



HARDNESS


Hardness

اصلا دة

الملاوة : هي قدرة المعدن على مقاومة حدوث أثر أو علامة أو بلى
Hardness : أو تأكل من سطحها نتيجة تعرضها لأحمال (إستاتيكية أو ديناميكية).

الصلابة : هي قدرة المادة على مقاومة التشكل في المادة داخلياً وخارجياً
Stiffness ويعبر عنها بـمعيار الصلابة (E) على حسب نوع المادة :

ميل الخط المستقيم (f, e)


 (f, c)

← میاں (مستقیم)



لا حظ تعب الصلادة على الصلابة إذا كانت سطح الجسم من نفس نوع الجسم غير مغلف بمادة أخرى

١١٠

أنواع الصلادة

* Types of hardness :

(أ) صلادة العلامة

1) Indentation Hardness

- مقاومة المادة لحادث أثراً أو علامة بسطحها .
- + العائد لت لا قدرة كبيرة على مقاومة لعلامات يمكن الإستفادة بها مثل :
 - صناعة الدبالت لمنع إختراق البرصام .
 - منشآت لهم والإستراتيجية (النووية) .

2) Scratch Hardness

(ب) صلادة الخدش

- مقاومة المادة لحادث خدش بسطحها . وتتميز للعائد هذه بسهولة على خدش أو إزالة أجزاء منها أثناء تصنيعها .

3) Wear Hardness

(ج) صلادة البرد

- مقاومة المادة للبرد والتآكل من سطحها نتيجة الإحتكاك .
- حيث تستخدم العائد التي لها صلادة تأكل عالية من تغليف عجلات القطار وقضبان السكك الحديدية .

4) Rebound Hardness

(د) صلادة الارتداد

- قدرة المادة على إمتصاص الطاقة وإعادة ترميزه أخف وتستخدم في الزنبركات .

١. إختبارات العلامة

تتحقق على عمل علامة أو أثر في العينة حيث تكون المادة التي يُختبر بها علامة أو أثر صلادة .

← يقاسه رقم الصلادة في هذه الحالة باستعمال
مادة هذا الأثر :-

$$\star \text{ Hardness No.} = \frac{\text{Load}}{\text{Indent area}}$$

الحمل
مساحة الأثر

فوك

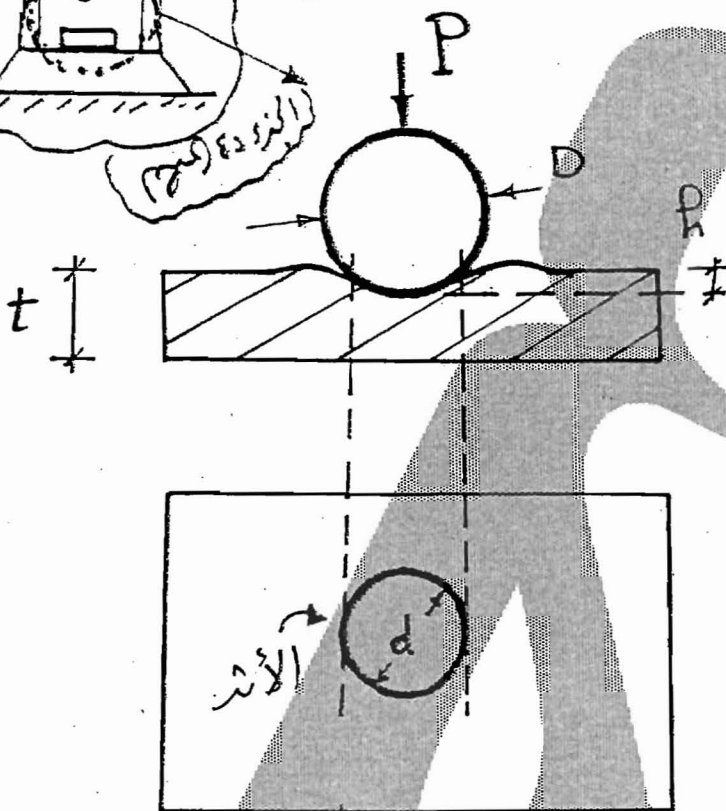
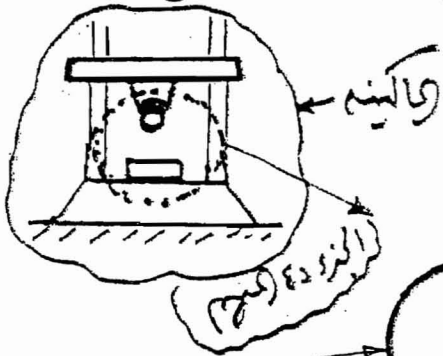
← يتم عمل الإختبار حسب نوع المادة ومادة الإختبار :

1. (✓) ← إختبار برنل " Brinell "
2. ← إختبار فيكنز " Vickers "
3. ← إختبار نوبل " Knoppe "
4. ← إختبار روكول " Rock wel "

★ Brinell hardness test ★

إختبار برينل

- يعتمد الإختبار على التأثير بحمل إستاتيكي على عينة وقياسه ماصة الأثر الناتج .



- P : الحمل المؤثر
- A : ماصة الأثر
- t : سمك العينة
- D : قطر كرة الإختبار
- d : قطر الأثر
- h : عمق الأثر

* Brinell hardeness number :

