الباب السادس

6

عمليات اللحام بالغاز

Gas Welding Operations

تمهيد

يتناول هذا الباب الجانب العملي .. وهوالجانب التطبيقي للجانب النظري، والذي يهدف إلى التدرب علي عمليات اللحام المتنوعة ، من خلال تنفيذ المشغولات التي عرضت علي هيئة تمارين متدرجة في الصعوبة، للوصول إلى مدي قدرات وإمكانيات الطالب.

لقد روعي أثناء إعداد هذا الباب التنوع في عرض المشغولات ذات العمليات الصناعية المختلفة ، مع شرح كل عملية صناعية علي حدة، وإرشاد الطالب الي خطوات العمل النموذجية لكل منها.

أساليب اللحام بالغاز

الهدف من هذا الباب هو دراسة أساليب لحام المعادن المختلفة باستخدام غازات الإشتعال ، التي تفيد الدارس بالمعلومات الفنية من خلال التطبيق العملي ، لتساير إمكانيات الطالب وقدراته على أساس الربط التام بين الجانبين النظري والعملي بأسلوب العلم المتطور.

وهو تطبيق للجانب النظري الذي يتضح من خلال تنفيذ العمليات الصناعية للمشغولات المتنوعة والمترتبة على هيئة تمرينات متدرجة في الصعوبة ، والتي تهدف إلى التدريب والتنفيذ الصحيح من خلال خطوات العمل النموذجية لكل مشغولة (تمرين) على حدة.

لقد روعي في الاعتبار التنوع في المشغولات التي عرضت على هيئة تمرينات لتلافي الملل مع تكرار بعض العمليات الصناعية التي تسمى بفترات استراحة ، والتي تعتبر ضرورية لتنمية قدرات ومهارات الدارس ، بالإضافة إلى إعطائه الثقة بنفسه لاكتسابه نوعاً من التكوين الفني.

هذه هي المبادئ الأساسية التي حددت أسلوب التشغيل في هذا الباب.

العمليات الصناعية : Industrial processes

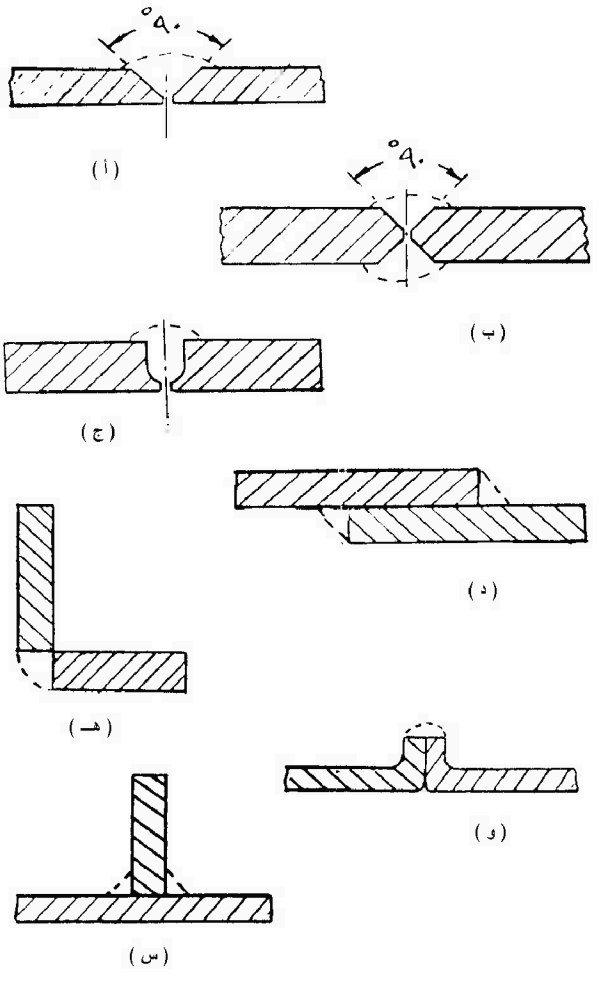
يشتمل هذا الباب على العمليات الصناعية التي تجرى في ورش اللحام بالكهرباء والتي عرضت على هيئة مشغولات متدرجة في الصعوبة من خلال الشرح الوافٍ ، ولزيادة الإيضاح فقد تم عرض العديد من هذه المشغولات التي زودت بخطوات العمل النموذجية لكل منها على حدة ، لتكون دليلاً واضحاً أمام الطالب للعمل بمقتضاها أو عند تشغيل الأجزاء المشابهة.

وصلات اللحام وأنواع الدرز

وصلة اللحام هي موضع اتحاد جزأين باللحام ، حيث يعطي الوضع النسبي للجزأين نوع الوصلة ، وأهم أنواع وصلات اللحام هي الوصلة التناكبية (الوصلة التقابلية) . الوصلة التراكبية . الوصلة المتعامدة حرف T . الوصلة الركنية . الوصلة التصالبية.

ويتحدد نوع الدرزة بالوضع النسبي للعضوين عند وصلة اللحام والمتطلبات اللازمة لتجهيز الدرزة ، ففي اللحام التناكبي (التقابلي) على سبيل المثال تقع الأجزاء المراد لحامها في نفس المستوى ، وتنشأ عن تجهيز طرفي الوصلة درزات مختلفة مثل درزة الشفة ودرزة V ودرزة Y ودرزة U ودرزة X . شكل ٦ – ١ يوضح أهم أنواع وصلات اللحام.

ولكي يتم لحام الجزأين في الوضع السليم يجرى أولا لحام بعض النقاط على مسافات معينة تسمى بنقاط التعليق ، ويراعى عند لحام نقاط التعليق في الدرزة التناكبية أو الدرزة الركنية ترك فجوة لحامية عريضة كافية كشرط أساسي لتحقيق لحام ميثالي ، ولا تتطلب الدرزات التراكبية أو الزاوية تجهيزاً خاصاً لأطراف اللحام ، ومن ثم فإنه يجب تجهيز مواضع اللحام بعناية للحصول على وصلة جيدة ، كما يجب تنظيف أطراف اللحام تماماً من الشوائب كالصدأ أو القشور أو الزيت أو الشحم أو الطلاء.



شكل ٦ – ١

أنواع وصلات اللحام

(أ)وصلة تناكبية من جهة واحدة :

تسمى هذه الوصلة بالوسط الفني (قورة على قورة) ، وتستخدم في حالة وصل الأجزاء التي يتراوح سمكها من ٥ إلى ١٢ ملليمتر.

(ب) وصلة تناكبية من جهتين :

تستخدم هذه الوصلة في حالة زيادة سمك الأجزاء المراد وصلها عن ١٢ ملليمتر.

(ج) وصلة على شكل حرف U :

تستخدم هذه الوصلة في لحام المسبوكات الثقيلة.

(د) وصلة تركيبية :

تستخدم هذه الوصلة في لحام الألواح الطويلة ، بحيث يوضع أحد أسطح اللوح على اللوح الآخر ، وتجرى عملية الوصل باللحام.

(هـ) وصلة زوية :

تسمى أيضا بوصلة ركنية ، وتستخدم في وصل الأجزاء بزوايا مختلفة.

(و) وصلة تناكبية مشفهة :

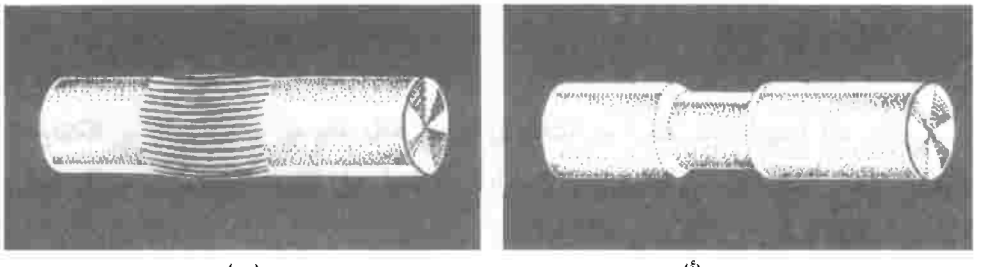
تسمى بالوسط الفني (شفة على شفة) ، وتستخدم هذه الوصلة للأجزاء التي سمكها حوالي ٢ إلى ٣ ملليمتر.

(س) وصلة حرف T :

تستخدم في وصل الألواح بحيث تكون الزوية بينهما قائمة.

لحام التكسية :

في لحام التكسية ، تعاد الأجزاء التي تآكلت وضعفت إلى تخانتها الأصلية كما هو موضح بشكل ٦ – ٢ ، عن طريق ترسيب معدن الملء بأعلى السطح المتآكل ، وقد إصطلح تسمية هذه الطريقة إذا كانت مادة الملء المستخدمة من نوع خاص ، بإسم التصليد السطحي ، وبعد معالجة المشغولات بهذه الطريقة ، يكون قد تم تجديدها كلية.



(ب) (أ)

شكل ٦ – ٢

تكسية الأسطح المتآكلة

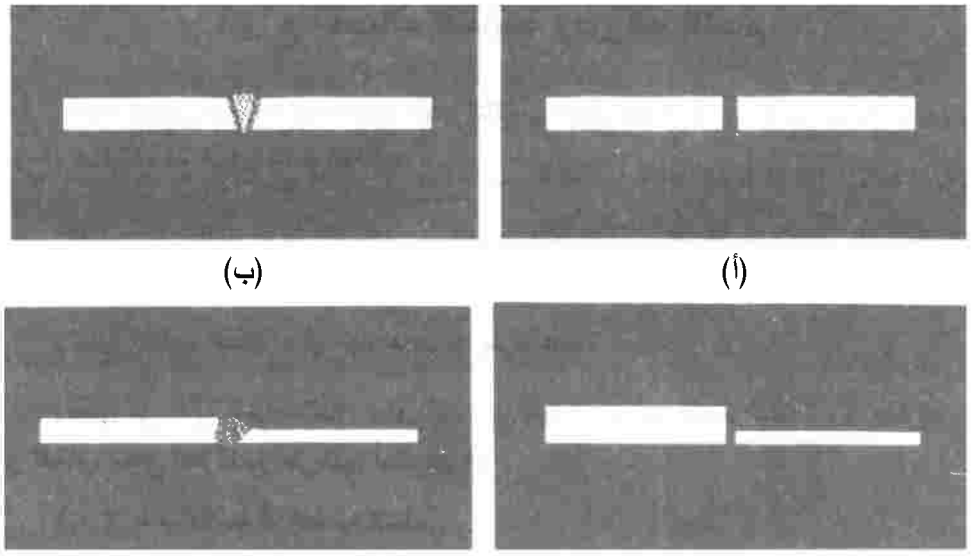
(أ) سطح تحميل عمود إدارة تآكل بسبب الإحتكاك.

(ب) السطح المتآكل وقد تم تجديده بطريقة لحام التكسية.

وصلات اللحام ذات التخانات المختلفة :

في لحام الوصلات ، يتم لحام المشغولات ذات التخانة الواحدة الموضحى بشكل ٦ – ٣ (أ) ، (ب) ، كما يتم لحام المشغولات ذات التخانات المختلفة الموضحة بشكل ٦ – ٣ (ج) ، (د) بعضهما ببعض ، حيث تكون مقاومة (قوة) الوصلة الملحومة وكثافتها مماثلة لمقاومة (قوة) معدن الأساس وكثافته ، وينبغي تحضير أطراف المشغولات المراد لحامها ، بحيث يقع طرف كل منهما أمام الطرف الآخر تماماً.

ويراعي ترك فراغ (وصلة) بين الطرفين المراد لحامهما ، ويتوقف شكل الوصلة على نوع الشغلتين وعلى مقدار تخانة كل منهما.



شكل ٦ – ٣

لحام الوصلات

(أ) شغلتان ذات تخانة واحدة.

