



دانشگاه سمنان، دانشکده مکانیک

طراحی اجزاء ۱

فصل پنجم: شکست ناشی از بار ثابت

مدرس: دکتر نیکوبین



مقدمه

شکست ناشی از بار ثابت

جلد هفتم

Failure Prevention

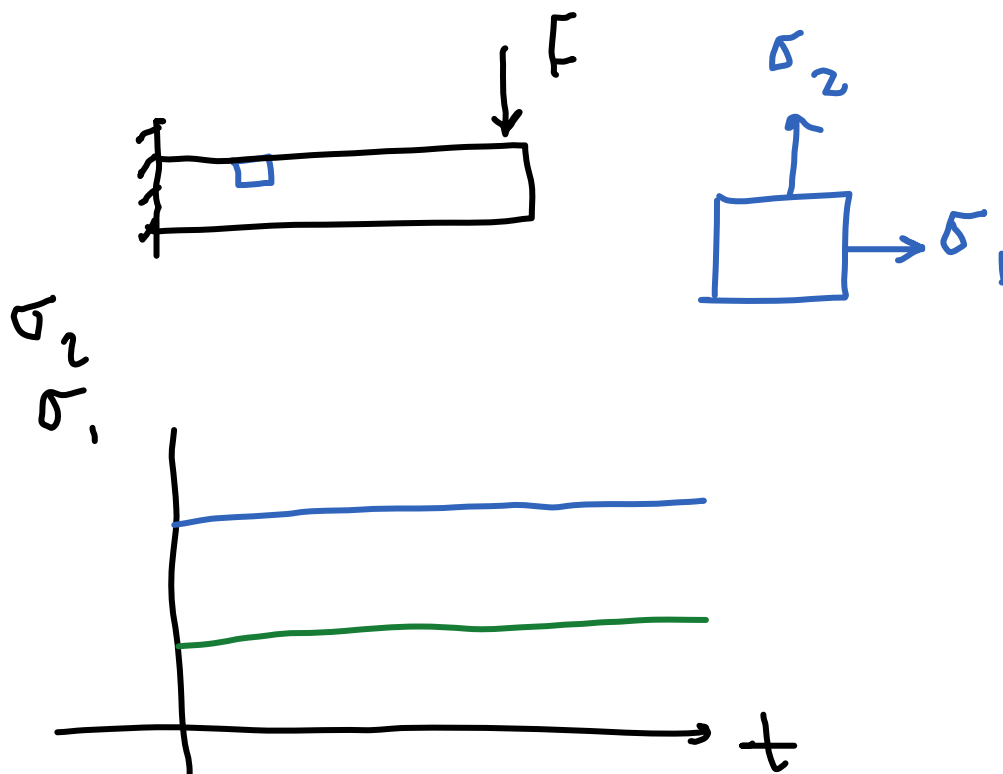
Chapter 5 Failures Resulting from Static Loading **241**

Chapter 6 Fatigue Failure Resulting from Variable Loading **285**

شکست ناشی از بار ثابت

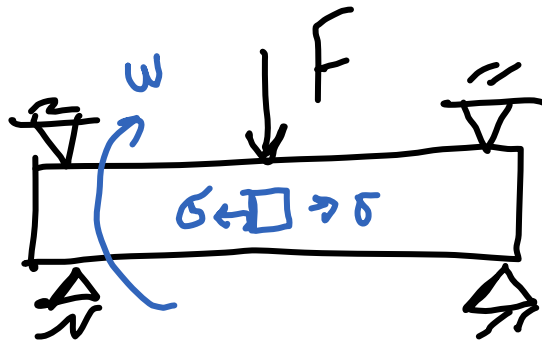
مقدمه

اگر F ثابت باشد



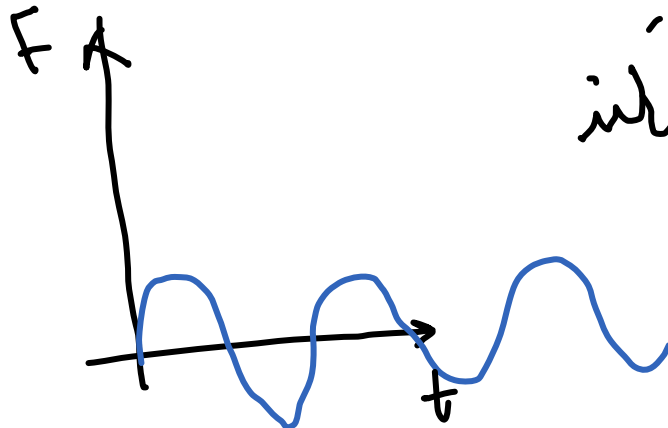
شکست ناشی از بار ثابت

مقدمه

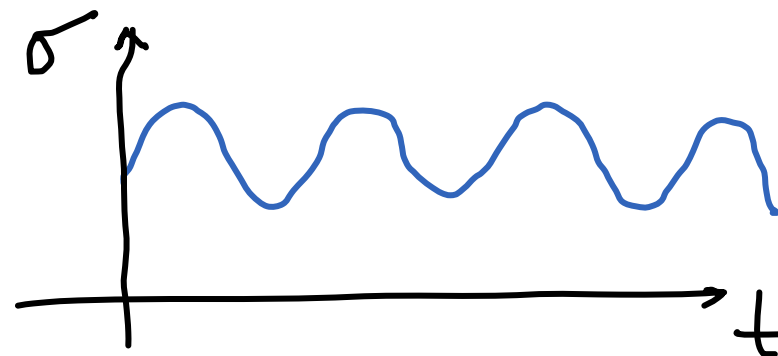


تنش متغیر - F متغیر، سِد ثابت

- F ثابت است اما سِد در طول می‌لنگد

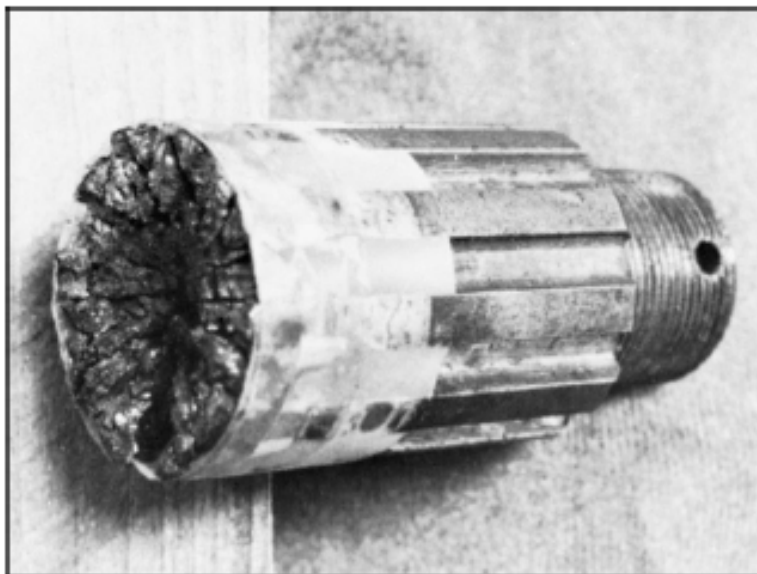


فصل ششم

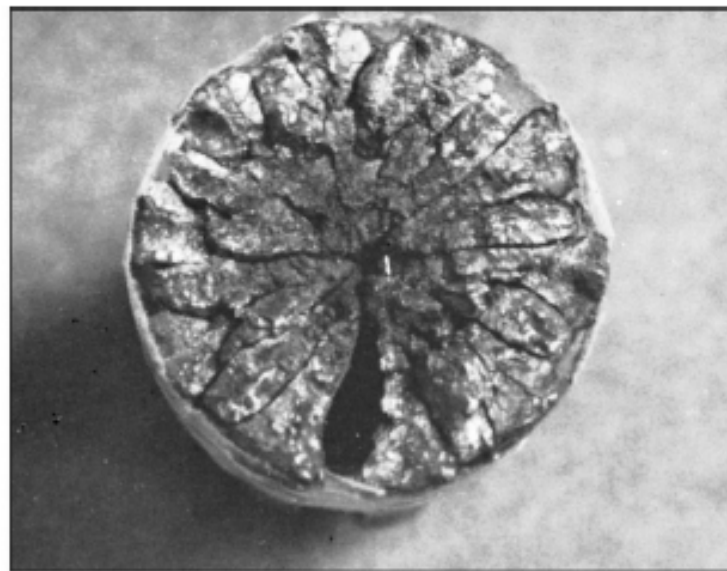


شکست ناشی از بار ثابت

مقدمه



(a)



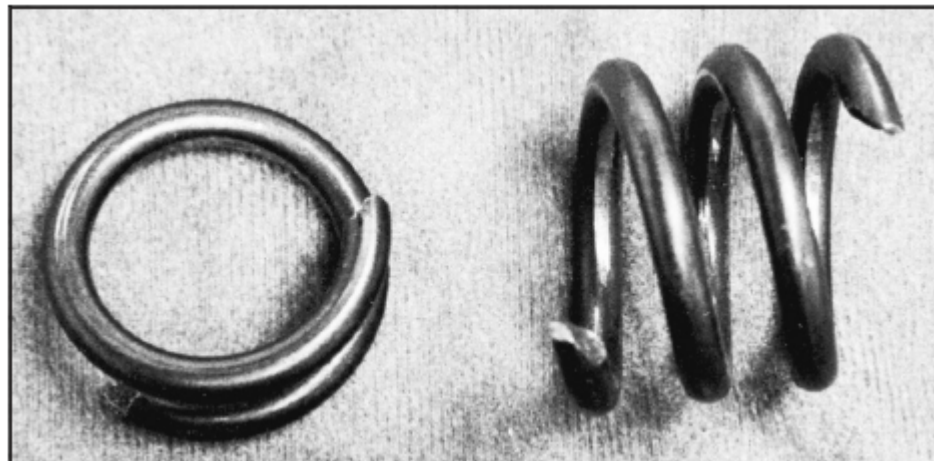
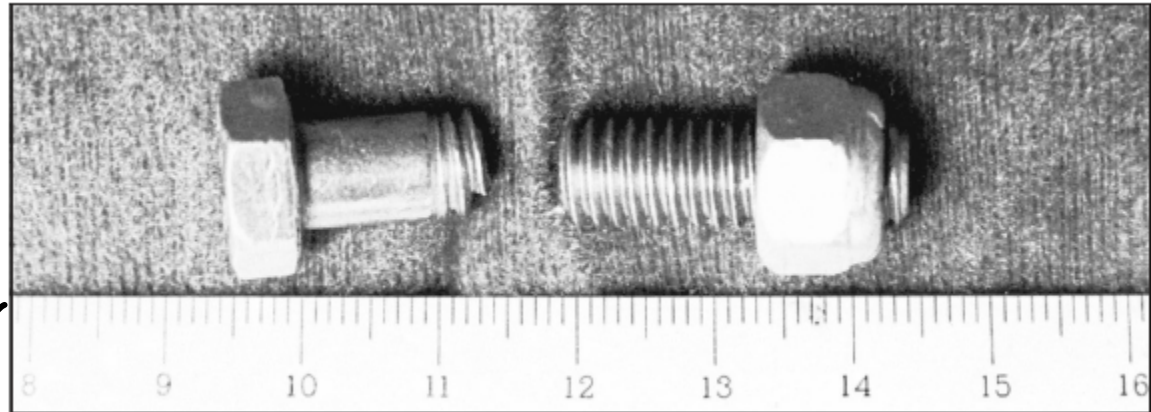
(b)

نفت روار، انتقال محذره شکست خستگی

شکست ناشی از بار ثابت

مقدمه

هدف این است که
در آلی پلکانی اینها
نه فقط تحت بارگذاری
مور افتار شکلند،
و آن بار را بتواند تحمل کند
با مدد ب لینی مواد



شکست ناشی از بار ثابت

مقدمه

Ductile materials (yield criteria)

- Maximum shear stress (MSS), Section 5-4
- Distortion energy (DE), Section 5-5
- Ductile Coulomb-Mohr (DCM), Section 5-6

مشارع نرم
tresca
عنوان ماینز

Brittle materials (fracture criteria)

- Maximum normal stress (MNS), Section 5-8
- Brittle Coulomb-Mohr (BCM), Section 5-9
- Modified Mohr (MM), Section 5-9

مشارع سگد

ماکزیمم تنش برشی

شکست ناشی از بار ثابت

The maximum-shear-stress (MSS) theory predicts that yielding begins whenever the maximum shear stress in any element equals or exceeds the maximum shear stress in a tension-test specimen of the same material when that specimen begins to yield.

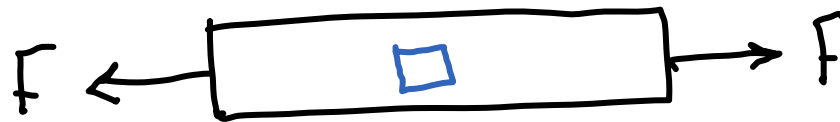
The MSS theory is also referred to as the Tresca or Guest theory.

تئوری زمانگی برحسب حد که تنش برشی ماکزیمم در هر العان، مادی
بیشتر از تنش برشی ماکزیمم در نمونه تست کشش از همان
ماده وقتی که نمونه شروع به تسلیم می کند

$\sigma_y/2$

ماکزیمم تنش برشی

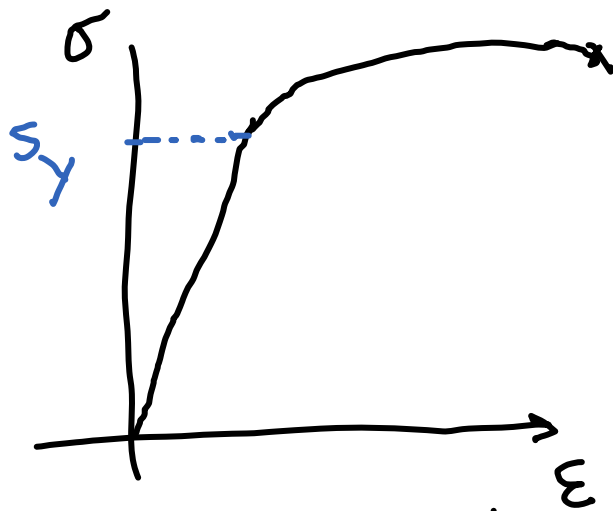
شکست ناشی از بار ثابت



$$\sigma = \frac{F}{A}$$

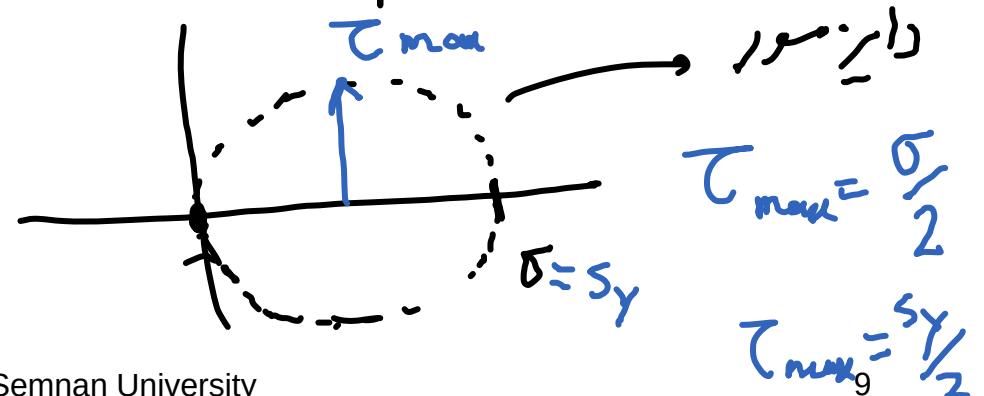
وقتی σ به s_y می‌رسد نمونه آزمون

به تسلیم می‌رسد. $\sigma \rightarrow s_y$



$$\begin{cases} \sigma_1 = \sigma \\ \sigma_2 = 0 \end{cases}$$

تنش برشی ماکزیمم در نمونه تست کشتن؟



شکست ناشی از بار ثابت ماکزیمم تنش برشی

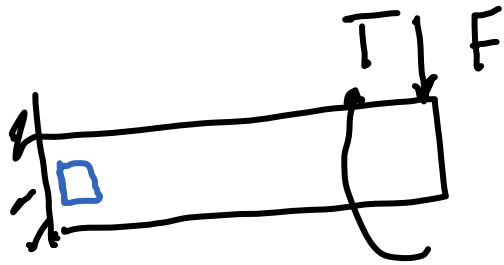
محور است گشتش وقتی؛ تسلیم می راند

$$\sigma \rightarrow s_y$$

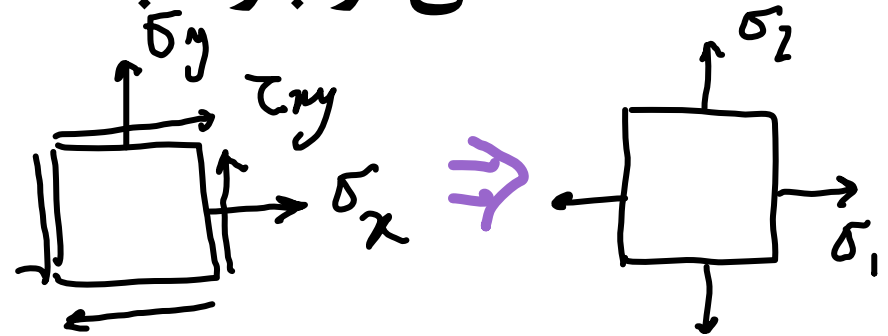
$$\tau_{max} \rightarrow s_{y/2} = s_{sy}$$

تسلیم زمانی رخ می دهد که تنش برشی ماکزیمم در هر العا، مادی
بیشتر از $s_{y/2}$ شود.

