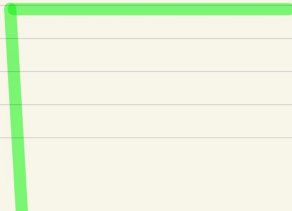
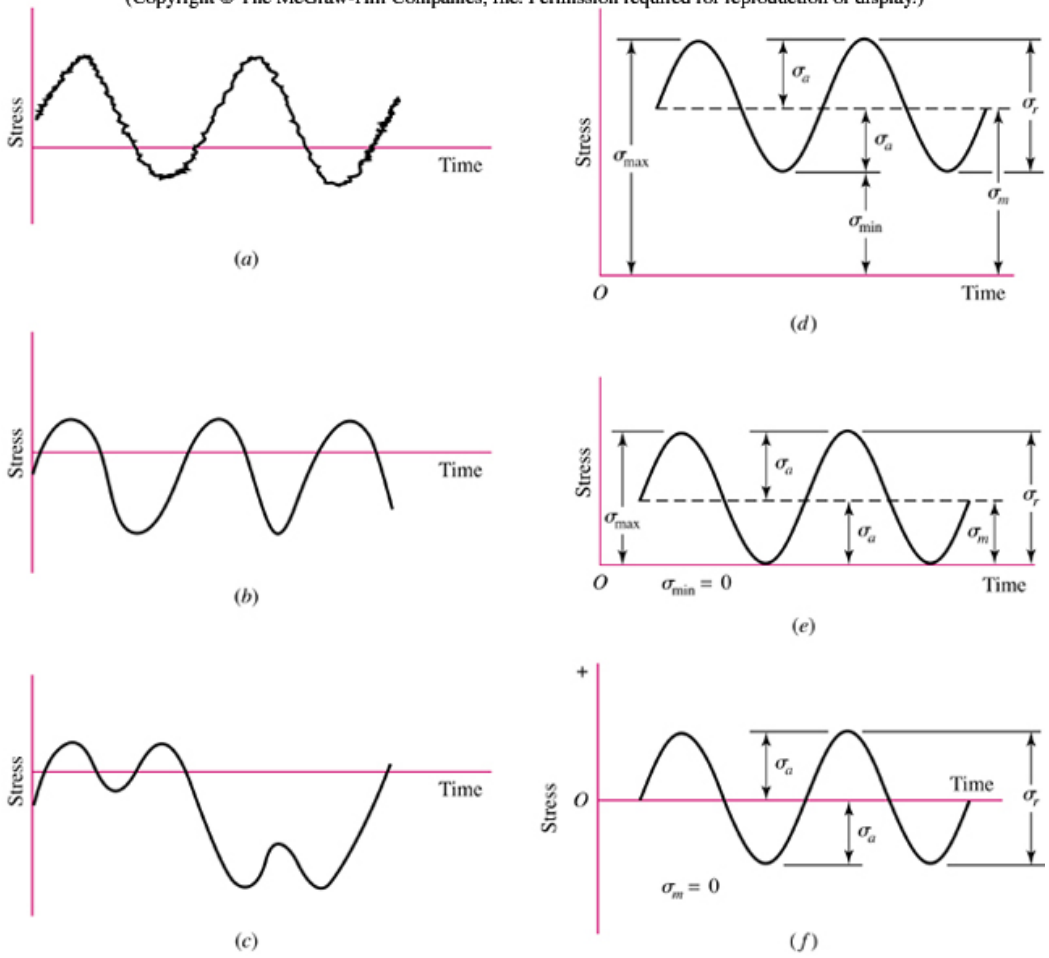
بسم الله الرحمن الرحيم

طراحی کد

جلسه ۱۵



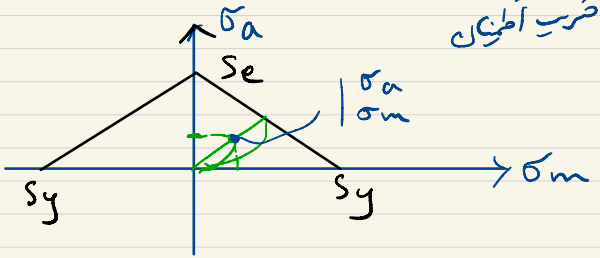
(Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.)

