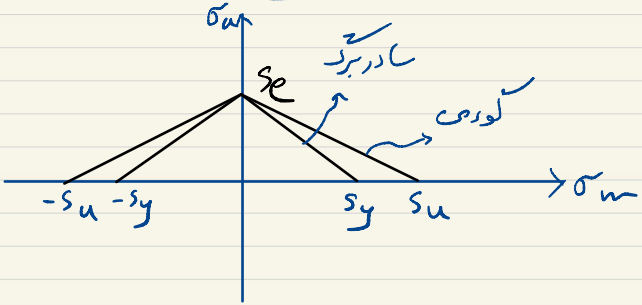
بسم الله الرحمن الرحیم

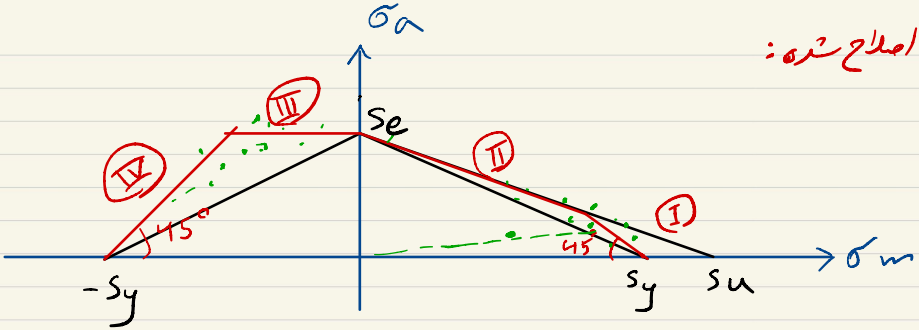
طراحی اجزاء یک — جلسه ۱۲

۲- تئوری گودمن — Goodman

$$\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_u} = \frac{1}{n}$$



۳- تئوری گودمن اصلاح شده:



خط I) $\frac{\sigma_a}{S_y} + \frac{\sigma_m}{S_y} = \frac{1}{n} \rightarrow \frac{\sigma_a + \sigma_m}{S_y} = \frac{1}{n} \rightarrow \frac{S_y}{\sigma_{max}} = n$ yield

یعنی اگر $\sigma_a \gg \sigma_m$ است کافی است که صفحه yield مورد بررسی قرار گیرد.

خط II) $\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_u} = \frac{1}{n}$ تئوری گودمن (بارگذاری نوسانی و میانگین مثبت)

III) خط $n = \frac{S_e}{\sigma_a}$ ضعف خستگی

یعنی اگر σ_m کوچک است و بصورت فشاری، می‌توان از آن صرفنظر کرد. چون تنش بکنواخت فشاری است پس با حذف آن کارها محافظه‌کارانه‌تر است.

IV) خط $\frac{\sigma_a}{S_y} + \frac{\sigma_m}{S_y} = \frac{1}{n} \longrightarrow \frac{S_y}{\sigma_{max}} = n$ yield

اگر σ_m فشاری باشد و به اندازه کافی بزرگ باشد به ترک‌ها اجازه باز شدن نمی‌دهد و کلا پدیده خستگی از بین می‌رود.

