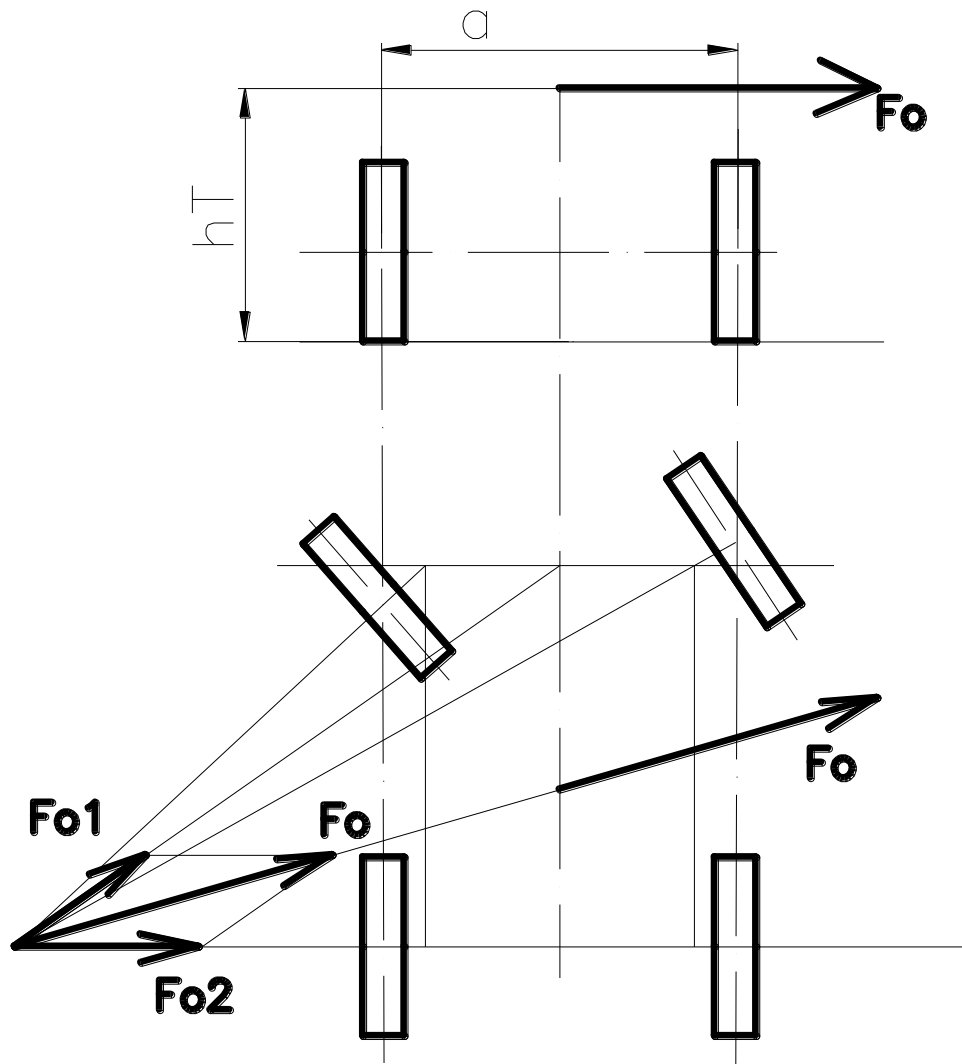


Jazda vozidla zákrutou

Úvahy o jazde vozidla zákrutou sa obmedzujú na najjednoduchší prípad, kedy vozidlo ide rovnomernou rýchlosťou. Predpokladá sa, že na vozidlo nepôsobia hnacia a ani brzdná sila a týmto silám prislúchajúce jazdné odpory. Môžeme zanedbať odpor zotrvačností, odpor valivý, odpor vzduchu vrátane pružnosti pneumatík. U perovania predpokladáme, že dokonalé stabilizátory, nedovoľujú naklápanie karosérie voči naprávam.



Obr. 4.1 Jazda vozidla zákrutou na vodorovnej podložke

Pri jazde vozidla zákrutou, aby neprešlo do šmyku musí platiť nasledujúca podmienka:

$$F_0 \leq G \cdot \varphi$$

$$F_0 = \frac{G \cdot v^2}{g \cdot r} \leq G \cdot \varphi$$

$$\varphi \geq \frac{v^2}{g \cdot r}$$



Pohonné systémy automobilov

Blok č: 4

Prednášajúci: prof. Ing. Robert Grega, PhD.