ماکزیمم تنش برشی



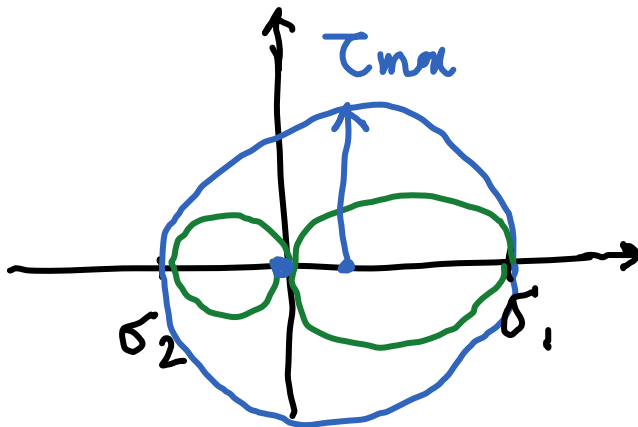
شکست ناشی از بار ثابت



معادله σ_{max} از دو تنش اصلی

ماکزیم تنش برشی

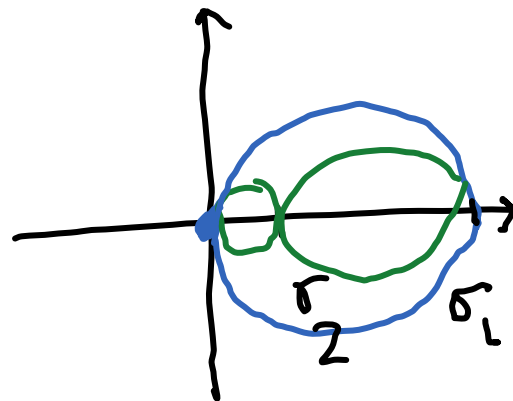
شکست ناشی از بار ثابت



$$\sigma_1 > 0 > \sigma_2$$

$$\sigma_3 = 0$$

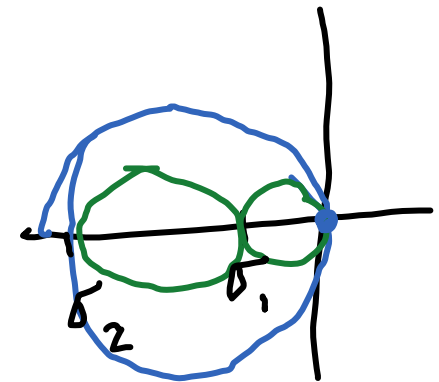
$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}$$



$$\sigma_1 > \sigma_2 > 0$$

$$\sigma_3 = 0$$

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1}{2}$$



$$\sigma_2 < \sigma_1 < 0$$

$$\sigma_3 = 0$$

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_2}{2}$$

ماکزیمم تنش برشی

شکست ناشی از بار ثابت

$$n = \frac{0.5 S_y}{\tau_{max}}$$

تنوعی MSS

n ضریب ایمنی اغلب $n > 2$

$$n = \frac{S_y}{\tau_{max}}$$

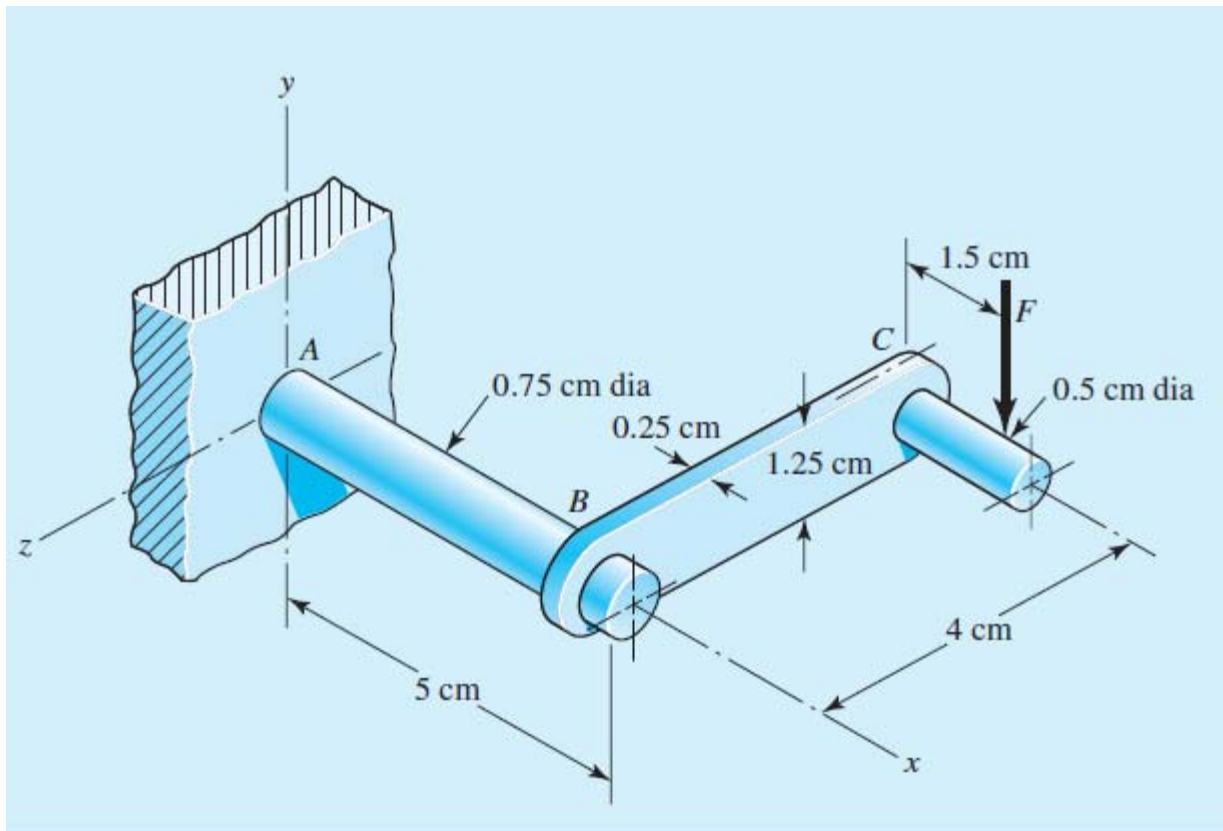
$$S_{sy} = 0.5 S_y$$

τ_{max} تنش برشی ماکزیمم در

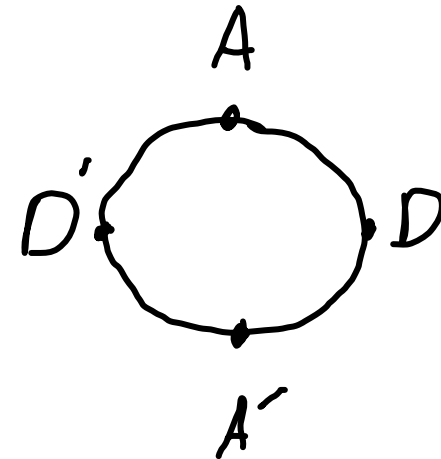
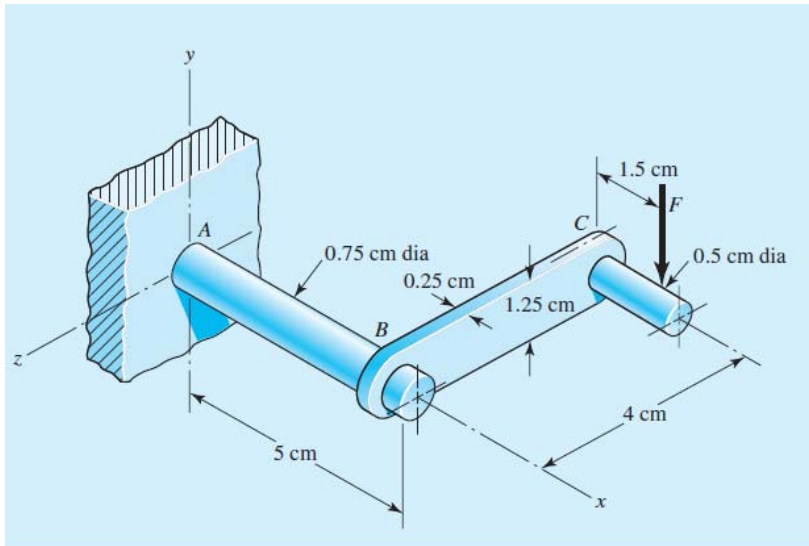
المان برآنی عضو مورد نظر

A decorative graphic consisting of several squares of different sizes and shades of blue and purple, arranged in a non-uniform pattern.

$F = 300 \text{ N}$ وزن را با استفاده از تئوری MSS برای این مثلث محاسبه کنید

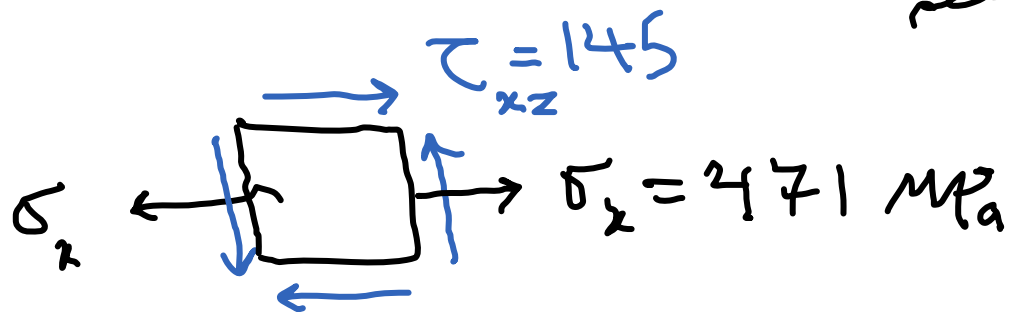


تحلیل نیرو و تنش انواع تنشها مثال ۳-۸

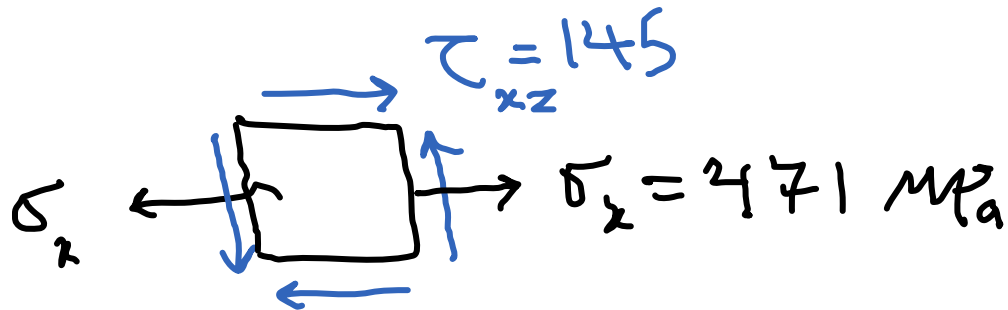


الوان برآنی در این مقاطع فقط
A خواص مورد

$$\tau_A = 0$$



تحليل نیرو و تنش انواع تنشها مثال ۳-۱



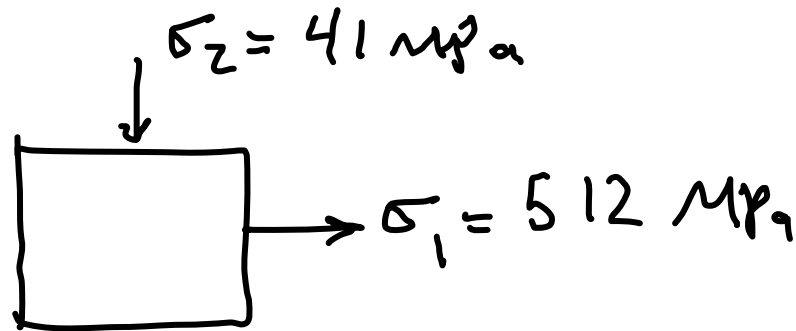
$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_z}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_z}{2}\right)^2 + \tau_{xz}^2}$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{471 + 0}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{471 - 0}{2}\right)^2 + 145^2}$$

$$= 235.5 \pm 276.5 = \begin{cases} \sigma_1 = 512 \text{ MPa} \\ \sigma_2 = -41 \text{ MPa} \end{cases}$$

ماکزیمم تنش برشی

شکست ناشی از بار ثابت



$$\sigma_2 = -41$$

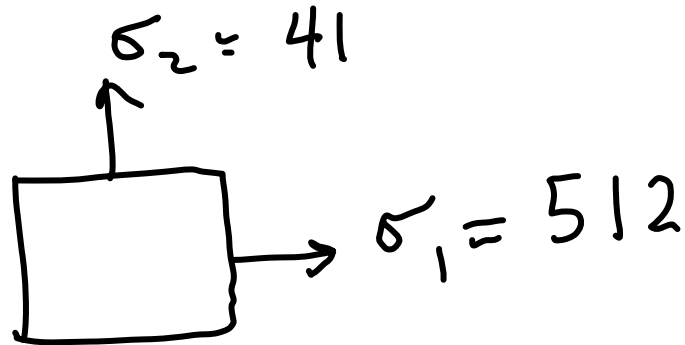
$$\sigma_1 > 0 > \sigma_2 \Rightarrow \tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}$$

$$\Rightarrow \tau_{max} = \frac{512 - (-41)}{2} = \frac{553}{2} = 276.5 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{0.5 S_y}{\tau_{max}} = \frac{0.5 \times 600}{276.2} = \frac{300}{276.5} = 1.08$$

شکست ناشی از بار ثابت

ماکزیمم تنش برشی



حالت است

$$\sigma_1 = 512 \text{ MPa}$$

$$\sigma_2 = 41 \text{ MPa}$$

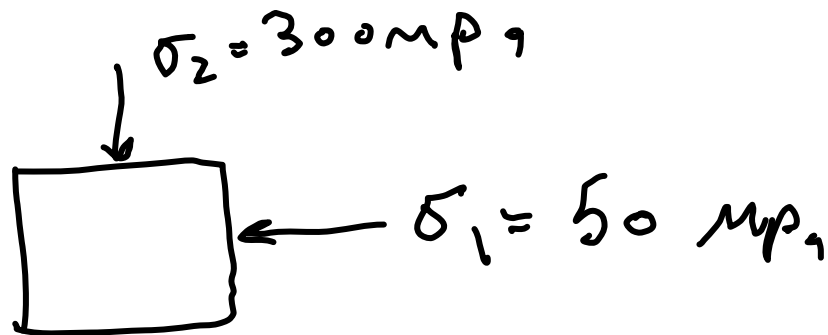
$$\sigma_1 > \sigma_2 > 0$$

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{512}{2} = 256 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{0.55\gamma}{\tau_{max}} = \frac{300}{256} = 1.17$$

