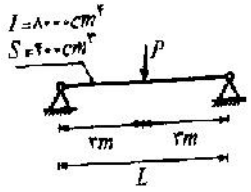
۱. اگر تغییرشکل مجاز تیر تحت بار متمرکز P در وسط دهانه برابر $\frac{L}{۳۰۰}$ و تنش خمشی مجاز تیر ۱۴۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع باشد، کدام‌یک از گزاره‌های زیر صحیح است. [تذکر: تغییرشکل تیرها تحت بار متمرکز در وسط دهانه برابر است با: $\Delta = \frac{PL^۳}{۴۸EI}$] (سراسری ۸۷)



۱) حداکثر بار مجاز P برابر ۳/۷۳ تن می‌باشد و حداقل ارتفاع لازم مقطع $\frac{۱}{۳۰}$ دهانه است.

۲) حداکثر بار مجاز P برابر ۵/۲۰ تن می‌باشد و حداقل ارتفاع لازم مقطع $\frac{۱}{۲۰}$ دهانه است.

۳) حداکثر بار مجاز P برابر ۴/۱۰ تن می‌باشد و حداقل ارتفاع لازم مقطع $\frac{۱}{۳۰}$ دهانه است.

۴) حداکثر بار مجاز P برابر ۷/۴۶ تن می‌باشد و حداقل ارتفاع لازم مقطع $\frac{۱}{۲۰}$ دهانه است.

رابطه مقاومت:
$$\frac{M(d_{\frac{h}{2}})}{I} = F_b \Rightarrow \frac{\left[\frac{P \times L}{4}\right] \times \frac{d}{2}}{I} = 1400$$
← از این رابطه حداکثر P بدست می‌آید

رابطه تغییر:
$$\frac{PL^3}{48EI} = \frac{L}{300}$$

دو رابطه فوق را بر هم تقسیم می‌کنیم:
$$\frac{d \times 48E}{4 \times 2 \times L^2} = \frac{1400 \times 300}{L} \rightarrow d = \frac{L}{30}$$

محدود ساختن نسبت طول دهانه (L) به ارتفاع مقطع (d) در یک تیر ساده فولادی با مقطعی به شکل I به $\frac{L}{d} \le ۳۰$، معادل با محدود ساختن تغییرمکان مجاز تیر تحت بار گستردهٔ یکنواخت چه کسری از دهانه است؟ (سراسری ۸۰)

$$\Delta = \frac{5wL^۴}{۳۸۴EI} \quad , \quad F_b = ۰/۶F_y \quad , \quad F_y = ۲۴۰۰\ kg/cm^۲ \quad , \quad E = ۲۱۰۰۰۰۰\ kg/cm^۲$$

(تغییرمکان حداکثر تیر ساده) (تنش مجاز) (تنش جاری‌شدن) (ضریب الاستیسیتهٔ فولاد)

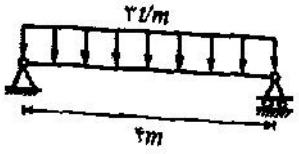
۱) $\frac{۱}{۱۸۰}$ ۲) $\frac{۱}{۲۳۳}$ ۳) $\frac{۱}{۳۰۰}$ ۴) $\frac{۱}{۳۶۰}$

رابطه مقاومت:
$$\frac{\left[\frac{9L^2}{8}\right]\frac{d}{2}}{I} = 0.6 \times 2400$$

رابطه تغییر شکل:
$$\frac{5qL^4}{384EI} = \frac{L}{n}$$
← n را از کجا آورده‌ایم؟ از اول گفته است $\frac{1}{d} < \frac{1}{30}$

دو رابطه را بر هم تقسیم می‌کنیم:
$$\frac{\frac{qL^2 d}{16}}{\frac{5qL^4}{384EI}} = \frac{0.6 \times 2400}{L/n} \Rightarrow \frac{d \times 384E}{16 \times 5L^2} = \frac{1440 \times n}{L} \Rightarrow \boxed{n = 700\frac{d}{L} = 23.3} \Rightarrow \frac{1}{n} > \frac{1}{233}$$

در تیر سادهٔ مقابل حداکثر تغییرمکان وسط دهانه با فرض $E = 2/1\times10^6\ kg/cm^2$ و $I = 3000\ cm^4$ چقدر است؟ (آزاد ۷۷)

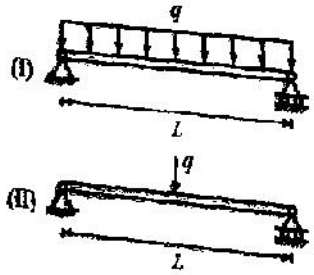


۱) $1/69\ cm$
۲) $2/2\ cm$
۳) $1/59\ cm$
۴) $2/25\ cm$

$$\Delta = \frac{5qL^4}{384EI} = \frac{5\times30\times400^4}{384\times2.1\times10^6\times3000} = 1.59\ cm$$

در تیرهای فولادی شکل زیر چنانچه تنش خمشی مجاز برای هر دو تیر یکسان و برابر $1400\ kg/cm^2$ و همچنین حداکثر تغییرمکان در تیرها محدود به $\frac{L}{240}$ باشد، کدامیک از روابط زیر درست می‌باشند؟ (آزاد ۷۰ سراسری)

عمق (ارتفاع) تیر II $= d_2$، عمق (ارتفاع) تیر I $= d_1$، $E = 2/1\times10^6\ kg/cm^2$



۱) $d_1 > \frac{L}{30}$ ، $d_2 > \frac{L}{37/5}$
۲) $d_1 > \frac{L}{30}$ ، $d_2 > \frac{L}{120}$
۳) $d_1 > \frac{L}{25}$ ، $d_2 > \frac{L}{120}$
۴) هیچکدام

(I) $\rightarrow \boxed{\frac{\left(\frac{qL^2}{8}\right)\frac{d_1}{2}}{I} = 1400}$: رابطه مقاومت ؛ $\boxed{\frac{5qL^4}{384EI} = \frac{L}{240}}$: رابطه خیز ؛

$$\frac{d_1 384E}{8\times2\times5L^2} = \frac{1400\times240}{L} \Rightarrow d_1 = \frac{L}{30}$$ اگر دو رابطه فوق را بر هم تقسیم کنیم ؛

(II) $\rightarrow$ $\begin{cases} \frac{\left(\frac{qL}{4}\right)\left(\frac{d_2}{2}\right)}{I} = 1400 \\ \frac{qL^3}{48EI} = \frac{L}{240} \end{cases}$ $\xrightarrow{\text{تقسیم بر هم}}$ $\frac{d_2\times48E}{4\times2L^2} = \frac{1400\times240}{L} \longrightarrow d_2 = \frac{L}{37.5}$

بر طبق آیین‌نامه *AISC* حداکثر تغییرشکل مربوط به بار زنده برای تیرهایی که سقف اندودشده‌ای را تحمل می‌کنند و دارای شرایط تکیه‌گاهی ساده می‌باشند برابر است با: (آزاد ۸۰)

۱) $\frac{1}{360}$ دهانه
۲) $\frac{1}{200}$ دهانه
۳) $\frac{1}{240}$ دهانه
۴) $\frac{1}{400}$ دهانه

۵۱- کدامیک از روش‌های زیر در کاهش خیز تیرها مؤثرتر می‌باشد؟ (آزاد ۷۹)

۱) اضافه نمودن سخت کننده‌ها
۲) تقویت جان تیرها
۳) تقویت بال‌های تیر
۴) اضافه نمودن مهارهای جانبی و پلیت

۹۷- میزان پیش‌خیز چیست و برای چه نوع مقاطع فولادی بایستی قید شود؟ (نظام مهندسی)

۱) میزان خیز از روبه‌رو را گویند و برای مقاطع پیچشی لازم است.

۲) میزان خیز منفی قبل از ساخت را گویند و برای تیرها و خرپاها لازم می‌شود.

۳) میزان تغییرشکل‌یافتگی اولیه عضو را گویند که برای فولادهای مستعمل لازم است.

۴) اصطلاح فوق برای مقاطع فولادی متداول نیست و معمولاً برای بتن پیش‌تنیده بکار می‌رود.

---

۹۷ تیرهای دهانه‌های با طول زیاد، پس از نصب و اعمال بار مرده، تحت اثر وزن خود دچار تغییرشکل می‌شوند. هرچه طول تیر بیشتر ← تغییرشکل آن بیشتر است برای اینکه تیرها دهانه‌های بلند افق باقی بماند، بتوان پیش خیز می‌دهند

تا بعد از وارد شدن بار مرده تیرها افق شوند.

گزینه ۲ صحیح است

۸-۴- تیر نعل درگاهی

یک تیر نعل‌درگاهی با طول مؤثر L برای طرح روی یک درب در نظر گرفته شده است. با توجه به ضخامت ثابت دیوار و مصالح آجری چه سطحی از دیوار در طراحی تیر باید بکار رود؟ (مبحث ۷)

۱) مستطیلی به طول L و ارتفاع $\frac{L}{2}$

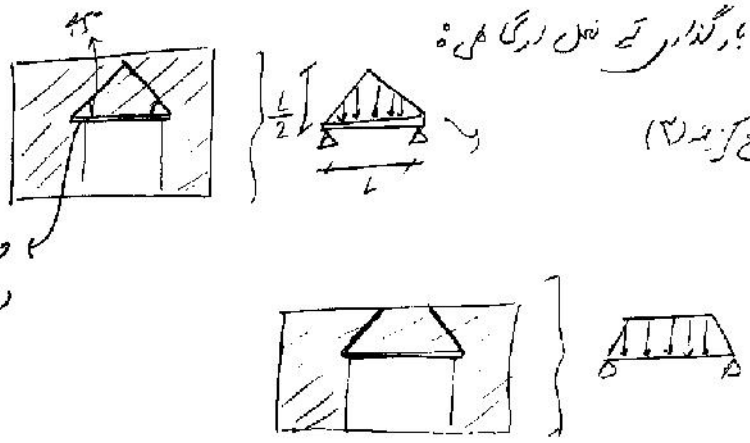
۲) دایره‌ای به قطر L

۳) مثلثی به قاعدهٔ L و ارتفاع $\frac{L}{2}$

۴) هیچکدام

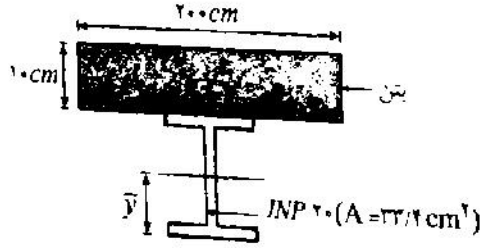
۸۵ نحوه بارگذاری تیر نعل درگاهی؟

پاسخ گزینه (۳)

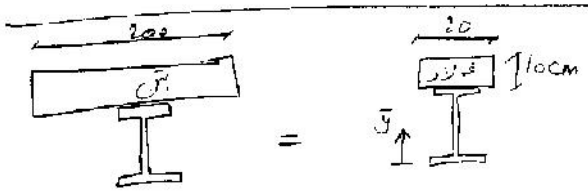


٤-٩- تیر مرکب

- در تیر مرکب چنانچه $\frac{E_{\text{فولاد}}}{E_{\text{بتن}}} = ۱۰$ باشد، فاصلهٔ تار خنثی در مقطع مرکب تا بال زیرین تیرآهن برابر است با: (آزاد ۸۰)



