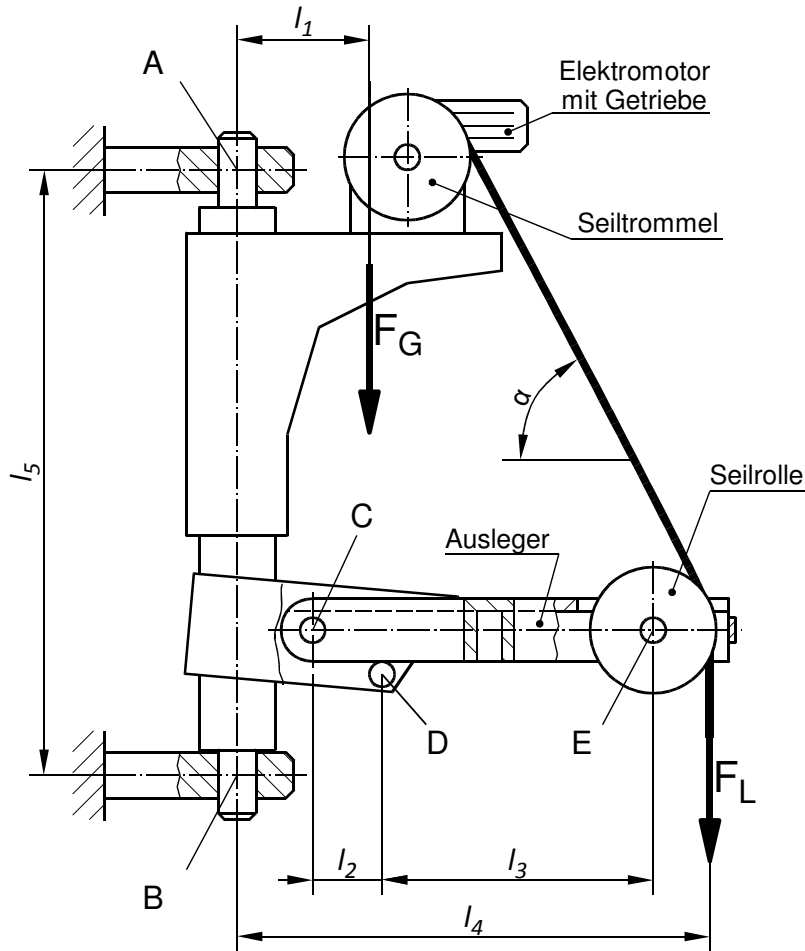


HP 2010/11-2: Fenster- und Fassadenkran

HP 2010/11-2: Fenster- und Fassadenkran

Der Fenster- und Fassadenkran lässt sich in Einzelteile zerlegen und in kurzer Zeit betriebsbereit aufbauen.



Daten:

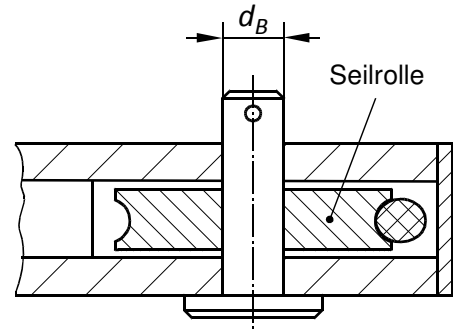
l_1	=	270 mm	Gewichtskraft: F_G	=	500 N
l_2	=	120 mm	Last: F_L	=	2500 N
l_3	=	550 mm	α	=	50 °
l_4	=	840 mm			
l_5	=	1000 mm			

Teilaufgaben:

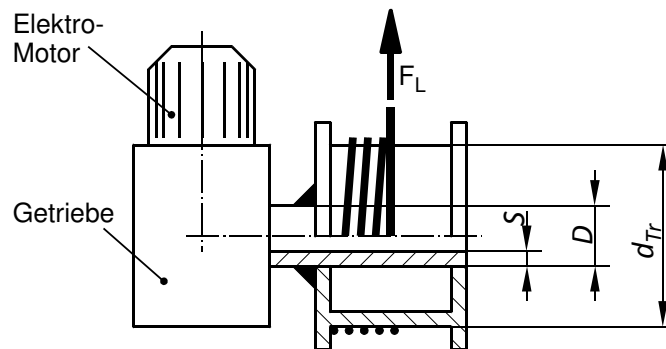
	Punkte
1 Bestimmen Sie die Lagerkräfte F_A und F_B bei angehängter Last.	4,0
2 Der Ausleger liegt beim Heben der Last im Punkt D auf.	
2.1 Bestimmen Sie zeichnerisch die Lagerkräfte F_E und F_D .	5,0
2.2 Bestimmen Sie das maximale Biegemoment im Ausleger.	3,0
2.3 Der Ausleger besteht aus einem U- Profil DIN 1026 - U100 - S235JO. Überprüfen Sie, ob im Ausleger eine Sicherheit von $v = 8$ vorhanden ist.	3,0