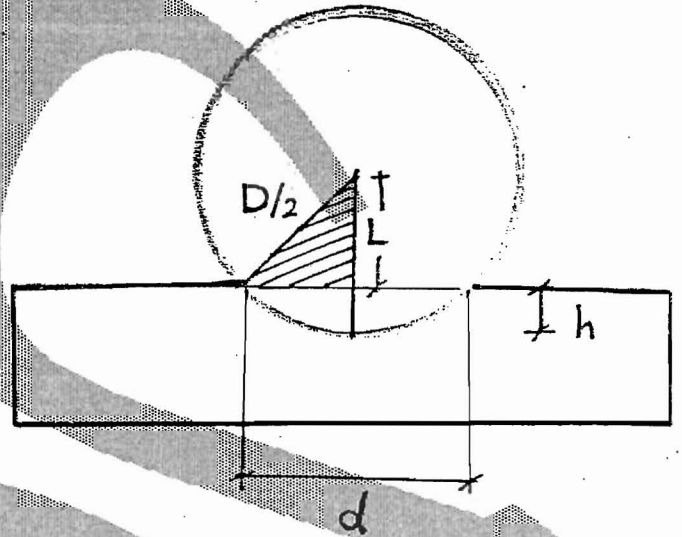
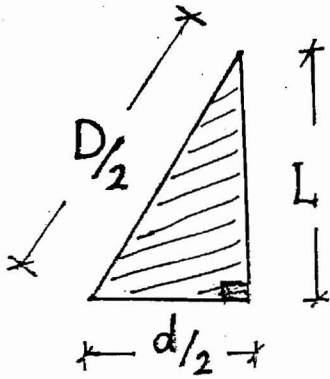
$$B.H.N = \frac{P}{\pi D h}$$

المؤثر

(P) مؤثر الأثر صغير جداً جداً لدرجة عدم القدرة على قياسه لذلك هنستعمل

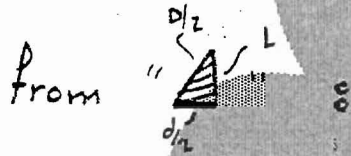
حساب مساحة

← استنتاج رقم بزنك للصلاة :



from shape :

$$\therefore h = D/2 - L \rightarrow \textcircled{1}$$



$$\therefore L^2 = \left[\frac{D}{2}\right]^2 - \left[\frac{d}{2}\right]^2$$

$$L = \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

from ①

$$h = \frac{D}{2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

$$\therefore h = \frac{1}{2} [D - \sqrt{D^2 - d^2}]$$

$$B.H.N = \frac{P}{\frac{\pi D}{2} [D - \sqrt{D^2 - d^2}]}$$

* الإجهاد المؤثر على المعدن يجب أن يتعدى حد الخضوع

للمادة وكذلك يجب ألا يزيد عن أقصى إجهاد لذلك

توجد علاقة ثابتة بين $P \propto D^2$ تعتمد على نوع المادة :

$$P/D^2 \rightarrow (mm) \leftarrow (Kg)$$

نوع المادة

للمواد الحديدية

للخاسه والالومنيوم

للرصامه والقصدير

للسبائك "Alloys"

(سبائك الخاسه - الالومنيوم)

30

5

1

10

أقصى
حفظاً للحديد
Ex: Steel
∴ $\frac{P}{D^2} = 30$

- لاحظ : بعد عمل الاختبار وجد أن هناك علاقة

بين رقم برينل (B.H.N) وبين أقصى

مقاومة شد.

$$F_u = 0.36 \text{ B.H.N}$$

Ex:

200

HB

5

700

20

يتم كتابته رقم برينل :

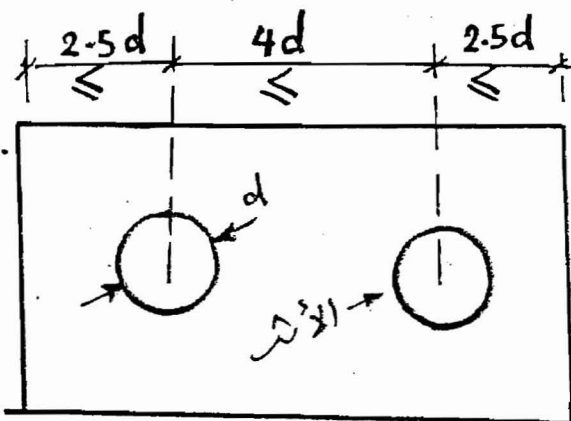
رقم برينل

قوة الكرة

قوة التحمل

الزمن

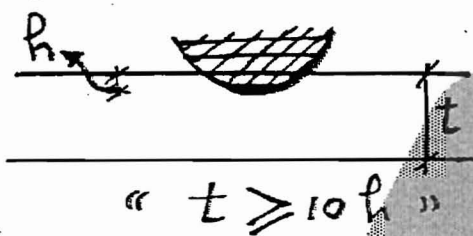
شروط إسقام اختبار برينل Brinells



١. يجب ألا يقل المساف بين مركزي الأثر وحاض العين عن 2.5 قطر الأثر. $[2.5 d]$

٢. يجب ألا يقل المساف بين مركزي

أثرين متجاورين عن 4 مرات قطر الأثر $[4 d]$.



٣. يجب ألا يقل سمك العين عن $(10 P)$ عشر مرات عمق الأثر "P". " $t \geq 10 P$ "

٤. يجب أن تكون الكرة المستخدمة في الاختبار صلابتها أعلى من صلادة العين.

٥. يجب أن تكون قطر الأثر إلى قطر الكرة يتراوح

$$\text{بين } (0.25 \leftarrow 0.5) = \frac{d}{D}$$

- إذا قل عن 0.25 لا نستطيع قياسه الأثر بدقة.

- إذا زاد عن 0.5 فإنه قد يحدث إضرار للعين.

٦. الحمل المستخدم يكون أكبر من حمل المنقوع وأقل من الحمل الأقصى.

A Brinell hardness test was conducted on a rivet made from steel using a ball indenter of 5.0 mm diameter, the measured impression diameter was 3.0 mm and using ball indenter of 1 cm diameter, the measured impression diameter was 4.5 mm. Calculate the B.H.N., and the approximate tensile strength of the rivets materials.

* Given: Rivet steel $\Rightarrow \frac{P}{D^2} = 30$

If $\Rightarrow D = 5 \text{ mm}$ $\{ d = 3 \text{ mm}$

If $\Rightarrow D = 1 \text{ cm}$ $\{ d = 4.5 \text{ mm}$

* Req: B.H.N $\leq \frac{P}{F_u}$

Sol $\therefore \frac{d}{D} = \frac{3}{5} = 0.6 > 0.5 \quad (\text{Not ok})$

$\therefore \frac{d}{D} = \frac{4.5}{1 \times 10} = 0.45 \Rightarrow (0.25 - 0.5) \quad (\text{OK})$
 للتحويل إلى mm

$\therefore \frac{P}{D^2} = 30 \Rightarrow P = 30 \times (10)^2 = 3000 \text{ kg}$

B.H.N = $\frac{P}{\frac{\pi D}{2} [D - \sqrt{D^2 - d^2}]} = \frac{3000}{\frac{\pi (10)}{2} [10 - \sqrt{10^2 - 4.5^2}]}$

$\therefore \text{B.H.N} = 179$

Find the minimum dimension for steel specimens used in Brinell hardness test using ball diameter of 10 mm if the tensile strength of steel is 5 t/cm² in the following cases: using one, two, or three indentations.

