

RÁMY A ODPRUŽENÍ MOTOCYKLŮ

Vzorem pro stavbu motocyklového podvozku se stalo jízdní kolo. V první vývojové etapě byla ponechána i šlapadla a pouze střední část rámu byla upravena pro montáž motoru. Později dochází k nutnému zesilování a vyztužování vlastního rámu a k přestavbě pevné přední vidlice na odpruženou. Klasický jednoduchý uzavřený trubkový rám s přední paralelogramovou vidlicí byl po desetiletí nejúspěšnější koncepcí řešení podvozku motocyklu. Teprve v padesátých letech minulého století převládají teleskopické nebo výjimečně kyvné přední vidlice nad vahadlovými a začíná i rozmach strojů s odpruženým zadním kolem – nejdříve krátkou dobu s kluzákovým odpružením a později s kývačkou.

1. RÁMY

Podle uspořádání nosné části podvozku se dělí jednostopá motorová vozidla na motocykly se samonosnou nástavbou a s nosným rámem.

Na rozdíl od stavby automobilů je u jednostopých motorových vozidel první skupina zastoupena poměrně menším počtem typů, přičemž jde většinou o skútry. Svařením poměrně rozměrných výlisků z ocelového plechu vznikne prostorově tuhý celek, v kterém jsou přivařeny výztuhy pro uložení přední i zadní vidlice, motoru a dalších dílů. Při návrhu nosné karosérie je třeba brát v úvahu pevnostní namáhání v jednotlivých místech a podle toho volit potřebné tvary i tloušťky plechů, popř. přidávat další výztužné prvky. Při vysoké prostorové tuhosti samonosné karosérie se abnormální namáhání v některé části neprojeví větší deformací jako u trubkových rámu, ale dojde brzy k nepříjemným prasklinám.

Samonosná nástavba skútru má v přední horní části výztuhy pro uložení sloupku řízení a dále zastává karosérie funkci chráničů kolen. Ve spodní střední části je samonosná karosérie obvykle vyztužena rozměrnější trubkou, neboť střední část je snížena a vlastní profil karosérie nemá potřebnou výšku. Nástavba (karosérie) nahrazuje i stupačky včetně ochrany nohou jezdce proti odstříkující vodě a blátu. Stavebně příznivěji vychází z pevnostního hlediska zadní část karosérie, která přebírá funkci blatníku, schránek a někdy i nádrže a nosné kostry sedla. Velmi důležité je pochopitelně přesné a zvláště pak tuhé a spolehlivé uložení zadní kývačky, na které bývá upevněn také motor i s celým převodným ústrojím.

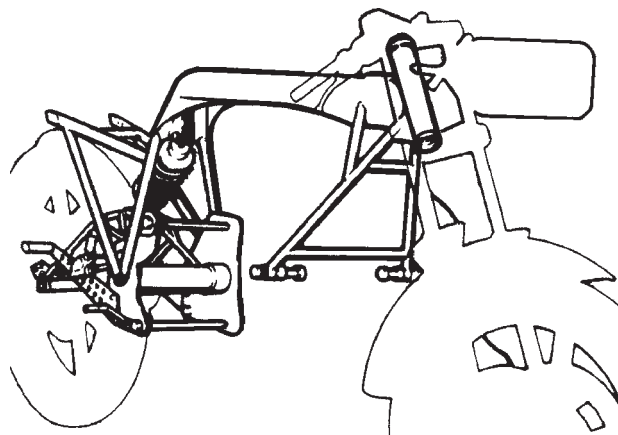
Kromě skútrů a motocyklů miniaturních rozměrů je třeba do skupiny samonosných karosérií zahrnout i bezrámové uspořádání některých silničních závodních motocyklů. Páteřovou nosnou část vozidla zde tvoří vhodně tvarovaná palivová nádrž s kostrou sedla a dolů vyběhávajícím prostorovým úchytem motoru a zadní kyvné vidlice. Tato koncepce přináší hlavní výhodu ve snížení celkové hmotnosti motocyklu, ale naproti tomu se objevují i některé nevýhody. Konstrukčně působí určité potíže vestavění hlavy rámu do přední části nádrže podobně jako řešení nejvíce namáhaného profilu karosérie ve střední části. Nekonvenční je i způsob uložení motoru, neboť klasické přední závěsy motoru jsou příliš vzdálené od hlavního profilu karosérie. Motor pouze zavěšený pod rámem není pro výkonný závodní motocykl rovněž výhodou a navíc není

dostatečně využito pevnosti a prostorové tuhosti hlavních odlitků motoru. Často se proto volí tuhé zadní závěsy motoru k rámu, lehké trubky od hlavy rámu k předním úchytnům na motoru a pomocné zavěšení hlav válců k rámu.

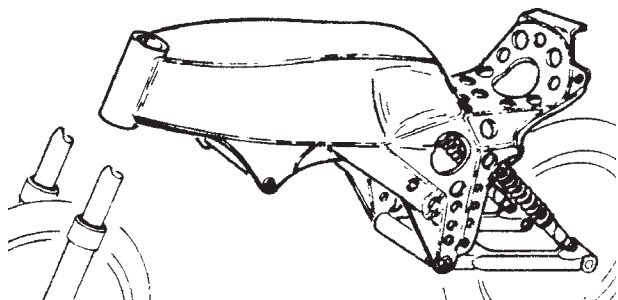
Rám motocyklu nese motor a drží hlavu řízení, v zadní části rámu je pak uchycena vidlice zadního kola. Na horní straně rámuje většinou umístěna palivová nádrž a vzadu, někdy i na odděleném nosníku, je sedačka.

Rám je hlavním stavebním a pevnostním prvkem motocyklu. V minulosti a v současnosti se u motocyklů používaly nebo používají tyto hlavní typy rámu (obr. 1 až 27):

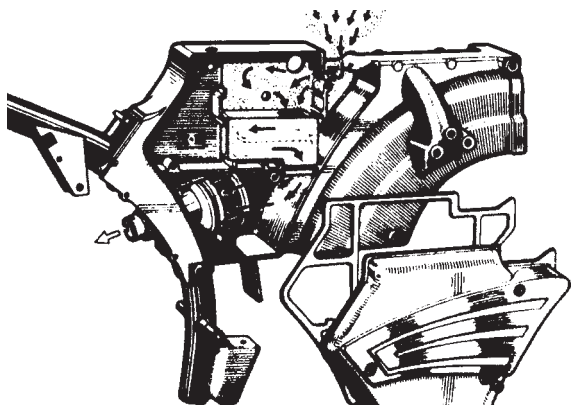
- jednotrubkové,
- lisované,
- odlévané,
- mostové,
- kolébkové,
- dvoutrubkové,
- mřížové,
- páteřové.



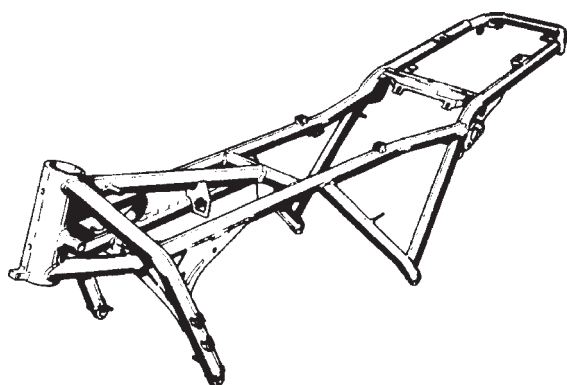
Obr. 1 Páteřový rám (rám s centrální trubkou).



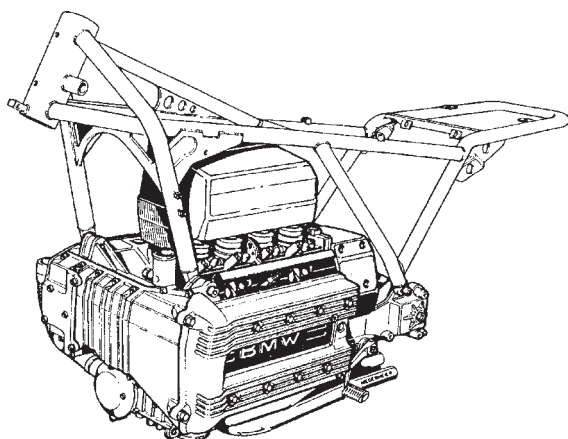
Obr. 2 Rám lisovaný z oceli (monocoque).



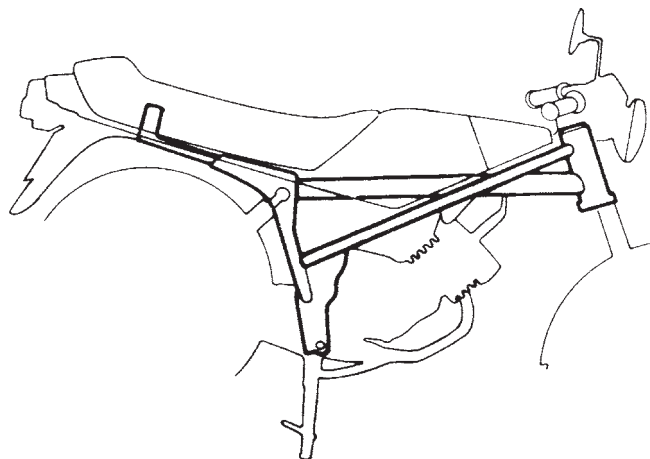
Obr. 3 Zadní rám z lehké slitiny.



Obr. 4 Mřížový rám (mostový) trubkový rám – BMW K 100).



Obr. 5 Mřížový (mostový) rám s motorem – motor je nosným prvkem kývačky.



Obr. 6 Mřížový (mostový) rám Honda MB (BMW K 100) – propojení hlavy řízení s uložením podvozku.

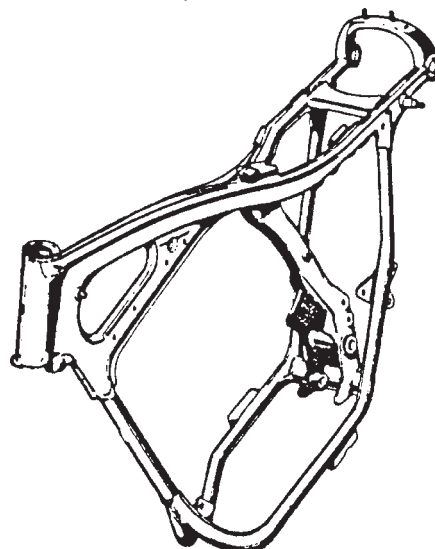
Nosné rámy jednostopých motorových vozidel se dělí na trubkové, lisované, lité a kombinované.

Trubkové rámy jsou pro jednostopá motorová vozidla a zvláště pro motocykly velmi vhodné, neboť jsou lehké, mají vysokou pevnost a při správné konstrukci zajišťují i dostatečnou tuhost. Další jejich výhodou je možnost kusové, malosériové i sériové výroby bez příliš nákladného výrobního zařízení.

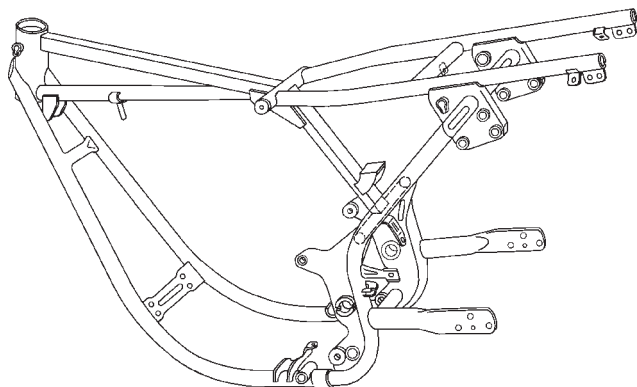
Rámy jsou sestaveny z několika kusů rovných nebo tvarovaných trubek různého průřezu, z plechových výztuh a závěsů a pevně spojeny svařováním elektrickým obloukem nebo plamenem. Zvláště namáhané rámy speciálních motocyklů se někdy po svaření žihají pro odstranění vnitřního pnutí.

Podle konstrukce můžeme trubkové rámy dělit na **uzavřené** a **otevřené** (motor nahrazuje část rámu, obr. 11) a dále na **jednoduché**, **rozdvojené** a **dvojitě**.

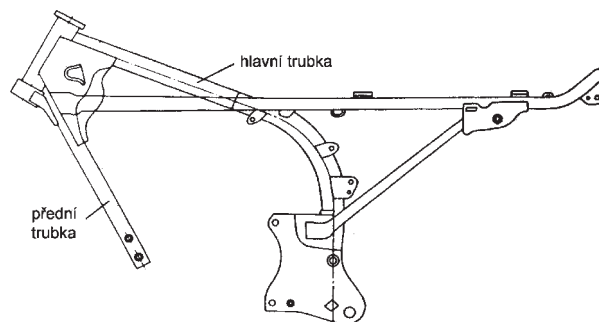
Klasicky **jednoduchý uzavřený rám** se skládá z mohutnější přední a lehčí zadní části. Základem přední části je hlava rámu, do jejíž trubky většího průměru jsou nalisovány misky nebo ložiska řízení. K dolní části hlavy rámuje přivařena trubka, která ji spojuje s předními držáky motoru a vede dále pod motorem k závěsu čepu stupaček a k uložení zadní kyvné vidlice.



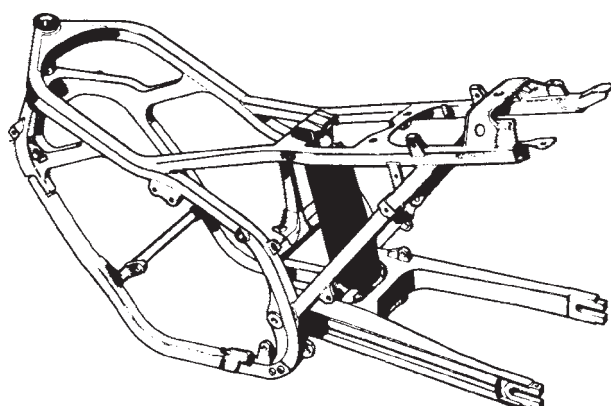
Obr. 7 Jednotrubkový rám Honda CB 250 .



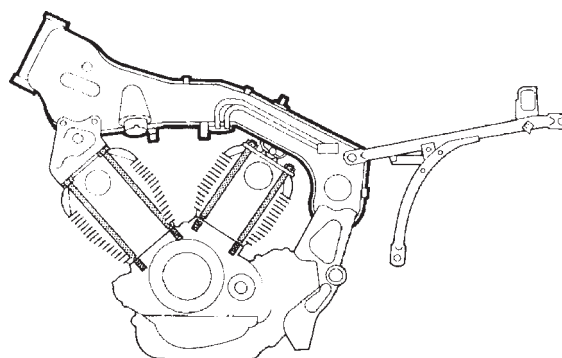
Obr. 8 Jednotrubkový rám Jawa 634.



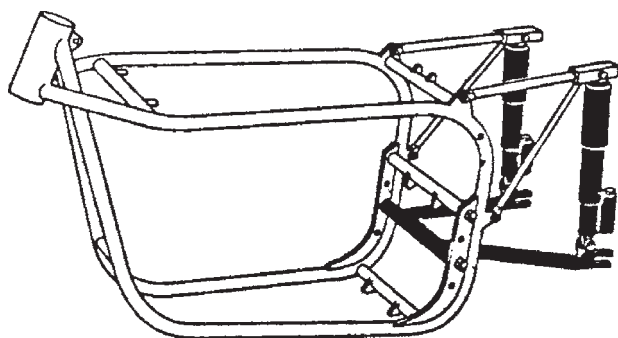
Obr. 11 Otevřený páteřový rám – páteř probíhá od hlavy řízení k uložení zadní výkyvné vidlice. Dolní vyztužení tvoří blok motoru s převodovkou, který musí být zavěšen mezi přední trubku a uložení kývačky.



