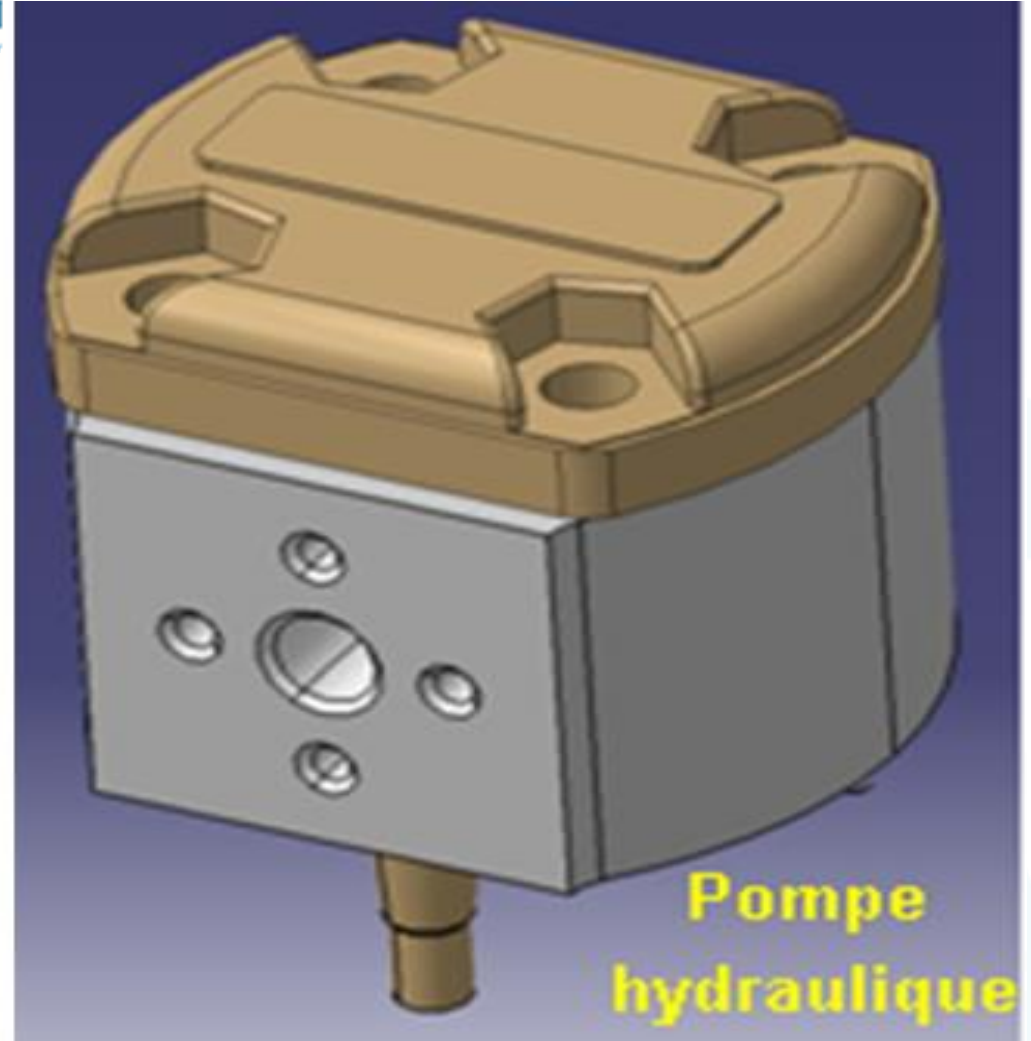
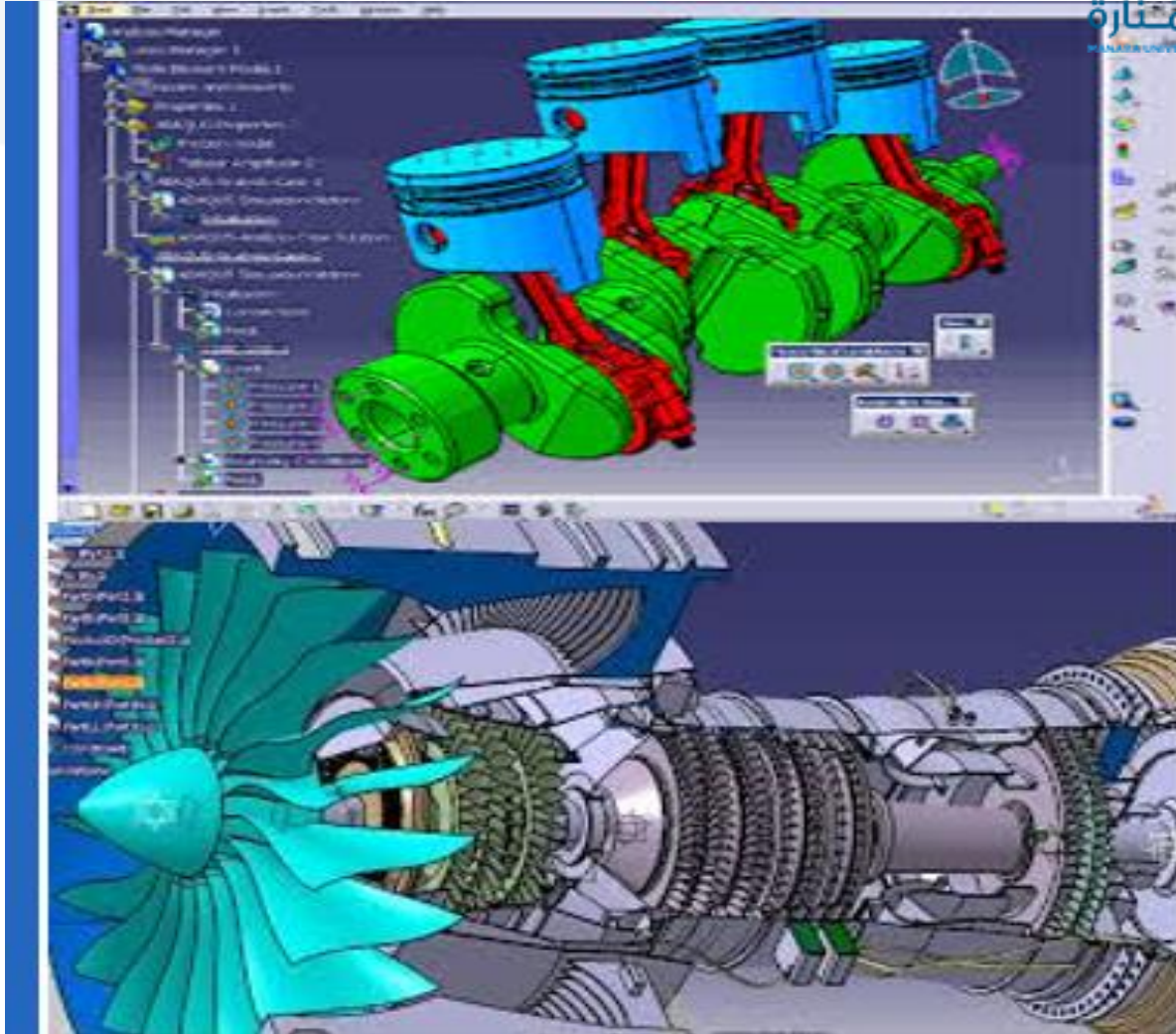
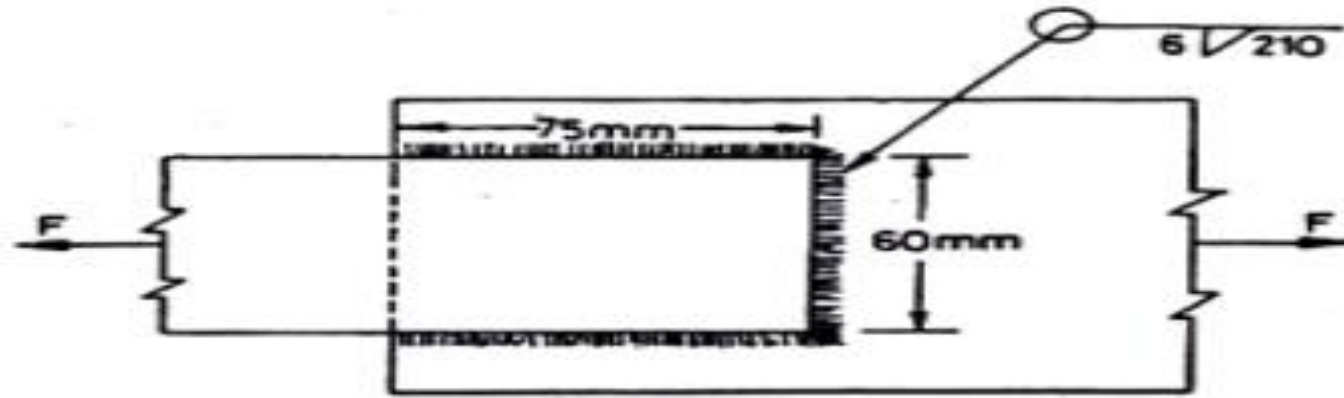




يطلب حساب القوة التي تتحملها الوصلة اللحامية المبينة بالشكل (1) إذا علم أن قياس الوصلة $(k=6mm)$ وأن أبعاد الوصلة هي مبينة بالشكل (1) وأن إجهاد القص المسموح به لمادة اللحام $([\tau] = 108Mpa)$



الشكل (1): الرسم للمسألة (1)

الحل:

1- حساب الطول الإجمالي للوصلة:

$$l = 75 + 60 + 75 = 210mm$$

2- حساب سماكة الوصلة:

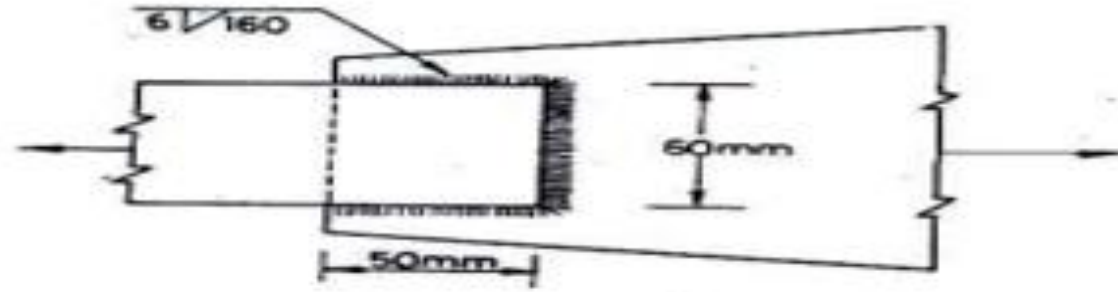
$$s = k \cdot \cos 45^\circ = 6 \cdot 0,7mm = 4,2mm$$

حساب القوة التي تتحملها الوصلة:

$$F = [\tau] \cdot l \cdot s = 108 \frac{N}{mm^2} \cdot 210mm \cdot 4,2mm = 95256N$$

$$F = 95,2kN$$

المطلوب حساب طول الوصلة اللحامية المؤلفة من شريحة ميسطة قياس (60x8 mm) الميئة بالشكل (2) المراد لحامها على عارضة سماكتها (12 mm). إن إجهاد الشد المسموح به لمعدن الشريحة ($[\sigma] = 150 \text{ Mpa}$) وإجهاد القص المسموح به لمعدن اللحام $[\tau] = 108 \text{ Mpa}$ وأن مقياس الوصلة ($k=6 \text{ mm}$).



