

إنشاءات معدنية

الوصلات باللحام

الوحدة السادسة : الوصلات باللحام

الجدارة : التعرف من خلال هذه الوحدة على أنواع اللحام ، و الطرق المستخدمة للحام في الورشة و الموقع ، و عيوب اللحام و طرق الكشف عنها ، و تصميم و صلات اللحام المعرضة لقوى محورية ، و الرموز المستخدمة للحام ، و رسم و صلات اللحام .

الأهداف :

عندما تكتمل دراسة هذه الوحدة تكون قادراً (بإذن الله) على أن:

- تتعرف على أنواع اللحام.
 - تتعرف على الطرق المستخدمة للحام في الورشة و الموقع.
 - تكتشف عيوب اللحام و طرق الكشف عنها
 - تصميم وصلات اللحام المعرضة لقوى محورية.
 - تتعرف على الرموز المستخدمة للحام.
 - ترسم و صلات اللحام .
- مستوى الأداء المطلوب :** أن يصل أداء المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة 100%.

الوقت المتوقع للوحدة:

٦ ساعات.

الوسائل المساعدة :

- مبادئ خواص المواد الهندسية.
- أساسيات مقاومة المواد.

متطلبات الجدارة:

اجتياز حقيبة ستاتيكا.

الوصلات باللحام

١. مقدمة :

اللحام عبارة عن عملية صهر سيخ من المعدن (سيخ اللحام) وفي نفس الوقت تسخين الأجزاء المراد لحامها إلى درجة الإحمرار فيتساقط المعدن المنصهر من سيخ اللحام بين الأجزاء المراد لحامها بحيث نحصل على جزء واحد عندما تبرد. وتعتبر اللحامات من بين الطرق المستخدمة لربط حديد المنشآت مع بعضه في الوقت الحاضر . ويستعمل بشروط ومواصفات خاصة كمثال المتبعة في مواصفات هيئة اللحام الأمريكية حيث تتم عملية اللحام (Welding process) عادة كالاتي :

- بعض الملحوظات على عملية اللحام :

- لا تستخدم المنشآت الملحومة إلا إذا كانت مبنية على المخططات التنفيذية.
- يتم تجميع ولحام قطاعات الصلب بالطرق التي ينتج عنها استقامة صحيحة للمحاور بدون التواء.
- يجب مسك الأجزاء المراد وصلها باللحام بطريقة تحقق أقل قدر من إجهادات التقلص التي تحصل أثناء عملية اللحام مع بقاء الأجزاء محافظة على شكلها المطلوب.
- الأوساخ والشحوم والزيوت والرطوبة والصدأ والقشور والطلاء الذي قد ينتج عنه تأثير عكسي على جودة اللحام يجب إزالتها من أسطح مناطق اللحام والأوجه الملامسة.
- يجب التحقق من توافق معادن تعبئة اللحام مع المعادن الأصلية التي سيتم لحامها. كما يجب التأكد من توافق معادن تعبئة اللحام مع المواد المساعدة ومع طرق اللحام المستخدمة أيضاً.
- يجب الأخذ في الاعتبار خصائص الصلب وذلك لتجنب حدوث هشاشة أو شروخ مبكرة.
- يجب أن تتم عمليات اللحام بتتابع يعمل على تخفيض الإجهادات الناتجة عن اللحام إلى أدنى قيمة.
- أثناء عملية اللحام وتبريده، يجب حماية الأعضاء الملحومة من الارتجاج أو الاهتزاز.
- يجب إصلاح اللحامات غير المطابقة للمواصفات.
- تكون تقنية أعمال اللحام والمصنعية ومظهر ودرجة جودة اللحامات والطرق المستخدمة في إصلاح اللحامات غير المطابقة طبقاً للمواصفات القياسية ذات العلاقة.

طريقة لحام حديد المنشآت عال المقاومة (High Strength Steel) تتبع إحدى الطرق الآتية:

- 1- طريقة اللحام بقوس غاطس (Submerged –Arc)
- 2- طريقة اللحام بقوس معدني بالغاز (Gas Meta –Arc)
- 3- طريقة اللحام بسيخ اللحام (Flux Cored –Arc) وهي الأكثر استعمالاً ويستخدم عادة أسياخ اللحام في هذه اللحامات أو جرانوليولار فلكس (Granular Flux) ولا يسمح على الإطلاق باستخدام لحام الاوكسجين .

