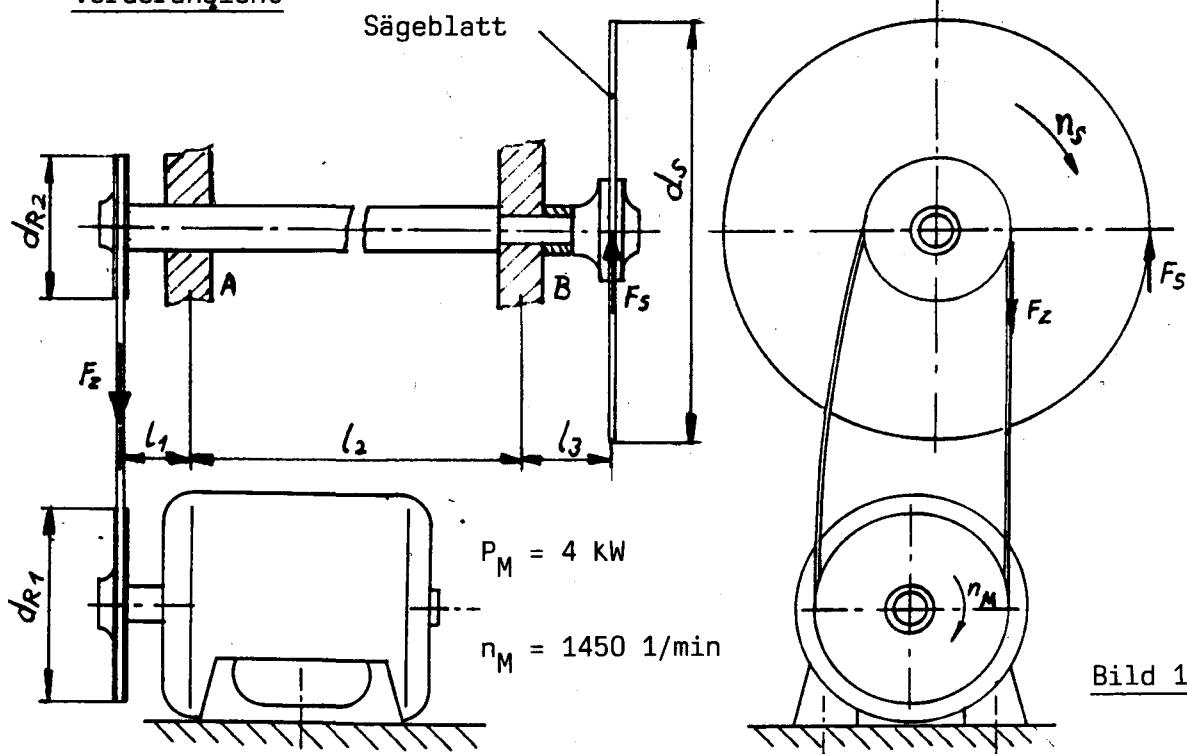


HP 1994/95-2: Holzkreissäge

HP 1994/95-2: Holzkreissäge

Vorderansicht



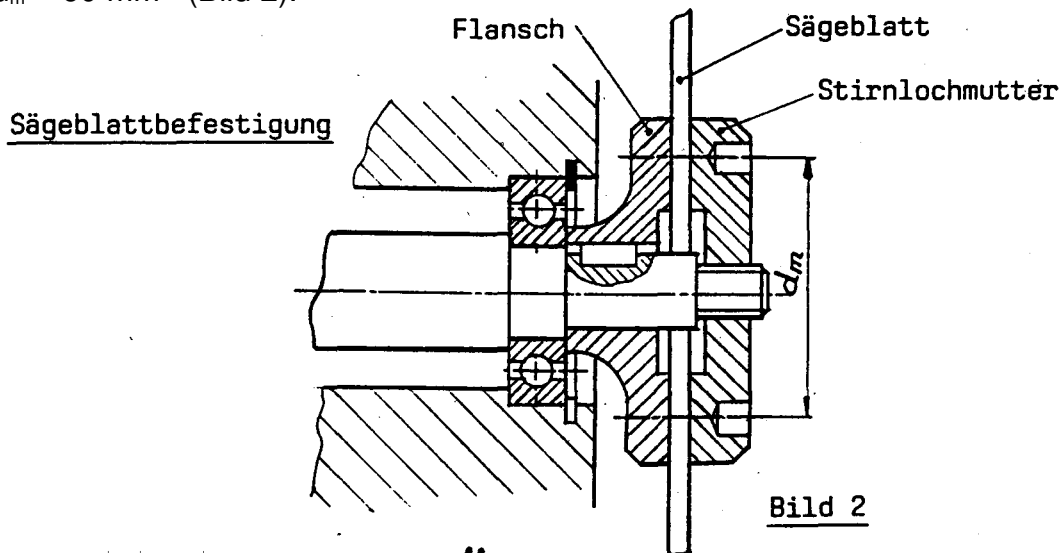
Abmessungen: $l_1 = 25 \text{ mm}$ $l_2 = 250 \text{ mm}$ $l_3 = 50 \text{ mm}$
 $d_{R1} = 80 \text{ mm}$ $d_{R2} = 50 \text{ mm}$ $d_s = 300 \text{ mm}$