الشكل (2) : الرسم للمصالة (2)

الحل:

إن الشريحة المعدنية تتحمل قوة مقدارها :

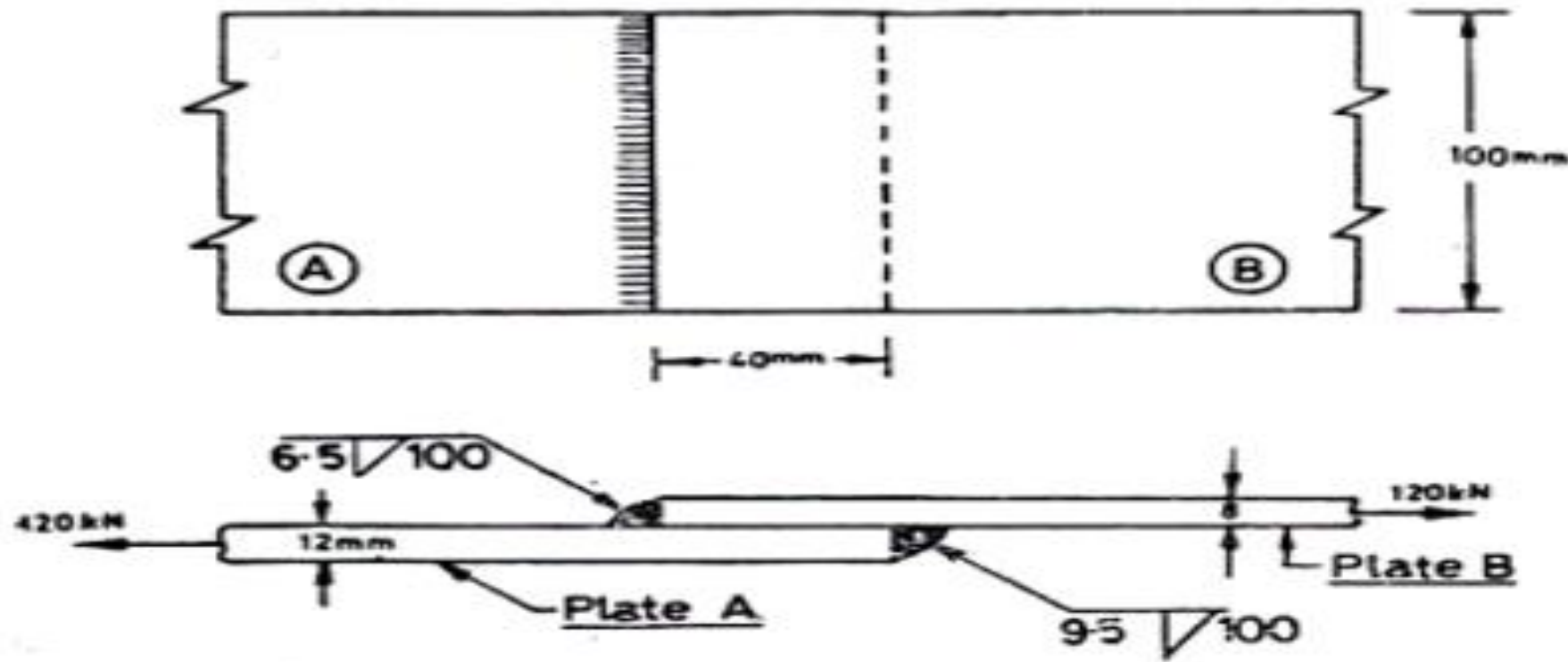
$$F = 150 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 60 \text{ mm} \cdot 8 \text{ mm} = 72000 \text{ N}$$

إذا طبقت هذه القوة على الوصلة اللحامية فيجب أن يكون طولها:

$$l = \frac{F}{0,7 \cdot [\tau] \cdot s} = \frac{72000 \text{ N}}{0,7 \cdot 6 \text{ mm} \cdot 108 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 158,7 \text{ mm}$$

يؤخذ الطول مساوياً لـ ($l=160 \text{ mm}$). أي تتجزئ الوصلة من الطرفين بطول كل جزء (80 mm) دون لحامها من الجهة الأمامية، إلا أن ذلك يصبح أكبر من البعد (60 mm) المتوفر عنه في العلاقة السابقة. كما أن المسافة بين الوصلتين يجب أن تبقى أقل من (16.t) أي أقل من (16.6=92). لذلك يقسم طول الوصلة إلى ثلاثة أجزاء: (50 mm + 50 mm + 60 mm)

يبين الشكل (3) وصلة لحامية تراكبية مؤلفة من صفيحة قياسها $(100 \times 8 \text{ mm})$ على صفيحة أخرى قياسها $(100 \times 12 \text{ mm})$. إجهاد الشد المسموح به لمعدن الصفائح $[\sigma] = 150 \text{ Mpa}$ إجهاد القص المسموح به لمعدن الوصلة $[\tau] = 108 \text{ Mpa}$



الشكل (3) : وصلة لحامية تراكبية

الحل:

إن مسافة التغطية يجب ألا تقل عن خمسة أضعاف السماكة أي:

$$B=5.8mm=40mm$$

يجب تصميم الوصلة على القوة التي تتحملها الصفحة الأضعف: فالصفحة الأقل سماكة تتحمل قوة قدرها

$$F = 150 \frac{N}{mm^2} . 8mm . 100mm = 120000N$$

وهذه القوة تؤثر على كلا الصفحتين وهذا يعني أن إجهاد الشد سوف يتشكل في مقاطع الصفحتين بشكل متساوٍ وهذا يعني أن الصفحة الأكثر سماكة تخضع إلى قوة أكبر.
حسب العلاقة:

إجهاد الشد = القوة / مساحة المقطع

تتناسب سماكة الوصلات اللحامية مع سماكة الصفائح. إذا اعتبرنا أن سماكات الوصلة (S_A, S_B)، تكون نسبة سماكات الوصلة تتناسب مع سماكات الصفائح حسب العلاقة التالية:

$$\frac{S_A}{S_B} = \frac{12}{8} \quad (1)$$

وتكون الحمولة الإجمالية التي تؤثر على الوصلة

$$F = 108.100.0,7.S_A + 108.100.0,70S_B$$

إلا أن الوصلة لا تتحمل أكثر من 120kN

ولتحديد قيم سماكات الوصلة يجب تحقيق العلاقة التالية:

$$F = 108.100.0,7.S_A + 108.100.0,70S_B \leq 120000 \quad (2)$$

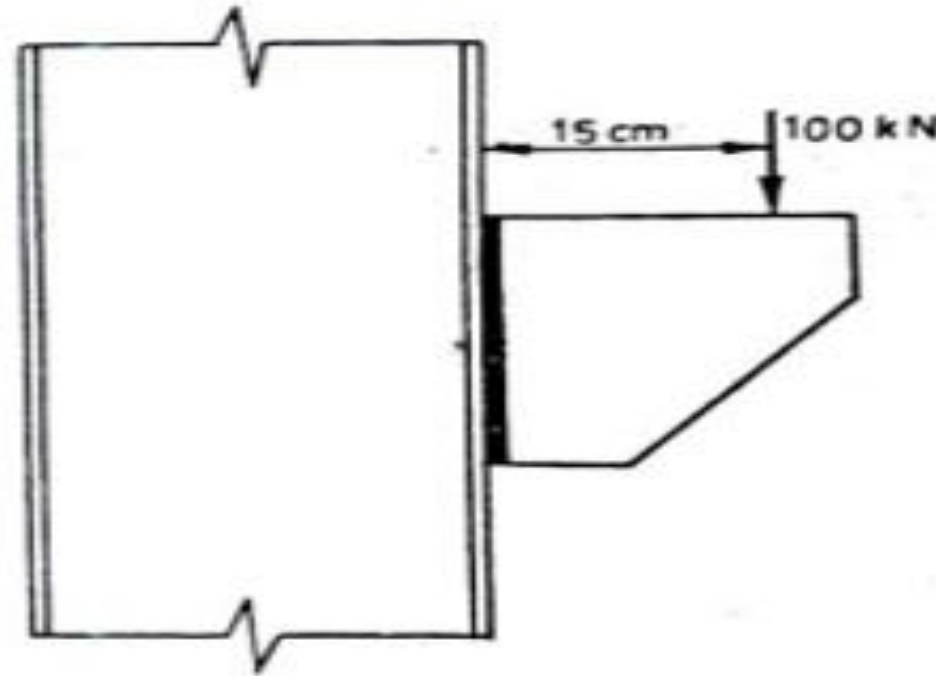
من العلاقتين (1) و (2) نستنتج:

$$S_A = 9,5 \text{ mm}$$

$$S_B = 6,3 \text{ mm}$$

إن هذه القيم أصغر من القيم المفروضة وهذا يعني أن التصميم سليم.

يبين الشكل (4) وصلة لحامية تقابلية فيها سماكة الوصلة ($a=12 \text{ mm}$) وهي معدة لتحمل قوة مقدارها ($W=100 \text{ kN}$) على مسافة قدرها ($l=15 \text{ cm}$). يطلب حساب طول الوصلة (d) لكي تتحمل القوة المذكورة، واختبار الاجهاد المكافئ الاجمالي مع العلم إن إجهاد القص (بتأثير العزم المسموح هو $[\tau_v] = 225 \text{ Mpa}$ وإجهاد القص المكافئ المسموح به هو $[\tau"] = 165 \text{ Mpa}$).



الشكل (4): الرسم للمسألة (4)

الحل:

إن الطول التقريبي للوصلة اللحامية يحسب من العلاقة التالية:

$$d = \sqrt{\frac{6M}{t \cdot [\tau'']}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 150}{12 \cdot 165}} = 213 \text{ mm}$$

يؤخذ طول وصلة لحامية قدره (220mm). الآن نقوم بالحسابات الدقيقة على النحو التالي:

$$\tau' = \frac{W}{d \cdot t} = \frac{100 \cdot 10^3}{220 \cdot 12} = 37,88 \text{ Mpa}$$

ويكون الإجهاد الثانوي الناتج عن القص:

$$\tau'' = \frac{6 \cdot M}{t \cdot d^2} = \frac{6 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 150}{2 \cdot 220^2} = 154,96 \text{ Mpa}$$

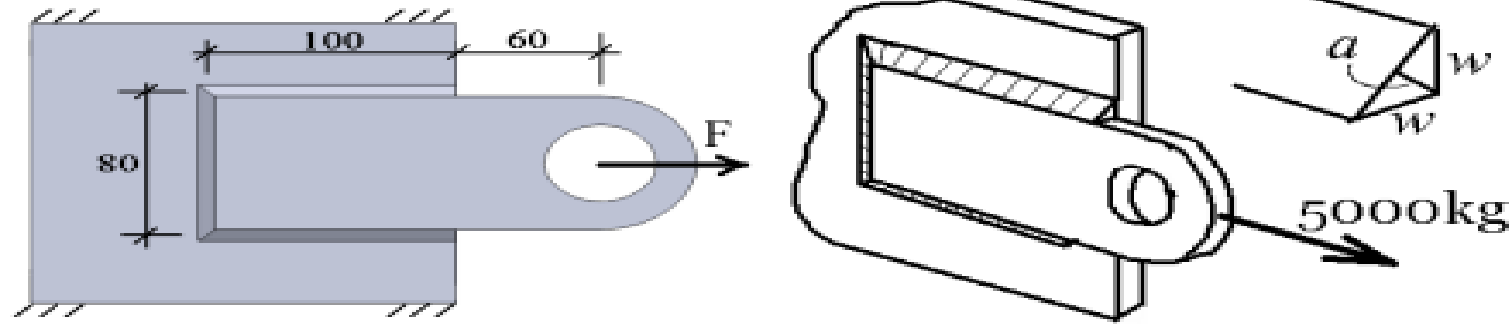
ويكون الإجهاد المكافئ الإجمالي:

$$\tau_v = \sqrt{\tau'^2 + \tau''^2} = \sqrt{154,96^2 + 3 \cdot 37,88^2} = 168,28 \text{ Mpa} < 225 \text{ Mpa}$$

إذن الوصلة آمنة.

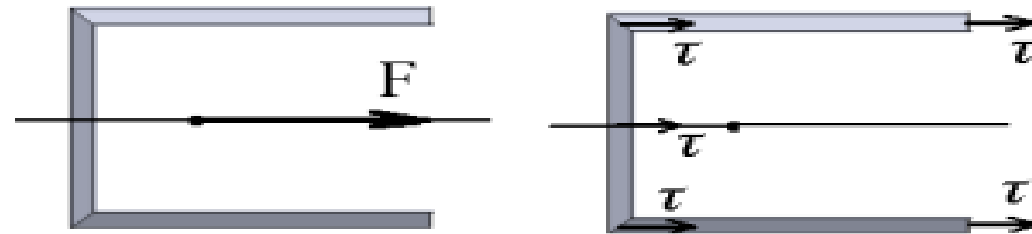
$$\tau_{all} = 5 \text{ kg/mm}^2$$

احسب عرض اللحام للوصلة المبينة



مركز ثقل اللحام واقع على خط التناظر الأفقي.

