الباب الثامن

8

عمليات اللحام والقطع بالكهرباء

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 بالكهرباء

الهدف من هذا الباب هو دراسة أساليب لحام المعادن المختلفة باستخدام الكهرباء، 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.

وصلات اللحام

تتركب المنتجات الملحومة من أجزاء أو عناصر منفردة ، حيث تثبت هذه الأجزاء أو العناصر المراد وصلها مع بعضها البعض تثبيتاً دائماً ، ويعطي الوضع النسبي لكل جزأين نوع الوصلة اللحامية.

أنواع وصلات اللحام :

وصلة اللحام هي معدن اللحام المتجمد بعد صهره والمستخدم لوصل طرفي عنصري اللحام ، ويمكن تقسيم وصلات اللحام بحسب نوعها

يوجد نوعين أساسيين لوصلات اللحام وهما كالآتي :-

١. وصلات تقابلية (تناكبية).

٢. وصلات تراكبية وزوايا.

وصلات التقابلية (التناكبية) Butt Welds

الوصلات التقابلية تسمى أيضاً بالوصلات التناكبية . يوضع طرفي العنصرين المراد لحامهما أحدهما مقابل الآخر ، بحيث يكون سطحي العنصرين الملحومين سطحاً واحداً تماماً . تعتبرالوصلات التقابلية (التناكبية) من الأنواع الأساسية لوصلات اللحام.

تعالج أطراف أو حواف العناصر الجاري توصيلها بطرق مناسبة قبل لحامها ، بحيث تساعد معالجة الطرفي المراد لحامهما على إنصهارهما التام مما يؤدي إلى الحصول على توصيلات لحام متينة . جدول ٢٣٠ – ١٨٤ – ٥٢ يوضح الأنواع المختلفة للأطراف المعدة للحام التناكبي وطرق معالجتها . وتتحدد أشكال تشغيل الأطراف المعدة للحام من جداول المواصفات القياسية . وتعتمد طريقة معالجة (تشغيل) الأطراف على سمك العناصر المطلوب لحامها.

تحدد شكل الوصلات المراد لحامها ، وطرق معالجة الأطراف المعدة للحام ، وأشكال وصلات اللحام.

يجرى اللحام التقابلي (التناكبي) للمشغولات الرقيقة (أ) التي لا يتجاوزسمكها عن ٤ مم ، والتي طرفيها بشكل عمودي ، يسمى مثل هذا التوصيل بالتوصيل التقابلي (التناكبي) بدون شطف كلا الطرفين ، أما المشغولات (ب) ذات السمك ما بين ٤ – ٢٦ مم فإن الأطراف تجهز كما هو موضح بالجدول ، وتسمى مثل هذه الأطراف المجهزة بأطراف حرف V .

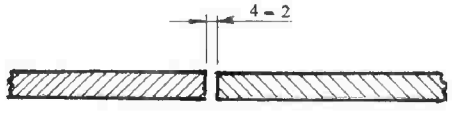
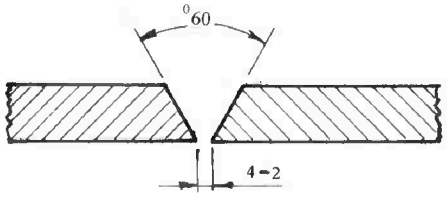
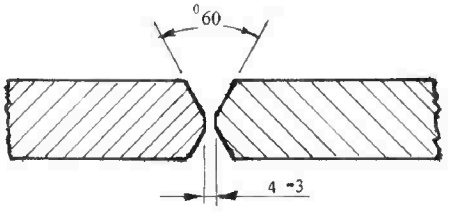
لا تقطع الأطراف في هذه الحالة بالمستوى المائل بكل سمك الأطراف ، بل يترك الجزء الأسفل دون قص ، وذلك لتجنب حرق الحافة الحادة للمعدن عند ترسيب (تزويد) الطبقة الأولى للوصلة . ويجب ترك فراغ (خلوص) بين الأطراف المراد لحامها لضمان

لحامهما لحاماً نافذاً . ولتحديد سمك الفراغ (الخلوص) الواجب تركه بين الأطراف ، فإنه يجب أن يأخذ في الاعتبار نقص مقدار هذا الخلوص عند لحامه.

عند تجميع الإنشاءات المختلفة ، ونتيجة لانكماش المعدن المرسب (المزود) باللحام . وإذا زاد سمك الأطراف المراد لحامها (ج) عن ١٢ مم ، فإنه يفضل عمل شطف في كلا الحدين العلوي والسفلي لكل طرف . ويسمى مثل هذا التجهيز بتجهيز الأطراف على شكل حرف X.

جدول ٨ – ١

أنواع الأطراف المعدة للوصلات التناكبي وطرق معالجتها

مسلسل	شكل الوصلة المعالجة	قطر الإلكترود مم	سمك الوصلة مم
(أ)		٣ – ٤	حتى ٤
(ب)		٤ – ٥	٤ – ١٢
(ج)		٤ – ٦	١٢ – ٦٠

مميزات وصلات الأطراف الملحومة التي على شكل حرف X :

تتميز التوصيلات المتقابلة (التناكبية) الملحومة من كلا الجانبين (العلوي والسفلي) لكل طرف من الأطراف المراد لحامهما بالمميزات التالية :-

١. عند تساوي سمك الأطراف المراد لحامهما تكون كمية المعدن المرسب (المزود) في وحدة طول الوصلة أقل مرتين بالمقارنة بأطراف المشغولات المساوية لها في السمك والتي على شكل V . ونتيجة لذلك ينخفض إستهلاك الإلكترودات والطاقة الكهربائية والزمن اللازم في عمليات لحام.

٢. يستخدم عادة في وصلات الإنشاءات الهامة مثل الأوعية والأنابيب والغلايات والمستودعات ..... وما شابههم.

٣. الحصول على أسطح ملساء وذات قطر واحد عند لحام المشغولات أسطوانية ، لذلك فإن هذه الوصلات تخلو من الشقوق والانبعاجات والتشويهات التي قد يتسرب إليها الصدأ بسهولة مما يؤدي إلى تآكل المعدن.

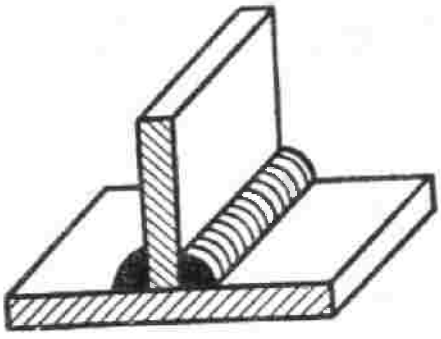
٤. عدم وجود مناطق تركز تحتوي على *إجهادات والتي تشكل خطورة كبيرة بالنسبة للإنشاءات المحملة تحميلاً عالياً ، والتي تؤدي إلى ظهور الشقوق والشروخ .. وبالتالي إلى إحتمال إنهيار مثل هذه الإنشاءات.

*الإجهادات :

هي مناطق التركز التي تحتوي على فجوات أو فقاقيع أو شقوق دقيقة ، أو تحتوي على عيوب داخلية وخارجية في التوصيلات والإنشاءات الملحومة.

وصلات حرف T : T- Welds

عند لحام الوصلات التي على شكل T ، يلحم طرف أحد عنصري اللحام بسطح العنصر الآخر كما هو موضح بشكل ٨ – ١ . تحظى مثل هذه الوصلة بانتشار واسع في توصيلات اللحام في الإنشاءات الهندسية (الإنشاءات الخاصة ببناء الماكينات).



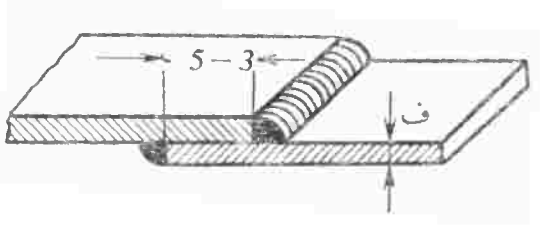
شكل ٨ – ١

وصلات حرف T

التوصيل التراكبي : lap weld

عند الوصل التراكبي يغطي سطحي عنصري اللحام أحدهما الآخر جزئياً بمقدار معين يسمي بالشفة كما هو موضح بشكل ٨ – ٢ . يتراوح مقدار طول الشفة ما بين ٣ . ٥ أضعاف سمك المشغولة المراد وصلها . وعادة يتم لحام كلا طرفي الشفة .. أي تكون هناك وصلتين للحام (وصلة لحام من أعلى ، وصلة أخرى من أسفل).

لا تتطلب الوصلات التراكبية تشغيل أطراف الأجزاء الجاري لحامها ، لذلك فإن تجميع الوصلات التراكبية أسهل من تجميع الوصلات التقابلية (التناكبية).



شكل ٨ – ٢

وصلة تراكبية

عيوب الوصلات التراكبية :

تتلخص عيوب الوصلات التراكبية في الآتي :-

١. تستهلك كمية أكبر من معدن اللحام.
٢. تتطلب تجهيز الأجزاء الأسطوانية (مكونات الأجسام الأسطواني) أقطار مختلفة عند لحام الإنشاءات الأسطوانية.

مميزات وصلات اللحام :

تتميز وصلات اللحام بالمميزات التالية :-

١. الحصول على الشكل المجمع بمتانة عالية.
٢. تثبيت الجزء مع الأجزاء الأخرى في المكان المطلوب.
٣. توزيع الأحمال على مختلف الأجزاء المجمعة.
٤. إقتصادية من حيث الإنخفاض الكبير في التكاليف.

أسلوب توجيه الإلكترود ونوع درزة اللحام :

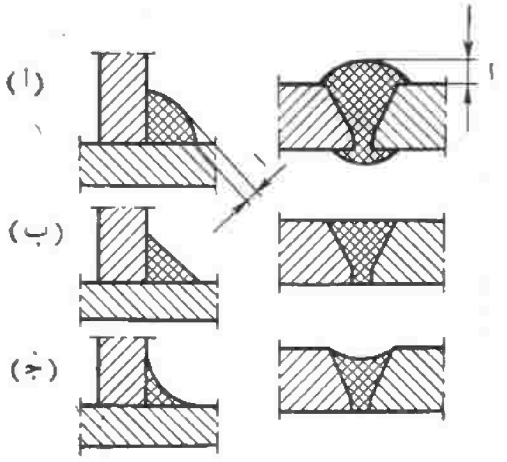
تستعمل وصلات اللحام حسب الأشكال التصميمية للمصنوعات ، حيث يختار المصمم عند تصميمه للأجزاء المختلفة في كل حالة على حدة .. أكثر الوصلات ملاءمة من خلال موقعها واستخاماتها وظروف عملها ، هذا يعني تحديد أسلوب توجيه الإلكترود ونوع درزة اللحام من خلال الوضع النسبي للعضوين عند الوصلة اللحامية ، ففي اللحام التقابلي (التناكبي) على سبيل المثال تقع الأجزاء المراد لحامها في نفس المستوى ، وتنشأ عن الوصلة اللحامية درزة على شكل حرف V ، وتنشأ عن تجهيز أطراف الوصلات المختلفة درزات بأشكال متنوعة مثل درزة الشفة ودرزة V ودرزة Y ودرزة U ودرزة X .

أنواع الوصلات اللحام حسب الشكل الخارجي :

تقسم الوصلات حسب الشكل الخارجي إلى وصلات محدبة ومسطحة ومقعرة كما هو موضح بشكل ٨ – ٣.

مقاطع الوصلات المحدبة هي أكبر من غيرها ، ولذلك فهي تسمى بالوصلات المقواة . ويسمى المقدار (أ) بمقدار التقوية ولا تزيد قيمته عادة على ٠.٢ من سمك

العنصر الملحوم بالطريقة التناكبية.



شكل ٨ – ٣

وصلات اللحام

(أ) محدبة أو مقوّاة.

(ب) مسطحة.

(ج) مقعرة أو ضعيفة.

أنواع الوصلات حسب امتداد اللحام :

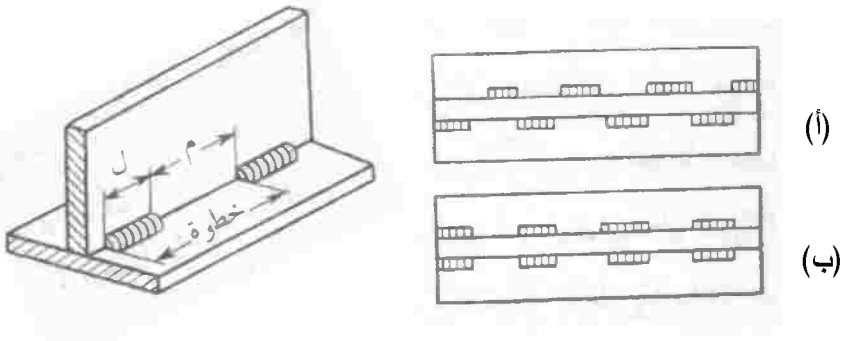
تنقسم وصلات اللحام حسب امتداد اللحام إلى الآتي :-

١. وصلات مستمرة.

٢. وصلات متقطعة.

الوصلات المستمرة هي الوصلات التي تشمل كل طول العنصرين الملحومين كما هو موضح بالشكلين السابقين ٨ – ١ ، ٨ – ٢.

أما الوصلات المتقطعة فهي الوصلات التي تتكون من مناطق صغيرة ، تبتعد كل منها عن الأخرى بمسافة معينة . ويمكن أن توضع وصلات اللحام المتقطعة بشكل ترتيب شطرنجي staggered weld كما هو موضح بشكل ٨ – ٤ (أ) أو وصلات متقطعة منتظمة على شكل سلسلة chain weld شكل ٢٣٠ – ١٨٨ – ٥٦ (ب).