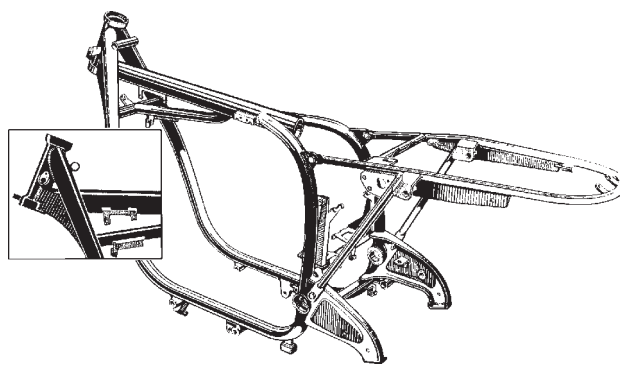
Obr. 9 Mostový dvoutrubkový čám – z čtyřhranných trubek Honda VF 750 F (zavěšení zadního kola systémem Pro-Link).



Obr. 12 Mostový rám ze skříňových profilů – předchůdce moderních vytlačovaných profilových rámu (Yamaha TR 1).



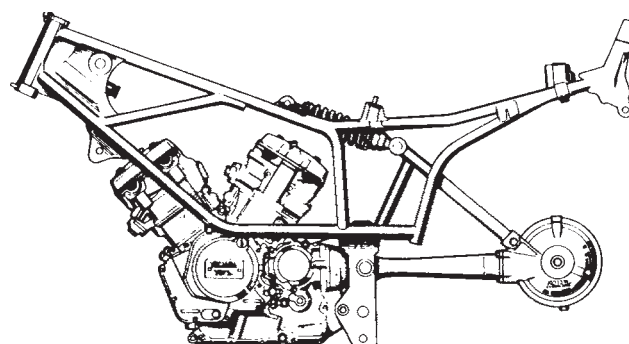
Obr. 10 Kolébkový rám – typickým znakem jsou trubky křížící se na hlavě řízení a neostře oblouky (Norton).



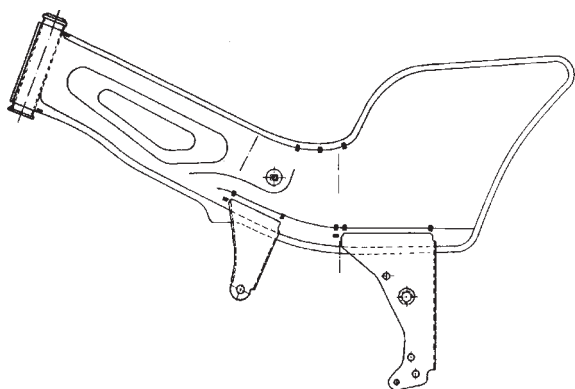
Obr. 13 Nahoře jednoduchý, dole dvojitý trubkový rám (motocykly BMW s dvouventilovým motorem boxer) s jednou tlustou oválnou trubkou jako páteří a dvěma široce vyloženými bočními výztuhami z oválných trubek.

Horní část rámu tvoří šikmá trubka přivařená k horní části hlavy rámu, která se ohýbá šikmo nebo svisle dolů a spojuje se s dolní trubkou, není-li celá přední část rámu vytvořena z jedné trubky.

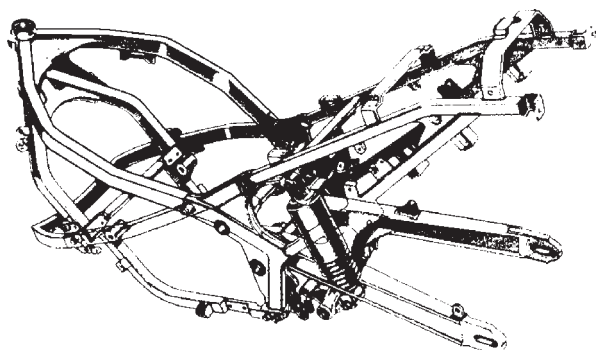
Zadní část každého rámu je **dvojitá**, neboť mezi trubkami prochází zadní kolo. U rámu starší koncepce se zadními kluzáky byly trubky vedeny k úchytům čepu zadního kola nebo k úchytům kluzáků. U soudobých rámu s kyvnou vidlicí je horní zadní dvojitá část většinou vodorovná nebo mírně skloněná a vzadu tvoří úchyt blatníku. Nosnou konstrukci ze zadní části rámu obvykle pomáhají vytvářet dvě šikmé trubky, které jsou spojeny s přední částí rámu v prostoru za motorem a s horními zadními trubkami poblíž záchytů horních ok pružících jednotek.



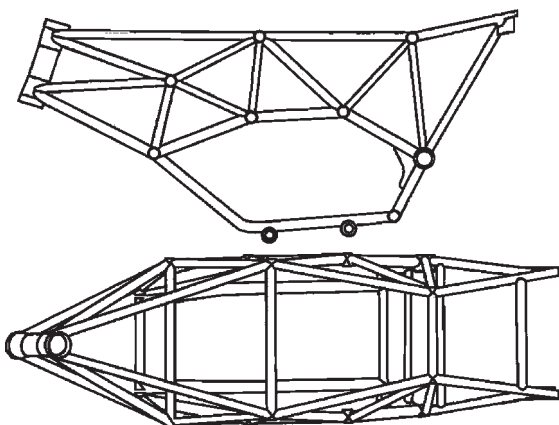
Obr. 14 Mostový trubkový rám Yamaha XZ 550.



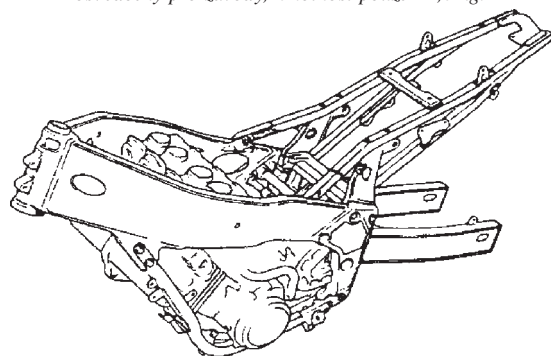
Obr. 15 Páteřový lisovaný ocelový rám Kreidler (monocoque).



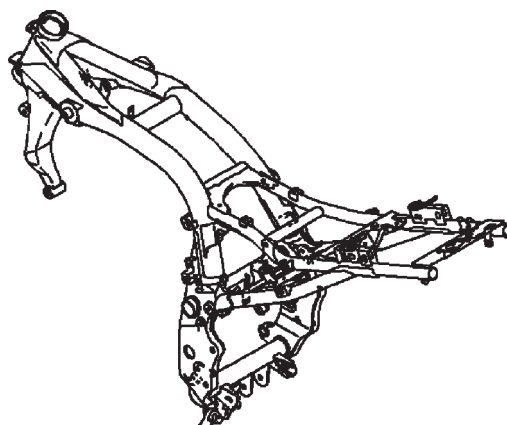
Obr. 16 Dvoutrubkový rám z čtyřhranných trubek Kawasaki GPZ 1000.



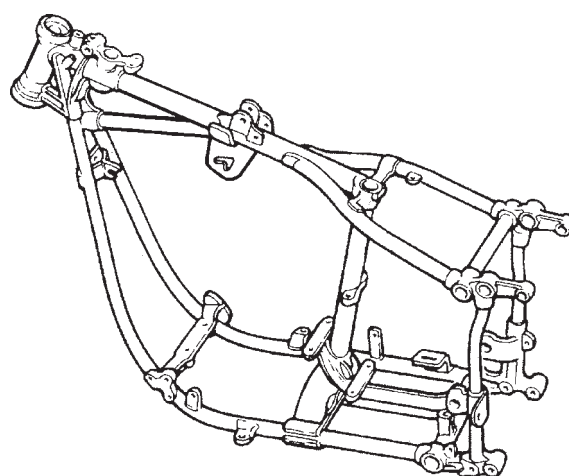
Obr. 17 Příhradový (mřížový) rám Krauser MKM 1000 svařený z 52 přímých ($\varnothing 12 \times 1 \text{ mm}$) a 4 mírně zakřivených chromomolybdenových ocelových trubek ($\varnothing 20 \times 1 \text{ mm}$). Dolní výztuhy (průvlaky) jsou přišroubované. Prostorový příhradový rám s vysokou torzní tuhostí, osvědčený pro závody, hmotnost pouze 11,6 kg.



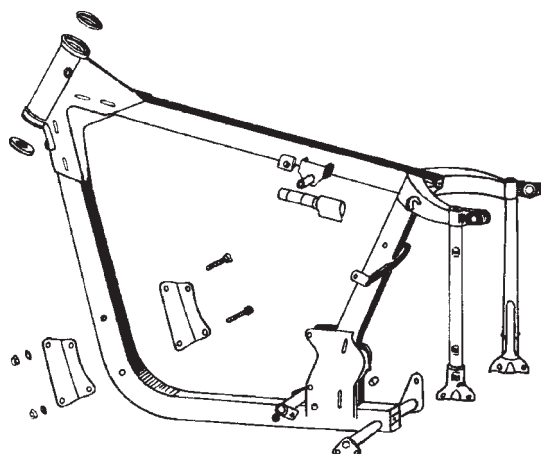
Obr. 18 Kolébkový trubkový rám s odnímatelnými vzpěrami a se závěsem zadní vidlice, tzv. delta box (Yamaha FZR 1000).



Obr. 19 Trubkový rám Kawasaki ZR1000-A1.

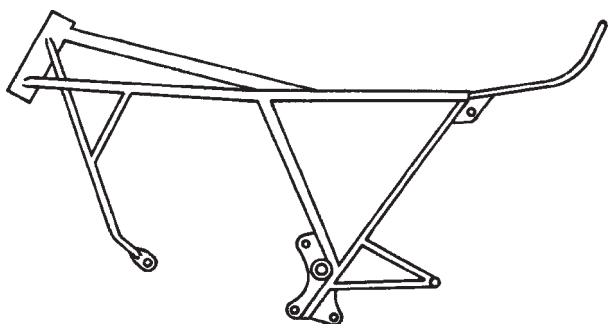


Obr. 20 Trubkový rám Harley-Davidson.



Obr. 21 Uzavřený jednoduchý trubkový rám z trubek obdélníkového průřezu Jawa 350 typ 559 [3].

Pevnostně namáhaná místa, a to nejčastěji okolí spojení trubek, bývají zesilována navařením rovných nebo tvarovaných výztuh ze stejného nebo podobného materiálu jako jsou trubky rámu. Nejmohtnější výztuhy různého tvaru bývají u spojení hlavy rámu s trubkami. Tyto výztuhy zpevňují nejen svařovaný spoj, ale i začátek trubek v jejich nejvíce namáhané části. Hlavní zásadou při konstrukci těchto výztuh je jejich tvarování tak, aby v žádném



Obr. 22 Otevřený rám.

místě trubky nedošlo ke koncentraci namáhání. Dalším možným způsobem zesílení namáhaných konců trubek rámu je nalisování další výztužné trubky dovnitř nebo na povrch trubky rámu. I zde jsou nutná opatření proti koncentraci namáhání, a proto jsou výztužné trubky ukončeny vždy dlouhým šikmým řezem [3].

Na rámu jsou dále přivařeny různé závěsy pro upevnění dalších dílů, např. nádrže paliva, zapalovacích cívek, sedla, schránek, tlumiče sání, zadního blatníku, stojánku apod.

Základní nevýhodou jednoduchých rámu je menší tuhost vůči bočním deformacím a úzké nebo málo tuhé uchycení zadní kyvné vidlice. Trubka pro uložení kývačky může být sice upevněna k trubce rámu plechovými nebo trubkovými výztuhami, ale i vlastní rámová trubka se při větším namáhání na krut deformuje.

Dvojitý rám mají dvě základní rámové trubky vedle sebe i v přední horní a dolní části rámu. Do hlavy rámu jsou tedy zakotveny čtyři trubky, čímž se dosáhne pevnějšího a tužšího spojení. Základní rámové trubky vedoucí vedle sebe musí být od sebe dostatečně vzdálené, aby se získala náležitá prostorová tuhost. Dvojitý rám je vhodný především pro široké uložení zadní kyvné vidlice i pro upevnění motoru, stojánku, stupaček a zadních šikmých rámových trubek. Nevýhodou dvojitých rámu je vyšší cena, obtížnější svařování tenkých trubek a špatně přístupných míst u hlavy rámu a nutnost širokého tunelu v nádrži.

Rozdvojené rámy jsou dvojitý jen v některých svých částech; je to vždy v místě uložení zadní kyvné vidlice. Rozdvojení rámu začíná nejčastěji pod motorem a končí až pod sedlem, avšak běžné je i řešení s dvojitou celou přední a spodní částí, takže jednoduchá trubka je pouze pod nádrží.

Otevřené rámy (obr. 22) využívají pevnosti odlitků skříně motoru a někdy i celého motoru jako nosného prvku rámu. Otevřené rámy mohou být opět všech dříve uvedených typů, ale jejich společným znakem je přerušování spodních nosných trubek a možnost jednoduché montáže motoru do rámu. Výhodou otevřených rámu je někdy nižší hmotnost a cena, nevýhodou u méně pečlivého řešení menší tuhost.

Zvláštním druhem trubkových rámu jsou **páteřové rámy**, které jsou vlastně modifikací rámu otevřených. Základ zde tvoří dvě trubky kruhového, obdélníkového nebo oválného průřezu obvykle většího profilu. Tyto trubky vycházejí z hlavy rámu, probíhají nad motorem a končí u horních závěsů zadních pružících jednotek.

Lisované rámy jsou druhou skupinou rámu, která našla v motocyklové výrobě široké uplatnění, a to především v oblasti lehkých strojů, vyráběných velkosériově. Výhodou lisovaného rámu je možnost volby libovolného profilu, který se svaří z plechových výlisků. Tvar profilu se může přesně přizpůsobit průběhu namáhání.

Nevýhodou lisovaných rámu je nutnost zhotovení nákladných nástrojů na výrobu výlisků.

Konstrukce lisovaných rámu je přizpůsobena technologii jejich výroby, a proto jde téměř výhradně o různé druhy páteřových rámu. Základním prvkem lisovaného rámu je uzavřený tvarovaný profil ukončený vpředu hlavou rámu a vzadu dvěma tenčími lisovanými nosníky k upevnění sedla, blatníku, horních ok pružících a tlumících jednotek. Hlavní nosný profil má uprostřed mohutný výběžek, který z něho vystupuje plynulými přechody a slouží k zavěšení motoru, čepu kyvné vidlice a stupaček.

Do skupiny lisovaných rámu zahrnujeme i řadu rámu s hlavním lisovaným nosným profilem doplněným přivařenými nebo jinak připevněnými trubkami k upevnění přední části motoru nebo některých dílů šasi. Zvláštním druhem jsou lisované rámy, kde hlavní nosnou část tvoří dva rovnoběžné profily, které se spojují v zakotvení do hlavy rámu. Tyto nosné průřezy běží většinou těsně nad skříní motoru a mohou svým tvarem přispět i k chlazení válce, popř. válců. Výhodou tohoto řešení proti obvyklému typu lisovaného rámu je tužší uložení motoru i čepu kyvné vidlice a vytvoření dostatečného prostoru pro nádrž; jeho nevýhodou je složitost a často i větší hmotnost.

Kromě lisovaných ocelových rámu, které se svařují z jednotlivých dílů, sestávají mnohé motocyklové rámy stále z ocelových trubek s kruhovým průřezem. Teprve v současné době se ve větší míře začaly používat hranaté a profilované zesílené trubky. Konstrukční trubky jsou vždy tenkostěnné, bezešvé a z vysoce jakostního materiálu.

Lité rámy – výhodou je možnost volby požadovaných tvarů i průřezů, avšak odlitek je výrobně značně náročný. Používají se jakostní slitiny lehkých kovů.

