المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تخصص ميكانيكا إنتاج

تقنية لحام

227 ميك

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " **تقنية اللحام (نظري)** " لمتدربي تخصص " **إنتاج** " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام علي رسول الله الأمين صلي الله عليه وعلي آله وصحبه أجمعين وبعد :

أصبحت الصناعة بأفرعها المختلفة تتغلغل اليوم فى أعمق أغوار حياتنا اليومية ، وتستهدف هذه الصناعات استغلال المصادر الطبيعية للمواد المتباينة لإنجاز منتجات يستفيد منها البشر في النواحي المختلفة من الحياة المتحضرة ولا يستطيع إنسان اليوم أن يتصور أمكانية الاستغناء عما تنتجه الصناعات المختلفة من لوازم الحياة اليومية . من أهم هذه الصناعات، الصناعات المعدنية التي تحتل المكانة الأولى من الأهمية لما تقوم به من تغطية احتياجاتنا المختلفة من وسائل النقل والمواصلات والأجهزة طويلة العمر والآلات والمعدات المتنوعة. تلعب دراسة التقنيات المختلفة في طرق ووسائل تصنيع وتغيير خواص مواد هذه الصناعات إلى جانب المكينات والمعدات والآلات المستخدمة لأجل تحقيق ذلك شرطا أساسيا لإقامة نهضة صناعية تسد احتياجات النواحي المختلفة .

سيتم في هذه الحقيبة البدء بدراسة أساسيات اللحام ثم تناول طرق اللحام المختلفة مثل: لحام القوس الكهربائي بأنواعه الثلاث ثم دراسة لحام الأوكسي استيلين ثم لحام المقاومة الكهربائية ،لحام المونة والسمكرة و وأخيرا طرق اللحام المتطورة. يتم أيضا التعرض لقابلية المواد للحام وعيوب اللحام وطرق الفحص الإتلافي وغير الإتلافي. يضمن تناول هذه المواضيع توفر الأسس والمبادئ العلمية والتقنية التي يجب علي المتدرب أن يلم بها إلماما تاما حتى يخطو في الميدان الصناعي بخطي واثقة في مجال تخصصه دافعا بعجلة التقدم الحضاري والصناعي ، وصلي الله علي نبينا محمد صلي الله عليه وسلم

تقنية اللحام (نظري)

أساسيات اللحام

الجدارة:

عند إكمال هذه الوحدة فإن المتدرب يستطيع تحديد نوعية الوصلة المناسبة واختيار حركات المشعل وتطبيق ضوابط السلامة المناسبة لعملية اللحام المعينة.

الأهداف:

بإكمال الوحدة الأولي يكون المتدرب قادرا علي:

- أن يعرف اللحام ويحددإستخداماته وأهميته
- أن يحدد أنواع اللحام
- أن يحدد أنواع الوصلات وأوضاع وحركات اللحام
- أن يتبع ضوابط السلامة لمعرفته بأهميتها

الوقت المتوقع للتدريب:

4 ساعات للتدريبات النظرية

8 ساعات للتدريبات العملية

الوسائل المساعدة:

أتبع التعليمات المذكورة في كل تدريب نظري وعملي.

متطلبات الجدارة:

يجب التدرب علي جميع المهارات لأول مرة إستادا علي المهارات المكتسبة من مقرر ورشة تأسيسية (112 ميك).

(1) أساسيات اللحام Welding fundamentals

1.1) تعريف Definition

اللحام هو عملية للحصول علي رابطة غير قابلة للفك بين جزئن معدنين باستخدام الحرارة، أو الضغط أو كلاهما معا، وذلك في وجود مادة حشو أو بدونها.

2.1) أنواع اللحام Welding types

تبعا للتعريف السابق توجد ثلاثة أنواع رئيسية للحام المعادن وهي:

1) اللحام الحراري Fusion welding(الغازي، الكهربائي، المونة والسمكرة، والثرميت)
2) اللحام الضغطي Pressure welding(اللحام بالدرفلة، بالتفجير).
3) اللحام بالضغط والحرارة (الومضى، الإحتكاكى، الحدادى)

لا يتم استخدام اللحام الضغطي واللحام الحراري الضغطي إلا في نطاق ضيق وذلك في تصنيع بعض المنتجات، بينما ينتشر استخدام اللحام الحراري في مجالات التصنيع والتجميع والصيانة. لهذا السبب سيتم تناول اللحام الحراري بالشرح من خلال الأنواع: القوسى، الغازي، المقاومة الكهربائية، الثرميت، المونة والسمكرة وأخيرا الطرق المتطورة مثل : اللحام بالشعاع الالكتروني ، بالليزر وبالبلازما.

3.1) استخدامات اللحام Applications of welding

يستخدم اللحام في كثير من الأعمال مثل:

1) عمليات تصنيعية (تصنيع الأنابيب بلحام طولي أو حلزوني، الكرونة ببعض السيارات)
2) عمليات التجميع (ربط الأجزاء المختلفة باللحام)
3) عمليات الصيانة الإصلاحية (لحام الأجزاء المكسورة أو المتشققة، تكسية الأجزاء المتآكلة)
4) عمليات القطع (قطع الصاج، قطع الأنابيب ، إزالة المصبات والمغذيات في المسبوكات)
5) عمليات التسخين (في عمليات التجميع)
6) عمليات المعالجة الحرارية (تسخين الجزء وتبريده فجائيا)

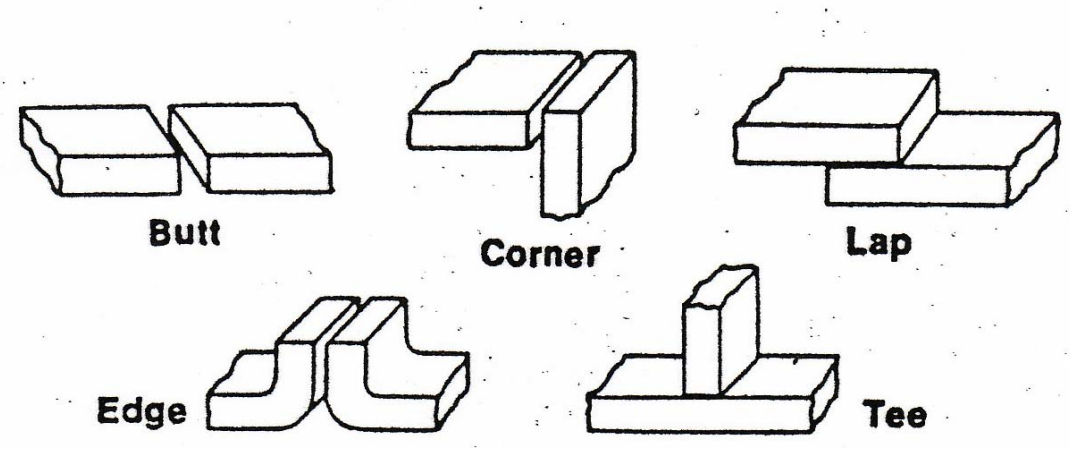
4.1) وصلات اللحام Weld joints

يقصد بوصلة اللحام الوضع الذي يتواجد عليه الجزئين ،المراد لحامهما ، بالنسبة لبعضهما البعض .توجد خمسة أنواع رئيسية للوصلات تتيح الحصول علي كل الأشكال الهندسية المطلوبة وهي:

التناكبية Butt، التراكبية Lap، الركنية Corner

الطرفية Edge وصلة حرف (T) T- joint .

الشكل (1.1) يوضح أنواع الوصلات. تبعا للشكل المطلوب إنتاجه.



الشكل (1.1): أنواع وصلات اللحام.

5.1) تجهيز الوصلات Edge preparation :

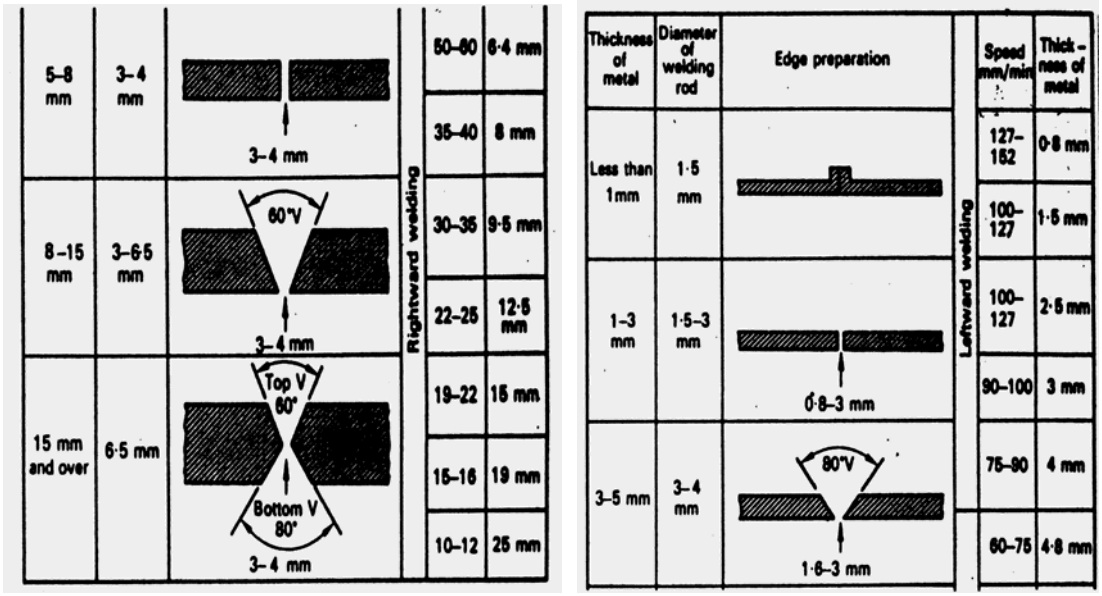
يهدف اختيار الوصلة المناسبة إلي ضمان توفر التماسك الكافي بين الجزئين المعدنيين المراد لحامهما.

يعتمد تحديد الوصلة (شكل مقطع الدرزة) علي:

- سمك المعدن الاساسى - طريقة اللحام المستخدمة
- وضع اللحام

يتم شطف حواف الوصلة غالبا بطرق تشغيل مختلفة تبعا للمعدن الملحوم.

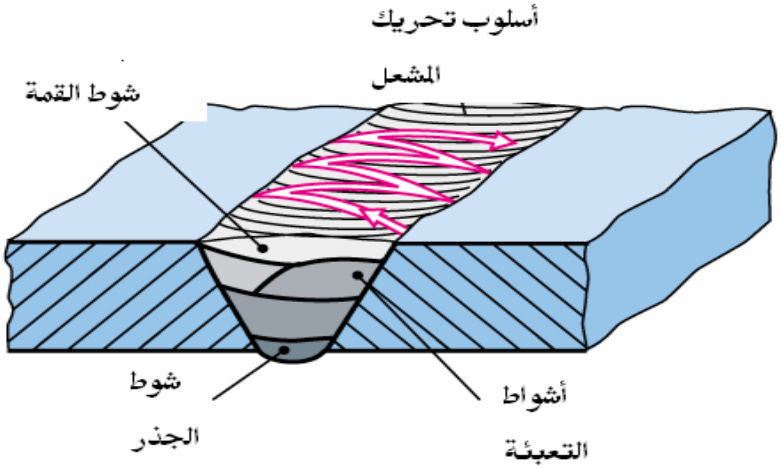
وتستخدم أشكال عديدة. للوصلات تبعا لسمك المعدن الاساسى فمثلا حرف V للسمك بين 4 – 15 مم وحرف X للسمك > 15 مم. .الشكل (2.1) يوضح أمثلة ذلك.



الشكل (2.1): أشكال أطراف الوصلة.

6.1) حوض اللحام Weld pool

هو الحيز الذي يجب ملؤه بمادة الحشو.لضمان ذلك يجب أن تنصهر حواف الحوض لكي يحدث اندماج مع معدن سلك الحشو عند لحام القطع السميكة (<10مم) يتم ملء الحوض علي عدة أشواط. الشكل (3.1) يوضح مسميات تلك الأشواط.



شوط الجذر Root run

أشواط التعبئة Filling runs

شوط القمة Capping run

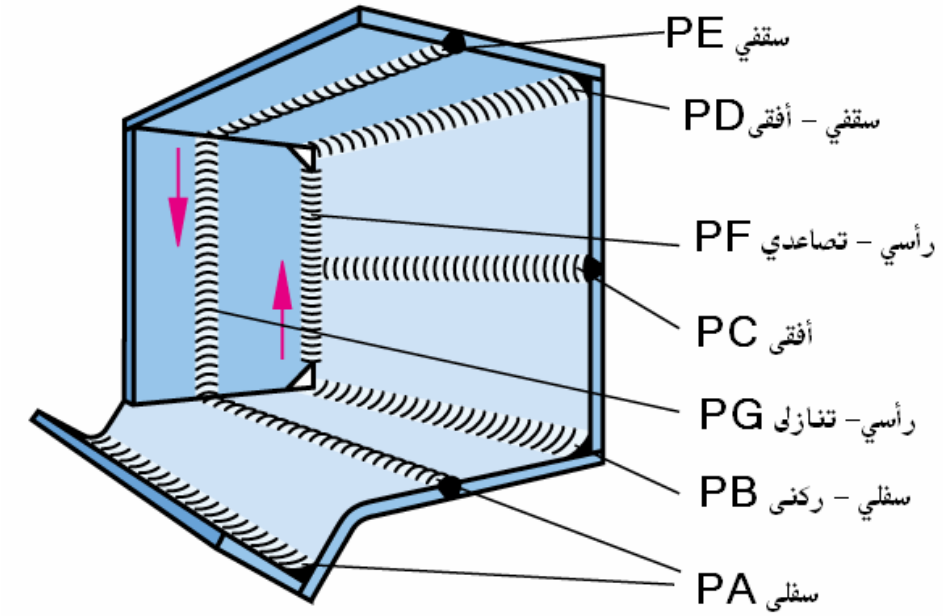
الشكل (3.1): أشواط تعبئة حوض اللحام

7.1) أوضاع اللحام Welding positions :

يتم اللحام دائما في أربعة أوضاع رئيسية تتيح تنفيذ كل أعمال اللحام هي:

السفلي Flat، الأفقي horizontal، الرأسي vertical، السقفي overhead.

تعتبر الأوضاع السفلي والرأسي سهلة بينما يحتاج تنفيذ الوضع الأفقي والسقفي إلي تدرب أكثرالشكل (4.1) يوضح أوضاع اللحام ورموزها العالمية (الحروف الانجليزية)

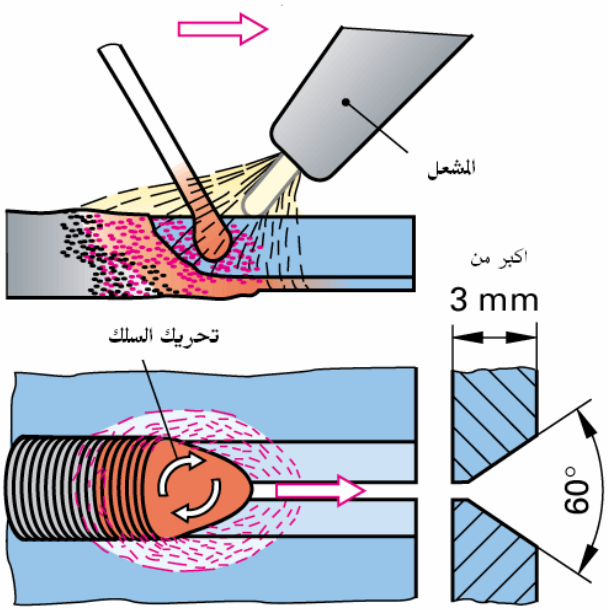


الشكل (4.1) : أوضاع اللحام.

8.1) حركات اللحام Welding movements :

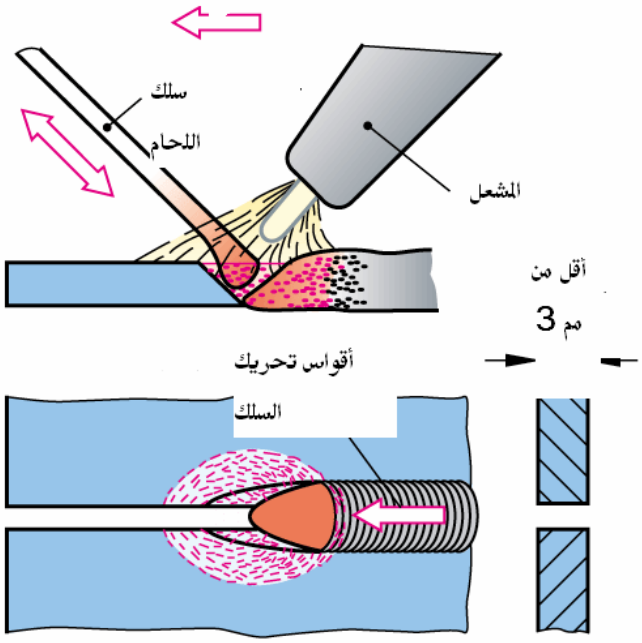
يقصد بها كيفية تحريك المشعل ومادة الحشو (سلك اللحام) وذلك في لحام الأوكسى أستيلين واللحام القوسى بأنواعه المختلفة لضمان جودة تعبئة حوض اللحام و تسخين الحوض أو الدرزة ...ويوجد نوعان لتحريك المشعل في لحام الآوكسي أستيلين هما التقدمي Forehand والتقهقري Backhand .. و يتم أثناء تقدم المشعل تحريكه يسرة ويمنة أو في حركة دائرية أو مقوسة (التمويج Weaving) وذلك لتفادي تركيز اللهب علي موضع واحد وضمان صهر منطقة كبيرة من حوض اللحام.. هناك أساليب متنوعة لتحريك المشعل. يجب التدرب بكثرة علي تنفيذ الأسلوبين لأن ذلك هو ما يحقق المهارة التي تضمن جودة التنفيذ

الشكل (5.1) يوضح حركات اللحام التقهقري والتقدمي وكذلك أشكال متنوعة لعمليات التمويج..