شکست ناشی از بار ثابت

ماکزیمم تنش برشی



حالت دیر

$$\sigma_1 = -50$$

$$\sigma_2 = -300$$

$$\sigma_2 < \sigma_1 < 0$$

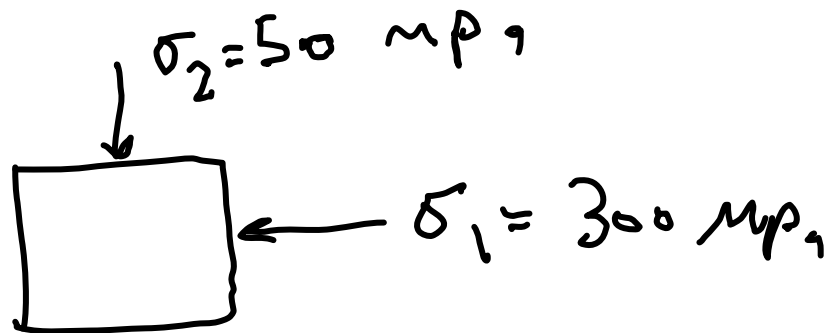
$$\gamma_y = 600$$

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_2}{2} = \frac{300}{2} = 150$$

$$n = \frac{0.5 \gamma_y}{\tau_{max}} = \frac{300}{150} = 2$$

شکست ناشی از بار ثابت

ماکزیمم تنش برشی



حالت دیگر

$$\sigma_2 = -50$$

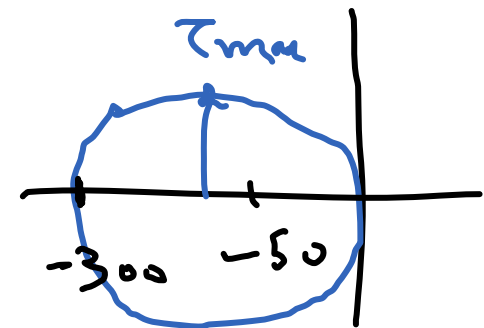
$$\sigma_1 = -300$$

$$\sigma_1 < \sigma_2 < 0$$

$$\gamma_y = 600$$

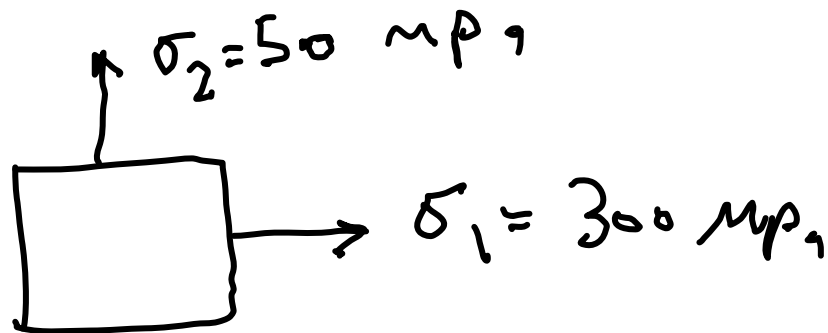
$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{300}{2} = 150$$

$$n = \frac{0.5 \gamma_y}{\tau_{max}} = \frac{300}{150} = 2$$



شکست ناشی از بار ثابت

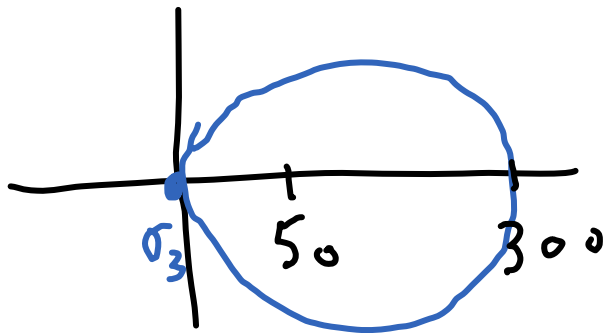
ماکزیمم تنش برشی



حالت دیر

$$\sigma_1 = 300$$

$$\sigma_2 = 50$$

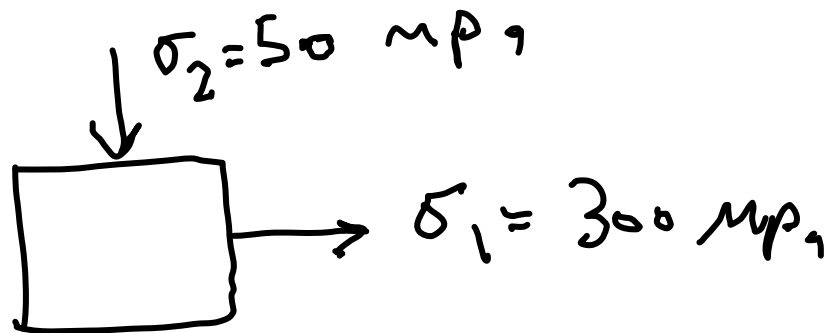


$$\tau_{max} = \frac{300 - 50}{2} = 150 \rightarrow \gamma = 60^\circ$$

$$n = \frac{300}{150} = 2$$

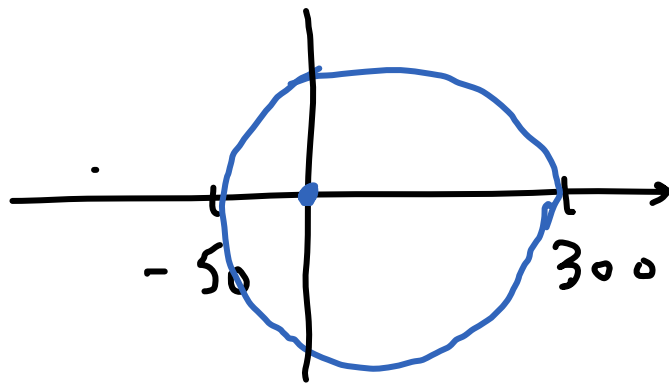
شکست ناشی از بار ثابت

ماکزیمم تنش برشی



حالت دیگر

$$\sigma_1 = 300$$
$$\sigma_2 = -50$$

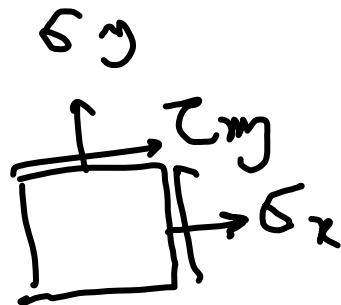


$$\gamma_y = 600$$

$$\tau_{max} = \frac{300 - (-50)}{2} = 175$$

$$n = \frac{300}{175} = 1.7$$

ماکزیمم تنش برشی



شکست ناشی از بار ثابت

خلاله تئوری MSS

۱- محاسب تنشها برای المان بحرانی

۲- محاسب تنشهای اصلی $\begin{cases} \sigma_1 \\ \sigma_2 \end{cases}$

$\sigma_3 = 0$

τ_{max}

۳- محاسب

$$\sigma_1 > 0 > \sigma_2$$

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}$$

$$\sigma_1 > \sigma_2 > 0$$

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1}{2}$$

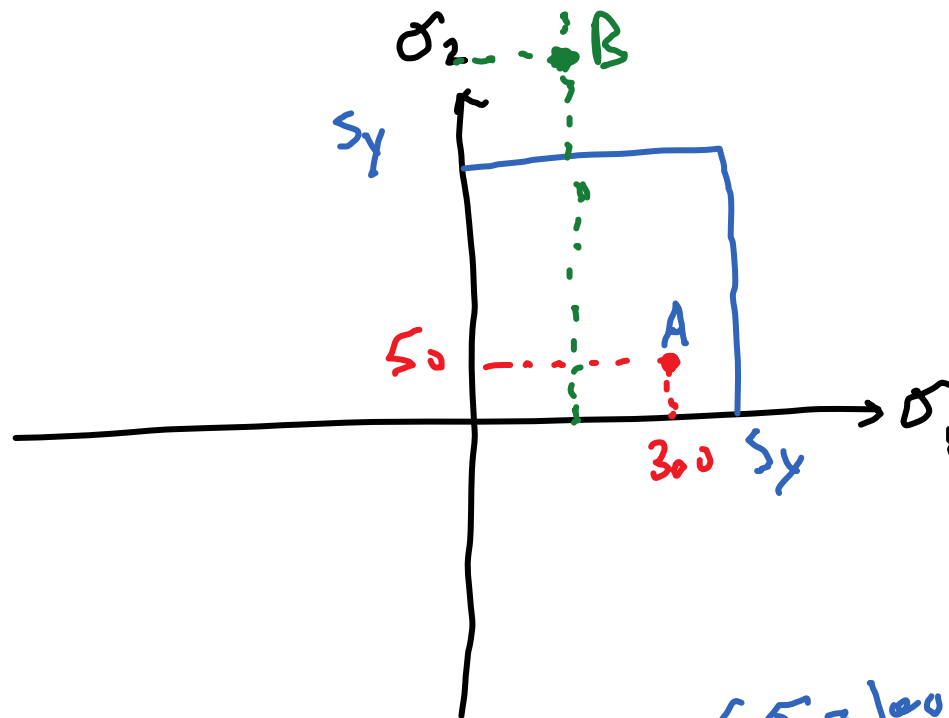
$$\sigma_1 < \sigma_2 < 0$$

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1}{2}$$

$$n = \frac{0.55 \gamma}{\tau_{max}} - K$$

شکست ناشی از بار ثابت ماکزیمم تنش برشی

تنش بر افغانی نسبی MSS در عضو تنش



حالت اول $\sigma_1 > \sigma_2 > 0$

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{s_y}{2}$$

$$\Rightarrow \sigma_1 = s_y$$

$$\sigma_2 = s_y$$

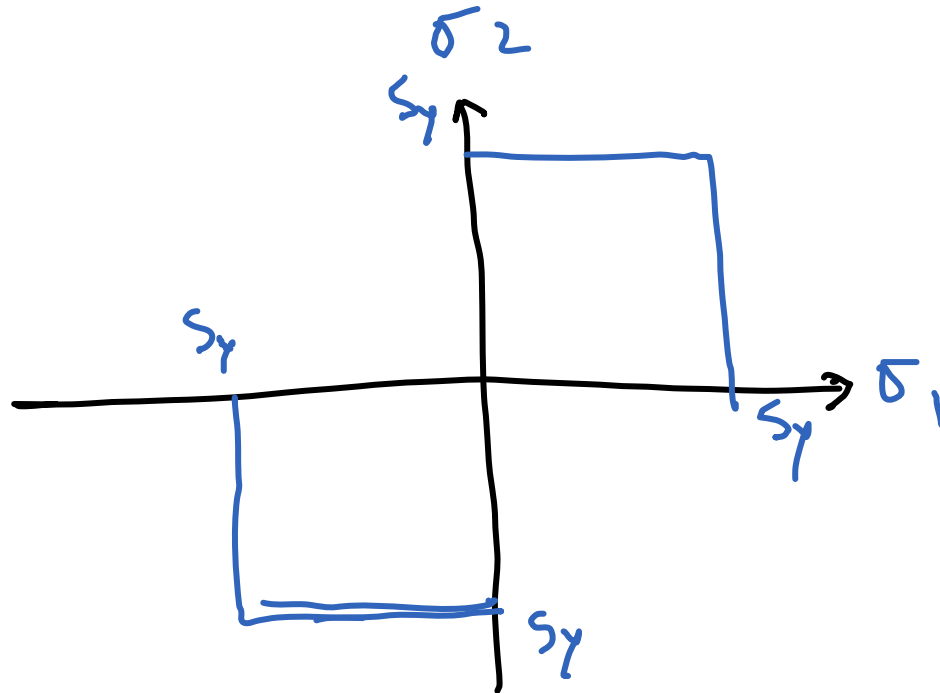
$$B = \begin{cases} \sigma_1 = 100 \\ \sigma_2 = 500 \end{cases}$$

$$A \begin{cases} \sigma_1 = 300 \\ \sigma_2 = 50 \end{cases}$$

$$s_y = 400$$

شکست ناشی از بار ثابت

ماکزیمم تنش برشی



حالت دوم

$$\sigma_1 < \sigma_2 < 0$$

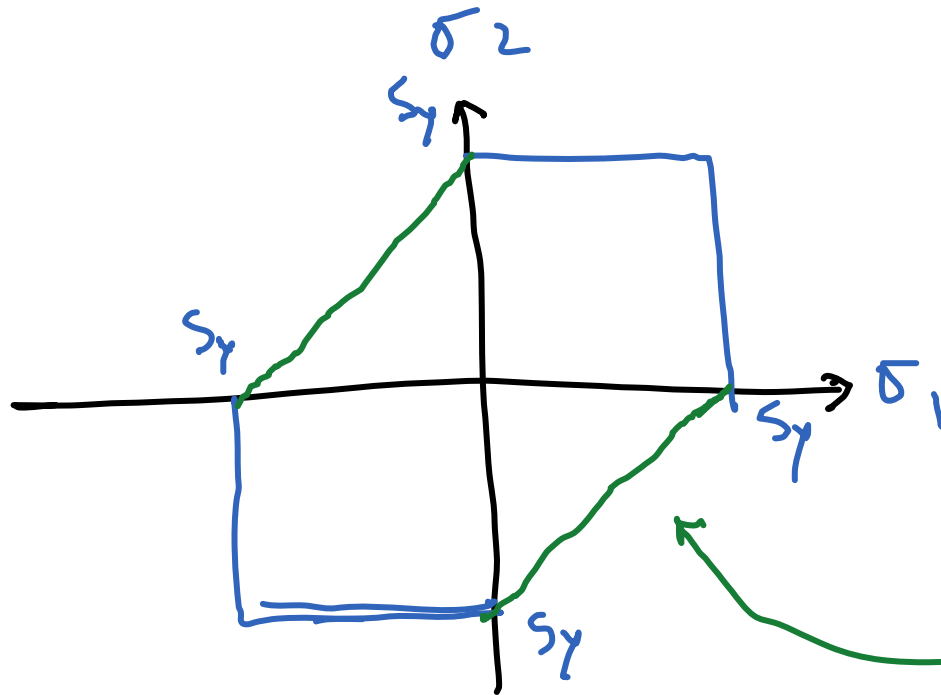
$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{s_y}{2}$$

$$\sigma_1 = -s_y$$

$$\sigma_2 = -s_y$$

شکست ناشی از بار ثابت

ماکزیمم تنش برشی



حالت سرم

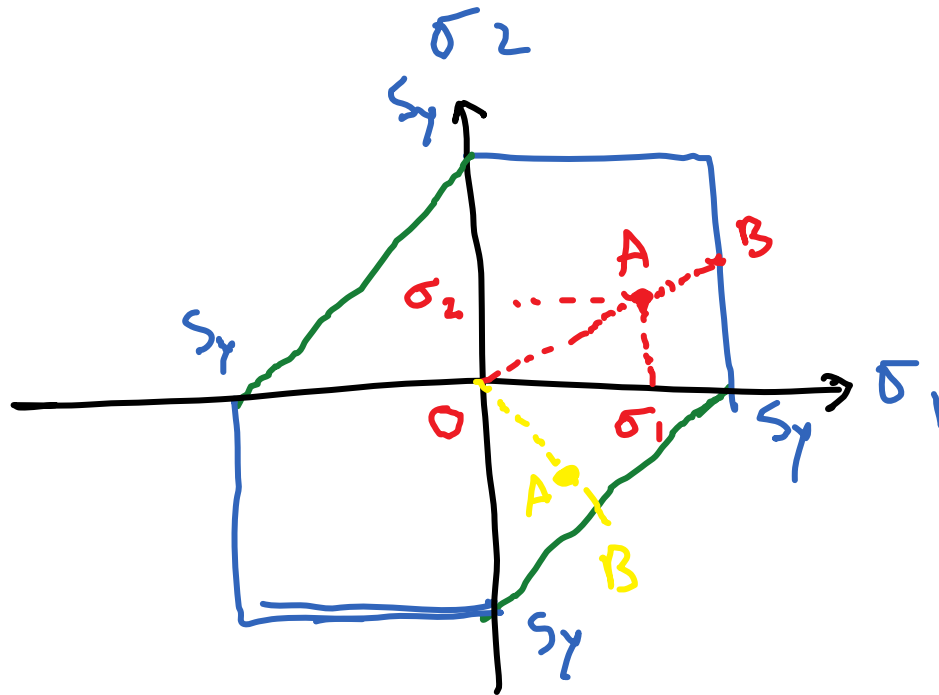
$$\sigma_1 > 0 > \sigma_2$$

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} = \frac{s_y}{2}$$

$$\sigma_1 - \sigma_2 = s_y$$

$$\sigma_1 = \sigma_2 + s_y$$

ماکزیمم تنش برشی



شکست ناشی از بار ثابت

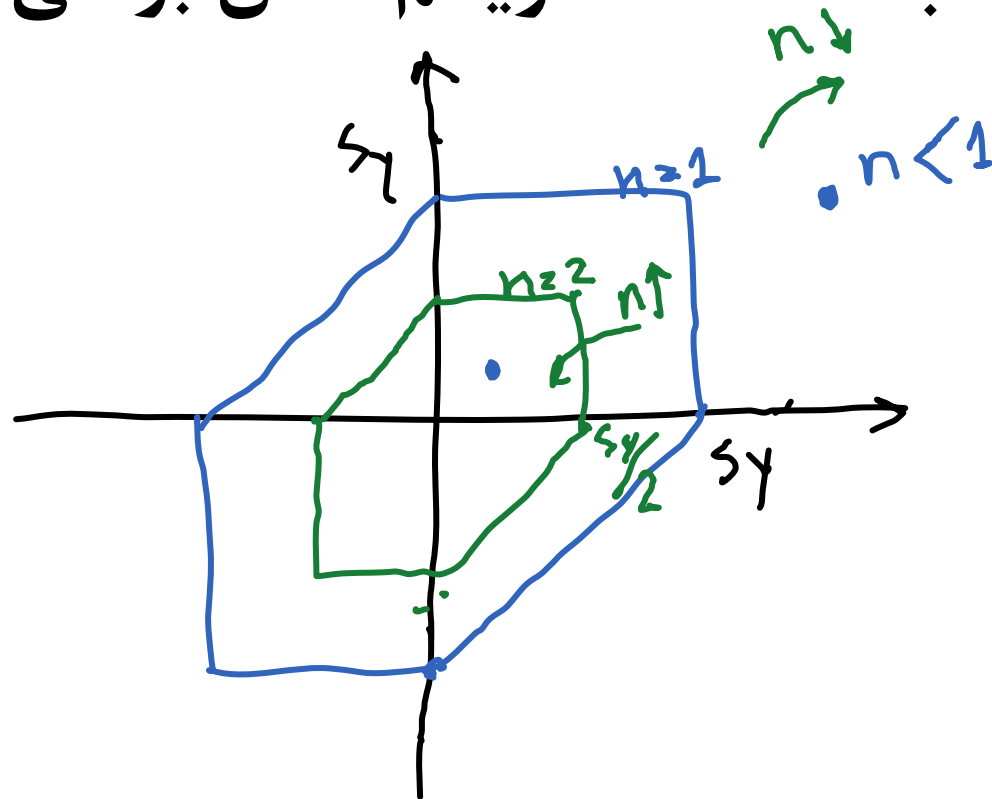
$$A = \begin{Bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \end{Bmatrix}$$

$$n = \frac{OB}{OA} = \frac{\sigma_y}{\sigma_1}$$

$$= \frac{0.5 \sigma_y}{0.5 \sigma_1} = \frac{\sigma_y}{\tau_{max}}$$

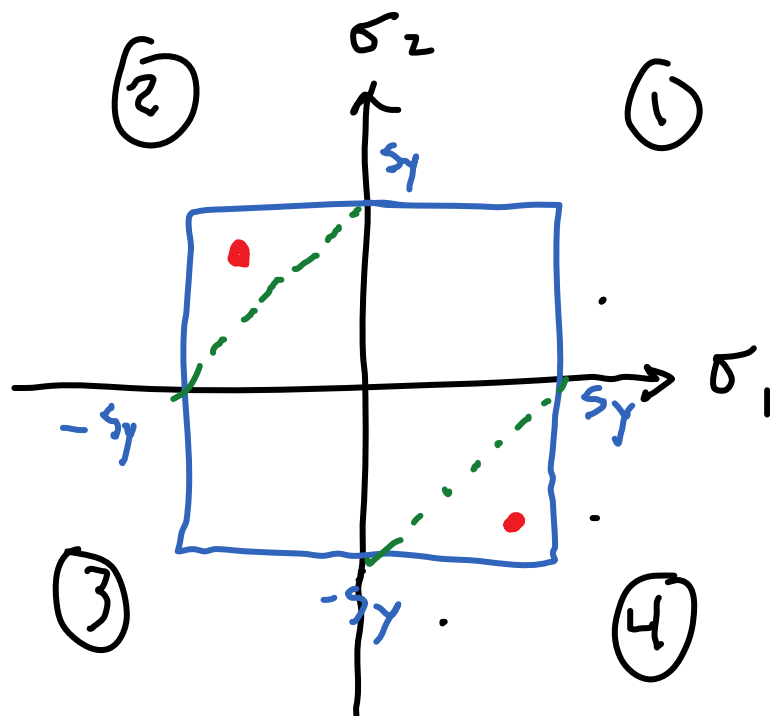
$$n = \frac{OB}{OA}$$

شکست ناشی از بار ثابت ماکزیمم تنش برشی

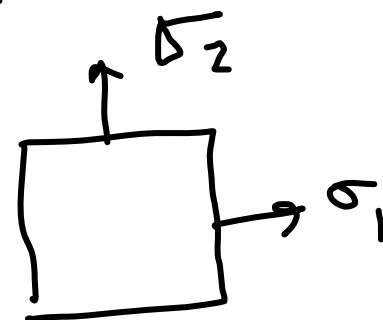


ماکزیمم تنش برشی

شکست ناشی از بار ثابت



تنوی حالتی که تنش کم‌تری
حکماً وقتی، سلیم می‌رسد که
 $\sigma_1 \leq \sigma_2$ - s_y بر کند