شكل ٨ – ٤

الوصلات المتقطعة

(أ) وصلة متقطعة بترتيب شطرنجي.

(ب) وصلة متقطعة منتظمة.

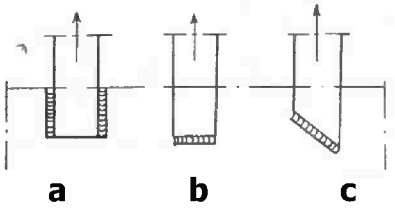
يتراوح طول اللحام بكل جزء (ل) من أجزاء الوصلة المتقطعة ما بين ٥٠ ـ ١٥٠ مم ، وعادة تتساوى طول المسافة (م) بين أجزاء الوصلة مع مقدار (ل) . وتستعمل الوصلات المتقطعة عندما لا يتطلب من الوصلة أن تكون كثيفة ، وعندما تحقق الوصلة المتقطعة المتانة اللازمة.

أنواع وصلات اللحام حسب إتجاه القوى المؤثرة :

تنقسم الوصلات حسب إتجاه القوى المؤثرة على الوصلة كما هو موضح بشكل ٨ – ٥ إلى الآتي :-

١. وصلات لحام طولية (وصلات مشفهة).

٢. وصلات لحام مستعرضة والمائل.



شكل ٥ – ٨

وضع الوصلات بالنسبة للقوة المؤثرة

a . طولية (مشفهة)

b . مستعرضة.

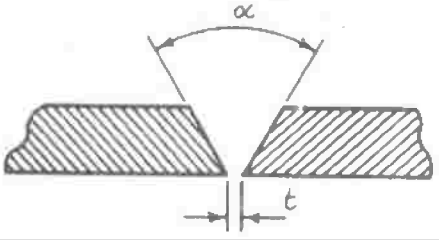
c . مائلة.

فيما يلي الجدولين ٨ – ٢ ، ٨ – ٣ يوضحان اللحام التناكبي بالقوس الكهربائي (اللحام القياسي اليدوي) ، وجدول ٨ – ٤ يوضح لحام الزاوية بالقوس الكهربائي (اللحام القياسي اليدوي) .. طبقاً للمواصفات الألمانية DIN 1913.

جدول ٨ - ٢

اللحام التناكبي بالقوس الكهربائي

اللحام اليدوي القياسي طبقا للمواصفات الألمانية ١٩١٣

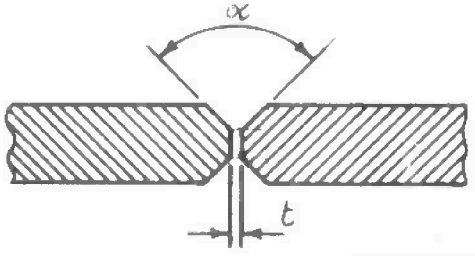


سمك المعدن mm	الثغرة mm	أبعاد الإلكترود المستعمل mm	عدد مسارات اللحام	عدد أسياخ اللحام المستهلكة بالمتر الطولي	
				$\alpha = 80^0$	$\alpha = 60^0$
٢	–	٢ × ٢٥٠	١	٧	٤
٣	١	٣.٢٥ × ٣٥٠	١	٤.٥	٤
٤	١.٥	٣.٢٥ × ٣٥٠	١	٥.٥	٥
٥	٢	٣.٢٥ × ٣٥٠	٢	٧	٦.٥
٦	٢	٣.٢٥ × ٣٥٠	٢	١٢	١١
٨	٢	٣.٢٥ × ٣٥٠	٣	٤ ٨	٤ ٧
١٠	٢	٣.٢٥ × ٣٥٠ ٤ × ٤٥٠	٣	٤ ١٠	٤ ١٢
١٢	٢	٣.٢٥ × ٣٥٠ ٤ × ٤٥٠ ٥ × ٤٥٠	٣	٥ ٦ ٨	٥ ٦ ٨
١٤	٢	٣.٢٥ × ٣٥٠ ٤ × ٤٥٠ ٥ × ٤٥٠	٣	٥ ٦ ١٠	٥ ٦ ١٢
١٦	٢	٣.٢٥ × ٣٥٠ ٤ × ٤٥٠ ٥ × ٤٥٠	٤	٧ ٧ ١٢	٧ ٧ ١٦
١٨	٢	٣.٢٥ × ٣٥٠ ٤ × ٤٥٠ ٥ × ٤٥٠	٤	٧ ٨ ٢٧	٧ ٨ ٢٢
٢٠	٢	٣.٢٥ × ٣٥٠ ٤ × ٤٥٠ ٥ × ٤٥٠	٦	٧ ٨ ٣٦	٧ ٨ ٣١

جدول ٨ - ٣

اللحام التناكبي بالقوس الكهربائي

اللحام اليدوي القياسي طبقا للمواصفات الألمانية ١٩١٣

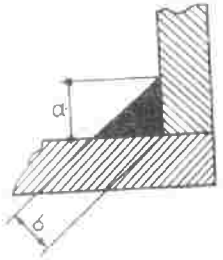


سمك المعدن mm	الثغرة mm	أبعاد الالكترود المستعمل mm	عدد مسارات اللحام	عدد أسياخ اللحام المستهلكة بالمتر الطولي	
				$\alpha = 80^0$	$\alpha = 60^0$
١٢	٢	٤٥٠ × ٤	٤	٤.٥	٣.٥
		٤٥٠ × ٥		٦	٤.٥
١٤	٢	٤٥٠ × ٤	٤	٤.٥	٣.٥
		٤٥٠ × ٥		٩.٣	٦.٢
١٦	٣	٤٥٠ × ٤	٤	٤.٥	٣.٥
		٤٥٠ × ٥		١٣	١٠.٥
١٨	٣	٤٥٠ × ٤	٤	٤.٥	٣.٥
		٤٥٠ × ٥		١٧.٦	١٤
٢٠	٣	٤٥٠ × ٤	٤	٤.٥	٣.٥
		٤٥٠ × ٥		٢٣	١٨.٥
٢٢	٣	٤٥٠ × ٤	٦	٤.٥	٣.٥
		٤٥٠ × ٥		٢٨.٥	٢٢.٥
٢٤	٣	٤٥٠ × ٤	٦	٤.٥	٣.٥
		٤٥٠ × ٥		٣٤.٥	٢٧
٢٥	٣	٤٥٠ × ٤	٦	٤.٥	٣.٥
		٤٥٠ × ٦		٢٦	٢١.٢
٢٦	٣	٤٥٠ × ٤	٦	٤.٥	٣.٥
		٤٥٠ × ٦		٢٨	٢٢.٢
٢٨	٤	٤٥٠ × ٤	٦	٤.٥	٣.٥
		٤٥٠ × ٦		٣٢	٢٥.٥
٣٠	٤	٤٥٠ × ٤	٦	٤.٥	٣.٥
		٤٥٠ × ٦		٣٦.٥	٢٨.٥

جدول ٨ - ٤

لحام الزاوية بالقوس الكهربائي

اللحام اليدوي القياسي طبقا للمواصفات الألمانية ١٩١٣



سمك المعدن mm	الثغرة mm	أبعاد الالكترود المستعمل mm	عدد مسارات اللحام	عدد أسياخ اللحام المستهلكة بالمتر الطولي
٢	٢	٢ × ٢٥٠	١	٧
٣	٣.١	٢.٥ × ٢٥٠	١	٦
٤	٤.٢	٣.٢٥ × ٣٥٠	١	٤
٥	٥.٢	٣.٢٥ × ٣٥٠	١	٦
٦	٦.٣	٤ × ٤٥٠	١	٥
٧	٧.٥	٤ × ٤٥٠	١	٦
٨	٨.٥	٤ × ٤٥٠	١	٨
١٠	١٠.٥	٣.٢٥ × ٣٥٠ ٤ × ٤٥٠	٢	٦ ٩.٥
١٢	١٢.٧	٤ × ٤٥٠ ٥ × ٤٥٠	٣	٦ ٨
١٤	١٥	٤ × ٤٥٠ ٥ × ٤٥٠	٣	٦ ١٢.٥
١٨	١٩	٤ × ٤٥٠ ٥ × ٤٥٠	٤	٦ ٢٢.٥
٢٠	٢١	٤ × ٤٥٠ ٥ × ٤٥٠	٤	٦ ٣٠
٢٥	٢٥.٥	٤ × ٤٥٠ ٥ × ٤٥٠	٦	٦ ٤٧.٥

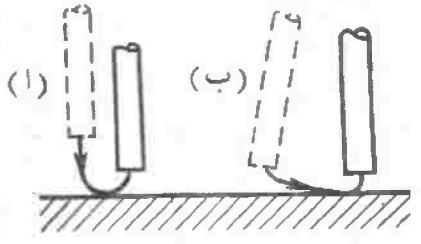
إشعال القوس الكهربائي

يحدد فني اللحام موقع إشعال القوس ، حيث يقرب إليه طرف الإلكترود المثبت في الماسك ، وعندما تصل نهاية الإلكترود إلى بعد ١٠ مم عن المعدن المراد لحامه ، يغطي فني اللحام وجهه بالقناع الواقي ، وبحركة سريعة يمس المعدن المراد لحامه بطرف الإلكترود ، ثم يبعد الإلكترود مباشرة إلى مسافة ٣ – ٤ مم.

ويجب أن يكون طول القوس المشتعل ثابتاً على مدى عملية اللحام كلها ، ويمكن تحقيق ذلك بقرب الإلكترود من المعدن الجاري لحامه تدريجياً على مدى انصهار الإلكترود ، وهناك طرق مختلفة لإشعال القوس . شكل ٨ – ٦ يوضح طريقتين لإشعال القوس.

(ا) بالتماس (end to end) من خلال مس الإلكترود المعدن الجاري لحامه ثم يسحب الإلكترود بسرعة رأسياً إلى أعلى.

(ب)بالحك عندما يحك الإلكترود بسطح المعدن المراد لحامه كما يحك عود الكبريت سطح علبة الثقاب عند إشعاله . وفي كلتا الحالتين من الضروري إبعاد الإلكترود بسرعة عن المعدن المراد لحامه حتى لا يلتحم الإلكترود بالمعدن.



شكل ٨ – ٦

طرق إشعال القوس

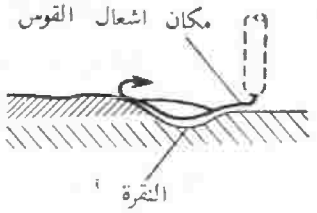
(أ) بالتماس.

(ب) بطريقة إشعال عود الكبريت.

وفي الظروف العادية للحام يجب على فني اللحام ألا يشعل القوس مرة ثانية إلا عند تغيير الإلكترود ، أي يجب أن ينصهر الإلكترود كله قبل إطفاء القوس. ولكن قد يحدث أحيانًا إشتعال القوس أكثر من مرة ، وذلك نتيجة لانطفائه لأسباب عفوية . وكلما زادت خبرة فني اللحام كلما كان اشتعال القوس ثابتاً وإنخفض انطفاء القوس . ومن ثم فإن استقرار ثبات القوس يعتمد على كفاءة فني اللحام ، وكذلك على عوامل أخرى مثل مصدر التغذية . جودة الإلكترودات . الاختيار الصحيح لنظام إشعال القوس (مقدار تيار اللحام).

وعند انطفاء القوس يجب إشعاله مرة أخرى أمام النقرة (crater) ، ثم إرجاعه إلى الوراء لملء كل النقرة من جديد بالمعدن المنصهر ، ويراعى عدم الحركة إلى الأمام إلا بعد تغطية مكان انطفاء القوس كما هو موضح بشكل ٨ – ٧.

وعادة تكون الوصلة في مكان انطفاء القوس أقل جودة من الأماكن الأخرى ، لذلك فإنه يجب على فني اللحام أن يستهلك الإلكترود كله دون إطفاء القوس . وعند إشعال القوس بإلكترود فإنه جب أن يكون هناك اهتماماً خاصاً لضرورة اختراق (نفاذ) اللحام في مكان انطفاء القوس . وكثيرة ما تكون النقرة المتكونة في نهاية وصلة اللحام ، تكون بمثابة بداية لشقوق وشروخ ، لذلك يراعي ملئها باللحام بدقة متناهية.



شكل ٨ – ٧

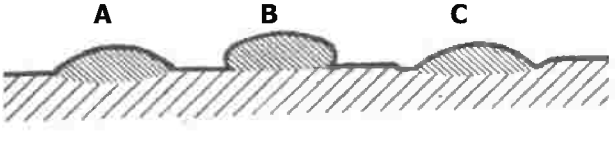
رسم تخطيطي لإشعال القوس عند انطفائه

اختراق (نفاذ) اللحام :

تتلخص الشروط الأساسية للحصول على لحام جيد في ضرورة إنصهار التام للمعدن الأساسي ، أي إنه يجب أن يكون عمق النقرة مناسباً. وفي حالة عدم انصهار

المعدن الأساسي جيداً ، فإنه لن تتكون فيه النقرة ، أو لن يكون للنقرة عمق كاف للالتحام . وبالتالي فإن مثل هذه الوصلة لن تكون متينة . وللحصول على لحام مثالي فإنه يجب ألا يقل عمق نفاذ اللحام عن ١.٥ ـ ٢ مم . وفي حالة اللحام اليدوي يتراوح عمق اختراق اللحام حسب مقدار تيار اللحام ما بين ١.٥ . ٥ مم.

