المقدمة

الامور المهمة التي تؤخذ بنظر الاعتبار من قبل المصممون .

* الكلفة .

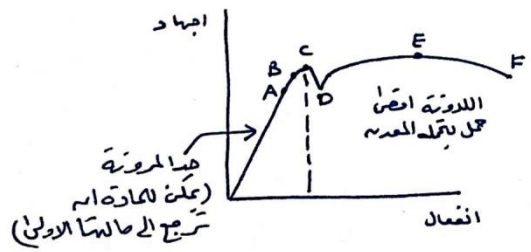
هل الكلفة توازي الفائدة .

- اختيار المادة المطلوبة والتي تتناسب وعمل الآلة من ناحية التحمل والاجهادات المؤثرة عليها .

- اسلوب التصنيع (Manifacturing) والصيانة (Maintanace) عند اختيار المادة (كل معدن له تركيبه معينه التركيبة الداخلية وله مواصفات كيميائية وفيزيائية (هندسية) فالسؤال الذي يطرح هو ان هذا المعدن كم يتحمل قوة . فمثلاً تأثير التركيبة الداخلية نسبة الكاربون ونسبة المغنيسيوم كذلك سؤال آخر اين سيعمل هذا المعدن في اي ظروف (condition) رطبة ، جافة ...

* نوع المعدن Types of metal

* في الوقت الحاضر يتم التركيز على مخطط اجهاد - انفعال




C - uper yield point
اعلى نقطة يتحملها المعدن بدون انهيار

D - lower yield point
تقطة الانهيار

* معامل الامان Safety factor

$$\text{معامل الامان} = \frac{\text{الاجهاد الاعظم}}{\text{الاجهاد المسموح به}}$$

لو فرضنا ان آلة معينة او جزء معين من الالة يتحمل قوة مقدارها ١٠٠٠ نيوتن فعند احتساب معامل الامان يؤخذ مثلاً تحمل المادة وهي بصورة عملية هو ٥٠٠ نيوتن

* الحمل (Load)

- احد انواع الحمل ستاتيكي وهو حمل الوزن فقط
والحمل الديناميكي وتكون ثابتا
- مفاجئ Impact مهم
- تدريجي Gradually

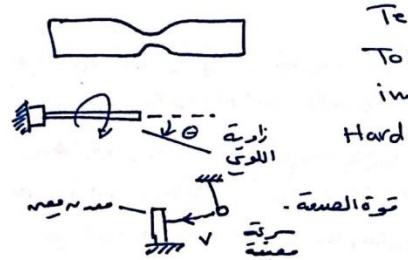
وكذلك الحمليه يؤخذ الحمل الديناميكي ( الاوزان + $\frac{\text{الاوزان}}{9}$ + التعجيل النظام) والحمل الديناميكي المفاجئ يرتبط مع (life) حياة المادة لذلك يجب ان تتمتع بمعامل من المقاومة (تحمل اكثر) .

* الواصفات الكيميائية ( Camical karactristic )

نوع المعدن يحدد التركيبة الكيميائية (Steel ، Cast-iron ، Mild steel

--- Cooper ، Titanium

* الواصفات الفيزيائية (Fizical karactristic )




- فحص الشد Tensile test.
- فحص البرم Torision test.
- فحص الصدمة impact test.
- فحص الصلادة Hardnees test.

* معلومات ترتبط بالصيانة

- البرم Torsion
- انحناء Bending
- انضغاط Compression
- شد Tension
- صدمة Impact

* البيئة ( Enviroment )

للمكائن والآلات الزراعية طبيعة الترية - درجة الحرارة ----

* الطبيعة البشرية (طريقة الاستخدام - نوع الحركة -----

Scanned with CamScanner

# مسائل الفصل الأول

## الإجهاد والانفعال المباشر

1.1/ قضيب ذو قطر مربع الشكل مقداره 25mm وطوله 300mm يحمل قوة انضغاطية قدرها 50KN . أحسب مقدار الإجهاد المسلط على القضيب والتغير في الطول عند استخدام الثقل. إن قيمة E لمادة القضيب $E=200\ GN/m^2$

1.2/ يحمل انبوباً من الحديد ذا قطر خارجي مقداره 25mm وقطر داخلي مقداره 12mm ، يحمل ثقلاً توتريًا قدره 40kN . ما هو مقدار الإجهاد في القضيب؟ وما مقدار الزيادة المسموح بها في الثقل لو أن الإجهاد محدد بمقدار $225\ MN/m^2$ .

1.3/ قضيبان دائريان ، احدهما مصنوع من البرامن والآخر من مادة الحديد ، حملا بثقل قص قدره 30kN . أحسب مقدار القطر الضروري للقضيبين (أ) بقص أحادي (ب) بقص ثنائي. وذلك عند عدم تجاوز اجهاد القص في المادتين عن $50\ MN/m^2$ و $100\ MN/m^2$ على التوالي .

