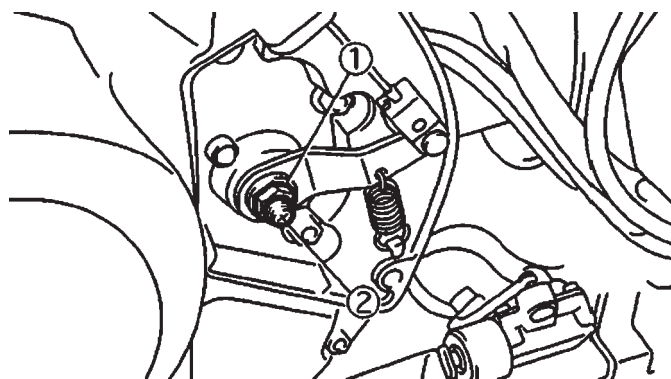


Obr. 28 Seřizování spojkového bovdenu na řídítkách (Yamaha XVS1100A):
1 – pojistná matice, 2 – seřizovací šroub, a – vůle bovdenu spojky,
b – zvětšení vůle, c – zmenšení vůle.

koncích a pracovní (vypínací) válec. Při zmáčknutí páky na řídítkách se v hlavním válci vyvodí tlak na hydraulickou kapalinu, který se potrubím a hadičkami přenesou do pracovního válce. Z pracovního válce na spojce se působením tlaku vysune píst, který zatlačí na vypínací páku spojky a spojka se rozpojí. V hydraulickém systému spojky se používá stejná hydraulická kapalina jako v brzdovém systému.

Mezi třecími lamelami spojky vzniká časem v důsledku opotřebení vůle. Přítlačná síla mezi lamelami se tím pádem zmenšuje a spojka začíná prokluzovat. Tento jev se projevuje zejména při jízdě v horách nebo při prudké akceleraci. Pokud dojde k prokluzování u hydraulicky ovládané spojky, nemusí se spojka seřizovat, protože v tomto případě každá vůle vzniká v důsledku opotřebení třecích lamel. Oproti lankem ovládané spojce, kde velikost síly přenášené od rukojeti na řídítkách závisí na délce vypínací páky, u hydraulické spojky je velikost přenášené síly určena plochou pístků v hlavním hydraulickém válci na řídítkách a v pracovním válci na spojce.

Lankové ovládání spojky je vybaveno bovdenovým lankem. Jeden konec lanka je připojený k páce na řídítkách a druhý k vypínací páce na spojce. Při zmáčknutí páky spojky se pružné vedení bovdenového lanka zapře o uložení před pákou a lanko uvnitř vedení se posune a zatáhne za vypínací páku na spojce. Vedení bovdenového lanka zajišťuje stejně dlouhý pohyb lanka i při natáčení řídítek a prohýbání celého lanka. Lankové ovládání spojky je u motocyklu nejrozšířenější pro svou jednoduchost a účinnost. Nevýhodou lankového ovládání je nutnost seřizování délky lanka,



Obr. 29 Seřizování spojkového bovdenu u motoru (Yamaha XVS1100A):
1 – pojistná matice, 2 – seřizovací šroub.

kteřá se mění podle opotřebení třecího obložení spojky. Lanko také vyžaduje pravidelnou kontrolu a mazání a v zimě při mrazech opatrné zacházení (lanko ve vedení může přimrznout a při prudkém zmáčknutí spojkové páky se přetrhnout).

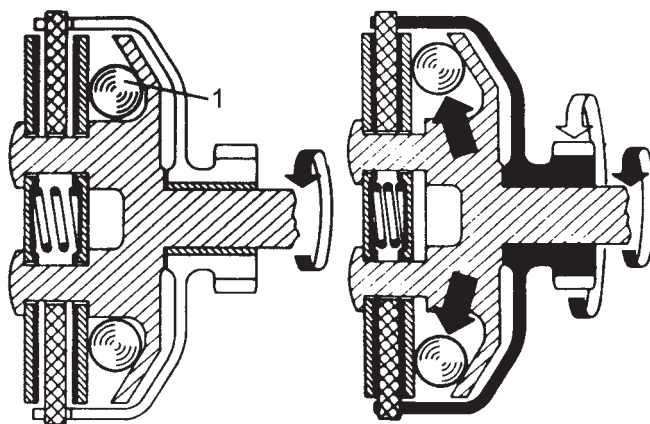
Vůli spojky s lankovým ovládním je nutno pravidelně kontrolovat. Důležitým faktorem je teplotní délková roztažnost lanka a opotřebení třecí lamely spojky. Vůli lanka spojky lze seřizovat seřizovací koncovkou, která je zpravidla u páky na řídítkách. Vůle lanka by měla být vždy seřizována tak, aby mezi pákou na řídítkách a opěrkou táhla byla mezera asi 3 mm. U některých motocyklů může být ještě druhá seřizovací koncovka na druhém konci lanka na spojce. Seřizování délky lanka se provádíme nejprve u páky na řídítkách, a teprve tehdy, když otočíme horním seřizovacím šroubem nadoraz, seřídíme lanko na spodním konci u spojky. Pokud nelze provést seřízení seřizovacími šrouby, musí se lanko spojky zkrátit nebo vyměnit.

