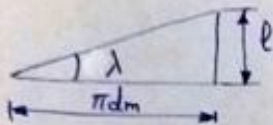


سوال 1 نشان دهید بایچه با زویه مربع شکل از رابطه زیر درست می آید:  
 که  $\mu$  ضریب اصطکاک بین زویه و محور می باشد.  

$$e = \tan \lambda \left( \frac{1 - \mu \tan \lambda}{\tan \lambda + \mu} \right)$$



حل: اگر یک زویه بایچه باز شود، خواهیم داشت:  

$$l = \pi d_m \cdot \tan \lambda \quad (*)$$

بازده بایچه بصورت زیر تعریف می شود  

$$e = \frac{T_o}{T} = \frac{F l}{2 \pi T} \quad (**)$$

و لنگر لازم برای بالا بردن  

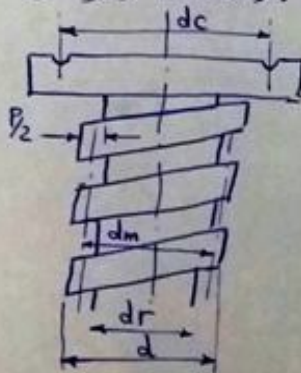
$$T = T_R = \frac{F d_m}{2} \left( \frac{l + \mu \pi d_m}{\pi d_m - \mu l} \right) \quad (***)$$

با جایگزینی روابط (\*) در (\*\*\*) در رابطه (\*\*):

$$e = \frac{F(\pi d_m \cdot \tan \lambda)}{2 \pi \frac{F d_m}{2} \left( \frac{l + \mu \pi d_m}{\pi d_m - \mu l} \right)} = \tan \lambda \cdot \frac{\pi d_m - \mu(\pi d_m \tan \lambda)}{(\pi d_m \cdot \tan \lambda) + \mu \pi \cdot d_m}$$

$$= \tan \lambda \left( \frac{1 - \mu \tan \lambda}{\tan \lambda + \mu} \right) \quad \checkmark$$

سوال 2 توان لازم برای به حرکت انداختن بایچه قدرت به قطر 40 mm دورانه با زویه های مربع شکل و تمام 6 mm را بپروا کنید. مهره با سرعت 48 mm/s بار  $F = 10 \text{ kN}$  و حرکت می دهد. ضریب اصطکاک زویه ها 0.1 و برای یته 0.15 است.



- $d = 40 \text{ mm}$
- $P = 6 \text{ mm}$
- $N = 2$
- $V = 48 \text{ mm/s}$
- $F = 10 \text{ kN}$
- $f = 0.1$
- $f_c = 0.15$
- $d_c = 60 \text{ mm}$

قطر یته اصطکاکی 60 mm است.  
 حل: قطر متوسط  $d_m = d - P/2 = 40 - (6/2) = 37 \text{ mm}$

میزان پیروی  $l = NP = 2(6) = 12 \text{ mm}$

لنگر بالا بردن  

$$T_R = \frac{F d_m}{2} \left( \frac{l + f \pi d_m}{\pi d_m - f l} \right) + \frac{f_c F d_c}{2}$$

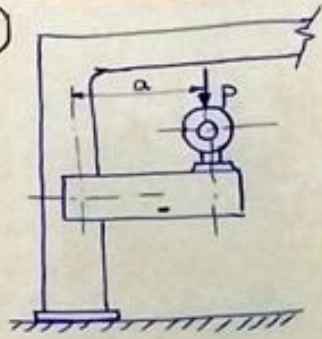
$$\Rightarrow T_R = \frac{10(37)}{2} \left[ \frac{12 + (0.1)(\pi)(37)}{\pi(37) - (0.1)(12)} \right] + \frac{(0.15)(10)(60)}{2} = 83 \text{ N.m}$$

تعداد دور لازم برای سرعت  
 متوسط  $n = \frac{V}{l} = \frac{48 \text{ mm/s}}{12 \text{ mm}} = 4 \text{ rev/sec}$

سرعت زاویه ای  $\omega = 2 \pi n = 2 \pi (4) = 8 \pi \text{ rad/sec}$

توان لازم  $H = T_R \cdot \omega = (83)(8 \pi) = 2086 \text{ W} \approx 2.1 \text{ kW}$