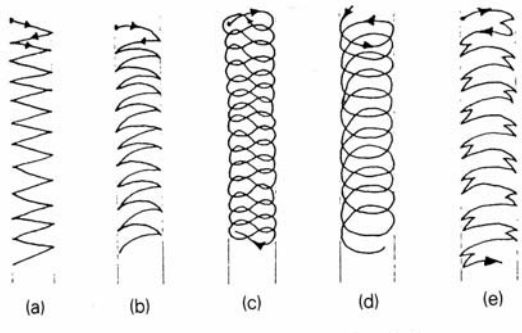
الشكل (5.أ): تقهقري

- تستخدم للحام الصلب لاحتياجه لحرارة أعلي
- للقطع كبيرة السمك لأن الحرارة تسلط لمدة طويلة علي الحوض
- يسلط اللهب مدة طويلة علي الحوض مما يضمن بطء تبرد الدرزة ويحقق تماسك جيد



الشكل (5.ب): تقدمي

- يستخدم للحام المعادن غير الحديدية - للقطع صغيرة السمك (< 3 مم)
- ينتج درزة ناعمة - يتيح سرعة
أعلي للحام (30٪) من التقهقري



الشكل (5.ج) : أمثلة لحركة تمويج سلك الحشو

الشكل (5.1): حركات اللحام.

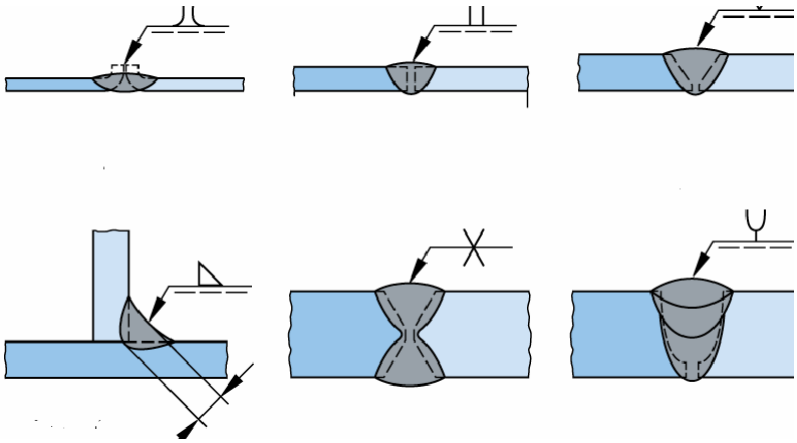
9.1) الرموز الأساسية للحام Basic weld symbols

تستخدم رموز عديدة في لحام الأوكسي أستيلين واللحام القوسى للإشارة لشكل الوصلة يوضحها الشكل (6.1):

نوع اللحام	Fillet زكني	Slot مجرى أو Plug حفرة	شكل الإعداد Square				
حرفي Bead			عدل	V	مشطوف Bevel		
الشكل الرمزي							

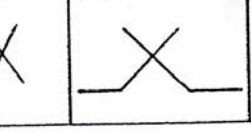
الشكل (6.1): رموز الوصلات

وكذلك تستخدم رموز (حروف لاتينية) لتوضيح شكل الوصلة يوضحها الشكل (7.1):



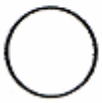
الشكل (7.1): رموز للوصلات

في لحام المقاومة الكهربائية تستخدم الرموز التالية (أنظر الشكل 8.1:

نوع اللحام	لحام نقطة Spot	إسقاطي Projection	شريط Seam	ومضى Flash
الشكل الرمزي				

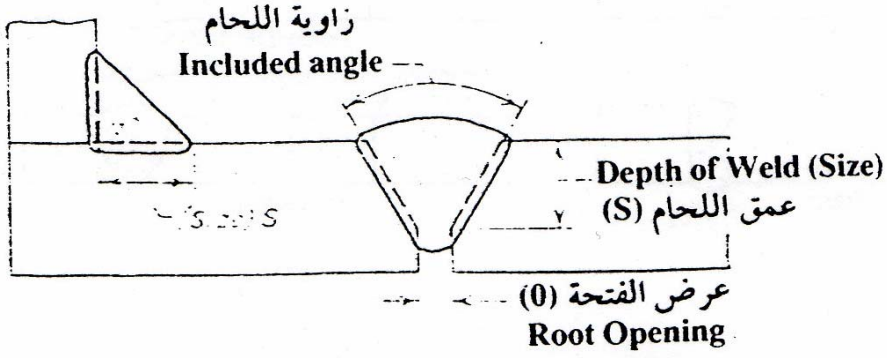
الشكل (8.1): رموز للحام المقاومة الكهربائية

رموز شكل سطح الدرزة ومكان تنفيذ اللحام هي كما يوضح الشكل (9.1:

التعبير	الشكل السطحي Contour		لحام في الموقع Field Weld	لحام دائري على كامل المحيط Weld all Around
	محدب Convex	مستوى Flush		
الرمز				

الشكل (9.1): رموز سطح الدرزة

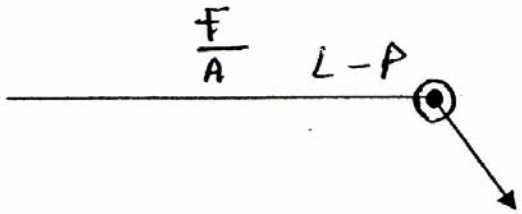
يحتاج لتوضيح حوض اللحام معرفة مقاييس مكوناته المبينة بالشكل 10.1:



الشكل (10.1): مقاييس الوصلة

الرمز الكامل للحام :

يقوم المهندس المسوؤل بتنفيذ رسم هندسى للمنتج المطلوب لحامه. يتم وضع رموز اللحام المطلوب في المساقط المناسبة لتحديد كل ما يطلب من عامل اللحام القيام به. يكتب الرمز الكامل للحام كما يلي:



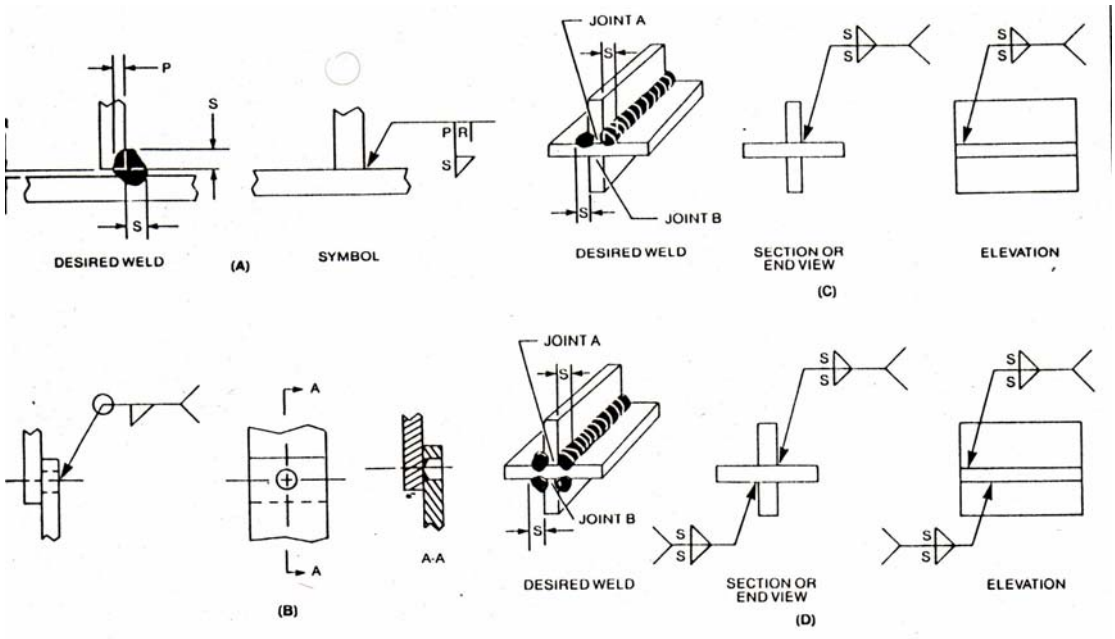
F تشير لموضع رمز شكل سطح الدرزة — A تشير لموضع قيمة زاوية اللحام

L تشير لطول الدرزة — P تشير لمقدار الفواصل في خط للحام

الدائرة — تشير لأن اللحام لكامل محيط الجزء

النقطة داخل الدائرة — تشير إلي أن اللحام ينفذ في الموقع

الشكل (11.1) يوضح أمثلة لاستخدام رمز اللحام



الشكل (11.1): أمثلة لرمز اللحام

10.1) ضوابط السلامة باللحام Safety rules :

1.10.1) احتياطات السلامة في لحام القوس الكهربائي

Safety precautions in electric Arc - welding

1 - **احتياطات عامة**

- لا تلمس أي جزء موصل للتيار الكهربائى Hot part.
- البس قفازات غير مثقبة وجافة Dry and hole – free Gloves .
- البس حذاء عمل جاف.
- اعزل نفسك بجسم غير موصل وجاف.
- حافظ علي ماسك الالكترود, ماسك الشغلة , سلك التيار وآلة اللحام دائما في حالة جيدة.
- تأكد من سلامة ونظافة كل التوصيلات الكهربائية.
- لا تبرد الالكترود في الماء.
- الالتزام بضوابط عدم السقوط، عند اللحام في مكان مرتفع.
- تأكد من تأريض المعدن الأساسي وتفادى تكرار التأريض للجسم الواحد.
- انزع الالكترود من الماسك عند توقف اللحام.
- افصل التيار الكهربائي إذا كان التوقف عن اللحام سيكون لفترة طويلة.
- الالتزام بضوابط السلامة للحام في أماكن خطرة (hot work permit) .

2 - **التهوية Ventilation**

- الاهتمام بالتهوية الجيدة, لإزالة الأبخرة والغازات عن منطقة اللحام.
- تفادي استنشاق الأبخرة والغازات الصادرة من اللحام.
- تفادي اللحام بالقرب من مصدر أبخرة كلور أو هايدروكاربونات, والتي يمكن أن تصدر من إزالة الشحوم, عمليات تنظيف بوسائل كيميائية وعمليات الطلاء, لأنها تكون مع الحرارة وأشعة اللحام غاز(Phosgene) عالي السمية highly toxic

3 -احتياطات لحماية الجسم

- البس نظارات خاصة لحماية العين من الضوء الوهاج, من الأشعة الصادرة ومن الرذاذ المتطاير.
- يجب حماية المرشح fliter plate بواسطة غطاء cover plate.
- حماية الجسم بغطاء جلدي وقمصان ثقيلة عند تطاير شرر ورذاذ معدني.
- يجب لبس حذاء عالي وغطاء للرأس عند تنفيذ لحام سقفي.
- يجب لبس حماية كاملة للجسم بالأخص عند تنفيذ لحام سقفي.
- يجب لبس كمامة عند اللحام في مكان مغلق.

2.10.1) احتياطات السلامة في لحام الأوكسي أستيلين

Safety precautions in Oxy Acetylene welding

الأسطوانات:

1) عدم تعريض أسطوانات الغاز لأشعة الشمس.
2) عدم تعريض أسطوانات الغاز للسقوط وذلك بربطها بسلاسل.
3) المسافة بين الأسطوانات والمشعل (البزباز) يجب أن لا تقل عن متر.
4) المسافة بين الأسطوانات وأي مصدر حراري يجب أن لا تقل عن 10 أمتار.
5) الأسطوانات تحفظ في غرفة جافة جيدة التهوية.
6) لا تحفظ أسطوانات الأوكسجين في غرفة واحدة مع أسطوانة الاستيلين أو أي غاز قابل للاشتعال.
7) تفادي وجود أكثر من أسطوانة أوكسجين وأخري أستيلين في موقع اللحام.
8) مراعاة عدم تلوث الأسطوانات بالزيوت والشحوم لتفادي انفجارها.
9) فحص أسطوانات الغاز كل سنتين أو حسب التعليمات المكتوبة عليها.
10) يصبغ صمام التخفيض (reducing valve) و الأسطوانة بلون واحد.

11) لا يحق للعامل أجراء إصلاح لأي خلل بالأسطوانة أو الصمام. في حالة وجوده ، يوقف العمل ويبلغ عن التلف ، وترسل الأسطوانة لورشة التصليح.

12) يتم ربط صمام التخفيض بمفتاح خاص، لا يجوز استخدامه كمقبض.

13) الأسطوانات تنقل وتحفظ وتستخدم وهي فقط في وضع رأسي.

14) لا تدحرج أسطوانة أبدا.

15) أغلق الصمام قبل نزع المنظم.

16) لا تطرق أبدا لفتح الصمام أو المنظم

التوصيلات:

17) يجب أن لا يقل طول الخرطوم المرن بين المشعل والأسطوانة عن 10 أمتار.

18) عدم تعريض الخرطوم للنار .

19) عدم العمل بخراطيم مهترئة.

20) التوصيلات بين المشعل والصمام يجب أن تكون محكمة ،

الملابس:

21) يجب ارتداء بدلة عمل وقفازات من التاريولين.

22) لبس الكمامات الواقية من الغبار والأبخرة الكيميائية.

23) يجب لبس النظارات الواقية للعيون.

عند اللحام:

24) يمنع القيام باللحام بملابس أو قفازات ملوثة بالزيت.

25) من الضروري تزويد محل العمل بطفايات حريق (طفايات CO_2).

26) يجب التأكد من سلامة وصلاحية التوصيلات قبل تنفيذ اللحام.

27) أفتح الصمام ببطء وفقط من لفة إلي ثلاثة لفات.

28) فتح صمام الأوكسجين أولا ثم الأستيلين ، وفي نفس الوقت يوقد المشعل. لغرض إطفاء المشعل تجري الخطوات بترتيب عكسي.

29) في حالة حدوث فرقعة، بسبب عدم كفاية الغاز النازل من فوهة المشعل، يصبح من الضروري إغلاق صمام الأستيلين، ووضع المشعل في الماء بدون قطع تيار الأوكسجين. ولهذا الغرض لابد من وجود إناء به ماء نظيف بموقع العمل.

30) عند فتح الصمام أقف جانبا، وأبعد فتحة المنظم عن اتجاهك.

31) للتأكد من وجود تسريب بالأسطوانة ، استخدم رغوة صابون.

32) لا يجوز وضع المشعل جانبا وهو مشتعل.

33) وضع المشعل المطفأ في الموقع المحدد له.

34) يتوجب المحافظة علي الخراطيم المطاطية من الشرر المتطاير و المعادن الساخنة.

35) يمنع اللحام للمواعين الحاوية علي ضغط.

36) عدم تلويث المشعل ، الأسطوانات، الأنابيب المطاطية بالزيوت والشحوم.

37) عند إغلاق أسطوانة ، تأكد من إغلاق كل الصمامات ، وأفرغ الأنبوب من الغاز.

38) لا تحاول إغلاق تسريب باسطوانة ، فقط أبعدها ودعها تفرغ بمفردها.

39) لا تستخدم غاز الأسطوانات في تنظيف الملابس.

40) حسن من تهوية المكان الذي تستخدم فيه أسطوانات.

أسئلة عن الوحدة الأولى:

1) عرف اللحام.
2) عدد استخدامات اللحام.
3) اللحام هو

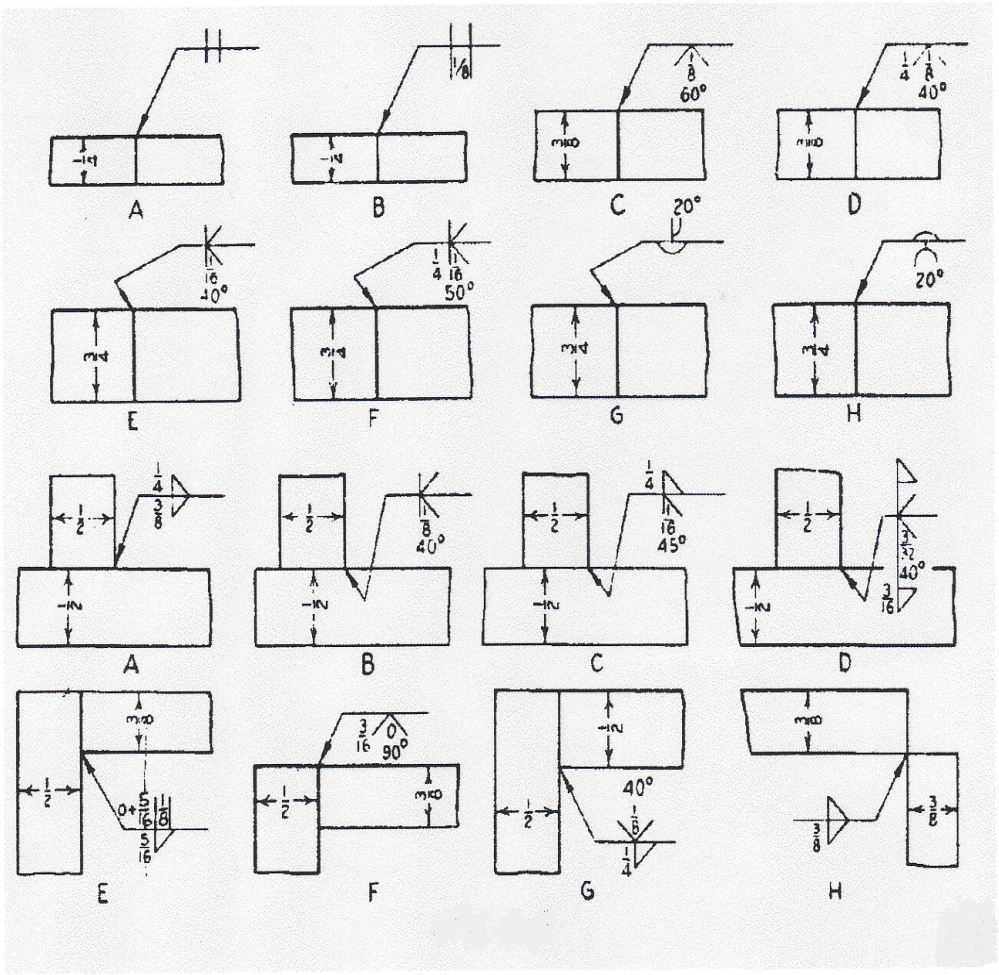
( ) عملية وصل مؤقت لجزئين معدنين. ( ) عملية وصل دائم لجزئين.

