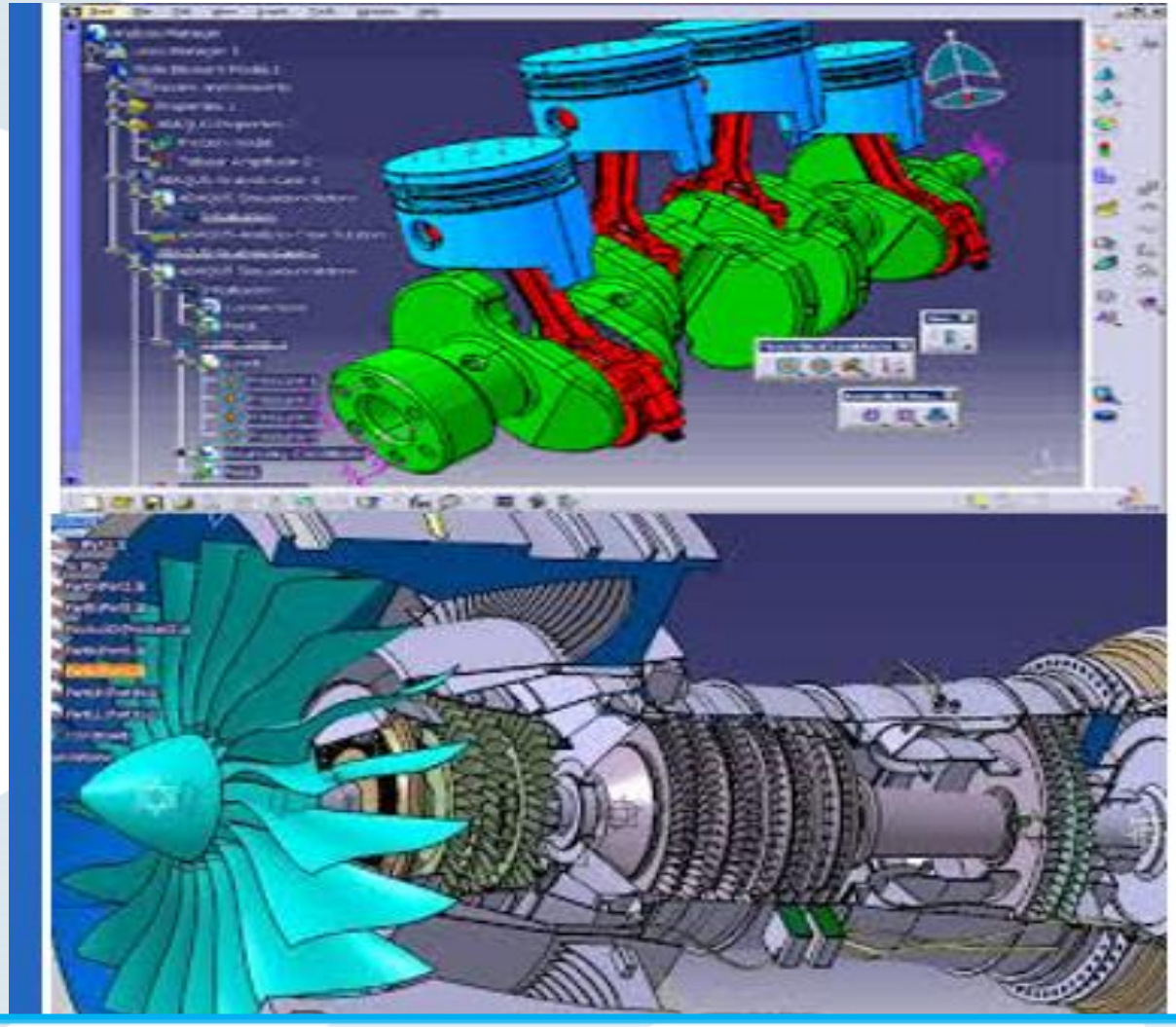
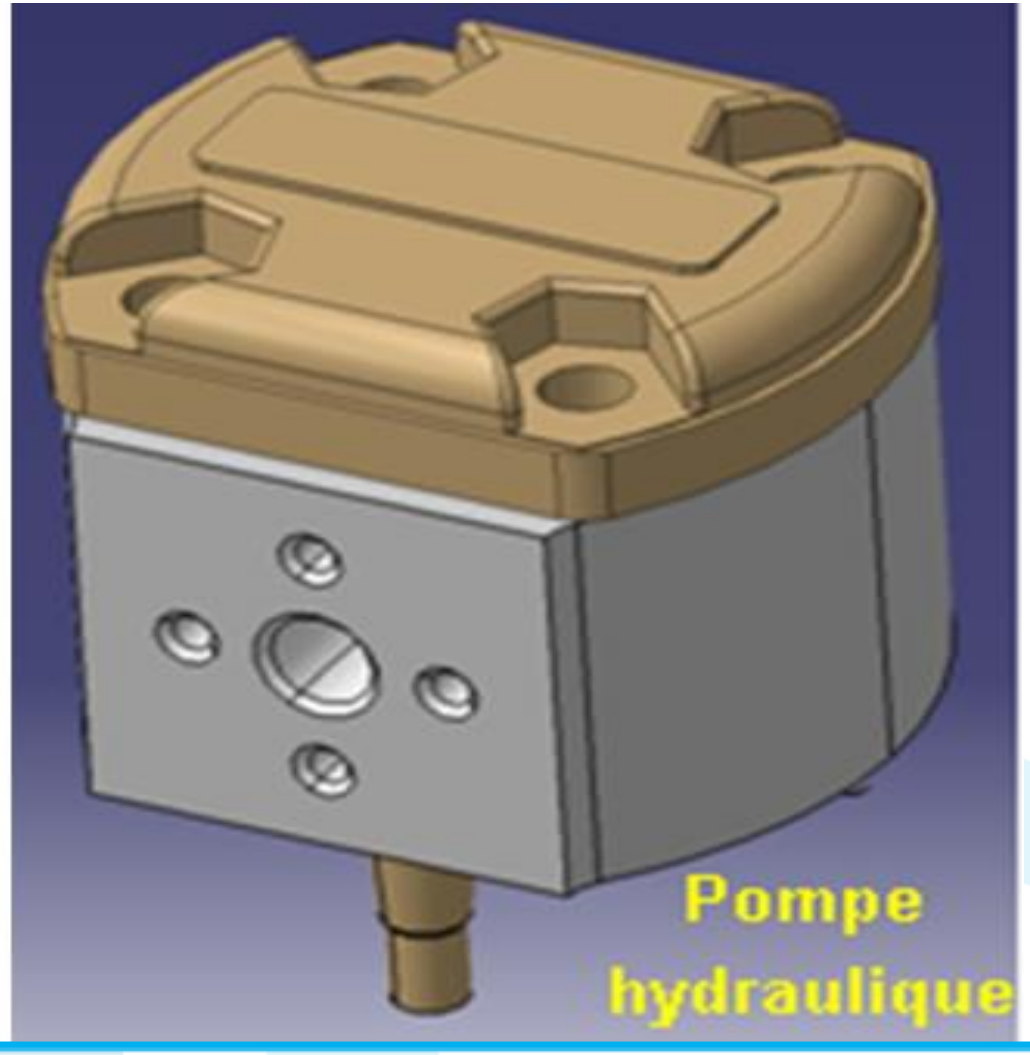
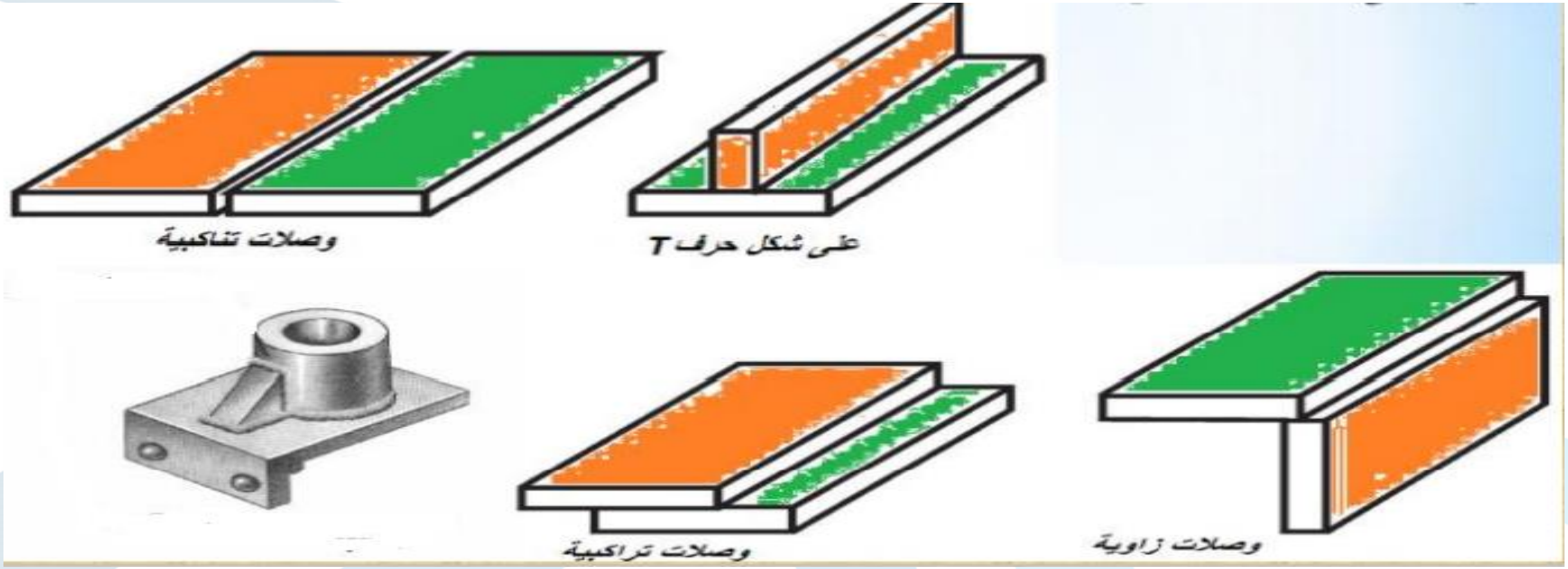


