

Fyzikální teorie a konstrukce motocyklů

J. Babor

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT

baborj@km1.fjfi.cvut.cz

Abstrakt

Tato práce chce přiblížit fyzikální podstatu při návrhu a následné konstrukci jednotlivých částí motocyklu. Omezuje se na teoretické znalosti získané v 1.semestru z mechaniky.

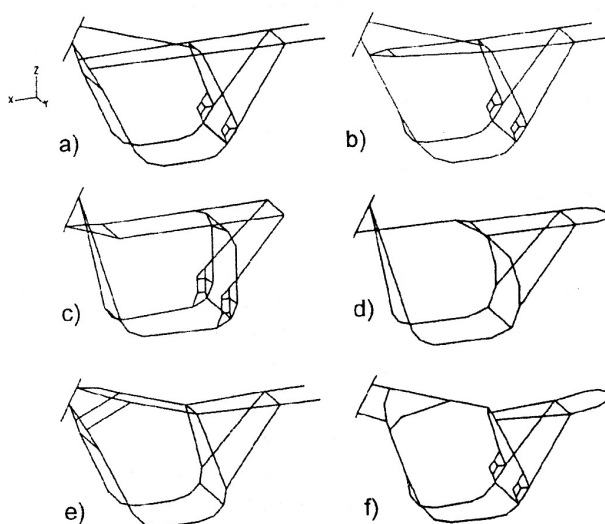
1. Úvod

Ke zpracování tohoto příspěvku mě vedla absence odborných materiálů v oblasti motocyklů, ve kterých patřila naše země mezi světovou špičku (co se týká počtu patentů, úspěchů v soutěžích...). Nesmím však opomenout na české výrobce, kteří si tyto pozice udrželi. A to především JAWA a její plochodrážní motocykly a minibiky značky BLATA, dále výroba motokrosů značky PRAGA (pozn. nejsou v nabídce distributorů pro nadcházející rok).

2. Tématické okruhy

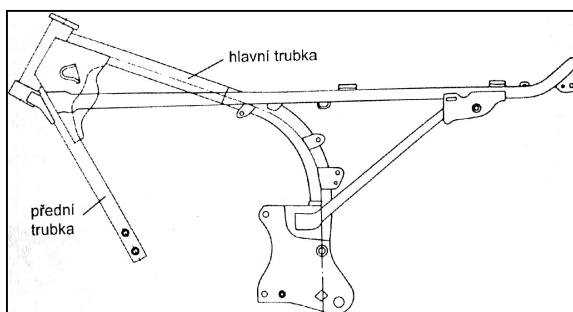
- Stavba motocyklu (rám)

Rozdělení rámců podle způsobu výroby:

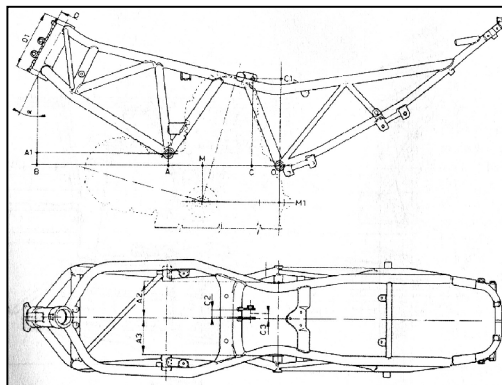


- lisované
- odlévané
- mostové
- kolébkové c)
- páteřové d)
- ...