يعتمد عمق اختراق اللحام على كمية الحرارة المتولدة في القوس ، التي تعتمد بدورها على مقدار التيار . شكل ٨ – ٨ يوضح مقاطع حشوات بواسطة تيار مختلف المقدار ، وفيها الدرزة A تم لحامها بتيار مختار اختياراً صحيحاً ، حيث تنساب الأطراف الجانبية للدرزة A بسلاسة مع سطح المعدن الأساسي ، والدرزة B فهي قد تم لحامها بتيار ضعيف جداً (مقدار التيار غير كاف) ، لذلك فإن المعدن الأساسي لم يسخن بدرجة كافية وإنصهر إنصهاراً طفيفاً ، والتحم معه معدن الإلكترود في منتصف الدرزة فقط وعلى عمق غير كبير، أدى ذلك إلى جوانب درزة بشكل دائري وملتحمة بالمعدن الأساسي مكونة منحنى فجائياً ، وبالتالي فإن مثل هذه الوصلة تكون غير متينة . أما الدرزة C فهي قد تم لحامها بتيار أكبر من اللازم. ونتيجة للتيار الكبير المستخدم في لحامها ، فإن النقرة لم تمتلئ تماما بمعدن الإلكترود ، ولذلك فقد ظهرت عند جوانب الدرزة قنوات تسمى بالحزوز التي تعمل على إنخفاض سمك المعدن الأساسي ، لذلك فإنها تخفض من متانة الوصلة . وتعمل مثل هذه الحزوز كمناطق لتركز الإجهادات ، تؤدي إلى تكون شقوق وشروخ في المعدن الأساسي ، ويزيد خطورة هذه المناطق عند تحميل مثل هذه الأجزاء تحميلاً كبيراً.



شكل ٨ – ٨

مقاطع مختلفة لدرزات اللحام بتيار مختلف المقدار

حركة الإلكترود أثناء عمليات اللحام :

أثناء اللحام يحرك فني اللحام الإلكترود عادة في ثلاثة اتجاهات كما هو موضح بشكل ٨ – ٩ وهي كالآتي :-

الاتجاه الأول :

يحرك الإلكترود في اتجاه القوس بطول محور الإلكترود. وتعتمد سرعة اقتراب الإلكترود في هذا الاتجاه على سرعة انصهاره.

عند تحركة الإلكترود بسرعة أقل من سرعة انصهاره سيزداد ذلك إلى طول القوس مما يؤدي إلى انطفائه . أما إذا تحرك الإلكترود بسرعة كبيرة فمن المحتمل أن يلتحم مع المعدن الجاري لحامه ، نتيجة لانخفاض درجة الحرارة الناشئة عن اختفاء القوس الكهربائي ، الذي يؤدي إلى نتيجة قصر الدائرة عن تلامس الإلكترود من الوصلة . ويعتمد استقرار القوس القصير على حركة الإلكترود في اتجاه القوس بطول المحور.

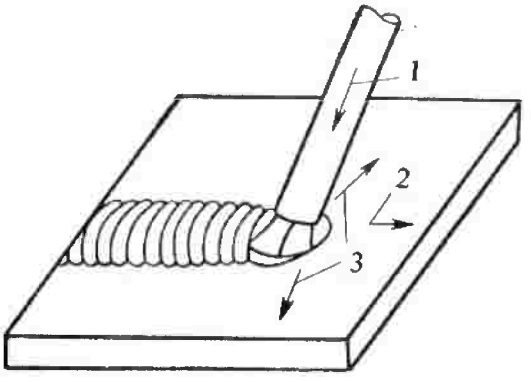
الاتجاه الثاني:

يحرك الإلكترود بطول الوصلة . ولسرعة هذه الحركة أهمية كبرى بالنسبة لجودة الوصلة . وتعتمد هذه السرعة على مقدار التيار وقطر الإلكترود ونوع الوصلة . وعند انتقال الإلكترود بسرعة كبيرة بطول الوصلة لا ينصهر المعدن المراد لحامه بكمية كافية مما يخفض من اختراق (نفاذ) اللحام ، وتكون وصلة اللحام في هذه الحالة منخفضة وصغيرة المقطع . أما إذا كانت سرعة حركة الإلكترود بطول الوصلة صغيرة فإن وصلة اللحام تكون في هذه الحالة كبيرة المقطع وذات تقوية كبيرة (محدبة) مما يُعَدّ أمراً غير اقتصادي ، ويخفض من إنتاجية اللحام ويؤدي إلى تجاوز تسخين المعدن . وعند الاختيار الصحيح لسرعة حركة الإلكترود تأخذ درزة اللحام المتكونة من المعدن المرسب مقطعاً مثالياً.

الاتجاه الثالث :

هو إتجاه العمودي للإلكترود على الوصلة ، بعرض الوصلة . ويعطى الإلكترود مثل هذه الحركة للحصول على درزة لحام عريضة . وتستعمل هذه الدرزات العريضة في حالة وصلات اللحام التناكبية والزاوية.

ويمكن إكساب الإلكترود حركته ذبذبة عند تنفيذ درزات اللحام العريضة بطرق مختلفة . تعتمد هذه الحركة على نوع الوصلة وعلى طريقة تجهيز الأطراف المعدة للحام.



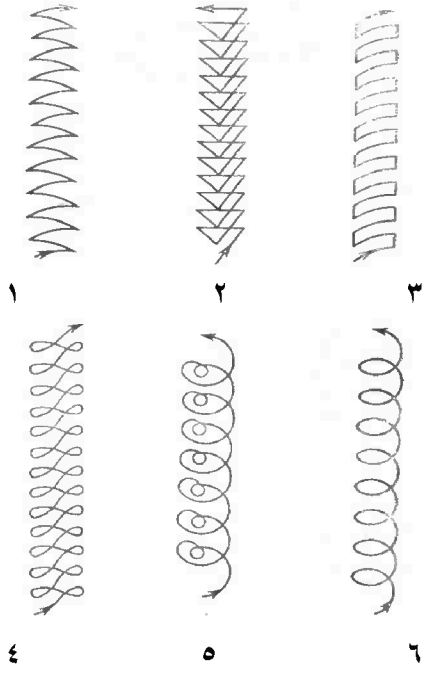
شكل ٨ – ٩

رسم تخطيطي لحركة الإلكترود أثناء اللحام

شكل ٨ – ١٠ يوضح الحركات المختلفة للإلكترود بعرض الوصلة . علماص بأن أكثر الفنيين يستخدمون عادة الحركات العرضية للإلكترود حسب المسارات المبينة بالشكلين ١ ، ٦ وذلك عند اللحام التناكبي. ولضمان اختراق (نفاذ) اللحام في الأطراف المراد لحامها تبطأ حركة الإلكترود إلى حد ما في نقاطها الطرفية. وعند لحام وصلات الزاويا ، فإن الإلكترود تجري حركته حسب المسارات ٢ ، ٣ . ويستخدم المسار ٥ لتسخين منتصف الوصلة ، أما المسار ٤ فإنه يستخدم في حالة ضرورة تسخين الأطراف السميكة المراد لحامها تسخيناً جيداً.

وللحصول على درزات لحام ذات عرض واحد بكل طولها فإنه جب أن تتساوى ذبذبات الإلكترود العمودية على طول الوصلة . ولا يتأتى ذلك إلا بكثرة العمل والخبرة والاهتمام الكبير الذي يوليه فني اللحام لعمله.

وللحصول على وصلات لحام مثالية وعالية الجودة ومتينة ، فإنه يجب أن تكون حركة يد فني اللحام دقيقة ومضبوطة ومتزنة . ويقوم فني اللحام بأداء هذه الحركات الثلاث للإلكترود بمعصم اليد الممسكة بحامل الإلكترود ، ويتم اختيار السرعة الملائمة في جميع الحالات بطريق الخبرة والتجربة.



شكل ٨ – ١٠

الحركة العرضية للإلكترود

اللحام المثالي :

للحصول على لحام مثالي فإنه يجب عمل الآتي :-

- ضبط مقدار تيار اللحام ضبطاً صحيحاً حسب نوع وقطر الإلكترود وسمك

(تخانة) المعدن الجاري لحامه ، ووضع الجزء المراد لحامه (مسطح . رأسي . علوي)

- المحافظة على طول القوس ثابتاً وقصيراً.
- عدم طفئ القوس حتى انصهار الإلكترود تماماً.
- المحافظة على سرعة ثابتة ومضبوطة لحركة الإلكترود في الاتجاهات الثلاثة.
- عدم لحام الوصلة إلا بعد تنظيف سطح المعدن المراد لحامه تنظيفاً دقيقاً وإعداده إعداداً صحيحاً.

لحام الوصلات المختلفة

تصنف وصلات اللحام حسب وضعها في مستويات مختلفة إلى أربعة أنواع رئيسية وهي كالآتي :-

- الوصلات المسطحة السفلى.
- الوصلات المسطحة الأفقية.
- الوصلات المسطحة الرأسية.
- الوصلات المسطحة العلوية (السقفية).

ويمكن أن تكون هناك وصلات تحتل مركزاً متوسطاً بين الأنواع الأساسية المذكورة أعلاه.

الوصلة المسطحة السفلى :

هي الوصلة التي تشغل أي اتجاه على السطح الأفقي شكل ٨ – ١١ (أ).

الوصلة الأفقية :

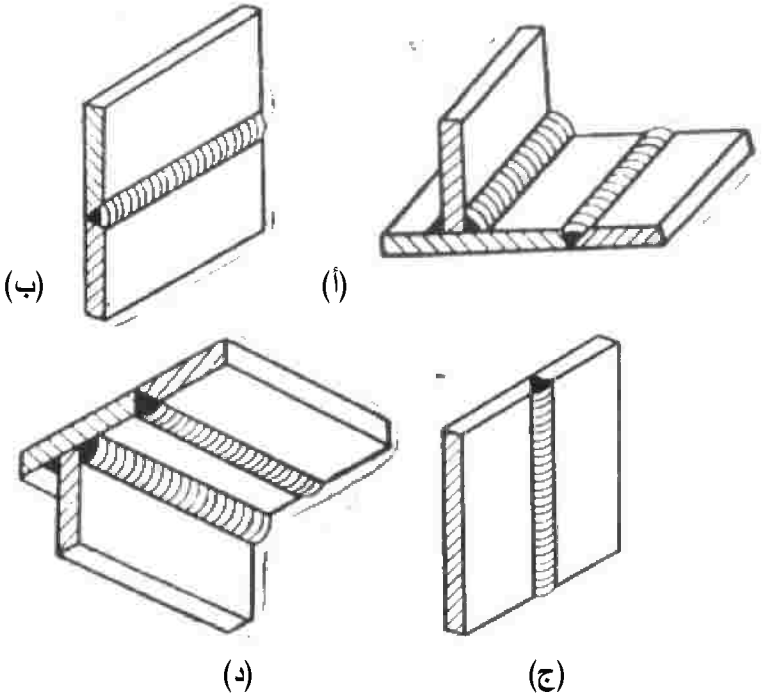
هي الوصلة التي تشغل وضعاً أفقياً على المستوى الرأسي شكل ٨ – ١١ (ب)

الوصلة الرأسية :

هي الوصلة التي تشغل وضعاً رأسياً على المستوى الرأسي شكل ٨ – ١١(ج).

الوصلة المسطحة العلوية :

هي الوصلة الواقعة بأعلى الرأس ، حيث يكون القاع الملحوم في هذه الحالة إلى أعلى ، أما حمام المعدن المنصهر فإنه يكون إلى أسفل شكل ٨ – ١١ (د).



شكل ٨ – ١١

موضع الوصلات في الأسطح الفراغية المختلفة

(أ) وصلات سفلى (مسطحة).

(ب) وصلة أفقية.

(ج) وصلة رأسية.

(د) وصلات علوية (سقفية).

لحام الوصلات المسطحة (السفلى):

يُعدّ لحام الوصلات المسطحة أسهل أنواع اللحام ، لأن المعدن المنصهر لا

ينساب بتاتاً من نقرة اللحام ، حيث تتساقط قطرات معدن الإلكترود المنصهر مباشرة في حوض اللحام (حمام المعدن المنصهر) ، ومن السهل أيضاً مراقبة لحام الوصلات المسطحة والتحكم فيها . لذلك فإنه يفضل لحام الوصلات المختلفة في وضع اللحام المسطح بقدر الإمكان ، لأنه من السهل في هذا الوضع الحصول على وصلات لحام عالية الجودة.

يشتمل اللحام المسطح على ثلاثة أنواع مختلفة وهم كالآتي :-

- الترسيب (التزويد) باللحام.
- لحام الوصلات التناكبية.
- لحام وصلات الزاوية (الدرزية).

الترسيب (التزويد) باللحام:

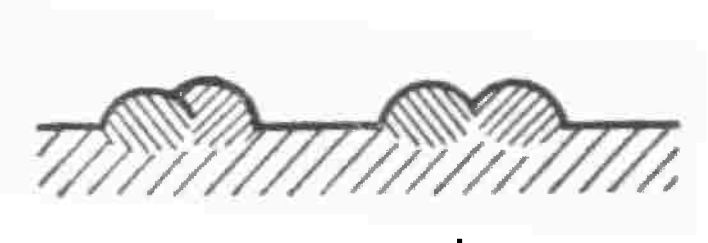
يتلخص الترسيب (التزويد) باللحام في صهر طبقة أو عدة طبقات من المعدن ، وذلك ليس بهدف وصل جزأين ما في جزء واحد ، بل بهدف زيادة سمك الوصلة .. وبالتالي الحصول على وصلة متينة.

يستخدم الترسيب عند تصليح الأجزاء المتآكلة للآليات والماكينات المختلفة ، وكذلك عند إصلاح العيوب الناشئة عن المعاملة الميكانيكية ، وكذلك للحصول على بروزات محلية بالمصنوعات وغير ذلك.

