

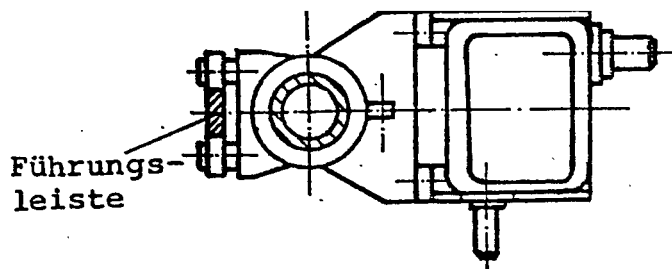
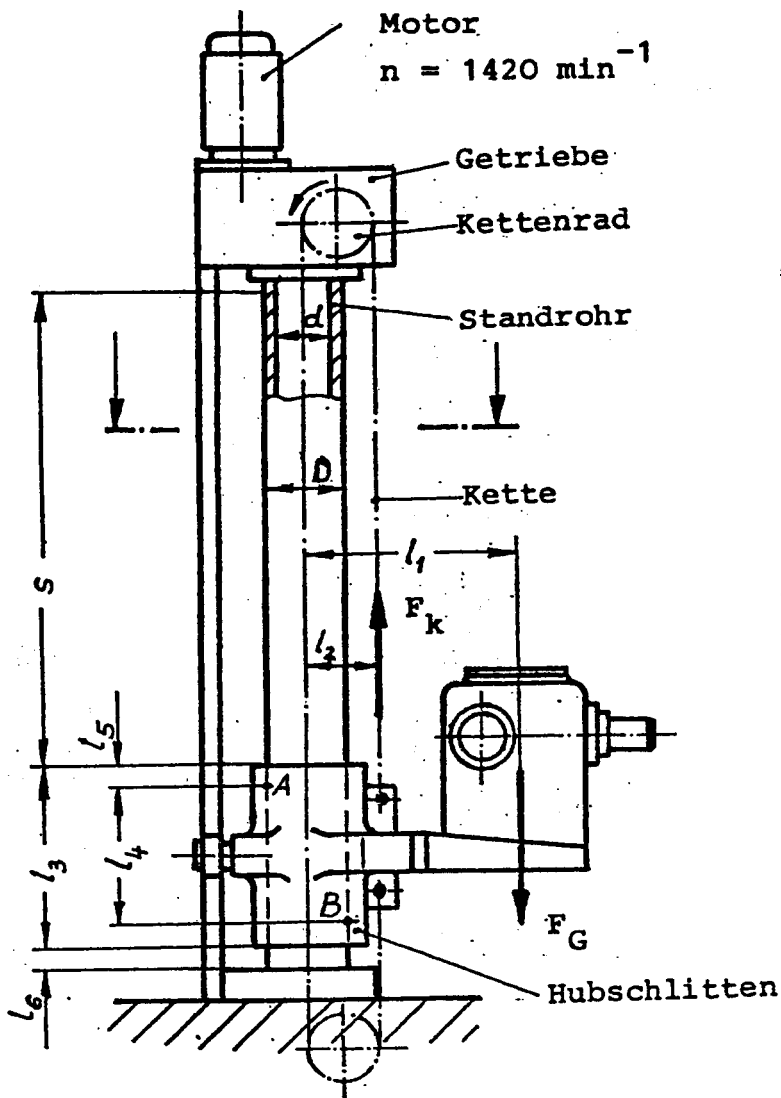


tgt HP 1983/84-1: Hebestation

In einer Montagestraße werden Getriebe mit der Gewichtskraft $F_G = 800 \text{ N}$ in 1,1 Sekunden um $s = 800 \text{ mm}$ angehoben. Der Hubschlitten wird durch eine Kette bewegt, die über ein Getriebe und einen Motor angetrieben wird.

