



STANOVENÍ BRZDNÝCH VLASTNOSTÍ PNEUMATIK MOTOROVÝCH VOZIDEL

DETERMINATION OF AUTOMOBILE VEHICLE BRAKING CHARACTERISTICS

ZADÁK Miloš –ALEŠ Zdeněk

Katedra jakosti a spolehlivosti strojů, Technická fakulta, ČZU v Praze

Summary: We study the factors which influence the quality of adhesion between automobile tire and road surface. This interaction is characterized by the adhesion coefficient. We derived a length of the braking distance. Testing tires were Barum, Michelin and Goodyear (type 205/55-R16).

ÚVOD

Adhezní vlastnosti pneumatik motorových vozidel jsou velmi významné především z pohledu možností přenosu sil mezi pneumatikou a vozovkou. Přenos sil je fyzikálním limitem chování vozidla, především jeho ovladatelnosti, stability jízdy, tedy bezpečnosti provozu. Toto chování významně ovlivňuje adheze pneumatik a vozovky, která určuje silovou interakci pneumatiky a vozovky. Tato silová interakce je kvantifikována součinitelem adheze. Adhezní vlastnosti pneumatik motorových vozidel je prozatím málo probádaná oblast. V dnešní době není možno měřit okamžitou hodnotu adheze při provozu motorových vozidel. Pouze je možno předpokládat, že za stanovených podmínek, by se měla hodnota adheze pohybovat v určitém intervalu. Pro bezpečnost provozu je velmi důležité znát okamžitou hodnotu adheze za určitých podmínek, poté je totiž možné stanovit velikost brzdné dráhy.

ZÁVISLOST SOUČINITELE ADHEZE NA BRZDNÉ DRÁZE

Hlavní prioritou je lidský život a teprve na dalším místě jsou hmotné škody na majetku. Cílem bezpečnostní složky je především snížení lidských obětí a úrazů v provozu. Do aktivní bezpečnostní složky bez pochyby patří brzdění, akcelerace a změna směru jízdy. Všechny tyto aspekty spojuje faktor: hodnota součinitele adheze. Součinitel adheze není konstantní veličina, jeho hodnota se mění v intervalu (0; 1). Adheze je určena silová vazba mezi pneumatikou a vozovkou. Adheze pneumatiky k vozovce vyjadřují koeficienty, které tuto interakci kvantifikují.

Tab.1: Přehled průměrných mezních číselných hodnot koeficientu adheze δ :

DRUH VOZOVKY	SOUČINTEL ADHEZE Δ
Beton	0,7 až 1,0
Asfalt suchý	0,7 až 0,9
Asfalt mokrý, znečištěný	0,3 až 0,5
Hlinitá polní cesta suchá	0,7
Ujetý sníh	0,2 až 0,3
Led	0,15

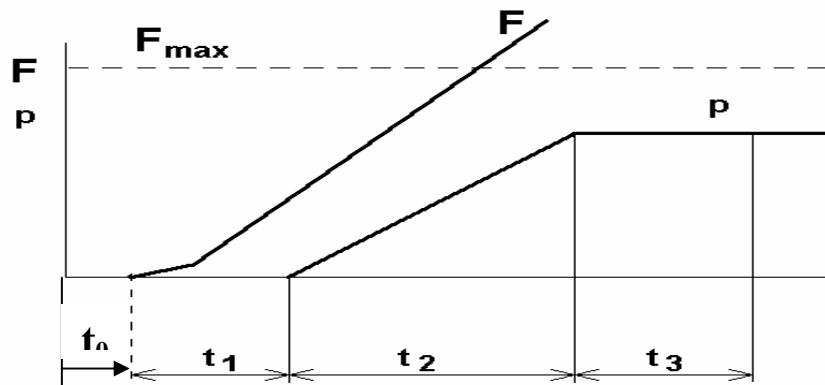
Naším úkolem bude zjistit hodnotu adheze mezi pneumatikou a vozovkou. Její hodnota bude záviset na stavu vozovky, druhu pneumatiky, rychlosti a zatížení vozidla. Součinitel adheze nás zajímá ze 3 možných jevů:

- při brzdění
- při akceleraci

- při změně směru jízdy

U pneumatiky se hledí především z jakého materiálu je vyrobena a jaké má přísady. Dalším jejím důležitým faktorem je hloubka a vzor dezénu dále pak na materiálových vlastnostech běhounové směsi. U vozovky se mění součinitel adheze v závislosti na drsnosti a stavu povrchu. Dále závisí na poměrech deformací ve stopě pneumatiky, zejména pak na velikosti relativního skluzu běhounu pneumatiky vzhledem k vozovce.

Zaměříme se především na brzdnu dráhu. Předepsané hodnoty brzdného účinku vyjadřuje jako brzdnu dráhu nebo brzdné zpomalení nebo úhel sklonu zkušební svahu a uvádí také další podmínky, které musí být současně splněny (zejména ovládací síla, rovnoměrnost brzdění, doba prodlevy a náběhu, doba odbrzdění). Kromě předepsané hodnoty maximálně přípustné brzdné dráhy uvádí vyhláška také vzorce pro stanovení brzdné dráhy v případě, že nemohou být přesně splněny okrajové podmínky zkoušení (zejména výchozí ustálená rychlost jízdy). Základní ukazatele účinku brzd, tj. brzdna dráha a brzdné zpomalení jsou ve vzájemném vztahu, daném rovnicí pro stanovení brzdné dráhy. Proto si tuto rovnici odvodíme z obr.1.