Given: $D = 10 \text{ mm}$ $\sigma_{t_u} = 5 \text{ t/cm}^2$

Sol

$$\sigma_{t_u} \text{ Steel} \Rightarrow \frac{P}{D^2} = 30$$

$$\sigma_{t_u} P = 30 \times (10)^2 = 3000 \text{ Kg}$$

$$\sigma_{t_u} \sigma_{t_u} P = 0.36 \text{ B.H.N}$$

$$\sigma_{t_u} \text{ B.H.N} = \frac{5 \times 1000}{0.36 \times (10)^2}$$

$$= 138.89$$

$$\sigma_{t_u} \text{ B.H.N} = \frac{P}{\frac{\pi D}{2} [D - \sqrt{D^2 - d^2}]}$$

$$\sigma_{t_u} 138.89 = \frac{3000}{\frac{\pi (10)}{2} [10 - \sqrt{10^2 - d^2}]}$$

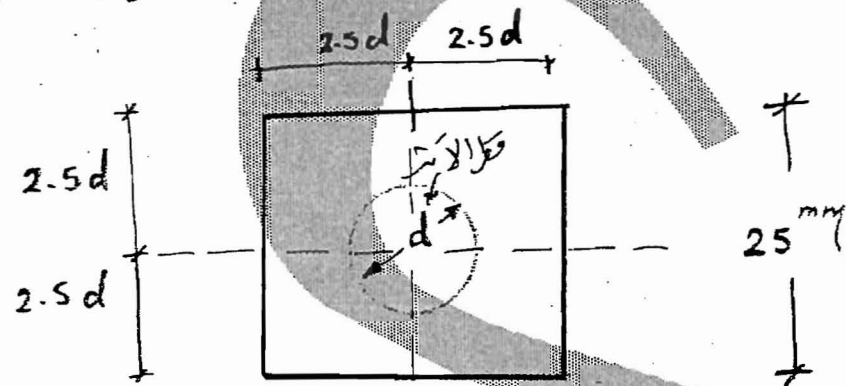
النتيجة

$$\sigma_{t_u} d = 5 \text{ mm}$$

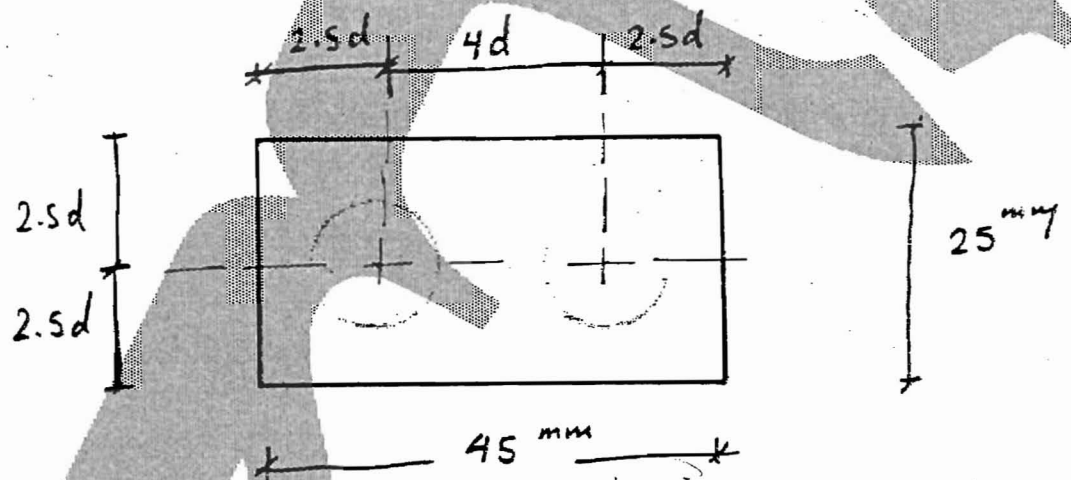
$d = 5 \text{ mm}$

$\Rightarrow h = ?? \Rightarrow t = 10h$ *عوض*

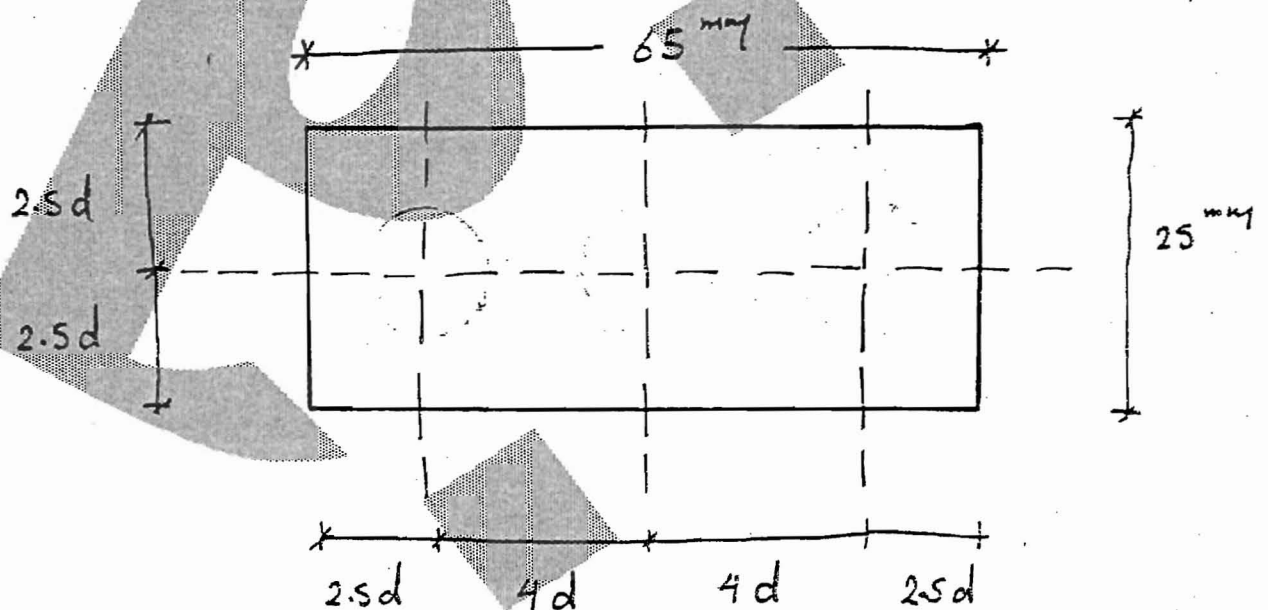
- One indentation:



- Two indentation:



- Three indentation:



مسألة
تعب

During a Brinelle (برل) hardness test on a steel specimen using a ball indenter of 1.0 cm diameter, the impression diameter measured was 4.6 mm at spacing from the edge of the specimen of 8 mm, and was 4.2 mm at spacing from the edge of the specimen of 28 mm, calculate the B.H.N., approximate tensile strength, fatigue limit stress and the yield stress of the specimen.

A beam made from the above steel shaft has a pulley mounted at each end and is supported between two bearing houses. The shaft diameter is 8 cm and the span is 2.0 meter and is subjected to a cyclic bending moment from a concentrated load acting on the mid span of the shaft. If the mean stress acting is 300 kg/cm², determine the maximum fatigue load using Soderberg equation and Goodman diagram; Assume that F.O.S for $f_u = 2.5$ and that for f_y & $f_s = 2.0$.

$$\therefore D = 1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$$

$$\rightarrow d = 4.6 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow 2.5(4.6) = 11.6 \text{ mm} > 8 \text{ mm} \quad (\text{Not ok})$$

$$\therefore D = 10 \text{ mm}$$

$$\rightarrow d = 4.2 \text{ mm}$$

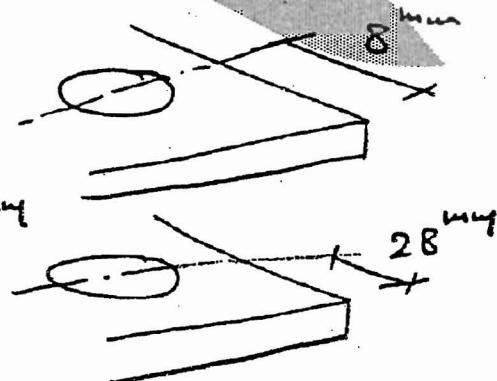
$$\Rightarrow 2.5(4.2) = 10.5 \text{ mm} < 28 \text{ mm} \quad (\text{ok})$$

$$\therefore \frac{P}{D^2} = 30$$

$$\Rightarrow P = 30 \times (10)^2 = 3000 \text{ Kg}$$

$$\therefore \text{B.H.N.} = \frac{P}{\frac{\pi D}{2} [D - \sqrt{D^2 - d^2}]}$$

$$= \frac{3000}{\frac{\pi (10)}{2} [10 - \sqrt{(10)^2 - (4.2)^2}]} = 206$$



$$f_u = 0.36 \text{ B.H.N}$$

$$= 0.36 \times 206 = 74.4 \text{ kg/mm}^2$$

Q. 100k

$$F_e = 0.5 f_u$$

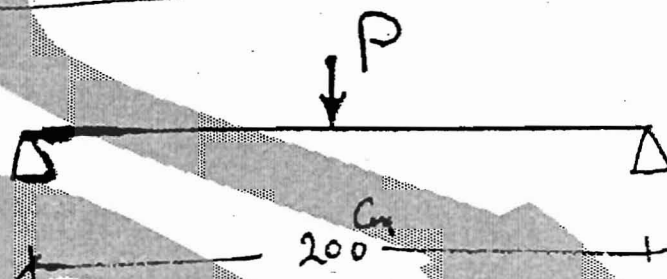
$$F_y = \frac{F_e + f_u}{2}$$

العلاقة بين

خلاف بين العلاقة نذل

$$D = 8 \text{ cm}$$

$$L = 2 \text{ m} = 200 \text{ cm}$$



$$f_m = 800 \text{ kg/cm}^2$$

$$\Rightarrow \text{Req.:- } P_{\max} = ??$$

* Using Soderberg and Goodman Diagram

Q. 100k

$$F.O.S = 2.5 \rightarrow f_u$$

$$F.O.S = 2 \rightarrow f_y \text{ و } f_e$$

معامل
السلامة

$$f_y = 0.75 f_u = 0.75 \times 74.4 = 55.8$$

$$= 5584 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_e = 0.5 f_u = 0.5 \times 74.4$$

$$= 37.2 \text{ kg/mm}^2 = 3720 \text{ kg/cm}^2$$

فرض کنید

Use Soderberg :

$$\frac{P_r}{(P_e / f.o.s)} + \frac{P_m}{(P_y / f.o.s)} = 1$$

$$\therefore \frac{P_r}{(3720/2)} + \frac{800}{(5584/2)} = 1$$

$$\therefore P_r = 1327 \text{ Kg/Cm}^2$$

$$\therefore P_m = 800 = \frac{P_{max} + P_{min}}{2} \rightarrow \textcircled{1}$$