Seřizování spojky se provádí na řídítkách a na motoru. Změří se vůle bovdenu spojky (obr. 28) a pokud není podle dílenských předpisů ($a = 5$ až 10 mm na špičce ruční páčky spojky) nastaví se tak, že se uvolní pojistná matice (1) a seřizovací šroub (2) se otočí ve směru (b) nebo (c), až je dosažena předepsaná vůle bovdenu spojky. Pak se utáhne pojistná matice.

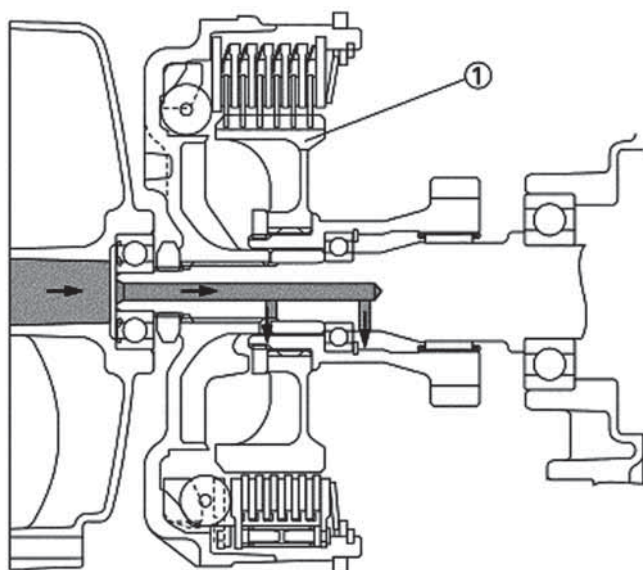
Pokud se nedá vůle spojky seřídít uvedeným postupem, provede se seřízení následovně. Demontuje se levý boční obložení (kryt nastavovače spojky) a seřídí se spojkový mechanismus u motoru (obr. 29). Uvolní se pojistná matice (1) a seřizovací šroub (2) se lehce utáhne až po dosednutí. Potom se seřizovací šroub uvolní o $1/4$ otáčky a utáhne se pojistná matice. Znovu se změří vůle bovdenu spojky a příp. opět seřídí.

Nožní spojka pochází z počátku vývoje motocyklů se v současné době se začíná s oblibou znovu používat u cestovních chopperů. Nožní spojka funguje stejně jako táhlem nebo hydraulicky ovládaná spojka, pouze s tím rozdílem, že se ovládá levou nohou.

Odstředivé spojky (obr. 30 a 31) patří do skupiny samočinných třecích spojek. Přítlačná síla je vyvozována odstředivou silou závaží, která rotují se štítem spojky a tlačí na přítlačný kotouč spojky. Při volnoběhu působí na závaží malá odstředivá síla, závaží se přitahují pomocnými pružinami k ose rotace tak, že raménka se opírají



Obr. 30 Odstředivá spojka s kuličkami: S rostoucími otáčkami kuličky obíhající po kuželové ploše kloužou směrem ven a tlačí přes kotouč proti tlaku pružiny na třecí obložení pevně spojené se skříní (košem) spojky:
1 – odstředivá závaží.



Obr. 31 Odstředivá spojka skútru Yamaha XP500: 1 – lamelová spojka s odstředivými závažími.

o vnitřní doraz na vnějším bubnu. Tím je uvolněn přítlačný kotouč i lamely o stanovenou vůli a spojka je rozepnuta. Opěrný kotouč se udržuje v základní poloze seřizovacími šrouby a působením přítlačných pružin, které se druhým koncem opírají o závěrný kotouč. Při rozjíždění se zvyšují otáčky, závaží se začnou vlivem větší odstředivé síly vychylovat až k vnějšímu dorazu na přítlačném kotouči. Přitom se závaží odvalují po přítlačném kotouči, který se posouvá k lamelám, stlačí je a způsobí posuv opěrného kotouče se seřizovacími šrouby z jeho základní polohy. Tím se zvětší síla přítlačných pružin na hodnotu potřebnou pro přenos největšího hnacího momentu motoru a spojka je sepnuta.

3. PŘEVODOVKY

Hlavním účelem převodovky je umožnit změnu převodu mezi motorem a hnacími koly tak, aby měl motor bez ohledu na rychlost jízdy stále vysoké otáčky, při kterých má plný výkon. Při jízdě po rovině musí motor kromě ztrát v poháněcím ústrojí překonávat jen odpor valení a odpor vzduchu. Výkon motoru se volí tak, aby tyto odpory překonával bez převodu v převodovce (přímý záběr) a vysoké otáčky se využily k dosažení největší rychlosti. Při jízdě do stoupání musí motor navíc překonávat tíhovou složku vozidla, která působí proti směru jízdy. Poněvadž se motor nesmí přetěžovat a výkon motoru již nestačí překonávat všechny odpory, musí se snížit rychlost vozidla, aby se snížil odpor vzduchu a odpor valení. Výkon motoru klesá v závislosti na snižujících se otáčkách. Proto je třeba zařadit v převodovce nižší rychlostní stupeň, aby se opět dosáhlo vysokých otáček a tím plného výkonu motoru, který by stačil k překonávání zvýšených jízdních odporů.

