

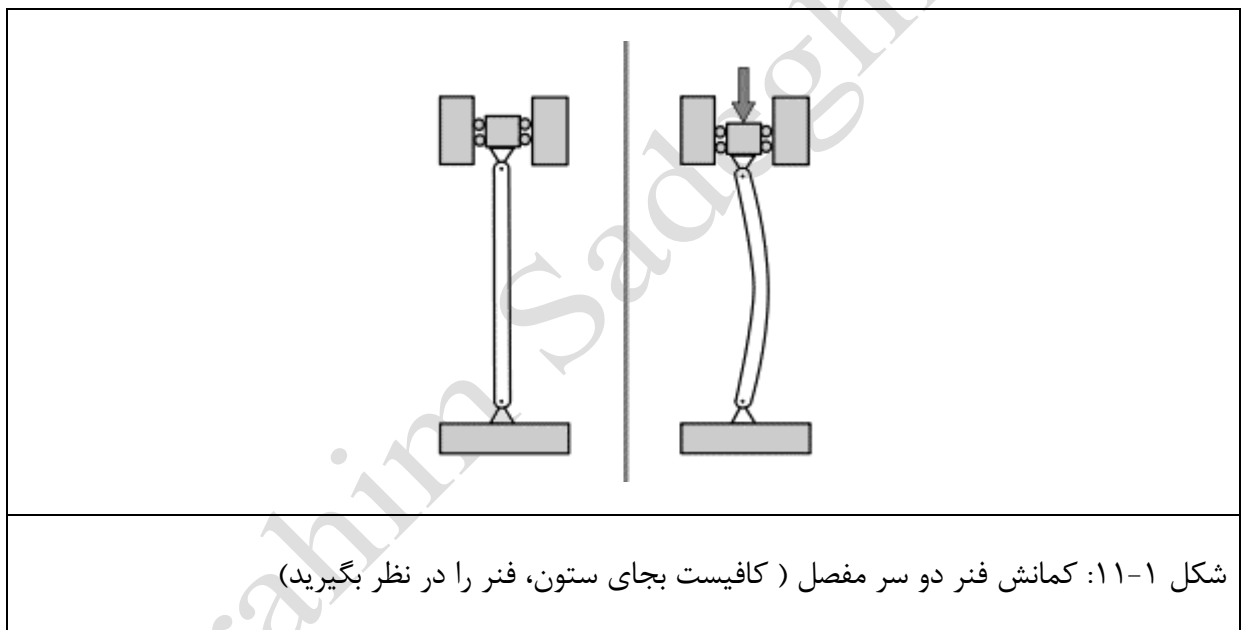
جلسه هفتم

کمانش فنرهای فشاری (تحت بار فشاری)

در فنرهای فشاری طول فنر نباید به اندازه زیاد باشد که در حین کار کمانش به وجود آید. نیروی و جابجایی منجر به کمانش از روابط زیر به دست می آید:

$$P_{Cr} = \frac{Gd^4 \delta_{Cr}}{64N_c R^3}$$

$$\delta_{Cr} = \frac{64P_{Cr} R^3 N_c}{Gd^4}$$



فنری را که دو سرش سنگ زنی شده می توان به عنوان یک ستون فرض کرد.

در حالتی که دو سر فنر به صفحه ثابت متصل باشد (دو سر گیردار) طول کمانش را می توان برابر با مقدار زیر در نظر گرفت:

$$L_0 = \delta_{Cr} + 11.15 \left(\frac{R^2}{\delta_{Cr}} \right)$$

و برای حالت دو سر مفصل رابطه زیر برقرار است:

$$L_0 = \delta_{Cr} + 22.3 \left(\frac{R^2}{\delta_{Cr}} \right)$$

اما عواملی مانند خارج از مرکز بودن بار، اثر حلقه های انتهایی و امثال آن باعث می شوند طول کمانش فنر اندکی کمتر از مقادیر بالا باشد.

ارتعاشات در فنرها

با وارد شدن یک بار فشاری و انتهای فنر مارپیچی یک موج فشاری در آن ایجاد می شود این موجود در طول فنر حرکت می کند و به انتهای دیگران می رسد و سپس باز می گردد ماده فنر در موقع ارتعاش تحت تنش های زیادی قرار می گیرد و ممکن است در اثر این ارتعاشات گسیخته شود.

بسامد طبیعی این ارتعاش رفت و برگشتی از معادله زیر بدست می آید:

$$f = \frac{d}{2\pi R^2 N_c} \sqrt{\frac{Gg}{32\gamma}}$$

در این معادله g نشانگر شتاب جاذبه زمین به مقدار $386 \frac{in}{s^2}$ است، γ نشانگر وزن ماده فنر بر حسب پوند بر اینچ مکعب است.