۱) ۴۲/۸۵ سانتی‌متر
۲) ۱۷/۸۵ سانتی‌متر
۳) ۲۲/۸۵ سانتی‌متر
۴) ۱۷/۱۵ سانتی متر



$$\bar{y} = \frac{(20\times10\times25 + 33.4\times10)}{20\times10 + 33.4} = 22.85$$

با وجود اینکه از بتن کشش صرف نظر شود

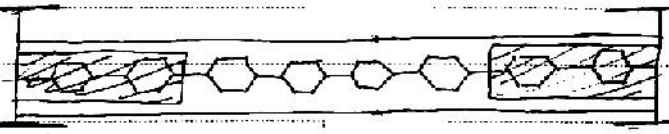
۸۴- مزایای تیرهای مرکب کدام است؟ (آزاد ۷۸)

۱) کاهش مصرف فولاد
۲) افزایش ارتفاع نیمرخ فولاد
۳) کاهش مصرف فولاد و کاهش در ارتفاع نیمرخ فولادی
۴) افزایش ارتفاع نیمرخ و کاهش مصرف خاموت‌ها

٤-۱۰- تیر لانه زنبوری

تیر لانه زنبوری:

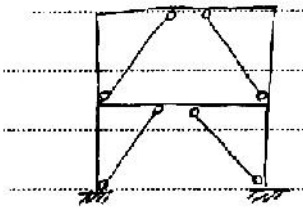
- افزایش ظرفیت خمشی : M_x 1.5, I_x 2, S_x 1.5
- کاهش ظرفیت برشی: V_x 0.7, A_{wx} 0.7
- امکان عبور تاسیسات از سوراخ‌ها
- در محل بارهای متمرکز و اتصالات باید جان آن پر شود
- استفاده از آن تنها در قابهای با شکل‌پذیری کم مجاز است.



* از تیرهای لانه زنبوری در جاهایی که قاب اصلی هستند (مثل قاب خمشی) نمی‌توان استفاده کرد فقط بعنوان تیر چه می‌توان از آنها استفاده کرد.

* هرچقدر نسبت طول تیر به ارتفاع آن کاهش یابد (تیر کوتاه‌تر شود) برش نسبت به خمش بیشتر می‌شود پس استفاده از تیرهای لانه زنبوری در تیرهای کوتاه مناسب نیست.

استفاده از تیر لانه زنبوری در جایی که بارها بصورت متمرکز می‌باشد، کاربرد دارد.



۸۶- در یک تیر I شکل، ماکزیمم تنش خمشی σ، ماکزیمم تنش برشی τ و خیز ماکزیمم δ می‌باشد. در اثر لانه‌زنبوری کردن تیر مقادیر فوق به‌ترتیب به σ_c و τ_c و δ_c تبدیل می‌شوند. کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟ (هراسری ۷۴)

۱) $\delta_c = ۰/۷\delta \ , \ \sigma_c = ۱/۴\sigma \ , \ \tau_c = ۱/۴\tau$

۲) $\delta_c = ۰/۴\delta \ , \ \sigma_c = ۰/۷\sigma \ , \ \tau_c = ۱/۴\tau$

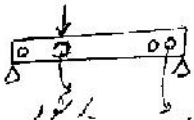
۳) $\delta_c = ۱/۴\delta \ , \ \sigma_c = ۰/۷\sigma \ , \ \tau_c = ۰/۷\tau$

۴) $\delta_c = ۰/۴\delta \ , \ \sigma_c = ۱/۴\sigma \ , \ \tau_c = ۰/۷\tau$

۸۶ تیر کا لانه زنبوری ۵

گزینه (4)

- افزایش مقاومت خمشی ← $M \times 1.5$, I_{x2} , $S \times 1.5$
- کاهش ظرفیت برشی ← $V \times 0.7$
- در محل بار متمرکز باید ضوابط را برآورده
- ریگیدی فقط ضوابط انتهایی برآورده ← برخورد
- در اتصال گیردار (قاب خمشی) استفاده نشود



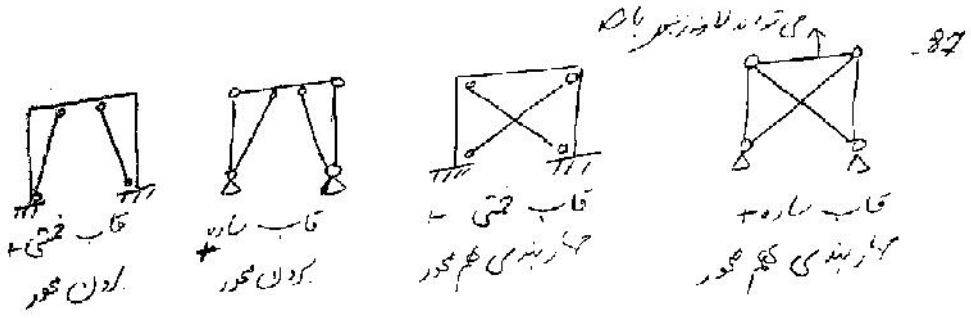
۸۷- استفاده از تیرهای لانه‌زنبوری برای تمامی تیرها در کدام‌یک از سیستم‌های سازه‌ای زیر می‌تواند کمترین اشکال را داشته باشد؟ (آزاد ۸۲)

۱) سیستم قاب ساختمانی ساده + مهاربندی هم‌محور

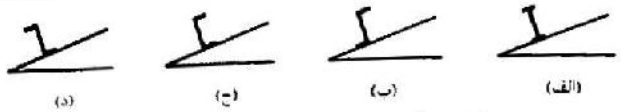
۲) سیستم ترکیبی قاب خمشی فولادی معمولی + مهاربندی هم‌محور

۳) سیستم قاب ساختمانی ساده + مهاربندی برون‌محور

۴) سیستم ترکیبی قاب خمشی فولادی معمولی + مهاربندی برون‌محور

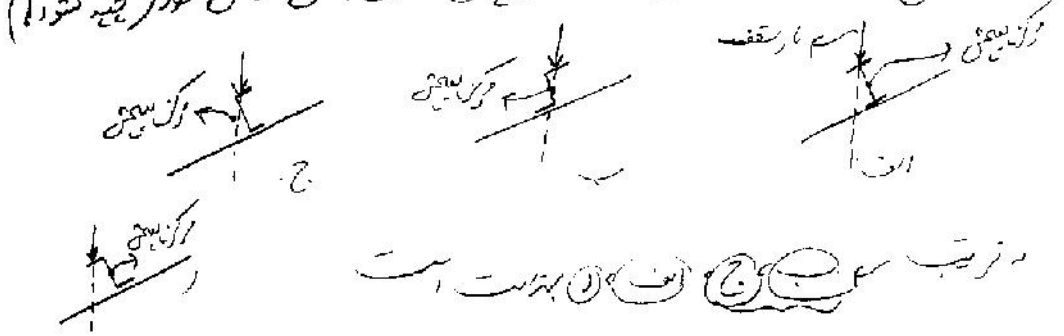


۹- کدام‌یک از گزینه‌های زیر برای بکارگیری به‌عنوان تیرچه (پرلین) برای حمل بارهای ثقلی بر روی سقف شیبداری با شیب تقریبی ۱۵° مناسب‌تر هستند؟ (سراسری ۸۴ و ۷۷ و آزاد ۸۳)



۱) الف و د ۲) ج و الف ۳) ب و ج ۴) د و ج

۱۰- مقطع مناسب، مقطعی است که بیشترین کمترین به آن اعمال شود (چیده نشود)



به ترتیب ب، ج، الف، د بهترند

٤-١١- برش در تیر

۱۸- برای فولاد نرمهٔ ساختمانی بین حد ارتجاعی برشی F_{ys} و حد ارتجاعی کششی F_y رابطهٔ زیر برقرار است: (سراسری ۷۴ و نظام مهندسی)

۱) $F_{ys} = F_y$

۲) $F_{ys} = \frac{1}{\sqrt{3}} F_y$

۳) $F_{ys} = \frac{\sqrt{3}}{2} F_y$

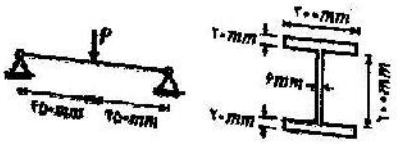
۴) F_{ys} ربطی به F_y ندارد.

تنش مجاز برشی:

$$\frac{h}{t_w} < \left(\frac{3185}{\sqrt{F_y}} = 65\right) \rightarrow \begin{cases} F_V = 0.4F_y \\ f_V = \frac{V}{dt_w} \end{cases}$$

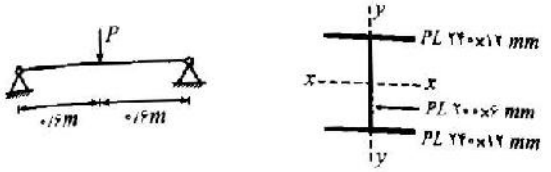
$$\frac{h}{t_w} > \left(\frac{3185}{\sqrt{F_y}} = 65\right) \begin{cases} F_V = \frac{55\times10^5}{\left(\frac{h}{t_w}\right)^2} \le 0.4F_y \\ f_V = \frac{V}{ht_w} \end{cases}$$

۴۴- حداکثر بار مجاز P در تیر ساده با مقطع نوردشده مطابق شکل با تنش جاری شدن $F_y = 2400\ kg/cm^2$ چقدر است؟ از کمانش جانبی جلوگیری شده است. (آزاد ۸۹)



۱) ۲۳/۰ تن
۲) ۳۰/۴ تن
۳) ۲۷/۶ تن
۴) ۲۷/۶ تن

۴۵- با فرض $F_b = 1600\ kg/cm^2$ (تنش مجاز در خمش) و $F_v = 960\ kg/cm^2$ (تنش مجاز در برش)، مقدار مجاز P بر روی تیر چند تن است؟ مقطع فشرده فرض می‌شود. (آزاد ۸۱)



۱) ۲۵/۸
۲) ۲۷/۶
۳) ۲۳/۰
۴) ۱۱/۵

۶۱- تنش برشی مجاز در آیین‌نامه‌های فولاد $0/4F_y$ در نظر گرفته شده است. ضریب اطمینان طراحی برای برش چقدر در نظر گرفته شده و چه تناسبی با ضریب اطمینان برای کشش یا خمش (۱/۶۷) دارد؟ (سراسری ۸۶)

۱) ضریب اطمینان برای برش ۱/۶۷ انتخاب شده و مساوی ضریب اطمینان برای کشش و خمش است.
۲) ضریب اطمینان برای برش ۱/۴۴ اختیار شده که کمتر از ضریب اطمینان ۱/۶۷ برای کشش و خمش است.
۳) ضریب اطمینان برای برش ۲/۵ اختیار شده و ۱/۵ برابر ضریب اطمینان انتخابی برای کشش و خمش است.
۴) ضریب اطمینان برای برش ۱/۹۲ انتخاب شده و بزرگتر از ضریب اطمینان برای کشش و خمش است.

