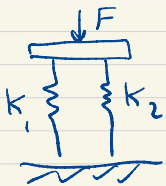
بسم الله الرحمن الرحیم

طراحی اجزاء یک

جلسه ۲۰

## Bolt and Member:



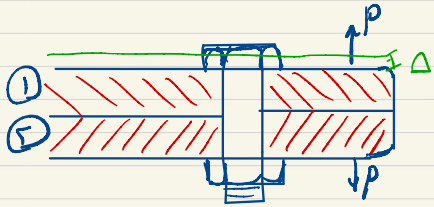

$F = F_1 + F_2$

$\Delta_1 = \Delta_2$

$\Delta = \frac{F_1 l}{EA}$

$F = F_1 + F_2$

$\Delta_1 = \Delta_2$




$P = P_b + P_m$

$\Delta = \Delta_b = \Delta_m$

$$K = \frac{f}{\Delta} \quad \text{و} \quad \Delta = \frac{f l}{EA} \Longrightarrow K_b = \frac{E_b A_b}{l_b}$$

$$\begin{cases} P = P_b + P_m \\ \Delta_b = \Delta_m \rightarrow \frac{P_b}{K_b} = \frac{P_m}{K_m} \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} P_b = \frac{K_b}{K_m + K_b} P \\ P_m = \frac{K_m}{K_m + K_b} P \end{cases}$$

بخشی از نیرو که روی پیچ می‌افتد

عضو افتد

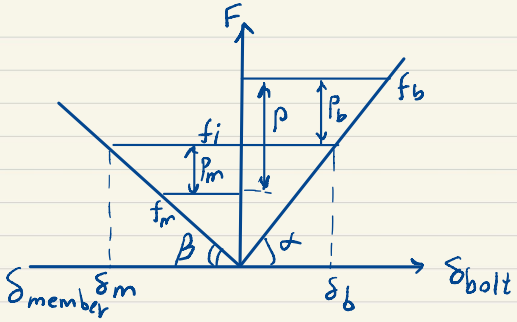
$f_i$ : نیروی پیش بار که با سفت کردن پیچ بوجود می آید.

$$\begin{cases} F_b = \dfrac{k_b}{k_m + k_b} P + f_i \\ F_m = \dfrac{k_m}{k_m + k_b} P - f_i \end{cases}$$

توجه شود که باید همواره در عضو نیروی منفی وجود داشته باشد زیرا در غیر این صورت باعث جدائی عضوی شود.

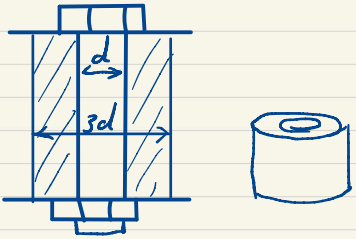
$$F_m \leq 0 \longrightarrow \frac{k_m}{k_m + k_b} P \leq f_i$$

یعنی حداکثر $f_i$ (نیروی پیش بار) از رابطه فوق بدست می آید.




$$tg\alpha = K_b \quad , \quad tg\beta = K_m$$

## ضریب فنریت (الاستیسیته) قطعه:



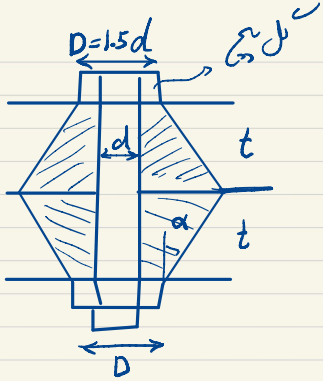

حل مدرسی:

$$K_m = \frac{f}{\Delta} = \frac{\sigma . A}{\varepsilon . \ell} = \frac{E . A}{\ell}$$

$$A = \frac{\pi}{4}\left((3d)^2 - d^2\right)$$

$$K_m = \frac{2\pi d^2 E}{\ell}$$

برای محاسبات تقریبی مناسب است




گل میخ

$\alpha = 45^\circ$

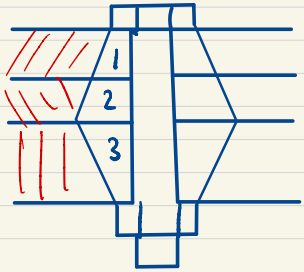
حل جدید:

بیم محدود
$\alpha = 45^\circ$

$$k_m = \frac{\pi d E}{\ln\left[\frac{(2t+D-d)(D+d)}{(2t+D+d)(D-d)}\right]}$$

اگر $D = 1.5d$

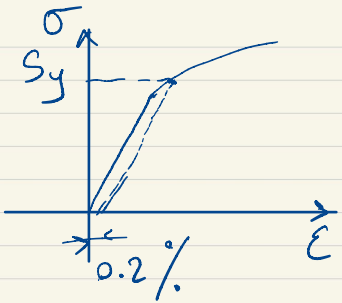
$$k_m = \frac{\pi d E}{\ln\left[5\left(\frac{2t+0.5d}{2t+2.5d}\right)\right]}$$




$k_{m1}$ , $k_{m2}$ , $k_{m3}$

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{k_{m1}} + \frac{1}{k_{m2}} + \frac{1}{k_{m3}}$$

فنرهاسری هستند.