1.7/ يتكون القضيب ABCD من ثلاث قطع : يبلغ مقطع AB 25mm وإن طوله 50mm ، BC ذو قطر 20mm وطوله 50mm وإن CD ذو قطر 12mm وطوله 40mm أحسب مقدار الإجهاد المسلط على كل مقطع للقضيب عندما يتعرض الى اجهاد رأسي مقداره 20KN ما مقدار التمدد الكلي للقضيب في هذا الثقل؟ E لمادة القضيب $E=210\ GN/m^2$

1.8/ يتكون القضيب الحديدي ABCD من ثلاثة اجزاء : قطر AB مقداره 20mm ويبلغ طوله 200mm ، BC مربع القطر ومقداره 12mm وطوله 400mm وأن CD ذات قطر 25mm وطوله 200mm . عرض القضيب الى قوة انضغاطية والتي نتجت عنها أجهاد مقداره $30MN/m^2$ وذلك على الجزء ذو القطر الكبير. أحسب مقدار التقلص في طول القضيب عندما تعرض الى هذا الحمل. فما قيمة E للحديد $E=210\ GN/m^2$ .

Scanned with CamScanner

حل اسئلة مقاومة المواد

الفصل الاول

Q1/ 1.1 P-50

$\sigma = ?$ $\epsilon = ?$

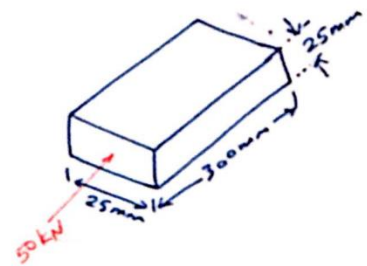
$$stress = \frac{F}{A} = \frac{Force}{Area}$$

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

$$= \frac{50}{(25 \times 25)10^{-6}}$$

$$= 80\,000\ kN/m^2 \times 10^{-3}$$

$$= 80\ MN/m^2$$




$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \Rightarrow \epsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{80}{200 \times 10^3} = 4 \times 10^{-4}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} \Rightarrow \Delta L = \epsilon * L = 4 \times 10^{-4} * 300 = 0.12\ mm$$

---

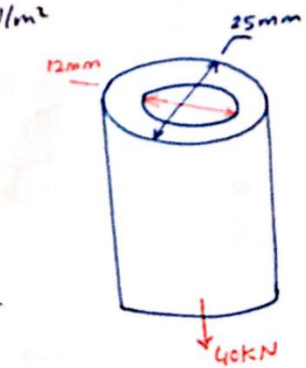
Q2/ 1.2 $\sigma = ?$ $\Delta F = ?$ when $\sigma = 225\ MN/m^2$

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

$$A = \frac{\pi}{4}(d_o^2 - d_i^2) = \frac{\pi}{4}(25^2 - 12^2)$$

$$= 377.77\ mm^2$$

$$\sigma = \frac{40 \times 10^{-3}}{377.77 \times 10^{-6}} = 105.88\ MN/m^2$$




$$\sigma = \frac{F_2}{A} \Rightarrow F_2 = \sigma A = 225 * 377.77 \times 10^{-6} \times 10^{3} = 85\ kN$$

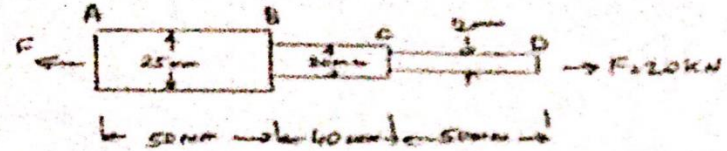
$$\therefore \Delta F = F_2 - F_1 = 85 - 40 = 45\ kN$$

Scanned with CamScanner

1.4/ يتكون القضيب ABCD من ثلاث قطع : يبلغ مقطع AB 25mm وان طوله BC ، 50mm ذو قطر 20mm وطوله 40mm وان CD ذو قطر 12mm وطوله 50mm أحسب مقدار الاجهاد المسلط على كل مقطع للقضيب عندما يتعرض الى اجهاد رأسي مقداره 20KN ، ما مقدار التمدد الكلي للقضيب تحت هذا الثقل ؟ $E = 210GN/m^2$ .

1.5/ يتكون القضيب الحديدي ABCD من ثلاث اجزاء : قطر AB مقداره 20mm ويبلغ طوله BC ، 200mm مربع القطر ومقداره 25mm وطوله 400mm وأن CD ذات قطر 12mm وطوله200mm . عرض القضيب الى قوة انضغاطية والتي نتجت عنها أجهاد مقداره $30MN/m^2$ وذلك على الجزء ذو القطر الكبير أحسب مقدار التقلص في طول القضيب عندما تعرض الى هذا الحمل . خذ قيمة E للحديد $E=210GN/m^2$ .

Q1.7/




$\sigma_{AB} = ?$

$\sigma_{BC} = ?$

$\sigma_{CD} = ?$

$\Delta L = ?$

$E = 210\ GN/m^2$

$$\sigma_{AB} = \frac{F}{A_{AB}} = \frac{20\times10^{-3}}{\frac{\pi}{4}(0.025)^2} = 40.74\ MN/m^2$$

$$\sigma_{BC} = \frac{F}{A_{BC}} = \frac{20\times10^{-3}}{\frac{\pi}{4}(0.02)^2} = 63.66\ MN/m^2$$

$$\sigma_{CD} = \frac{F}{A_{CD}} = \frac{20\times10^{-3}}{\frac{\pi}{4}(0.012)^2} = 176.83\ MN/m^2$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\sigma}{\Delta L}\times L$$