ويكون الترسيب عادة من طبقة واحدة أو من عدة طبقات ، حيث ينظف السطح المراد تزويده باللحام جيداً بفرشة من الصلب ، ثم يبدأ بترسيب (بتزويد) الدرزة الأولى عند طرف السطح ، وتزود درزات على هيئة وصلة خيطية أو على هيئة وصلة عريضة نوعاً ما. بعد ذلك تزود الدرزة الثانية التي يجب أن تنصهر في آن واحد مع المعدن الأساسي ومع معدن الدرزة الأولى كما هو موضح شكل ٨ – ١٢ a ، أما إذا وجد تجويف ما بين الدرزتين شكل ٨ – ١٢ b فإن التحام الدرزتين لن يكون متماسكاً ، ويجب قبل ترسيب كل درزة جديدة تنظيف الدرزة السابقة بفرشة من الصلب وأجنة حادة

أو بمطرقة صغيرة.

ويراعي عند لحام الدرزات المتعددة الطبقات أن تنظف كل طبقة من الخبث أو الرذاذ وما شابه ذلك ، وعند تزويد الطبقة الثانية توضع الدرزات بشكل عمودي على درزة الطبقة الأولى.



a b

شكل ٨ – ١٢

مقطع الدرزات المرسبة (المزودة) باللحام

a. درزات اللحام على هيئة وصلة خيطية أو عريضة.

B. التحام الدرزتين بعد تنظيف الدرزة السابقة بفرشة من الصلب أو بمطرقة صغيرة.

لحام الوصلات التناكبية بدون شطف أطرافها :

عند لحام المشغولات دون شطف أطرافها وهو ما يحدث عادة في حالة المشغولات المسطحة التي لا يزيد سمكها عن ٤ مم ، مع ترك فراغ بين الجزأين يتراوح ما بين ٢ ـ ٣ مم.

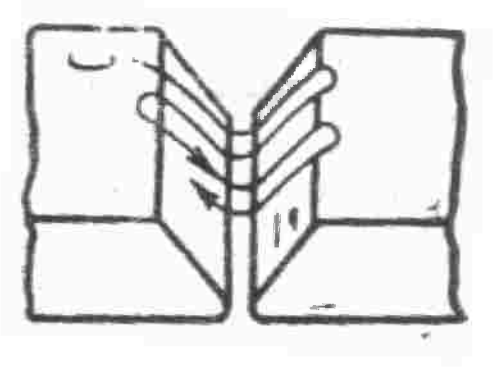
وينفذ اللحام بتزويد درزة لحام عريضة إلى حد ما بطول وصلة اللحام ، ويجب على فني اللحام أن يراعي انصهار طرفي الجزأين جيداً ، ويجب ألا يزيد ارتفاع الدرزة عن ٢ مم . وبعد صهر وصلة اللحام من الجهة الأولى تقلب الشريحة وتلحم من الجهة الثانية ، ثم يزال بقايا المعدن المنساب من الوصلة وتنظيف جيداً بفرشة من الصلب.

لحام الوصلات التناكبية مع شطف أطرافها من جهة واحدة:

ينفذ اللحام التناكبي مع شطف الأطراف من جهة واحدة عندما يكون سمك الوصلات المراد لحامها ما بين ٤ ـ ١٢ مم. ومن الضروري مراعاة صهر الأطراف (أ)

جيداً ، وفي هذه الحالة ينبغي إشعال القوس عند نقطة (ب) الواقعة على حافة الشطف ، ثم يحرك الإلكترود إلى أسفل لبدء صهر قاعدة الوصلة . يوضح شكل ٨ – ١٣ خط سير الإلكترود أثناء اللحام.

ويراعى إبطاء سرعة الإلكترود عند مروره على السطح المائل ، وذلك لزيادة الاختراق وبالتالي تحسين نوعية اللحام ، وعند الانتقال من أحد طرفي الوصلة إلى الطرف الآخر يراعى زيادة سرعة حركة الإلكترود لعدم إحتراق الجزء الأسفل.



شكل ٨ – ١٣

حركة الإلكترود عند اللحام

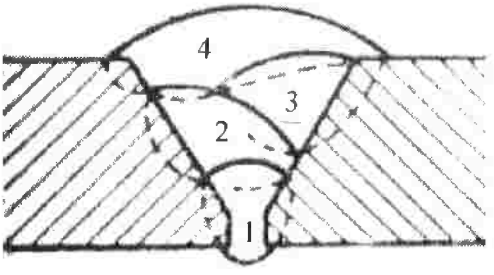
لحام الوصلات التناكبية مع شطف أطرافها من الجهتين :

ينفذ اللحام التناكبي مع شطف الأطراف من الجهتين عندما يكون سمك الوصلات المراد لحامها أكثر من ١٢ مم ، حيث يشطف كلا الطرفين المراد لحامهما من الجهتين ويملأ كل جانب من جانبي الوصلة بعدة طبقات ، ويعتمد عدد الطبقات على سمك الوصلات الجاري لحامها.

يراعى عند ملء الوصلات بطبقتين أو أكثر ، أن تزود الطبقة الأولى التي يبلغ إرتفاعها ما بين ٤ . ٥ مم بإلكترودات يتراوح قطرها بين ٣ . ٤ مم ، وبعد تنظيف الطبقة الأولى جيداً ، تزود الطبقة الثانية بإلكترود قطره ٤ . ٦ مم.

تملء الوصلات بعدة طبقات كما هو موضح بشكل ٨ – ١٤ ، ويجب العناية بتنظيف كل طبقة من الخبث قبل صهر الطبقة التالية ، كما يجب مراعاة صهر أطراف المشطوفة صهراً جيداً. وبعد ملء الوصلة كلها تحفر مجرى صغيرة في بالجهة الأخرى (في جذر الوصلة) وجرى لحامها بدرزة لحام رفيعة.

أما إذا كان من الصعب الوصول إلى الجهة الأخرى من قاعدة الوصلة للحامها ، فإنه يجب لحام الطبقة العلوية للوصلة بعناية فائقة.



شكل ٨ – ١٤

ترتيب وضع الطبقات عند اللحام التناكبي المتعدد الطبقات

يتم اللحام التناكبي للوصلات ذات الأطراف المعدة للحام من الجهتين ، مع مراعاة جميع القواعد والتعليمات المذكورة أعلاه والخاصة بالوصلات ذات الأطراف المعدة للحام من جهة واحدة.

عيوب اللحام المزدوج الجوانب :

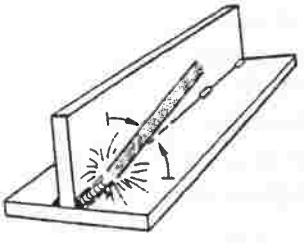
تتلخص عيوب اللحام المزدوج الجوانب (اللحام على السطحين العلوي والسفلي) في ضرورة عكس وضع الوصلات المراد لحامها على الجانب الآخر ، وذلك لإتمام لحامها في وضع اللحام المسطح المعتاد.

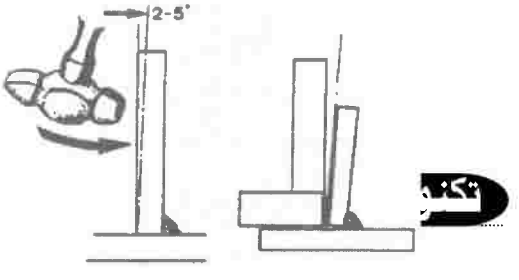
لحام وصلات الزاويا وحرف T:

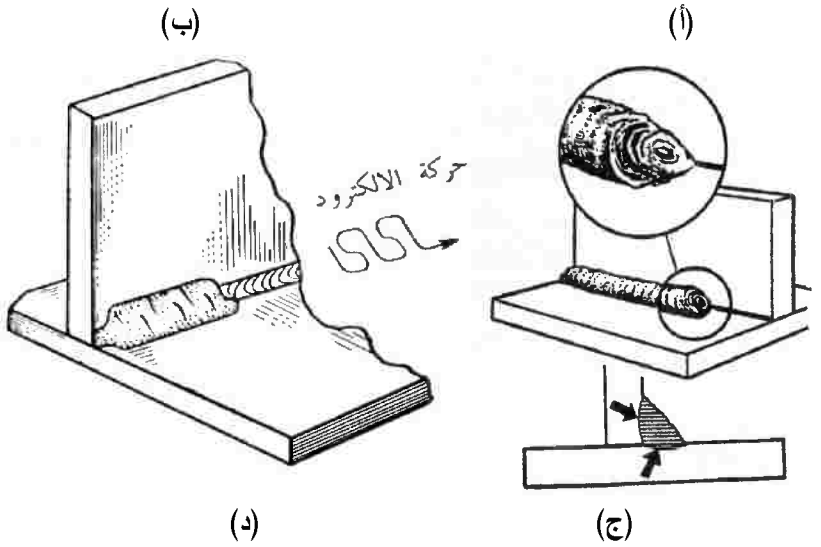
يتم اللحام الوصلات ذات الزوايا المختلفة أو الوصلات حرف T عادة في الوضع المسطح (الأسفل) للحام ، بحيث يشغل أحد مستوى الأجزاء الجاري لحامها وضعاً أفقياً

في حين يشغل المستوى الآخر وضعاً رأسياً ، ويثبت جزئي الوصلة معاً بلحام اللدغ ، والتأكد من وضع الجزء الرأسي عموديا على المستوى الأفقي كما هو موضح بشكل ٨ – ١٥ (أ) (كتاب م.محمد عبد الحميد)، ويبدأ اللحام من الجهة المقابلة التي تم بها لحام اللدغ ، ومن المحتمل في حالة اللحام الزاوي عدم اختراق (نفاذ) اللحام في أحد طرفي الوصلة ، أو عدم نفاذ اللحام حتى قمة الزاوية ، ومن خلال ميل الإلكترود بزاوية ٤٥ ^{0} تقريباً كما هو موضح بشكل ٨ – ١٥ (ب) (كتاب م.محمد عبد الحميد) ، بحيث يميل بزاويتين متساويتين على كلا السطحين. وتتغير هذه الزاوية حسب المستوى الذي يتوجه إليه القوس في كل لحظة ، مع تركيز الإلكترود بإتجاه مركز الوصلة (خط الإتصال) والمحافظة على طول القوس والحركة المنتظمة للإلكترود ، والتغلغل بطرفي الوصلة بالتساوي شكل ٨ – ١٥ (ج).

يمكن لحام الوصلات الزاوية بطبقتين أو بثلاث طبقات (حسب الأحمل التي ستسلط على هذه الوصلة) ، تنفذ الطبقة الأولى للوصلة على هيئة وصلة خيطية باستعمال إلكترود يتراوح قطره ما بين ٣ ـ ٤ مم (وذلك دون أية حركات تذبذبية للإلكترود) مما يؤدي إلى إنصهار زاوية الوصلة جيداً ، ثم توضع بأعلى الطبقة الأولى طبقة أخرى ، ويتم ذلك من خلال حركة الإلكترود بحركة تموجية أو تذبذبية هادئة بالطريقة الموضحة بشكل ٨ – ١٥ (د) . مع مراعاة العناية بتنظيف كل طبقة من الخبث قبل صهر الطبقة التالية.







شكل ٨ – ١٥

لحام وصلات الزوايا والوصلات حرف T

(أ) تثبت جزئي الوصلة معاً بلحام اللدغ والتأكد من وضع الجزء الرأسي عموديا على المستوى الأفقي.

(ب) بدء اللحام من الجهة المقابلة التي تم بها لحام اللدغ.

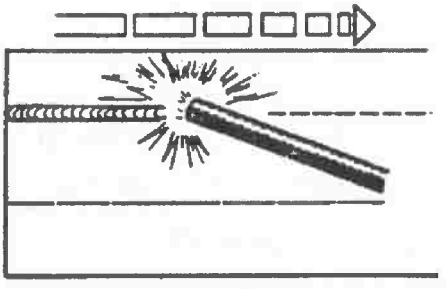
(ج) تركيز الإلكترود بإتجاه مركز الوصلة (خط الإتصال) ، والمحافظة على طول القوس والحركة المنتظمة للإلكترود ،والتغلغل بطرفي الوصلة بالتساوي.

(د) لحام الطبقة الثانية للوصلة بحركة تموجية أو تذبذبية.

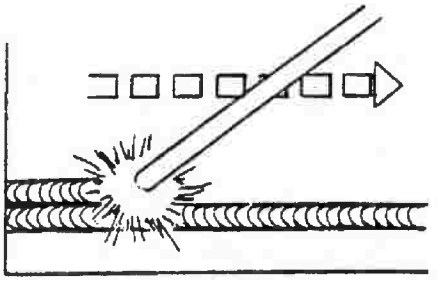
ترسيب شريط لحام إضافي :

في حالة ترسيب شريط لحام إضافي للوصلة الموضحة بشكل ٨ – ١٦ (أ) ، فإنه يجب أن يكون بأعلى الشريط السابق مباشرة كما هو موضح بشكل ٨ – ١٦ (ب) ،

ويراعى الإحتفاظ بوضع الإلكترود مائلاً قليلاً إلى أعلى (بزاوية أكثر من ٩٠ ^{0}) ، وبميل على خط اللحام بمقدار ١٠ ^{0} شكل ٨ – ١٦ (ج) . وأن تكون حركة الإلكترود بحركة منتظمة .. أى بدون حركة تموجية ، كما يجب ضبط سرعة اللحام وشدة التيار وطول القوس للتغلب على عيوب اللحام السابقة.



(ب) (أ)



(ج)

شكل ٨ – ١٦

ترسيب شريط لحام إضافي للوصلات

(أ) شريط لحام الوصل.

