

Formeln Druckfedern

Federwege (s_1, s_2, s_n) :
$$s = \frac{8 \cdot G^3 \cdot n \cdot F}{(G \cdot d^4)}$$

Federhub :
$$s_h = s_2 - s_1$$

Federweg (zugeordnet L_c) :
$$s_c = L_0 - L_c$$

Federrate :
$$R = \frac{G \cdot d^4}{(8 \cdot D^3 \cdot n)}$$

Schubspannungen :
$$\tau = \frac{G \cdot d \cdot s}{(\pi \cdot n \cdot D^2)}$$

Wickelverhältnis :
$$w = \frac{D}{d}$$

Spannungsbeiwert :
$$k = \frac{(w + 0.5)}{(w - 0.75)}$$

Zulässige Spannungen:
$$\tau_{czul} = 0,56 \cdot Rm$$

$$\tau_{zul} = 0,56 \cdot Rm$$

Korrigierte Schubspannungen :
$$\tau_k = k \cdot \tau$$

1. Eigenfrequenz :
$$f_e = \frac{3560 \cdot d \cdot \sqrt{\frac{G}{\rho}}}{n \cdot D^2}$$

Korrigierte G - Modul :
$$G = (3620 - T) \cdot \frac{G(20^\circ C)}{3600}$$

Korrigierte E - Modul :
$$E = (3620 - T) \cdot \frac{E(20^\circ C)}{3600}$$

Gesamtanzahl der Windungen :
$$n_t = n + 2 \quad (\text{kaltgeformt})$$

$$n_t = n + 1.5 \quad (\text{warmgeformt})$$

Mindestabstand zwischen den

$$S_a = \left(\frac{0.0015 \cdot D^2}{d} + 0.1d \right) \cdot n \quad (\text{kaltgeformt, statisch})$$

wirksamen Windungen :
$$S_a = 0.02 \cdot (D + d) \cdot n \quad (\text{warmgeformt, statisch})$$

Mindestabstand zwischen den $S_a = \left(\frac{0.0015 \cdot D^2}{d} + 0.1 \cdot d \right) \cdot n \cdot 1,5$ (kaltgeformt, dynamisch)

wirksamen Windungen : $S_a = 0.04 \cdot (D + d) \cdot n$ (warmgeformt, dynamisch)

Anzahl der wirksamen Windungen: $n = \frac{G}{8} \cdot \frac{d^4 \cdot s}{D^3 \cdot F}$

Drahtdurchmesser: $d = \sqrt[3]{\frac{8}{\pi} \cdot \frac{F \cdot D}{\tau_{zul}}}$

kleinste zul. Federlänge : $L_n = L_c + S_a$

Steigung : $s = \frac{(L_0 - d)}{n}$ (Federenden angelegt und geschliffen)

$s = \frac{(L_0 - 2.5 \cdot d)}{n}$ (Federenden nicht angelegt und bearbeitet)

Maximale Steigung $s_{max} = 0,7 \times D_i$

Vergrößerung des Windungs-
durchmessers : $\Delta D_e = 0,1 \frac{S^2 - 0,8Sd - 0,2d^2}{D}$

Blocklänge :

Kaltgeformt

$L_c = n_t \cdot d_{max}$ (Federenden angelegt und geschliffen)

$L_c = (n_t + 1.5) \cdot d_{max}$ (Federenden angelegt und unbearbeitet)

Warmgeformt

$L_c = (n_t - 0.3) \cdot d_{max}$ (Federenden angelegt und planbearbeitet)

$L_c = (n_t + 1.1) \cdot d_{max}$ (Federenden unbearbeitet)

Drahtlänge : $L_d = D \cdot \pi \cdot n_t$

Gewicht : $m = \pi \cdot d^2 \cdot \rho \cdot \frac{Ld}{4}$

Federungsarbeit : $W = 0.5 \cdot (F_2 \cdot s_2) - 0.5 \cdot (F_1 \cdot s_1)$

Knickfederweg $sK = L0 \frac{0,5}{1 - \frac{G}{E}} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{1 - \frac{G}{E}}{0,5 + \frac{G}{E}} \left(\frac{\pi D}{vL0} \right)^2} \right]$