$$\Delta L = \frac{\sigma}{E}\times L$$

$$\Delta L_{AB} = \frac{40.74}{210\times10^3}\times 50 = 0.0097\ mm$$

$$\Delta L_{BC} = \frac{63.66}{210\times10^3}\times 40 = 0.0121\ mm$$

$$\Delta L_{CD} = \frac{176.83}{210\times10^3}\times 50 = 0.0421\ mm$$

$$\Delta L_{total} = \Delta L_{AB} + \Delta L_{BC} + \Delta L_{CD}$$

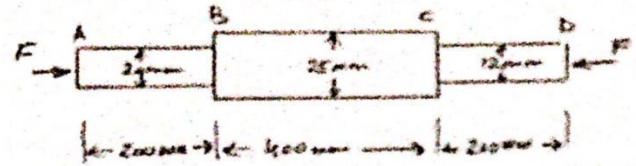
$$= 0.0097 + 0.0121 + 0.0421 = 0.0639\ mm$$

Scanned with CamScanner

Q108/

$\sigma = 30\ MN/m^2$

$E = 210\ GN/m^2$




$$F = \sigma A = 30 \times 10^3 (0.025)^2 = 18.75\ kN$$

$$\sigma_{AB} = \frac{F}{A_{AB}} = \frac{18.75 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4}(0.02)^2} = 59.68\ MN/m^2$$

$$\sigma_{CD} = \frac{F}{A_{CD}} = \frac{18.75 \times 10^{-3}}{\frac{\pi}{4}(0.012)^2} = 165.78\ MN/m^2$$

$$\Delta L = \frac{\sigma}{E} \times L$$

$$\Delta L_{AB} = \frac{59.68}{210 \times 10^3} \times 200 = 0.0568\ mm$$

$$\Delta L_{BC} = \frac{30}{210 \times 10^3} \times 400 = 0.0571\ mm$$

$$\Delta L_{CD} = \frac{165.78}{210 \times 10^3} \times 200 = 0.1578\ mm$$

$$\Delta L_{total} = \Delta L_{AB} + \Delta L_{BC} + \Delta L_{CD}$$

$$= 0.0568 + 0.0571 + 0.1578$$

$$= 0.2717\ mm$$

Scanned with CamScanner

1.3 / قضيبان دائريان ، أحدهما مصنوع من البراص والاخر من مادة الحديد ، حملا بثقل قص قدره 30KN .أحسب مقدار القطر الضروري للقضيبين (ا) بقص أحادي (ب) بقص ثنائي . وذلك عند عدم تجاوز اجهاد القص في المادتين عن $50MN/m^2$ و $100MN/m^2$ على التوالي .

Q3/ 1.5

1. Single shear

$F = 30kN$
$\sigma = 50 MN/m^2$
$\tau = 100 MN/m^2$

(A) brass

$$\tau = \frac{\text{shear load}}{\text{Area resisting shear}} = \frac{F_{sh}}{A_{sh}}$$

$$\therefore A_{sh} = \frac{F_{sh}}{\tau} \Rightarrow \frac{\pi}{4} D^2 = \frac{F_{sh}}{\tau} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 F_{sh}}{\pi \tau}}$$

$$\therefore D = \left(\sqrt{\frac{4 \times 30}{\pi \times 50 \times 10^3}}\right) \times 10^3 = 22.6 \text{ mm}$$

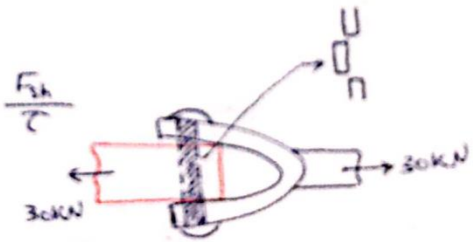
(B) steel

$$D = \left[\sqrt{\frac{4 \times 30}{\pi \times 100 \times 10^3}}\right] \times 10^3 = 19.5 \text{ mm}$$

2. Double shear

(A) brass

$$\tau = \frac{F_{sh}}{2 A_{sh}} \Rightarrow 2 A_{sh} = \frac{F_{sh}}{\tau}$$




$$2 \frac{\pi}{4} D^2 = \frac{F_{sh}}{\tau} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{2 F_{sh}}{\pi \tau}}$$

$$\therefore D = \left[\sqrt{\frac{2 \times 30}{\pi \times 50 \times 10^3}}\right] \times 10^3 = 19.5 \text{ mm}$$