Teilaufgaben:

- | | | Punkte |
|---|--|--------|
| 1 | Ermitteln Sie die Schnittgeschwindigkeit bei einem Riemenschlupf von einem Prozent. Der Motor hat eine Drehzahl von $n_M = 1450 \text{ 1/min}$. | 2,0 |
| 2 | Berechnen Sie die Schnittkraft F_s und die Riemenzugkraft F_z bei einer Nennleistung des Motors von $P_M = 4 \text{ kW}$ und der Sägewellendrehzahl von $n_s = 2300 \text{ 1/min}$. | 3,0 |

HP 1994/95-2: Holzkreissäge

- 3 Beim plötzlichen Einhaken des Sägeblattes steigt infolge der Massenträgheit die Schnittkraft schlagartig auf $F_S = 400 \text{ N}$ an. Die Riemenzugkraft erhöht sich dabei auf $F_Z = 1200 \text{ N}$. Alle Kräfte sind dabei in der Zeichenebene der Vorderansicht wirkend anzunehmen.
- 3.1 Bestimmen Sie zeichnerisch die Lagerkräfte F_A und F_B . 4,0
- 3.2 Für erste konstruktive Überlegungen wird die Welle als zylindrische Vollwelle betrachtet; Werkstoff C45E. 7,0
- a Berechnen Sie bei dreifacher Sicherheit gegen Verformung den erforderlichen Wellendurchmesser unter Annahme reiner Biegebeanspruchung.
- b Die Welle wird zusätzlich zur Biegung auf Torsion beansprucht. Deshalb erhöht der Konstrukteur bei der Berechnung auf Verdrehung die Sicherheit auf $v = 8$. Wie groß ist der auszuführende Wellendurchmesser ?
- 4 Welche Schraubenlängskraft F_L muss von der Stirnlochmutter aufgebracht werden, damit das Sägeblatt bei der Schnittkraft $F_S = 400 \text{ N}$ und einer Reibzahl $\mu = 0,15$ gerade noch nicht zwischen Flansch und Stirnlochmutter durchrutscht? 4,0
 $d_m = 60 \text{ mm}$ (Bild 2).



- 5 Bestimmen Sie für eine Schraubenlängskraft $F_L = 7 \text{ kN}$ das erforderliche metrische Gewinde. 2,5
 Wellenwerkstoff C45E;
 Sicherheit gegen Verformung $v = 3,5$ (Bild 2).

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$

HP 1994/95-2: Holzkreissäge

Lösungsvorschlag

Teilaufgaben:

Punkte

1 $i = \frac{d_{R2}}{d_{R1}} = \frac{50 \text{ mm}}{80 \text{ mm}} = 0,625$ 2,0

$$i = \frac{n_{zu}}{n_{ab}} \cdot (1 - \lambda) \Rightarrow n_{ab} = \frac{n_{zu}}{i} \cdot (1 - \lambda) = \frac{1450 \text{ min}^{-1}}{0,625} \cdot (1 - 1\%) = 2296,8 \text{ min}^{-1} = 38,28 \text{ s}^{-1}$$

$$v_c = \pi \cdot n_{ab} \cdot d_s = \pi \cdot 2296,8 \text{ min}^{-1} \cdot 300 \text{ mm} = 2165 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Riemenübersetzung mit Schlupf und Schnittgeschwindigkeit

2 Diesmal wird ohne Schlupf gerechnet: 3,0

$$i = \frac{n_{zu}}{n_{ab}} \Rightarrow n_M = n_{ab} \cdot i = 2300 \text{ min}^{-1} \cdot 0,625 = 1437,5 \text{ min}^{-1} = 24,0 \text{ s}^{-1}$$

$$P = 2\pi \cdot M \cdot n \Rightarrow M_M = \frac{P_M}{2\pi \cdot n_M} = \frac{4 \text{ kW}}{2\pi \cdot 1437 \text{ min}^{-1}} = 26,6 \text{ Nm}$$

$$M_M = F \cdot \frac{d_{R1}}{2} \Rightarrow F_Z = \frac{2 \cdot M_M}{d_{R1}} = \frac{2 \cdot 26,6 \text{ Nm}}{80 \text{ mm}} = 664 \text{ N}$$

$$M_{ab} = F_Z \cdot d_{R2} = F_S \cdot d_s \Rightarrow F_S = F_Z \cdot \frac{d_{R2}}{d_s} = 664 \text{ N} \cdot \frac{50 \text{ mm}}{300 \text{ mm}} = 110,7 \text{ N}$$