Kromě toho musí převodovka splnit řadu dalších požadavků. Při jízdě ze svahu zajišťuje brzdění vozidla motorem při zařazení takového rychlostního stupně, kterým by se do stejného svahu vyjíždělo. Při jízdě městem zajišťuje nižší rychlostní stupeň pružnější jízdu, při menší rychlosti vozidlo dosahuje větší

akcelerace, snadněji předjíždí pomalejší vozidla a je pohotovější při projíždění křižovatkami. Konečně musí převodovka umožnit volný chod motoru při sepnuté spojce a stojícím vozidle. Všechna soukolí převodovky se nastaví tak, aby hnací (výstupní) hřídel byl odpojen od hřídele hnaného (vstupního) a nastavil se neutrální chod.

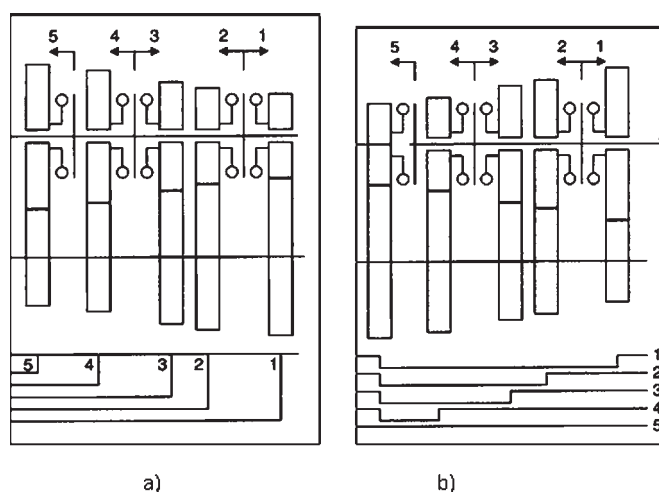
Motocyklová převodovka má čtyři až šest rychlostních stupňů, pomocí kterých lze udržovat v různých jízdních situacích (jízda do kopce, omezená rychlost na silnici) dostatečné otáčky motoru, aby motor mohl podávat požadovaný výkon.

U manuálně řazených převodek se vzhledem k jejich jednoduchosti prosadily převodovky s předlohovým hřídelem, které jsou tříhřídelové (koaxiální) nebo dvouhřídelové (deaxiální), obr. 33. U tříhřídelové převodovky mají vstupní a výstupní hřídele společnou osu otáčení, proto je toto uspořádání někdy nazýváno jako „koaxiální“ převodovka.

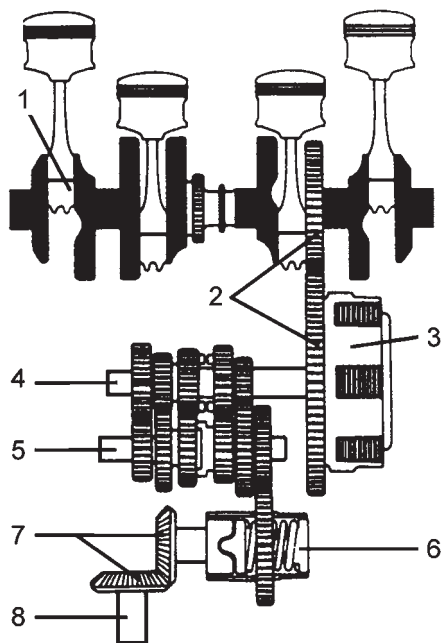
U dvouhřídelové převodovky (obr. 32a) je moment přenášen pro všechny rychlostní stupně vždy jen jedním párem ozubených kol. S výjimkou nejvyššího rychlostního stupně (přímý záběr zde není možný) je účinnost takové převodovky velmi dobrá, neboť při všech stupních, kromě zpětného převodu, je v záběru je jeden pár ozubených kol. Jedním párem ozubených kol je tedy také dána možnost celkového převodu.

U tříhřídelové převodovky (obr. 32b) se točivý moment motoru přenáší malým ozubeným kolem, které je ve stálém záběru s největším kolem předlohového hřídele. Na předlohovém hřídeli je tolik ozubených kol, kolik je rychlostních stupňů (včetně zpětného převodu). Každé kolo předlohy je v záběru s příslušným kolem na výstupním hřídeli. Tříhřídelová převodovka umožňuje přímý záběr, kdy se moment od motoru, vstupující do převodovky hnacím hřídelem, přenáší zubovou spojkou na sousedí (koaxiální) hřídel vystupující z převodovky. V tomto případě se předlohový hřídel rovněž otáčí, ale nepřenáší žádný moment. Tříhřídelová převodovka při přímém záběru pracuje bez ozubených kol; při ostatních rychlostních stupních jsou vždy v záběru dva páry ozubených kol.

Pokud při konstantním výkonu motoru chceme dosáhnout větší hnací síly (např. při zrychlení při předjíždění nebo při jízdě do kopce), musí se zmenšit rychlost jízdy (neboli otáčky zadního



Obr. 32 Konstrukční typy manuálně řazených stupňových převodek: a) dvouhřídelová převodovka, b) tříhřídelová převodovka.