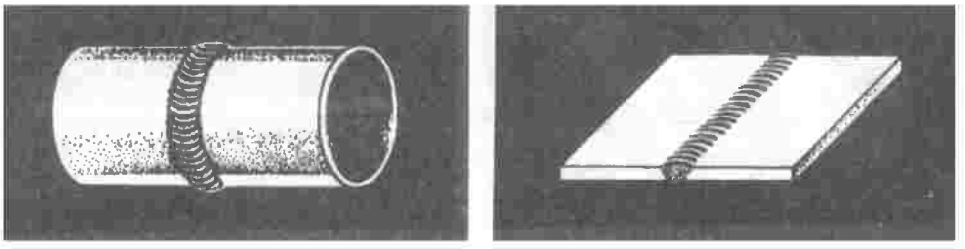
(ب) شغلتان ذات تخانة واحدة قد تم لحاميهما بلحام الوصلات.

(ج) شغلتان ذات تخانات مختلفة.

(د) شغلتان ذات تخانات مختلفة قد تم لحاميهما بلحام الوصلات.

وصلات اللحام الطولية والمحيطية :

يتوقف مقاومة (قوة) اللحامات على مستوى جودتها وعلى موقعها بالمشغولات ، وكذلك على خواص المعدن الإضافي المستخدم في الملء (الحشو) ، ودرزات اللحام إما أن تكون درزات طولية شكل ٦ – ٤ (أ) ، أو درزات محيطية شكل ٦ – ٤ (ب).



(ب) (أ)

شكل ٦ – ٤

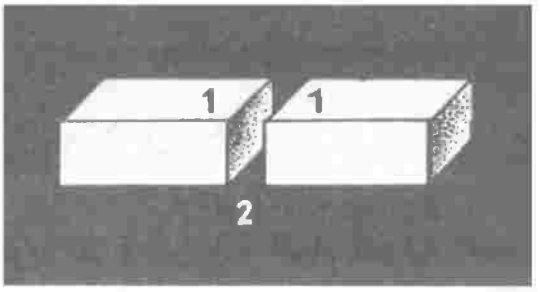
وصلات اللحام الطولية والمحيطية

(أ) درزة لحام طولية.

(ب) درزة لحام محيطية.

لحام وصلات الصلب :

في لحام وصلات الصلب ، ينبغي تحضير طرفي الشغلتين المراد لحامهما ، بحيث يقع طرف كل منهما أمام الطرف الآخر تماماً كما هو موضح بشكل ٦ – ٥ ، ويتوقف شكل الوصلة المحضرة على نوع الشغلتين وعلى مقدار تخانة كل منهما.



شكل ٦ – ٥

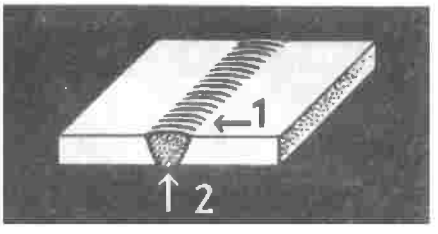
تحضير المشغولات المراد لحاميهما

بحيث يقع طرف كل منهما أمام الطرف الآخر تماماً

١. الجانبان المراد لحاميهما.

٢. الوصلة.

يطلق على الجانب العلوي من درزة اللحام للمشغولة الموضحة برقم ١ بشكل ٦ – ٦ بإسم الشريط أو شريط اللحام ، أما الجانب الأسفل الموضح برقم ٢ يطلق عليه إسم الجذر.



شكل ٦ – ٦

وصلات اللحام الطولية

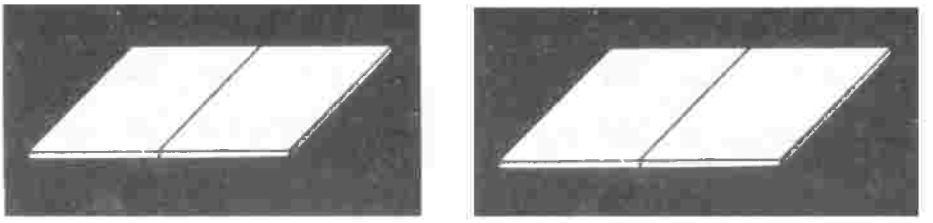
١. شريط لحام.

٢. جذر اللحام.

لحام الوصلات ذات التخانات الرقيقة :

يتم لحام الألواح المعدنية والمواسير التي يصل تخاتنها إلى ١ مم ، وأيضاً المشغولات التي لا تتجاوز تخانة كل منهما ٤ مم ، دون معالجة الطرفان المراد وصليهما مقدماً ، أي بدون ترك أي ثغرات هوائية بين الأطراف المراد وصلها كما هو موضح

بشكل ٦ – ٧ ، أما إذا زادت تخانة مادة الألواح المعدنية والمواسير عن ٤ مم ، فإنه ينبغي ترك ثغرات بين أطرافها ، وذلك حتى يمكن لحام معدن الأساس بكامل تخانته.



(ب) (أ)

شكل ٦ – ٧

لحام الوصلات ذات التخانات الرقيقة بدون ترك ثغرة هوائية

(أ) شغلتان تصل تخانة كل منهما إلى ١ مم بغير ثغرة هوائية.

(ب) لحام الوصلة التقابلية.

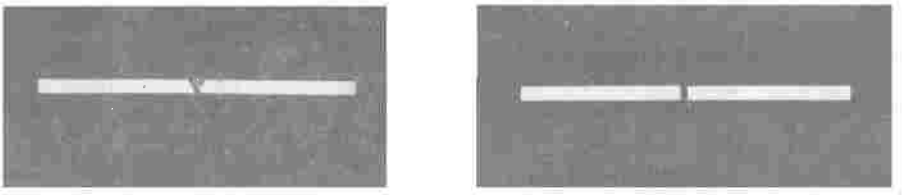
معالجة وصلات اللحام :

لضمان لحام الأطراف المراد وصلهما ، بحيث يكون اللحام نافذاً وعلى الوجه الصحيح ، ينبغي معالجة وجهي الطرفين للمشغولات ذات التخانات الكبيرة مقدماً ليكون بينهما حز.

ويراعى دائماً زيادة مقدار الثغرة .. كلما زادت تخانة معدن الأساس لكي يصل اللحام إلى الجذر.

لحام الوصلات التي لا تتجاوز تخانتها عن ٤ مم :

عند لحام الصلب ، لا يعالج عادة الطرفان المراد وصليهما مقدماً .. إذا كانت تخانة كل منهما لا تتجاوز ٤ مم ، ويطلق على الوصلة بين الطرفين المتقابلين إسم وصلة تقابلية (قورة في قورة) أو وصلة على شكل حرف **I** شكل ٦ – ٨ (أ) ، كما يطلق على اللحام الناتج عن هذه الوصلة باللحام التقابلي أو لحم حرف **I** شكل ٦ – ٨ (ب).



(ب) (أ)

شكل ٦ – ٨

لحام وصلة متقابلة

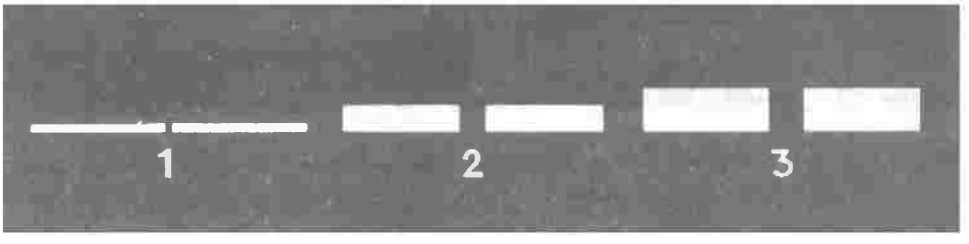
(أ) وصلة تقابلية حرف I.

(ب) لحام وصلة تقابلية حرف I.

إختلاف مقدار الثغرة الهوائية :

ينبغي ترك ثغرات ما بين أطراف المشغولات المراد لحامها كالألواح المعدنية والمواسير كلما زادت تخانة معدن الأساس ، وذلك حتي يمكن لحام معدن الأساس بكامل تخانته ، وحتى يصل اللحام إلى الجذر.

يتوقف مقدار الثغرة الهوائية على تخانة الأطراف المراد لحامها كما هم موضح بشكل ٦ – ٩ . ويراعي دائما زيادة مقدار الثغرة .. كلما زادت تخانة معدن الأساس.



شكل ٦ – ٩

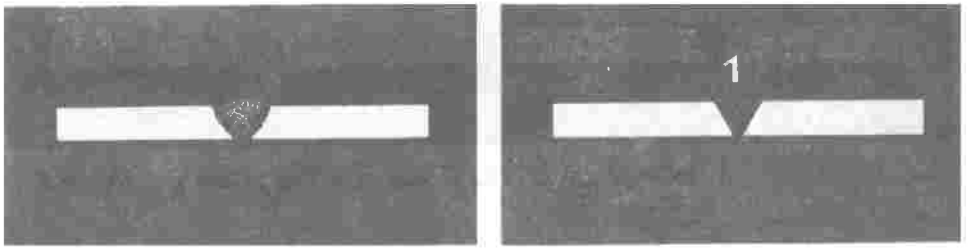
يتوقف مقدار الثغرة الهوائية على تخانة الأطراف المراد لحامها

لحام الوصلات التي يتراوح تخانتها ما بين ٤ ـ ١٥ مم :

لضمان لحام الطرفين المراد لحاميهماً لحاماً نافذاً على الوجه الصحيح ، ينبغي معالجة وجهي الأطراف ذات التخانات الكبيرة مقدماً ، بحيث ينشأ بينهما حز.

يوجد أنواع كثيرة من الحزوز وأبسط هذه الأنواع هو الحز الذي على شكل حرف **V** الموضح برقم ١ بشكل ٦ – ١٠ (أ).

يتحول الحز حرف **V** بعد اللحام إلى لحام حزي شكل ٦ – ١٠ (ب) . يستخدم هذا النوع من الحزوز للمشغولات التي يتراوح تخانتها ما بين ٤ . ١٥ مم.



(ب) (أ)

شكل ٦ – ١٠

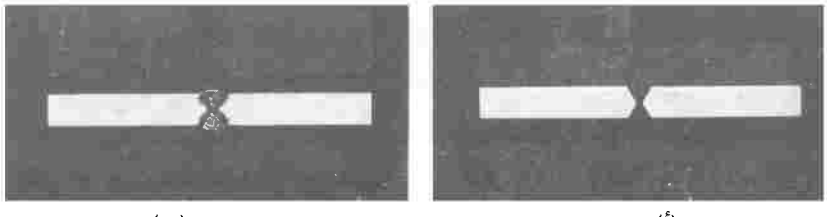
وصلة حزية حرف V

(أ) وصلة حزية حرف V.

(ب) لحام حزي حرف V.

لحام الوصلات التي تزيد تخانتها عن ١٥ مم :

عند لحام المشغولات التي يزيد تخانتها عن ١٥ مم ، يحضر الطرفان للحصول على حز على شكل حرف **X** كما هو موضح بشكل ٦ – ١١ (أ) ، حيث يتحول هذا الحز إلى لحام حزي على شكل حرف **X** كما هو موضح بشكل ٦ – ١١ (ب).



(ب) (أ)

شكل ٦ – ١١

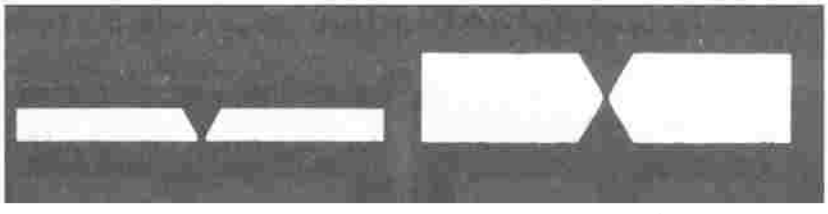
وصلة حزية حرف X

(أ) وصلة حزية حرف X.

