

# МОБИЛНЕ МАШИНЕ

## I

*предавање 4.2*



*ослоно-кретни механизми  
на точковима,  
кинematика и динамика точка*



УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ  
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ



Катедра за транспортну технику и логистику

*проф. др Драгослав Јаношевић*

**t11**

## Кинематика точка

$$\vec{v}_c = \vec{v} + \vec{u}$$

обимна брзини точка:

$$u = \omega_t r$$

транслаторна брзина точка:

$$v = \omega_t r_f$$

Услов котрљања точка без проклизавања:

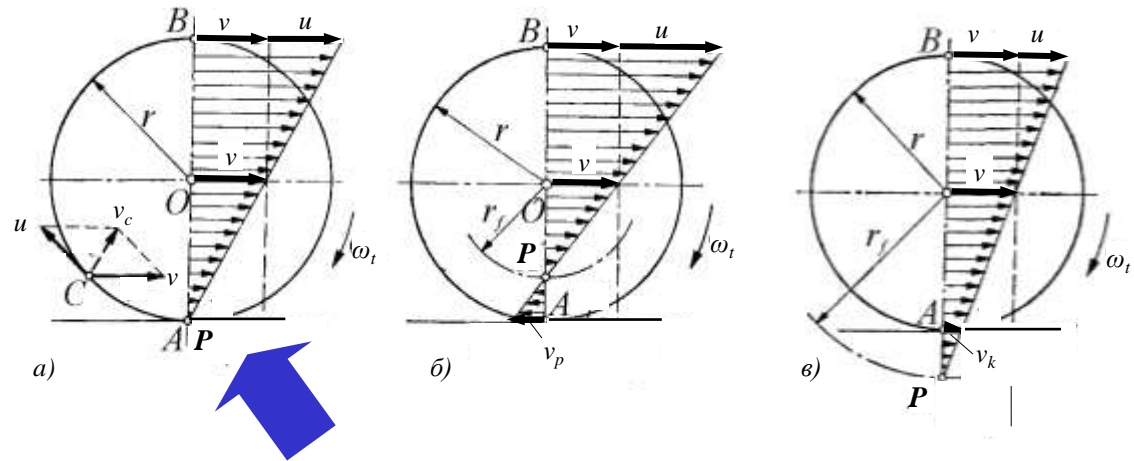
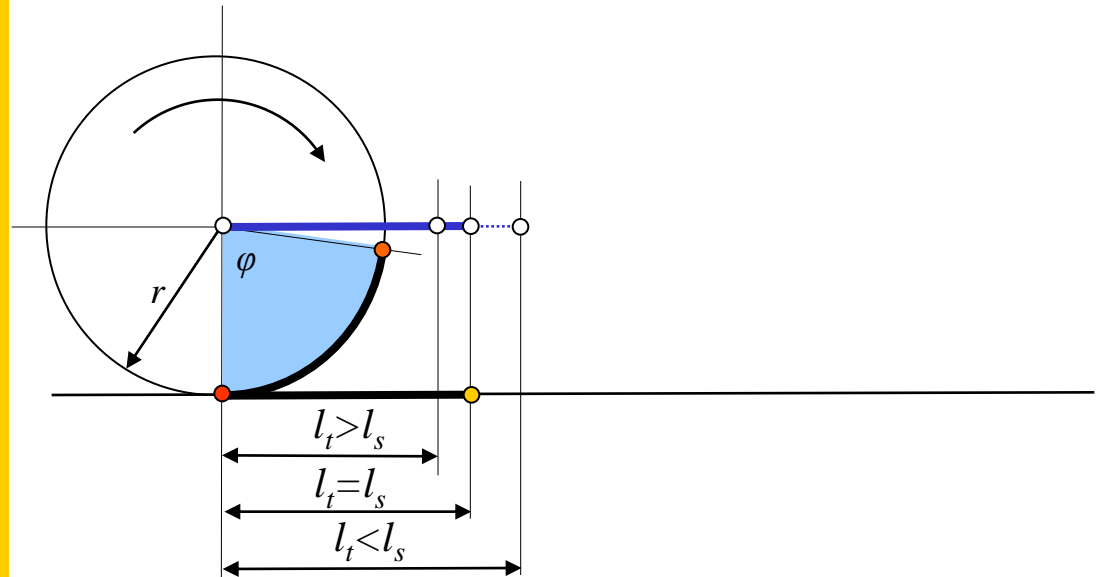
$$l_s = r_f \cdot \omega_t \cdot t = l_t = r \cdot \omega_t \cdot t$$

из које следи да је:

$$r_f = r,$$

ОДНОСНО

$$v = u$$



## Кинематика точка

$$\vec{v}_c = \vec{v} + \vec{u}$$

обимна брзини точка:

$$u = \omega_t r$$

транслаторна брзина точка:

$$v = \omega_t r_f$$

Услов котрљања точка са проклизавањем:

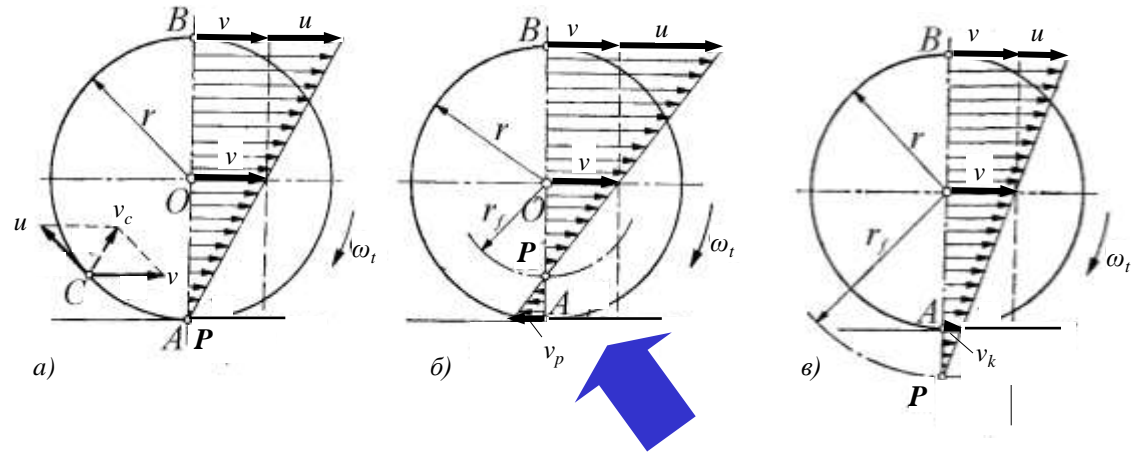
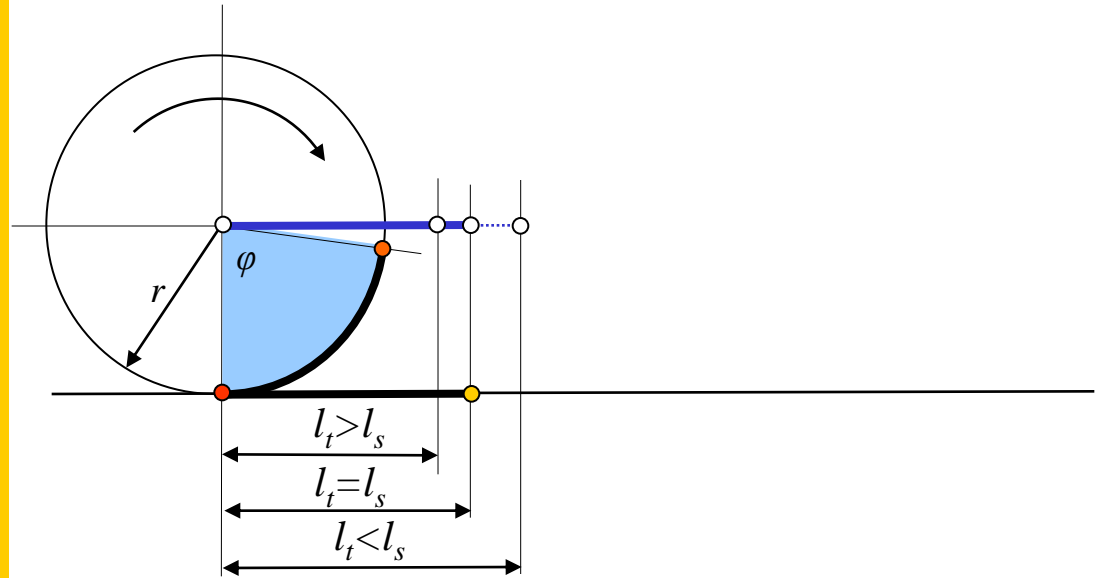
$$l_s = r_f \cdot \omega_t \cdot t < l_t = r \cdot \omega_t \cdot t$$