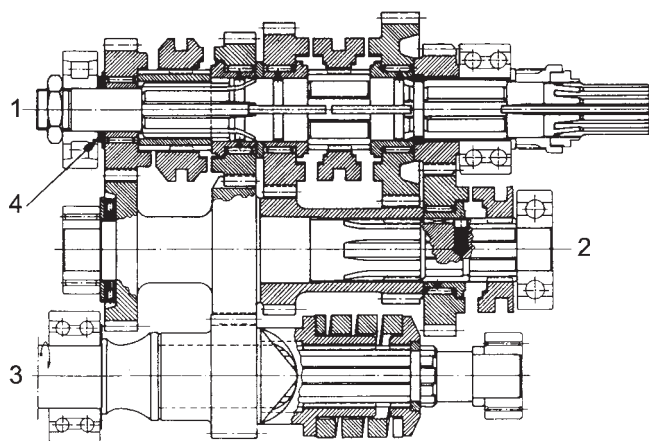


Obr. 33 Sestava motoru a převodovky (Yamaha XJ 900): 1 – klikový hřídel s ojnici a písty, 2 – ozubená kola primárního převodu s přímým ozubením, 3 – lamelová mokrá spojka, 4 – vstupní (hnací) hřídel převodovky, 5 – výstupní (hnací) hřídel převodovky, 6 – tlumič rázů, 7 – pohon kardanového hřídele kuželovým soukolím, 8 – kardanový hřídel pro pohon zadního kola.

kola). Úkolem převodovky tedy je podle velikost zatížení při jízdě převádět výkon motoru na větší hnací sílu nebo na větší rychlost jízdy. Čím více má převodovka rychlostních nebo také převodových stupňů, tím lépe a hospodárněji lze výkon motoru využívat. To je zvláště důležité u motorů s relativně malým výkonem nebo točivým momentem. Charakteristika převodovky, která je daná velikostí ozubených převodových kol a počtem rychlostních stupňů, musí odpovídat výkonové charakteristice motoru. Manuální převodovky se vyrábějí jako převodovky s převody tvořenými ozubenými koly. Dříve se používaly čtyřrychlostní převodovky, v současnosti se již běžně používají převodovky pětirychlostní. Výjimkou však již nejsou ani šestirychlostní převodovky, používané hlavně u sériově vyráběných sportovních motocyklů.

Šestistupňovou převodovku potřebují všechny motory, které dosahují nejvyššího výkonu v oblasti vysokých otáček. Termín „těsně odstupňovaná“ převodovka, jedná se převodovku, u níž jsou jednotlivé rychlostní stupně tak blízko u sebe, že při řazení se ručička otáčkoměru propadá o nepatrný počet otáček (kolem 700 min^{-1}). Převodovka může mít nižší rychlosti „blízko“ u sebe a vyšší naopak „dál“ od sebe. Tento systém se někdy používá u terénních motocyklů a vždy u trialových strojů.

Manuální převodovka s ozubenými koly je účinné a provozně spolehlivé mechanické zařízení. První spojení mezi klikovým hřídelem a pohonem zadního kola zajišťuje primární převod. Jako příklad může sloužit motocykl Yamaha XJ 900 F s pětistupňovou převodovkou a zadním kolem poháněným kardanovým hřídelem (obr. 33). Primární pohon má u tohoto motocyklu převodový poměr 1,672:1. To znamená, že na 1 otáčku spojky (nebo také vstupního

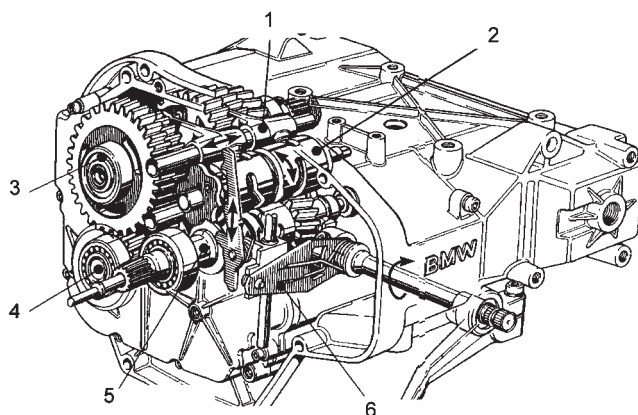


Obr. 34 Pětistupňová tříhřídelová převodovka Moto Guzzi V 1000 G 5 pro dvouválec o objemu $948,8 \text{ cm}^3$: 1 – vstupní hřídel, 2 – předlokový hřídel, 3 – výstupní hřídel, 4 – seřizovací podložka.

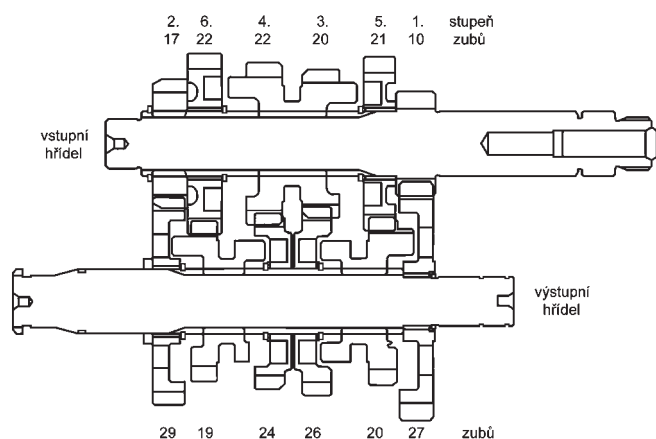
hřídele převodovky) se musí klikový hřídel otočit o 1,672 otáčky. Ozubené kolo primárního pohonu je na klikovém hřídeli mezi třetím a čtvrtým válcem. Ozubené kolo primárního pohonu má přímé ozubení a zabírá do většího ozubeného kola spojeného s košem spojky.