( ) عملية وصل مؤقت لجزئين ( ) عملية وصل دائم لجزئين.

4) أذكر أنواع اللحام. 5) بين أوضاع اللحام.

6) أذكر أنواع الوصلات وبين لما تتنوع. 7) علل أهمية التمويج.

8)علل وجود لحام تقهقري وتقدمي. 9) وضح معني رموز اللحام التالية:



10) أذكر 5 من الاحتياطات العامة للحام.

11) أذكر خمسة من احتياطات حماية الجسم عند اللحام.

12) أذكر 6 من احتياطات السلامة بلحام الاوكسى استيلين.

13)أذكر 6 من احتياطات السلامة باللحام القوسى

تقنية اللحام (نظري)

لحام القوس الكهربائي

الوحدة الثانية

لحام القوس الكهربائي

الفصل الأول

أساسيات لحام القوس الكهربائي

الجدارة:

عند إكمال الفصل الأول من الوحدة الثانية فإن المتدرب يستطيع اختيار شدة التيار وفرق الجهد المناسبين ، القطبية المناسبة لعملية اللحام.

الأهداف

بإكمال الفصل الأول من الوحدة الثانية يكون المتدرب قادرا علي:

-التمييز بين أنواع اللحام القوسى المختلفة.

-تفسير عملية اللحام القوسى وطرق انتقال معدن الالكترود.

-تحديد شدة التيار وفرق الجهد المناسبين.

-اختيار القطبية المناسبة.

الوقت المتوقع للتدريب:

4 ساعات للتدريب النظري.

4 ساعات للتدريبات العملية.

الوسائل المساعدة:

أتبع التعليمات المذكورة في كل تدريب نظري وعملي.

متطلبات الجدارة:

يجب التدرب علي جميع المهارات لأول مرة.

2) اللحام الحراري Thermal welding

توجد أنواع كثيرة للحام الحراري وذلك تبعا لمصدر الطاقة المستخدم ، فهناك اللحام الغازي، الكهربائي، الكيميائي والاحتكاكي. أسباب هذا التنوع هو:

- اختلاف الجودة المطلوبة (مثلا لحام القوس الكهربائي يضمن جودة أعلي
- اختلاف المعادن الملحومة (المواد سهلة التأكسد يناسبها القوسي)
- اختلاف سمك المعدن الملحوم (السمك القليل يناسبه اللحام الغازي والمتوسط القوسي والكبير يناسبه لحام الثرميت)
- تنوع كميات القطع الملحومة (كلما زادت يستخدم اللحام القوسى الآلي)
- تنوع مواقع اللحام (يسهل نقل معدات الغازي مقارنة بالقوسي).
- سرعة تنفيذ عملية الصيانة لجزء مكسور (لحام الثرميت)
- ضرورة متانة اللحام ومظهره (اللحام الاحتكاكي)

سيتم تناول الأنواع المختلفة للحام الحراري بالشرح، وسنبدأ بالقوس الكهربائى.

1.2) لحام القوس الكهربائي Electric arc welding

تنتج الحرارة في لحام القوس الكهربائي من التفريغ الكهربائي (القوس) بين الالكترود والمعدن الأساسى وهو واسع الاستخدام لما يتيحه من حرارة عالية ومن إمكانية حماية حوض اللحام بالمساحيق او الغازات الخاملة

1.1.2): نبذة تاريخية:

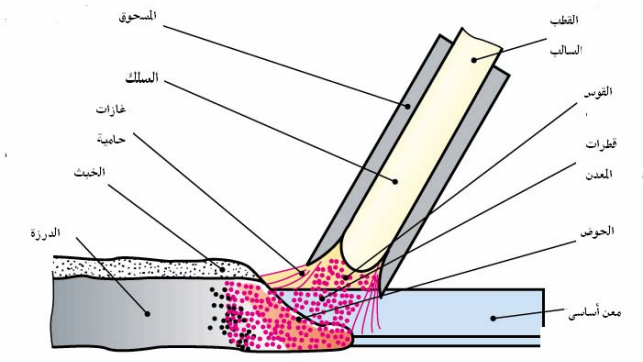
تم تطبيق فكرة اللحام القوسي في عام 1881 بواسطة فرنسي أسمه أوغست دي ميرانتز ، حيث استخدم الكترود من الكربون الذي يمتاز بمقاومته للحرارة العالية ولكنه يضر اللحام ويجعله صلدا بسبب تجمع كربون زائد بالدرزة.' مصدره الكترود اللحام في عام 1895 بدأ استخدام الكترود معدني عاري لم يكن يضمن جودة عالية للحام ولكنه يلغي زيادة الكربون بالدرزة. وفي عام 1905 بدأ استخدام الكترودات معدنية مغطاة بمسحوق هو الأسبتوس.تمكن من رفع جودة اللحام.. منذ ذلك الحين حدث تطور كبير في نوعية المساحيق وكذلك معدات اللحام وتم تطبيق اللحام القوسي بحماية الغازات الخاملة وتم تطوير التنفيذ الآلي للحام القوسى

2.1.2.) فكرة اللحام القوسي :

- يتم توصيل القطعة (المعدن الأساسي Base metal) كقطب موجب والألكترود كقطب سالب (قطبية مباشرة أو العكس)...
- عند خدش القطعة بالألكترود يحدث إغلاق للدائرة الكهربائية وترتفع درجة حرارة مقدمة الألكترود وتنبعث منها الكترونات تتجه للقطب الموجب (المعدن الأساسي) وتصطدم بذرات الغاز في منطقة جذع القوس وتأينها مما يساعد علي استمرار التفريغ الكهربائي وإنتاج حرارة عالية.

- عند أبعاد الألكترود قليلا عن القطعة يستمر إغلاق الدائرة الكهربائية عبر حدوث تفريغ كهربائي هو انطلاق للألكترونات من الألكترود واصطدامها بسرعة عالية جدا بالقطعة مما يسبب ارتفاع حرارتها حتى تنصهر.

- ينتقل المعدن علي هئية أيونات من الالكترود ويمتزج مع مصهور الحوض .
- يجب المحافظة علي بعد صغير ثابت بين الألكترود والقطعة (2 – 3 مم) وإلا توقف التفريغ الكهربائي .و استمرار ه يعرف باستقرار القوس.
- للمساعدة علي استقرار القوس الكهربائي ، يجب توفر غازات متأينة (أي سالبة أو موجبة الشحنة) في منطقة جذع القوس.. تواجد البودرة المغطية للقطب أو المغمورة مقدمته بها وكذلك وجود غازات خاملة يضمن توفر الغازات المتأينة.. الشكل (1.2) يوضح فكرة لحام القوس الكهربائي ..



الشكل (1.2): فكرة لحام القوس الكهربائي

3.1.2) طرق انتقال المعدن :

ينتقل معدن الالكترود المنصهر نتيجة لتواجد قوي مختلفة هي:

أ) الجاذبية الأرضية وهي تقوم بجذب قطرات المعدن لأسفل ولذا في اللحام الرأسي والسقفي يجب استخدام الكترودات صغيرة القطر.

ب) تمدد الغازات المتولدة ويقوم بدفع القطرات لمعدن الأساسي مما يمكن من استخدام التيار المتردد في اللحام وكذلك التيار المستمر بقطبية عكسية ويمكن من اللحام في الوضع الرأسي والسقفي.

ج) القوي الكهرومغنطيسية اناتجة من وجود مجال مغناطيسى متعامد علي مرور التيار في الالكترود . تقوم هذه القوة بفصل القطرة من الالكترود قبل أن تفصلها الجاذبية الأرضية وهي تساعد علي انتقال القطرات في كل أوضاع اللحام.

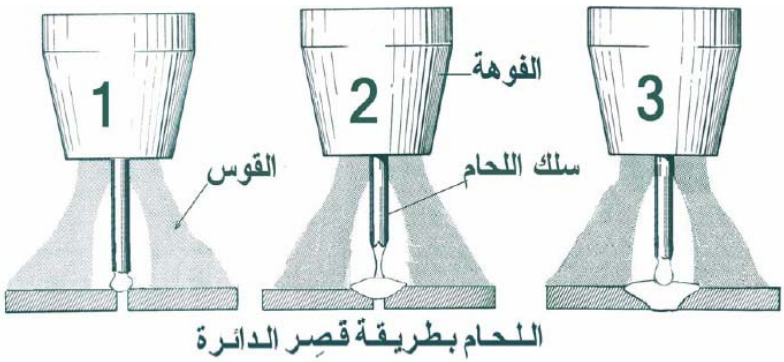
د) قوي الدفع الكهربائية الناشئة عن فرق الجهد عبر القوس. تؤثر علي القطرة وتدفعها في اتجاه المعدن الاساسى ولذا فأنها تمكن من اللحام في كل الأوضاع.

ه) الشد السطحي وهو يجذب القطرة التي تلامس سطح المصهور في الحوض وذلك في أي وضع من أوضاع اللحام.

ويمكن حصر طرق انتقال المعدن في الطرق الثلاثة التالية:

أ) طريقة قصر الدائرة Dip or short circuiting – transfer

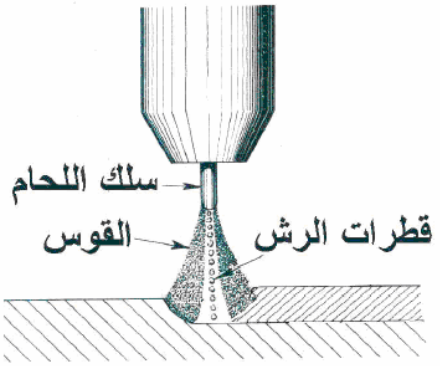
يكون فيها تلامس شبه دائم بين الالكترود والقطعة. عندما يحدث التلامس ترتفع شدة التيار وتنفصل المقدمة المنصهرة ويحدث قوس ثم يتكرر التلامس. تناسب هذه الطريقة لحام السمك الرقيق (هيكل سيارة أو أنشاءات). أنظر الشكل (2.2).



الشكل (2.2): طريقة قصر الدائرة

ب) طريقة الرش Spray transfer

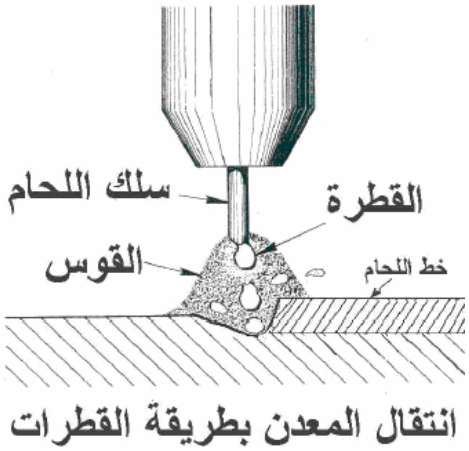
تستخدم للحام الالواح السميكة في الوضع الأفقي والسفلي و الرأسي. ينتقل المعدن في صورة قطرات صغيرة متقاربة.. يستخدم فيها شدة تيار وفرق جهد عاليين. يفضل فيها استخدام الآرجون أو خليط الارجون مع الآوكسجين أنظر الشكل (3.2).



الشكل (3.2): طريقة الرش

ج) طريقة القطرات Pulsed transfer

هي طريقة وسطي بين الطريقتين السابقتين. حيث تنصهر مقدمة الالكترود ويتجمع المصهور حتى يصبح قطره اكبر من قطر القطب ثم يسقط كقطرة كبيرة. تحدث عند استخدام ثانى اكسيد الكربون أو خليطه مع الآرجون كغاز حماية يستخدم فيها تيار نبضي يساهم في استمرار القوس الكهربائي. أنظر الشكل (4.2).



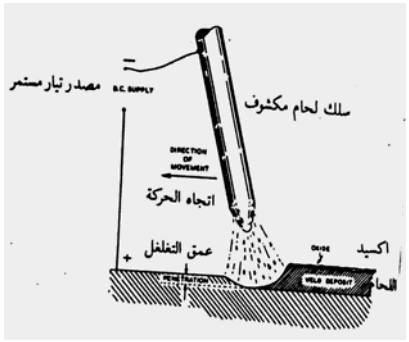
الشكل (4.2): طريقة القطرات

4.1.2.) **أنواع اللحام القوسي Types of Arc welding**:

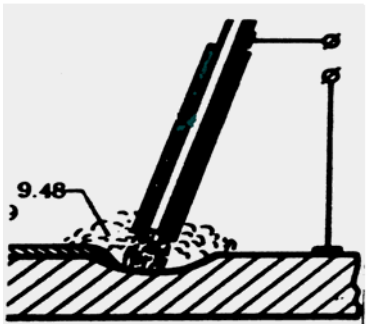
الطرق الرئيسية للحام القوس الكهربائي هي:

- اللحام بالكترود عاري Bare electrode ينصهر بدون حماية. قليل الاستخدام
- اللحام بالكترود تحت حماية المساحيق (يوجد نوعان رئيسيان):
  - أ) لحام القوس المغلف Shielded arc welding وتنفذ يدويا
  - ب) لحام القوس المغمور Submerged arc welding وتنفذ آليا
- اللحام بالكترود تحت حماية الغازات الخاملة (يوجد نوعان رئيسيان):
  - أ) بالكترود لا ينصهر (يصنع من التنجستن) ويسمي التيج TIG Tungesten Inert gas arc welding .وينفذ يدويا وآليا
  - ب) بالكترود ينصهر ويسمي لحام القوس المعدني Metal inert gas (MIG) arc welding وينفذ يدويا وآليا

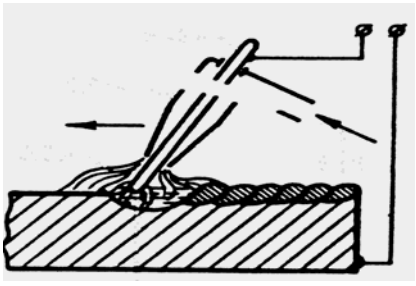
الشكل (5.2) يوضح أمثلة لأنواع اللحام القوسي.



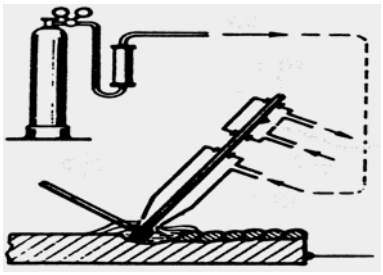
ألكترود عاري



الكترود مغلف



MIG



TIG

الشكل (5.2): أنواع لحام القوس الكهربائي.

5.1.2) مزايا اللحام القوسي Advantages of arc welding:

- لحام كل المعادن الهندسية بسبب توفر حرارة عالية تبلغ 4000 °م
- جودة عالية للحام بسبب الحماية بالمساحيق أو الغازات الخاملة..
- حرارته العالية تمكن من اللحام بسرعة كبيرة مما يضمن إنتاجية كبيرة.
- عدم الإفراط في تسخين موضع اللحام بسبب الحرارة العالية وسرعة اللحام
- تقليل مساحة المنطقة المجاورة لحوض اللحام والتي يتعرض معدنها لتغير خصائصه الميكانيكية إلي الأسوأ نتيجة الحرارة العالية بسبب تركز القوس
- يمكن تنفيذه آليا بسهولة. - يمكن تعلم مهاراته بسرعة.

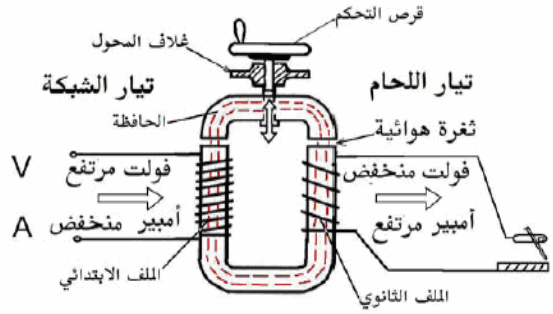
6.1.2) التيار الكهربائي Electric current:

يستخدم في اللحام القوسي التيار المستمر Direct current بقطبية مباشرة أو قطبية عكسية. ويستخدم حاليا بتوسع كبير التيار المتردد Alternating current .

- يحتاج لطاقة تبلغ 690 كيلو جول لإيصال الصلب لدرجة انصهاره.
- لحساب كمية الحرارة اللازمة للحام القوسي تستخدم العلاقة التالية:

$$\text{Heat input (kj/s)} = \frac{\text{Current [A] x arc voltage [V] x 60}}{\text{Travel speed [mm / min] x 1000}}$$

للتحكم في كمية الحرارة اللازمة يجب التحكم في هي: شدة التيار، جهد القوس، سرعة اللحام، طول القوس ومعدل تغذية الالكترود. في اللحام الآلي يمكن التحكم في العوامل كلها بينما في اللحام اليدوي يجب توفر مهارة لعامل اللحام للتحكم في عاملين هما سرعة اللحام وطول القوس. الشكل (6.2) يوضح طريقة التحكم في شدة التيار عبر تغيير طول الثغرة الهوائية وتغيير الجهد عبر عدد لفات الملف الثانوي.