из које следи да је:

$$r_f < r,$$

ОДНОСНО

$$v < u$$



## Кинематика точка

$$\vec{v}_c = \vec{v} + \vec{u}$$

обимна брзини точка:

$$u = \omega_t r$$

транслаторна брзина точка:

$$v = \omega_t r_f$$

Услов котрљања точка са клизањем:

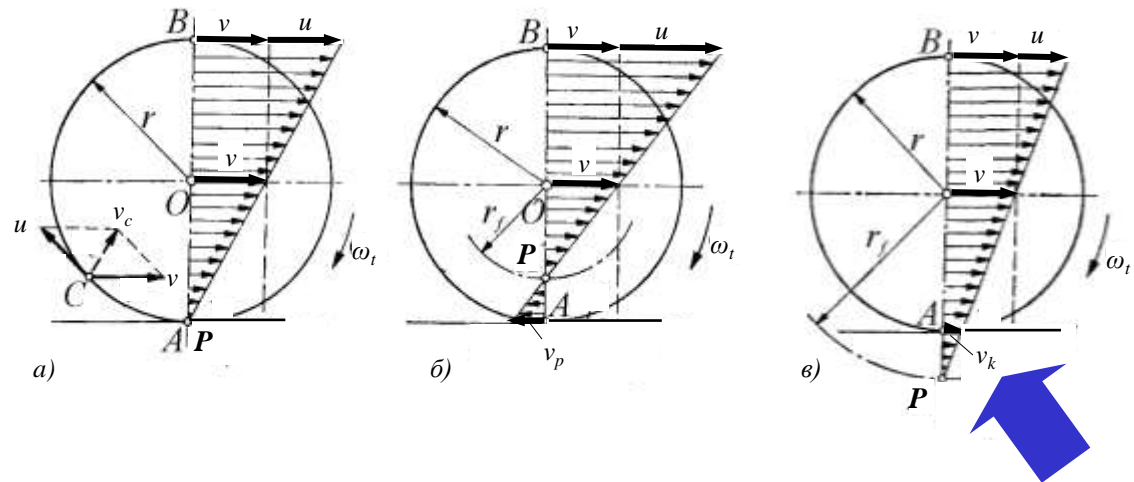
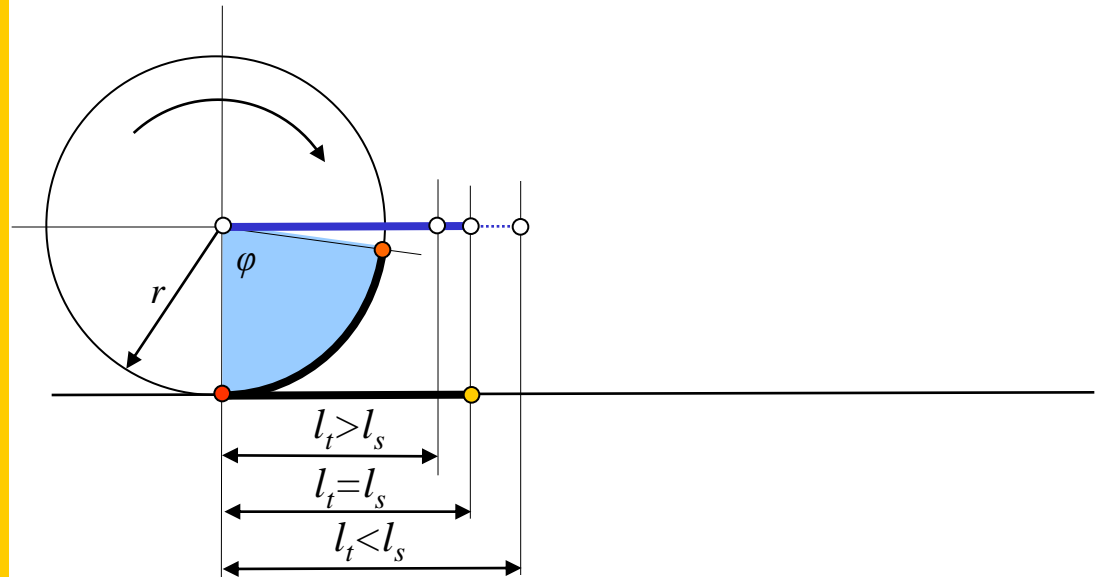
$$l_s = r_f \cdot \omega_t \cdot t > l_t = r \cdot \omega_t \cdot t$$

из које следи да је:

$$r_f > r,$$

ОДНОСНО

$$v > u$$



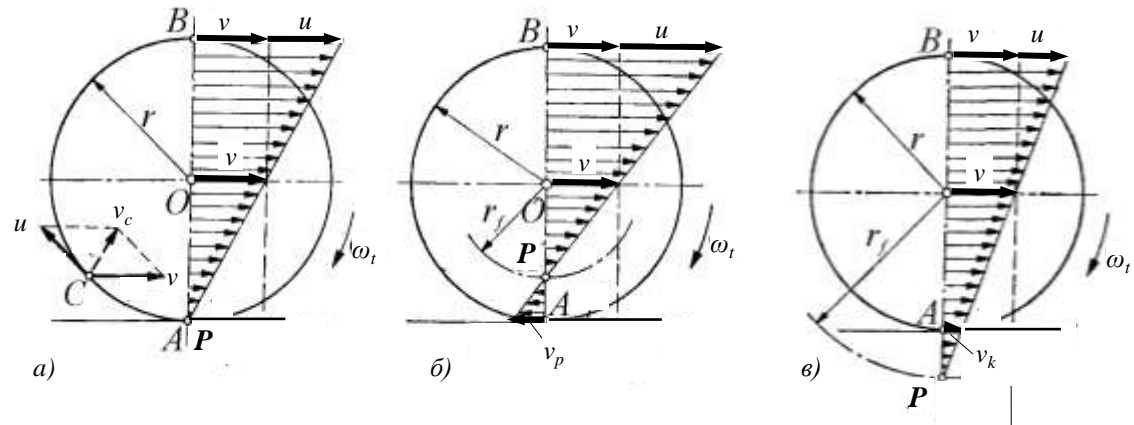
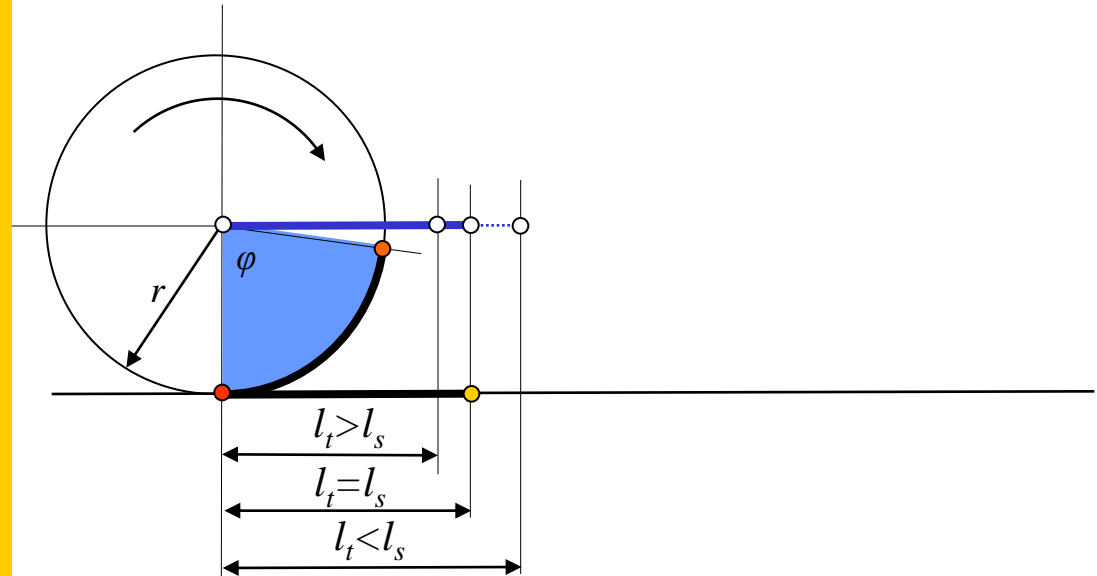
## Кинематика точка