(B) steel

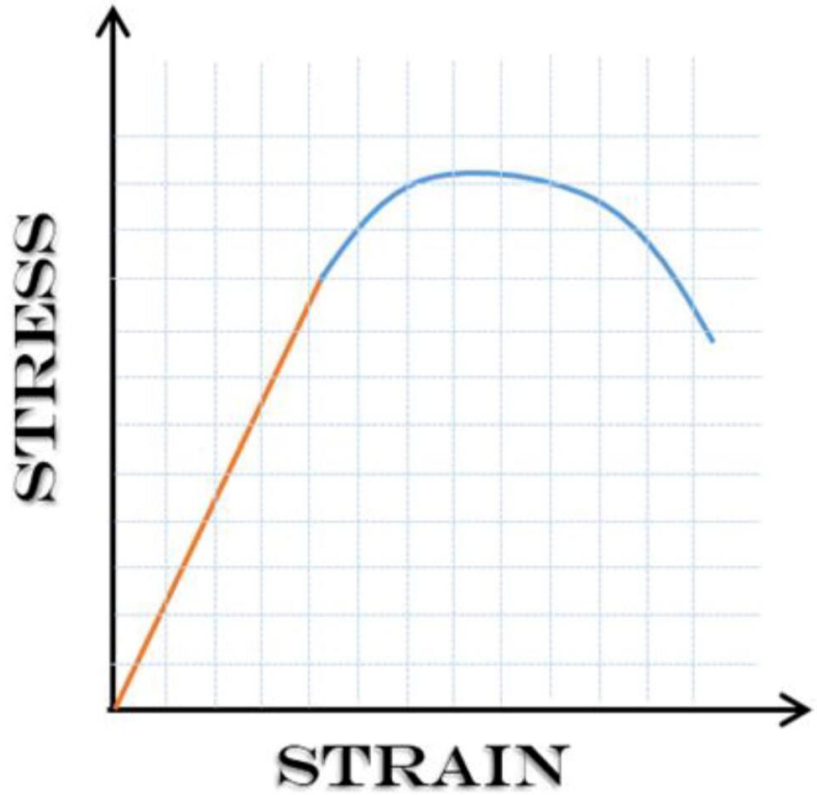
$$D = \left[\sqrt{\frac{2 \times 30}{\pi \times 100 \times 10^3}}\right] \times 10^3 = 13.8 \text{ mm}$$

Scanned with CamScanner

إختبار الشد أو(Tensile Test)

هو أحد أهم الاختبارات الاساسية في ميكانيكا المواد، ويتم من خلال شد أو سحب قطعة من مادة ما الى أن تنفصل الى قطعتين وخلال عملية السحب يتم قياس القوة ومسافة التمدد في المادة المسحوبه.

من هذا الاختبار يتشكل لنا منحنى الجهد – الاستطاله (Stress vs Strain Curve)، وهي مقدار قياس إستطالة المادة بالنسبة للجهد المطبق عليها.

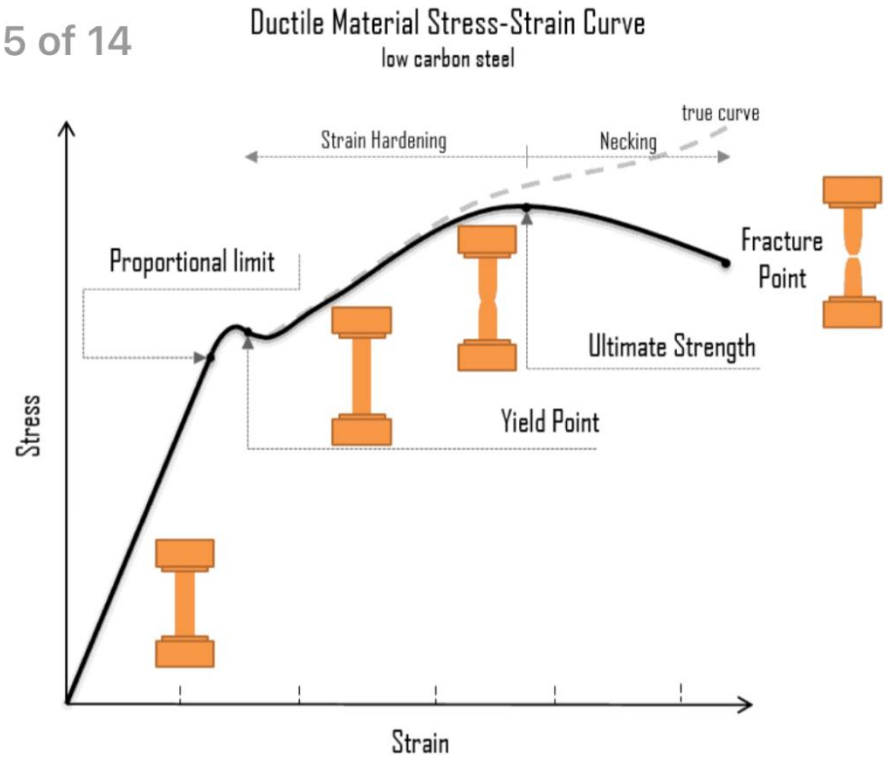


أما الجهد فيتم تعريفه بأنه القوة على مساحة المقطع التي تقع علية القوة وتكون وحدتها (N/m^2)ويتم وضع الجهد في المحور الراسي (Y-axis)، الاستطالة (Strain) وتصف مقدار تشكل المادة خلال عملية السحب وتوجد من خلال قسمة مقدار التغير في الطول على الطول الاصلي للقطعة – ويوضع ف المحور الافقي.

