

Gépszerkezettan III. Példatár

1. TENGELYKAPCSOLÓK

1.1. Feladat:

Egy centrifugálszivattyút és egy $P = 15 \text{ kW}$ teljesítményű és $n = 24 \text{ 1/s}$ fordulatszámú elektromotort merev tárcsás tengelykapcsolóval kapcsolunk össze. A csavarok száma $z = 4$ db. A súrlódó felületek közepes átmérője megegyezik a csavarok lyukkörének átmérőjével $d_{\text{köz}} = d_{\text{lyuk}} = 85 \text{ mm}$.

Méretezze ill. ellenőrizze az összefogó csavarok méreteit, ha a két tárcsa között a nyomatékot:

a, a csavarok kellő meghúzásával ébredő súrlódóerővel (erőzáró kapcsolat)

b, illesztett szárú csavarokkal (alakzáró kapcsolat) visszük át.

Megoldás:

a, Súrlódásos nyomatékátvitel esetén, amikor a tárcsák homlokfelületén ébredő súrlódás viszi át a nyomatékot, a csavarokat húzásra méretezzük.

Határozzuk meg a csavarok húzó terhelését, ha $C_d = 1,2$

$$T_m' = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n} \cdot C_d = \frac{15000}{2 \cdot \pi \cdot 24} = 119,36 \text{ Nm}$$

A mértékadó nyomaték táblázatból: $T_m = 125 \text{ Nm}$

A tárcsafeleket összeszorító erő $\mu = 0,15$ esetén:

$$F_a = \frac{2 \cdot T_m}{\mu \cdot d_{\text{köz}}} = \frac{2 \cdot 125}{0,15 \cdot 0,085} = 19607,8 \text{ N}$$

Egy csavarra jutó húzóterhelés:

$$F_{a1} = \frac{F_a}{z} = \frac{19607,8}{4} = 4901,9 \text{ N}$$

Határozzuk meg a csavar méretét szorosan meghúzott csavarkötés esetén:

$$\text{Anyag minőség 5.6} \Rightarrow \sigma_{\text{meg}} = \frac{R_{eH}}{2} = \frac{300}{2} = 150 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$d_{03} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{a1}}{\varphi \cdot \pi \cdot \sigma_{\text{meg}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4901,9}{1 \cdot \pi \cdot 150}} = 6,45 \text{ mm}$$

$$d_3 = \frac{d_{03} + 6}{1,1} = \frac{6,45 + 6}{1,1} = 11,31 \text{ mm} \Rightarrow \text{szabványos menet M14x2 (d}_3=11,54 \text{ mm)}$$

b, Ellenőrizzük alakzáró nyomatékátvitel esetén az M 10-es illesztőcsavart 5.6 anyagminőséggel. A csavar illesztett átmérője $D = 11 \text{ mm}$.

A kerületi erő:

$$F_t = \frac{2 \cdot T_m}{d_{lyuk}} = \frac{2 \cdot 125}{0,085} = 2941,1 \text{ N}$$

Az egy csavarra jutó terhelés:

$$F_{t1} = \frac{F_t}{z} = \frac{2941,1}{4} = 735,3 \text{ N}$$

A keletkező nyírófeszültség:

$$\tau = \frac{4 \cdot 4 \cdot F_{t1}}{3 \cdot D^2 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 735,3}{3 \cdot 11^2 \cdot \pi} = 10,31 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \tau_{meg} = 100 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

2. FOGASKEREKEK ÉS FOGAZOTT HAJTÁSOK **ELEMI FOGAZAT**

2.1. Feladat:

Számítsa ki az elemi külső fogazatú hengeres kerékpár főbb geometriai méreteit!
Adatok:

$$z_1 = 18$$

$$z_2 = 54$$

$$m = 3 \text{ mm}$$

$$c^* = 0,25$$

Megoldás:

Kiskerék:

$$d_1 = m \cdot z_1 = 3 \text{ mm} \cdot 18 = 54 \text{ mm}$$

$$d_{a1} = m \cdot z_1 + 2m = d_1 + 2m = 54 \text{ mm} + 6 \text{ mm} = 60 \text{ mm}$$

$$d_{f1} = m \cdot z_1 - 2m \cdot (1 + c^*) = d_1 - 2m \cdot (1 + c^*) = 54 \text{ mm} - 6 \text{ mm} \cdot (1 + 0,25) = 46,5 \text{ mm}$$

$$d_{b1} = m \cdot z_1 \cdot \cos 20^\circ = d_1 \cdot \cos 20^\circ = 54 \text{ mm} \cdot \cos 20^\circ = 50,74 \text{ mm}$$

Nagykerék:

$$d_2 = m \cdot z_2 = 3\text{mm} \cdot 54 = 162\text{mm}$$

$$d_{a2} = m \cdot z_2 + 2m = d_2 + 2m = 162\text{mm} + 6\text{mm} = 168\text{mm}$$

$$d_{f2} = m \cdot z_2 - 2m \cdot (1 + c^*) = d_2 - 2m \cdot (1 + c^*) = 162\text{mm} - 6\text{mm} \cdot (1 + 0,25) = 154,5\text{mm}$$

$$d_{b2} = m \cdot z_2 \cdot \cos 20^\circ = d_2 \cdot \cos 20^\circ = 162\text{mm} \cdot \cos 20^\circ = 152,23\text{mm}$$

Egyéb geometriai méretek:

$$a = m \cdot \frac{z_1 + z_2}{2} = 3\text{mm} \cdot \frac{18 + 54}{2} = 108\text{mm}$$

$$p = m\pi = 3\text{mm} \cdot \pi = 9,42\text{mm}$$

$$s = \frac{p}{2} = \frac{9,42\text{mm}}{2} = 4,71\text{mm}$$

2.2. Feladat:

Egy elemi külső fogazású hengeres kerék adatai:

$$z_1 = 21$$

$$m = 12\text{mm}$$

$$\alpha = 20^\circ$$

$$c^* = 0,25$$

Állapítsa meg. Hogy a lábkör hol helyezkedik el az alapkörhöz képest!