коэффициент клизања:

$$s = \frac{u - v}{u} = 1 - \frac{r_f}{r_d}$$

$s=0$ ,  $u=v$  - случај чистог котрљања без клизања, тада је обимна брзина једнака транслаторној брзини ( $u=v$ ) и полупречници су међусобно једнаки ( $r_d=r_f$ )

$s=1$ ,  $v=0$ ,  $u>0$  - случај чистог проклизавања при чему се точак обрће али без транслаторног кретања осе точка,

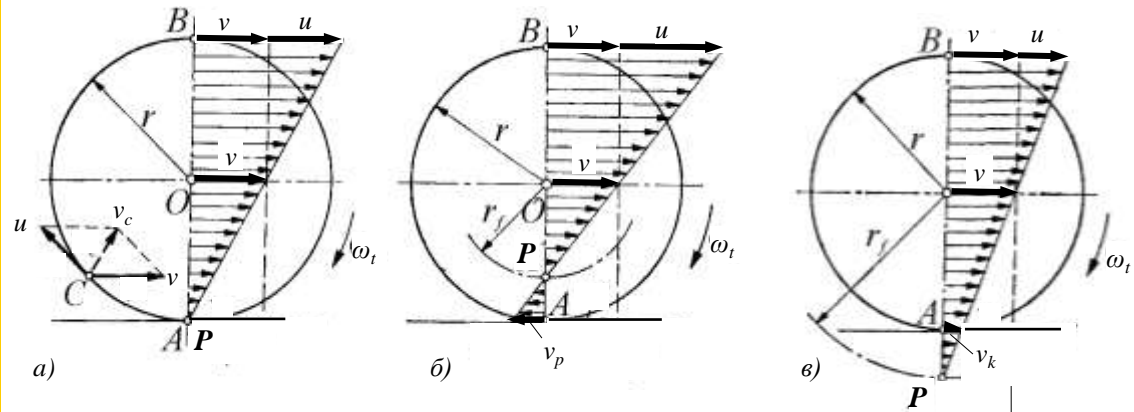
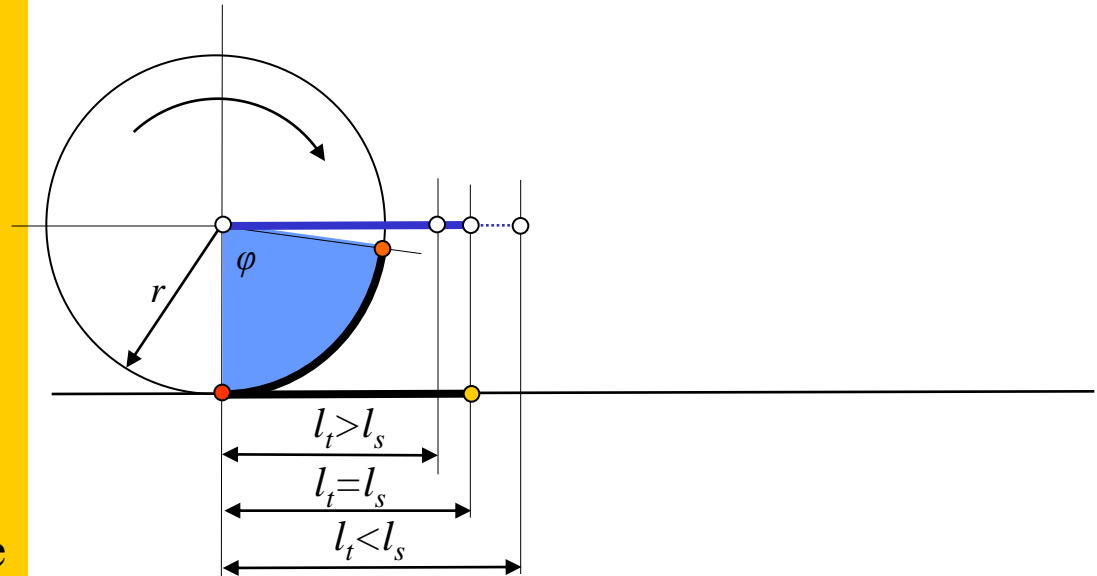


# Кинематика точка

коефицијент клизања:

$$s = \frac{u - v}{u} = 1 - \frac{r_f}{r_d}$$

$s = -\infty, v > 0, u = 0$  - случај чистог клизања, точка се не обрће али се оса точка транслаторно креће брзином  $v$



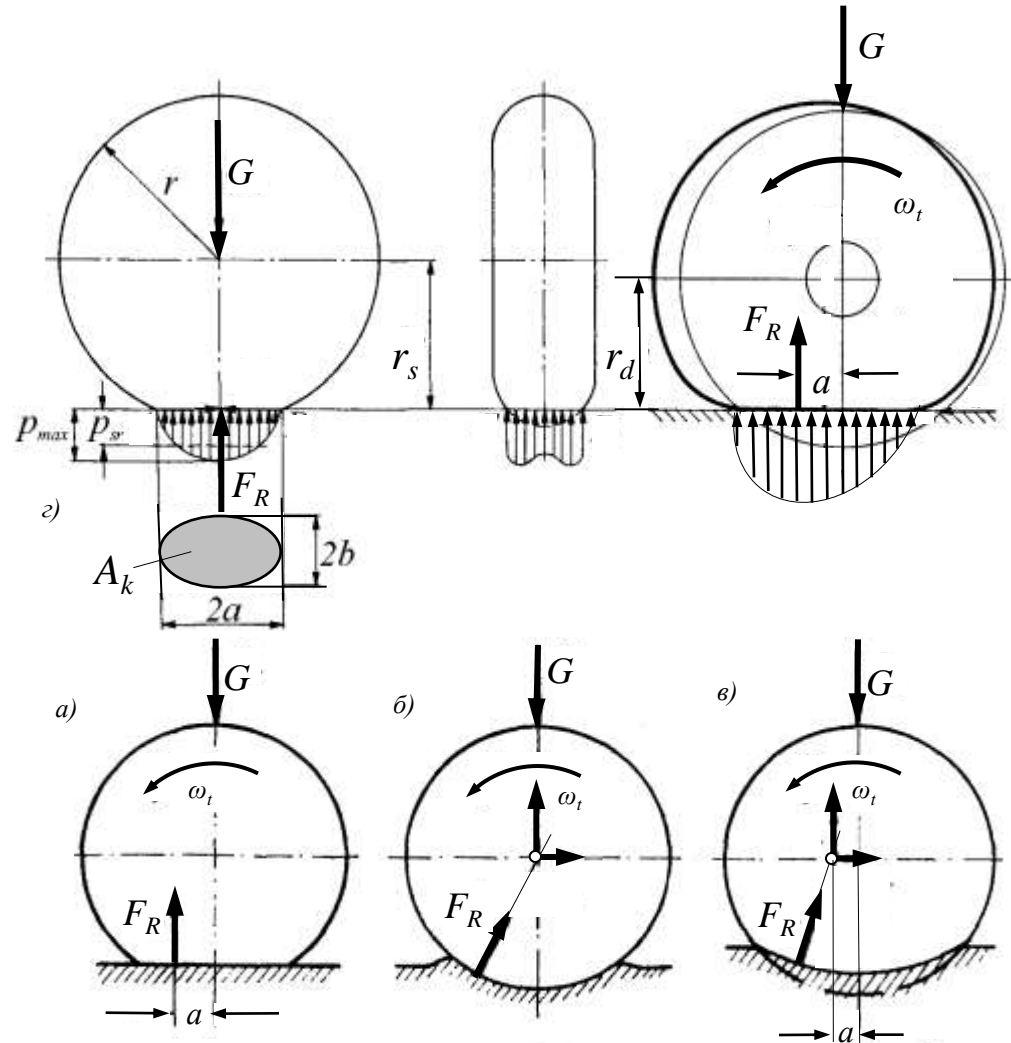
## Динамика точка

у зависности од подлоге по којој се точка котрља разликујемо три случаја:

а) деформације подлоге су занемарљиво мале у односу на деформације точка што представља случај котрљања еластичног точка по апсолутно тврдој подлози,

б) деформације точка су занемарљиво мале у односу на деформације подлоге случај котрљања апсолутно тврдог точка по меканој подлози,