الشكل (6.2): التحكم في جهد وشدة التيار

1.6.1.2) **التيار الكهربائي وقطر الالكترود :**

- الالكترودات المستخدمة في اللحام اليدوي بحماية المساحيق يكون قطرها مابين 2.5 و 6.3 مم. تبعا لقطرها تختار شدة التيار الكهربائي وذلك لضمان انصهارها ولتفادي تفكك المسحوق المغلف. الجدول التالي يوضح قيما لذلك:

قطر الالكترود (مم)	الحد الأدني (أمبير)	الحد الأقصي (أمبير)
2.5	50	90
3.2	65	130
4.0	110	185
5.0	150	250
6.0	200	315
6.3	220	350

2.6.1.2) **نوعية القطبية** Types of Polarity

عند اللحام بتيار مستمر يتم تطبيق طريقتين لتوصيل التيار الكهربائى هما :

قطبية مباشرة Direct polarity

- الالكترود يوصل بالسالب (كاتود)
- تستخدم للمعادن صعبة الانصهار
- تستخدم للقطع كبيرة السمك
- تعطي درزة عميقة وغير عريضة
- ثلثي الحرارة مسلط علي الالكترود

قطبية عكسية Indirect polarity

- الالكترود يوصل بالموجب (آنود)
- تحقق انتقال هادئ لمصهور لالكترود
- تضمن انصهار جيد لمسحوق التغليف
- تعطي درزة عريضة وغير عميقة
- ثلث الحرارة مسلط علي الالكترود

أسئلة عن الفصل الأول بالوحدة القانية:

1) أذكر أنواع اللحام الحراري.
2) بين أسباب تنوع اللحام الحراري.
3) أشرح فكرة لحام القوس الكهربائى.
4) ما هي أنواع اللحام القوسي؟
5) ما هي طرق انتقال المعدن في اللحام القوسى؟
6) أذكر مزايا اللحام القوسى.
7) ما هي القطبية المباشرة ومتى تستخدم؟
8) ما هي القطبية غير المباشرة ومتى تستخدم؟

9) يحدث القوس الكهربائي نتيجة لـ :

( ) اشتعال الغاز الخامل في منطقة القوس ( ) بسبب الذبذبة العالية للتيار.
( ) التفريغ الكهربائي بين القطبين ( ) تلامس القطب السالب والموجب.

10) يحدث التأين نتيجة لـ :

( ) لوجود الغاز الخامل ( ) للتردد العالي للتيار الكهربائي
( ) للجهد العالي للتيار الكهربائي ( ) وجود غازات في درجة حرارة عالية

11) حدد الطريقة التي لا تتبع لطرق انتقال المعدن في اللحام القوسي:

( ) طريقة القطرات ( ) طريقة الرش
( ) طريقة التجاذب ( ) طريقة قصر الدائرة

الوحدة الثانية

لحام القوس الكهربائي

الفصل الثاني

لحام القوس الكهربائي

بحماية المساحيق

الجدارة:

عند إكمال الفصل الأول من الوحدة الثانية فإن المتدرب يستعطيع تنفيذ عمليات لحام قوس كهربائي بحماية المساحيق وذلك لمعادن مختلفة ، بوصلات متنوعة وأوضاع لحام متعددة.

الأهداف

بإكمال الفصل الثاني من الوحدة الثانية يكون المتدرب قادرا علي:

-اختيار الالكترود المناسب.

-اختيار مسحوق التغليف المناسب.

-تحديد شدة التيار وفرق الجهد المناسبين.

-اختيار القطبية المناسبة.

-تنفيذ عمليات لحام لمختلف المعادن، بمختلف الوصلات والأوضاع.

الوقت المتوقع للتدريب:

2 ساعة للتدريب النظري.

12 ساعات للتدريبات العملية.

الوسائل المساعدة:

أتبع التعليمات المذكورة في كل تدريب نظري وعملي.

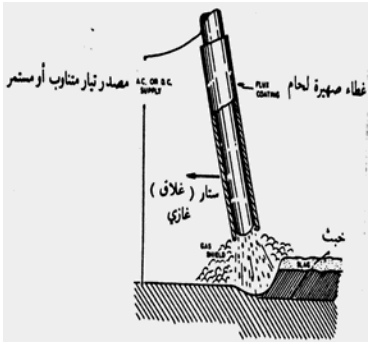
متطلبات الجدارة:

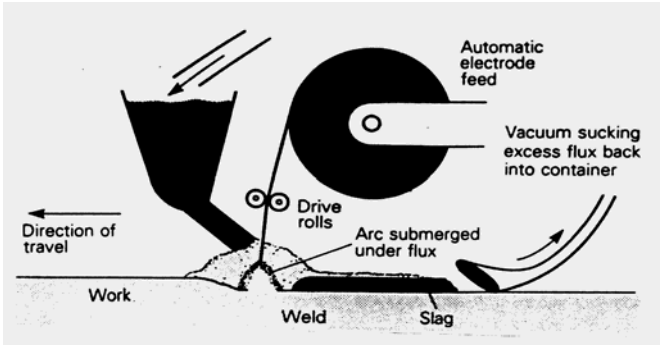
يجب التدرب علي جميع المهارات لأول مرة.

2.2) لحام القوس الكهربائي بحماية المساحيق

1.2.2) مقدمة

بدأ استخدام المساحيق سنة 1914 في السويد ثم طبق في بريطانيا وذلك بتغطية سلك اللحام بالأسبتوس والطين. ثم طورت في أمريكا وتم استخدام الأسبتوس والقطن والماء الزجاجي (محلول مائي مركز لسليكات الصوديوم أو البوتاسيوم. يتيح احتراق القطن توفر غازات مختزلة هي أول اكسيد الكربون والهيدروجين. أما سليكات الصوديوم أو البوتاسيوم فهي سهلة التأين وبالتالي تعملان علي استمرار التفريغ الكهربائي أي استقرار القوس. تم كثير من التطوير للمساحيق وسوف يفصل لاحقا ما يميز هذة الطريقة هو استخدام المساحيق للحماية مما يحقق سهولة اللحام من خلال ضمان استقرار القوس الكهربائي عبر توفير مواد سهلة التأين. كذلك حماية للدرزة الساخنة من الاحتكاك بالهواء الجوي. تحقيق جودة عالية للحام عبر حماية حوض اللحام (لمنع دخول الأكسوجين O_2 و الهيدروجين H_2 والنتروجين N_2 حيث يكون الاوكسجين اكاسيد تعتبر شوائبا في الدرزة ويتسبب الهيدروجين في حدوث تقصف ومسامات ويتسبب النتروجين في تكون نتريدات يمكن أن تنتج تشققات في الدرزة اللحامية) وكذلك تنظيف الحوض من الشوائب. أنظر الشكل (7.2)





اللحام بالكترود المغلف — اللحام بالألكترود المغمور

Shielded Arc welding — submerged Arc welding

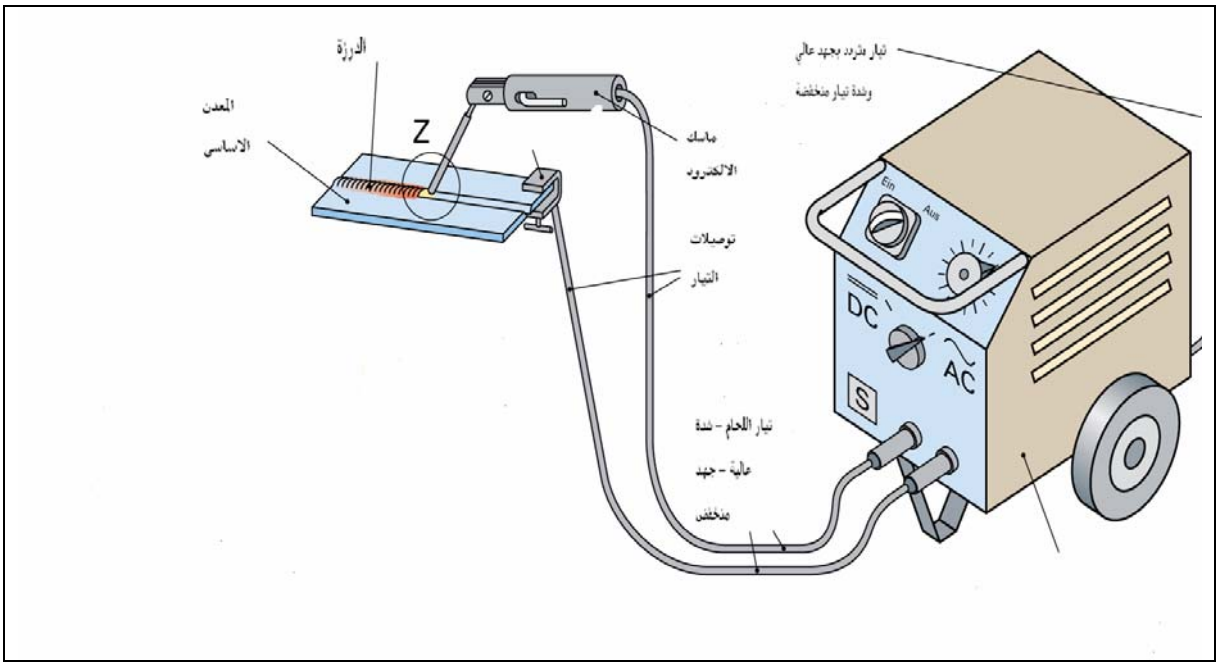
تستخدم للحام اليدوي لأعداد قليلة — غالبا كلحام آلي لكميات ضخمة

طبقت سنة 1914 — طبقت سنة 1930 -. لسمك كبير

الشكل (7.2): طرق اللحام بحماية بالمساحيق.

2.2.2) معدات اللحام القوسي بحماية المساحيق

الشكل (8.2) يوضح معدات لحام القوس المغلف بحماية المساحيق.



الشكل (8.2) : معدات لحام القوس المغلف

3.2.2) مكونات المساحيق الحديثة ومهامها :

تتكون المساحيق من مواد مختلفة لها مهام متنوعة مثل:

- اكسيد تيتانيوم — لضمان استمرار التفريغ الكهربائي عبر سهولة التأين
- سيليلوز — لتكوين غازات وتمنع وصول الهواء للمصهور
- كربونات كالسيوم — لتنظيف المصهور من الشوائب والتي تتجمد علي هيئة خبث علي السطح مما يمنع وصول الهواء للدرزة
- اكسيد الحديد — لتنظيف المصهور وتحقيق استقرار القوس
- فيرو سيلكون — لسحب الأوكسجين من المصهور
- سيليكا — لزيادة سيولة الخبث
- فيرو كروم — كإضافة سبائكية
- مسحوق حديد — لزيادة معدل ترسب الألكترود
- أكسيد صوديوم — كمادة رابطة.

تصنف المساحيق إلي أربعة أنواع، هي:

الحامضية Acid coverings وتتكون من أكاسيد وسليكات. تعطي لحاما ناعم السطح وخبثا سهل الإزالة ولكن اللحام قليل الصلابة.

السيليلوزية Cellulosic coverings وتتكون من مواد عضوية تحتوي علي سيليلوز. تضمن توفر هيدروجين يضمن حماية اللحام من الأكسوجين و يحقق عمقا كبيرا للحام. يمتاز اللحام بقلة الخبث. ولكن تغلغل الهيدروجين في اللحام يقلل من صلابته.

الروتالية Rutile coverings تتكون أساسا من أكاسيد التيتانيوم. تضمن توفر قوسا مستقرا وسهل الاستخدامو تضمن كذلك تنظيفق الدرزة من الشوائب. يعيبها زيادة نسبة الهيدروجين في اللحام وتصل 25 to 30 ml/100g لذا لا يستخدم للصلب عالي الصلابة

القاعدية Basic coverings تتكون أساسا من فلوريد الكالسيوم أو كربونات الكالسيوم وتضمن قلة الهيدروجين ولذا تستخدم في لحام تالصلب عالي الصلابة

4.2.2) فوائد مسحوق اللحام

يضمن وجود مسحوق يغلف الالكترود أو يغمر مقدمته توفر الفوائد التالية:

- توليد غازات كناتج للاحتراق تحيط بحوض اللحام وتعزله عن الهواء الجوي، مما يمنع تكون الشقوق والمسامات بسبب الهيدروجين، والاوكسجين والنتروجين.
- ضمان تأين منطقة جذع القوس مما يضمن استقرار القوس أي استمرار التفريغ.
- تنظيف مصهور حوض اللحام من الشوائب وإخراجها إلي السطح في صورة خبث.
- وجود الخبث يضمن عزل الدرزة الساخنة عن الهواء الجوي ويوفر تبرد بطئ.

5.2.2) رمز الالكترود:

نسبة لكثرة أنواع مكونات المساحيق وتشابه مظهرها الخارجي، يتم وضع رموز لهذه الالكترودات.تبعا للمواصفات القياسية لمختلف الدول الصناعية. لمعرفة الرموز تبعا للمواصفات الالمانية DIN أنظر المرجع [1] صفحة 148 إلي 155 . وتبعا للمواصفات البريطانية BS639 أنظر المصدر نفسه من صفحة 156 إلي 161.

حسب جمعية اللحام الأمريكية American welding society (AWS) يستخدم رمز يتكون من حرف وأرقام ، تكتب علي غلاف عبوة الأقطاب وكذلك علي غلاف كل قطب. هذه الحروف والأرقام لها معاني محددة . فمثلا الرمز E – 6010 المستخدم لوصف الأقطاب المستخدمة في لحام الصلب الكربوني معناه هو:

E الكترود يستعمل في اللحام بالقوس الكهربائي.

60 مقاومة الشد للدرزة تساوي 60000 رطل للبوصة المربعة ($420\ N.mm^{-2}$)

1 الكترود يصلح لكافة أوضاع اللحام. (في حالة 2 يصلح للسفلي والأفقي، في حالة 3 يصلح للوضع الأفقي فقط)

0 مسحوق غني بالسيليوز، يستخدم مع تيار مستمر وبقطبية عكسية

- في حالة وجود رقم 1 بدلا عن صفر فهي كسوة غنية بالسيليوز تستخدم مع تيار متردد أو مستمر بقطبية عكسية أو مباشرة.

-رقم 2 فهي كسوة غنية بالتيتانيا (اكسيد التيتانيوم) للتيار مستمر بقطبية مباشرة.

- رقم 3 مثل السابق في كسوته ويستخدم مع المتردد والمستمر بقطبية مباشرة أو عكسية.

- رقم 4 فهي كسوة تحتوي أكسيد أو كربونات المنجنيز والحديد للقطبية عكسية.

-عند وجود رقم 5 فهي كسوة منخفضة الهيدروجين للتيار المستمر بقطبية عكسية.

- وجود رقم 6 يعني كسوة منخفضة الهيدروجين للتيار المستمر والمتردد بقطبية عكسية.

-في حالة وجود رقم 7 فهي كسوة تحتوي علي مسحوق الحديد لإعطاء ترسيب كبير.

- في حالة وجود رقم 8 فهي كسوة تحتوي علي مسحوق الحديد والتيتانيا مع انخفاض الهيدروجين تضمن توفير ترسيب كبير وسهولة إزالة الخبث.

أما بالنسبة لأقطاب لحام الصلب السبائكي ، تستخدم الرموز السابقة مع إضافة حروف مثل A1, B1, B2,... وتعني هذه الحروف نوعية العناصر السبائكية المضافة بالكسوة.

ملاحظة:

ينصح بحفظ الالكتروادت المغطاة بمساحيق في جو جاف خال من الرطوبة . وفي حالة تعرضها للرطوبة يجب تجفيفها بهواء جاف متجدد في درجة حرارة تتراوح بين 110 و 200 درجة مئوية لمدة 10 إلي 60 دقيقة.

أسئلة عن الفصل الثاني في الوحدة الثانية :

1) أذكر أنواع اللحام القوسى بحماية المساحيق.
2) أشرح مع التوضيح بالرسم طرق اللحام القوسى بحماية المساحيق.
2) ما هي مكونات المسحوق؟ وما مهمة كل مكون؟
4) ما هي فوائد المساحيق؟
5) وضح معني رمز الالكترود التالى:

E – 55 2 4

6) ما هي الفائدة التي لا تنتمي لفوائد بودرة اللحام المذكورة أدناه:

( ) ضمان استقرار القوس ( ) تنظيف الدرزة من الشوائب
( ) عزل حوض اللحام عن الهواء الجوي ( ) تعبئة حوض اللحام.

الوحدة الثانية

لحام القوس الكهربائي

الفصل الثالث

لحام القوس المعدني

بحماية الغازات الخاملة

MIG

الجدارة:

عند إكمال الفصل الثالث من الوحدة الثانية فإن المتدرب يستطيع تنفيذ عمليات لحام قوس كهربائي بحماية الغاز الخامل 0**(MIG)** وذلك لمعادن مختلفة ، بوصلات متنوعة وأوضاع لحام متعددة.

الأهداف

بإكمال الفصل الثالث من الوحدة الثانية يكون المتدرب قادرا علي:

-معرفة معدات اللحام ودور كل مكون.

-اختيار الالكترود المناسب.

-اختيار غاز الحماية المناسب.

-تحديد شدة التيار وفرق الجهد المناسبين.

-اختيار القطبية المناسبة.

-تنفيذ عمليات لحام لمختلف المعادن، بمختلف الوصلات والأوضاع.

الوقت المتوقع للتدريب:

4 ساعات للتدريب النظري.

8 ساعات للتدريبات العملية.

الوسائل المساعدة:

أتبع التعليمات المذكورة في كل تدريب نظري وعملي.

متطلبات الجدارة:

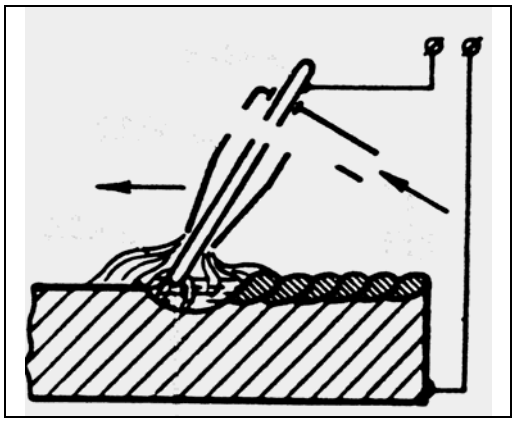
يجب التدرب علي جميع المهارات لأول مرة.