U moderních motocyklů se k zesílení rámu používají hliníkové součásti, jejichž výhodou je mnohem menší hmotnost oproti součástem ocelovým. Např. mostový rám motocyklu Honda VFR 750 F je celý z hliníku a váží pouhých 14 kg. Ocelový mostový rám motocyklu Kawasaki GPZ 1000 RX oproti tomu váží 20 kg, ačkoliv jeho zadní část je také hliníková.

Lehké rámy lze však vyrábět i bez použití hliníku; důkazem může být mřížový trubkový rám motocyklu BMW K 100 o hmotnosti 11,3 kg. U tohoto stroje všem vydatně pomáhá rámu s nosnou funkcí i podvozek a motor.

Nevýhodou hliníkových rámu je jejich vysoká výrobní cena, nutnost kombinování a nesnadného spojování (svařování hliníku je obtížnější) odlévaných a kovaných dílů a nakonec i omezená možnost oprav. K tomu všemu se ještě připočítávají problémy s tuhostí a elasticitou konstrukce. Zprohýbaný hliníkový rám lze sice vyrovnat, ale hliník a zejména jeho vysokopevnostní legované slitiny mají malou elasticitu a pnutím vznikajícím při rovnání může materiál popraskat. Proto je lepší zprohýbaný hliníkový rám vyměnit. Hliníkové rámy stojí v průměru dvakrát tolik, co odpovídající rámy ocelové.

Vývoj lehkých rámu není samozřejmě u konce, protože do motocyklové techniky stále více pronikají moderní spojovací a konstrukční materiály budoucnosti, jako kompozity, titan apod.

Kombinované rámy jsou pojetím nejen trubkových a lisovaných rámu, ale často mají jako důležitý stavební díl odlitek nebo i výkovek. Kombinovaný rám se může např. skládat z odlitku ze slitiny lehkých kovů, tvořícího hlavu, celou spodní přední část rámu i s upevněním pro motor, a z trubkové horní a zadní části rámu.

Při stavbě rámu jakéhokoli typu je třeba vyřešit několik společných problémů, z nichž na prvním místě je spojení hlavy rámu s jeho dalšími díly.

U trubkových rámu byla dříve k horní části hlavy rámu přivařena horní trubka a k dolní části přední trubka. Svařované spojení bylo často zesíleno malými plechovými výztuhami. Se vzrůstajícím namáháním rámu, a to především od prudké jízdy na špatném povrchu vozovky, vzrůstalo i namáhání ve spojení hlavních rámových trubek s hlavou rámu. U rámu se projevovala nejčastěji trvalá deformace vedoucí k tzv. natažení rámu nebo docházelo k trhlinám u výztužných plechů nebo i trubek. Výztužné plechy se proto postupně zvětšovaly a přivařovaly výhradně v neutrální rovině uvažovaného ohybového namáhání hlavních trubek.

Pro motocykly určené pro mimořádné podmínky jízdy v terénu se velmi dobře osvědčuje stavba rámu s horním nosným trojúhelníkem tvořeným hlavou rámu dvěma nad sebou umístěnými trubkami. Tyto dvě trubky jsou přivařeny u konců trubky hlavy rámu a spojují se až u přední části sedla. Koncepce horního nosného trojúhelníku je vhodná i pro dvojitý trubkový rám. Rozdíl proti jednoduchému rámu je zde pouze v tom; že horní trubku nahrazují trubky dvě.

Technologicky výhodnějším řešením přední horní části rámu je pouze jedna horní rámová trubka, avšak mimořádně velkého průměru. Vznikne dostatečně dlouhý svar ve spojení této trubky s hlavou rámu a také přivaření zadních trubek vyháží konstrukčně výhodné. Předností této koncepce je dále možnost využití vnitřního objemu horní trubky pro nádrž oleje.

U velkoobjemových motocyklů a zvláště pak u silničních závodních strojů vystupuje požadavek velké palivové nádrže při nízké stavbě stroje. Tento požadavek si vynucuje snížení horní rámové trubky, aby nevznikal příliš hluboký tunel v nádrži. Horní trubka bývá proto přivařena k dolní části hlavy rámu a přední rámové trubky naopak k její horní části. Překřížení trubek je potom možné zesílit vhodně tvarovanými plechovými výztuhami přivařenými k rámovým trubkám. Je však třeba upozornit na skutečnost, že stavba rámu s překříženými trubkami za hlavou není konstrukčně jednoduchou záležitostí a tento rámový uzel se musí důkladně ověřit před zavedením rámu do sériové výroby nebo pro sportovní účely. V žádném případě však rám s překříženými trubkami nezaručuje podobnou tuhost pro jízdu v terénu jako rám s horním nosným trojúhelníkem.

Hlava rámu s ložisky a způsob řešení tohoto významného detailu může ovlivnit i ovladatelnost stroje. Vlastní hlavu zpravidla tvoří trubka většího průměru a ložiska jsou do ní nalisována. Jedinou výjimkou z této úspěšné a zcela běžné praxe jsou některé plochodrážní motocykly, které mají v hlavě rámu nalisovaná bronzová pouzdra, v nichž se natáčí sloupek řízení. U plochodrážních motocyklů nemusí být řízení citlivé, nevdí poněkud těžší otáčení a navíc se nesleduje životnost, neboť za celou sezónu absolvuje tento motocykl pouze několik provozních hodin. Konstrukce s pouzdry je lehčí a to je pro tento případ rozhodující [3].

Klasické valivé uložení přední vidlice s ložiskovými miskami a kuličkami bylo převzato z jízdních kol a osvědčuje se od samého počátku vývoje motocyklů. Dvě ložiskové misky jsou s menším přesahem nalisovány vnějším průměrem do hlavy rámu a druhé dvě těsně nasunuty na sloupek řízení. Vůle řízení se vymezuje maticí

na závit sloupku řízení a po správném seřízení se poloha matice zajistí druhou pojistnou maticí.

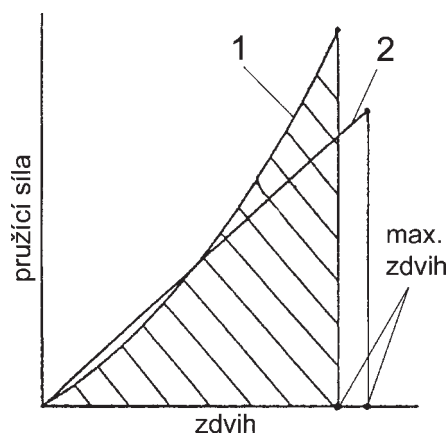
Spolehlivějším způsobem uložení přední vidlice v rámu jsou dvě valivá ložiska, a to nejlépe kuželíková, u nichž je bodový styk kuliček nahrazen přímkovým. Jde o podobný typ uložení jako u předního kola automobilu. Dražší kuželíková ložiska mohou být nahrazena kuličkovými, která mají rovněž dostatečnou axiální únosnost. Není-li mezi vnitřními kroužky ložisek rozpěrka, je třeba vůli ložisek seřizovat podobně jako u ložiskových misek a naprostou většinu zatížení přebírá pak spodní ložisko. S rozpěrkami je možné dotahovat natvrdo, avšak rovnoměrné zatížení ložisek je stejně nejisté, neboť rozpěrka a především hlava rámu není vyrobena v dostatečné třídě přesnosti. S rozpěrkou se může naopak objevit neseřiditelná vůle anebo ztížený pohyb.

Uložení kývačky je dalším důležitým detailem stavby rámu. K tuhosti uložení zadní kývačky v rámu může rozhodující měrou přispět vhodné uložení motoru v blízkosti čepu kývačky, kdy spojení se skříní motoru zabraňuje deformacím pružnějších rámových trubek. Osvědčilo se i přímé propojení skříně motoru – v tomto případě přesněji řečeno skříně převodovky s čepem kývačky; tah řetězu působí potom podstatně nižší namáhání rámu.

Rám je základní součástí motocyklu, na jehož stavbě a spolehlivosti závisí nejen jízdní vlastnosti stroje, ale i bezpečnost jezdce. Proto musí být navržena konstrukce rámu důkladně ověřena.

2. ODPRUŽENÍ

Odpružením se zmenšuje přenos kmitavých pohybů náprav vozidla na jeho podvozkové části a rám. Chrání tak posádku, popř. přepravovaný náklad před nežádoucími otřesy. Odpružení také zvyšuje životnost některých dílů podvozku (při nesprávně vyřešeném odpružení se nadměrně namáhá zejména rám a přední i zadní vidlice) a zajišťuje stálý styk pneumatiky s vozovkou i při přejíždění výmolů. Tím je zajištěn přenos obvodových sil (hnačích a brzdících). U předního kola by ztráta styku pneumatiky s vozovkou měla nepříznivý vliv na říditelnost motocyklu. Vozidlové tlumiče tlumí kmitavý pohyb náprav a podvozku. Větší nebo menší síly od nerovností na vozovce a síly při akceleraci a brzdění přenášené do podvozku se snaží motocykl rozkývat.



Obr. 23 Charakteristika pružiny: 1 – nelineární; 2 – lineární.

Odpružení a tlumení má proto následující úkoly:

- zajistit co nejlepší styk s kol vozovkou a při jízdě po nerovnostech nedovolit odsakování kol od vozovky aby byl motocykl za každé situace bezpečně říditelný.
- zajistit komfort jízdy a snížit tělesnou únavu jezdce.

Tyto dva požadavky si navzájem odporují, protože tvrdší pérování je z hlediska odsakování kol bezpečnější ale méně pohodlné a naopak.

Určující veličinou pružení je netlumená vlastní kruhová frekvence

. Z hlediska pružení je tedy důležitá pružinová konstanta c . Tuhost lineární vinuté pružiny je přímo úměrná čtvrté mocnině průměru drátu pružiny a nepřímo úměrná počtu činných závitů a třetí mocnině průměru pružiny. Charakteristika vinuté pružiny je lineární (obr. 23).

K dosažení progresivity vinutých pružin je možné použít několik způsobů:

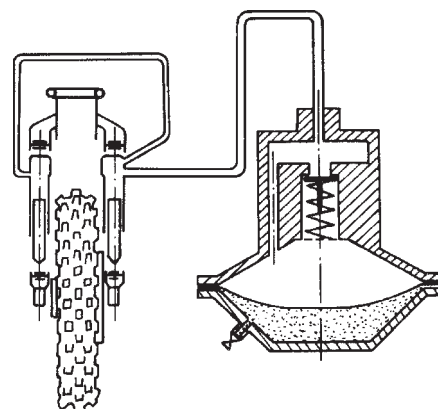
- proměnlivé stoupání závitů válcované pružiny – pružina má dvě části s různým stoupáním nebo tři části, přičemž ve střední části je stoupání větší a v obou krajních částech menší;
- proměnlivý průměr drátu válcované pružiny – drát se od střední části pružiny zmenšuje směrem k jednomu nebo oběma koncům; tento způsob vyžaduje kuželové broušení drátu před stočením pružiny, což je ekonomicky značně náročné. Při zvětšujícím se stlačování se pružinová vinutí s menším průměrem drátu navzájem dotýkají, čímž se pružina stává tvrdší;
- proměnlivý průměr drátu a zároveň proměnlivý průměr pružiny.

Hmotnost motocyklu dělíme podobně jako u automobilů z hlediska odpružení na hmotnost neodpruženou a odpruženou. Do neodpružené hmotnosti patří celé přední a zadní kolo i všechny součásti pružících systémů, které společně s koly kmitají, jako například kluzáky přední vidlice. Odpruženou hmotnost tvoří hmotnost zbývajících částí motocyklu. O stupni dokonalosti odpružení motocyklu spolurozhodují především způsob zavěšení předního a zadního kola, souhra frekvencí a tlumení a statické propružení, velikostí odpružených i neodpružených hmot a účinnost tlumení.

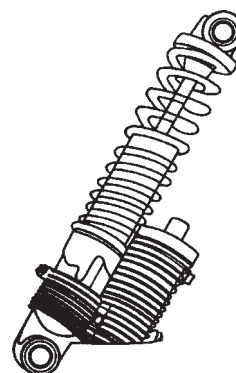
K bezpečné a pohodlné jízdě na nerovné vozovce je nejvýhodnější co největší poměr hodnoty odpružené hmotnosti k hmotnosti neodpružené. Z tohoto hlediska výhodnější poměry pro odpružení vycházejí zpravidla lépe u těžších velkoobjemových motocyklů, neboť rozdíly v hmotnosti samotných kol bývají vždy menší než rozdíly v celkové hmotnosti strojů.

Vlastní kmitočty pružení je pro pohodlí jízdy velmi důležitý. Při vysokých hodnotách již necítíme pružení, ale velmi nepříjemné rány a otřesy. Z hlediska pohodlí jsou pro náš organismus nejpříjemnější kmitočty kolem hodnot 60 až 70 min^{-1} . V tomto režimu se nejčastěji pohybujeme a nepocítujeme sklony k nevolnosti nebo tzv. mořské nemoci z nízkých kmitočtů při velkých vychýleních, ani naopak bolestivé nárazy z vysokých kmitočtů. Uvedená hodnota odpovídá také přibližně kmitočtu příjemné procházkové chůze.

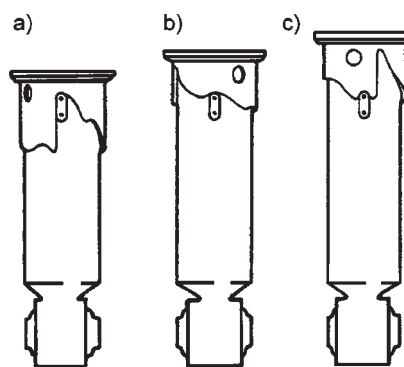
Odpružení má za úkol citlivě a progresivně reagovat na nerovnosti terénu, aniž by jeho vzájemně se pohybující části dorážely. Progresivní pružiny se často používají u předního i zadního odpružení cestovních, terénních i soutěžních motocyklů. Nevýhodou progresivních pružin je jejich obtížnější výroba.



Obr. 24 Schéma vzduchokapalinového odpružení (terénní KTM), kde kapalina je vedena potrubím od obou jednotek do společného tělesa s pružnou membránou a působí na stlačený objem vzduchu. Zpětný pohyb jednotek brzdí jednosměrně působící ventil. Síla drátu, ze kterého je vinutá pružina vyrobena, se řídí podle hmotnosti motocyklu. Pro každý typ motocyklu se tedy musí používat pouze tlumiče s vhodnými pružinami.



Obr. 25 U vzduchokapalinových pružících jednotek Marzocchi s pomocnou pružinou působící přímo na stlačený vzduch.



Obr. 26 Tlumič odpružení s třístupňovou regulací předepnutí pružiny (Honda): a – výchozí nastavení; b – střední předepnutí; c – maximální předepnutí.

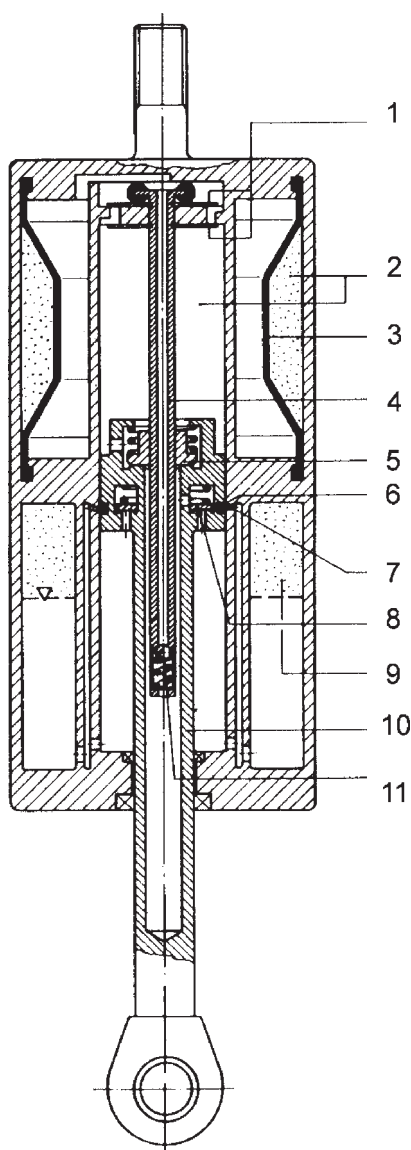
Určitým řešením pro získání přibližné charakteristiky progresivního pružení je i vhodná kombinace pružiny s konstantním stoupáním závitů s progresivním hydraulickým tlumením.

