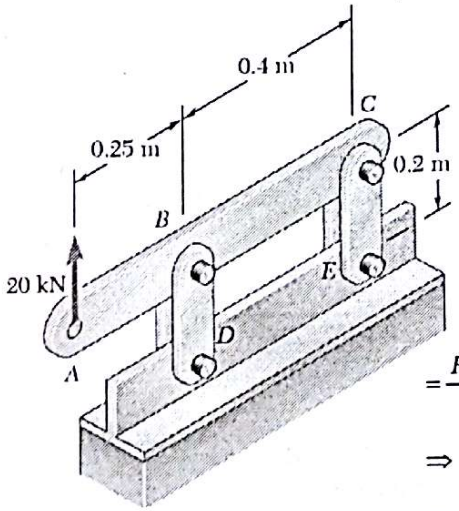
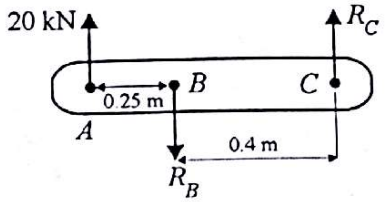
☑ حل:

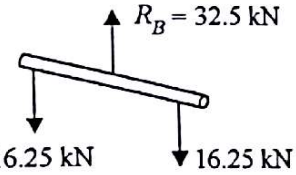


(شکل ۱ – ۷)



$$+\circlearrowleft \sum M_B = 0 \Rightarrow 20\times 0.25 = R_C \times 0.4 \Rightarrow R_C = 12.5\,\text{kN}$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow R_B = 20 + 12.5 = 32.5\,\text{kN}$$



$$= \frac{R_B}{2} = 16.25\,\text{kN} \quad \text{نیروی وارد بر رابط } BD$$

$$\Rightarrow \sigma_{\max BD} = \frac{16.25\times 10^3}{8\times 10^{-3}\times(36-16)\times 10^{-3}}$$

$$\Rightarrow \sigma_{\max BD} = 101.5\,\text{MPa}$$

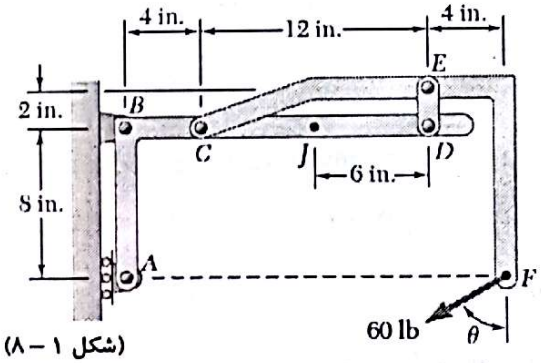
$$CE \text{ نیروی وارد بر رابط } = \frac{R_C}{2} = 6.25\,\text{kN}$$

$$\Rightarrow \sigma_{\max CE} = \frac{-6.25\times 10^3}{8\times 10^{-3}\times 36\times 10^{-3}} \Rightarrow \sigma_{\max CE} = -21.7\,\text{MPa}$$

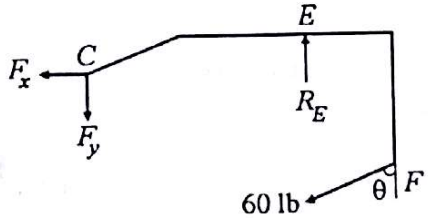
ماکزیمم تنش در مقطع با کمترین مساحت وارد می‌شود

۸.۱ اگر رابط DE دارای ضخامت $\frac{1}{8}$in و عرض 1in باشد مطلوب است تعیین تنش عمودی در بخش میانی رابط هنگامی که: الف) $\theta = 0$ ب) $\theta = 90$.

☑ حل: به دلیل این که میله‌ی رابط در نقطه E لولا شده است فقط نیرو در راستای رابط وارد می‌شود.



(شکل ۱ – ۸)

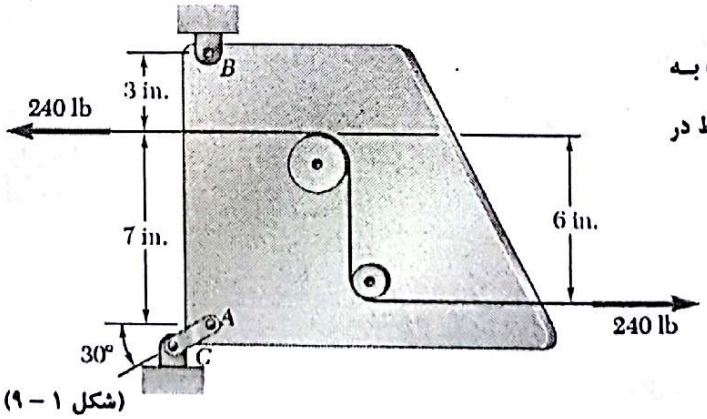


$$\theta = 0: \quad +\circlearrowleft \sum M_C = 0 \Rightarrow 60\times 16 = R_E \times 12 \Rightarrow R_E = 80\,\text{lb} \quad , \quad \sigma_{ED} = \frac{-80}{\frac{1}{8}\times 1} = -640\,\text{lb/in}^2$$

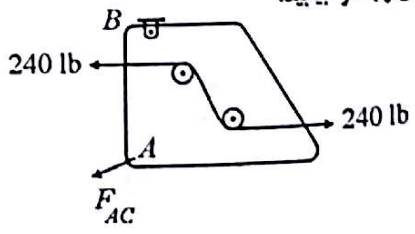
$$\theta = 90: \quad +\circlearrowleft \sum M_C = 0 \Rightarrow 60\times 8 = R_E \times 12 \Rightarrow R_E = 40\,\text{lb} \quad , \quad \sigma_{ED} = \frac{-40}{\frac{1}{8}\times 1} = -320\,\text{lb/in}^2$$

۹.۱ رابط AC ، دارای مقطع عرضی مستطیلی یکنواخت به ضخامت $\frac{1}{8}$in و عرض $\frac{1}{4}$in می‌باشد، تنش عمودی متوسط در بخش میانی رابط را بیابید.

☑ حل:



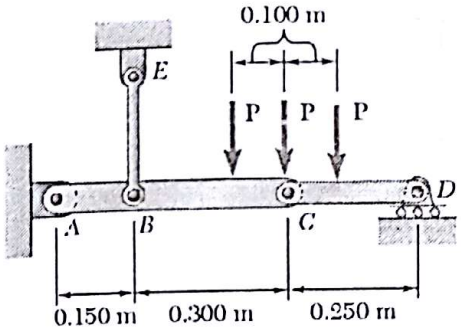
(شکل ۱ – ۹)



Scanned by CamScanner

$+\circlearrowleft \sum M_B = 0 \Rightarrow \quad -240\times 3 - F_{AC}\times\cos 30\times 10 + 240\times 9 = 0$

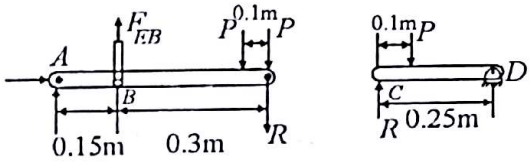
$5\sqrt{3}\,F_{AC} = 240\times 6 \Rightarrow F_{AC} = 166.3\,\text{lb} \quad , \quad \sigma_{AC} = \dfrac{166.3}{\frac{1}{16}\times\frac{1}{4}} = 10643\,\text{lb/in}^2$



(شکل ۱ – ۱۰)

۱۰.۱ سه نیرو، هر یک به مقدار $P = 4\,\text{kN}$ به مکانیزم نشان داده شده وارد می‌شود. مقطع میله یکنواخت BE را طوری بیابید که تنش نرمال در آن $+100\,\text{MPa}$ شود.

☑ حل:



$+\circlearrowleft \sum M_D = 0 \Rightarrow 0.15P - 0.25R = 0 \Rightarrow R = 0.6P$

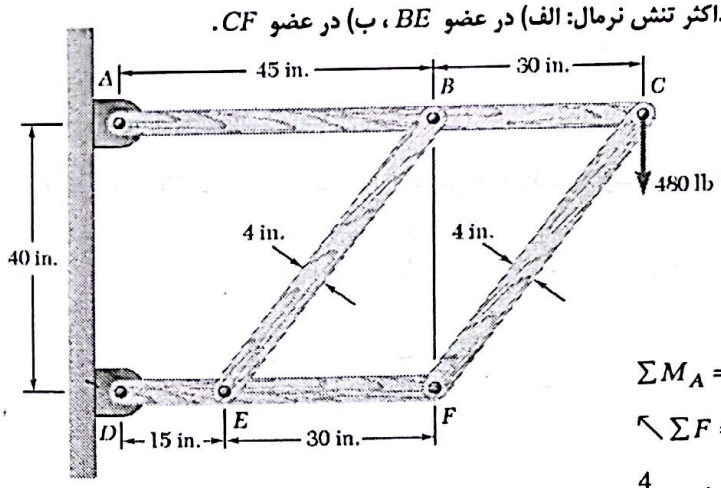
$+\circlearrowleft \sum M_A = 0 \Rightarrow 0.15F_{EB} - 0.35P - 0.45P - 0.45\times(0.6P) = 0$

$\Rightarrow F_{EB} = 7.133P = 7.133\times 4\times 10^3 = 28.533\times 10^3\,\text{N}$

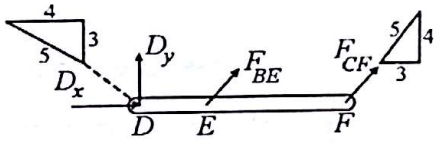
$\sigma = \dfrac{F_{BE}}{A_{BC}} \Rightarrow A_{BE} = \dfrac{F_{BE}}{\sigma} = \dfrac{28.533\times 10^3}{100\times 10^6} = 285\times 10^{-6}\,\text{m}^2 \Rightarrow A_{BE} = 285\,\text{mm}^2$

۱۱.۱ سازه نشان داده شده از چهار عضو چوبی ABC ، DEF ، BE و CF ساخته شده است. اگر هر یک از اعضا دارای مقطع مستطیلی به ابعاد $2\times 4\,\text{in}$ و قطر هر پین $\frac{1}{2}\,\text{in}$ باشد، مطلوب است تعیین حداکثر تنش نرمال: الف) در عضو BE ، ب) در عضو CF.

☑ حل:



(شکل ۱ – ۱۱)



$\sum M_A = 0 \Rightarrow 40D_x - (45+30)(480) = 0 \Rightarrow D_x = 900\,\text{lb}$

$\nwarrow \sum F = 0 \Rightarrow \dfrac{3}{5}D_y - \dfrac{4}{5}D_x = 0 \Rightarrow D_y = \dfrac{4}{3}D_x = 1200\,\text{lb}$

$\sum M_F = 0 \Rightarrow -(30)(\dfrac{4}{5}F_{BE}) - (30+15)D_y = 0 \Rightarrow F_{BE} = -2250\,\text{lb}$

$\sum M_E = 0 \Rightarrow (30)(\dfrac{4}{5}F_{CE}) - (15)D_y = 0 \Rightarrow F_{CE} = 750\,\text{lb}$

الف)

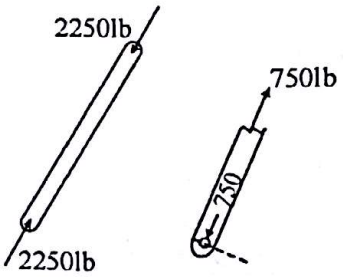
$A = 2\,\text{in}\times 4\,\text{in} = 8\,\text{in}^2$

$\sigma_{BE} = \dfrac{F_{BE}}{A} = \dfrac{-2250}{8} = -281\,\text{psi}$

ب)

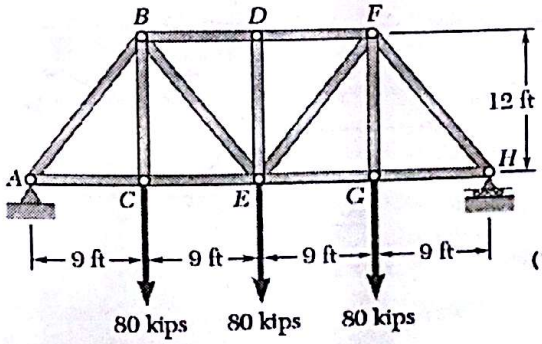
$A_{\min} = (2)(4.0 - 0.5) = 7.0\,\text{in}^2$

$\sigma_{CF} = \dfrac{F_{CF}}{A_{\min}} = \dfrac{750}{7.0} = 107.1\,\text{psi}$

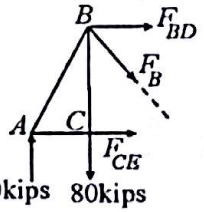


۱۲.۱ برای خرپا و بار نشان داده شده، اگر مساحت مقطع عرضی عضو BE ، برابر با 5.87 باشد، تنش نرمال در این عضو را بیابید.

☑ حل:



(شکل ۱ – ۱۲)



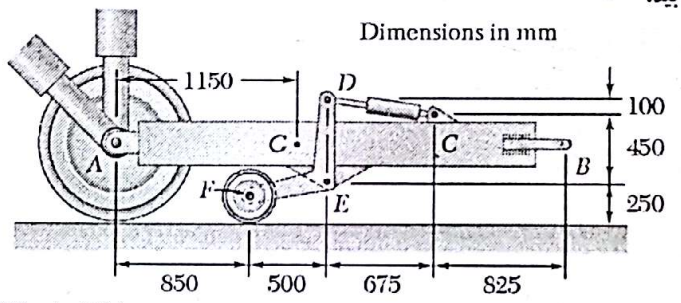
Scanned by CamScanner

$$\sum M_H = 0 \Rightarrow (9)(80)+(18)(80)+(27)(80)-36A_y = 0 \;\Rightarrow\; A_y = 120\,\text{kips}$$

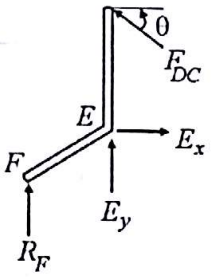
$$+\uparrow \sum F_y = 0 \Rightarrow 120-80-\frac{12}{15}F_{BE} = 0 \Rightarrow F_{BE} = 50\,\text{kips} \quad , \quad \sigma_{BE} = \frac{F_{BE}}{A} = \frac{50}{5.87} = 8.52\,\text{ksi}$$

۱.۱۳ میله یدک‌کش هواپیما به وسیله یک سیلندر هیدرولیکی در جای خود نگه داشته شده است. این سیلندر هیدرولیکی به وسیله یک میله فولادی به قطر 25 mm به دو سیستم بازو – چرخ یکسان متصل شده است. جرم کل دو میله 200 kg و مرکز جرم آنها در نقطه مشخص شده G است. برای موقعیت نشان داده شده، تنش عمودی در میله را بیابید.