Kde:

v – rýchlosť vozidla [m/s],

r – polomer zákruty [m].

Z poslednej rovnice sa môže vypočítať pri známom súčiniteli trenia a polomere zákruty najvyššia dovolená rýchlosť. Zároveň však musí byť splnená podmienka, aby sa vozidlo nepreklopilo. Táto podmienka sa určí nasledovne:

$$F_0 \cdot h_F \leq G \cdot \frac{a}{2}$$

$$\frac{G \cdot v^2}{g \cdot r} \leq G \cdot \frac{a}{2}$$

$$\frac{a}{2 \cdot h_F} \geq \frac{v^2}{g \cdot r}$$

Kde:

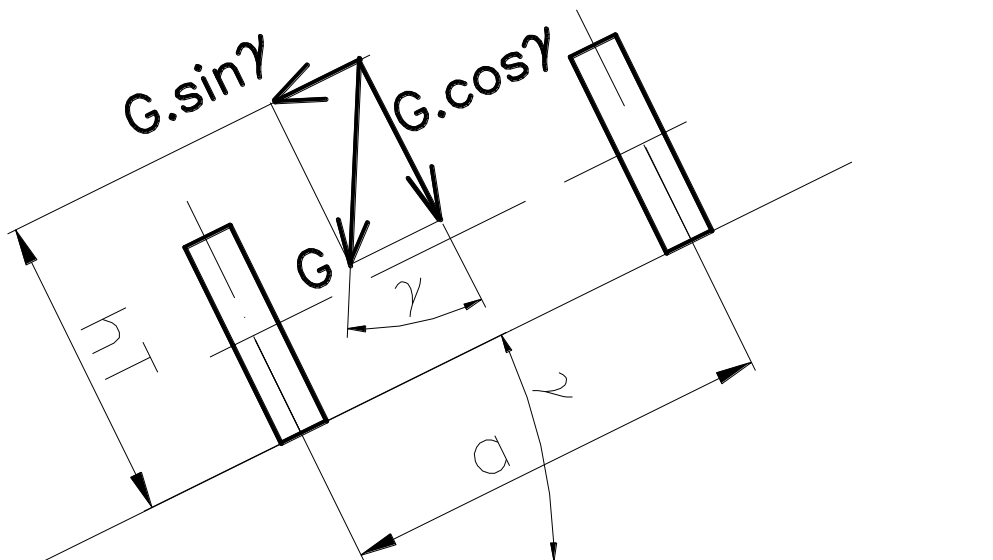
a – rozchod kolies [m].

porovnaním podmienok prechodu vozidla zákrutou dostávame tvar:

$$\frac{a}{2 \cdot h_F} \geq \varphi \geq \frac{v^2}{g \cdot r}$$

Ak je podiel prvého zlomku menší ako súčinitel trenia, musíme potom vychádzať pre výpočet maximálnej rýchlosti prejazdu zákrutou s podmienky proti preklopeniu. Uvedené rovnice musia platiť i pre jednotlivé nápravy, ale z obr.4.1 vyplýva, že odstredivá sila sa nerozdeľuje na nápravy.

Pri výpočte prejazdu vozidla zákrutou ktorá je klopená obr.4.2 sa ponúkajú dve základné úvahy. Musíme uvažovať so stojacim vozidlom a s prechádzajúcim vozidlom.



Obr.4.2 Prejazd vozidla klopenou zákrutou

Stojace vozidlo musí vyhovovať podmienke, ktorá zabráni priečnemu kĺzaniu a preklopeniu vozidla.



Pohonné systémy automobilov

Blok č: 4

Prednášajúci: prof. Ing. Robert Grega, PhD.