Progresivní charakteristiku mají vzduchové pružiny (stlačování uzavřeného objemu vzduchu). Vzduchové pružiny používané k odpružení vozidel jsou v zásadě dvou druhů. Prvním systémem je plyn v uzavřeném neprodyšném pružném obalu, na který působí síly od pružení, nejčastěji prostřednictvím tlaku oleje (obr. 24 a 25).

Druhý typ pružin představuje vzduchový objem ve válci, na který přímo působí píst spojený s neodpruženými částmi vozidla.

Předepnutí pružiny lze většinou regulovat pomocí speciálně tvarovaného otočného prstence. Prsteneček je tvarovaný tak, že při pootočení se nadzvedne a lze ho zaklesnout do speciálně tvarované držáky. Prstencem lze otáčet jednoduše pomocí speciálního hákového klíče. U centrálních tlumičů se z prostorových důvodů montují za tímto účelem velké seřizovací matice. Účelem tohoto zařízení je regulovat předepnutí pružiny v tlumiči a tím i ovlivňovat tvrdost tlumiče, aby tlumič mohl snášet větší zatížení. Při velké zátěži tlumiče totiž může dojít k jeho propnutí, přičemž tlumič přestane fungovat a jeho tlumicí účinek klesne na nulu.

Tlumení je důležitou součástí pružicího systému. Najede-li kolo na překážku, propuší a pružicímu systému se tak dodá energie.



Obr. 27 Dvoukomorový tlumič Boge-Nivomat se samočinnou regulací výšky sezení a pružicí dráhy nezávisle na zatížení (poprvé zaveden u motocyklů BMW v roce 1979) – pružicím médiem je dusík a po tlumení slouží olej:

1 – tlumicí ventil; 2 – vysokotlaká komora; 3 – membrána; 4 – tyč čerpadla; 5 – tlakový ventil; 6 – kroužek; 7 – řídicí otvor; 8 – sací ventil; 9 – nízkotlaká komora; 10 – pístnice; 11 – pojistný ventil.

Kdyby se vzájemný pohyb odpružených a neodpružených hmot netlumil, kmital by motocykl teoreticky neustále harmonickým periodickým pohybem. Praktickým důsledkem by pak bylo rozhoupání stroje po přejezdu i jediné nerovnosti. Zvláště důležité je tlumení tehdy, jede-li vozidlo přes stejně od sebe vzdálené nerovnosti takovou rychlostí, že frekvence nárazů těchto nerovností na přední a zadní kolo je stejná jako vlastní frekvence odpružení některého z kol. V tomto případě by došlo k rezonanci, při níž by začalo toto kolo odskakovat od terénu anebo by výchylky odpružení vzrostly tak, že by docházelo k jeho dorážení. Těmto nebezpečným jevům lze zabránit pouze účinným tlumením.

Pružení musí být tlumeno i pro běžné provozní podmínky, neboť jen tak lze zaručit bezpečnou jízdu stroje a jezdcí potřebnou míru pohodlí. Pro bezpečnou jízdu je třeba, aby bylo kolo pokud možno neustále ve styku s vozovkou, a pohodlí jezdce vyžaduje, aby svislé zrychlení kmitání podvozku stroje bylo pokud možno minimální. Splnění obou těchto požadavků závisí na kvalitě odpružení a tlumení předního a zadního kola a na jejich vzájemném optimálním sladění.

Tlumiče v pružicí soustavě motorového vozidla musí tedy splňovat dvě úlohy:

- zajištění vysoké bezpečnosti jízdy,
- zvýšení jízdního pohodlí.

Tlumič odpružení tedy musí:

- tlumit nárazy, vznikající nerovnostmi vozovky a tyto nepřenášet na karosérii. Tím je zabráněno propnutí až k dorazu, zavěšení kol a omezovací dorazy netrpí zatěžováním, jízdní pohodlí pro cestující je zlepšeno;
- kmitání neodpružených částí udržovat v co nejmenší možné míře. Jen tím je dosažen lepší – pokud možno nepřerušovaný – styk kol s vozovkou, který je nezbytný k zajištění vysoké jízdní bezpečnosti (přenos brzdících a hnacích sil, přenos bočních sil při zatáčení).

Je třeba, aby kolo mohlo po najetí na vysokou nerovnost rychle propužit, aby došlo jen k malému nadzdvížení odpružené části vozidla s jezdce, a to s malým zrychlením. Stlačování tlumiče sice musí být z již zmíněného důvodu tlumeno, ale je vhodné, aby tlumení tohoto pohybu bylo poměrně malé. V prožitím systému se při propnutí akumulují velká energie, a ta se poté, kdy kolo opustí překážku, snaží uvést pružicí systém do polohy statického propnutí. Tento zpětný pohyb musí být vhodnou měrou tlumen. Kdyby bylo tlumení příliš malé, pak by snadno docházelo k překmitávání pružicího systému přes statickou polohu a motocykl by se rozhoupal. Naopak, kdyby bylo tlumení příliš velké, nestačilo by se pružení včas vrátit do blízkosti statické polohy. Kdyby pak stroj najel na další velkou nerovnost, byl by pružicí systém schopný akumulovat jen malou energii a došlo by k jeho dorážení se všemi negativními průvodními jevy. Velikost tlumení při zpětném zdvihu tlumiče musí být proto volena velmi uvážlivě, musí však být vždy podstatně větší než při jeho stlačování. Tlumič musí umožnit, aby pružicí systém citlivě reagoval i na malé nerovnosti terénu. Při nepatrných a pomalých pohybech musí proto být tlumení malé. Ze spojení předchozích požadavků tedy vyplývá, že velikost tlumení má být úměrná rychlosti pohybu; při jeho malých rychlostech má být tlumení malé a s rychlostí má vzrůstat.

Vozidlový tlumič je tedy jak tlumičem nárazů, tak tlumičem kmitání. Tlumiče jsou teleskopické a roztahují se a smršťují podle roztahování a stlačování vinutých pružin a přitom se snaží tyto

pohybu tlumit. Při stlačení pružiny a tedy i tlumiče se pomocí pístu protlačuje hydraulický olej v tlumiči přes velké otvor z jedné komory do druhé. Tok oleje se přitom brzdí právě průtokem přes tyto otvory a tlumič tak tlumí roztáhnutí pružiny. Při roztahování pružiny se otvory v pístu tlumiče uzavřou působením jednocestných ventilů a olej může přetékat z jedné komory do druhé pouze malými obtokovými otvory. Tlumič tím pádem ztvrdne a bude se roztahovat se zpožděním a tak zbrzdí i roztahující se vinutou pružinu. V tlumiči může být k podpoření pružícího a tlumícího účinku oleje ještě přidávána vzduchová nebo plynová náplň.

Teleskopické tlumiče je možno rozdělit na dva typy:

- dvouplášťový tlumič,
- jednoplášťový tlumič.

Základem je vždy válec, v němž se pohybuje v kapalinové náplni pístek. V pístku jsou otvory, jimiž při pohybu kapalina protéká z jedné strany pístku na druhou. Z hydrauliky je známo, že píst stejně jako každé těleso pohybující se v kapalině klade pohybu tím větší odpor, čím větší je rychlost, kterou se pohybuje. Tlumič má dvojitý ventil, který způsobuje, že celkový průtokový průřez otvorů je větší při stlačování tlumiče než při jeho zpětném roztahování, a proto je odpor tlumiče při stlačování menší než při jeho roztahování.

I u nejlépe vyřešeného pružení a tlumení se může stát, že přední nebo zadní kolo dostane tak velký náraz, že potřebná deformační práce pružícího systému a práce tlumiče není dostatečně vysoká. U terénních a soutěžních strojů může nastat tato situace poměrně často při skocích nebo při rychlém nájezdu na velkou nerovnost; tato možnost není však vyloučena ani u cestovních strojů při přejezdu nečekané nerovnosti větší rychlostí. Pohyblivá část pružícího systému by v tomto případě tvrdě dorazila na nepohyblivou, což by kromě dalších nepříjemných jevů podstatně zvýšilo namáhání nosných částí podvozku, především rámu a přední vidlice, u nichž by snadno mohlo dojít k poruše nebo k trvalé deformaci. K podobnému tvrdému doražení by mohlo dojít i při volném roztahování pružícího systému po jeho předchozím úplném stlačení. Těmto negativním jevům se zabrání tím, že jsou přední a zadní pružící a tlumící prvky vybaveny v obou úvrátích svého zdvihu tzv. měkkými dorazy. Tyto dorazy bývají řešeny nejrůznějšími způsoby, jako hydraulické nebo pryžové a mohou absorbovat velkou energii. Dobře vyřešené odpružení vozidla zahrnuje tedy i účinné dorazy pružení.

Rozlišujeme mezi dlouhým a krátkým propružením. Propružení je přitom rozdíl mezi délkou nadoraz smáčkutého a uvolněného tlumiče, resp. teleskopické vidlice a udává se v milimetrech. U sportovních podvozků se dříve upřednostňovalo tvrdé pérování s velmi krátkým propružením. Dlouhé propružení totiž při velkém zatížení podvozku a při velkých rychlostech způsobuje nebezpečné rozkývání stroje. Z poznatků z oblasti závodních a sportovních silničních motocyklů však nakonec vyplynulo, že dlouhé propružení s odpovídajícím tlumením zajišťuje lepší jízdní vlastnosti (hlavně u silničních motocyklů) než krátké. Výrazného vylepšení pružících a tlumících systémů při zachování dlouhého propružení lze dosáhnout také použitím progresivních vinutých pružin a použitím pomocné vzduchové nebo plynové náplně do hydraulických tlumičů.

V současné době se upřednostňují především podvozky s centrální pružící a tlumící jednotkou zadní vidlice a s různými pákovými systémy, které spojují vidlici s rámem a zajišťují dlouhé propružení a vysokou progresivitu pérování a tlumení.

Příklady propružení u motocyklů různých kategorií:

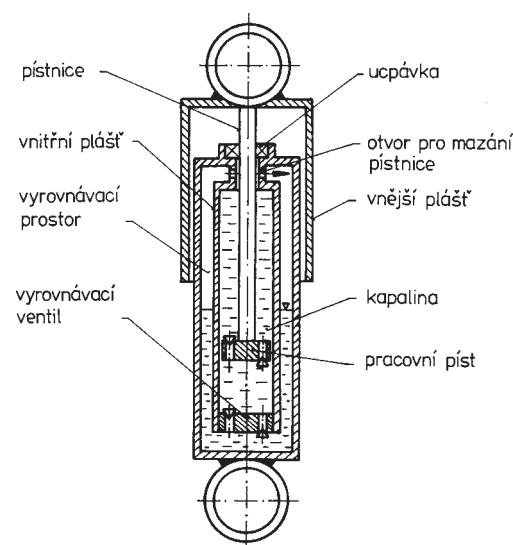
- sportovní motocykly: vpředu 120 mm, vzadu 112 mm,
- silniční motocykly: vpředu 135 mm, vzadu 120 mm,
- terénní enduro: vpředu 225 mm, vzadu 200 mm,
- choppery: vpředu 129 mm, vzadu 103 mm.

Zatížení se v pružících a tlumících systémech motocyklů a automobilů nepřenáší pouze ve svislém směru. Tlumiče a pružiny musí vyrovnávat a tlumit také síly působící v horizontálním směru při rozjíždění, brzdění, projíždění zatáček, přejíždění nerovností, apod. K tomu všemu se ještě přidává setrvačné působení točících se kol. Z toho důvodu se projevují snahy o zredukování hmotnosti kol, protože neodpružená hmotnost kol značně zesiluje přenos sil do odpružení. Z výše uvedených důvodů se pružící a tlumící součásti podvozku upevňují ne kolmo, ale šikmo. U přední vidlice to není problém, protože ta je skloněná již sama o sobě a tím pádem jsou šikmo upevněné i přední tlumiče a pružiny.

U zadního kola je tomu však jinak. Zadní vidlice se při pružení otáčí kolem svého závěsu v rámu. Aby byly tlumiče zadní vidlice účinné, musí působit ve vhodném směru. To znamená, že musí stát šikmo. To však platí pouze u klasických zadních vidlic se dvěma tlumiči. U zadních vidlic s jedním centrálním tlumičem a pákovým silovým systémem se poloha tlumiče řídí podle kinematického provedení pákového systému.

Pokud kolo motocyklu najede na nerovnost, pak se to zpočátku projeví zmáčknutím ne vinuté pružiny a tlumiče pérování, ale pneumatiky, která také vytvoří tlumící efekt a přispívá tak do celkového propružení kola. Pneumatika je přitom schopna pružit ve všech směrech, nezávisle na tvaru nerovnosti. Pokud se jedná jen o malé nerovnosti, pak je zvládnou samotné pneumatiky a pružící systém se musí zapojit do práce teprve při velkých nerovnostech. Velký vliv na tlumení nerovností má u pneumatik tvar příčného průřezu, rovnoměrné rozdělení hmoty po obvodu a pružnost materiálu. Dalším důležitým faktorem je tlak vzduchu v pneumatice, který udržuje potřebný tvar pneumatiky a má vliv na její tvrdost.

Dvouplášťový tlumič. Schéma dvouplášťového tlumiče na obr. 28. V pracovním (vnitřním) válci vyplněném kapalinou se



Obr. 28 Funkční schéma dvouplášťového tlumiče.

pohybuje píst s průtokovými ventily, který je upevněn na konci pístnice. Při pohybu pístu se kapalina protlačuje otvory průtokových ventilů z jedné oblasti pracovního prostoru do druhé.

Hydraulický odpor vznikající při tomto škrceném průtoku je příčinou vzniku tlumicí síly závisící na rychlosti pohybu pístu. Mezi pracovním a vnějším válcem (plášťem) tlumiče je tzv. vyrovnávací prostor, naplněný přibližně do poloviny kapalinou. Pracovní a vyrovnávací prostor jsou navzájem propojeny vyrovnávacím ventilem ve spodní části tlumiče. Vyrovnávací prostor slouží na vyrovnávání rozdílů skutečného objemu pracovního prostoru, který se při zasouvání pístnice postupně zmenšuje o její objem, a na vyrovnání rozdílů objemu tlumičové kapaliny, který je závislý na její teplotě.

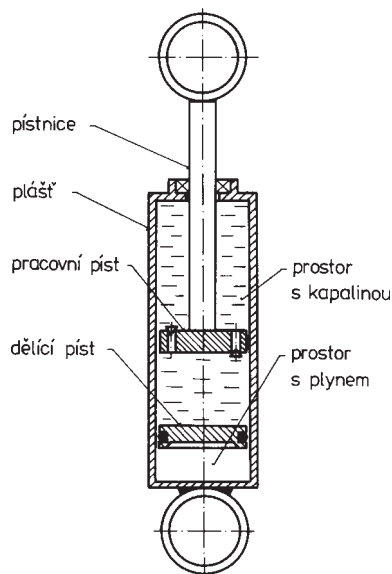
Přebytečná kapalina, která je při stlačování tlumiče vytlačena zasouvající se pístnicí, proudí vyrovnávacím ventilem do vyrovnávacího prostoru; při roztahování tlumiče proudí nazpět do pracovního prostoru. Horní konec pracovního a vyrovnávacího prostoru je uzavřen víkem, ve kterém je vodící pouzdro pístnice a ucpávka.