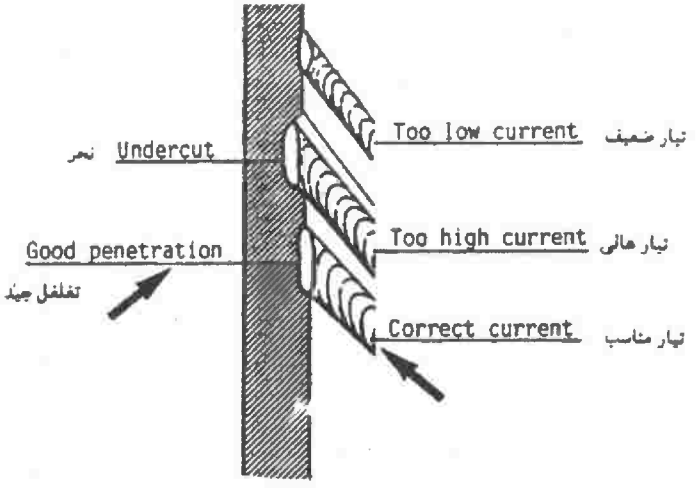
(ب) شريط اللحام الثاني(الشريط الإضافي) بأعلى شريط اللحام الأول.

(ج) الإحتفاظ بوضع الإلكترود مائلاً قليلاً إلى أعلى بزوية أكثر من ٩٠ ^{0} .

عيوب وصلات اللحام :

لتجنب حدوث النحر والعيوب عند لحام الوصلات المختلفة ، فإنه يجب التحكم في سرعة الإلكترود وطول القوس وشدة التيار . شكل ٨ – ١٧ يوضح تأثير زيادة وإنخفاض التيار وكذلك التيار المناسب للحام علما بأن :-

- إنخفاض شدة التيار تؤدي إلى عدم التغلغل الكافي.
- زيادة شدة التيار تؤدي إلى حدوث نحر Under Cut.
- شدة التيار الصحيحة تؤدي إلى تغلغل جيد ولحام مثالي.



شكل ٨ – ١٧

عيوب لحام الوصلات

لحام الوصلات التقابلية الأفقية المثبتة بوضع رأسي :

يتم لحام الوصلات الأفقية المثبتة بوضع رأسي ذات التخانات الرقيقة التي لا تتجاوز ٤ مم بدون شطف بإتباع الآتي :-

١. ترك مسافة (ثغرة) بين الجزأين المراد وصلهما بمقدار ٢ . ٣ مم.

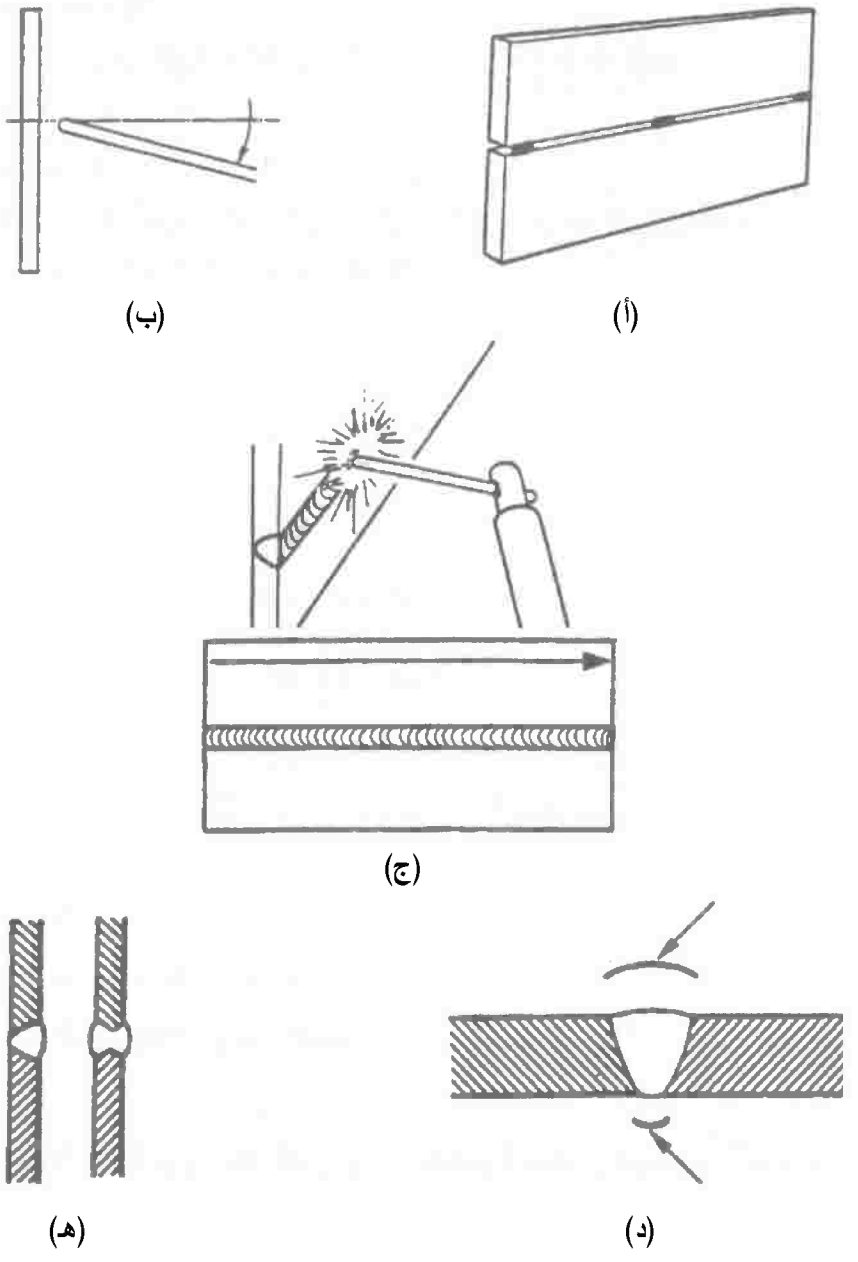
٢. يجرى لحام ثلاث نقط كما هو موضح بشكل ٨ – ١٨ (أ) ، وذلك لغرض تثبيتهما وضبط استقامتهما ، ويراعي توازي اللوحين بقدر المستطاع.

٣. بدء عملية اللحام ، بحيث يكون الإلكترود في وضع منخفض عن الوضع الأفقي بحوالي ١٠ ^{0}م تقريباً شكل ٨ – ١٨ (ب).

٤. حركة الإلكترود تكون بحركة منتظمة من جهة اليسار إلى جهة اليمين مع ثبات طول القوس وتتبع شريط اللحام ، بحيث يكون الإلكترود في مركز الثغرة ، ويجرى اللحام حتى نهاية الوصلة شكل ٨ – ١٨ (ج).

٥. حاول الحصول أثناء اللحام على شريط لحام ذو قمة محدبة وجذر ممتلئ بالمعدن المرسب شكل ٨ – ١٨ (د).

٦. في حالة عدم إمتلاء الجذر ، فإنه يجب لحام الوصلة من الجهة الخلفية شكل ٢٣١ – ١٦٥ – ٥ (هـ) للحصول على وصلة متينة.



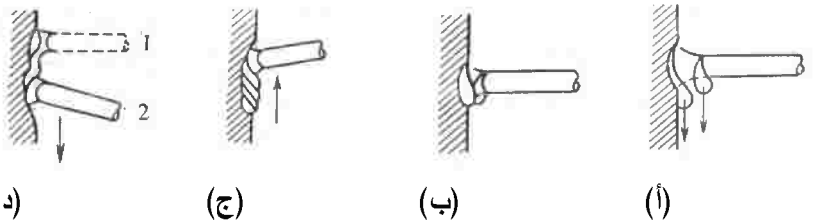
شكل ٨ – ١٨

لحام الوصلات الأفقية ذات التخانات الرقيقة المثبتة بوضع رأسي

لحام الوصلات الرأسية :

عند اللحام الرأسي تميل قطرات المعدن المنصهر إلى الانسياب من الإلكترود ومن نقرة اللحام إلى أسفل شكل ٨ – ١٩ (أ) ، لذلك يستخدم للحام الرأسي قوس صغير تكون المسافة بين قطرات المعدن المنصهرة على الإلكترود والمعدن المنصهر في نقرة اللحام صغيرة ، بحيث ينشأ بينهما تجاذب متبادل ، وتمتزج نتيجة لذلك قطرات الإلكترود مع المعدن الموجود في النقرة شكل ٨ – ١٩ (ب). وتزداد كمية المعدن المنصهر الموجود في نقرة اللحام نتيجة لانتقال قطرات المعدن من الإلكترود إليها ، وبذلك ينساب المعدن من المنصهر تحت تأثير قوة التثاقل.

وللحد من إنسياب المعدن ، فإنه يجب إبعاد الإلكترود بسرعة إلى أعلى أو إلى أحد الجانبين فيتجمد المعدن في النقرة ولا ينساب إلى أسفل ، وعند لحام الوصلات الرأسية يمكن أن توضع الوصلات إما من أسفل إلى أعلى شكل ٨ – ١٩ (ج) أو من أعلى إلى أسفل ٨ – ١٩ (د).



شكل ٨ – ١٩

وضع الإلكترود عند اللحام الرأسي

(أ) ميل قطرات المعدن المنصهر إلى الانسياب من الإلكترود إلى أسفل.

(ب) استخدام قوس صغير بحيث تكون المسافة بين قطرات المعدن المنصهرة على الإلكترود والمعدن المنصهر في نقرة لحام صغيرة.

(ج) إبعاد الإلكترود بسرعة إلى أعلى أو إلى أحد الجانبين ليتجمد المعدن في النقرة ولا ينساب إلى أسفل.

(د) يمكن وضع الوصلات من أسفل إلى أعلى ، أو من أعلى إلى أسفل.

لحام الوصلات الرأسية من أسفل إلى أعلى :

عند تنفيذ عمليات اللحام الرأسية من أسفل إلى أعلى ، يشعل القوس عند أكثر نقاط الوصلة إنخفاضاً ، ثم يحرك الإلكترود بالتدريج إلى أعلى ، ويراعى أن تكون حركة الإلكترود بسرعة إنسياب المعدن المنصهر منه . وإذا إستمر الإلكترود لمدة طويلة في نقطة معينة ، فإن المعدن المنصهر ينساب إلى أسفل . وعندما يتحرك الإلكترود إلى أعلى يبرد المعدن المنصهر ويتجمد مكوناً ما يشبه الرفوف التي ترتكز عليها القطرات التالية.

ولسهولة عملية اللحام فإنه يفضل استعمال طريقة لحام الوصلات الرأسية من أسفل إلى أعلى ، ويراعى في هذه الحالة ميل الإلكترود قليلاً في اتجاه حركته كما هو موضح بالشكل السابق ٨ – ١٩ (ج) . يؤدي هذا الميل إلى اختراق (نفاذ) اللحام في كل من المعدن الأساسي والمعدن السابق التزويد بصورة جيدة.

لحام الوصلات الرأسية من أعلى إلى أسفل :

عند تنفيذ عمليات اللحام الرأسية من أعلى إلى أسفل يشعل القوس في أقصى نقاط الوصلة ارتفاعاً ، بحيث يكون الإلكترود عمودياً على السطح الذي يجري تزويده باللحام كما هو موضح بالشكل السابق ٨ – ١٩ (د) بالوضع ١ ، وعندما تتكون قطرات المعدن يميل الإلكترود إلى أسفل كما هو موضح بالشكل السابق ٨ – ١٩ (د) بالوضع ٢ ، بحيث يصهر القوس كل من المعدن الأساسي والمعدن المرسب (المزود) باللحام ، ويجب أن يكون القوس قصيراً ، بحيث يمنع طرف الإلكترود المعدن السائل من الانسياب إلى أسفل ، وتنتقل قطرات المعدن من الإلكترود إلى الوصلة تحت تأثير قوة التجاذب بين قطرات المعدن الموجودة في الوصلة والموجودة على الإلكترود.

يراعى في كل من طريقتي اللحام الرأسي أن يحرك الإلكترود في اتجاه عرض الوصلة ، للحصول على درزات (حشرات) لحام موسعة بالإضافة إلى تحسين نفاذ اللحام.

ملاحظة :

عند اللحام الرأسي المتعدد الطبقات أن تكون الطبقة الأولى من أعلى إلى أسفل أما الطبقات التالية فتكون من أسفل إلى أعلى.

تذكر أن :

١. للحصول على شريط لحام جيد ، فإنه يجب التحكم في طول القوس وسرعة اللحام (سرعة حركة الإلكترود.

٢. زيادة سرعة الإلكترود يؤدي إلى عدم تغلغل مادة اللحام في الوصلة المراد لحامها ، وتكون شريط لحام غير منتظم الشكل.

٣. إنخفاض سرعة الإلكترود يؤدي إلى زيادة تغلغل مادة اللحام في الوصلة المراد لحامها ، وترسيب معدن أكثر .. وبالتالي زيادة بركة المنصهر وإنسياب المعدن على السطح بالتثاقل.

لحام الوصلات الركنية الداخلية في وضع رأسي :

يتم لحام الوصلات الركنية الداخلية في وضع رأسي بإتباع الخطوات التالية :-

١. تنظيف الوصلة جيداً وخاصة أسطح اللحام.