Megoldás:

$$d_f = m \cdot z - 2m \cdot (1 + c^*) = 12\text{mm} \cdot 21 + 12\text{mm} \cdot (1 + 0,25) = 222\text{mm}$$

$$d_b = m \cdot z \cdot \cos 20^\circ = 12\text{mm} \cdot 21 \cdot \cos 20^\circ = 236,8\text{mm}$$

Tehát a lábkör az alapkör alatt van, ez azt jelenti, hogy a fogazat alámetsző

$$\text{A különbség oldalanként: } k = \frac{d_b - d_f}{2} = \frac{236,8\text{mm} - 222\text{mm}}{2} = 7,4\text{mm}$$

2.3. Feladat:

Határozza meg azt a fogszámot, amelynél a lábkör sugár 0,2·m (modul) értékkel kisebb az alapkör sugaránál!

$$c^* = 0,25$$

$$\alpha = 20^\circ$$

Megoldás:

$$r_f + 0,2m = r_b$$

$$d_f + 0,4m = d_b$$

$$m \cdot z - 2m \cdot (1 + c^*) + 0,4m = m \cdot z \cdot \cos 20^\circ$$

$$z = \frac{2 \cdot (1 + c^*) - 0,4}{1 - \cos 20^\circ} = \frac{2 \cdot (1 + 0,25) - 0,4}{1 - \cos 20^\circ} = 34,82$$

$$z \cong 35$$

2.4. Feladat:

Határozza meg azt a fogszámot, ahol az alapkört érinti az ellenkerék fejköre! ($\alpha = 20^\circ$)

Megoldás:

$$a = m \cdot \frac{z_1 + z_2}{2}$$

$$a = \frac{d_{a1} + d_{b2}}{2}$$

$$m \cdot \frac{z_1 + z_2}{2} = \frac{d_{a1} + d_{b2}}{2}$$

$$m \cdot (z_1 + z_2) = m \cdot (z_1 + 2) + m \cdot z_2 \cdot \cos 20^\circ$$

$$z_1 + z_2 = z_1 + 2 + z_2 \cdot \cos 20^\circ$$

$$z_2 = 2 + z_2 \cdot \cos 20^\circ$$

$$z_2 = \frac{2}{1 - \cos 20^\circ} = 33,16$$

$$z_2 \cong 33$$

3. FOGASKEREKEK ÉS FOGAZOTT HAJTÁSOK **KOMPENZÁLT ÉS ÁLTALÁNOS FOGAZAT**

3.1. Feladat:

Számítsa ki a kompenzált fogazatú kerékpár főbb geometriai adatait (d , d_a , d_f , d_b , a , h_a , h_w , s) az alábbi adatokból!

$$z_1 = 20$$

$$z_2 = 50$$

$$m = 3,5\text{mm}$$

$$h_a^* = 1$$

$$c^* = 0,25$$

$$x_1 = -x_2 = 0,2$$

Megoldás:

Kiskerék:

$$d_1 = m \cdot z_1 = 3,5\text{mm} \cdot 20 = 70\text{mm}$$

$$d_{a1} = m \cdot z_1 + 2m + 2m \cdot x_1 = d_1 + 2m + 2m \cdot x_1 = 70\text{mm} + 7\text{mm} + 7\text{mm} \cdot 0,2 = 78,4\text{mm}$$

$$d_{f1} = m \cdot z_1 - 2m \cdot (1 + c^*) + 2m \cdot x_1 = d_1 - 2m \cdot (1 + c^*) + 2m \cdot x_1 = 70\text{mm} - 7\text{mm} \cdot (1 + 0,25) + 7\text{mm} \cdot 0,2 = 62,65\text{mm}$$

$$d_{b1} = m \cdot z_1 \cdot \cos 20^\circ = d_1 \cdot \cos 20^\circ = 70\text{mm} \cdot \cos 20^\circ = 65,778\text{mm}$$

$$h_{a1} = h_a^* \cdot m \cdot (1 + x_1) = 1 \cdot 3,5\text{mm} \cdot (1 + 0,2) = 4,2\text{mm}$$

$$s_1 = \frac{m \cdot \pi}{2} + 2m \cdot x_1 \cdot \tan 20^\circ = \frac{3,5 \cdot \pi}{2} + 7\text{mm} \cdot 0,2 \cdot \tan 20^\circ = 5,96\text{mm}$$

Nagykerék:

$$d_2 = m \cdot z_2 = 3,5\text{mm} \cdot 50 = 175\text{mm}$$

$$d_{a2} = m \cdot z_2 + 2m + 2m \cdot x_2 = d_2 + 2m + 2m \cdot x_2 = 175\text{mm} + 7\text{mm} - 7\text{mm} \cdot 0,2 = 180,6\text{mm}$$

$$d_{f2} = m \cdot z_2 - 2m \cdot (1 + c^*) + 2m \cdot x_2 = d_2 - 2m \cdot (1 + c^*) + 2m \cdot x_2 = 175\text{mm} - 7\text{mm} \cdot (1 + 0,25) - 7\text{mm} \cdot 0,2 = 164,85\text{mm}$$

$$d_{b2} = m \cdot z_2 \cdot \cos 20^\circ = d_2 \cdot \cos 20^\circ = 175\text{mm} \cdot \cos 20^\circ = 164,446\text{mm}$$

$$h_{a2} = h_a^* \cdot m \cdot (1 + x_2) = 1 \cdot 3,5\text{mm} \cdot (1 - 0,2) = 2,8\text{mm}$$

$$s_2 = \frac{m \cdot \pi}{2} + 2m \cdot x_2 \cdot \tan 20^\circ = \frac{3,5 \cdot \pi}{2} - 7\text{mm} \cdot 0,2 \cdot \tan 20^\circ = 4,988\text{mm}$$

A tengelytáv:

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{70\text{mm} + 175\text{mm}}{2} = 122,5\text{mm}$$

3.2. Feladat:

Egy külső fogatú hengeres kerékpár adatai a következők:

$$z_1 = 20$$

$$u = 3$$

$$m = 3\text{mm}$$

$$a_w = 125\text{mm}$$

$$\alpha = 20^\circ$$

Számítsa ki:

$$\left. \begin{array}{l} \alpha_w \\ \sum x \\ y \\ h_w \end{array} \right| \text{ értékét!}$$

Megoldás:

$$z_2 = u \cdot z_1 = 3 \cdot 20 = 60$$

$$a = m \cdot \frac{z_1 + z_2}{2} = 3\text{mm} \cdot \frac{20 + 60}{2} = 120\text{mm}$$

$$a \cdot \cos \alpha = a_w \cdot \cos \alpha_w$$

$$\alpha_w = \arccos\left(\frac{a}{a_w} \cdot \cos \alpha\right) = \arccos\left(\frac{120\text{mm}}{125\text{mm}} \cdot \cos 20^\circ\right) = 25,56^\circ$$

$$\sum x = \frac{z_1 + z_2}{2} \cdot \frac{\text{inv} \alpha_w - \text{inv} \alpha}{\text{tg} \alpha} = \frac{20 + 60}{2} \cdot \frac{0,0312 - 0,0149}{\text{tg} 20^\circ} = 1,8958$$

$$\text{inv} \alpha_w = \text{tg} \alpha_w - \alpha_{\text{radián}} = \text{tg} 25,56^\circ - \frac{25,56^\circ \cdot \pi}{180^\circ} = 0,0312$$

$$\text{inv} \alpha = \text{tg} \alpha - \alpha_{\text{radián}} = \text{tg} 20^\circ - \frac{20^\circ \cdot \pi}{180^\circ} = 0,0149$$

$$y = \frac{z_1 + z_2}{2} \cdot \frac{\cos \alpha - \cos \alpha_w}{\cos \alpha_w} = \frac{20 + 60}{2} \cdot \frac{\cos 20^\circ - \cos 25,65^\circ}{\cos 25,65^\circ} = 1,666$$

$$y = \frac{a_w - a}{m} = \frac{125\text{mm} - 120\text{mm}}{3\text{mm}} = 1,666$$

$$h_w = m \cdot \left(2 - \sum x - y \right) = 3\text{mm} \cdot (2 - (1,8958 - 1,666)) = 5,3123\text{mm}$$

3.3. Feladat:

Egy általános, egyenes, külső fogazású hengeres kerékpár adatai:

$$z_1 = 35$$

$$u = 3$$

$$m = 3\text{mm}$$

$$\alpha_w = 23^\circ 15'$$

Számítsa ki a megváltozott tengelytávot, a gördülő és alapkör átmérőket, a gördülőkörü osztást és az alaposztás értékét!

Megoldás:

$$z_2 = u \cdot z_1 = 3 \cdot 35 = 105$$

$$a = m \cdot \frac{z_1 + z_2}{2} = 3\text{mm} \cdot \frac{35 + 105}{2} = 210\text{mm}$$

$$a \cdot \cos \alpha = a_w \cdot \cos \alpha_w$$

$$a_w = a \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_w} = 210\text{mm} \cdot \frac{\cos 20^\circ}{\cos 23^\circ 15'} = 214,777\text{mm}$$

$$a_w = \frac{d_{w1} + d_{w2}}{2} \quad ; \quad d_{w2} = u \cdot d_{w1}$$

$$a_w = \frac{d_{w1} + u \cdot d_{w1}}{2}$$

$$d_{w1} = \frac{2 \cdot a_w}{u + 1} = \frac{2 \cdot 214,777\text{mm}}{3 + 1} = 107,388\text{mm}$$

$$d_{w2} = u \cdot d_{w1} = 3 \cdot 107,388\text{mm} = 322,165\text{mm}$$

$$d_{b1} = m \cdot z_1 \cdot \cos 20^\circ = 3\text{mm} \cdot 35 \cdot \cos 20^\circ = 98,667\text{mm}$$

$$d_{b2} = m \cdot z_2 \cdot \cos 20^\circ = 3\text{mm} \cdot 105 \cdot \cos 20^\circ = 296,003\text{mm}$$

$$p_w = \frac{d_{w1} \cdot \pi}{z_1} = \frac{107,388\text{mm} \cdot \pi}{35} = 3,639\text{mm}$$

$$p_b = \frac{d_{b1} \cdot \pi}{z_1} = \frac{98,667\text{mm} \cdot \pi}{35} = 8,856\text{mm}$$

3.4. Feladat:

Egy általános, egyenes, külső fogazású hengeres fogaskerékpár adatai a következők:

$$z_1 = 17$$

$$u = 4$$

$$m = 6\text{mm}$$

$$x_1 = 0,5022$$

$$x_2 = 0,383$$

$$\alpha_w = 22,84^\circ$$

$$c^* = 0,25$$

Számítsa ki a hajtás fő geometriai méreteit: d , d_w , d_a , d_f , a , a_w , y !