الحمولة والإجهادات: قوة مارة من مركز الثقل (لا داعي لتحديد موقع مركز الثقل) ينتج منها إجهادات متماثلة في جميع النقاط جهتها من جهة القوة.



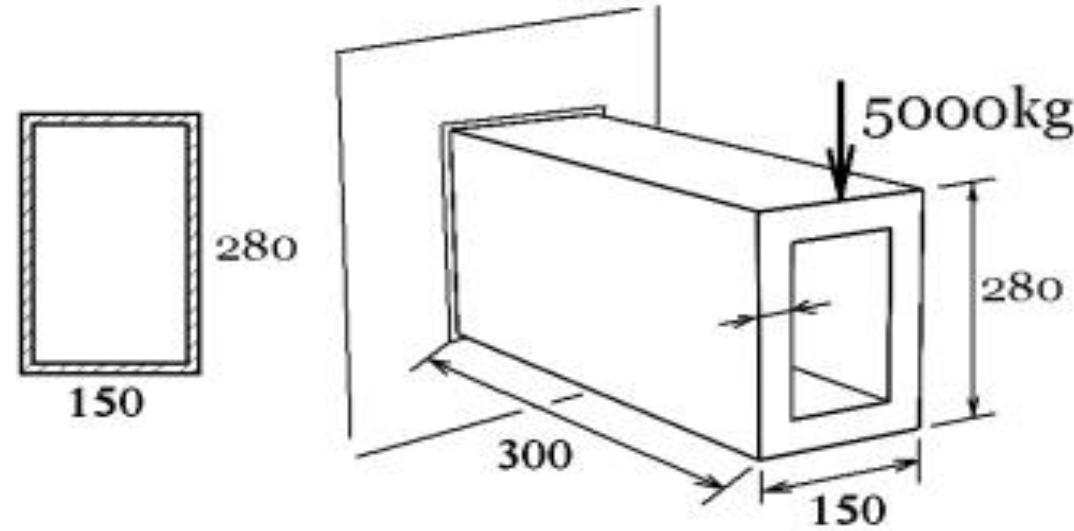
نصنم على إحدى النقاط:

$$\tau = \frac{F}{\text{Welding Area}} = \tau_{all} \Rightarrow \tau = \frac{5000}{(100 + 80 + 100)a} = 5 \Rightarrow a = 3.4 \text{ mm}$$

عرض اللحام w وفق:

$$a = 0.7w \Rightarrow 3.4 = 0.7w \Rightarrow w = 5.1 \text{ mm}$$

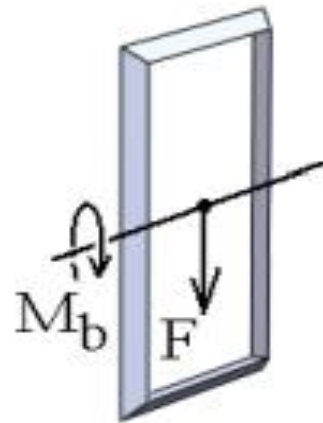
احسب عرض اللحام اللازم للوصلة المبيّنة في الشكل $\tau_{all} = 400 \text{ kg/cm}^2$



الحل

مركز ثقل اللحام محدد في مركز إطار اللحام

الحمولة: عند نقل القوة إلى مركز الثقل يجب إضافة عزم وهذا العزم يحاول تدوير اللحام حول الخط الأفقي المار من مركز الثقل وهو بالتالي عزم انحناء.

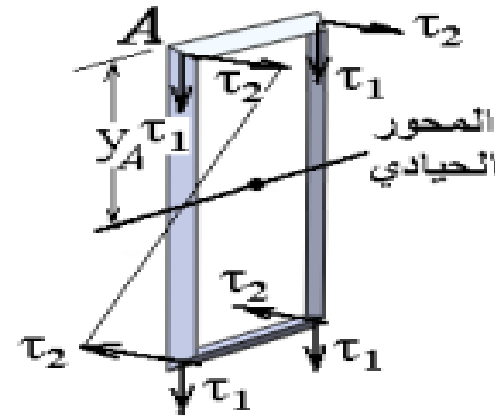


$$F = 5000 \text{ kg}$$

$$M_b = 5000 \times 300 = 1500000 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

توزع الإجهادات: إجهادات القوة من جهة القوة، إجهادات الانحناء عمودية على مستوى اللحام متعاكسة على

طرفي المحور الحيادي الذي يمر من مركز الثقل وقيمتها أكبر في النقاط الأبعد عن المحور الحيادي.

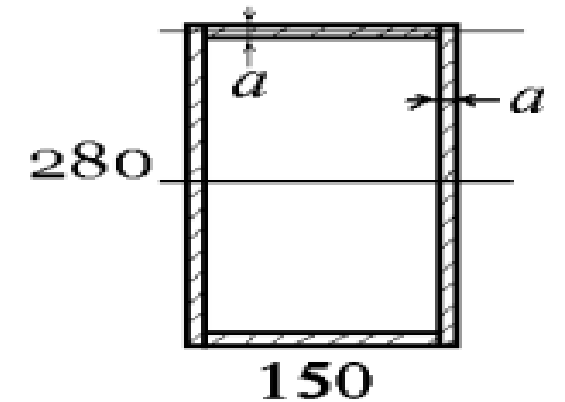


النقطة الخطرة هي إحدى نقاط الخط العلوي أو السفلي ولتكن A نحسب الإجهادات المؤثرة فيها.

$$\tau_1 = \frac{F}{\text{Welding Area}} = \frac{5000}{2(280 + 150)a} = \frac{5.8}{a}$$

$$\tau_2 = \frac{M_b \cdot y_A}{I} \rightarrow \begin{cases} M_b = 1500000 \text{ kg.mm} \\ y_A = 140 \text{ mm} \\ I = 2 \left[\underbrace{\frac{150a^3}{12}}_{\text{Neglect}} + (150a)(140)^2 \right] + 2 \left[\frac{a(280)^3}{12} \right] \\ = 9538667 a \text{ mm}^4 \end{cases}$$

$$\tau_2 = \frac{1500000 \times 140}{9538667 a} = \frac{22}{a}$$



$$\tau_2 = \frac{1500000 \times 140}{9538667 a} = \frac{22}{a}$$

وفقاً لتوضّع الإجهادات يتم التحصيل والتصميم وفق:

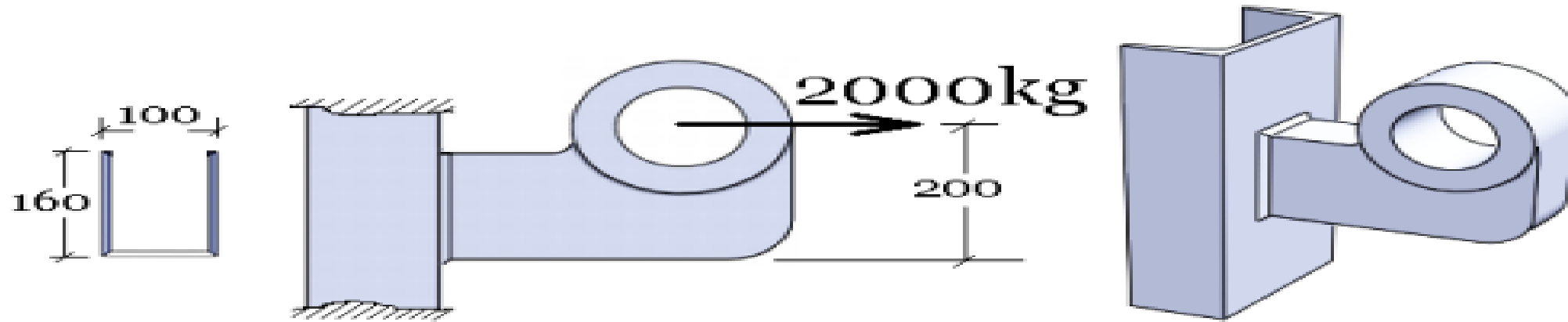
$$\tau_{\max} = \sqrt{\tau_1^2 + \tau_2^2} = \sqrt{\left(\frac{5.8}{a}\right)^2 + \left(\frac{22}{a}\right)^2} = \frac{22.8}{a}$$

$$\tau_{\max} = \tau_{all} \Rightarrow \frac{22.8}{a} = 4 \Rightarrow a = 5.7 \text{ mm}$$

عرض اللحام w وفق:

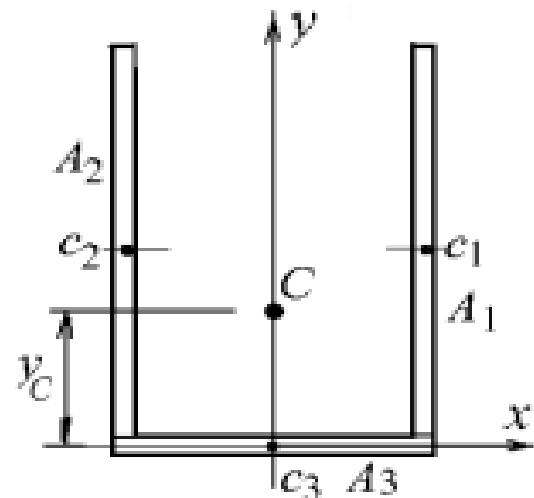
$$a = 0.7w \Rightarrow 5.7 = 0.7w \Rightarrow w = 8.13 \text{ mm}$$

مسألة احسب عرض اللحام للوصلة المبيّنة $\tau_{all} = 4 \text{ kg/mm}^2$



الحل

مركز الثقل: حكما يقع على خط التناظر.



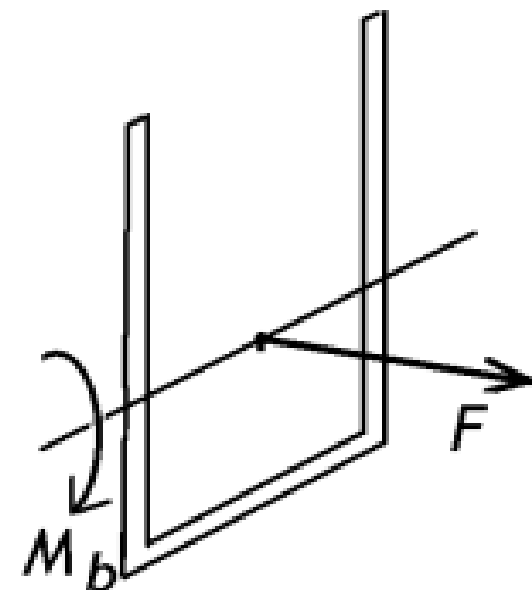
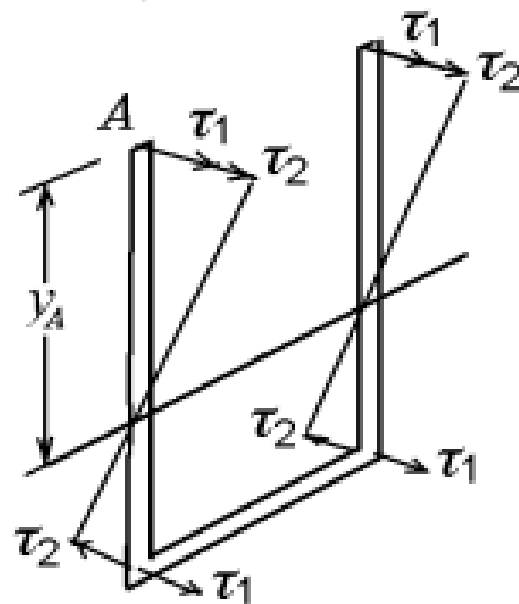
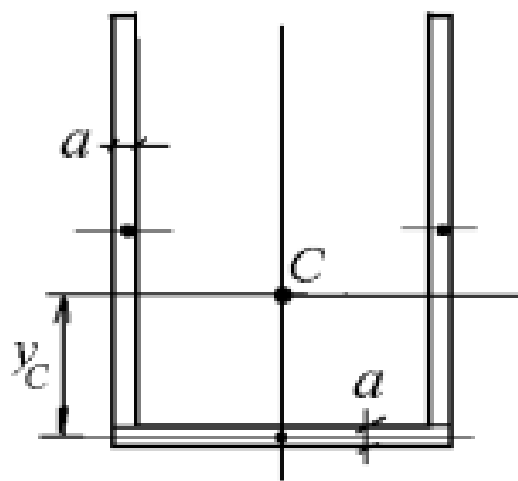
$$x_e = 0$$

$$y_c = \frac{y_1 l_1 + y_2 l_2 + y_3 l_3}{l_1 + l_2 + l_3} = \frac{(80 \times 160) + (80 \times 160) + 0}{160 + 160 + 100} = 61 \text{ mm}$$

