

Dimensionieren 2

Prof. Dr. K. Wegener

Prof. Dr. M. Meier

Name	
Vorname	
Legi-Nr.	

Engineering-Case: Flachriemengetriebe

Voraussetzungen

- Zugmittelgetriebe

Problemstellung

Ein Ventilator wird von einem Elektromotor mittels Flachriemen angetrieben.

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

Polyamidbandriemen, Laufschiene Gummi

Riemenstärke $s = 2 \text{ mm}$; Riemenbreite $b = 60 \text{ mm}$

Riemenstärke $\rho = 1.25 \text{ g/cm}^3$; Reibwert Laufschiene gegen Stahl/Grauguss $\mu = 0.7$

Zug-Modul $E_z = 550 \text{ N/mm}^2$

Scheiben zylindrisch,

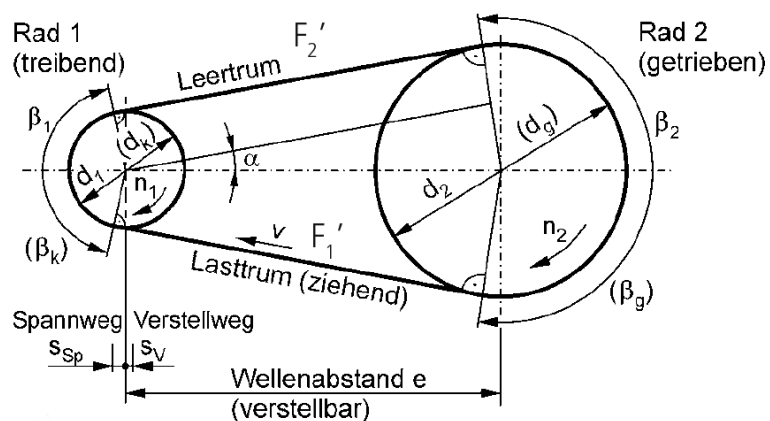
Antrieb Durchmesser $d_1 = 140 \text{ mm}$,

Abtrieb Durchmesser $d_2 = 280 \text{ mm}$

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

Weitere Angaben: Wellenabstand $e = 500 \text{ mm}$; Betriebsfaktor: $C_B = 1.2$; zulässige Riemenstärke

$\sigma_{zul} = 15 \text{ N/mm}^2$; Biege-E-Modul $E_b = 250 \text{ N/mm}^2$



Gesucht sind:

- Wirkdurchmesser der kleinen d_{w1} und grossen d_{w2} Scheibe (beim Flachriemen ist der Wirkdurchmesser gleich dem Scheibendurchmesser plus die Riemenstärke 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

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

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

Übersetzung bei kleiner Last (ohne Schlupf) $i = \frac{d_{w2}}{d_{w1}} = \frac{282}{142} = 1.986$ (2)

Neigungswinkel des Trums: $\alpha = \arcsin \frac{d_2 - d_1}{2 \cdot e} = \arcsin \frac{280 - 140}{2 \cdot 500} = \arcsin 0.14 = 8.048^\circ$ (3)

Umschlingungswinkel an der kleinen Scheibe: $\beta_1 = 180 - 2 \cdot \alpha = 180 - 2 \cdot 8.048 = 163.9^\circ$ (4)

Ausbeute (25) $k = 1 - e^{-\mu \cdot \beta_1} = 1 - e^{-\frac{0.7 \cdot 163.9 \cdot \pi}{180}} = 0.8650$ (5)

Vorspannkraft F_v aus Riemendehnung $\varepsilon = 0.01$ (6)

$F_v = \sigma_v \cdot A = E_z \cdot \varepsilon \cdot A = 550 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 0.01 \cdot 60 \text{ mm} \cdot 2 \text{ mm} = 660 \text{ N}$ (7)

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

$F_1 = F_v + \frac{F_n}{2} = F_1' + \rho \cdot v^2 \cdot A$ und $F_2 = F_v - \frac{F_n}{2} = F_2' + \rho \cdot v^2 \cdot A$ (8)

aufgelöst: $F_1' = \frac{F_v - \rho \cdot v^2 \cdot A}{1 - \frac{k}{2}}$ (9)

Umfangsgeschwindigkeit v :

$v = \frac{d_w}{2} \cdot \frac{n \cdot \pi \cdot 2}{60} = \frac{0.142}{2} \cdot \frac{3000 \cdot 3.14159 \cdot 2}{60} = 22.0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (10)

Maximale Kraft im Lasttrum ohne Fliehkraft

$F_1' = \frac{660 \text{ N} - 1.25 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 22^2 \cdot 0.06 \text{ m} \cdot 0.002 \text{ m}}{1 - \frac{0.8650}{2}} = \frac{660 - 72.6}{0.5675} = 1035.1 \text{ N}$ (11)

Maximale Kraft im Lasttrum mit Fliehkraft (12)

$F_1 = F_1' + \rho \cdot v^2 \cdot A = 1035.1 + 72.6 = 1107.7 \text{ N}$ (13)

$$\text{Maximale Nutzlast } F_n = F_1' \cdot k = 1035.1 \text{ N} \cdot 0.8650 = 895.4 \text{ N} \quad (14)$$

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

$$\psi = \varepsilon = \frac{\sigma_n}{E} = \frac{F_n}{E \cdot A} = \frac{895.4 \text{ N}}{550 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 60 \text{ mm} \cdot 2 \text{ mm}} = 0.0136 \quad (15)$$

Antriebsleistung

$$P_1 = F_n \cdot v_1 = 895.4 \text{ N} \cdot 22 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 19.7 \text{ kW} \quad (16)$$

Verlustleistung wegen Dehnschlupf des Riemens: (17)

$$P_{\text{verl}} = F_n \cdot (v_1 - v_2) = F_n \cdot v_1 \cdot \psi = P_1 \cdot \psi = 19.7 \text{ kW} \cdot 0.0136 = 0.268 \text{ kW} \quad (18)$$