Megoldás:

$$z_2 = u \cdot z_1 = 4 \cdot 17 = 68$$

$$a = m \cdot \frac{z_1 + z_2}{2} = 6\text{mm} \cdot \frac{17 + 68}{2} = 255\text{mm}$$

$$a \cdot \cos \alpha = a_w \cdot \cos \alpha_w$$

$$a_w = a \cdot \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha_w} = 255\text{mm} \cdot \frac{\cos 20^\circ}{\cos 22,84^\circ} = 260,008\text{mm} \approx 260\text{mm}$$

$$a_w = \frac{d_{w1} + d_{w2}}{2}$$

$$d_{w2} = u \cdot d_{w1}$$

$$a_w = \frac{d_{w1} + u \cdot d_{w1}}{2} \Rightarrow d_{w1} = \frac{2 \cdot a_w}{u + 1} = \frac{2 \cdot 260\text{mm}}{5} = 104\text{mm}$$

$$d_{w2} = u \cdot d_{w1} = 4 \cdot 104\text{mm} = 416\text{mm}$$

$$y = \frac{a_w - a}{m} = \frac{260\text{mm} - 255\text{mm}}{6\text{mm}} = \frac{5}{6}$$

$$\sum x = x_1 + x_2 = 0,5022 + 0,383 = 0,8852$$

$$d_{a1} = m \cdot z_1 + 2m + 2m \cdot x_1 - 2m \cdot (\sum x - y)$$

$$d_{a1} = m \cdot z_1 + 2 + 2x_1 - 2 \cdot (\sum x - y) = 6mm \cdot \left(17 + 2 + 2 \cdot 0,5022 - 2 \cdot \left(0,8852 - \frac{5}{6} \right) \right) = 119,404mm$$

$$d_{a2} = m \cdot z_2 + 2 + 2x_2 - 2 \cdot (\sum x - y) = 6mm \cdot \left(68 + 2 + 2 \cdot 0,383 - 2 \cdot \left(0,8852 - \frac{5}{6} \right) \right) = 423,973mm$$

$$h = h_w + m \cdot c^* = m \cdot \left(\left(2 - \left(0,8852 - \frac{5}{6} \right) \right) + 0,25 \right) = 13,188m$$

$$d_{f1} = d_{a1} - h = 119,404mm - 13,188mm = 93,026mm$$

$$d_{f2} = d_{a2} - h = 423,973mm - 13,188mm = 397,6mm$$

4. FOGASKEREKEK ÉS FOGAZOTT HAJTÁSOK **FOGAZATI RENDSZEREK ALKALMAZHATÓSÁGI HATÁRAI**

4.1. Feladat:

Számítsa ki annak az egyenes külső fogazatú hengeres keréknek a fogfejszalag vastagságát, amelynek adatai:

$$z = 17$$

$$m = 6mm$$

$$x = 0,502$$

$$\alpha = 20^\circ$$

Megoldás:

$$(inv\alpha) + \frac{s_1}{2r_1} = (inv\alpha_a) + \frac{s_a}{2r_{a1}}$$

$$s_a = 2r_{a1} \cdot (inv\alpha + \frac{s_1}{2r_1} - inv\alpha_a)$$

$$s_1 = \frac{m \cdot \pi}{2} + 2 \cdot x \cdot m \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{6mm \cdot \pi}{2} + 2 \cdot 0,502 \cdot 6mm \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 11,61mm$$

$$inv\alpha = \operatorname{tg} \alpha - \alpha_{rad} = \operatorname{tg} 20^\circ - \frac{20^\circ \pi}{180^\circ} = 0,0149$$

$$\cos \alpha_a = \frac{r_b}{r_a} \rightarrow \alpha_a = \arccos \frac{m \cdot z \cdot \cos \alpha}{m \cdot (z + 2 + 2x)} = \arccos \frac{17 \cdot \cos 20^\circ}{17 + 2 + 2 \cdot 0,502} \cong 37^\circ$$

$$inv\alpha_a = \operatorname{tg} \alpha_a - \alpha_{a\,rad} = \operatorname{tg} 37^\circ - \frac{37^\circ \pi}{180^\circ} = 0,1077$$

$$r_a = \frac{m \cdot (z + 2 + 2x)}{2} = \frac{6mm \cdot (17 + 2 + 2 \cdot 0,502)}{2} = 60,012mm$$

$$r_1 = \frac{m \cdot z}{2} = \frac{6mm \cdot 17}{2} = 51mm$$

$$s_a = 120,024mm \cdot \left(\frac{11,617mm}{102mm} + 0,0149 - 0,1077 \right) = 2,5315mm$$

4.2. Feladat:

Egyenes külső fogazatú hengeres fogaskerék adatai:

$$z = 19$$

$$m = 5\text{mm}$$

$$x = 0,62$$

Számítsa ki, hogy mekkora fejkörátmérő esetén hegyesedne ki a fog!

Az evolvens – táblázat kivonata: $\alpha = 36^\circ \dots 37^\circ$

0'	5'	10'	15'	20'	25'
0,0982240	0,0989941	0,0997689	0,1005485	0,1013328	0,1021216
30'	35'	40'	45'	50'	55'
0,1029159	0,1037147	0,1045184	0,1053269	0,1061404	0,1069588

Megoldás:

$$(\text{inv}\alpha) + \frac{s_1}{2r_1} = (\text{inv}\alpha_a) + \frac{s_a}{2r_{a1}}$$

$$s_1 = \frac{m \cdot \pi}{2} + 2x \cdot m \cdot \text{tg} \alpha = \frac{5\text{mm} \cdot \pi}{2} + 2 \cdot 0,62 \cdot 5\text{mm} \cdot \text{tg} 20^\circ = 10,11059\text{mm}$$

$$\text{inv}\alpha = \text{tg} 20^\circ - \frac{20^\circ \cdot \pi}{180} = 0,0149$$

$$s_a = 0! \Rightarrow$$

$$\text{inv}\alpha_{ah} = \frac{s_1}{m \cdot z} + \text{inv}\alpha = \frac{10,11059\text{mm}}{5\text{mm} \cdot 19} + 0,0149 = 0,12132$$

$$\alpha_{ah} = 38^\circ 20'$$

$$d_{ah} = 2 \cdot \frac{r_b}{\cos \alpha_{ah}} = 2 \cdot \frac{\frac{5\text{mm} \cdot 19 \cdot \cos 20^\circ}{2}}{\cos 38^\circ 20'} = 113,805\text{mm}$$

4.3. Feladat:

Egy egyenes, külső fogazatú hengeres fogaskerékpár adatai:

$$z_1 = 17$$

$$u = 4$$

$$m = 6\text{mm}$$

$$x_1 = 0,50$$

$$x_2 = 0,38$$

$$a_w = 260\text{mm}$$

$$\alpha = 20^\circ$$

Számítsa ki a kapcsolószámot!