الحمولة: قوة + انحناء

$$F = 2000 \text{ kg}$$

$$M_b = 2000 \times (200 - 61) = 278000 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$



توزع الإجهادات والنقطة الخطرة A: نحسب فيها الإجهادات:

$$\tau_{1A} = \frac{F}{\text{Welding Area}} = \frac{2000}{(160 + 160 + 100)a} = \frac{4.8}{a}$$

$$\tau_{2A} = \frac{M_b \cdot y_A}{I} \left\{ \begin{array}{l} M_b = 278000 \text{ kg.mm} \\ y_A = 160 - 61 = 99 \text{ mm} \\ I = 2 \left[\frac{a(160)^3}{12} + (160a)(80 - 61)^2 \right] + \underbrace{\frac{100(a)^3}{12}}_{\text{Neglect}} + (100a)(61)^2 = 1170286a \text{ mm}^4 \end{array} \right.$$

$$\tau_{2A} = \frac{278000 \times 99}{1170286a} = \frac{23.5}{a}$$

$$\tau_{\max} = \tau_A = \tau_{1A} + \tau_{2A} = \frac{28.3}{a}$$

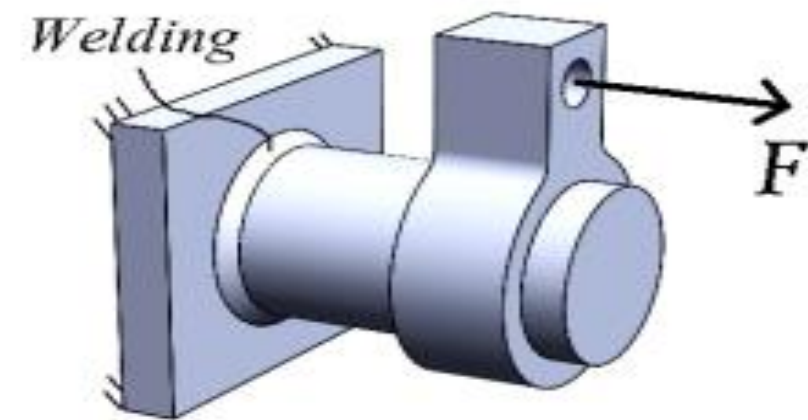
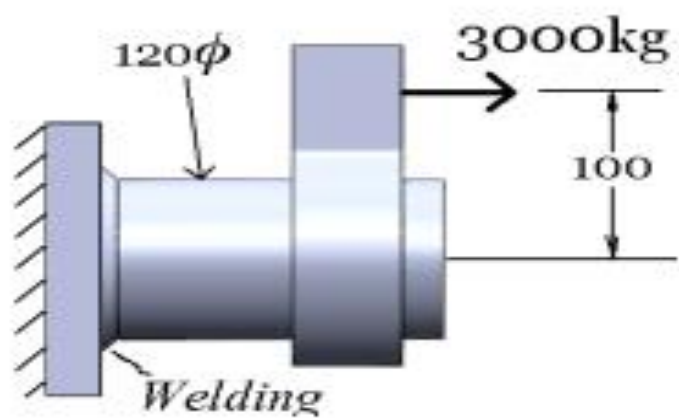
$$\tau_{\max} = \tau_{\text{all}} \Rightarrow \frac{28.3}{a} = 4 \Rightarrow a = 7.08 \text{ mm}$$

عرض اللحام w وفق:

$$a = 0.7w \Rightarrow 7.08 = 0.7w \Rightarrow w = 10.1 \text{ mm}$$

مسألة

احسب عرض اللحام لوصلة المحور المبينة $\tau_{all} = 8 \text{ kg/mm}^2$



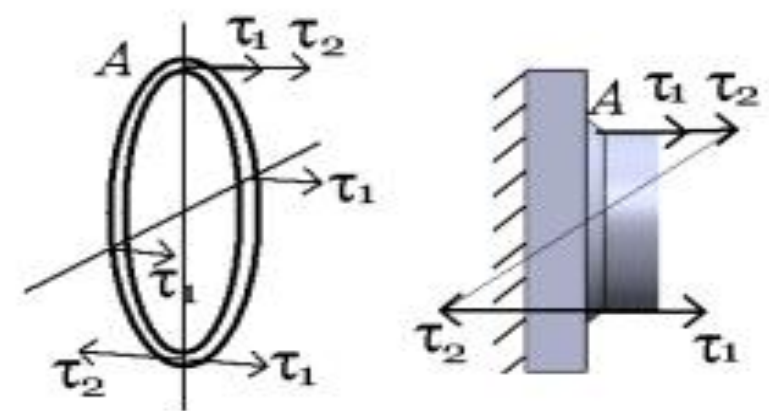
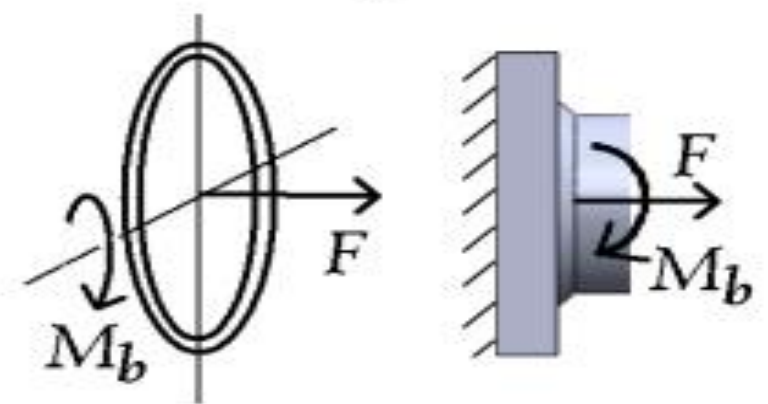
الحل

مركز ثقل اللحام معلوم.

$$F = 3000\text{kg}$$

$$M_b = 3000 \times 100 = 300000\text{kg} \cdot \text{mm}$$

الحمولة: قوة في مركز الثقل + عزم انحناء



الإجهادات والنقطة الخطرة: هي النقطة العلوية A. نحسب فيها الإجهادات بدلالة عرض سطح القص a.

$$\tau_1 = \frac{F}{\text{Welding Area}} = \frac{3000}{\pi (120) a} = \frac{8}{a}$$

$$\tau_2 = \frac{M_b \cdot y_A}{I} = \frac{300000 \times 60}{\frac{\pi (120)^3 a}{8}} = \frac{26.5}{a}$$

التحصيل والتصميم وفقاً لتوضع الإجهادات يتم التحصيل والتصميم وفق:

$$\tau_{\max} = \tau_1 + \tau_2 = \frac{34.5}{a}$$

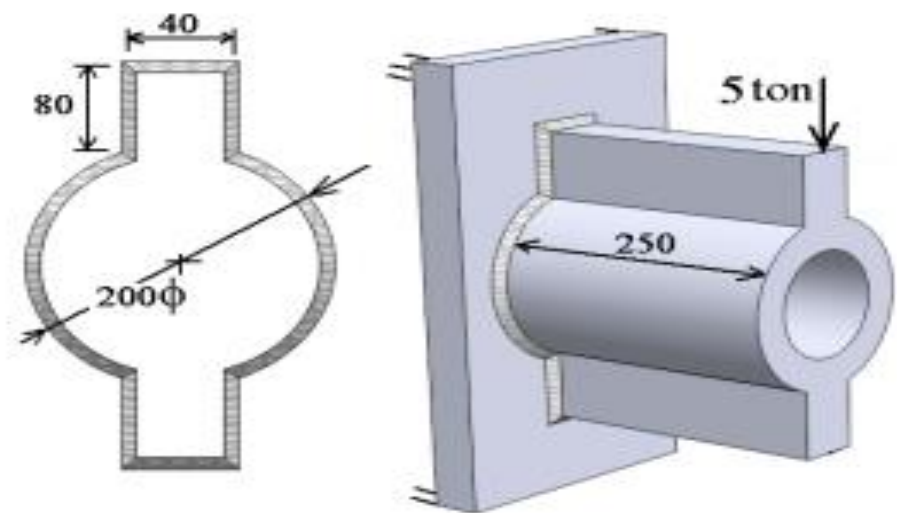
$$\tau_{\max} = \tau_{\text{all}} \Rightarrow \frac{34.5}{a} = 6 \Rightarrow a = 5.8 \text{mm}$$

عرض اللحام w وفق:

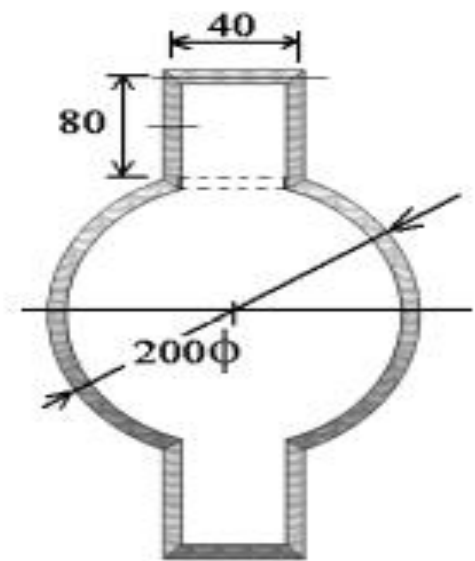
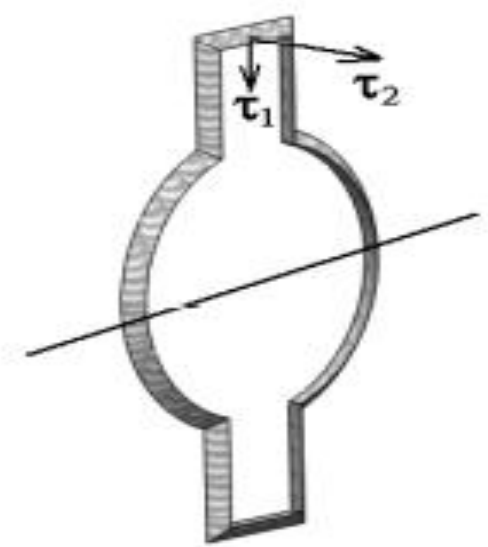
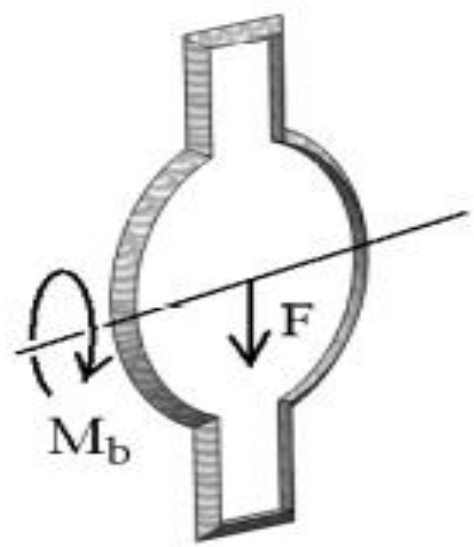
$$a = 0.7w \Rightarrow 5.8 = 0.7w \Rightarrow w = 8.3 \text{mm}$$

مسألة

احسب عرض اللحام اللازم للوصلة المبينة في الشكل $\tau_{all} = 5 \text{ kg/mm}^2$



$F = 5 \text{ ton} = 5000 \text{ kg}$



(الحمولة) (الإجهادات في النقطة الخطرة)