☑ حل:



(شکل ۱ – ۱۳)



$$+\circlearrowleft \sum M_A = 0 \quad \Rightarrow \quad 850R_F - 200\times 9.81\times 1150 = 0 \;\Rightarrow\; R_F = 2654\,\text{N}$$

$$\theta = \cos^{-1}\frac{675}{\sqrt{675^2+100^2}} = \cos^{-1} 0.989 = 8.51^\circ$$

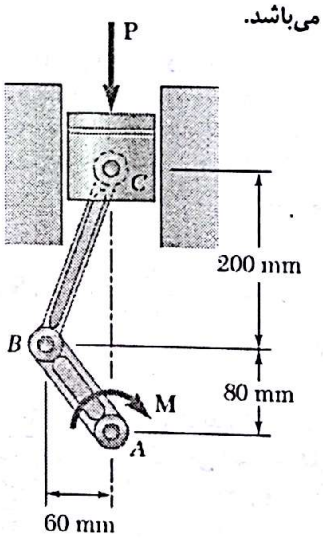
$$+\circlearrowleft \sum M_E = 0 \Rightarrow F_{DC}\times\cos\theta\times 550 - 2645\times 500 = 0 \Rightarrow F_{DC} = 2440\,\text{N}$$

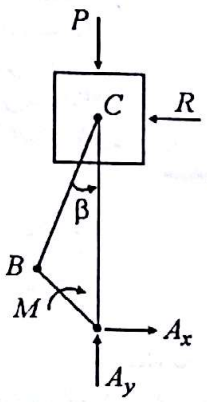
$$A_{DC} = \frac{\pi}{4}d^2 = \frac{\pi}{4}\times 625\times 10^{-6} = 490.9\times 10^{-6}\,\text{m}^2$$

$$\sigma_{DC} = -\frac{F_{DC}}{A_{DC}} = -\frac{2440}{490.9\times 10^{-6}} = -4.97\times 10^6\,Pa \;\Rightarrow\; \sigma_{DC} = -4.97\ \text{MPa}$$

۱.۱۴ گشتاور $M = 1500\,\text{N.m}$ به میل‌لنگ یک موتور اعمال می‌شود، برای موقعیت نشان داده شده، تعیین کنید: الف) نیروی P که سیستم را در حالت تعادل نگه دارد ب) تنش عمودی متوسط در میله رابط BC ، که دارای مقطع یکنواخت $450\,\text{mm}^2$ می‌باشد.

☑ حل:





$$\beta = \cos^{-1} 0.958$$

$$P = F_{BC}\cos\beta = 0.958\,F_{BC}$$

$$\bar{r}_{AB} = -0.06\,i + 0.08\,j$$

$$\bar{F}_{BC} = -0.287\,F_{BC}\,i - 0.958\,F_{BC}\,j$$

$$\left|\bar{r}\times\bar{F}_{BC}\right| = 0.08044\,F_{BC}$$

$$\left|\bar{r}\times\bar{F}_{AB}\right| = M \quad , \quad 0.08044\,F_{BC} = 1500$$

$$F_{BC} = 18647\,\text{N} \approx 18.65\,\text{kN}$$

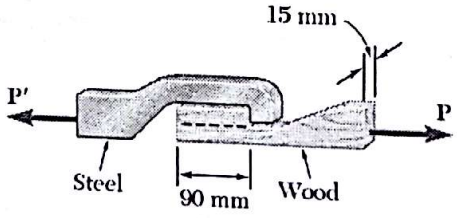
الف) $P = 0.958\,F_{BC} = 17.86\,\text{kN}$

ب) $$\sigma_{BC} = -\frac{F_{BC}}{A} = \frac{-18647}{450\times 10^{-6}} = -41.4\times 10^6\,Pa$$

$$\Rightarrow \sigma_{BC} = -41.4\,\text{MPa}$$

۱.۱۵ هنگامی که نیروی P به 8 kN برسد، قطعه چوبی در امتداد خط چین نشان داده شده، گسیخته می‌شود. تنش برشی متوسط را در لحظه گسیختگی بیابید.

☑ حل:



(شکل ۱ – ۱۵)

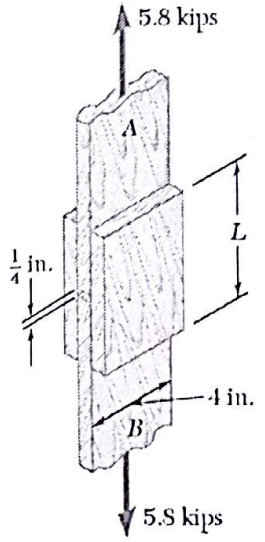
$$A = 90\,\text{mm}\times 15\,\text{mm} = 1350\,\text{mm}^2 = 1350\times 10^{-6}\,\text{m}^2$$

$$P = 8\times 10^3\,\text{N}$$

$$\tau = \frac{P}{A} = \frac{8\times 10^3}{1350\times 10^{-6}} = 5.93\times 10^6\,\text{Pa} = 5.93\,\text{MPa}$$

Scanned by CamScanner

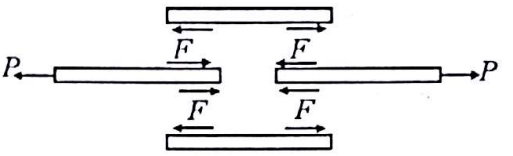
۱.۱۶ عضوهای چوبی A و B به وسیله دو تخته چسب کاری شده، به هم متصل شده‌اند. اگر فاصله بین A و B برابر با $\frac{1}{4}$in باشد، کوچک‌ترین مقدار مجاز L را طوری بیابید که تنش برشی در سطح چسب کاری شده از 120psi بیشتر نشود.



(شکل ۱ – ۱۶)

☑ حل:

$$F=\frac{1}{2}P=\frac{1}{2}(5.8)=2.9\,\text{kips}=2900\,\text{lb}$$

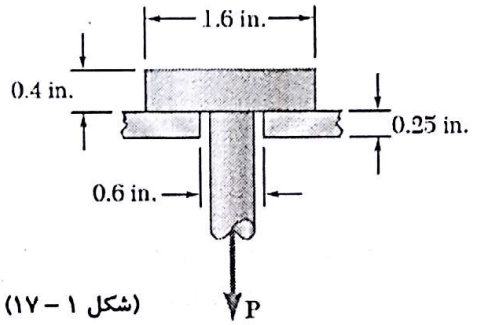


$$A=\ell W \quad , \quad \tau=\frac{F}{A}=\frac{F}{\ell W}$$

$$\ell=\frac{F}{\tau W}=\frac{2900}{(120)(4)}=6.0417\,\text{in.} \quad , \quad L=\ell+(gap)+\ell=6.0417+\frac{1}{4}+6.0417=12.33\,\text{in.}$$

۱.۱۷ یک میله فولادی مطابق شکل از یک سوراخ آلومینیومی عبور داده شده است و قطر این سوراخ 0.6in می‌باشد. اگر حداکثر تنش برشی مجاز در میله فولادی 18ksi و در صفحه آلومینیومی 10ksi باشد، حداکثر مقدار نیروی P که می‌تواند به میله اعمال شود را بیابید.

☑ حل:



(شکل ۱ – ۱۷)

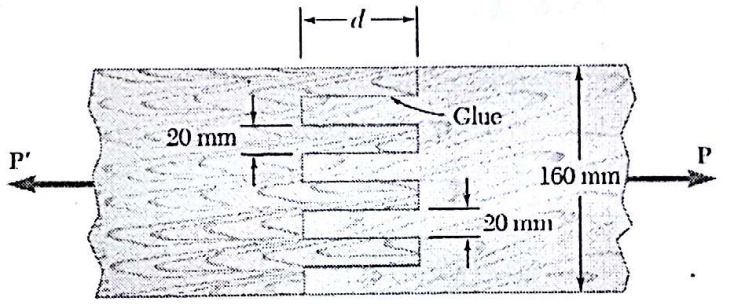
$$A_1=\pi dt=\pi(0.6)(0.4)=0.7540\,\text{in}^2$$

$$\tau_1=\frac{P}{A_1} \Rightarrow P=A_1\tau_1=(0.7540)(18)=13.57\,\text{kips}$$

$$A_2=\pi dt=\pi(1.6)(0.25)=1.2566\,\text{in}^2$$

$$\tau_2=\frac{P}{A_2} \Rightarrow P=A_2\tau_2=(1.2566)(10)=12.57\,\text{kips}$$

۱.۱۸ دو الوار چوبی هر یک به ضخامت 22mm و عرض 160mm به وسیله اتصال زبانه‌ای چسب کاری شده، به هم وصل شده‌اند، هنگامی که تنش برشی در چسب به 820kPa برسد، اتصال گسیخته می‌شود. اگر نیروی $P=7.6$kN به اتصالات اعمال شود، حداقل طول بریدگی مجاز d را بیابید.



(شکل ۱ – ۱۸)

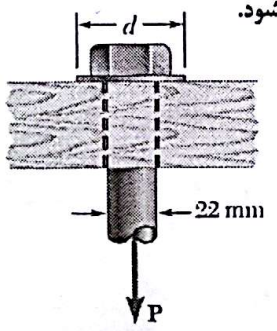
☑ حل:

$$\tau=\frac{P}{A} \Rightarrow 820\times10^3=\frac{7.6\times10^3}{7\times22\times10^{-3}\times d}$$

$$\Rightarrow d=0.06\,\text{m}=60\,\text{mm}$$

۱.۱۹ نیروی P ، که به میله فولادی اعمال می‌شود، به وسیله یک واشر حلقوی روی تکیه‌گاه چوبی پخش می‌شود، قطر میله 22mm و قطر داخلی واشر 25mm می‌باشد که کمی از قطر سوراخ داخل چوب بزرگ‌تر است. اگر تنش عمودی محوری در میله فولادی 35MPa باشد، کوچک‌ترین قطر خارجی مجاز واشر (d) را طوری بیابید که تنش تکیه‌گاهی بین واشر و چوب از 5MPa بیشتر نشود.

☑ حل: نیروی وارد بر میله:



(شکل ۱ – ۱۹)

$$P=\sigma A=35\times10^6\times\frac{\pi}{4}\times22^2\times10^{-6}=13.3\times10^3\,\text{N}=13.3\,\text{kN}$$

تنش تکیه‌گاهی:

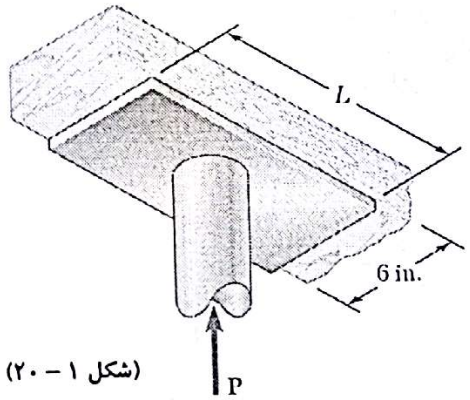
$$\sigma=\frac{P}{A_{\text{واشر}}}=\frac{P}{\frac{\pi}{4}(d_2^2-d_1^2)}=\frac{4P}{\pi(d_2^2-d_1^2)}$$

$$\sigma_{max}=5\times10^6=\frac{4\times13.3\times10^3}{\pi(d_2^2-22^2)\times10^{-6}} \Rightarrow d_2=62.2\,\text{mm}$$

۱.۲۰ نیروی محوری $P=20$kips به سوی ستونی که بر روی تکیه‌گاه چوبی قرار دارد، اعمال می‌شود. حداقل طول مجاز L را طوری بیابید که تنش تکیه‌گاهی در چوب از 400psi بیشتر نشود.

Scanned by CamScanner

☑ حل:

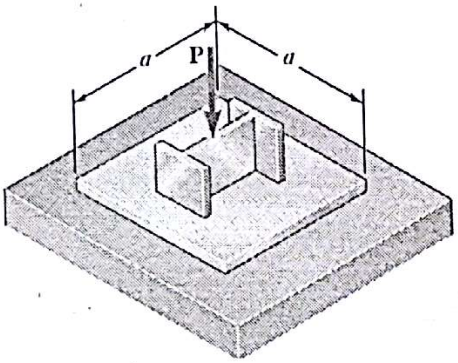


(شکل ۱ – ۲۰)

$$\tau_{max} = 400\,\text{psi} = \frac{P}{A} \Rightarrow \frac{20\times10^3}{6\times L} = 400\ \text{psi}$$
$$\Rightarrow L = 8.33\,\text{in}$$

۱. ۲۱ نیروی محوری P به یک ستون کوتاه $W\,8\times40$ با مساحت مقطع عرضی $A = 11.7\,\text{in}^2$ اعمال می‌شود و مطابق شکل به وسیله یک ورق روی پایه بتنی توزیع شده است. با فرض این که تنش عمودی در ستون و تنش تکیه‌گاهی در پایه بتنی، به ترتیب از 30 ksi و 3 ksi بیشتر نشود، مطلوب است تعیین مقدار a به طوری که اقتصادی‌ترین و مطمئن‌ترین طرح حاصل شود.

☑ حل: در اقتصادی‌ترین طرح، تنش در تیر و تکیه‌گاه به طور همزمان به مقدار مجاز می‌رسد.



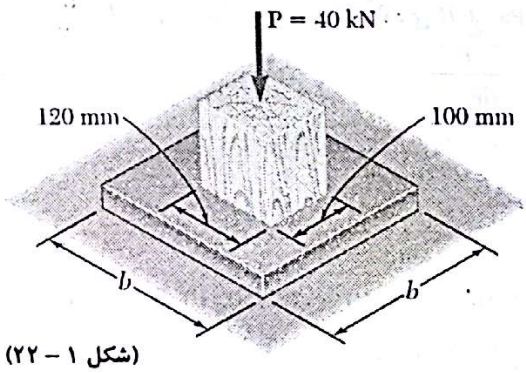
(شکل ۱ – ۲۱)

تنش در تیر:
$$\sigma = \frac{P}{A_w} \Rightarrow P = \sigma A = 30\times11.7 = 351\,\text{kips}$$

تنش در تکیه‌گاه بتنی:
$$\sigma = \frac{P}{A_f} \Rightarrow 3 = \frac{351}{a^2} \Rightarrow a = 10.8\,\text{in}$$

۱. ۲۲ نیروی محور 40 kN به یک ستونک چوبی، که به وسیله یک پایه بتنی مهار شده است، اعمال می‌شود و پایه بتنی روی خاک قرار دارد. تعیین کنید: الف) حداکثر تنش تکیه‌گاهی در پایه بتنی ب) اندازه پایه به طوری که تنش تکیه‌گاهی متوسط در خاک 145 kPa باشد.

