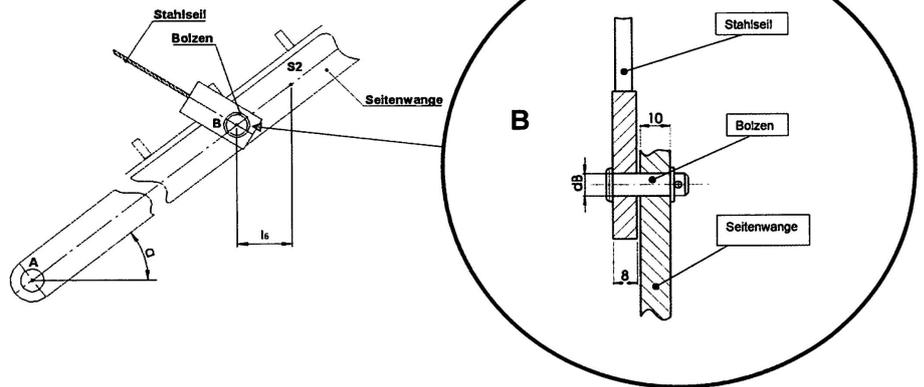




tgtn HP 2016/17-1: Sägeautomat

Förderbandbefestigung

Das Förderband kann durch eine Hebevorrichtung in seiner Neigung α verstellt werden. Hierzu ist an den beiden Seitenwangen des Förderbandes im Punkt B je ein Stahlseil mit Hilfe einer Bolzenverbindung befestigt (siehe Vergrößerung).



Daten des Bolzens ISO 2341 B
Zulässige Flächenpressung:
 $p_{zul} = 60 \text{ N/mm}^2$
Scherfließgrenze
 $T_{aF} = 141 \text{ N/mm}^2$
Sicherheit gegen Abscheren:
 $v = 3$

Daten der Stahlseilauflhängung
Maximale Haltekraft pro Seil: $F_{s,max} = 1200 \text{ N}$
Durchmesser Einzeldraht: $d = 0,5 \text{ mm}$
Streckgrenze des Stahlseils: $R_e = 1100 \text{ N/mm}^2$
Sicherheit gegen plastische Verformung: $v = 6$

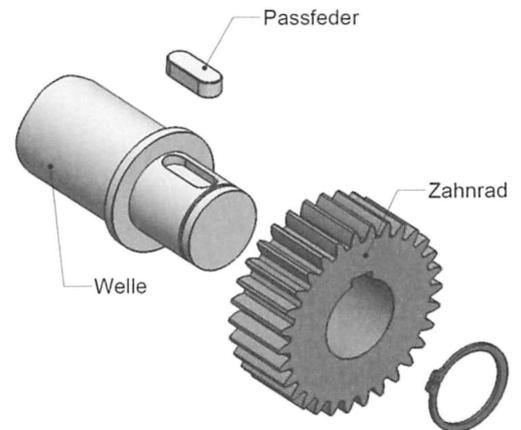
Daten der Seitenwange in der momentanen Stellung
Gewichtskraft (beladen) je Wange in S2: $F_{G2,max} = 1050 \text{ N}$
Winkel des Förderbands: $\alpha = 36^\circ$
Werkstoff der Seitenwange: S235JR
Sicherheit gegen Verbiegen: $v = 5$
Längenmaß: $l_6 = 200 \text{ mm}$