٢. مزايا اللحام Advantages of Welding

الإنشاءات الملحومة عموماً أخف وزناً من الإنشاءات المبرشمة وهذا الجانب الاقتصادي في المواد المستعملة يرجع إلى عدم الحاجة إلى ألواح التجميع (Gusset Plates) أو مواد وصل أخرى على عكس الوصلات المبرشمة التي توجد بها فتحات مثقبة تقلل من حجم المساحة الفعالة، بينما في اللحام تأخذ كامل مساحة المقطع، فعلى سبيل المثال، الأجزاء المسطحة الصغيرة، الزوايا، والمساحات الأخرى يمكن لحامها بسهولة.

وللحام مزايا أخرى ومنها:

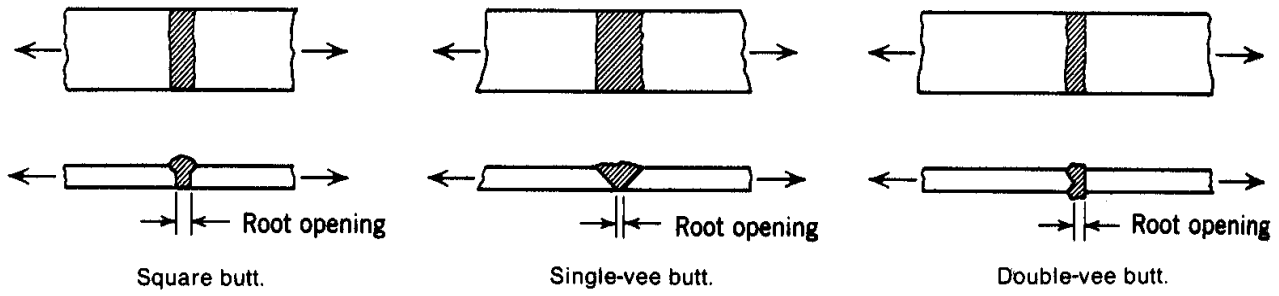
- اللحام يسمح بترتيب الأجزاء المعدنية المراد لحامها بحيث تعطي أكبر فعالية.
- إمكانية الإضافة والتغير للمنشأ القائم بسهولة.
- المنشآت الملحومة تتميز بحسن جمالها و نعومة مظهرها مما يساعد على استعمال أقل الدهانات والصيانة (بحيث يجعلها لا تحتاج إلى كمية معتبرة من الصيانة والدهانات).
- يمكن لحام أية مساحة مهما كان شكلها وحتى التي يتعذر برشمتها.

٣. أنواع اللحام Types of Welded Connections

يوجد نوعان رئيسان للحام هما :

أ - لحام تقابل Butt Weld

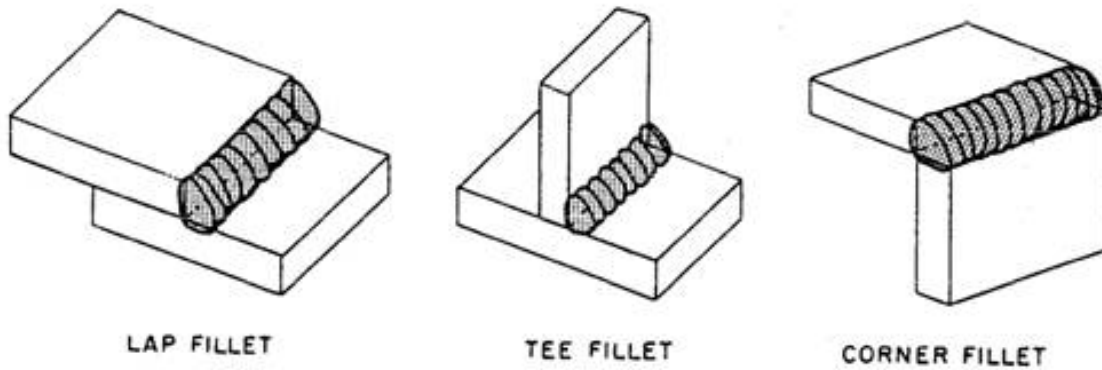
و فيه يتقابل اللوحان المراد لحامهما ويتم اللحام بحيث يكونان جزءاً واحداً ويتم شطف الألواح حسب سمكها لزيادة مساحة اللحام، بإحدى الطرق التالية (الشكل 6.1).