HP 2010/11-2: Fenster- und Fassadenkran

- 3 Die Seilrollenkraft im Punkt E beträgt $F_E = 1,7 \text{ kN}$. Berechnen Sie den erforderlichen Bolzendurchmesser d_B bei einer Sicherheit von $v = 10$ gegen Abscheren. Bolzenwerkstoff: E295 3,0



- 4 Das Zugseil besteht aus Einzeldrähten mit dem Durchmesser $d_D = 0,5 \text{ mm}$ und einer Zugfestigkeit von $R_m = 1570 \text{ N/mm}^2$. Berechnen Sie die erforderliche Anzahl von Einzeldrähten bei einer Sicherheit von $v = 8$ gegen Bruch. 3,0
- 5 Die Seiltrommel des Krans wird von einem Elektromotor über ein Getriebe angetrieben.



Daten:

Motorleistung	$P_M = 1,1 \text{ kW}$
Motordrehzahl:	$n_M = 710 \text{ U/min-1}$
Hubgeschwindigkeit:	$v_{\text{Hub}} = 16 \text{ m/min}$
Seiltrommeldurchmesser:	$d_{\text{Tr}} = 600 \text{ mm}$
Außendurchmesser:	$D = 35 \text{ mm}$
Getriebewirkungsgrad:	$\eta_G = 0,7$
Werkstoff der Hohlwelle:	46Cr2

- 5.1 Berechnen Sie das erforderliche Übersetzungsverhältnis des Getriebes. 2,0
- 5.2 Überprüfen Sie, ob bei der angegebenen Hubgeschwindigkeit die Last angehoben werden kann. 3,0
- 5.3 Die Seiltrommelwelle soll als Hohlwelle ausgeführt werden. Berechnen Sie die erforderliche Wandstärke s bei einer 4-fachen Sicherheit gegen Verdrehung. 4,0

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar. $\Sigma=30,0$

Lösungsvorschläge

1 Rechnerische Lösung

$$\Sigma M_B = 0 = F_A \cdot l_5 - F_G \cdot l_1 - F_L \cdot l_4 \Rightarrow$$

$$F_A = \frac{F_G \cdot l_1 + F_L \cdot l_4}{l_5} = \frac{500 \text{ N} \cdot 270 \text{ mm} + 2500 \text{ N} \cdot 840 \text{ mm}}{1000 \text{ mm}} = 2235 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = 0 = -F_A + F_{Bx} \Rightarrow F_{Bx} = F_A = 2235 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0 = F_{By} - F_G - F_L \Rightarrow$$

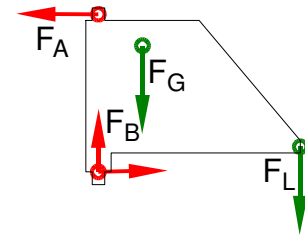
$$F_{By} = F_G + F_L = 500 \text{ N} + 2500 \text{ N} = 3000 \text{ N}$$

$$F_B = \sqrt{F_{Bx}^2 + F_{By}^2} = \sqrt{(2235 \text{ N})^2 + (3000 \text{ N})^2} = 3741 \text{ N}$$

$$\alpha_B = \arctan \frac{F_{By}}{F_{Bx}} = \arctan \frac{3000 \text{ N}}{2235 \text{ N}} = 53,3^\circ$$

$\alpha_B = 53,3^\circ$ nach rechts oben gegen die x-Achse

Statik (rechnerisch oder zeichnerisch)