نکته: اگر $\sigma_m < 0$ (فشاری) ← Yield – Fatique –

توجه: ضریب اطمینان

1_ yield: $n = \frac{S_y}{\sigma_{max}}$

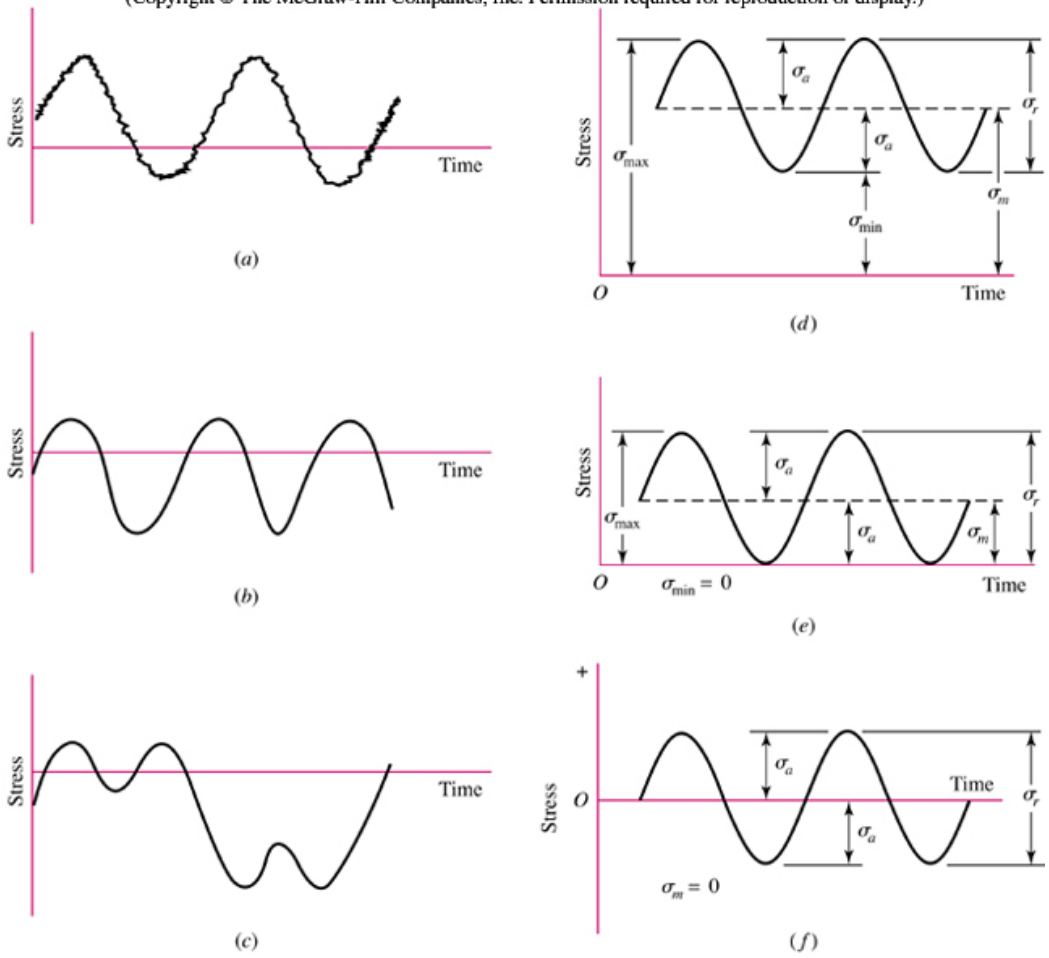
2_ Fatique: کاملا نوسانی

- عمر نامحدود: $n = \frac{S_e}{\sigma_{max}}$
- عمر محدود: $n = \frac{S_f}{\sigma_{max}}$