(ب) لحام حزي حرف X.

وصلات اللحام حرف V وحرف X :

عند اللحام بالغاز يفضل استخدام اللحام الحزي حرف **x** في درزات اللحام الطولية القصيرة ، وفي لحام محاور العجلات وأعمدة الإدارة ، ولتجنب تسخين المعدن أكثر من اللازم ، يحضر الحز حرف **V** أو الحز حرف **X** ، بحيث يكون الطرفين المتقابلين في كل منهما غير حادين شكل ٦ – ١٢.



(ب) (أ)

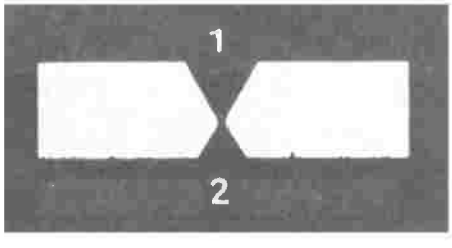
شكل ٦ – ١٢

وصلات لحام حزية حرف V وحرف X بحواف غير حادة

(أ) وصلة حزية حرف X بحواف غير حادة.

(ب) وصلة حزية حرف V بحواف غير حادة.

وفي اللحام المحاور وأعمدة العجلات وأعمدة الإدارة ، يحضر حز على شكل حرف **X** غير منتظم كما هو موضح بشكل ٦ – ١٣ ، على أن يبدأ بلحام الحز **V** الأكبر (العلوي) ، ثم يعكس وضع الشغلة ويلحم الحز حر**V** الأسفل (الأصغر).



شكل ٦ – ١٣

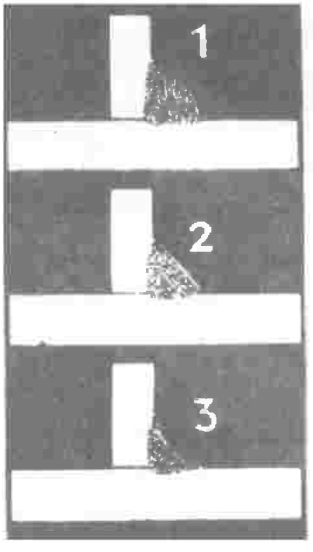
وصلة حزية حرف X غير منتظمة وبحواف غير حادة

١. الحز V العلوي (الأكبر).

٢. الحز V السفلي (الأصغر).

لحام الوصلات المتعامدة :

عند لحام الوصلات المتعامدة أو الوصلات التي على شكل حرف T الموضحة بشكل ٦ – ١٤ ، وفيها يعرف شريط اللحام المرسب على أحد جانبيها بإسم لحام الزاوية ، هي إما أن تكون درزة اللحام على شكل محدب ١ ، أو تكون على شكل مستو ٢ ، أو تكون على شكل مقعر ٣.

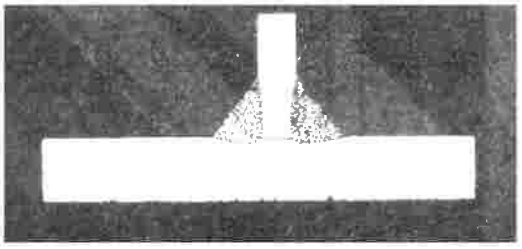


شكل ٦ – ١٤
وصلة لحام تعامدية

١. وصلة لحام زوية محدبة الشكل.
٢. وصلة لحام زوية مستوية الشكل.
٣. وصلة لحام زوية مقعرة الشكل.

لحام الوصلات المتعامدة بلحام زاوية مزدوج :

لضمان زيادة مقاومة هذا النوع من الوصلات ترسب لحام زاوية على كلا جانبيها ، ويعرف اللحام الناتج في هذه الحالة بإسم لحام الزاوية المزدوج شكل ٦ – ١٥.

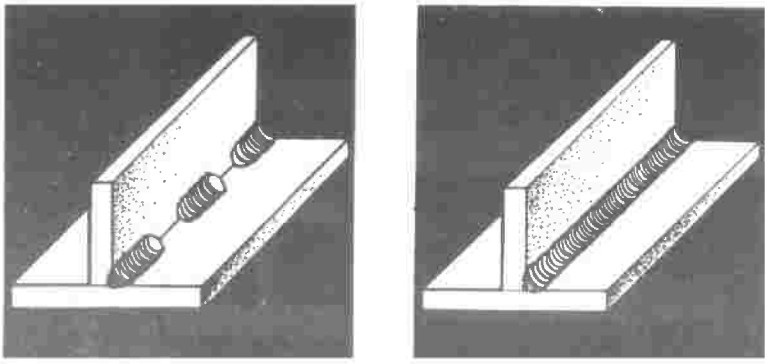


شكل ٦ – ١٥

وصلة لحام زوية تعامدية مزدوجة

لحام الوصلات المتعامدة بلحام متواصل أو بلحام متقطع :

يمكن عمل لحامات الزاوية المزدوجة بشكل محدب أو مستو أو مقعر ، وترسب هذه اللحامات تبعاً لمقدار الإجهاد الذي تتعرض له الشغلة أثناء إستخدامها ، بحيث تكون على طول الشغلة بأكملها كما هو موضح بشكل ٦ – ١٦ (أ) ، وفي هذه الحالة تعرف بإسم درزة لحام متواصلة ، أو تكون على أجزاء من هذا الطول ، وتعرف حينئذ بإسم درزة لحام متقطعة ٦ – ١٦ (ب).



(ب) (أ)

شكل ٦ – ١٦

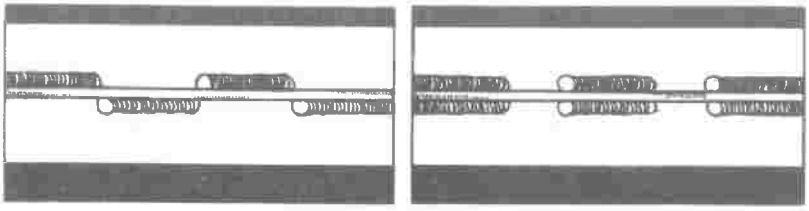
وصلات لحام زوية تعامدية

(أ) لحام زوية متواصل.

(ب) لحام زوية متقطع.

ترسب درزات اللحام المتقطعة على جانبي الوصلة ، بحيث تواجه كل درزة منها

الدرزة الأخرى الواقعة على الجانب الآخر كما هو موضح بشكل ٦ – ١٧ (أ) ، أو تكون الدرزات على الجانبين في أوضاع متبادلة كما هو في شكل ٦ – ١٧ (ب).



(ب) (أ)

شكل ٦ – ١٧

وصلات لحام زاوية متقطع

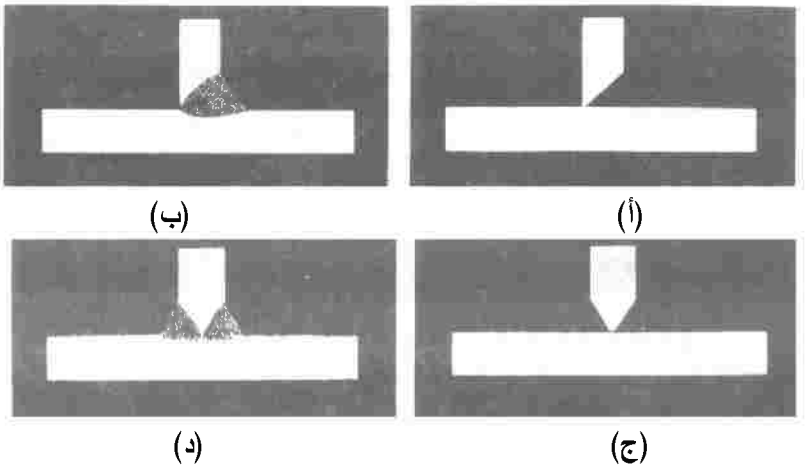
(أ) لحام زاوية متقطع على الجانبين ، بحيث تواجه كل درزة الدرزة المقابلة لها.

(ب) لحام زاوية متقطع على الجانبين في أوضاع متبادلة.

لحام الوصلات المتعامدة بلحام متواصل من جهة واحدة أو من الجهتين :

لضمان زيادة مقاومة (قوة) درزات اللحام المتواصلة (المفردة منها أو المزدوجة) ، فإنه يراعى أن تتغلغل اللحامات داخل معدن الأساس ، وللوصول إلى هذه النتيجة ، تحضر الوصلات المتعامدة حرف **T** ، بحيث تكون الوصلة المتعامدة بها شطف بأحد جانبيها شكل ٦ – ١٨ (أ) ، ويجرى اللحام في هذه الحالة بدرزة لحام متواصلة مفردة شكل ٦ – ١٨ (ب).

أو تحضر الشغلة ، بحيث تكون الوصلة المتعامدة بها شطف بكلا جانبيها شكل ٦ – ١٨ (ج) ، ويجرى اللحام في هذه الحالة بدرزة لحام متواصلة مزدوجة شكل ٦ – ١٨ (د).



شكل ٦ – ١٨

(أ) وصلة حرف T بطرف واحد مشطوف.

(ب) لحام زاوية متواصل بالجانب المشطوف.

(ج) وصلة حرف T بطرف واحد مشطوف من كلا الجانبين.

(د) لحام زاوية مزدوج متواصل من كلا الجانبين المشطوفين.

إجهادات اللحام

اجهادات اللحام هي القوى الناشئة في المعدن نتيجة لتسخينه أثناء اللحام ، حيث يحدث التسخين الموضعي الفجائي عند اللحام إنبعاجا لدنا (مستديما) في المعدن ، كما يسبب التبريد تقلص الدرزة والمعدن الساخن ، مما يؤدي إلي نشوء اجهادات داخلية في المعدن.

وتظهر اجهادات اللحام على شكل قوي شد أو ضغط ، ويمكن أن تزيد اجهادات التقلص بصورة كبيرة عند منع تقلص المعدن ، مما يؤدي إلي إنبعاج المشغولة بصورة غير مرغوبة ، أو ربما إلي تشدخها أيضا ، وقد تتضاءل الاجهادات الداخلية إلي حد كبير إذا سمح بانبعاج المشغولة.

تكون اجهادات التقلص في الدرزات الملحومة بأسلوب المقاومة الكهربائية أكبر منها في الدرزات الملحومة بالأسلوب الغازي ، حيث يتعرض مساحة أكبر من السطح للتسخين في الأسلوب الأخير ، مما يتيح انتشار اجهادات التقلص على مساحة أكبر . ويمكن التخلص من اجهادات اللحام تماما بتلدين المشغولة.

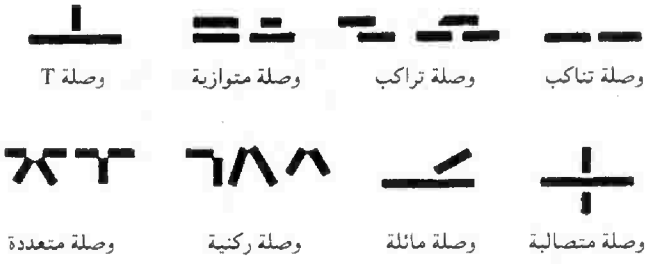
ويمكن تخفيض مقدار إنبعاج المشغولات وقوى التقلص الناجمة بإعداد مخطط للحام محدد فيه ترتيب الدرزات واتجاه لحام كل منها.

رسم وصلات اللحام

Welding joints drawing

يخضع تمثيل وصلات اللحام .. (اللحام بالإنصهار واللحام الصلد والرخو) للرسم للمواصفات القياسية ، حيث تستخدم علامات مختصرة ورموز بقصد تبسيط الرسومات وإيضاحها.