## $S_p$ (Proof Strength) :

برای فولادها $S_p \simeq (0.9 \sim 0.95) S_y$

$S_p$ استحکام ماده‌ای است به گونه‌ای که هیچگونه تنش پلاستیک در هیچ بوجود نیاید.

$S_p = 0.9 S_y$

نکته : جنس مهره‌ها را نرم‌تر از پیچ در نظر می‌گیرند تا در صورت خرابی، مقطع ارزانتر (مهره) دچار صدمه شود.

نکته: جنس پیچ‌ها را از طریق شماره‌ای کدبندی می‌کنند:

a.b $\Rightarrow$ $a \times 100 = S_u$ mpa , $a \times b \times 10 = S_y$ mpa

ساختمانی — صنعتی

4.6 4.8 5.8 6.8 8.8 9.8 10.9 11.9 12.9 :grad

تهیه به روش نورد سرد

تهیه به روش نورد گرم (استحکام بالاتر، شکننده‌تر، عملیات حرارتی شده اند، گالوانیزه)

طراحی پیچ‌ها:

$$\begin{cases} F_b = \dfrac{k_b}{k_m + k_b} P + f_i = CP + f_i \\ f_m = \dfrac{k_m}{k_m + k_b} P - f_i = (1-C)P - f_i \end{cases}$$

در رجه جدایی $f_m = 0 \longrightarrow (1-C)P \cdot fs = f_i$ ✓

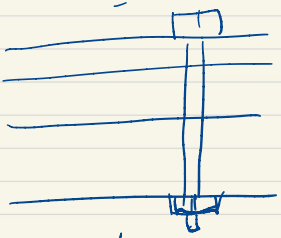
$F_b = CP \cdot fs + (1-C)P \cdot fs \rightsquigarrow \boxed{F_b = P \cdot fs}$ ✓ (1)

$$F_b = S_p \cdot A_t \qquad (II)$$

(I), (II) $\Rightarrow$ $$A_t = \frac{P \cdot fs}{S_p} \rightsquigarrow \boxed{A_t = \frac{P \cdot fs}{n \cdot S_p}}$$

$n$: تعداد پیچ‌ها

نکته: مقاطع پیچ‌ها تقریبا برابر ضخامت ورق‌های اتصال شده می‌باشد (کمترین ضخامت)



نکته: در آرایش ورق‌ها (مثلاً فلنج‌ها) فاصله مرکز تا مرکز پیچ‌ها باید بین $3d$ تا $15d$ باشد.

**Table 8–1**

Diameters and Areas of Coarse-Pitch and Fine-Pitch Metric Threads.*

| Nominal Major Diameter $d$ mm | Coarse-Pitch Series Pitch $p$ mm | Tensile-Stress Area $A_t$ mm$^2$ | Minor-Diameter Area $A_r$ mm$^2$ | Fine-Pitch Series Pitch $p$ mm | Tensile-Stress Area $A_t$ mm$^2$ | Minor-Diameter Area $A_r$ mm$^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.6 | 0.35 | 1.27 | 1.07 | | | |
| 2 | 0.40 | 2.07 | 1.79 | | | |
| 2.5 | 0.45 | 3.39 | 2.98 | | | |
| 3 | 0.5 | 5.03 | 4.47 | | | |
| 3.5 | 0.6 | 6.78 | 6.00 | | | |
| 4 | 0.7 | 8.78 | 7.75 | | | |
| 5 | 0.8 | 14.2 | 12.7 | | | |
| 6 | 1 | 20.1 | 17.9 | | | |
| 8 | 1.25 | 36.6 | 32.8 | 1 | 39.2 | 36.0 |
| 10 | 1.5 | 58.0 | 52.3 | 1.25 | 61.2 | 56.3 |
| 12 | 1.75 | 84.3 | 76.3 | 1.25 | 92.1 | 86.0 |
| 14 | 2 | 115 | 104 | 1.5 | 125 | 116 |
| 16 | 2 | 157 | 144 | 1.5 | 167 | 157 |
| 20 | 2.5 | 245 | 225 | 1.5 | 272 | 259 |
| 24 | 3 | 353 | 324 | 2 | 384 | 365 |
| 30 | 3.5 | 561 | 519 | 2 | 621 | 596 |
| 36 | 4 | 817 | 759 | 2 | 915 | 884 |
| 42 | 4.5 | 1120 | 1050 | 2 | 1260 | 1230 |
| 48 | 5 | 1470 | 1380 | 2 | 1670 | 1630 |
| 56 | 5.5 | 2030 | 1910 | 2 | 2300 | 2250 |
| 64 | 6 | 2680 | 2520 | 2 | 3030 | 2980 |
| 72 | 6 | 3460 | 3280 | 2 | 3860 | 3800 |
| 80 | 6 | 4340 | 4140 | 1.5 | 4850 | 4800 |
| 90 | 6 | 5590 | 5360 | 2 | 6100 | 6020 |
| 100 | 6 | 6990 | 6740 | 2 | 7560 | 7470 |
| 110 | | | | 2 | 9180 | 9080 |