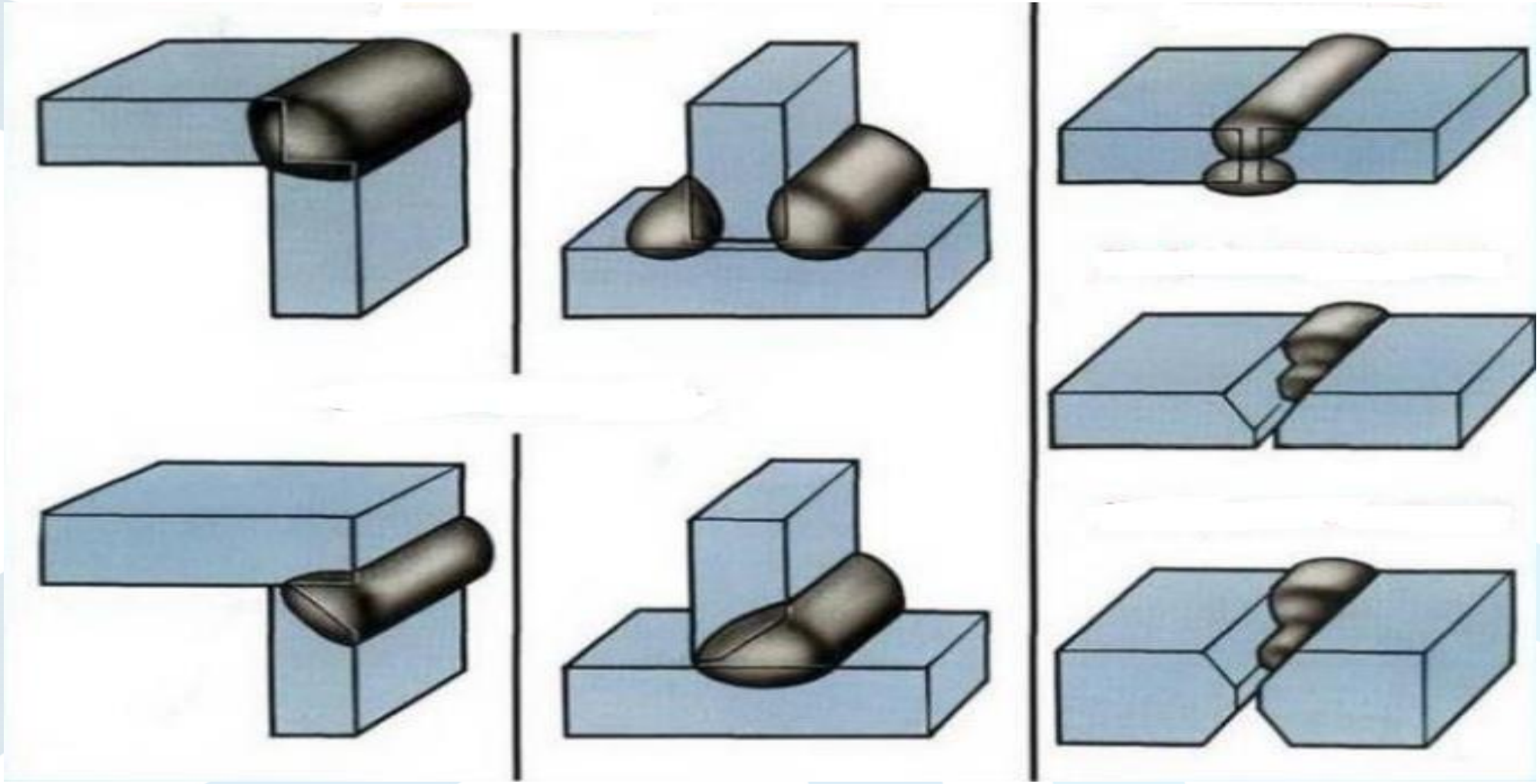

Pompe
hydraulique

الوصلات اللحامية

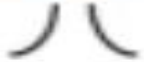
هي وصلات دائمة شائعة الاستخدام غير قابلة للفك
وتتطلب إزالتها تخريبها يوجد عدة أنواع للحام منها
لحام القوس الكهربائي واللحام الغازي و اللحام الاحتكاكي

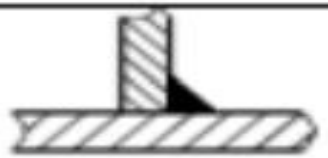
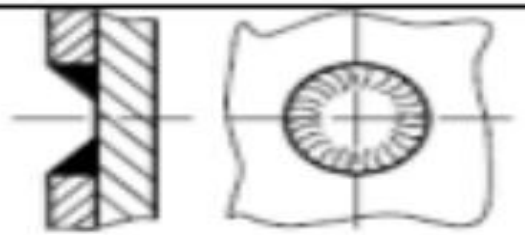
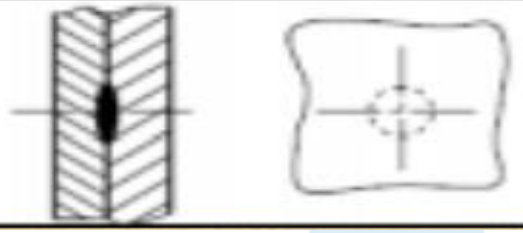
تصنيف الوصلات اللحامية