این تنوی برای مواد نرم تسلط را درست نشو، یعنی کند
این تنوی در حالت (1) و 3 ضرب نشو، یعنی کند

شکست ناشی از بار ثابت

تئوری انرژی واپیچش

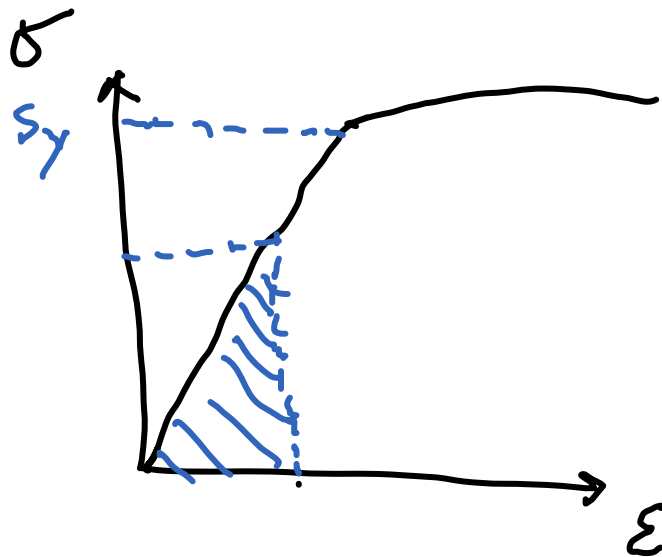
جلد هفتم

The *distortion-energy theory* predicts that yielding occurs when the distortion strain energy per unit volume reaches or exceeds the distortion strain energy per unit volume for yield in simple tension or compression of the same material.

این تئوری می‌گوید که تسلیم در یک ماده رخ می‌دهد که انرژی کرنشی واپیچش در واحد حجم ماده یا بیش از انرژی کرنشی واپیچش برای تسلیم در یک ماده تحت کشش یا فشرده‌سازی باشد.

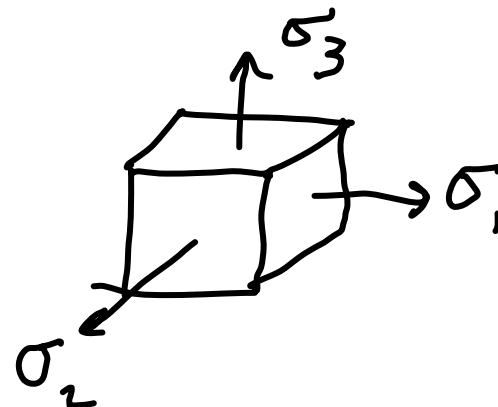
$$u_v \geq u_v^*$$

تئوری انرژی واپیچش



شکست ناشی از بار ثابت

انرژی کششی $u = \frac{1}{2} \sigma \epsilon$

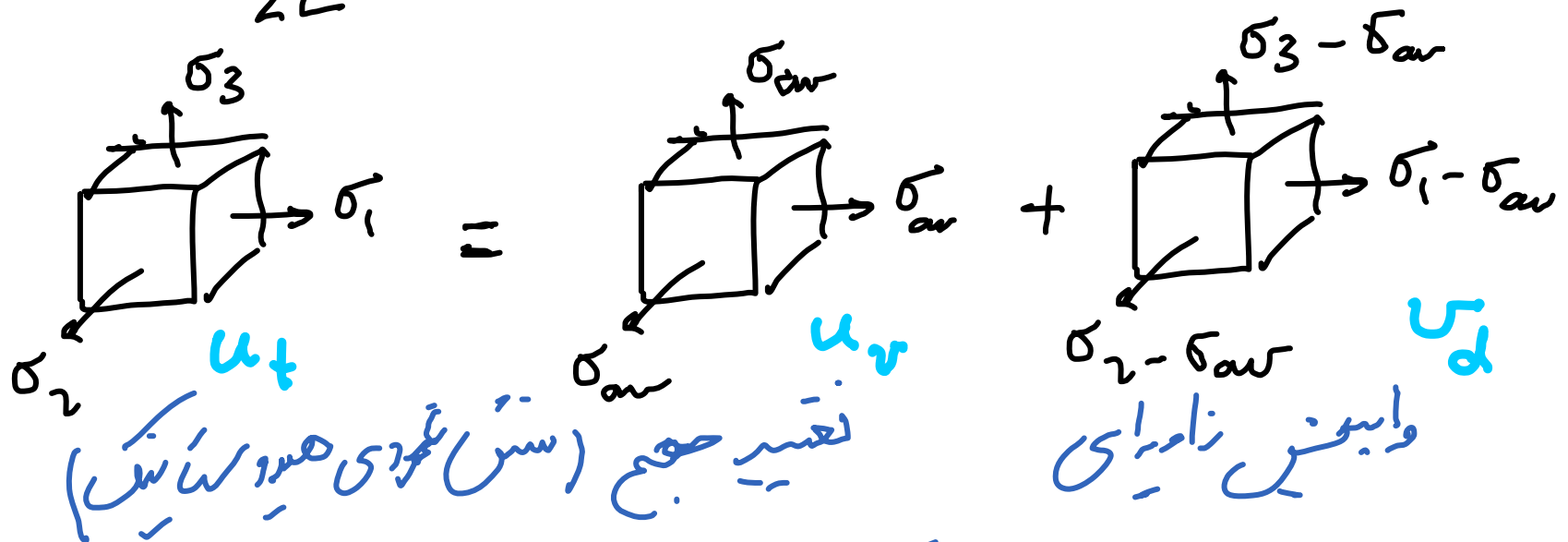


$$u_t = \frac{1}{2} (\sigma_1 \epsilon_1 + \sigma_2 \epsilon_2 + \sigma_3 \epsilon_3)$$

$$\epsilon_1 = \frac{\sigma_1}{E} - \frac{\nu}{E} (\sigma_2 + \sigma_3)$$

شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش

$$\textcircled{1} \quad u_+ = \frac{1}{2E} (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - 2\nu(\sigma_1\sigma_2 + \sigma_1\sigma_3 + \sigma_2\sigma_3))$$



$$\sigma_{av} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$$

نسبهای محوری هیدروستاتیک (σ_{av})
 تغییر در شلیک شدن ماده است.

شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش

$$U_+ = \frac{1}{2E} \left(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - 2\nu (\sigma_1\sigma_2 + \sigma_1\sigma_3 + \sigma_2\sigma_3) \right)$$

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_{av}$$

$$U_v = \frac{1}{2E} \left(3\sigma_{av}^2 - 2\nu (3\sigma_{av}^2) \right)$$

$$U_v = \frac{3}{2E} \sigma_{av}^2 (1 - 2\nu)$$

$$\sigma_{av} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$$

شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش

$$(2) \quad U_v = \frac{1-2\nu}{6E} (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + 2\sigma_1\sigma_2 + 2\sigma_1\sigma_3 + 2\sigma_2\sigma_3)$$

$$U_d = U_t - U_v = \frac{1+\nu}{3E} \left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2}{2} \right]$$

$$\text{اگر } \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 \rightarrow U_d = 0$$

شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش

برای محاسبه تغییرات انرژی کرنشی و کرنش می‌رود

$$\sigma_1 \quad \sigma_2 = \sigma_3 = 0$$


$$u_v = \frac{1+\nu}{3E} \left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2}{2} \right]$$

$$u_v^* = \frac{1+\nu}{3E} \left[\frac{\sigma_1^2 + \sigma_1^2}{2} \right] = \frac{1+\nu}{3E} \sigma_1^2$$

مقدار کرنش ناشی از σ_1 $\sigma_1 \rightarrow \sigma_y \Rightarrow u_v^* = \frac{1+\nu}{3E} \sigma_y^2$

شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش

حالت تنوی DE عضو نهانی؛ نلیم می سرکه

$$u_v \geq u_v^*$$

$$\frac{1+\nu}{3E} \left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2}{2} \right] \geq \frac{1+\nu}{3E} s_y^2$$

$$\left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2}{2} \right] \geq s_y^2$$

شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش

$$\left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2}{2} \right] \geq \sigma_y^2$$

$$\Rightarrow \left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2}{2} \right]^{\frac{1}{2}} \geq \sigma_y$$

$$\Rightarrow \sigma' \geq \sigma_y$$

شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش

بالمعرفه ③

$$\sigma' = \left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2}{2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

که ببار کشش فوق مانیز گرفته می شود.

مقدور: نلیج می رسد $\rightarrow \sigma' \geq \sigma_y$ ✓

حدود نلیج شدن قطعاً

$$\sigma' < \sigma_y \Rightarrow$$

$$n = \frac{\sigma_y}{\sigma'}$$

تئوری انرژی واپیچش

شکست ناشی از بار ثابت

$$n = \frac{0.5 s_y}{\tau_{max}}$$

نئوری MSS

$$n = \frac{s_y}{\sigma'}$$

نئوری DE

شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش

مدخلی که در روش انرژی DE

۱- معادله $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$

۲- معادله σ' با استفاده از رابطه (۳)

۳- معادله ضریب ایمنی $n = \frac{\sigma_y}{\sigma'}$

شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش

$$\sigma' = \left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2}{2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad *$$

در حالت صفحه‌ای ($\sigma_3 = 0$)

$$\sigma' = \left[\frac{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\sigma_1\sigma_2 + \sigma_1^2 + \sigma_2^2}{2} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma' = \left[\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1\sigma_2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad *$$

شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش

نظریه تدریجی تدریجی DE

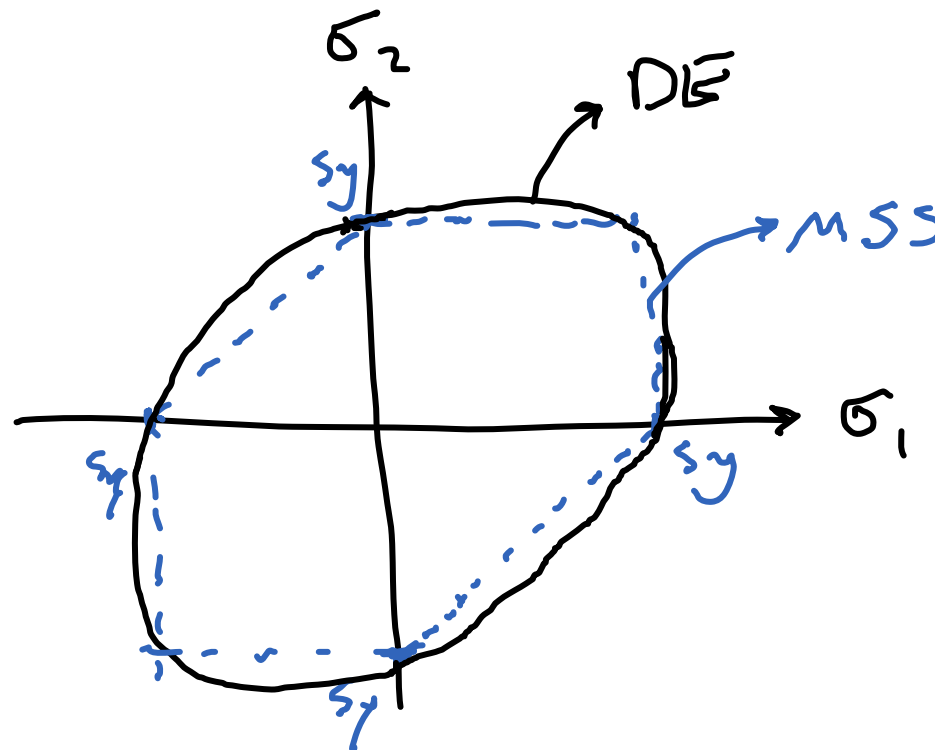
$$\sigma'^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2$$

$$\sigma'^2 = s_y^2 \quad \leftarrow \text{موقع نایب}$$

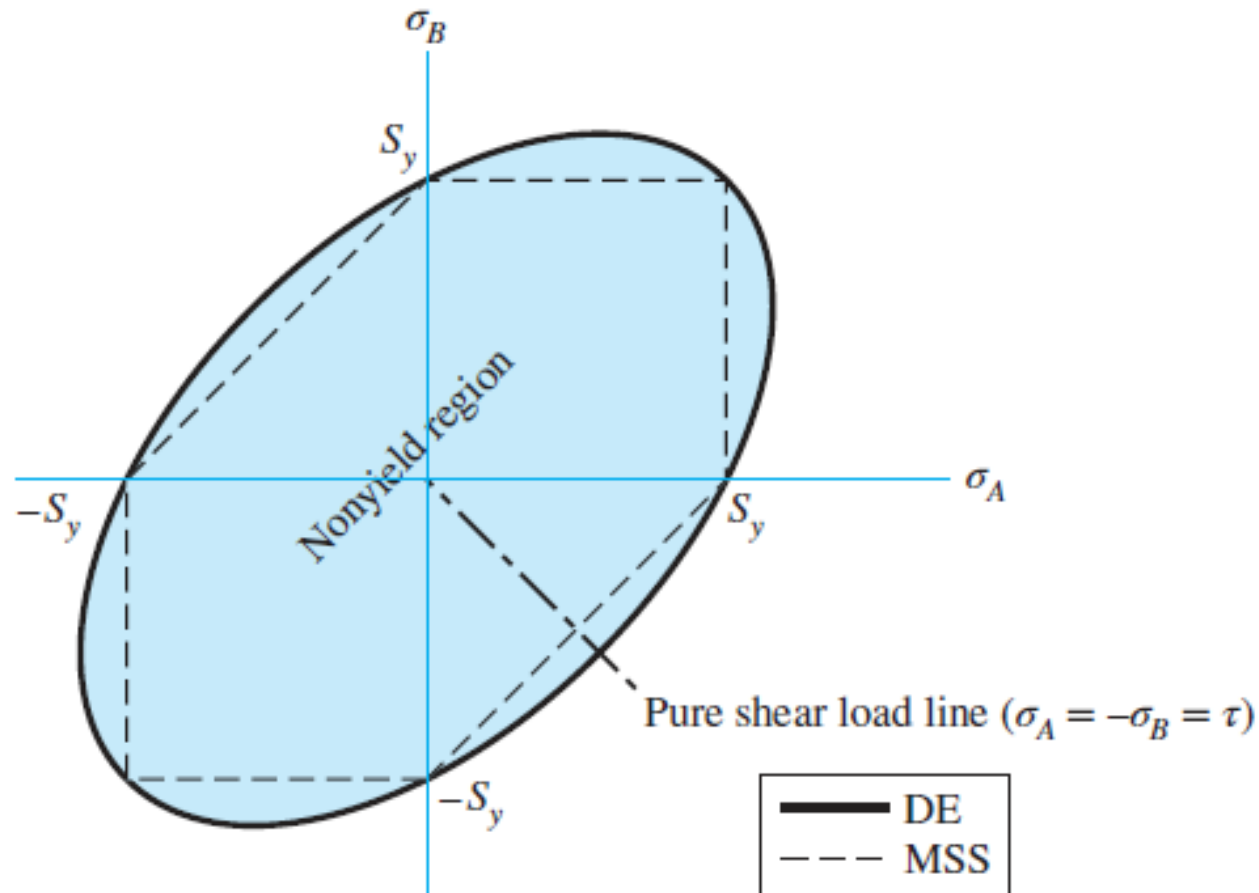
$$\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2 = s_y^2$$

شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش

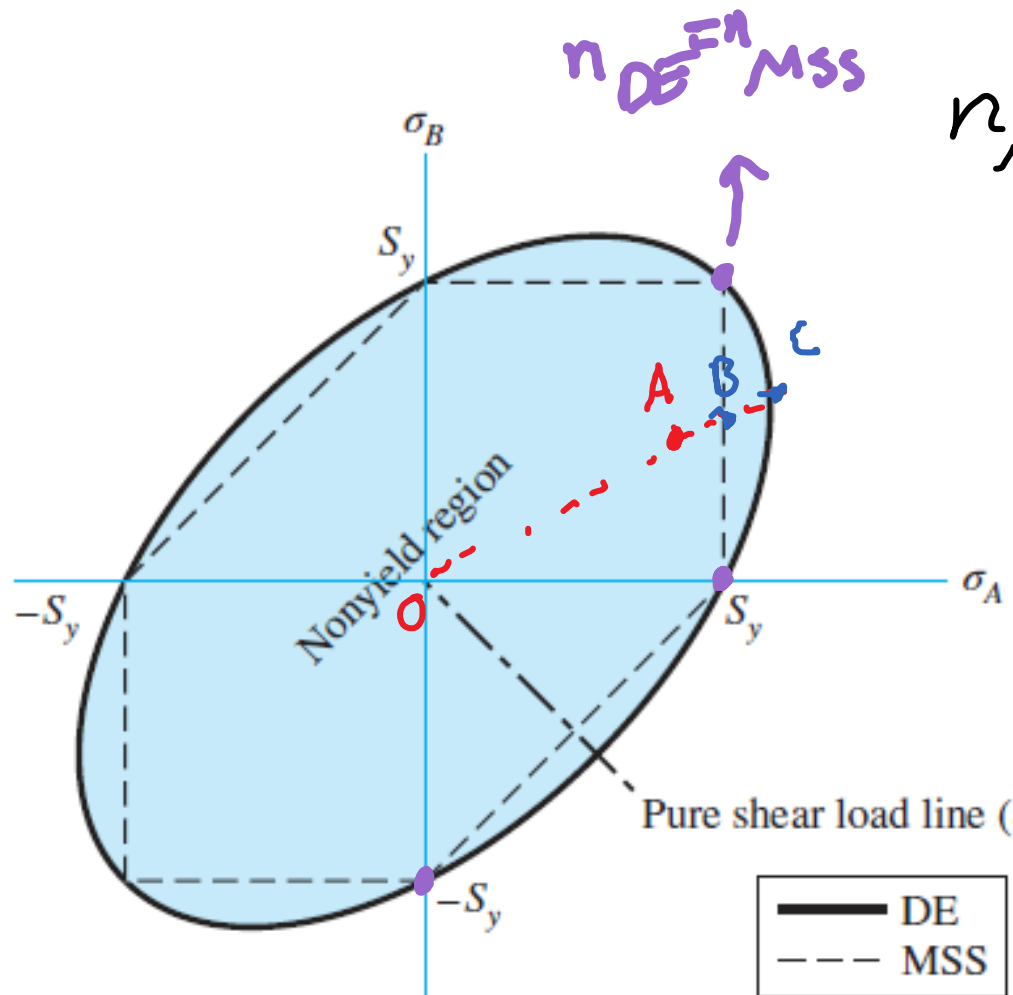
$$\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2 = s_y^2$$



شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش



شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش



$$n_{MSS} = \frac{OB}{OA}$$

$$n_{DE} = \frac{OC}{OA}$$

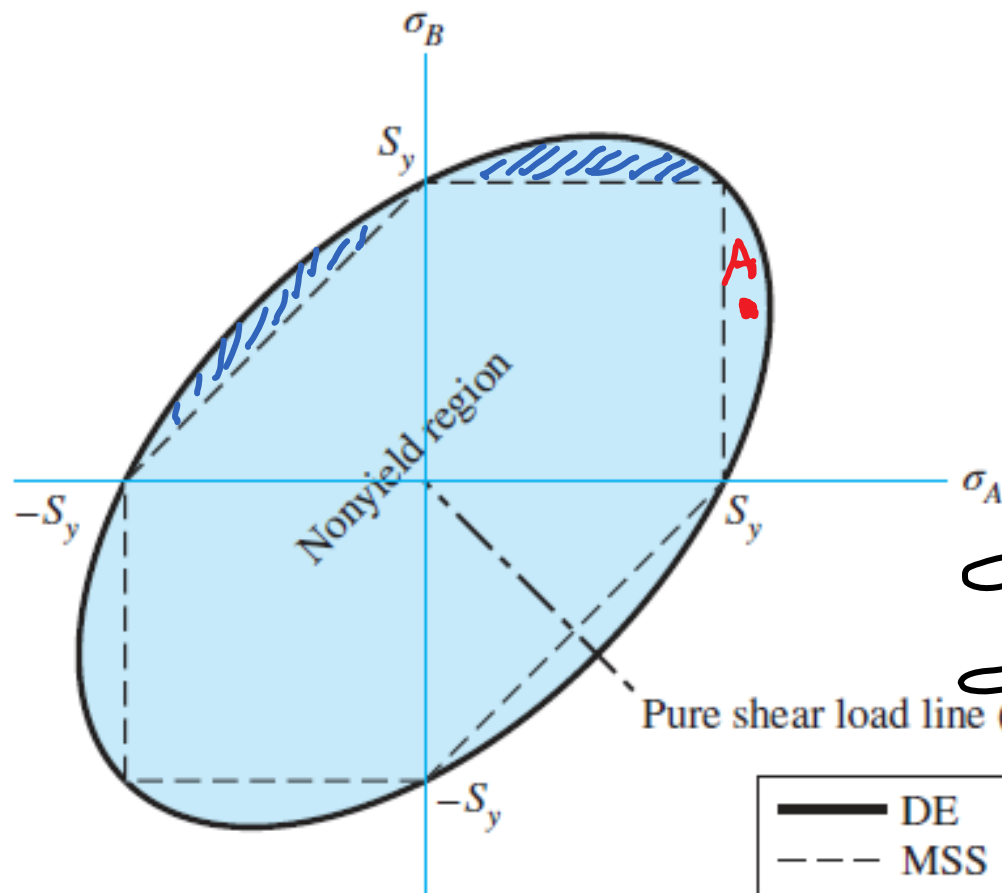
$$OC > OB$$

$$\Rightarrow n_{DE} > n_{MSS}$$

تئوری انرژی واپیچش

شکست ناشی از بار ثابت

بُری نقطه A

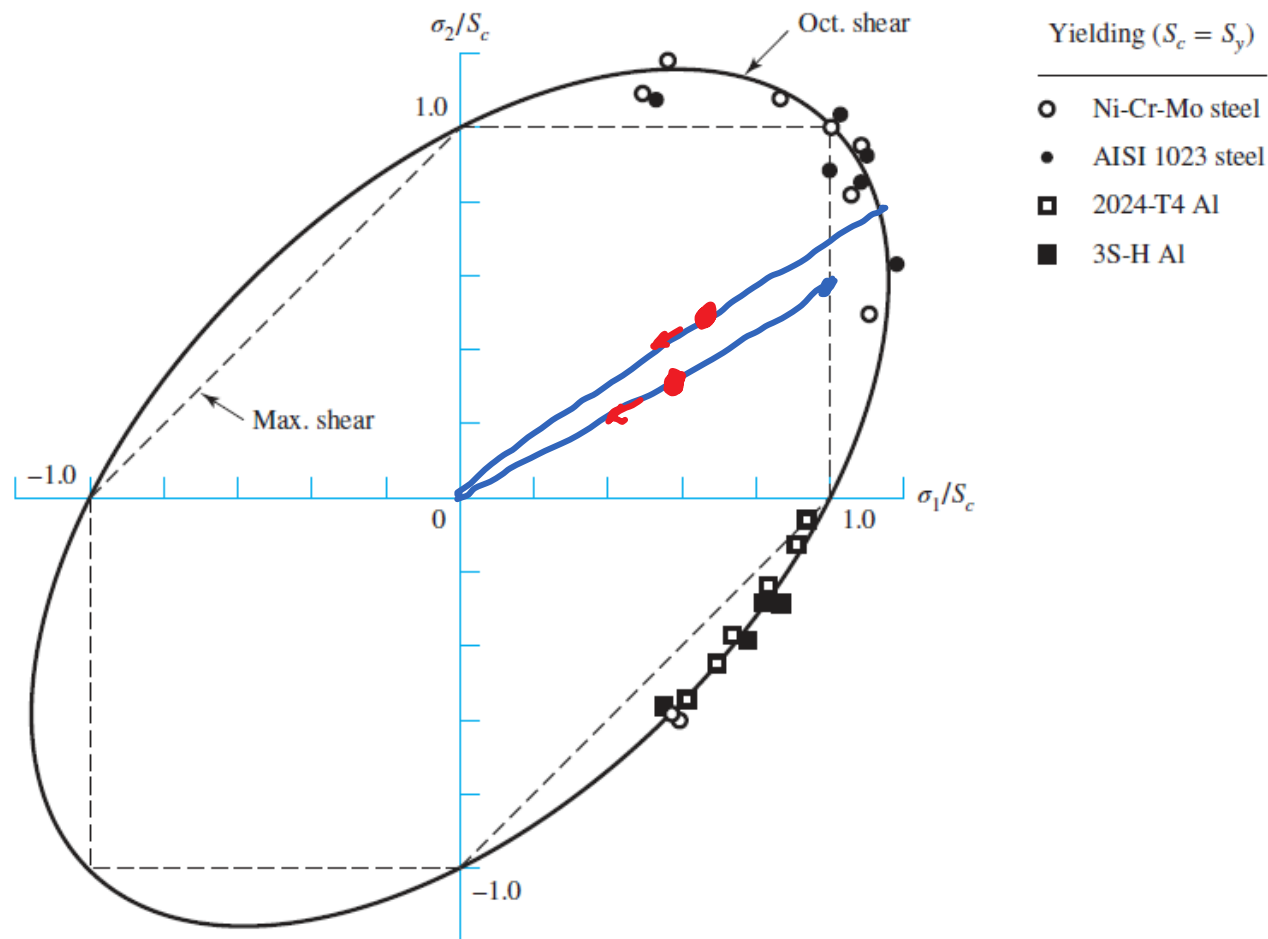


$$n_{MSS} < 1$$

$$n_{DE} > 1$$

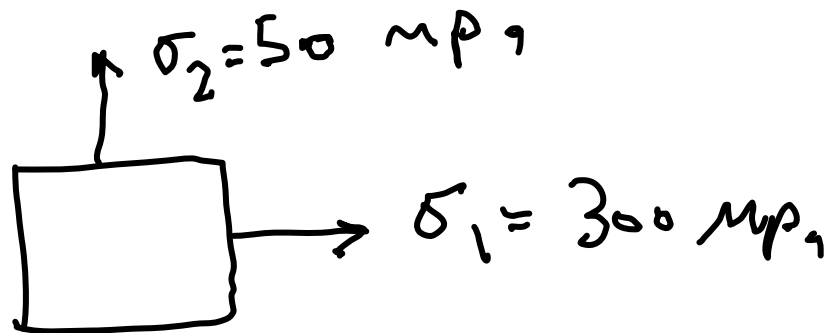
تئوری DE دقیق تر است
و سنوس MSS احتیاطانه تر است

شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش



تئوری انرژی واپیچش

شکست ناشی از بار ثابت



حالت دیر

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= 300 \\ \sigma_2 &= 50 \\ s_y &= 600\end{aligned}$$

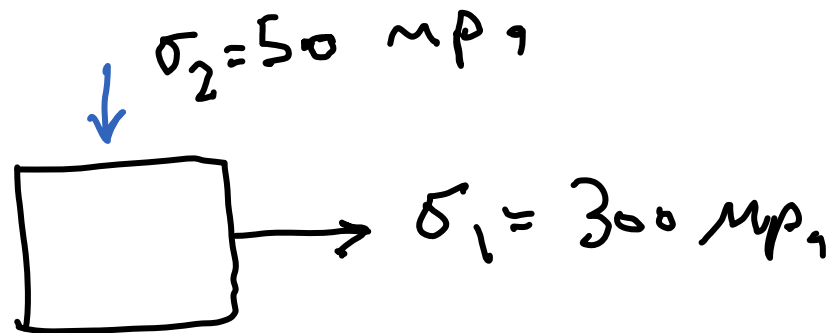
$$\tau_{max} = \frac{300}{2} = 150 \quad n_{MSS} = \frac{300}{150} = 2$$

$$\sigma' = (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2)^{\frac{1}{2}} = (300^2 + 50^2 - 300 \times 50)^{\frac{1}{2}}$$

$$\Rightarrow \sigma' = 278 \quad \Rightarrow n_{DE} = \frac{s_y}{\sigma'} = \frac{600}{278} = 2.15$$

تئوری انرژی واپیچش

شکست ناشی از بار ثابت



حالت دیر

$$\sigma_1 = 300$$

$$\sigma_2 = 50$$

$$s_y = 600$$

$$\sigma' = (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2)^{\frac{1}{2}} = (300^2 + 50^2 + 300 \times 50)^{\frac{1}{2}}$$

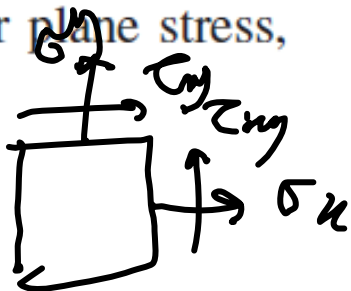
$$\Rightarrow \sigma' = 327 \quad \Rightarrow n_{DE} = \frac{s_y}{\sigma'} = \frac{600}{327} = 1.8$$

$$n_{MSS} = 1.7$$

شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش

$$\sigma' = \frac{1}{\sqrt{2}} [(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)]^{1/2} \quad (5-14)$$

or plane stress,



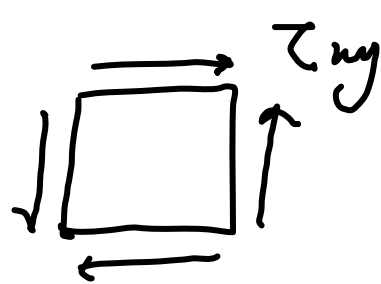
$$\sigma' = (\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2)^{1/2} \quad (5-15)$$

$$\left\{ \begin{aligned} \sigma' &= \left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2}{2} \right]^{1/2} \\ \sigma' &= (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2)^{1/2} \end{aligned} \right.$$

معادله شکست
استند از انرژی پتانسیل

شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش

$$\sigma' = (\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2)^{\frac{1}{2}}$$



$$\sigma_x = \sigma_y = 0$$

$$\sigma' = \sqrt{3} \tau_{xy}$$

حسگر کشش

$$s_y = \sqrt{3} s_{xy} \Rightarrow$$

$$DE \rightarrow s_{xy} = \frac{1}{\sqrt{3}} s_y = \frac{\sqrt{3}}{3} s_y = 0.577 s_y$$

MSS

$$\longrightarrow s_{xy} = 0.5 s_y$$

شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش

S_y

استفاده از بار ثابت

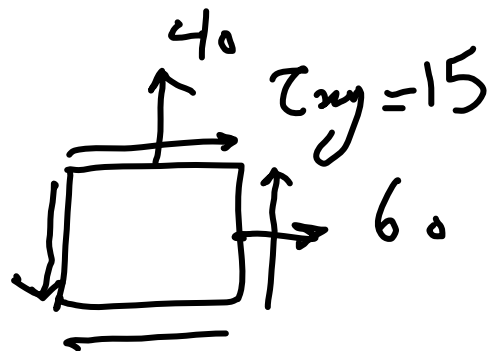
MSS →

$$S_y = 0.5 S_x$$

DE →

$$S_y = 0.57 S_x$$

تئوری انرژی واپیچش



شکست ناشی از بار ثابت

$$\sigma_x = 60 \text{ MPa}$$

$$\sigma_y = 40 \text{ MPa}$$

$$\tau_{xy} = 15 \text{ MPa}$$

$$S_y = 100 \text{ MPa}$$

منحل
 $n_{DE} = ?$

روشن حساب σ_1, σ_2

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$= 50 \pm \sqrt{10^2 + 15^2} = 50 \pm 18 \Rightarrow \begin{cases} \sigma_1 = 68 \\ \sigma_2 = 32 \end{cases}$$

شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش

$$\sigma_1 = 68 \text{ MPa} , \quad \sigma_2 = 32 \text{ MPa}$$

$$\sigma' = (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2)^{\frac{1}{2}} = (68^2 + 32^2 - 68 \times 32)^{\frac{1}{2}}$$

$$\Rightarrow \sigma' = 59 \text{ MPa} \Rightarrow n_{DE} = \frac{S_y}{\sigma'} = \frac{100}{59} = 1.7$$

$$\sigma' = (\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$\Rightarrow \sigma' = (60^2 + 40^2 - 60 \times 40 + 3 \times 15^2)^{\frac{1}{2}} = 59 \text{ MPa}$$