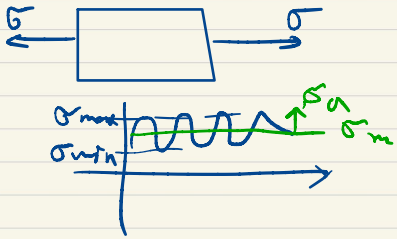


۱- تئوری سادربرگ Soderberg

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

ضریب اطمینان



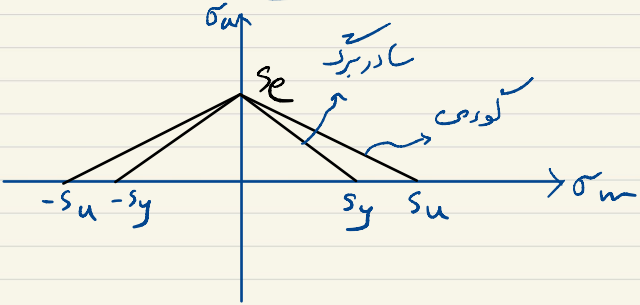


$$\frac{S_y}{\sigma_{max}} = n \rightsquigarrow \sigma_{max} = \frac{S_y}{n}$$

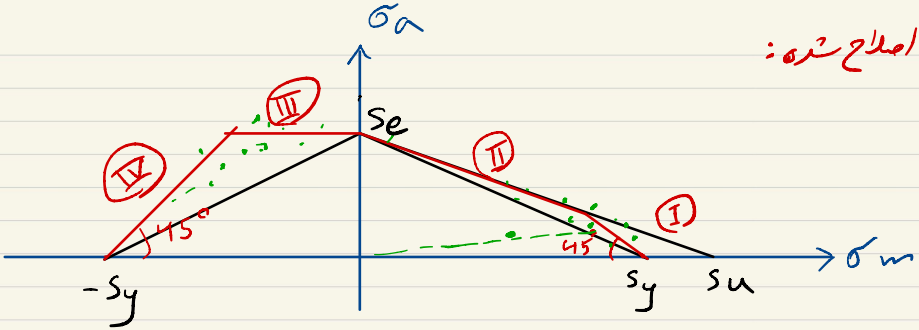
$$n = 2 \Rightarrow \sigma_{max} = \frac{S_y}{2}$$

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: $n = \frac{S_y}{\sigma_{max}}$

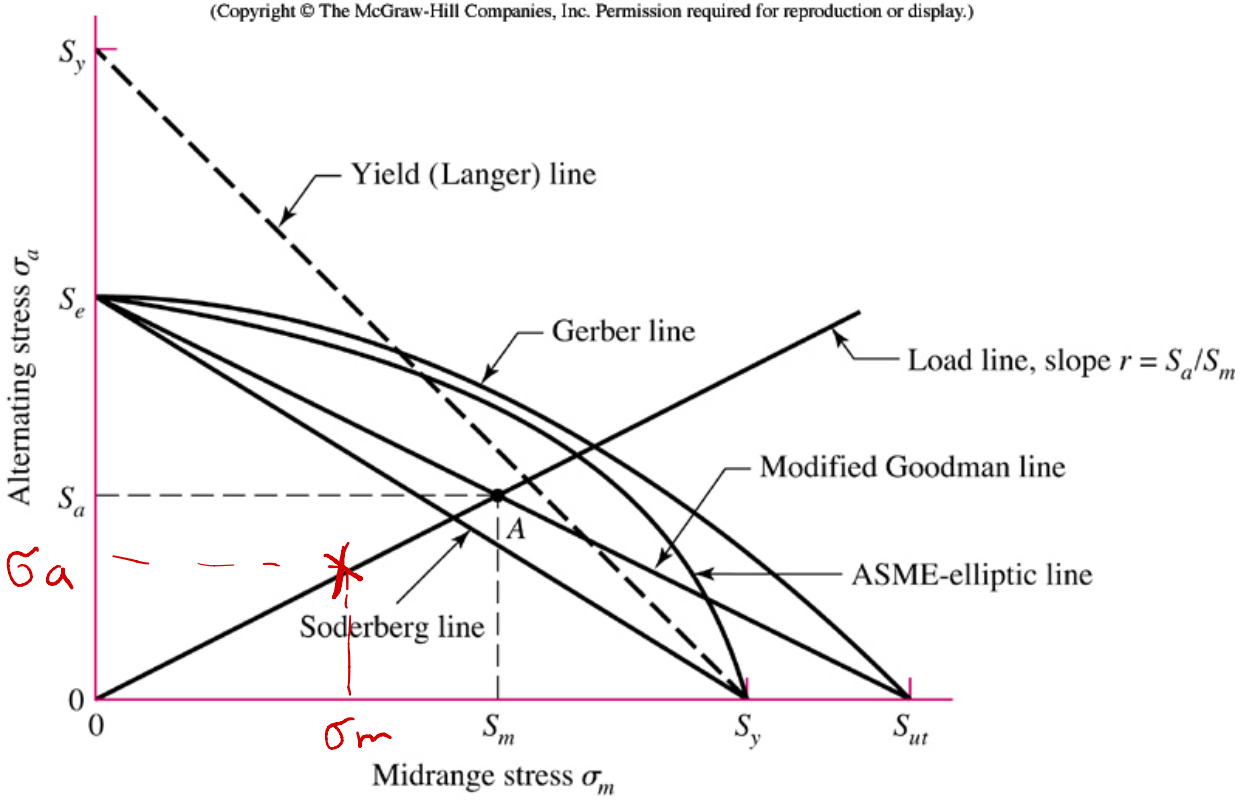
2_ Fatique: کاملا نوسانی

- 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.)



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:

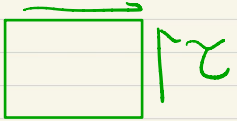
$$n_f = \sqrt{\frac{1}{(\sigma_a / S_e)^2 + (\sigma_m / S_y)^2}}$$

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:

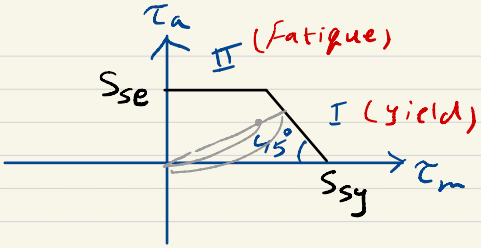
حد تسلیم ماده در بارگذاری برشی

معیار تورسکا — نرمال S_y حد تسلیم ماده در بارگذاری $\longrightarrow$ $S_{sy} = 0.5\, S_y$

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

نرمال S_e حد دوام ماده در بارگذاری $\longrightarrow$ $S_{se} = 0.5\, S_e$

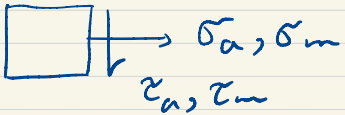
حد دوام ماده در بارگذاری برشی



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.

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

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

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