Podmienka zabráňujúca šmykaniu vozidla

$$G \cdot \cos\gamma \cdot \varphi \geq G \cdot \sin\gamma$$

$$\varphi = \operatorname{tg}\gamma$$

Podmienka zabráňujúca preklopeniu vozidla:

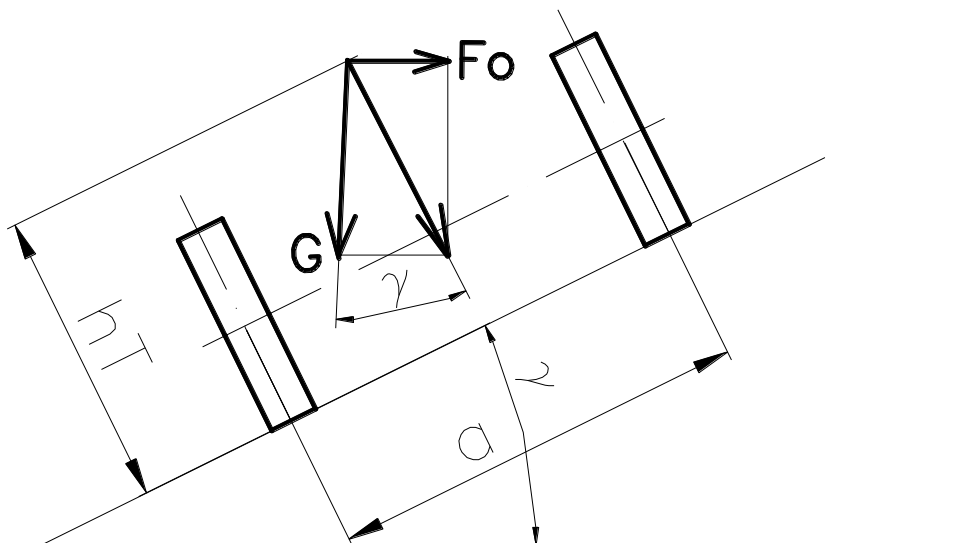
$$G \cdot \cos\gamma \cdot \varphi \cdot \frac{a}{2} \geq G \cdot \sin\gamma \cdot h_T$$

$$\frac{a}{2 \cdot h_T} \geq \operatorname{tg}\gamma$$

Z oboch podmienok vyplýva nasledovné:

$$\frac{a}{2 \cdot h_T} \geq \varphi \geq \operatorname{tg}\gamma$$

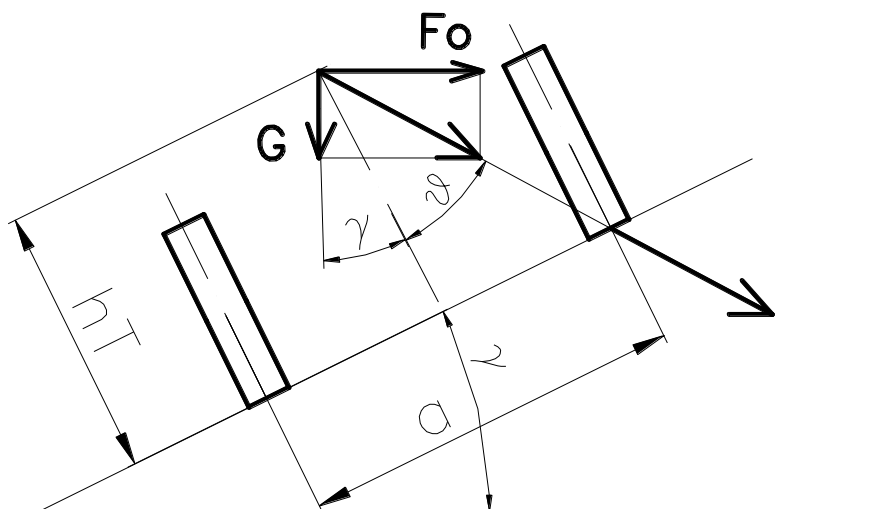
Podmienka pre správny prejazd zákrutou vyžaduje, aby výslednica tiaže automobilu G a odstredivej sily F_0 bola kolmá na vozovku obr. 4.3.



Obr. 4.3 Podmienka správneho prejazdu klopenou zákrutou

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{F_0}{G} = \frac{G \cdot v^2}{G \cdot g \cdot r} = \frac{v^2}{g \cdot r}$$

Pri prejazde zákrutou najväčšou rýchlosťou sa musia splniť podmienky, ktoré zabránia priečnemu šmykaniu a preklopeniu vozidla obr. 4.4.