Spojka zajišťuje spojení se vstupním hřídelem převodovky. 1. převodový stupeň převodovky má převodový poměr 2,187:1, 2. stupeň 1,500:1, stupeň 1,153:1 a 4. stupeň 0,933:1. Čtvrtý rychlostní stupeň je oproti třetímu odsazen jen lehce. Pátý rychlostní stupeň má ještě menší převodový poměr 0,812:1 a je navržený jako úsporný a jeho předpokládané využití sahá do rychlostí okolo 200 km/h. Při zařazeném 4. nebo 5. rychlostním stupni se tedy podle výše uvedených údajů otáčí výstupní hřídel převodovky rychleji než vstupní hřídel.

Pohon kardanového hřídele (výše uvedený příklad Yamaha XJ 900 F) je někdy potřebný pro přenos hnací síly v úhlu 90° z výstupního hřídele převodovky do hnacího hřídele zadního kola. Převodový poměr kuželových ozubených kol u pohonu kardanového hřídele je vždy 1:1. To znamená, že vstupní i výstupní hřídel náhonu kardanového hřídele se otáčí stejnými otáčkami.



Obr. 35 Tříhřídelová převodovka BMW: 1 – řadicí vidlice, 2 – řadicí váleček, 3 – hnací (výstupní) hřídel, 4 – předlokový hřídel, 5 – hnací (vstupní) hřídel, 6 – ovládání řazení nožní pákou.

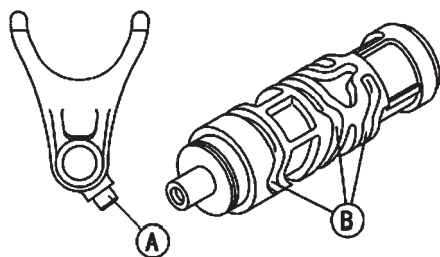


Obr. 36 Šestistupňová tříhřídelová převodovka Kawasaki KR150-K4 se stálým záběrem ozubených kol. Rychlostní stupně: 1 – 2,700 (27/10), 2 – 1,706 (29/17), 3 – 1,300 (26/20), 4 – 1,090 (24/22), 5 – 0,952 (20/21), 6 – 0,863 (19/22).

Synchronizační zařízení vyrovnává rozdíl obvodových rychlostí dvou ozubených kol – hnacího a hnaného – před jejich vzájemným spojením. Synchronizace umožňuje bezhlučné a rychlé řazení jednotlivých rychlostních stupňů. U motocyklů synchronizace není obvyklá. Důvodem jsou prostorové nároky, hmotnost a malé hmoty (menší momenty setrvačnosti klikových hřídelů) zúčastněné na řazení. Přebíječky pro motocykly mají většinou menší otáčky a mají menší odstupňování rychlostních stupňů než automobilové přebíječky, takže hluk při řazení je výrazně menší.

Na obr. 34 až 36 jsou konstrukční příklady převodovek pro motocykly.

Řadicí zařízení umožňuje zařazení potřebného rychlostního stupně a nastavení zbývajících rychlostních stupňů do neutrální polohy nebo nastavení všech rychlostních stupňů do neutrální polohy u stojícího vozidla při motoru v chodu. Požadavky na stavbu řadicího ústrojí vyplývají u motocyklů i skútrů z podmínek pro bezpečné ovládání vozidla. Nutnost delšího sejmutí ruky ze řídítek je nebezpečná, a proto zanikly dřívější systémy ručního řazení pákou na boku nádrže nebo dokonce delší pákou vyvedenou přímo ze skříně převodovky. Modernímu pojetí vyhovuje buď nožní řazení, kde se páka pohybuje z jedné dorazové polohy do druhé, nebo řazení na řídítkách otočnou rukojetí.



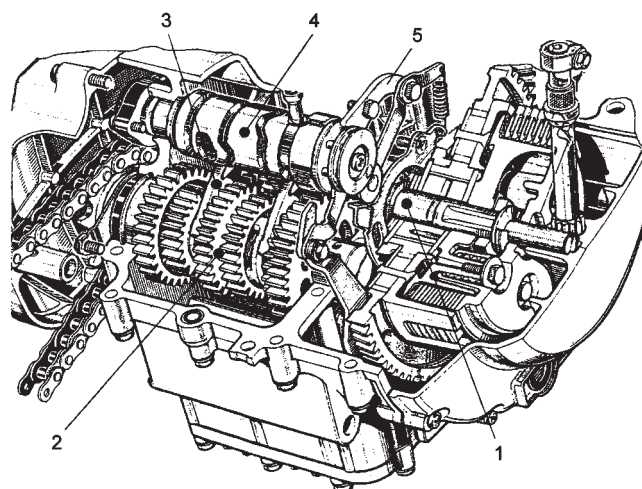
Obr. 37 Systém řazení vidlicí a řadicím válečkem (Kawasaki ZR1000-A1): A – vodící kolík řadicí vidlice, B – drážky řadicího válečku.

