

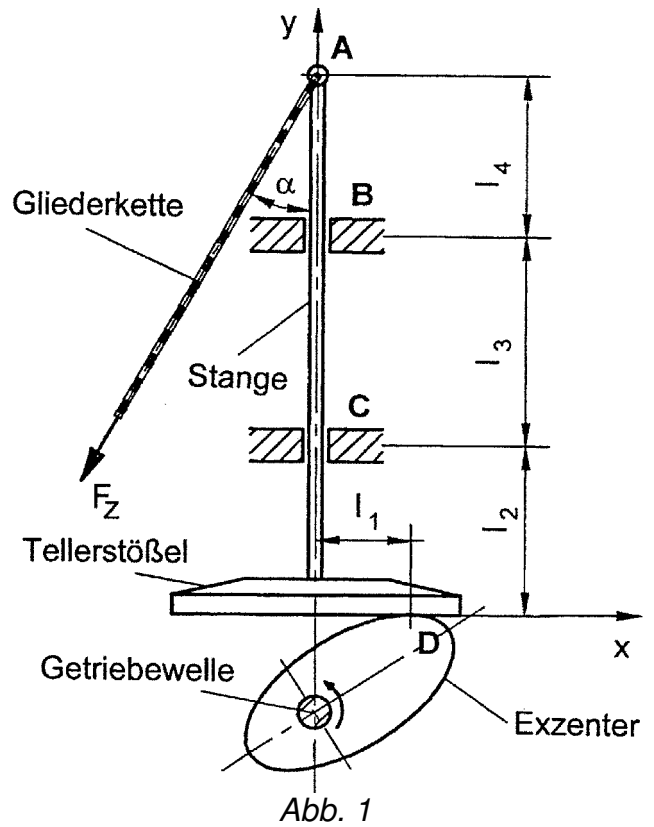
HP 2005/06-2: Exzenterantrieb

HP 2005/06-2: Exzenterantrieb

Der Exzenter wird über eine Welle, die mit einem Getriebe und Motor verbunden ist, angetrieben. Die Kraft wird über Tellerstößel und Stange übertragen, an deren oberen Ende eine Kette befestigt ist. Die Reibung ist zu vernachlässigen.

Daten:

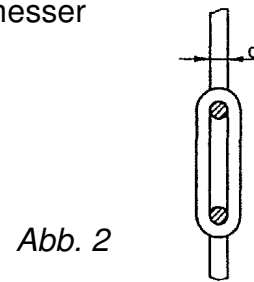
- $l_1 = 300 \text{ mm}$
- $l_2 = 600 \text{ mm}$
- $l_3 = 800 \text{ mm}$
- $l_4 = 600 \text{ mm}$
- $\alpha = 30^\circ$
- $F_z = 17 \text{ kN}$



Teilaufgaben:

Punkte

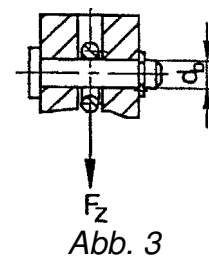
- | | | |
|---|---|-----|
| 1 | Bestimmen Sie für die gezeigte Stellung zeichnerisch die Kraft F_D , die vom Exzenter auf den Stößel ausgeübt wird, sowie die Lagerkräfte F_B und F_C . | 6,0 |
| 2 | Ermitteln Sie für die Kette den erforderlichen Gliederdurchmesser d bei 4-facher Sicherheit gegen bleibende Verformung.
Kettenwerkstoff: S235 | 3,0 |



- | | | |
|---|---|-----|
| 3 | Die Kette wird im Punkt A mit einem Bolzen an der Stange befestigt. | 3,0 |
|---|---|-----|

Bolzenwerkstoff: C45E

Welche Sicherheit v gegen Abscherung ist bei einem Bolzendurchmesser von $d_B = 20 \text{ mm}$ vorhanden?