Pro správnou činnost tlumiče je důležité, aby pracovní prostor byl dokonale vyplněn tlumičovou kapalinou, bez vzduchového polštáře, v opačném případě stlačitelný vzduch v kapalině způsobuje kolísání tlumicí síly a tím zhoršuje účinek tlumiče. Z toho důvodu nemůže dvouplášťový tlumič pracovat v libovolné poloze, při velmi šikmém uložení by se mohl dostat vzduch, který se nachází nad hladinou kapaliny ve vyrovnávacím prostoru, vyrovnávacím ventilem do pracovního prostoru.

Také následkem vyrovnání teploty zahřátého tlumiče s okolím při delším přerušení provozu vozidla (např. během noci) se změní objem kapaliny následkem její tepelné roztažnosti a vytvoří se vzduchový polštář nad pístem (protože píst je v klidu, průtokové ventily jsou zavřeny a spojení s vyrovnávacím prostorem je přerušeno); toto se projeví na začátku další jízdy vozidla (tzv. ranní efekt) zhoršenou činností tlumiče spojenou s nepříjemným hlukem.

Jednoplášťový tlumič. Teleskopické tlumiče odpružení pracují s kapalinou a pro pohlcení pohybové energie využívají kapalinového tření, k němuž dochází škracením kapaliny při průchodu příslušnými ventily. Tento kapalinový tlumič je dnes zpravidla standardní výbavou osobních vozů. Protože ale kapalina při průtoku ventily pění, účinnost tlumiče se zhoršuje. Pro odstranění této nedokonalosti byl vyvinut plynokapalinový tlumič, jehož předností je, že pracovní kapalina je zachycena plynovým polštářem, který nedovolí její pění. Často se v této souvislosti hovoří ne zcela přesně o tlumiči plynovém. Plynokapalinový tlumič tak zvyšuje aktivní bezpečnost vozu a vylepšuje i jízdní komfort posádky.

Schéma jednoplášťového tlumiče na obr. 29. Místo vyrovnávacího prostoru je zde pružná plynová náplň s tlakem plynu 0,3 až 0,6 MPa. Tlumičová kapalina je od plynu oddělena dělicím pístem volně posuvným ve válci. Při zatlačování pístnice směrem dolů kapalina protéká ventily v pracovním pístu do prostoru nad tímto pístem. V tomto prostoru i v prostoru pod pístem je však tlak (0,3 až 0,6 MPa) a není zde proto nebezpečí tvoření bublin. Při průtoku kapaliny vznikne sice tlakový rozdíl v obou komorách, ale nikdy neklesne pod kritickou hodnotu; proto je tento tlumič citlivý i na velmi malé zdvihy. Jednoplášťové tlumiče mohou být také bez dělicího pístu, tzn. povrch kapaliny je přímo ve styku s plynem. V tomto případě je nutné zabránit možnosti smíšení kapaliny s plynem při práci



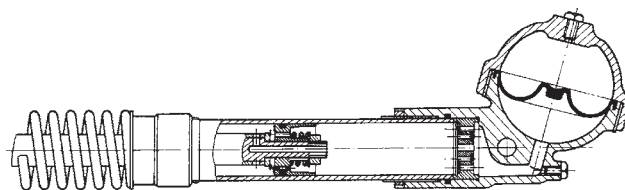
Obr. 29 Funkční schéma jednoplášťového tlumiče.

tlumiče, což by mělo nepříznivý vliv na jeho funkci (podobně jako u dvouplášťového tlumiče). Toto lze uskutečnit např. pomocí tzv. odrazné příčky nebo tzv. uklidňovacím pístem; obě řešení tlumí a uklidňují pohyb kapaliny v blízkosti jeho rozhraní s plynem.

Jednoplášťové tlumiče mají v porovnání s dvouplášťovými tlumiči některé výhody:

- větší průměr pracovního pístu při stejném vnějším průměru, proto nižší pracovní tlaky v kapalině (dynamické) vznikající při pohybu pístu,
- lepší funkce při kmitavém pohybu s vyššími frekvencemi a menšími amplitudami, když vnitřní přetlak v kapalině zabraňuje jejímu pění,
- lepší chlazení pracovního prostoru,
- necitlivost na změnu objemu kapaliny při ochlazení tlumiče v klidovém stavu,
- u tlumičů s dělicím pístem libovolná pracovní poloha.

Problémem jednoplášťových tlumičů je jejich těsnost a životnost ucpávky, pístnice a vodícího pouzdra. Ucpávka pístnice je vystavena značnému přetlaku tlumičové kapaliny, který se ve statickém stavu rovná přetlaku plynu ve vyrovnávacím prostoru (ten je u dvouplášťového tlumiče prakticky nulový). Toto na straně zvyšuje nebezpečí pronikání kapaliny ucpávkou, na druhou stranu zvětšuje přítlak ucpávky na povrch pístnice, tím se zvětšuje tření a zmenšuje životnost ucpávky. Vodící pouzdro pístnice je v tomto případě až za ucpávkou (u dvouplášťového tlumiče před ucpávkou), protože kapalinu protékající vodícím pouzdem nelze odvést do



Obr. 30 Uspořádání pružící a tlumicí jednotky „cantilever“ motocyklu Yamaha umístěné pod nádrží.

bezpřetlakového vyrovnávacího prostoru; to má za následek nedostatečné mazání vodícího pouzdra a jeho životnosti a také životnosti pístnice.

Postupným vývojem se **pružina a tlumič zadního odpružení** motocyklu sloučily do společného konstrukčního celku, tzv. pružicí a tlumicí jednotky (obr. 30). U moderních sportovních strojů jsou běžné u zadních a předních kyvných vidlic. Všechny běžně používané pružicí a tlumicí jednotky, a to pro cestovní i speciální sportovní stroje, mají společnou základní koncepci. Jsou upevněny do záchyty na rámu i kyvné vidlice jedním šroubem, který prochází rozpěrnou trubkou oka jednotky. Ve spodním i horním oku jednotky je uložen silentblok, který umožňuje menší výkyvy jednotky a vyrovnává navíc nepřesnosti vzniklé výrobou, montáží nebo i provozem.

Nedílnou součástí pružicích a tlumicích jednotek jsou pružiny. Kromě jednotek se vzduchovými pružinami jsou ocelové pružiny umístěny vždy vně tlumiče. Jsou obvykle z drátu kruhového průřezu o průměru zpravidla mezi hodnotami 6 až 7,5 mm a často mají výhodné progresivní uspořádání. U většiny moderních jednotek lze tvrdost jednotek snadno měnit předpětím pružin do dvou až čtyř poloh.

U zavěšení zadního kola se často používají hydraulické tlumiče s vyrovnávací nádržkou (která je opatřena odvodušňovací ventil). Vyrovnávací nádržka je většinou připevněna odděleně k rámu a je s centrálním tlumičem zadní vidlice spojena hadičkou. Nádržka slouží pro zachycování hydraulického oleje z tlumiče, který zvětšuje svůj objem zahřátím při velkém zatížení. Při ochlazení olej svůj objem zmenšuje a vrací se z nádržky zpět. Stejným způsobem funguje i vyrovnávací nádržka připojená přímo na tlumiči (takové provedení tlumičů se často používá u klasických zadních vidlic se dvěma postranními tlumiči). Tlumicí účinek teleskopického tlumiče lze změnit jednak změnou objemu olejové náplně a jednak záměnou oleje za olej s jinou viskozitou (řidší olej = menší tlumicí účinek).

Typy používaných teleskopických tlumičů:

- klasický hydraulický tlumič s nebo bez možnosti seřízení,
- hydraulický tlumič s externí vyrovnávací olejovou nádržkou, která slouží pro chlazení a ukliďňování oleje zahřátého a zvrženého při vysokém zatížení,
- hydraulický tlumič s vyrovnávací olejovou nádržkou a s vyrovnávací nádržkou s pomocnou vzduchovou nebo plynovou náplní, která zlepšuje tlumicí charakteristiky při vysokém zatížení,
- hydraulický tlumič s pomocnou plynovou náplní, u kterého podstatnou část tlumicího účinku zajišťuje vzduchový nebo plynový polštář,
- hydraulický tlumič s pomocnou plynovou náplní s regulací zdvihu, který se automaticky přizpůsobuje ztížení; světlá výška motocyklu se udržuje na konstantní hodnotě.

Každý tlumič má venku na pístní tyči pryžový doraz, který doplňuje pružicí a tlumicí účinek při silném propružení tlumiče a zabraňuje nárazu kovového tlumiče na kovový rám.

U tlumičů lze měnit předepnutí pružin zpravidla ve 3–5 stupních. Změnou předepnutí pružin ovlivníme tvrdost odpružení motocyklu. Tlumiče odpružení lze většinou seřizovat také seřizovacími šrouby. U dražších tlumičů (Öhlin) lze seřizovat tvrdost jak při roztahování, tak při stlačování. K seřízení předepnutí (nebo také výšky) zadních

pružin neboli tvrdosti odpružení je zapotřebí speciální klíč.

U tlumičů odpružení se stupňovitými seřizovacími objímkami, kterými se otáčí pomocí hákového klíče, lze předepnutí pružin neboli tvrdost pérování měnit v rozmezí tří až pěti pozic:

- normální tvrdost, pro sólo obsazení. Pružiny jsou jen lehce předepnuté.
- střední tvrdost, pro provoz ve dvou a pro jízdu s těžkými zavazadly.
- maximální předepnutí, pro maximální zatížení (těžký spolujezdec, velmi těžká zavazadla).

U zadní vidlice s centrálním tlumičem se seřizování tvrdosti provádí pomocí matice, která je jištěna pojistnou maticí.

Tlumení musí být seřizováno tak, aby zadní kolo mělo dostatečný kontakt s vozovkou a aby nesmykovalo v prudkých zatáčkách. Změnu tlumicích vlastností je nutno provést i tehdy, když zadní kolo odskakuje od vozovky a motocykl se kvůli tomu houpe. Tlumení nastavujeme postupně a po malých krocích. Přitom seřizujeme jinak přední a jinak zadní kolo. Odpružení zadního kola nastavíme prostřednictvím změny předepnutí pružin tak, aby bylo co nejměkčí. Pokud má zadní vidlice dva tlumiče, musíme je oba nastavit stejně.

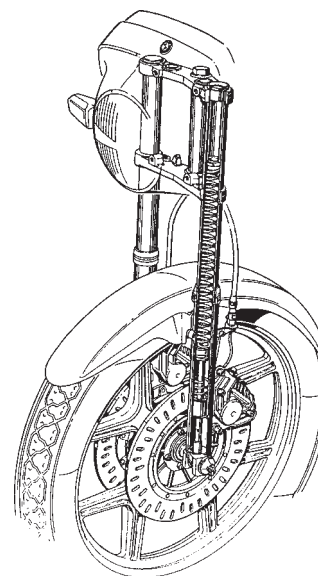
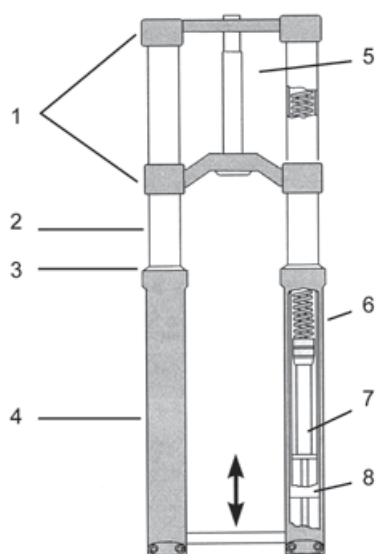
Přední vidlice jednostopých motorových vozidel spojuje přední kolo s rámem. **Teleskopické přední vidlice** jsou dnes nejrozšířenějším způsobem pro uchycení, odpružení a vedení předního kola. Někdy se používají místo nich vahadlové vidlice.

Přední vidlice plní dvě úlohy: zavěšení včetně odpružení předního kola a řízení motocyklu. Přední vidlice mohou mít různá konstrukční provedení [3]:

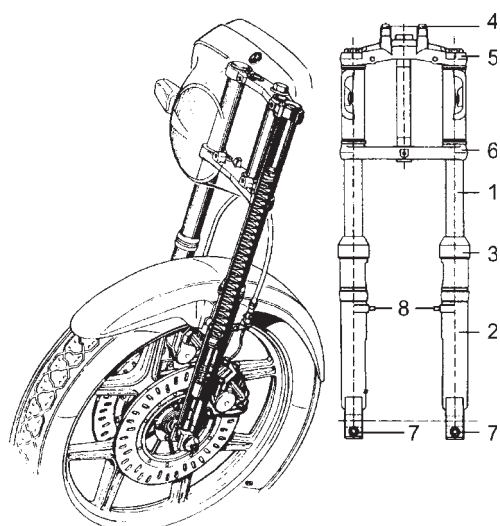
- teleskopická vidlice s kluzáky uchycenými na předním kole a s nosnými trubkami spojenými s hlavou řízení,
- teleskopická vidlice s kluzáky uchycenými na hlavě řízení a s nosnými trubkami spojenými s předním kolem (obrácené provedení teleskopické vidlice „upside down“),
- vahadlová (kyvná) vidlice se dvěma tlumiči odpružení,
- pružinová vidlice s centrálním tlumičem a pružicí pružinou (Harley-Davidson),
- páková vidlice spojující výhody klasické teleskopické a vahadlové vidlice (BMW),
- vidlice s otočným čepem; podobné uspořádání jako u automobilů. Kolo je uchyceno v otočném kloubu, který se ovládá přes ramena a táhla. Celý systém je pak vzhledem k rámu odpružen tlumičem odpružení. Toto uspořádání se používá zřídka.

Princip teleskopické vidlice s kluzáky uchycenými na předním kole a s nosnými trubkami spojenými s hlavou řízení je znázorněn na obr. 31.

Teleskopická vidlice (obr. 32) sestává ze dvou dutých trubek upevněných k hornímu a spodnímu nosníku vidlice. Po těchto nosných trubkách pak kloužou nahoru a dolů pohyblivé kluzáky. Na spodních koncích kluzáků je pak uchyceno přední kolo. Uvnitř nosných trubek teleskopické vidlice jsou vinuté pružiny šikovně kombinované s hydraulickými tlumiči. Tlumiče jsou umístěny ve spodní části nosných trubek a na spodním konci pístnic tlumičů jsou upevněny kluzáky, které sledují všechny výkyvy předního kola. Kluzáky, které jsou zastrčeny do nosných trubek, jsou zvnějšku opatřeny těsnícím kroužkem a uvnitř otvory pro průtok tlumicího oleje. Tlumicí olej ve vidlici při jejich pohybech protéká právě



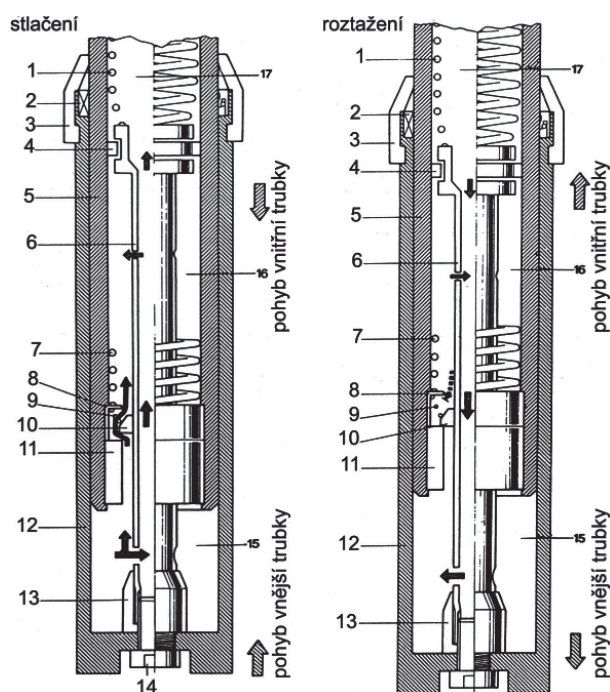
Obr. 31 Základní princip teleskopické vidlice: 1 – motocyklová vidlice (vidlicový můstek); 2 – sloupek; 3 – těsnění; 4 – kluzná trubka; 5 – sloupek řízení (trubka); 6 – pružící vidlice; 7 – tlumicí systém; 8 – kluzná trubka.