в) деформације точка и подлоге су величине истога реда



## Динамика вученог точка

Посматрајући равнотежу вученог точка могу се написари следеће једначине:

$$\sum X_i = 0 \Rightarrow F_v - X = 0 \Rightarrow F_v = X$$

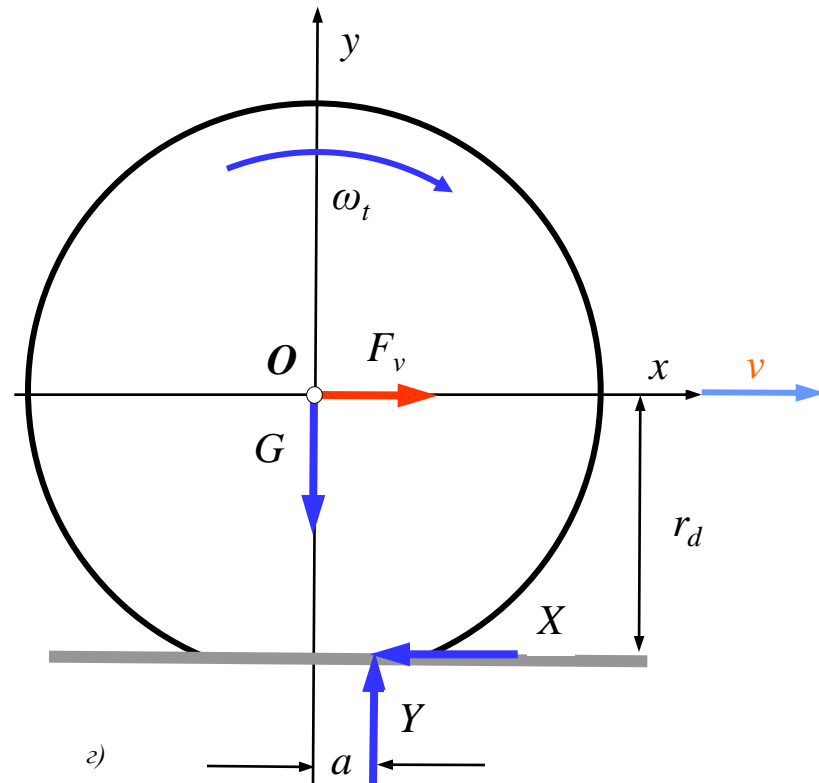
$$\sum Y_i = 0 \Rightarrow Y - G = 0 \Rightarrow Y = G$$

$$\sum M_o = 0 \Rightarrow Y \cdot a - X \cdot r_d = 0 \Rightarrow$$

$$X \cdot r_d = Y \cdot a$$

$$F_v = X = Y \cdot \frac{a}{r_d} = Y \cdot f = G \cdot f = W_f$$

$$0 \leq X \leq Y \cdot \mu_p$$





## Динамика погонског точка

Посматрајући равнотежу погонског точка могу се написати следеће једначине:

$$\sum X_i = 0 \Rightarrow X - F_o = 0 \Rightarrow F_o = X$$

$$\sum Y_i = 0 \Rightarrow Y - G = 0 \Rightarrow Y = G$$

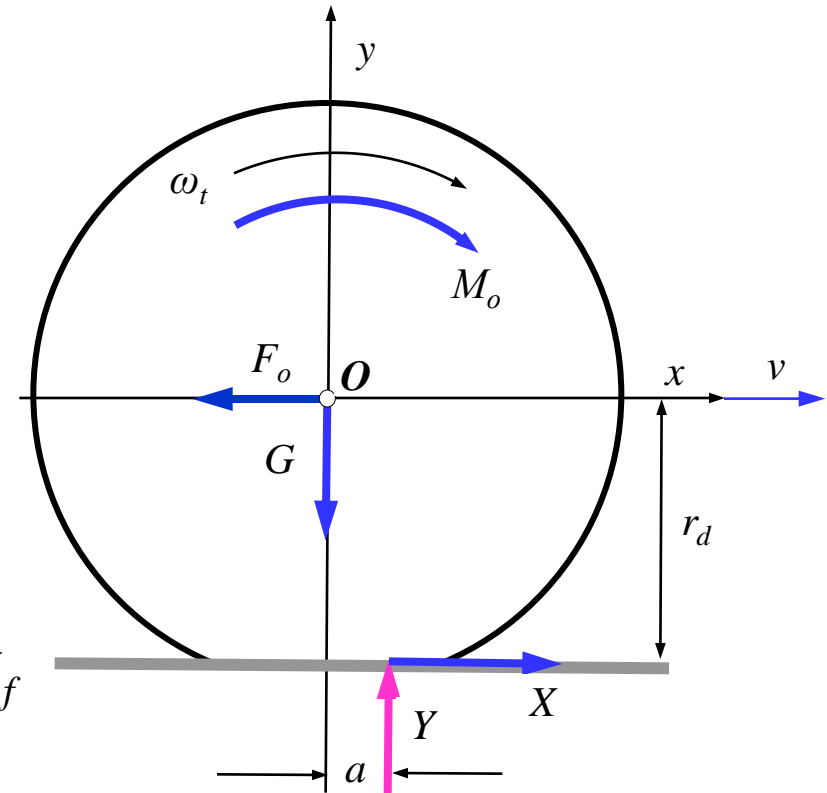
$$\sum M_o = 0 \Rightarrow Y \cdot a + X \cdot r_d - M_o = 0$$

$$M_o = X \cdot r_d + Y \cdot a$$

$$F_v = \frac{M_o}{r_d} = X + Y \cdot f = X + G \cdot f = X + W_f$$

$$X = \frac{M_o}{r_d} - Y \cdot f = \frac{M_o}{r_d} - G \cdot f = F_v - W_f$$

$$0 \leq X \leq Y \cdot \mu_p$$



## Отпори кретања машина на точковима

Отпор успона:

$$W_u = mg \sin \alpha$$

Отпор котрљања:

$$W_f = f \cdot mg \cos \alpha$$

Отпор ваздуха:

$$W_v = c_x \frac{\gamma}{2 \cdot g} A \cdot v_{rx}^n = c_x \frac{\rho}{2} A \cdot v_{rx}^n$$

Отпор инерције:

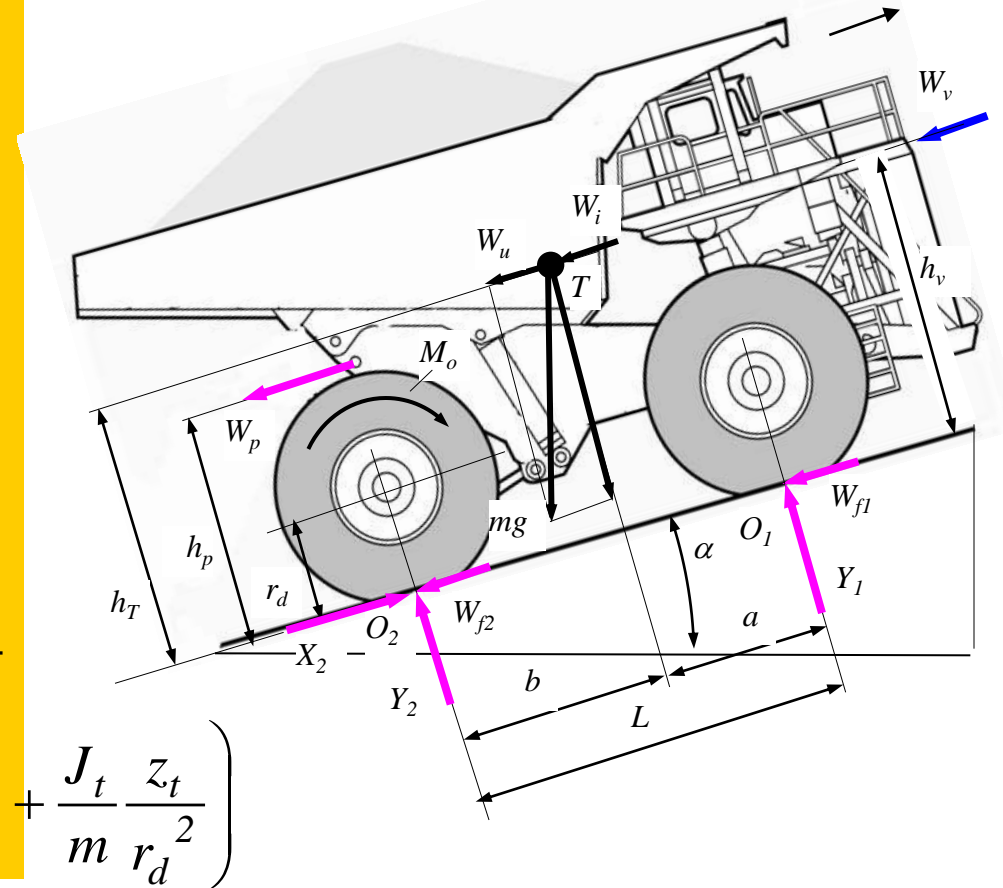
$$W_i' = m \cdot a$$

$$W_i'' = J_z \frac{d\omega_z}{dt} \cdot \frac{i_m \cdot \eta}{r_d} + J_t \cdot \frac{z_t}{r_d} \frac{d\omega_t}{dt}$$