$$\sigma = \frac{Force}{Cross\ Section\ Area} = \frac{N}{m^2} = Pa$$

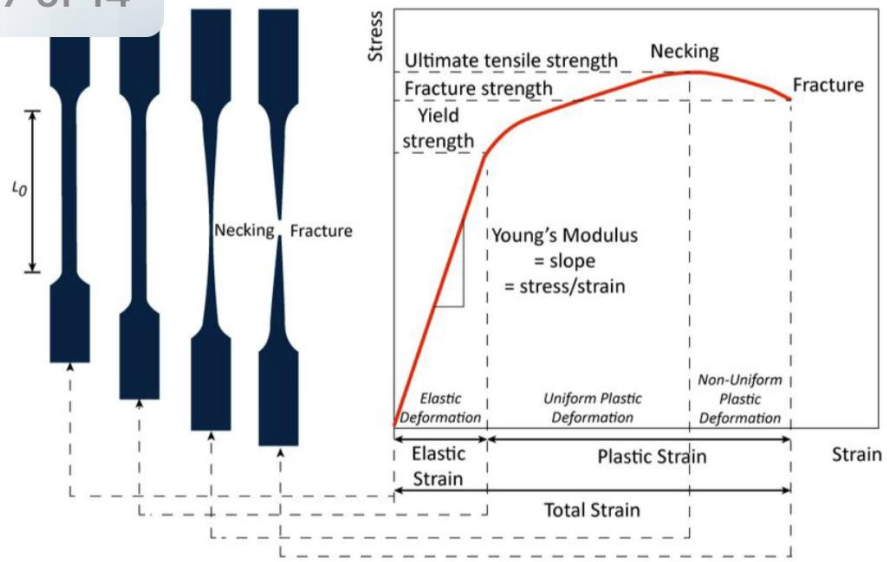
$$\epsilon = \frac{The\ Change\ in\ length}{Original\ length} = \frac{m}{m}$$

وحتى نفهم الفكرة لنتابع التغير في المنحنى فنلاحظ أنه عندما يزيد الجهد تزيد معه الاستطالة وتسمى هذه المنطقة للعلاقة الخطية بمنطقة التشكل المرنة (Elastic deformation region) وتعني أنه إذا تم إزالة القوة في هذه المنطقة فسوف تعود المادة لشكلها الاصلي قبل تطبيق القوة أو الجهد عليها –