3.2) لحام القوس المعدني بحماية الغازات الخاملة
Metal Inert gas arc welding (MIG)

اخترعت الحماية بالغازات الخاملة مثل الآرجون أو الهيليوم في عام 1920 وطورت في عام 1950 .. تطبق فيها طريقتان : الأولي هي طريقة لحام الـ MIG والتي يكون فيها الالكترود هو مصدر الحرارة وكذلك كمادة حشو والطريقة الثانية هي لحام الـ TIG وفيه يستخدم الكترود من مادة التنجستن ذات درجة الأنصهار العالية (2400 درجة مئوية) يكون مصدرا للحرارة فقط وبالتالي يجب أن يتوفر سلك حشو مستقل.

1.3.2) فكرة لحام القوس المعدني

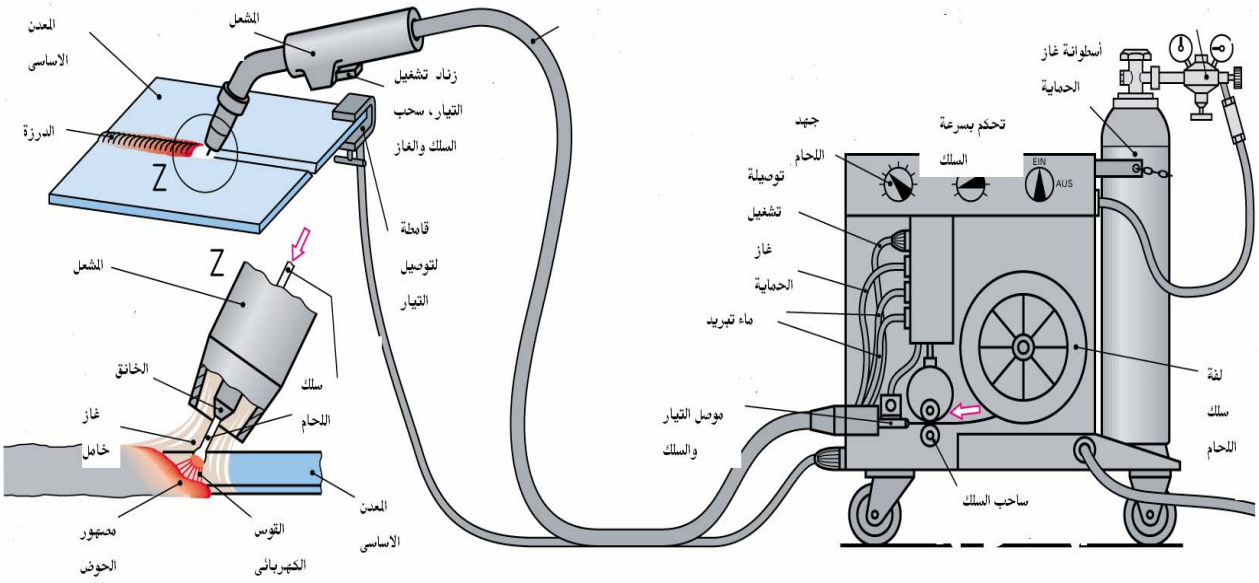
الشكل (9.2) يوضح طريقة لحام القوس المعدني الـ MIG. لا تختلف فكرة هذا النوع عن لحام القوس الكهربائي بحماية المساحيق سوي في أن الحماية هنا تتم بغاز خامل (هليوم أو آرجون أو خليط منهما) والالكترود عبارة عن سلك عاري ويسحب من لفة كبيرة تتيح تنفيذ اللحام آليا. يحدث القوس الكهربائي بين مقدمة السلك والمعدن الاساسى ويضمن غاز الحماية الخامل استقرار القوس عبر سرعة تأينه كما أنه يعزل مصهور حوض اللحام عن الهواء الجوي.. يراعي في هذا اللحام الذي ينفذ آليا تناسق سرعة سحب سلك اللحام عبر جهاز التغذية وبين معدل انصهار مقدمته.. في حالة السرعة القليلة يتناقص الاكترود وتزيد مسافة جذع القوس مما يؤدي لانطفاء القوس. في حالة السرعة الأكبر من معدل انصهار مقدمة السلك ، يحدث تلامس بين السلك والمعدن الآساسى وينطفئ القوس كذلك..



شكل (9.2): لحام القوس المعدني MIG - Metal inert gas arc welding

2.3.2) معدات لحام القوس المعدني MIG - Equipment

الشكل (10.2) يوضح المعدات المستخدمة في اللحام القوسي بحماية الغازات الخاملة.



الشكل (10.2): معدات لحام القوس المعدنى

ماكينة اللحام:

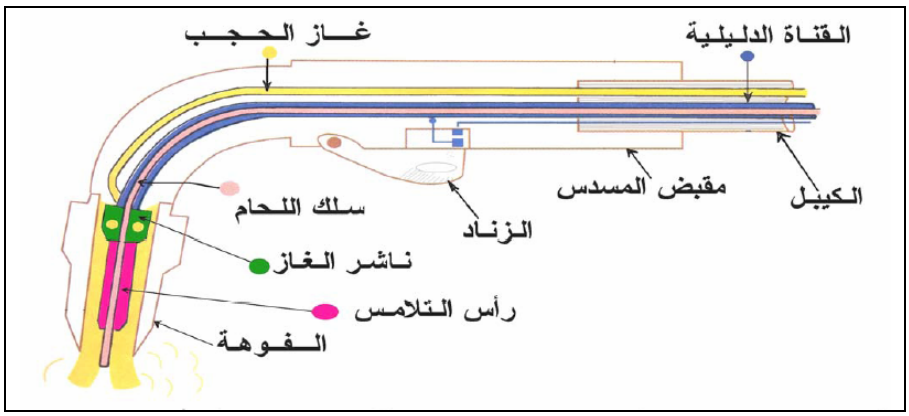
هي ماكينة تعطي تيارا مستمرا ذو جهد ثابت. يحبذ استخدام القطبية العكسية وذلك لتوفيرها ترسيبا عاليا وتنظيفا جيدا للمعدن واستقرارا للقوس. الماكينة عبارة عن محول يغير الجهد وشدة التيار ومقوم للتيار يحوله من متردد إلي مستمر.

جهاز التغذية:

جهاز يستخدم لسحب سلك اللحام (الالكترود) بسرعة تناسب معدل انصهار مقدمته. يستخدم الجهاز في تنفيذ اللحام الآلي.

مسدس اللحام:

الشكل (11.2) يوضح الأجزاء التي يتكون منها مسدس اللحام وتشمل موصلات الغاز، التيار، ماء التبريد ، سلك اللحام، الخانق، ناشر الغاز والفوهة..



الشكل (11.2): مسدس لحام القوس.المعدني

الفوهة:

تصنع من النحاس الأحمر لأنه يقاوم التأكسد ومهمتها هي توجيه القوس الكهربائي وغاز الحماية إلي منطقة حوض اللحام. يجب المحافظة عليها نظيفة دائما.

رأس التلامس:

تصنع من النحاس الأحمر ومهمتها توصيل التيار الكهربائي إلي مقدمة سلك اللحام حيث قطرها الداخلي يساوي قطر سلك اللحام.

ناشر الغاز:

يصنع من النحاس ويضمن إحاطة القوس بالغاز الخامل من جميع الجهات بسبب تواجد فتحات متعددة علي محيطه. الشكل (12.2) يوضح الفوهة، رأس التلامس وناشر الغاز.

الشكل (12.2): الفوهة، رأس التلامس وناشر الغاز.

القناة الدليلية:

تصنع من البلاستيك وتقوم بتوجيه سلك اللحام من جهاز التغذية إلي رأس التلامس.

المقبض:

يصنع من البلاستيك لخفة وزنه ولعزله الجيد للكهرباء.

الزناد:

مهمته توصيل وفصل التيار عن سلك اللحام.

وحدة الغاز:

وتتكون من أسطوانة، منظم بساعتي قراءة لتوضيح ضغط الأسطوانة وضغط التشغيل وخرطوم لتوصيل الغاز لجهاز التغذية ومنه للمسدس.

3.3.2) الغازات الخاملة Inert gases

- الغاز الخامل هو غاز المدار الخارجي لذرته متشبع فلذا لا يعطي ولا يأخذ الكترون مما يعني أنه لا يتفاعل كيميائيا مع أي عنصر تحت أي ظروف.

- يوجد خمسة غازات خاملة وهي الهليوم، النيون، الزينون، الآرجون والكريبتون. يستخدم منها في عمليات اللحام غازي الهليوم والآرجون.

- تتعدد فوائد الحماية بالغاز الخامل وتشمل:

- ❖ عزل حوض اللحام عن الهواء الجوي
- ❖ تحافظ الغازات الخاملة علي استقرار القوس بسبب تأين غازي الهليوم والآرجون بسهولة.
- ❖ تنظيف سطح حوض اللحام من الاكاسيد بالأخص عند لحام الالومونيوم والماغنيسيوم.

- مقارنة غاز الارجون وغاز الهيليوم تتضح فيما يلي:

هليوم	آرجون
سرعة أعلي للحام	سرعة أقل
اختراق أكبر	درزة أعرض
يصعب معه بداية القوس	يسهل بداية القوس
تنظيف أقل لسطح المعدن	تنظيف أفضل
أقل تحقيقا لاستقرار القوس	استقرار أفضل لقوس
مخروط القوس مشتت	مخروط القوس أقل تشتتا
يحتاج لجهد أعلي	يحتاج لجهد قليل
يحتاج لمعدل تدفق كبير	معدل تدفق أقل
تكلفته أعلي	تكلفته أقل.

- يمكن استخدام خليط من الغازين للحصول علي مزايا كلا منهما. كما يمكن إضافة اوكسجين في حدود 5٪ لخليطهما لتنظيف الدرزة من الشوائب.

أسئلة عن الفصل الثالث من الوحدة الثانية :

1) مهمة القلب الحديدي في ماكينة اللحام هي:

( ) التحكم في شدة التيار ( ) إنتاج تيار حثي

( ) التحكم في الجهد ( ) التحكم في درجة الحرارة الناتجة

2) قطب اللحام في لحام الـ MIG هو:

( ) سلك الحشو ( ) المعدن الأساسي

( ) مصدر الحرارة وسلك حشو ( ) المشعل

3) لحام الـ MIG هو:

( ) لحام بالكترود مستهلك بحماية المساحيق

( ) لحام بالكرود غير مستهلك بحماية غاز

( ) لحام بالكترود مستهلك بحماية غاز خامل

( ) لحام بالكترود غير مستهلك بدون حماية

4) لحام الـ MIG يمكن تنفيذه:

( ) يدويا فقط ( ) آليا فقط ( ) يدويا وآليا

5) تكون ماكينة اللحام في لحام الـ MIG ذات:

( ) تيار متغير وجهد ثابت ( ) تيار ثابت وجهد متغير

( ) تيار متغير وجهد متغير ( ) تيار ثابت وجهد ثابت

6) تستخدم في لحام الـ MIG قطبية:

( ) مباشرة لأنها تعطي حرارة عالية ( ) مباشرة لأنها تضمن استقرار القوس

( ) عكسية لأنها تعطي حرارة عالية ( ) مباشرة لكي لا يتضرر القطب

الوحدة الثانية

لحام القوس الكهربائي

الفصل الرابع

لحام القوس الكهربائي بقضب تنجستن

بحماية الغازات الخاملة

.TIG

الجدارة:

عند إكمال الفصل الرابع من الوحدة الثانية فإن المتدرب يستطيع تنفيذ عمليات لحام القوس الكهربائي بقطب تنجستن و بحماية الغازات الخاملة (TIG) وذلك لمعادن مختلفة ، بوصلات متنوعة وأوضاع لحام متعددة.

الأهداف

بإكمال الفصل الرابع من الوحدة الثانية يكون المتدرب قادرا علي:

- معرفة معدات اللحام ودور كل مكون.
- اختيار الالكترود المناسب.
- اختيار غاز الحجب المناسب.
- تحديد شدة التيار وفرق الجهد المناسبين.
- اختيار القطبية المناسبة.
- تنفيذ عمليات لحام لمختلف المعادن، بمختلف الوصلات والأوضاع.

الوقت المتوقع للتدريب:

2 ساعات للتدريب النظري.
4 ساعات للتدريبات العملية.

الوسائل المساعدة:

أتبع التعليمات المذكورة في كل تدريب نظري وعملي.

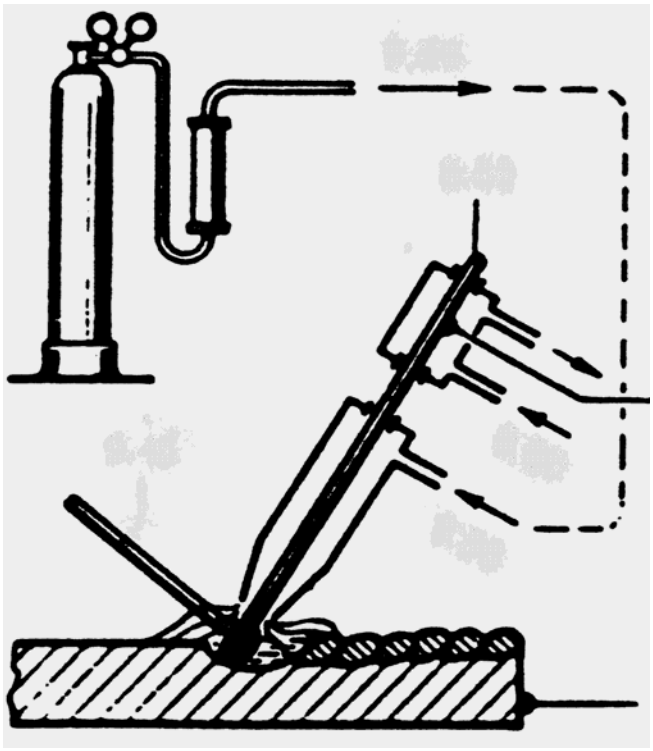
متطلبات الجدارة:

يجب التدرب علي جميع المهارات لأول مرة.

4.2) لحام القوس الكهربائي بقطب تنجستن Tungesten inert gas arc welding

1.4.2) فكرة اللحام

الشكل (13.2) يوضح هذه الطريقة من اللحام القوسي، حيث يستخدم قطب من مادة التنجستن ذات درجة الانصهار العالية (3400 درجة مئوية) ليكون مصدرا للحرارة فقط ولذا يجب توفر مادة حشو. ينصهر سلك الحشو تحت تأثير الحرارة العالية للقوس المتكون بين قطب التنجستن والمعدن الاساسى.

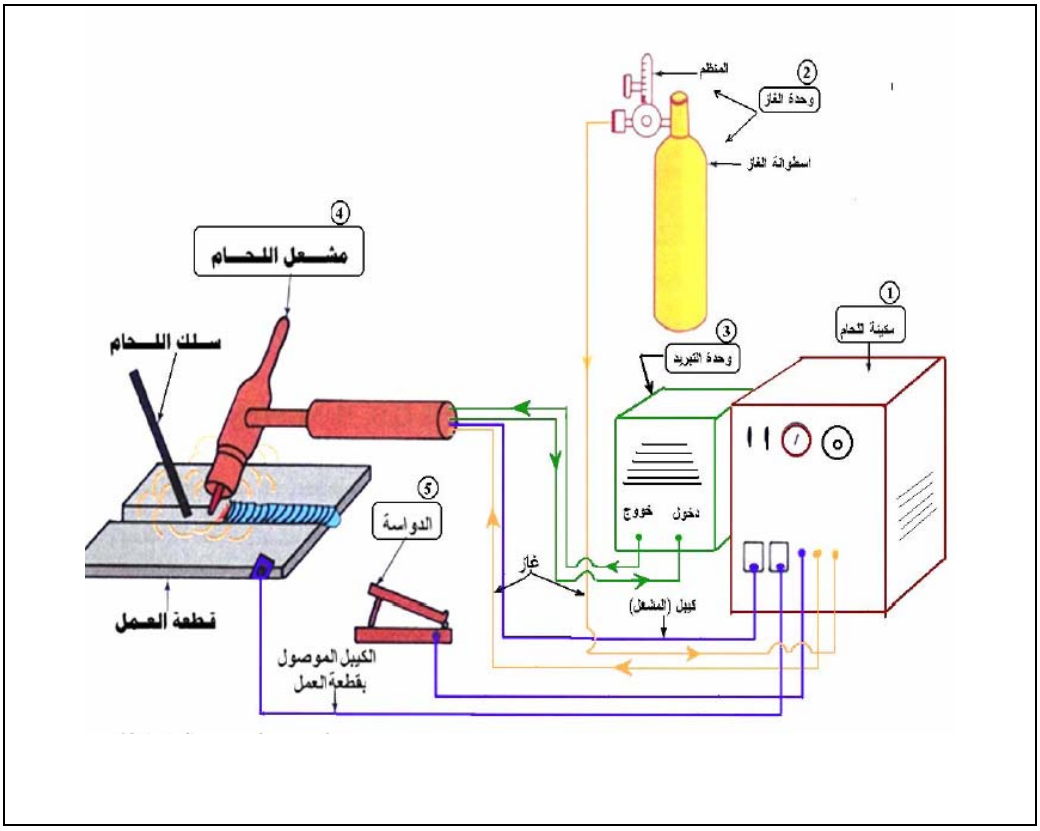


الشكل (13.2): اللحام القوسي بقطب تنجستن

- يراعي في لحام الـ TIG استخدام قطبية مباشرة (الكترود سالب) وذلك لضمان تسليط حرارة أكبر علي حوض اللحام وتقليلها علي الالكترود حماية للتنجستن من أن يتفتت. كذلك يراعي في حالة استخدام تيار كهربائي عالي (أعلي من 200 أمبير) حماية الالكترود عبر التبريد بالماء.
- لضمان استقرار القوس تمكن مكنات اللحام بتيار متردد من العمل بتردد مرتفع (High frequency).

2.4.2) معدات لحام الـ TIG

تستخدم في هذه الطريقة معدات شبيهة بالمعدات المستخدمة في لحام الـ MIG مع اختلاف بسيط وهو عدم الحاجة لحهاز تغذية للسلك في حالة اللحام اليدوي. الشكل (14.2) يوضح المعدات المستخدمة في لحام الـ TIG .