$$W_i = W_i' + W_i'' = ma \left( 1 + \frac{J_z}{m} \cdot \eta \cdot \frac{i_m^2}{r_d^2} + \frac{J_t}{m} \frac{z_t}{r_d^2} \right)$$

$$W_i = W_i' \cdot \delta = m \cdot \delta \cdot a$$

$$\delta = 1,03 + a \cdot i_m^2$$



## Отпори кретања машина на точковима

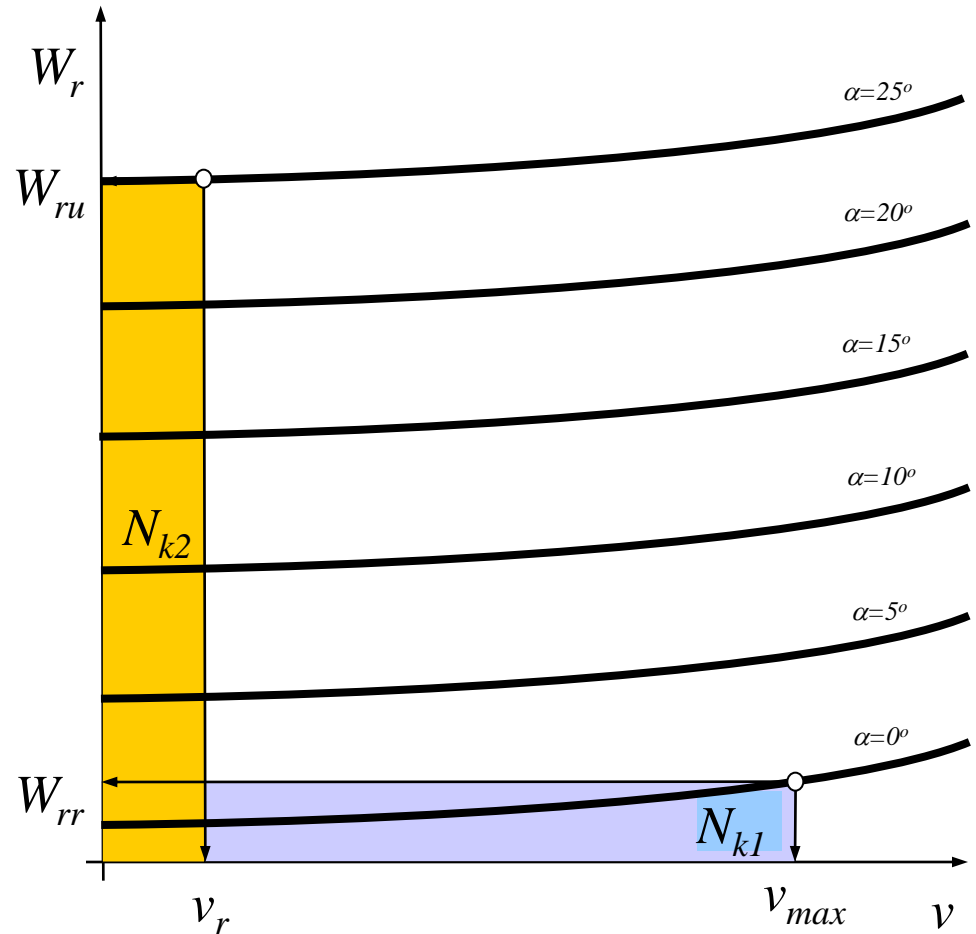
$$W_u = mg \sin \alpha$$

$$W_f = f \cdot mg \cos \alpha$$

$$W_v = c_x \frac{\gamma}{2 \cdot g} A \cdot v_{rx}^n = c_x \frac{\rho}{2} A \cdot v_{rx}^n$$

$$W_i = W_i' \cdot \delta = m \cdot \delta \cdot a$$

$$W_r = W_f + W_u + W_i + W_v$$



Зависност укупног отпора кретања  $W_r$  машина од брзине кретања  $v$  и угла успона  $\alpha$

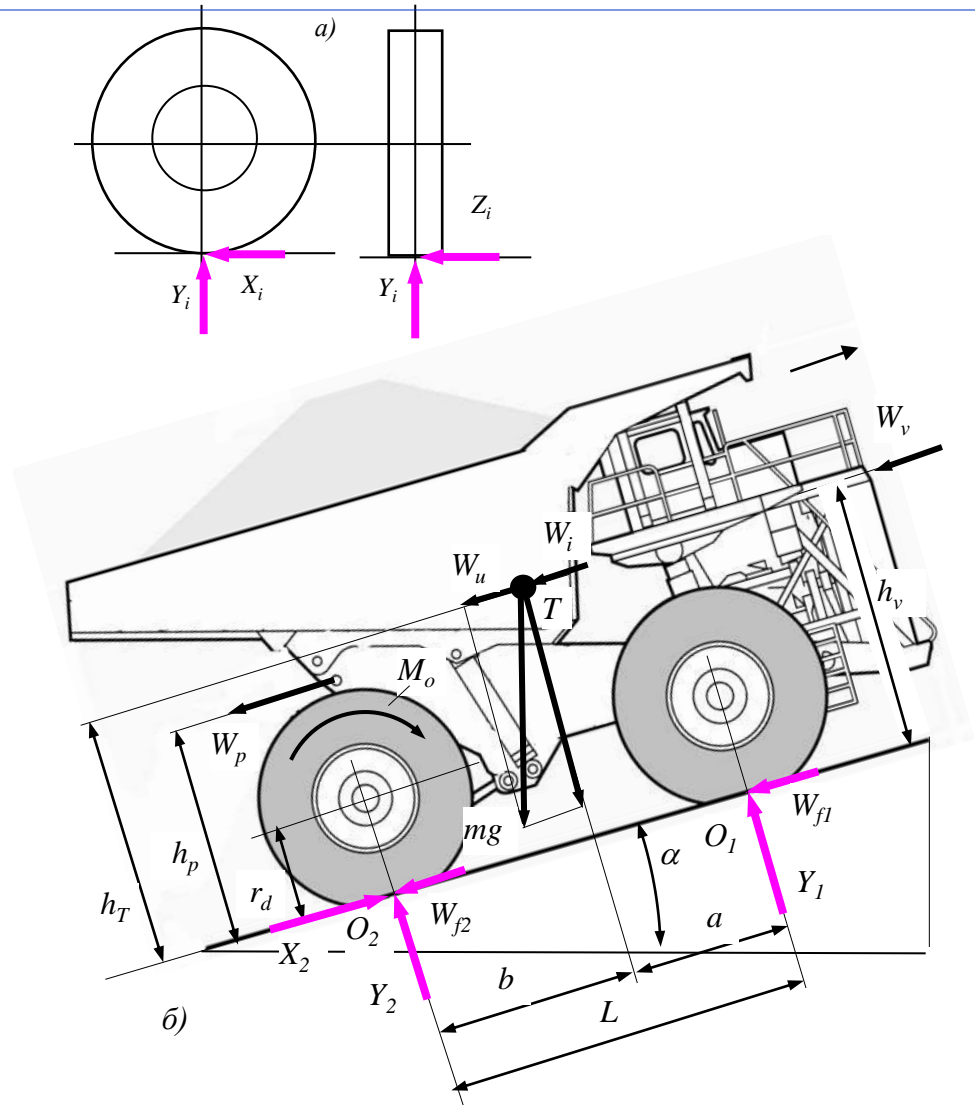


## Реакције ослоња машине на тачковима

$X_i$  - тангенцијална реакција подлоге која се налази у равни обртања тачка и у равни ослањања, паралелна са подужном равни симетрије машине

$Y_i$  - радијална реакција (у односу на тачак) или нормална реакција (у односу на подлогу)

$Z_i$  - бочна реакција која се налази у равни подлоге и попречној равни симетрије тачка