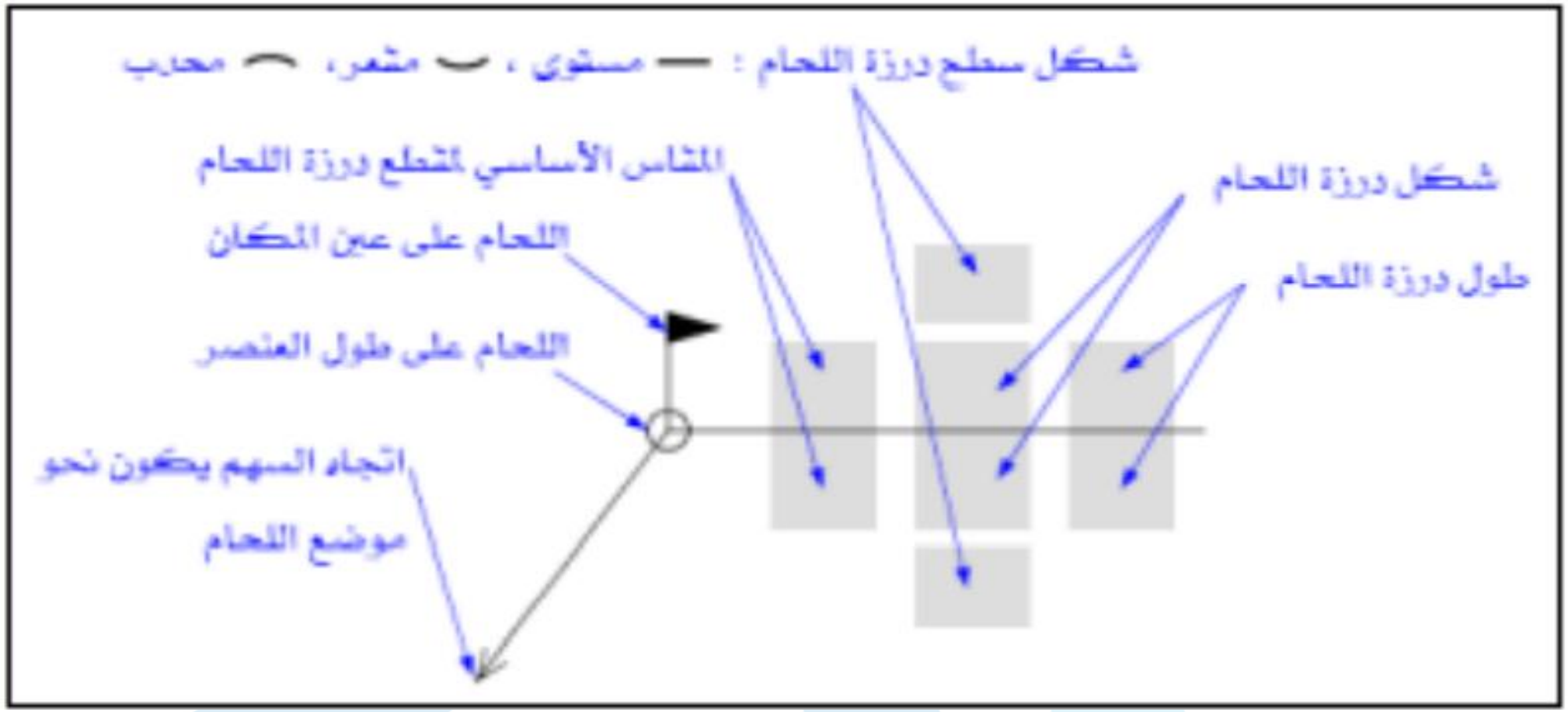


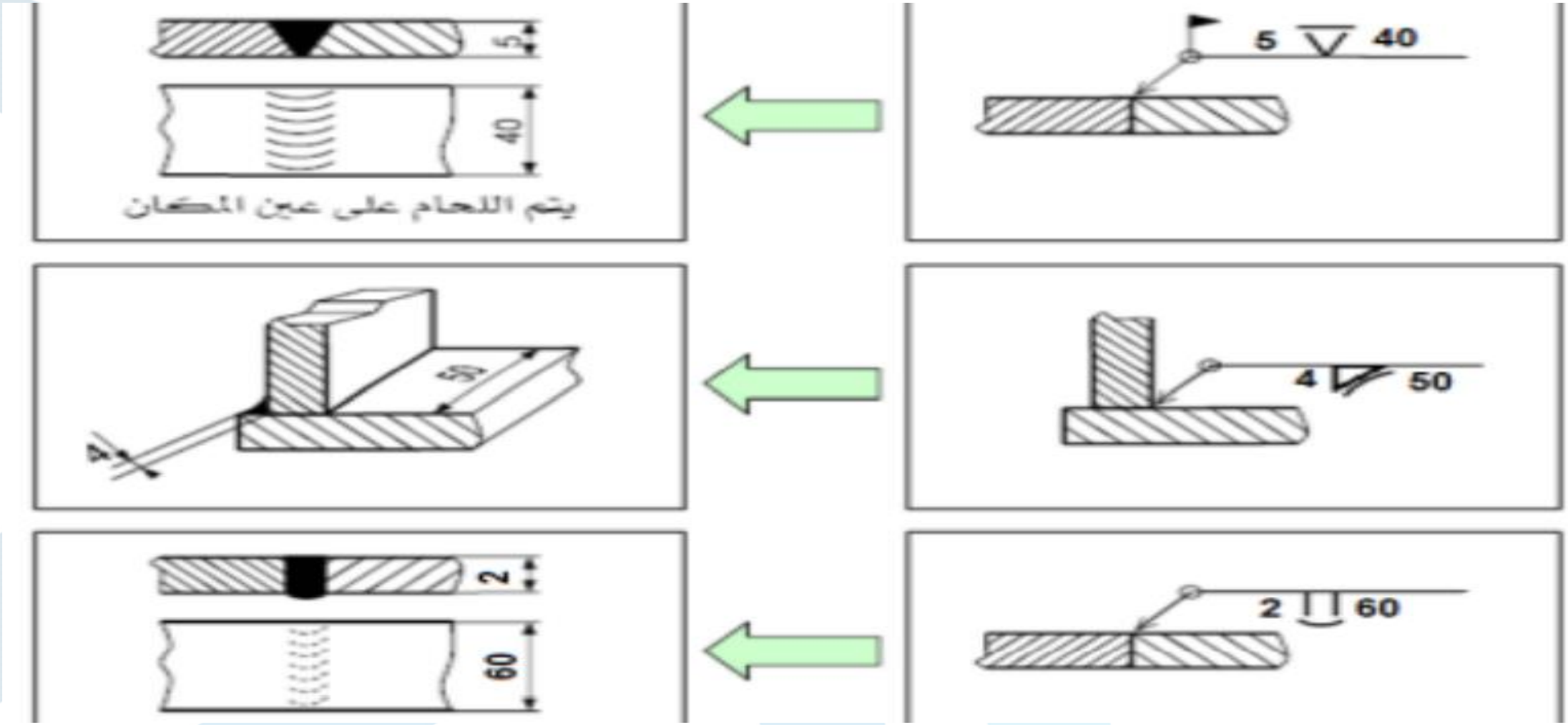
التمثيل الرمزى والتمثيل الإيضاحى لـ درزات اللحام حسب نظام ISO

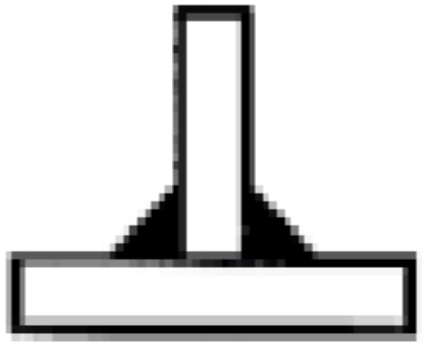
نوع اللحام	الشكل	الرمز
درزة اللحام على حافتين مثنيتين		
درزة اللحام على حافتين مستويتين		
درزة اللحام شكل حرف V		
درزة اللحام شكل نصف حرف V		
درزة اللحام شكل رف Y		
درزة اللحام شكل نصف حرف Y		

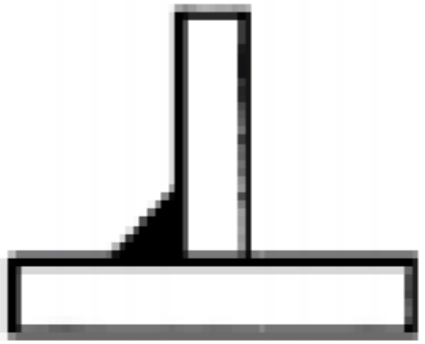
درزة اللحام شكل حرف U		Y
درزة اللحام شكل نصف حرف U أو J		٢
درزة لحام زاوية		
درزة لحام دائرية		
درزة لحام نقطية		

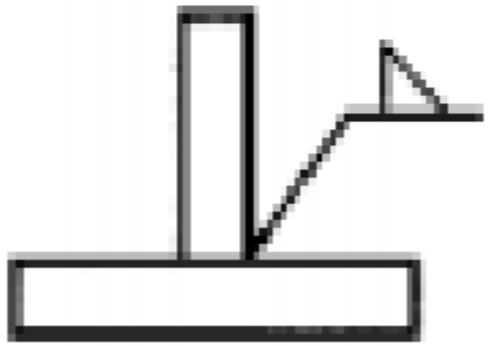
البيانات تحت الخط الأفقي تعني أن اللحام في الجهة الأخرى لموضع رأس للسهم