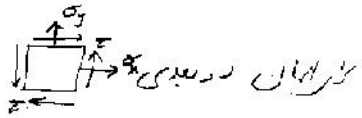
۶۴- در یک نقطه از تیر فولادی که تحت لنگر M و برش V قرار دارد کدام کنترل‌ها بایستی انجام شود؟ (سراسری ۷۰)

۱) σ
۲) τ
۳) σ و τ و ترکیب تنش‌های $\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$
۴) σ و ترکیب تنش‌های $\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}$

نکته: اگر اجزای از فولاد تحت اثر تنش‌های مختلف قرار گیرد، کنترل با معیار تسلیم فون میسز (Von Mises) طبق رابطه زیر انجام می‌شود:

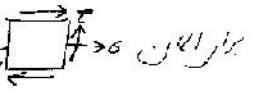
$$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x\sigma_y - \sigma_y\sigma_z - \sigma_x\sigma_z + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2)} \leq \sigma_y$$

برای المان دو بعدی:



$$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x\sigma_y + 3\tau^2} < \sigma_y$$

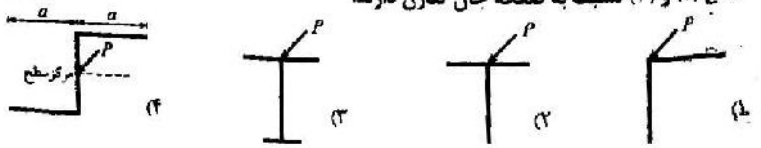
برای المان



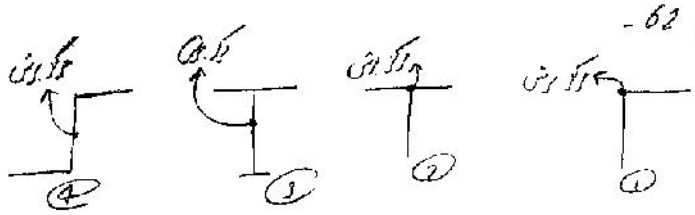
$$\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} < \sigma_y$$

٤-۱۲- پیچش

۶۲- تیر دو سر ساده با مقطع نشان داده شده را در نظر بگیرید که نیروی P در وسط دهانهٔ تیر به آنها اعمال می‌شود. در کدام‌یک از آنها تنش‌های ناشی از پیچش نیز باید در طراحی در نظر گرفته شود؟ مقطع (۲) و (۳) نسبت به صفحهٔ جان تقارن دارند. (سراسری ۷۹)



سوال ۶۲ -

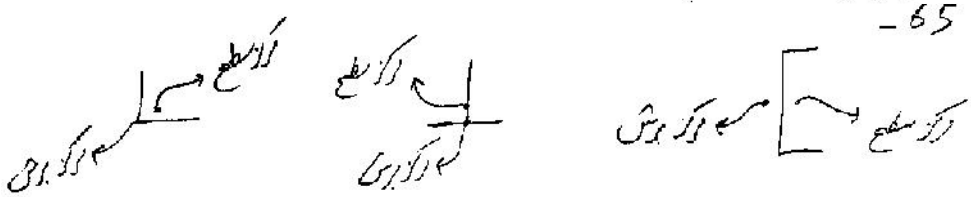


در تمامی گزینه‌ها نیروی P از مرکز برش روی سطح به مرکز گزینه ۳.
بنابراین در گزینه ۳ پیچش نیز خواهیم داشت

۶۵- در کدام‌یک از مقاطع زیر، مرکزسطح بر مرکزبرش منطبق می‌باشد؟ (آزاد ۸۲)

۱) ناودانی ۲) سپری ۳) نیمی ۴) مقطع Z شکل

۶۵ -



مرکز سطح و مرکز برش بر هم منطبق است.

۶۶- مرکز برش در مقطع مقابل کجاست؟ (آزاد ۸۰)

۱) نقطهٔ ۴ ۲) نقطهٔ ۳
۳) نقطهٔ ۲ ۴) نقطهٔ ۱

۶۶ - نکته: در مقاطعی که دو محور تقارن دارند، مرکز برش بر مرکز سطح منطبق است
بنابراین گزینه (4) صحیح است

۶۸- بطور کلی در کدام‌یک از حالت‌های زیر علاوه‌بر تنش های برشی در اثر پیچش، تنش‌هـای طـولی نیـز به‌وجود می‌آید؟ (آزاد ۸۷)

۱) اگر مقطع عضو در هنگام پیچش تاب برندارد.

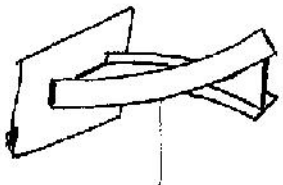
۲) اگر مقطع عضو از نوع باز بوده ولی دارای محورهای تقارن نباشد.

۳) اگر مقطع عضو از نوع بستهٔ جدارنازک باشد.

۴) اگر مقطع عضو تاب بردارد و در مقابل تاب برداشتن ممانعت وجود داشته باشد.

68

خالص (سن ونان)



تابیدگی یا انحناج

پیچش

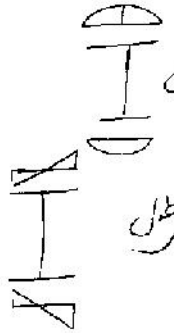
در اعضای غیر دایره‌ای اگر تابیدگی آزاد نباشد اجزای مقطع تحت اثر خمش ناشی از پیچش قرار می‌گیرند

$T = T_{\text{خالص}} + T_{\text{تابیدگی}}$

در اثر تابیدگی در بالای تیر آ شکل تنش‌ها کمی طول این راه می‌شود (تنش‌های برشی ایجاد می‌شود)

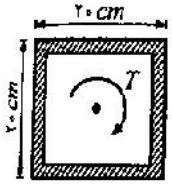
تنش‌های برشی تابیدگی

تنش‌های طول



پاسخ گزینه ۴ است

اگر تنش مجاز در برش ناشی از پیچش $1250\ kg/cm^2$ باشد و نیمرخ مطابق شکل بـرای تحمـل پـیچش $T = 16/2\ t\cdot m$ انتخاب شده باشد، ضخامت جدار نیمرخ چند cm است؟ (سراسری ۷۶)



۱) ۱

۲) ۲

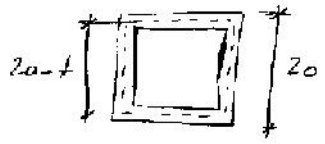
۳) ۳

۴) ۴

مقطع دایره‌ای: $\tau = \frac{TR}{J}$ { J همان I_p است }

مقطع جدار نازک بسته: $\tau = \frac{T}{2A_m t}$ { t ضخامت جدار، A_m سطح محصور }

مقطع جدار نازک باز: $\tau = \frac{T}{\frac{1}{3}Lt^2}$ { t ضخامت جدار، L طول مقطع }



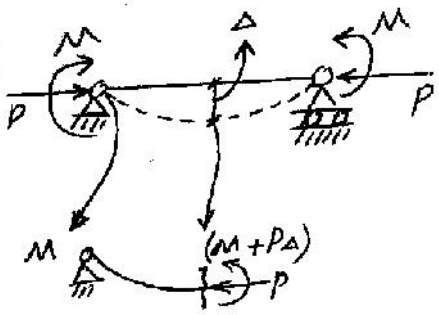
$$\tau = \frac{T}{2A_m t} < 1250$$

$A_m = 18 \times 18 \Rightarrow \frac{16.2 \times 10^5}{2 \times 18 \times 18 \times t} < 1250$ ← با فرض اینکه $t = 2$ باشد

$\rightarrow t = 2cm$

۵)تیرستون

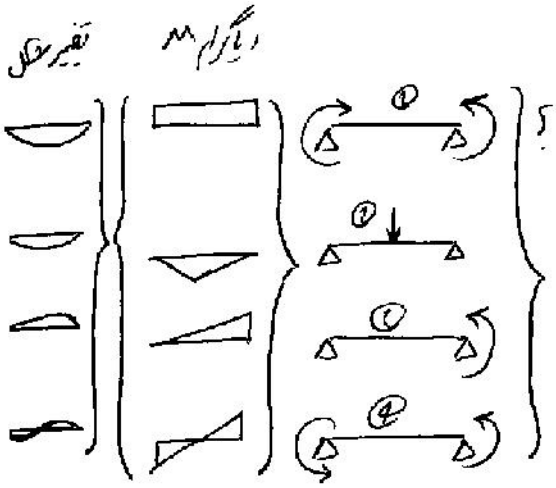
سـ اگر عضوی تحت اثر $P+M$ باشد تیرستون می‌باشد



✓ در وسط تیر بجای لنگر M ،
مقدار لنگر $M+P\Delta$ می‌باشد:

$$M' = M + P\Delta = M\left(\frac{C_m}{1-\frac{f_a}{F_a}}\right)$$

ضریب تشدید لنگر

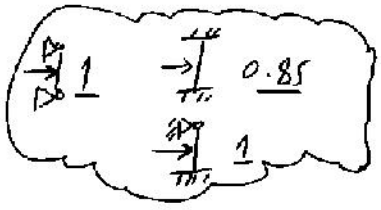


سؤال: در کدام یک ضریب تشدید لنگر بیشتر است؟

① > ② > ③ > ④

① $C_m = 0.6+0.4 = 1$

② $C_m =$



با بار جانبی ← $C_m = 0.85$ ← بارشده

بدون بار جانبی ← $C_m = 0.6 - 0.4\left(\frac{M_1}{M_2}\right) \geq 0.4$ ← بارشده

C_m

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}}\left(\frac{C_{mx}}{1-\frac{f_a}{\frac{12}{23}\frac{\pi^2 E}{\lambda^2}}}\right) + \frac{f_{by}}{F_{by}}\left(\frac{C_{my}}{1-\frac{f_a}{\frac{12}{23}\frac{\pi^2 E}{\lambda^2}}}\right) \leq 1 \quad \Leftarrow \quad \frac{f_a}{F_a} > 0.15$$

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} < 1 \quad \Leftarrow \quad \frac{f_a}{F_a} \leq 0.15$$

خمشی در اثر نیروی فشاری صرفنظر کرد؟ [سراسری ۸۴]

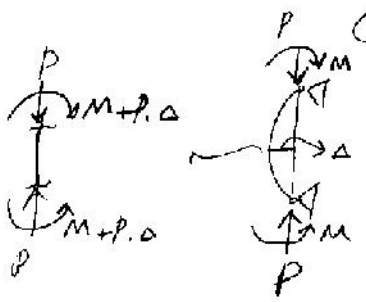
۱) در هیچ موردی نمی‌توان از اثر تشدید لنگر صرفنظر کرد.

۲) در مواردی که تیرستون دارای لنگر خمشی در تکیه‌گاه‌ها بوده و فاقد بار جانبی در طول ستون باشد.

۳) در مواردی که تیرستون فاقد لنگر خمشی در دو انتها بوده و در طول ستون بارهای جانبی بر آن اثر نمایند.

۴) در مواردی که تیرستون دارای مهار جانبی کافی بوده با بار محوری آن نسبت به بار بحرانی کمانش، کوچک (در حدود $\frac{۱}{۱۲}$) باشد.