Реакције подлоге: а) тачка, б) мобилне машине на успону



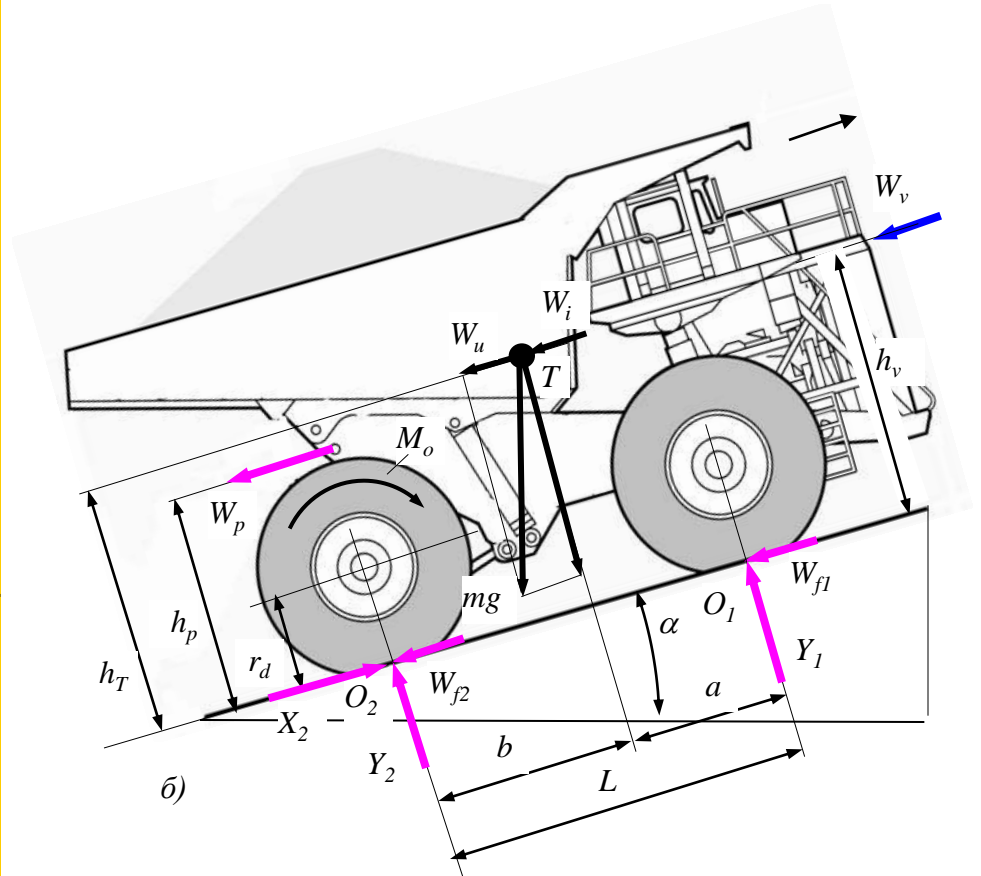
## Реакције ослоња машине на тачковима

једначине равнотеже гласе:

в) за осу ослоња  $O_1$ ,  $\sum M_{O_1} = 0$

$$Y_2 \cdot L - mg \cdot a \cos \alpha - mg \cdot h_T \sin \alpha - W_i \cdot h_T - W_v \cdot h_v - W_p \cdot h_p = 0$$

$$Y_2 = \frac{mg \cdot a \cos \alpha + mg \cdot h_T \sin \alpha}{L} + \frac{W_i \cdot h_T + W_v \cdot h_v + W_p \cdot h_p}{L}$$



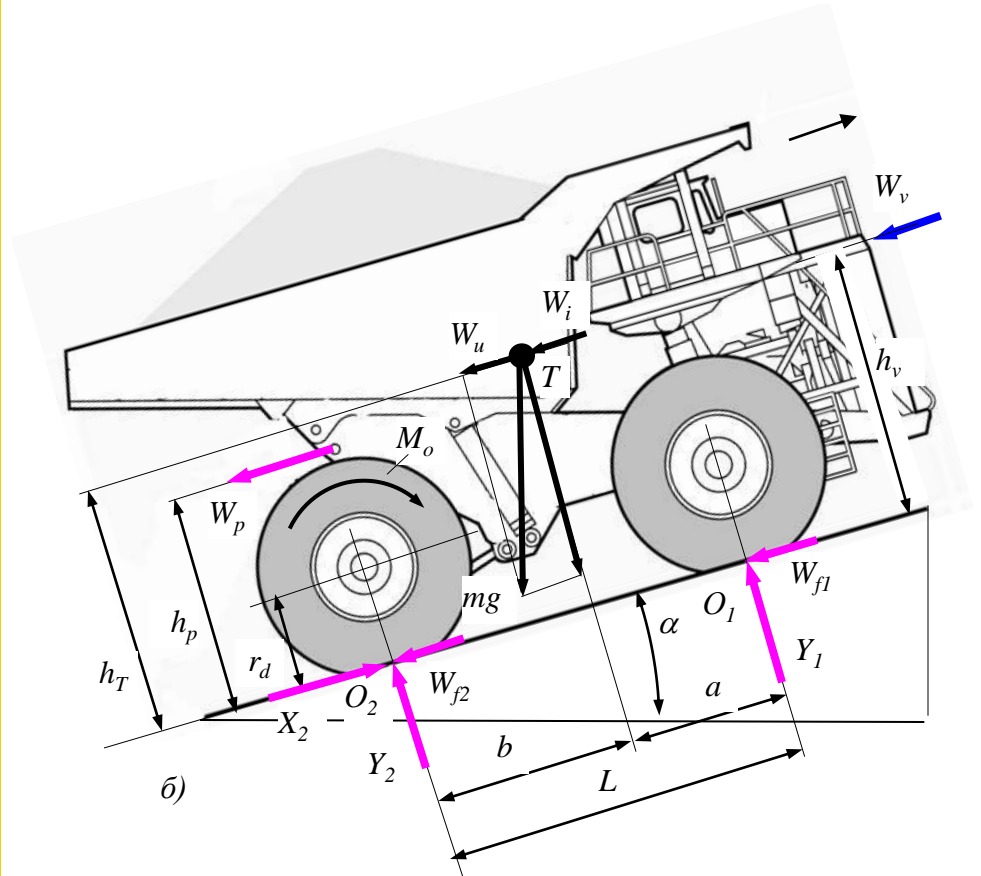
## Реакције ослоња машине на тачковима

једначине равнотеже гласе:

г) за осу ослоња  $O_2$ ,  $\sum M_{O_2} = 0$

$$Y_1 \cdot L - mg \cdot b \cos \alpha + mg \cdot h_T \sin \alpha + W_i \cdot h_T + W_v \cdot h_v + W_p \cdot h_p = 0$$

$$Y_1 = \frac{mg \cdot b \cos \alpha - mg \cdot h_T \sin \alpha}{L} - \frac{W_i \cdot h_T - W_v \cdot h_v - W_p \cdot h_p}{L}$$