لحساب عزم العطالة

نحسب الإجهادات في النقطة الخطرة

$$\tau_1 = \frac{F}{Welding\ Area} = \frac{5000}{[\pi 200 + (2 \times 40) - (2 \times 40) + (4 \times 80)]a} = \frac{5.3}{a}$$

$$\tau_2 = \frac{M_b \cdot y}{I} \rightarrow \begin{cases} M_b = 5000 \times 250 = 1250000 \text{ kg} \cdot \text{mm} \\ y = 180 \text{ mm} \\ I = \frac{\pi (200)^3 a}{8} - 2 \left[\underbrace{\frac{40(a)^3}{12}}_{Neglegt} + (40a)(100)^2 \right] + 2 \left[\underbrace{\frac{40(a)^3}{12}}_{Neglegt} + (40a)(180)^2 \right] \\ + 4 \left[\frac{a(80)^3}{12} + (80)a(140)^2 \right] = 11376259a \text{ mm}^4 \end{cases}$$

$$\tau_2 = \frac{1250000 \times 180}{11376259a} = \frac{19.8}{a}$$

وفقاً لتوضع الإجهادات يتم التحصيل ثمّ التصميم وفق:

$$\tau_{\max} = \sqrt{\tau_1^2 + \tau_2^2} = \frac{20.5}{a}$$

$$\tau_{\max} = \tau_{all} \Rightarrow \frac{20.5}{a} = 5 \Rightarrow a = 4.1 \text{ mm}$$

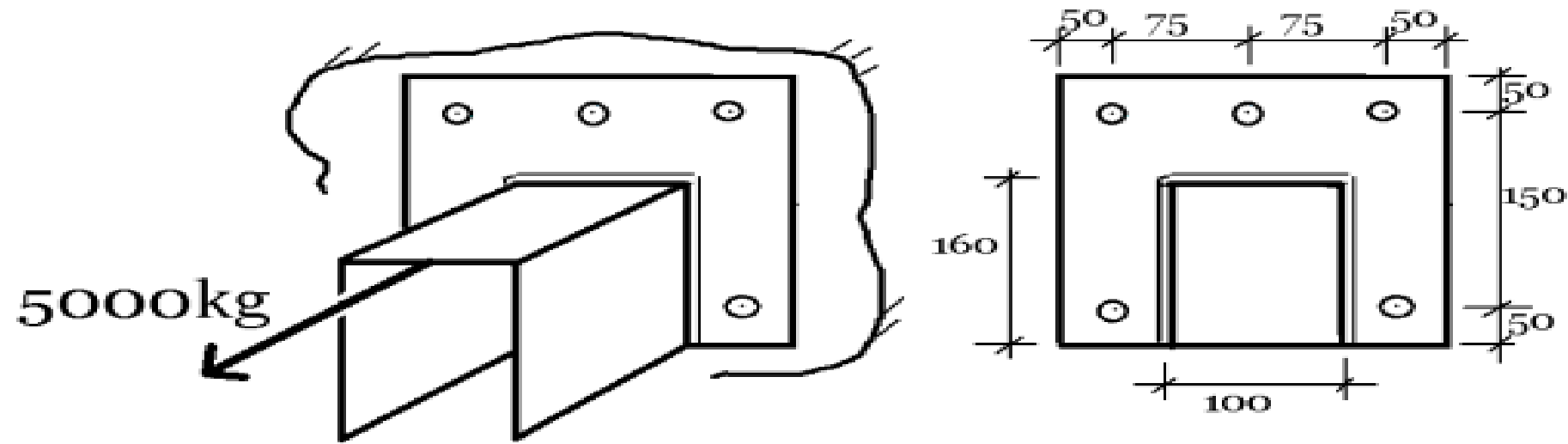
عرض اللحام w وفق:

$$a = 0.7w \Rightarrow 4.1 = 0.7w \Rightarrow w = 5.85 \text{ mm}$$

مسألة

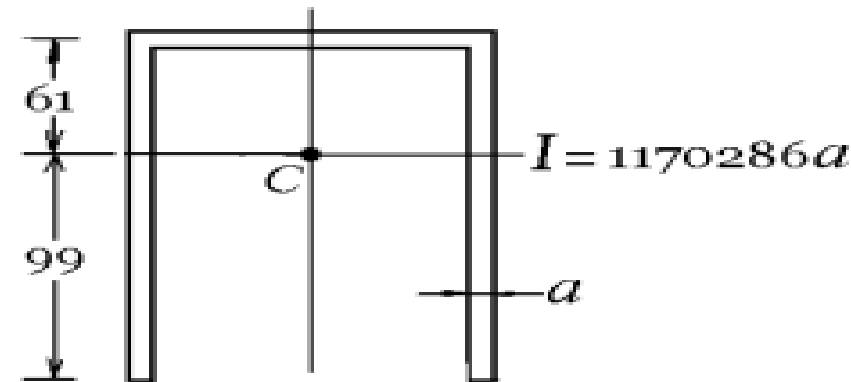
احسب عرض اللحام للوصلة المبينة $\tau_{all} = 4 \text{ kg/mm}^2$

احسب أقطار البراشيم $\tau_{all} = 4 \text{ kg/mm}^2$



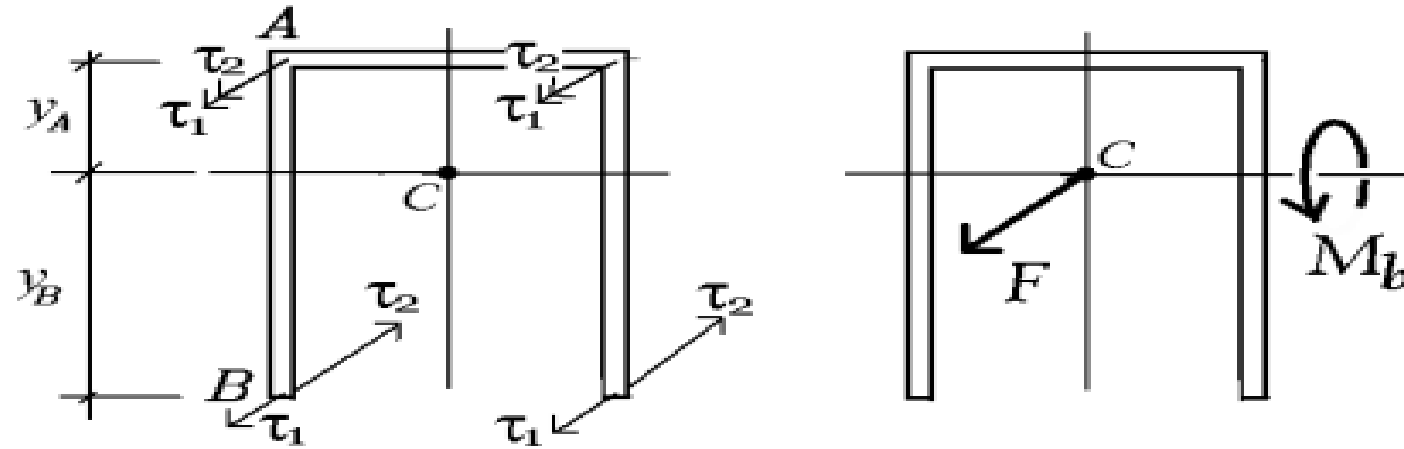
دراسة اللحام

مركز الثقل ومعلومات العطالة من المثال السابق:



$$F = 5000 \text{ kg}$$

$$M_b = 5000 \times 61 = 305000 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$



توزيع الإجهادات والنقطة الخطرة

يجب حساب محصلة الإجهادات في A (الإجهادين من نفس الجهة ولكن τ_2 صغير) وفي B (الإجهادين متعاكسين ولكن τ_2 كبير) والتصميم في النقطة ذات المحصلة الأكبر.

الإجهادات في A

$$\left. \begin{aligned} \tau_{1A} &= \frac{F}{\text{Welding Area}} = \frac{5000}{(160 + 160 + 100)a} = \frac{11.9}{a} \\ \tau_{2A} &= \frac{M_b \cdot y_A}{I} = \frac{305000 \times 61}{1170286a} = \frac{15.9}{a} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \tau_A = \tau_{1A} + \tau_{2A} = \frac{27.8}{a}$$

$$\left. \begin{aligned} \tau_{1B} &= \frac{11.9}{a} \\ \tau_{2B} &= \frac{M_b \cdot y_B}{I} = \frac{305000 \times 99}{1170286a} = \frac{25.8}{a} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \tau_B = \tau_{2B} - \tau_{1B} = \frac{13.9}{a}$$

المحصلة في A أكبر والنقطة الخطرة هي A وعليها نصمم:

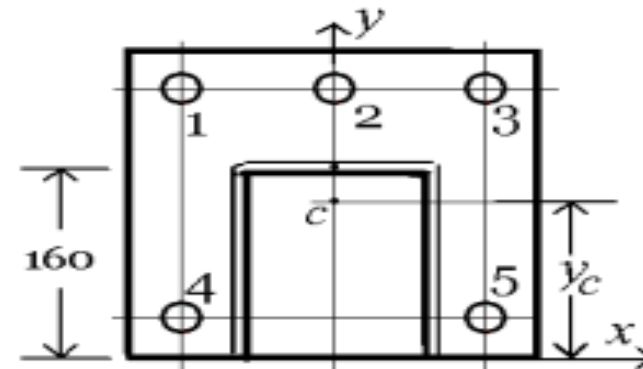
$$\tau_A = \tau_{all} \Rightarrow \frac{27.8}{a} = 5 \Rightarrow a = 5.56 \text{ mm}$$

عرض اللحام w وفق:

$$a = 0.7w \Rightarrow 5.56 = 0.7w \Rightarrow w = 7.9 \text{ mm}$$

دراسة البراشيم

القوة عمودية على مستوي البراشيم ينتج منها عزم إنحناء ولتحديد محور الدوران يجب معرفة نقطة موضع نقطة مرور القوة بالنسبة لمركز ثقل البراشيم لذلك نوجد مركز الثقل.



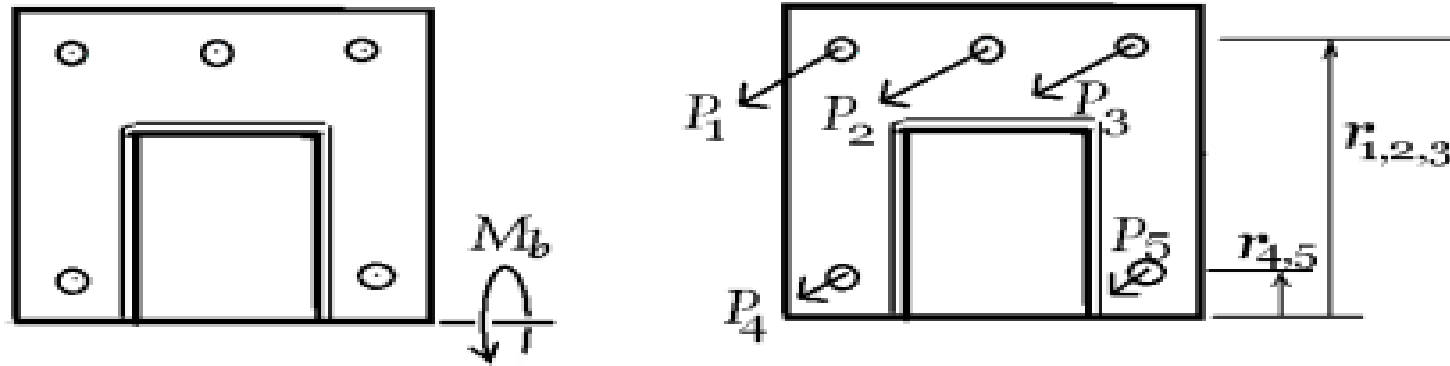
$$x_c = 0$$

$$y_c = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + \dots}{5} = \frac{200 + 200 + 200 + 50 + 50}{5} = 140\text{mm}$$

باعتبار القوة تمر من خط اللحام العلوي فإن نقطة تأثيرها ترتفع عن مركز ثقل البراشيم مسافة (160-140) ويكون تأثير القوة هو انحناء حول الحافة السفلية.