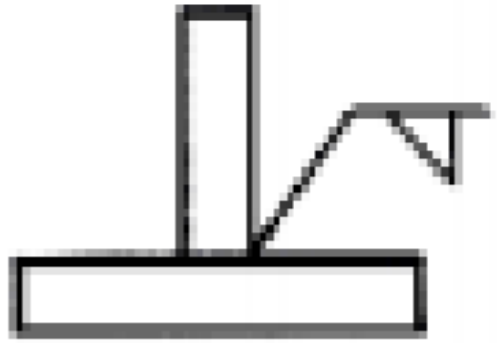



5
40
يتم اللحام على عين المكان
4
50
2
60









تصميم الوصلات اللحامية

تعريف اللحام

إن اللحام هو عبارة عن طريقة لوصل القطع المعدنية بشكل دائم ، اي إن القطع الموصولة لا يمكن استخدامها مرة ثانية ، وتتم عملية اللحام باستخدام الضغط أو الحرارة أو كلاهما معا باستخدام مادة إضافية أو بدون استخدام مادة إضافية . إن ميزة اللحام تكمن في توفير المادة ،حيث أن القطع الملحومة تتقابل بدلا من أن تتراكب وكذلك يحدث ذلك من خلال الاستغناء عن عناصر مساعدة ، كما أن عملية اللحام تعتبر وسيلة محكمة للربط تلائم القطع المراد لحامها بشكل جيد كيفما كان شكلها.ومقابل هذه المزايا هناك عيوب أهمها عدم إمكانية لحام القطع المختلفة في الخواص الميكانيكية ونشوء إجهادات داخلية في منطقة التأثيرات الحرارية وحدوث تقلصات وتغيير في بنية المادة الأساسية. ويستخدم اللحام لوصل قطع مع بعضها بعضاً لتكوين جزء من أجزاء الآلات مثل قواعد الآلات والطارات الكابحة والمسننات وغير ذلك....

طرق اللحام

هناك طرق عديدة للحام نذكر منها الطرق الشائعة والمهمة لمهندس التصميم ما يلي:

-اللحام بالغاز.

يستخدم غاز الأوكسجين والاستلين في توليد الطاقة الحرارية اللازمة لصهر المعدن المضاف على القطع التي تنصهر بدورها

- لحام القوس الكهربائية

إن مصدر الحرارة هنا هو القوس الكهربائية التي تنشأ بين المعدن المراد لحامه والكترود اللحام الذي يمثل المادة الإضافية التي بانصهارها تدمج القطع المعدنية مع بعض.

– اللحام تحت البودرة.

تستخدم بودرة خاصة باللحام على مكان الوصلة اللحامية وذلك لحماية القوس ومنطقة اللحام من التأثيرات الجوية.

– اللحام المحمي بالغاز.

تتم هذه العملية تحت غطاء من غاز خامل (كثاني أو كسيد الكربون CO_2) يحيط بالقوس الكهربائية وبالقطع الملحوم.

– لحام القوس التنغستيني المحمي بالغاز:

حيث تنشأ القوس الكهربائية بين قضيب التنغستين وبين المعدن الأساس. أن الكترود التنغستين غير قابل للذوبان، بل مهمته إحداث القوس فقط.

– لحام الخبث الكهربائي

تدخل القطع المراد لحامها في حجرة مليئة بالخبث الذي ينصهر بفعل مرور التيار الكهربائي فيه ويقوم بصهر مادة اللحام وحمايته بالوقت نفسه.

أساليب اللحام

لقد تطورت أساليب اللحام وأصبح المرء يميز بين الأنواع التالية المستخدمة في الوقت الحاضر

1-اللحام اليدوي: يتم اللحام هنا بوساطة اليد من حيث استخدام الالكترود ومسك قطع التشغيل الخ ...

2-اللحام الميكانيكي: إن مسك الالكترود يتم هنا بوساطة اليد إلا أن حركته أو حركة القطع تتم بوساطة آلة ما للحفاظ على الحركة المتجانسة.

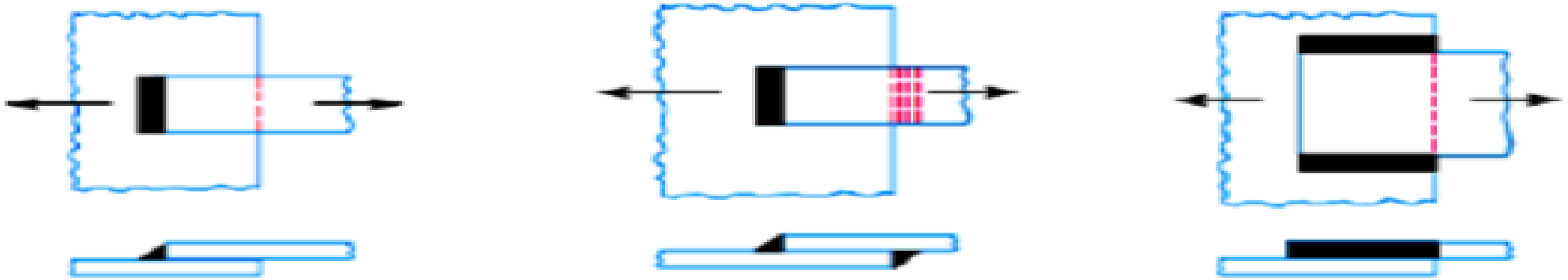
3-اللحام النصف أوتوماتيكي: يقوم عامل اللحام بتشغيل آلة اللحام ومراقبتها وإنهائها أما عملية اللحام فتتم بشكل أوتوماتيكي.

4-اللحام الأوتوماتيكي: تتم عملية اللحام بشكل أوتوماتيكي حسب برنامج مسبق،فتبدأ العملية، وتراقب، و تصلح ،وتنتهي بشكل أوتوماتيكي.

أشكال الوصلات اللحامية

الوصلات التناكبية:

ويبين الشكل (4.4) الوصلات التناكبية بمسقطيها، وفيه يظهر سماكات الصفائح التي تلحم مع بعضها، وقد تكون الوصلة تراكبية مفردة (a) او مزدوجة عكسية (b) او متوازية. وتسمى أحيانا وصلات غطائية او تراكبية.



(a) Single transverse. (b) Double transverse. (c) Parallel fillet.

الشكل (٤-٤) الوصلات التراكبية

الوصلات اللحامية على شكل حرف (T)
الوصلات الركنية أو الزاوية
الوصلات التقابلية

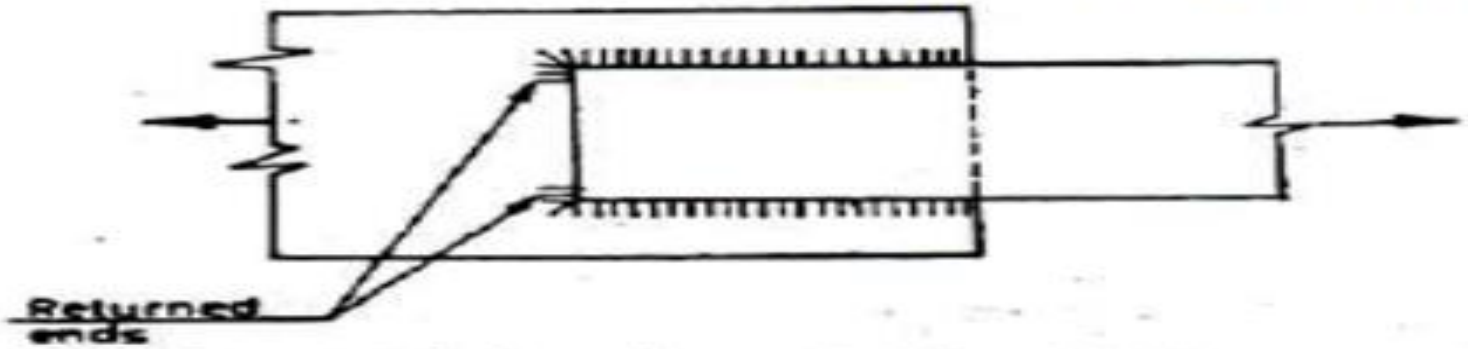
القيم التقريبية لقياسات الوصلات اللحامية