Obr. 4.4 Podmienka pre prejazd zákrutou najväčšou rýchlosťou

Podmienka brániaca priečnemu ušmyknutiu vozidla:

$$\sqrt{G^2 + F_0^2} \cdot \cos\vartheta \cdot \varphi \geq \sqrt{G^2 + F_0^2} \cdot \sin\vartheta$$
$$\varphi \geq \tan\vartheta$$

Výsledný tvar podmienky pre prejazd vozidla zákrutou maximálnou rýchlosťou má tvar:

$$\frac{a}{2 \cdot h_T} \geq \varphi \geq \tan\vartheta$$

Výpočet polohy ťažiska

Príklad 1:

Zistite horizontálnu a vertikálnu polohu ťažiska automobilu. Vertikálnu polohu ťažiska bola zisťovaná meraním zvislej reakcie tiaže pri nadvihnutej prednej náprave.

D:

$m = 1400 \text{ kg}$ hmotnosť vozidla

$r_1 = 300 \text{ mm}$ polomer predného kolesa

$r_2 = 400 \text{ mm}$ polomer zadného kolesa

$l = 2500 \text{ mm}$ rázvor náprav

$g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ gravitačné zrýchlenie

$h = 800 \text{ mm}$ zdvih prednej nápravy pri zisťovaní vertikálnej polohy ťažiska

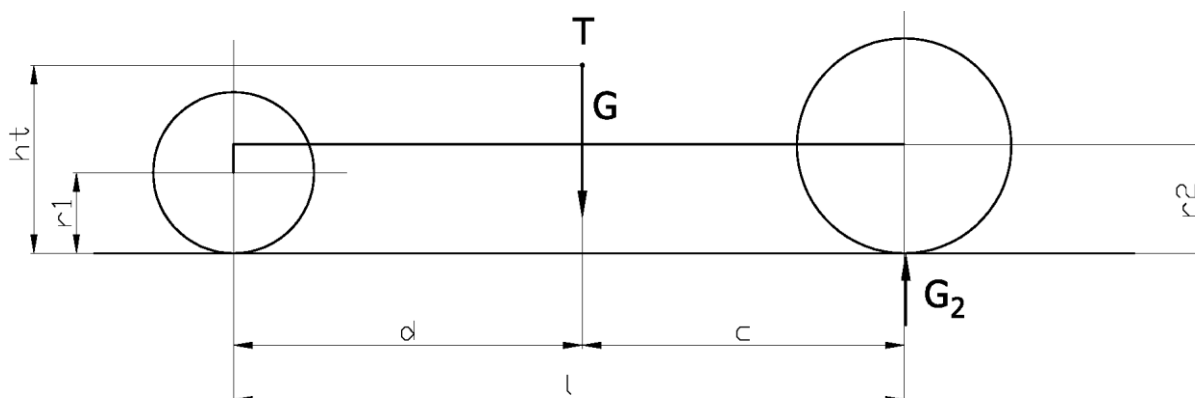
$G_2 = 7142 \text{ N}$ vertikálna reakcia zadného kolesa vo vodorovnej polohe automobilu

$G'_2 = 7789 \text{ N}$ vertikálna reakcia zadného kolesa pri nadvihnutej prednej náprave



Výpočet horizontálnej polohy ťažiska.

Horizontálnu polohu ťažiska zistíme pri vodorovnej polohe vozidla zo známej hmotnosti (tiaže) vozidla, tiaže (hmotnosti) jednej z náprav a rázvoru náprav.



Ak poznáme hmotnosť vozidla a zvislú silu od zadného kolesa potom z podmienky rovnováhy momentu k osi O_1 môžeme písať:

$$G \cdot d = G_2 \cdot l$$

Spočítame tiaž G :

$$G = m \cdot g = 1400 \cdot 9,81 = 13734 \text{ [N]}$$

Potom:

$$d = \frac{G_2 \cdot l}{G} = \frac{7142 \cdot 2500}{13734} = 1300 \text{ [mm]}$$

Výpočet vertikálnej polohy ťažiska.

Vertikálna poloha ťažiska sa zisťuje z hodnoty reakcie jednej z náprav ak vozidlo je naklonené o uhol sklonu α .

