

Dimensionieren 2

Prof. Dr. K. Wegener

Name	
Vorname	
Legi-Nr.	

Übung 8: Flachriemengetriebe

Voraussetzungen

- Zugmittelgetriebe

Problemstellung

Ein Ventilator wird von einem Elektromotor mittels Flachriemen angetrieben.

Antriebsdrehzahl $n_{an} = 3000$ U/min

Polyamidbandriemen, Laufschiene Gummi

Riemendicke $s = 2$ mm ; Riemenbreite $b = 60$ mm

Riemendichte $\rho = 1.25$ g/cm³ ; Reibwert Laufschiene gegen Stahl/Grauguss $\mu = 0.7$

Zug-E-Modul $E_z = 550$ N/mm² ; Biege-E-Modul $E_b = 250$ N/mm²

zulässige Riemenspannung $\sigma_{zul} = 15$ N/mm²

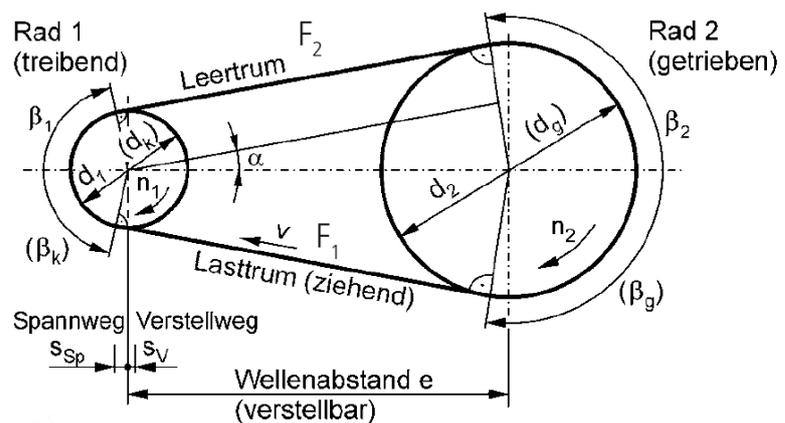
Scheiben zylindrisch,

Antrieb Durchmesser $d_1 = 140$ mm

Abtrieb Durchmesser $d_2 = 280$ mm

Weitere Angaben: Wellenabstand $e = 500$ mm; Betriebsfaktor $C_B = 1.2$

Die Vorspannung wird durch die Elastizität des Riemen erreicht, der 1% gedehnt ist.



Gesucht sind:

- Wirkdurchmesser der kleinen d_{w1} und grossen d_{w2} Scheibe (beim Flachriemen ist der Wirkdurchmesser gleich dem Scheibendurchmesser plus die Riemendicke s)
- Übersetzung i bei kleiner Last
- Ausbeute
- Maximale Kräfte: F_1 im Lasttrum, F_1' (um Fliehkraft reduziert), F_n Nutzlast
- Schlupf bei diesen Kräften
- Übertragene Leistung
- Verlustleistung wegen Schlupf

Lösung

a) Wirkdurchmesser der kleinen Scheibe $d_{w1} = d_1 + s = 140 + 2 = 142 \text{ mm}$ (1)

Wirkdurchmesser der grossen Scheibe $d_{w2} = d_2 + s = 280 + 2 = 282 \text{ mm}$ (2)

b) Übersetzung bei kleiner Last (ohne Schlupf) $i = \frac{d_{w2}}{d_{w1}} = \frac{282}{142} = 1.986$ (3)

c) Ausbeute $k = 1 - e^{-\mu \cdot \beta_1} = \frac{F_n}{F_1}$ dazu müssen bestimmt werden:

Neigungswinkel des Trums: $\alpha = \arcsin \frac{d_2 - d_1}{2 \cdot e} = \arcsin \frac{280 - 140}{2 \cdot 500} = \arcsin 0.14 = 8.048^\circ$ (4)

Umschlingungswinkel an der kleinen Scheibe: $\beta_1 = 180 - 2 \cdot \alpha = 180 - 2 \cdot 8.048 = 163.9^\circ$ (5)

Ausbeute (25) $k = 1 - e^{-\mu \cdot \beta_1} = 1 - e^{-\frac{0.7 \cdot 163.9 \cdot \pi}{180}} = 0.8650$ (6)

d) Maximale Kräfte F_1 im Lasttrum, F_1' (um Fliehkraft reduziert), F_n Nutzlast (7)

Umfangsgeschwindigkeit v des mit F_1 gespannten Riemens ($n_1 = n_{an}$):

$$v = \frac{d_{w1}}{2} \cdot \frac{n_1 \cdot \pi \cdot 2}{60} = \frac{0.142}{2} \cdot \frac{3000 \cdot 3.14159 \cdot 2}{60} = 22.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$
 (8)

Vorgegeben ist die Vorspann-Riemendehnung $\epsilon = 0.01$ (9)

Daraus mit Riemenquerschnitt und Zug-E-Modul E_z (10)

$$F_v = \sigma_v \cdot A = E_z \cdot \epsilon \cdot A = 550 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 0.01 \cdot 60 \text{ mm} \cdot 2 \text{ mm} = 660 \text{ N}$$
 (11)

Bei dieser Spannart ist die Spannung im Lasttrum um die halbe Nutzlast grösser als die Vorspannkraft, im Leertrum um die halbe Nutzlast kleiner:

$$F_1 = F_v + \frac{F_n}{2} = F_1' + \rho \cdot v^2 \cdot A \quad \text{und} \quad F_2 = F_v - \frac{F_n}{2} = F_2' + \rho \cdot v^2 \cdot A$$
 (12)

aufgelöst: $F_1' = \frac{F_v - \rho \cdot v^2 \cdot A}{1 - \frac{k}{2}}$ (13)

Maximale Kraft F_1' im Lasttrum wirksam für Reibkraftaufbau, d.h. Fliehkraft subtrahiert:

$$F_1' = \frac{660\text{N} - 1.25 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 22^2 \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \cdot 0.06\text{m} \cdot 0.002\text{m}}{1 - \frac{0.8650}{2}} = \frac{660 - 72.6}{0.5675} = 1035.1\text{N} \quad (14)$$

Maximale Kraft im Lasttrum mit Fliehkraft (15)

$$F_1 = F_1' + \rho \cdot v^2 \cdot A = 1035.1 + 72.6 = 1107.7\text{N} \quad (16)$$

$$\text{Maximale Nutzlast } F_n = F_1' \cdot k = 1035.1\text{N} \cdot 0.8650 = 895.4\text{N} \quad (17)$$

Maximale Kräfte: F_1 im Lasttrum, F_1' um Fliehkraft reduziert, F_n Nutzlast
Schlupf bei maximalen Kräften:

$$\psi = \frac{v_1 - v_2}{v_1} = \varepsilon = \frac{\sigma_n}{E} = \frac{F_n}{E \cdot A} = \frac{895.4\text{N}}{550 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 60\text{mm} \cdot 2\text{mm}} = 0.0136 \quad (18)$$

f) Übertragene Leistung: Antriebsleistung

$$P_1 = F_n \cdot v_1 = 895.4\text{N} \cdot 22 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 19.7\text{kW} \quad (19)$$

g) Verlustleistung wegen Dehnschlupf des Riemens:

$$P_{\text{verl}} = F_n \cdot (v_1 - v_2) = F_n \cdot v_1 \cdot \psi = P_1 \cdot \psi = 19.7\text{kW} \cdot 0.0136 = 0.268\text{kW} \quad (20)$$