HP 2005/06-2: Exzenterantrieb

4 Stange mit Tellerstößel

4.1 Bestimmen Sie die Stelle und Größe des maximalen Biegemoments M_{bmax} (Berechnung mit: $F_Z = 17 \text{ kN}$; $F_B = 20,4 \text{ kN}$; $F_C = -11,9 \text{ kN}$; $F_D = 14,7 \text{ kN}$) 4,0

4.2 Für die Stange aus C45E wird ein Rohr mit einem Außendurchmesser von $D = 80 \text{ mm}$ verwendet. Ermitteln Sie bei 3-facher Sicherheit gegen Verformung durch das max. Biegemoment $M_{bmax} = 5,1 \text{ kNm}$ die erforderliche Wandstärke s . 4,0

5 Berechnen Sie die erforderliche Lagerbreite b des Lagers B.
Gegeben: $p_{zul} = 5 \text{ N/mm}^2$; $D = 80 \text{ mm}$; $F_B = 20,4 \text{ kN}$

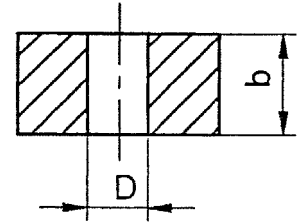


Abb. 4

6 Antriebsmotor und Getriebe

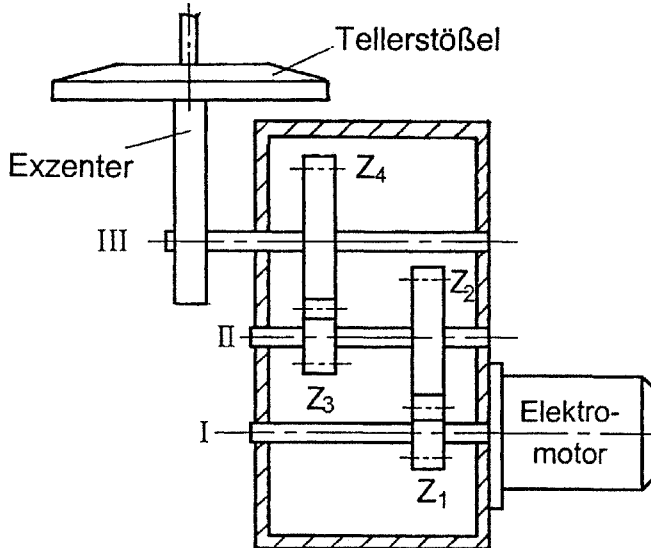


Abb. 5

Daten

$$z_1 = 15; z_2 = 100$$

$$z_3 = 15; z_4 = 100$$

Motor:

$$n_M = 710 \frac{1}{\text{min}}$$

$$P_M = 20 \text{ kW}$$

Exzenter: (s. auch Abb. 1)

Maximalkraft $F_{Dmax} = 20 \text{ kN}$

Wirksamer Hebel $l_1 = 300 \text{ mm}$

6.1 Berechnen Sie die Drehzahl der Exzenterantriebswelle 2,0

6.2 Ermitteln Sie, ob die Motorleistung $P_M = 20 \text{ kW}$ ausreicht, wenn vom Exzenter die Maximalkraft F_{Dmax} auf den Teller übertragen werden soll. 3,0

Gesamtwirkungsgrad: $\eta_{ges} = 0,6$

6.3 Berechnen Sie den Wellendurchmesser $d_{welle III}$ gegen Torsionsbeanspruchung für F_{Dmax} und $\tau_{tzul} = 120 \text{ N/mm}^2$ 3,0

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 30,0$

HP 2005/06-2: Exzenterantrieb

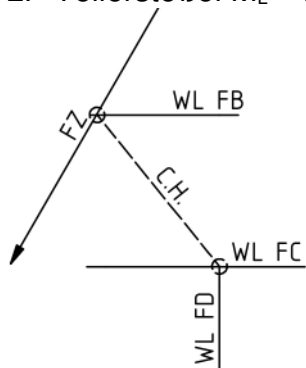
Lösungsvorschlag

Teilaufgaben:

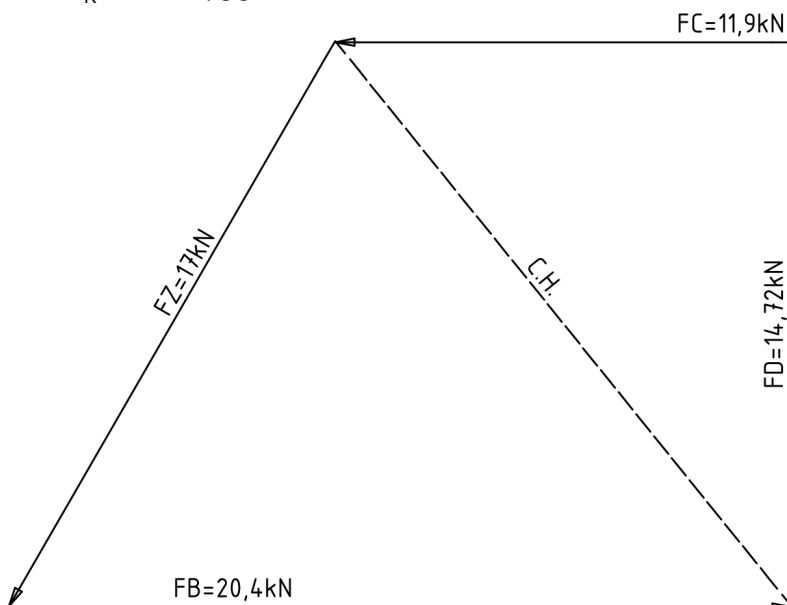
Punkte

1 LP Tellerstößel $M_L = 40:1$

6,0



KP $M_K = 17\text{kN}/85\text{mm}$



Rechnerische Lösung (nicht gefordert)
Drehpunkt im Schnittpunkt von F_B und F_D

$$\Sigma M_{BD} = 0 = F_{Zx} \cdot l_4 + F_{Zy} \cdot l_1 - F_C \cdot l_3 \Rightarrow$$

$$F_C = \frac{F_Z \cdot \sin \alpha \cdot l_4 + F_Z \cdot \cos \alpha \cdot l_1}{l_3}$$

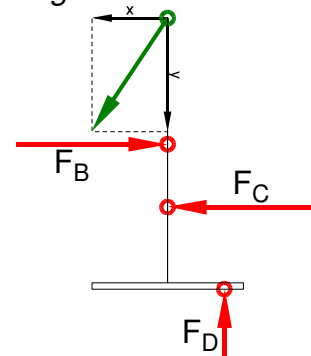
$$= \frac{17\text{ kN} \cdot \sin 30^\circ \cdot 600\text{ mm} + 17\text{ kN} \cdot \cos 30^\circ \cdot 300\text{ mm}}{800\text{ mm}} = 11,9\text{ kN}$$

$$\Sigma F_y = 0 = -F_{Zy} + F_D \Rightarrow F_D = F_Z \cdot \cos \alpha = 17\text{ kN} \cdot \cos 30^\circ = 14,7\text{ kN}$$

$$\Sigma F_x = 0 = -F_{Zx} + F_B - F_C \Rightarrow$$

$$F_B = F_Z \cdot \sin \alpha + F_C = 17\text{ kN} \cdot \sin 30^\circ + 11,9\text{ kN} = 20,4\text{ kN}$$

Lageskizze Stößel



HP 2005/06-2: Exzenterantrieb

- 2 Hinweis: Rundstahlketten werden mit dem doppelten Querschnitt des Rundstahles auf Zug berechnet. Die Erfahrung zeigt, dass dann auch die Übergänge zwischen den Kettengliedern halten. 3,0

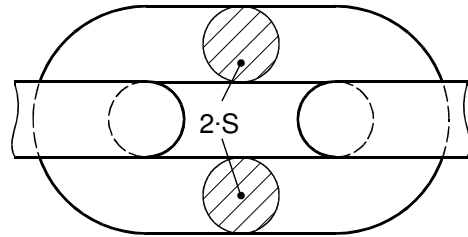
$$\frac{R_e}{v} = \sigma_{zzul} > \sigma_z = \frac{F_K}{2 \cdot S} \Rightarrow$$

$$\sigma_{zzul} = \frac{R_e}{v} = \frac{235 \text{ N/mm}^2}{4} = 58,75 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_{erf} = \frac{F_K}{2 \cdot \sigma_{zzul}} = \frac{17 \text{ kN}}{2 \cdot 58,75 \text{ N/mm}^2} = 144,7 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \Rightarrow$$

$$d_{erf} = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 144,7 \text{ mm}^2}{\pi}} = 13,6 \text{ mm}$$



Gewählt: $d = 14 \text{ mm}$ (der nächstgrößere verfügbare Durchmesser für Rundstahl laut TabB)

Zugfestigkeit (Rundgliederkette)

- 3 $\tau_{aB} = 490 \text{ N/mm}^2$ (C45E → Tabellenbuch Metall, Europa Verlag, 41. Auflage, S.40) 3,0

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 20^2 \text{ mm}^2}{4} = 314,2 \text{ mm}^2$$

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

$$\tau_a = \frac{F_A}{2 \cdot S} = \frac{17 \text{ kN}}{2 \cdot 314,2 \text{ mm}^2} = 27,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$v = \frac{\tau_{aB}}{\tau_a} = \frac{490 \text{ N/mm}^2}{27,1 \text{ N/mm}^2} = 18,1$$