Řadicí ústrojí s otočnou rukojetí pochází z Itálie a vyhovuje dobře pro mopedy a skútry. Princip je v tom, že zároveň s rukojetí se otáčí i páčka spojky uložená na otočném držáku. Polohy jednotlivých rychlostních stupňů jsou vyznačeny značkami na řídítkách a řadicí páčka na skříně převodovky se ovládá dvěma lanovody.

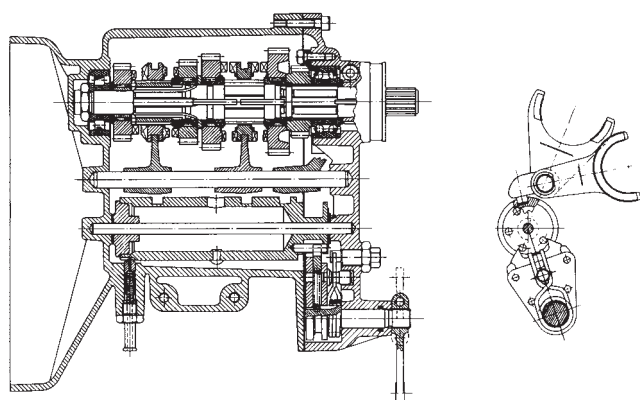
Nožní řazení potřebuje ke své funkci řadicí automat, který zajistí posuv **řadicího válečku** nebo **kulisy** pouze o hodnotu odpovídající změně na sousední rychlostní stupeň. Řadicích automatů různých typů vzniklo již ve vývoji převodovek mnoho. Společnou podmínkou k dosažení bezporuchovosti všech systémů je dostatečné dimenzování dorazů a spolehlivá funkce vratných pružin. Pružiny mají mít pokud možno malé mechanické namáhání a jejich materiálu, výrobě, tepelnému zpracování i kontrole je třeba věnovat náležitou péči.

Základním řadicím prvkem je obvykle řadicí váleček nebo posuvná či otočná plochá řadicí kulisa. U všech těchto prvků je důležité dodržet přesnost tvaru funkčních vodících drážek pro vodící čep řadicí vidlice. Ploché posuvné kulisy nebo otočné segmenty se vyrábějí lisováním a běžné výrobní tolerance zde obvykle vyhovují. Složitější technologie výroby je u řadicích válečků, které vycházejí proto také výrobně dražší.

Řadicí vidlice mají být přesně vedené na dostatečně tuhé řadicí tyči, aby nedocházelo k přičení vidlice ani přesouvaného kola. I vlastní konstrukce řadicích vidlic je důležitá a nejlépe se osvědčují dostatečně pevné vidlice vyrobené z výkovku. Velmi důležitým doplňkem řadicího ústrojí je aretace, která zajišťuje řadicí prvek v nastavené poloze. Význam aretace je nejen v tom, že zabraňuje samovolnému vyřazení rychlostního stupně, ale i v tom, že pomáhá dovést přesuvné kolo nebo přesuvnou spojku i s řadicí vidlicí do správné polohy. Nastavení tvrdostí aretace má tedy značný vliv na funkci převodovky a u některých strojů proto je i předpětí pružiny aretace snadno přístupné k seřízení. Příliš tvrdá aretace ztěžuje řazení a vyvolává značné opotřebení celého systému, měkká naproti tomu umožňuje nesprávné zařazení neutrálu místo požadovaného rychlostního stupně, popř. vypadávání zařazeného stupně. Zdokonalením řadicího ústrojí u některých



Obr. 38 Přebíječka s řadicím válečkem: 1 – hnací (vstupní) hřídel převodovky (zakrytý řadicím válečkem), 2 – hnaný (výstupní) hřídel převodovky, 3 – řadicí vidlice, 4 – řadicí váleček s vedením kulisy, 5 – ovládání řazení.



Obr. 39 Řadicí ústrojí pětistupňové převodovky Moto Guzzi V 1000 G 5 – řadicí vidlice a řadicí váleček.

nejmodernějších převodovek převážně speciálních motocyklů je blokovácí zařízení, které zamezuje další posuv řadičního prvku než do polohy odpovídající sousednímu rychlostnímu stupni.

Ozubená kola se v převodovce zasouvají po hřídelích do záběru pomocí řadičích vidlic. Řadičí vidlice vždy tlačí na objímku před příslušným ozubeným kolem pohybuje celou skupinou ozubených kol. Skupiny ozubených kol jsou složeny z ozubených kol různých velikostí, která jsou sestavena tak, aby při zařazení některého rychlostního stupně do sebe zabírala vždy příslušná dvě ozubená kola a ostatní se točila volně.

Řadičí vidlice jsou uchyceny v **kulisách** nebo v prostorově úsporných **řadičích válcích**. **Řadičí válec** (obr. 37 až 39) se vyskytuje především u moderních motocyklů. V řadičí kulisě je uchycen čep, který může otáčet zpravidla dvěma, někdy i třemi řadičími vidlicemi. Při řazení rychlostí se pohyby z řadičí páky přenášejí na řadičí kulisu přes různá soutyčí nebo táhla.

Řadičí válec se otáčí okolo své osy a díky tomu, že je tenký, může být umístěn blízko převodových hřídelů. Řadičí válec má na povrchu zářezy ve tvaru drážek. V těchto zářezech se při otáčení řadičích válců posouvají unášecí čepy řadičích vidlic. Řadičí válce jsou opět ovládnuty přes soutyčí nebo táhla od řadičí páky.