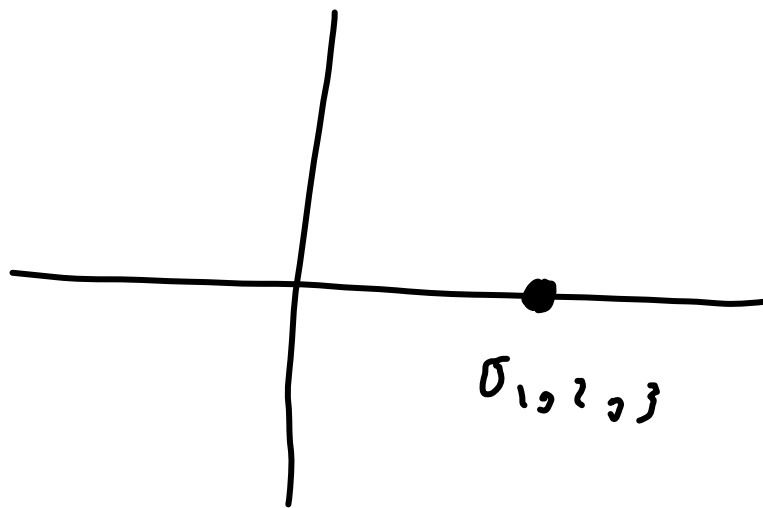
$n = 1.7$

روش دوم

شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش

مثال ۱- یک آنت ب را یخفایند

$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$
دایره مورس تبدیل به نقطه می شود



$$\tau_{max} = 0$$

$$n = \frac{0.5 \sigma_y}{\tau_{max}} = \frac{0.5 \sigma_y}{0} = \infty$$

$$\sigma' = 0 \quad \leftarrow \quad n = \infty$$

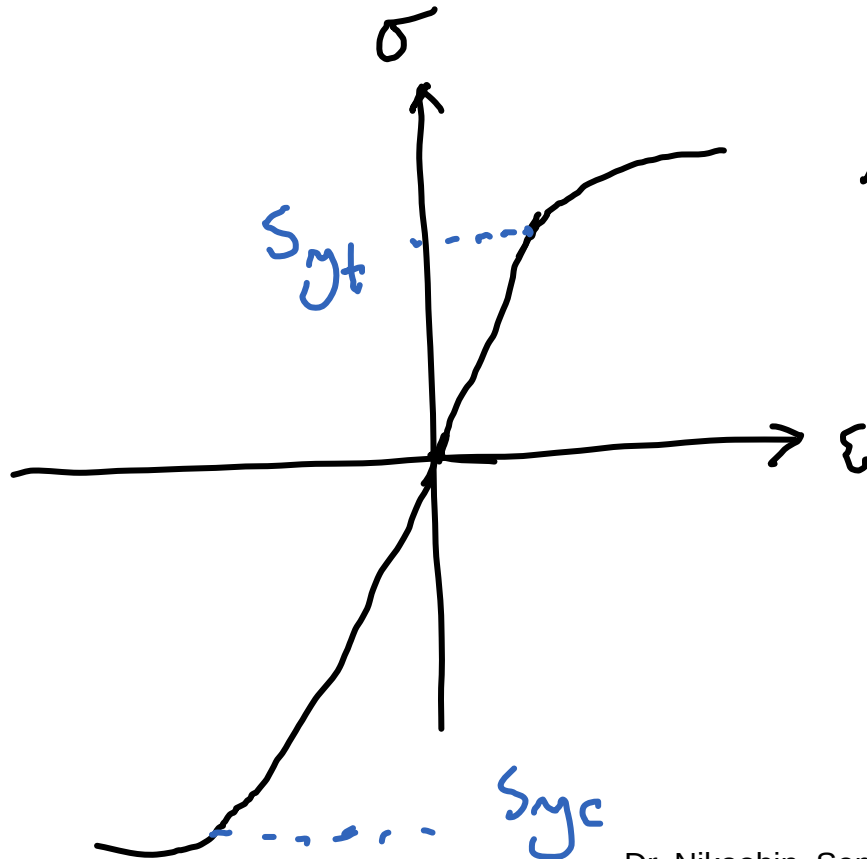
شکست ناشی از بار ثابت تئوری انرژی واپیچش

	ارمین راسه
	امیرحسین رسولی یاقیان
	امیرعلی سعیدی
	اناهیتا نادری
	سجاد یزدیپارتاشی
	سعید حاتمی
	سعید حاتمی 2
	محمدحسین محرابی فولادی
	محمدعلی حاجی زاده ماسوله

شکست ناشی از بار ثابت تئوری کلمب-مور برای مواد
 بی‌نیم بعضی مواد رفتاری یک‌نشی در کشش و فشرده‌شدن ندارند

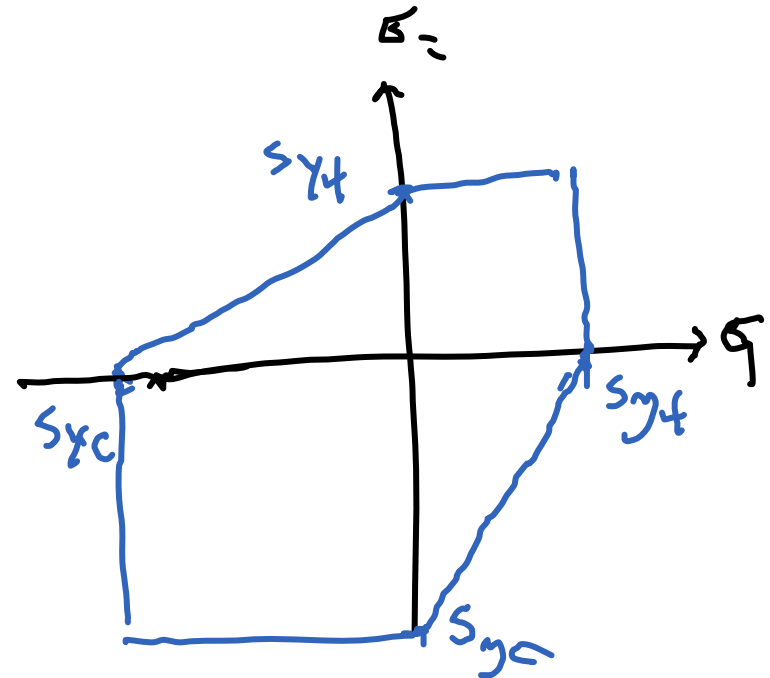
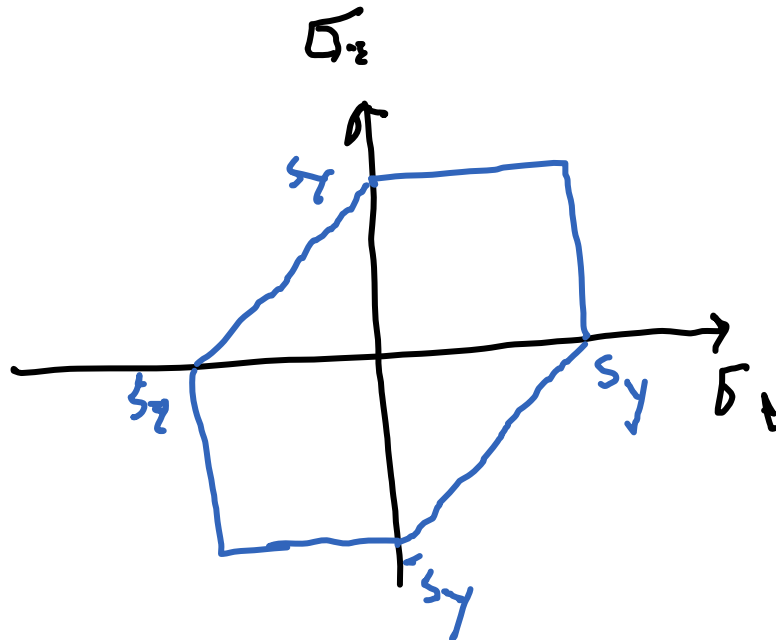
$$s_{yc} > s_{yt}$$

مواد ندر اغلب این رفتار را دارند
 بعضی مواد نرم‌تر هم همین‌طور



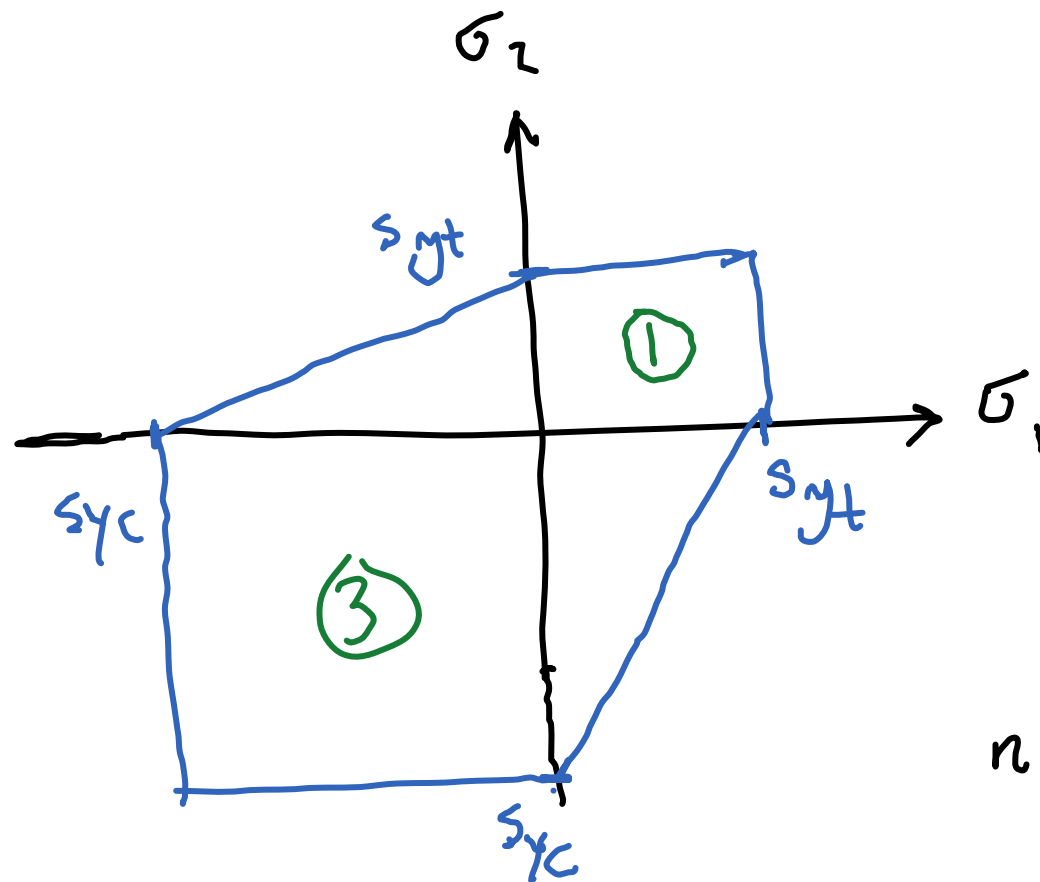
شکست ناشی از بار ثابت تئوری کلمب-مور

این نوعی منبسطی منبری MSS



تئوری کلمب-مور

شکست ناشی از بار ثابت



حالت اول $\sigma_1 > \sigma_2 > 0$

نقص (1)

$$n = \frac{s_{yt}}{\sigma_1} = \frac{0.5 s_y}{\left(\frac{\sigma_1}{2}\right)} \quad \tau_{max}$$

حالت دوم $\sigma_1 < \sigma_2 < 0$

نقص (3)

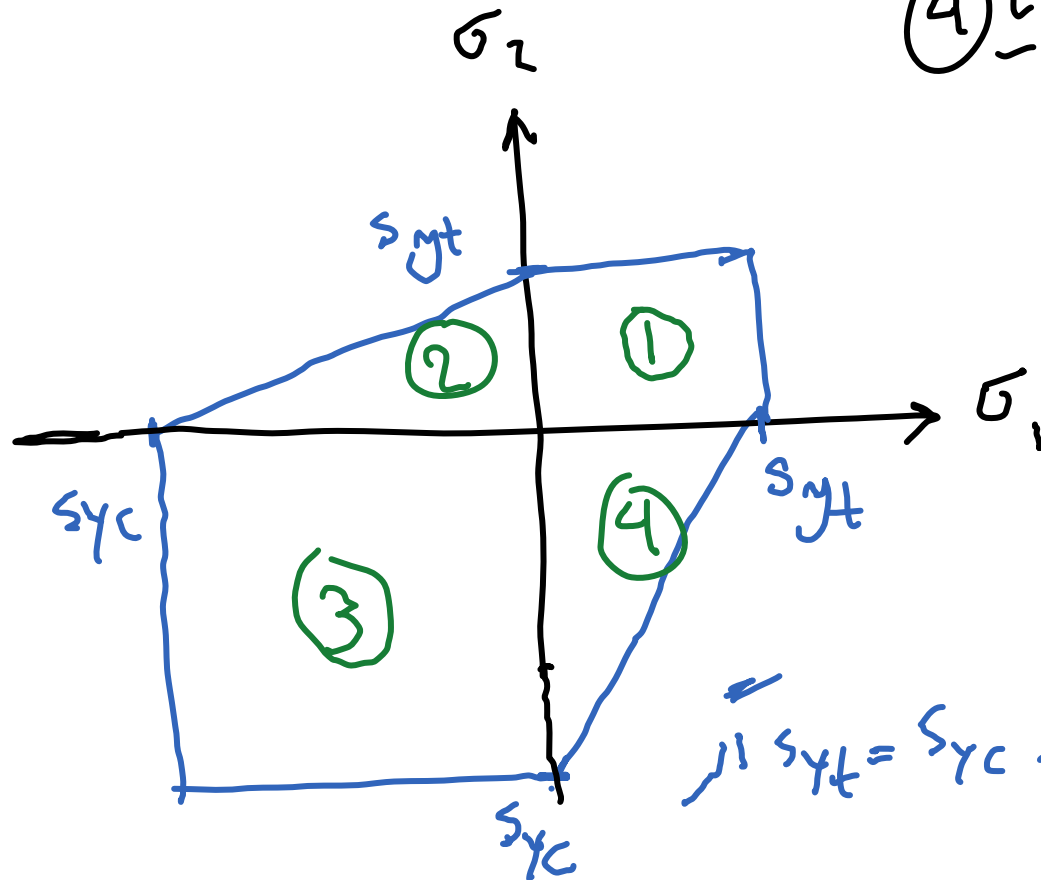
$$n = \frac{s_{yc}}{\sigma_1}$$

شکست ناشی از بار ثابت تئوری کلمب-مور

حالت سه نقطه (2) و (4)

$$\sigma_2 < 0 < \sigma_1$$

$$\frac{\sigma_1}{s_{yt}} - \frac{\sigma_2}{s_{yc}} = \frac{1}{n}$$



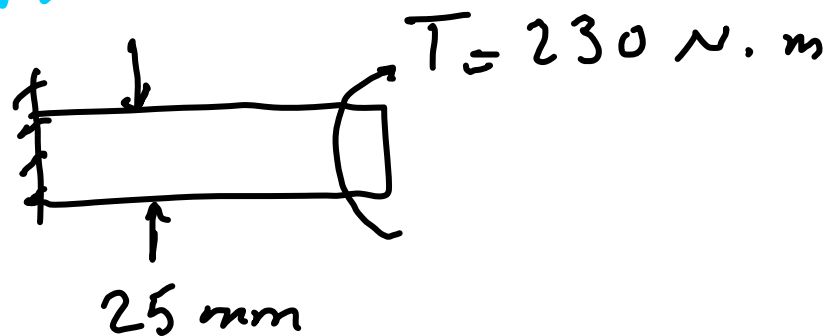
$$s_{yt} = s_{yc} \Rightarrow \frac{\sigma_1}{s_y} - \frac{\sigma_2}{s_y} = \frac{1}{n}$$

$$\Rightarrow \sigma_1 - \sigma_2 = \frac{s_y}{n} \Rightarrow n = \frac{s_y}{\sigma_1 - \sigma_2} = \frac{0.5 s_y}{\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}} = \tau_{max}$$

شکست ناشی از بار ثابت

تئوری کلمب-مور

Ex 5.2

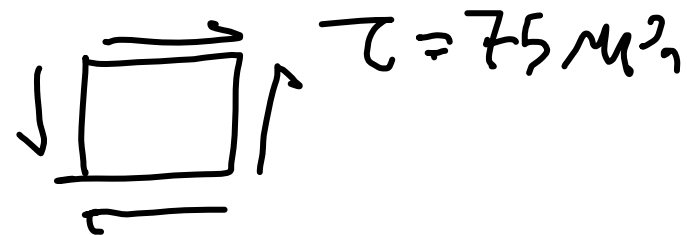


$$S_{yt} = 160 \text{ MPa}$$

$$S_{yc} = 170 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{Tc}{J} = \frac{Td/2}{\frac{\pi d^4}{32}} = \frac{16T}{\pi d^3} = \frac{16 \times 230}{3.14 (25 \times 10^{-3})^3}$$

$$\tau = 75 \text{ MPa}$$



شکست ناشی از بار ثابت تئوری کلمب-مور



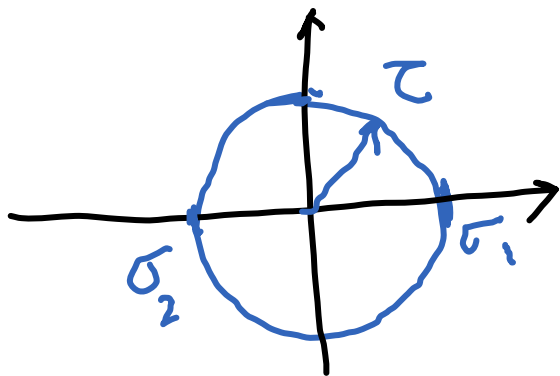
$$\tau_{xy} = 75 \text{ MPa}$$

$$\sigma_x = \sigma_y = 0$$

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2}$$

$$\sigma_{1,2} = \pm \tau_{xy}$$

$$\Rightarrow \sigma_1 = 75 \text{ MPa}, \quad \sigma_2 = -75 \text{ MPa}$$



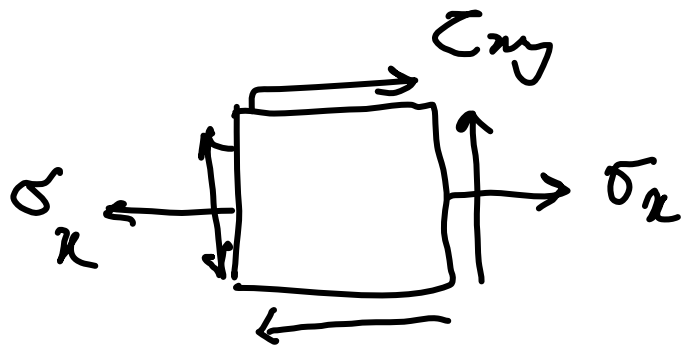
$$\frac{\sigma_1}{s_{yt}} - \frac{\sigma_2}{s_{yc}} = \frac{1}{n}$$

$$\Rightarrow \frac{75}{160} - \frac{(-75)}{170} = \frac{1}{n} \Rightarrow n = 1.1$$

شکست ناشی از بار ثابت تئوری کلمب-مور

مثال 5.3 حوضه سورا.