الشكل ٦,١ : نماذج للحام التقابلي.

ب- لحام زاوي Fillet weld

و فيه يتم اللحام لجانبي الألواح المراد لحامهما بعد تجهيزهما و كذلك حسب وضع الألواح و أطوال اللحام المطلوبة كالآتي (الشكل 6.2):



الشكل ٦,٢ : نماذج للحام الزاوي.

- وصلات تقابل Butt Joint
- وصلة تائية Tee Joint
- وصلة تراكب Lap Joint
- وصلة زاوية Corner Joint
- وصلة طرفية Edge Joint

٤. الطرق المستخدمة للحام في الورشة والموقع

هناك عدة طرق تستخدم للحام نذكر منها ما يلي :

١- طريقة اللحام بالغاز

يتم لحام المعادن بواسطة الحرارة الناتجة من المشعل الخاص بالا وكس إسييتلين حيث يقوم المشعل بمزج الأوكسجين مع الإسييتلين وإشعالهما ، واللهب الناتج يستخدم في عمليات لحام المعادن. و يكون الأوكسجين في أسطوانة والإسييتلين في أسطوانة أخرى ، ونظرا لوجود هذه الغازات تحت ضغوط عالية يتم استخدام منظمات للضغط على كل أسطوانة ، ويتم توصيل الأوكسجين والإسييتلين من الأسطوانات إلى المشعل بواسطة خرطوم بحيث يكون لون خرطوم الأوكسجين (أخضر) ولون خرطوم الإسييتلين (أحمر) ويتم بعد ذلك خلط الغازين وإشعالهما بواسطة المشعل كذلك بواسطة مقدمة المشعل.

٢- طريقة اللحام الكهربائي

يستخدم اللحام الكهربائي الحرارة الناتجة من التيار الكهربائي لإذابة وتجميع أجزاء المعدن ببعضها. يجب توصيل الجسم الخارجي لماكينة اللحام بالأرض ، ويتم ذلك بتوصيل ملقط الأرضي بطاولة اللحام أو بالمعدن المراد لحامه.

ويتم في الورشة عمل جميع الأجزاء الثابتة والثقيلة التي يتم تنفيذها ثم تذهب إلى المشروع وتوضع في مكانها ويتم أيضا قطع جميع مقاسات البليد " صاج الحديد " بمختلف أسماكته وأيضا فبركة جميع الأجزاء الخاصة التي تحتاج مقاسات دقيقة وتنظيم معين في اللحام والتجميع وأيضا يتم في الورشة لحام جميع الأجزاء التي يتم فكها لكي يتم إصلاحها وترجع إلى مكانها وهذا بالنسبة للحديد أما بالنسبة للبايب " PIPE " فيتم أخذ جميع المقاسات ويتم التفصيل وتجميع الأجزاء الخاصة بالبايب مثل الفلنجات والبلوف ولوازم البايب من وصلات T وجميع أنواع الفيتنق "fitting" التي يتم تركيبها على البايب.

٥. عيوب اللحام وطرق الكشف عنها

Disadvantages of Welding عيوب اللحام

- عملية اللحام تحتاج إلى إشراف و مهارة عالية
- أثناء عملية اللحام هناك تسخين و برودة غير منتظمة مما يسبب انكماشاً غير متساو في الأجزاء الملحومة.
- وهناك بعض الاحتياطات يجب مراعاتها خلال عملية اللحام:
- يجب استعمال أقل كمية من أسياخ اللحام.
- يجب استعمال أقل عدد من الأجزاء المركبة.
- ويمكن التأكد من سلامة اللحام، بالطرق التالية :
- الفحص البصري
- باستخدام الموجات فوق الصوتية
- باستخدام أشعة إكس أو جاما
- باستخدام الصبغات

٦. تصميم وصلات اللحام المعرضة لقوى محورية

توجد عدة أنواع للحام الوصلات منها النوعان الرئيسان التاليان:

• لحام تقابلي Butt Weld

وفيه يتقابل اللوحان المراد لحامها بشطف أو بدون شطف و تتساقط مادة اللحام بينهما و قد توضع خوصة حشو أسفل اللحام. و تنتقل فيها القوى عن طريق إجهادات الشد أو الضغط المباشر.

