

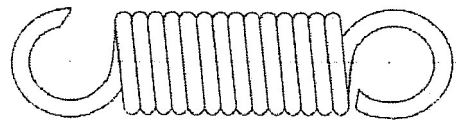
קפיצים

קפיץ לחיצה / מתיחה

רשימת מונחים	סימול	יחידות
הכח הפועל על הקפיץ	F	[N]
קבוע הקפיץ (קשיחות הקפיץ)	C, C _{tot}	[N/mm]
עבודת הקפיץ	W	[N·mm], [J]
מאמץ גבול הכניעה של חומר הקפיץ	σ_y	[MPa]
מאמץ ההרס של חומר הקפיץ	σ_B	[MPa]
מאמץ גזירה/פיתול	$[\tau_t], \tau_e$	[MPa]
מודול הגזירה (הזיחה) של הקפיץ	G	[MPa]
קוטר התיל (החוט)	d	[mm]
קוטר ממוצע של הקפיץ	D	[mm]
אורך הקפיץ החופשי	H ₀	[mm]
אורך הקפיץ תחת כוח מוקדם F ₁	H ₁	[mm]
אורך הקפיץ תחת כוח מירבי F ₂	H ₂	[mm]
אורך קפיץ במצב נעול תחת כוח נעילה (מצב אסור)	H _s	[mm]
מידת שקיעת הקפיץ	f	[mm]
גובה נפילה של מסה	h	[mm]
מקדם תיקון המאמץ	k	
היחס בין הקוטר הממוצע לקוטר התיל (אינדקס הקפיץ)	e	
מקדם בטיחות	[S]	
מספר כריכות פעילות	n	
מספר כריכות לא פעילות	ns	
מספר כריכות כולל	ntot	



קפיץ לחיצה



קפיץ מתיחה

קפיץ פיתול

רשימת מונחים	סימול	יחידות
זווית הפיתול	φ	[rad]
מומנט הכפיפה	M _b	[N·mm]
קבוע קפיץ פיתול	C	[N·mm/deg]
אורך זרוע הכפיפה	L	[mm]
מאמץ כפיפה	σ_b	[MPa]
מקדם תיקון לקפיץ פיתול	k	

יחסים מקובלים בין המאמצים למאמץ ההרס

$\sigma_y \cong 0.75 \cdot \sigma_B$
$\tau_y \cong 0.6 \cdot \sigma_y \cong 0.45 \cdot \sigma_B$
$[\sigma_t] \cong (0.5 \div 0.6) \cdot \sigma_B$
$[\tau_t] \cong (0.3 \div 0.4) \cdot \sigma_B$

$$[\sigma_t] = \frac{\sigma_y}{[S]} \quad [\text{MPa}]$$

מאמץ מותר למתיחה / לחיצה

מש-מלכה ק"ח 61

$$[\tau_t] = \frac{0.6 \cdot \sigma_y}{[S]} \quad [\text{MPa}]$$

מאמץ מותר לפיתול וגזירה

$$[S] = 1.2 \div 1.6$$

מקדם בטיחות – בד"כ

טבלת מידות תקניות לקוטר התיל

מידות קוטר תיל d (מילימטרים) עבור קפיצים מיוצרים בקור תקן DIN 2076

מועדף	1.8	2	2.25	2.5	2.8	3.2	3.6	4	4.5	5	5.6	6.3	7	8	9	10	11	12.5	14	16
לא מועדף	1.9	2.1	2.4	2.6	3	3.4	3.8	4.25	4.75	5.3	6	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	13	15	17

מידות קוטר תיל d (מילימטרים) עבור קפיצים מיוצרים בחום תקן DIN 2077

מועדף	7	8	9	10	11	12.5	14	16	18	20	22.5	25	28	32	36	40	45	50
לא מועדף						12	13	15	17	19	21	24	26	30	34	38	42	48

$$d \geq \sqrt{\frac{8 \cdot F_{\max} \cdot k \cdot e}{\pi \cdot [\tau_t]}} \quad [\text{mm}]$$

קוטר התיל – כאשר קוטר הקפיץ אינו נתון:
אם e או k אינם נתונים בחר: $k=1.21$, $e=7$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{8 \cdot F_{\max} \cdot k \cdot D}{\pi \cdot [\tau_t]}} \quad [\text{mm}]$$

קוטר התיל – כאשר נתון קוטר הקפיץ:
אם k אינו נתון בחר: $k=1.21$

לאחר החישוב בוחרים מהטבלה בקוטר תקני גדול או שווה למחושב.
רצוי לבחור עפ"י המידה המועדפת

ערכים למודול הגזירה G

חומר הקפיץ	הערך ב - [MPa]
קפיץ פלדה מיוצר בקור	81000
קפיץ פלדה מיוצר בחום	78000
קפיץ מפלדת אל-חלד	72000
קפיץ ארד (ברונזה) זרחני	43000
קפיץ נחושת	40000

$$k = \frac{4 \cdot e - 1}{4 \cdot e - 4} + \frac{0.615}{e}$$

מקדם תיקון המאמץ k (ראה טבלה)

$$e = \frac{D}{d}$$

היחס המומלץ $4 \leq e \leq 12$

טבלה לבחירת מקדם התיקון של המאמץ בקפיצים בורגיים

e	k	e	k	e	k	e	k	e	k	e	k	e	k
3.0	1.58	4.0	1.40	5.0	1.31	6.0	1.25	8.5	1.17	12	1.12	18	1.07
3.2	1.53	4.2	1.38	5.2	1.30	6.5	1.23	9.0	1.16	13	1.11	20	1.07
3.4	1.49	4.4	1.36	5.4	1.28	7.0	1.21	9.5	1.15	14	1.10	25	1.05
3.6	1.46	4.6	1.34	5.6	1.27	7.5	1.19	10	1.14	15	1.09	30	1.04
3.8	1.43	4.8	1.32	5.8	1.26	8.0	1.18	11	1.13	16	1.08		

נוסחאות כלליות

$$n = \frac{\Delta f \cdot G \cdot d^4}{8 \cdot \Delta F \cdot D^3} = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot C \cdot D^3}$$

מספר הכריכות הפעילות בקפיץ

$$n_{tot} = n + n_s$$

נהוג להוסיף כריכות לא פעילות n_s

$$C = \frac{\Delta F}{\Delta f} = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot D^3 \cdot n} \left[\frac{N}{mm} \right]$$

קבוע הקפיץ (קשיחות הקפיץ)

$$f = \frac{F}{C} = \frac{8 \cdot F \cdot D^3 \cdot n}{G \cdot d^4} = \frac{8 \cdot F \cdot e^3 \cdot n}{G \cdot d}$$

מידת שקיעת הקפיץ תחת עומס F

$$f_{max} = \frac{\pi \cdot [\tau] \cdot n \cdot D^2}{G \cdot d \cdot k} \quad [mm]$$

שקיעה מרבית מותרת של הקפיץ עפ"י מאמץ מותר
עפ"י מודול הגזירה ומידות הקפיץ

$$\tau_e = \frac{8 \cdot k \cdot F \cdot D}{\pi \cdot d^3} \leq [\tau] \quad [MPa]$$

המאמץ הפועל בקפיץ תחת עומס F