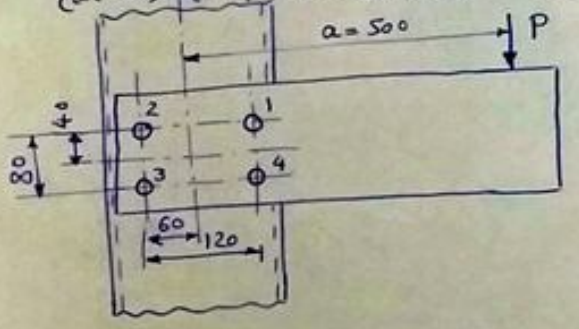
2



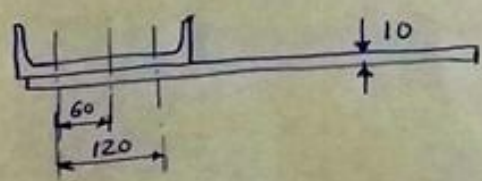
مسئله برای اتصال برآکت شکل مقابل جهت تحمل نیروی P از تعدادی پیچ استفاده می شود. ضخامت ورق برآکت از جنس فولاد برابر 10 mm بوده که به یک ناودانی U200 متصل خواهد شد. نیروی وارده 15 KN و  $a = 500$  mm می باشد. مطلوبیت: (الف) مناسبه تعداد و اندازه پیچ و اگر از گرید 5.8 انتخاب شود ضریب ایمنی برابر 2.0 منظور گردد (ب) تنش تکیه گاهی بیشینه

حل: این نوع اتصالات که بار خارج از مرکزی به آن وارد می شود، پیچ ها را تحت نیروی برشی قرار می دهد. جهت حل چنین مسائلی روند زیر طی می شود که برای همه مسائلی از این نوع قابل استفاده می باشد.

1- انتخاب تعداد و آلگوری قرارگیری پیچ و این انتخاب یک انتخاب طرایی است که بر مبنای هندسه قطعات متصل شوند و نوع بارگذاری مشخص می گردد. در اینجا چهار عدد پیچ با فاصله های زیر در نظر گرفته می شود.



با توجه به طرح، پیچ ها تحت دو بار برشی می باشد. یکی نیروی برش مستقیم ناشی از بار P که نیروی برشی اولیه نامیده می شود. از طرفی بار P یک گشتاور ایجاد کرده که نیروی برشی ثانویه را بوجود می آورد. نیروی خالص برشی برآیند این نیروها می باشد.



2- تعیین نیروی برش مستقیم بر روی هر پیچ که بطور مساوی بین پیچ ها تقسیم می شوند:

$$F'_1 = F'_2 = F'_3 = F'_4 = F' = \frac{P}{N} = \frac{15 \times 10^3}{4} = 3750 \text{ N}$$

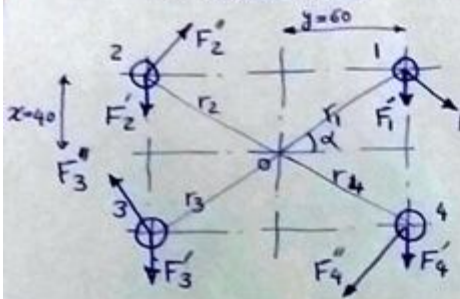
3- تعیین گشتاور وارده بر مرکز پیچ و که برابر خواهد بود با  $M = P \times a$  ، گشتاور بار خارج از مرکزی از حاصلضرب بار در فاصله تا مرکز جرم پیچ ها بدست می آید:

$$M = (15 \times 10^3 \text{ N})(500 \times 10^{-3} \text{ m}) = 7500 \text{ N.m}$$

3

۴- محاسبه فاصله ششگای مرکز جرم پیچ‌ها از مرکز هر پیچ که در اینجا این فاصله برای همه پیچ‌ها برابر می‌باشد:

$$r = \sqrt{(60)^2 + (40)^2} = 72.11 \text{ mm}$$



۵- گشتاور بار خارج از مرکزی، نیروهای برش ثانویه را به شکل دربر روی پیچ ایجاد خواهد کرد.