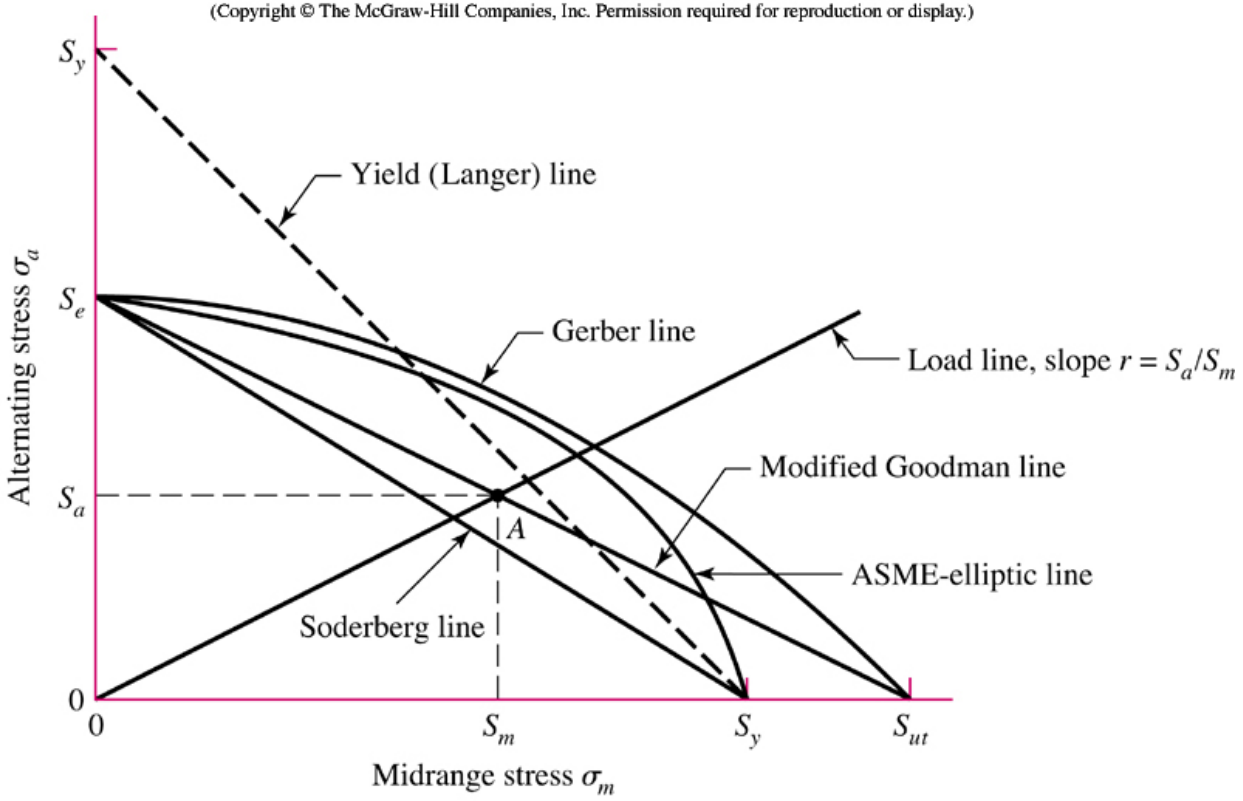
3_ بارگذاری توام (گودمن)

- عمر نامحدود: $\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_u} = \frac{1}{n}$
- عمر محدود: $\frac{\sigma_a}{S_f} + \frac{\sigma_m}{S_u} = \frac{1}{n}$

(Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.)



(Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.)



Soderberg $\dfrac{\sigma_a}{S_e} + \dfrac{\sigma_m}{S_y} = \dfrac{1}{n}$

Gerber $\dfrac{n\sigma_a}{S_e} + \left(\dfrac{n\sigma_m}{S_{ut}}\right)^2 = 1$

Langer static yield $\sigma_a + \sigma_m = \dfrac{S_y}{n}$

Goodman $\dfrac{\sigma_a}{S_e} + \dfrac{\sigma_m}{S_{ut}} = \dfrac{1}{n}$

ASME-elliptic $\left(\dfrac{n\sigma_a}{S_e}\right)^2 + \left(\dfrac{n\sigma_m}{S_y}\right)^2 = 1$

جدول ۶-۶

معادلات خطوط شکست		مختصات نقطه تقاطع
$\frac{S_a}{S_e}+\frac{S_m}{S_{ut}}=1$	خط گودمن:	$S_a=\frac{rS_eS_{ut}}{rS_{ut}+S_e}$
$r=\frac{S_a}{S_m}$	خط بار:	$S_m=\frac{S_a}{r}$
$\frac{S_a}{S_y}+\frac{S_m}{S_y}=1$	خط لانگر:	$S_a=\frac{rS_y}{1+r}$
$r=\frac{S_a}{S_m}$	خط بار:	$S_m=\frac{S_y}{1+r}$
$\frac{S_a}{S_e}+\frac{S_m}{S_{ut}}=1$	خط گودمن:	$S_m=\frac{(S_y-S_e)S_{ut}}{S_{ut}-S_e}$
$\frac{S_a}{S_y}+\frac{S_m}{S_y}=1$	خط لانگر:	$S_a=S_y-S_m, r_{crit}=S_a/S_m$
ضریب اطمینان خستگی: $n_f=\frac{1}{\frac{\sigma_a}{S_e}+\frac{\sigma_m}{S_{ut}}}$		