Look $P_{from C, 2}$

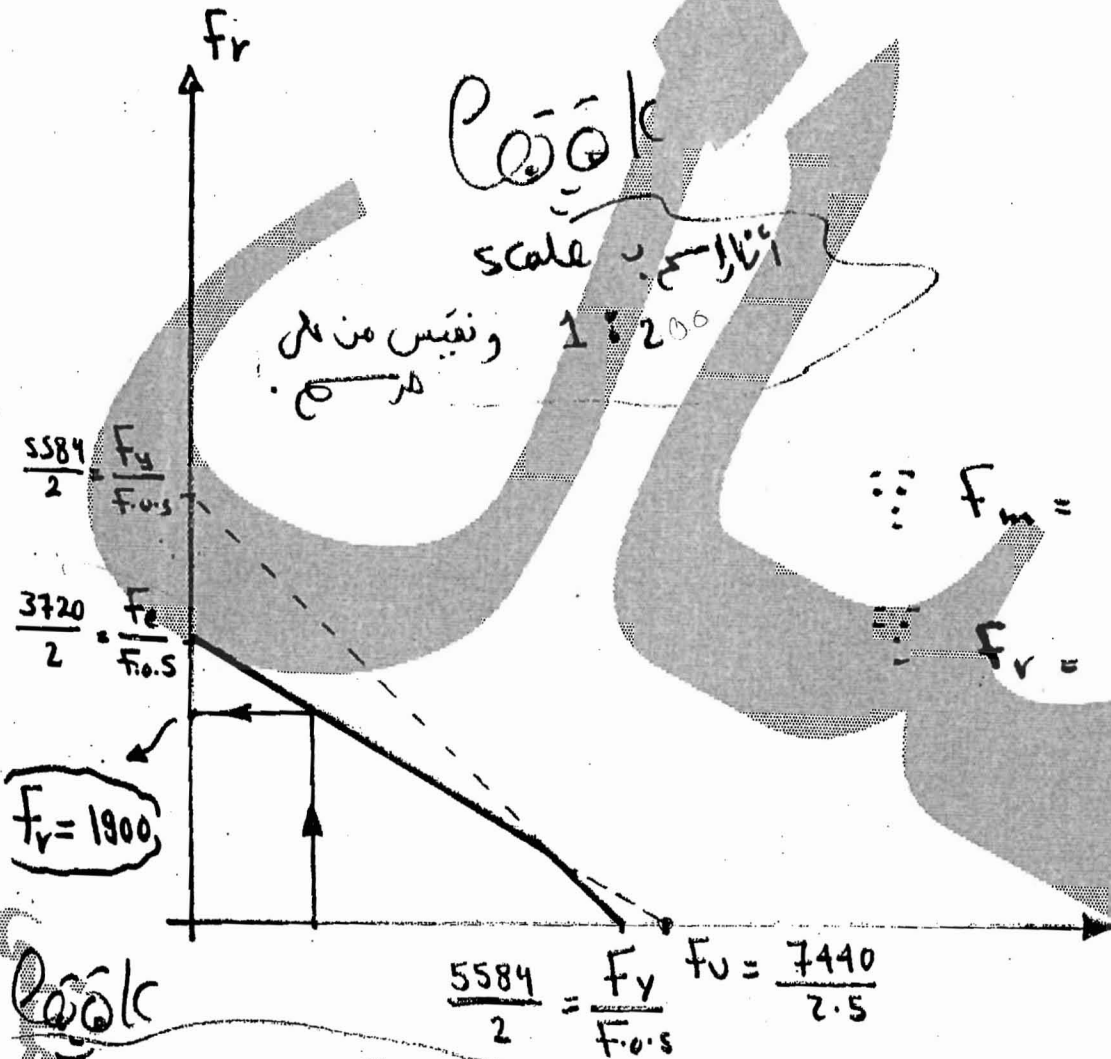
$$\therefore P_r = 1327 = \frac{P_{max} - P_{min}}{2} \rightarrow \textcircled{2}$$

$$\therefore P_{max} = 2127$$

$$\therefore P_{min} = -527$$

$$\therefore P_{max} = 2127 = \frac{P \cdot L^2}{\frac{\pi}{64} (\phi)^4} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{4} \left(\frac{8}{2} \right) \Rightarrow P_{max} = 2138 \text{ Kg}$$

★ Goodman diagram:



$\bar{\sigma}_0 \quad f_m = 800 \text{ Kg/cm}^2$

* from Curve :

$$F_r = 1900 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore F_m = \frac{F_{\max} + F_{\min}}{2} = 800 \rightarrow (1)$$

$$f_r = \frac{f_{\max} - f_{\min}}{2} = 1900 \rightarrow (7)$$

From (1), (2) :

$$F_{\max} = 2700 \text{ kg/cm}^2$$

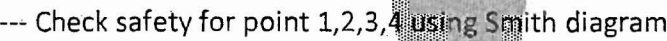
$$f_{\max} = 2700 = \frac{P_{\max} \cdot \frac{200}{14}}{\frac{\pi}{64} (8)^4} \cdot y \cdot \frac{8}{2}$$

$$\therefore P_{\max} = 2714 \text{ kg}$$

منظر طبعاً صالح رکن من سود و بچ

Use $f.o.s = 2$

Use $f.o.s = 2$



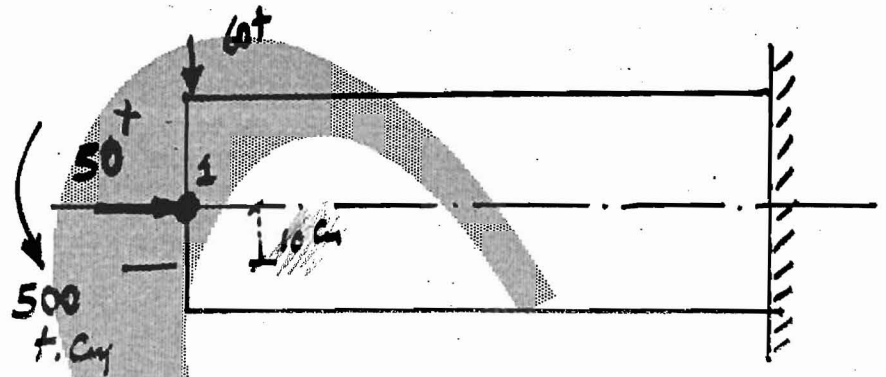
$$\rightarrow \frac{P}{A_y} = \frac{P_c + P_u}{2} = 0.75 P_u = 0.75 \times 5.2$$
$$= \underline{\underline{3.9 \text{ t/cm}^2}}$$

