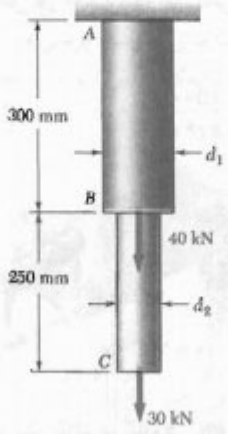
مسائل

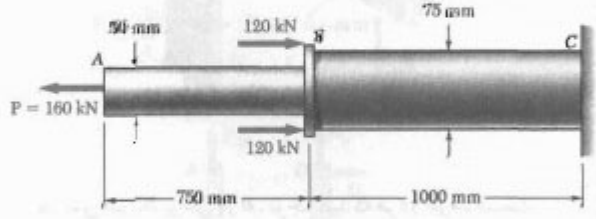
۱-۱ دو میله توپر استوانه‌ای AB و BC در B به‌هم جوش شده‌اند. $d_1 = ۵۰$ mm و $d_2 = ۳۰$ mm. تنش قائم متوسط در وسط میله‌های AB و BC را بیابید.



شکل م۱-۱ و م۱-۲

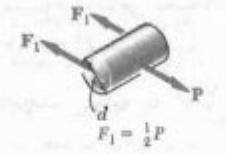
۱-۲ دو میله توپر استوانه‌ای AB و BC در B به‌هم جوش شده‌اند. تنش قائم متوسط در هر یک از دو میله نباید از ۱۴۰ MPa بیشتر شود. کمترین مقدار مجاز قطرهای d_1 و d_2 را بیابید.

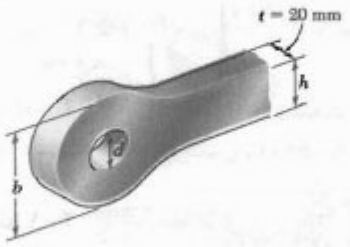
۱-۳ دو میله توپر استوانه‌ای AB و BC در B به‌هم جوش شده‌اند. برای بارگذاری نشان داده شده، تنش قائم را در وسط میله‌های AB و BC بیابید.



شکل م۱-۳

۱-۴ در مسئله ۱-۳، مطلوبست مقدار P به‌طوری که مقدار تنش کششی در میله AB با مقدار تنش فشاری در میله BC برابر باشد.

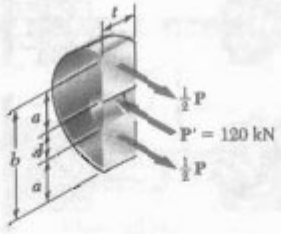




ب. اندازه b. یکی از قسمت‌های انتهایی میله را در نظر می‌گیریم. با توجه به اینکه ضخامت ورق ۲۰ mm است و تنش متوسط کششی نباید از ۱۷۵ MPa بیشتر شود، می‌نویسیم

$$\sigma = \frac{\frac{1}{2}P}{ta} \Longrightarrow ۱۷۵\text{ MPa} = \frac{۶۰\text{ kN}}{(۰/۰۲\text{ m})a} \Longrightarrow a = ۱۷/۱۴\text{ mm}$$

$$b = d + ۲a = ۲۸\text{ mm} + ۲(۱۷/۱۴\text{ mm}) \Longrightarrow b = ۶۲/۳\text{ mm}$$

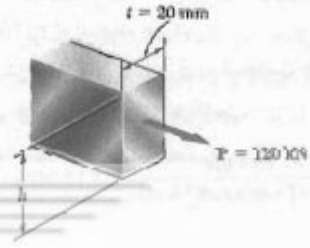


ج. اندازه h. با توجه به اینکه ضخامت ورق ۲۰ mm است،

$$\sigma = \frac{P}{th} \Longrightarrow ۱۷۵\text{ MPa} = \frac{۱۲۰\text{ kN}}{(۰/۰۲۰\text{ m})h}$$

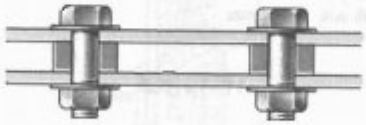
$$\Longrightarrow h = ۳۴/۳\text{ mm}$$

◀ از $h = ۳۵$ mm استفاده می‌کنیم.