☑ حل: الف) حداکثر تنش تکیه‌گاهی در پایه بتنی:



(شکل ۱ – ۲۲)

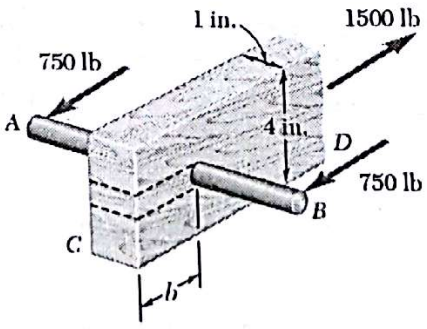
$$a_{ave} = \frac{40\times10^3}{120\times100\times10^{-6}} = 3.33\times10^6\,Pa = 3.33\,\text{MPa}$$

ب) تنش تکیه‌گاهی در خاک:

$$\sigma = \frac{P}{A} \Rightarrow \frac{40\times10^3}{b^2} = 145\times10^3 \Rightarrow b = 0.525\,\text{m} \Rightarrow b = 525\ \text{mm}$$

۱. ۲۳ میله فولادی AB، به قطر $\frac{5}{8}$ in در داخل یک سوراخ دایروی در نزدیکی انتهای C از عضو چوبی CD قرار داده شده است. برای بارگذاری نشان داده شده، الف) حداکثر تنش عمودی متوسط در چوب ب) فاصله b به طوری که تنش برشی متوسط، روی سطحی که با خط‌چین مشخص شده است، 100 psi باشد. ج) تنش تکیه‌گاهی متوسط در چوب را بیابید.

☑ حل: الف) حداکثر تنش عمودی متوسط در چوب:



(شکل ۱ – ۲۳)

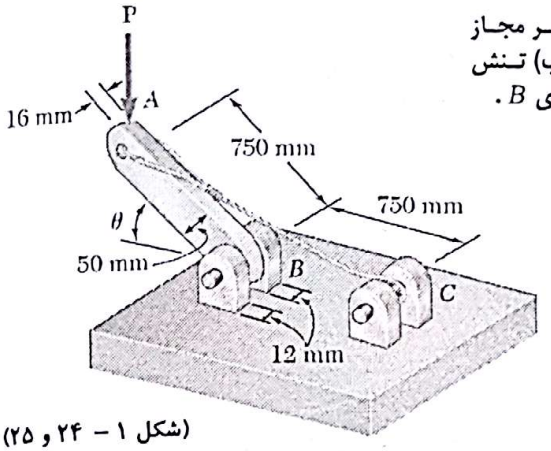
$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{1500}{1\times(4-\frac{5}{8})} = 444.5\,\text{psi}$$

ب) فاصله b:
$$\tau = \frac{1500}{2\times1\times b} = 100\,\text{psi} \Rightarrow b = 7.5\,\text{in}$$

ج) تنش تکیه‌گاهی متوسط در چوب:
$$\sigma = \frac{P}{td} = \frac{1500}{1\times\frac{5}{8}} = 2400\,\text{psi}$$

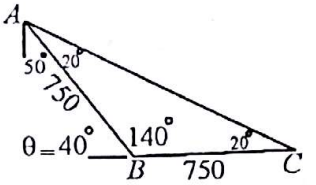
Scanned by CamScanner

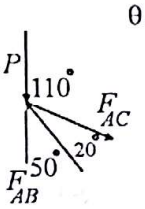
۱. ۲۴ اگر $\theta = 40^\circ$ و $P = 9\,\text{kN}$ باشد، مطلوب است: الف) کوچک‌ترین قطر مجاز پین B را طوری بیابید که تنش برشی متوسط پین از $120\,\text{MPa}$ تجاوز نکند. ب) تنش لهیدگی متناظر عضو AB در B، ج) تنش لهیدگی متناظر در هر یک از تکیه‌گاه‌های B.

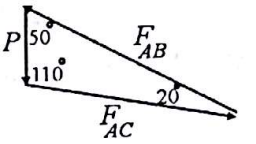


(شکل ۱ – ۲۴ و ۲۵)

☑ حل:







$$\frac{P}{\sin 20^\circ} = \frac{F_{AB}}{\sin 110^\circ} = \frac{F_{AC}}{\sin 50^\circ} \quad , \quad F_{AB} = \frac{P \sin 110^\circ}{\sin 20^\circ} = 24.73\,\text{kN}$$

الف)

$$\tau = \frac{F_{AB}}{2A_P} = \frac{F_{AB}}{2\left(\frac{\pi}{4}d^2\right)} = \frac{2F_{AB}}{\pi d^2} \Rightarrow F_{AB} = 24.73\times10^3\,\text{N}$$

$$d^2 = \frac{2F_{AB}}{\pi\tau} = \frac{(2)(24.73\times10^3)}{\pi(120\times10^6)} = 131.18\times10^{-16}\,\text{m}^2 \quad \Rightarrow \quad d = 11.45\times10^{-3}\,\text{m} = 11.45\,\text{mm}$$

ب)

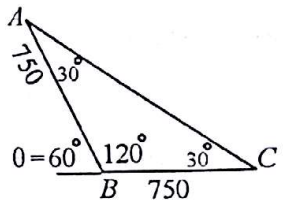
$$A_b = td = (0.016)(11.45\times10^{-3}) = 183.26\times10^{-6}\,\text{m}^2 \quad , \quad \sigma_b = \frac{F_{AB}}{A_b} = \frac{24.73\times10^3}{183.26\times10^{-6}} = 134.9\times10^6 = 134.9\,\text{MPa}$$

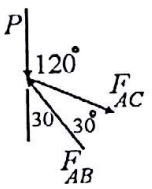
ج)

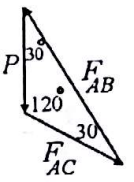
$$A = td = (0.012)(11.45\times10^{-3}) = 137.4\times10^{-6}\,\text{m}^2 \quad , \quad \sigma_b = \frac{\frac{1}{2}F_{AB}}{A} = \frac{(0.5)(24.73\times10^3)}{137.4\times10^{-6}} = 90.0\times10^6 = 90.0\,\text{MPa}$$

۱. ۲۵ اگر $\theta = 60^\circ$ باشد، مقدار نیروی قابل اعمال P در A را طوری بیابید که تنش برشی در پین B با قطر $10\,\text{mm}$ از $120\,\text{MPa}$ بیشتر نشود و تنش لهیدگی در عضو AB و تکیه‌گاه‌های B از $90\,\text{MPa}$ تجاوز نکند.

☑ حل:







$$\frac{P}{\sin 30^\circ} = \frac{F_{AB}}{\sin 120^\circ} = \frac{F_{AC}}{\sin 30^\circ}$$

$$P = \frac{F_{AB}\sin 30^\circ}{\sin 120^\circ} = 0.57735\,F_{AB}$$

$$P = \frac{F_{AC}\sin 30^\circ}{\sin 30^\circ} = F_{AC}$$

در پین B:

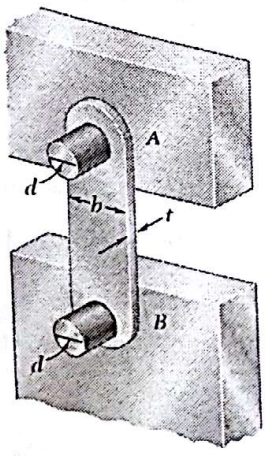
$$A_P = \frac{\pi}{4}d^2 = \frac{\pi}{4}(0.010)^2 = 78.54\times10^{-6}\,\text{m}^2 \ , \ F_{AB} = 2A\tau = (2)(78.54\times10^{-6})(120\times10^6) = 18.850\times10^3\,\text{N}$$

$$A_b = td = (0.016)(0.010) = 160\times10^{-6}\,\text{m}^2 \ , \ F_{AB} = A_b\sigma_b = (160\times10^{-6})(90\times10^6) = 14.40\times10^3\,\text{N}$$

$$A_b = 2td = (2)(0.012)(0.010) = 240\times10^{-6}\,\text{m}^2 \ , \ F_{AB} = A_b\sigma_b = (240\times10^{-6})(90\times10^6) = 21.6\times10^3\,\text{N}$$

$$P_{all\,max} = (0.57735)(14.40\times10^3) = 8.31\times10^3\,\text{N} = 8.31\,\text{kN}$$

۱. ۲۶ رابط AB، به عرض $b = 50\,\text{mm}$ و ضخامت $t = 6\,\text{mm}$، برای مهار انتهای دو تیر افقی به کار رفته است اگر تنش عمودی متوسط در رابط $-140\,\text{MPa}$ و تنش برشی متوسط در هر یک از دوپین $80\,\text{MPa}$ باشد،الف) قطر d پین ب) تنش تکیه‌گاهی متوسط در رابط، را بیابید.



(شکل ۱ – ۲۶)

☑ حل:

$$\sigma_{ave} = \frac{F}{bt} = \frac{F}{50\times10^{-3}\times6\times10^{-3}} = 140\times10^6$$

$$\Rightarrow F = 42\times10^3\,\text{N} = 42\,\text{kN}$$

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{4F}{\pi d^2} = \frac{4\times42\times10^3}{\pi\times d^2} = 80\times10^6 \Rightarrow d = 25.85\times10^{-3}\,\text{m}$$

$$\Rightarrow d = 25.85\,\text{mm}$$

$$\sigma = \frac{F}{td} = \frac{42\times10^3}{6\times10^{-3}\times25.85\times10^{-3}} = 270.8\times10^6\,\text{Pa} = 270.8\,\text{MPa}$$

Scanned by CamScanner

۸ ۱. ۲۷ برای مجموعه و بارگذاری مسئله ۱. ۷، الف) تنش برشی متوسط پین B. ب) تنش تکیه‌گاهی متوسط در B از عضو BD ج) تنش تکیه‌گاهی متوسط در B از عضو ABC، در صورتی که این عضو دارای مقطع عرضی یکنواخت $10\,mm\times 50\,mm$ باشد را بیابد.

☑ حل: الف) تنش برشی متوسط در پین B:

$$\tau=\frac{P}{A}=\frac{16.25\times10^{3}}{\pi\times64\times10^{-6}}=81\times10^{6}\,Pa=81\,MPa$$

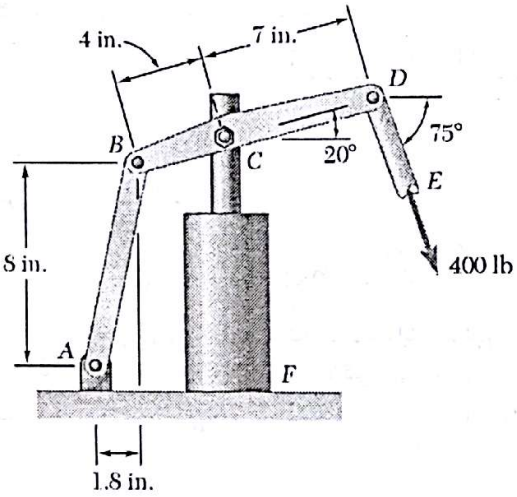
ب) تنش تکیه‌گاهی:

$$\sigma=\frac{F}{td}=\frac{16.25\times10^{3}}{8\times10^{-3}\times16\times10^{-3}}=127\times10^{6}\,Pa=127\,MPa$$

ج) تنش تکیه‌گاهی ABC:

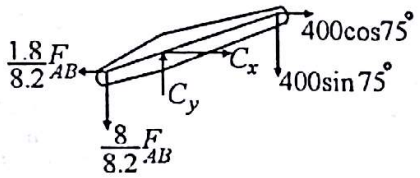
$$\sigma=\frac{F}{td}=\frac{32.5\times10^{3}}{10\times10^{-3}\times16\times10^{-3}}=203\times10^{6}\,Pa=203\,MPa$$

۱. ۲۸ سیلندر هیدرولیکی CF که تا حدودی موقعیت میله DE را کنترل می‌کند، در موقعیت نشان داده شده قرار دارد. عضو BD دارای ضخامت $\frac{5}{8}$in است و به وسیله یک پیچ به قطر $\frac{3}{8}$in، به یک میله عمودی متصل شده است، مطلوب است: الف) تنش برشی متوسط در پیچ، ب) تنش لهیدگی در عضو BD در نقطه C.



(شکل ۱ – ۲۸)

☑ حل:



$$L_{AB}=\sqrt{8^{2}+1.8^{2}}=8.2\,in.$$

$$+\circlearrowleft\sum M_C=0\Rightarrow(4\cos20^\circ)(\frac{8}{8.2}F_{AB})-(4\sin20^\circ)(\frac{1.8}{8.2}F_{AB})$$
$$-(7\cos20^\circ)(400\sin75^\circ)-(7\sin20^\circ)(400\cos75^\circ)=0$$
$$\Rightarrow 3.36678\,F_{AB}-2789.35=0\Rightarrow F_{AB}=828.49\,lb$$

$$\overset{+}{\rightarrow}\sum F_x=0\Rightarrow-\frac{1.8}{8.2}F_{AB}+C_x+400\cos75^\circ=0$$
$$\Rightarrow C_x=\frac{(1.8)(828.49)}{8.2}-400\cos75^\circ=78.34\,lb$$

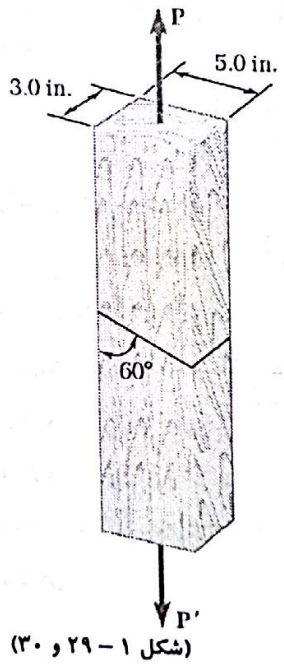
$$+\uparrow\sum F_y=0\Rightarrow-\frac{8}{8.2}F_{AB}+C_y-400\sin75^\circ=0\Rightarrow C_y=\frac{(8)(828.49)}{8.2}+400\sin75^\circ=1194.65\,lb$$

$$C=\sqrt{C_x^{2}+C_y^{2}}=1197.2\,lb$$

الف) $P=1197.2\,lb$, $A=\frac{\pi}{4}d^{2}=\frac{\pi}{4}(\frac{3}{8})^{2}=0.11045\,in^{2}$, $\tau=\frac{P}{A}=\frac{1197.2}{0.11045}=10.84\times10^{3}\,psi=10.84\,ksi$

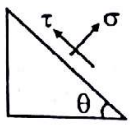
ب) $P=1197.2\,lb$, $A_b=dt=(\frac{3}{8})(\frac{5}{8})=0.234375\,in^{2}$, $\sigma_b=\frac{P}{A_b}=\frac{1197.2}{0.234375}=5.11\times10^{3}\,psi=5.11\,ksi$

۱. ۲۹ نیروی $P=1.4\,kip$ به دو عضو چوبی با مقطع عرضی یکنواخت، که مطابق شکل به وسیله اتصال چسبی ساده به هم متصل شده‌اند، اعمال می‌شود. تنش عمودی و برشی در اتصال چسبی را محاسبه کنید.