مثال:

فنر سوپاپی از سیم فنر فولادی شماره 4 ساخته شده است. تعداد حلقه های فعال آن برابر 10 است. میانگین قطر مارپیچ این فنر 2 in است. کمترین بسامد طبیعی آن را بدست آورید.

حل:

جزئیات حل: $R = 1 \text{ in}$. با استفاده از جدول

$$d = 0.2253 \text{ in.}$$

$$f = \frac{3510 \times 0.2253}{1^2 \times 10} = 79.1 \text{ (دور بر ثانیه)} = 4745 \text{ (دور بر دقیقه)}$$

تولانس های تجاری

اندازه های فنرهای مارپیچ استاندارد نشده است بنابراین آنها را باید بر اساس سفارش ساخت.

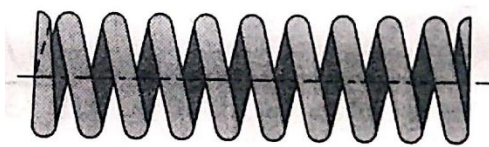
اگر برای ابعاد فنر و همچنین بار اعمالی تولانسهای آزادی قائل شویم می توان هزینه های تولید فنر را کاهش داد تولانس های مربوط به فنر های تجاری در جداول زیر درج شده است.

قطر سیم <i>mm (in.)</i>	تولانس بعلاوه منهای <i>mm</i> یا <i>in.</i>						
	شاخص فنر (<i>D/d</i>)						
	4	6	8	10	12	14	16
0.38	0.05	0.05	0.08	0.10	0.13	0.15	0.18
(0.015)	(0.002)	(0.002)	(0.003)	(0.004)	(0.005)	(0.006)	(0.007)
0.58	0.05	0.08	0.10	0.15	0.18	0.20	0.25
(0.023)	(0.002)	(0.003)	(0.004)	(0.006)	(0.007)	(0.008)	(0.010)
0.80	0.05	0.10	0.15	0.18	0.23	0.28	0.33
(0.035)	(0.002)	(0.004)	(0.006)	(0.007)	(0.009)	(0.011)	(0.013)
1.30	0.08	0.13	0.18	0.25	0.30	0.38	0.43
(0.051)	(0.003)	(0.005)	(0.007)	(0.010)	(0.012)	(0.015)	(0.017)
1.93	0.10	0.18	0.25	0.33	0.41	0.48	0.53
(0.076)	(0.004)	(0.007)	(0.010)	(0.013)	(0.016)	(0.019)	(0.021)
2.90	0.15	0.23	0.33	0.46	0.53	0.64	0.74
(0.114)	(0.006)	(0.009)	(0.013)	(0.018)	(0.021)	(0.025)	(0.029)
4.34	0.20	0.30	0.43	0.58	0.71	0.84	0.97
(0.171)	(0.008)	(0.012)	(0.017)	(0.023)	(0.028)	(0.033)	(0.038)
6.35	0.28	0.38	0.53	0.71	0.90	1.07	1.24
(0.250)	(0.011)	(0.015)	(0.021)	(0.028)	(0.035)	(0.042)	(0.049)
9.53	0.41	0.51	0.66	0.94	1.17	1.37	1.63
(0.375)	(0.016)	(0.020)	(0.026)	(0.037)	(0.046)	(0.054)	(0.064)
12.70	0.53	0.76	1.02	1.57	2.03	2.54	3.18
(0.500)	(0.021)	(0.030)	(0.040)	(0.062)	(0.080)	(0.100)	(0.125)

شکل ۱-۱۲: تولانس های قطر مارپیچ

تعداد حلقه های فعال در هر mm یا in	تلرانس برحسب بعلاوه منهای mm یا in مربوط به طول آزاد						
	شاخص فنر (D/d)						
	4	6	8	10	12	14	16
0.02 (0.5)	0.010	0.011	0.012	0.013	0.015	0.016	0.016
0.04 (1)	0.011	0.013	0.015	0.016	0.017	0.018	0.019
0.08 (2)	0.013	0.015	0.017	0.019	0.020	0.022	0.023
0.2 (4)	0.016	0.018	0.021	0.023	0.024	0.026	0.027
0.3 (8)	0.019	0.022	0.024	0.026	0.028	0.030	0.032
0.5 (12)	0.021	0.024	0.027	0.030	0.032	0.034	0.036
0.6 (16)	0.022	0.026	0.029	0.032	0.034	0.036	0.038
0.8 (20)	0.023	0.207	0.031	0.034	0.036	0.038	0.040

شکل ۱-۱۳: تلرانس های طول آزاد فنر مارپیچ فشاری با مقطع مربعی و سنگ زده



(a) فنر با سرهای تخت سنگ زنی یا آهنگری شده



(b) فنر با سرهای بسته غیر سنگ خورده



(c) فنر با سرهای ساده



(d) فنر با سرهای ساده سنگ خورده

شکل ۱-۱۴: انواع حلقه های انتهایی