Obr.1: Průběh brzdění vozidla (ustálená počáteční rychlost v_0)

t_0	reakční doba řidiče	F	ovládací síla pedálu
t_1	doba prodlevy brzd	p	teoretický průběh brzdného účinku
t_2	doba náběhu brzd	s_t	celková teoretická brzdna dráha
t_3	doba plného brzdění	a	brzdné zpomalení
δ	součinitel adheze	g	tíhové zrychlení

Celkovou brzdnu dráhu lze vyjádřit jako součet dílčích brzdnych drah:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 \quad (1)$$

Dílčí brzdne dráhy lze vyjádřit (v případě dráhy s_3 přibližně):

$$S_1 = v_0 \cdot t_1 \quad (2)$$

$$S_2 = v_0 \cdot \frac{t_2}{2} \quad (3)$$

$$S_3 \approx \frac{v_0^2}{2 \cdot a} \quad (4)$$

Celková teoretická brzdná dráha je dána vztahem:

$$s = v_0 \cdot t_1 + v_0 \cdot \frac{t_2}{2} + \frac{v_0^2}{2 \cdot a} \quad (5)$$

Celková brzdná dráha je závislá na přenesené brzdě síle na podložku, kde limitujícím faktorem je využití maximálního potenciálu brzd a součinitel adheze δ , pro který platí vztah:

$$a = g \cdot \delta \quad (6)$$

Zpomalení se dle tohoto vztahu pohybuje v mezích $(0 - 9,8)m \cdot s^{-2}$. Velikosti brzdných drah pro různé počáteční rychlosti ukazuje tab. 2 (sklon pohybu vozidla, tahová složka a rychlost větru zanedbána).

Tab. 2: Velikost brzdě dráhy v závislosti na rychlosti vozidla a součiniteli adheze δ

Brzdě dráha [m]	R Y C H L O S T [Km.hod ⁻¹]						
	30	50	70	90	110	130	150
Beton ($\delta = 0,9$)	7	16	29	45	65	88	115
Asfalt	8	18	32	50	72	98	127
Asfalt - mokřý	12	30	56	90	131	181	238
ujetý sněh	17	45	85	137	203	280	371
led	27	71	136	222	329	458	607

Reakční doba člověka se pohybuje kolem jedné sekundy. To znamená, že celková brzdě dráha ještě vzroste o několik metrů (např. při 90 km/hod se brzdě dráha navíc prodlouží o 25 m).

Z tab. 2 je patřné, že při znalosti okamžité hodnoty součinitele adheze by bylo možné vyhodnocovat přibližnou velikost brzdě dráhy.

Pro vyzkoušení reálných hodnot brzdě dráhy jsme si otestovali 3 druhy letních pneumatik od různých výrobců. Zjišťovali jsme velikost brzdě dráhy ze 100 kilometrové rychlosti za hodinu do zastavení. Hodnoty nezahrnují reakční prodlevy řidiče. Zvolili jsme běžně dostupné pneumatiky o rozměru 205/55-R16. Barum Bravuris, Goodyear Excellence a Michelin Pilot Primacy HP. Vzorek pneumatiky 99%. Povrch byl suchý beton, teplota okolí 15°C, přibližná teplota kotoučů 60°C. Testované vozidlo neupravená VW JETTA (r.v. 06). Kotouče na všech kolech, ABS a EBV.

Tab. 3: Velikost skutečné brzdě dráhy (beton, 100km.hod⁻¹ - 0)

Brzdě dráha [m]	Číslo měření				
	1	2	3	4	5
BARUM	41	40	41	41	40
MICHELIN	37	38	37	36	37
GOODYEAR	38	38	38	39	38

ZÁVĚR

Velký vliv na bezpečnost provozu má nepochybně součinitel adheze. Z vypočtených hodnot brzdě dráhy je patřné, že součinitel adheze má při brzdě dráhy rozhodující vliv. Z naměřených hodnot má nejlepší vlastnosti pneumatiky Michelin. Brzdě dráha se



pohybovala kolem 37 metrů. Druhé místo obsadily pneumatiky značky Goodyear s hodnotou kolem 38 metrů. Nejhorší výsledky vykazovaly pneumatiky Barum s hodnotou přes 40 metrů.

POUŽITÁ LITERATURA

1. Dočkal V., Kovanda J., Hrubec F.: Pneumatiky. Vydavatelství ČVUT, Praha 1998, 71s., ISBN 80-01-01882-2
2. FISCHER, M.: Vliv pneumatik na bezpečnost jízdy, SNTL, Praha 1978, 60s.
3. POŠTA, J., NÁLEVKA, S.: Dynamická diagnostika vozidlových brzd. In: Sborník referátů Mezinárodního symposia "Quality and Reliability of Machines", SPU Nitra, 2000. ISBN 80-7137-720-1
4. VLK, F.: Podvozky motorových vozidel : Pneumatiky a kola. Zavěšení kol,nápravy. Odpružení. Řídicí ústrojí. Brzdové soustavy, N. a V. Vlk, Brno 2000, 392s., ISBN 80-238-5274-4
5. Vyhláška č. 102/1995 Sb. O schvalování technické způsobilosti a technických podmínkách provozu silničních vozidel na pozemních komunikacích
6. Zákon č. 38/1995 Sb. O technických podmínkách provozu silničních vozidel na pozemních komunikacích