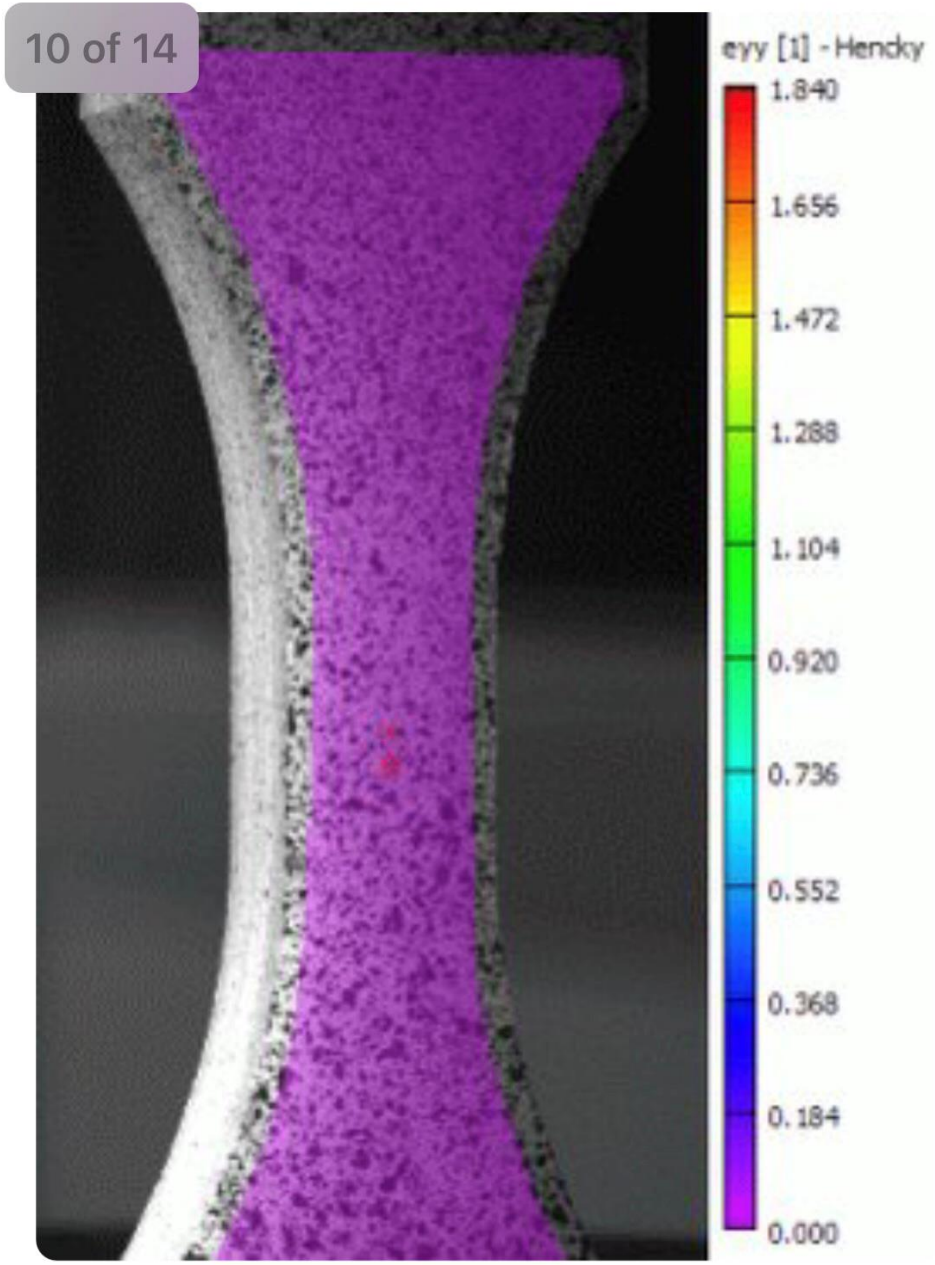


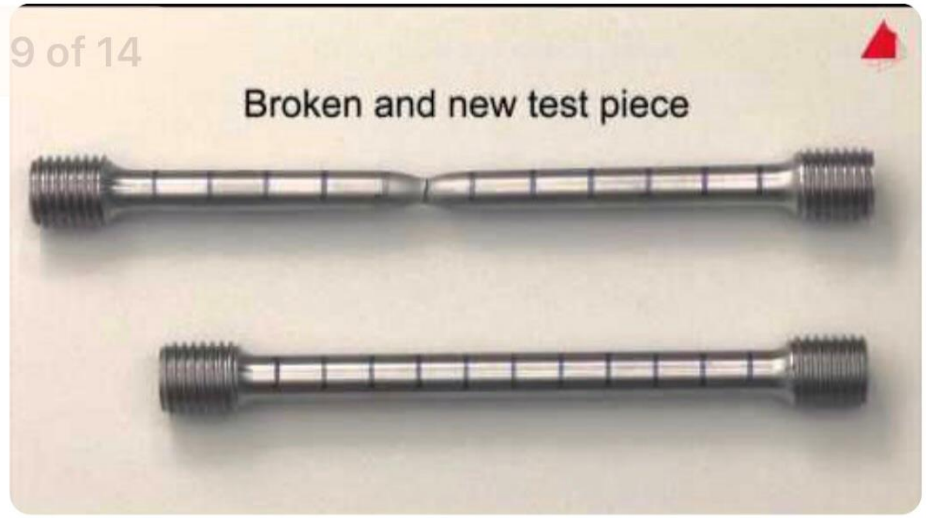

على سبيل المثال المطاط عندما تسحبه يعطيك أضعاف طولة الأصلي وما إن تترك المطاط حتى يعود لشكله الأصلي ويحدث مثل هذه العمليه في المعادن في منطقة التشكل المرن.

في نهاية هذه المنطقة تكون لدينا نقطة الانصياع(Yield point) وفي حال تخطي هذه النقطة فإن عملية التشكل ستكون دائمة بحيث أنه إذا تم إزالة القوه فإن المعدن لا يعود الى شكله الاصلي ولذلك يسمى بـ(Plastic deformation)أو التشكل اللدن. يستمر الجهد بالزيادة حتى يصل لأعلى نقطة قوة...




...يمكن للمادة تحمل الجهد عندها وهي الـ(Ultimate Strength)بعد هذه النقطة يقل الحاجة الى جهد عالي وذلك لأن مساحة المقطع بدأت تقل مع إستطالة المادة، فتبدأ تقل مساحة المقطع مع تشكل العنق (Necking) في منتصف أو قريب من منتصف طول القطعة وتستمر الى أن ينكسر المعدن أو ينفصل.

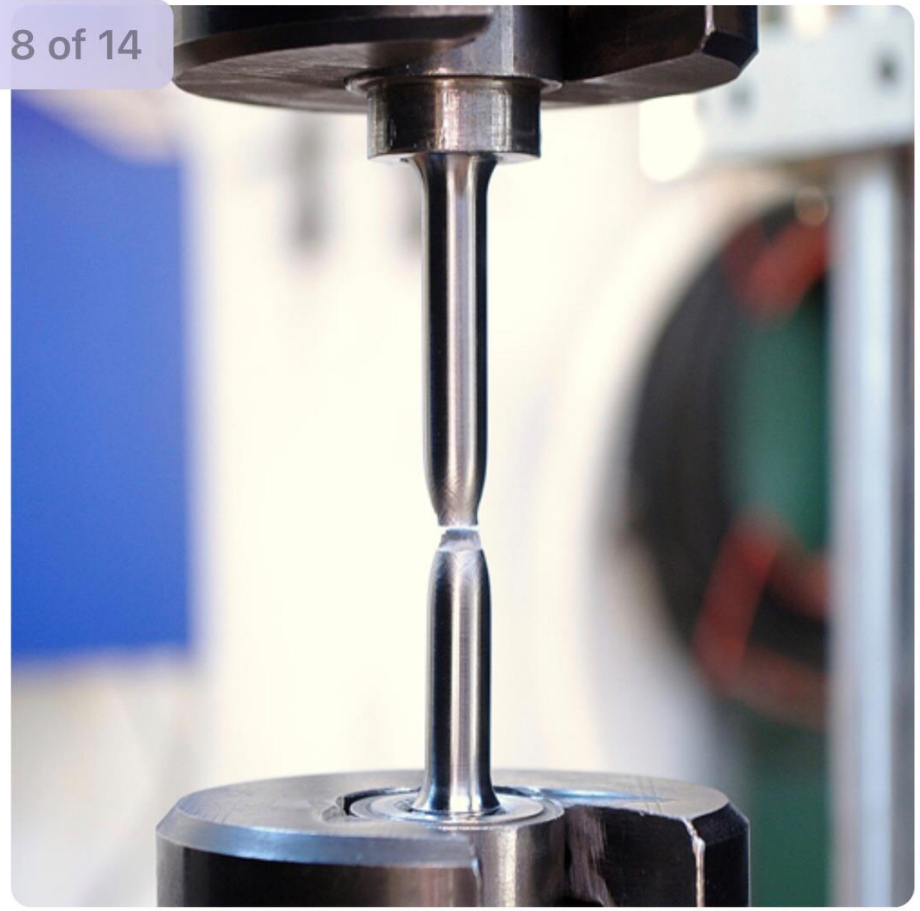

eyy [1] - Hencky
1.840
1.656
1.472
1.288
1.104
0.920
0.736
0.552
0.368
0.184
0.000