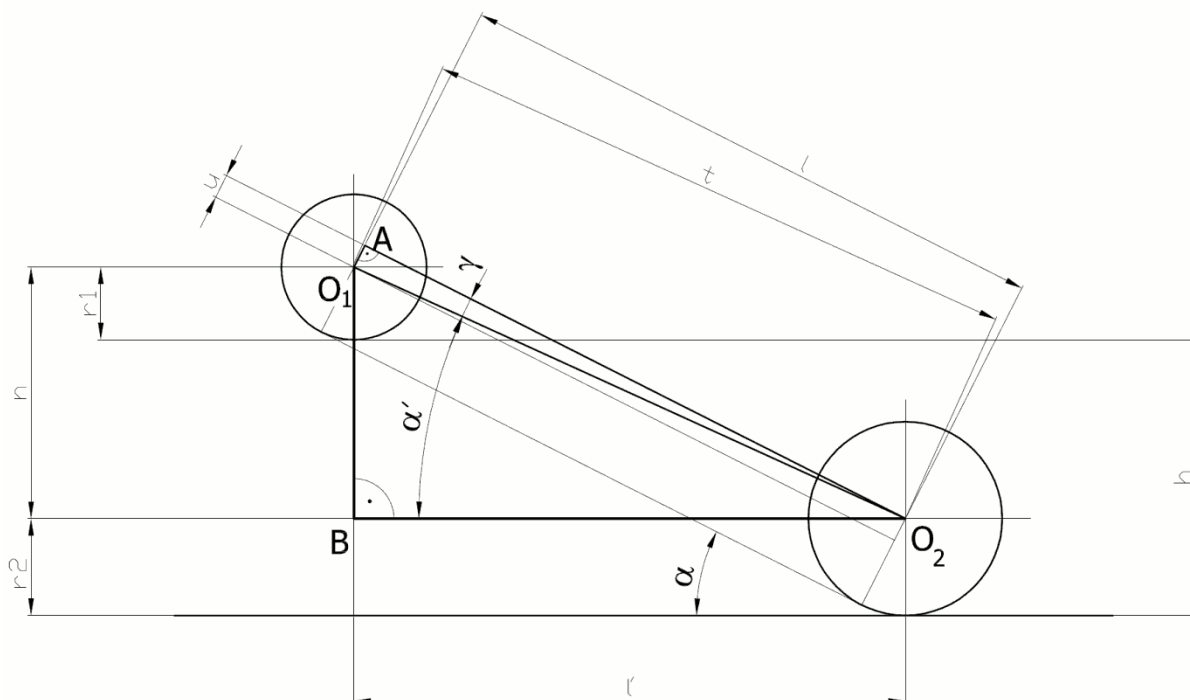
Podmienky merania:

- Kolesá musia byť odbrzdené
- Zavesenie má byť zaistené v neutrálnej polohe
- Reakcie môžu pôsobiť iba v zvislom smere
- Musíme poznať horizontálnu polohu ťažiska

Uhol sklonu vozidla môžeme zistiť buď:

- Pomocou olovnice a posuvným meradlom uhlov
- Výpočtom zo zdvihu nápravy

Výpočet uhla sklonu α :



Vychádzame z pravouhlých trojuholníkov $(O_1 O_2 B)$ a $(O_1 O_2 A)$

Pre uhol α platí:

$$\alpha = \alpha' + \gamma$$

Pre uhol α' platí:

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{n}{l'}$$

Pre uhol γ platí:

$$\gamma = \arctg \frac{u}{l} = \arctg \frac{100}{2500} = 2,291^\circ$$

Pre n platí:

$$n = h - r_2 + r_1 = 800 - 400 + 300 = 700 \text{ [mm]}$$

Pre l' platí:

$$l'^2 = t^2 - n^2$$

pre t platí:

$$t^2 = l^2 + u^2$$

Pre u platí:

$$u = r_2 - r_1 = 400 - 300 \text{ [mm]}$$

Potom pre l' môžeme písať:

$$l'^2 = l^2 + u^2 - n^2$$

$$l' = \sqrt{l^2 + u^2 - n^2} = \sqrt{2500^2 + 100^2 - 700^2} = 2402 \text{ [mm]}$$