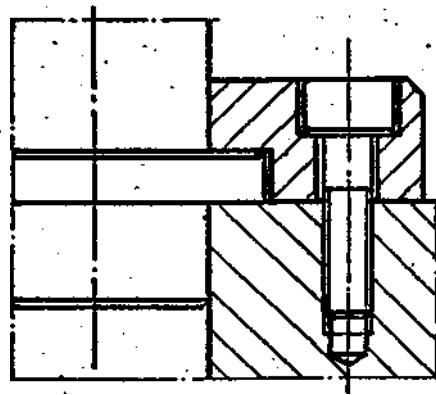
Abmessungen

l_1	=	280 mm
l_2	=	60 mm
l_3	=	300 mm
l_4	=	240 mm
l_5	=	50 mm
l_6	=	35 mm
D	=	50 mm
d	=	42 mm
s	=	800 mm (Hubhöhe).





Teilaufgaben:		Punkte
Für gleichförmige Aufwärtsbewegung des Hubschlittens sind zu bestimmen:		
1	Zeichnerisch oder rechnerisch die Normalkräfte F_{NA} und F_{NB} , sowie die Kettenkraft F_K , wenn die Reibung zwischen Standrohr und Hubschlitten mit $\mu = 0,1$ berücksichtigt wird.	5,0
2	Ein allgemeiner Baustahl für das Standrohr, wenn bei 5 – facher Sicherheit gegen bleibende Verformung ein Biegemoment von 248 Nm wirkt.	4,5
3	Die Antriebsleistung des Motors bei einem Gesamtwirkungsgrad $\eta = 0,7$ und der Kettenkraft $F_K = 940$ N.	2,0
4	Die Mindestzahl der Getriebestufen, wenn eine Einzelübersetzung nicht größer als 5:1 sein soll.	3,5
5	Das Standrohr wird mit Zylinderschrauben M12 x 60 DIN EN ISO 4762 auf die Grundplatte gespannt. Durch die Vorspannkraft werden 70% der Streckgrenze des Schraubenwerkstoffes ausgenutzt. Dabei tritt im Spannungsquerschnitt der Schraube eine Spannung von 448 N/mm^2 auf. Geben Sie die zu wählende Festigkeitsklasse der Schraube an.	3,5
Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.		$\Sigma = 22,5$



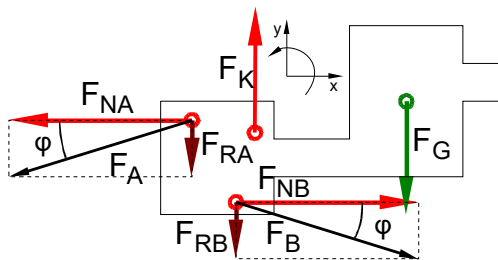


Lösungsvorschläge

Teilaufgaben:

Punkte
7,0

1 LS Hubschlitten



Statik mit Reibung (rechnerisch oder grafisch)

1.1 Gleichungssystem (Für die 5 unbekanntten Kräfte F_K , F_{NA} und F_{NB} , F_{RA} und F_{RB} sind 5 Gleichungen notwendig)

Drehpunkt im Schnittpunkt von F_A und F_K

$$\Sigma M_{AK} = 0 = F_{RA} \cdot \left(l_2 + \frac{D}{2} \right) + F_{RB} \cdot \left(l_2 - \frac{D}{2} \right) - F_G \cdot (l_1 - l_2) + F_{NB} \cdot l_4 \quad (1)$$

$$\Sigma F_x = 0 = -F_{NA} + F_{NB} \quad (2)$$

$$\Sigma F_y = 0 = -F_{RA} - F_{RB} + F_K - F_G \quad (3)$$

$$F_{RA} = F_{NA} \cdot \mu = F_{NA} \cdot 0,1 \quad (4)$$

$$F_{RB} = F_{NB} \cdot \mu = F_{NB} \cdot 0,1 \quad (5)$$

Händische Lösung des Gleichungssystems:

aus (2), (4) und (5)

$$F_N = F_{NA} = F_{NB} \quad (6)$$

$$F_R = F_{RA} = F_{RB} \quad (7)$$

(6), (7) und (4), (5) in (1)