من هذا المنحنى يتم إيجاد معلومات مهمة عن المواد ومنها

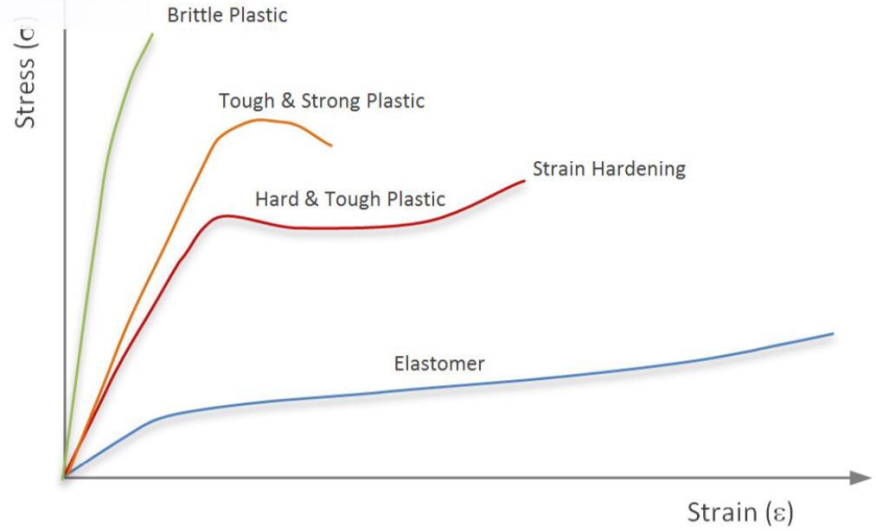
1-الـ(Young's Modulus) أو (Elastic Modulus):

وهي قيمه تقيس مقاومة المادة للتشكل المرن وتعني مقامومة المادة للتغيير في منطقة(Elastic deformation region) ويمكن إيجادها من خلال حساب الميل في المنطقة الخطية....



...( كل ما كان الميل أكثرحدة كل ما كانت المادة أكثر صلابه ) على سبيل المثال في الكاربون ستيل الميل يكون حاد بينما في المطاط العكس وعليه فإن (Young's Modulus) في المطاط يكون أقل.

أما إستخداماته فهو أكثر خصائص المواد إستخداما في التطبيقات الهندسية لتوقع التغير الذي يطرأ على المواد في حال تعرضت لقوة محدده.

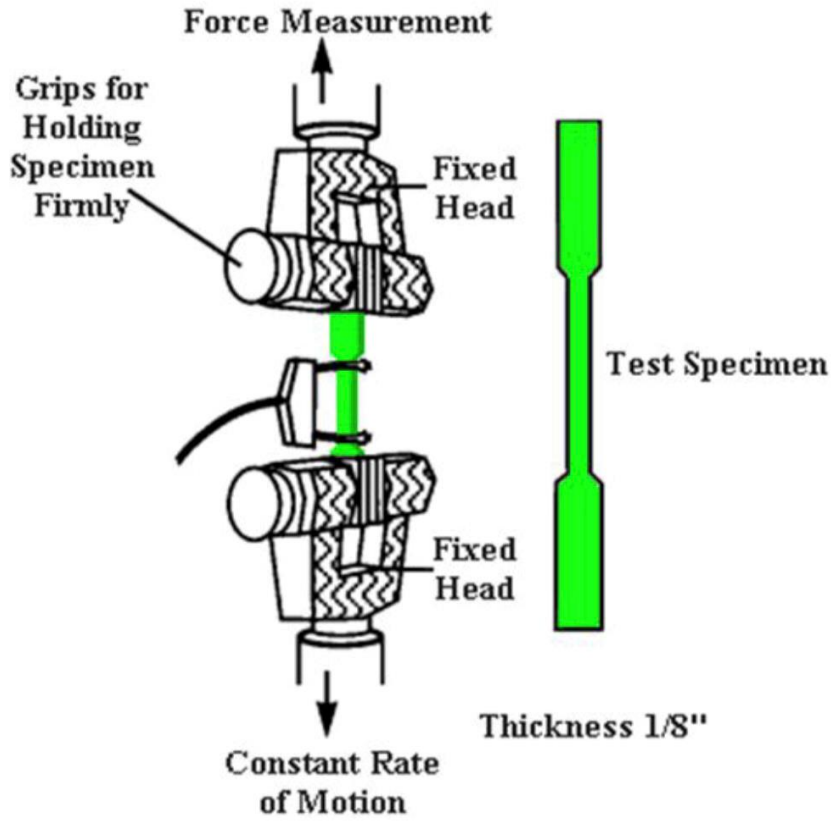



2-الـ( Yield strength)

3-الـ( Ultimate Tensile strength)

وغيرها من المعلومات بطرق مباشرة أو غير مباشرة.