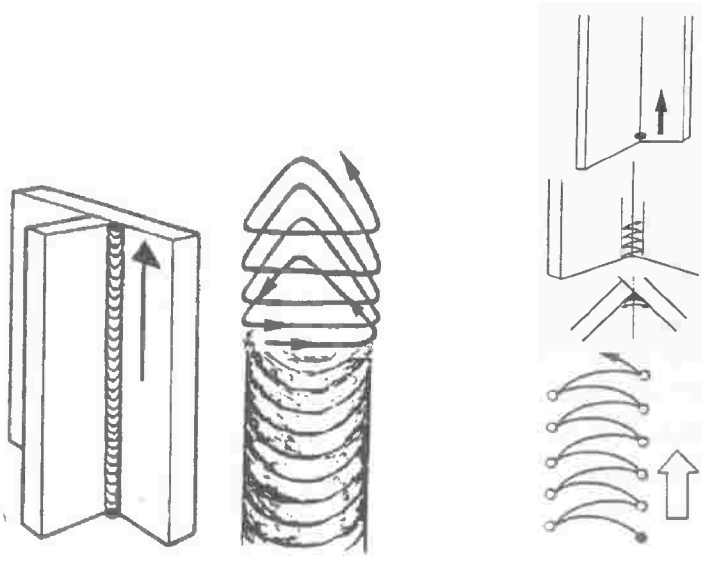
٢. تثبيت الجزأين المراد لحاميهما ، مع ترك مسافة (ثغرة) ما بين ٢ – ٣ مم.

٣. تثبيت جزأي الوصلة عن طريق ثلاث نقط لحام متباعدة.

٤. تنظيف نقط اللحام جيداً.

٥. بدء عملية اللحام من أسفل إلى أعلى ، بحيث يكون تركيز الإلكترود على خط الإتصال بين الوصلتين ، مع حركة الإلكترود حركة تموجية ، ويراعى أن يكون اللحام متساوي على طرفي الوصلة شكل ٨ – ٢٠ (أ) ، ويمكن حركة الإلكترود بحركة مثلثية كما هو موضح بشكل ٨ – ٢٠ (ب).

٦. أكمل لحام الشريط حتى قمة الوصلة.



(ب) (أ)

شكل ٨ – ٢٠

لحام الوصلات الركنية الداخلية في وضع رأسي

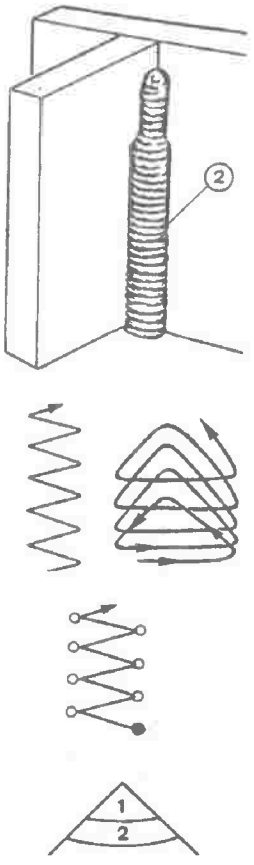
(أ) تركيز الإلكترود على خط الإتصال بين الوصلتين مع تحركه بحركة تموجية.

(ب) يمكن تحرك الإلكترود بحركة مثلثية.

ترسيب شريط لحام إضافي :

في حالة ترسيب شريط لحام إضافي ، فإنه يجب أن يكون بداية اللحام الجديد بأعلى الشريط السابق مباشرة.

ويراعى أن تكون حركة الإلكترود بحركة ترددية أو مثلثية منتظمة شكل ٨ – ٢١ ، كما يجب ضبط سرعة اللحام وشدة التيار وطول القوس للتغلب على عيوب اللحام السابقة.



شكل ٨ – ٢١

ترسيب شريط لحام إضافي للوصلات

لحام الوصلات الركنية الخارجية في وضع رأسي :

يتم لحام الوصلات الركنية الخارجية للمشغولات التي يتراوح سمكها (تخانتها) ما بين ٤ . ١٢ ، مم بنفس خطوات العمل السابقة في لحام الوصلات الركنية الداخلية .. أي بإتباع الخطوات التالية :-

١. تنظيف الوصلة جيداً وخاصة أسطح اللحام.

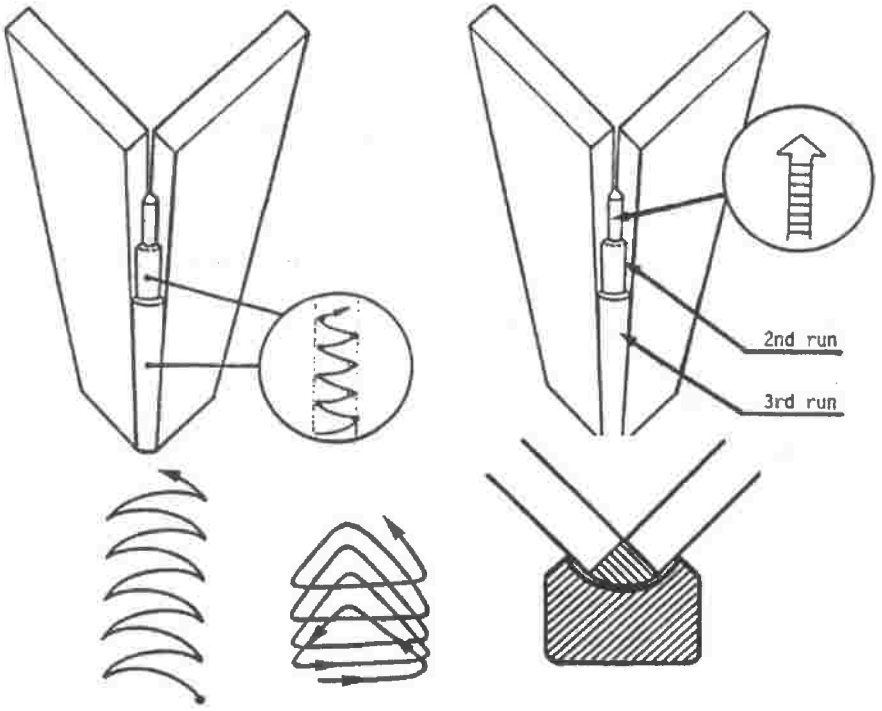
٢. تثبيت الجزأين المراد لحاميهما ، مع ترك مسافة (ثغرة) ما بين ٢ – ٤ مم.

٣. تثبيت جزأي الوصلة عن طريق ثلاث نقط لحام متباعدة.

٤. تنظيف نقط اللحام جيداً.

٥. بدء عملية اللحام من أسفل إلى أعلى ، بحيث يكون تركيز الإلكترود على خط الإتصال بين الوصلتين ، مع حركة الإلكترود حركة تموجية ، ويراعى أن يكون اللحام متساوي على الطرفي حتى قمة الوصلة.

٦. يمكن ترسيب شريط أو شريطين لحام إضافي .. حسب موقع الوصلة والأحمال الواقعة عليها ، بحيث يكون بداية اللحام الجديد بأعلى الشريط السابق مباشرة ، ويراعى أن تكون حركة الإلكترود بحركة ترددية أو مثلثية منتظمة كما هو موضح بشكل ٨ – ٢٢ ، كما يجب ضبط سرعة اللحام وشدة التيار وطول القوس للتغلب على عيوب اللحام السابقة.



شكل ٨ – ٢٢

ترسيب شريط أو شريطين لحام إضافي للوصلات الركنية الخارجية

لحام الوصلات على الأسطح العلوية(أسطح سقفية) :

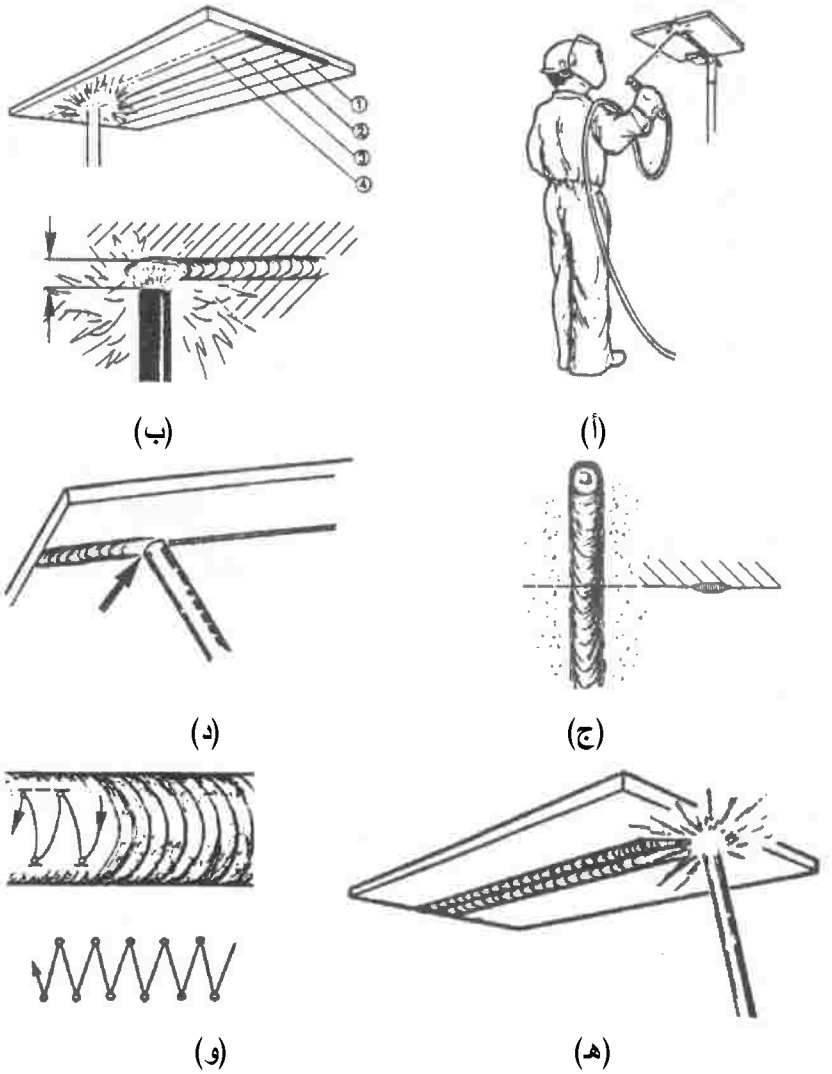
يعتبر لحام الوصلات الأسطح العلوية (الفوقية) الموضحة بشكل ٨ – ٢٣ من أكثر أنواع اللحام صعوبة ، حيث تكون نقرة اللحام بوضع معكوس .. أي تكون قاعها إلى أعلى وفوهتها إلى أسفل ، مما يؤدي إلى ميل المعدن المنصهر إلى الانسياب من النقرة إلى أسفل.

يمكن لحام مثل هذه الوصلات بإتباع الخطوات التالية :-

١. تنظيف الوصلة جيداً وخاصة أسطح اللحام.
٢. تجهيز الجزأين المراد لحاميهما من خلال ترك مسافة (ثغرة) مناسبة بينهما.
٣. يستخدم كابل وزنه خفيف لتخفيض الحمل على الذراع.
٤. يثبت كابل اللحام الأرضي بالوصلات المراد لحامها.
٥.علق كابل اللحام على الكتف.
٦. إختيار نوع وقطر الإلكترود المناسب ، وكذلك التيار.
٧. تثبيت جزأي الوصلة عن طريق ثلاث نقط لحام متباعدة ، ثم تنظيفها جيداً.
٨. البدء في اللحام بالإمرارة الأولى مع الإحتفاظ بالإلكترود بوضع مائلاً قليلاً على طول الوصلة
٩. المحافظة على أقصر قوس لحام ممكن ، مما يسهل إنتقال القطرات من الإلكترود إلى النقرة.
١٠. تحكم في تغلغل اللحام داخل الوصلتين.
١١. تحكم في الخبث بحيث لا يتساقط أو يغمر بركة اللحام ، يتم ذلك من خلال التحكم في زاوية ميل الإلكترود بإتجاه خط اللحام.
١٢. أكمل اللحام حتى نهاية الوصلة ، ثم نظف شريط اللحام من الخبث.
١٣. ترسيب شريط لحام إضافي ، بحيث يكون بداية اللحام الجديد بأعلى الشريط السابق مباشرة.
١٤. ترسيب شريط لحام إضافي آخر ، بحيث يكون متجاور ومتلاصق مع الشريط

السابق شكل.

١٥. يراعى أن تكون حركة الإلكترود بحركة ترددية أو مثلثية منتظمة ، كما يجب ضبط سرعة اللحام وشدة التيار وطول القوس للتغلب على عيوب اللحام السابقة.



شكل ٨ – ٢٣

لحام الوصلات على الأسطح العلوية(الأسطح السقفية)

لحام الوصلات المشطوفة بالأسطح العلوية (الفوقية):

يمكن لحام وصلات الأسطح العلوية (الفوقية) المشطوفة على شكل حرف V (معكوسة) شكل ٨ – ٢٤ بإتباع الخطوات السابقة .. وهي كالآتي :-

١. تنظيف الوصلة جيداً وخاصة أسطح اللحام.

٢. تجهيز الجزأين المراد لحاميهما من خلال ترك مسافة (ثغرة) بينهما ما بين ٢ – ٣.٥ مم.

٣. يستخدم كابل وزنه خفيف لتخفيض الحمل على الذراع.

٤. يثبت كابل اللحام الأرضي بالوصلات المراد لحامها ، كما يعلق كابل اللحام على الكتف.

٥. إختيار نوع وقطر الإلكترود المناسب ، وكذلك التيار.

٦. تثبيت جزأي الوصلة عن طريق ثلاث نقط لحام متباعدة ، ثم تنظيفها جيداً.

٧. البدء في اللحام بالإمرارة الأولى مع الإحتفاظ بالإلكترود بوضع مائلاً قليلاً على طول الوصلة.

٨. المحافظة على أقصر قوس لحام ممكن ، مما يسهل إنتقال القطرات من الإلكترود إلى النقرة.

٩. يجب تركيز الإلكترود على الثغرة أثناء عملية اللحام ، وتحكم في بركة اللحام المتكونة ، للحصول على تغلغل مناسب داخل الوصلتين.