Megoldás:

$$\varepsilon_\alpha = \frac{\sqrt{r_{a1}^2 - r_{b1}^2} + \sqrt{r_{a2}^2 - r_{b2}^2} - a_w \cdot \sin \alpha_w}{m \cdot \pi \cdot \cos \alpha}$$

$$z_2 = u \cdot z_1 = 4 \cdot 17 = 68$$

$$a = m \cdot \frac{z_1 + z_2}{2} = 6\text{mm} \cdot \frac{17 + 68}{2} = 255\text{mm}$$

$$a \cdot \cos \alpha = a_w \cdot \cos \alpha_w \Rightarrow \alpha_w = \arccos\left(\frac{a}{a_w} \cdot \cos \alpha\right) = \arccos\left(\frac{255\text{mm}}{260\text{mm}} \cdot \cos 20^\circ\right) = 22,84^\circ$$

$$y = \frac{a_w - a}{m} = \frac{260\text{mm} - 255\text{mm}}{6\text{mm}} = \frac{5}{6}$$

$$\Sigma x = x_1 + x_2 = 0,5 + 0,38 = 0,88$$

$$d_{a1} = m \cdot z_1 + 2 + 2x_1 - 2 \cdot (x - y) = 6\text{mm} \cdot \left(17 + 2 + 2 \cdot 0,52 - 2 \cdot \left(0,88 - \frac{5}{6}\right)\right) = 119,404\text{mm}$$

$$d_{a2} = m \cdot z_2 + 2 + 2x_2 - 2 \cdot (x - y) = 6\text{mm} \cdot \left(68 + 2 + 2 \cdot 0,38 - 2 \cdot \left(0,88 - \frac{5}{6}\right)\right) = 424\text{mm}$$

$$d_{b1} = m \cdot z_1 \cdot \cos \alpha = 6\text{mm} \cdot 17 \cdot \cos 20^\circ = 95,98\text{mm}$$

$$d_{b2} = m \cdot z_2 \cdot \cos \alpha = 6\text{mm} \cdot 68 \cdot \cos 20^\circ = 383,4\text{mm}$$

$$r_{a1} = \frac{d_{a1}}{2} = \frac{119,404\text{mm}}{2} = 59,7\text{mm}$$

$$r_{a2} = \frac{d_{a2}}{2} = \frac{424\text{mm}}{2} = 212\text{mm}$$

$$r_{b1} = \frac{d_{b1}}{2} = \frac{95,98\text{mm}}{2} = 47,92\text{mm}$$

$$r_{b2} = \frac{d_{b2}}{2} = \frac{383,4\text{mm}}{2} = 191,7\text{mm}$$

$$\varepsilon_\alpha = \frac{\sqrt{r_{a1}^2 - r_{b1}^2} + \sqrt{r_{a2}^2 - r_{b2}^2} - a_w \cdot \sin 22,84^\circ}{6\text{mm} \cdot \pi \cdot \cos 20^\circ} = 1,42$$

5. FOGASKEREKEK ÉS FOGAZOTT HAJTÁSOK **BELSŐ FOGAZAT**

5.1. Feladat:

Számítsa ki a belső elemi egyenes fogazatú hengeres fogaskerékpár főbb méreteit
 $z_1 = 25$, $u = 4$, $m = 3$ mm, $c^* = 0.25$ adatokkal!

Megoldás:

Kiskerék:

$$d_1 = m \cdot z_1 = 3 \cdot 25 = 75 \text{ mm}$$

$$d_{a1} = m \cdot (z_1 + 2) = 3 \cdot (25 + 2) = 81 \text{ mm}$$

$$d_{f1} = m \cdot (z_1 - 2 - 2c^*) = 3 \cdot (25 - 2 - 0.5) = 67.5 \text{ mm}$$

$$d_{b1} = m \cdot z_1 \cdot \cos \alpha = 75 \cdot \cos 20^\circ = 70.477 \text{ mm}$$

$$p = m \cdot \pi = 9.4248 \text{ mm}$$

Nagykerék:

$$d_2 = m \cdot z_2 = 3 \cdot 100 = 300 \text{ mm}$$

$$d_{a2} = m \cdot (z_2 - 2) = 3 \cdot (100 - 2) = 294 \text{ mm}$$

$$d_{f2} = m \cdot (z_2 + 2 + 2c^*) = 3 \cdot (100 + 2 + 0.5) = 307.5 \text{ mm}$$

$$d_{b2} = m \cdot z_2 \cdot \cos \alpha = 300 \cdot \cos 20^\circ = 281.908 \text{ mm}$$

$$p_b = m \cdot \pi \cdot \cos \alpha = 8.8564 \text{ mm}$$

5.2. Feladat:

Számítsa ki a belső kompenzált fogazatú hengeres fogaskerékpár főbb méreteit!
 Adatok: $z_1 = 28$, $u = 3.5$, $c^* = 0.25$, $m = 4$ mm, $x_1 = 0.25$

Megoldás:

$$z_1 = 28 \quad z_2 = u \cdot z_1 = 3,5 \cdot 28 = 98$$

$$d_1 = m \cdot z_1 = 4 \cdot 28 = 112 \text{ mm}$$

$$d_{a1} = m \cdot \left(z_1 + 2 + 2 \cdot x_1 \right) = 4 \cdot 30,5 = 122 \text{ mm}$$

$$d_{f1} = m \cdot \left(z_1 - 2 - 2 \cdot c^* + 2 \cdot x_1 \right) = 4 \cdot 26 = 104 \text{ mm}$$

$$d_{b1} = m \cdot z_1 \cdot \cos \alpha = 4 \cdot 28 \cdot \cos 20^\circ = 105,2456 \text{ mm}$$

$$p = m \cdot \pi = 4 \cdot \pi = 12,5664 \text{ mm}$$

$$d_2 = m \cdot z_2 = 4 \cdot 98 = 392 \text{ mm}$$

$$d_{a2} = m \cdot \left(z_2 - 2 + 2 \cdot x_2 \right) = 4 \cdot 96,5 = 386 \text{ mm}$$

$$d_{f2} = m \cdot \left(z_2 + 2 + 2 \cdot c^* + 2 \cdot x_2 \right) = 4 \cdot 101 = 404 \text{ mm}$$

$$d_{b2} = m \cdot z_2 \cdot \cos \alpha = 4 \cdot 98 \cdot \cos 20^\circ = 368,3595 \text{ mm}$$

$$p_b = m \cdot \pi \cdot \cos \alpha = 4 \cdot \pi \cdot \cos \alpha = 11,8085 \text{ mm}$$