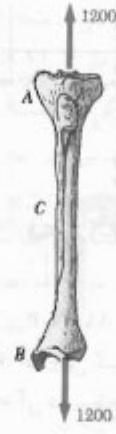
RuEB

۱-۵ دو ورق فولادی توسط پیچ و مهره‌های فولادی پراستحکام به قطر ۱۶ mm به هم متصل شده‌اند. این پیچ و مهره‌ها در داخل فاصله‌اندازهای برنجی استوانه‌ای به طور محکم جازده شده‌اند. با توجه به اینکه تنش قائم متوسط در پیچ و مهره‌ها نباید از ۲۰۰ MPa و در فاصله‌اندازها نباید از ۱۳۰ MPa بیشتر شود، قطر خارجی فاصله‌اندازها را برای اقتصادی‌ترین و مطمئن‌ترین طرح بیابید.



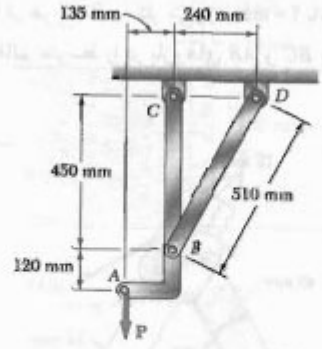
شکل م ۱-۵

۱-۶ کرنش‌سنجی که در نقطه C روی سطح استخوان AB قرار دارد نشان می‌دهد که وقتی استخوان تحت تأثیر دو نیروی ۱۲۰۰ N قرار می‌گیرد، تنش قائم متوسط در آن ۳٫۸۰ MPa است. با فرض اینکه مقطع عرضی استخوان در C به‌صورت حلقه‌ای است و قطر خارجی آن ۲۵ mm است، قطر داخلی مقطع عرضی استخوان را در C بیابید.



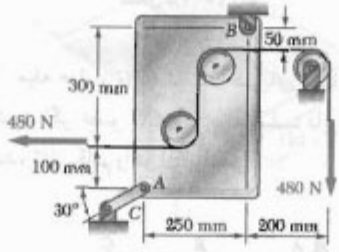
شکل م ۱-۶

۱-۷ اگر قسمت مرکزی میله BD دارای مقطع عرضی یکنواخت ۸۰۰ mm^2 باشد، مطلوبست مقدار P به‌طوری که تنش قائم در قسمت BD برابر با ۵۰ MPa باشد.



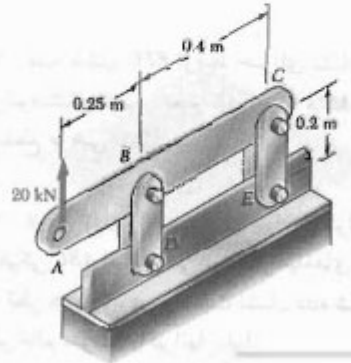
شکل م ۱-۷

۱-۸ رابط AC داری مقطع عرضی یکنواخت مستطیلی به ضخامت ۳ mm و به‌عرض ۲۵ mm است. تنش قائم را در قسمت مرکزی این رابط بیابید.



شکل م ۱-۸

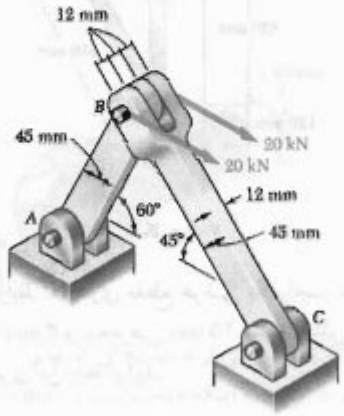
۱-۹ هر یک از چهار میله عمودی دارای مقطع عرضی یکنواخت مستطیلی ۳۶ mm × ۸ mm است و قطر هر یک از مفصل‌ها ۱۶ mm است. مطلوبست ماکزیمم مقدار تنش قائم متوسط: (الف) در رابط BD، (ب) در رابط CE.