توجد أنواع لوصلات اللحام . شكل ٦ – ١٩ يوضح أنواع هذه الوصلات ورموز كل منها.



شكل ٦ – ١٩

رموز وصلات اللحام

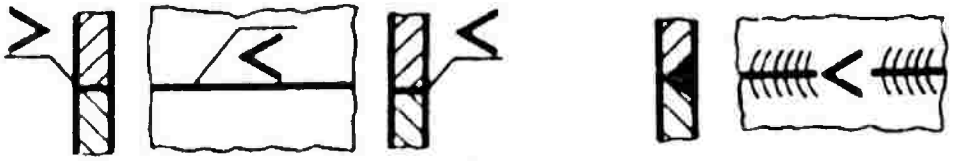
تمثيل درزة اللحام : Welding Stitch Representation

يمكن الإشارة إلى أشكال درزة اللحام بأشكال رمزية من خلال تمثيلها بأشكالها

الحقيقية كما لاهو موضح بشكل ٦ – ٢٠ (أ) ، حيث يكون شكلها بالمسقط الرأسي كقشور ، أما رمزها في القطاع فإنه يكون بشكل كامل للمقطع المتعرض للدرزة.

وعن تمثيل درزة اللحام في المسقط وفي القطاع ، يكون خط الدرزة مع علامة اللحام عند خط الإسناد كما هو موضح بسكل ٦ – ٢٠ (ب) ، فإذا كانت درزة اللحام مرئية ، وضع رمز اللحام إلى أعلى خط الإسناد ، أما إذا كانت درزة اللحام غير مرئية (مغطاة) فإن رمز اللحام يوضع أسفل خط الإسناد.

جدول ٦ – ١ يوضح أشكل رموز درز اللحام وأمثلة على تمثيلها بالرسم.



(ب) (أ)

شكل ٦ – ٢٠

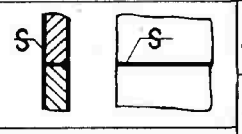
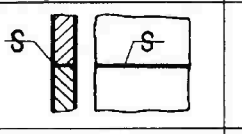
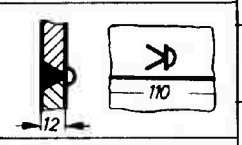
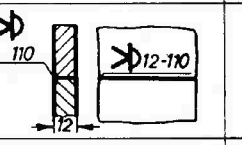
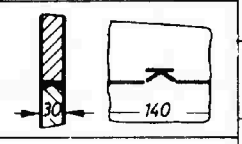
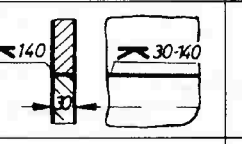
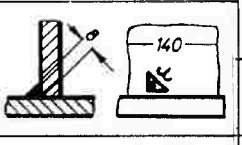
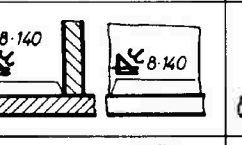
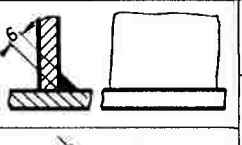
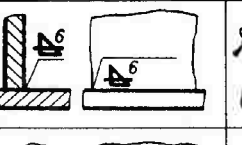
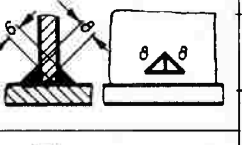
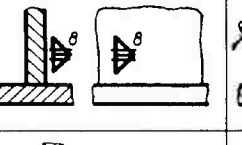
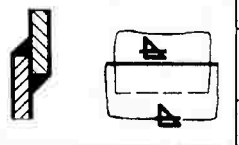
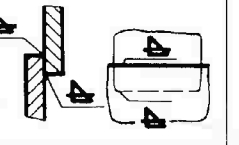
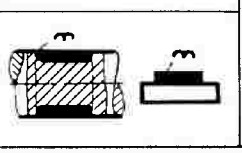
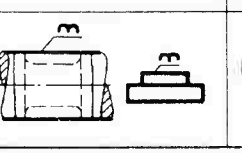
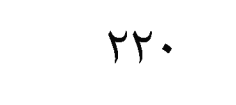
تمثيل درز اللحام

(أ) الإشارة إلى شكل درزة اللحام بشكلها الحقيقي.

(ب) تمثيل درزة اللحام في المسقط والقطاع.

جدول ٦ – ١

رموز درز اللحام

الرمز	شكل الدرزة	الرمز	أمثلة للتمثيل بالرسم: التمثيل بالشكل الحقيقي (المسقط، القطاع)	أمثلة للتمثيل بالرسم: التمثيل الرمزي (المسقط، القطاع)
⌐	درزة شفة	Ω		
II	درزة I	‖		
V	درزة V	∨		
X	درزة X	⋈		
Y	درزة Y	Y		
X	درزة X مزدوجة	⋈		
U	درزة U	ψ		
V	درزة نصف V (HV)	⋁		
K	درزة K	K		
Y	درزة نصف Y (HY)	Y		
K	درزة K	K		
III	درزة مسطحة جبهية	⫼		
△	درزة زاوية	△		
	درزة ركنية			
⌒	لحام تزويد	⌒		

رموز وصلات اللحام :

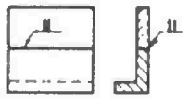
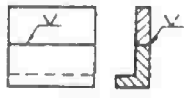
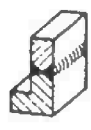
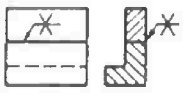
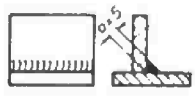
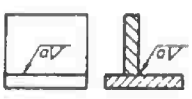
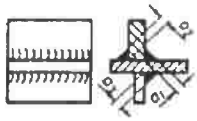
تهدف رموز اللحام إلى تحديد الشكل وتحضير وتنفيذ درزة اللحام ، ومن ثم فإنه يجب أن يكون التمثيل بواسطة الرموز والعلامات من خلال الرسم بطريقة واضحة ، ولا يجب رسم درزات اللحام بطرق الرسم التقليدية لإيضاحها مع كتابة الأبعاد عليها ، مع العلم بأنه لا يوجد أي إرتباط لهذه الرسوم بطريقة اللحام.

فيما يلي جدول ٦ – ٢ الذي يوضح بعض الرموز والعلامات المختصرة ، ولزيادة الفهم وسرعة الإستيعاب ، فقد أبرزت برسم المنظور والتمثيل الإيضاحي لكل منها.

يتكون الرمز الإسنادي أساساً من خط الإسناد وخط السهم ، علماً بأن خط السهم المائل يشير إلى خط تلاقي اللحام ، أما خط الإسناد فيكون أفقياً بالنسبة للوضع الرئيسي للرسم ، كما يكون رأسياً في الحالات الإضطرارية ويكتب الرمز عموديا على خط الإسناد ، ويقع بأعلى خط الإسناد إذا كان خط السهم يشير إلى السطح العلوي لقطعة التشغيل ، وبأسفل خط الإسناد إذا كان خط السهم يشير إلى السطح الأسفل لقطعة التشغيل.

جدول ٦ – ٢

الرموز والعلامات المختصرة لوصلات اللحام

التسمية والرمز والرقم	تمثيل درزات اللحام: المنظور	الإيضاح	الرسم الرمزي
درزة II 2 خط السهم يشير إلى السطح العلوي للمشغولة			
درزة - V V 3 خط السهم يشير إلى السطح العلوي للمشغولة		السطح العلوي (الأمامي) 	
درزة - V V 3 خط السهم يشير إلى السطح الخلفي للمشغولة		السطح الخلفي 	
درزة - V مزدوجة (V - ٥) V 3 - 3 درزة V مزدوجة			
درزة زاوية 10 البعد (a) هو تخانة الدرزة مثال : ١			
درزة زاوية 10 خط السهم يشير إلى السطح الخلفي للمشغولة			
درزة زاوية مزدوجة درزة زاوية 10 - 10			

الرمز الأساسية لوصلات اللحام :

تحتوي مواصفات DIN 1912 على ١٩ رمزاً أساسياً لوصلات اللحام ، ويرمز إليها بأعداد ، ومثال إلى ذلك الآتي :-

1- درزة شفاة ... يرمز لها بالرسم التنفيذي بشكل ⎯⎯

2- درزة شفاة ... يرمز لها بالرسم التنفيذي بشكل ⎯⎯ أو ||

3- درزة حرف V للسطح العلوي ... يرمز لها بالرمز التنفيذي بشكل ⎯V

3- درزة حرف V للسطح السفلي ... يرمز لها بالرمز التنفيذي بشكل ⎯Λ

10- درزة زاوية ... يرمز لها بالرمز التنفيذي بشكل a

10- درزة زاوية مزدوجة ... يرمز لها بالرمز التنفيذي بشكل $\frac{a1}{a2}$

ويتم ترقيم الرموز الأساسية المختلطة باستخدام شرطة وصل بين الرموز الأساسية ، وعلى سبيل المثال عند ترقيم درزة .. V المزدوجة .. ترقم بالطريقة التالية :-

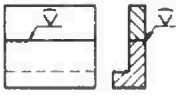
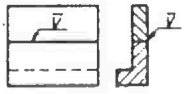
V _ Seam _ 3 _ 3

الرمز الأساسية الإضافية لوصلات اللحام :

هناك رموز أضافية لوصلات اللحام موضحة بجدول ٦ – ٣ ، هذه الرموز تميز أسلوب إنجاز شكل درزة اللحام ، ويمكن التوصل إلى شكل سطح درزة اللحام من خلال التشغيل اللاحق مثل التجليخ السطحي.

جدول ٦ – ٣

الرمز الأساسية الإضافية لوصلات اللحام

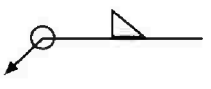
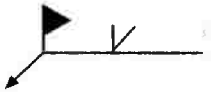
نوع الدرزة	الإيضاح	التمثيل الرمزي
درزة V — سطح محدب (درزة محدبة)		
درزة نصف V (HV) مستوية السطح (درزة مسطحة)		
درزة زاوية مقعرة السطح (درزة مقعرة)		

الرمز التكميلية :

توجد أيضاً رموز تكميلية وهي موضحة بجدول ٦ – ٤ ، وهي رموز تعطى إرشاداً لدرزات التجميع.

جدول ٦ – ٤

الرمز التكميلية لمسارات درزات اللحام

مسار ونوع الدرزة	الرموز التكميلية
مسار دائري حلقي للدرزات مثلا: درزات زاوية	
درزات تركيب، مثلا: درزات نصف V (HV)	

كما توجد أنواع ورموز أخرى لوصلات اللحام وهي الموضحة بجدول ٦ – ٥ وذلك طبقاً للمواصفات المترية والبريطانية.