Řadičí automat je spojený hřídelem bezprostředně s řadičí pákou a ovládá řadičí kulisu, případně řadičí válec. U motocyklových převodovek lze kvůli omezenému pohybu nožní řadičí páky řadit jednotlivé rychlosti pouze postupně, tj. v řadě za sebou; nelze zde rychlostní stupně přeskakovat jako u automobilových převodovek, kde řadičí páka může vykonávat složitější pohyby. Nožní řadičí páka se u motocyklů již standardně montuje na levou stranu motoru (viděno ve směru jízdy).

Sešlápnutím řadičí páky zařadíme 1. rychlostní stupeň. 1. rychlostní stupeň je vždy ten úplně dole. Špičkou nohy vytáhneme řadičí páku nahoru a hned nad 1. rychlostním stupněm je neutrál. Pokud chceme zařadit 2. rychlostní stupeň, musíme řadičí páku přetáhnout z 1. stupně jedním tahem přes polohu neutrálu. Všechny ostatní rychlostní stupně jsou nad 2. stupněm a řadíme je dalším vytahováním řadičí páky. Pokud páka již nejde povytáhnout nahoru, je zařazený nejvyšší rychlostní stupeň.

Mazání převodovky. Pokud je převodovka v jedné skříni s motorem, obstarává její **mazání motorový olej** a mazací systém

motoru. Motorový olej tedy slouží k mazání ozubených převodových kol, kluzných ploch a ložisek. Převodový olej (případně motorový olej plnící jeho úlohu) musí zabraňovat vzájemnému styku čel zubů, proto musí mít dobré mazací vlastnosti a musí odolávat tlaku. Převodový olej slouží také jako chladicí kapalina, odebírá teplo vznikající silovým působením ozubených kol a třením v ložiskách a odvádí ho do studenějších míst; proto musí dobře snášet vysoké teploty a musí být dostatečně tekutý i za studena.

Vicestupňové (vícerozsahové) oleje používané k současnému mazání motoru i převodovky jsou silně namáhány tlakem a smykem. Namáhání smykem je způsobeno přestřiháváním řetězců molekul oleje sevřených mezi otáčejícími se ozubenými koly. Pokud se molekuly oleje nechají takto zničit, ztratí olej své mazací vlastnosti a stane se z něj olej jednostupňový. Z tohoto důvodu také někteří výrobci doporučují olej často měnit; zejména pokud je v motoru mnoho ozubených kola kuličkových ložisek (např. Ducati V2 s „královským“ hnacím rozvodovým hřídelem). Moderní vicestupňové HD (Heavy Duty) oleje (tříd SE, SF, SG a SH podle API, resp. G4 a GS podle CCMC) jsou již schopné zajistit dobré mazání ozubených kol, což se projevuje i v prodloužení intervalů nutných pro jejich výměnu. Přesto však ani tyto oleje nedosahují kvality a trvanlivosti pravých jednoúčelových převodových olejů. U motocyklů s oddělenou převodovkou a pohonem kardanového hřídele a zadního kola (např. Moto-Guzzi V2, boxery BMW, řadové motory BMW K100/75) místo klasického řetězového pohonu se k mazání těchto systémů používá speciální převodový olej.

Rozeznáváme víceúčelové oleje pro mazání manuálních převodovek a převodů a hypoidní oleje do speciálních převodovek a převodů. Do hypoidních olejů se přidávají přísady zvyšující tlakovou odolnost a používají se především pro mazání pohonu zadního kola. Viskozita převodových olejů odpovídá viskozitě olejů motorových a značí se také podle klasifikace SAE, případně podle evropské klasifikace CCMC (nebo ACEA). Při vnějších teplotách pod +5 °C se mají používat převodové oleje SAE 80, nad tuto teplotu SAE 90. V obou výše uvedených teplotních intervalech lze používat vicestupňové převodové oleje, např. SAE 80 W 90.

U převodovek spojených s motorem závisí jejich mazání na motorovém oleji. U oddělených převodovek jsou intervaly výměny oleje delší než u oleje motorového, avšak výměnu oleje nesmíme v žádném případě zanedbat.

Samočinná převodovka (obr. 40) je u motocyklů řídkým jevem. Motocykly se samočinnou převodovkou postrádají mnoho půvabů jízdy, takže dnešní jezdci je téměř nevyhledávají.

Pokud nemá motocykl elektrický startér, je nezbytným doplňkem převodného ústrojí mechanické spouštěcí ústrojí. Osvědčily se dva základní systémy spouštěcího zařízení, a to jednak segmentem zabírajícím do ozubeného kolečka uloženého na volnoběžce v primárním převodu, jednak spouštěním přes převodovku.

První způsob je vhodný po pevnostní i funkční stránce, neboť neohrožuje převodovku při zpětném rázu motoru a umožňuje spouštění při zařazeném jakémkoli rychlostním stupni a vypnuté spojce. Záporom je nutný prostor pod spojkou pro spouštěcí ústrojí, což se projeví vždy větším vyložení spojky od ložiska a zpravidla i širší stavbou celého motoru.