(شکل ۱ – ۲۹ و ۳۰)

☑ حل:



$$\theta=30^\circ$$

$$\sigma=\frac{P}{A_0}\cos^{2}\theta=\frac{1.4\times10^{3}}{5\times3}\times\frac{3}{4}=70\,psi$$

$$\tau=\frac{P}{A_0}\sin\theta\cos\theta=\frac{1.4\times10^{3}}{5\times3}\times\frac{1}{2}\times\frac{\sqrt{3}2}{2}=40.4\,psi$$

Scanned by CamScanner

۱. ۳۰ دو عضو چوبی با مقطع یکنواخت، مطابق شکل به هم متصل شده‌اند. اگر تنش کششی مجاز در سطح چسب‌کاری شده، برابر با $75\,\text{psi}$ باشد، مطلوب است: الف) حداکثر نیروی مجاز P ، ب) تنش برشی متناظر در قطعه.

☑ حل:

$$A_0 = (5.0)(3.0) = 15\,\text{in}^2 \quad , \quad \theta = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ \quad , \quad \sigma = \frac{P\cos^2\theta}{A_0}$$

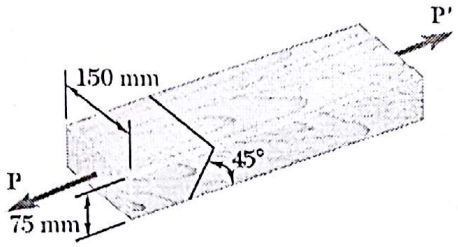
الف)

$$P = \frac{\sigma A_0}{\cos^2\theta} = \frac{(75)(15)}{\cos^2 30^\circ} = 1500\,\text{lb} \Rightarrow P = 1.500\,\text{kips}$$

ب)

$$\tau = \frac{P\sin 2\theta}{2A_0} = \frac{(1500)\sin 60^\circ}{(2)(15)} \Rightarrow \tau = 43.3\,\text{psi}$$

۱. ۳۱ دو عضو چوبی با مقطع عرضی یکنواخت، به وسیله اتصال چسبی ساده به هم متصل شده‌اند. اگر $P = 11\,\text{kN}$ باشد، تنش عمودی و برشی در اتصال چسبی را محاسبه کنید.



(شکل ۱ – ۳۱ و ۳۲)

☑ حل: تنش عمودی در سطح اتصال:

$$\theta = 45^\circ$$

$$\sigma = \frac{P}{A_0}\cos^2\theta = \frac{11\times10^3}{150\times10^{-3}\times75\times10^{-3}}\times\frac{1}{2}$$

$$= 490\times10^3\,\text{Pa} = 490\,\text{kPa}$$

تنش برشی در سطح اتصال:

$$\tau = \frac{P}{A_0}\sin\theta\cos\theta = \frac{11\times10^3}{150\times10^{-3}\times75\times10^{-3}}\times\frac{\sqrt{2}}{2}\times\frac{\sqrt{2}}{2} = 490\times10^3\,\text{Pa} = 490\,\text{kPa}$$

۱. ۳۲ دو عضو چوبی با مقطع یکنواخت مستطیلی، مطابق شکل به وسیله چسب به هم متصل شده‌اند. اگر حداکثر تنش برشی مجاز چسب $620\,\text{kPa}$ باشد، مطلوب است: الف) حداکثر نیروی قابل اعمال P ، ب) تنش کششی متناظر در قطعه‌های چوبی.

☑ حل:

$$\theta = 90^\circ - 45^\circ = 45^\circ \quad , \quad A_0 = (150)(75) = 11.25\times10^3\,\text{mm}^2 = 11.25\times10^{-3}\,\text{m}^2$$

$$\tau = 620\,\text{kPa} = 620\times10^3\,\text{Pa} \quad , \quad \tau = \frac{P\sin 2\theta}{2A_0}$$

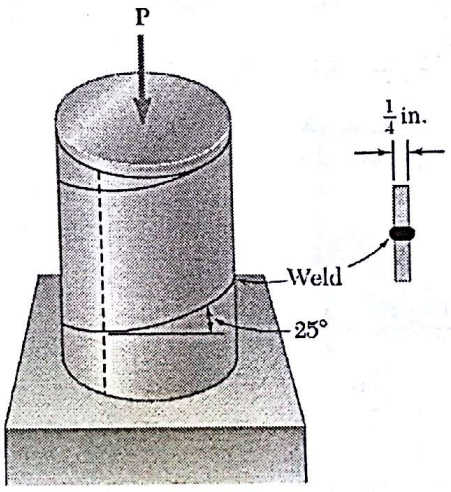
الف)

$$P = \frac{2A_0\tau}{\sin 2\theta} = \frac{(2)(11.25\times10^{-3})(620\times10^3)}{\sin 90^\circ} = 13.95\times10^3\,\text{N} = 13.95\,\text{kN}$$

ب)

$$\sigma = \frac{P\cos^2\theta}{A_0} = \frac{(13.95\times10^3)(\cos 45^\circ)^2}{11.25\times10^{-3}} = 620\times10^3\,\text{Pa} = 620\,\text{kPa}$$

۱. ۳۳ یک لوله فولادی به قطر خارجی $12\,\text{in}$، از ورقی به ضخامت $\frac{1}{4}\,\text{in}$ که در امتداد منحنی هلیکس با زاویه 25° جوش داده شده، تشکیل شده است. اگر حداکثر تنش نرمال و تنش برشی مماس بر جوش به ترتیب برابر با $\sigma = 12\,\text{ksi}$ و $\tau = 7.2\,\text{ksi}$ باشد، حداکثر نیروی محوری P که می‌توان بر لوله اعمال کرد، را بیابید.



(شکل ۱ – ۳۳ و ۳۴)

☑ حل:

$$d_o = 12\,\text{in} \quad , \quad r_o = \frac{1}{2}d_o = 6\,\text{in} \quad , \quad r_i = r_o - t = 6 - 0.25 = 5.75\,\text{in}$$

$$A_0 = \pi(r_o^2 - r_i^2) = \pi(6^2 - 5.75^2) = 9.228\,\text{in}^2 \quad , \quad \theta = 25^\circ$$

بر اساس تنش عمودی مجاز:

$$\sigma = \frac{P}{A_o}\cos^2\theta \Rightarrow P = \frac{\sigma A_o}{\cos^2\theta} = \frac{(12)\times(9.228)}{\cos^2 25^\circ} = 134.8\,\text{kips}$$

بر اساس تنش برشی مجاز:

$$\tau = \frac{P}{2A_o}\sin 2\theta \Rightarrow P = \frac{2A_o\tau}{\sin 2\theta} = \frac{(2)\times(9.228)\times(7.2)}{\sin 50^\circ} = 173.47\,\text{kips}$$

مقدار کوچک‌تر را به عنوان بار مجاز انتخاب می‌کنیم:

$$P = 134.8\,\text{kips}$$

۱. ۳۴ یک لوله فولادی به قطر خارجی $12\,\text{in}$ از ورقی به ضخامت $\frac{1}{4}\,\text{in}$ که در امتداد منحنی هلیکس با زاویه 25° جوش داده شده، تشکیل شده است. اگر نیروی $P = 66\,\text{kips}$ به لوله اعمال شود، تنش عمودی و تنش برشی مماس بر جوش را بیابید.

☑ حل:

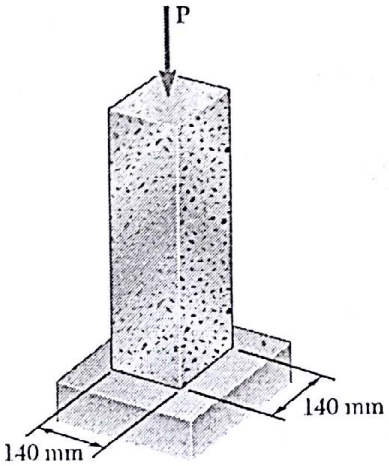
$$d_o = 12\,\text{in} \quad , \quad r_o = \frac{1}{2}d_o = 6\,\text{in} \quad , \quad r_i = r_o - t = 6 - 0.25 = 5.75$$

Scanned by CamScanner

$$A_o=\pi(r_o^2-r_i^2)=\pi(6^2-5.75^2)=9.228\,\text{in}^2 \quad , \quad \theta=25^\circ$$

$$\sigma=\frac{P}{A_o}\cos^2\theta=\frac{66}{9.228}\cos^2 25^\circ=5.874\,\text{ksi} \quad , \quad \tau=\frac{P}{2A_o}\sin 2\theta=\frac{66}{2\times 9.228}\sin 50^\circ=2.739\,\text{ksi}$$

۱. ۳۵ نیروی $P=1060\,\text{kN}$ به ستون گرانیتی نشان داده شده اعمال می‌شود. مطلوب است تعیین حداکثر مقدار: الف) تنش عمودی، ب) تنش برشی. زاویه صفحه‌ای که هر یک از تنش‌ها در آن به حداکثر مقدار خود می‌رسند را مشخص کنید.



(شکل ۱ – ۳۵ و ۳۶)

☑ حل:

$$A_o=140\times 140\times 10^{-6}=19.6\times 10^{-3}\,\text{m}^2$$

$$\sigma=\frac{P}{A_o}\cos^2\theta=\frac{-1060\times 10^3}{19.6\times 10^{-3}}\cos^2\theta=-54.08\times 10^6\cos^2\theta$$

در $\theta=90^\circ$، حداکثر تنش کششی رخ می‌دهد و برابر با صفر است.

در $\theta=0$، حداکثر تنش فشاری رخ می‌دهد و برابر با $54.08\,\text{MPa}$ است.

ب)

$$\tau_{\max}=\frac{P}{2A_o}=\frac{1060\times 10^3}{2\times 19.6\times 10^{-2}}=27.04\times 10^6\,\text{Pa}=27.04\,\text{MPa}$$

۱. ۳۶ نیروی مرکزی P به ستون گرانیتی نشان داده شده، اعمال می‌شود. اگر حداکثر تنش برشی در بلوک $18\,\text{MPa}$ باشد، مطلوب است: الف) مقدار نیروی P، ب) زاویه صفحه‌ای که در آن حداکثر تنش برشی رخ می‌دهد، ج) تنش عمودی وارد بر آن سطح، د) حداکثر تنش عمودی در ستون.

☑ حل:

$$A_o=140\times 140\times 10^{-6}=19.6\times 10^{-3}\,\text{m}^2 \quad , \quad \tau_{\max}=18\,\text{MPa}$$

الف)

$$\tau_{\max}=\frac{|P|}{2A_o}\Rightarrow |P|=2A_o\tau_{\max} \Rightarrow |P|=2\times 19.6\times 10^{-3}\times 18\times 10^6=705.6\times 10^3\,\text{N}=705.6\,\text{kN}$$

ب)

$$\sin 2\theta=1\Rightarrow 2\theta=90^\circ\Rightarrow\theta=45^\circ$$

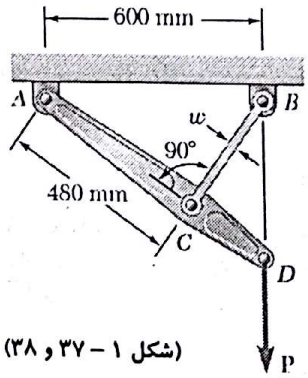
ج)

$$\theta=45^\circ \Rightarrow \sigma=\frac{P}{A_o}\cos^2 45^\circ=\frac{P}{2A_o}\Rightarrow\sigma=\frac{705.6\times 10^3}{2\times 19.6\times 10^{-3}}=18\times 10^6\,\text{Pa}=18\,\text{MPa}$$

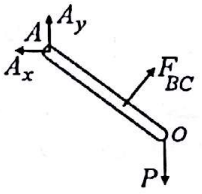
د)

$$\sigma_{\max}=-\frac{P}{A_o}=-\frac{705.6\times 10^3}{19.6\times 10^{-3}}=36\times 10^6\,\text{Pa}=36\,\text{MPa}$$

۱. ۳۷ رابط BC دارای ضخامت $6\,\text{mm}$ و عرض $W=25\,\text{mm}$ می‌باشد و از فولاد با استحکام نهایی $480\,\text{MPa}$ ساخته شده است. اگر $P=16\,\text{kN}$ باشد، ضریب اطمینان سازه نشان داده شده را محاسبه کنید.



(شکل ۱ – ۳۷ و ۳۸)



☑ حل:

$$+\circlearrowleft \Sigma M_A=0\Rightarrow (480)F_{BC}-(600)P=0$$

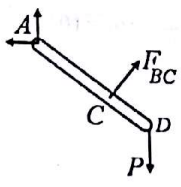
$$F_{BC}=\frac{600}{480}P=\frac{(600)(16\times 10^3)}{480}=20\times 10^3\,\text{N}$$

$$F_u=\sigma_u A$$

$$F_u=(480\times 10^6)(0.006)(0.025)=72\times 10^3\,\text{N}$$

$$F.S.=\frac{F_u}{F_{BC}}=\frac{72\times 10^3}{20\times 10^3}=3.6$$

۱. ۳۸ رابط BC دارای ضخامت $6\,\text{mm}$ می‌باشد و از فولاد با استحکام نهایی $450\,\text{MPa}$ ساخته شده است. اگر $P=20\,\text{kN}$ و ضریب اطمینان سازه 3 باشد، مقدار عرض W را بیابید.



