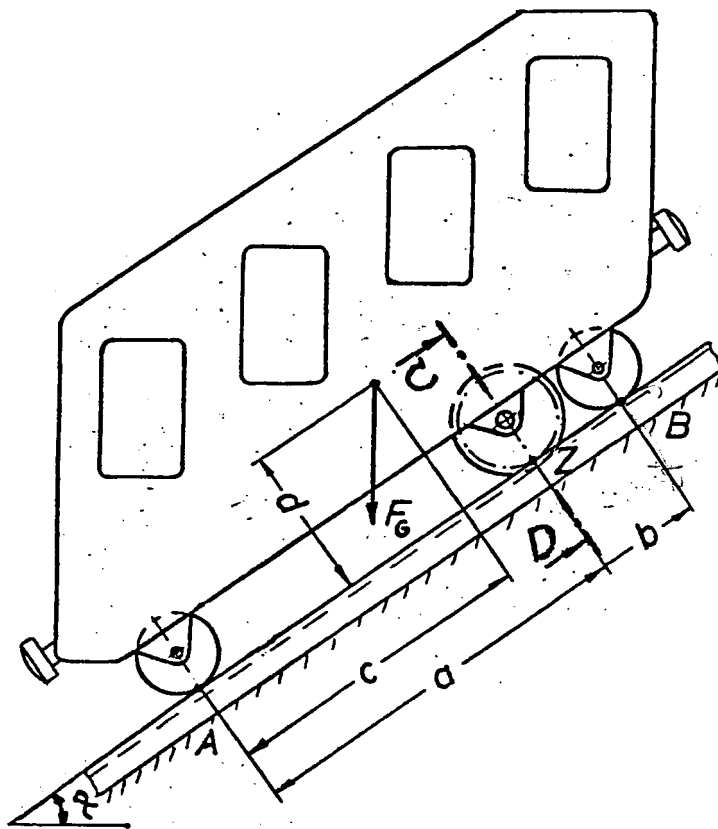


HP 1982/83-1: Zahnradbahn

HP 1982/83-1: Zahnradbahn

Eine Zahnradbahn fährt unter dem Neigungswinkel α nach oben.



$$F_G = 150 \text{ kN}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

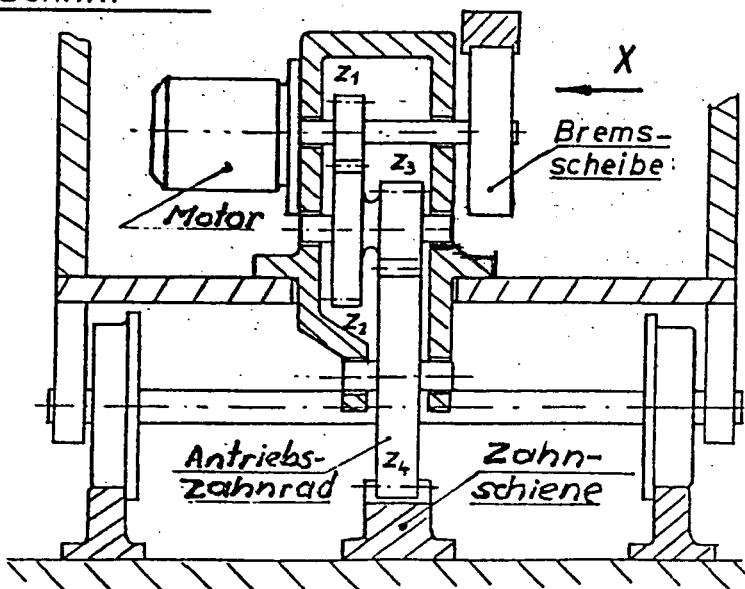
$$a = 4000 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$c = 3000 \text{ mm}$$

$$d = 1500 \text{ mm}$$

Schnitt c-D



Der Antrieb erfolgt durch einen Elektromotor über ein Getriebe zur Zahnschiene.