6. FOGASKEREKEK ÉS FOGAZOTT HAJTÁSOK **FERDE FOGAZAT**

6.1. Feladat:

Számítsa ki annak a külső, ferde kompenzált fogazatú kerékpárnak főbb geometriai méreteit, amelynek adatai: $z_1=35$, $u=3$, $m=4$ mm, $c^*=0.25$, $h_a^*=1$ mm, $\alpha=20^\circ$, $\beta=30^\circ$, $x_1=0,2$!

Megoldás:

$$z_1 = 35 \quad z_2 = u \cdot z_1 = 3 \cdot 35 = 105$$

$$m_t = \frac{m}{\cos \beta} = \frac{4}{\cos 30^\circ} = 4,619 \text{ mm} \quad p = m_t \cdot \pi = 14,511 \text{ mm}$$

$$a = \frac{z_1 + z_2}{2} \cdot m_t = 323,316 \text{ mm}$$

$$d_1 = z_1 \cdot m_t = 161,658 \text{ mm}$$

$$d_2 = z_2 \cdot m_t = 484,974 \text{ mm}$$

$$d_{a1} = z_1 \cdot m_t + \left(\frac{d}{2} + 2 \cdot x \right) m = 171,258 \text{ mm}$$

$$d_{a2} = z_2 \cdot m_t + \left(\frac{d}{2} - 2 \cdot x \right) m = 491,315 \text{ mm}$$

$$d_{f1} = z_1 \cdot m_t - \left(\frac{d}{2} + 2 \cdot c^* - 2 \cdot x_1 \right) m = 153,258 \text{ mm}$$

$$d_{f2} = z_2 \cdot m_t - \left(\frac{d}{2} + 2 \cdot c^* + 2 \cdot x_1 \right) m = 473,374 \text{ mm}$$

6.2. Feladat:

Számítsa ki a kompenzált, ferde fogazatú hengeres fogaskerékpár alaphenger átmérőit, melynek adatai: $z_1=35$, $u=3$, $m=4$ mm, $\alpha=20^\circ$, $\beta=30^\circ$!

Megoldás:

$$\tan \alpha_t = \frac{\tan \alpha}{\cos \beta} = \frac{\tan 20^\circ}{\cos 30^\circ} \rightarrow \alpha_t = 22,796^\circ$$

$$d_{b1} = m_t \cdot z_1 \cdot \cos \alpha_t = 149,031 \text{ mm}$$

$$d_{b2} = m_t \cdot z_2 \cdot \cos \alpha_t = 447,093 \text{ mm}$$

6.3. Feladat:

Egy ferde fogazatú hengeres kerékpár normál modulja 4 mm, a foghajlásszög 25° , az alapprofilszög 20° . Számítsa ki a homlokmodult, a homloksíkbeli kapcsolószöget, a homloksíkbeli osztást és a homlokalaposztást!

Megoldás:

$$m_t = \frac{m}{\cos \beta} = \frac{4}{\cos 25^\circ} = 4,414 \text{ mm}$$

$$\tan \alpha_t = \frac{\tan \alpha}{\cos \beta} = \frac{\tan 20^\circ}{\cos 25^\circ} \rightarrow \alpha_t = 21,88^\circ$$

$$p_t = m_t \cdot \pi = 13,867 \text{ mm}$$

$$p_b = \frac{d_b \cdot \pi}{z} = \frac{m_t \cdot z_1 \cdot \cos \alpha_t \cdot \pi}{z_1} = p_t \cdot \cos \alpha_t = 12,868 \text{ mm}$$

7. FOGASKEREKEK ÉS FOGAZOTT HAJTÁSOK **KÚPFOGAZAT**

7.1. Feladat:

Egy kúpkérékpár adatai : $z_1=25$, $u=2$, $m=3$ mm.

Számítsa ki az osztókúpszögeket, ha $\Sigma\delta=90^\circ$!

Mekkora az osztókúphossz?

Számítsa ki a fejkúpszöget !

Számítsa ki a kúpkérékpár főbb geometriai méreteit !

Számítsa ki a képzelte fogszámokat !

Megoldás:

$$\tan \delta_2 = u = 2 \rightarrow \delta_2 = 63,435^\circ \quad \delta_1 = 90^\circ - \delta_2 = 26,565^\circ$$

$$R_e = \frac{d_1}{2 \cdot \sin \delta_1} = \frac{d_2}{2 \cdot \sin \delta_2} = 83,859 \text{ mm}$$

$$z_{v1} = \frac{z_1}{\cos \delta_1} = 27,95 \quad z_{v2} = \frac{z_2}{\cos \delta_2} = 111,8$$

$$z_1 = 25 \quad z_2 = u \cdot z_1 = 2 \cdot 25 = 50$$

$$d_1 = m \cdot z_1 = 3 \cdot 25 = 75 \text{ mm} \quad d_2 = m \cdot z_2 = 3 \cdot 50 = 150 \text{ mm}$$

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m \cdot \cos \delta_1 = 80,366 \text{ mm} \quad d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m \cdot \cos \delta_2 = 152,683 \text{ mm}$$

$$\tan \nu_{a1} = \tan \nu_{a2} = \frac{m}{R_e} = \frac{3}{83,859} \rightarrow \nu_{a1} = \nu_{a2} = 2,05^\circ$$

7.2. Feladat:

Egy kúpkérékpár adatai : $z_1=13$; $z_2=49$; $m=3,25$ mm.