شکل م ۱-۹

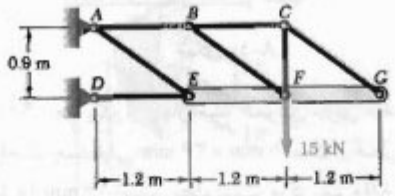
RuEB

۱-۱۰ دو نیروی افقی ۲۰ kN بر مفصل B اثر می‌کنند. اگر قطر پینی که در هر اتصال به کار می‌رود ۲۰ mm باشد، ماکزیمم مقدار تنش قائم متوسط را در بازوهای AB و BC بیابید.



شکل م۱-۱۰

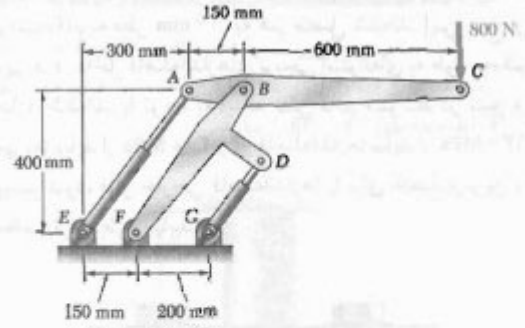
۱-۱۱ میله صلب EFG توسط خرپای نشان داده شده تحمل می‌شود. اگر عضو CG یک میله صلب دایره‌ای به قطر ۱۸ mm باشد، تنش قائم را در آن بیابید.



شکل م۱-۱۱ و م۱-۱۲

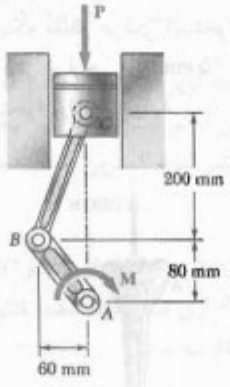
۱-۱۲ میله صلب EFG توسط خرپای نشان داده شده تحمل می‌شود. تنش قائم در عضو AE برابر با ۱۰۵ MPa است. مساحت مقطع عرضی آن را بیابید.

۱-۱۳ از دو سیلندر هیدرولیکی برای کنترل وضعیت بازوی مکانیکی ABC استفاده می‌شود. اگر میله‌های AE و DG، هر یک به قطر ۲۰ mm، در وضعیت نشان داده شده موازی باشند، تنش قائم متوسط را در آنها بیابید.



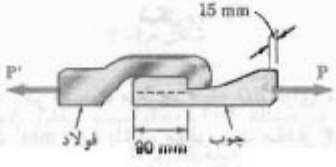
شکل م۱-۱۳

۱-۱۴ کوپل M با مقدار ۱۵۰۰ N.m بر یک لنگ وارد شده است. برای وضعیت نشان داده شده، مطلوبست: (الف) نیروی P مورد نیاز برای اینکه مجموعه در تعادل باشد، (ب) تنش قائم متوسط در شاتون BC، با مساحت مقطع عرضی یکنواخت ۴۵۰ mm^2.



شکل م۱-۱۴

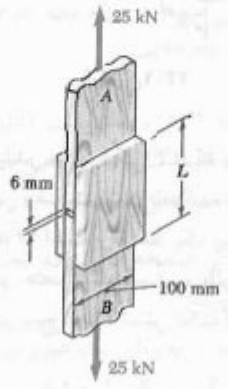
۱-۱۵ وقتی نیروی P به ۸ kN می‌رسد، نمونه چوبی بر اثر نیروی برشی در امتداد خط‌چین گسیخته می‌شود. تنش برشی متوسط را هنگام گسیختگی در سطح برش بیابید.



شکل م۱-۱۵

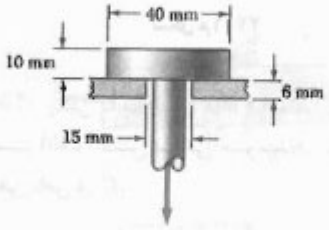
RuEB

۱-۱۶ عضوهای چوبی A و B، که توسط تخته‌های چند لایه به هم متصل شده‌اند، در تمام سطوح تماس چسب خورده‌اند. فاصله آزاد دو انتهای عضوها ۸ mm است. کمترین طول مجاز L را بیابید در صورتیکه بدانیم تنش متوسط برشی نباید از ۸۴۰ kPa بیشتر شود.