الحمولة والقوى على البراشيم

العزم حول محور الدوران $M_b = 5000 \times 160 = 800000 \text{ kg} \cdot \text{mm}$



البرشام الخطر هو أحد البراشيم العلوية نحسب القوة على أحدها:

$$\left. \begin{aligned} M_b &= P_1 \cdot r_1 + P_2 \cdot r_2 + \dots \\ \frac{P_1}{r_1} &= \frac{P_2}{r_2} = \frac{P_3}{r_3} = \frac{P_4}{r_4} = \frac{P_5}{r_5} \end{aligned} \right\} \Rightarrow M_b = \frac{P_1}{r_1} [r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + r_4^2 + r_5^2]$$

أبعاد البراشيم عن محور الدوران $r_1 = r_2 = r_3 = 250\text{mm}$, $r_4 = r_5 = 50\text{mm}$

$$800000 = \frac{P_1}{250} [250^2 + 250^2 + 250^2 + 50^2 + 50^2]$$

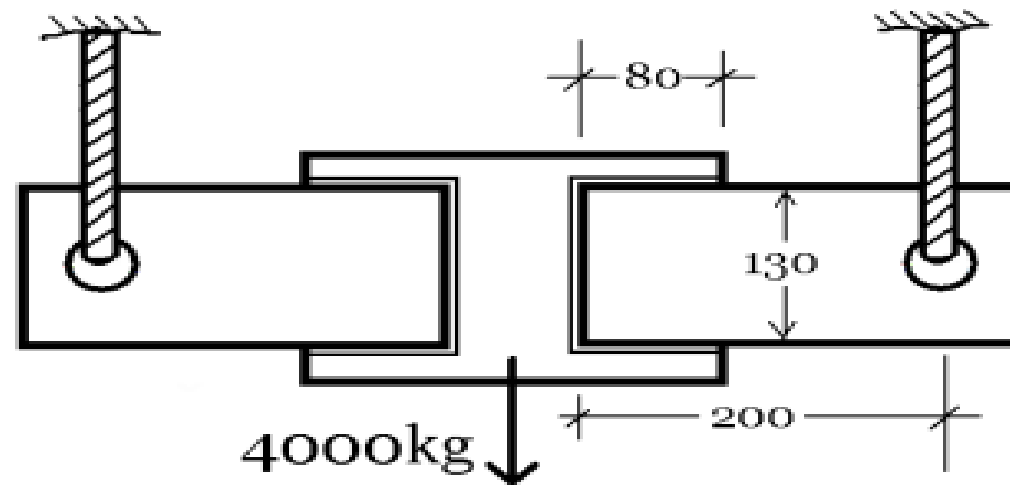
$$P_1 = 1039\text{kg} \text{ قوة شد}$$

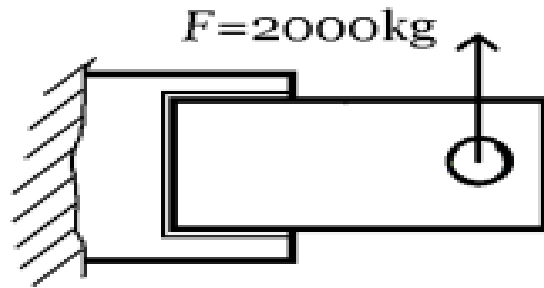
تصميم البرشيم الخطر على مقاومة الشد

$$P_1 \rightarrow \sigma = \frac{4P_1}{\pi d^2} = \sigma_{all} \Rightarrow \frac{4 \times 1039}{\pi d^2} = \frac{21}{2} \Rightarrow d = 11.22\text{mm} \rightarrow d = 12\text{mm}$$

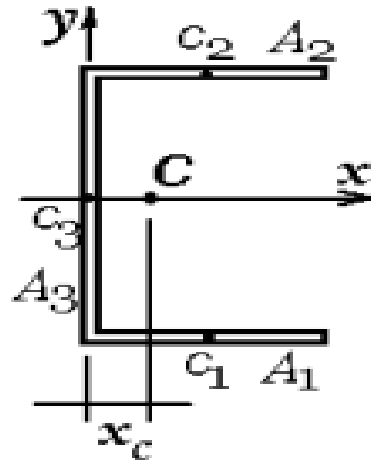
مسألة

يتم تشكيل حمالة عن طريق اللحام لثلاث صفائح تراكي كما هو مبين تعلق الحمالة بواسطة ثلاثة حبال وتحمل الوزن المبين المطلوب حساب عرض اللحام اللازم $\tau_{all} = 4 \text{ kg/mm}^2$





المسألة وصلتين متناظرتين وندرس أحد الطرفين وليكن اللحام على اليمين.
 يخضع اللحام للقوة من أحد طرفي الوصلة (قوة شد الحبل) وتساوي نصف قيمة
 الحمل من دراسة التوازن. تصبح المسألة بالشكل:
 مركز ثقل اللحام: حكما يقع على خط التناظر:



$$x_c = \frac{x_1 l_1 + x_2 l_2 + x_3 l_3}{l_1 + l_2 + l_3}$$

$$= \frac{(40 \times 80) + (40 \times 80) + 0}{80 + 80 + 130} = 22 \text{ mm}$$

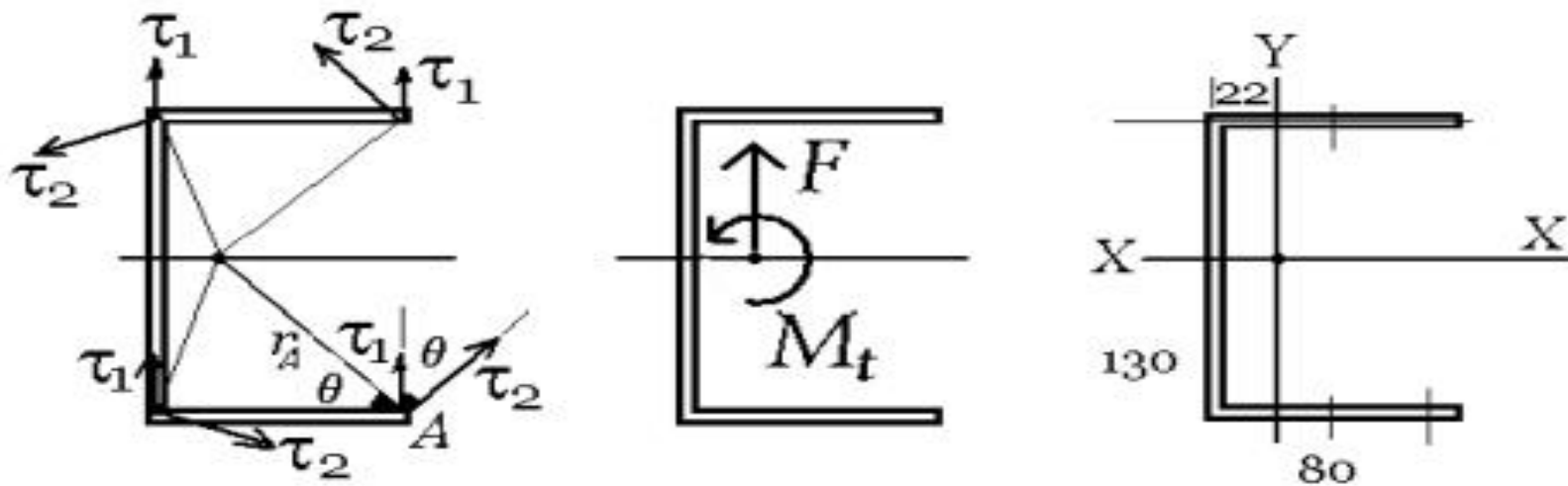
$$y_c = 0$$

الحمولة: (قوة في مركز الثقل + عزم فتل) الشكل لاحقاً

$$F = 2000 \text{ kg}$$

$$M_t = 2000 \times (200 - 22) = 365000 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

توزع الإجهادات: إجهادات القوة من جهة القوة، إجهادات الفتل واقعة في مستوي اللحام عمودية على الخطوط
 الواصلة من مركز الثقل وأكبر في النقاط الأبعد عن مركز الثقل



النقطة الخطرة A نحسب فيها الإجهادات بدلالة عرض سطح القص a .

$$\tau_1 = \frac{F}{\text{Welding Area}} = \frac{2000}{(80 + 80 + 130) a} = \frac{6.9}{a}$$

$$\tau_2 = \frac{M_t \cdot r_A}{J} \rightarrow \begin{cases} M_t = 365000 \text{ daN} \cdot \text{mm} \\ r_A = \sqrt{(65)^2 + (80 - 22)^2} = 87 \text{ mm} \\ J = I_{xx} + I_{yy} \end{cases}$$

$$I_{xx} = 2 \left[\overbrace{\frac{80(a)^3}{12}}^{\text{Neglect}} + (80a)(65)^2 \right] + \frac{a(130)^3}{12} = 859083a \text{ mm}^4$$

$$I_{YY} = 2 \left[\frac{a(80)^3}{12} + (80a)(40 - 22)^2 \right] + \overbrace{\frac{130(a)^3}{12} + (130a)(22)^2}^{\text{Neglect}} = 200093a \text{ mm}^4$$

$$J = I_{XX} + I_{YY} = 1059176a \text{ mm}^4$$

$$\tau_2 = \frac{365000 \times 87}{1059176a} = \frac{30}{a}$$

التحصيل والتصميم:

$$\left. \begin{aligned} \tau_{12} &= \sqrt{(\tau_1)^2 + (\tau_2)^2 + 2(\tau_1)(\tau_2)\cos\theta} \\ \theta &= \tan^{-1} \frac{65}{80 - 22} = 48.3^\circ \end{aligned} \right\} \Rightarrow \tau_{12} = \frac{35}{a}$$

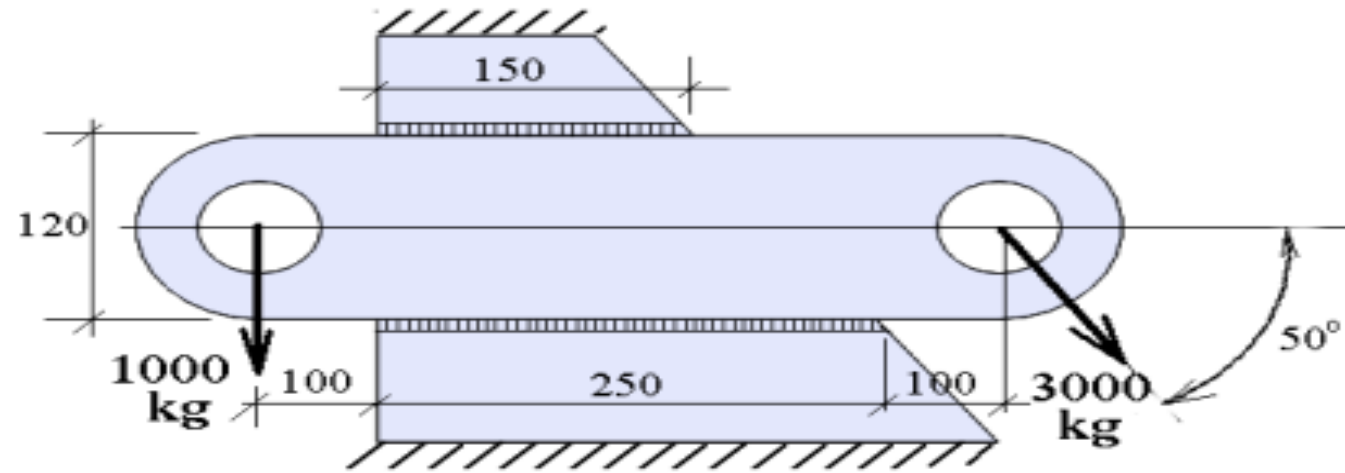
$$\tau_{\max} = \tau_{\text{all}} \Rightarrow \frac{35}{a} = 4 \Rightarrow a = 8.8 \text{ mm}$$

عرض اللحام w وفق:

$$a = 0.7w \Rightarrow 8.8 = 0.7w \Rightarrow w = 12.5 \text{ mm}$$

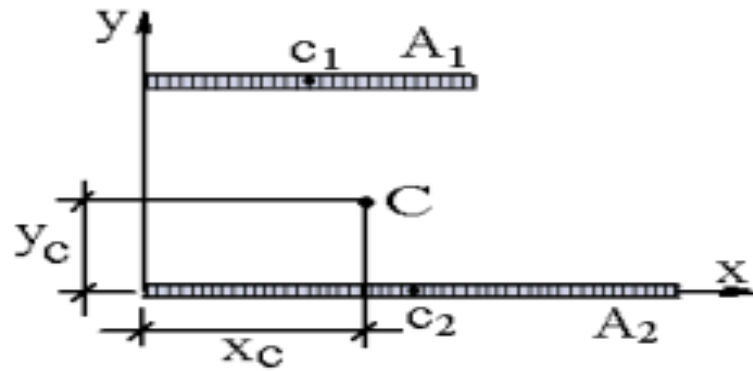
مسألة

احسب عرض اللحام حيث لمادة اللحام $\tau_{all} = 500 \text{ kg/cm}^2$



الحل

مركز ثقل اللحام:



$$x_c = \frac{x_1 l_1 + x_2 l_2}{l_1 + l_2} = \frac{(125 \times 250) + (75 \times 150)}{250 + 150} = 106 \text{ mm}$$