→ F.O.S = 2

$$F_y = 3.9/2 = 1.95 \text{ t/cm}^2$$

$$\therefore F_c = 2.6/2 = 1.3 \text{ } +/a^2$$

حیاتیاتی

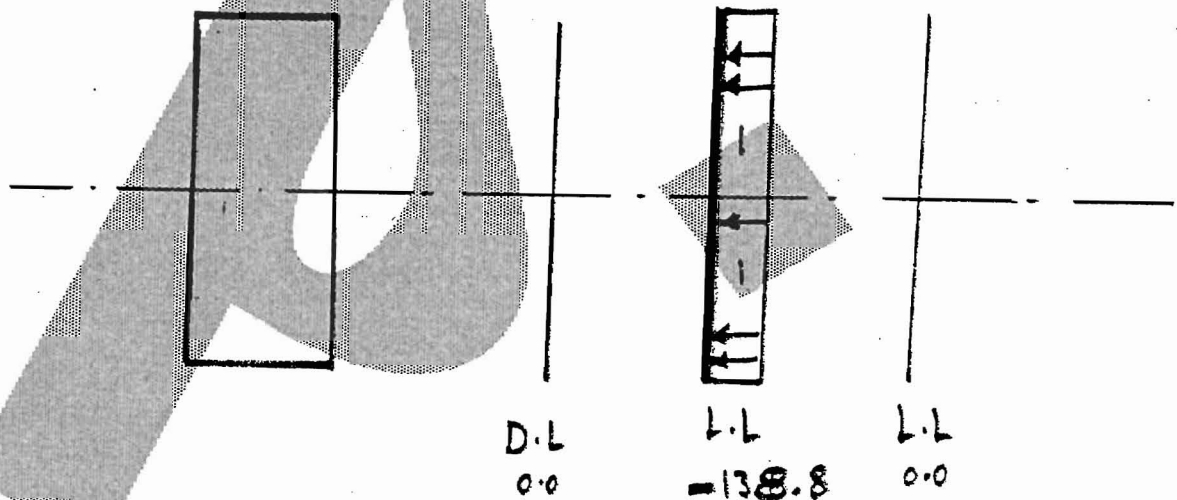


Point (1) $f = \frac{M}{I} \cdot y = 0.0 \quad \Leftarrow 60t \leftarrow \text{from D.L}$

دیں $\text{Kg/cm}^2 \quad \odot 138.8 = f = \frac{P}{A} = \frac{50}{12 \times 30} \quad \leftarrow 50t \leftarrow \text{from L.L}$

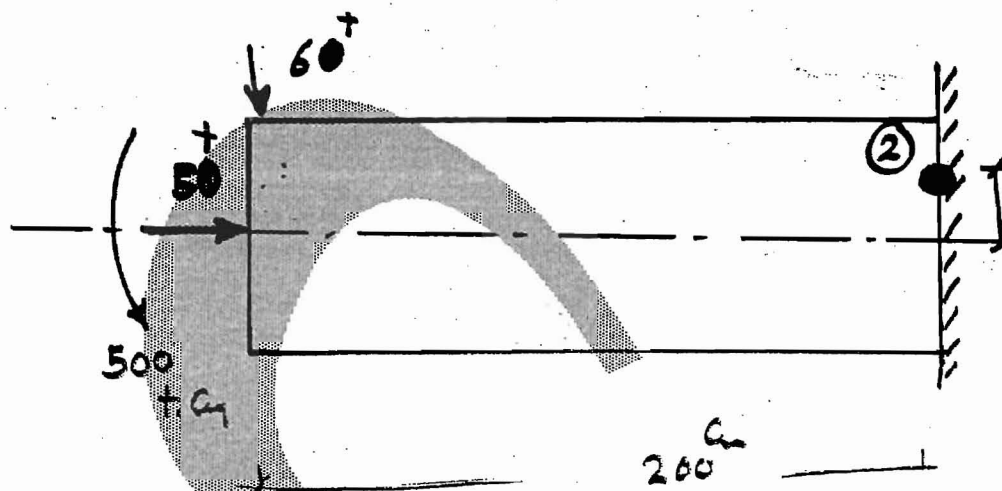
$0.0 = f = \frac{M}{I} \cdot y = 0.0 \quad \leftarrow 500t/cm \leftarrow \text{from D.L}$

$\therefore f_{\max} = 138.8 \text{ kg/cm}^2 \quad \& \quad f_{\min} = 0.0$



$\therefore f_m = \frac{f_{\max} + f_{\min}}{2} = \underline{\underline{6.9 \text{ kg/cm}^2}}$

Handwritten text in Hebrew: *היחס בין*

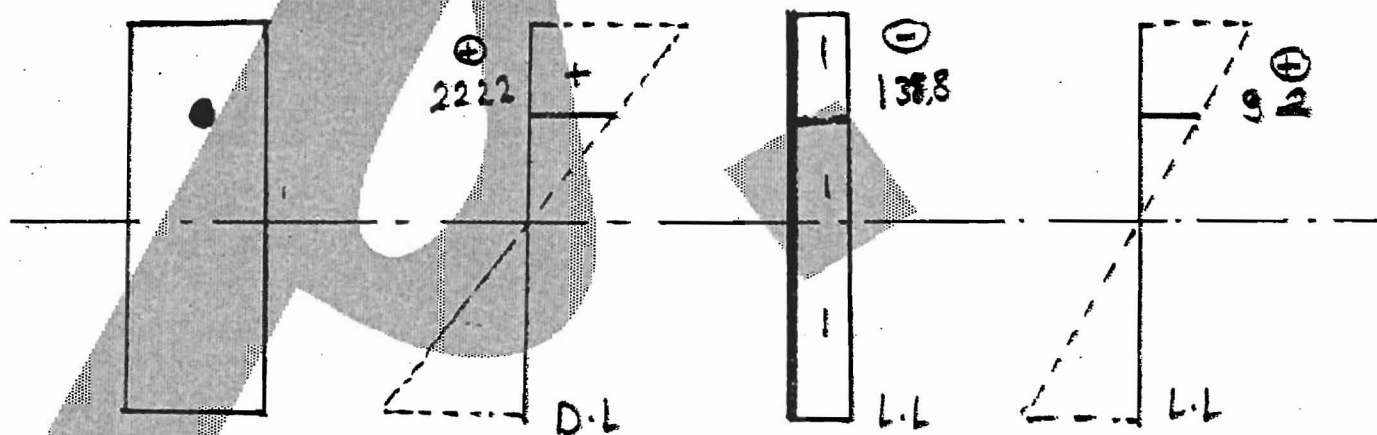


Point (2)