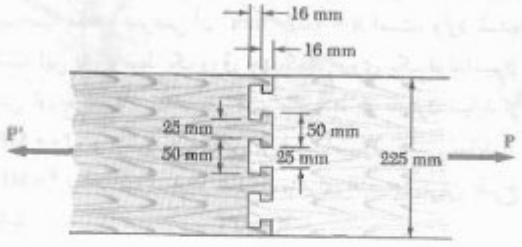
شکل م۱-۱۶

۱-۱۷ بار P بر میله فولادی نشان داده شده وارد می‌شود. این میله در داخل سوراخی به قطر ۱۵ mm، که در یک ورق آلومینیمی تعبیه شده است، قرار دارد. تنش برشی در میله فولادی نباید از ۱۲۶ MPa و در صفحه آلومینیمی نباید از ۷۰ MPa بیشتر شود. بیشترین بار P را که می‌توان بر میله وارد کرد بیابید.



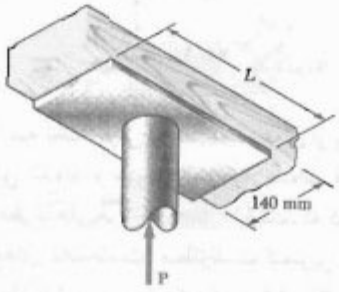
شکل م۱-۱۷

۱-۱۸ دو تخته چوبی، هر یک به ضخامت ۱۲ mm و به عرض ۲۲۵ mm، با چسب به هم متصل شده‌اند. اگر تنش متوسط برشی برای خراب کردن چسب ۸ MPa باشد، مقدار بار محوری P را که باعث خرابی چسب می‌شود بیابید.



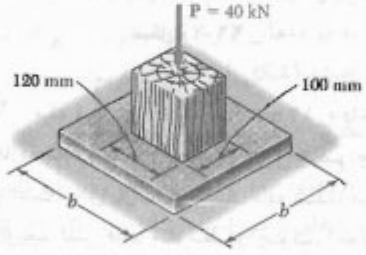
شکل م۱-۱۸

۱-۱۹ نیروی محوری P وارد بر ستون ۱۷۵ kN است. تنش تکیه‌گاهی در پایه چوبی نگهدار ستون نباید از ۳٫۰ MPa بیشتر شود. کمترین طول مجاز L پایه چوبی را بیابید.



شکل م۱-۱۹

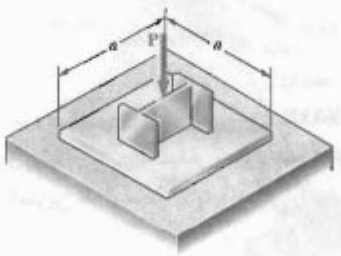
۱-۲۰ بار محوری ۴۰ kN بر یک تیر چوبی کوتاه وارد شده است. این تیر روی پایه بتنی قرار دارد، مطلوبست: (الف) ماکزیمم تنش تکیه‌گاهی وارد بر پایه بتنی، (ب) اندازه پایه، به‌طوری که تنش متوسط تکیه‌گاهی در خاک ۱۴۵ kPa شود.



شکل م۱-۲۰

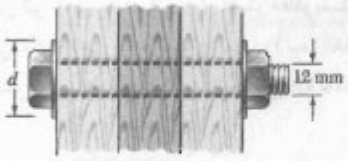
FREE

۱-۲۱ بار محوری P بر ستون کوتاه W ۲۰۰ × ۵۹، که مساحت مقطع عرضی آن $A = ۷۵۶۰ \text{ mm}^2$ است، وارد شده است. این بار توسط یک ورق چهارگوش روی یک فونداسیون بتنی توزیع شده است. تنش قائم متوسط در ستون نباید از ۲۰۰ MPa، و تنش تکیه‌گاهی بر فونداسیون بتنی نباید از ۲۰ MPa بیشتر شود. ضلع a ورق را برای اقتصادی‌ترین طرح بیابید.