☑ حل:

$$+\circlearrowleft \Sigma M_A=0\Rightarrow 480F_{BC}-600P=0$$

$$\Rightarrow F_{BC}=\frac{600P}{480}=\frac{(600)(20\times 10^3)}{480}=25\times 10^3\,\text{N}$$

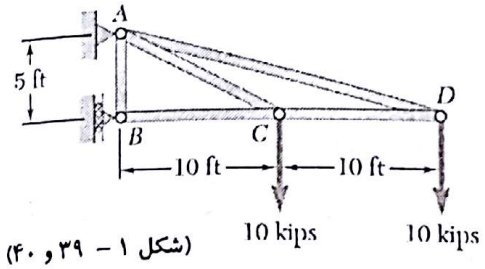
$$F_u=(F.S.)(F_{BC})=(3)(25\times 10^3)=75\times 10^3\,\text{N} \quad , \quad F_u=\sigma_u A$$

$$A=\frac{F_u}{\sigma_u}=\frac{75\times 10^3}{450\times 10^6}=166.67\times 10^{-6}\,\text{m}^2$$

$$A=Wt\Rightarrow W=\frac{A}{t}=\frac{166.67\times 10^{-6}}{0.006}\Rightarrow W=27.8\times 10^{-3}\,\text{m}=27.8\,\text{mm}$$

Scanned by CamScanner

۱. ۳۹ یک میله به قطر $\frac{3}{4}$in که دارای جنس یکسان با میله‌های AC و AD می‌باشد، در هنگام تست، بار نهایی 29kips برای آن ثبت شده است. با استفاده از ضریب اطمینان 3، مطلوب است تعیین قطر مورد نیاز؛ الف) میله AC، ب) AD.



(شکل ۱ - ۳۹ و ۴۰)

☑ حل:

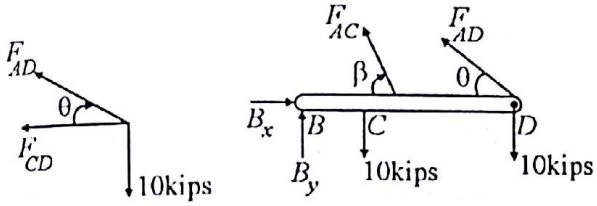
$$\sigma_u = \frac{F_u}{A} = \frac{29}{\frac{\pi}{4}(\frac{3}{4})^2} = 65.64\,\text{ksi}$$

$$F.S. = 3 \Rightarrow \sigma_{max} = \frac{65.64}{3} = 21.88\,\text{ksi}$$

$$\theta = \tan^{-1}\frac{5}{20} = 14.03^\circ$$

$$+\uparrow \sum F_y = 0 \Rightarrow F_{AD}\sin 14.03^\circ - 10 = 0 \Rightarrow F_{AD} = 41.25\,\text{kip}$$

$$\beta = \tan^{-1}\frac{5}{10} = 26.56^\circ$$



$$+\circlearrowleft \sum M_B = 0 \Rightarrow (F_{AC}\sin 26.56)\times(10) + (F_{AD}\sin 14.03^\circ)\times(20) - 10\times10 - 10\times20 = 0 \Rightarrow F_{AC} = 22.36\,\text{kips}$$

الف) میله AC:

$$\sigma_{max} = \frac{F_{AC}}{A_{AC}} \Rightarrow \frac{\pi}{4}d_{AC}^2 = \frac{22.36}{21.88} \Rightarrow d_{AC} = 1.141\,\text{in}$$

ب) میله AD:

$$\sigma_{max} = \frac{F_{AD}}{A_{AD}} \Rightarrow \frac{\pi}{4}d_{AD}^2 = \frac{41.25}{21.88} \Rightarrow d_{AD} = 1.549\,\text{in}$$

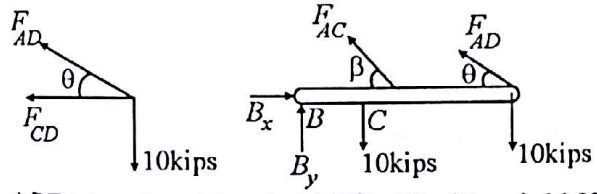
۱. ۴۰ در خرپای نشان داده شده، عضوهای AC و AD از آلیاژ یکسان، ساخته شده‌اند. اگر قطر AC برابر با 1in و بار نهایی آن، 75kips باشد، مطلوب است: الف) ضریب اطمینان AC، ب) اگر ضریب اطمینان هر دو میله یکسان باشد، قطر مورد نیاز AD را بیابید.

☑ حل:

$$\theta = \tan^{-1}\frac{5}{20} = 14.03^\circ$$

$$+\uparrow \sum F_y = 0 \Rightarrow F_{AD}\sin 14.03^\circ - 10 = 0 \Rightarrow F_{AD} = 41.25\,\text{kips}$$

$$\beta = \tan^{-1}\frac{5}{10} = 26.56^\circ$$



$$+\circlearrowleft \sum M_B = 0 \Rightarrow (F_{AC}\sin 26.56^\circ)\times10 + (F_{AD}\sin 14.03^\circ)\times20 - 10\times10 - 10\times20 = 0 \Rightarrow F_{AC} = 22.36\,\text{kips}$$

الف) ضریب اطمینان میله AC:

$$(F.S.)_{AC} = \frac{F_u}{F_{AC}} = \frac{75}{22.36} = 3.35$$

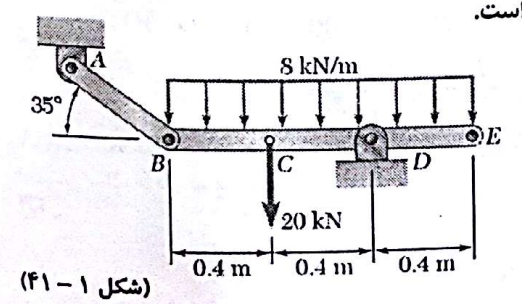
ب) قطر مورد نیاز AD:

$$\sigma_u = \frac{(F_u)_{AC}}{A_{AC}} = \frac{75}{\frac{\pi}{4}(1)^2} = 95.5\,\text{ksi}$$

$$(F.S.) = 3.35 \Rightarrow (\sigma_{max})_{AD} = \frac{95.5}{3.35} = 28.5 \Rightarrow A_{AD} = \frac{F_{AD}}{\sigma_{max}} \Rightarrow \frac{\pi}{4}d_{AD}^2 = \frac{41.25}{28.5} \Rightarrow d_{AD} = 1.358\,\text{in}$$

۱. ۴۱ رابط AB از فولادی با استحکام نهایی 450MPa ساخته شده است. مساحت مقطع عرضی AB را طوری بیابید که ضریب اطمینان برابر 3.5 باشد. فرض کنید رابط به اندازه کافی، در اطراف پین‌های A و B تقویت شده است.

☑ حل:



(شکل ۱ - ۴۱)

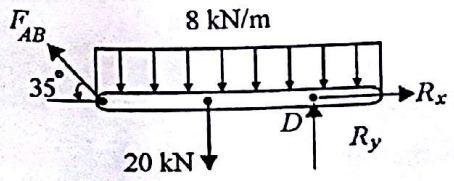
$$+\circlearrowleft \sum M_D = 0 \Rightarrow$$

$$8\times1.2\times0.2 + 20\times0.4 = F_{AB}\sin 35\times0.8 \Rightarrow F_{AB} = 21.6\,\text{kN}$$

$$n = \frac{\sigma_u}{\sigma} \Rightarrow \sigma = \frac{450}{3.5} = 128.57\ \text{MPa}$$

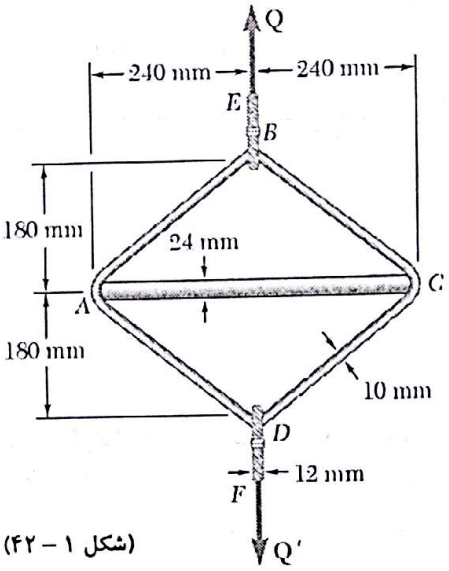
$$\sigma = \frac{F_{AB}}{A_{AB}} \Rightarrow A_{AB} = \frac{F_{AB}}{\sigma} = \frac{21.6\times10^{+3}}{128.67\times10^{6}} = 168\times10^{-6}\,\text{m}^2$$

$$\Rightarrow A_{AB} = 168\,\text{mm}^2$$

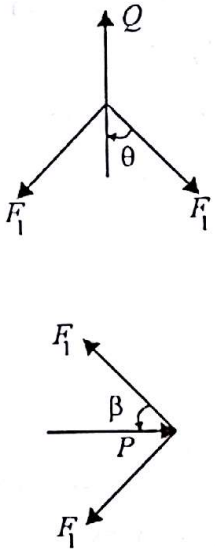


Scanned by CamScanner

۱. ۴۲ حلقه‌ی فولادی $ABCD$ به طول $1.2\,m$ و به قطر $10\,mm$ مطابق شکل میله‌ی آلومینیومی AC به قطر $24\,mm$ را در خود جای داده است. کابل‌های BE و DF هر یک به قطر $12\,mm$ برای اعمال بار Q استفاده می‌شوند. اگر استحکام نهایی فولاد استفاده شده در حلقه و کابل‌ها، $480\,MPa$ و استحکام نهایی میله آلومینیومی $260\,MPa$ باشد، با فرض اطمینان کلی 3، حداکثر نیروی Q که می‌توان اعمال کرد را بیابید.



(شکل ۱ – ۴۲)



☑ حل:

$$\theta = \tan^{-1}\frac{240}{180} = 53.1^\circ$$

$$2F_1\cos\theta = Q \Rightarrow F_1 = 0.833Q$$

$$\beta = 36.9^\circ$$

$$P = 2F_1\cos\beta = 1.33Q$$

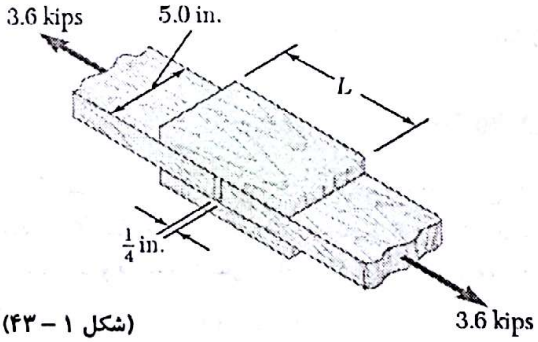
کابل BE:
$$\sigma_{max\,St} = \frac{nQ}{A} \Rightarrow \frac{3Q}{\pi\times 36\times 10^{-6}}$$
$$= 480\times 10^6 \Rightarrow Q = 18.1\,kN$$

کابل $ABCD$:
$$\sigma_{max\,St} = \frac{nF_1}{A} \Rightarrow \frac{3\times 0.833Q}{\pi\times 25\times 10^{-6}}$$
$$= 480\times 10^6 \Rightarrow Q = 15.08\,kN$$

کابل AC:
$$\sigma_{max\,Al} = \frac{nP}{A} \Rightarrow \frac{3\times 1.33Q}{\pi\times 144\times 10^{-6}}$$
$$= 260\times 10^6 \Rightarrow Q = 29.5\,kN$$

با مقایسه بین این سه مقدار به دست آمده، کمترین مقدار را انتخاب می‌کنیم. بنابراین حداکثر مقدار Q برابر است با: $Q = 15.08\,kN$

۱. ۴۳ دو عضو چوبی مطابق شکل به وسیله چسب و دو قعطه چوبی، به هم متصل شده‌اند و بار $3.6\,kips$ را تحمل می‌کنند. تنش برشی نهایی چسب $360\,psi$ و فاصله بین دو چوب $\frac{1}{4}\,in$ است. اگر ضریب اطمینان 2.75 باشد، طول L هر یک از قطعات چوبی چقدر است؟



(شکل ۱ – ۴۳)

☑ حل:

$$P = 3.6\,kips$$

$$P_u = (F.S.)(P) = (2.75)\times(3.6) = 9.9\,kips$$

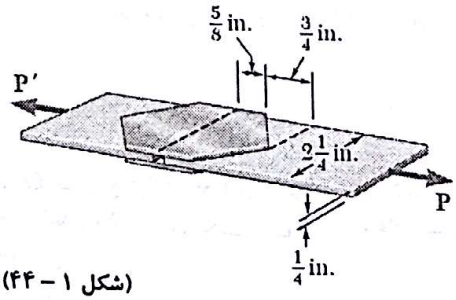
ℓ: طول قطعه چوبی که چسب‌کاری شده است.

$$P_u = \tau_u \ell W \Rightarrow \ell = \frac{P_u}{\tau_u W} = \frac{9.9\times 10^3}{(360)\times(5)} = 5.5\,in$$

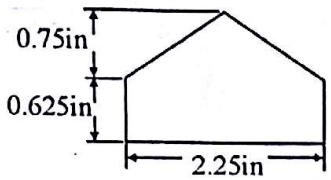
$$L = \ell + C = 5.5 + 0.25 = 5.75\,in$$

۱. ۴۴ دو ورق هر یک به ضخامت $\frac{1}{8}\,in$، مطابق شکل برای اتصال دو صفحه پلاستیکی استفاده می‌شود. اگر تنش برشی نهایی در بین سطوح $130\,psi$ باشد، با فرض $P = 325\,lb$، ضریب اطمینان را بیابید.

☑ حل:



(شکل ۱ – ۴۴)



$$A = \frac{1}{2}(2.25)(0.75) + (2.25)(0.625) = 2.25\,in^2$$

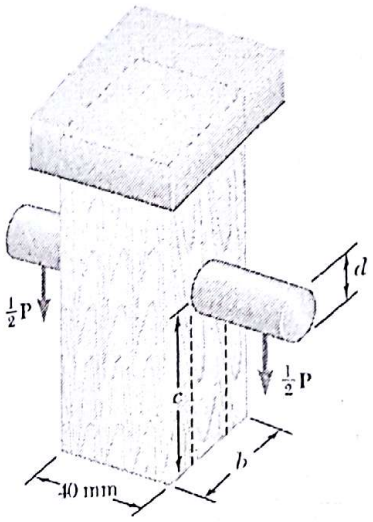
$$P_u = 2A\tau_u = (2)(2.25)(130) = 585\,lb \quad , \quad F.S. = \frac{P_u}{P} = \frac{585}{325} = 1.800$$

۱. ۴۵ نیروی P، مطابق شکل به یک پین فولادی که در داخل یک ستون کوتاه فولادی قرار داده شده است، اعمال می‌شود. اگر استحکام نهایی چوب $60\,MPa$ در کشش و $7.5\,MPa$ در برش باشد، با فرض استحکام نهایی $145\,MPa$ برای فولاد و $b = 40\,mm$، $c = 55\,mm$ و $d = 12\,mm$، نیروی کل P را طوری بیابید که ضریب اطمینان 3.2 باشد.