- 1 Stahlseil und dessen Befestigung
 - 1.1 Dimensionieren Sie den erforderlichen genormten Bolzendurchmesser d_b bei einer maximal auftretenden Kraft pro Seil von $F_{s,max} = 1200 \text{ N}$. 4,0
 - 1.2 Berechnen Sie die erforderliche Anzahl der Einzeldrähte eines Seils. 3,0
- 2 Seitenwange des Förderbands
 - 2.1 Bestimmen Sie die Lage und berechnen Sie den Betrag des maximalen Biegemoments $M_{b,max}$ in einer Seitenwange. 4,0
 - 2.2 Die Seitenwangen werden aus einem Rechteckprofil hergestellt. Dimensionieren Sie für $M_{b,max} = 210 \text{ Nm}$ die Höhe des Profils einer Seitenwange und wählen Sie einen geeigneten warmgewalzten Flachstahl aus. 3,0

tgtn HP 2018/19-3: Hydraulische Anlage

3 Zur Drehmomentübertragung von Welle 2 auf das Zahnrad 3 ist eine Passfeder vorgesehen. Die folgende Darstellung zeigt den prinzipiellen Aufbau.

Daten:
Zu übertragendes Drehmoment: $M_2 = 165 \text{ Nm}$
Werkstoff Welle 2: 17Cr3
Zulässige Flächenpressung der Passfederverbindung:
 $p_{zul} = 108 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
Passfeder: DIN 6885 Form A
Sicherheitsfaktor Torsion: $v = 2,3$



- 3.1 Bestimmen Sie den erforderlichen Wellendurchmesser der Welle 2. 4,0
- 3.2 Die Passfeder soll nur auf Flächenpressung ausgelegt werden. Berechnen Sie die erforderliche Passfederlänge bei einem Wellendurchmesser $d_{w2} = 22 \text{ mm}$ und geben Sie die gewählte Passfeder normgerecht an. 4,0



Lösungsvorschläge

1 Stahlseil

1.1 Bolzendurchmesser
gegen Flächenpressung :

$$p_{zul} > p = \frac{F}{A} \Rightarrow A_{erf} = \frac{F}{p_{zul}} = \frac{1200 \text{ N}}{60 \text{ N/mm}^2} = 20 \text{ mm}^2$$

$$A = d \cdot s \Rightarrow d_{erf} = \frac{A}{s} = \frac{20 \text{ mm}^2}{8 \text{ mm}} = 2,5 \text{ mm}$$

gegen Scherung

$$\frac{\tau_{aF}}{\sqrt{3}} = \tau_{azul} > \tau_a = \frac{F}{2 \cdot S} \Rightarrow$$

$$\tau_{azul} = \frac{\tau_{aF}}{\sqrt{3}} = \frac{141 \text{ N/mm}^2}{3} = 47 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_{erf} = \frac{F_{Smax}}{\tau_{azul}} = \frac{1200 \text{ N}}{47 \text{ N/mm}^2} = 25,5 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow d_{erf} = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 25,5 \text{ mm}^2}{\pi}} = 5,7 \text{ mm}$$

Maßgeblich ist der größere Durchmesser 5,7 mm
Gewählt: Bolzen ISO 2341 – B – 6x22 mit $d_B = 6$ mm

Hinweis 1: Es ist nur der genormte Durchmesser gefordert, nicht die genormte Angabe des ganzen Bolzens.

1.2 Drahtseil

Erforderlich sind mindestens 34 Einzeldrähte.

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

$$\frac{\sigma_{zlim}}{\sqrt{3}} = \sigma_{zzul} > \sigma_z = \frac{F}{S} \Rightarrow$$

$$\sigma_{zzul} = \frac{R_m}{\sqrt{3}} = \frac{1100 \text{ N/mm}^2}{6} = 183,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_{erf} = \frac{F}{\sigma_{zzul}} = \frac{1200 \text{ N}}{183,3 \text{ N/mm}^2} = 6,55 \text{ mm}^2$$

$$n_{erf} = \frac{S_{erf}}{S_{Draht}} = \frac{6,55 \text{ mm}^2}{0,196 \text{ mm}^2} = 33,3 \approx 118$$

2

2.1 Biegemoment

Das maximale Biegemoment kann nur an einem inneren Kräfteinleitungspunkt liegen, also nur an der Stelle B.

