

1. Wellen-Dimensionierung und Welle-Nabe-Verbindung

a)

Geg.: $M_M = 12,5 \text{ Nm}$
 $l_W = 28 \text{ mm}$
 $d_W = 20 \text{ mm}$
 $d_2 = 100 \text{ mm}$
 $d_1 = 125 \text{ mm}$
 $F_W = 255 \text{ N}$
 $\sigma_{b,zul} = 42 \text{ N/mm}^2$
 $\tau_{t,zul} = 30 \text{ N/mm}^2$

Berechnung der Kraft die Tangential an der Riemenscheibe des Motors wirkt:

$$M_M = F_{rt} \cdot d_1 \Rightarrow F_{rt} = \frac{2 \cdot M_M}{d_1} = \frac{2 \cdot 12,5 \text{ Nm}}{125 \text{ mm}} = 200 \text{ N}$$

Berechnung des M_W mithilfe von der soeben berechneten Kraft:

$$M_W = F_{rt} \cdot \frac{d_2}{2} = 200 \text{ N} \cdot 50 \text{ mm} = 10 \text{ Nm}$$

Überprüfung des Mindestwellendurchmessers für Torsion mit:

$$d_{min} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_t}{\pi \cdot \tau_{t,zul}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 10 \text{ Nm}}{\pi \cdot 30 \text{ N/mm}^2}} \approx 11,93 \text{ mm}$$

Berechnung des Biegemoments am Wellenabsatz:

$$M_b = F_W \cdot \frac{l_W}{2} = 3570 \text{ Nmm}$$

Überprüfung des Mindestwellendurchmesser für Biegung mit:

$$d_{min} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_b}{\pi \cdot \sigma_{b,zul}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 3570}{\pi \cdot 42 \text{ N/mm}^2}} \approx 9,53 \text{ mm}$$

Der Wellendurchmesser muss größer als 11,93 und größer als 9,53 sein.

Da $d_W > 11,93 \wedge d_W > 9,53$ wird der zulässige Mindestwellendurchmesser nicht unterschritten.

b) Passfederverbindung

Aus einer Tabelle der 9. Tutoriumsfolie ergibt sich für einen Wellendurchmesser von 20mm folgende Passfedergeometrie:

$$\begin{aligned}b &= 6\text{mm} \\h &= 6\text{mm} \\t_1 &= 3,5\text{mm}\end{aligned}$$

Überprüfung des Mindestwellendurchmessers:

$$d_w - t_1 \geq d_{\min} \text{ ist gefordert.}$$

$$20\text{mm} - 3,5\text{mm} = 16,5\text{mm} > 11,93 \text{ Die Bedingung ist erfüllt.}$$

Berechnung der tragenden Passfederlänge mit:

$$l_{tr} = \frac{2 \cdot M_t \cdot S}{D \cdot (h - t_1) \cdot p_{zul} \cdot k \cdot i}$$

$$k=1 \text{ und } i=1$$

... da zunächst nur eine Passfeder benötigt wird.

$$S=1,5$$

... in Aufgabe gefordert

$$D=d_w=20\text{mm}$$

Berechnung der zulässigen Flächenpressung p_{zul} :

Aus einer Tabelle der 8. Tutoriumsfolie ergibt sich für einen Welle mit Wellendurchmesser 20mm aus S235JR folgende Flächenpressung: 225N/mm²

Die Flächenpressung für GG-20 ist 90N/mm². Die Auflagefläche an der Nabe, der Passfeder ist kleiner und die zulässige Flächenpressung ist an der Nabe kleiner, somit wird die zulässige Flächenpressung 90N/mm² benötigt.

Der Faktor der Flächenpressung bei leichten einseitigen Stößen beträgt 0,7.

$$p_{zul} = 0,7 \cdot 90\text{N/mm}^2 = 63\text{N/mm}^2$$

Berechnung der tragenden Länge:

$$l_{tr} = \frac{2 \cdot 10000\text{Nmm} \cdot 1,5}{20\text{mm} \cdot (6\text{mm} - 3,5\text{mm}) \cdot 63\text{N/mm}^2} \approx 9,52\text{mm}$$

Überprüfung der Länge gegen Verdrillung:

$$\frac{l_{tr}}{d} \leq 1,3 \text{ muss gelten.}$$

$$\frac{9,52\text{mm}}{20\text{mm}} = 0,476 \leq 1,3 \text{ Somit ist die Verdrillbedingung erfüllt.}$$

Gesamtlänge der Passfeder:

$$l = l_{tr} + b = 9,52\text{mm} + 6\text{mm} = 15,52\text{mm}$$

Die nächstgrößere mögliche Passfederlänge ist nach Tabelle 16mm.

Der nutzbare Wellenabsatz ist 28mm lang und somit ausreichend für die Passfeder.

$$16\text{mm} < 28\text{mm}$$

Für die Passfederverbindung wird folgende Passfeder benötigt:
Passfeder DIN 6880 A 6x6x16.

c) Keilwellenverbindung

Berechnung der tragenden Länge der Keilwelle mit:

$$l_{tr} \geq \frac{2 \cdot M_t \cdot S}{D_m \cdot p_{zul} \cdot h_{tr} \cdot k \cdot z}$$

Aus dieser und vorherigen Aufgaben gegeben:

$$D = 20\text{mm}$$

$$M_t = 10\text{Nm} = 10000\text{Nmm}$$

$$p_{zul} = 63\text{N/mm}^2$$

$$S = 1,5$$

Aus DIN ISO 14 für einen Außendurchmesser von 20mm ergibt sich:

$$d = 16\text{mm}$$

$$z = 6$$

$$k = 0,9$$

$$h_{tr} = (D - d) \cdot 0,5 = (20\text{mm} - 16\text{mm}) \cdot 0,5 = 2\text{mm}$$

$$D_m = \frac{D + d}{2} = \frac{16\text{mm} + 20\text{mm}}{2} = 18\text{mm}$$

Überprüfung des Mindestwellendurchmessers:

$$D - 2 \cdot h_{tr} \geq d_{min} \text{ ist gefordert.}$$

$$20\text{mm} - 2 \cdot 2\text{mm} = 16\text{mm} \geq 11,93\text{ mm} \quad \text{Mindestwellendurchmesser wird nicht unterschritten.}$$

Einsetzen und tragende Länge bestimmen:

$$l_{tr} = \frac{2 \cdot 10000\text{Nmm} \cdot 1,5}{18\text{mm} \cdot 63\text{N/mm}^2 \cdot 2\text{mm} \cdot 0,9 \cdot 6} \approx 2,45\text{ mm}$$

Verdrillungsbedingung:

$$\frac{l_{tr}}{D} \approx \frac{2,45\text{ mm}}{20\text{mm}} \approx 0,123 \leq 1,3 \quad \text{Verdrillungsbedingung erfüllt.}$$

2. Schnittlasten, Spannungen und Festigkeitsnachweis

fe