جدول ۶-۷

معادلات خطوط شکست		مختصات نقطه تقاطع
$\frac{S_a}{S_e}+\left(\frac{S_m}{S_{ut}}\right)^2=1$	خط گربر:	$S_a=\frac{r^2S_{ut}^2}{2S_e}\left[-1+\sqrt{1+\left(\frac{2S_e}{rS_{ut}}\right)^2}\right]$
$r=\frac{S_a}{S_m}$	خط بار:	$S_m=\frac{S_a}{r}$
$\frac{S_a}{S_y}+\frac{S_m}{S_y}=1$	خط لانگر:	$S_a=\frac{rS_y}{1+r}$
$r=\frac{S_a}{S_m}$	خط بار:	$S_m=\frac{S_y}{1+r}$
$\frac{S_a}{S_e}+\left(\frac{S_m}{S_{ut}}\right)^2=1$	خط گربر:	$S_m=\frac{S_{ut}^2}{2S_e}\left[1-\sqrt{1+\left(\frac{2S_e}{S_{ut}}\right)^2\left(1-\frac{S_y}{S_e}\right)}\right]$
$\frac{S_a}{S_y}+\frac{S_m}{S_y}=1$	خط لانگر:	$S_a=S_y-S_m, r_{crit}=S_a/S_m$

ضریب اطمینان خستگی:

$$n_f=\frac{1}{2}\left(\frac{S_{ut}}{\sigma_m}\right)^2\frac{\sigma_a}{S_e}\left[-1+\sqrt{1+\left(\frac{2\sigma_m S_e}{S_{ut}\sigma_a}\right)^2}\right] \qquad \sigma_m>0$$

جدول ۶-۸

مختصات نقطه تقاطع	معادلات خطوط شکست
$S_a = \sqrt{\dfrac{r^2 S_e^2 S_y^2}{S_e^2 + r^2 S_y^2}}$	بیضی ASME: $\left(\dfrac{S_a}{S_e}\right)^2 + \left(\dfrac{S_m}{S_y}\right)^2 = 1$
$S_m = \dfrac{S_a}{r}$	خط بار: $r = S_a / S_m$
$S_a = \dfrac{r S_y}{1 + r}$	خط لانگر: $\dfrac{S_a}{S_y} + \dfrac{S_m}{S_y} = 1$
$S_m = \dfrac{S_y}{1 + r}$	خط بار: $r = S_a / S_m$
$S_a = \dfrac{2 S_y S_e^2}{S_e^2 + S_y^2}$	بیضی ASME: $\left(\dfrac{S_a}{S_e}\right)^2 + \left(\dfrac{S_m}{S_y}\right)^2 = 1$
$S_m = S_y - S_a, r_{crit} = S_a / S_m$	خط لانگر: $\dfrac{S_a}{S_y} + \dfrac{S_m}{S_y} = 1$

ضریب اطمینان خستگی:

$$n_f = \sqrt{\frac{1}{(\sigma_a / S_e)^2 + (\sigma_m / S_y)^2}}$$

بارگذاری توأم تنش برشی:

τ_{max} , τ_{min}

$$\tau_a = \frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{2}$$

$$\tau_m = \frac{\tau_{max} + \tau_{min}}{2}$$

توجه:

حد تسلیم ماده در بارگذاری برشی

معیار تسکا: $S_{sy} = 0.5\, S_y$

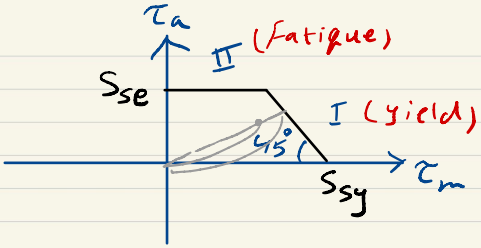
معیار فون مایز: $S_{sy} = 0.577\, S_y$

نرمال: S_y حد تسلیم ماده در بارگذاری

$S_{se} = 0.5\, S_e$

نرمال: S_e حد دوام ماده در بارگذاری

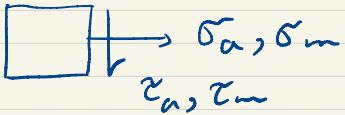
حد دوام ماده در بارگذاری برشی



I) $\rightsquigarrow \dfrac{\tau_a}{S_{sy}} + \dfrac{\tau_m}{S_{sy}} = \dfrac{1}{n} \longrightarrow \dfrac{S_{sy}}{\tau_{max}} = n$ yield

II) $\rightsquigarrow \dfrac{S_{se}}{\tau_a} = n$ Fatique

بارگذاری توام تنش برشی و نرمال بصورت همزمان:



برای چنین حالتی از تنش معادل فون مایز استفاده می‌کنیم.

$$\bar{\sigma}_m = \sqrt{\sigma_m^2 + 3\tau_m^2}$$

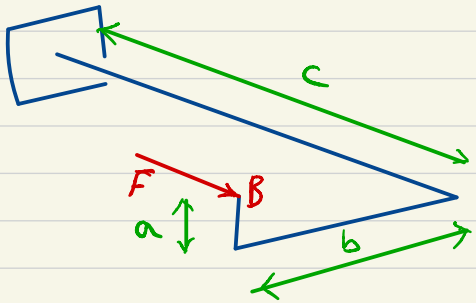
$$\bar{\sigma}_a = \sqrt{\sigma_a^2 + 3\tau_a^2}$$

$$\longrightarrow \frac{\bar{\sigma}_a}{S_e} + \frac{\bar{\sigma}_m}{S_u} = \frac{1}{n}$$

بنام او

تمرین درس طراحی اجزاء یک

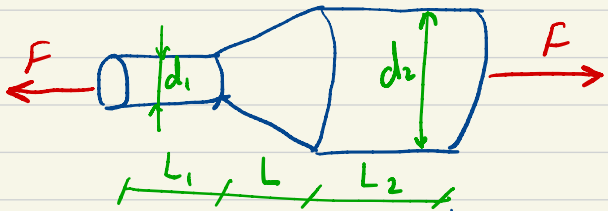
۱- برای میله نشان داده شده در شکل زیر به قطر d، خیز نقطه B را در جهت نیروی F بیابید. از تاثیر نیروی برشی عرضی صرفنظر کنید.



۲- میله نشان داده‌شده با سطح مقطع دایره‌ای دارای یک قسمت مخروطی به طول L است.

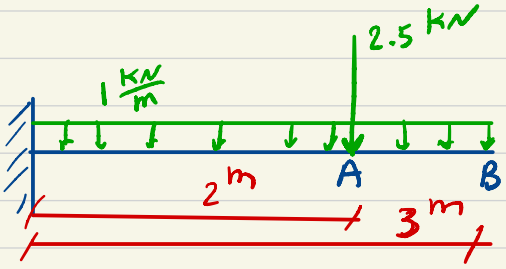
الف) با استفاده از رابطهٔ $\delta = \int_0^L \frac{F}{AE}\,dx$ ثابت کنید که

$$\delta = \frac{4}{\pi}\,\frac{FL}{d_1 d_2 E}$$

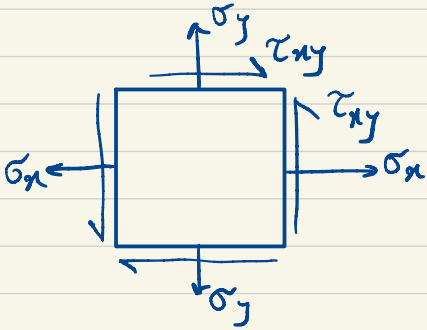


ب) برای داده‌های زیر از اینش طول هر قسمت را بیابید $d_1 = 12\ mm$ ، $d_2 = 18\ mm$ ، $L = L_1 = L_2 = 48$ ، $E = 207\ GPa$ ، $F = 8\ KN$

۳- تیر طره‌ی نشان داده‌شده متکلل است از دو نبشی فولادی با ابعاد 100×100×12 که پشت به پشت به هم متصل شده‌اند. خیز نقطه B و ماکزیمم تنش در این تیر را بیابید.