ولمعرفة القياسات التقريبية للوصلات اللحامية المستخدمة في لحام الصفائح الفولاذية وغيرها يعتمد الجدول (3.4):

الجدول (3.4):قياس الوصلات اللحامية

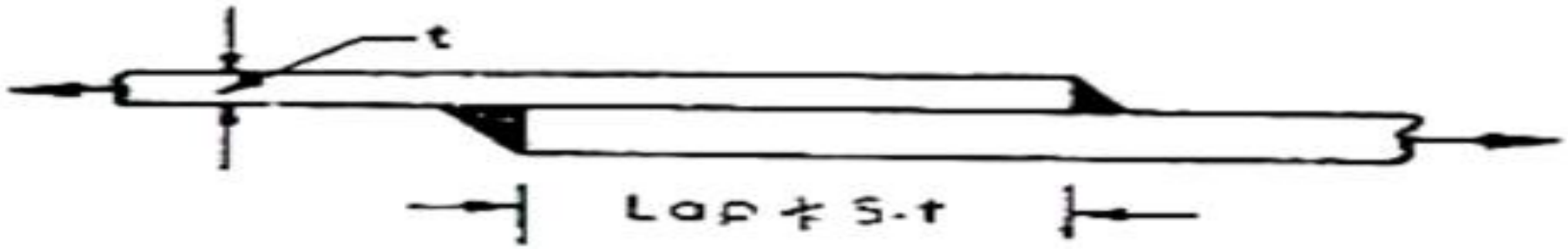
سماكة الجزء الملحوم(الأكثر سماكة)	قياس الوصلة(الحد الأدنى)k
حتى (10mm).	3 mm
من (10mm)حتى (20mm).	5 mm
من (20 mm) حتى (32mm).	6 mm
من 32 mm حتى (50mm).	مرحلة أولى (8 mm) مرحلة ثانية (10mm)

عند إنجاز الوصلة اللحامية يجب الانتباه الى ضرورة لف الوصلة قليلا إلى الخلف(returned) عبر الزاوية وذلك لزيادة المتانة كما يبينه الشكل(6.4).



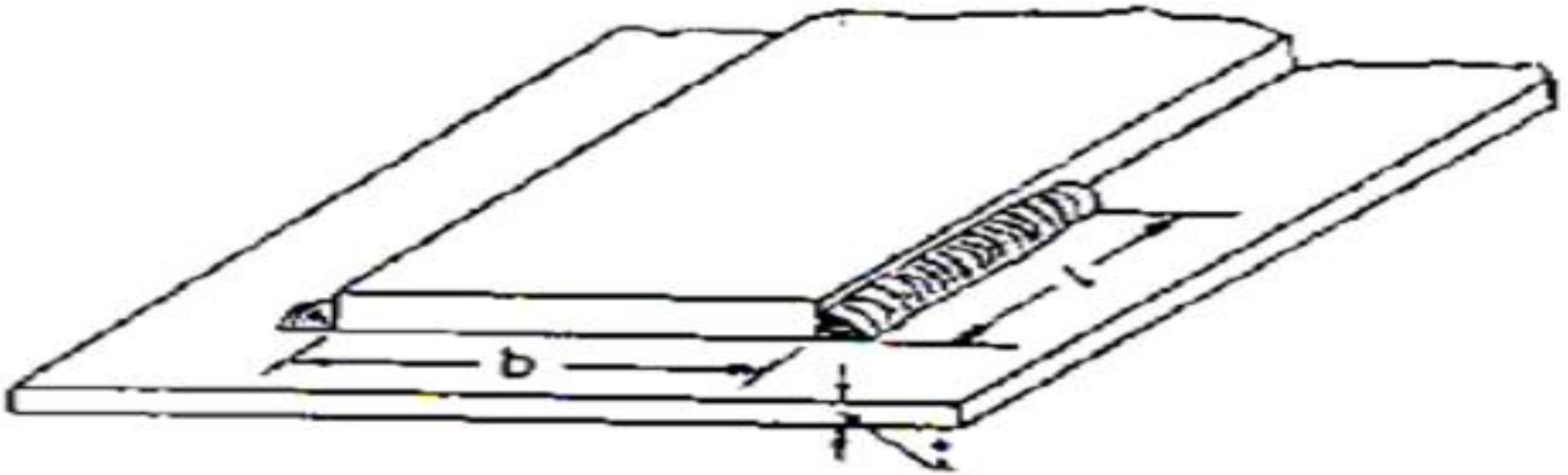
الشكل(6.4): زيادة متانة الوصلة اللحامية

بالنسبة لإنجاز وصلات تراكبية الشكل(7.4) يجب أن يكون الطول التراكبي للوصلة ليس أقل من خمسة أضعاف السماكة (t).



الشكل(7.4): الطول التراكبي للوصلة

أما في حال كون الوصلة اللحامية على النموذج المبين بالشكل(8.4) فيجب ألا يكون الطول (b) اكبر من (16.t)



الشكل(8.4): الطول الملائم للوصلة

أي يجب أن يكون:

$$l \geq b$$
$$b \leq 16.t$$

حسابات الوصلات اللحامية

حسابات الوصلات اللحامية عندما تقع الحمولة في مستوي الوصلة

اجهاد قص فقط

إن الوصلات اللحامية تتعرض إلى إجهاد قص، ولمعرفة القوة التي تتحملها الوصلة يجب معرفة إجهاد القص المسموح به لمعدن الوصلة،ولمعرفة القوة التي تتحملها الوصلة تستخدم العلاقة التالية:

$[\tau]$.

$$F = [\tau]A = [\tau]l.s \qquad (2.4)$$

حيث إن:

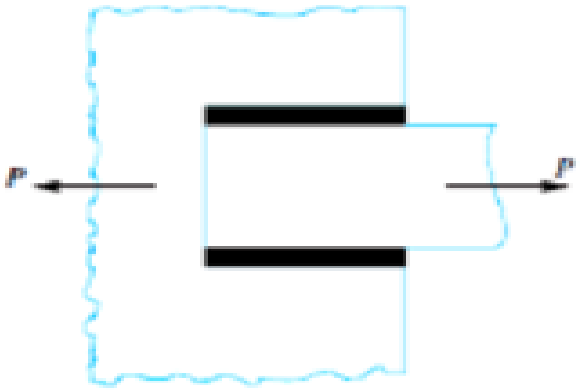
F: القوة التي تتحملها الوصلة (N).

$[\tau]$: إجهاد القص المسموح به لمادة الوصلة Mpa.

l.: الطول الفعال للوصلة(mm)، s: سماكة الوصلة(mm).

وعندما تستخدم قياس الوصلة (s) تكون القوة التي تتحملها الوصلة:

$$F = 0.7[\tau]l.s \qquad (3.4)$$



الشكل(4-9):الوصلة معرضة لإجهاد قص

القوة التي تتحملها الوصلة اللحامية المبينة في الشكل (4-9) هي :

$$P = 2[\tau]A = 2[\tau]l.s$$

لانها تتعرض الى اجهاد قص.

اجهاد مركب(قص + شد)

القوة التي تتحملها الوصلة اللحامية المبينة في الشكل (4–10) تتألف من جزئين، الأول هو الذي يتعرض للشد حيث يبلغ :

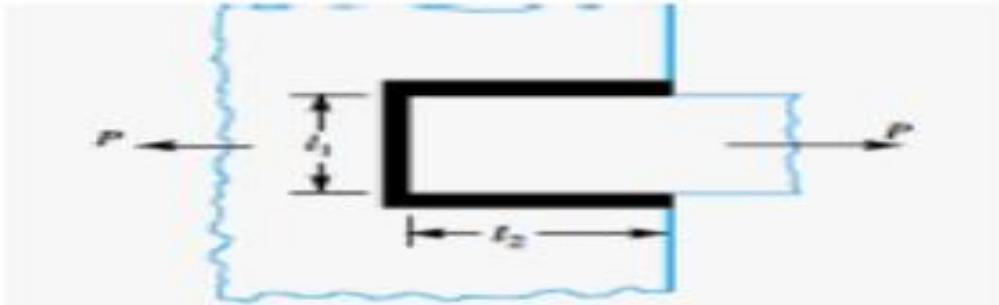
$$P_1 = = [\sigma_t]_1 t_1 t$$

الجزء الثاني هو الجزء المعرض للقص :

$$P_2 = 2[\tau]_2 t_2 t$$

وتكون القوة الاجمالية هي:

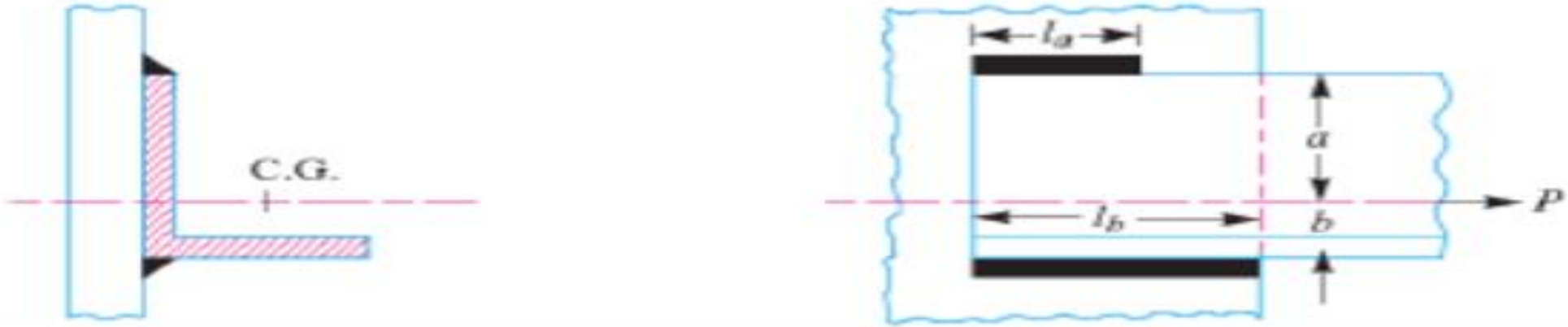
$$P = [\sigma_t]_1 t_1 t + 2[\tau]_2 t_2 t$$



الشكل(4–10):الوصلة معرضة لاجهاد قص واجهاد شد

وصلة غير متناظرة

يبين الشكل(4–11) وصلة مؤلفة من قسمين ،العلوي طوله(l_a)، والسفلي طوله (l_b).لحساب مثل هذه الوصلات سجب اتباع الخطوات التالية:



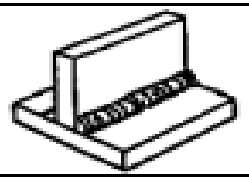
الشكل(4–11) وصلة غير متناظرة

$$l_a = \frac{l\,b}{a+b}$$

$$l_b = \frac{l\,a}{a+b}$$

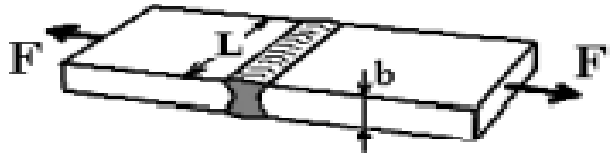
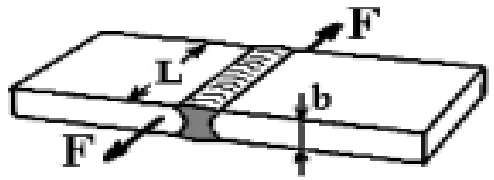
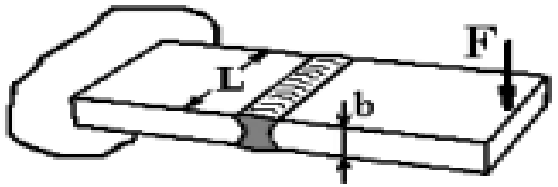
تصميم الوصلات الملحومة

أشكال الوصلات الملحومة

الوصلة التناكبيّة Butt joint	الوصلة التراكبيّة Lap joint	الوصلة الزاوية والمتفرّعة Tee joint
		

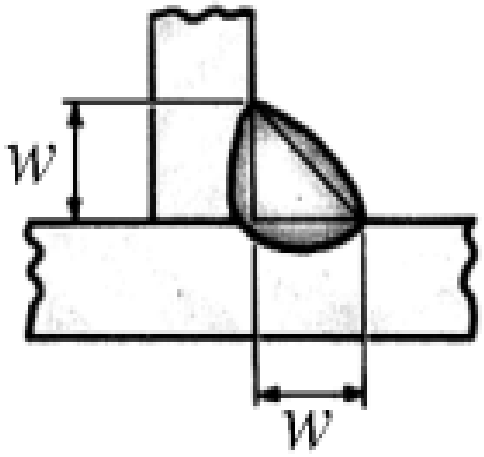
تصميم الوصلات التناكبية

يُصمّم مقطع اللحام في هذه الوصلات بحيث تُحسب الإجهادات في اللحام كما يلي:

قوة شادة		$\sigma = \frac{F}{L.b} = \sigma_{all}$
قوة قاصة		$\tau = \frac{F}{L.b} = \tau_{all}$
قوة انحناء		$\sigma = \frac{M_b.y}{I} = \frac{M_b.b/2}{l.b^3/12} = \frac{6M_b}{l.b^2} = \sigma_{all}$

تصميم الوصلات التراكبية والوصلات الزاوية

اعتبارات أساسية

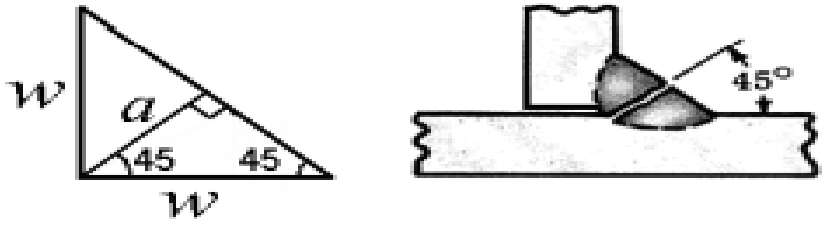


- مقطع اللحام مثلث متساوي الساقين ضلعه القائم w نسميه عرض اللحام مع إهمال التقوّس في سطح اللحام كما يبيّن الشكل.
- اللحام متجانس وجميع خطوط لحام الوصلة لها نفس العرض w .
- ندرس اللحام المستوي خطوط اللحام واقعة في مستوي واحد.
- لا يوجد تماس بين القطع الملحومة والاتصال بين القطع يتم عبر اللحام فقط (هذا يعني أن اللحام **يتأثر من قوى الضغط ومحور الدوران لعزوم الانحناء يمر من مركز الثقل**)

- يهمل عرض اللحام عندما يُضاف أو يطرح إلى أحد أبعاد الوصلة وبالتالي يمكن كتابة:

$$50+w\approx 50,\quad 100+2w\approx 100,\quad 70-2w\approx 70$$
$$50+a\approx 50,\quad 100+2a\approx 100,\quad 70-2a\approx 70$$

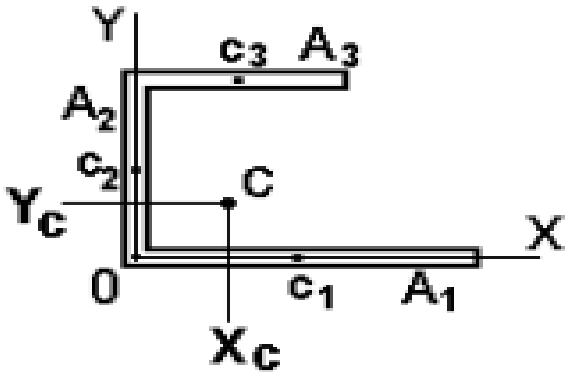
- إجهاد التصميم هو إجهاد القص الأعظمي والسطح الذي يؤثر عليه هو السطح الذي يميل بزاوية 45 درجة وعرضه:



$$a = w\cos(45) = 0.707w \approx 0.7w$$

حالات التحميل الرئيسية و الاجهادات الناتجة عنها

تختلف حالات التحميل عن بعضها وفقا لتاثيرها بالنسبه لمركز ثقل اللحام حيث يُعتبر اللحام كتلاً ممتدّة على طول خطوط اللحام وبالتالي يوجد له مركز ثقل يتم إيجاده على اعتبار أنّ خطوط اللحام هي مستطيلات أطوالها $l_1, l_2, \ldots$ وعرضها متماثل a فيكون بالنسبة لجملة إحداثيات مفروضة:



$$X_C = \frac{x_1 A_1 + x_2 A_2 + \ldots.}{A_1 + A_2 + \ldots} = \frac{x_1 w l_1 + x_2 w l_2 + \ldots.}{w l_1 + w l_2 + \ldots} = \frac{x_1 l_1 + x_2 l_2 + \ldots.}{l_1 + l_2 + \ldots}$$

$$Y_C = \frac{y_1 A_1 + y_2 A_2 + \ldots.}{A_1 + A_2 + \ldots} = \frac{y_1 w l_1 + y_2 w l_2 + \ldots.}{w l_1 + w l_2 + \ldots} = \frac{y_1 l_1 + y_2 l_2 + \ldots.}{l_1 + l_2 + \ldots}$$

حيث: $x_1, x_2, \ldots. y_1$ إحداثيات مراكز المساحات الجزئيّة، $l_1, l_2, \ldots$ أطوال خطوط اللحام.