LS Kran

4,0

2

2.1 Rechnerische Lösung (nicht gefragt)

$$\Sigma M_C = 0 = F_D \cdot l_2 + (F_{Loy} - F_{Lu}) \cdot (l_2 + l_3)$$

$$= F_D \cdot l_2 + F_L \cdot (\sin \alpha - 1) \cdot (l_2 + l_3) \Rightarrow$$

$$F_D = F_L \cdot \frac{(1 - \sin \alpha) \cdot (l_2 + l_3)}{l_2}$$

$$= 2500 \text{ N} \cdot \frac{(1 - \sin 50^\circ) \cdot (120 + 550) \text{ mm}}{120 \text{ mm}} = 3266 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_x = 0 = F_{Cx} - F_{Lox} = F_{Cx} - F_L \cdot \cos \alpha \Rightarrow F_{Cx} = F_L \cdot \cos \alpha = 2500 \text{ N} \cdot \cos 50^\circ = 1607,0 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0 = F_{Cy} + F_D - F_{Lu} + F_{Loy} = F_{Cy} + F_D - F_L + F_L \cdot \sin \alpha \Rightarrow$$

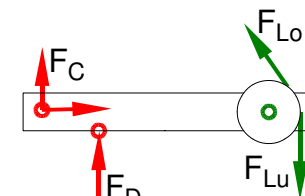
$$F_{Cy} = -F_D + F_L \cdot (1 - \sin \alpha) = -3266 \text{ N} + 2500 \text{ N} \cdot (1 - \sin 50^\circ) = -2681,1 \text{ N}$$

$$F_C = \sqrt{F_{Cx}^2 + F_{Cy}^2} = \sqrt{(1607,0 \text{ N})^2 + (-2681,1 \text{ N})^2} = 3125 \text{ N}$$

$$\alpha_C = \arctan \frac{F_{Cy}}{F_{Cx}} = \arctan \frac{-2681,1 \text{ N}}{1607,0 \text{ N}} = -59,1^\circ$$

$\alpha_C = 59,1^\circ$ nach rechts unten gegen die x-Achse bzw.

$\alpha_C = 300,9^\circ$ gegen die positive x-Achse



LS Ausleger

5,0

Hinweis: Wenn man eine Kraft parallel verschiebt, entsteht ein zusätzliches Drehmoment. Bei der Rollen heben sich die Drehmomente auf, wenn man zwei Seilkräfte in den Mittelpunkt der Rolle verschiebt. Deshalb kann man hier den Durchmesser der Rolle vernachlässigen, aber nicht in Aufgabe 1.

Statik grafisch

2.2 Das max. Biegemoment kann nur bei D liegen, da es der einzige innere Kräfteeinleitungspunkt ist. Es genügt eine der beiden folgenden Rechnungen:

3,0

$$M_{bD \text{ von links}} = |F_C \cdot l_2| = 2681,1 \text{ N} \cdot 120 \text{ mm} = 322 \text{ Nm}$$

$$M_{bD \text{ von rechts}} = |(-F_L + F_L \cdot \sin \alpha) \cdot l_3| = 2500 \text{ N} \cdot (1 - \sin 50^\circ) \cdot 550 \text{ mm} = 322 \text{ Nm}$$

Biegemoment ermitteln

2.3 $W_y = 8,49 \text{ cm}^3$ (DIN 1026 – U100 → TabB „DIN 1026“)

3,0

$\sigma_{bF} = 330 \text{ N/mm}^2$ (S235 → Tabellenbuch Metall, Europa, 44. Auflage, S.44)

HP 2010/11-2: Fenster- und Fassadenkran

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

$$\sigma_b = \frac{M_{bmax}}{W} = \frac{322 Nm}{8,49 cm^3} = 37,9 \frac{N}{mm^2}$$

$$v = \frac{\sigma_{bF}}{\sigma_b} = \frac{330 N/mm^2}{37,9 N/mm^2} = 8,7$$

ist größer als die geforderte Sicherheitszahl 8, also ausreichend
Sicherheitszahl gegen Biegung (!)