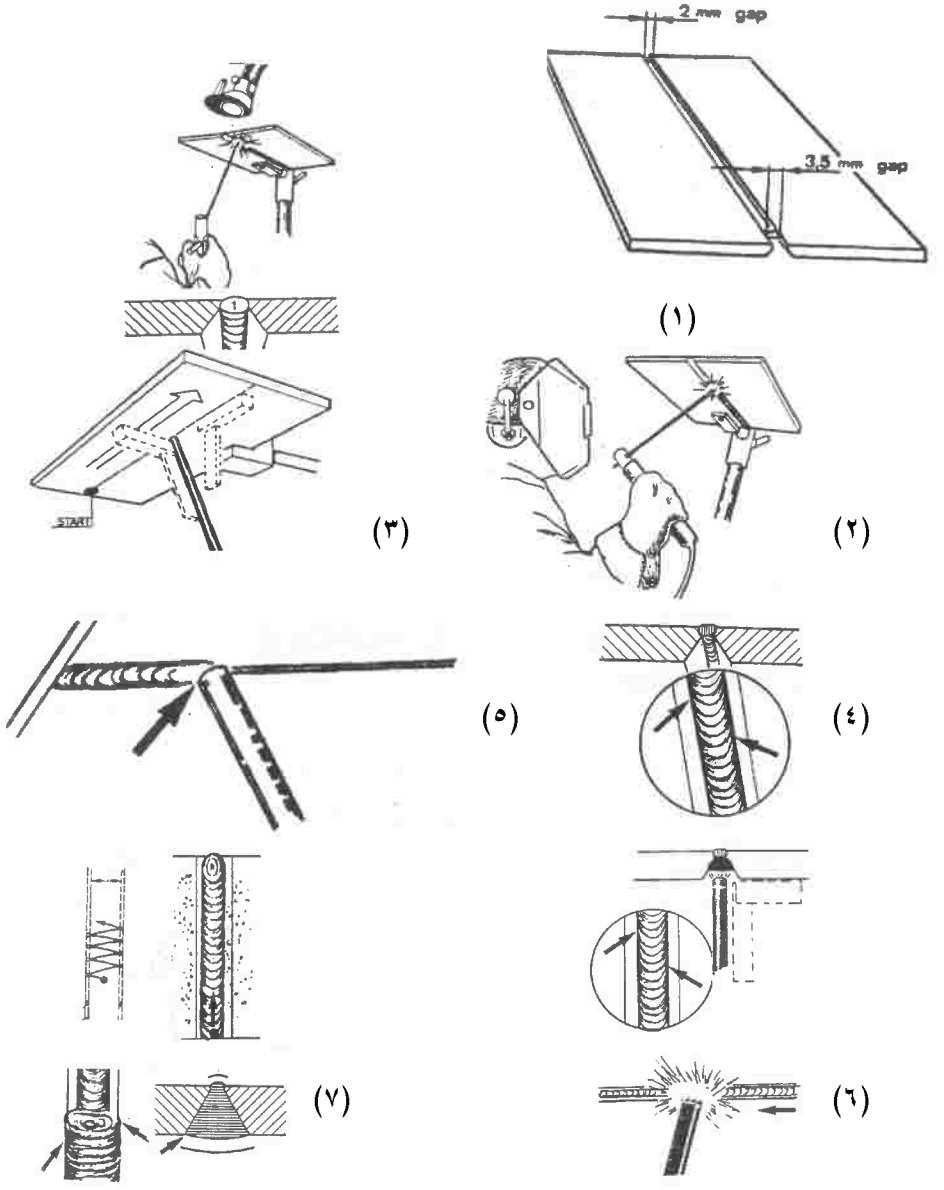
١٠. تحكم في الخبث بحيث لا يتساقط أو يغمر بركة اللحام ، يتم ذلك من خلال التحكم في زاوية ميل الإلكترود بإتجاه خط اللحام ، مع تجنب سقوط الخبث أو تدفقه أمام الإلكترود.

١١. أكمل اللحام حتى نهاية الوصلة ، ثم نظف شريط اللحام من الخبث.

١٢. ترسيب شريط لحام إضافي باستخدام إلكترود ذات قطر أكبر، بحيث يكون بداية اللحام الجديد بأعلى الشريط السابق مباشرة.

١٣. ترسيب شريط لحام إضافي آخر بأعلى الشريط السابق مباشرة.

١٤. يراعى أن تكون حركة الإلكترود بحركة ترددية أو مثلثية منتظمة ، كما يجب ضبط سرعة اللحام وشدة التيار وطول القوس للتغلب على عيوب اللحام السابقة.



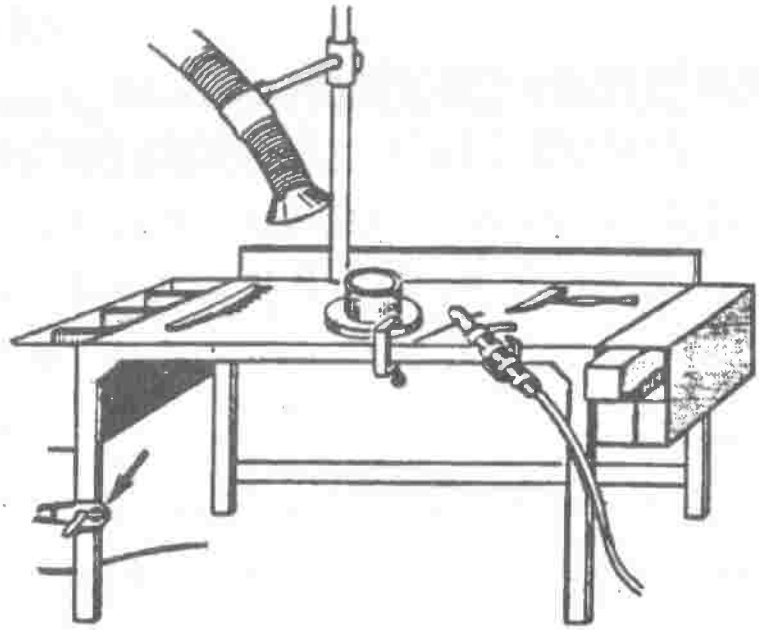
شكل ٨ – ٢٤

لحام وصلات الأسطح العلوية المشطوفة على شكل حرف V (معكوسة)

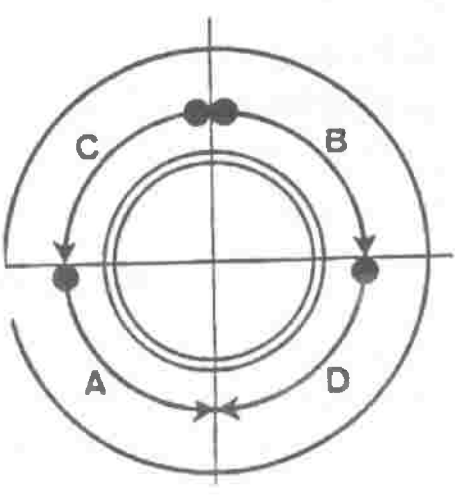
لحام المسارات الدئرية :

تقتضي بعض الظروف إلى لحام مواسير وأعمدة مستديرة في قواعد مستوية ، ومن ثم فإنه يجب إتباع الخطوات الموضحة بشكل ٨ – ٢٥ (أ ، ب ، ج) التالية :-

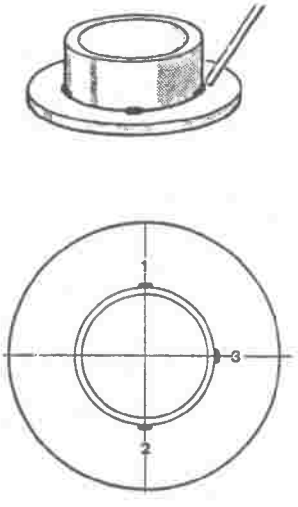
١. تنظيف الوصلة جيداً وخاصة أسطح اللحام.
٢. يجب شطف أحد جانبي العمود الأسطواني
٣. تثبيت الجزأين المراد لحاميهما ، بحيث يكون العمود الأسطواني بوضع قائم .. أي بزاوية ٩٠ ^{o} على القاعدة ، ويمكن استخدام زرجينة لقمط الجزأين جيداً.
٤. إختيار نوع وقطر الإلكترود المناسب ، وكذلك التيار.
٥. تثبيت جزأي الوصلة عن طريق ثلاثة أو أربعة نقط لحام متباعدة ، ثم تنظيفها جيداً.
٦. يتم تنفيذ لحام الوصلة على أربعة مراحل أو أربعة قطاعات (A – B – C - D).
٧. البدء في اللحام بالقطاع A مع الإحتفاظ بالإلكترود بوضع مائلاً قليلاً على طول الوصلة.
٨. تعديل وضع المشغولة بوضع مناسب لفني اللحام ، ثم لحام القطاع B .
٩. تعديل وضع المشغولة بوضع مناسب ، ثم لحام القطاع C .
١٠. تعديل وضع المشغولة بوضع مناسب ، ثم. أكمل لحام القطاع D حتى نهاية الوصلة.
١١. يراعى تنظيف شريط اللحام من الخبث في كل قطاع بعد عملية اللحام مباشرة.
١٤.التأكد من نقط الإتصال بين القطاعات الأربعة وإنها مملوءة تماماً بالمعدن المنصهر ، وأن شريط اللحام خالي من العيوب.



(١)



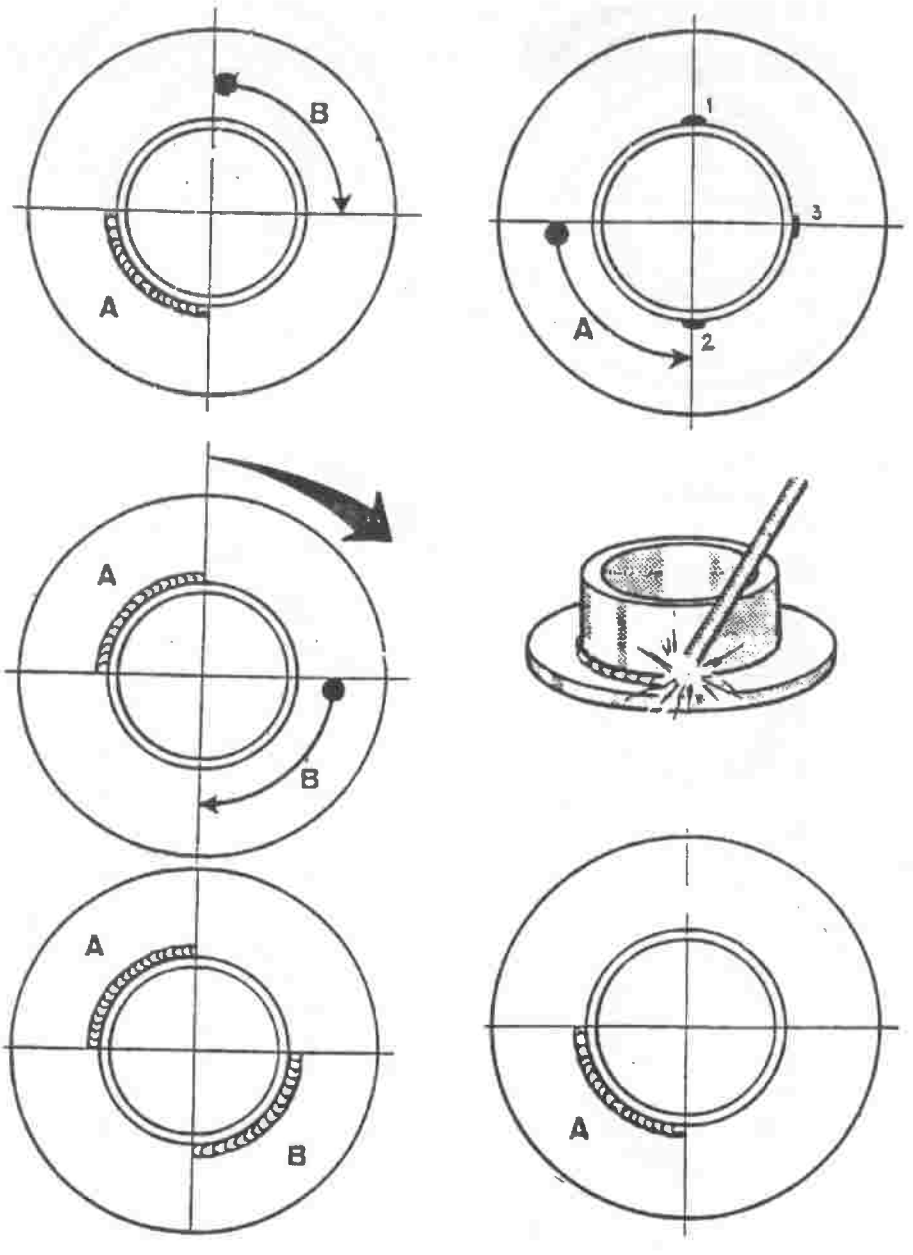
(٣)



(٢)

شكل ٨ – ٢٥ (أ)