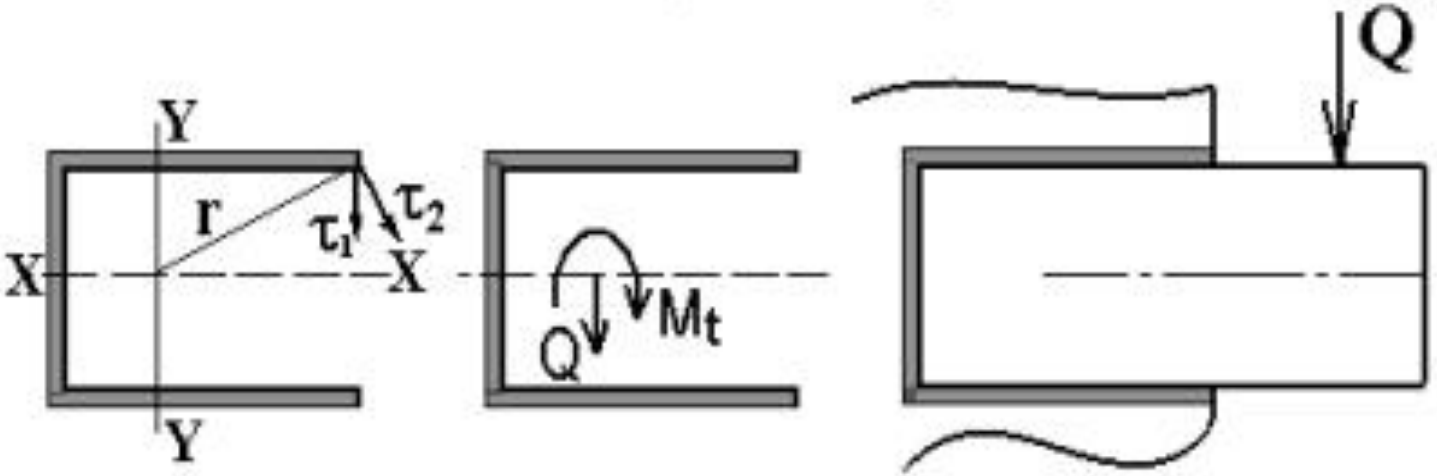
قوة مارة من مركز الثقل مهما كان اتجاهها

في هذه الحالة تنفعل جميع خطوط اللحام بنفس القيمة ونفس الجهة التي هي جهة القوّة المؤثرة **وبالتالي تتولد إجهادات قص متماثلة في جميع نقاط اللحام لها نفس القيمة ونفس جهة القوّة وتُحسب وفق:**

$$\tau = \frac{F}{\Sigma A} = \frac{F}{a \times \Sigma l}$$

حيث: ΣA يمثل مجموع مساحات سطوح القص في خطوط لحام الوصلة و Σl مجموع أطوال خطوط اللحام

قوة واقعة في مستوي اللحام غير مارة من مركز الثقل



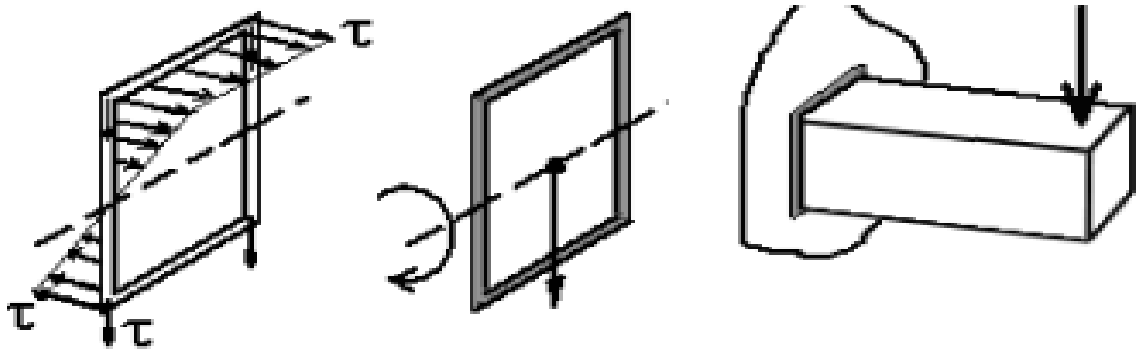
في هذه الحالة تُنقل القوّة إلى مركز الثقل ويُؤخذ تأثيرها كقوّة مارّة من مركز الثقل،ويستوجب نقل القوّة إضافة عزم يحاول تدوير اللحام في مستويه حول مركز الثقل ويُطلق عليه اصطلاحاً اسم عزم فتل على الوصلة.

يولّد عزم الفتل في نقاط اللحام إجهادات قص واقعة في مستوي اللحام منحاها عمودي على الخط الواصل من مركز الثقل حتّى النقطة وجهتها بحيث تدور حول مركز الثقل كما يدور العزم، تتناسب قيمة الإجهاد طرداً مع البعد عن مركز الثقل ويُحسب وفق:

$$\tau = \frac{M_t . r}{J}$$

حيث: r بعد النقطة التي يُحسب فيها الإجهاد عن مركز الثقل، J عزم العطالة القطبي لسطوح القص في خطوط لحام الوصلة.

قوة توازي مستوي اللحام قابل مركز الثقل



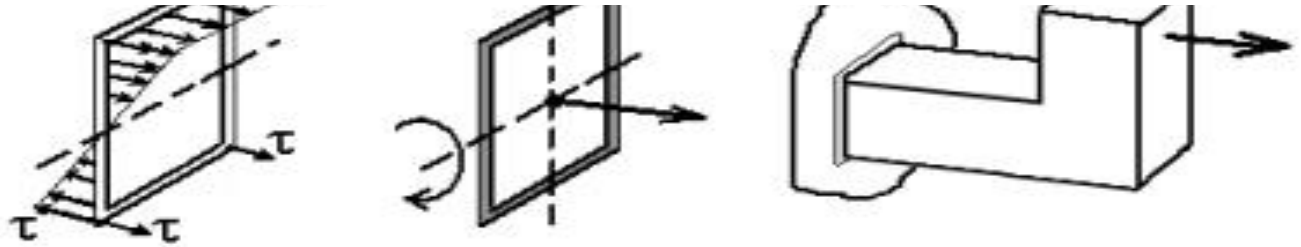
في هذه الحالة تُنقل القوّة إلى مركز الثقل ويُؤخذ تأثيرها كقوّة مارّة من مركز الثقل، ويستوجب نقل القوّة إضافة عزم يحاول تدوير اللحام حول خط مار من مركز الثقل هو المحور الحيادي وهذا العزم يُطلق عليه اصطلاحاً اسم عزم انحناء على الوصلة.