## Table 8–11

Metric Mechanical-Property Classes for Steel Bolts, Screws, and Studs*

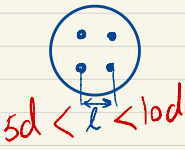
| Property Class | Size Range, Inclusive | Minimum Proof Strength,† MPa | Minimum Tensile Strength,† MPa | Minimum Yield Strength,† MPa | Material | Head Marking |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4.6 | M5–M36 | 225 | 400 | 240 | Low or medium carbon | |
| 4.8 | M1.6–M16 | 310 | 420 | 340 | Low or medium carbon | |
| 5.8 | M5–M24 | 380 | 520 | 420 | Low or medium carbon | |
| 8.8 | M16–M36 | 600 | 830 | 660 | Medium carbon, Q&T | |
| 9.8 | M1.6–M16 | 650 | 900 | 720 | Medium carbon, Q&T | |
| 10.9 | M5–M36 | 830 | 1040 | 940 | Low-carbon martensite, Q&T | |
| 12.9 | M1.6–M36 | 970 | 1220 | 1100 | Alloy, Q&T | |

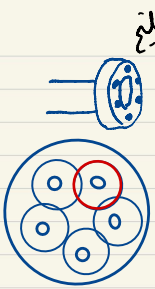
*The thread length for bolts and cap screws is

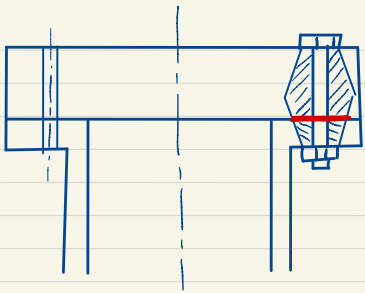
$$L_T = \begin{cases} 2d + 6 & l \le 125 \\ 2d + 12 & 125 < l \le 200 \\ 2d + 25 & l > 200 \end{cases}$$

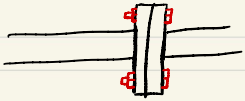
where $L$ is the bolt length. The thread length for structural bolts is slightly shorter than given above.

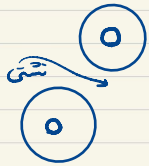
†Minimum strengths are strength exceeded by 99 percent of fasteners.



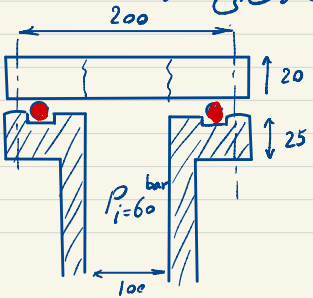



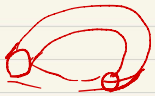





## واشر:

واشرها قطعاتی هستند که بین دو عضو قرار می گیرند و در آب بندی آنها کمک می کنند.



- واشر تخت
- واشر o-ring

$P_g$ : مینیم فشار لازم برای آب بند شدن واشر

$$f_i = (1-C)\,P.fs + A_g P_g$$

$A_g$ : مساحت سوراخ واشر (کاتالوگ)

توجه:

میزان ترک لازم (مجاز) برای سفت کردن پیچ ها:

$$T = \frac{f_i d_m}{2}\left[\frac{l + \pi \mu_b d_m / \sin\alpha}{\pi d_m - \mu_b l / \sin\alpha} + \frac{\mu_c d_c}{d_m}\right]$$

برای پیچ های استاندارد $d_m \approx d$ , $\alpha = 30^\circ$ , $\mu_c \approx 0.15$ , $\mu_b \approx 0.2$

$$T \approx 0.2\, f_i\, d_0 \qquad \text{(تقریبی)}$$