Сила вуче  
машина на точковима

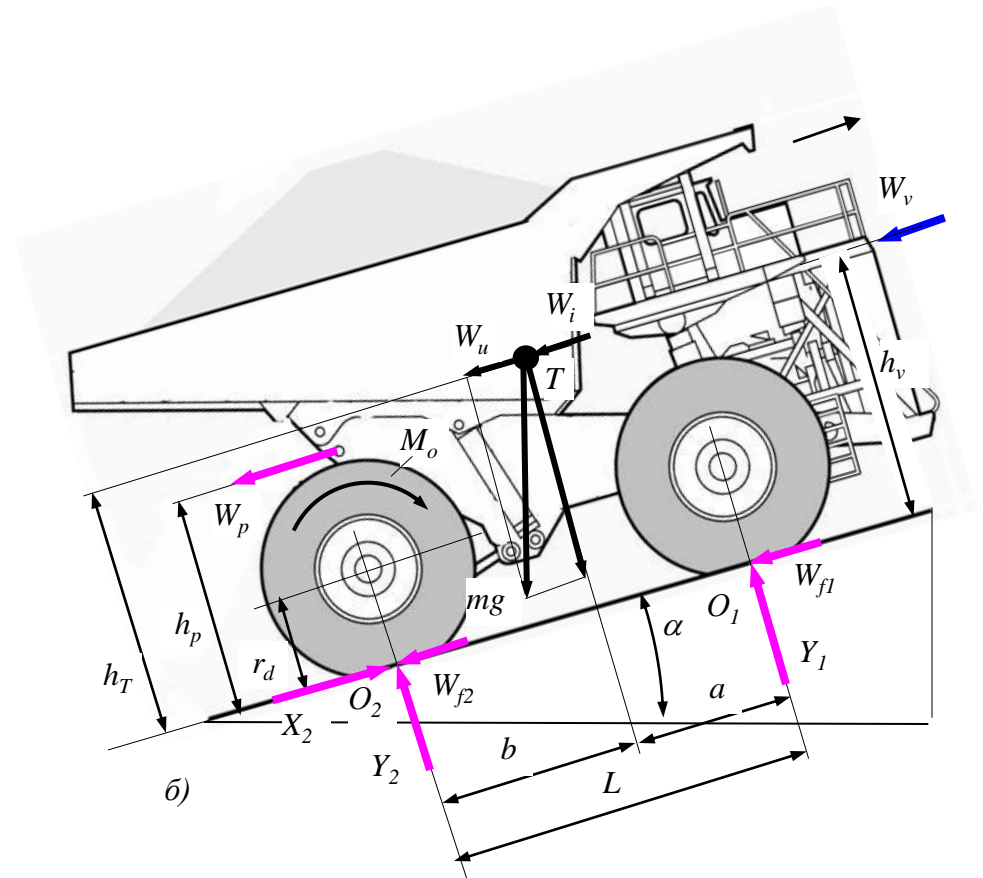
$$X_i = \mu_c Y_i + \tau A_\tau$$

$$\mu_p = \frac{X_i}{Y_i}$$

$$\mu_p = \mu_c + \mu_\tau$$

$$F_{vi} = \frac{M_o}{r_d} = X_i + W_{fi}$$

$$F_{vi} \approx X_i = Y_i \cdot \mu_p$$

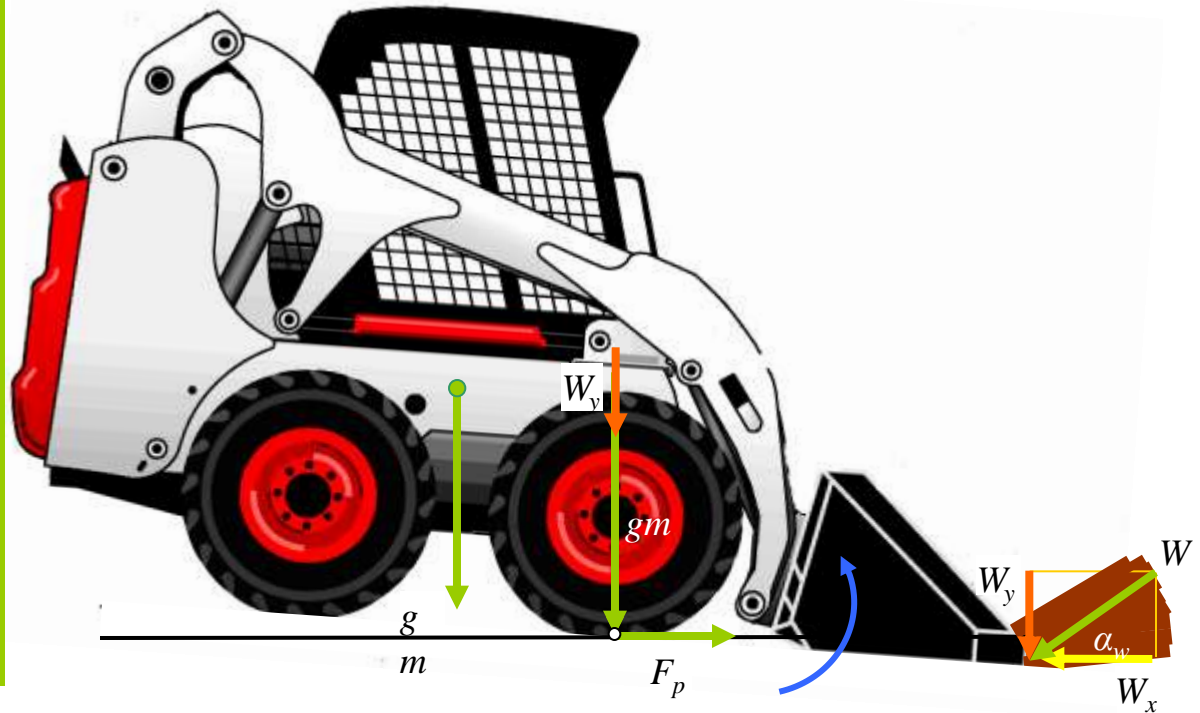




## Избор пнеуматика

статичко опређење пнеуматика

$$F_{ps} = \frac{gm + W_y}{2} = \frac{gm + W \sin \alpha_w}{2}$$



## Избор величине моста кретног механизма

Оптерећење моста:

УСЛОВ:  $Y_1 = 0$

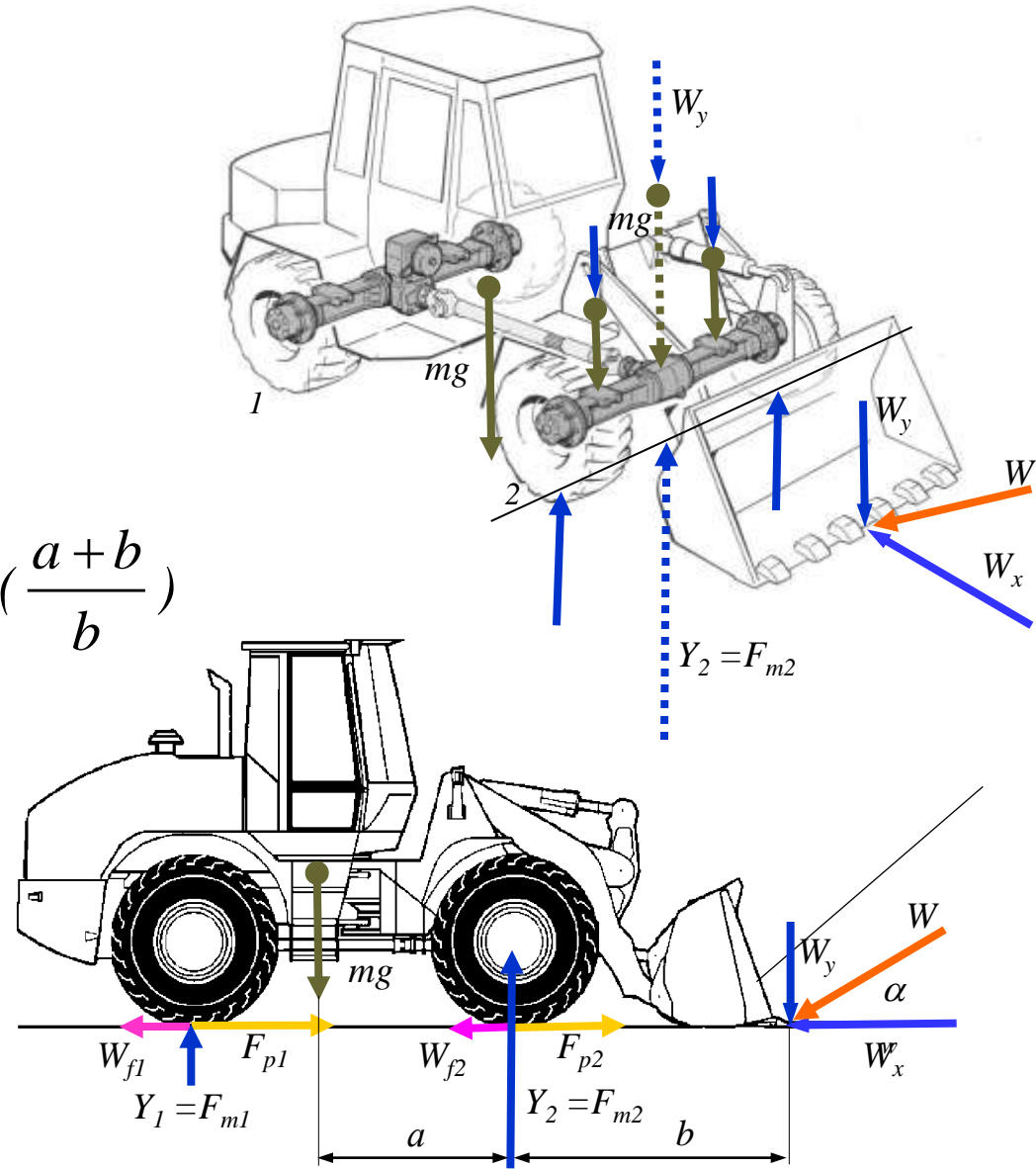
$$F_{m2} = gm + W_y = gm + W \sin \alpha_w$$