Scherfestigkeit (Bolzen Sicherheitszahl)

4

- 4.1 Da nur Punktlasten vorliegen, kann das maximale Biegemoment M_{bmax} nur an einem inneren Kräfteinleitungspunkt liegen, also bei B oder C. 4,0

$$M_{bB(\text{oben})} = l_4 \cdot F_Z \cdot \sin \alpha = 600 \text{ mm} \cdot 17 \text{ kN} \cdot \sin 30^\circ = 5,1 \text{ kNm}$$

$$M_{bC(\text{unten})} = l_1 \cdot F_D = 300 \text{ mm} \cdot 14,7 \text{ kN} = 4,41 \text{ kNm}$$

$M_{bmax} = 5,1 \text{ kNm}$, weil es der größere der beiden Beträge ist.

Biegemoment ermitteln

- 4.2 $\sigma_{bF} = 700 \text{ N/mm}^2$ (C45E → Tabellenbuch Metall, Europa, 44. Auflage, S.44) aus 4,0

$$\sigma_{bF} = \sigma_{bzul} > \sigma_b = \frac{M_{bmax}}{W} \Rightarrow$$

$$W_{erf} = \frac{v \cdot M_{bmax}}{\sigma_{bF}} = \frac{3 \cdot 5,1 \text{ kNm}}{700 \text{ N/mm}^2} = 21,9 \text{ cm}^3$$

$$W = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{32 D} \Rightarrow$$

$$d_{erf} = \sqrt[4]{D^4 - \frac{32 \cdot W \cdot D}{\pi}} = \sqrt[4]{80^4 \text{ mm}^4 - \frac{32 \cdot 21857 \text{ mm}^3 \cdot 80 \text{ mm}}{\pi}} = 69,4 \text{ mm}$$

$$s_{erf} = \frac{D - d}{2} = \frac{80 \text{ mm} - 69,4 \text{ mm}}{2} = 5,32 \text{ mm}$$

HP 2005/06-2: Exzenterantrieb

$$5 \quad p_{zul} = \frac{F}{A} \Rightarrow A_{erf} = \frac{F_B}{p_{zul}} = \frac{20,4 \text{ kN}}{5 \text{ N/mm}^2} = 4080 \text{ mm}^2 \quad 2,0$$

$$A = D \cdot b \Rightarrow b = \frac{A}{D} = \frac{4080 \text{ mm}^2}{80 \text{ mm}} = 51 \text{ mm}$$

6

$$6.1 \quad i = \frac{z_2 \cdot z_4}{z_1 \cdot z_3} = \frac{100 \cdot 100}{15 \cdot 15} = 44,4 \quad 2,0$$

$$i = \frac{n_{zu}}{n_{ab}} \Rightarrow n_{III} = \frac{n_I}{i} = \frac{710 \text{ min}^{-1}}{44,4} = 16,0 \text{ min}^{-1} = 2,66 \text{ s}^{-1}$$

$$6.2 \quad M_{III} = F_{Dmax} \cdot l_1 = 20 \text{ kN} \cdot 300 \text{ mm} = 6 \text{ kNm} \quad 3,0$$

$$i \cdot \eta = \frac{M_{ab}}{M_{zu}} \Rightarrow M_{Merf} = \frac{M_{III}}{i \cdot \eta_{ges}} = \frac{6 \text{ kNm}}{44,4 \cdot 0,6} = 225 \text{ Nm}$$

$$P_{Merf} = 2\pi \cdot M_{Merf} \cdot n_M = 2\pi \cdot 225 \text{ Nm} \cdot 710 \text{ min}^{-1} = 16,7 \text{ kW}$$

$$P_{Mvorh} > P_{Merf} = 16,7 \text{ kW} \rightarrow \text{reicht aus}$$

$$6.3 \quad \frac{\tau_{tF}}{V} = \tau_{tzul} > \tau_t = \frac{M_t}{W_p} \Rightarrow \quad 3,0$$

$$W_{perf} = \frac{M_{III}}{\tau_{tzul}} = \frac{6 \text{ kNm}}{120 \text{ N/mm}^2} = 50 \text{ cm}^3$$

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \Rightarrow d_{WIIIerf} = \sqrt[3]{\frac{W_{perf} \cdot 16}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{50 \text{ mm}^3 \cdot 16}{\pi}} = 63,4 \text{ mm}$$

Gewählt: $d_{WIII} = 80 \text{ mm}$ aus Normzahlreihe R10

Erforderlicher Durchmesser bei Torsion

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 30,0$