

Izračunavanje efikasnosti kočenja za slučaj konstantne raspodele kočnih sila napred/nazad

Vozilo sa konstantnom raspodelom sile kočenja ($F_{KP} = K \cdot F_{KZ}$) koči na horizontalnoj podlozi na režimu punog iskorišćenja adhezije na prednjoj osovini ($\varphi_P = \varphi_{MAX}$). Za slučaj da su poznati svi parametri vozila i podloge (G_P , G_Z – statička osovinska opterećenja na horizontalnoj podlozi, h_T – visina težišta, l – osovinski razmak, φ_{MAX} – maksimalna vrednost koeficijenta prijanjanja) odrediti:

- usporenje $z = \frac{a}{g}$
 - efikasnost kočenja $\frac{z}{z_{MAX}}$
 - koeficijent prijanjanja zadnje osovine φ_Z

Rešenje.

Dinamička osovinska opterećenja vozila koje koči na horizontalnoj podlozi sa usporenjem z iznose, usled preraspodele izazvane inercijalnom silom pri usporenu z, za prednju (P) odnosno zadnju (Z) osovinu:

$$G_{P\text{din}} = G \cdot \left(\frac{l_z}{1} + \frac{h_T}{1} \cdot z \right); \quad G_{Z\text{din}} = G \cdot \left(\frac{l_p}{1} - \frac{h_T}{1} \cdot z \right)$$

Ove relacije se mogu napisati i u obliku:

$$G_{P\text{din}} = G_P + G \cdot \frac{h_T}{1} \cdot z \dots \dots (1); \quad G_{Z\text{din}} = G_Z - G \cdot \frac{h_T}{1} \cdot z \dots \dots (2),$$

gde su G_p i G_z oznake za statičke vrednosti osovinskih opterećenja.

Koeficijent prijanjanja ϕ predstavlja odnos između realizovane adhezione sile i adhezione težine, tj. drugim rečima odnos realizovane sile kočenja na osovini i tekuće vrednosti osovinskog opterećenja:

$$\text{Prednja osovina} - \varphi_P = \frac{F_{KP}}{G_{pdin}} \dots (3); \quad \text{Zadnja osovina} - \varphi_Z = \frac{F_{KZ}}{G_{Zdin}} \dots (4)$$

Bilans sila pri kočenju je:

Prema uslovima zadatka je $\phi_P = \phi_{MAX}$ odnosno:

Takođe je prema uslovima zadatka $F_{KP} = K \cdot F_{KZ}$, odnosno prema (6):

Iz (4) i (7) sledi:

Bilans sila (5) se sada, uzimajući u obzir (8), može napisati u obliku:

$$G \cdot z = \varphi_{MAX} \cdot G_{Pdin} + \frac{G_{Pdin}}{G_{Zdin}} \cdot \frac{\varphi_{MAX}}{K} \cdot G_{Zdin}, \text{ odnosno:}$$

$$G \cdot z = \varphi_{MAX} \cdot G_{Pdin} \cdot \left(1 + \frac{1}{K}\right) = \frac{K+1}{K} \cdot \varphi_{MAX} \cdot G_{Pdin}$$

Odvadje je:

$$z = \frac{G_{P\text{din}}}{G} \cdot \frac{K+1}{K} \cdot \varphi_{MAX} = \frac{G_p + G \cdot \frac{h_T}{1} \cdot z}{G} \cdot \frac{K+1}{K} \cdot \varphi_{MAX} = \left(\frac{h_T}{1} \cdot z + \frac{G_p}{G} \right) \cdot \frac{K+1}{K} \cdot \varphi_{MAX}$$

Sledi:

$$z \cdot \left(1 - \frac{h_T}{1} \cdot \frac{K+1}{K} \cdot \varphi_{MAX} \right) = \frac{G_p}{G} \cdot \frac{K+1}{K} \cdot \varphi_{MAX}, \text{ odakle je konačno:}$$

$$z = \frac{\frac{G_p}{G} \cdot \frac{K+1}{K} \cdot \varphi_{MAX}}{1 - \frac{h_T}{1} \cdot \frac{K+1}{K} \cdot \varphi_{MAX}} = \frac{\frac{l_Z}{1} \cdot \frac{K+1}{K} \cdot \varphi_{MAX}}{1 - \frac{h_T}{1} \cdot \frac{K+1}{K} \cdot \varphi_{MAX}} = \frac{\frac{l_Z}{K \cdot l} \cdot \frac{1}{\varphi_{MAX}}}{1 - h_T} \quad (9)$$

Kako je $z_{MAX} = \phi_{MAX}$, sada se može izračunati efikasnost kočenja:

$$\eta_K = \frac{z}{z_{MAX}} = \frac{z}{\varphi_{MAX}}$$

Takođe, za poznato z (iz relacije (9)) može se prema izrazu (2) izračunati $G_{Z\text{din}}$, a iz (4) sledi ϕ_Z .

U zadatku je potrebno obezbiti da se analizira podloga pri kojoj za $\varphi_P = \varphi_{MAX}$ važi $\varphi_Z < \varphi_P$, da bi uslovi zadatka bili fizički smisleni, odnosno da bi točkovi prednje osovine prvi blokirali.

Ovaj uslov se automatski ispunjava uzimanjem u obzir da mora biti $z \leq \varphi_{MAX}$ (vrednosti $z > \varphi_{MAX}$ nalaze se desno od preseka idealne i optimalne raspodele!), odnosno prema (9):

$$z = \frac{l_z}{\frac{K \cdot 1}{K+1} \cdot \frac{1}{\varphi_{MAX}} - h_T} \leq \varphi_{MAX} \Rightarrow \frac{1}{\varphi_{MAX}} \leq \frac{\frac{K \cdot 1}{K+1} \cdot \frac{1}{\varphi_{MAX}} - h_T}{l_z} \Rightarrow \frac{l_z}{\varphi_{MAX}} \leq \frac{K \cdot 1}{K+1} \cdot \frac{1}{\varphi_{MAX}} - h_T$$

$$l_z \leq \frac{K \cdot 1}{K+1} - h_T \cdot \varphi_{MAX} \Rightarrow h_T \cdot \varphi_{MAX} + l_z \leq \frac{K \cdot 1}{K+1}$$

$$\boxed{\varphi_{MAX} \leq \frac{1}{h_T} \cdot \left(\frac{K \cdot 1}{K+1} - l_z \right)}$$