از روش DE^{-}



$$\sigma' = (\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$1 = n = \frac{\sigma_y}{\sigma'}$$

$$\Rightarrow \sigma' = \sigma_y \Rightarrow F = 282 \text{ N}$$

از روش MSS

$$\Rightarrow F = 263 \text{ N}$$

شکست ناشی از بار ثابت برای مواد ترد

ویرگی معیار سرد $S_{uc} > S_{ut}$

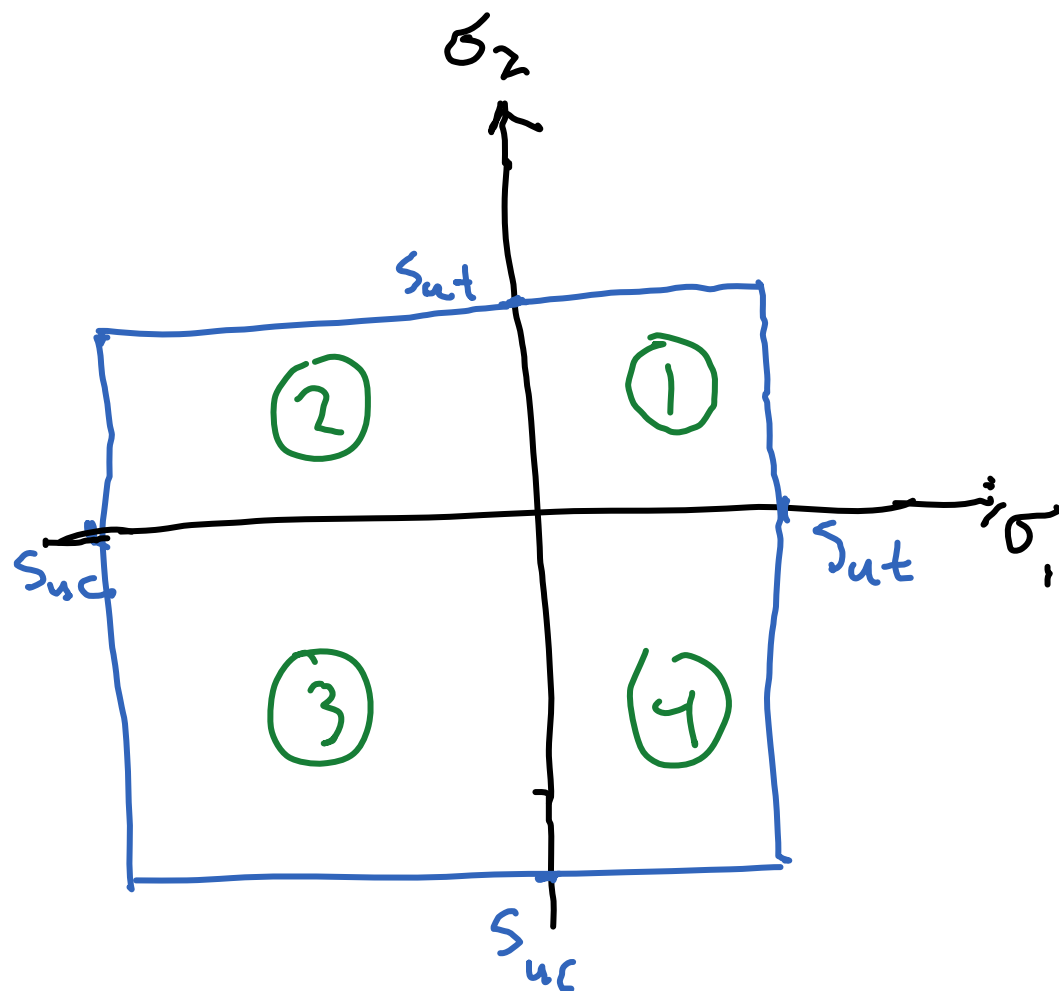
به جای استفاده از استقامت
نمای استقامتی شود

S_{uc}, S_{ut}

نمونه های
سلت برای حفر
ترو

- نمونه های کشش کششی
- نمونه های کشش کششی
- نمونه های کشش کششی

شکست ناشی از بار ثابت برای مواد ترد ماکزیمم تنش عمودی



$$\sigma_1 > \sigma_2 > 0 \quad (1)$$

$$n = \frac{S_{ut}}{\sigma_1}$$

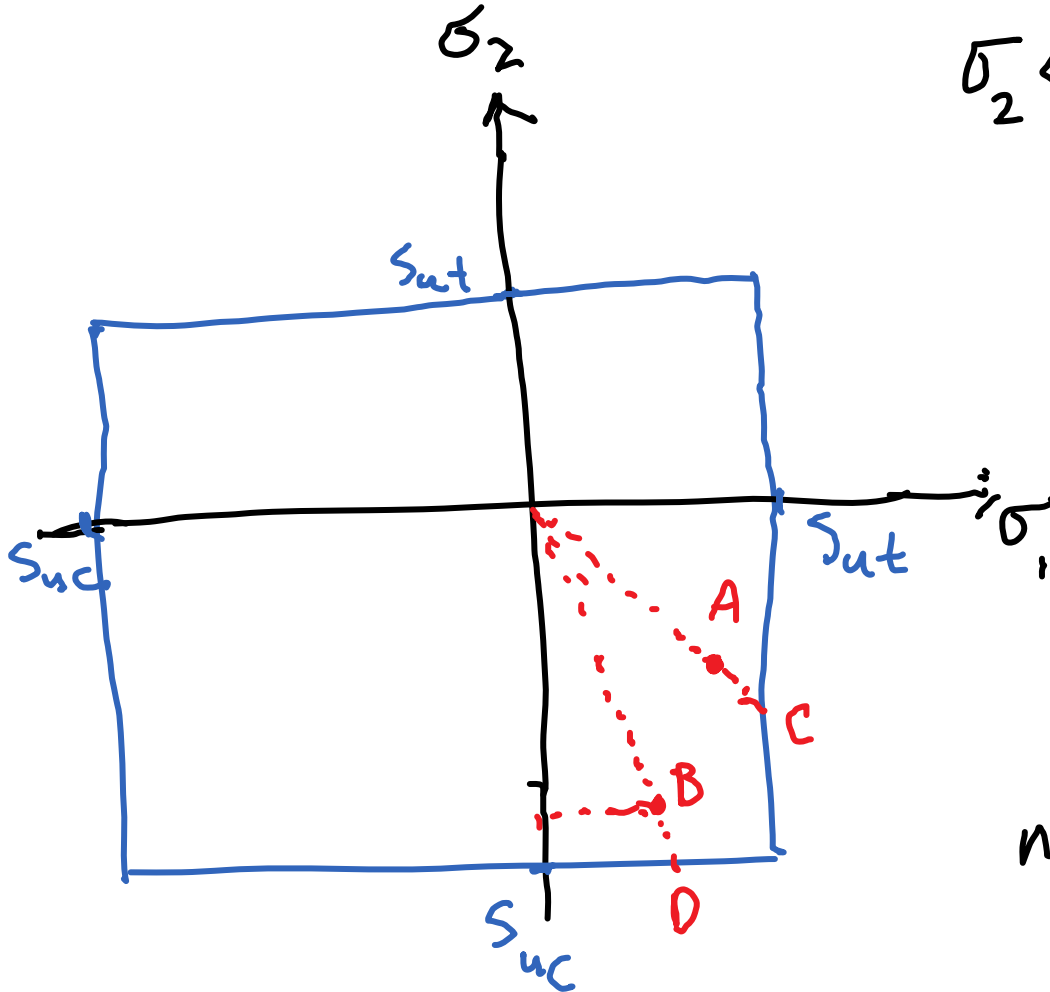
$$\sigma_1 < \sigma_2 < 0 \quad (3)$$

$$n = \frac{S_{uc}}{\sigma_1}$$

ماکزیمم تنش عمودی

شکست ناشی از بار ثابت برای مواد ترد

نمونه (2) : (4) $\sigma_2 < 0 < \sigma_1$



برای نقطه A

$$n_A = \frac{OC}{OA} = \frac{S_{ut}}{\sigma_1}$$

برای نقطه B

$$n_B = \frac{OD}{OB} = \frac{S_{uc}}{\sigma_2}$$

این نمودار تنش-مغزی برای نمونه‌های (2) و (4) نداریم و علامت‌ها را
بجای خود

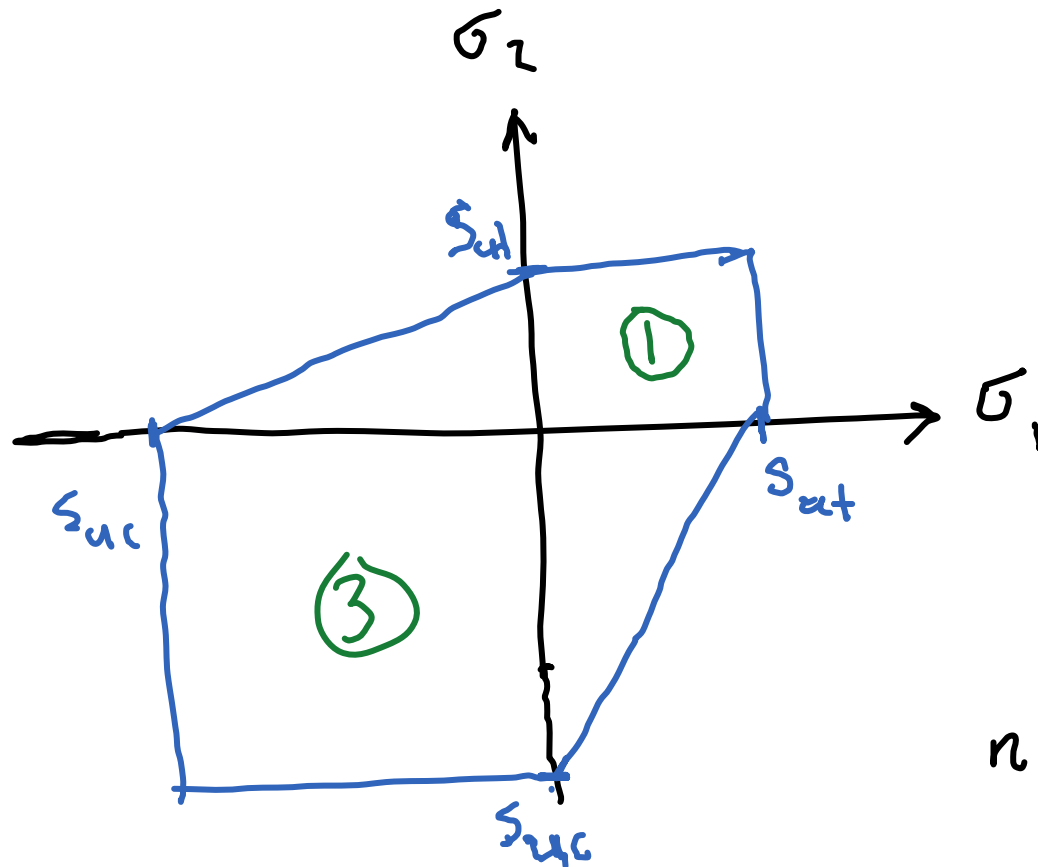
شکست ناشی از بار ثابت برای مواد ترد تئوری کلمب-مور

حالت اول $\sigma_1 > \sigma_2 \geq 0$
نیمه ①

$$n = \frac{s_{ut}}{\sigma_1}$$

حالت دوم $\sigma_1 < \sigma_2 < 0$

نیمه ③ $n = \frac{s_{uc}}{\sigma_1}$

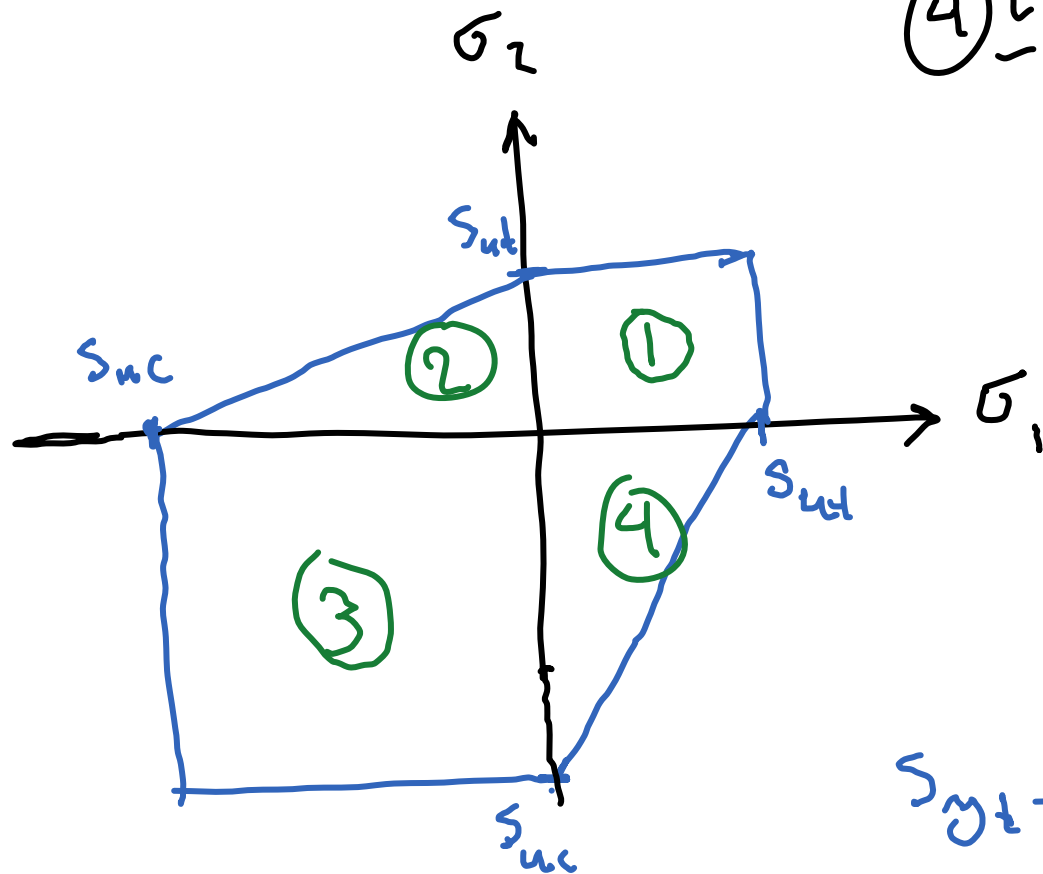


شکست ناشی از بار ثابت برای مواد ترد تئوری کلمب-مور

حالت سه نقطه ② و ④

$$\sigma_2 < 0 < \sigma_1$$

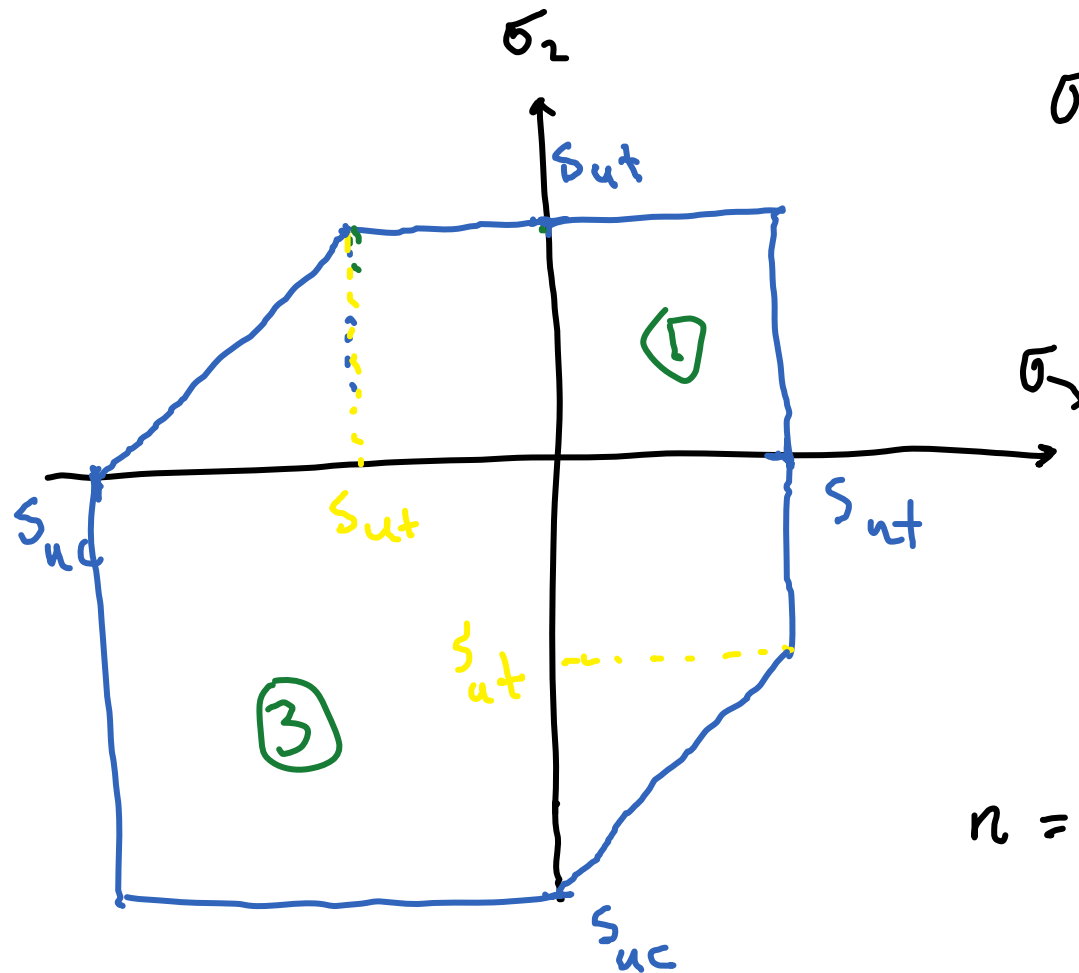
$$\frac{\sigma_1}{S_{ut}} - \frac{\sigma_2}{S_{uc}} = \frac{1}{n}$$