• لحام زاوي Fillet Weld :

وفيه يتعامد الضلعان المراد لحامها و يلحمان من الجانبين بتجهيز أو بدون تجهيز. و تنتقل فيه القوى عن طريق القص و أحيانا عن طريق الشد أو الضغط.

- الإجهادات المسموح بها في اللحام:

الإجهادات المسموح بها في اللحام الممتاز (Class I) أعلى من تلك المسموح بها في اللحام الجيد (Class II) حسب الآتي :

- لحام تقابلي درجة ممتازة (Class I) :

$$f_w = 1.0 \times f_{pt} \quad \text{الشد}$$

$$f_w = 1.1 \times f_{pt} \quad \text{الضغط}$$

$$f_w = 0.6 \times f_{pt} \quad \text{القص}$$

- لحام تقابلي درجة جيدة (Class II) :

$$f_w = 0.7 \times f_{pt} \quad \text{الشد}$$

$$f_w = 1.0 \times f_{pt} \quad \text{الضغط}$$

$$f_w = 0.55 \times f_{pt} \quad \text{القص}$$

- لحام زاوي درجة ممتازة (Class I) :

$$f_w = 0.45 \times f_{pt} \quad \text{لإجهادات الشد و الضغط و القص}$$

- لحام زاوي درجة جيدة (Class II) :

$$f_w = 0.40 \times f_{pt} \quad \text{لإجهادات الشد و الضغط و القص}$$

- مقاس اللحام:

- مقاس اللحام في اللحام التقابلي هو مقاس أقل اللوحين المتقابلين سمكا و عرضا
 - مقاس اللحام في اللحام الزاوي يحتسب سمك اللحام S و هو عرض اللحام عند التقائه باللوح.
- أما القطاع الحرج الذي تحتسب عليه الإجهادات يساوي $s(0.707)$ و تكون المساحة المقاومة للحام:
- $$(0.707) \cdot l \cdot s$$

حيث إن l هو طول خط اللحام.

و تكون القوة المقاومة للحام هي : $P = f_w \cdot (0.707) \cdot l$

مثال :

صمم الوصلة بين لوحين مقاس ٢٠٠ mm x ١٠ mm و الآخر مقاس ٣٠٠ mm x ١٢ mm و اللحام درجة اولى و الصلب المستخدم ٣٧.

الحل :

بالنسبة للتصميم نأخذ أصغر لوح

$$\begin{aligned} P &= A \times f_{pt} \\ A &= 20 \text{ cm} \times 1 \text{ cm} \\ F_{pt} &= 1.4 \text{ t/cm}^2 \\ P &= 20 \times 1 \times 1.4 = 28 \text{ t} \end{aligned}$$

مقاس اللحام عموما محصور بين (4 mm : 10 mm)

لنختار مقاس اللحام يساوي ٨ mm

● لحام زاوي درجة ممتازة (Class I)

$$\begin{aligned} f_w &= 0.45 \times f_{pt} \text{ لإجهادات الشد و الضغط و القص} \\ f_w &= 0.45 \times f_{pt} \end{aligned}$$

٧. الرموز المستخدمة للحام:

تستخدم رموز اللحام في الرسم للدلالة على نوع الوصلة و مكانها (الجدول ١,٦) و لأستخدامها يجب الانتباه إلى الملحوظات التالية:

- يشار إلى مكان اللحام بسهم و يرسم الرمز فوق خط السهم معلقا به.
- إذا كان المطلوب لحام الجهة غير التي يشير إليها السهم، يرسم الرمز فوق خط السهم.
- إذا كان المطلوب لحام الجانبين فيرسم الرمز على جانبي السهم.

الشكل 6.3 يبين الرموز الأساسية للحام و الشكل 6.4 يبين تطبيق رموز اللحام على الخط المرجعي والشكل 6.5 يبين تعيين أماكن اللحام بواسطة خط السهم.

BASIC WELD SYMBOLS									
BEAD	FILLET	PLUG OR SLOT	GROOVE OR BUTT						
			SQUARE	V	BEVEL	U	J	FLARE V	FLARE BEVEL

























الشكل 6.3 : الرموز الأساسية للحام.