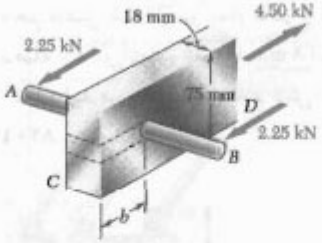
شکل م۱-۲۱

۱-۲۲ سه تخته چوبی توسط مجموعه‌ای از پیچ و مهره‌ها به هم متصل شده‌اند و ستونی را تشکیل داده‌اند. قطر هر پیچ ۱۲ mm و قطر داخلی هر واشر ۱۶ mm است، که کمی بزرگتر از قطر سوراخ‌های تخته‌هاست. مطلوبست کمترین قطر مجاز خارجی d واشرها، در صورتی که بدانیم تنش قائم متوسط در پیچ و مهره‌ها ۳۵ MPa است و تنش تکیه‌گاهی بین واشرها و تخته‌ها نباید از ۸ MPa بیشتر شود.



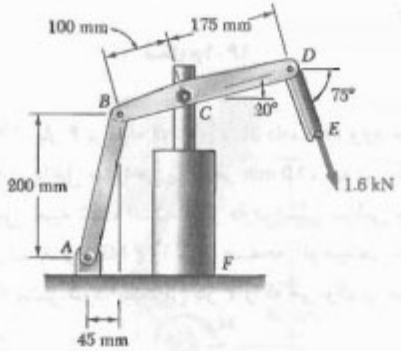
شکل م ۱-۲۲

۱-۲۳ میله فولادی AB به قطر ۱۲٫۰ mm داخل سوراخ دایره‌ای جازده شده است. این سوراخ داخل عضو چوبی CD تعبیه شده است. برای بارگذاری نشان داده شده، مطلوبست: (الف) ماکزیمم تنش قائم متوسط در چوب، (ب) فاصله b به‌طوری که تنش برشی متوسط در سطح خط‌چین ۶۲۰ kPa باشد، (ج) تنش تکیه‌گاهی متوسط در چوب.



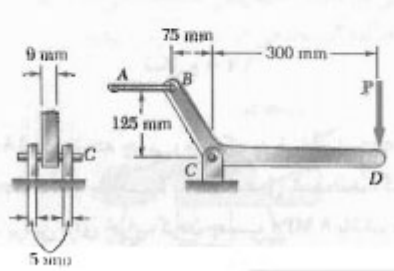
شکل م۱-۲۳

۱-۲۴ سیلندر هیدرولیکی CF، که وضعیت میله DE را کنترل می‌کند، در وضعیت نشان داده شده قفل است. عضو BD به ضخامت ۱۶ mm است و توسط یک پیچ به قطر ۱۰ mm به یک میله عمودی متصل شده است. مطلوبست: (الف) تنش برشی متوسط در پیچ، (ب) تنش تکیه‌گاهی در نقطه C از عضو BD.



شکل م۱-۲۴

۱-۲۵ پین C به قطر ۶ mm است. اگر $P = ۵۰۰$ N، مطلوبست: (الف) تنش برشی متوسط در پین، (ب) تنش تکیه‌گاهی تامی در C.



شکل م ۱ ۲۵ و م ۱ ۲۶

RuEB

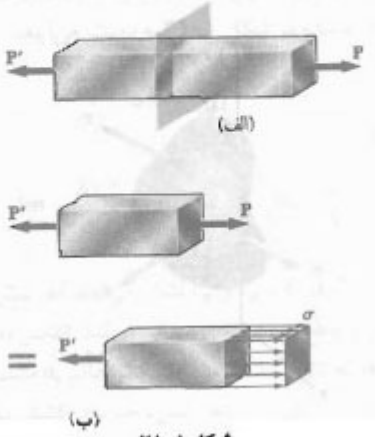
۱-۲۶ اگر $P = 750\ \text{N}$، مطلوبست: (الف) قطر پین C به‌طوری که تنش برشی متوسط در آن $40\ \text{MPa}$ باشد، (ب) تنش تکیه‌گاهی متناظر در C.

۱-۲۷ در مسئله ۱-۹، مطلوبست: (الف) تنش برشی متوسط در مفصل B، (ب) تنش تکیه‌گاهی متوسط در B از بازوی BD، (ج) تنش تکیه‌گاهی متوسط در B از عضو ABC، در صورتی که بدانیم این عضو دارای مقطع عرضی مستطیلی یکنواخت $10\ \text{mm} \times 50\ \text{mm}$ است.