می‌توان نوشت:

$$M = F_1' r_1 + F_2' r_2 + F_3' r_3 + F_4' r_4 \quad (*)$$

که  $F_i'$  بار گشتاوری یا برش ثانویه است. از طرفی

نیروی که هر پیچ تحمل می‌کند به فاصله آن تا مرکز جرم بستگی دارد یعنی دورترین پیچ

مهره از مرکز جرم بیشترین بار را تحمل می‌کند لذا می‌توان نوشت:  $\frac{F_1'}{r_1} = \frac{F_2'}{r_2} = \frac{F_3'}{r_3} = \frac{F_4'}{r_4} \quad (**)$

با ترکیب معادلات (\*) و (\*\*):  $M = F_1' r_1 + (\frac{r_2}{r_1} F_1') r_2 + (\frac{r_3}{r_1} F_1') r_3 + (\frac{r_4}{r_1} F_1') r_4$

$$\Rightarrow M = \frac{F_1'}{r_1} (r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + r_4^2) \Rightarrow F_1' = \frac{M r_1}{\sum r^2} \quad (***)$$

نیروی برش ثانویه برای هر پیچ از رابطه (\*\*\*) بدست می‌آید

چون فاصله ششگای مرکز جرم پیچ‌ها از هر پیچ یکسان است، نیروی برش ثانویه در هر چهار پیچ با هم برابر هستند.

$$F_1' = F_2' = F_3' = F_4' = \frac{M r}{4 r^2} = \frac{M}{4 r}$$

$$= \frac{7500 \text{ N.m}}{4 (72.11 \times 10^{-3} \text{ m})} = 26002 \text{ N} \approx 26 \text{ kN}$$

۶- در مرحله بعد نیروی برآیند وارد بر هر پیچ بدست آورده می‌شود و محل بحرانی مشخص می‌شود.

باتوجه به آرایش نیروها در شکل فوق پیچ‌های ۱ و ۴ برآیند بزرگتری دارند و پیچ‌های بحرانی اند.

$$F_{1x} = F_1' \sin \alpha \quad \alpha = \tan^{-1} \left( \frac{40}{60} \right) = 33.69^\circ$$

$$F_{1y} = F_1' + F_1' \cos \alpha, \quad F_1 = \sqrt{F_{1x}^2 + F_{1y}^2} = 29194 \text{ N}$$

Grade 5.8 :  $S_{ut} = 520 \text{ MPa}$

$S_y = 395 \text{ MPa}$

$S_p = 380 \text{ MPa}$

۷- با توجه به گریز پیچ ← جدول ۴-۸

و متن برشی مجاز قابل تحمل پیچ بدست می‌آید

$$T_{all} = \frac{S_{sy}}{n} = \frac{0.577 S_y}{n} = \frac{0.577 (395)}{2} \approx 114 \text{ MPa}$$

ضریب ایمنی

4) ۸- مناسبه مقطع لازم برای بیج  $A_r = \frac{F_l}{\sigma_{all}} = \frac{29194 \text{ N}}{114 \text{ MPa}} = 256.1 \text{ mm}^2$

مطرحه جدول ۸-۱ و انتخاب اندازه بیجی که  $A_r$  آن معادلی یا بزرگتر از مقطع لازم

است ← اندازه بیج  $M24 \times 3$   $A_r = 324 \text{ mm}^2 > 256.1$

بمراجه مجدد به جدول ۴-۸ بیج گریه ۵.۸ دارای اندازه ۳ MS تا M24 موجود است که لذا می تواند انتخاب شود.

اثر فواصل بیج ۵ از یکدیگر انزلی افزایش یابند و بر تیب به جای  $80 \text{ mm}$  و  $120 \text{ mm}$ ، از ابعاد  $100 \text{ mm}$  و  $150 \text{ mm}$  استفاده شود،  $r$  به  $90 \text{ mm}$  افزایش یافته و نیروی  $F^*$  به  $20.8 \text{ kN}$  کاهش یافته که باعث کاهش نیروی  $F$  به  $24.1 \text{ kN}$  شده و اندازه بیج مورد نیاز را به  $M20 \times 2.5$  کاهش می دهد. دیده می شود اثر فواصل بیج ۵ در طراحی بسیار مهم است.