$$S_{yt} \rightarrow S_{ut}$$

$$S_{yc} \rightarrow S_{uc}$$

شکست ناشی از بار ثابت برای مواد ترد تئوری کلمب-مور اصلاح شده



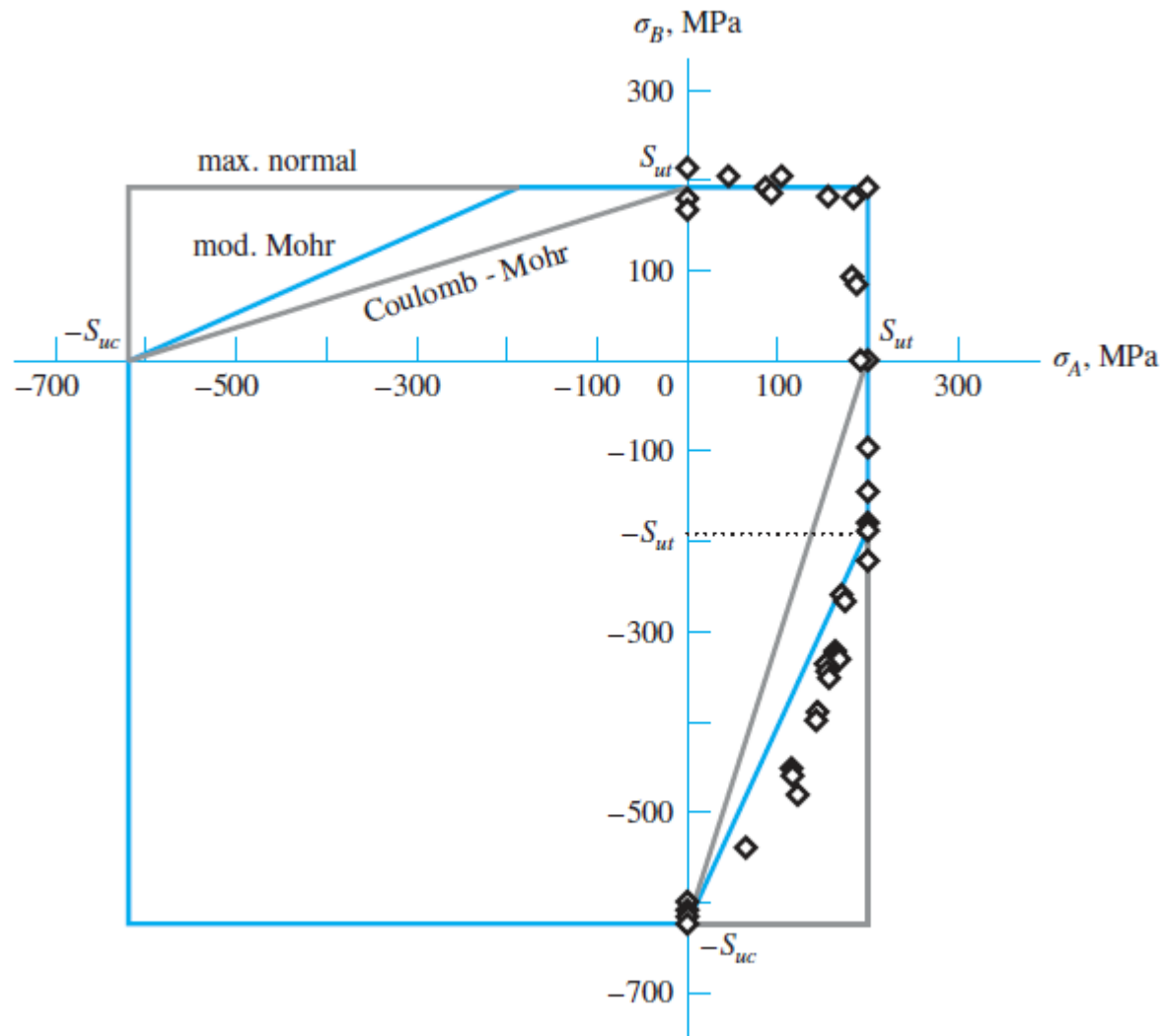
حالت اول $\sigma_1 > \sigma_2 > 0$
نیمه ①

$$n = \frac{S_{ut}}{\sigma_1}$$

حالت دوم $\sigma_1 < \sigma_2 < 0$

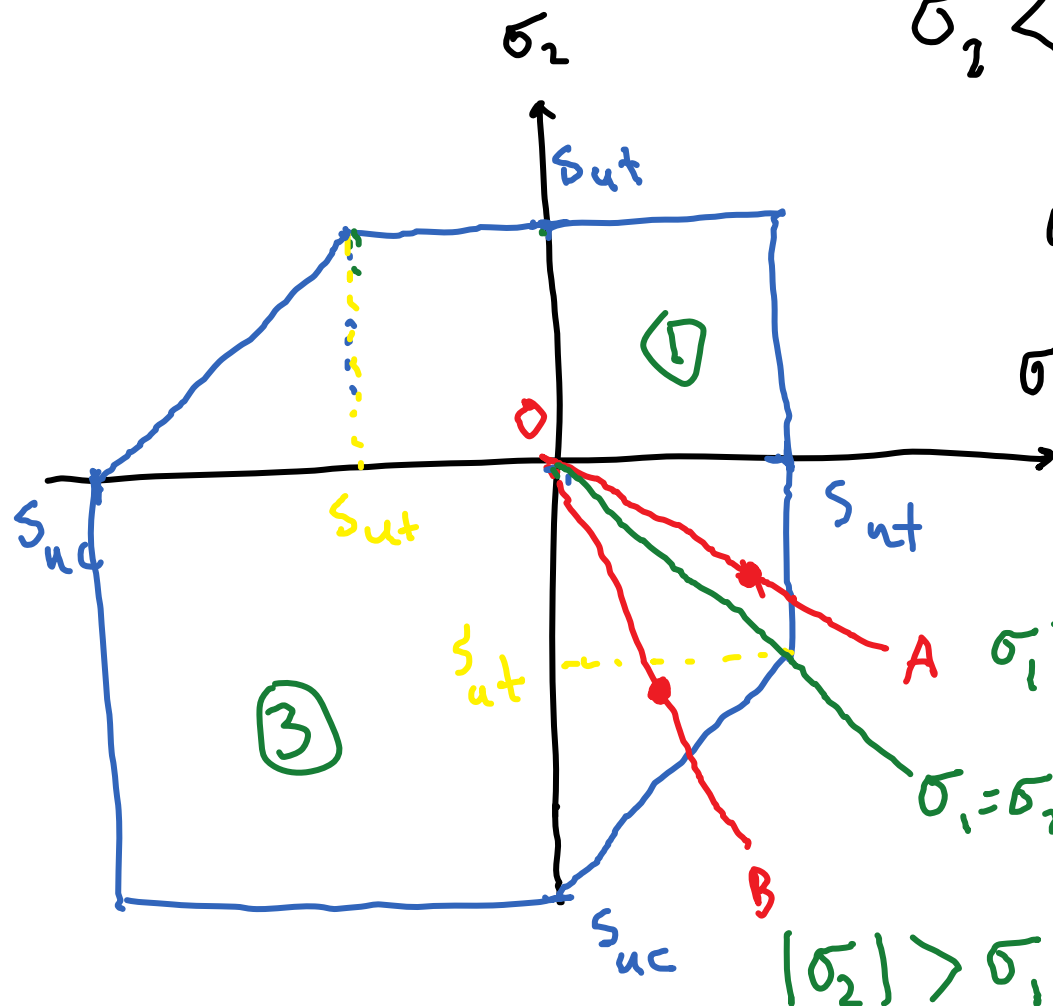
نیمه ③
 $n = \frac{S_{uc}}{\sigma_1}$

شکست ناشی از بار ثابت برای مواد ترد تئوری کلمب-مور اصلاح شده



شکست ناشی از بار ثابت برای مواد ترد تئوری کلمب-مور اصلاح شده

نسبت (2) و (4) $\sigma_1 < 0 < \sigma_2$

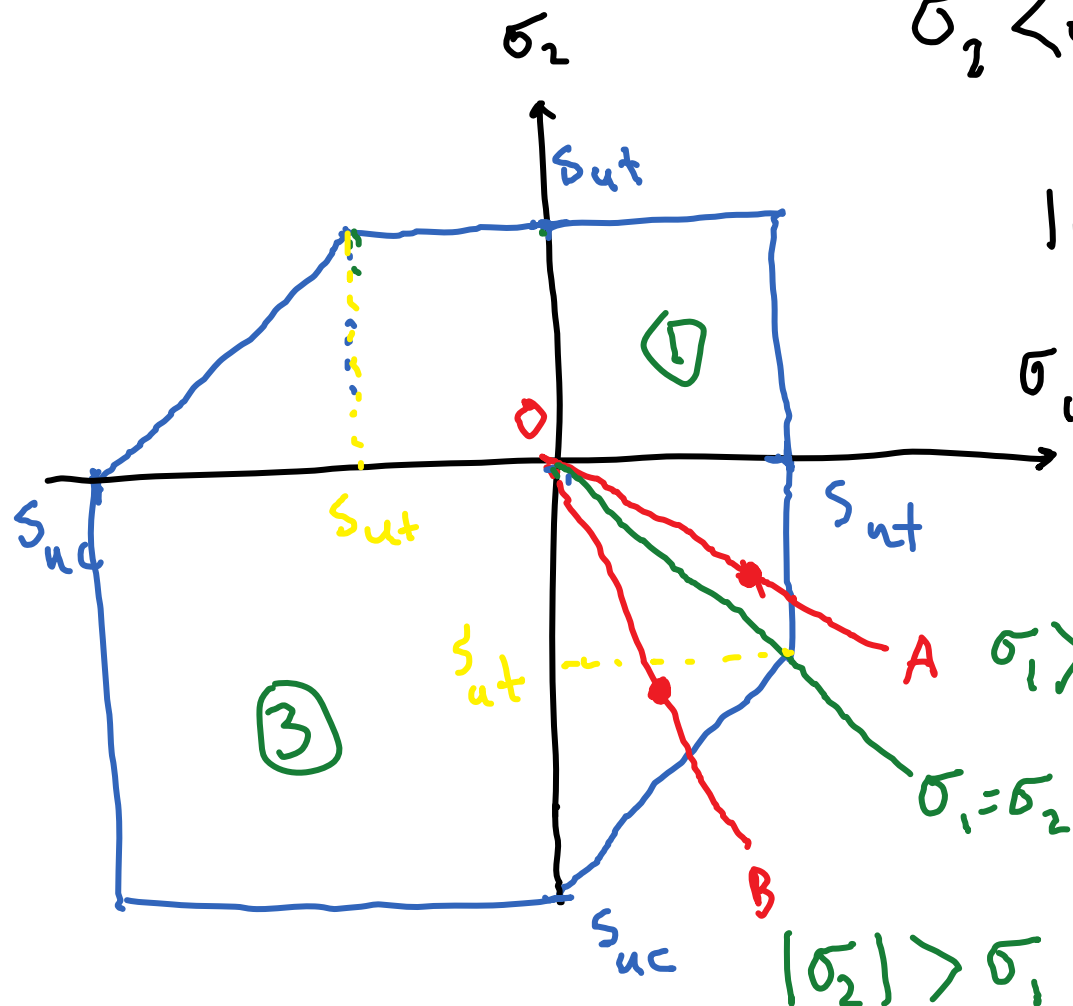


حالت اول خطای $\sigma_1 > \sigma_2$ یا σ_1 معیار تنش منبسط از قدر مطابق σ_1 تنش منبسط بهینه تر

$$n = \frac{S_{ut}}{\sigma_1}$$

شکست ناشی از بار ثابت برای مواد ترد تئوری کلمب-مور اصلاح شده

$$\sigma_2 < 0 < \sigma_1 \quad (4) \quad (2)$$



حالت خطی $\sigma_1 > |\sigma_2|$

حد مطالق تنش منحنی از
تنش منحنی بزرگتر است

A $\sigma_1 > |\sigma_2|$

$\sigma_1 = \sigma_2$

$|\sigma_2| > \sigma_1$

$$\frac{S_{uc} - S_{ut}}{S_{uc} S_{ut}} \sigma_1 - \frac{\sigma_2}{S_{uc}} = \frac{1}{n}$$

شکست ناشی از بار ثابت برای مواد ترد تئوری کلمب-مور اصلاح شده

$$\begin{cases} \sigma_x = -105 \text{ MPa} \\ \sigma_y = 70 \text{ MPa} \\ \tau_{xy} = 105 \text{ MPa} \end{cases}$$

با استفاده از تئوری کلمب-مور
اصلاح شده می‌توان این‌ها را بررسی کرد
 $S_{ut} = 210$ ، $S_{uc} = 630$

$$\begin{aligned} \sigma_{1,2} &= \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \\ &= \frac{70 - 105}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{105 + 70}{2}\right)^2 + 105^2} \\ &= -35 \pm 136.5 \Rightarrow \begin{cases} \sigma_1 = 101.5 \\ \sigma_2 = -171.5 \end{cases} \end{aligned}$$

شکست ناشی از بار ثابت برای مواد ترد تئوری کلمب-مور اصلاح شده

$$\begin{cases} \sigma_1 = 101.5 \\ \sigma_2 = -171.5 \end{cases}$$

$$S_{ut} = 210, S_{uc} = 630$$

نظریه کلمب مورر $\sigma_1 > 0 > \sigma_2$ جنبه (2) و (4)

$$\frac{\sigma_1}{S_{ut}} - \frac{\sigma_2}{S_{uc}} = \frac{1}{n} \Rightarrow \frac{101.5}{210} - \frac{(-171.5)}{630} = \frac{1}{n}$$

$$\Rightarrow n = 1.3$$

شکست ناشی از بار ثابت برای مواد ترد تئوری کلمب-مور اصلاح شده

$$\begin{cases} \sigma_1 = 101.5 \\ \sigma_2 = -171.5 \end{cases}$$

$$S_{ut} = 210, S_{uc} = 630$$

کلمب مور اصلاح نیز $|\sigma_2| > \sigma_1$

$$\frac{S_{uc} - S_{ut}}{S_{uc} S_{ut}} \sigma_1 - \frac{\sigma_2}{S_{uc}} = \frac{1}{n} \Rightarrow$$

$$\frac{630 - 210}{630 \times 210} \times 101.5 - \frac{(-171.5)}{630} = \frac{1}{n} \Rightarrow 0.322 + 0.272 = \frac{1}{n}$$
$$\Rightarrow n = 1.68$$

شکست ناشی از بار ثابت برای مواد ترد تئوری کلمب-مور اصلاح شده

مکمل 5.5 نت به خواننده شود.

مُلَکُوتِ مَعْلُومَاتِ زَرِی از حَرِیْهِی آخِرِ عَمَلِ بِنِیَمِ رَا حِلِ لَنِدِ

۱-۵

۲-۵

۱۹-۵

۳۶-۵