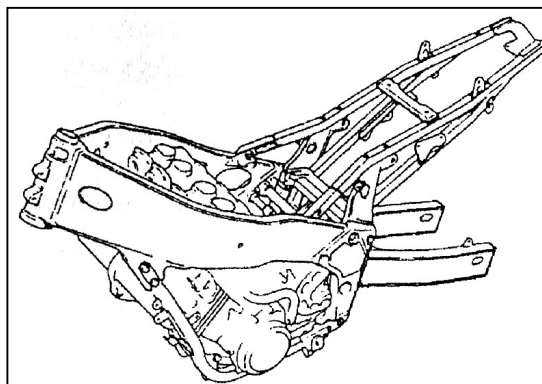
Nejpoužívanější rámy (světová výrobci):



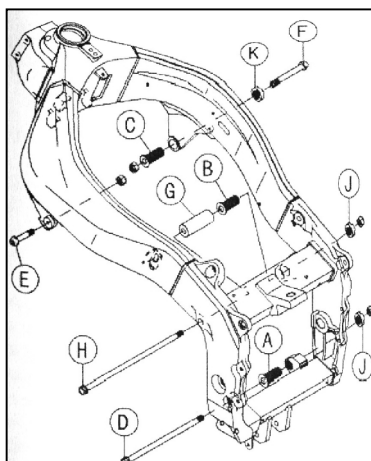
otevřený páteřový rám



příhradový (mřížový) trubkový rám z chromomolybdenové oceli (Ducati)



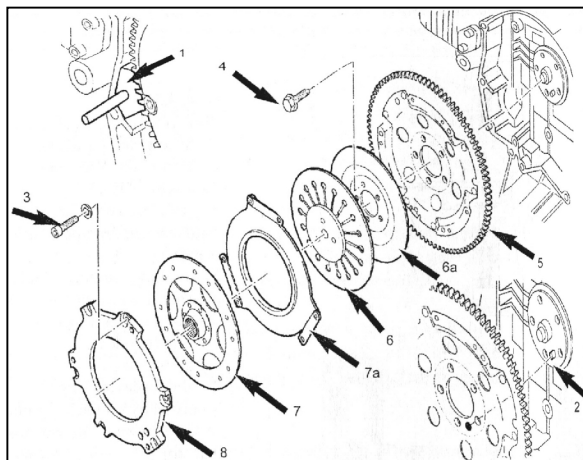
kolébkový trubkový rám tzv. Delta box (Yamaha)



uzavřený hliníkový rám (Kawasaki)

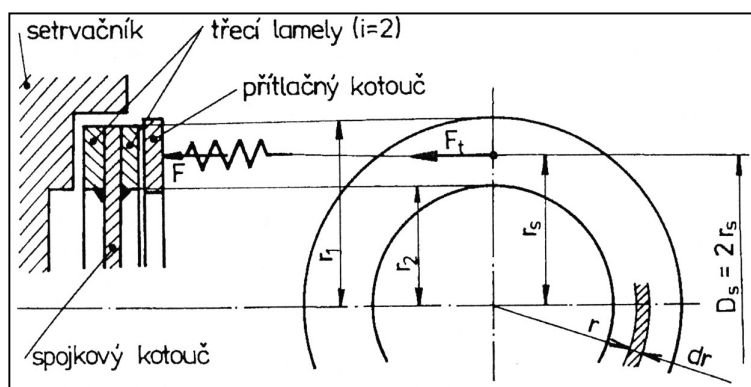
Tento rám patří nejpoužívanější v seriálu mistrovství světa silničních motocyklů. Také se nejvíce uplatňuje v sériově vyráběných supersportech.

- Spojka:



- 1) Zajištění pro demontáž spojky 2) Upevnění skříně spojky na klikový hřídel
 3) Šrouby víka 4) Šrouby skříně 5) Koš spojky 6) Talířová pružina 6a) talíř
 7) Třecí obložení spojky 7a) přitlačná deska 8) Víko skříně

Výpočet třecí síly a třecího momentu spojky:



$$F_t = F \cdot \mu$$

$$F = p \cdot S$$

$$M_s = F_t \cdot r_s \cdot i = F \cdot \mu \cdot r_s \cdot i$$

,kde μ představuje součinitel tření (bezazbestové obložení $\mu=0,3 \div 0,4$) a i počet třecích segmentů. Z toho plyne, že pro zvýšení třecí momentu se používají suché vícelamelové (větší i) spojky, které sice produkují více tepla a rychleji opotřebovávají obložení. Druhou možností je použití spojky v olejové lázni (lepší odvod tepla, menší opotřebení), které však nedokáže převést potřebný moment.