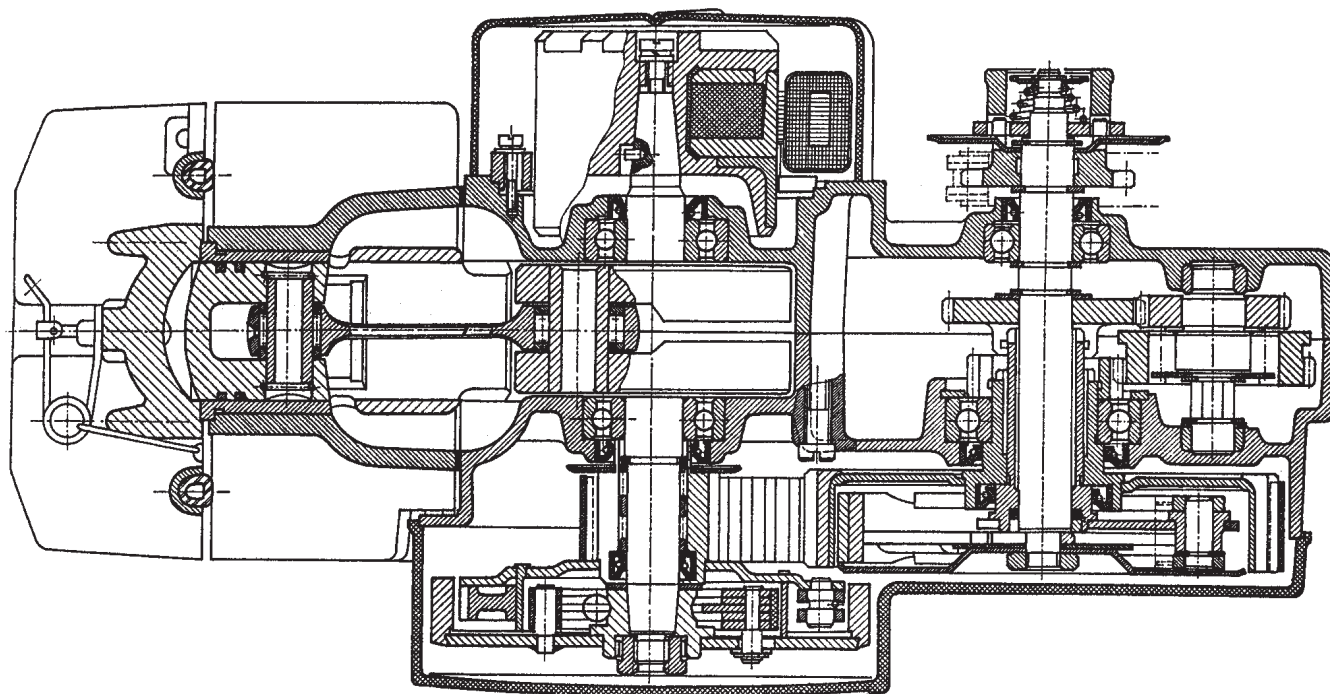
Při spouštění motoru přes převodovku je zpravidla v činnosti jeden pár ozubených kol, přičemž musí být voleno volně otočné ozubené kolo na hnaném nebo předlohovém hřídeli zabírající

s pevným kolem na hnacím hřídeli. Ozubení tohoto páru kol je pevnostně mimořádně zatíženo, zejména při zpětném rázu motoru. Pomocné kolo na spouštěcím hřídeli se zpravidla při běhu motoru neustále otáčí. Při spouštění zabírá pro záběr v jednom smyslu otáčení zvláštní unášec do jeho čelních ozubů; unášec se po rozběhu motoru stranově vysune. Závažnou nevýhodou je zde nutnost řazení neutrálu před spouštěním. Určité nebezpečí představují pro zuby převodovky i zpětné rázy. Je skutečně zajímavé a bylo početně i v praxi ověřeno, že namáhání zubů převodovky může být při spouštění a zpětném rázu motoru větší než nejvyšší namáhání za jízdy. Posledním záporem spouštění přes převodovku je závislost na spolehlivý funkci spojky. Někdy se stává, že u studeného motoru spojka při spouštění prokluzuje, i když při jízdě pracuje bez závad, protože točivý moment potřebný k přetočení studeného motoru bývá větší než největší točivý moment.

Jednoduché spouštěcí zařízení vychází u motorů se spojkou na klikovém hřídeli, neboť u většího ozubeného kola na hnacím hřídeli převodovky bývá dostatečně velký prostor. Řazení neutrálu před spouštěním a schopnost spojky přenést velký točivý moment je i zde podmínkou.

3. LITERATURA

- [1] VLK, F.: Automobilová technická příručka. Vlastním nákladem, Brno, 2003.
- [2] VLK, F.: Teorie a konstrukce motocyklů. Vlastním nákladem, Brno, 2004.
- [3] HUSÁK, P.: Motocykly s dvoudobým motorem. SNTL, Praha, 1978.



Obr. 40 Řez motoru mopedu s dvoustupňovou samočinnou převodovkou (Jawa 210): primární převod ozubeným řemenem, sekundární převod válečkovým řetězem, odstředivá spouštěcí spojka s dvěma spouštěcími čelistmi, rozběhová spojka odstředivá s třemi úběžnými čelistmi, řadicí spojka s mechanismem zpětné vazby a samočinný volnoběžný systémem.