۹- مناسبه طول لازم برای بیج ۵

جهت طول لازم برای بیج باید ضخامت ورق، ضخامت جان ناودانی، ضخامت واسر و ضخامت مهره را مدنظر قرار داد. از جدول پیوست:

$U200 : 203 \times 76 \quad t = 7.1 \text{ mm}$

$t_w = 5.1 \text{ mm}$  ضخامت واسر

$H = 21.5 \text{ mm}$  ارتفاع مهره

$\ell = 10 + 7.1 + 5.1 = 22.2 \text{ mm}$

$\ell + H = 22.2 + 21.5 = 43.7 \text{ mm}$  طول بیج  $\ell > \ell + H$

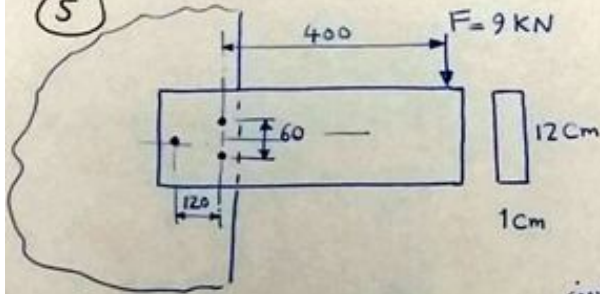
معمولاً طول نهایی بیج به اندازه ۲ تا سه رزوه از  $\ell + H$  بیشتر است؛ لذا طول نهایی بیج ۵  $60 \text{ mm}$  منظور می گردد.

ب) ناودانی از ورق نازکتر است، بنا بر این بزرگترین تنش تکیه گاهی از فشار آوردن

بیج مهره بر جان ناودانی ناشی می شود. لذا مساحت تکیه گاهی  $A_b = \text{قطر بیج} \times \text{ضخامت جان ناودانی} = 7.1 (24) = 170.4 \text{ mm}^2$

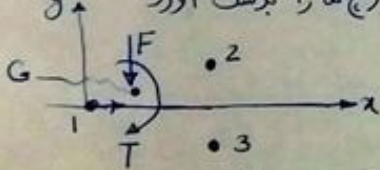
$\sigma = \frac{F}{A_b} = - \frac{29194}{170.4} = -171.3 \text{ MPa}$

5



مثال ۴ صفحه شکل متقابل بررسیه سه عدد میخ هرچ به قطر ۱۵ mm به دیواره متصل شده است. استحکام تسلیم هرچها و صفحه بترتیب برابر ۵۸۵ MPa و ۳۷۰ MPa می باشند. مطلوبیت محاسبه ضریب ایمنی

حل: روش حل مشابه مثال قبلی است و میخ هرچها تحت نیروی برشی ناشی از بار مستقیم F و لنگر ناشی از می باشند می توان بار اعمالی را به مرکز جرم هرچها انتقال داد که یک نیرو و لنگر را ایجاد می کند. البته لازم است مرکز جرم هرچها را بدست آورد.



$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i x_i}{\sum_{i=1}^n A_i}, \quad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i y_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

که  $x_i$  و  $y_i$  فاصله تا مرکز هر میخ مهره و  $A_i$  مساحت مقطع میخ مهره می باشد

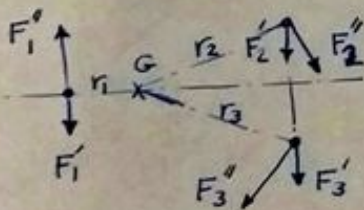
$$\bar{x} = \frac{A_1 x_1 + A_2 x_2 + A_3 x_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{A(0) + A(12) + A(12)}{3A} = 8 \text{ cm} = 80 \text{ mm}$$

$$\bar{y} = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2 + A_3 y_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{A(0) + A(3) + A(-3)}{3A} = 0$$

پس مرکز جرم هرچها نسبت به دستگاه مفروض  $(80, 0)$  می باشد. در این صورت فاصله

بازوی F برابر است  $a = 400 + 40 = 440 \text{ mm}$ . از این رو نیرو و لنگر وارد بر مرکز جرم هرچها ک:

$$F = 9000 \text{ N}, \quad M = T = F \cdot a = 9000 (440 \times 10^{-3}) = 3960 \text{ N.m}$$



برش اولیه  $F' = \frac{1}{3} F = 3000 \text{ N}$  : جهت

برش ثانویه، نمودار نیروی  $F''$  ترسیم می شود

فاصله شعاعی مرکز جرم هرچها از مرکز هر میخ:

$$r_1 = 80 \text{ mm}, \quad r_2 = r_3 = \sqrt{(40)^2 + (30)^2} = 50 \text{ mm}$$