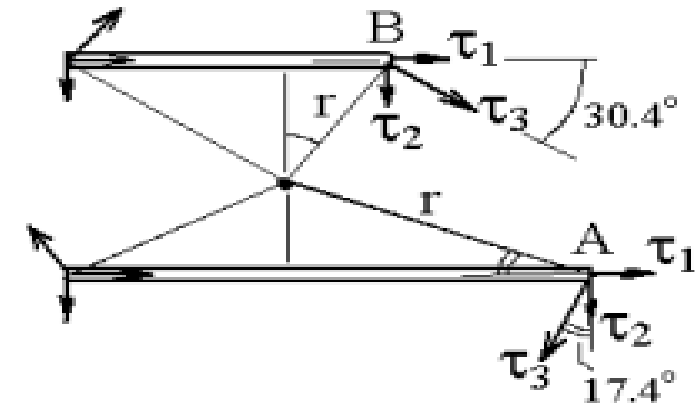
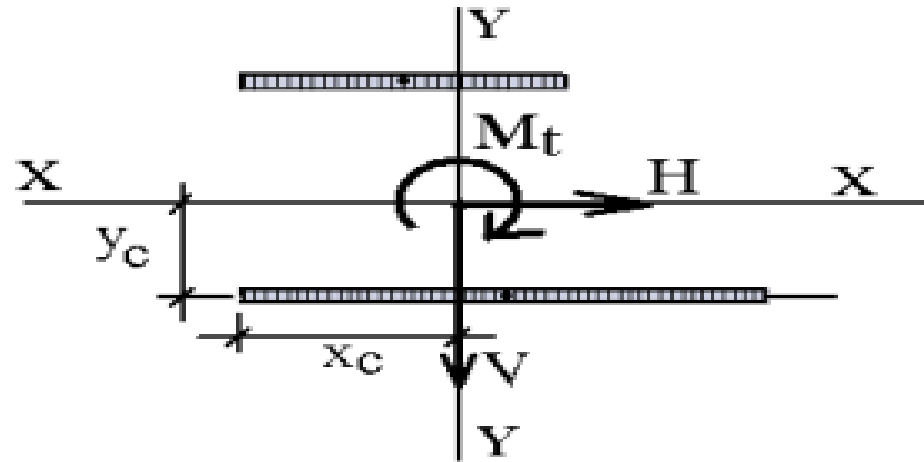
$$y_c = \frac{y_1 l_1 + y_2 l_2}{l_1 + l_2} = \frac{0 + (120 \times 150)}{250 + 150} = 45 \text{ mm}$$

الحمولة والإجهادات: عند نقل القوى إلى مركز الثقل يجب إضافة عزم وهذا العزم يحاول تدوير اللحام في مستوييه حول نقطة مركز الثقل وهو بالتالي عزم قتل، نبين الحمولة والإجهادات على الشكل.

$$H = 2000 \times \cos 50 = 1286 \text{ kg}$$

$$V = 1000 + 3000 \times \sin 50 = 3298 \text{ kg}$$

$$M_t = 3000 \sin(50) \times (350 - 106) + 3000 \cos(50) \times (60 - 45) - 1000 \times (100 + 106) = 383670 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$



النقطة الخطرة: يجب حساب الإجهاد الكلي في A, B لتحديد النقطة الخطرة:

النقطة A:

$$\tau_{1A} = \frac{H}{\text{Welding Area}} = \frac{1286}{(250 + 150)a} = \frac{3.2}{a}$$

$$\tau_{2A} = \frac{V}{\text{Welding Area}} = \frac{3298}{(250 + 150)a} = \frac{8.2}{\omega}$$

$$\tau_{3A} = \frac{M_t \cdot r_A}{J} \quad \begin{cases} M_t = 383670 \text{ kg} \cdot \text{mm} \\ r_A = \sqrt{(45)^2 + (250 - 106)^2} = 150.8 \text{ mm} \\ J = I_{xx} + I_{yy} \end{cases}$$

$$I_{xx} = \underbrace{\frac{250(a)^3}{12}}_{Neglegt} + 250a(45)^2 + \underbrace{\frac{150(a)^3}{12}}_{Neglegt} + 150(a)(120-45)^2 = 1350000a \text{ mm}^4$$

$$I_{yy} = \frac{a(250)^3}{12} + 250a(125-106)^2 + \frac{a(150)^3}{12} + 150a(106-75)^2 = 1817733a \text{ mm}^4$$

$$J = I_{xx} + I_{yy} = 3167733a \text{ mm}^4$$

$$\tau_{3A} = \frac{383670 \times 150.8}{3167733a} = \frac{18.2}{a}$$

وفقاً لتوضع الإجهادات (الزوايا يتم إيجادها من الشكل) يتم التحصيل.

$$\tau_A = \sqrt{(\tau_{1A} - \tau_{3A} \sin 17.4)^2 + (\tau_{2A} + \tau_{3A} \cos 17.4)^2} = \frac{25.7}{a}$$

النقطة B:

$$\tau_{1B} = \frac{H}{\text{Welding Area}} = \frac{1286}{(250+150)a} = \frac{3.2}{a}$$

$$\tau_{2B} = \frac{V}{Welding\ Area} = \frac{3298}{(250+150)a} = \frac{8.2}{w}$$

$$\tau_{3b} = \frac{M_t \cdot r_B}{J} \quad \begin{cases} M_t = 383670 \text{ kg} \cdot \text{mm} \\ r_B = \sqrt{(120-45)^2 + (150-106)^2} = 87\text{mm} \\ J = 3167733a \text{ mm}^4 \end{cases}$$

$$\tau_{3b} = \frac{383670 \times 87}{3167733a} = \frac{10.5}{w}$$

وفقاً لتوضّع الإجهادات يتم التحصيل.

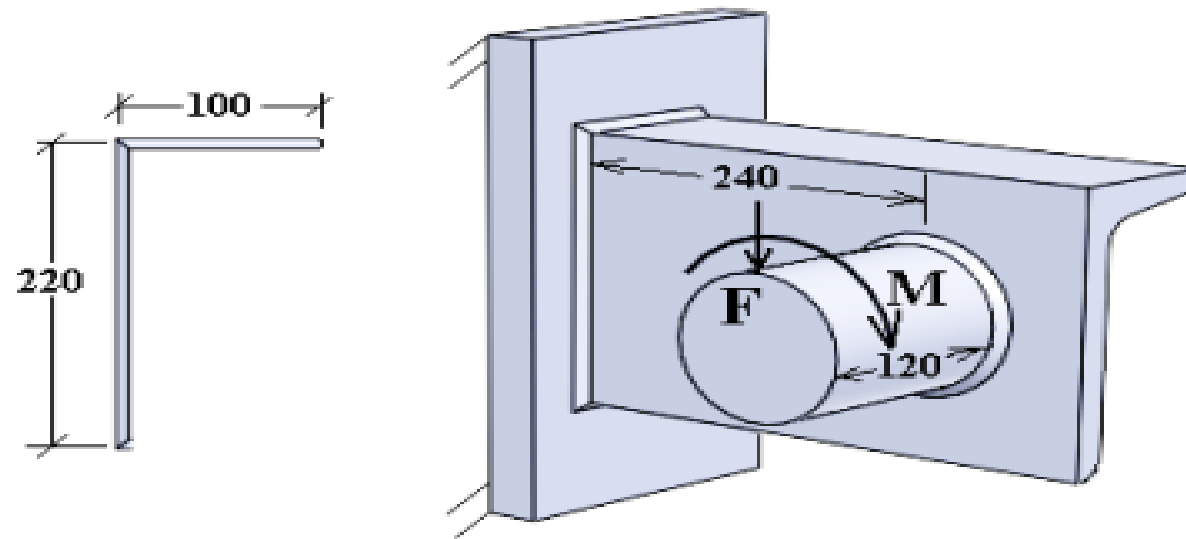
$$\tau_B = \sqrt{(\tau_1 + \tau_3 \cos 30.4)^2 + (\tau_2 + \tau_3 \sin 30.4)^2} = \frac{18.3}{w}$$

النقطة الخطرة هي A نصمم عليها:

$$\tau_A = \tau_{all} \Rightarrow \frac{25.7}{a} = 5 \Rightarrow a = 5.14\text{mm}$$

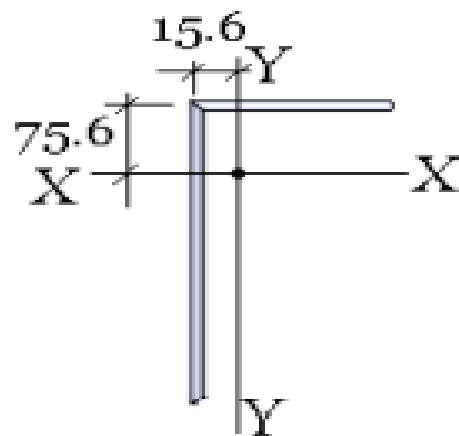
$$a = 0.7w \Rightarrow 5.14 = 0.7w \Rightarrow w = 7.4 \text{ mm} \quad \text{عرض اللحام } w \text{ وفق:}$$

مسألة تخضع الوصلة المبيّنة في الشكل للحمولات المبيّنة بالقيم التالية: $F=1000 \text{ kg}$ $M=100 \text{ kg.m}$ المطلوب حساب عرض اللحام اللازم لتثبيت الزاوية مع الجدار؟ $\tau_{all} = 6 \text{ kg/mm}^2$



الحل

مركز ثقل اللحام وعزم العطالة: يتم حسابها كما سبق.



$$x_c = 15.6 \text{ mm}$$

$$y_c = 75.6 \text{ mm}$$

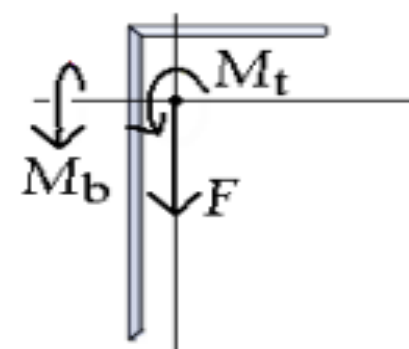
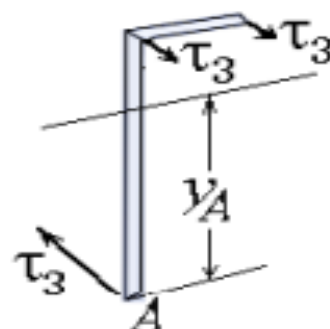
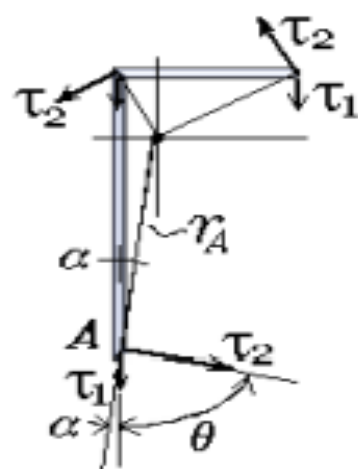
$$\left. \begin{array}{l} I_{xx} = 1719208a \text{ mm}^4 \\ I_{yy} = 255208a \text{ mm}^4 \end{array} \right\} \rightarrow J = I_{xx} + I_{yy} = 1974416a \text{ mm}^4$$

$$F = 1000 \text{ kg}$$

$$M_t = 1000 \times (120 + 15.6) = 135600 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

$$M_b = (1000 \times 240) + 100000 = 340000 \text{ kg} \cdot \text{mm}$$

الإجهادات والنقطة الخطرة A:



نحسب الإجهادات في النقطة الخطرة A:

$$\tau_1 = \frac{F}{\text{Welding Area}} = \frac{1000}{(220 + 100)a} = \frac{3.1}{a}$$

$$\tau_2 = \frac{M_t \cdot r_A}{J} = \frac{135600 \cdot \sqrt{(15.6)^2 + (220 - 75.6)^2}}{1974416a} = \frac{10}{a}$$

$$\tau_3 = \frac{M_b \cdot y_A}{I_{XX}} = \frac{340000 \times (220 - 75.6)}{1719208a} = \frac{28.6}{a}$$

تحصيل الإجهادات: τ_1 , τ_2 في مستوى اللحام و τ_3 عمودي عليهما.

$$\left. \begin{aligned} \tau_{12} &= \sqrt{(\tau_1)^2 + (\tau_2)^2 + 2(\tau_1)(\tau_2)\cos\theta} \\ \theta &= 90 - \alpha = 90 - \tan^{-1} \frac{15.6}{220 - 75.6} = 83.8^\circ \end{aligned} \right\} \Rightarrow \tau_{12} = \frac{10.8}{a}$$

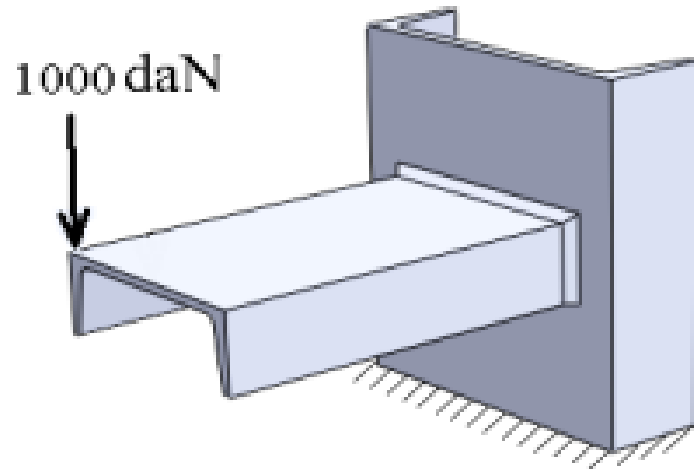
$$\tau_{\max} = \sqrt{(\tau_{12})^2 + (\tau_3)^2} = \frac{30.6}{a}$$

$$\tau_{\max} = \tau_{all} \Rightarrow \frac{30.6}{a} = 6 \Rightarrow a = 5.1 \text{ mm}$$

التصميم:

$$a = 0.7w \Rightarrow 5.1 = 0.7w \Rightarrow w = 7.3 \text{ mm}$$

عرض اللحام w وفق:



احسب عرض اللحام اللازم للوصلة المبينة في الشكل $\tau_{all} = 8 \text{ kg/mm}^2$

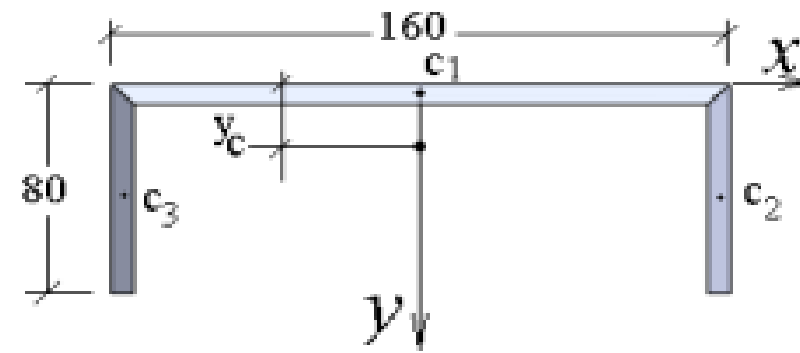
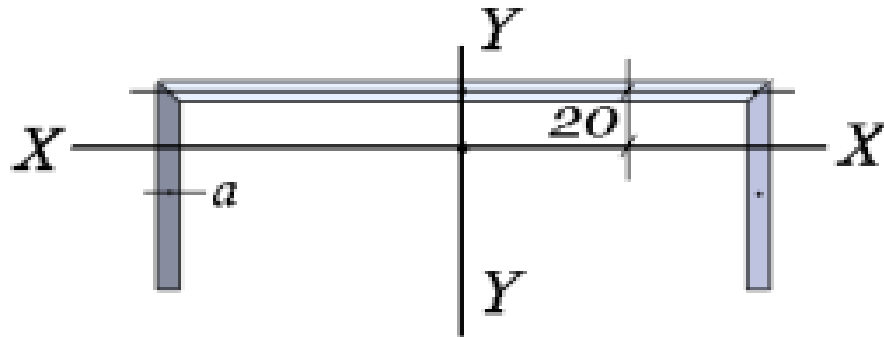
طول قطعة المجرى 300mm وعرضها 160mm وارتفاعها 80mm

الحل

مركز ثقل اللحام ومواصفات العتالة

$$x_c = 0$$

$$y_c = \frac{y_1 l_1 + y_2 l_2 + y_3 l_3}{l_1 + l_2 + l_3} = \frac{0 + 40 \cdot 80 + 40 \cdot 80}{160 + 80 + 80} = 20 \text{ mm}$$

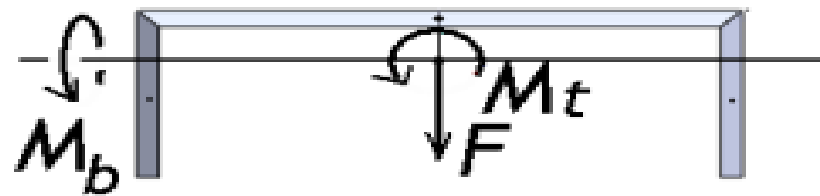


$$I_{xx} = \underbrace{\frac{160(a)^3}{12}}_{\text{Neglect}} + 160a(20)^2 + 2\left[\frac{a(80)^3}{12} + 80a(40-20)^2\right] = 213333a \text{ mm}^4$$

$$I_{yy} = 2\left[\underbrace{\frac{80(a)^3}{12}}_{\text{Neglect}} + 80a(80)^2\right] + \frac{a(160)^3}{12} = 1365333a \text{ mm}^4$$

$$J = I_{xx} + I_{yy} = 1578666a \text{ mm}^4$$

الحمولة:

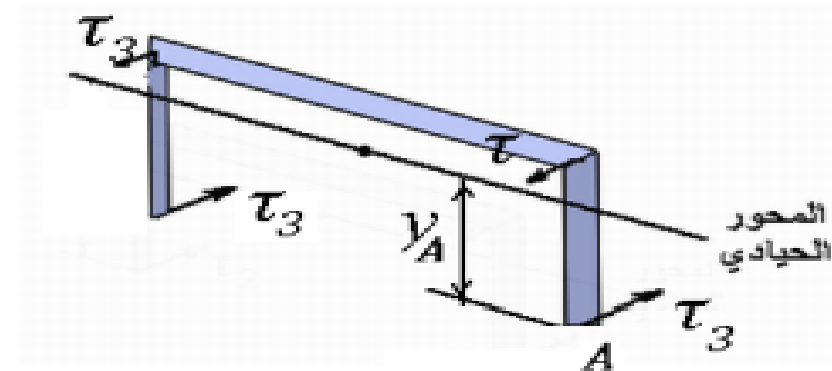
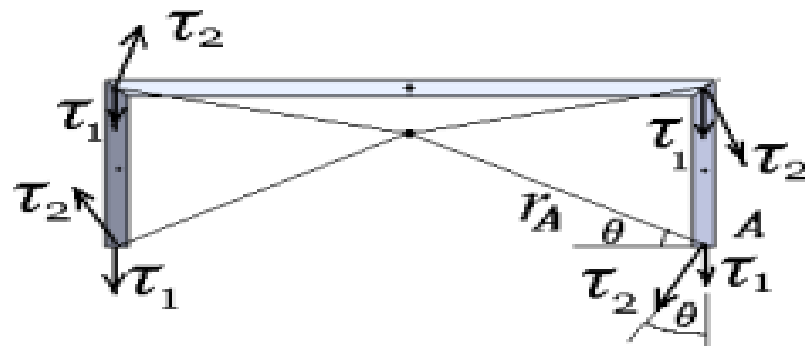


$$F = 1000 \text{ daN}$$

$$M_t = 1000 \times 80 = 80000 \text{ daN} \cdot \text{mm}$$

$$M_b = 1000 \times 300 = 300000 \text{ daN} \cdot \text{mm}$$

الإجهادات والنقطة الخطرة A نحسب الإجهادات المؤثرة فيها.



$$\tau_1 = \frac{F}{\text{Welding Area}} = \frac{1000}{(160 + 80 + 80)a} = \frac{3.1}{a}$$

$$\tau_2 = \frac{M_t \cdot r_A}{J} = \frac{80000 \cdot \sqrt{(80)^2 + (60)^2}}{1578666a} = \frac{5}{a}$$

$$\tau_3 = \frac{M_b \cdot y_A}{I_{XX}} = \frac{300000 \times 60}{213333a} = \frac{84.4}{a}$$

تحصيل الإجهادات: τ_1 , τ_2 في مستوي اللحام و τ_3 عمودي عليهما.

$$\left. \begin{array}{l} \tau_{12} = \sqrt{(\tau_1)^2 + (\tau_2)^2 + 2(\tau_1)(\tau_2)\cos\theta} \\ \theta = \tan^{-1} \frac{60}{80} = 36.8^\circ \end{array} \right\} \Rightarrow \tau_{12} = \frac{7.7}{a}$$

$$\tau_{\max} = \sqrt{(\tau_{12})^2 + (\tau_3)^2} = \frac{84.8}{a}$$

$$\tau_{\max} = \tau_{all} \Rightarrow \frac{84.8}{a} = 8 \Rightarrow a = 10.6 \text{ mm}$$

التصميم:

$$a = 0.7w \Rightarrow 10.6 = 0.7w \Rightarrow w = 15.3 \text{ mm}$$

عرض اللحام w وفق:



- (Machine Design theory and practice) Macmillan publishing CO New- York AARON.D
- GENE R. COGORNO 2006 (Geometric Dimensioning and Tolerancing For Mechanical Design. McGraw- Hill Companies U.S.A
- J.L MERLAM, L.G KRAIGE 2002 (Engineering Mechanics). John Wiley New York U.S.A
- JOSEPH.E, SHIGLEY, CHARLES.R, MISCHKE 1996 (Standard Handbook of Machine Design) McGraw Hill Companies U.S.A
- NORTON ROBERT L 2005 (Machine Design: An Integrated Approach) Prentice Hall U.S.A
- M.F SPOTTS (Design of Machine Elements) prentice Hall India Pvt Limited
- ROBERT C, JUVINAL, KURT.M, MARSHEK 1999 (Fundamental of Machine Component Design) John Wiley and Sons Inc New York U.S.A
- Thomas H Brown. Jr, PhD P.E. 2004 (Machine Design) S. Chand Publisher INDIA
- Rothbart.H.A.:Mechanical Design and Systems.Mc GRAW-HILL BOOK COMPANY New York 1964
- Moisseif,L.S.,E.F. Hartmannand R.L. Moor: Riveted and Pin-connected Joints of Steel and Aluminum Alloys>ASCE vol.109 1944.



- Laughner,V.H.,and A.D.Hargan:Handbook of Fastening and Joining Metal Parts>McGraw-Hill Book Company,Inc.,new York 1956.
- Belyaev, N. M: Strength of Materials,, Moscow1979.
- Shigley, J. E., Theory of Machines McGraw-Hill Book Company, 1990.
- G James H. Earle Graphics for Engineers, , 5 th ed., Prentice-Hall, UK, 1998

- ديناميك الآلات الدكتور محمد نجيب عبد الواحد منشورات جامعة حلب ١٩٩٠٩
- تصميم الآلات (1) الدكتور علاء سيد باكير والمشرف على الأعمال محمد البكار جامعة حلب ٢٠١١
- د.زهير طحان تصميم الآلات منشورات جامعة حلب
- دوبروفسكي و اخرون تصميم أجزاء الماكينات دار مير للنشر و الطباعة ١٩٧٩
- ستوبين مقاومة المواد دار مير للنشر والطباعة ١٩٨٧
- تصميم الآلات الدكتور نوفل الأحمد منشورات جامعة تشرين ١٩٩٩
- تصميم الآلات (١) الدكتور مفيد موقع منشورات جامعة حلب ١٩٩٧