Obr. 32 Teleskopická přední vidlice (BMW K 100): 1 – nosná trubka (dva kusy); 2 – kluzák (dva kusy); 3 – prachovka (dva kusy); 4 – úchyty řídítek; 5 – horní nosník (příčka); 6 – spodní nosník (příčka); 7 – úchyty osy předního kola; 8 – držáky pro brzdové třmeny.

těmito otvory, kde se zbrzduje a navozuje tak tlumicí účinek. Tento tlumicí účinek slouží k tlumení prudce reagujících vinutých pružin. Otvory jsou přitom zkonstruovány tak, aby byl tlumicí účinek při stlačování vidlice menší než při roztahování. To je nutné pro zachování komfortu jízdy.

Kluzáky teleskopické vidlice jsou nahoře utěsněny těsnicími kroužky, které zabráňují vytékání tlumicího oleje při pružení vidlice. Na spodním konci jezdců většinou bývá šroub pro vypouštění tlumicího oleje. Na horním konci každé nosné trubky je šroub pro plnění oleje. Plnicím šroubem lze také přitahovat vinutou pružinu. Pokud je v tlumiči také podpůrná vzduchová nebo plynová náplň, jsou v uzavíracích šroubech sloupeků také vzduchové ventily.



Obr. 33 Teleskopická vidlice a její funkce (BMW K 100): 1 – hlavní pružina vidlice; 2 – těsnění; 3 – prachovka; 4 – plastový pístní kroužek; 5 – vodící trubka vidlice; 6 – trubka tlumiče s pístem tlumiče; 7 – dorazová pružina; 8 – ventilová talířová pružina; 9 – ventilová pružina; 10 – ventilový kroužek (má kluzné uložení na trubce tlumiče); 11 – objímka (nedemontovatelná); 12 – kluzná trubka vidlice; 13 – objímka (její větší průměr se přizpůsobuje vnitřnímu průměru dílu 11); 14 – šroub s vnitřním šestihranem; 15 – dolní prstencový prostor; 16 – horní prstencový prostor; 17 – centrální prostor.

Velkou výhodou teleskopické vidlice je právě její kompaktnost; všechny díly jsou zapouzdřené a lze u nich lehce zajistit dostatečné mazání. Boční pevnost je zajištěna přesným slícováním sloupeků a jezdců a má na ni vliv také průměr použitých trubek. Teleskopická vidlice má dostatečně dlouhé propuštění, je nenáročná na údržbu, málo poruchová a má velkou životnost. Nevýhodou teleskopických vidlic je pak jejich konstrukčně podmíněné silné stlačování při brzdění, kdy se těžiště motocyklu posouvá dopředu a motocykl se v důsledku toho předklání.

Funkce teleskopické vidlice je vysvětlena na obr. 33. Hydraulický systém má za úkol tlumit tvrdé nárazy vozovky a zamezit propružení na doraz. Mimo to má tlumící element za úkol, aby kmitání odpružení rychle doznělo. Tento účinek přispívá rozhodující měrou ke zlepšení směrové stability. Olej tlumiče slouží také k mazání kluzných míst mezi vodícími a posuvnými trubkami. Olej tlumiče přejímá, podobně jako brzdová kapalina, vlhkost ze vzduchu a tím během času mění své vlastnosti. Proto by se olej v tlumičích měl jednou ročně měnit.

Schéma na obr. 49 ukazuje, že olejem naplněný celý prostor je rozdělen na jedné straně pístem tlumiče (4) a na druhé straně ventilem (8 až 10) do tří jednotlivých prostorů: do spodního prstencového prostoru (15), horního prstencového prostoru (16) a do centrálního prostoru (17). Centrální prostor se skládá z dutiny v trubce tlumiče a nad ním ležící dutiny ve vodící trubce vidlice. Dutina ve vodící trubce je ve spodní části naplněna olejem, v horní části je však vzduch. Když vidlice pruží, mění se objem všech tří prostorů.

Stlačování teleskopické vidlice: Kluzná trubka vidlice se posunuje proti tlaku pružiny (1) nad vodící trubku vidlice. Spodní prstencový prostor se přitom zmenšuje, horní zvětšuje a centrální prostor se zmenšuje. Olej vytlačený ze spodního prstencového prostoru proudí přes ventil (10) a otvory v trubce tlumiče do horního prstencového prostoru. Další část vytlačeného oleje je využita v centrálním prostoru, ve kterém je stlačován přítomný vzduch.

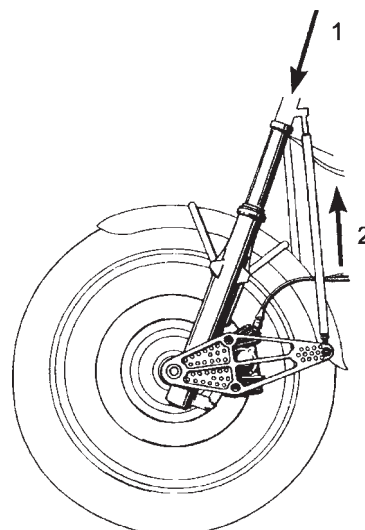
Roztahování teleskopické vidlice: Olej proudí ze zmenšujícího se horního prstencového prostoru přes otvor v trubce tlumiče do centrálního prostoru, protože ventil (10) je přitom uzavřený, vzniká silnější tlumící účinek než při stlačování vidlice (za předpokladu stejné rychlosti pohybu). Tím se zabraňuje „rozhoupání“ motocyklu.

Rychlé stlačení teleskopické vidlice: Objímka (11) se posunuje nad objímku (13). Mezera mezi objímkami, která se zmenšuje vlivem kuželu, zajišťuje dodatečné tlumení propružení a zamezuje tvrdému propružení vidlice na doraz.

Rychlé roztahení teleskopické vidlice: U toho děje, který lze pozorovat při nadzvednutí motocyklu nebo při „skoku vzduchem“, je píst tlumiče (hlava dílu 6) měkce zachycen pružinou (7).

Nevýhodou teleskopických vidlic je relativně rychlé opotřebování těsnicích kroužků. Nečistoty ulpívající na nosných trubkách a kluzácích totiž působí jako brusný papír a ničí těsnicí plochy těsnicích kroužků. Pokud přestanou těsnicí kroužky těsnit, začne z vidlice unikat olej, což má za následek další problémy. Z obou nosných trubek vidlice unikne při netěsnostech rozdílné množství oleje. Vidlice pak pruží nerovnoměrně, což má za následek zhoršení jízdních vlastností. Olej unikající z teleskopické vidlice může stékat dolů a dostat se na brzdový kotouč a odtud na brzdové destičky, což má za následek pokles účinnosti brzd.

Obrácená teleskopická vidlice. Tento typ vidlice byl vyvinut především kvůli úspoře hmotnosti u sportovních motocyklů. Čím menší je totiž hmotnost přední vidlice, tím rychleji se u ní projevuje tlumící účinek a tím rychleji reaguje na nerovnosti, což má pozitivní vliv na odpružení a tlumení předního kola. Výhody invertní teleskopické vidlice jsou tak velké, že se tyto vidlice velmi rozšířily a staly se nedílným konstrukčním prvkem mnoha motocyklů sportovního ladění. Další výhodou invertních vidlic je jejich menší stlačovací efekt a tím pádem menší předklánění motocyklu při brzdění, podrobnosti viz další podkapitola. Invertní vidlici si



Obr. 34 Systém anti-dive: mechanismus zavěšení předního kola s kompenzací brzdného momentu (zavěšení kola zmenšující předklánění vozidla při brzdění): 1 – propružení vlivem brzdění (z důvodu dynamické změny zatížení předního kola); 2 – zachycení brzdné síly.

můžeme představit jako klasickou teleskopickou vidlici postavenou vzhůru nohama; nosné trubky jsou u ní uchyceny k přednímu kolu a kluzáky jsou spojeny horním koncem s nosníkem řídítek. Na nosné trubky lze pak snadno umístit zařízení pro seřizování tlumícího účinku a předepnutí vinutých pružin.

Protiponořovací (antidive) systémy (ADS) – obr. 34 – zabraňují stlačování přední vidlice a tím pádem předklánění motocyklu při brzdění. Protiponořovací systémy mohou mít následující provedení:

- Mechanický pákový systém spojený se spodním koncem kluzáku přední vidlice a s nosníkem vidlice. Systém zahrnuje i brzdový třmen nebo třmeny. Pokud má přední vidlice při brzdění snahu se zmáčknot, přenesení se tento pohyb na soutyčí, které mu klade odpor. Tento systém je však složitý a vytváří velké neodpružené hmoty, které mají vliv na funkci odpružení a tlumení předního kola. Kromě toho způsobuje při brzdění znatelné ztvrdnutí odpružení předního kola. Přední kolo má pak snahu odsakovat, což má další negativní vliv na účinek přední brzdy.
- Hydraulický protiponořovací systém, který působí na tlumiče přední vidlice. Systém funguje tak, čím větší je stlačení vidlice při brzdění, tím více její tlumiče ztvrdnou.

Odpružení motocyklu by měl být v každém případě seřizeno tak, aby bylo co nejměkčí, avšak přitom i rychlé a účinné. Odpružení by mělo být tak silné, aby zajistilo dostatečně jisté vedení kola po vozovce. Přitom hraje důležitou roli i tlak v pneumatikách a musí proto vždy mít předepsanou hodnotu.

Pružící a tlumící vlastnosti teleskopické vidlice lze změnit následovně:

- Původní vinuté pružiny nahradíme silnějšími nebo progresivnějšími. Alternativně můžeme účinek vinutých pružin zesílit pomocí dodatečných distančních objímek. Tyto objímky se nalisují mezi vypouštěcí šrouby a horní konce vinutých pružin vidlice. Toto řešení je jednoduché a levné. Objímky musí mít přesný průměr a nesmí být příliš dlouhé, aby příliš neomezily propružení vinutých pružin. Pokud

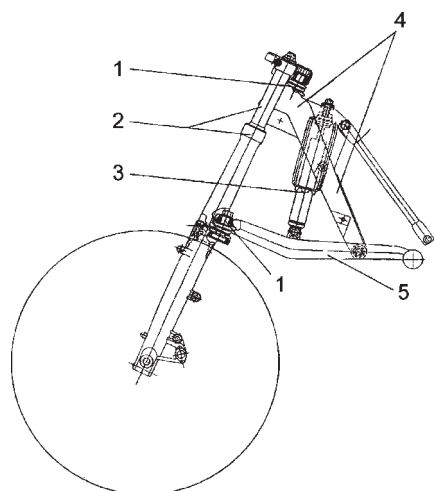
by se závitky vinuté pružiny smáčkly úplně k sobě, pak by pružina přestala plnit svou funkci.

- U teleskopické vidlice s pomocnou vzduchovou náplní můžeme zvýšit progresivnost odpružení zvýšením tlaku vzduchové náplně. U teleskopických vidlic bez vzduchové náplně lze zvětšit progresivnost odpružení přidáním 0,15–0,25 l tlumičového oleje do obou trubek vidlice

U seřiditelných tlumičů (např. u invertních teleskopických vidlic) se regulace tlumicího účinku provádí zmenšováním nebo zvětšováním průtokového průřezu v hydraulických tlumičích. Při seřizování se rozlišuje mezi tlumícím účinkem při roztahování a při stlačování vidlice:

- při regulaci tlumicího účinku při roztahování se reguluje rychlost pohybu teleskopické vidlice právě při roztahování,
- analogicky tomu je při regulaci tlumicího účinku při stlačování.

Teleskopická páková přední vidlice (obr. 35) je křížencem teleskopického a vahadlového uspořádání. Byla vyvinuta a zavedena u BMW. Jedná se o teleskopickou vidlici s nosnými trubkami o průměru pouze 35 mm. Kluzáky jsou uchyceny k podélnému ramenu a horní konce nosných trubek jsou přes otočný kulový čep spojeny s vidlicovým můstkem v přední části rámu. Odpružení, tlumení a spojení podélného ramena s přední částí rámu zajišťuje centrální tlumič, který, konkrétně u stroje R 1100 RS, umožňuje propružení 120 mm (vztaženo k vertikálnímu směru). V samotné vidlici nejsou již žádné další tlumicí nebo pružící prvky, pouze náplň oleje potřebná pro mazání vzájemně se pohybujících kluzáků a nosných trubek. Díky tomuto uspořádání má přední vidlice velmi dobré vlastnosti. Nosné trubky, ve kterých se pohybují kluzáky, mají uvnitř teflonový povrch, který je velmi odolný proti odírání. Řídicí pohyby se na vidlici přenášejí přes bezúdržbový kulový čep, který také nevykazuje žádnou vůli. Největší část sil vznikajících při jízdě, brzdění a odpružení se z přední vidlice přenáší přes spodní kulový čep přišroubovaný k podélnému ramenu (páče) do pevného bloku motoru. Podélné rameno je přitom otočně uchyceno na obou stranách bloku motoru. Samotná teleskopická vidlice slouží u tohoto systému pouze k vedení a řízení předního kola.



Obr. 35 Teleskopická páková přední vidlice – zavěšení předního kola motocyklu BMW R 1100 RS systémem „telelever“ (teleskop a podélné rameno): 1 – kulový kloub; 2 – teleskop; 3 – pružící a tlumicí jednotka; 4 – rám; 5 – podélné sunuté rameno.

Ve srovnání s klasickou teleskopickou vidlicí má **páková vidlice** tyto výhody:

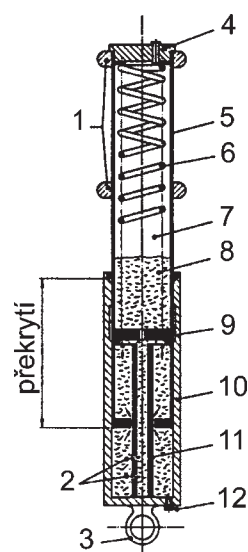
- velká tuhost přední vidlice a příznivé rozložení hmoty (pozitivní vliv na polohu těžiště motocyklu),
- samotnou konstrukcí vidlice zajištěný protiponořovací efekt při brzdění,
- stabilizační účinek při odpružení díky minimálnímu předsouvání předního kola,
- centrální přenos sil díky centrálně umístěnému tlumiči,
- velká flexibilita v oblasti regulace pružícího a tlumicího účinku,
- dlouhé vzájemné překrytí nosných trubek a kluzáků teleskopické vidlice a lepší mechanické vlastnosti díky zmenšení tření mezi pohyblivými součástmi,
- kulové čepy a vlastně celý pákový systém kladou minimální nároky na údržbu a mazání.

Stabilizátor přední vidlice se montuje zřídka a slouží jako doladovací prvek pro potlačení kmitání a většinou se montují ve výrobě motocyklu. Stabilizátor přední vidlice působí ve výšce předního blatníku a tvoří přídavnou pevnou zesilující příčku mezi kluzáky přední vidlice. Často bývá stabilizátor vytvarován jako nedílná součást předního blatníku. Úkolem stabilizátoru je zabraňovat natáčení přední vidlice při brzdění (které vzniká hlavně u strojů s jedním brzdovým kotoučem na předním kole) a udržovat stopu při jízdě po špatné vozovce nebo nerovném terénu. Dále slouží ke zlepšení jízdních vlastností v zatáčkách.