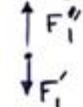
$$F_i'' = \frac{M r_i}{\sum r^2} \Rightarrow F_1'' = \frac{(3960)(80)(10^3)}{(80)^2 + (50)^2 + (50)^2} = 27789 \text{ N}$$

$$F_2'' = F_3'' = \frac{(3960 \times 10^3)(50)}{(80)^2 + (50)^2 + (50)^2} = 17368 \text{ N}$$

(6)


آکوت باید برآید بر روی وارد بر برج را عاینه کرده تا برج بجرانی بدست آید

برج 1



$$F_1 = 27789 - 3000 = 24789 \text{ N}$$

برج 2



$$F_2 = \sqrt{(F_2' \sin \alpha)^2 + (F_2' + F_2' \cos \alpha)^2}$$

$$= \sqrt{(17368 \times 0.6)^2 + (3000 + 17368 \times 0.8)^2} = 19850 \text{ N}$$

برج 3  $F_3 = F_2 = 19850 \text{ N}$

← برج شماره یک بجرانی است

\* تنش برسی در برج A:

$$\tau_1 = \frac{F_1}{A} = \frac{24789}{\frac{\pi}{4}(15)^2} = 140.3 \text{ MPa}$$

$S_{sy} = 0.577 S_y = (0.577)(585) = 337.5 \text{ MPa} \Rightarrow n = \frac{337.5}{140.3} \approx 2.41$

\* تنش لغزگی:

$$\sigma = \frac{F_1}{dt} = \frac{24789}{(15)(10)} = 165.26 \text{ MPa}$$

برج لغزگی  $n = \frac{S_{rivet}}{\sigma} = \frac{585}{165.26} \approx 3.54$

لغزگی صفحه  $n = \frac{S_{yp}}{\sigma} = \frac{370}{165.26} \approx 2.24$

\* تنش حسی در صفحات برج 5:

$$\sigma = \frac{MC}{I}, \quad I = \frac{1}{12}bh^3 - 2\left[\frac{1}{12}bh^3 + Ay^2\right]$$

$M = (9000)(0.4) = 3600 \text{ N.m}$

$C = \frac{1}{2}(120) = 60 \text{ mm}$

$I = \frac{1}{12}(10)(120)^3 - 2\left[\frac{1}{12}(10)(15)^3 + (10)(15)(30)^2\right] = 1164375 \text{ mm}^4$

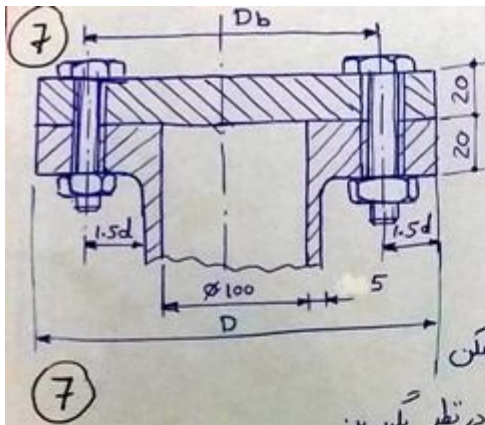
$\sigma = \frac{(3600 \times 10^3)(60)}{1164375} = 185.5 \text{ MPa}, \quad n = \frac{370}{185.5} = 2.0$

$M = (9000)(0.52) = 4680 \text{ N.m}$

$C = 60 \text{ mm}, \quad I = \frac{1}{12}(10)\left[(120)^3 - (15)^3\right] = 1,437,187.50$

$\sigma_1 = \frac{(4680 \times 10^3)(60)}{1,437,187.50} = 195.4, \quad n = \frac{370}{195.4} \approx 1.89$

در نتیجه ضربه، اسفند، مجموعه، کمترین مقدار  $n = 1.89$  است.



مثال ۵ سرسیلندر یک موتور احتراقی با حداکثر فشار ۱۶ MPa حین انفجار، توسط پیچ‌هایی به بلوک موتور متصل شده است. جنس سیلندرو سرسیلندر از چدن بوده و هدف طراحی پیچ‌های اتصال سرسیلندر است به نحوی که حداقل فضای ممکن را اشغال کنند. ضریب ایمنی طرح را برابر  $n=2.0$  در نظر بگیرید.