D.L $\sigma = \frac{M}{I} \cdot y = \frac{60 \times 1000 \times 200}{\frac{12 \times 30^3}{12}} \times 5 = 2222 \text{ kg/cm}^2$ ⊕

L.L $\sigma = \frac{P}{A} = \frac{500 \times 1000}{12 \times 30} = 138.8 \text{ kg/cm}^2$ ⊖

L.L $\sigma = \frac{M}{I} \cdot y = \frac{500 \times 1000}{\frac{12 \times 30^3}{12}} \times 5 = 92 \text{ kg/cm}^2$ ⊕

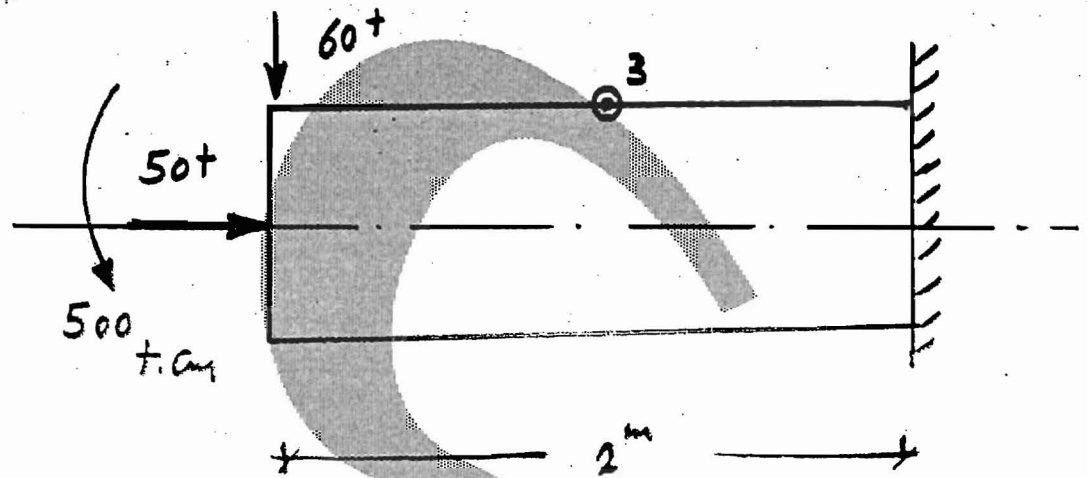


$\sigma_{max} = 2222$ ⊕

$\sigma_{min} = 2174$ ⊕

$\sigma_m = 2197 \text{ kg/cm}^2$ ⊕

حساب فشار

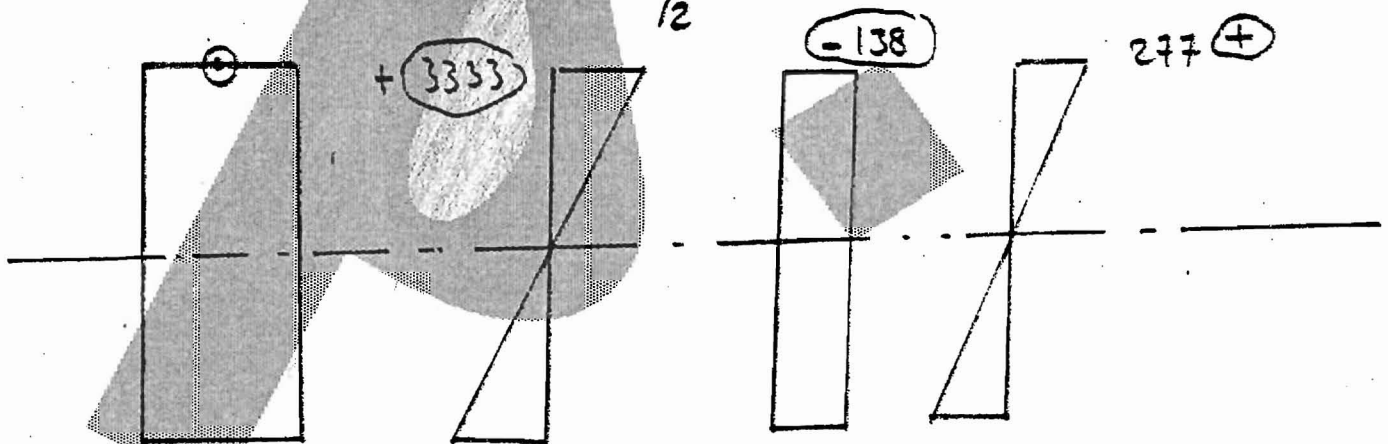


Point (3)

D.L $f = \frac{M \cdot y}{I} = \frac{60 \times 100 \times 1000}{\frac{12 \times 30^3}{12}} \cdot \frac{30}{2} = 3333 \text{ kg/cm}^2$ (+)

L.L $f = \frac{P}{A} = \frac{50 \times 1000}{12 \times 30} = 138.8$ (-) (منفی)

L.L $f = \frac{M \cdot y}{I} = \frac{500 \times 1000}{\frac{12 \times 30^3}{12}} \cdot \frac{30}{2} = 277$ (+)