يولّد عزم الانحناء في نقاط اللحام إجهادات قص منحاها عمودي على مستوي اللحام متعاكسة على طرفي المحور الحيادي بشكل متوافق مع جهة دوران العزم، تتناسب قيمة الإجهاد طرداً مع البعد عن المحور الحيادي ويُحسب وفق:

$$\tau = \frac{M_b \cdot y}{I}$$

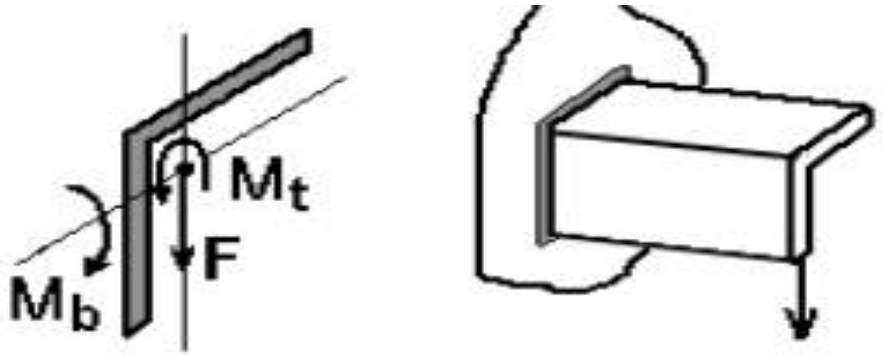
حيث: y بعد النقطة التي يُحسب فيها الإجهاد عن المحور الحيادي، I عزم عطالة سطوح القص في خطوط لحام الوصلة حول المحور الحيادي.

قوة عمودية على مستوي اللحام غير مارة من مركز الثقل تقطع أحد المحاور الأساسية للعطالة



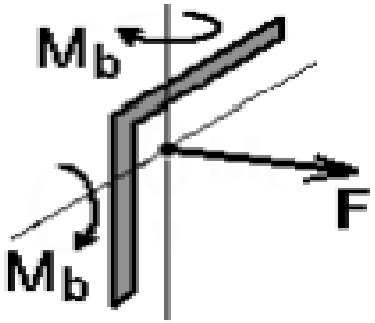
تنتج نفس الحالة في الفقرة السابقة مع تعديل جهة تأثير الإجهادات الناتجة عن القوّة.

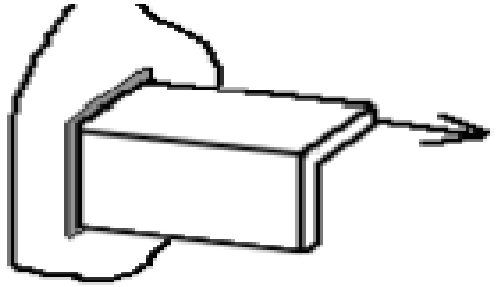
قوة توازي مستوي اللحام لا تقابل مركز الثقل



يتم نقل القوة إلى مركز الثقل على مرحلتين, الأولى إلى مستوي اللحام تستوجب إضافة عزم يؤثّر بشكل عزم انحناء والثانية في مستوي اللحام إلى مركز الثقل تستوجب إضافة عزم يؤثّر بشكل عزم فتل ويُؤخذ تأثير القوّة كقوّة مارّة من مركز الثقل.

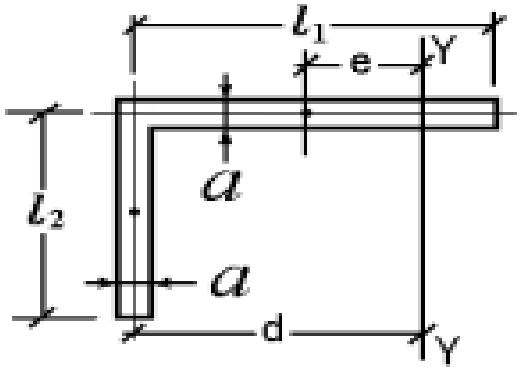
قوة عمودية على مستوي اللحام غير مارة من مركز الثقل ولا تقطع أحد المحاور الأساسية للعطالة





يتم نقل القوّة إلى مركز الثقل على مرحلتين الأولى إلى أحد محاور العطالة الرئيسية تستوجب إضافة عزم انحناء حول هذا المحور والثانية إلى مركز الثقل تستوجب إضافة عزم انحناء حول المحور الآخر وتؤخذ القوّة في مركز الثقل.

حساب عزوم عطالة اللحام



من أجل خطوط اللحام المستقيمة يُحسب عزم عطالة اللحام حول المحور الحيادي باعتبار خطوط اللحام مستطيلات عرض كل منها a وطوله طول خط اللحام وحساب عزم العطالة لهذه المستطيلات حول المحور الحيادي ثم جمع القيم لجميع خطوط اللحام ونصادف إحدى الحالتين:

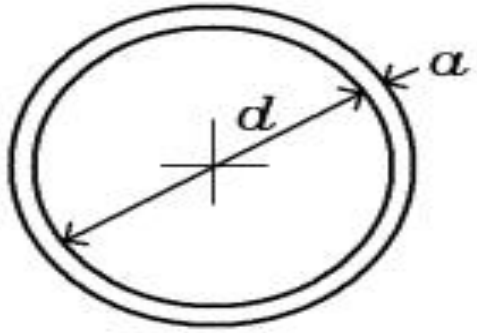
- عندما يكون خط اللحام موازياً أو عمودياً على المحور الحيادي والمحور الحادي يمر من مركزه تُستخدم العلاقة $I = \frac{bh^3}{12}$ لحساب عزم العطالة حيث عرض سطح القص في اللحام a هو أحد البعدين b أو h وطول خط اللحام هو البعد الآخر.
- عندما لا يمر المحور الحيادي من مركز خط اللحام يتم استخدام نظرية شتاينر من أجل حساب عزم العطالة حول المحور الحيادي كما في الشكل.

$$I_{YY} = \left[\frac{l_2 \cdot a^3}{12} + l_2 \cdot a \times d^2\right] + \left[\frac{a \cdot l_1^3}{12} + a \cdot l_1 \times e^2\right]$$

- يُحسب عزم العطالة القطبي بأنّه مجموع عزمي العطالة حول محورين متعامدين يمرّان من مركز الثقل XX, YY:

$$J = I_{XX} + I_{YY}$$

- من أجل اللحام الذي على شكل حلقة لحام قطرها d وعرضها a فإنّ:



✓ مساحة اللحام: $Area = \pi\, d\, a$

✓ عزم العطالة القطبي: $J = \frac{\pi d^3 a}{4}$

✓ عزم العطالة حول محور يقع في مستوي الحلقة ويمر من مركزها: $I = \frac{\pi d^3 a}{8}$

نفس خطوات مسائل البراشيم

يتم إجراء الحسابات على سطح القص الذي عرضه a ويتم تصميم لحام الوصلة بحساب الإجهادات في النقطة الخطرة ثم تحصيلها للحصول على الإجهاد الأعظمي ثم مساواة الإجهاد الأعظمي بالإجهاد المسموح به لمادّة اللحام للحصول على البعد a بعدها يتم إيجاد عرض اللحام w وفق:

$$a = 0.7w$$

خطوات حل مسائل البراشيم

- عندما البرشام خاضع لقوّة قاصّة فقط يتم التصميم وفق: $\tau = \frac{4F_S}{\pi d^2} = \tau_{all}$
- عندما البرشام خاضع لقوّة شد فقط يتم التصميم وفق: $\sigma = \frac{4F_T}{\pi d^2} = \sigma_{all}$
- عندما البرشام خاضع لقوّة شد وقوّة قص يتم التصميم وفق نظريّة القص الأعظمي:

$$\tau_{max} = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2 + \tau^2} = \frac{4}{\pi d^2}\sqrt{0.25F_T^2 + F_S^2} = \tau_{all}$$

بعد حساب القطر للبرشام الخطر يتم اختيار نفس القطر لجميع براشيم الوصلة، تُحسب سماكة الصفائح على اعتبار أنّ القوّة التي تُسبب الهصر هي محصّلة القوى القاصّة.

١. تحديد مركز الثقل.

٢. تحديد الحمولة المؤثرة بالنوع وبالقيمة.

٣. توزيع القوى على البراشيم حسب الحمولة المؤثرة.

٤. تحديد البرشيم الخطر عليه أكبر محصلة قص وأكبر محصلة شد.

٥. حساب القوى على البرشيم الخطر.

٦. تصميم البرشام الخطر: يتم تحصيل قوى الشد بمحصّلة شد وتحصيل قوى القص بمحصّلة قص

تذكير

المراجع

AARON.D(Machine Design theory and practice) Macmillan publishing CO New- York

M.F SPOTTS (Design of Machine Elements) prentice Hall India Pvt Limeted

Winkler,J.:Festkoerperbeanspruchung.Fachbuchverlag Leipzig1985

Scheuermann,G.: Verbindungselemente Fachbuchverlag Leipzig1966

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.

المراجع

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