حل: چون قرار است سرسیلندر حداقل فضای ممکن را اشغال کند و از طرفی قطر خارجی سرسیلندر بستگی به قطر پیچ‌ها دارد، لذا هدف طراحی حداقل قطر پیچ‌ها می‌باشد. قطر پیچ خور ( $D_b$ ) جهت حفظ فشار لازم از یک طرف و فاصله مناسب برای آزادی عمل حرکت آچار در بستن پیچ  $d$ ، توصیه می‌گردد که بصورت زیر تعریف شود:

$$3d \leq \frac{\pi D_b}{N} \leq 6d$$

در این مسئله و با توجه به شکل نظر آچار خور از رابطه روبروست می‌آید:

$$D_b = 2(50 + 5 + 1.5d) = 110 + 3d \Rightarrow 3 \leq \frac{\pi(110 + 3d)}{Nd} \leq 6 (*)$$

در طراحی رابطه (\*) بین قطر و تعداد پیچ  $d$  باید ارضا گردد. فشار بین صفر تا ۱۶ MPa تغییر می‌کند، لذا حالت حساسی برقرار است. نیروی پیس بار باید در محدوده زیر قرار گیرد

$$F_{i \min} \leq F_i \leq F_{i \max 1} \leq F_{i \max 2}$$

$$F_{i \min} = (1-c) \frac{nP}{N}, \quad F_{i \max 1} = A_t S_{ut} - \frac{c n P}{2N} \left( \frac{S_{ut}}{S_e} + 1 \right)$$

$$F_{i \max 2} = 0.75 A_t S_p$$

به متادیر  $P, S_{ut}, S_e$  و  $C$  نیاز است تا بتوان  $A_t$  و  $N$  را برست آورد. چون کمترین قطر پیچ مدنظر است از جدول ۸-۴ یک پیچ با گریه بالا انتخاب می‌کنیم.

8) کرید 10.9 را انتخاب می‌کنیم، در نتیجه:  
 $S_{ut} = 1040 \text{ MPa}$   
 $S_y = 895 \text{ MPa}$   
 $S_p = 830 \text{ MPa}$   
 محاسبه حد دوام بیج  $S_e$ :

$$S_e = K_a K_b K_c K_d K_e K_f S'_e$$

$$K_b = K_c = K_d = K_f = 1.0$$

$$K_a K_b = \frac{1}{K_f} \quad \text{جرول 8-1} \Rightarrow \text{باتوجه به کرید بیج و رزوه های نورد شده} \Rightarrow \text{جرول 8-1}$$

$$K_f = 3.0$$

$$S'_e = [0.566 - 9.68 \times 10^{-5} S_{uc}] S_{uc}$$

$$\Rightarrow S_e = \frac{1}{3} (0.566 - 9.68 \times 10^{-5} \times 1040) (1040) = 161.3 \text{ MPa}$$

ثابت C: چون بستگی به قطر بیج دارد معلوم نیست و حدس زده می‌شود. محدوده توصیه شده برای مقدار ثابت C:

$$\begin{cases} 0.2 \leq C \leq 0.4 & \text{واشر غیر نئایان} \\ 0.6 \leq C \leq 0.9 & \text{واشر نئایان} \end{cases}$$

باتوجه به شرایط مسئله جاری مقدار C برابر 0.35 حدس زده می‌شود.

محاسبه نیروی وارده  $P = \text{مساحت مقطع} \times \text{فشار} = 16 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times \left(\frac{\pi}{4} (100)^2\right) = 125.7 \text{ kN}$