جدول ٦ – ٥

أنواع ورموز وصلات اللحام

طبقاً للمواصفات المترية والبريطانية رقم BS 499

المقطع ILLUSTRATION	رمز اللحام WELD SYMBOL	نوع الوصلة JOINT TYPE	نوع اللحام WELD FORM	الصفيحة الملحومة WELDED PLATE	
				سماكة THICK	حافة EDGE
		تناكبية BUTT	تناكبي BUTT	3 mm	مثنية BENT
		تناكبية مقفولة BUTT	تناكبي BUTT	3 mm	مستقيمة STRIGHT
		تناكبية مفتوحة BUTT	تناكبي BUTT	3 - 6 mm	مستقيمة STRAIGHT
		تناكبية مقراة BUTT	تناكبي BUTT	3 -16 mm	مستقيمة STRIGHT
		تناكبية وجه واحد SINGLE - V BUTT	تناكبي BUTT	5 mm	مشطوفة CHAMFERED
		تناكبية وجهين DOUBLE - V BUTT	تناكبي BUTT	12 mm	مشطوفة الجانبين CHAMFERED SIDES
		تناكبية وجه واحد SINGLL – U BUTT	تناكبي BUTT	20 mm	انظر الرسم
		تناكبية وجهين DOUBLE – U BUTT	تناكبي BUTT	40 mm	انظر الرسم
		تراكبية LAP	راوي FILLET	5 mm	مستقيمة STRAIGHT
		معترضة TEE	زاوي FILLET	> 5 mm	مستقيمة STRAIGHT
		معترضة TEE	تناكبي ثنائي الميل BUTT	> 12 mm	مشطوفة الجانبين CHAMFERED SIDES
		زاوية FILLET	زاوي FILLET	> 5 mm	مستقيمة STRAIGHT

تابع جدول ٦ – ٥

أنواع ورموز وصلات اللحام

طبقاً للمواصفات المترية والبريطانية رقم BS 499

المقطع ILLUSTRATION	رمز اللحام WELD SYMBOL	نوع الوصلة JOINT TYP	نوع اللحام WELD FORM	الصفيحة الملحومة WELDED PLATE	
				THICK سماكة	EDGE حالة
		زاوية FILLET	تناكي 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
		تناكبية BUTT	ختم SEALING		مستقيمة STRAIGHT

لحام المعادن الحديدية وسبائكها

Welding Of Alloys & Ferrous Metals

يتطلب لحام المعادن ذات التخانات المختلفة ، تحضير أطرافها المتقابة أولا عن طريق تقطيعها باللهب ، ثم القيام بلحامها بعد ذلك ، ولاجراء هاتين الطوتين بسهولة ، فإنه يفضل استخدام مشعل (بوري) يمكنه القيام بعمليتي القطع واللحام على السواء ، ويمكن استخدام هذا النوع من المشاعل في لحام معادن تصل تخانته إلى ٢٠ مم إذا ما أختير له رأس لحام مناسبة من مجموعة الرؤوس المتنوعة التي تلحق في العادة مع المشعل . كما يمكن استخدامه في قطع المعادن التي يصل تخانتها إلى ٢٠٠ مم إذا أختير له رأس قطع واحدة ، ومجموعة من منافث الغاز (فونيات) القطع يمكن تبديلها ، بحيث تفي بأي متطلبات قد يحتاج إليها فني اللحام.

ولا يحتاج مشعل اللحام إلذي يجمع بين اللحام والقطع لأكثر من مقبض واحد للقيام بهاتين العمليتين ، هذا وينبغي قبل تشغيل هذا النوع من المشاعل تحت ضغط منخفض ، تعرضه لاختبار السحب للتحقيق من إمكانية تشغيله على الوجه الصحيح.

تتناول الموضوعات التالية الحالات الشائعة الاستعمال لبعض أنواع لحام المعادن الحديدية وسبائكها.

لحام حديد الزهر بلهب الأوكسي إستيلين :

قبل البدء في لحام الزهر فإنه يجب دراسة خواصه من حيث الانكماش والتمدد ، لما لها من عواقب سيئة عند التسخين الموضعي باستخدام مشعل اللحام ، وهذا ناتج عن رداءة مرونته وقابليته للكسر ، وذلك لتحمله لإجهادات شد ضئيلة لضعف مطيليته إلى درجة الإنعدام تقريباً. ، ومن ثم فلا يتم لحام حديد الزهر الذي يحتوي على جرافيت إلا في أشغال الإصلاح والصيانة دون غيرها.

فإذا أجريب عملية اللحام علي قطعة ، فإن القطعة تمدد تمدداً حراً دون أى عائق ، ولا يحدث بها أي شروخ أثناء عملية اللحام ، أو عند التبريد وأثناء الانكماش ، حيث إنه من غير الضروري إجراء عملية التسخين العام تمهيداً للتسخين الموضوعي الناتج عن عملية اللحام .

الأجزاء الهامة المكسورة يمكن لحامها دون أن يحدث بها شروخ أثناء تسخينها أو تبريدها ، لأن انحناء القطعة يساعد علي مرونتها .

أما القطع التي لا يسمح تصميمها بالتمدد والانكماش الحر ، فيجرى عليها عملية التسخين الكلي لتصل إلى درجة حرارة مقدارها ٨٠٠ ^{0}م تقريباً قبل إجراء عملية اللحام ، وذلك لتخفيض آثار التسخين الموضعي السيئ ، ويجرى التسخين الكلي بطرق مختلفة داخل أفران خاصة تغذى بوقود سائل أو غازي أو صلب مثل فحم الكوك أو الفحم النباتي ، ويتوقف اختيار نوع التسخين علي سمك المعدن وحجمه.

القطع الرقيقة الغير معقدة المراد لحامها ، يتبع فيها التسخين الهادئ مع مراعاة التدرج في درجات الاحمرار ، ويجري هذا في الأفران ذات الوقود السائل أو الغازي ، كما

يمكن أن تجهز أفران خاصة يستخدم فيها الفحم النباتي ، وهذه هي الحالة الشائعة الاستعمال وإن كانت أقل جودة من الأولي في نتائجها.

أما القطع الكبيرة والثقيلة التي تتطلب تسخيناً خاصة لمساعدة لهب مشعل اللحام (البوري) في عملية لحام مواضع الكسر ، علاوة علي مقاومة التمدد والانكماش ، فلإنه يستخدم لها فحم كوك كوقود في فرن أعد حسب حجم القطعة وشكلها.

الطريقة العملية للحام الزهر :

الطريقة العملية للحام الزهر هو اللحام إلي اليسار وبتوجيه مشعل اللحام (البوري) ، بحيث يميل علي سطح القطعة المراد لحامها ليصنع معها زاوية ما بين ٦٠ . ٨٠ ^{0} ، كما يكون اللهب موجهاً بدقة وبعيداً عن السطح بحوالي ٥ مم تقريباً ، كما يكون سلك اللحام المستعمل المغموس بمساعد الصهر (بدرة اللحام) مائلا أيضاً علي السطح الأفقي المواجه لمشعل اللحام.

يتوقف قوة مشعل اللحام (البوري) المستخدم علي حجم القطعة المراد لحامها ، علي أن تعادل حوالي ١٥٠ لتر إستيليين في الساعة لكل مم من السمك ، أما سلك اللحام المستخدم في حالة لحام الزهر الرمادي فقط ، فإنه يكون من سبيكة الزهر التي تحتوي على ٣ . ٥ % من السيلسيوم أو أي عنصر آخر يحل محله وله نفس الخواص ، بحيث يكون مساعد لرسوب الكربون علي شكل جرافيت ، وذلك لمنع تكون الزهر الأبيض الشديد الصلابة والصعب التشغيل.

الزهر الذي سمكه أقل من ١٥ مم ، يستخدم له سلك لحام قطره أقل قليلا من سمك المعدن . أما مساعد الصهر (البدرة) المستعملة في لحام الزهر فإنه تتكون عادة من خليط من كوبونات الصوديوم والسليكا وبيكربونات الصوديوم بنسبة ٥٠ : ٥ : ٥٠ لإزالة أكسيد الحديد المتكون.

لحام الصلب الطري :

يقصد بهذا الصلب الأنواع التي تنتج من إضافة كميات ضئيلة من عناصر معينة إلي الصلب الطري لغرض زيادة مناعته الكيمائية للأكسدة ، وأكثرها انتشار تلك التي يدخل في تركيبها نحاس . نحاس ومولبدين . نحاس وتنجستين . كروم ونحاس ومولبدين.

جميع طرق اللحام العادية صالحة لهذه الأنواع من الصلب ، يستخدم في لحامها سلك اللحام أنواع الذي يحتوي على سيلسيوم ومنجنيز ، أو سلك اللحام الذي يحتوي على نحاس ، أو سلك لحام مساعد من أصل نوع المعدن . أما الصلب الذي يحتوي علي كروم والمومنيوم بنسبة تتراوح ما بين ٠.٧٥ . ١ % ، فإن وجود الألمونيوم فيه يعوق عملية اللحام ، لذلك تتبع معه طريقة اللحام إلي جهة اليسار واستثنائياً إلي جهة اليمين ، للقطع السميكة علي أن يكون قوة الغاز ما بين ١٢٥ . ١٥٠ لتر إستلين في الساعة لكل مم من السمك.

يستخدم مساعد الصهر (بدرة لحام) بكميات وافرة لسهولة عملية اللحام ، بحيث تحتوي هذه البدرة على أملاح مختلفة التي لها قدرة فائقة علي التخلص من الالومين وأكسيد الكروم اللذان يتولدان من عملية اللحام ، ويفضل استخدام أسلاك خاصة مكساة بالبدرة.

لحام المعادن اللاحديدية

Non-Ferrous Metals Welding

عند لحام المعادن الخفيفة بالغاز أو بالالكترود القضيبي فإنه يجب توفر مساعدات اللحام الخاصة ، بحيث تفصل الطبقة الأكسيدية السطحية وتمنع تكوينها مرة ثانية . ويجب إزالة بقايا مساعد اللحام من موضع اللحام فور انتهاء من عملية اللحام لمنع التآكل الكيمائي ، علماً بوجود مساعدات لحام خاصة لا تساعد على التآكل الكيمائي وتستخدم كمادة إضافية أسياخ أو أسلاك أو الكترودات قضيبية تركيبها الكيمائي مشابه للمشغولات المراد لحامها ، وقد ينشأ عند لحام مختلف سبائك المعادن الخفيفة خلايا تؤدي بمضي الوقت إلي إفساد الدرزة اللحامية بالتآكل الكيمائي بين بلوراتها بالإضافة إلي

زيادة خطر تشدخ الوصلة ، ويمكن لحام سبائك المعادن الخفيفة المطروقة بأسلوب لحام البقعة باستخدام مكنات لحام خاصة.

والنحاس وسبائكه يقبلان اللحام ، إلا أنهما يحتاجان إلي استخدام مواد إضافية ومساعدات لحام مناسبة للمعدن الأساسي.

وللحام المعادن اللاحديدية والمعادن الخفيفة خاصة ، يستخدم لهم بالدرجة الأولى أسلوب اللحام بالتنجستين أو بالمعدن في غاز واق.

لحام النحاس الأحمر وسبائكه :

النحاس الأحمر معدن شائع الاستعمال ، وهو من المعادن القابلة للسحب والطرق ، مقاومته كبيرة للأكسدة ، يوجد في الأسواق علي شكل ألواح ومواسير وأسياخ وكمر بأشكال مختلفة.

في حالة لحام النحاس الأحمر الذي يحتوي علي نسبة اكسيدول تزيد عن ٠.٥ % ، تكون مثل هذه اللحامات غير متينة وسريعة الكسر مهما كانت الطريقة المستعملة ، ومن ثم فإنه يجب قبل الشروع في عملية الوصل التأكد من قابلية نوع النحاس للحام.

من عوامل الصعبة في لحام النحاس هو امتصاصه للحرارة بسرعة مع عدم احتفاظه بها مدة طويلة أثناء الصهر ، ولذلك يتطلب الأمر طرق لحام ملائمة لخواصه ، بحيث يكون قوة مشعل اللحام (البوري) المستعمل تزيد مقدار ثلاث مرات عن قوة مشعل اللحام (البوري) المستعمل في لحام الصلب ، كما يتطلب الأمر إتخاذ الاحتياطيات اللازمة لمنع المعدن المنصهر من الانحدار عن خط اللحام المراد ملئه . أما قطع النحاس السميكة المراد لحامها .. فإنه يجب استعمال لهب إضافي لسهولة عملية لحامها.