Zähnezahlen:

$$z_1 = 28$$

$$z_2 = 89$$

$$z_3 = 34$$

$$z_4 = 135$$

Teilkreisdurchmesser:

$$d_1 = 112 \text{ mm}$$

$$d_2 = 356 \text{ mm}$$

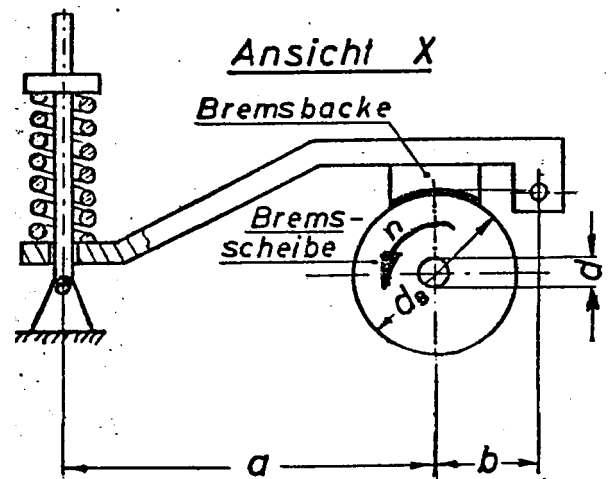
$$d_3 = 136 \text{ mm}$$

$$d_4 = 540 \text{ mm}$$

$$n_{\text{Motor}} = 1400 \text{ min}^{-1}$$

HP 1982/83-1: Zahnradbahn

Teilaufgaben:		Punkte
1	Bestimmen Sie zeichnerisch oder rechnerisch die Radkräfte F_A und F_B und die Zahnkraft F_Z des Antriebzahnrades. Die Rollreibung ist zu vernachlässigen.	6,0
2	Die Radachsen sollen aus S275 gefertigt werden. Die maximale Radlast wird mit 40 kN angenommen. Bestimmen Sie den Achsdurchmesser, wenn bei reiner Scherbeanspruchung 8-fache Sicherheit gegen Bruch vorliegen soll.	3,5
3	Bestimmen Sie die notwendige Antriebsleistung des Motors, wenn eine Zahnkraft $F_Z = 80$ kN aufgebracht werden muss. Der Getriebewirkungsgrad ist $\eta = 0,8$.	5,0
4	<p>Bremseinrichtung Mit einer Federbackenbremse muss bei der Abwärtsfahrt ein Bremsmoment von 1900 Nm aufgebracht werden. Durch die Feder mit der Federkraft F wird der Bremsbacken gegen die Brems Scheibe gedrückt.</p> <p>a = 850 mm b = 250 mm d_B = 420 mm</p> <p>Bestimmen Sie den Durchmesser d der Bremswelle, wenn die zulässige Torsionsspannung 80 N/mm² nicht überschreiten darf.</p>	4,0
5	Die Reibzahl des Bremsbelages beträgt $\mu = 0,5$. Bestimmen Sie die notwendige Federkraft F_F , wenn die Bremse eine Sicherheit von 1,5 haben soll.	4,0
Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.		$\Sigma = 22,5$



HP 1982/83-1: Zahnradbahn

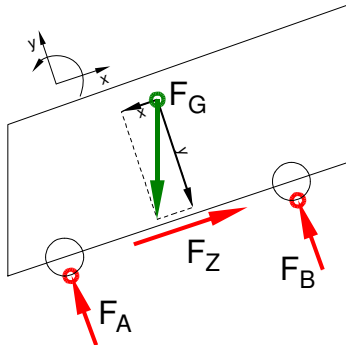
Lösungsvorschläge

Teilaufgaben:

Punkte

1 LS Zahnradbahn

6,0



1.1 Rechnerische Lösung

$$\Sigma M_A = 0 = +F_{Gx} \cdot d - F_{Gy} \cdot c + F_B \cdot (a+b) \Rightarrow$$

$$F_B = \frac{F_G \cdot -\sin \alpha \cdot d + \cos \alpha \cdot c}{a+b} = 150 \text{ kN} \cdot \frac{-\sin 30^\circ \cdot 1500 \text{ mm} + \cos 30^\circ \cdot 3000 \text{ mm}}{4000 \text{ mm} + 1000 \text{ mm}} = 55,4 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_x = 0 = -F_{Gx} + F_Z \Rightarrow$$

$$F_Z = F_G \cdot \sin \alpha = 150 \text{ kN} \cdot \sin 30^\circ = 75 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_y = 0 = F_A - F_{Gy} + F_B \Rightarrow$$

$$F_A = F_G \cdot \cos \alpha - F_B = 150 \text{ kN} \cdot \cos 30^\circ - 55,4 \text{ kN} = 74,5 \text{ kN}$$