تیرستون



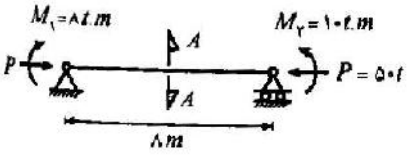
۱- تشدید لنگر به علت پدیده $P-\Delta$ می باشد

پس تشدید زمانی است که هم Δ و هم P زیاد باشد

گزینه 4 ← P کم است و نیاز به تشدید نیست

۲- در شکل زیر، تیر IPB۲۰۰ تحت نیروی محوری P و لنگرهای انتهایی M_1 و M_2 قرار دارد. لنگر تشدید یافته برای کنترل این تیر، چند تن متر است؟ (حل با ماشین حساب) [سراسری ۸۰]

$$IPB۲۰۰\begin{cases} A = ۷۸/۱\ cm^۲ \ , \ I_x = ۵۷۰۰\ cm^۴ \ , \ I_y = ۲۰۰۰\ cm^۴ \ , \ S_x = ۵۷۰\ cm^۳ \\ S_y = ۲۰۰\ cm^۳ \ , \ r_x = ۸/۵۴\ cm \ , \ r_y = ۵/۰۷\ cm \end{cases}$$



۱) ۹/۲۰

۲) ۱۰/۰۸

۳) ۱۲/۶۰

۴) ۱۴/۴۴

$$M' = \frac{C_m}{1-\frac{f}{F_a}} M = \frac{0.92}{1-\frac{640}{1252}} \times 10 = 19.1\ ton.m$$

(۴)

پاسخ گزینه ۴ درست است!

$C_m = 0.6 + 0.4 \times \frac{8}{10} = 0.92$

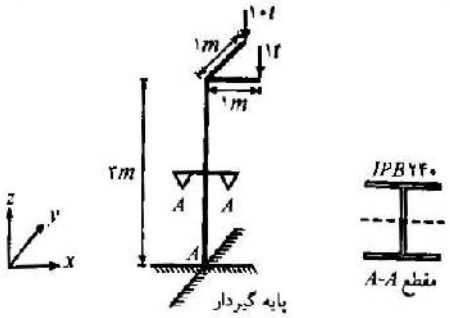
$f = 50000/78.1 = 640$

$F_a = \frac{12}{23}\frac{\pi^2 E}{\lambda^2} = \frac{12}{23} \times \frac{\pi^2 \times 2.1 \times 10^6}{\left(\frac{800}{8.54}\right)^2} = 1252$

۳- بارهای وارد بر تیرستون شکل زیر، تقریباً چند درصد ظرفیت مجاز تیرستون می‌باشد؟ (تنش خمشی مجاز حول محور قوی برابر با $0.6F_y = 1440\ kg/cm^2$ و تنش فشاری مجاز برابر $890\ kg/cm^2$ می‌باشد.) (حل با ماشین حساب) (مهندسی A)

$A = 106\ cm^2$, $r_x = 10.4\ cm$, $r_y = 6.06\ cm$, $S_x = 938\ cm^3$, $S_y = 327\ cm^3$

$F_y = 2400\ kg/cm^2$, $F_u = 3700\ kg/cm^2$, $b_f = 24\ cm$, $t_f = 1.7\ cm$, $E = 2.1\times10^6\ kg/cm^2$



۱) ٪۱۰۰
۲) ٪۵۰
۳) ٪۷۰
۴) ٪۱۲۰

(3

$f_a = \frac{11000}{106} = 106$ تنش محوری

$F_a = 890$ تنش مجاز محوری

$\longrightarrow \frac{f_a}{F_a} < 0.15 \longrightarrow$ ضریب تشدید نداریم

$\longrightarrow \frac{f_a}{F_a} + \frac{\left(\frac{10\times10^5}{938}\right)}{1490} + \frac{\left(\frac{1\times10^5}{327}\right)}{0.75\times2400} = 1.05 \longrightarrow$ تقریباً ٪۱۰۰ گزینه (۱) صحیح است

۷- ستونی تحت اثر توأم نیروی P و لنگرهای خمشی M_1 و M_2 قرار گرفته است ($M_2 > M_1$). اگر جهت لنگر M_1 عوض شود، کدام گزینه زیر صحیح‌تر است؟

۱) ستون نیاز به پروفیل قوی‌تر پیدا می‌کند.
۲) ضریب طول مؤثر (K) افزایش می‌یابد.
۳) ستون دارای نیمرخ سبکتری می‌شود.
۴) در ستون پدیدهٔ پیچش به‌وجود می‌آید.

۷) حالت اول $C_m = 0.6 - 0.4\left(\frac{M_1}{M_2}\right)$

حالت دوم ← تنش ↓ کاهش می‌یابد ستون به مقطع سبک‌تر (ضعیف‌تر) نیاز دارد

$C_m = 0.6 - 0.4\left(\frac{M_1}{M_2}\right)$

۵- تنش ماکزیمم در کدام تیرستون بیشتر است؟ در هر چهار حالت از یک نوع نیمرخ به طول L استفاده شده و تکیه‌گاه ممتد جانبی برای همهٔ حالات تأمین شده است. (هراسی ۷۸)

۱)

۲)

۳)

۴)

۶) توجه: دیاگرام لنگر در ستون ها در گزینه (۳) تنش از همه بیشتر است

۱)

۲)

۳)

۴)

داخل رقوم: تنش خمشی بزرگتر با $\frac{C_m}{1-\frac{f_a}{F_a}}M$

و با مقدار متناظر در رابطه دوم، C_m است.

بیشترین مقدار C_m مربوط به گزینه ۳ است

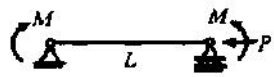
گزینه ۱: $C_m = 0.6 - 0 = 0.6$

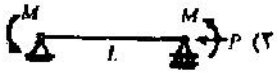
گزینه ۲: $C_m = 0.6 - 0 = 0.6$

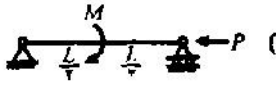
گزینه ۳: $C_m = 0.6 - 0.4(-1) = 1$

گزینه ۴: $C_m = 0.6 - 0.4(1) = 0.2 \rightarrow 0.4$

ضریب تشدید لنگر در تیرستون‌ها با عبارت $\frac{C_m}{1-\frac{f_a}{F_e'}}$ تعریف شده است. این ضریب برای کدامیک از گزینه‌های زیر بیشتر است؟ (جنس و نوع نیمرخ در چهار گزینه یکسان می‌باشد.) (آزاد ۸۷ و نظام مهندسی)

۱) 

۲) 

۳) 

۴)

-8

گزینه ۱: $C_m = 0.6 - 0.4(-1) = 1$ ←

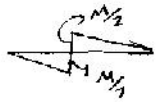
گزینه ۲: $C_m = 0.6 - 0.4(1) \rightarrow C_m = 0.4$ ←

گزینه ۳: $C_m = 1$

گزینه ۴: $C_m = 0.6 - 0.4(0) = 0.6$

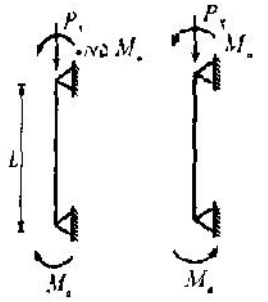
گزینه ۱ و ۳ هردو (طبق آیین‌نامه) باهم صحیح می‌باشد

دلیل: برای گزینه ۱ ← دیاگرام لنگر ← C_m برابر یک است

برای گزینه ۳ ← " " ← C_m به طور تقریبی  یک است ولی مقدار واقعی آن کمتر از یک است

بنابراین گزینه ۱ صحیح است.

برای دو حالت بارگذاری مطابق شکل در رابطه با بارهای حداکثر مجاز P_1 و P_2 می‌توان گفت: (آزاد ۸۱)

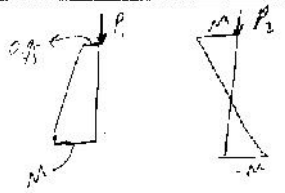


۱) $P_2 < P_1$

۲) $P_2 = P_1$

۳) $P_2 = 0.75P_1$

۴) $P_2 > P_1$



$C_1 > C_2 \longrightarrow P_1 < P_2$

آزاد ۸۹

- در خصوص نسبت نیاز به ظرفیت خمشی در تیر ستون‌ها طبق رابطه زیر کدام عبارت صحیح است؟

$$\frac{f_{bx}Cm}{F_{bx}\left(1-\frac{f_a}{F_{ex}}\right)}$$

۱) Cm ضریب نشدید لنگر به علت عدم یکنواختی لنگر دو انتهای عضو است.

۲) Cm ضریب تخفیفی برای میزان هم‌مکانی لنگرحداکثر با لنگر ناشی از اثرات $P-\Delta$ می‌باشد.

۳) Cm وابسته به شرایط تکیه‌گاهی تیر ستون تعیین شده و اثر افزایش دارد.

۴) Cm وابسته به نسبت بار محوری به لنگر خمشی تیر ستون تعیین می‌شود.

۶)جوش

جوش ۵

الکترود E60XX

مقاومت کششی برحسب ksi ($F_u = 60\,ksi = (60\times70)\,\frac{lb}{in^2}$)

وضعیت جوش کاری، نوع منبع الکترود، جنس روکش الکترود

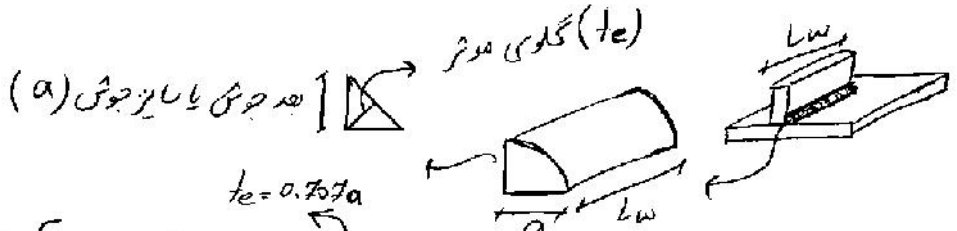
انواع جوش

- شیاری
  - با نفوذ کامل
  - با نفوذ ناقص
- گوشه
- انگشتانه
- کام ۵

نیاز به آماده سازی لبه دارد (گرانتر است)

مقاومت جوش حداقل باید برابر مقاومت فلز پایه باشد

- جوش گوشه اقتصادی ترین است و بیشترین کاربرد را دارد
- برخلاف شیاری نیاز به حفت وجود آن ندارد
- انگشتانه و کام وقتی به کار می روند که
  - اندازه اتصال کم باشد
  - امکان کامل اتصال باشد



$te = 0.707a$

مقاومت جوش $F = \varphi\,(0.3F_u) \times te \times L_w = 0.75\times0.3\times4200\times0.707\times a\times l_w$

$= \begin{bmatrix}650\\668\end{bmatrix}(a\times l_w)$

- φ: ضریب کاهش مقاومت
- $0.3F_u$: تنش گهای جوش
- L_w: طول جوش
- a: بعد جوش

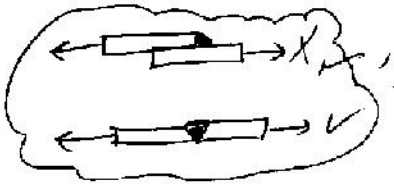
الکترود E60 → $F_u = 4200$

ارزش جوش: مقاومت مجاز واحد طول جوش (هر یک ناشی از طول جوش)

$$R_w = 650 \times a$$

✓ در اتصالی که تحت بارگذاری متناوب (خستگی) قرار می‌گیرند:

- از ایجاد گوشه‌های تیز در زاویه جلوگیری شود (به علت تمرکز تنش)
- از حداقل جوش استفاده نشود (خال جوش زده نشود)
- از خروج از مرکزیت تا حد امکان جلوگیری شود

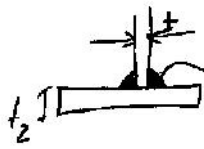


حداقل بعد جوش گوشه برای اتصال دو قطعه:

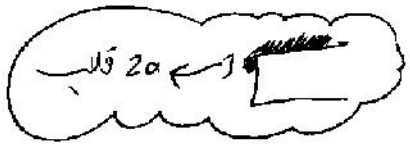
- اگر بعد جوش از یک حدی کمتر باشد نمی‌تواند فلز ضخیم‌تر را ذوب کند
- براساس ضخامت قطعه ضخیم‌تر تعیین می‌شود

✓ حداکثر بعد جوش گوشه: اگر از یک حدی بیشتر باشد موجب سوختن فلز می‌شود

- براساس ضخامت قطعه کوچک‌تر تعیین می‌شود



✓ قلاب جوش: گاهی جوش‌ها گوشه‌ای که در لبه کناری و یا ضلع انتهایی عضو انجام می‌شود، باید در انتهای ضلع برای ضلع دیگر برگشت داده شود



نکته: اگر بگوید تنش مجاز جوش F و بعد موثر جوش $+$ است ← مقاومت جوش $= F_x + x L$ (طول جوش)

" " " " " و بعد جوش a است ← مقاومت $= F_x 0.707 a \times L$

" هیچ صحبتی در رابطه با تنش مجاز جوش نکند! ← مقاومت $= 650 \times a \times L$

۱- مفهوم نام $E60$ برای الکترود جوشکاری چیست؟ (هیاهوی ۷۶ و نظام مهندسی)

۱) ولتاژ جوشکاری باید ۶۰ ولت باشد. ۲) شدت جریان لازم ۶۰ آمپر است.
۳) مقاومت نهایی فلز جوش $60ksi$ می‌باشد. ۴) هیچ‌کدام

۷- در ساخت قطعاتی که تحت بارهای خستگی قرار دارند، کدام‌یک از موارد زیر درست نیست؟ (آزاد ۸۰)

۱) از عدم ایجاد هرگونه گوشه تیز بپرهیزید. ۲) از هرگونه اضافه‌جوش بپرهیزید.
۳) از عدم نفوذ کامل جوش بپرهیزید. ۴) از هرگونه ناصافی سطح جوش بپرهیزید.

در ساخت اعضایی که تحت اثر بارهای خستگی قرار دارند، کدام‌یک از توصیه‌های زیر صحیح است؟ (آزاد ۷۹)

۱) باید سعی شود به جای اتصالات لب‌به‌لب از جوش گوشه‌ای با نفوذ کامل استفاده گردد.
۲) از اتصال جوش گوشه باید پرهیز کرد.
۳) باید سعی شود جوش در محل‌های نرم اعضا قرار گیرد.
۴) از مصالح خیلی نازک برای ساخت استفاده گردد.

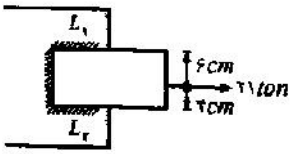
حداقل بعد جوش به چه منظوری در نظر گرفته می‌شود؟ (آزاد ۷۹)

۱) تحمل حداکثر نیروی وارده بر اتصال ۲) برای کنترل خستگی در جوش
۳) ذوب و اتصال کامل دو قطعه ۴) تحمل حداقل نیروی وارده بر اتصال براساس آیین‌نامه

حداکثر بعد جوش به چه منظوری در نظر گرفته می‌شود؟ (آزاد ۷۸)

۱) تحمل حداکثر نیروی وارده بر اتصال ۲) تحمل حداقل نیروی وارده به اتصال
۳) تحمل نقطهٔ ذوب توسط دستگاه جوش ۴) جلوگیری از ذوب فلز در محل جوش

در اتصال شکل زیر چنانچه تنش برشی مجاز جوش برابر $1\ ton/cm^2$ و بعد مؤثر جوش ۶ میلی‌متر باشد، مطلوب است تعیین مقادیر حداقل L_1 و L_2 به‌طوری‌که تنش یکنواخت در سطح جوش‌ها ایجاد گردد. (هیاهوی ۷ و آزاد ۷۹)



۱) $L_1 = 8\ cm$ ، $L_2 = 16\ cm$
۲) $L_1 = 9\ cm$ ، $L_2 = 16\ cm$
۳) $L_1 = 10\ cm$ ، $L_2 = 20\ cm$
۴) $L_1 = 16\ cm$ ، $L_2 = 9\ cm$

سوال ۱۲ ← سه خط جوش داریم، نیروی هرکدام را تقسیم می‌دهیم. برای اینکه تنش یکنواخت باشد، باید برآیند نیروی جوش‌ها با بار وارده یکی باشد

نسبت به خط پایین لنگر می‌گیریم تا عمل اثر بار چوش ۲ بدست آید:

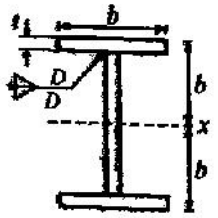
$$\rightarrow \frac{600\left(L_1\times 10+10\times 5+L_2\times 0\right)}{600\left(L_1+10+L_2\right)}=4$$

$$\rightarrow 10L_1+50=4L_1+40+4L_2 \rightarrow 6L_1+10=4L_2 \rightarrow \boxed{3L_1+5=2L_2}$$

$$\Sigma F_x=0 \rightarrow 600\left(L_1+L_2+10\right)=21000 \rightarrow \boxed{L_1+L_2+10=25}$$

$$\rightarrow L_1=9,\ L_2=16$$

اگر نیروی برشی ماکزیمم در تیرورق مقابل V (کیلوگرم) و ارزش جوش گوشه $f=650D$ (کیلوگرم بر سانتی‌متر) باشد. در صورت استفاده از جوش یکسره برای اتصال بال به جان، بعد جوش لازم برابر کدام است؟ (ممان‌اینرسی مقطع I_x و D اندازهٔ ساق جوش است). (سراسری ۷۷)



۱) $D=t$

۲) $D=1/5\,t$

۳) $D=\frac{Vb^2t}{650I_x}$

۴) $D=\frac{Vb^2t}{1300I_x}$

18

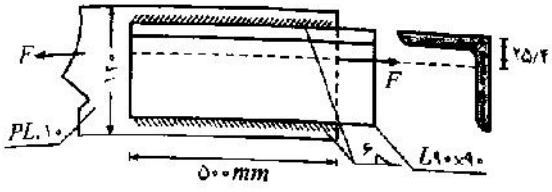
عامل سطح بالایی

$$\tau=\frac{V\bar{Q}}{I_x t}=\frac{V(bt\times b)}{I_x\times(2D)}\leq 650$$

$$\rightarrow \boxed{D\geq\frac{Vb^2t}{1300I_x}}$$

به جای ضخامت ۲ از ضخامت جوش استفاده می‌کنیم

در اتصال زیر اگر سطح مقطع نبشی $A=15\,cm^2$ و $\sigma=2\,ton/cm^2$ (تنش مجاز فولاد) و $\sigma_{hw}=1/5\,ton/cm^2$ (مجاز محاسبه‌ای) = σ (مجاز جوش) = τ (مجاز جوش) باشد، مقدار مجاز F برابر است با: (بدون در نظر گرفتن پیچش ناشی از F در جوش‌ها) (سراسری ۷۷)



۱) $24\,ton$

۲) $30\,ton$

۳) $45\,ton$

۴) $63\,ton$

۱۷ نیروی جوش = [طول جوش × (ساق جوش × 0.707) × تنش مجاز جوش]

$= 1500 \times 0.6 \times 0.707 \times (2 \times 50) = 63630\ kg$

مقاومت مجاز ورق = تنش مجاز فولاد × مساحت ورق

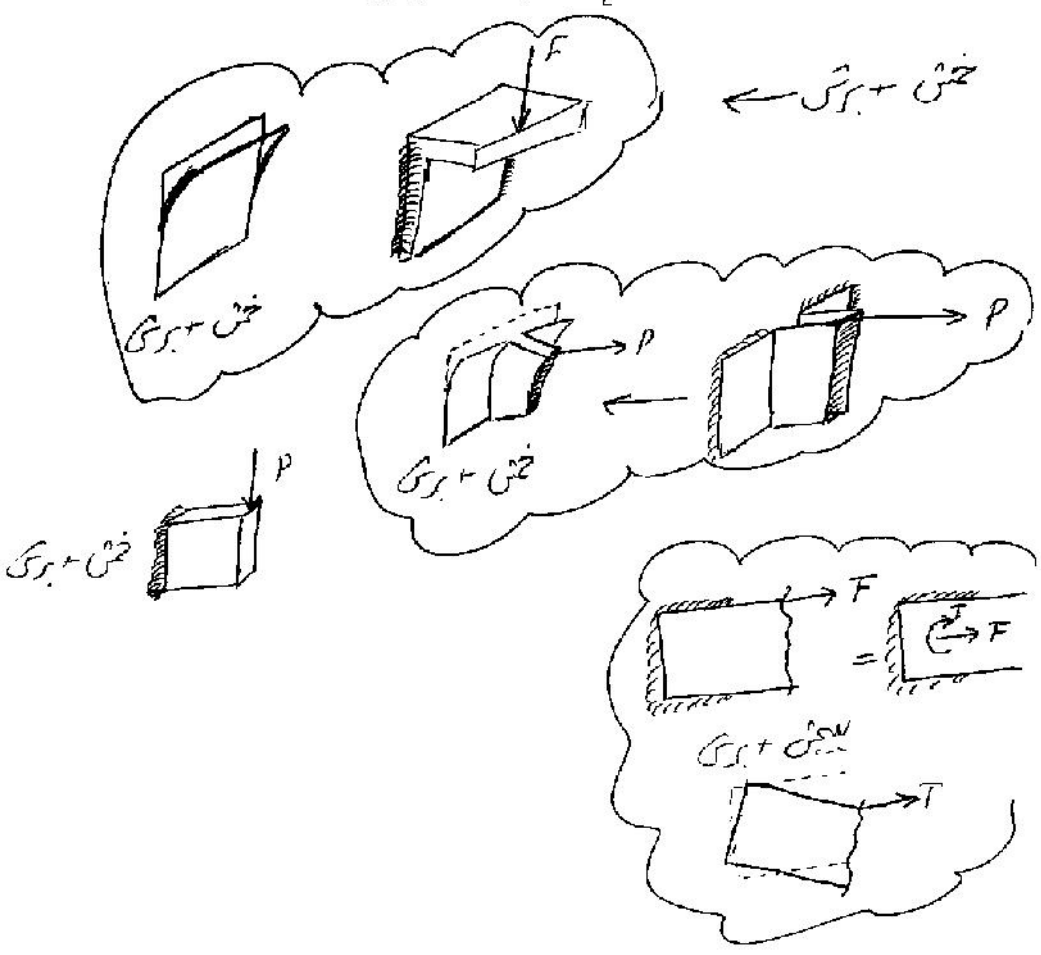
$= 12 \times 1 \times 2000 = 24000\ kg$

مقاومت مجاز بیش = مساحت بیش × تنش مجاز فولاد $= 15 \times 2000 = 30000\ kg$

بنابراین نیروی مجاز برابر ۲۴ تن است.