Bead : درزة Fillet : زاوي Plug : سدادي Square : مربع

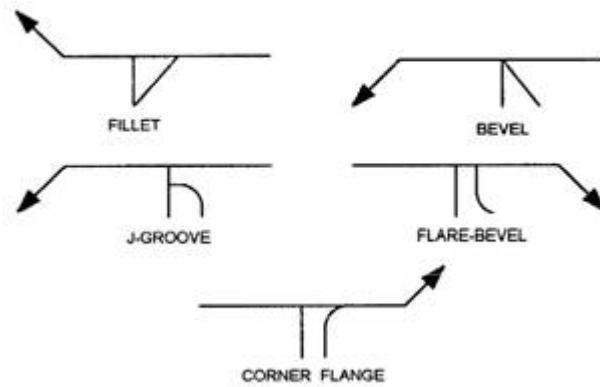
V : على شكل حرف V Bevel : سطح مائل U : على شكل حرف U

Flare V : يعطي شكل V Flare Bevel : يعطي شكل سطح مائل.

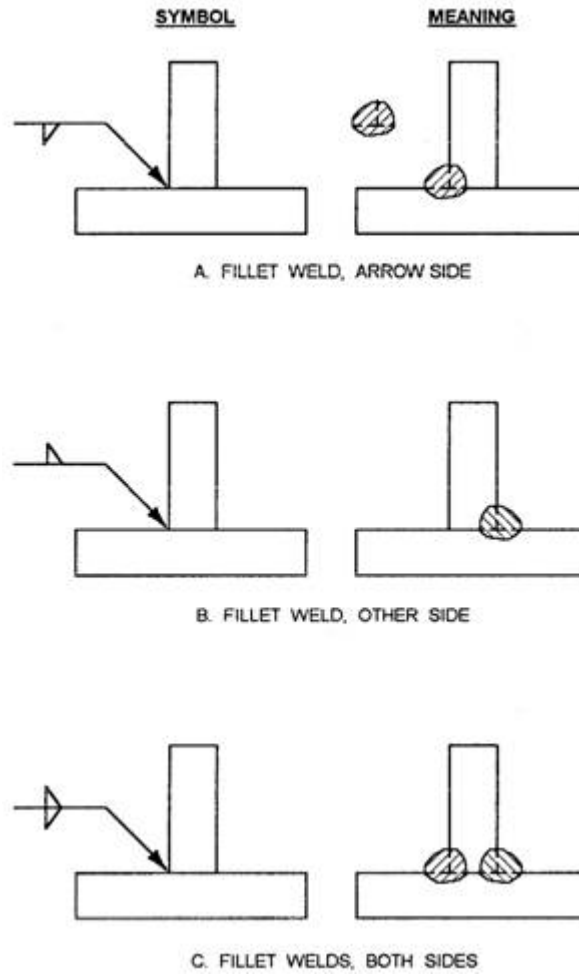
الجدول ١.٦ : أنواع و رموز وصلات اللحام حسب المواصفات المتربة البريطانية رقم (BS 499).

المقطع ILLUSTRATION	رمز اللحام WELD SYMBOL	نوع الوصلة JOINT TYPE	نوع اللحام WELD FORM	الصفحة الملحومة WELDED PLATE	
				THICK. سماكة	EDGE حافة
		تقابلي BUTT	تقابلي BUTT	3 mm	مثنبة BENT
		تقابلي مقفولة BUTT	تقابلي BUTT	3 mm	مستقيمة STRAIGHT
		تقابلي مفتوحة BUTT	تقابلي BUTT	3 - 6 mm	مستقيمة STRAIGHT
		تقابلي مقواة BUTT	تقابلي BUTT	3 - 16 mm	مستقيمة STRAIGHT
		تقابلي وجه واحد SINGLE - V BUTT	تقابلي BUTT	5 mm	مشطوفة CHAMFERED
		تقابلي وجهين DOUBLE - V BUTT	تقابلي BUTT	12 mm	مشطوفة الجانبين CHAMFERED SIDES
		تقابلي وجه واحد SINGLE - U BUTT	تقابلي BUTT	20 mm	انظر الرسم
		تقابلي وجهين DOUBLE - U BUTT	تقابلي BUTT	40 mm	انظر الرسم
		تراكبية LAP	زاوي FILLET	5 mm	مستقيمة STRAIGHT
		معتزضة TEE	زاوي FILLET	> 5 mm	مستقيمة STRAIGHT
		معتزضة TEE	تقابلي ثنائي الميل BUTT	> 12 mm	مشطوفة الجانبين CHAMFERED SIDES
		زاوية FILLET	زاوي FILLET	> 5 mm	مستقيمة STRAIGHT