حالات لحام النحاس الأحمر وسبائكه :

توجد ثلاثة حالات للحام النحاس الأحمر وسبائكه وهي كما يلي :-

١ـ لحام ألواح النحاس الرقيقة التي لا تزيد سمكها عن ١,٥ مم :

يعتبر من أصعب أنواع اللحام وذلك لعدم إمكان إنجازه بالطرق العادية ، ولسهوله عملية اللحام يمكن عمل نقط صهر صغيرة ومتتالية ، ويطلق علي هذه الطريق إسم (اللحام علي شكل قطرات) ، يجري هذا اللحام ببطء ولا يستحب السرعة ، حيث أنه يحتاج لوقت طويل وسرعة التنفيذ تتراوح ما بين ٨ . ١٠ م لكل ساعة . يستعمل مشعل لحام (بوري) ذو قدرة ٢٠٠ لتر إستلين في الساعة لكل مم من السمك ، مع الاستعانة بسلك لحام قطرة ٢ سم.

لا تجهز الحواف المراد لحامها بل تجري عليها عملية التبنيط كالمتبع ، وعادة عند الانتهاء من عملية اللحام ترش من الخلف بدرة خاصة أو بوراكس.

٢ـ لحام ألواح النحاس التي يتراوح سمكها ما بين ٢ ـ ٥ مم :

يتميز اللحام علي هذه الألواح بدون تجهيز ، ولكنها تبنط بواسطة أسلاك مكسوة بالبدرة ، أو بدونها ثم ترش البدرة خلف خط اللحام وهو ساخن بعد عملية التبنيط مباشرة لمساعدة علي التصاقها بالمعدن.

تستعمل طريقة اللحام النصف تصاعدي مع مراعاة أن يكون قوة الغاز بمشعل اللحام (البوري) ٣٠٠ لتر إستلين في الساعة لكل مم من السمك.

٣ـ لحام ألواح النحاس التي يتراوح سمكها ما بين ٥ ـ ١٢ مم :

أفضل طريقة للحام هذا السمك هي الطريقة التصاعدية المزدوجة والتي تجري بواسطة عاملين مع استعمال أسلاك مكسوة بالبادرة.

لحام النحاس الأصفر :

النحاس الأحمر سبيكة من النحاس الأحمر والخارصين (الزنك) وهو يستعمل كثيراً في الصناعة . يوجد علي شكل صفائح أو سبائك . يصنع من النحاس المطروق ويتداول في الأسواق على شكل ألواح ومواسير وكمرات.

طريقة اللحام المستخدمة في لحام النحاس الأصفر هو اللحام إلى جهة اليسار ، مع الإستعانة ببدرة لحام خاصة ترش خلف الحواف المراد وصلها ، ويراعى زيادة

الأكسوجين بلهب مشعل اللحام بنسبة ما بين ٢ . ٢.٤ إستلين تقريباً ، أما قوة الغاز بمشعل اللحام (البوري المستعمل) فإنه يكون حوالي ١٠٠ لتر إستلين في الساعة لكل مم من السمك . الغرض من زيادة نسبة الأكسوجين في لهب البوري هو منع تبخر الخارصين تحت تأثير اللهب ، كما يكون سبباً في منع وجود بخبخة . يستخدم في هذه الحالة سلك لحام خاص من نفس نوع المعدن المراد لحامه

يراعى تنظيف الحواف بالمبرد أو بورق صنفرة قبل عملية التبنيط ، ثم تدهن الحواف من الخلف بالبدرة الخاصة الممتزجة بقليل من الماء لتساعد علي الالتصاق . تتكون عادة هذه البودرة من خليط من البوراكس وحامض البوريك ، ثم تجري عملية اللحام كالمعتاد.

لحام الالومنيوم وسبائكة :

يعتبر الالومنيوم من أخف المعادن وزناً وأكثرها استعمالاً . كثافته ٢,٧ ، أما درجة انصهاره فهي ٦٥٨ ^{0}م . مهما اختلفت الطرق المتبعة في لحامه ، فإنه يجب مراعاة الآتي :-

١- أفضل وضع للحام هذا المعدن هو حافة أمام حافة في مستو واحد.

٢- العناية عند تبنيط الحواف قبل عملية اللحام.

٣- يجب استعمال مساعد صهر (بدرة لحام) خاصة تزيل طبقة أكسيد الألومنيوم (الألومين) ، بحيث تغطي المعدن لمساعد إندماج الحواف وجودة اللحام.

٤- يجب أن يكون سلك اللحام من أصل المعدن المراد لحامه ومن درجة نقاوته.

٥- يجب أن يكون اللهب مضبوطاً ، بحيث يكون نسبة الإستيلين مرتفعة قليلا.

٦- يجب أن يكون اللحام على شكل خطاً منظماً ، حيث أن الخط غير المنتظم ينشأ عنه فراغات موضعية ، والبدرة المحتمل وجودها في تلك الفجوات تسبب التآكل السريع في المعدن.

٧- يجب غسل مواضع اللحام غسلاً جيداً بعد انتهاء العملية لإزالة البدرة المتبقية ، وذلك

للمحافظة علي المعدن من التلف.

٨- يراعي حفظ بدرة لحام الألومنيوم بعيدة عن الهواء الجوي والرطوبة صيانة لها من التلف.

حالات لحام الألومنيوم :

توجد ثلاثة حالات للحام الألومنيوم وهي كما يلي :-

١ـ لحام ألواح الألومنيوم الرقيقة ذات الحواف المرتفعة عن السطح:

تثني أطراف الألواح الرقيقة المراد لحامها بزاوية قائمة ٩٠ ^{0} ، علي أن يكون ارتفاعها حوالي ثلاث مرات سمك المعدن (وهذه الشفة المكونة من الطرفين تصهر عند إجراء عملية اللحام ، حيث أنها تقوم بمثابة سلك اللحام المساعد.

قوة الغاز مشعل اللحام المستعمل في هذه الحالة يكون ١٠٠ لتر إستيلين في الساعة لكل مم من السمك . تبنيط الحواف إذا لزم الأمر بواسطة سلك لحام مساعد علي أن يكون بعد البنطة عن الأخرى بمسافة تتراوح ما بين ٢٠ . ٤٠ مم حسب السمك المراد لحامه . وترش بدرة اللحام بعد مزجها بقطرات من الماء في الحيز المكون من الحافتين العلويتين ، ثم تجرى عملية صهر الحافة المرتفعة حتى يتم اللحام.

٢ـ اللحام إلي اليسار لصفائح الألومونيوم الرقيقة المتوسطة السمك :

يكون اللحام من جهة واحدة علي حواف مستقيمة وبطبقة واحدة حتى سمك ٢ مم ، أما إذا زاد السمك عن ذلك فتشطف الحواف وزاوية الفتحة المكونة من الشفتين بزاوية ٩٠ ^{0} ، وفي هذه الحالة يجرى اللحام بصفين علي التوالي ، بحيث يكون طول كل طبقة ما بين ٢٥ . ٣٠ مم . يكون قوة الغاز بمشعل اللحام (البوري المستعمل) ١٠٠ لتر إستيلين في الساعة لكل مم من السمك . تعتبر هذه الطريقة هي الأكثر استعمالا في حالة لحام صفائح الألومنيوم الرقيقة

عند إجراء عملية اللحام فإنه يجب أن يميل مشعل اللحام (البوري) علي السطح الأعلى متقدماً إلي اليسار ، ويبعد اللهب عن السطح بحوالي ١ مم دون تحريكه بأي

حركة لولبية أو دائرية.

يستعمل سلك لحام من أصل نوع المعدن ، مع مراعاة غمسه من أن لآخر في مساعد الصهر (بدرة اللحام) ، وتوزيعه توزيعاً متساوياً منتظماً في منطقة الانصهار علي طول خط اللحام.

يفضل عند لحام المشغولات التي سمكها أكثر من ٤ مم إتباع الطريقة النصف تصاعدية بميل القطعة المراد لحامها علي السطح الأفقي بزاوية ما بين ٢٠ . ٧٠ ^{0} مع توجيه مشعل اللحام (البوري) وسلك اللحام كما هو متبع في لحام السطح الأفقي ، ومن الضروري تبنيط الحواف المراد لحامها وخاصة الألواح التي لا يتعدى سمكها ٧ مم دون ترك أي فراغ.

يغمس سلك اللحام المستعمل من أن لأخر في بدرة اللحام ، ويفضل استخدام أسلاك خاصة مكسوة بالبدرة.

٣ـ اللحام التصاعدي المزدوج لصفائح الألومنيوم ذات السمك المتوسط والكبير :

طريقة اللحام المزدوج (لحام الكردون) التي تجري بواسطة إثنين من الفنيين ، تعتبر من أفضل طرق للحام الألومنيوم ، حيث ينتج عنها لحامات منتظمة ومثالية ، ولا ينشأ عنها فجوات في خط اللحام التي تكون سبباً في تآكل المعدن تحت تأثير البدرة المختزنة بها ، كما أنها لا تشوه الأسطح .

اللحام التصاعدي يكون علي ألواح التي يتراوح سمكها ما بين ٦ . ١٢ مم بدون أي تجهيز للحواف ، واللحام التصاعدي بواسطة إثنين من الفنيين يكون علي ألواح يتراوح سمكها ما بين ١٣ . ٣٠ مم بحواف مشطوفة علي شكل × بزاوية حوالي ٨٠ ^{0} تقريباً ، كما يجب تبنيطها إلي جهة اليسار.

مشعلان اللحام (البوريان) المستعملان في اللحام التصاعدي المزدوج (لحام الكردون) تكون قوتهما معا ٥٠ لتر إستيلين في الساعة لكل مم من السمك .. أي ٢٥

لتر لكل بوري ، ويراعى أن يكون قطر سلك اللحام المستعمل لكل من الحافتين مساوياً لنصف سمك المعدن.

لحام المعادن غير المتشابهة :

في حالة اختلاف المعادن المراد لحامها بالأكسي إستيلين ، فمثلا عند لحام قطعتين أو معدنين مختلفين بواسطة معدن أخر ، درجة حرارة انصهاره أقل من درجة حرارة انصهار معدني القطعتين المراد لحامها . ينجز هذا اللحام علي حواف عادية التي لا تصهر بل تسخن تسخيناً عادياً مناسباً مع طبيعة المعدن المضاف ، والذي تختلف خواصه عن خواص معدن القطع المراد وصلها ، وهذا المعدن المساعد المضاف يكون عادة من النحاس أو البرونز أو بعض السبائك الأخرى . يعتبر البرونز هو المعدن الأساسي المستخدم في هذا لنوع من اللحام.

وهنالك طريقة أخري للحام وذلك بتسخين المواضع المراد لحامها إلى درجة حرارة أقل من درجة انصهار المصدر المساعد ، الذي يتغلغل بين السطحين لمقاومة الانفصال أو الانزلاق عن بعضيهما البعض ، والمعدن المضاف إما أن يكون مونة نحاس أو مونة فضة أو بعض سبائك ذات درجات الحرارة المنخفضة . يطلق علي هذه الطريقة عادة أسم (لحام المونة) وهي سهلة الاتحاد إلي حد كبير.

القطــع باللهب

القطع الأوتوماتي باللهب هو أسلوب حراري لفصل أنواع الصلب اللاسبيكية والسبيكية منخفضة الخلط . يعتمد هذا الأسلوب على قابلية الصلب للاحتراق بسرعة شديدة في جو من الأكسجين النقي بعد بلوغه درجة حرارة الاشتعال التي تبلغ نحو ١٢٠٠ ^{0}م.

يسخن الصلب إلي درجة حرارة اشتعاله التي تقع تحت درجة انصهاره بلهب التسخين المسبق لمشعل القطع الموضح بشكل ٦ – ٢١ ، من خلال فتح صمام أكسجين القطع بمشعل القطع ، حيث ينطلق الأكسوجين النقي المضغوط ويحرق

الصلب ويحدث الاحتراق بسرعة وفي المواضع المسلط عليها تيار الأكسوجين على المشغولة فقط ، وفي نفس الوقت تطرد طبقة الأكسيد الرقيقة شديدة التميع من موضع القطع بتأثير ضغط تيار الأكسوجين لتنشأ فجوة فاصلة صقيلة.