Számítsa ki az alámetszés elkerülésére kompenzált kúpkérékpár főbb adatait, ha $\Sigma\delta=90^\circ$!

Megoldás:

$$\operatorname{tg} \delta_2 = u = \frac{49}{13} = 3,765 \rightarrow \delta_2 = 75,14^\circ \quad \delta_1 = 90 - \delta_2 = 14,85^\circ$$

$$d_1 = m \cdot z_1 = 3,25 \cdot 13 = 42,25 \text{ mm} \quad d_2 = m \cdot z_2 = 3,25 \cdot 49 = 159,25 \text{ mm}$$

$$z_{v1} = \frac{z_1}{\cos \delta_1} = \frac{13}{0,9665} = 13,45 \quad z_{v2} = \frac{z_2}{\cos \delta_2} = \frac{49}{0,2565} = 190,8$$

$$x_{\min} = \frac{17 - 13,45}{17} = 0,2086$$

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m \cdot (1 + x_{\min}) \cdot \cos \delta_1 = 42,25 + 2 \cdot 3,25 \cdot (1 + 0,2086) \cdot 0,9665 = 49,84 \text{ mm}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m \cdot (1 - x_{\min}) \cdot \cos \delta_2 = 159,25 + 2 \cdot 3,25 \cdot (1 - 0,2086) \cdot 0,2565 = 160,56 \text{ mm}$$

$$R_e = \frac{d_1}{2 \cdot \sin \delta_1} = \frac{42,25}{2 \cdot \sin 14,85^\circ} = 82,38 \text{ mm}$$

$$\operatorname{tg} \nu_{a1} = \frac{m \cdot (1 + x_{\min})}{R_e} = \frac{3,25 \cdot (1 + 0,2086)}{82,38} \rightarrow \nu_{a1} = 2,73^\circ$$

$$\operatorname{tg} \nu_{a2} = \frac{m \cdot (1 - x_{\min})}{R_e} = \frac{3,25 \cdot (1 - 0,2086)}{82,38} \rightarrow \nu_{a2} = 1,79^\circ$$

8. FOGASKEREKEK ÉS FOGAZOTT HAJTÁSOK **FOGASKEREKEK MÉRETEZÉSE**

8.1. Feladat:

Egy egyenes, külső fogazatú hengeres kerék adatai a következők: $z=52$, $x=0,42$, $m=3$ mm, $\alpha=20^\circ$. Számítsa ki a közrefogott fogak számát, és a többfogmértet!

Megoldás:

$$k = \frac{z}{9} + 0,5 = \frac{52}{9} + 0,5 = 6,27 \rightarrow 6$$

$$\operatorname{inv} \alpha = \operatorname{tg} \alpha - \frac{\alpha}{180} \cdot \pi \quad \operatorname{inv} 20^\circ = \operatorname{tg} 20^\circ - \frac{20^\circ}{180} \cdot \pi = 0,0149$$

$$\begin{aligned} W_6 &= \left[\left(\frac{z}{2} - 0,5 \right) \cdot \pi + z \cdot \operatorname{inv} \alpha \right] \cdot m \cdot \cos \alpha + 2 \cdot x \cdot m \cdot \sin \alpha = \\ &= \left[\left(\frac{52}{2} - 0,5 \right) \cdot \pi + 52 \cdot 0,0149 \right] \cdot 3 \cdot \cos 20^\circ + 2 \cdot 0,42 \cdot 3 \cdot \sin 20^\circ = 51,756 \text{ mm} \end{aligned}$$

8.2. Feladat:

Egy egyenes külső fogazatú hengeres kerék többfogméréte $W=140.533$ mm. További adatok: $z=68$, $m=6$ mm, $x=0.383$ mm, $\alpha=20^\circ$. Átvehető-e ellenőrzés esetén a fogaskerék?

Megoldás:

$$k = \frac{z}{9} + 0,5 = \frac{68}{9} + 0,5 = 8,055 \rightarrow 8$$

$$\operatorname{inv} \alpha = \operatorname{tg} \alpha - \frac{\alpha}{180} \cdot \pi \quad \operatorname{inv} 20^\circ = \operatorname{tg} 20^\circ - \frac{20^\circ}{180} \cdot \pi = 0,0149$$

$$\begin{aligned} W_g &= [k - 0,5] \pi + z \cdot \operatorname{inv} \alpha \cdot m \cdot \cos \alpha + 2 \cdot x \cdot m \cdot \sin \alpha = \\ &= [8,5 \cdot \pi + 68 \cdot 0,0149] \cdot 6 \cdot \cos 20^\circ + 2 \cdot 0,383 \cdot 6 \cdot \sin 20^\circ = 140,13 \text{ mm} \end{aligned}$$

Nem vehető át.

8.3. Feladat:

Egy ferde fogazatú hengeres kerékpár által átvitt teljesítmény $P=15$ kW. A kerékpár elemi fogazattal készül, melynek adatai: $n=18.5$ 1/s, $z_1=20$, $u=3$, $m=3$ mm, $\alpha=20^\circ$, $\beta=20^\circ$

Számítsa ki a kerületi erőt, és annak komponenseit!