۴- برای المان‌های زیر تنش معادل فون مایز را بدست آورید و راستای تنش‌های اصلی را مشخص کنید.



الف)

$$\begin{cases} \sigma_x = -100 \text{ mpa} \\ \sigma_y = 500 \\ \tau_{xy} = 200 \end{cases}$$

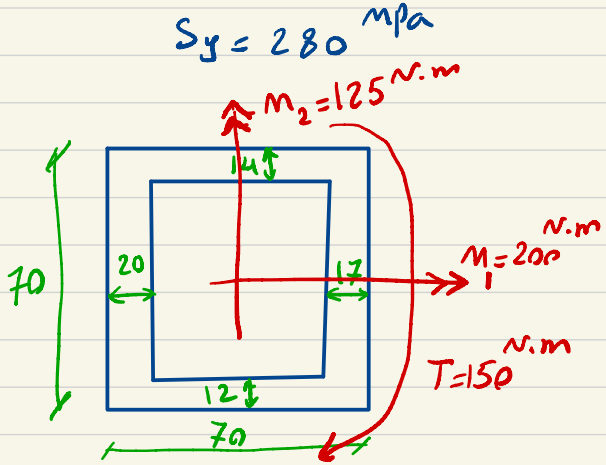
ب)

$$\begin{cases} \sigma_x = 100 \text{ mpa} \\ \sigma_y = 400 \\ \tau_{xy} = -150 \end{cases}$$

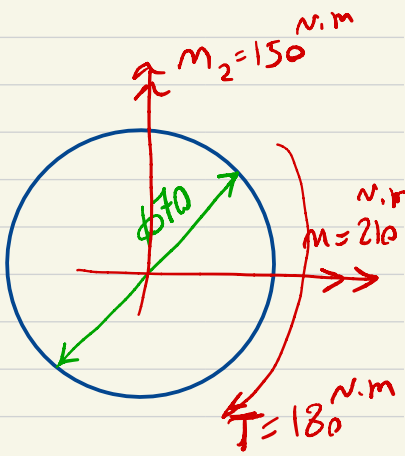
5- برای مقاطع نشان داده شده در شکل که از جنس فولادی باشند داده‌های زیر را داریم:

$S_u = 400\ mpa$

$S_y = 280\ mpa$



(الف)



(ب)

ضریب تمرکز تنش در مقاطع نشان داده شده $K_t = 1.2$ و $K_{ts} = 1.1$ می باشد

بررسی کنید که با معیارهای زیر قطعه تحت تنش های استاتیکی نشان داده شده fail می کند یا خیر. و در هر حالت ضریب اطمینان را نیز پیدا کنید.

الف) تئوری انرژی تغییر شکل

ب) تئوری ترسکا

ج) تئوری ماکزیمم تنش نرمال

6. مسأله قبل را برای حالتی که جنس قطعه از مواد ترد با مشخصات زیر باشد با استفاده از تئوری های زیر مجدد حل کنید (چک کردن Fail ، و ضریب اطمینان)

$$\begin{cases} S_{ut} = 293\ mpa \\ S_{uc} = 965\ mpa \end{cases}$$

الف) ماکزیمم تنش نرمال

ب) کلومب مور

ج) مور تغییر یافته

7 ـ محور نشان داده شده در شکل زیر از فولاد باجواص $S_y = 290\ mpa$ و $S_u = 524\ mpa$ ساخته شده است. اگر عمر 10^5 سیکل با قابلیت اطمینان $R = 99\%$ مدنظر باشد، ضریب اطمینان را برای دو حالت زیر بیابید

الف) محور ثابت است و نیروی P بین $-1\ kN$ و $6\ kN$ تغییر می کند

ب) محور دوار است و نیروی P مقدار ثابت $5\ kN$ را دارد.