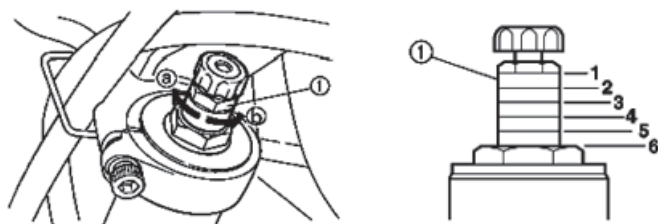
Na obr. 36 je znázorněno schéma pružící a tlumicí jednotky pro teleskopickou vidlici předního kola motocyklu.

Nastavování tlumení pro roztahování resp. stlačování tlumiče přední vidlice ukazuje obr. 37.

Zadní vidlice je součástí podvozku a slouží, podobně jako přední vidlice pro přední kolo, k uchycení zadního kola k rámu a k vedení zadního kola. Zadní vidlice přitom může být odpružena jednou **centrální pružící jednotkou** nebo **dvěma postranními pružicím**



Obr. 36 Schéma pružící a tlumicí jednotky pro teleskopickou vidlici předního kola motocyklu: 1 – svěrné připojení motocyklové vidlice; 2 – škrťací otvory; 3 – úchyt kola; 4 – plnicí ventil; 5 – vodič trubka; 6 – ocelová pružina; 7 – vzduchový prostor; 8 – olejový prostor; 9 – tlumicí píst; 10 – kluzná trubka; 11 – pístnice; 12 – výpustný šroub oleje.

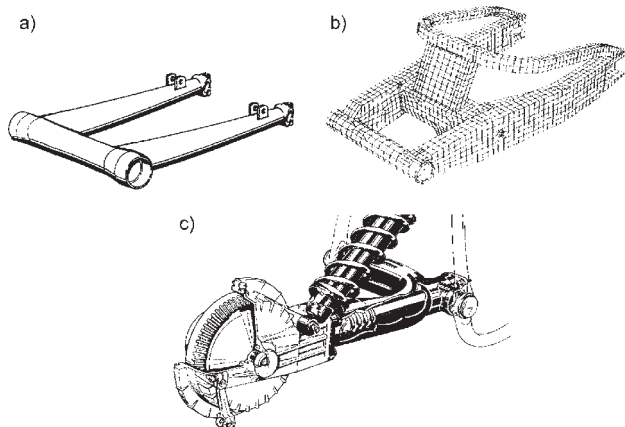


Obr. 37 Nastavování tuhosti odpružení přední vidlice (Yamaha FRJ1300): seřizovací šroub (1) se natočí ve směru (a) pro vyšší předpětí (tvrdší odpružení) nebo ve směru (b) pro menší předpětí (měkkčí odpružení) – současně se musí nastavit obě části přední vidlice (nestejně seřízení zhoršuje ovladatelnost a stabilitu motocyklu). Seřizovací polohy (vpravo): 1 – minimální; 3 – normální; 6 – maximální.

jednotkami (konvenční uspořádání), které jsou jedním koncem připevněny k vidlici a druhým k rámu.

U moderních motocyklů se k zajištění vedení, odpružení, tlumení a přilnavosti zadního kola k vozovce používají vidlice více nebo méně komplikovanými pákovými systémy. Kvalitní pružení a tlumení zajišťují i konvenční vidlice s dvěma pružicemi jednotkami, i když vidlice s jednou centrální pružicí jednotkou mají lepší jízdní vlastnosti. Název zadní kyvné vidlice by mohl být „kývačka“, neboť jiný druh zadní vidlice se u moderních motocyklů neobjevuje.

Hřídel zadní vidlice, někdy i dva čepy, okolo kterých se zadní vidlice otáčí, se vyskytují dole na zadní straně rámu. K uložení zadní vidlice se používají bronzové objímky nebo jehlová ložiska. Vysoce odolná a seřiditelná válečková ložiska se používají jen u velkých a drahých strojů a u velmi solidních cestovních motocyklů a zcela vytlačily starší ložiska s plastickými objímkami. Plastické objímky se totiž rychle opotřebovávaly a kvůli samomazacím schopnostem plastické hmoty byly opatřeny stálou neobnovitelnou mazací náplní, která měla sloužit po celou dobu jejich životnosti. Ložiska s plastickými objímkami většinou nebyla opatřena mazacími čepky, takže do nich nešlo doplňovat vazelinu, což byl jejich další negativní rys. Bronzová a jehlová ložiska jsou oproti plastickým sice drahá, ale zato vydrží mnohem déle.



Obr. 38 Příklad konstrukcí zadních kývaček: a – dvouramenná kývačka z trubek; b – dvouramenná kývačka ze skříňových profilů; c – jednoramenná kývačka z trubek.

Rozeznáváme následující druhy zadních kyvných vidlic (obr. 38):

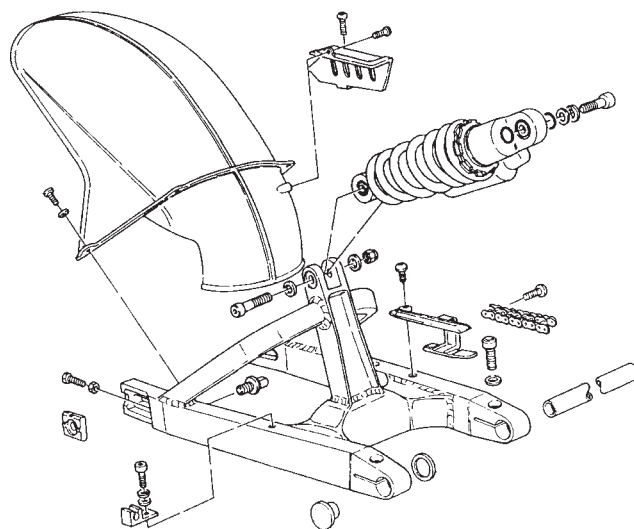
- konvenční dvouramenná vidlice
- jednoramenná vidlice
- konzolová vidlice
- vidlice s pákovým mechanismem a s centrální pružicí a tlumicí jednotkou.

Konvenční dvouramenná zadní vidlice. Tento typ vidlice (obr. 38) je stále nejvíce rozšířený. Vidlice sestává ze dvou ramen, která jsou odpružena šikmo uchycenými tlumicí uchycenými vzadu na bocích rámu. U motocyklů s kardanovým hřídelem slouží jedno rameno vidlice jako skříň pro kardanový hřídel. Na zadním konci vidlice je umístěn pohon zadního kola. Kardanový hřídel vychází z převodovky a hned za převodovkou je opatřen křížovým kloubem, který umožňuje hřídeli konat pohyby současně s vidlicí.

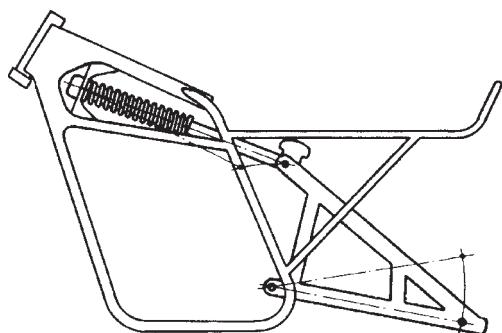
Zadní vidlice u motocyklů s řetězovým pohonem zadního kola jsou opatřeny mechanismem pro posouvání zadního kola, kterým se seřizuje napnutí hnacího řetězu. Napínání řetězu posuvem zadního kola v kývačce je stále nejobvyklejší. Koncovky kývačky musí být dostatečně tuhé, aby čep zadního kola měl ve výřezech bezpečné vedení. Výřezy pro posuv čepu musí být tak dlouhé, aby při umístění kola v zadní poloze dovolily zkrácení řetězu o jeden vnitřní a jeden vnější článek. Nevylučujeme-li možnost změny sekundárního převodu výměnou předního nebo zadního řetězového kola, musí být výřezy podstatně delší, aby při změně převodu nebyla nutná manipulace se změnou délky řetězu.

Nevýhodou dvouramenných vidlic je jejich nedostatečná stabilita, kterou se výrobci snaží eliminovat použitím silně dimenzovaných skříňových konstrukcí (obr. 39).

Správně dimenzované musí být i napínáky. Osvědčily se napínáky s tažným i tlačným šroubem, s ozubením i výstředníkem. Pro bezpečnost tohoto dílu by mělo platit, že napínák udrží čep zadního kola v nastavené poloze i při eventuálním povolení matice čepu; tato podmínka je ovšem obtížněji splnitelná na straně sekundárního řetězu. Poslední způsob napínání řetězu posuvem celé kývačky v rámu je motivován snahou o vytvoření tuhé kývačky. Na konci kývačky jsou pouze přesné válcové otvory, do kterých je lícován čep zadního kola tak, že po utažení matice vznikne velmi kompaktní celek.



Obr. 39 Kyvná vidlice ze slitiny hliníku (Ducati 750 SS) a nastavitelná pružicí jednotka zadního kola s olejo-pneumatickým tlumičem. Nastavování tlumiče (Showa) je možné pro roztahování a pro stlačování.

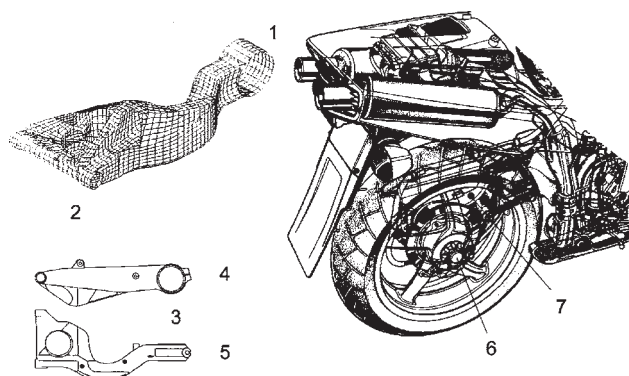


Obr. 40 Systém zavěšení zadního kola Cantilever (Yamaha).

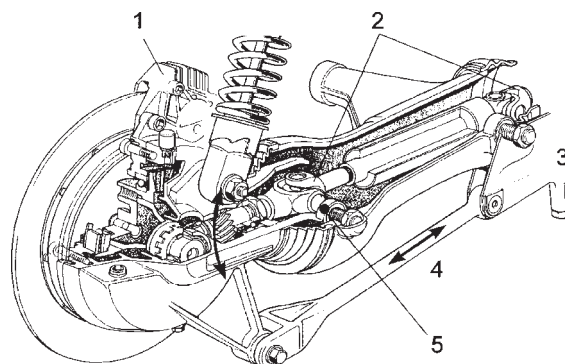
Nevýhodou dvouramenných vidlic je jejich poměrně velká hmotnost, která se pak ještě zvyšuje potřebou dvou silných tlumičů pérování. V oblasti dvouramenných vidlic selhaly pokusy použít místo ocele hliník, takže bylo nutno vyvinout nové systémy. Velký význam má použití dvouramenných vidlic u „nostalgických“ motocyklů, které napodobují styl oldtimerů z let dřívějších, ke kterým právě klasická vidlice se dvěma tlumiči neodmyslitelně patří.

Konzolová zadní vidlice. Ocelová trubková konstrukce (cantilever = konzolové uložení) u které je kolo uchyceno ve dvouramenné vidlici. Na horní části vidlice je špičatý nástavec ve tvaru pyramidy, který je přes jeden jediný tlumič pérování spojen s rámem. Celá tato konstrukce se pak může otáčet okolo závěsu v zadní části rámu. Tlumič odpružení je přitom uložen v téměř vodorovné poloze. Výhodou tohoto uspořádání je především větší propružení. Kromě toho centrálně působící tlumič pérování eliminuje odchylky ve stranovém nastavení zadního kola. Vývojově nejstarší systém s jednou **centrální jednotkou** je systém Yamaha Cantilever, určený původně pro terénní motocykly (obr. 40). Zadní kývačka je příhradové trojúhelníkové konstrukce a pro mohutnou pružící a tlumící jednotku je dostatek místa pod nádrží. U dvouramenné vidlice se dvěma tlumiči pérování může dojít v důsledku poruchy, chyby při údržbě nebo stárnutí k nerovnoměrnému účinku tlumičů, což se u konzolového provedení stát nemůže. Pyramidovitý nástavec konzolové vidlice dále zajišťuje vysokou míru stability. Nevýhodou konzolového uspořádání je prostorová náročnost. To platí jak pro vlastní vidlici, tak pro její závěsy.

Jednoramenná zadní vidlice. Konstrukce jednoramenné vidlice (obr. 41) musí být velmi silná, aby byla schopná zachycovat všechny



Obr. 41 Jednoramenná kývačka: 1 – uchycení kola; 2 – uložení kývačky; 3 – kolo; 4 – boční pohled; 5 – pohled shora; 6 – centrální šroubení k upevnění kola; 7 – kývačka.



Obr. 42 Pohon zadního kola systémem „paralever“ (BMW) s otočnou skříňí kuželového převodu a zachycením sil na rámu: 1 – třmen kotoučové brzdy; 2 – křížové klouby; 3 – skříň převodovky (pevně spojená s rámem); 4 – tahové a tlakové síly; 5 – otočný kloub (kuželíkové ložisko) pro skříň kuželového převodu pohonu kola.

síly působící na zadní kolo. Jednoramenná vidlice je většinou odpružená klasickým způsobem pomocí jednoho tlumiče upevněného v zadní části rámu. Výhodou jednoramenných vidlic je jednak úspora hmotnosti oproti vidlicím dvouramenným a jednak jednoduchost demontáže a montáže zadního kola. Přestože na první pohled vypadá jednoramenná vidlice jako nestabilní, opak je pravdou. Jednoramenná vidlice je vždy minimálně tak stabilní jako odpovídající vidlice dvouramenná.

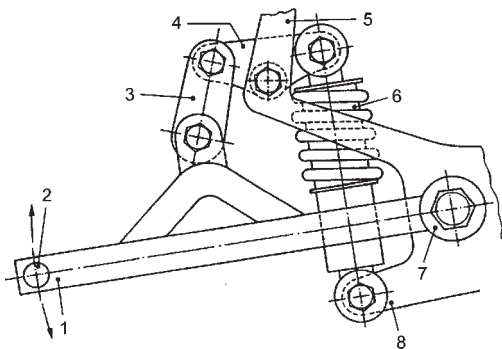
První pohnutkou pro vznik pružících systémů s **jednou centrální jednotkou** byly potíže s dvěma postranními jednotkami při stále rostoucím zdvihu pérování. Prostor pro jejich umístění nedovoloval stavbu jednotek s potřebnou délkou zdvihu kolem hodnoty 200 mm, která by dávala požadované propružení kola asi 300 mm. Kompromisní cestou bylo přesouvání jednotek dopředu a jejich sklánění. Vhodnou volbou geometrických poměrů vznikl potřebný zdvih kola i při určité progresivitě pérování, ale nevýhodou zůstávají nedostatečné rozměry pružin i tlumičů při značném zatížení.

Další uspořádání odpružení zadního kola vycházejí z požadavku progresivity. Sledováním silových poměrů na jednotce při postupném propružení zadního kola u různých pákových systémů se podařilo vytvořit vcelku vyhovující systémy, jejichž společným znakem je jedna svislá jednotka před zadním kolem.

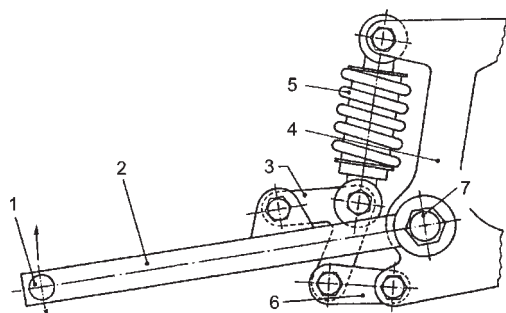
Zadní vidlice s pákovým mechanismem a s centrální tlumící a pružící jednotkou. Tento mechanismus byl vyvinut začátkem osmdesátých let a rozšířil se ze závodních motocyklů do sériové výroby, především do oblastí terénních motocyklů, rychlých cestovních motocyklů a supersportovních silničních strojů. Prvenství v použití tohoto systému má firma Kawasaki, která dokázala, že tento způsob zavěšení zadního kola je schopen uspokojivě a citlivě tlumit jak velké nerovnosti terénu, tak i krátkodobé silné vibrace.