Az átvitt nyomaték:

Megoldás:

$$T_1 = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n_1} = \frac{15000}{2 \cdot \pi \cdot 18,5} = 129,04 \text{ Nm}$$

$$r_{w1} = \frac{z_1 \cdot m_t}{2} = \frac{20 \cdot 3}{2 \cdot \cos 20^\circ} = 31,925 \text{ mm}$$

$$F = \frac{T_1}{r_{w1}} = \frac{129,04 \cdot 10^3}{31,925} = 4041,97 \text{ N}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_t = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta} = \frac{\operatorname{tg} 20^\circ}{\cos 20^\circ} \rightarrow \alpha_t = 21,17^\circ$$

$$F_t = \frac{F}{\cos \alpha} = \frac{4041,97}{\cos 20^\circ} = 4301,37 \text{ N}$$

$$F_r = F \cdot \operatorname{tg} \alpha_t = 1565,57 \text{ N}$$

$$F_x = F \cdot \operatorname{tg} \beta = 1471,15 \text{ N}$$

9. FOGASKEREKEK ÉS FOGAZOTT HAJTÁSOK **CSIGAHAJTÁS**

9.1. Feladat:

Számítsa ki az elemi csigahajtás főbb méreteit! Adatok: $i = 50$, $z_1 = 1$, $q = 10$, $m = 8$ mm, $h^* = 1$ mm, $c^* = 0.2$. A csiga hőkezelt!

Megoldás:

$$z_2 = i \cdot z_1 = 1 \cdot 50 = 50$$

$$d_1 = m \cdot q = 8 \cdot 10 = 80 \text{ mm}$$

$$d_2 = m \cdot z_2 = 8 \cdot 50 = 400 \text{ mm}$$

$$d_{a1} = m \cdot (q + 2) = 8 \cdot 12 = 96 \text{ mm} \quad d_{a2} = m \cdot (z_2 + 2 \cdot h^*) = 8 \cdot 52 = 416 \text{ mm}$$

$$d_{f1} = m \cdot (q - 2 - 2 \cdot c^*) = 8 \cdot 7,6 = 60,8 \text{ mm} \quad d_{f2} = m \cdot (z_2 - 2 \cdot h^* - 2 \cdot c^*) = 380,8 \text{ mm}$$

$$L_1 = 6 \cdot m \cdot \pi = 151 \text{ mm}$$

$$d_{ae2} = m \cdot z_2 + 3,5 \cdot m = 428 \text{ mm}$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{z_1}{q} = \frac{1}{10} \rightarrow \gamma = 5,71^\circ$$

$$b_2 \approx 0,45 \cdot (q + 6) \cdot m = 57,6 \text{ mm}$$

$$a = m \cdot \frac{q + z_2}{2} = 8 \cdot \frac{10 + 50}{2} = 240 \text{ mm}$$

9.2. Feladat:

A hengeres csigahajtás adatai a következők: a szilárdságilag szükséges tengelytávolság $a_w = 250$ mm, az áttétel $i = 20$, a csiga bekezdéseinek száma $z_1 = 2$, az átmérőhányados $q = 9,5$, modul $m = 10$ mm, $h^* = 1$, $c^* = 0.2$. Számítsa ki a csigahajtás főbb méreteit!

Megoldás:

$$z_1 = 2 \quad z_2 = i \cdot z_1 = 20 \cdot 2 = 40$$

$$a = m \cdot \frac{q + z_2}{2} = 10 \cdot \frac{9,5 + 40}{2} = 247,5 \text{ mm}$$

$$a_w - a = x_2 \cdot m \rightarrow x_2 = \frac{250 - 247,5}{10} = 0,25$$

$$d_1 = m \cdot q = 10 \cdot 9,5 = 95 \text{ mm} \quad d_2 = m \cdot z_2 = 10 \cdot 40 = 400 \text{ mm}$$

$$d_{a1} = m \cdot (q + 2) = 10 \cdot 11,5 = 115 \text{ mm} \quad d_{a2} = m \cdot (z_2 + 2 \cdot x_2 + 2 \cdot h_a^*) = 10 \cdot 42,5 = 425 \text{ mm}$$

$$d_{f1} = m \cdot (q - 2 - 2 \cdot c^*) = 10 \cdot 7,1 = 71 \text{ mm}$$

$$d_{f2} = m \cdot (z_2 - 2 \cdot h_a^* - 2 \cdot c^* + 2 \cdot x_2) = 10 \cdot 38,1 = 381 \text{ mm}$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{z_1}{q} = \frac{2}{9,5} \rightarrow \gamma = 11,9^\circ$$

$$b_2 \approx 0,45 \cdot (q + 6) \cdot m = 69,75 \text{ mm}$$

9.3. Feladat:

Számítsa ki a csigahajtás hatásfokát, ha $z_1 = 2$, $q = 10$, $\mu' = 0.05$

Megoldás:

$$\rho = \arctan \mu = \arctan 0,05 = 2,86^\circ$$

$$\tan \gamma = \frac{z_1}{q} = \frac{2}{10} \rightarrow \gamma = 11,31^\circ$$

$$\eta_1 = \frac{\tan \gamma}{\tan(\gamma + \rho)} = \frac{\tan 11,31^\circ}{\tan(11,31^\circ + 2,86^\circ)} = 0,792 \approx 79\%$$

10. DÖRZSHAJTÁS**10.1. Feladat:**

Dörzshajtást tervezünk a következő jellemzőkkel:

$P = 20 \text{ kW}$	$n_1 = 2900 \text{ 1/perc}$
$\mu_o = 0,15$	$i = 4$
$d_2 = 600 \text{ mm}$	$v = 1,5 \text{ a csúszási biztonsági tényező!}$

Számítsa ki a biztonságos működéshez szükséges összenyomó erőt!

Megoldás:

$$n_1 = \frac{2900}{60} = 48,33 \frac{1}{s}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n_1 = 2 \cdot \pi \cdot 48,33 = 303,68 \frac{1}{s}$$

$$T = \frac{P}{\omega} = \frac{20000}{303,68} = 65,86 \text{ Nm}$$

$$i = \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow d_1 = \frac{d_2}{i} = \frac{600}{4} = 150 \text{ mm}$$

$$F_k = \frac{T_1}{r_1} = \frac{65,86}{0,075} = 878,15 \text{ N}$$

$$F_N = \frac{v \cdot F_k}{\mu_o} = \frac{1,5 \cdot 878,15}{0,15} = 8781,5 \text{ N}$$