$$M_{bB} = F_{G2max} \cdot l_6 = 1050 \text{ N} \cdot 200 \text{ mm} = 210 \text{ Nm}$$

2.2 Rechteckprofil wählen

$R_e = 235 \text{ N/mm}^2$ (aus der Bezeichnung von S235)

$$\sigma_{bF} = 1,2 \cdot R_e = 1,2 \cdot 235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 282 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} \Rightarrow$$

$$h_{erf} = \sqrt{\frac{6 \cdot W_{erf}}{b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 3,72 \text{ cm}^3}{10 \text{ mm}}} = 47,3 \text{ mm}$$

$$\frac{\sigma_{bF}}{\sqrt{3}} = \sigma_{bzul} > \sigma_b = \frac{M_{bmax}}{W} \Rightarrow$$

$$\sigma_{bzul} = \frac{\sigma_{bF}}{\sqrt{3}} = \frac{282 \text{ N/mm}^2}{5} = 56,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$W_{erf} = \frac{M_{bmax}}{\sigma_{bzul}} = \frac{210 \text{ Nm}}{56,4 \text{ N/mm}^2} = 3,72 \text{ cm}^3$$

Gewählt: Flachstahl EN 10058 – 50 x 10 – S235JR

Hinweis 2: In der Formel für das Widerstandsmoment und in der Bezeichnung von Flachstähen werden die Abkürzungen b und h unterschiedlich verwendet.



3 Welle 2

3.1 $R_e = 450 \text{ N/mm}^2$ (17Cr3 → [EuroTabM] „Einsatzstähle“)

$$\tau_{tF} = 0,7 \cdot R_e = 0,7 \cdot 450 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 315 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

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

$$\tau_{tzul} = \frac{\tau_{tF}}{\sqrt{v}} = \frac{315 \text{ N/mm}^2}{2,3} = 136,96 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$W_{perf} = \frac{M_t}{\tau_{tzul}} = \frac{165 \text{ Nm}}{136,96 \text{ N/mm}^2} = 1,2 \text{ cm}^3$$

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \Rightarrow d_{erf} = \sqrt[3]{\frac{W_{perf} \cdot 16}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{1,2 \text{ cm}^3 \cdot 16}{\pi}} = 18,3 \text{ mm}$$

Dazu muss noch die Tiefe t_1 der Passfedernut aufgeschlagen werden.

Gewählt: $d = 22 \text{ mm}$ mit $t_1 = 3,5 \text{ mm}$ (→[EuroTabM] „Passfeder“)

$18,3 \text{ mm} + 3,5 \text{ mm} = 21,8 < 22 \text{ mm}$ → d_{erf} wird erreicht

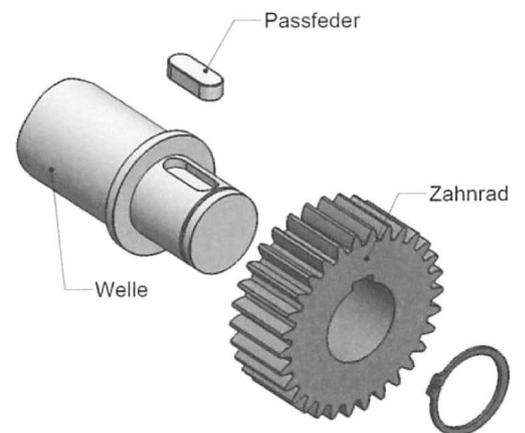
3.2 Eine Passfeder für eine Welle $\varnothing 22$ hat die Höhe $h = 6 \text{ mm}$ und die Nabennuttiefe $t_1 = 3,5 \text{ mm}$ (→[EuroTabM] „Passfeder“)

$$M = F \cdot \frac{d}{2} \Rightarrow F = \frac{2 \cdot M_2}{d_{W2}} = \frac{2 \cdot 165 \text{ Nm}}{22 \text{ mm}} = 15 \text{ kN}$$

$$p_{zul} > p = \frac{F}{A} \Rightarrow A_{erf} = \frac{F}{p_{zul}} = \frac{15 \text{ kN}}{108 \text{ N/mm}^2} = 138,9 \text{ mm}^2$$

$$A = l \cdot (h - t_1) \Rightarrow l_{erf} = \frac{A}{(h - t_1)} = \frac{138,9 \text{ mm}^2}{6 \text{ mm} - 3,5 \text{ mm}} = 55,6 \text{ mm}$$