الشكل (14.2): معدات لحام الـTIG

وحدة التبريد هي مبرد كهربائي للماء المرسل والراجع من المشعل. يخرج الماء المبرد منها ويمر بماكينة اللحام لكي يتم التحكم في مرور الماء وإيقافه من المشعل وكذلك لتبريد السك الحامل للتيار الكهربائي من الماكينة للمشعل.

3.4.2) طرق تنفيذ لحام الـ TIG

يتم تنفيذ لحام التنجستن بثلاث طرق تتناسب مع كمية اللحام المطلوبة وهي:

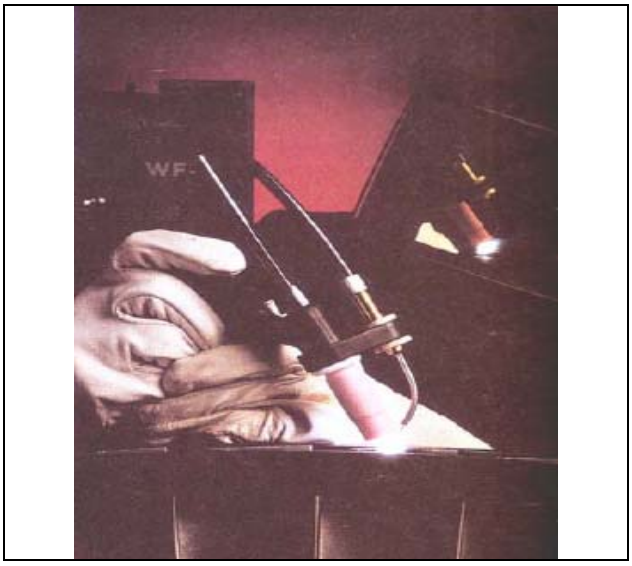
أ) اللحام اليدوي

ويستخدم في حالة أعمال الإصلاح والقطع المطلوبة بأعداد قليلة وفيه يحرك العامل المشعل وسلك اللحام. الشكل (15.2) يوضح هذه الطريقة.

الشكل (15.2): لحام TIG يدوي

ب) اللحام شبه الآلي

وفيه يحرك العامل المشعل والذي يحمل جهاز تغذية صغير لسلك اللحام. تمكن هذه الطريقة من تنفيذ لحام قطع مطلوبة بدفع صغيرة ومتوسطة. الشكل (16.2) توضح الطريقة شبه الآلية.



الشكل (16.2): لحام TIG شبه آلي

ج) لحام TIG آلي

فيه يقوم العامل فقط بمراقبة العملية حيث يتم تحريك المشعل وتغذية سلك اللحام آليا. تناسب هذه الطريقة الإنتاج بأعداد كبيرة. الشكل (17.2) يوضح الطريقة.

الشكل (17.2): لحام TIG آلي

4.4.2) الكترودات التنجستن

تتراوح أقطار الكترودات التنجستن بين 1.5 – 4.5 مم وتصنع من التنجستن النقي أو سبيكة من النتجستن والثوريوم 1 - 2٪ أو الزركونيوم بنسب ضئيلة. تتعدد مهام العناصر السبائكية ويمكن حصرها فيما يلي:

- تحمل القطب للتيار العالي
- ضمان أنبعاث الكتروني جيد
- حفظ الفوهة باردة
- تقليل إنحراف القوس لطرف الالكترود
- تسهل بداية القوس
- تقليل انتقال التنجستن إلي المعدن عند لمسه

تستخدم أقطاب سبيكة الثوريوم في اللحام بتيار مستمر بقطبية مستقيمة للحام الصلب المقاوم للصدأ ، الصلب المقاوم للحرارة، الصلب منخفض السبائك ، النحاس ، النيكل والتيتانيوم. بينما تحبذ سبيكة الزركونيوم للحام بتيار متردد للحام الالومونيوم وسبائكه لأنها تحسن من خصائص القوس الكهربائي. يتم تجليخ مقدمة القطب لتركيز القوس عبر خلق مقدمة مخروطية حادة الطرف

5.4.2)مقومات اللحام بقطب التنجستن

الجداول التالية توضح مقومات اللحام تبعا لسمك المعدن الاساسي.ونوعية مادته.

حديد الزهر الرمادى (TIG)

سمك المشغولة mm	وضع اللحام فى وصلة تناكبية	التيار: شدته A	التيار: نوعيته	قطر الإلكترود mm	تدفق غاز الأرجون عند ضغط واحد ونصف جوى لتر/ دقيقة
6	أفقى	160	AC,HF*	4,5 - 6	8
6	رأسى	150	DC,-ve**	4,5	8
6	سقف	150	AC,HF	4,5	8
25	أفقى	300-350	DC,-ve	4,5 - 6	12

* تيار متردد + وحدة تردد عال
* تيار مستمر قطبية مباشرة (الإلكترود سالب)

جدول (2- 115) القيم الارشادية للحام النيكل ومعدن المونل وصلات تناكبية

المعدن	سمك المشغولة mm	تدفق الأرجون عند ضغط واحد ونصف جوى لتر / دقيقة	شدة التيار المستمر قطبية مباشرة
نيكل	3	12	200
مونل	3	12	200

سمك المشغولة mm	قطر الالكترود mm	شدة التيار المتردد: سقف	شدة التيار المتردد: أفقي ورأسي	شدة التيار المتردد: مستوى الأرضي	نوع الوصلة *	تصرف الأرجون	قطر سلك الحشو mm
لحام الألومنيوم Tig							
1,5	1,5	60-80	60-80	60-80	A	7	1,5
		60-80	55-75	70-90	B	7	
		60-80	60-80	60-80	C	7	
		70-90	70-90	70-90	D	7	
3,-	2	120-140	115-135	125-145	A	8	3
		130-160	125-145	140-160	B	8	
		130-150	115-135	125-145	C	8	
		140-160	115-135	140-160	D	8	
4,5	3	180-210	190-220	190-220	A	10	4
		180-210	190-220	210-240	B	10	
		180-210	180-210	190-220	C	10	
		180-210	190-220	210-240	D	10	
6,-	5	210-250	220-260	260-300	A	12	5
		210-250	220-260	290-340	B	12	
		210-250	220-260	280-320	C	12	
		210-250	220-260	280-320	D	12	
لحام الصلب المقاوم للتأكل (شدة التيار المستمر بقطبية مباشرة)							
1,5	1,5	70-90	70-90	80-100	A	5	1,5
		80-100	80-100	100-120	B	5	
		70-90	70-90	80-100	C	5	
		80-100	80-100	90-110	D	5	
2,-	1,5	90-110	90-110	100-120	A	5	1,5
		100-120	100-120	110-130	B	5	
		90-110	90-110	100-120	C	5	
		100-120	100-120	110-130	D	5	
3,-	2	105-125	110-130	120-140	A	5	2
		120-140	120-140	130-150	B	5	
		115-135	110-130	120-140	C	5	
		120-140	115-135	130-150	D	5	
4,5	2	150-200	150-200	200-250	A	6	3
		175-225	175-225	225-275	B	6	
		150-200	150-200	200-250	C	6	
		175-225	175-225	225-275	D	6	
6,-	3	200-250	200-250	275-350	A	6	4
		225-275	225-275	300-375	B	6	
		200-250	200-250	275-350	C	6	
		225-275	225-275	300-375	D	6	
لحام الصلب الكربوني اللدن وفقير التسابك (شدة التيار المستمر قطبية مباشرة)							
	1	100				4-5	1,5
	1,5	100-125				4-5	
	2	125-140				4-5	
	3	140-170				4-5	

A = تناكبية B = تراكبية C = ركنية D = زاوية

أسئلة عن الفصل الرابع من الوحدة الثانية :

1) عدم استخدام ليات المطاط لنقل غاز الهليوم يرجع إلي:

( ) الهليوم يسبب تآكل المطاط ( ) ليات المطاط تتشقق مع مرور الوقت
( ) ليات المطاط غالية الثمن ( ) الهليوم يمكن أن يتسرب منها

2) تستخدم خلائط من غازات الحماية الخاملة لتحقيق:
( ) توفير عزل أفضل من الهواء الجوي ( ) تخفيض التكلفة
( ) رفع درجة الحرارة في القوس ( ) الحصول علي مزايا الخليط

3) تستهلك كمية أكبر من الهليوم مقارنة بالآرجون لتنفيذ نفس كمية اللحام بسبب:
( ) سرعة خروج الهليوم ( ) رخص تكلفة الهليوم
( ) صغر كثافة الهليوم ( ) كبر تكلفة الآرجون

4) مهمة الغاز الخامل في لحام الـ TIG هي:
( ) توصيل التيار بين القطبين ( ) عزل حوض اللحام عن الهواء الجوي
( ) ضمان تأين منطقة القوس ( ) عزل مصهور الحوض عن الهواء

5) لحام الـ TIG هو:

( ) لحام بقطب مستهلك بحماية غاز خامل
( ) لحام بقطب مستهلك بحماية مساحيق
( ) لحام بقطب غير مستهلك بحماية غاز خامل
( ) لحام بقطب تنجستن.

6) لا تستخدم قطبية عكسية في لحام الـ TIG من أجل:
( ) تقليل استهلاك الكهرباء ( ) لرفع الإنتاجية
( ) لضمان سلامة العامل ( ) لتقليل تضرر قطب اللحام

7) ترفع ذبذبة التيار في لحام الـ TIG لتحقيق:

( ) أمان أكثر في ماكينة اللحام ( ) لرفع درجة حرارة القوس.

( ) استقرار القوس الكهربائي ( ) جودة اعلي في اللحام

8) شدة التيار في لحام الـ TIG تتناسب مع سمك المعدن الأساسي:

( ) عكسيا ( ) طرديا ( ) لا علاقة بينهما.

9) كمية الغاز الخامل المستهلك في لحام الـ TIG تتناسب مع سمك المعدن الأساسي:

( ) عكسيا ( ) طرديا ( ) لا علاقة بينهما.

10) يتم تبريد المشعل في لحام الـ TIG :

( ) دائما ( ) عند لحام الصلب ( ) عند شدة تيار أكبر من 300 A

الوحدة الثانية

لحام القوس الكهربائي

الفصل الرابع

لحام القوس الكهربائي بقضب تنجستن

بحماية الغازات الخاملة

TIG.

الجدارة:

عند إكمال الفصل الرابع من الوحدة الثانية فإن المتدرب يستطيع تنفيذ عمليات لحام القوس الكهربائي بقطب تنجستن و بحماية الغازات الخاملة (TIG) وذلك لمعادن مختلفة ، بوصلات متنوعة وأوضاع لحام متعددة.

الأهداف

بإكمال الفصل الرابع من الوحدة الثانية يكون المتدرب قادرا علي:

- معرفة معدات اللحام ودور كل مكون.
- اختيار الالكترود المناسب.
- اختيار غاز الحجب المناسب.
- تحديد شدة التيار وفرق الجهد المناسبين.
- اختيار القطبية المناسبة.
- تنفيذ عمليات لحام لمختلف المعادن، بمختلف الوصلات والأوضاع.

الوقت المتوقع للتدريب:

2 ساعات للتدريب النظري.
4 ساعات للتدريبات العملية.

الوسائل المساعدة:

أتبع التعليمات المذكورة في كل تدريب نظري وعملي.

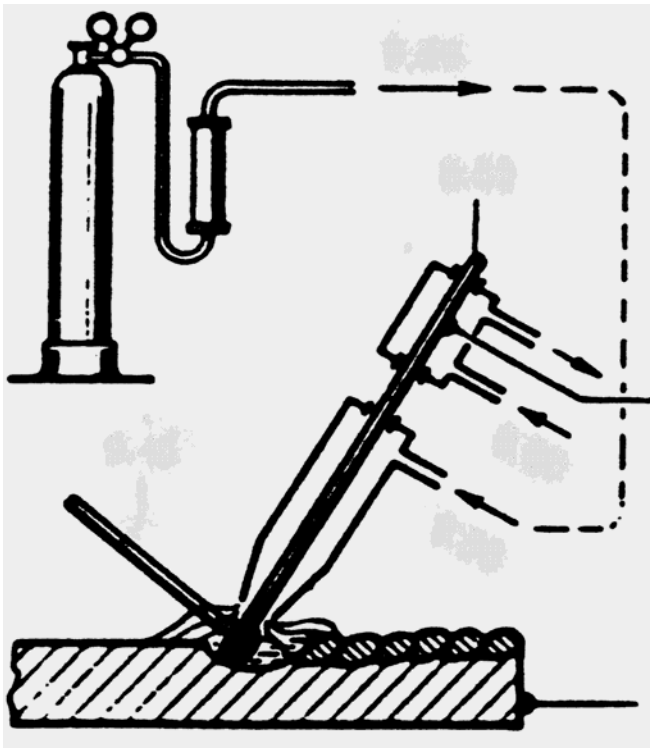
متطلبات الجدارة:

يجب التدرب علي جميع المهارات لأول مرة.

4.2) لحام القوس الكهربائي بقطب تنجستن Tungesten inert gas arc welding

1.4.2) فكرة اللحام

الشكل (13.2) يوضح هذه الطريقة من اللحام القوسي، حيث يستخدم قطب من مادة التنجستن ذات درجة الانصهار العالية (3400 درجة مئوية) ليكون مصدرا للحرارة فقط ولذا يجب توفر مادة حشو. ينصهر سلك الحشو تحت تأثير الحرارة العالية للقوس المتكون بين قطب التنجستن والمعدن الاساسى.

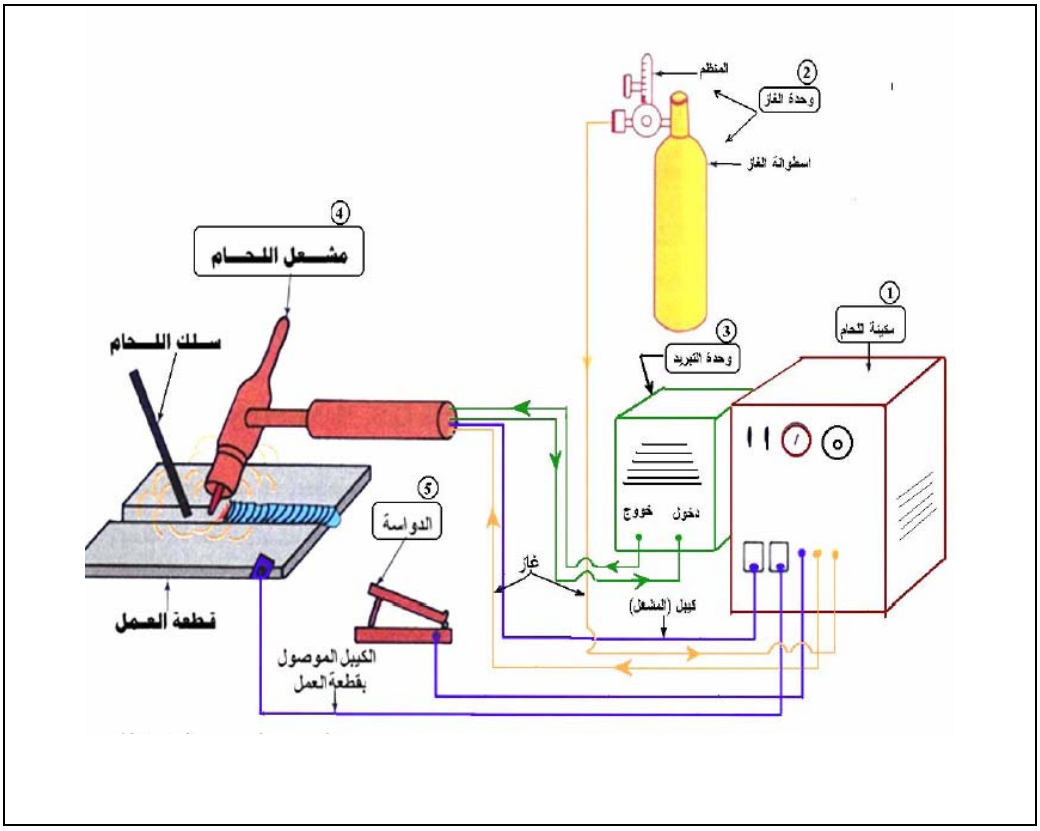


الشكل (13.2): اللحام القوسي بقطب تنجستن

- يراعي في لحام الـ TIG استخدام قطبية مباشرة (الكترود سالب) وذلك لضمان تسليط حرارة أكبر علي حوض اللحام وتقليلها علي الالكترود حماية للتنجستن من أن يتفتت. كذلك يراعي في حالة استخدام تيار كهربائي عالي (أعلي من 200 أمبير) حماية الالكترود عبر التبريد بالماء.
- لضمان استقرار القوس تمكن مكنات اللحام بتيار متردد من العمل بتردد مرتفع (High frequency).

2.4.2) معدات لحام الـ TIG

تستخدم في هذه الطريقة معدات شبيهة بالمعدات المستخدمة في لحام الـ MIG مع اختلاف بسيط وهو عدم الحاجة لحهاز تغذية للسلك في حالة اللحام اليدوي. الشكل (14.2) يوضح المعدات المستخدمة في لحام الـ TIG .



الشكل (14.2): معدات لحام الـTIG

وحدة التبريد هي مبرد كهربائي للماء المرسل والراجع من المشعل. يخرج الماء المبرد منها ويمر بماكينة اللحام لكي يتم التحكم في مرور الماء وإيقافه من المشعل وكذلك لتبريد السك الحامل للتيار الكهربائي من الماكينة للمشعل.