2 Erforderlicher Durchmesser gegen Abscheren:

3,5

$\tau_{aB} = 340 \text{ N/mm}^2$ (S275 \rightarrow Tabellenbuch Metall, Europa Verlag, 44. Auflage, S.44)

$$\frac{\tau_{aB}}{\sqrt{v}} = \tau_{azul} > \tau_a = \frac{F}{2 \cdot S} \rightarrow$$

$$\tau_{azul} = \frac{\tau_{aB}}{\sqrt{v}} = \frac{340 \text{ N/mm}^2}{8} = 42,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_{erf} = \frac{F}{\tau_{azul}} = \frac{40 \text{ kN}}{42,5 \text{ N/mm}^2} = 941,2 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \rightarrow d_{erf} = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 941,2 \text{ mm}^2}{\pi}} = 34,6 \text{ mm}$$

Gewählt wird $d = 40 \text{ mm}$

Scherfestigkeit (Bolzen \emptyset)

3

$$i = \frac{z_2 \cdot z_4}{z_1 \cdot z_3} = \frac{89 \cdot 135}{28 \cdot 34} = 12,62$$

$$i = \frac{n_{ab}}{n_{zu}} \Rightarrow n_{ab} = \frac{n_{zu}}{i} = \frac{1420 \text{ min}^{-1}}{12,62} = 112,5 \text{ min}^{-1} = 1,875 \text{ s}^{-1}$$

$$v = \pi \cdot n_{ab} \cdot d_4 = \pi \cdot 1,875 \text{ s}^{-1} \cdot 540 \text{ mm} = 3,181 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$P_{ab} = F \cdot v = 80 \text{ kN} \cdot 3,181 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 254,4 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} \Rightarrow P_M = \frac{P_{ab}}{\eta} = \frac{254,4 \text{ kW}}{0,8} = 318 \text{ kW}$$

5,0

HP 1982/83-1: Zahnradbahn

4 $\frac{\tau_{tF}}{V} = \tau_{tzul} > \tau_t = \frac{M_A}{W_p} \Rightarrow$ 4,0

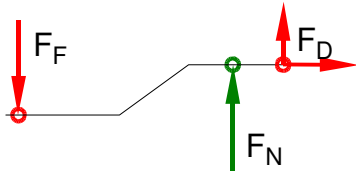
$$W_{perf} = \frac{M_t}{\tau_{tzul}} = \frac{1900 \text{ Nm}}{80 \text{ N/mm}^2} = 23,75 \text{ cm}^3$$

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \Rightarrow d_{erf} = \sqrt[3]{\frac{W_p \cdot 16}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{23750 \text{ mm}^3 \cdot 16}{\pi}} = 49,5 \text{ mm}$$

Gewählt: $d = 50 \text{ mm}$ aus Normzahlreihe R10

Erforderlicher Durchmesser bei Torsion

5 LS Bremshebel 4,0



$$M_{Br} = 1,5 \cdot 1900 \text{ Nm} = 2850 \text{ Nm}$$

$$M = \frac{F \cdot d}{2} \Rightarrow F_{Br} = \frac{2 \cdot M_{Br}}{d_B} = \frac{2 \cdot 2850 \text{ Nm}}{420 \text{ mm}} = 13,6 \text{ kN}$$

$$F_N = F_{Br} \cdot \mu = 13,6 \text{ kN} \cdot 0,5 = 6,69 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_D = 0 = F_F \cdot (a+b) - F_N \cdot b \Rightarrow$$

$$F_F = F_N \cdot \frac{b}{a+b} = 6,69 \text{ kN} \cdot \frac{250 \text{ mm}}{850 \text{ mm} + 250 \text{ mm}} = 2,0 \text{ kN}$$

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$