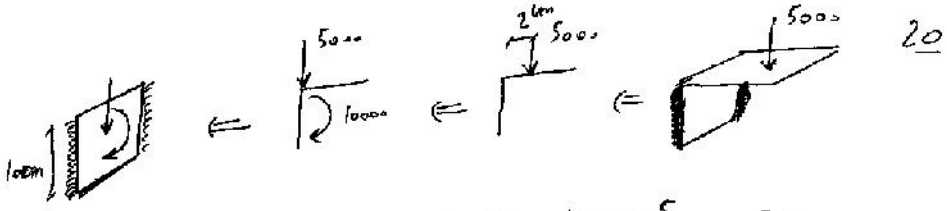
توضیح درس: ترکیب خمش و برش ارجوش

بیش و برش ارجوش



در اتصال مفصلی تیر به ستونی از نبشی نشیمن $10\times10\times1\ cm$ استفاده گردیده است. اگر برش تیر در تکیه‌گاه ۵ تن باشد و برون‌محوری این نیرو از وجه ستون ۲ سانتی‌متر باشد، مطلوب است تعیین بعد جوش مورد نیاز در دو طرف نبشی برای اتصال به ستون، اگر تنش مجاز جوش $0/920\ ton/cm^2$ فرض شود. (طول نبشی $10\ cm$ است.) (سراسری ۷۳)

۱) $\frac{\sqrt{0/2215}}{0/920\times0/707}$ ۲) $\frac{\sqrt{0/1525}}{0/920\times0/707}$ ۳) $\frac{\sqrt{0/1325}}{0/920\times0/707}$ ۴) $\frac{\sqrt{0/4525}}{0/920\times0/707}$



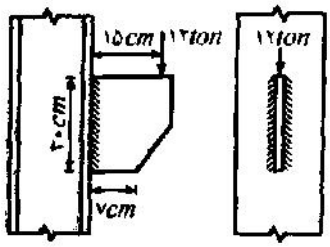
20

f_v تنش ناشی از برش $= \frac{5000}{2\times10\times a} = \frac{250}{a}$ $\quad f_m$ تنش خمشی $= \frac{100000\times5}{2\left(\frac{a\times10^3}{12}\right)} = \frac{300}{a}$

$f = \sqrt{f_v^2+f_m^2} = \sqrt{\left(\frac{250}{a}\right)^2+\left(\frac{300}{a}\right)^2} < 920\times0.707$

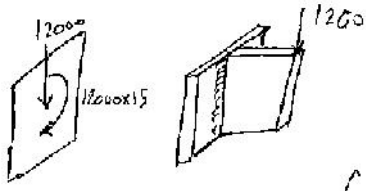
$\rightarrow a > \frac{\sqrt{152500}}{920\times0.707} \rightarrow$ گزینه (۲)

اندازه حداقل ساق جوش لازم برای اتصال در شکل زیر را تعیین کنید. (ارزش جوش گوشه $1000a\ kg/cm$ در نظر گرفته شود که a بعد جوش است.) (سراسری ۷۷ و مشابه سراسری ۷۵)

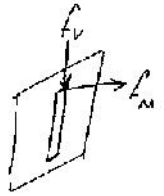


۱) $\sqrt{\left(\frac{1}{5}\right)^2+\left(\frac{6}{5}\right)^2}$ ۲) $\sqrt{\left(\frac{3}{10}\right)^2+\left(\frac{1}{10}\right)^2}$ ۳) $\sqrt{\left(\frac{3}{5}\right)^2+\left(\frac{2}{5}\right)^2}$ ۴) $\sqrt{\left(\frac{3}{5}\right)^2+\left(\frac{1}{5}\right)^2}$

۱)



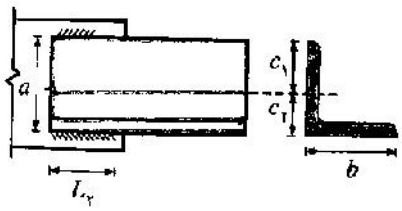
$f_v = \frac{12000}{2\times30\times a}$ لوخط جوش ، $f_m = \frac{(12000\times15)\times15}{2\times\frac{a\times30^3}{12}}$ لوخط جوش



$f = \sqrt{f_v^2+f_m^2} = \sqrt{\left(\frac{200}{a}\right)^2+\left(\frac{600}{a}\right)^2} < 1000$

$\rightarrow a > \frac{\sqrt{200^2+600^2}}{1000} = \sqrt{\left(\frac{2}{10}\right)^2+\left(\frac{6}{10}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{5}\right)^2+\left(\frac{3}{10}\right)^2}$

یک پال نبشی مطابق شکل به صفحهٔ لچکی جوش شده است. برای اینکه به جوش‌ها کمتر نیروی برشی اعمال شود باید طول جوشکاری‌های L_1 و L_2 را به طریق زیر به‌دست آورد. (سراسری ۷۴)

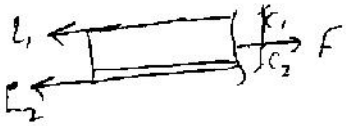


۱) $L_1 = L_2$

۲) $L_2 = \frac{a}{b}c_2 \ , \ L_1 = \frac{a}{b}c_1$

۳) $L_2 = \frac{a}{b}c_1 \ , \ L_1 = \frac{a}{b}c_2$

۴) $L_2 = \frac{c_1}{a}(L_1+L_2) \ , \ L_1 = \frac{c_2}{a}(L_1+L_2)$

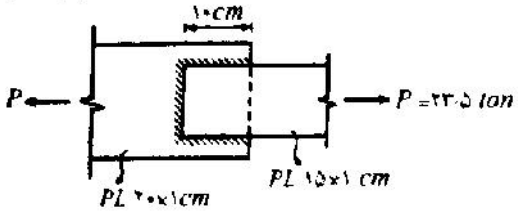


برای L_1 و L_2 باید از محل اثر F گشتاور بگیریم

$$C_2 = \frac{L_1 \times (C_1 - C_2)}{L_1 + L_2} \Rightarrow C_2 L_1 + C_2 L_2 = C_1 L_1 - C_2 L_1$$

$$\rightarrow \boxed{C_2 L_2 = C_1 L_1}$$

در شکل زیر جوش‌ها با الکترود E۶۰۱۰ انجام شده‌اند و بازرسی چشمی می‌شوند. بعد جوش مورد نیاز در اتصال زیر برحسب mm چقدر است؟ (آزاد ۸۴)

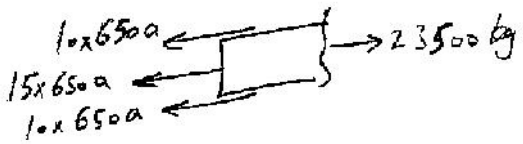


۱) ۴

۲) ۱۰

۳) ۶

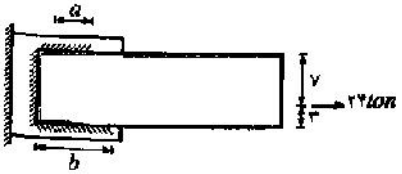
۴) ۸



گزینه (۲) : 24

$$\sum F_x = 0 \rightarrow 650a(10+15+10) = 23500 \rightarrow a = 1.03\,cm$$

در اتصال شکل زیر چنانچه تنش برشی مجاز جوش برابر $1000\ kg/cm^2$ و بعد مؤثر جوش $0/8\,cm$ باشد مطلوب است تعیین مقادیر حداقل a و b به‌طوری که تنش یکنواخت در جوش‌ها ایجاد گردد. (سراسری ۷۰)



۱) $a = 5/5\ cm \ , \ b = 16/5\ cm$

۲) $a = 10\ cm \ , \ b = 10\ cm$

۳) $a = 13\ cm \ , \ b = 11\ cm$

۴) $a = 4\ cm \ , \ b = 16\ cm$

22

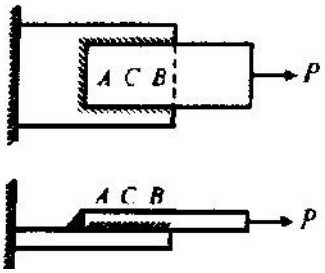
$$\frac{a\times 10+10\times 5+b\times 0}{a+10+b}=3$$

$$\rightarrow 10a+50=3a+3b+30 \rightarrow \boxed{7a-3b=-20}$$

$$\xi F_x \Rightarrow (a+10+b)\times 0.8\times 1000=24000 \rightarrow \boxed{a+b=20}$$

$$\longrightarrow a=4\ ,\ b=16$$

در شکل زیر حداکثر تنش جوش گوشه در کدام نقطه اتفاق می‌افتد؟ (آزاد ۸۱)



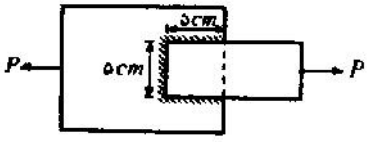
۱) نقطهٔ A

۲) نقطهٔ B

۳) نقطهٔ C و B

۴) نقطهٔ A و B

ظرفیت کششی اتصال چنانچه جوش کنترل نماید برابر است با (سایز جوش ۰/۸ سانتی‌متر): (آزاد ۸۱)



۱) $7/8\ ton$

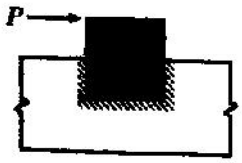
۲) $6/5\ ton$

۳) $5/6\ ton$

۴) $8/7\ ton$

$$\text{ظرفیت} = (5+5+5)\times 0.8\times 650 = 7800\ kg$$

ورقی مطابق شکل به یک تیر جوش شده است. تحت بار P مطابق شکل، جوش باید تحت اثر کدام‌یک از تنش‌های زیر محاسبه شود؟ (آزاد ۷۹)



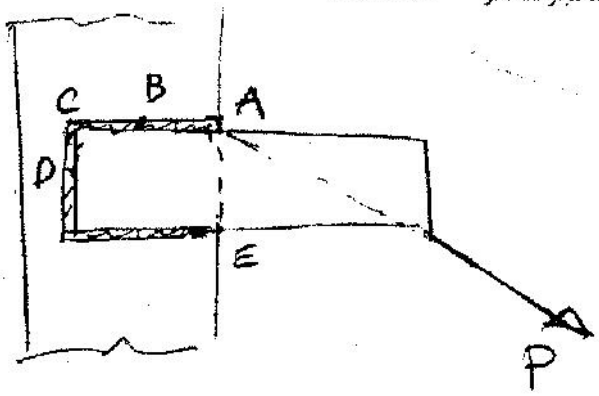
۱) تنش‌های ناشی از برش

۲) تنش‌های ناشی از برش و پیچش

۳) تنش‌های ناشی از خمش و برش

۴) تنش‌های ناشی از خمش و پیچش

بحرانی ترین نقطه در جوش شکل داده شده، عبارتست از: سراسری ۸۹



۱) A

۲) C

۳) E , A

۴) D , B

۷)پیچ ها

انواع پیچ از نظر جنس پیچ:

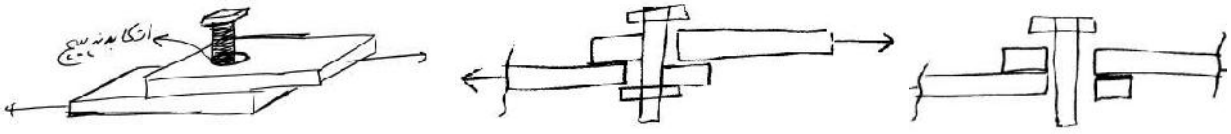
۱- پیچ معمولی: ارزان تر است ولی تعداد پیچ بیشتری لازم دارد.