المقطع ILLUSTRATION	اللحام WELD SYMBOL	نوع الوصلة JOINT TYP	نوع اللحام WELD FORM	الصفائح الملحومة WELDED PLATE	
				THICK سماكة	EDGE حالة
		زاوية FILLET	تقابلي BUTT	> 5 mm	مستقيمة STRAIGHT
		طرفية EDGE	طرفي EDGE		مستقيمة STRAIGHT
		تراكبية OVERLAP	نقطي SPOT	صفائح رقيقة THIN PLATES	انظر الرسم
		تناكبية ROUND FILLET	نتوئي STUD		مستقيمة STRAIGHT
		تقابلي BUTT	ختم SEALING		مستقيمة STRAIGHT



الشكل 6.4 : تطبيق رموز اللحام على الخط المرجعي.

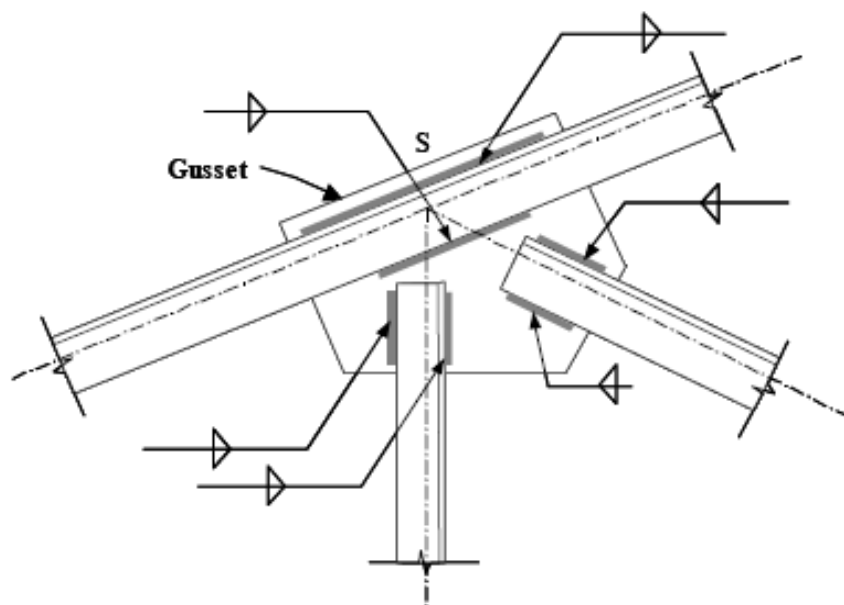


الشكل 6.5 : تعيين أماكن اللحام بواسطة خط السهم Specifying Weld Locations

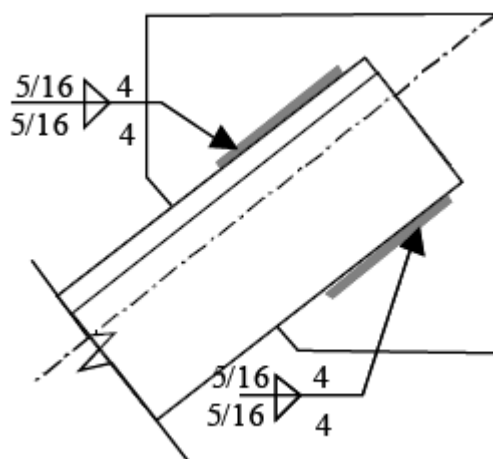
٨. رسم وصلات اللحام:

اللحام هو عملية وصل المعدن بتسخين الوصلة حتى درجة حرارة عالية بدون حاجة لاستعمال الضغط و عملية التثبيت باللحام تعتبر من الوصلات الدائمة و التي لا يتطلب فكها. ومن مميزات اللحام عن وسائل الرباط الأخرى هو بساطة العملية و رخصها و زيادة في متانة الوصلة و سهولة في الصيانة. وهناك أنواع من الوصلات المختلفة في اللحام و كل رمز يجب توضيحه على الرسومات.

