

# PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 20 (1992/1993)

Številka 5

Strani 308-311

Mitja Slavinec:

## POSPEŠKI MOTORNIH KOLES

Ključne besede: fizika.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/20/1146-Slavinec.pdf>

© 1993 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2010 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.

## POSPEŠKI MOTORNIH KOLES

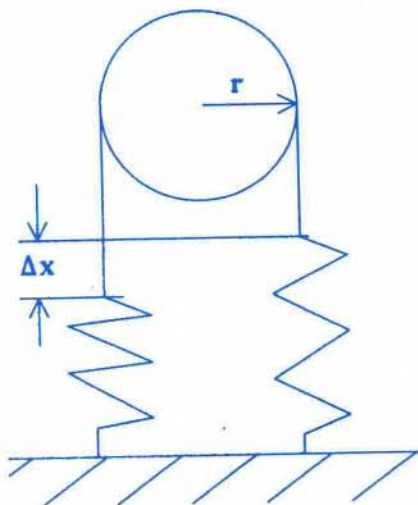
Motorna kolesa so dosti lažja od avtomobilov, poganjajo pa jih enako ali celo bolj zmogljivi motorji, zato imajo kar nekajkrat večje pospeške. Pospešek pri avtomobilih ali motornih kolesih po navadi podamo z najkrajšim časom, ki ga na začetku mirujoče vozilo potrebuje, da doseže hitrost 100 km/h.

Moč motorja je odvisna od števila vrtljajev na časovno enoto, zato se med pospeševanjem spreminja. Oglejmo si, kako merimo moči motorjev v odvisnosti od njihove frekvence. Izmerimo jo lahko na motorni gredi ali na pogonskem, to je zadnjem kolesu. Zaradi izgub v menjalniku in na pogonski verigi ali kardanu je lahko moč na kolesu tudi do 10% manjša kot na motorni gredi.

Za moč velja enačba:

$$P = M\omega, \quad (1)$$

kjer je  $M$  navor motorja na obremenjeni gredi,  $\omega$  pa kotna hitrost gredi. Kotna hitrost vrtenja je tista fizikalna količina, ki jo lahko najbolj natančno merimo.



Slika 1

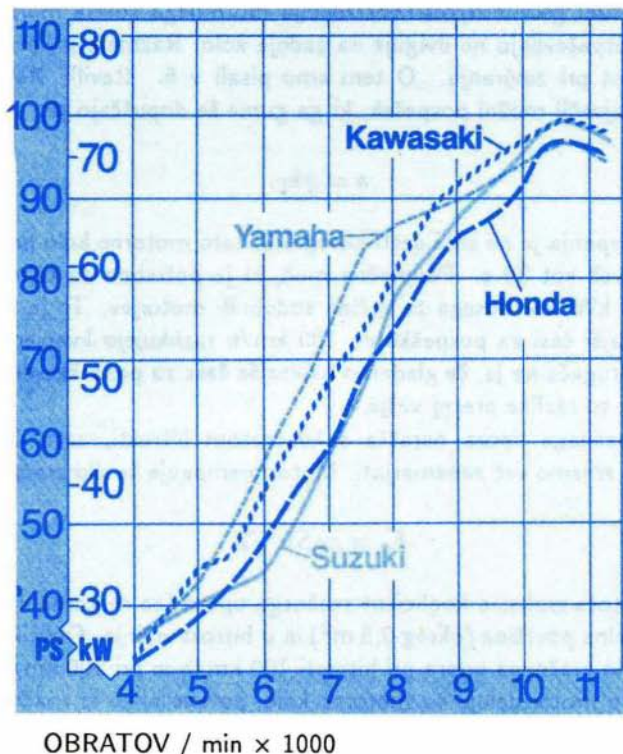
Ostane nam torej le še meritev navora, kar naredimo s Pronyjevo zavoro (slika 1). Ta je zgrajena iz valja (s polmerom  $r$ ), ki ga objamemo s trakom. Silo trenja  $F_t$  med trakom in valjem določimo iz relativnega raztezka dveh vzmeti, pritrjenih na vsako stran traku. Navor osi na trak je torej uravnotežen z navorom sile trenja na znani ročici  $r$ . Tako dobljeni navor pomnožimo še s kotno hitrostjo, ki jo moramo posebej izmeriti, in enačba (1) dobi končno obliko:

$$P = M\omega = F_t r \omega = k \Delta x r \omega. \quad (2)$$

Tu je  $k$  koeficient vzmeti,  $\Delta x$  pa njun relativni raztezek. Pri merjenju velikih moči je sila trenja velika, zato moramo poskrbeti za zadostno odvajanje toplote, ki se pri tem sprošča. Navor

tako izmerimo pri različnih frekvencah motorja, da ugotovimo, kako se njegova moč spreminja s kotno hitrostjo.

MOČ



Slika 2

Na diagramu (slika 2) je prikazan rezultat neke take meritve. Vidimo, da se moč motorja spreminja približno linearno s številom vrtljajev, zato ocenimo povprečno moč motorja  $\bar{P}$  med pospeševanjem motornega kolesa na polovico njegove največje moči  $P$ . Po času  $t$  motorno kolo doseže hitrost  $v$  in opravljeno delo motorja se naloži v kinetično energijo motornega kolesa:

$$\bar{P}t = \frac{1}{2}Pt = \frac{1}{2}mv^2. \quad (3)$$

Iz te enačbe sledi, da bi motorno kolo z maso 300 kg in največjo močjo motorja 100 kW pospeševalo do hitrosti 100 km/h manj kot 2,5 s. Pri tem smo zanemarili zračni upor in energijo, ki se je naložila v vrtilno energijo koles.

Tako velikih pospeškov guma na pogonskem kolesu ne prenese, saj bi zdrsnila in tudi geometrijska konstrukcija motornega kolesa mora biti taka, da se pri pospeševanju ne dviguje na zadnje kolo. Razmere pri pospeševanju so enake kot pri zaviranju. O tem smo pisali v 6. številki XVIII. letnika Preseka. Največji možni pospešek, ki ga gume še dopuščajo je:

$$a = gk_1. \quad (4)$$

Koeficient lepenja je na suhi cesti okrog 0,9, zato motorno kolo pospešuje do 100 km/h več kot 30 s. Povprečna moč, ki je potrebna za take pospeške, je okrog 35 kW, kar dosega že večina sodobnih motorjev. To je tudi razlog, da se najkrajši časi za pospeške do 100 km/h razlikujejo kvečjemu za kako sekundo. Drugače pa je, če gledamo najkrajše čase za pospeške do 200 km/h ali več, kjer so razlike precej večje.

Sila zračnega upora narašča s kvadratom hitrosti, zato je pri višjih hitrostih ne smemo več zanemarjati. Motor premaguje še silo zračnega upora:

$$F_c = \rho c S v^2 / 2. \quad (5)$$

Tu je  $\rho$  gostota zraka,  $c$  koeficient zračnega upora (za motorna kolesa okrog 0,7),  $S$  je čelna površina (okrog 0,5 m<sup>2</sup>) in  $v$  hitrost vožnje. Ocenimo velikosti sil motorja in zračnega upora pri hitrosti 100 km/h in pri 200 km/h. Če je  $F$  sila, s katero motor deluje na motorno kolo, potem lahko iz enačbe:

$$P = Fv \quad (6)$$

izračunamo, da pri hitrosti 100 km/h motor z močjo 100 kW deluje s silo 3600 N. Silo zračnega upora, ki je pri tej hitrosti manj kot 200 N, smo v gornjih ocenah upravičeno zanemarili. Pri hitrosti 200 km/h se sila motorja zmanjša na polovico, sila zračnega upora pa postane štirikrat večja. To pomeni, da se porabi skoraj polovica moči motorja za premagovanje zračnega upora. Pri tem zmogljivosti gum niso več pomembne. Pri dirkah, kjer motorna kolesa dosežejo velike hitrosti, je premoč močnih motorjev očitna.

Sila kotalnega upora se s hitrostjo ne spreminja in po navadi ne presega 100 N, tako da jo lahko v vseh primerih zanemarimo.