برای مثال: پیچ 4.6 با $F_u=4000kg/cm^2$ ، $F_y=0.6F_u$

۲- پیچ اعلا (پیچ پرمقاومت): برای مثال: پیچ 8.8 و پیچ 10.9

انواع پیچ از نظر نوع اتصال

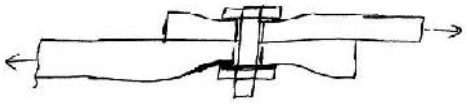
۱- اتصال اتکایی: از دو نوع پیچ معمولی و اعلا می توان استفاده کرد.انتقال نیروی از طریق اتکای بدنه پیچ به قطعات متصل شونده است.



قبل از اعمال نیرو بعد از اعمال نیرو

۲- اتصال اصطکاکی: تنها از پیچ پر مقاومت می توان استفاده کرد.

پیچها از طریق پیچاندن اضافی مهره ها پیش تنیده می شوند. در نتیجه پیچ تحت کشش اولیه و صفحات متصل شونده تحت فشار اولیه قرار می گیرند. انتقال نیرو از طریق اصطکاک بین صفحات متصل شونده است.



حداقل نیروی پیش تنیدگی: $T_i=0.55\ F_u\ A_b$

ترکیب پیچ و جوش: اگر اتصال اتکایی باشد، کل نیرو را جوش تحمل می کند (پیچ ها به درد نمی خورند)

اگر اتصال اصطکاکی باشد، جوش و پیچ در تحمل نیرو سهیم هستند (اگر سازه موجود با اتصال اصطکاکی را با جوش تقویت کنیم، می توان فرض کرد جوش تنش های اضافی را تحمل می کند)

نحوه کنترل اتصال:

۱- کنترل تنش در ورق (که در اعضای کششی بحث شد)

۲- کنترل تنش برشی و کششی در پیچ

- در اتصالات لرزه گیر کدام نوع اتصال باید استفاده شود:

ج: تنها اصطکاکی

- در اتصالات با بارگذاری متناوب (خستگی) کدام نوع اتصال باید استفاده شود:

ج: تنها اصطکاکی

- تنش های لهیدگی در کدام نوع اتصال باید کنترل شود:

ج: تنها در اتکایی

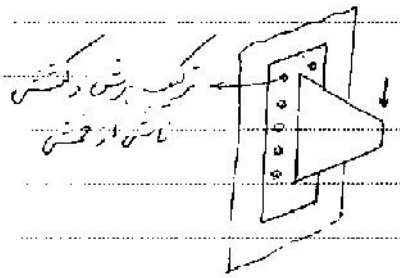
نکات مربوط به اتصالات اصطکاکی ←

- در مقایسه با اتکایی تعداد پیچ بیشتری لازم دارد (اگر نوع پیچ فوق پرمقاومت باشد)
- در بارگذاری متناوب تاثیر زیاده پدیده خستگی به کنترل می‌شود
- سطوح حتماً باید تمیز شوند
- کنترل لغزش لهیدگی لازم نیست
- کلیه اتصالات در وصله اعضای فشرده گیر باید اصطکاکی باشند

کنترل اتصال اتکایی :

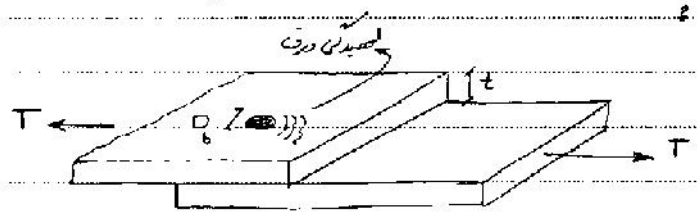
۱- کنترل تنش در ورق‌ها و اعضای اصلی ← $\{A_n, A_e, A_g\}$ و $\begin{cases} \gamma F_y \\ \gamma_5 F_u \end{cases}$

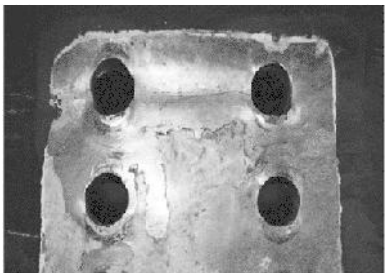
۲- کنترل برش و کشش در پیچ‌ها :



نکته : اگر برش و کشش همزمان باشند آنها را جداجدا بررسی نمی‌کنیم.

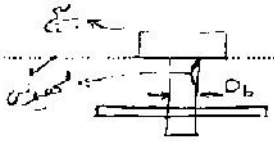
۳- کنترل لهیدگی پیچ و ورق :





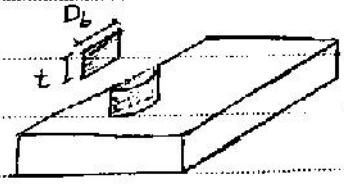
چون همیشه مقاومت پیچ > مقاومت ورق است ،

← پیچ هیچ گاه دچار لهیدگی نمی‌شود و قبل از آن ورق له می‌شود

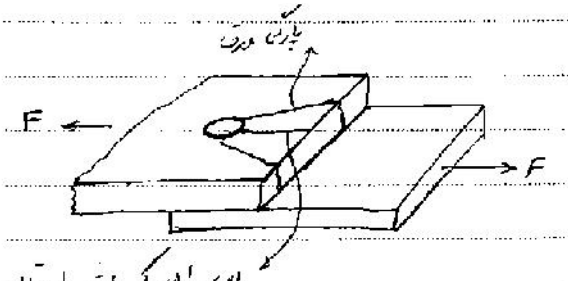


$$f_p = \frac{P_b}{t D_b} < F_p = 1.2 F_u$$

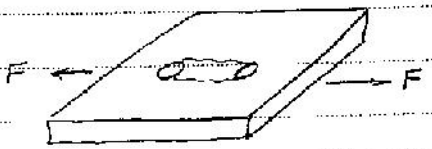
P_b : برش پیچ



۴- کنترل پارگی ورق :

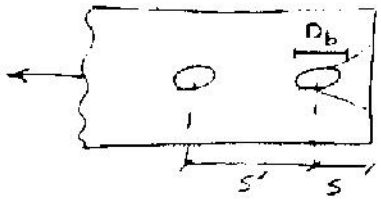


این طول کم باعث احتمال پدیده شدن افزایش می‌یابد.



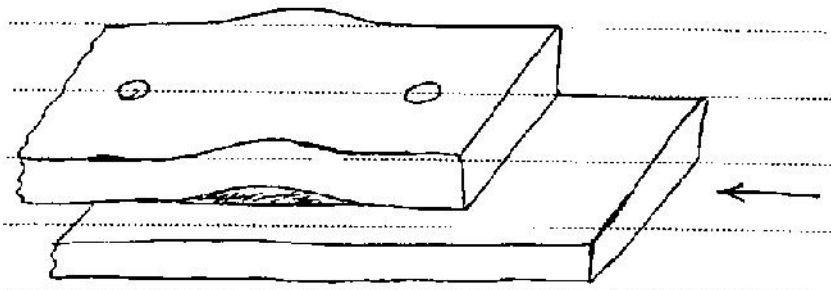
آئین‌نامه می‌گوید اگر $\begin{cases} S > 2D_b \\ S' > 3D_b \end{cases}$ ⇐ کنترل حداقل فواصل لازم برای پیچ‌ها در راستای نیرو چک می‌شود.

⇐ نیاز به کنترل پارگی نیست.

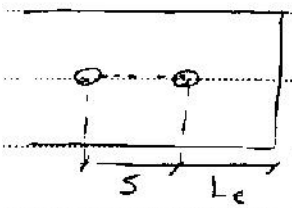


۵- کنترل حداکثر فواصل :

علت :
۱- جلوگیری از کمانش موضعی ورق بین پیچ‌ها
۲- جلوگیری از نفوذ مواد (آب و ...) بین عضوات هم چسبیده و زنگ زدن آنها

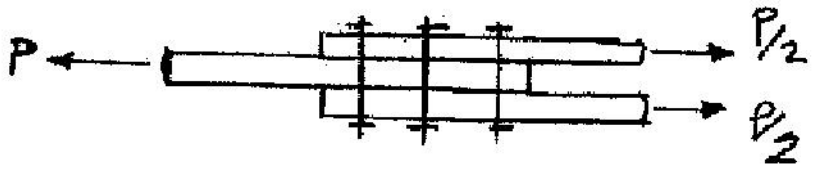


$L_e <$
- قطعات زنگ شده: $\text{Min}\{12t, 18\,cm\}$
- قطعات زنگ نشده: $\text{Min}\{8t, 12{,}8\,cm\}$

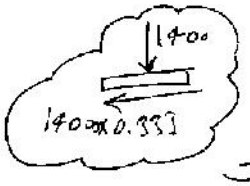


۱۱۲ در اتصال لصبکاکی نشان داده شده از سه پیچ استفاده شده است و در هر یک نیروی پیش کشیدگی برابر ۱۱۰۰۰ kg به وجود آمده است. در صورتیکه ضریب اصطکاک بین ورقها برابر ۰/۳۳۳ باشد نیروی P لازم برای اینکه ورقها در آستانه لغزش قرار گیرند بر حسب ton چقدر است؟ سراسری ۸۹

۱) ۱۲
۲) ۲۱
۳) ۴۲
۴) ۲۸



۱۱۲ ← از آنجا که ضریب اصطکاک برابر ۰/۳۳۳ می باشد



ورق میانی ← P

هرکدام برابر 1400×0.333 است

$P = 6 \times 1400 \times 0.333 = 2800\ kg$

در اتصالات با پیچ اصطکاکی که تحت برش قرار دارند، کدام‌یک از تنش‌های زیر را باید در محاسبات کنترل کرد؟ (آزاد ۸۶)

۱) برش در پیچ و اتکاء بر روی سوراخ پیچ
۲) برش در پیچ و اتکاء روی بدنه پیچ
۳) برش و کشش در پیچ
۴) برش در پیچ

در اتصالات لرزه‌گیر، پیچ‌ها باید شرایط زیر را داشته باشند: (آزاد ۸۶)

۱) از نوع اتکایی باشند.
۲) گزینه (۳) و (۴)
۳) پیچ پرمقاومت باشند.
۴) به مقدار مقرر پیش‌تنیده شوند.

در یک ساختمان فولادی با قاب‌های سادهٔ بادبندی شده، اتصالات بادبندی جهت مقابله با نیروی زلزله باید شرط زیر را دارا باشند: (آزاد ۸۴)

۱) اتصال آنها جوشی و یا پیچی اصطکاکی باشد.
۲) حتماً اتصال آنها جوشی باشد.
۳) اتصال آنها جوشی و یا پیچی اتکایی باشد.
۴) اتصال آنها هر چه باشد، اگر فقط برای نیروهای تعیین شده پاسخگو باشد کافی است.