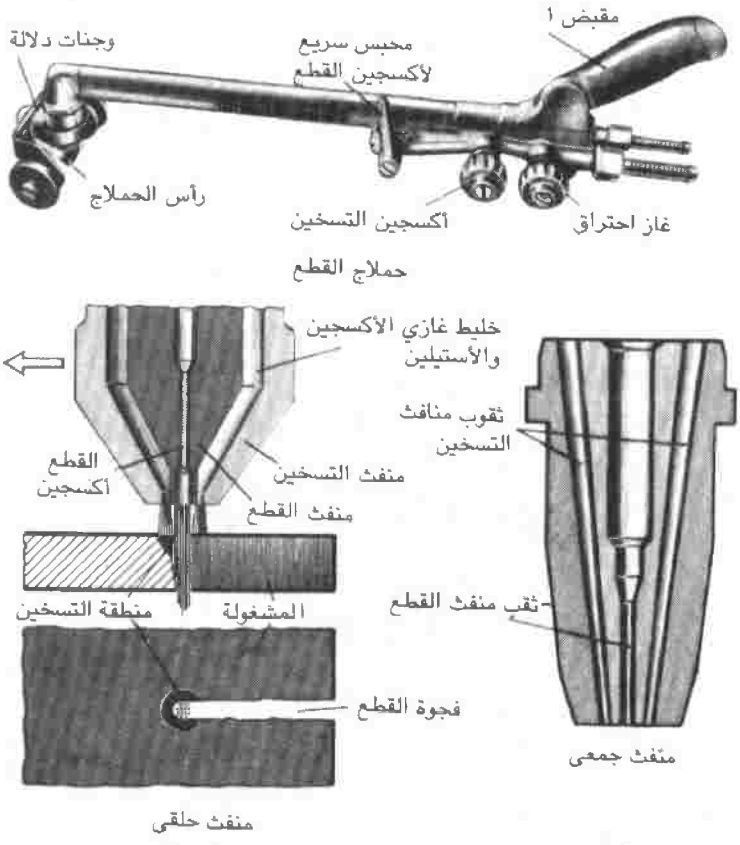
وهناك مشاعل قطع تضم منفثين تسخين وقطع موضوعين بالترتيب ، كما توجد مشاعل أخرى بمنافث متدرجة لقطع الألواح الرقيقة.

تصل القدرة القاطعة لأطقم مشاعل القطع إلي ١٠٠ مم من تخانة المشغولة ، ولمشاعل القطع اليدوية العادية إلي ٣٠٠ مم ، ولمشاعل القطع الخاصة إلي ٢٠٠٠ مم من تخانة المشغولة.

يمكن بواسطة مشعل القطع عمل فجوات في سطح المشغولة ، وذلك من خلال ميل مشعل القطع على المشغولة بزاوية مقدارها نحو ٢٥ ^{0} ، ويمكن تكبير أو تصغير عمق الفجوة بتغيير هذا الميل.

تتيح ماكينات القطع باللهب تشكيل الفجوات الدقيقة بأسطح المشغولات . وهناك أساليب مختلفة للتحكم في حركة مشاعل القطع أثناء عمليات القطع (الفصل) . ومنها على سبيل المثال أسلوب التحكم المغناطيسي بالبكرات ، حيث تتحرك بكرة ممغنطة تعمل بمحرك كهربائي على إمتداد جانبية المشغولة لتقود مشعل القطع معها.

هناك أساليب أخرى مثل قيادة شعاع ضوئي ، أو القطع بالبلازما المسمى أيضا بأسلوب القص بالصهر المتصالب ..... وغيرها سنتاولها بالباب التاسع .. (أساليب اللحام الخاصة).



شكل ٦ – ٢١

مشعل القطع ومخطط منافث القطع

عمليات قطع المعادن باللهب :

Processes Of Metals Cutting With Flame

قبل البدء في عمليات قطع المعادن بالأشكال المطلوبة ، يجب اختيار مقاس رأس القطع (فوهة البوري) ، بحيث تتناسب مع سمك المعدن المراد قطعه ، ومن الطبيعي اختيار رأس بمقاس أكبر كلما زاد سمك المعدن.

ويمكن قطع المعادن بأشكال مختلفة يدويا أو بتجهيزات ميكانيكية . واكثر عمليات قطع المعادن باللهب هي القطع المستقيم والقطع الدائري .. وفيما يلي عرض لهذه العمليات.

القطع في خط مستقيم : Straight Line Cutting

تجرى عملية قطع المعادن الحديدية في خط مستقيم باتباع الخطوات التالية :-

١. مراجعة مشعل القطع والتأكد من أن رأس القطع بمقاس يتناسب مع سمك المعدن المراد قطعه.

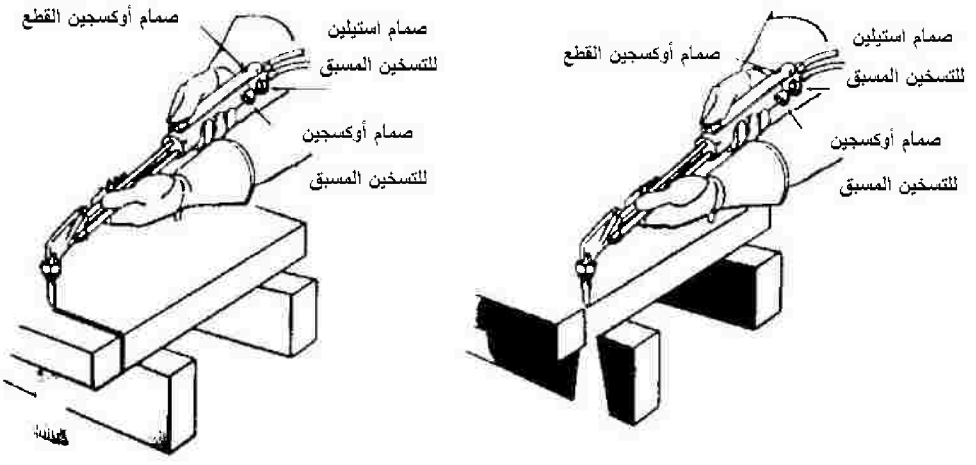
٢. مراجعة منطقة القطع بحيث تكون واضحة المعالم ، أو رسم خطوط على سطح المعدن للجزء المراد قطعه.

٣. يشعل بوري القطع ، ويبدأ بتسخين نقطة البداية من أحد أطراف السطح المعدني، من خلال توجيه فوهة البوري إلى منطقة القطع بالوضع الصحيح كما هو موضح بشكل ٦ – ٢٢ (أ) ، بحيث تكون المسافة بين فوهة البوري وسطح المعدن ما بين ٣ إلى ٤ ملليمتر ، ويشكل اللهب مع منطقة القطع زاوية قدرها ٩٠ ^{0} ، ويميل البوري بزاوية قدرها خمس درجات تقريبا في اتجاه سير القطع.

٤. تسخن منطقة البداية إلى أن تصل إلى درجة الاحمرار.

٥. السماح للأكسوجين النقي الخاص بالقطع بالاندفاع من فوهة البوري ، وينتظر حتى يشق المعدن من تلك البقعة الصغيرة.

٦. تحريك البوري بسرعة مناسبة وثابتة ، مع الاستمرار في عملية القطع على طول الخط المرسوم كما هو موضح بشكل ٦ – ٢٢ (ب).



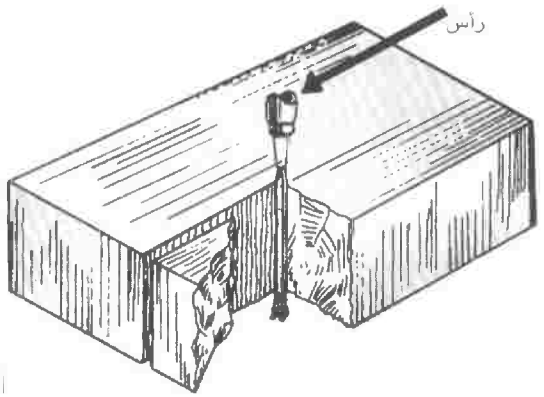
شكل ٦ – ٢٢

القطع في خط مستقيم

(أ) الوضع الصحيح لبدء عملية القطع.

(ب) استمرار عملية القطع.

يمكن قطع الألواح التي يصل سمكها إلى ٧٥٠ مم بخطوط مستقيمة يدوياً كما هو موضح بشكل ٦ – ٢٣ ، ويمكن قطع ألواح بسمك أكبر مع وجود فني ذو خبرة كبيرة أو فني بمهارات خاصة ، فإن العملية الأساسية نفسها تتبع دائما عند القيام بمثل هذا العمل.



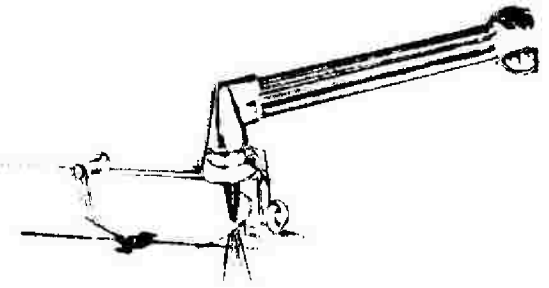
شكل ٦ – ٢٣

إمكانية قطع الألواح بسمك كبير بخطوط مستقيمة يدوياً

القطع الدائري بالطرق الميكانيكية :

يمكن القطع بالطرق الميكانيكية ، حيث يبدأ القطع الدائري بعمل ثقب صغير كمركز ترتكز عليه آلية تحريك مشعل القطع (بوري القطع) ، حيث يزود البوري بعجلات ، ومن خلال ترتيبه أو تجهيزه ميكانيكية يمكن إتمام عملية القطع الدائري كما هو موضح بشكل ٦ – ٢٤ ، مع مراعاة اتباع تسلسل خطوات العمل السابقة بالقطع في خط مستقيم.

لا يوجد أي حد لسمك المعادن المراد قطعها ، وبالفعل فقد تم قطع معدن سمكه ٢.٤ متر (٨ قدم) بنجاح بواسطة الأكسوجين والإستيلين . علماً بأن عملية القطع في مثل هذه الحالة تتطلب معدات قطع خاصة.



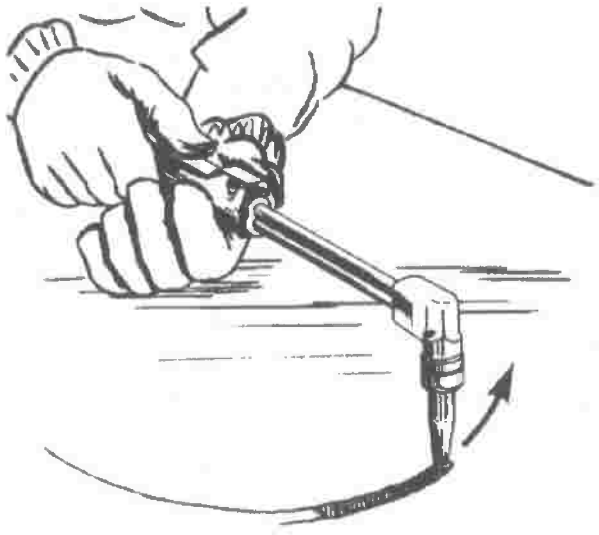
شكل ٦ – ٢٤

القطع الدائري

القطع الدائري بالطرق اليدوية :

يمكن قطع الأقواس والدوائر الكبيرة باليد كما هو موضح بشكل ٦ – ٢٥ ، بحيث ينجز القطع بطريقة أفضل وذلك باستعمال اليدين والمرفق.