Tvoří-li třecí plocha kruhový prstenec, pak elementární třecí moment spojky:

$$dM_s = 2 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot p \cdot \mu \cdot i \cdot dr$$

Za předpokladu, že tlak na obložení bude na celé ploše stejný, přeneseme spojka třecí moment:

$$M_s = \frac{2}{3} F \cdot \mu \cdot i \cdot \frac{r_1^3 - r_2^3}{r_1^2 - r_2^2}$$

Účinný poloměr spojky je tedy:

$$r_s = \frac{2}{3} \frac{r_1^3 - r_2^3}{r_1^2 - r_2^2} \approx \frac{r_1 + r_2}{2}$$

- Brzdy:

- z polohy těžiště určíme statické zatížení předního (zadního) kola:

$$G_{p(z)} = (G \cdot l_{z(p)}) / (l_p + l_z)$$

- brzdící síla je dána dosaženým zpomalením a hmotností:

$$F = m \cdot a$$

- klopný moment se musí vyrovnat přetížením předního a odlehčením zadního kola:

$$F \cdot h = G_b (l_p + l_z)$$

$$\Rightarrow G_b = F \cdot h / (l_p + l_z)$$

- na předním kole je přetížení logicky:

$$G_{cp} = G_p + G_b$$

- brzdící síla na předním kole:

$$F_p = G_{cp} \cdot f$$

- na zadním kole:

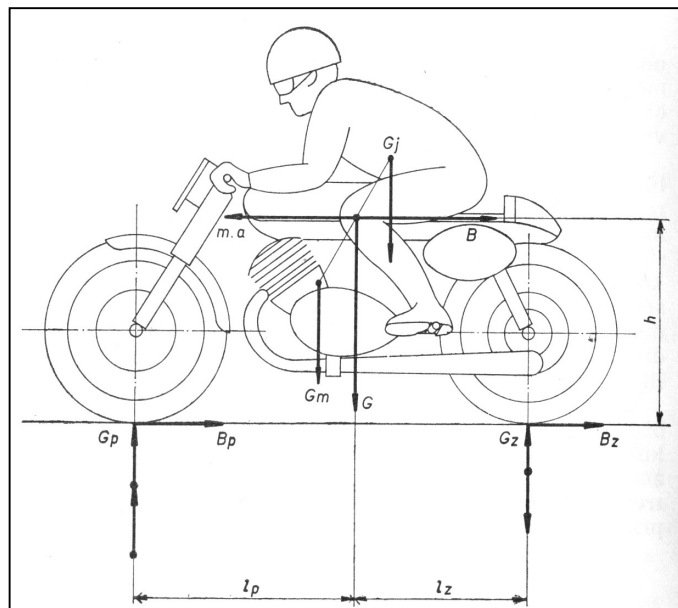
$$G_{cz} = G_z - G_b$$

- brzdící síla na zadním kole:

$$F_z = G_{cz} \cdot f$$

,kde f je součinitel tření mezi pneumatikou a vozovkou

- z uvedených vztahů je patrné, že účinnost brzdy předního kola má větší vliv na dosažené zpomalení než-li kolo zadní

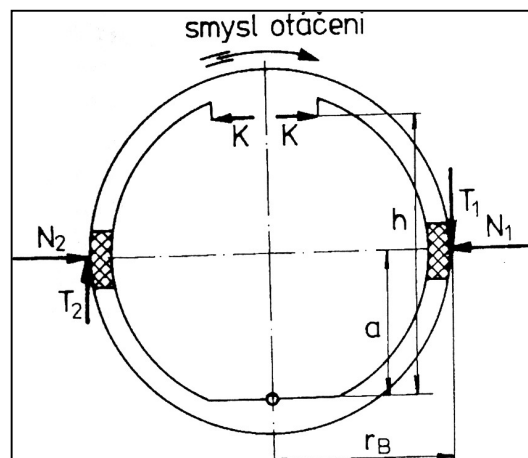


Bubnová brzda:

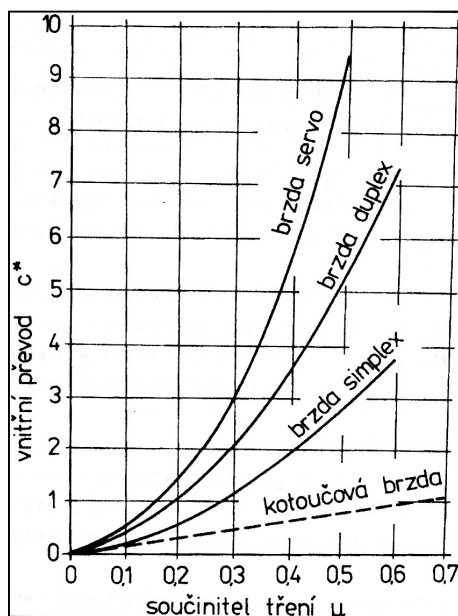
- po zjednodušeném výpočtu můžeme psát rovnici pro brzdňý moment ve tvaru:

$$M_b = c \cdot r_b \cdot K$$

,kde c je tzv. vnitřní převod brzdy a závislost vnitřního převodu na součiniteli tření se nazývá charakteristika brzdy



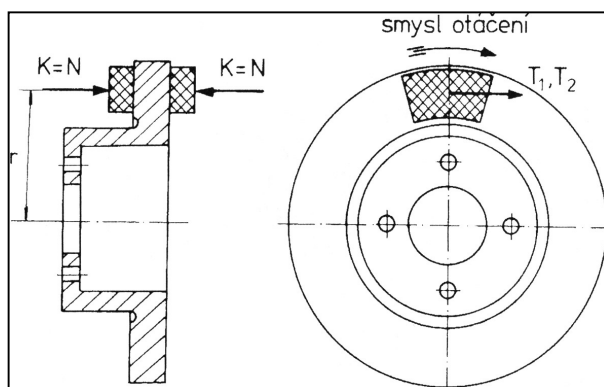
Charakteristika brzd:



- z toho je patrné, že kotoučová brzda má sice nižší vnitřní převod c při stejné součiniteli tření. Ale naproti tomu je její závislost lineární, tedy s měnícím se součinitelem tření (změna teploty, pracovních podmínek : voda...) se vnitřní převod tolik nemění (lépe odhadnutelná)

Kotoučová brzda:

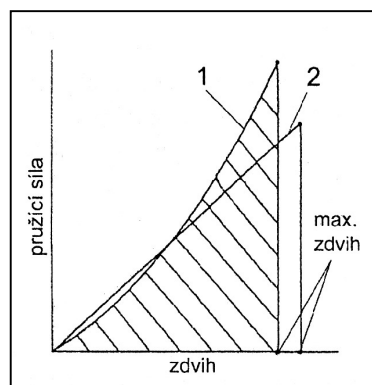
- brzdný moment kotoučové brzdy: $M_b = 2 \cdot \mu \cdot N \cdot r$
- pro vnitřní převod kotoučové brzdy plyne: $c = 2 \cdot \mu$



- Pružení:

- určující veličina pružení je netlumená vlastní kruhová frekvence: $w = \sqrt{c/m}$, kde c je pružinová konstanta