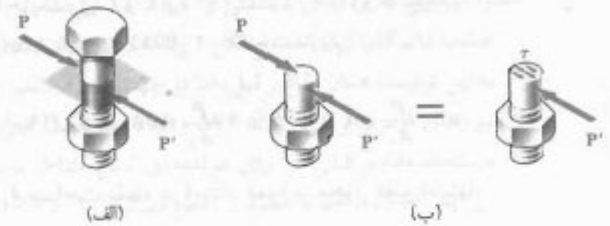
۱-۲۸ در مسئله ۱-۱۰، مطلوبست: (الف) تنش برشی متوسط در مفصل C، (ب) تنش تکیه‌گاهی متوسط در C از عضو BC، (ج) تنش تکیه‌گاهی متوسط در B از عضو BC.

۱-۱۱ تنش وارد بر صفحه مایلی که تحت بارگذاری محوری است

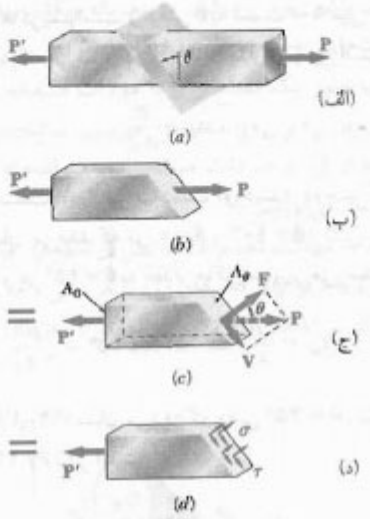
در قسمت‌های قبل دیدیم که وقتی یک عضو دو نیرویی تحت نیروی محوری قرار می‌گیرد (شکل ۱-۲۸الف)، فقط تنش قائم در آن به‌وجود می‌آید (شکل ۱-۲۸ب). همچنین، دیدیم که نیروهای عرضی وارد بر پیچ و مهره‌ها و مفصل‌ها (شکل ۱-۲۹الف) فقط تنش برشی در آن اتصالات ایجاد می‌کنند (شکل ۱-۲۹ب). در این فصل خواهید دید که نیروهای محوری در صفحاتی که بر محور عضو عمود نباشند تنش‌های قائم و برشی را با هم به‌وجود می‌آورند. به‌طور مشابه، نیروهای عرضی وارد بر یک پیچ و مهره نیز در صفحاتی که بر محور پیچ و مهره عمود نباشند تنش‌های قائم و برشی را با هم ایجاد می‌کنند.



شکل ۱-۲۸



شکل ۱-۲۹



شکل ۱-۳۰

عضو دونیرویی شکل ۱-۲۸ را که تحت تأثیر نیروهای محوری **P** و **P'** قرار دارد در نظر بگیرید. اگر این عضو را تحت زاویه θ با عمود مقطع بزنیم (شکل ۱-۳۰الف) و نمودار آزاد قسمتی از عضو را که در سمت چپ آن مقطع است رسم کنیم (شکل ۱-۳۰ب)، از شرایط تعادل جسم آزاد دیده می‌شود که نیروهای توزیعی وارد بر آن مقطع با نیروی **P** معادل‌اند.

با تجزیه **P** به مولفه‌های **F** و **V** که، به‌ترتیب، بر آن مقطع عمود و مماس هستند (شکل ۱-۳۰ج)، داریم:

$$F = P\cos\theta \qquad V = P\sin\theta \qquad (۱-۱۲)$$

نیروی **F** برایند نیروهای عمودی توزیع شده روی آن مقطع، و نیروی **V** برایند نیروهای برشی است (شکل ۱-۳۰د). از تقسیم F و V بر مساحت A_θ آن مقطع، به ترتیب، مقدار متوسط تنش قائم و تنش برشی به‌دست می‌آید:

$$\sigma = \frac{F}{A_\theta} \qquad \tau = \frac{V}{A_\theta} \qquad (۱-۱۳)$$

RuEB