$$F_{m2} = mg + W_y = mg + \frac{a gm}{b} = mg \left( \frac{a+b}{b} \right)$$

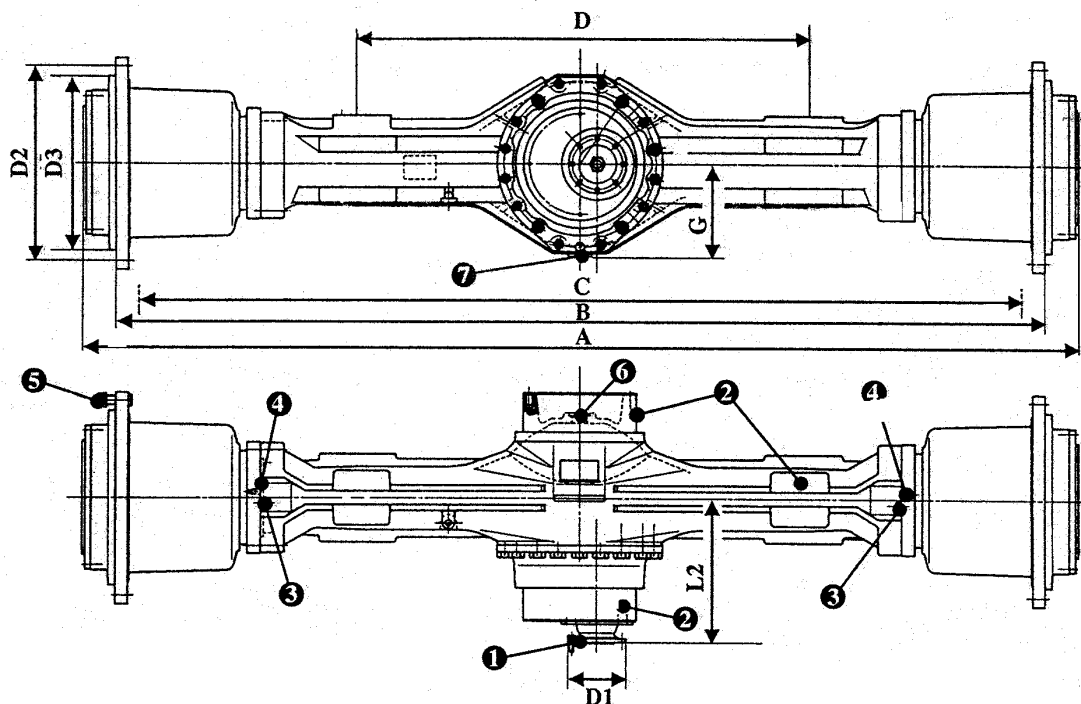
$$Y_1 = 0$$

$$a mg - b W_y = 0$$

$$W_y = \frac{a gm}{b}$$



# Погонски мостови

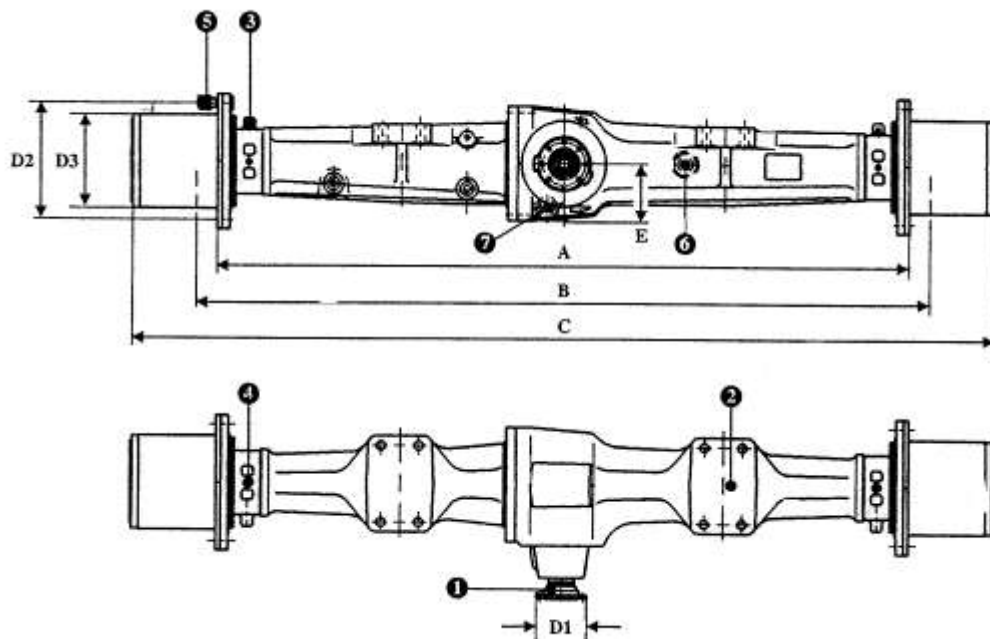


## Погонски мостови

Ознака		AP 407	AP 409	AP 411	AP 415	AP 417	AP420RK	AP 420R	AP 430
Маса утоваривача	[kg]	10700	13300	15300	18400	22300	22900	26900	32000
Погонски момен	[Nm]	60990	81030	101140	121230	147265	167275	196550	265130
Кочioni момент	[Nm]	39500	52700	65900	65900	93700	124800	124800	155000
Пнеуматик		17.5-25	20.5-25	23.5-25	23.5-25	23.5-25	26.5-25	26.5-25	29.5-25
Преносни однос	[min]	16.09	17.59	20.21	20.21	20.21	20.2	20.2	26.82
	[max]	28.23	26.12	28.23	28.23	28.23	33.58	33.58	



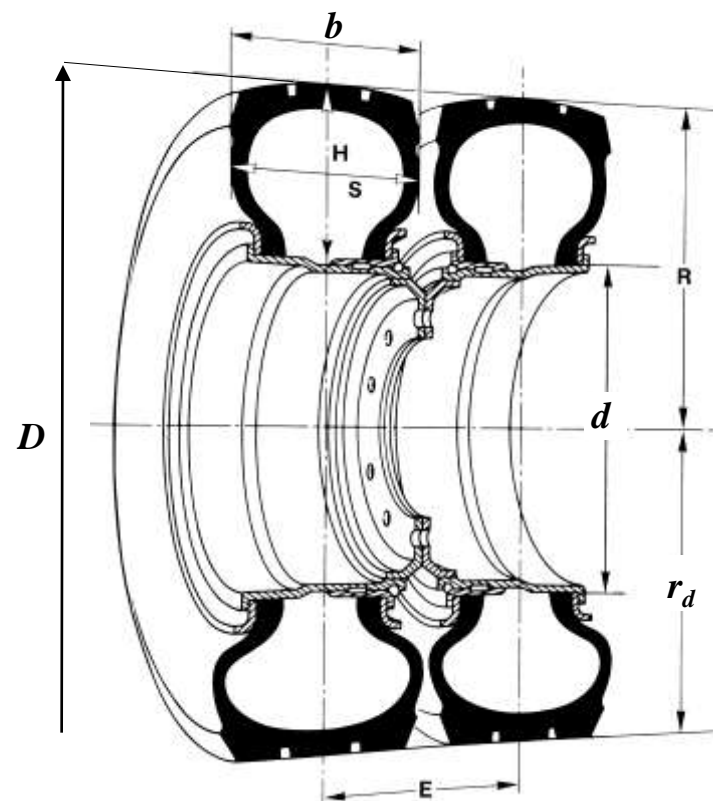
# ПОГОНСКИ МОСТОВИ



## ПОГОНСКИ МОСТОВИ

Ознака		715	725	735	745	755	765	775
Маса утоваривача	[kg]	3500	5000	5500	6500	8000	9500	11000
Дин. оптерећење моста	[kg]	2700	4300	5000	6000	7000	9000	10400
Погонски момент	[Nm]	9400	15750	18100	23800	30200	42900	50000
Кочиони момент	[Nm]	/	10000	10000	16000	16000	21000	21000
Пнеуматик		12.5-18	12.5-20	14.5-20	16/70-24	15.5-25	17.5-25	17.5-25
Преносни однос	min	10.15	12.36	10.00	12.00	13.85	11.11	11.11
	max	15.75	20.66	22.00	17.52	23.34	23.68	23.68





Табела Т2.4.5 Пнеуматици за утовариваче<sup>1)</sup>

Димензије	Профил	b mm	D mm	r <sub>d</sub> mm										
					bar	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	7	8
7.50 R 15	X MINED2	230	840	385	F <sub>s</sub> [kN]	32.50	35.00	37.50	40.50	43.00	46.00	48.50	54.00	59.00
					F <sub>d</sub> [kN]	15.00	16.50	17.50	19.00	20.00	21.50	22.50	25.00	26.50
8.25 R 15	X MINED2	250	882	402	F <sub>s</sub> [kN]	35.00	38.50	41.50	44.50	48.00	51.00	54.00	60.00	66.00
													28.00	29.50