با جایگزینی مقادیر فوق در معادلات بیج بار:

$$F_{i \min} = (1 - 0.35) \frac{(2)(125.7)}{N} = \frac{163.4 \times 10^3}{N} \text{ N}$$

$$F_{i \max 1} = 1040 A_t - \frac{0.35(2)(125.7 \times 10^3)}{2N} \left(\frac{1040}{161.3} + 1\right)$$

$$= 1040 A_t - \frac{327.7 \times 10^3}{N}$$

$$F_{i \max 2} = 0.75 A_t (830) = 622.5 A_t$$

$$\Rightarrow 622.5 A_t > 1040 A_t - \frac{327.7 \times 10^3}{N} \geq \frac{163.4 \times 10^3}{N}$$

$$\Rightarrow \frac{391.7}{N} \leq A_t \leq \frac{784.9}{N}$$

حدس اولیه ای برای باید برقرار باشد

تعداد بیج زده می‌شود تا تعیین برای d پوست آید  $N = 8$  حدس اولی

$$\Rightarrow 48.9 \leq A_t \leq 98.1 \text{ mm}^2$$

جرول 8-1، تمام درست  $\Rightarrow$

$$M10 \times 1.5 \quad A_t = 58 \text{ mm}^2$$

$$M12 \times 1.75 \quad A_t = 84.3 \text{ mm}^2$$

انتخاب می‌کنیم  $M10 \times 1.5$  و مقادیر  $F_{i \min}$ ،  $F_{i \max 1}$  و  $F_{i \max 2}$  را محاسبه کرده تا بررسی شود آیا کرید بیج بار برقرار است یا خیر



9

$$F_{i \min} = (0.65) \frac{(2)(125.7 \times 10^3)}{N} = 20.42 \times 10^3 \text{ N}$$

$$F_{i \max 1} = (1040)(58) - \frac{(0.35)(2)(125.7 \times 10^3)}{2(8)} \left( \frac{1040}{161.3} + 1 \right) = 19.36 \times 10^3 \text{ N}$$

$$F_{i \max 2} = (0.75)(58)(830) = 36.11 \times 10^3 \text{ N}$$

دیده می شود بوی بیش بار از کفنه  $F_i$  کمتر است. لذا انتخاب مناسب نیست.

انتخاب جوی  $M12 \times 1.75$

$$20.42 < 46.71 < 52.48 \quad \checkmark$$

دیده می شود شرط نیروها ارضاء می گردد

بررسی شرط قطر آچار خود

$$\frac{\pi(110+3d)}{Nd} = \frac{\pi(110+3(12))}{(8)(12)} = 4.78$$

بزرگتر است  $3 < 4.78 < 6 \quad \checkmark$

حال مقدار ثابت C فرض شده چک می شود

$$k_b = \frac{EA}{\ell} = \frac{(207 \times 10^9)(\frac{\pi}{4})(12 \times 10^{-3})^2}{(40 \times 10^{-3})} = 0.585 \times 10^9 \text{ N/m}$$

$$k_m = \frac{0.577 \pi E d}{2 \ln \left( 5 \frac{0.577 \ell + 0.5d}{0.577 \ell + 2.5d} \right)} = \frac{0.577 \pi (100 \times 10^9)(12 \times 10^{-3})}{2 \ln \left( 5 \frac{0.577(40) + (0.5)(12)}{0.577(40) + (2.5)(12)} \right)}$$

$$= 1.079 \times 10^9 \text{ N/m}$$

$$\Rightarrow C = \frac{k_b}{k_b + k_m} = \frac{0.585}{1.079 + 0.585} = 0.352$$

با C بدست آمده باید چک شود که آیا معصومه ای شرطی برقرار هستند یا خیر که در اینجا چون C بسیار نزدیک به مقدار حدس زده شده است همه شرایط ارضاء می شوند

قطر خارجی سرسیلندر بدست می آید

$$D = d_i + 2t + 2(1.5d + 1.5d)$$

$$= 100 + 2(5) + 2(3)(12) = 182 \text{ mm}$$

چون هدف کمترین مقدار D است، می توان افزایش تعداد پیچ را و در نتیجه کاهش قطر آنها را بررسی کرد. به همین ترتیب اگر  $N=10$  فرض شود می توان شان داد که پیچ با اندازه  $M10 \times 1.5$  شرایط را ارضاء کند و اگر D محاسبه شود:  $D = 100 + 2(5) + 2(3)(10) = 170 \text{ mm}$  پس دیده می شود تعداد ده عدد پیچ  $M10 \times 1.5$  شرایط بهتری را برقرار می کند می توان باز هم تعداد پیچ را افزایش داد ولی در عمل چون به میزان کمی کاهش قطر سرسیلندر رخ می دهد و عملیات ساخت را پرهزینه تر خواهد کرد، بغیرت صورت می پذیرد.