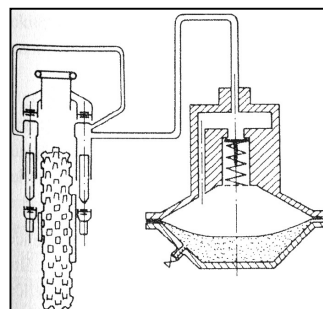
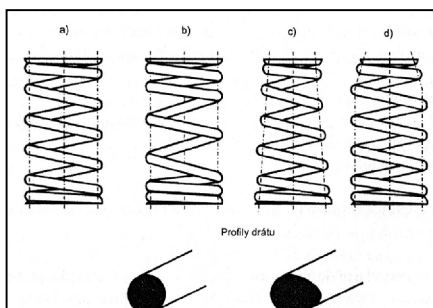
- deformační charakteristika tlačné válcové pružiny je lineární (2)
- je potřeba dosáhnout progresivity („nonlinearity“) pružiny (1)



- velmi důležitý je vlastní kmitočet pružení (nejpříjemnější kmitočet je okolo 60 min-1)
- důležitou součástí je tlumení, které zabráňuje vzniku rezonance při přejezdu nerovností o stejné frekvenci, jako je vlastní kmitočet pružení

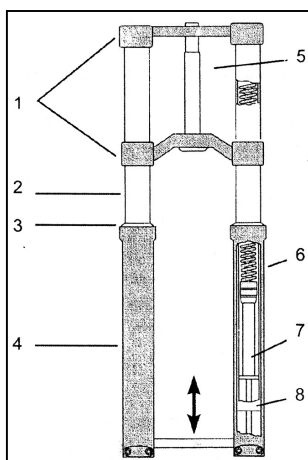
Dosažení progresivity pružiny:

- proměnlivé stoupaní drátu, proměnlivý průměr drátu
- použití vzduchokapalinového odpružení



(terénní KTM)

Teleskopická vidlice:



- Základní princip teleskopické vidlice [6]:
- 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

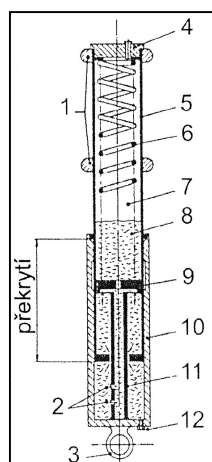


Schéma pružicí a tlumicí jednotky pro teleskopickou vidlici předního kola motocyklu:

- 1 - svěrné připojení motocyklové vidlice
- 2 - škrticí otvory
- 3 - úchyt kola
- 4 - plnicí ventil
- 5 - vodící trubka
- 6 - ocelová pružina
- 7 - vzduchový prostor
- 8 - olejový prostor
- 9 - tlumicí píst
- 10 - kluzná trubka
- 11 - pístnice
- 12 - výpustný šroub oleje

Jak je patrné z obrázků, nejčastěji se využívá kapalinového tlumení, kdy při stlačení proudí kapalina většími otvory (rychlá reakce na překážku). Při rozpínání pružiny proudí kapalina zpětnými ventily s menšími otvory. Zajišťuje bezpečný a komfortní způsob jízdy. Nyní se používají vidlice typu upside-down, kdy se zlepšil poměr odpružené hmotnosti vůči neodpružené $\Rightarrow$ opět zlepšení jízdních vlastností.

3. Shrnutí

Tímto textem jsem chtěl upozornit na zajímavou publikaci Prof. Ing. Vlka působícího na VUT v Brně, který je v dnešní době jediným autorem zabývajícím se konstrukcí motocyklů (viz. Reference). Do budoucna se očekává vývoj nových materiálů (lehčí, větší pevnost, odolnost proti tepelnému namáhání...). Což zajišťuje perspektivu katedry materiálů. Je zde prostor pro směřování k využití nových paliv. Motocykly jsou a budou dále se rozvíjejícím se odvětvím poskytující nové technologické poznatky a přinášející lidem radost z jízdy.

Reference:

- [1] Prof. Ing. F. Vlk: TEORIE A KONSTRUKCE MOTOCYKLŮ (BRNO 2004)
- [2] Ing. P. Husák: SPORTOVNÍ MOTOCYKLY (PRAHA 1972 – NAŠE VOJSKO)