3.4.2) طرق تنفيذ لحام الـ TIG

يتم تنفيذ لحام التنجستن بثلاث طرق تتناسب مع كمية اللحام المطلوبة وهي:

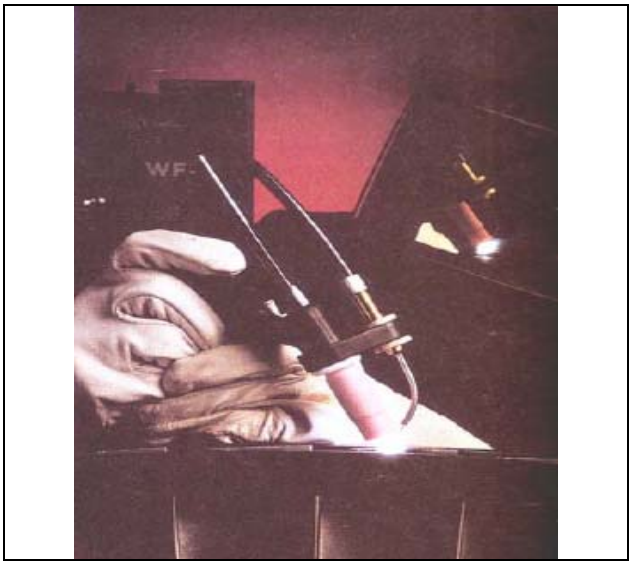
أ) اللحام اليدوي

ويستخدم في حالة أعمال الإصلاح والقطع المطلوبة بأعداد قليلة وفيه يحرك العامل المشعل وسلك اللحام. الشكل (15.2) يوضح هذه الطريقة.

الشكل (15.2): لحام TIG يدوي

ب) اللحام شبه الآلي

وفيه يحرك العامل المشعل والذي يحمل جهاز تغذية صغير لسلك اللحام. تمكن هذه الطريقة من تنفيذ لحام قطع مطلوبة بدفع صغيرة ومتوسطة. الشكل (16.2) توضح الطريقة شبه الآلية.



الشكل (16.2): لحام TIG شبه آلي

ج) لحام TIG آلي

فيه يقوم العامل فقط بمراقبة العملية حيث يتم تحريك المشعل وتغذية سلك اللحام آليا. تناسب هذه الطريقة الإنتاج بأعداد كبيرة. الشكل (17.2) يوضح الطريقة.

الشكل (17.2): لحام TIG آلي

4.4.2) الكترودات التنجستن

تتراوح أقطار الكترودات التنجستن بين 1.5 – 4.5 مم وتصنع من التنجستن النقي أو سبيكة من التنجستن والثوريوم 1 - 2٪ أو الزركونيوم بنسب ضئيلة. تتعدد مهام العناصر السبائكية ويمكن حصرها فيما يلي:

- تحمل القطب للتيار العالي
- ضمان أنبعاث الكتروني جيد
- حفظ الفوهة باردة
- تقليل إنحراف القوس لطرف الالكترود
- تسهل بداية القوس
- تقليل انتقال التنجستن إلي المعدن عند لمسه

تستخدم أقطاب سبيكة الثوريوم في اللحام بتيار مستمر بقطبية مستقيمة للحام الصلب المقاوم للصدأ ، الصلب المقاوم للحرارة، الصلب منخفض السبائك ، النحاس ، النيكل والتيتانيوم. بينما تحبذ سبيكة الزركونيوم للحام بتيار متردد للحام الالومونيوم وسبائكه لأنها تحسن من خصائص القوس الكهربائي. يتم تجليخ مقدمة القطب لتركيز القوس عبر خلق مقدمة مخروطية حادة الطرف

5.4.2)مقومات اللحام بقطب التنجستن

الجداول التالية توضح مقومات اللحام تبعا لسمك المعدن الاساسي.ونوعية مادته.

حديد الزهر الرمادى (TIG)

سمك المشغولة mm	وضع اللحام فى وصلة تناكبية	التيار: شدته A	التيار: نوعيته	قطر الإلكترود mm	تدفق غاز الأرجون عند ضغط واحد ونصف جوى لتر/ دقيقة
6	أفقى	160	AC,HF*	4,5 - 6	8
6	رأسى	150	DC,-ve**	4,5	8
6	سقف	150	AC,HF	4,5	8
25	أفقى	300-350	DC,-ve	4,5 - 6	12

* تيار متردد + وحدة تردد عال

* تيار مستمر قطبية مباشرة (الإلكترود سالب)

جدول (2- 115) القيم الارشادية للحام النيكل ومعدن المونل وصلات تناكبية

المعدن	سمك المشغولة mm	تدفق الأرجون عند ضغط واحد ونصف جوى لتر / دقيقة	شدة التيار المستمر قطبية مباشرة
نيكل	3	12	200
مونل	3	12	200

قطر سلك الحشو mm	تصرف الأرجون	نوع الوصلة *	شدة التيار المتردد: مستوى الأرضي	شدة التيار المتردد: أفقي ورأسي	شدة التيار المتردد: سقف	قطر الالكترود mm	سمك المشغولة mm
لحام الألومنيوم Tig							
1,5	7	A	60-80	60-80	60-80	1,5	1,5
	7	B	70-90	55-75	60-80		
	7	C	60-80	60-80	60-80		
	7	D	70-90	70-90	70-90		
3	8	A	125-145	115-135	120-140	2	3,-
	8	B	140-160	125-145	130-160		
	8	C	125-145	115-135	130-150		
	8	D	140-160	115-135	140-160		
4	10	A	190-220	190-220	180-210	3	4,5
	10	B	210-240	190-220	180-210		
	10	C	190-220	180-210	180-210		
	10	D	210-240	190-220	180-210		
5	12	A	260-300	220-260	210-250	5	6,-
	12	B	290-340	220-260	210-250		
	12	C	280-320	220-260	210-250		
	12	D	280-320	220-260	210-250		
لحام الصلب المقاوم للتأكل (شدة التيار المستمر بقطبية مباشرة)							
1,5	5	A	80-100	70-90	70-90	1,5	1,5
	5	B	100-120	80-100	80-100		
	5	C	80-100	70-90	70-90		
	5	D	90-110	80-100	80-100		
	5	A	100-120	90-110	90-110	1,5	2,-
	5	B	110-130	100-120	100-120		
	5	C	100-120	90-110	90-110		
	5	D	110-130	100-120	100-120		
2	5	A	120-140	110-130	105-125		3,-
	5	B	130-150	120-140	120-140		
	5	C	120-140	110-130	115-135		
	5	D	130-150	115-135	120-140		
3	6	A	200-250	150-200	150-200	2	4,5
	6	B	225-275	175-225	175-225		
	6	C	200-250	150-200	150-200		
	6	D	225-275	175-225	175-225		
4	6	A	275-350	200-250	200-250	3	6,-
	6	B	300-375	225-275	225-275		
	6	C	275-350	200-250	200-250		
	6	D	300-375	225-275	225-275		
لحام الصلب الكربونى اللدن وفقير التسابك (شدة التيار المستمر قطبية مباشرة)							
1,5	4-5			100			1
	4-5			100-125			1,5
	4-5			125-140			2
	4-5			140-170			3

A = تناكبية B = تراكبية C = ركنية D = زاوية

أسئلة عن الفصل الرابع من الوحدة الثانية :

1) عدم استخدام ليات المطاط لنقل غاز الهليوم يرجع إلي:

( ) الهليوم يسبب تآكل المطاط ( ) ليات المطاط تتشقق مع مرور الوقت
( ) ليات المطاط غالية الثمن ( ) الهليوم يمكن أن يتسرب منها

2) تستخدم خلائط من غازات الحماية الخاملة لتحقيق:
( ) توفير عزل أفضل من الهواء الجوي ( ) تخفيض التكلفة
( ) رفع درجة الحرارة في القوس ( ) الحصول علي مزايا الخليط

3) تستهلك كمية أكبر من الهليوم مقارنة بالآرجون لتنفيذ نفس كمية اللحام بسبب:
( ) سرعة خروج الهليوم ( ) رخص تكلفة الهليوم
( ) صغر كثافة الهليوم ( ) كبر تكلفة الآرجون

4) مهمة الغاز الخامل في لحام الـ TIG هي:
( ) توصيل التيار بين القطبين ( ) عزل حوض اللحام عن الهواء الجوي
( ) ضمان تأين منطقة القوس ( ) عزل مصهور الحوض عن الهواء

5) لحام الـ TIG هو:

( ) لحام بقطب مستهلك بحماية غاز خامل
( ) لحام بقطب مستهلك بحماية مساحيق
( ) لحام بقطب غير مستهلك بحماية غاز خامل
( ) لحام بقطب تنجستن.

6) لا تستخدم قطبية عكسية في لحام الـ TIG من أجل:
( ) تقليل استهلاك الكهرباء ( ) لرفع الإنتاجية
( ) لضمان سلامة العامل ( ) لتقليل تضرر قطب اللحام

7) ترفع ذبذبة التيار في لحام الـ TIG لتحقيق:
( ) أمان أكثر في ماكينة اللحام ( ) لرفع درجة حرارة القوس.

( ) استقرار القوس الكهربائي ( ) جودة اعلي في اللحام

8) شدة التيار في لحام الـ TIG تتناسب مع سمك المعدن الأساسي:
( ) عكسيا ( ) طرديا ( ) لا علاقة بينهما.

9) كمية الغاز الخامل المستهلك في لحام الـ TIG تتناسب مع سمك المعدن الأساسي:
( ) عكسيا ( ) طرديا ( ) لا علاقة بينهما.

10) يتم تبريد المشعل في لحام الـ TIG :
( ) دائما ( ) عند لحام الصلب ( ) عند شدة تيار أكبر من 300 A

تقنية اللحام (نظري)

لحام الاوكسي أستيلين

الجدارة:

عند إكمال الوحدة الثالثة فإن المتدرب يستطيع تنفيذ عمليات لحام أوكسى استيلين وذلك لمعادن مختلفة ، بوصلات متنوعة وأوضاع لحام متعددة.

الأهداف

بإكمال الوحدة الثالثة يكون المتدرب قادرا علي:

-التعامل بكفاءة مع معدات اللحام

-اختيار اللهب المناسب.

-اختيار حركات اللحام المناسبة.

-تنفيذ عمليات لحام لمختلف المعادن، بمختلف الوصلات والأوضاع.

الوقت المتوقع للتدريب:

3 ساعات للتدريب النظري.

8 ساعات للتدريبات العملية.

الوسائل المساعدة:

أتبع التعليمات المذكورة في كل تدريب نظري وعملي.

متطلبات الجدارة:

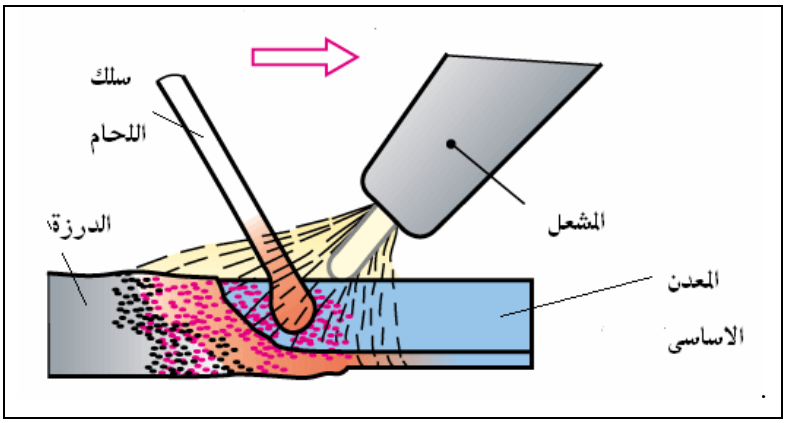
يجب التدرب علي جميع المهارات لأول مرة.

3) اللحام الغازي Gas welding

1.2) فكرة اللحام الغازي

مصدر الحرارة بهذا اللحام هو احتراق خليط مكون من غاز وأوكسجين.. يسلط اللهب علي حوض اللحام (Weld pool) وسلك اللحام (Filler) مما يؤدي لانصهار حواف الحوض ومقدمة السلك. عند إبعاد اللهب، يمتزج المصهوران وتتكون الدرزة (Bead) عند التجمد. يجب تفادي الإفراط في التسخين بتحريك المشعل بسرعة مناسبة وتمويج سلك اللحام.واختيار نوع اللهب المناسب

الشكل (1.3) يوضح فكرة اللحام الغازي (الأوكسي أتسيلين)



الشكل (1.3) يوضح فكرة اللحام الغازي (الأوكسي أتسيلين)

1.3) الغازات المستخدمة

تستخدم مع الأوكسجين غازات عديدة للحام مثل:

الغاز	درجة الحرارة °م	الغاز	درجة الحرارة °م
الميثان CH_4	2538	البروبان $C3H_8$	2526
البروبلين C_3H_4.	2900	هيدروجين H_2	2650
ايثيلين C_2H_4	2927	الأستيلين C_2H_2	3087

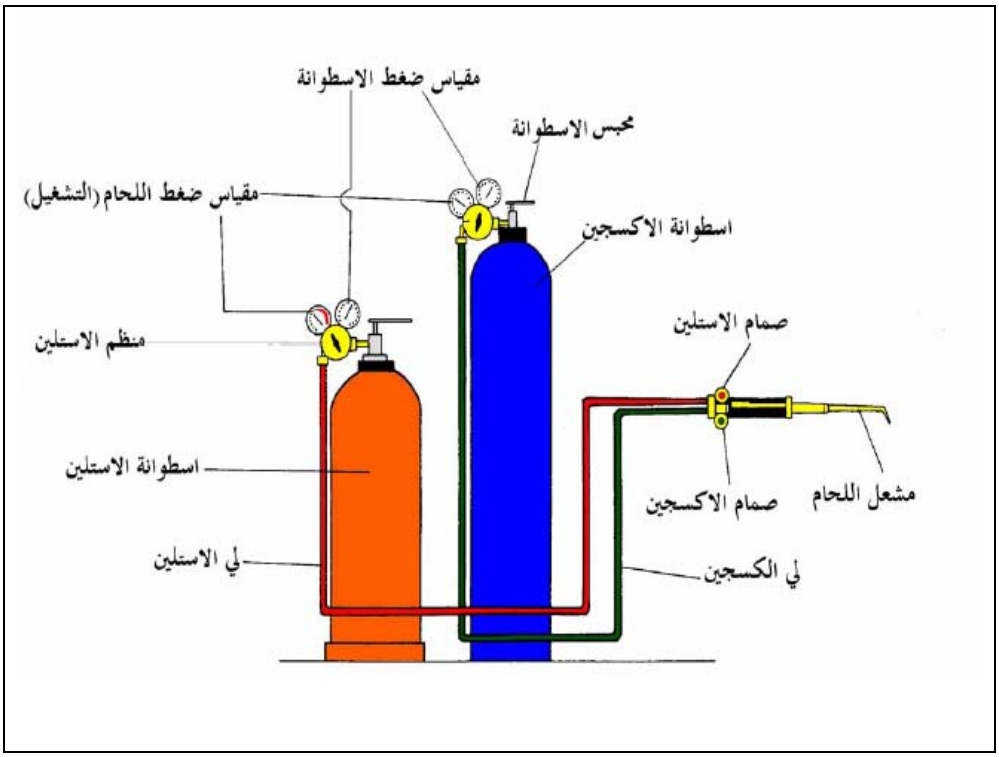
يتضح من القائمة أن الأسيتيلين Acetylene (C_2H_2 , 92.3 % C , 7.7 % H) يعطي عند احتراقه مع الأوكسجين أعلي درجة حرارة ولذا فهو الأكثر استخداما.. أكتشف عام 1815 م من قبل العالم سير همفري ديفي وتم استخدامه تجاريا في عام

1892 ينتج الاسيتيلين عبر إضافة الماء لكربيد الكالسيوم أو العكس في مولدات خاصة، النوع المتحرك منها ينتج . 5 م3 / ساعة.

الآوكسجين يشكل نسبة 20,9 ٪ من الهواء الجوي. تم فصله في عام 1774 م من قبل العالم جوزيف بريستلي. ينتج بالتحليل الكهربائي للماء أو بتجميد الهواء حتي - 218 درجة مئوية. يعطي لتر الاوكسجين السائل 860 لترا اوكسجين في الحالة الغازية.

3.3) معدات اللحام الغازي Gas welding equipment

الشكل (2.3) يوضح معدات لحام الاوكسى أسيلتين والتي تشمل أسطوانة الاوكسجين وأسطوانة الاسيتيلين وخراطيم كليهما ، منظمات الضغط والمشعل.

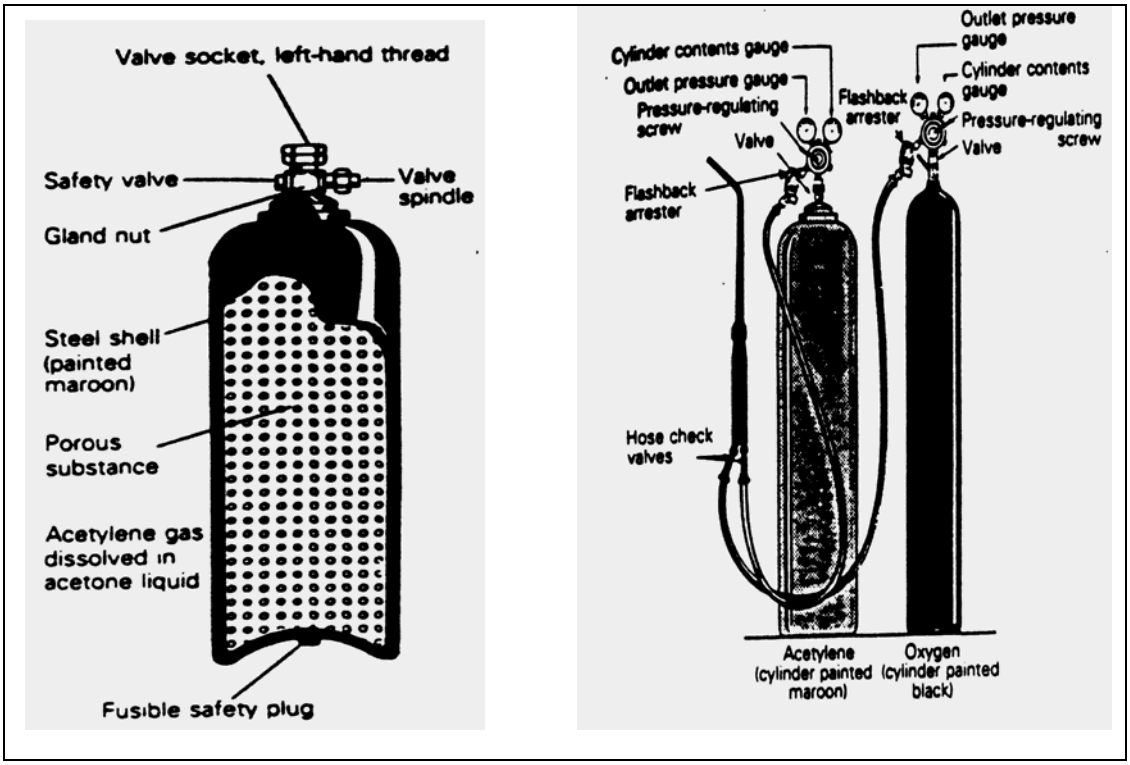


الشكل (2.3) يوضح معدات لحام الاوكسى أسيتلين

. .