3 4,0

3.1 LS Sägeblattwelle



Rechnerische Lösung (nicht gefordert)

$$\Sigma M_A = 0 = +F_Z \cdot l_1 + F_B \cdot l_2 + F_S \cdot (l_2 + l_3) \Rightarrow$$

$$F_B = \frac{-F_Z \cdot l_1 - F_S \cdot (l_2 + l_3)}{l_2} = \frac{-1200 \text{ N} \cdot 25 \text{ mm} - 400 \text{ N} \cdot (250 + 50) \text{ mm}}{250 \text{ mm}} = -600 \text{ N}$$

F_B wirkt entgegen der angenommenen Richtung

$$\Sigma F_y = 0 = -F_Z + F_A + F_B + F_S \Rightarrow$$

$$F_A = +F_Z - F_B - F_S = 1200 \text{ N} - (-600 \text{ N}) - 400 \text{ N} = 1400 \text{ N}$$

3.2 Gegen Biegung:

7,0

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

$$M_{bA}(\text{links}) = |F_Z \cdot l_1| = 1200 \text{ N} \cdot 25 \text{ mm} = 30 \text{ Nm}$$

$$M_{bB}(\text{rechts}) = |F_S \cdot l_3| = 400 \text{ N} \cdot 50 \text{ mm} = 20 \text{ Nm}$$

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

$$\sigma_{bzul} = \frac{\sigma_{bF}}{\nu} = \frac{700 \text{ N/mm}^2}{3} = 233,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$W_{erf} = \frac{M_{bmax}}{\sigma_{bzul}} = \frac{30 \text{ Nm}}{233,3 \text{ N/mm}^2} = 0,129 \text{ cm}^3$$

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \Rightarrow d_{erf} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W_{erf}}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 0,129 \text{ cm}^3}{\pi}} = 10,9 \text{ mm}$$

Gegen Torsion

$\tau_{tF} = 350 \text{ N/mm}^2$ (C45E → Tabellenbuch Metall, Europa, 44. Auflage, S.44)

$$M_{tZ} = F_Z \cdot \frac{d_{R2}}{2} = \frac{1200 \text{ N} \cdot 50 \text{ mm}}{2} = 30 \text{ Nm} \quad \text{bzw.}$$

$$M_{tS} = F_S \cdot \frac{d_S}{2} = 400 \text{ N} \cdot \frac{300 \text{ mm}}{2} = 60 \text{ Nm}$$

Im statischen Gleichgewicht wären die Torsionsmomente M_{tZ} und M_{tS} gleich groß, bei dynamischen Belastungen und nicht vollkommen starren Wellen kann es Abweichungen geben. Zur Sicherheit rechnet man mit dem größeren Wert weiter.

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

$$\tau_{tzul} = \frac{\tau_{tF}}{\nu} = \frac{350 \text{ N/mm}^2}{8} = 43,75 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$W_{perf} = \frac{M_t}{\tau_{tzul}} = \frac{60 \text{ Nm}}{43,75 \text{ N/mm}^2} = 1,37 \text{ cm}^3$$

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \Rightarrow d_{erf} = \sqrt[3]{\frac{W_{perf} \cdot 16}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{1,37 \text{ cm}^3 \cdot 16}{\pi}} = 19,1 \text{ mm}$$

Gewählt: $d = 20 \text{ mm}$ aus Normzahlreihe R10

Auslegung auf Biegung und Torsion

4 $F_L = 6,7 \text{ kN}$

4,0

$$M_{tS} = F_S \cdot \frac{d_S}{2} = 400 \text{ N} \cdot \frac{300 \text{ mm}}{2} = 60 \text{ Nm}$$

$$M_{tS} = F_R \cdot \frac{d_m}{2} \Rightarrow F_R = \frac{2 \cdot M_{tS}}{d_m} = \frac{2 \cdot 60 \text{ Nm}}{60 \text{ mm}} = 1000 \text{ N}$$

Da das Sägeblatt an Flansch und Stirnlochmutter mit der Kraft F_L geklemmt ist und die Reibkraft F_R an beiden Flächen wirkt, bewirkt F_L die doppelte Reibkraft F_R .

$$F_R = F_L \cdot \mu \cdot 2 \Rightarrow F_L = \frac{F_R}{2 \cdot \mu} = \frac{1000 \text{ N}}{2 \cdot 0,15} = 3,33 \text{ kN}$$

Reibungsmoment (geklemmt)

HP 1994/95-2: Holzkreissäge

5 $R_e = 490 \text{ N/mm}^2$ (C45E → Tabellenbuch Metall, Europa, 44.Auflage, S.44)

2,5

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

$$\sigma_{zzul} = \frac{R_e}{v} = \frac{490 \text{ N/mm}^2}{3,5} = 140 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_{erf} = \frac{F_L}{\sigma_{zzul}} = \frac{7 \text{ kN}}{140 \text{ N/mm}^2} = 50 \text{ mm}^2$$

Gewählt: M10 mit $S = 58 \text{ mm}^2$ (→ TabB „Gewinde“)

Schraubenauswahl nach Zugkraft mit Festigkeitsklasse

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$