☑ حل:

$$P_u = 2A\tau_u = 2\left(\frac{\pi}{4}d^2\right)\tau_u = \frac{\pi}{4}(2)(0.012)^2(145\times 10^6) = 32.80\times 10^3\,N$$

Scanned by CamScanner



(شکل ۱ – ۴۵)

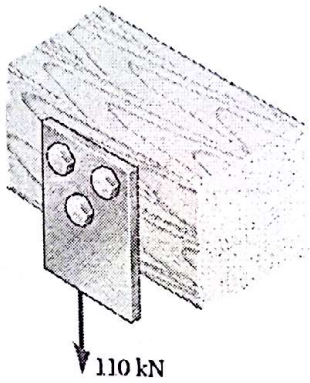
$$P_u = A\sigma_u = W(b-d)\sigma_u$$
$$= (0.040)(0.040-0.012)(60\times10^6) = 67.2\times10^3\ \text{N}$$
$$P_u = 2A\tau_u = 2Wc\tau_u = (2)(0.040)(0.055)(7.5\times10^6) = 33.0\times10^3\ \text{N}$$
$$P_u = 32.8\times10^3\ \text{N}\ ,\ P = \frac{P_u}{F.S.} = \frac{32.8\times10^3}{3.2} = 10.25\times10^3\ \text{N} = 10.25\,\text{kN}$$

۱. ٤٦ اگر برای تکیه‌گاه مسئله ۱. ٤٥، قطر پین $d = 16\,\text{mm}$ و $P = 20\,\text{kN}$ باشد، مطلوب است: الف) ضریب اطمینان، ب) با فرض ضریب اطمینان به‌دست آمده در قسمت (الف)، مقادیر مورد نیاز b و c را بیابید.

☑ حل: الف)
$$P = 20\,\text{kN} = 20\times10^3\ \text{N}\ ,\ A = \frac{\pi}{2}d^2 = \frac{\pi}{4}(0.016)^2 = 201.06\times10^{-6}\,\text{m}^2\ ,\ \tau = \frac{P}{2A} \Rightarrow \tau_u = \frac{P_u}{2A}$$
$$P_u = 2A\tau_u = (2)(201.16\times10^{-6})(145\times10^6) = 58.336\times10^3\ \text{N}\ ,\ F.S. = \frac{P_u}{P} = \frac{58.336\times10^3}{20\times10^3} = 2.92$$

ب)
$$P_u = 58.336\times10^3\ \text{N}\ ,\ \sigma_u = \frac{P_u}{A} = \frac{P_u}{W(b-d)}\ ,\ W = 40\,\text{mm} = 0.040\,\text{m}$$
$$b = d + \frac{P_u}{W\sigma_u} = 0.016 + \frac{58.336\times10^3}{(0.040)(60\times10^6)} = 40.3\times10\ \text{m}\ ,\ b = 40.3\,\text{mm}\ ,\ A = Wc$$
$$\tau_u = \frac{P_u}{2A} = \frac{P_u}{2Wc}\ ,\ c = \frac{P_u}{2W\tau_u} = \frac{58.336\times10^3}{(2)(0.040)(7.5\times10^6)} = 97.2\times10^{-3}\,\text{m} \Rightarrow c = 97.2\,\text{mm}$$

۱. ٤٧ سه پیچ فولادی، برای اتصال صفحه فولادی نشان داده شده به یک تیر چوبی، استفاده شده‌اند. اگر صفحه نیروی 110 kN را تحمل کند و تنش برشی نهایی برای فولاد استفاده شده، 360 MPa و ضریب اطمینان مطلوب 3.35 باشد، قطر مورد نیاز پیچ‌ها را بیابید.



(شکل ۱ – ۴۷ و ۴۸)

☑ حل:
$$n = 3.35\ ,\ n = \frac{\tau_u}{\tau} \Rightarrow \tau = \frac{360}{3.35} = 107.46\,\text{MPa}$$
$$A = 3\times\frac{\pi}{4}d^2\ ,\ \tau = \frac{P}{A} \Rightarrow A = \frac{P}{\tau}$$
$$3\times\frac{\pi}{4}d^2 = \frac{110\times10^3}{107.46\times10^6} \Rightarrow d = 20.8\times10^{-3}\,\text{m} \Rightarrow d = 20.8\,\text{mm}$$

۱. ٤٨ سه پیچ فولادی به قطر 18 mm برای اتصال صفحه فولادی نشان داده شده به تیر چوبی، استفاده شده‌اند. اگر صفحه نیروی 110 kN را تحمل کند و تنش برش نهایی برای فولاد استفاده شده، 360 MPa باشد، ضریب اطمینان این طرح را حساب کنید.

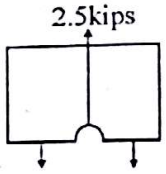
☑ حل:
$$A = 3\times\frac{\pi}{4}d^2 = 3\times\frac{\pi}{4}\times81\times10^{-6} = 763.4\times10^{-6}\,\text{m}^2\ .\ P_{tot} = 110\,\text{kN}$$
$$\tau = \frac{P}{A} = \frac{110\times10^3}{763.4\times10^{-6}} = 144.1\times10^6\,\text{Pa}\ ,\ \tau_u = 360\,\text{MPa}\ ,\ \tau = 144.1\,\text{MPa}\ ,\ n = \frac{\tau_u}{\tau} = \frac{360}{144.1} = 2.5$$

۱. ٤٩ یک صفحه فولادی به ضخامت $\frac{5}{16}\,\text{in}$ در داخل یک لوح بتنی قرار گرفته است. و به وسیله یک کابل به طرف بالا کشیده می‌شود. استحکام نهایی فولاد استفاده شده 36 ksi و تنش نهایی اتصال بین بتن و فولاد 300 psi می‌باشد. اگر $P = 2.5\,\text{kips}$ و ضریب اطمینان 3.6 باشد، مطلوب است: الف) عرض صفحه a، ب) حداقل عمق b صفحه، که باید در داخل لوح قرار گیرد. (از تنش عمودی بین انتهای صفحه و پین

Scanned by CamScanner

صرف‌نظر شود.) قطر سوراخ داخل صفحه برابر با $\frac{3}{4}$in است.

☑ حل:

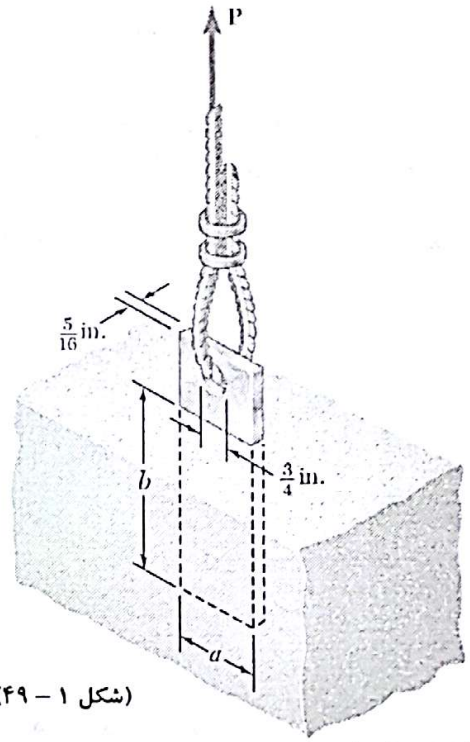


$$A=(a-d)t$$
$$P_u=\sigma_u A$$
$$F.S.=\frac{P_u}{P}=\frac{\sigma_u(a-d)t}{P}$$

الف)
$$a=d+\frac{(F.S.)P}{\sigma_u t}=\frac{3}{4}+\frac{(3.6)\times(2.5)}{(36)\times(\frac{5}{16})}\Rightarrow a=1.55\text{in}$$

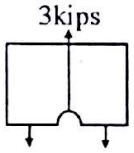
ب) بر اساس تنش برشی بین صفحه و لوح بتنی:

$$A=2(a+t)b \quad , \quad P_u=\tau_u A=2\tau_u(a+t)b$$
$$F.S.=\frac{P_u}{P}\Rightarrow b=\frac{(F.S.)P}{2(a+t)\tau_u}=\frac{(3.6)\times(2.5)}{(2)\times(1.55+\frac{5}{16})\times(0.300)}$$
$$\Rightarrow b=8.05\text{in}$$



(شکل ۱ – ۴۹)

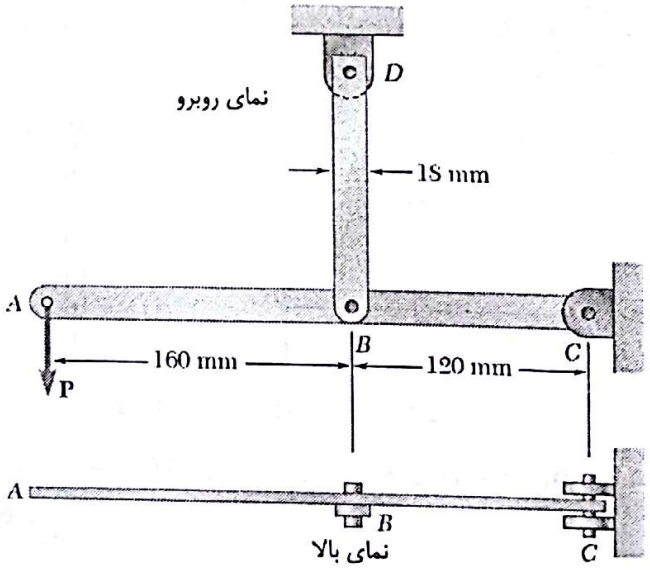
۱. ۵۰ در مسئله ۱. ۴۹ ضریب اطمینان کابل را در صورتی که $P=3\text{kips}$ و $a=2\text{in}$ و $b=7.5\text{in}$ باشد، بیابید.



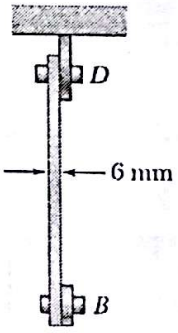
☑ حل:
$$A=(a-d)t=(2-\frac{3}{4})(\frac{5}{16})=0.3906\text{in}^2 \quad , \quad P_u=\sigma_u A=(36)(0.3906)=14.06\text{kips}$$
$$F.S.=\frac{P_u}{P}=\frac{14.06}{3}=4.69 \quad , \quad A=2(a+t)b=2(2+\frac{5}{16})(7.5)\Rightarrow A=34.69\text{in}^2$$
$$\tau_u=0.300\text{ksi} \quad , \quad P_u=\tau_u A=(0.300)(34.69)=10.41\text{kips} \quad , \quad F.S.=\frac{P_u}{P}=\frac{10.41}{3}=3.47\Rightarrow F.S.=3.47$$

۱. ۵۱ در سازه نشان داده شده، یک پین به قطر 6mm در C و پین‌هایی به قطر 10mm در B و D استفاده شده‌اند. تنش برشی نهایی در همه اتصالات 150MPa و تنش عمودی نهایی در رابط BD برابر با 400MPa است. اگر ضریب اطمینان 3 مورد نظر باشد، حداکثر نیرویی که می‌توان بر A اعمال کرد را بیابید. توجه کنید که رابط BD ، در اطراف سوراخ پین‌ها تقویت نشده است.

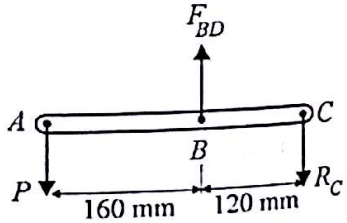
☑ حل:



(شکل ۱ – ۵۱)



نمای جانبی



$$+\circlearrowleft\sum M_C=0\Rightarrow P\times 280=F_{BD}\times 120$$
$$\Rightarrow F_{BD}=2.33P$$
$$\sum F_y=0\Rightarrow R_C=1.33P$$

تنش برشی در پین B :
$$n=3\Rightarrow\tau=\frac{\tau_u}{n}=\frac{150}{3}=50\text{MPa}$$
$$F_{BD}=2.33P=\tau\times A_{Pin\,B}$$
$$\Rightarrow 2.33p=50\times10^6\times\frac{\pi}{4}\times100\times10^{-6}\Rightarrow P=1685\text{N}$$

تنش برشی در پین C:
$$\frac{1}{2}\times1.33P=50\times10^6\times\frac{\pi}{4}\times36\times10^{-6}\Rightarrow P=2126\text{N}$$

Scanned by CamScanner

تنش کششی در رابط BD :

$$n=3 \Rightarrow \sigma=\frac{\sigma_u}{n}=133.3\,\text{MPa}$$

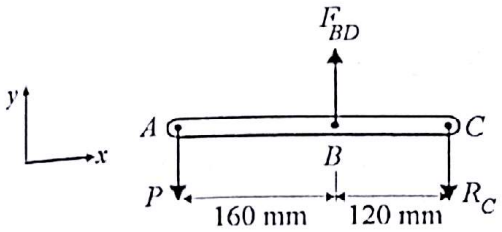
$$F_{BD}=\sigma A \Rightarrow 2.33P=133.3\times10^{6}\times(18-10)\times10^{-3}\times6\times10^{-3} \Rightarrow P=2746\,\text{N}$$

بنابراین مقدار مجاز P برابر است با:

$$P_{all}=1685\,\text{N}=1.685\,\text{kN}$$

۱. ۵۲ مسئله ۱. ۵۱ را با این فرض این که پین‌هایی به قطر 12mm در B و D استفاده شوند و هیچگونه تغییر دیگری در سازه داده نشود، حل کنید.