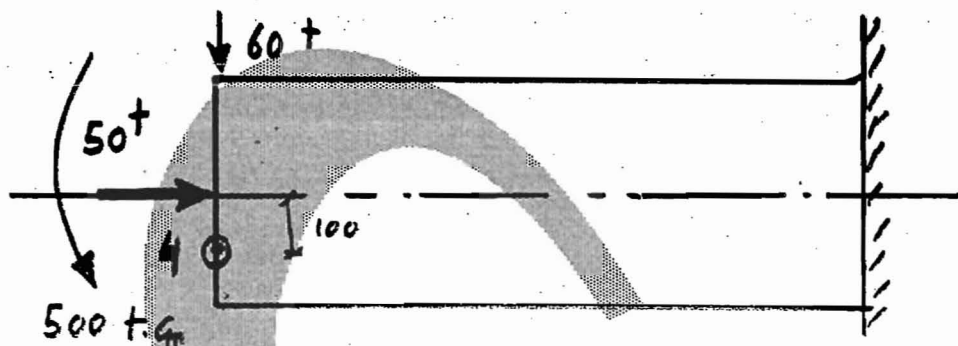


$f_{max} = 3333$

$f_{min} = 3472$

$f_m = 3402 \text{ kg/cm}^2$

فهرست مطالب

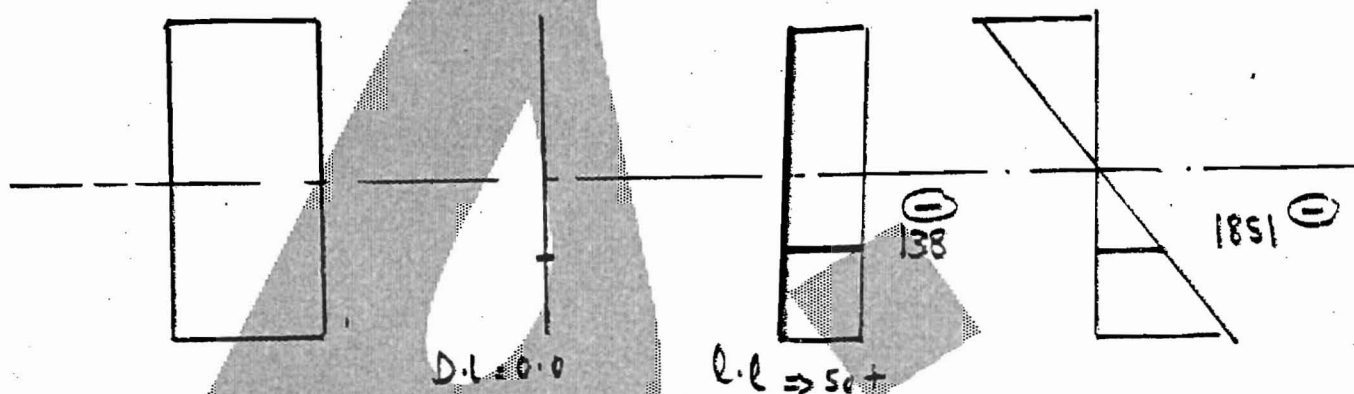


Point (4)

D.L $f = \frac{M}{I} \cdot y = 0.0$

L.L $50t$ $f = \frac{P}{A} = 138 \text{ } \ominus$ کم

L.L 500 t.m $f = \frac{M}{I} \cdot y = \frac{500 \times 1000}{\frac{12 \times 30^3}{12}} \cdot 100 = 1851 \text{ } \ominus$ کم

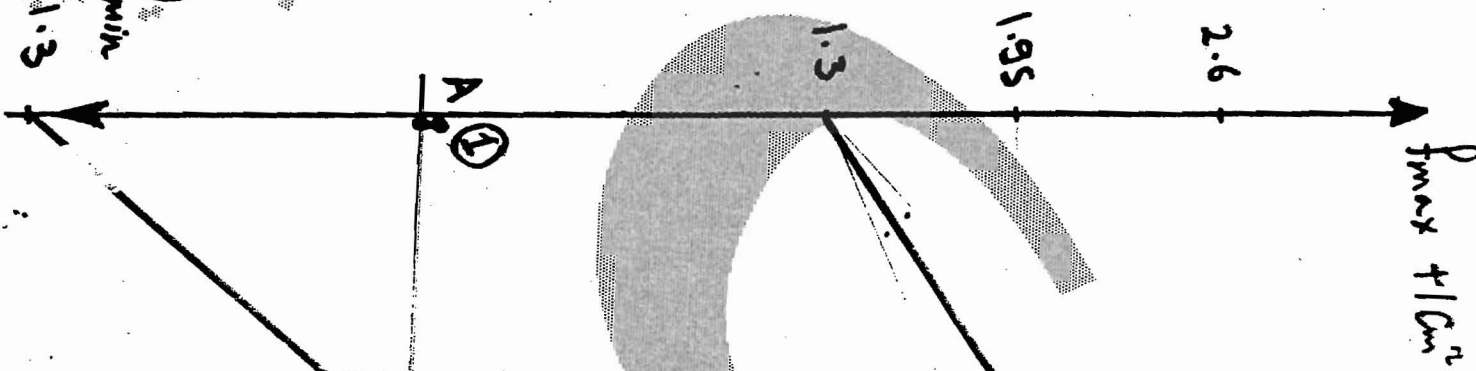


$f_{\max} = 1989$

$f_{\min} = 0.0$

$f_m = 995 \text{ Kg/cm}^2$

③



So, it is safe.

- Point (1) Safe
- Point (2) Not Safe
- Point (3) Not Safe
- Point (4) Not Safe

(20)

$f_m(t/c)$

مهندسی مکانیک

"H.W."

A Fatigue data for a steel alloy is taken from bending rotating test recorded as:

Stress range MPa	500	450	400	350	310	290	290
Cycle to failure	10^4	3×10^4	10^5	4×10^5	10^6	3×10^6	10^7

A rod of this alloy (Grade (360/520)) is to be used for an automobile Axle that rotate is subjected to stresses that fluctuate from 350 MPa a tension to 70 MPa compressions.

Determine the factor of safety with respect to failure using

- 1- Goodman equ.
- 2- Gerber equ.
- 3- Soderberger equ.

Final , 2008 ,

During a Brinelle (برینل) hardness test on a steel disk 4 mm thick using a ball indenter of 1.0 cm diameter, the impression diameter measured was 4.6 mm, and was 2.2 & 2.4 & 2.3 mm when using a ball indenter of 5.0 mm diameter, calculate the B.H.N., approximate tensile strength.