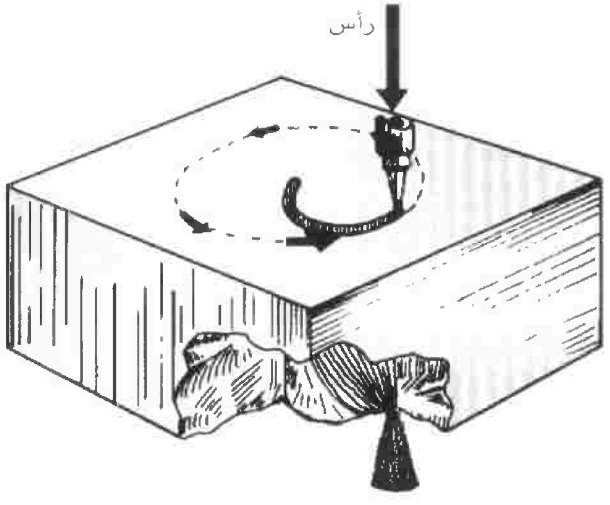
تستعمل اليدين في الحركة الدائرية لمشعل القطع ، أما المرفق فإنه يكون كنقطة إرتكاز محورية . يمكن قطع الدوائر الكبيرة باللألواح التي يصل سمكها إلى ٧٥٠ مم.



شكل ٦ – ٢٥

قطع دوائر كبيرة باليد

يمكن قطع اللألواح التي يصل سمكها إلى ٧٥٠ مم بخطوط دائرية يدوياً كما هو موضح بشكل ٦ – ٢٦ ، ويمكن قطع ألواح بسمك أكبر مع وجود فني ذو خبرة كبيرة أو فني بمهارات خاصة ، فإن العملية الأساسية نفسها تتبع دائما عند القيام بمثل هذا العمل.



شكل ٦ – ٢٦

إمكانية قطع الألواح بسمك كبير بخطوط مستقيمة يدوياً

قطع الشطف يدويا :

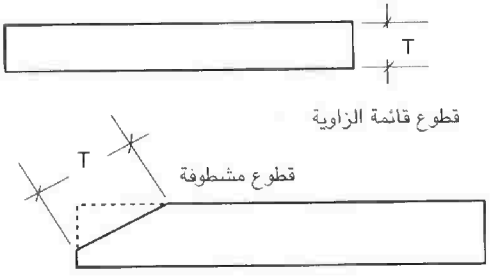
عملية الشطف تعني قطع إحدى أركان قطعة معدنية بزاوية حادة وليس بزاوية قائمة ، ولكي يتمكن الفني من قطع الشطف المطلوب بالطريقة الصحيحه ، فإنه يجب إمالة مشعل القطع بزاوية معينة كما هو موضح بشكل ٦ – ٢٧.

شكل ٦ – ٢٧

قطع شطف يدوياً

إرشادات :

١. عند القطع بشطف وعند إختيار قياس رأس مشعل القطع ، يجب أن يؤخذ في الإعتبار سمك الشطف وليس سمك المعدن شكل ٦ – ٢٨ (أ).

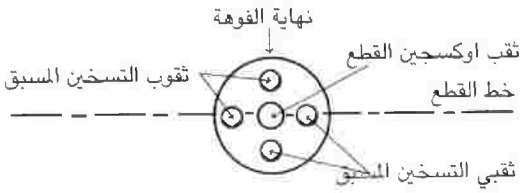


شكل ٦ – ٢٨

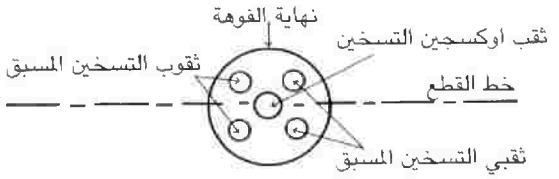
سمك المعدن في الشطف

٢. عند تغيير مكان فوهة القطع إلى منطقة قطع أخرى لغرض القطع الطولي في خط مستيم ، فإنه يجب تغيير رأس مشعل القطع ، حيث يؤدي عدم تغيير رأس مشعل إلى

وجود حرارة أكثر شكل ٦ – ٢٩ (ب).



(أ)



(ب)

شكل ٦ – ٢٩

تهيئة الفوهة عند القطع بخط مستقيم والقطع بزوية حادة (قطع شطف)

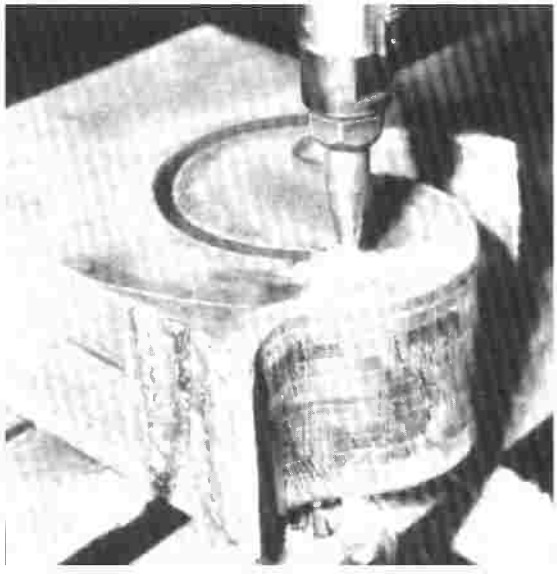
(أ) تهيئة فوهة مشعل القطع أثناء عملية القطع.

(ب) تغيير وضع فوهة مشعل القطع أثناء عملية التسخين.

القطع الجاعي :

عملية القطع الجماعي الموضحة بشكل ٦ – ٣٠ .. أي تجميع عدد من القطع فوق بعضها البعض . تثبت هذه القطع مع بعضها البعض بواسطة قوامط أو عن طريق عمل درزات لحام نقطي.

بهذه الطريقة يمكن قطع المجموعة كلها كوحدة واحدة ، بحيث يجرى تشغيل مشعل القطع ميكانيكياً ، ومن ثم فإنه يمكن الحصول على عدد من القطع المتماثلة.



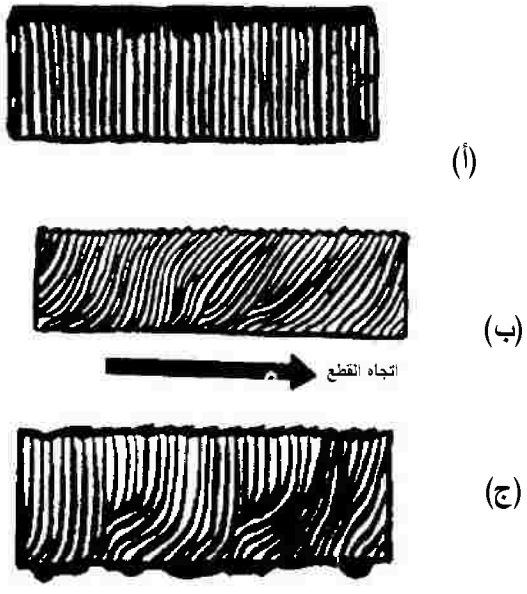
شكل ٣ – ٣٠

عملية قطع جماعي

تأثير التوجيه الصحيح والسرعة أثناء القطع :

أثناء عملية القطع وتوجيه اللهب توجيهاً صحيحاً فإن الشرر يتطاير بشكل خفيف نحو الأمام في اتجاه القطع ، كما تسقط أجزاء صغيرة من الخبث المنصهر في مكان القطع ، وكذلك فإن سرعة القطع الصحيحة يرافقها أصوات فرقعة .

شكل ٦ – ٣١ يوضح نماذج لتأثير السرعة أثناء عمليات القطع المختلفة.



شكل ٦ – ٣١

نماذج لتأثير السرعة أثناء عمليات القطع المختلفة

(أ) قطع صحيح.

(ب) قطع سريع.

(ج) قطع بطيء.

اللحام والقطـــع أسفل سطح الماء

Under Water Welding And Cutting

عندما ابتكرت طريقة اللحام والقطع أسفل سطح الماء كانت من العجائب الفنية ، وأصبحت اليوم ذات استعمال دارج تسمح بإنجاز الأعمال الهامة أسفل سطح الماء ، والتي تتمثل في عمليات القطع والصيانة والتركيب . إمداد خطوط الأنابيب . صيانة القناطر . صيانة السفن . تقطيع وانتشال حطام السفن الغارقة بأعماق كبيرة . انتشال الكباري المنهارة ..... وغيرها .

يتم إنجاز مثل هذه الأعمال باستخدام لهب الأكسي إستيلين ، وقد يعتقد البعض

أن النزول بلهب الأكسي إستيلين أسفل سطح الماء سيترتب عليه إطفاء اللهب.

ولكن لا يحدث ذلك طالما كان ضغط غازات الاحتراق وأكسوجين القطع بضغط أعلى من ضغط الماء ، ولهذا السبب يزداد ضغط الغازين كلما كان الهبوط إلى الأعماق أكبر.

يشعل البوري قبل أو بعد الهبوط بالماء ، وتخرج الغازات الناتجة عن الاحتراق من الماء على شكل فقاقيع هوائية.

صمم مشعل (بوري) القطع المستخدم أسفل سطح الماء بوصلة إضافية ذات غلاف أسطواني ينطلق منها الهواء المضغوط ، حيث تكون مهمة هذه الوصلة مقتصرة على إبعاد الماء عن البقعة التي تتم بها عملية اللحام أو القطع .. وبالتالي ينعدم تبريدها بالماء ، بجانب وجود الهواء الذي يساعد على استقرار اللهب واتزانه.

يستخدم غاز الإستيلين كوقود لمشعل (بوري) اللحام أو القطع حتى عمق أقصاه ٨ متر ، ولا يمكن زيادة ضغط الإستيلين الواصل إلى البوري عن هذا الحد ، لدواعي المحافظة على العامين في هذا المجال من الأخطار التي قد تحدث ، حيث يتعرض الغاز للتحلل. علماً بأنه يستخدم الآن غاز الأيدروجين كوقود في عمليات اللحام والقطع أسفل سطح الماء في أعماق كبيرة تصل إلى ١٤٠٠ متر.

العوامل التي تؤدي إلى نجاح عمليات اللحام والقطع بالماء :

تجرى عمليات اللحام والقطع أسفل سطح الماء بأعماق مختلفة ، ولإتمام هذه الأعمال على أكمل وجه ، فإنه يجب أن تتوفر في الفنيين الذين يقومون بمثل هذه الأعمال عدة شروط أهمها الآتي :-

١. التمتع بلياقة صحية ، ومؤهل لعمليات السباحة والغطس .. وبالتالي استعمال الزي الخاص بالغطس ، مع الأخذ في الاعتبار تطبيق جميع تعليمات وإرشادات الأمان والسلامة ، لخلق جو مناسب لممارسة الغطاس عمله بنجاح.

٢. يجيد القيام بعمليات اللحام والقطع بمهارة.

٣. وجود فني أو عامل مساعد في عمليات اللحام والقطع ، لحمل أجهزة الإضاءة الكافية ومساعدة الفني الأساسي في جميع الأعمال.

يراعى عند القيام بمثل هذه الأعمال تجنب أوقات المد والجذر ، والتيارات والعواصف المائية ، وأوقات البرودة الزائدة.

ومن الطبيعي وجود فريق مدرب على مثل هذه الأعمال في قارب يطفو على سطح الماء ، ومعهم في القارب جميع المعدات اللازمة لعمليات اللحام والقطع مثل أسطوانات غازات اللحام والأكسوجين والهواء المضغوط ، وأجهزة الإضاءة ، وأيضاً معدات الأمان والسلامة والانتشال السريع عند وجود أي خطر.

وعادة لا تسند عمليات اللحام والقطع أسفل سطح الماء إلا لغطاسين معتمدين حاصلين على شهادات خاصة بذلك ، مع التأكد من لياقتهم الصحية من خلال عرضهم للكشف الطبي الدوري لضمان حالتهم الصحية ، وتقرير مدى تحملهم للعمل أسفل سطح الماء بأعماق مختلفة.