☑ **حل:**



$$+\circlearrowleft \sum M_C=0 \Rightarrow F_{BD}=2.33P$$

$$\sum F_y=0 \Rightarrow R_C=1.33P$$

تنش برشی در پین B :

$$n=3 \Rightarrow \tau=\frac{\tau_u}{n}=\frac{150}{3}=50\,\text{MPa}$$

$$F_{BD}=2.33P=\tau A_{pin\,B}$$

$$\Rightarrow 2.33P=50\times10^{6}\times\frac{\pi}{4}\times144\times10^{-6} \Rightarrow P=2426\,\text{N}$$

تنش برشی در پین C:

$$\frac{1}{2}\times1.33P=50\times10^{6}\times\frac{\pi}{4}\times36 \Rightarrow P=2126\,\text{N}$$

تنش کششی در رابط BD :

$$n=3 \Rightarrow \sigma=\frac{400}{3}=133.3\,\text{MPa}$$

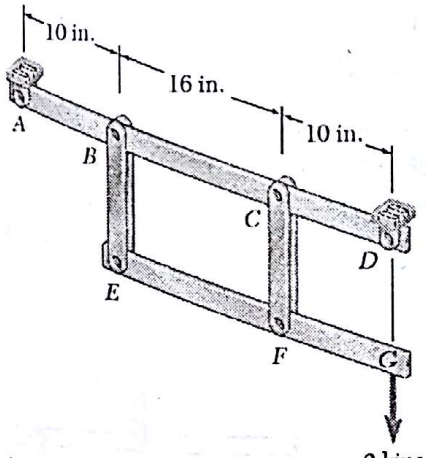
$$F_{BD}=\sigma A \Rightarrow 2.33P=133.3\times10^{6}\times(18-12)\times10^{-3}\times6\times10^{-3} \Rightarrow P=2060\,\text{N}$$

بنابراین مقدار مجاز P برابر است با:

$$P_{all}=2060\,\text{N}$$

۱. ۵۳ هر یک از دو رابط عمودی CF به عضوهای افقی AD و EG ، که از فولاد با استحکا نهایی کششی 60ksi و مساحت مقطع عرضی یکنواخت با ضخامت $\frac{1}{4}$in و عرض 1in ساخته شده‌اند، وصل شده‌اند. پین‌های C و F دارای قطر $\frac{1}{2}$in بوده و از فولاد با استحکام نهایی برشی 25ksi می‌باشند. ضریب اطمینان کلی رابط‌های CF و پین‌هایی که آنها را به عضوهای افقی متصل می‌کنند را محاسبه کنید.

☑ **حل:** نیروی هر رابط:



(شکل ۱ – ۵۳)

$$+\circlearrowleft \sum M_E=0 \Rightarrow 2\times26=2F_{FC}\times16 \Rightarrow F_{FC}=1.625\,\text{kips}$$

$$F_{FC}=1.625\ ,\ A=(1-\frac{1}{2})\times(0.25)=0.125\ \text{in}^2\ ,\ \sigma_{FC}=\frac{1.625}{0.125}=13\,\text{ksi}$$

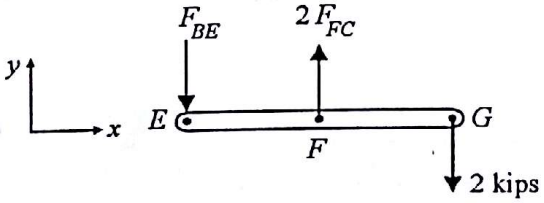
ضریب اطمینان هر رابط:

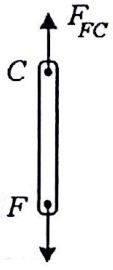
$$n=\frac{60}{13}=4.62$$

ضریب اطمینان پین:

$$\tau=\frac{1.625}{A}=\frac{1.625}{\frac{\pi}{4}\times\frac{1}{4}}=8.28\,\text{ksi}$$

$$n=\frac{\tau_u}{\tau}=\frac{25}{8.25}=3.02$$





بنابراین ضریب اطمینان کلی سازه $n=3.02$ می‌باشد.

۱. ۵۴ مسئله ۱. ۵۳ را با این فرض که پین‌های C و F با پین‌هایی به قطر $\frac{3}{4}$in جایگزین شوند، حل کنید.

☑ **حل:**

$$F_{FC}=1.625\,\text{kips}$$

$$A=(1-\frac{3}{4})\times(0.25)=0.0625\,\text{in}^2\ \text{kips}$$

ضریب اطمینان رابط:

$$\sigma_{FC}=\frac{F_{FC}}{A_{\text{رابط}}}=\frac{1.625}{0.0625}=26\,\text{ksi}\quad ,\quad n=\frac{\sigma u}{\sigma}=\frac{60}{26}=2.308$$

Scanned by CamScanner

ضریب اطمینان پین:

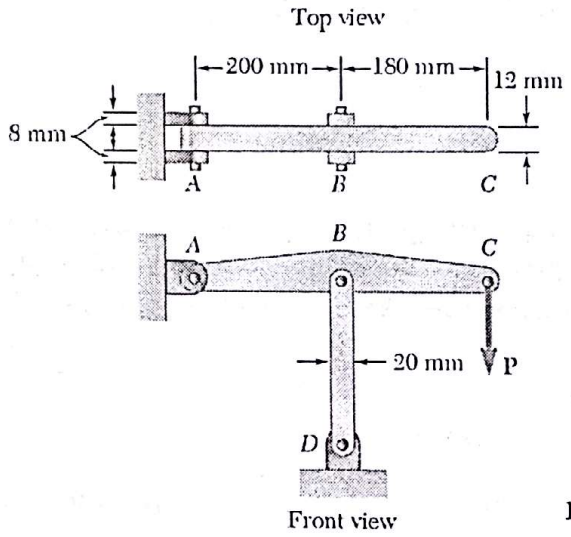
$$\sigma_{FC}=\frac{F_{FC}}{A_{\text{پین}}}=\frac{1.625}{(\frac{\pi}{2})\times(\frac{3}{4})^2}=3.68\,\text{ksi}\quad,\quad n=\frac{25}{3.68}=6.8$$

مقدار کوچکتر را انتخاب می‌کنیم:

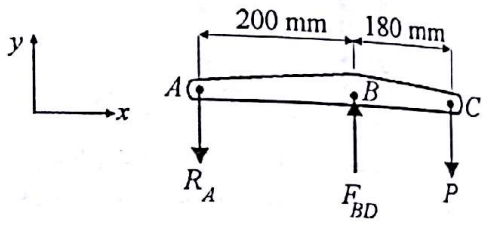
$$n=2.308$$

۱. ۵۵ در سازه نشان داده شده، یک پین به قطر 8mm در A و پین‌هایی به قطر 12mm، در B و D استفاده شده‌اند. اگر تنش برشی نهایی در همه اتصال‌ها برابر 100MPa و تنش نهایی عمودی در هر یک از دو رابطی که B و D را به هم متصل می‌کنند 250MPa باشد، با فرض ضریب اطمینان کل مورد نظر 3، نیروی مجاز P را بیابید.

☑ حل:



(شکل ۱ – ۵۵)



$$+\circlearrowleft\ \Sigma M_A=0\Rightarrow$$

$$P\times 380=F_{BD}\times 200\ \Rightarrow\ F_{BD}=1.9P$$

$$\Sigma F_y=0\ \Rightarrow\ R_A=0.9P$$

برش در پین A:

$$n=3\ \Rightarrow\ \tau=33.33\,\text{MPa}$$

$$\frac{1}{2}\times 0.9P=33.33\times10^6\times\frac{\pi}{4}\times64\times10^{-6}$$

$$\Rightarrow\ P=3723\,\text{N}$$

برش در پین B:

$$\frac{1}{2}\times1.9P=33.33\times10^6\times\frac{\pi}{4}\times144\times10^{-6}\Rightarrow P=3968\,\text{N}$$

تنش عمودی در رابط BD:

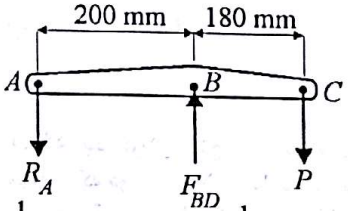
$$n=3\ \Rightarrow\ \sigma=\frac{250}{3}=83.33\,\text{MPa}$$

$$\frac{1}{2}\times1.9P=83.33\times10^6\times20\times10^{-3}\times8\times10^{-3}\ \Rightarrow\ P=14034\,\text{N}$$

$$P=3723\,\text{N}$$

بنابراین مقدار مجاز P برابر است با:

۱. ۵۶ در یک طرح پیشنهادی برای سازه مسئله ۱. ۵۵، یک پین به قطر 10mm در A استفاده می‌شود. با فرض این که سایر مشخصات ثابت باشد، نیروی مجاز P را برای ضریب اطمینان مورد نظر 3 بیابید.



☑ حل:

$$+\circlearrowleft\ \Sigma M_A=0\ \Rightarrow\ P\times380=F_{BD}\times200\Rightarrow F_{BD}=1.9P$$

$$\Sigma F_y=0\ \Rightarrow\ R_A=0.9P$$

برش در پین A:

$$n=3\Rightarrow\tau=\frac{\tau_u}{n}=33.33\,\text{MPa}$$

$$\frac{1}{2}R_A=\tau\times A_{pinA}\Rightarrow\frac{1}{2}\times0.9\,p=33.33\times10^6\times\frac{\pi}{4}\times100\times10^{-6}\Rightarrow P=5817\,\text{N}$$

برش در پین B:

$$\frac{1}{2}\times1.9P=33.33\times10^6\times\frac{\pi}{4}\times144\times10^{-6}\Rightarrow P=3968\,\text{N}$$

تنش عمودی در رابط BD:

$$n=3\quad,\quad\sigma=\frac{250}{3}=83.33\,\text{MPa}$$

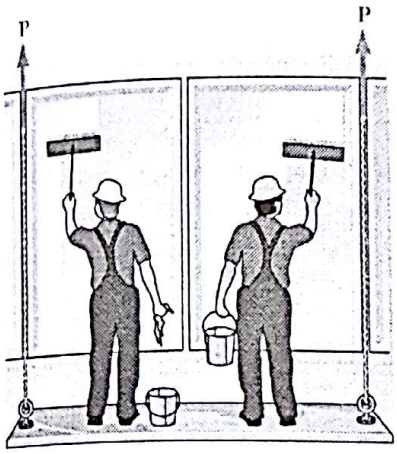
$$\frac{1}{2}\times1.9P=83.33\times10^6\times20\times10^{-3}\times8\times10^{-3}\ \Rightarrow\ P=14034\,\text{N}$$

$$P=3968\,\text{N}$$

بنابراین مقدار مجاز P برابر است با:

۱. ۵۷ برای انتخاب دو کابلی که برای بالا و پایین بردین سکوی نگهدارنده کارگران استفاده می‌شود، از روش طراحی بر مبنای ضریب بار و مقاومت استفاده شده است. وزن سکو 160lb و وزن هر یک از کارگران با احتساب وسایل همراه آنها برابر 195lb می‌باشد. به دلیل این که کارگران می‌توانند آزادانه روی سکو حرکت کنند، 75% وزن آنها و وزن وسایل همراه آنها به عنوان بار زنده در نظر گرفته می‌شود. الف) با فرض ضریب مقاومت $\phi=0.85$ و ضریب بار $\gamma_D=1.2$ و $\gamma_L=1.5$، حداقل مقدار بار نهایی کابل را بیابید. ب) ضریب اطمینان کابل‌های انتخاب شده را محاسبه کنید.

Scanned by CamScanner



(شکل ۱ – ۵۷)

☑ **حل: الف)** حداقل بار نهایی هر کابل:

$$\gamma_D P_D + \gamma_L P_L = \phi P_u$$

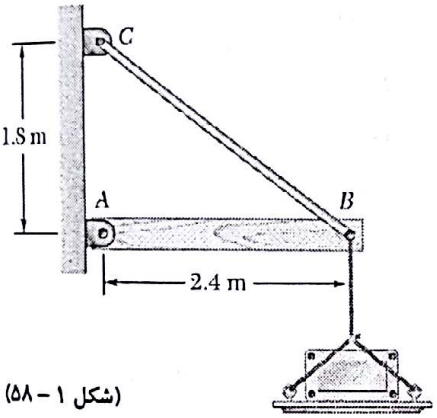
$$\Rightarrow P_u = \frac{\gamma_D P_D + \gamma_L P_L}{\phi} = \frac{1.2\times 80 + 1.5\times(0.75\times 2\times 19.5)}{0.85} = 629\,\text{lb}$$

ب) ضریب اطمینان:

$$P = P_L + P_D = 0.75\times 2\times 195 + \frac{1}{2}\times 160 = 372.5\,\text{lb}$$

$$n = \frac{P_u}{P} = \frac{629}{372.5} = 1.689$$

۱. ۵۸ یک سکو به جرم 40 kg به انتهای تیر چوبی AB به جرم 50 kg – که مطابق شکل توسط یک پین در A و میله باریک فولادی با بار نهایی 12 kN مهار شده است – وصل شده است. الف) با استفاده از طراحی بر مبنای ضریب مقاومت و بار، با ضریب مقاومت $\phi = 0.9$ و ضریب بار $\gamma_D = 1.25$ و $\gamma_L = 1.6$ ، حداکثر باری که با اطمینان می‌توان روی سکو قرار داد را بیابید. ب) ضریب اطمینان متناظر میله BC را حساب کنید.



(شکل ۱ – ۵۸)

☑ **حل:**

$$\theta = \tan^{-1}\frac{3}{4}$$

$$+\circlearrowleft \sum M_A = 0 \quad , \quad 2.4\times\frac{3}{5}P - 2.4w_1 - 1.2w_2 = 0$$

برای بارگذاری مرده :

$$P = \frac{5}{3}w_1 + \frac{5}{6}w_2 \qquad (\text{I})$$

$$w_1 = 40\times 9.81 = 392.4\,\text{N} \quad , \quad w_2 = 50\times 9.81 = 490.5\,\text{N}$$

$$P_D = \frac{5}{3}\times 392.4 + \frac{5}{6}\times 490.5 = 1062.8\,\text{N}$$

برای بارگذاری زنده:

$$w_1 = mg \quad , \quad w_2 = 0$$

رابطه (I) $\Rightarrow m = \dfrac{3P_L}{5g}$

$$\gamma_D P_D + \gamma_L P_L = \phi P_u \Rightarrow P_L = \frac{\phi P_u - \gamma_D P_D}{\gamma_L} \Rightarrow P_L = \frac{0.9\times 12\times 10^3 - 1.25\times 1062.8}{1.6} = 5920\,\text{N}$$

الف) بار مجاز:

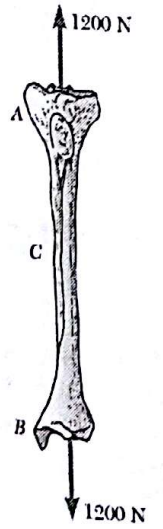
$$m = \frac{3}{5}\times\frac{5920}{9.81} = 362\,\text{kg}$$

ب) ضریب ایمنی قابل قبول:

$$P = P_D + P_L = 1062.8 + 5920 = 6983\,\text{N}$$

$$F.S. = \frac{P_u}{P} = \frac{12\times 10^3}{6983} = 1.718$$

۱. ۵۹ یک کرنش سنج که در نقطه C از استخوان AB ، قرار داده شده است، تنش عمودی متوسط در استخوان را، هنگامی که دو نیروی 1200 N مطابق شکل به آن اعمال می‌شود، 3.8 MPa نشان می‌دهد. اگر مقطع استخوان به صورت حلقه‌ای با قطر خارجی 25 mm باشد، قطر داخلی استخوان در مقطع C را بیابید.