$$\begin{aligned} \Sigma M_{AK} = 0 &= F_R \cdot \left(l_2 + \frac{D}{2} \right) + F_R \cdot \left(l_2 - \frac{D}{2} \right) - F_G \cdot (l_1 - l_2) + F_N \cdot l_4 \\ &= 2 \cdot F_R \cdot l_2 - F_G \cdot (l_1 - l_2) + F_N \cdot l_4 \\ &= 2 \cdot F_N \cdot \mu \cdot l_2 - F_G \cdot (l_1 - l_2) + F_N \cdot l_4 \Rightarrow \end{aligned}$$

$$F_N = F_G \cdot \frac{l_1 - l_2}{2 \cdot \mu \cdot l_2 + l_4} = 800 \text{ N} \cdot \frac{280 \text{ mm} - 60 \text{ mm}}{2 \cdot 0,1 \cdot 60 \text{ mm} + 240 \text{ mm}} = 698,4 \text{ N} = F_{NA} = F_{NB}$$

alles in (3)

$$\Sigma F_y = 0 = -2 \cdot F_R + F_K - F_G = -2 \cdot F_N \cdot \mu + F_K - F_G \Rightarrow$$

$$F_K = 2 \cdot F_N \cdot \mu + F_G = 2 \cdot 698,4 \text{ N} \cdot 0,1 + 800 \text{ N} = 940 \text{ N}$$

1.2 Zeichnerische Lösung

Für die zeichnerische Lösung muss man die Anzahl der unbekanntten Kräfte reduzieren. Dazu fasst man zunächst F_{NA} und F_{RA} zu F_A (analog F_B) zusammen und löst die Aufgabe mit dem 4-Kräfteverfahren. Danach zerlegt man die gefundenen F_A und F_B wieder in F_N und F_R . Der Reibwinkel φ kann zeichnerisch ermittelt werden (1:0,1) oder berechnet:

$$F_R = F_N \cdot \mu \Rightarrow \mu = \frac{F_R}{F_N} = \tan \varphi \Rightarrow \varphi = \arctan \mu = \arctan 0,1 = 5,71^\circ$$



$$2 \quad W = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{32 D} = \frac{\pi \cdot [(50 \text{ mm})^4 - (42 \text{ mm})^4]}{32 \cdot 50 \text{ mm}} = 6,162 \text{ cm}^3 \quad 4,0$$

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

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W} = \frac{248 \text{ Nm}}{6,162 \text{ cm}^3} = 40,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{bF-erf} = \sigma_b \cdot v = 40,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 5 = 201 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

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

Biegung (Werkstoffauswahl)

$$3 \quad v = \frac{s}{t} = \frac{800 \text{ mm}}{1,1 \text{ s}} = 0,727 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad 3,5$$

$$P_{ab} = F_K \cdot s = 940 \text{ N} \cdot 0,727 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 683,6 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} \Rightarrow P_M = \frac{P_{ab}}{\eta} = \frac{683,6 \text{ W}}{0,7} = 977 \text{ W}$$

erf. Leistung bei Längsbewegung

$$4 \quad v = \frac{s}{t} = \frac{800 \text{ mm}}{1,1 \text{ s}} = 0,727 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad 4,0$$

$$v = \pi \cdot n \cdot d \Rightarrow n_{ab} = \frac{v}{\pi \cdot l_2} = \frac{0,727 \text{ m/s}}{\pi \cdot 60 \text{ mm}} = 3,87 \text{ s}^{-1} = 231,5 \text{ min}^{-1}$$

$$i = \frac{n_{zu}}{n_{ab}} = \frac{1420 \text{ min}^{-1}}{231,5 \text{ min}^{-1}} = 6,1$$

Es sind mindestens 2 Getriebestufen erforderlich, wenn die Übersetzung 5:1 nicht überschreiten darf

Übersetzungsverhältnis Drehzahl → Längsbewegung

$$5 \quad \sigma_V = R_e \cdot 70\% \Rightarrow R_{erf} = \frac{\sigma_V}{70\%} = \frac{448 \text{ N/mm}^2}{0,7} = 640 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad 4,0$$

Gewählt: Festigkeitsklasse 8.8 mit $R_e = 640 \text{ N/mm}^2$

Festigkeitsklasse wählen (ungewöhnliche Aufgabenstellung)

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$