Pohonné systémy automobilov

Blok č: 4

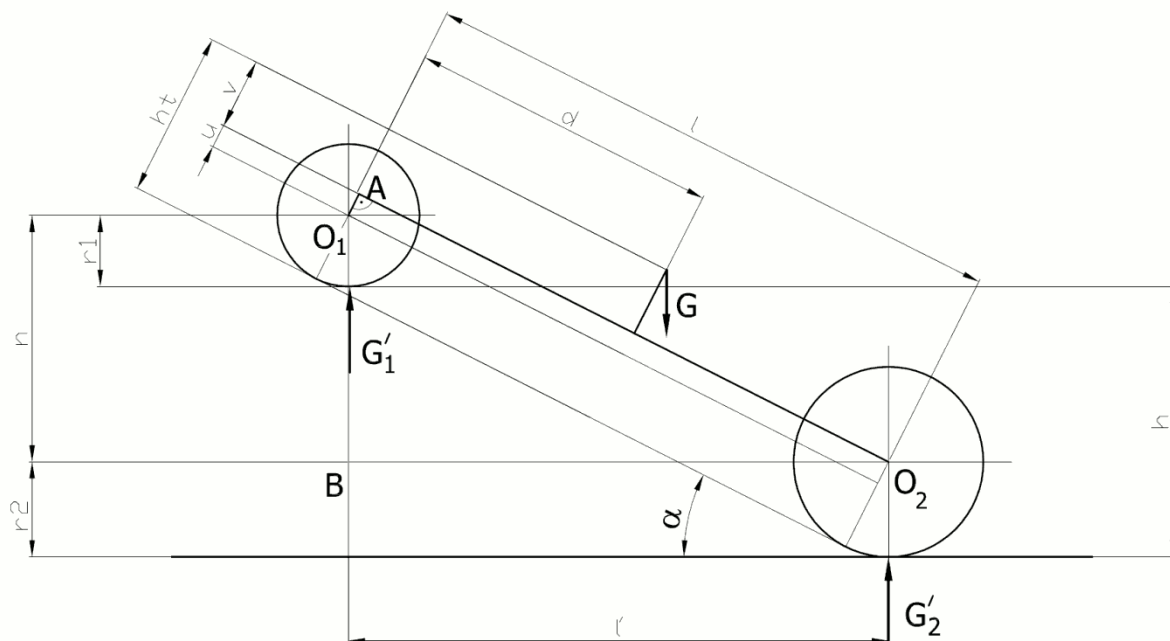
Prednášajúci: prof. Ing. Robert Grega, PhD.

Potom spočítame uhol α' :

$$\alpha' = \arctg \frac{n}{l'} = \arctg \frac{700}{2402} = 16,247^\circ$$

Potom α bude:

$$\alpha = \alpha' + \gamma = 16,247 + 2,291 = 18,937^\circ$$



Zapišeme podmienku rovnováhy momentu k bodu O_1 :

$$G \cdot (u \cdot \sin \alpha + d \cdot \cos \alpha + v \cdot \sin \alpha) = G'_2 \cdot (u \cdot \sin \alpha + l \cdot \cos \alpha)$$

$$u \cdot \sin \alpha + d \cdot \cos \alpha + v \cdot \sin \alpha = \frac{G'_2}{G} \cdot (u \cdot \sin \alpha + l \cdot \cos \alpha)$$

$$v \cdot \sin \alpha = \frac{G'_2}{G} \cdot (u \cdot \sin \alpha + l \cdot \cos \alpha) - u \cdot \sin \alpha - d \cdot \cos \alpha$$

$$v = \frac{G'_2}{G} \cdot \left(u + \frac{l}{\tan \alpha}\right) - u - \frac{d}{\tan \alpha}$$

kde:

$$v = h_t - r_2$$

Potom:

$$h_t = v + r_2 \quad h_t = \frac{G'_2}{G} \cdot \left(u + \frac{l}{\tan \alpha}\right) - u - \frac{d}{\tan \alpha} + r_2 = \frac{7789}{13734} \cdot \left(100 + \frac{2500}{\tan 18,937^\circ}\right) - 100 - \frac{1300}{\tan 18,937^\circ} + 400 = 700 \text{ [mm]}$$