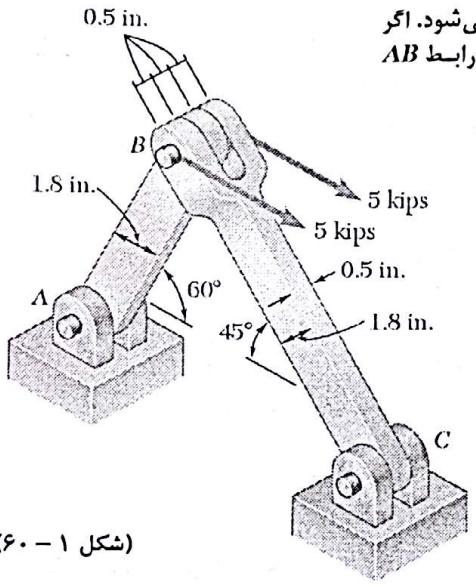
(شکل ۱ – ۵۹)

☑ **حل:**

$$\sigma_{ave} = \frac{P}{A} = \frac{1200}{\frac{\pi}{4}(25^2 - d_i^2)\times 10^{-6}} = 3.8\times 10^6\,\text{Pa} \Rightarrow d = 14.93\,\text{mm} = 15\,\text{mm}$$

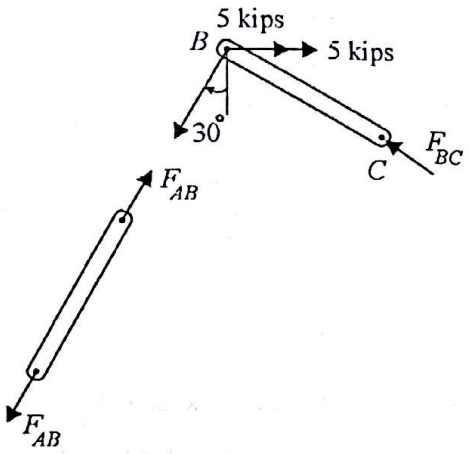
Scanned by CamScanner

۱. ۶۰ دو نیروی افقی 5kip مطابق شکل به پین B از مجموعه نشان داده شده اعمال می‌شود. اگر قطر پین در همه اتصالات 0.8in باشد، حداکثر مقدار تنش عمودی متوسط: الف) در رابط AB ب) در رابط BC را بیابید.



(شکل ۱ – ۶۰)

☑ حل:



$$\frac{L_{AB}}{\sin 45}=\frac{L_{BC}}{\sin 60} \Rightarrow L_{AB}=0.816\,L_{BC}$$

$$+\circlearrowleft \sum M_C=0 \Rightarrow F_{AB}\sin 30+L_{BC}\sin 45+F_{AB}\cos 30\times L_{BC}\cos 45=10\times L_{BC}\sin 45 \Rightarrow F_{AB}=7.32\,\text{kips}$$

$$\sum F_y=0 \Rightarrow F_{AB}\cos 30=F_{BC}\sin 45 \Rightarrow F_{BC}=8.96\,\text{kips}$$

در میله‌ی BC :

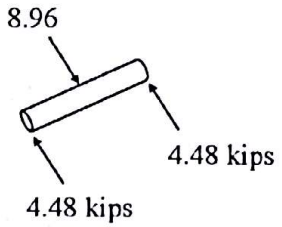
الف) تنش ماکزیمم در رابط AB :

$$\sigma=\frac{F_{AB}}{A_{\min}}=\frac{7.32}{0.5\times(1.8-0.8)}=14.64\,\text{ksi}$$

ب) تنش ماکزیمم در رابط BC :

$$\sigma=\frac{-F_{BC}}{A}=\frac{-8.96}{0.5\times 1.8}=-9.95\,\text{ksi}$$

۱. ۶۱ برای مجموعه و بارگذاری مسئله ۱. ۶۰ : الف) تنش برشی متوسط در پین C ، ب) تنش تکیه‌گاهی متوسط عضو BC در C ، ج) تنش تکیه‌گاهی متوسط عضو BC ، در B ، را محاسبه کنید.



☑ حل: الف) تنش برشی در پین C :

$$\tau=\frac{F}{A}=\frac{4.48}{\frac{\pi}{4}\times(0.8)^2}=8.91\,\text{ksi}$$

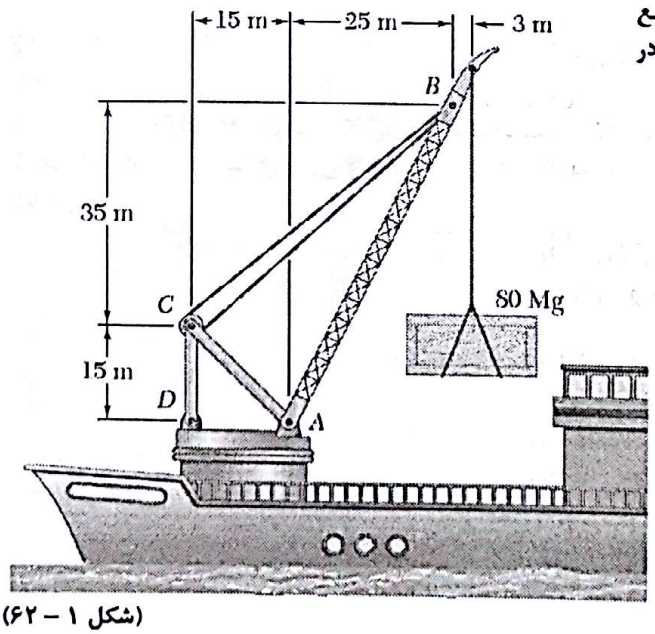
ب) تنش تکیه‌گاهی در C :

$$\sigma=\frac{F_{BC}}{td}=\frac{8.96}{0.5\times 0.8}=22.4\,\text{ksi}$$

ج) تنش تکیه‌گاهی در B :

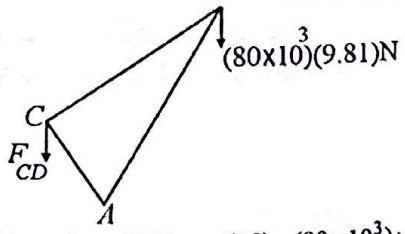
$$\sigma=\frac{F_{BC}}{2td}=\frac{8.96}{2\times 0.5\times 0.8}=11.2\,\text{ksi}$$

۱. ۶۲ در جرثقیل دریایی نشان داده شده، رابط CD دارای مقطع یکنواخت $50\times150\,\text{mm}$ است. برای بار نشان داده شده، تنش عمودی در قسمت میانی این رابط را بیابید.



(شکل ۱ – ۶۲)

☑ حل:



$$+\circlearrowleft \sum M_A=0 \Rightarrow 15\,F_{CD}-(28)\times(80\times10^3)\times(9.81)=0$$

$$\Rightarrow F_{CD}=1464.96\times10^3\,\text{N}$$

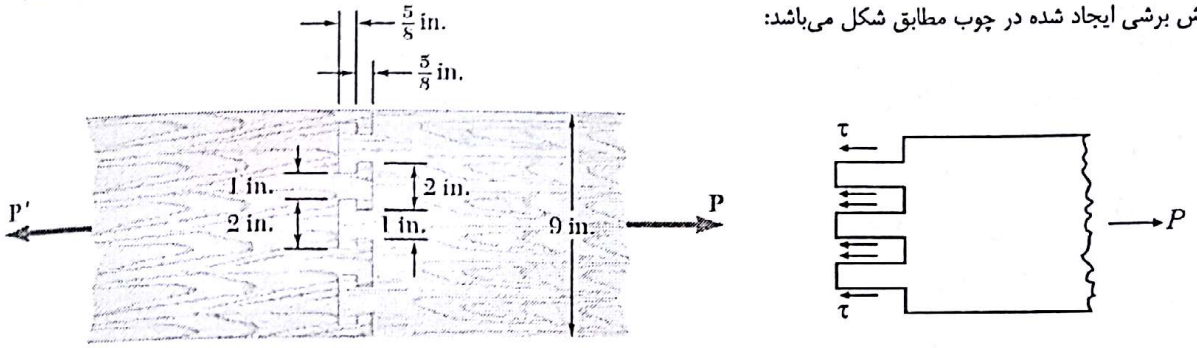
$$A=50\times150=7.5\times10^3\,\text{mm}^2=7.5\times10^{-3}\,\text{m}^2$$

$$\sigma=\frac{F_{CD}}{A}=\frac{1464.96\times10^3}{7.5\times10^{-3}}=195.33\times10^6\,\text{Pa}=195.33\,\text{MPa}$$

Scanned by CamScanner

۱. ۶۳ دو الوار چوبی، هر یک به ضخامت $\frac{1}{2}\text{in}$ و عرض 9in، توسط اتصال کام خشک به هم متصل شده‌اند، هنگامی که تنش برشی متوسط در چوب به 1.2ksi برسد، چوب در امتداد الیاف خودگسیخته می‌شود. نیروی محوری P که سبب گسیخته شدن اتصال می‌شود چه‌قدر است؟

☑ **حل:** تنش برشی ایجاد شده در چوب مطابق شکل می‌باشد:



(شکل ۱ – ۶۳)

$$\tau = 1.2\text{ksi} = 1200\text{psi} \quad , \quad P = 6\tau A = 6\times 1200\times(\frac{5}{8}\times\frac{1}{2}) = 2250\text{lb} \Rightarrow P = 2.25\text{kips}$$

۱. ۶۴ دو عضو چوبی با مساحت مقطع یکنواخت و به ابعاد $a = 100\text{mm}$ و $b = 60\text{mm}$، به وسیله چسب به هم متصل شده‌اند. اگر تنش نهایی برای اتصال چسبی در کشش $\sigma_u = 1.26\text{MPa}$ و در برش $\tau_u = 1.5\text{MPa}$ باشد. برای $P = 6\text{kN}$ مطلوب است تعیین ضریب اطمینان اتصال، هنگامی که: الف) $\alpha = 20°$، ب) $\alpha = 35°$، ج) $\alpha = 45°$. در هر یک از این زوایا، مشخص کنید که با افزایش مقدار P، تسلیم در کشش اتفاق می‌افتد یا در برش؟

☑ **حل:**

$$\sigma = \frac{P}{A_0}\sin^2\alpha \quad , \quad \tau = \frac{P}{A_0}\cos\alpha\sin\alpha$$

الف)

$$\sigma = \frac{6\times10^3}{0.1\times0.06}\sin^2 20° = 117\times10^3\,\text{Pa} = 0.117\,\text{MPa}$$

$$\Rightarrow n = \frac{1.26}{0.117} = 10.77$$

$$\tau = \frac{6\times10^3}{0.1\times0.06}\cos 20°\sin 20° = 321\times10^3\,\text{Pa} = 0.321\,\text{MPa} \Rightarrow n = \frac{1.5}{0.321} = 4.67$$

بنابراین $n = 4.67$ است و با افزایش مقدار P تسلیم در برش اتفاق می‌افتد.

(شکل ۱ – ۶۴)

ب)

$$\sigma = \frac{6\times10^3}{0.1\times0.06}\sin^2 35° = 0.329\,\text{MPa} \Rightarrow n = \frac{1.26}{0.329} = 3.83$$

$$\tau = \frac{6\times10^3}{0.1\times0.06}\cos 35°\sin 35° = 0.47\,\text{MPa} \Rightarrow n = \frac{1.5}{0.47} = 3.19$$

بنابراین $n = 3.19$ است و با افزایش مقدار P، تسلیم در برش اتفاق می‌افتد.

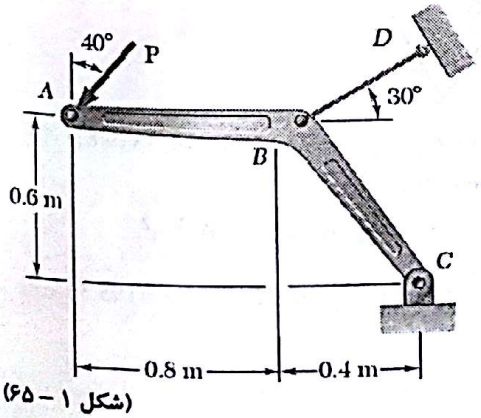
ج)

$$\sigma = \frac{6\times10^3}{0.1\times0.06}\cos 45°\sin 45° = 0.5\,\text{MPa} \Rightarrow n = \frac{1.26}{0.5} = 2.52 \;,\; \tau = \frac{6\times10^3}{0.1\times0.06}\cos 45°\sin 45° = 0.5\,\text{MPa} \Rightarrow v = \frac{1.5}{0.5} = 3$$

$n = 2.52$ است و با افزایش مقدار P، تسلیم در کشش اتفاق می‌افتد.

۱. ۶۵ عضو ABC، که به وسیله یک پین و یک سگدست در C و کابل BD مهار شده است، برای تحمل نیروی $P = 16\text{kN}$ مطابق شکل طراحی شده است، اگر نیروی نهایی کابل BD، 100kN باشد، ضریب اطمینان را با توجه به نیروی گسیختگی کابل بیابید.

☑ **حل:**



(شکل ۱ – ۶۵)

$$+\circlearrowleft \Sigma M_C = 0 \Rightarrow \overline{CA}\times\overline{P} + \overline{CB}\times\overline{F}_{BD} = 0$$

$$(-1.2i + 0.6j)\times(-10.3i - 12.26j) +$$

$$(-0.4i + 0.6j)\times(\frac{\sqrt{3}}{2}F_{BD}i + \frac{1}{2}F_{BD}j) = 0$$

$$1.2\times12.26 + 10.3\times0.6 + F_{BD}(-0.2 - 0.3\sqrt{3}) = 0$$

$$\Rightarrow F_{BD} = 29\,\text{kN}$$

$$n = \frac{P_u}{P} = \frac{100}{29} = 3.45$$

Scanned by CamScanner