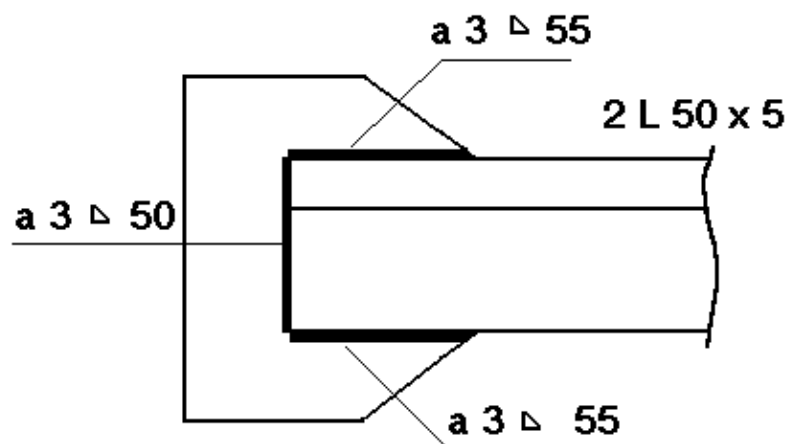
الشكل 6.6 يبين نموذج رسم للحام لعناصر الجملون و الشكل 6.7 يبين نموذج لوصلة لحام و الشكل 6.8 يبين نموذج للحام في الجهتين الأفقية و العمودية و الشكل 6.9 يبين مراحل لحام لوح التبريط بزوايتين.



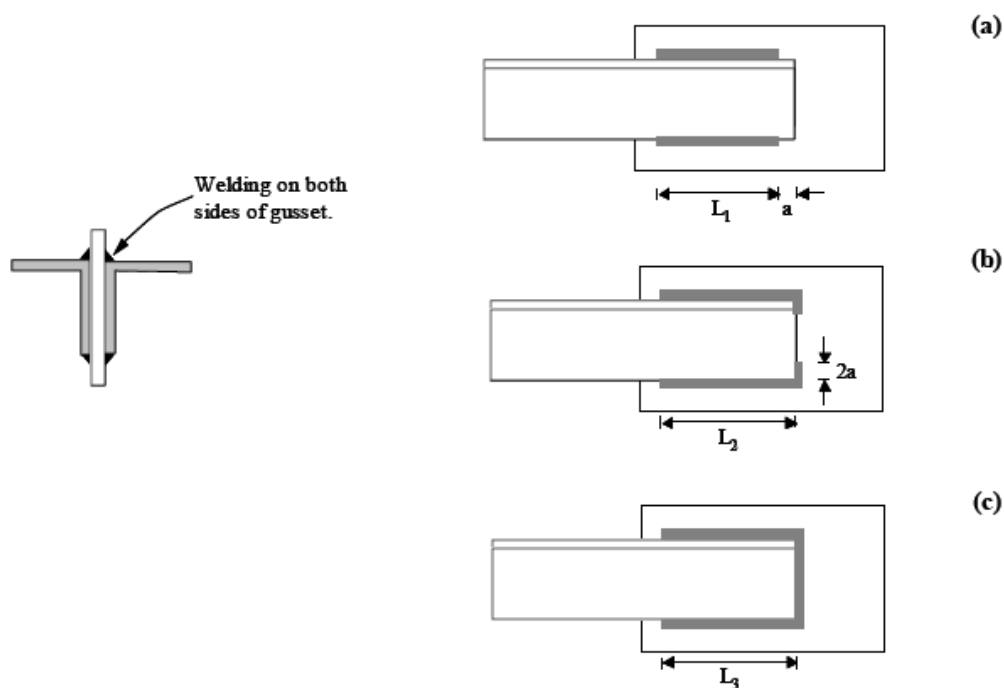
الشكل 6.6 : نموذج رسم اللحام لعناصر الجملون.



الشكل 6.7 : نموذج لوصلة لحام.



الشكل 6.8 : نموذج للحام في الجهتين الأفقية و العمودية.



الشكل 6.9 : مراحل لحام لوح التثبيت بزاويتين.