

جلسه چهارم

طراحی فنر تحت شرایط بارگذاری استاتیکی

طراحی فنر بهینه شامل دو بخش:

(۱) طراحی بر اساس حجم حداقل و (۲) طراحی فنر تحت بار ماکسیمم و مینیمم

انجام می شود.

طراحی بر اساس حجم حداقل

در طراحی فنرهای مارپیچ متغیرهای زیادی دخالت دارند و طراحی فنرهای کارآمد بر پایه روشهای مبتنی بر آزمون و خطاست ست برای طراحی بر اساس حجم بهینه با توجه به روابط داریم:

$$B = \frac{\delta G}{Q\sqrt{8P\pi\tau}}$$

و سپس با استفاده از از جداول داده شده برای مقدار B ، اندیس فنر مناسب را پیدا کرد و یا:

$$B = \frac{c^3(5c+1.23)}{2.46\sqrt{c+0.615}}$$

می توان ثابت کرد که اگر B از معادله بالا برحسب اندیس فنر C محاسبه شود فنر دارای حداقل ماده یا

حجم بهینه خواهد بود برای اثبات این روابط می توان از رابطه $\frac{\partial v}{\partial c} = 0$ کمک گرفت.

مثال

می‌خواهیم یک فنر مارپیچی را طوری طراحی کنیم که با تغییر طول l ، بار ثابتی (استاتیک) به اندازه $100lb$ را تحمل کند. می‌خواهیم تنش τ آن برابر با $80000 psi$ باشد. تعداد فنرهای غیر فعال Q برابر با ۲ است. مقدار قطر d سیم لازم برای کارآمدترین فنر را به دست آورید. نزدیک‌ترین اندازه استاندارد را برای فنر واقعی انتخاب و مقادیر R و N_c نظیر این اندازه را حساب کنید. مقدار حجم ماده فنر را پیدا کنید.

اطلاعات داده شده: ماده فنر از فولاد است؛ بار استاتیکی برابر با $P=100lb$ است. $\delta=1 in$ ، $Q=2$ ؛ $\tau_{max} = 80000 psi$

فروضه‌ها: می‌خواهیم فنری طراحی کنیم که مقدار ماده آن حداقل است. بار وارد بر آن ثابت است.

حل:

جزئیات حل: از جدول (۳-۴) مقدار $G = 11,500,000 \text{ psi}$ برای فولاد به دست می‌آید. با استفاده از معاد (۱۳) خواهیم داشت

$$B = \frac{\delta G}{Q \sqrt{8 P \pi \tau}} = \frac{1 \times 11,500,000}{2 \sqrt{8 \times 100 \pi 80,000}} = 406$$

با استفاده از جدول (۸-۷) داریم

$$c = 4.56 \text{ (آزمایشی)}$$

$$K_s = 1 + \frac{0.615}{c} = 1 + \frac{0.615}{4.56} = 1.135$$

$$d = \left(\frac{8 K_s P c}{\pi \tau} \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{8 \times 1.135 \times 100 \times 4.56}{\pi (80,000)} \right)^{\frac{1}{2}} = 0.1284 \text{ in.}$$

با استفاده از جدول (۱-۷) سیم شماره ۱۰ با قطر $d = 0.1350 \text{ in}$ را انتخاب می‌کنیم. می‌توان نوشت

$$c = \frac{\pi d^2 \tau}{8 P} - 0.615 = \frac{\pi (0.1350)^2 \times 80,000}{8 \times 100} - 0.615 = 5.110$$

$$R = \frac{c d}{2} = \frac{5.110 \times 0.1350}{2} = 0.3450 \text{ in.}$$

$$N_c = \frac{\delta R G}{4 P c^4} = \frac{1 \times 0.3450 \times 11,500,000}{4 \times 100 \times 5.110^4} = 14.54 \text{ حلقه‌های فعال}$$

و نهایتاً برای حجم داریم:

$$V_{\min} = \frac{1}{2} \pi^2 d^2 R (N_c + Q) = \frac{1}{2} \pi^2 \times 0.135^2 \times 0.345 \times (14.54 + 2) = 0.5131 \text{ in}^3$$