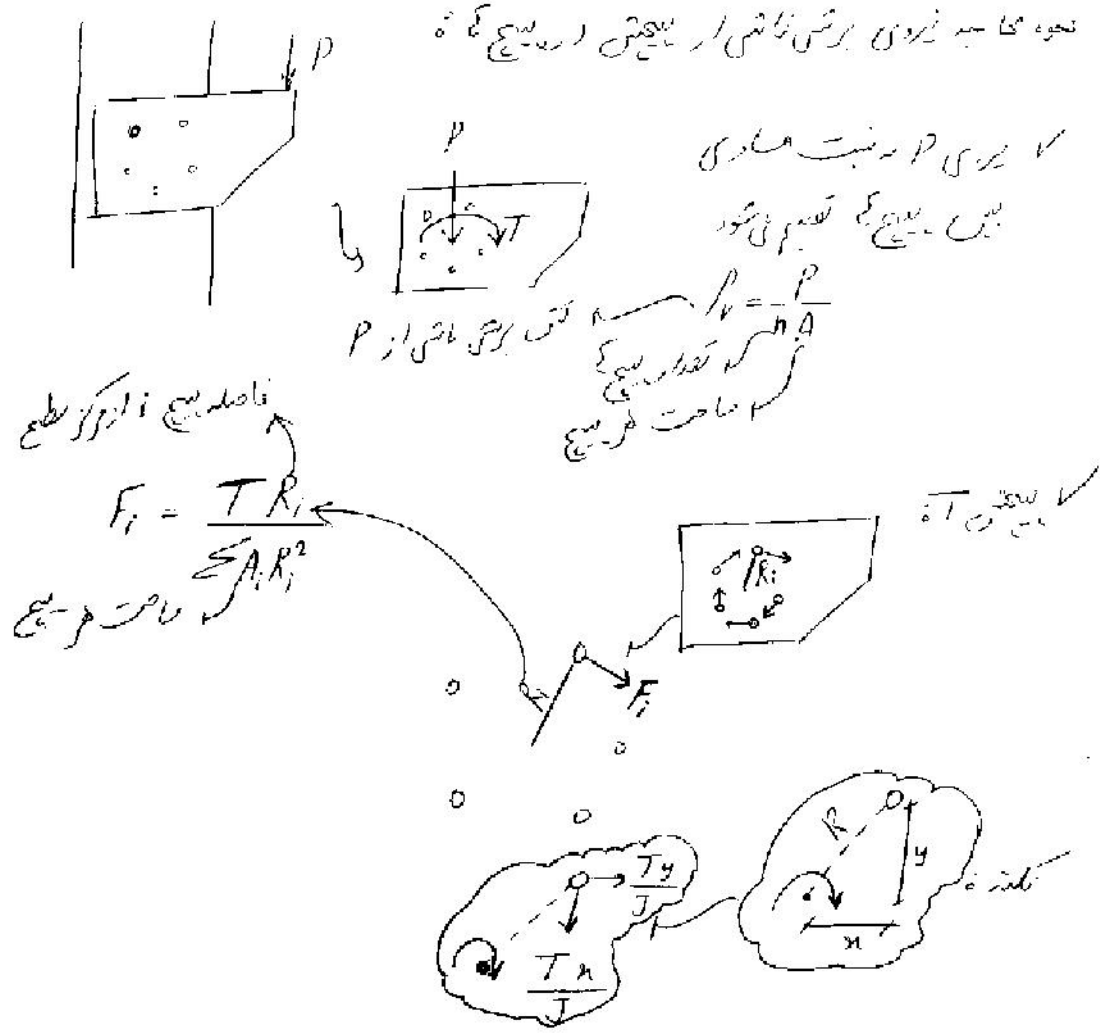
بر روی کله پیچی علامت 10.9 حک شده است. مفهوم این علامت چیست؟ (نظام مهندسی)

۱) حد گسیختگی فولاد پیچ $۱۰/۹\ t/cm^2$ است.

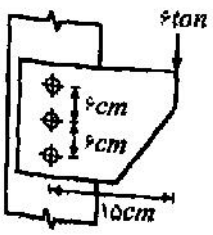
۲) قطر زیر دنده‌های پیچ $۱۰۹\ mm$ است.

۳) لنگر پیچشی لازم برای سفت کردن پیچ $۱۰/۹\ t.m$ است.

۴) حد گسیختگی فولاد پیچ حدود $۱۰\ t/cm^2$ و حد جاری شدن اسمی آن حدود $۹\ t/cm^2$ می‌باشد.



برای اتصال زیر از سه پیچ با سطح مقطع $۲\ cm^2$ استفاده شده است. تنش برشی در پیچ فوقانی کدام است؟ (برحسب kg/cm^2) (سراسری ۷۷ با کمی تغییر)



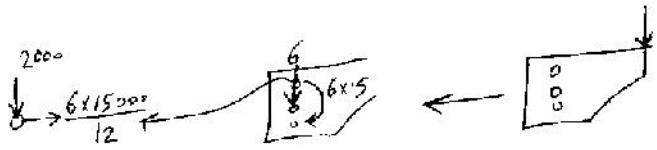
۱) $\sqrt{۱۷۵۰^2+۳۰۰۰^2}$

۲) ۱۰۰۰

۳) ۳۷۵۰

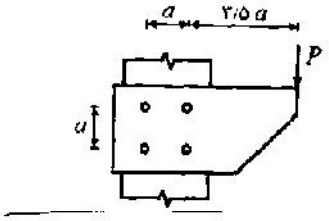
۴) $\sqrt{۳۷۵۰^2+۱۰۰۰^2}$

۹



$$\rightarrow P=\sqrt{2000^2+7500^2} \rightarrow \tau=\frac{f}{2}=\sqrt{1000^2+3750^2}$$

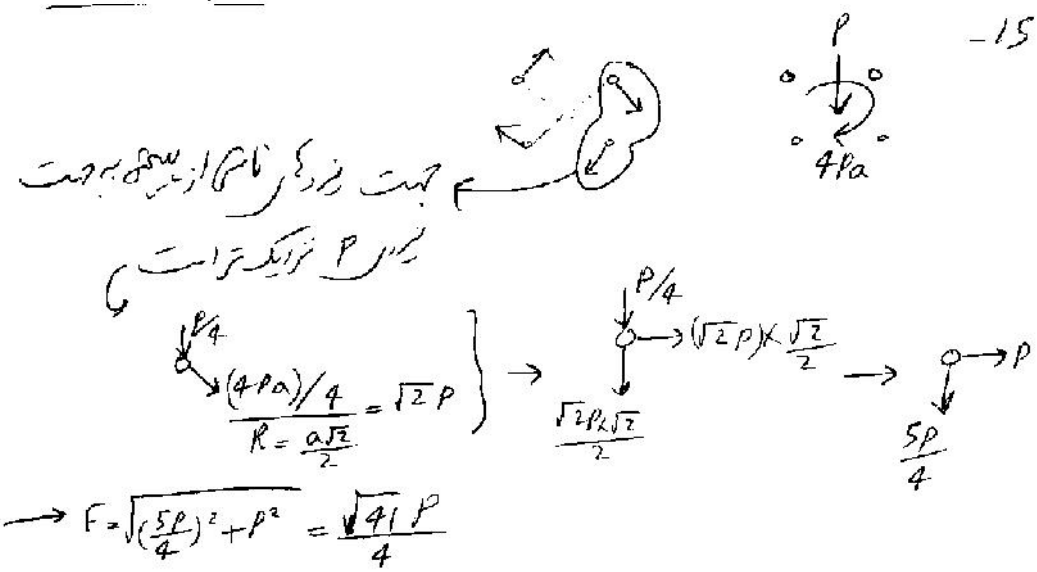
نیروی P به کمک چهار پیچ مشابه مطابق شکل به ستون منتقل می‌شود. براساس تحلیل الاستیک بیشترین نیروی ایجاد شده در پیچ‌ها چقدر می‌باشد؟ (آزاد ۸۱)



۱) $\frac{\sqrt{5}}{2}P$ ۲) $\sqrt{2}P$

۳) $2P$ ۴) $\frac{\sqrt{41}}{4}P$

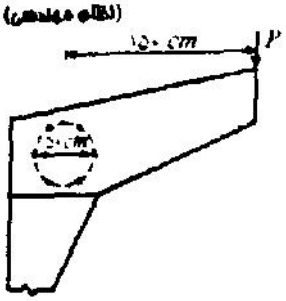
۱۵-



$$\rightarrow F=\sqrt{\left(\frac{5P}{4}\right)^2+P^2}=\frac{\sqrt{41}P}{4}$$

در اتصال اصطکاکی پیچی زیر (به‌صورت ساعتی) از ۶ پیچ به قطر ۲۰ mm و تنش برشی مجاز ۱۲۰۰ kg/cm^2 و تنش کششی مجاز ۳۰۰۰ kg/cm^2 استفاده شده است. حداکثر مقدار P چقدر است؟

(آزاد مهندسی)

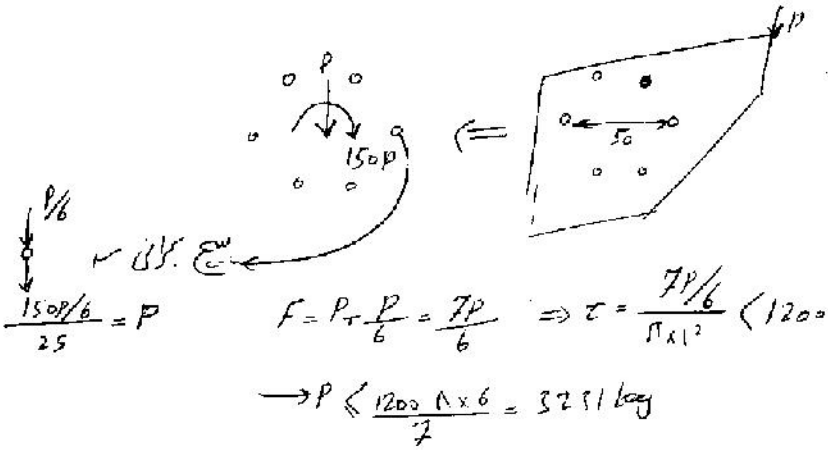


۱) ۳۲۳۰ kg

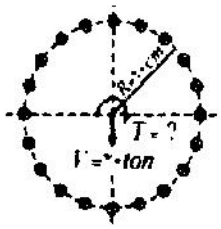
۲) ۹۴۲۵ kg

۳) ۷۵۴۰ kg

۴) ۶۶۰۰ kg



در اتصال ساعتی شکل مقابل چنانچه از ۲۰ عدد پیچ $M\,8.8$ به قطر $20\,mm$ استفاده شود. در صورتی‌که تنش مجاز پیچ‌ها برابر $1600\,kg/cm^2$ باشد، حداکثر لنگر پیچشی T که می‌تواند به اتصال وارد شود کدام‌یک از مقادیر زیر است؟ (نظام مهندسی)



۱) $T = 50\,t\cdot m$

۲) $T \simeq 32\,t\cdot m$

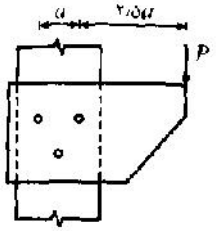
۳) $T \simeq 65\,t\cdot m$

۴) $T \simeq 60\,t\cdot m$

$$\text{بیشترین تنش برشی گوه} = \frac{V}{20} + \frac{T/20}{40} = \frac{20000}{20} + \frac{T}{800} = 1000 + \frac{T}{800}$$

$$\tau = \frac{1000 + T/800}{\pi \times 1^2} < 1600 \rightarrow T < 3221238\ kg.cm = 32\ t.m.$$

نیروی P به کمک سه پیچ مشابه مطابق شکل به ستون منتقل می‌شود. براساس تحلیل الاستیک بیشترین نیروی ایجاد شده در پیچ‌ها چقدر می‌باشد؟ فاصلهٔ مراکز پیچ‌ها از یکدیگر برابر است. (آزاد ۸۱)



۱) $\frac{\sqrt{37}}{3}P$

۲) $\frac{\sqrt{28}}{3}P$

۳) $\frac{\sqrt{35}}{3}P$

۴) $2P$