وتعتبرالـ( Yield strength )و( Ultimate Tensile strength) من أهم الخصائص الميكانيكية للمواد بحيث أن المهندس...




...يقوم بقسمتهم على معامل الأمان (Factor of safety) ليحدد أكبر قدر من الجهد المسموح الوصول له (Max allowable stress) قبل ان تصبح هذه المادة غير آمنه للإستخدام، وهو من أهم معالم تصميم المنتجات.

1.3 / قضيبان دائريان ، أحدهما مصنوع من البراص والاخر من مادة الحديد ، حملا بثقل قص قدره 30KN .أحسب مقدار القطر الضروري للقضيبين (ا) بقص أحادي (ب) بقص ثنائي . وذلك عند عدم تجاوز اجهاد القص في المادتين عن $50MN/m^2$ و $100MN/m^2$ على التوالي .

Q3/ 1.5

1. Single shear

$F = 30kN$
$\sigma = 50 MN/m^2$
$\tau = 100 MN/m^2$

(A) brass

$$\tau = \frac{\text{shear load}}{\text{Area resisting shear}} = \frac{F_{sh}}{A_{sh}}$$

$$\therefore A_{sh} = \frac{F_{sh}}{\tau} \Rightarrow \frac{\pi}{4} D^2 = \frac{F_{sh}}{\tau} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 F_{sh}}{\pi \tau}}$$

$$\therefore D = \left(\sqrt{\frac{4 \times 30}{\pi \times 50 \times 10^3}}\right) \times 10^3 = 22.6 \text{ mm}$$

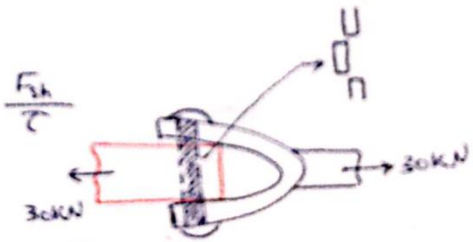
(B) steel

$$D = \left[\sqrt{\frac{4 \times 30}{\pi \times 100 \times 10^3}}\right] \times 10^3 = 19.5 \text{ mm}$$

2. Double shear

(A) brass

$$\tau = \frac{F_{sh}}{2 A_{sh}} \Rightarrow 2 A_{sh} = \frac{F_{sh}}{\tau}$$




$$2 \frac{\pi}{4} D^2 = \frac{F_{sh}}{\tau} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{2 F_{sh}}{\pi \tau}}$$

$$\therefore D = \left[\sqrt{\frac{2 \times 30}{\pi \times 50 \times 10^3}}\right] \times 10^3 = 19.5 \text{ mm}$$

(B) steel

$$D = \left[\sqrt{\frac{2 \times 30}{\pi \times 100 \times 10^3}}\right] \times 10^3 = 13.8 \text{ mm}$$

Scanned with CamScanner

1.11/ (ا) قطع نموذج فحص من مادة البراص وسلط عليه فحص توتر . عندما سلط ثقل مقداره 6.4KN على نموذج الفحص ذي قطر مقداره 11.28mm فان الطول المثالي البالغ 50mm قد تمدد بمقدار 0.04mm .أحسب

1. الاجهاد
2. الانفعال
3. معامل المرونة

(ب) دورات فاصلة من نفس القضيب ، حيث ان قطرها يبلغ 28mm وطولها مقداره 250mm ، ولا القياسين تما عند درجة حرارة مقدارها $20C^{o}$ . ازدادت درجة الفاصلة الى $100C^{o}$ ، وقيد التمدد الطبيعي . استخدام معامل تمدد خطي مقداره $18x\ 10^{-6}/C$ وأحسب :

1. الاجهاد في الفاصلة
2. الضغط الاجهادي على الفاصلة

$Q_{1.11}$ /

P-52 A -

$F = 64\ KN$

$D = 11.28\ mm$

$L = 50\ mm$

$\Delta L = 0.04\ mm$

$\sigma = ?$ $E = ?$ $\epsilon = ?$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{6.4 \times 10^3}{\frac{\pi}{4}(11.28 \times 10^{-3})^2} = \frac{6.4 \times 10^3}{99.88 \times 10^{-6}} = 64\ MN/m^2$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{0.04}{50} = 0.0008$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{64}{0.0008} = 80\,000\ MN/m^2 \quad / \cdot 10^{-3}$$

$$= 80\ GN/m^2$$

B- $\Delta t = 100 - 20 = 80\ C^\circ$

$$\epsilon = \alpha \Delta t$$

$$= 18 \times 10^{-6} \times 80 = 0.0014$$

$$\sigma = E \times \epsilon$$

$$= 80\,000 \times 0.00144$$

$$= 115.2\ MN/m^2$$

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{P}{\frac{\pi}{4}(28 \times 10^{-3})^2} = \frac{P}{0.00061544}$$

$$P = \sigma \times A = 115.2 \times 0.00061544$$

$$= 0.07089\ MN/m^2 \quad / \times 10^{-3}$$

$$= 71\ KN$$

CS Scanned with CamScanner