Každý ze čtyř velkých japonských motocyklových výrobců má své vlastní řešení: Honda – Pro Link, Yamaha místo původního systému Cantilever nový Mono-Cross, Kawasaki – Uni Trak) a Suzuki – Full Floater. Nejrychlejší uplatnění našly tyto systémy u terénních motocyklů se zdvihem zadního kola kolem 300 mm a více. Z funkčních i propagačních důvodů se rozšířily na soutěžní motocykly trial i enduro a nakonec i na cestovní stroje.

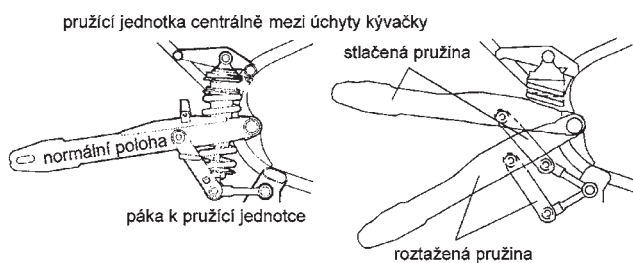
Provedení systému se liší podle konkrétního výrobce a v podstatě můžeme rozlišit šest základních provedení (obr. 43 až 49):



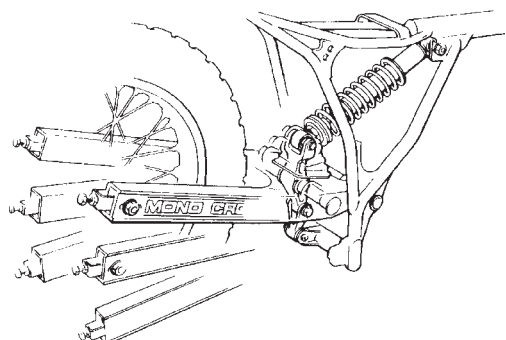
Obr. 43 Systém odpružení zadního kola Uni Trak (Kawasaki): 1 – kyvné rameno; 2 – hřídel zadního kola; 3 – vodící páka; 4 – kyvná páka (vahadlo); 5 – konzola rámu; 6 – centrální pružicí jednotka; 7 – uložení kyvného ramene; 8 – konzola rámu.



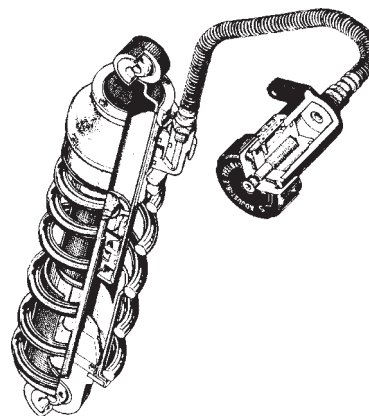
Obr. 44 Systém odpružení zadního kola Pro-Link (Honda): 1 – hřídel zadního kola; 2 – kyvné rameno; 3 – kyvná páka (vahadlo); 4 – rám; 5 – centrální pružicí jednotka; 6 – vodící páka; 7 – uložení kyvného ramene.



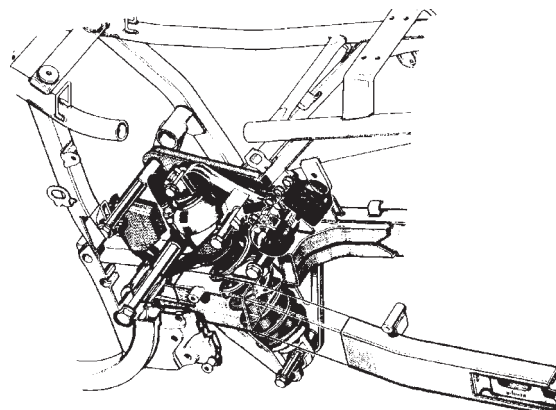
Obr. 45 Zadní výkyvná vidlice (kývačka) s pákovým převodem (Yamaha Monocross).



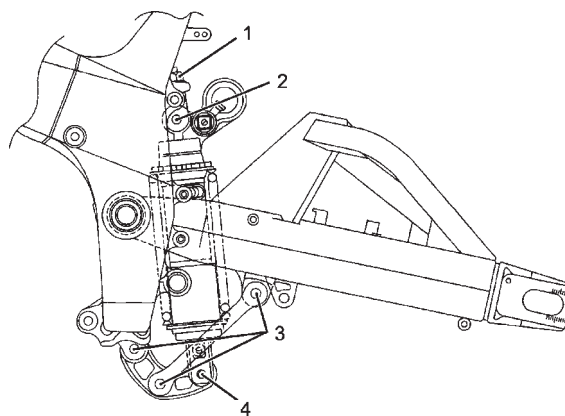
Obr. 46 Systém zavěšení zadního kola Mono Cross (Yamaha) – následovník systému Cantilever. Jedno rameno lomené páky je otočně uloženo v rámu, zatímco druhé rameno tlačí silně skloněnou pružicí a tlumicí jednotku, čímž se dosahuje značná progresivita.



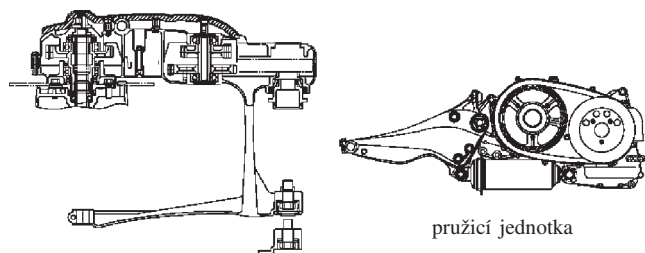
Obr. 47 Pružicí a tlumicí jednotka plovoucího systému Full Floater (Suzuki): tlaková nádržka je spojena hadicí s plynovou pružinou tlumicí jednotky a otáčením seřizovacího členu se posouvá píst, který přes olejovou náplň nastaví předpětí plynové pružiny.



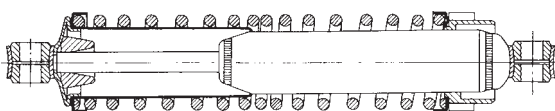
Obr. 48 Pružicí a tlumicí jednotka systému Full Floater (Suzuki GSX 750 GF). U systému Full-Floater (plovoucí systém) se jednotka odpružení neopírá o rám, ale o kyvné rameno. Šikmá kyvná páka při větším propružení zasahuje stále více do směru osy pružiny a tím dosahuje silnou progresivitu.



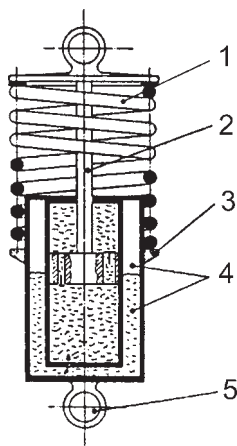
Obr. 49 Kyvná vidlice zadního kola s pružicí jednotkou Suzuki GSX-R 1000: 1 – horní matice pružicí jednotky; 2 – horní upevňovací šroub tlumiče; 3 – upevňovací šrouby vodících táhel a pák; 4 – dolní upevňovací šroub tlumiče.



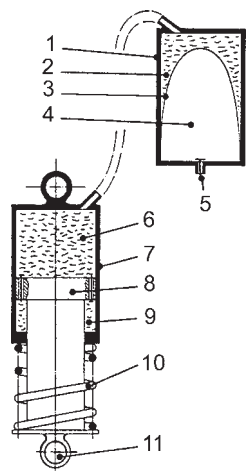
Obr. 50 Kynvé rameno a zavěšení zadního kola skútru Yamaha XP500 (zavěšení zadního kola typu monocross a na tah zatížená pružicí jednotka). Komponenty jsou uloženy pod motorem.



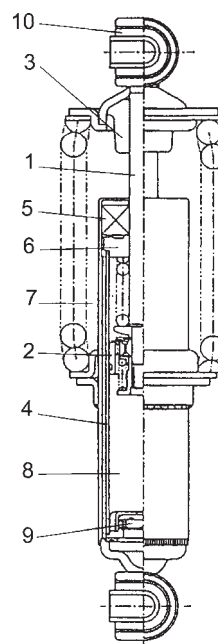
Obr. 51 Pružicí a tlumicí jednotka Moto Guzzi V 1000 G 5 pro zavěšení zadního kola – motocykl má dva závěsy zadního kola s hydraulickými tlumiči (dvouplášťové teleskopické tlumiče).



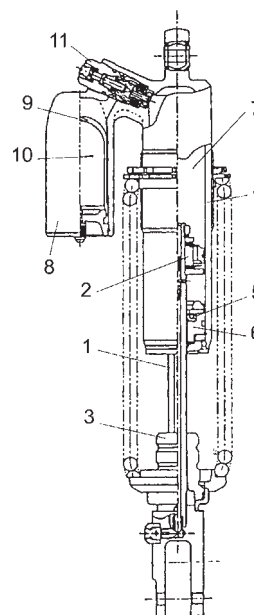
Obr. 52 Schéma konvenční pružicí a tlumicí jednotky zadního kola motocyklu s dvouplášťovým tlumičem: 1 – ocelová pružina; 2 – pístnice; 3 – seřizovatelná pružicí báze; 4 – vyrovnávací prostor; 5 – oko pružicí jednotky.



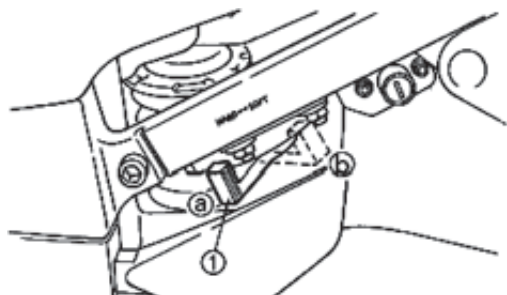
Obr. 53 Pružicí jednotka zadního kola motocyklu s oddělenou vyrovnávací nádržkou a jednoplášťovým tlumičem: 1 – vyrovnávací nádržka; 2 – olejový prostor; 3 – dělicí membrána; 4 – plynový prostor; 5 – plnicí ventil; 6 – olejový prostor; 7 – válec; 8 – tlumicí píst; 9 – olejový prostor; 10 – ocelová pružina; 11 – oko pružicí jednotky.



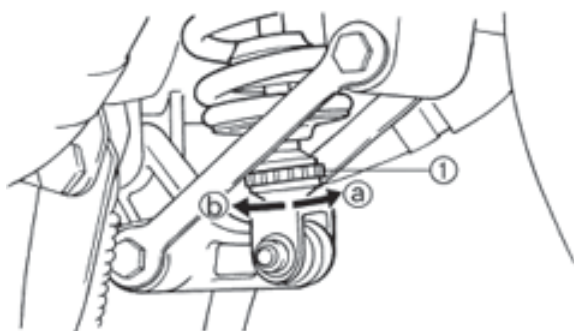
Obr. 54 Konvenční pružicí jednotka zadního kola motocyklu s dvouplášťovým tlumičem: 1 – pístnice; 2 – píst; 3 – upínací deska; 4 – válec (trubka); 5 – olejové těsnění; 6 – uložení; 7 – vnější trubka; 8 – olej; 9 – dolní ventil; 10 – pryžová objímka.



Obr. 55 Plynová pružicí jednotka zadního kola motocyklu s oddělenou vyrovnávací nádržkou a jednoplášťovým tlumičem: 1 – pístnice; 2 – píst; 3 – upínací deska; 4 – válec (trubka); 5 – olejové těsnění; 6 – uložení; 7 – olej; 8 – zásobní nádržka; 9 – membrána; 10 – dusík; 11 – ventil pro seřizování tlumení při stlačování tlumiče.



Obr. 56 Nastavování tuhosti odpružení pružící jednotky zadního kola (Yamaha FRJ1300): páčka (1) se natočí ve směru (a) pro vyšší předpětí (tvrdší odpružení) nebo ve směru (b) pro menší předpětí (měkkčí odpružení).



Obr. 57 Nastavování tlumení pro roztahování tlumiče zadního kola (Yamaha FRJ1300): otočná matice (1) se natočí ve směru (a) pro vyšší tlumení při roztahování tlumiče (tvrdší odpružení) nebo ve směru (b) pro menší tlumení (měkkčí odpružení).

1. **Uni Trak** (Kawasaki) – u tohoto systému je zadní vidlice odpružena centrálním tlumičem přes systém pák. Tlumič odpružení je přitom uchycen v téměř kolmé poloze ve spodní části rámu. **Full Floater** (Suzuki) – plovoucí systém, páková konstrukce podobná systému Uni Trak.
2. **Pro Link** (Honda) – komplexní systém dvou pák odpružených centrálním tlumičem uchyceným šikmo ve střední části rámu.
3. **Mono Cross** (Yamaha) – centrální tlumič odpružení působí přes pákový držák na spodní stranu zadní vidlice. Horní držák je přitom pohyblivě uchycen na příčném nosníku spodní části rámu. Tlumič přitom stojí v téměř kolmé poloze, podobně jako u systému Honda.
5. **Mono Power Drive** (italská firma Gilera) – opět se jedná o pákový systém s jedním centrálním tlumičem, který je podobný japonským konstrukcím.
6. **Zeta Link** (firma Maico) upravený systém Pro Link (páka působící na zadní vidlici je uchycena na rámu).

Jedno rameno lomené páky je otočně uloženo v rámu, zatímco druhé rameno stlačuje silně skloněnou pružící a tlumící jednotku, čímž se dosahuje značná progresivita.

Všechny pákové tlumicí systémy pracují progresivně, přičemž tlumicí účinek se zvětšuje s rostoucím propružením zadního kola. Při zapružení zadního kola na nerovnosti zajišťuje pákový systém ve srovnání s klasickým odpružením zadnímu kolu relativně dlouhé propružení. Současně s výchylkou kola při propružení se úměrně zvětšuje tlumicí síla působící na zadní kolo a pérování se tak stává

tvrdší, protože s rostoucím propružením se zvětšuje rychlost pohybu pístu v tlumiči odpružení.

Progresivní tlumicí systém má ještě jednu výhodu: se zvětšujícím se propružením zadního kola se zvětšuje rychlost pohybu pístu v tlumiči; tím pádem klade tlumičový olej větší odpor proti pohybu pístu a tím se zvětšuje tlumicí síla – tlumič pracuje tvrději. Hlavní výhodou pákových tlumicích systému je tedy kromě většího propružení i nárůst tlumicí síly při nárůstu pružící síly. Pozitivním efektem pákového provedení je, že se nemusí přizpůsobovat tvrdost pérování různým provozním podmínkám (jízda sólo nebo ve dvou, různé povrchy silnic, jízda se zavazadly, atd.) jako u klasických systémů. Součásti pákového mechanismu musí snášet velká mechanická zatížení a proto musí být vyrobené z velmi kvalitního materiálu. Dále se i přes pečlivé zapouzdřování a utěšňování projevují problémy se znečišťováním pohyblivých částí na spodní části rámu, protože jsou vystaveny náporu nečistot a vlhkostí od vozovky.

Kývačku u skútrů tvoří často odlitky motoru a jeho převodného ústrojí (obr. 50).

Základní informace o uspořádání pružících a tlumicích jednotek pro systém zavěšení zadního kola motocyklu poskytují obr. 51 až 57.

Vyrovňovací nádržka se stlačeným plynem (dusíkem) je buď oddělená nebo je součástí válce tlumiče. Oddělená vyrovňovací nádržka je spojena s pružící jednotkou hadicí.

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.