

Dimensionieren 2

Prof. Dr. K. Wegener

Prof. Dr. M. Meier

| | |
|----------|--|
| Name | |
| Vorname | |
| Legi-Nr. | |

Innovations-Case: Druckschalter

Voraussetzung

- Federn

Problemstellung

Ein Drucklichtschalter soll mit einer Anfangskraft von $F_1 = 3 \text{ N}$ bis zu einer Endkraft von $F_2 \cong 4 \text{ N}$, über einen Weg von $\Delta s = 5 \text{ mm}$ geschaltet werden.

Die eingebaute Schraubenfeder wird aus konstruktiven Gründen mit einem mittleren Wickeldurchmesser $D = 10 \text{ mm}$ ausgeführt. Mindestabstand zwischen den federnden Windungen bei F_2 sei $0.6 \cdot d = S_a/n$. $d = \text{Drahtdurchmesser}$.

Material:

Federstahl mit $\tau_{zul} = 500 \text{ N/mm}^2$.

Schubmodul:

$G = 83\,000 \text{ N/mm}^2$



Abb. 1.1 Bild (B203fedZ) Drucklichtschalter

Für die Schraubenfeder sind statisch zu dimensionieren:

1. Drahtdurchmesser
2. Federkonstante
3. wirksame und totale Anzahl Windungen
4. Blocklänge der vollständig zusammengedrückten Feder L_B
5. Federlänge bei gedrücktem Schalter L_2
6. Federlänge der entlasteten Feder L_0

Lösung

1. Drahtdurchmesser

Drahtdurchmesser d so wählen, dass zulässige Schubspannung nicht überschritten wird, mit $F_2 = 4 \text{ N}$, $D = 10 \text{ mm}$, $\tau_{zul} = 500 \text{ N/mm}^2$:

$$d_{min} = \sqrt[3]{\frac{8 \cdot F_2 \cdot D}{\pi \cdot \tau_{zul}}} = 0.588 \text{ mm} \tag{1}$$

Lieferbare Drahtdurchmesser: $d = 0.6$ oder $d = 0.63 \text{ mm}$.

Spannungsüberhöhungsfaktor: Für $d/D = 0.6 \dots 0.63$ ist der Spannungsüberhöhungsfaktor gemäss Skript $k = 1.08$

$$d_{min} = \sqrt[3]{\frac{k \cdot 8 \cdot F_2 \cdot D}{\pi \cdot \tau_{zul}}} = \sqrt[3]{\frac{1.08 \cdot 8 \cdot 4 \text{ N} \cdot 10 \text{ mm}}{3.1416 \cdot 500 \text{ N/mm}^2}} = 0.604 \text{ mm} \tag{2}$$

Mit $d = 0.6 \text{ mm}$ ist der Durchmesser geringfügig zu klein, die zulässige Spannung wird um ca. 2% überschritten. Im Folgenden wird $d = 0.63$ gewählt, die Werte für $d = 0.6 \text{ mm}$ sind in Klammern angegeben.

$$\tau = \frac{k \cdot 8 \cdot F_2 \cdot D}{\pi \cdot d^3} = \frac{1.08 \cdot 8 \cdot 4 \text{ N} \cdot 10 \text{ mm}}{3.1416 \cdot 0.63^3 \text{ mm}^3} = 440 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} (509) < 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \tag{3}$$

2. Federkonstante

$\Delta s = 5 \text{ mm}$, $F_1 = 3 \text{ N}$, $F_2 = 4 \text{ N}$

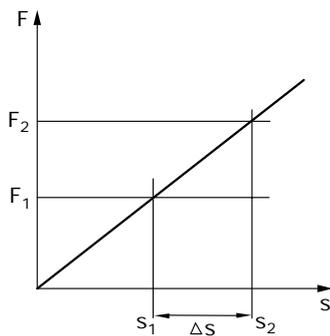


Abb. 1.2 Bild (B205fedZ) Federkonstante

$$R = \frac{\Delta F}{\Delta s} \quad (4)$$

$$R = \frac{F_2 - F_1}{\Delta s} = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ N/mm}$$

3. Wirksame Anzahl Windungen:

$$n = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot R \cdot D^3} = \frac{83000 \text{ N/mm}^2 \cdot 0.63^4 \text{ mm}^4}{8 \cdot 0.2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3} = 8.2 \quad (6.7) \quad (5)$$

Totale Anzahl Windungen

$$n_{\text{tot}} = n + 2 = 8.2 + 2 = 10.2 \quad (8.7) \quad (6)$$

4. Blocklänge L_B

Federenden ungeschliffen:

$$L_B = (n + 3.5) \cdot d = (8.2 + 3.5) \cdot 0.6 = 7.0 \quad (6.1) \text{ mm} \quad (7)$$

5. Federlänge L_2 beim gedrückten Schalter

mit der Kraft $F_2 = 4 \text{ N}$. (Länge der Feder bei grösster Prüfkraft)

$$L_2 = L_B + S_a = 7 + 0.6 \cdot 0.63 \cdot 8.2 = 10.1 \quad (8.5) \text{ mm} \quad (8)$$

6. Federlänge L_0 der entlasteten Feder

$$L_0 = L_B + S_a + s_n = 10.1 + \frac{F_2}{R} = 10.1 + \frac{4}{0.2} = 30.1 \quad (28.5) \quad (9)$$