3 $\tau_{aB} = 390 N/mm^2$ (E295 → Tabellenbuch Metall, Europa Verlag, 44. Auflage, S.44) 3,0

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

$$\tau_{azul} = \frac{\tau_{aB}}{v} = \frac{390 N/mm^2}{10} = 39 \frac{N}{mm^2}$$

$$S = \frac{F_E \cdot v}{2 \cdot \tau_{aB}} = \frac{1,7 kN \cdot 10}{2 \cdot 390 N/mm^2} = 21,8 mm^2$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 21,8 mm^2}{\pi}} = 5,3 mm$$

gewählt: $d = 6 mm$ (der nächstgrößere lieferbare Bolzendurchmesser → TabB)
BolzenØ

4 3,0

$$S_{Draht} = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} = \frac{\pi \cdot (0,5 mm)^2}{4} = 0,196 mm^2$$

$$\frac{\sigma_{zlim}}{v} = \sigma_{zzul} > \sigma_z = \frac{F}{S} \Rightarrow$$

$$\sigma_{zzul} = \frac{R_m}{v} = \frac{1570 N/mm^2}{8} = 196,25 \frac{N}{mm^2}$$

$$S_{erf} = \frac{F_L}{\sigma_{zzul}} = \frac{2500 N}{196,25 N/mm^2} = 12,7 mm^2$$

$$n_{erf} = \frac{S_{erf}}{S_{Draht}} = \frac{12,7 mm^2}{0,196 mm^2} = 64,9 \approx 65$$

Drahtseil

5
5.1 Für die Hubgeschwindigkeit erforderlich: 2,0

$$v = \pi \cdot n \cdot d \Rightarrow n_{ab} = \frac{v}{\pi \cdot d_{Tr}} = \frac{16 m/min}{\pi \cdot 600 mm} = 8,49 min^{-1}$$

$$i_{erf} = \frac{n_{zu}}{n_{ab}} = \frac{710 min^{-1}}{8,49 min^{-1}} = 83,6$$

Für die Last erforderlich:

$$P = 2 \pi \cdot M \cdot n \Rightarrow M_M = \frac{P_M}{2 \pi \cdot n_M} = \frac{1,1 kW}{2 \pi \cdot 710 min^{-1}} = 14,8 Nm$$

$$M_L = F_L \cdot \frac{d_{Tr}}{2} = 2500 N \cdot \frac{600 mm}{2} = 750 Nm$$

$$i_{ges} \cdot \eta_{ges} = \frac{M_{ab}}{M_{zu}} \Rightarrow i = \frac{M_L}{M_M \cdot \eta_{ges}} = \frac{750 Nm}{14,8 Nm \cdot 0,7} = 72,4$$

Gewählt: $i \approx 83,6$. Diese Übersetzung erreicht die Hubgeschwindigkeit und kann größere Lasten heben als $i = 72,4$.
Übersetzungsverhältnis

HP 2010/11-2: Fenster- und Fassadenkran

- 5.2 Ja, die Last kann angehoben werden, denn die Übersetzung ist größer als erforderlich und größere Übersetzungen erzeugen mehr Drehmoment (Rechnung siehe vorige Aufgabe). Es sind weitere Lösungen möglich, bei denen das Angebot und der Bedarf von Leistung oder Drehmoment verglichen wird. 3,0
- 5.3 Die Welle wird auf das größtmögliche Drehmoment ausgelegt, das mit der in 5.1 gewählten Übersetzung erreichbar ist. 4,0

$\tau_{tF} = 455 \text{ N/mm}^2$ (46Cr2 → Tabellenbuch Metall, Europa, 44. Auflage, S.44)

$$i \cdot \eta = \frac{M_{ab}}{M_{zu}} \Rightarrow M_{abmax} = M_M \cdot i \cdot \eta = 14,8 \text{ Nm} \cdot 83,6 \cdot 0,7 = 866 \text{ Nm}$$

$$\frac{\tau_{tF}}{v} = \tau_{tzul} > \tau_t = \frac{M_t}{W_p} \Rightarrow$$

$$\tau_{tzul} = \frac{\tau_{tF}}{v} = \frac{455 \text{ N/mm}^2}{4} = 113,75 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$W_{perf} = \frac{M_t}{\tau_{tzul}} = \frac{866 \text{ Nm}}{113,75 \text{ N/mm}^2} = 7,61 \text{ cm}^3$$

$$W = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{16D} \Rightarrow d = \sqrt[4]{D^4 - \frac{16D \cdot W}{\pi}} = \sqrt[4]{(35 \text{ mm})^4 - \frac{16 \cdot 35 \text{ mm} \cdot 7,613 \text{ cm}^3}{\pi}} = 19,4 \text{ mm}$$

$$s = \frac{D - d}{2} = \frac{35 \text{ mm} - 19,4 \text{ mm}}{2} = 7,8 \text{ mm}$$