

Anmerkungen zu DIN 2194:2002-08

zu 6.1 Grenzabmaße A_D für den mittleren Windungsdurchmesser D der unbelasteten Drehfeder

Gleichung (1)

Hier wird A_D als Funktion von (D, d, Q) mit der Bedingung $|A_D| \geq 0,07\text{mm}$ angegeben.

Um für die Grenzmaße A_D eine Übersichtstabelle in Anlehnung an DIN 2097, bzw. DIN EN 15800 zu erstellen wird Gleichung (1)

mit $w = \frac{D}{d}$ übertragen in:

$$A_D = \pm 0,025 \cdot w^{0,17} \cdot D^{0,83} \cdot Q \quad \rightarrow \quad A_D = f(w, D, Q)$$

D	Grenzabmaße A_D in mm für den mittleren Windungsdurchmesser D nach DIN 2194:2002-08, mit $w = D/d$											
	Gütegrad 1 bei Wickelverhältnis w				Gütegrad 2 bei Wickelverhältnis w				Gütegrad 3 bei Wickelverhältnis w			
	4	8	14	20	4	8	14	20	4	8	14	20
1	±0,02	±0,02	±0,02	±0,03	±0,03	±0,04	±0,04	±0,04	±0,05	±0,06	±0,06	±0,07
1,6	±0,03	±0,03	±0,04	±0,04	±0,05	±0,05	±0,06	±0,06	±0,07	±0,08	±0,09	±0,1
2,5	±0,04	±0,05	±0,05	±0,06	±0,07	±0,08	±0,08	±0,09	±0,11	±0,12	±0,13	±0,14
3,2	±0,05	±0,06	±0,06	±0,07	±0,08	±0,09	±0,1	±0,11	±0,13	±0,15	±0,16	±0,17
4	±0,06	±0,07	±0,08	±0,08	±0,1	±0,11	±0,12	±0,13	±0,16	±0,18	±0,2	±0,21
5	±0,08	±0,09	±0,09	±0,1	±0,12	±0,14	±0,15	±0,16	±0,19	±0,22	±0,24	±0,25
6,3	±0,09	±0,1	±0,11	±0,12	±0,15	±0,16	±0,18	±0,19	±0,23	±0,26	±0,29	±0,31
8	±0,11	±0,13	±0,14	±0,15	±0,18	±0,2	±0,22	±0,23	±0,28	±0,32	±0,35	±0,37
10	±0,13	±0,15	±0,17	±0,18	±0,21	±0,24	±0,26	±0,28	±0,34	±0,39	±0,42	±0,45
12,5	±0,16	±0,18	±0,2	±0,21	±0,26	±0,29	±0,32	±0,34	±0,41	±0,46	±0,51	±0,54
16	±0,2	±0,22	±0,25	±0,26	±0,32	±0,36	±0,39	±0,42	±0,51	±0,57	±0,63	±0,66
25	±0,29	±0,32	±0,36	±0,38	±0,46	±0,51	±0,57	±0,6	±0,73	±0,82	±0,91	±0,96
31,5	±0,35	±0,39	±0,43	±0,46	±0,55	±0,62	±0,69	±0,73	±0,89	±1	±1,1	±1,17
40	±0,43	±0,48	±0,53	±0,56	±0,68	±0,76	±0,84	±0,89	±1,08	±1,22	±1,34	±1,42
50	±0,51	±0,58	±0,63	±0,67	±0,81	±0,92	±1,01	±1,07	±1,3	±1,46	±1,61	±1,71
63	±0,62	±0,7	±0,77	±0,82	±0,99	±1,11	±1,22	±1,3	±1,58	±1,77	±1,95	±2,07
80	±0,76	±0,85	±0,94	±1	±1,2	±1,35	±1,49	±1,58	±1,92	±2,16	±2,38	±2,53
100	±0,91	±1,03	±1,13	±1,2	±1,45	±1,63	±1,79	±1,9	±2,31	±2,6	±2,86	±3,04
125	---	---	---	---	±1,74	±1,96	±2,15	±2,29	±2,79	±3,13	±3,45	±3,66
160	---	---	---	---	±2,14	±2,4	±2,64	±2,81	±3,42	±3,85	±4,23	±4,49

zu 6.2 Grenzabweichung A_M für die Federmomente M_1, M_2

Für das Drehmoment M_i bei einem Drehwinkel α_i in [°] gilt

$$M_i = \frac{\pi \cdot E \cdot d^4 \cdot \alpha_i}{64 \cdot 180 \cdot D \cdot n}$$

Je nach Stellung der Federschenkel mit dem Winkel ($\gamma \pm A_\gamma$) im unbelasteten Zustand, ändert sich auch der Drehwinkel α_i mit $\pm A_\gamma$.

Somit wird

$$\Delta M = \pm \frac{\pi \cdot E \cdot d^4 \cdot A_\gamma}{64 \cdot 180 \cdot D \cdot n} \rightarrow \equiv \pm \frac{\pi \cdot E \cdot d^4 \cdot 2,4 \cdot n^{0,76} \cdot w^{0,5}}{64 \cdot 180 \cdot D \cdot n} \cdot Q$$

mit A_γ nach Gleichung (3) in DIN 2194

$$\Delta M = \pm \frac{2,4 \cdot \pi \cdot E \cdot d^3}{64 \cdot 180 \cdot n^{0,24} \cdot w^{0,5}} \cdot Q \rightarrow \cong \pm \frac{E \cdot d^3}{1528 \cdot n^{0,24} \cdot w^{0,5}} \cdot Q$$

In Gleichung (2) nach DIN 2194 ist der Term $\left(\frac{E}{1528}\right)$ ersetzt mit $(1,3 \cdot k_s)$

Faktor k_s nach Tafel 4, zur Bestimmung der Grenzabweichung der Federmomente. In Tafel 4 wird der Faktor k_s jedoch nur für drei Federwerkstoffgruppen als Näherungswert angegeben.

Federdraht	ks	ks_theoretisch = E/1528/1,3	$\frac{(A_M - \Delta M)}{\Delta M} \cdot 100\%$
DIN EN 10270-1	104	103,71	+ 0,3%
DIN EN 10170-2			
DIN EN 10270-3	90	93,14	-3,4%
W 1.4310			
W 1.4401			
W 1.4568			
W 1.4301			
W 1.4462			
W 1.4539			
DIN EN 12166	54	65,45	-17,5%
CuSN6 R950			
CuZn36 R700			
CuBe2			
CuCoBe			

Im Vergleich zu den theoretischen Werten für ΔM zeigen die Werte von A_M mit dem Faktor k_s wesentlich geringere Toleranzwerte für das Drehmoment mit den Federdrähten nach DIN EN 10270-3 und DIN EN 12166.

Im Einzelfall wird hier von der Fertigung eine zusätzliche Genauigkeit gefordert.