Formelzeichen	Beschreibung	Maßeinheit
Werkstoff	Werkstoffart	
G	Schubmodul	N/mm ²
E	Elastizitätsmodul	N/mm ²
R _{m min}	Mindestzugfestigkeit	N/mm ²
tau zul	Zulässige Schubspannung	N/mm ²
tau ko zul	Zulässige Oberspannung, korrigiert	N/mm ²
tau kh zul	Zulässige Hubspannung, korrigiert	N/mm ²
k	Spannungsbeiwert	
Dauerfest	Dauerfestigkeitsberechnung	
Enden geschliffen	Enden der Feder geschliffen	
Kugelgestrahlt	Erhöhung der Dauerschwingfestigkeit (notwendig für Dauerfestigkeitsberechnung)	
Gütegrad	Gütegrad der Produktion	
e1	Zulässige Abweichung der Mantellinie von der Senkrechten	mm
e2	Zulässige Abweichung von der Parallelität	mm
Drahtlänge	Drahtlänge für die Produktion einer Feder	mm
Drahtgewicht	Drahtgewicht für die Produktion einer Feder	g
Durchmesser		
d	Drahtdurchmesser	mm
Di	Innerer Windungsdurchmesser	mm
D	Mittlerer Windungsdurchmesser	mm
De	Äußerer Windungsdurchmesser	mm
Dec	Vergrößerter Außendurchmesser bei Blocklänge L _c	mm
Dd max	Größter Dorndurchmesser	mm
Dh min	Kleinster Hülsendurchmesser	mm
Längen		
L0	Ungespannte Länge der Feder	mm
L1	Länge der Feder vorgespannt	mm
L2	Länge der Feder gespannt	mm
Ln	Kleinste Länge bei statischer Belastung	mm
Lc	Blocklänge	mm
Federwege		
s1	Strecke der Feder vorgespannt	mm
s2	Strecke der Feder gespannt	mm
sn	Größter Federweg bei statischer Belastung	mm
sc	Federweg bis Block	mm
Kräfte		
F1	Kraft der Feder vorgespannt	N
F2	Kraft der Feder gespannt	N
Fn	Höchstkraft bei statischer Belastung	N
Fc theo	Theoretische Höchstkraft bei L _c	N
0,3*Fn	Prüfkraft für R	N
0,7*Fn	Prüfkraft für R	N
Federrate		

R	Federrate	N/mm
Windungen		
n	Anzahl der federnden Windungen	Stück
nt	Anzahl der Gesamtwindungen	Stück
nt-n	Anzahl der nicht federnden Windungen	Stück
Steigung		
s (St.)	Steigung der Feder (Windungsmitte bis Windungsmitte)	mm
sW (St.W)	Steigungswinkel	Grad
Verhältnisse		
w	Wickelverhältnis	
L0/D	Schlankheitsgrad	
Abstände		
Sa	Summe Mindestabstände zwischen den Windungen	mm
Sa2	Summe Mindestabstände zwischen den Windungen (Dauerfest)	mm
Statische Beanspruchung		
tau 1	Schubspannung bei F1	N/mm ²
tau 2	Schubspannung bei F2	N/mm ²
tau n	Schubspannung bei Fn	N/mm ²
tau c	Schubspannung bei Fc	N/mm ²
tau 2 / tau zul	Verhältnis	
tau n / tau zul	Verhältnis	
tau c / tau zul	Verhältnis	
Dynamische Beanspruchung		
tau k2	Korrigierte Schubspannung bei F2	N/mm ²
tau kh	Korrigierte Hubspannung	N/mm ²
tau k2 / tau ko zul	Verhältnis	
tau kh / tau kh zul	Verhältnis	
N	Lastspielzahl	Stück
fe	Eigenfrequenz	1/s
Knickung		
Lk (v=2)	Knicklänge bei Lagerungsbeiwert 2	mm
Lk (v=1)	Knicklänge bei Lagerungsbeiwert 1	mm
Lk (v=0,7)	Knicklänge bei Lagerungsbeiwert 0,7	mm
Lk (v=0,5)	Knicklänge bei Lagerungsbeiwert 0,5	mm