Gewählt: Passfeder DIN 6885 – A – 6 x 6 x 56





Hinweise zu den Lösungen

Abi-Aufgabe Festigkeitslehre

– Festigkeitslehre ist seit über 10 Jahren immer im Abi-Programm, in der Regel zusammen mit Statik.

1.1 BolzenØ

– BolzenØ müssen gegen Abscherung und gegen Flächenpressung gerechnet werden, gewählt wird der größere Durchmesser.

1.2 Drahtseil

– Man berechnet die Fläche eines Einzeldrahtes aus dem Drahtdurchmesser und die erforderliche Gesamtfläche des Seiles aus der Zugbelastung. Aus den beiden Flächen kann man ausrechnen, wie viele Einzeldrähte nötig sind.

2 Biegemoment M_{bmax} und Biegefestigkeit

– Zur Vorbereitung dieser Übungsblätter habe ich alle alten Abi-Aufgaben aus TuM durchgesehen und notiert, welche Aufgabentypen dran kamen. Das Ergebnis ist, dass M_{bmax} und Biegefestigkeit bisher der häufigste Aufgabentyp aus dem Bereich Festigkeit war!

M_{bmax} wurde in 9 von bisher 13 Hauptprüfungen TuM gefragt, Biegefestigkeit sogar 11 mal. Da diese Aufgaben zudem noch relativ viele Punkte bringen, sollte man sie üben!

2.1 Biegemoment M_{bmax}

– M_{bmax} -Aufgaben in TuM sind meist überschaubar.

– 1) M_{bmax} kann nur an einem inneren Kräfteeinleitungspunkt liegen, hier also nur beim Punkt B.

– 2) Bei M_{bmax} rechnet man die Biegemomente nur nach einer Seite, in dem Fall also FG2 mal Hebelarm oder FA x Hebelarm
Das war's, 4 Punkte – Da haben manche ein Problem, weil sie nicht glauben, dass das alles ist ...

2 Biegefestigkeit

– Biegefestigkeit kommt zwar meist zusammen mit M_{bmax} in den Aufgaben dran, hat aber rechnerisch nichts damit zu tun. Wenn man M_{bmax} nicht lösen konnte, kann man selbst einen Wert annehmen, hier ist der Wert vorgegeben.

– Das Berechnen selbst ist eine normale Aufgabe der Festigkeitslehre: Materialkennwert, Sicherheitszahl und Biegemoment. Daraus rechnet man das (axiale) Widerstandsmoment aus und manchmal noch ein Maß daraus, hier die Höhe (mit der Dicke 8 mm). Zuletzt wählt man im Tabellenbuch das nächstgrößere Profil aus.

4.1 Torsionsfestigkeit

– Auch dies ist eine normale Aufgabe der Festigkeitslehre: Materialkennwert, Sicherheitszahl und Torsionsmoment. Daraus rechnet man das polare Widerstandsmoment aus und manchmal noch ein Maß daraus, hier den Durchmesser. Zuletzt wählt man im Tabellenbuch das nächstgrößere Profil aus.

4.2 Passfeder

– Ungewöhnlich ist hier, dass die Passfeder so ausführlich gezeichnet ist. Normalerweise muss man mit dem Bild im TabB auskommen → Schauen Sie es noch einmal an.

Viel Spaß und viel Erfolg!

Ulrich Rapp

TA →

Lösungen siehe Abi-Aufgabe.