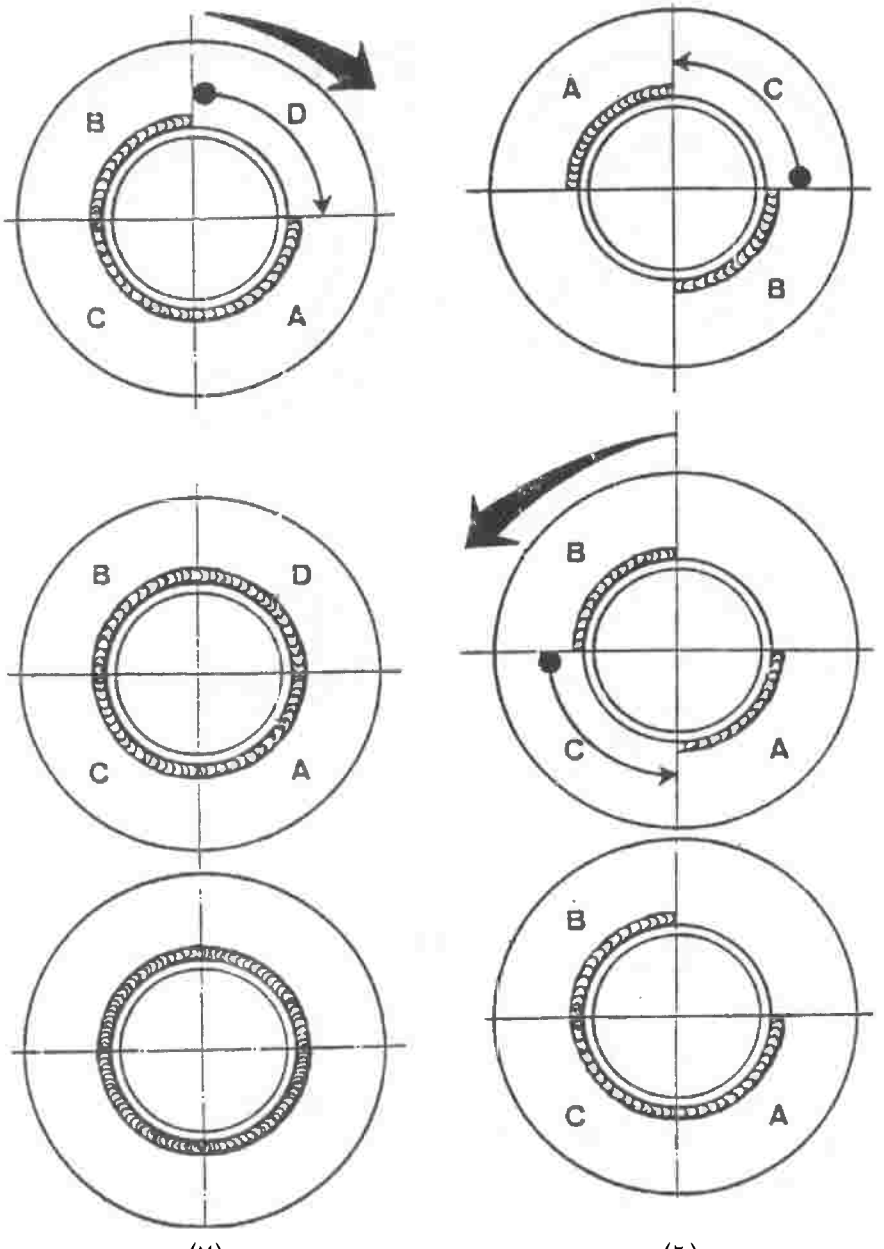
لحام ماسورة دائرية في قاعدة مستوية



(٥) (٤)

شكل ٨ – ٢٥ (ب)

لحام ماسورة دائرية في قاعدة مستوية



شكل ٨ – ٢٥ (ج)

لحام ماسورة دائرية في قاعدة مستوية

لحام المعادن اللاحديدية

عند لحام المعادن الخفيفة بالغاز أو بالالكترود القضيبي يجب توفر مساعدات اللحام الخاصة ، بحيث تفصل الطبقة الأكسيدية السطحية وتمنع تكوينها ثانية ، كما يجب إزالة بقايا مساعد اللحام من موضع اللحام فور انتهاء عملية اللحام لمنع التآكل الكيمائي ، علماً بوجود مساعدات لحام خاصة لا تساعد على التآكل الكيمائي ، حيث تستخدم كمادة إضافية أسياخ أو أسلاك أو الكترودات قضيبية تركيبها الكيمائي مشابه للمشغولات المراد لحامها ، وقد تنشأ 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 ماكينات لحام خاصة.

والنحاس وسبائكه قابلة أيضا للحام ، إلا أنهم يحتاجون إلي استخدام مواد إضافية ومساعدات لحام مناسبة للمعدن الأساسي ، وللحام المعادن اللاحديدية والمعادن الخفيفة خاصة ، يستخدم بالدرجة الأولى أسلوب اللحام بالتنجستين أو بالمعدن في غاز واق.

قطع المعادن بالقوس الكهربائي

بالإلكترود كربوني ـ جرافيتي ـ معدني

بنية نظرية القطع بالقوسي على أساس صهر المعدن في مكان القطع تحت تأثير الحرارة المتولدة من القوس الكهربائي ، حيث تكون حافة القطع عند ذلك غير متساوية الحدود التي تنصهر في أثناء عملية القطع . يتم القطع القوسي بواسطة إلكترود كربوني أو جرافيتي أو معدني.

يستخدم عند القطع بالقوس الكهربائي نفس أنواع الإلكترودات التي تستعمل للحام ، كما يستخدم نفس مصادر التيار الكهربائي .. (محولات اللحام ومولدات التيار المستمر).

قطع المعادن بالقوس الكهربائي بإلكترود كربوني :

يعتبر القطع بالقوس أقل جودة وإنتاجية من القطع الغازي ، وهو يستعمل في تلك الحالات التي لا يتطلب فيها قطع نظيف للحواف ، أو عندما لا تكون هناك إمكانية لاستعمال القطع الغازي.

وفي بعض الحالات تستعمل هذه الطريقة لقطع الزهر والصلب الخاص (السبائكي) والمعادن غير الحديدية ، وكذلك عند معالجة التصاميم المعدنية القديمة ، وفي أثناء فصل مخلفات الإنتاج المعدنية.

عيوب القطع بالقوس الكربوني :

ينتج عن القطع بالقوس الكربوني العيوب التالية :-

١. حافة القطع غير منتظمة ومتقطعة ، وهذا يحدث نتيجة لانتقال القوس من حافة إلى أخرى.

٢. عرض القطع كبيراً حيث يصل إلى ٢٥ مم.

٣. الإنتاجية منخفضة عندما يكون سمك المعدن المراد قطعة كبيراً.

٤. استعمال تيار كهربائي شديد مما يتطلب معدات ضخمة ذات قدرة عالية.

٥. حدوث كربنة شديدة لحواف القطع مما يصعب المعالجة الميكانيكية ، وليس لهذا العيب أهمية عملية عند قطع المعدن إلى خردة

قطع المعادن بالقوس الكهربائي بإلكترود جرافيتي:

الإلكترود الجرافيتي يسمح بكثافة عالية للتيار ، ويحتفظ لمدة أطول بطرفه الحاد ويعطي قطعاً أنظف من الإلكترود الكربوني . ويتم القطع بتيار مستمر مع القطبية المباشرة (القطب السالب على الإلكترود).

يفضل القيام بالقطع القوسي في الوضع الأفقي للمشغولة المراد قطعها ، أو في الوضع الرأسي من أسفل لأعلى ، لسهولة إزالة المعدن المنصهر من مكان القطع.

جدول ٨ – ٥ يوضح الإنتاجية التقريبية عند قطع الصلب بالقوس بواسطة إلكترود جرافيتي.

جدول ٨ – ٥
الإنتاجية التقريبية عند قطع الصلب
بالقوس بواسطة إلكترود جرافيتي

سمك الصلب بالمليمتر	قطر الإلكترود الجرافيتي .. مم	التيار .. أمبير	إنتاجية القطع م/ ساعة
٦	١٠	٤٠٠	٢١,٠٠
١٠	١٠	٤٠٠	١٨,٠٠
١٦	١٠	٤٠٠	١٠,٥٠
٢٥	١٥	٦٠٠	٤,٨٠
٥٠	١٥	٦٠٠	٢,٧٠
٧٥	١٥	٦٠٠	١,٨٠
١٠٠	١٥	٦٠٠	١,٠٠
٢٠٠	٢٠	٨٠٠	٠,٤٥
٣٠٠	٢٠	٨٠٠	٠,٢٤

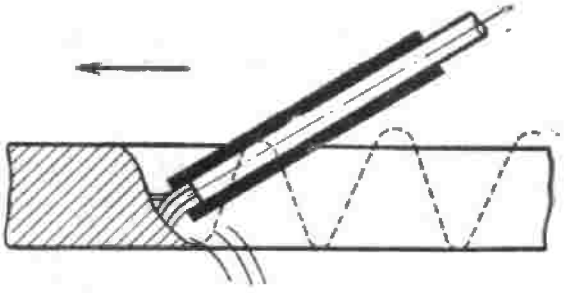
قطع المعادن بالقوس الكهربائي بإلكترود معدني :

عند القطع بالقوس الكهربائي باستخدام إلكترود معدني ، فإنع يجب استعمال إلكترودات مغطاة ، ويمكن أن يصنع قضيب صلب للإلكترود من أي سلك قليل الكربون ، حتى ولو كان من النوع الذي لا يصلح للحام .علماً بأن إتساخ معدن السلك لا يشكل أهمية.

غطاء الإلكترود يبطئ من انصهاره ، ويقوي من استقرار اشتعال القوس ، ويعزل

القضيب المعدني للإلكترود عن المعدن المراد قطعه عند إدخال الإلكترود في منطقة القطع.

يوضح شكل ٨ – ٢٦ رسم تخطيطي لعملية القطع بواسطة إلكترود معدني مغطى ، وتظهر حركة طرف الإلكترود بالخطوط المتقطعة ، أما خروج (انسياب) المعدن المنصهر فيوضح بواسطة الأسهم



شكل ٨ – ٢٦

القطع بواسطة إلكترود معدني

مميزات قطع المعادن بالقوس الكهربائي بإلكترود معدني :

يتمتع القطع القوس بالإلكترود المعدني بعدة مميزات بالمقارنة مع القطع القوسي بالإلكترود الكربوني وأهمها الآتي :-

١. عرض صغير للقطع وهو يساوي بالتقريب قطر الإلكترود المغطى.

٢. سطح القطع أكثر استواء.

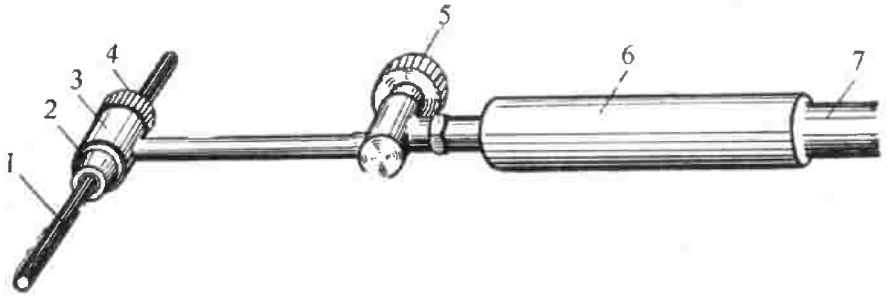
٣. إمكانية العمل بالتيار المتردد.

القطع القوسي بإلكترود كربوني أو جرافيتي وتيار هوائي :

عند القطع بالقوسي باستخدام إلكترود كربوني أو جرافيتي وتيار هوائي ، يعمل الهواء المندفع على طرد المعدن وإمتداده على خط القطع ، حيث يندفع الهواء باستمرار بضغط لا يقل عن ٤ ضغط جوي في ماسك الإلكترود إلى منطقة القطع ، تؤدي هذه

الطريقة إلى إنتاجية قطع أكبر من إنتاجية القطع بالإلكترود المعدني بدون تيار هوائي . الجزء المعدني المنصهر بمنطقة القطع يتناسب شدة التيار في القوس.

يوضح شكل ٨ – ٢٧ ماسك الإلكترود لعملية القطع القوسي الهوائي ، حيث يدفع الهواء خلال الفتحة الحلقية الموجودة حول الإلكترود الكربوني.



شكل ٨ – ٢٧

ماسك إلكترود كربوني للقطع القوسي الهوائي

١. إلكترود كربوني أو جرافيتي.
٢. طرف مدبب.
٣. قمة الماسك.
٤. حدافة لضغط القضيب مع الإلكترود.
٥. محبس للتحكم في دفع الهواء.
٦. ممسك.
٧. **أنبوب بكابل لدفع الهواء وتغذية القوس بالتيار.**

القطع القوسي بإلكترود معدني مع تيار هوائي :

يمكن استعمال طريقة للقطع القوسي باستخدام إلكترود معدني مع بتيار هوائي ، حيث يوضع حول ماسك الإلكترود فوهة (منفث) حلقية يمر خلالها الهواء المضغوط . تعتبر هذه الطريقة ملائمة عند إعمال التركيبات ، عندما يضطر فني اللحام إلى (فصل) وحدة مجمعة لإجراء عملية اللحام ، أو عند إزالة العيوب في الوصلة.

القطع القوسي بإلكترود كربوني مع تيار أكسوجين :

صممت طريقة للقطع القوسي باستخدام إلكترود كربوني مع بتيار أكسوجين . في هذه الطريقة يندفع الأكسوجين في إتجاه المعدن المنصهر وعلى مسافة معينة من القوس ، ليعمل على أكسدة المعدن بفاعلية ، ومن ثم ينفصل المعدن المنصهر والمتأكسد من منطقة القطع . تستعمل في هذه الطريقة مولدات التيار المستمر للحام الكهربائي كمصدر لتغذية القوس.

يستعمل القطع القوسي الهوائي والقوسي الأكسيجيني بنجاح في عمليات إزالة العيوب السطحية الموجودة في وصلات اللحام ، وكذلك عند تجهيز الحواف على شكل حرف V لعمليات اللحام وعند صهر التشققات وغير ذلك.