1.3.3) الأسطوانات Cylinders:

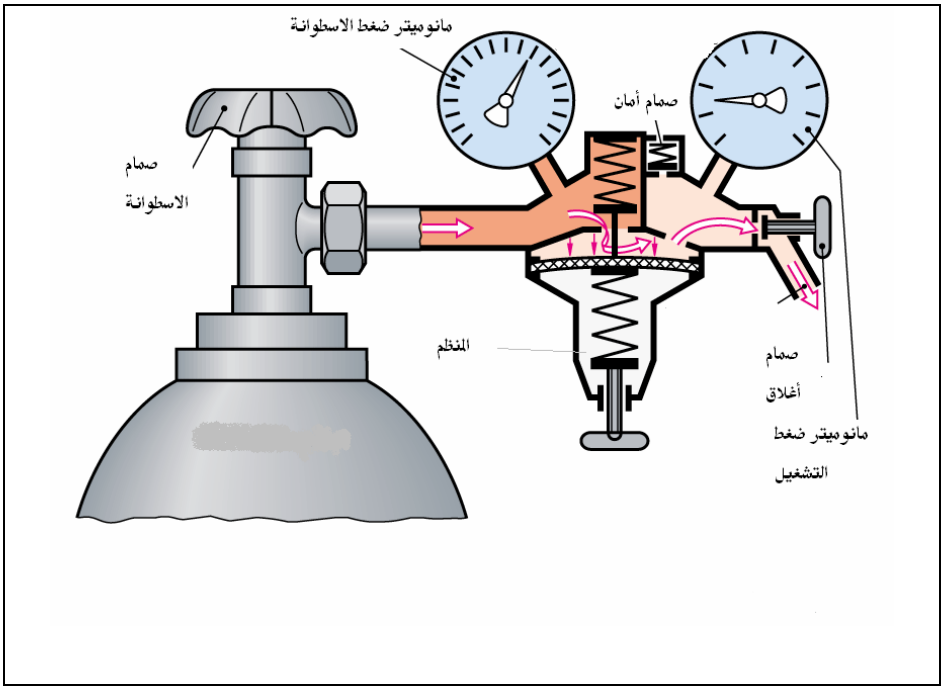
يتم تمييز أسطوانة الأوكسجين باللون الأصفر. وتصنع عبر السحب . وتبلغ سعتها من 10 إلي 390 قدم ^{3}) وتميز باللون الأخضر. مقاييس الاسطوانة هي 21 سم للقطر و 130 سم للارتفاع و 7 – 8 سم لسمك الجدار.ويبلغ ضغط الاسطوانة 150 ضغط جوي وضغط تشغيلها هو 5 – 7 رطل / بوصة مربعة أسطوانة الاسيتيلين قطرها 30 مم وارتفاعها 100 مم وسمكها من 4 إلي 5 مم وتميز باللون الأصفر أو مشتقات اللون الأحمر. يبلغ ضغط الاسطوانة 15 ضغط جوي و ضغط تشغيلها 3 – 5 رطل / بوصة مربعة. تعبا الاسطوانة بمادة أسفنجية (سليكات الكالسيوم) وتشبع باسيتون الذى يمتص الاسيتيلين عند التعبئة ويتركه ينفصل منه عند فتح الاسطوانة ببطء. وذلك لتفادي أنفجار الاسيتيلين الذي يحدث عند أعلي من 600 درجة مئوية وضغط يبلغ 1.5 كجم / سم^2 (ضغط جوي atu) يوجد علي الأسطوانات لوحة ،عليها معلومات مثل: ضغط الأسطوانة، ضغط التشغيل، تاريخ فحص الأسطوانة،



الشكل (3.3): الأسطوانات وتفاصيل أسطوانة الأستيلين

2.3.3) مقاييس الضغط Pressure gauge:

يوجد علي قمة المنظم مقياسا ضغط ، أحدهما يوضح الضغط بالأسطوانة والآخر يوضح ضغط التشغيل. أنظر الشكل (4.3).



الشكل (4.3): مقاييس الضغط والمنظم

3.3.3) المنظم Regulator:

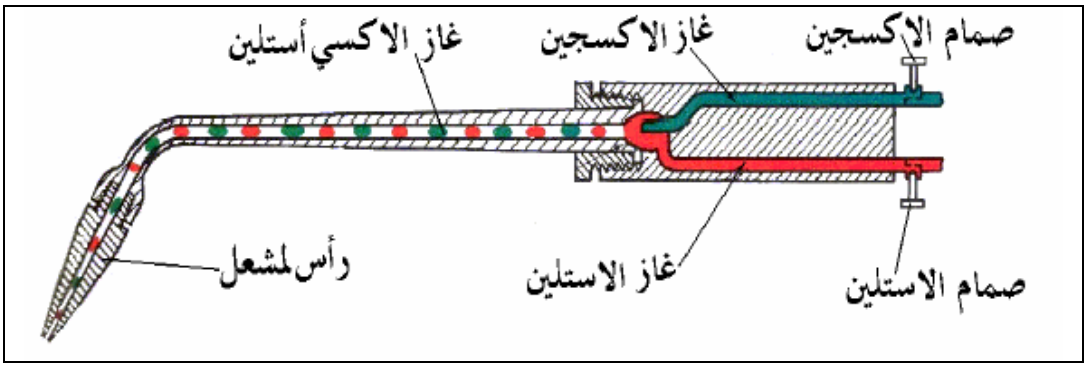
مهمته تخفيض الضغط من ضغط الأسطوانة لضغط التشغيل..

4.3.3) صمام الأمان Safety valve:

ومهمته هو ضمان خروج الغاز عند اندلاع حريق مثلا ، لتفادي انفجار الأسطوانة.وذلك لأن درجة انصهاره أقل من درجة انصهار مادة الأسطوانة. وتبلغ 160 درجة مئوية.

5.3.3) المشعل (البزباز، البوري) Torch:

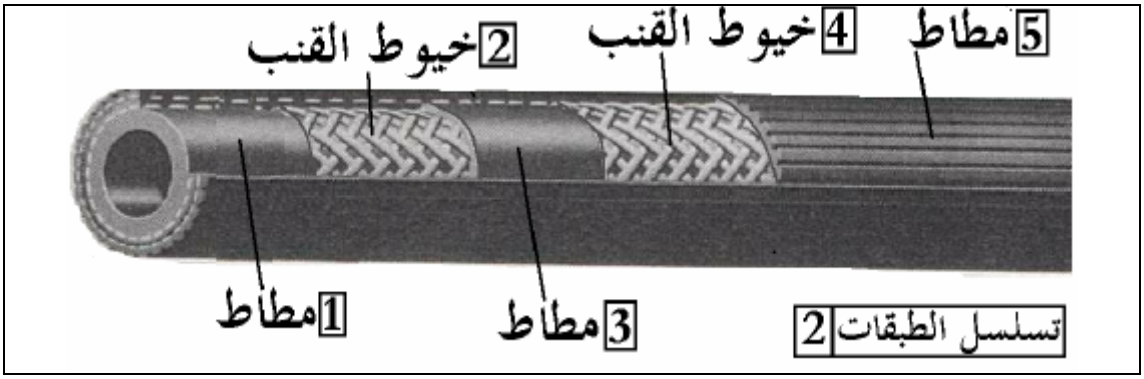
يصنع من النحاس لمقاومته للتآكل ومهمته هي توفير اللهب المناسب من خلال غرفة بداخله يختلط فيها الغازان. ويشكل مقبضا لتوجيه اللهب.. توجد مشاعل بمقاسات مختلفة تبعا لسمك المعدن الأساسي (Base metal) المراد لحامه (من 0.2 إلي 30 مم). يمكن تغيير مقدمة المشعل (الفوهة) المثبتة بلولب.. الشكل (5.3) يوضح تفاصيل المشعل



الشكل (5.3) : المشعل (البزباز)

6.3.3)**الخراطيم Hoses** :

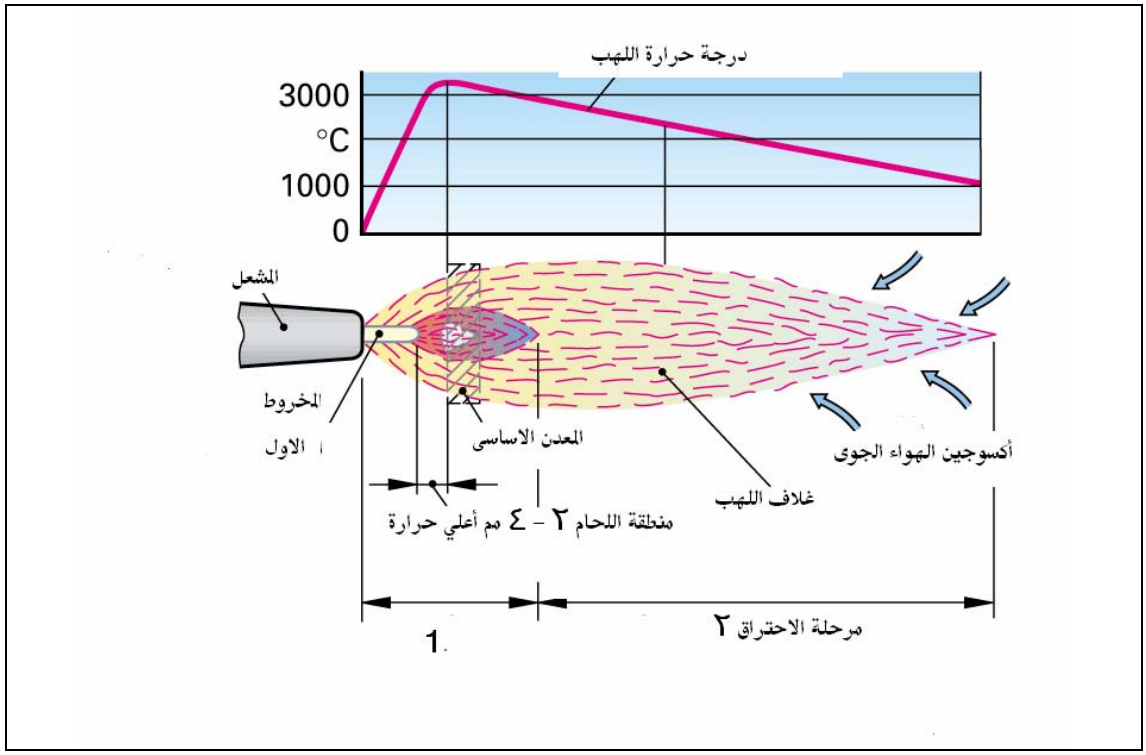
تصنع من المطاط المقوي بخيوط القنب. ومهمتها توصيل الغاز من الأسطوانة للمشعل. يميز خرطوم الأوكسجين باللون الأخضر وخرطوم الأستيلين باللون الأحمر. ويشترط أن تكون أطول من 5 أمتار. يجب التعامل الحذر مع الخراطيم لمنع تلفها والتأكد دائما من عدم وجود تسريب بها. وذلك باستخدام رغوة صابون. الشكل (6.3) يوضح الخرطوم.



الشكل (6.3) : الخرطوم وجزء التركيب

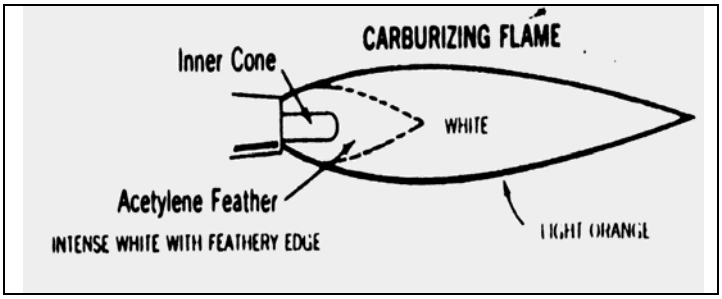
4.3) أنواع اللهب Flame types :

يتكون اللهب من مخروطين أو ثلاثة تبعا لنسبة خلط الغازين.. تبلغ درجة الحرارة في المخروط الأول 1000° م وعند بداية المخروط الثاني 3000 درجة مئوية وعند نهايته 2500 °ام وفي مركز اللهب الأمامي 1800 °م . يحبذ تسليط المنطقة ذات الحرارة القصوى علي سلك اللحام وعلي حوض اللحام لضمان سرعة الصهر. الشكل (7.3) يوضح لهب اللحام .



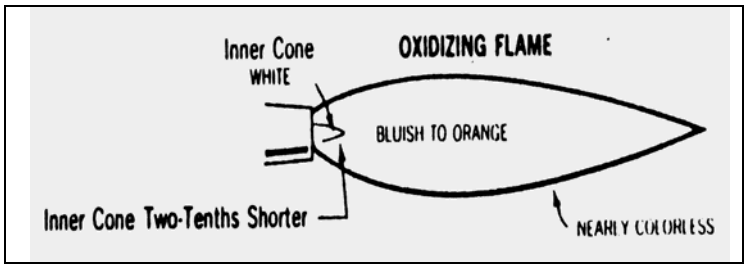
الشكل (7.3): لهب اللحام

تغير نسبة الأستيلين للأوكسجين وذلك تبعا لنوع المعدن المراد لحامه. توجد ثلاثة أنواع من اللهب وهي:
المكربن Carburizing flame وفيه نسبة الأستيلين هي الأكبر ويستخدم للحام المعادن سهلة التأكسد.



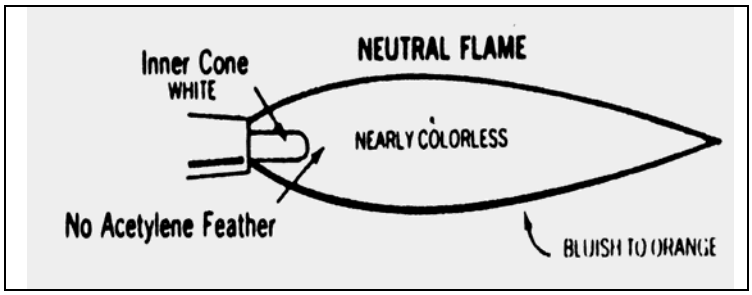
الشكل (8.3): يوضح اللهب المكربن

المؤكسد Oxidizing flame وفيه نسبة الأوكسجين هي الأكبر ويوفر حرارة أعلي.ويستخدم للحام المواد التي تتطلب حرارة عالية.



الشكل (9.3): يوضح اللهب المؤكسد

المتعادل Neutral flame وفيه تتساوي نسبة الأوكسجين والأستيلين ويحبذ استخدامه في اللحام.



الشكل (10.3) : يوضح اللهب المتعادل

أسئلة عن الوحدة الثالثة :

1) ما هي نوعية الغازات المستخدمة في اللحام؟

2) أشرح فكرة لحام الأوكسى اسيتلين مع التوضيح بالرسم.

3) ما هي معدات لحام الأوكسى استيلين؟

4) أذكر أنواع اللهب ومتى يستخدم كل نوع.

5) سحب الاستيلين بسرعة كبيرة يؤدي إلي:

( ) انفجار الاستيلين ( ) تولد لهب مؤكسد

( ) انفجار الأسيتون ( ) تنفيذ اللحام بسرعة

6) علل ما يأتي:

أ) ضعف جودة لحام الأوكسى اسيتيلين عن اللحام القوسى.

2) يكثر التشوه في القطع الملحومة عن طريق لحام الأوكسى أستيلين.

3) تفادي السحب البطئ لغاز الأستيلين.

4) كبر منطقة التأثر الحراري بلحام الاوكسى استيلين.

تقنية اللحام (نظري)

طرق لحام أخرى

الوحدة الرابعة

طرق لحام أخرى

الفصل الأول

لحام المقاومة الكهربائية

لحام الثرميت

لحام المونة والسمكرة

الجدارة:

عند إكمال الفصل الأول من الوحدة الرابعة فإن المتدرب يستطيع تنفيذ عمليات لحام مقاومة كهربائية ولحام المةنة والسمكرة وذلك لمعادن مختلفة .

الأهداف

بإكمال الفصل الأول من الوحدة الرابعة يكون المتدرب قادرا علي:

-تحديد شدة التيار وفرق الجهد المناسبين.للحام المقاومة الكهربائية

-اختيار سلك الحشو المناسب في لحام المونة والسمكرة..

-تنفيذ عمليات لحام لمختلف المعادن..

الوقت المتوقع للتدريب:

3 ساعات للتدريب النظري.

4 ساعات للتدريبات العملية.

الوسائل المساعدة:

أتبع التعليمات المذكورة في كل تدريب نظري وعملي.

متطلبات الجدارة:

يجب التدرب علي جميع المهارات لأول مرة.

1.4) لحام المقاومة الكهربائية Resistance welding

تنتج الحرارة فيه عبر المقاومة الكهربائية للثغرة بين الجزئين المتلامسين في منطقة التلاحم. يستخدم فيه جهد من 4 إلي 25 فولت وشدة تيار عالية من 100 إلي 65000 أمبير والتي تستخدم في اللحام الومضي ، أحد أنواع لحام المقاومة الكهربائية.

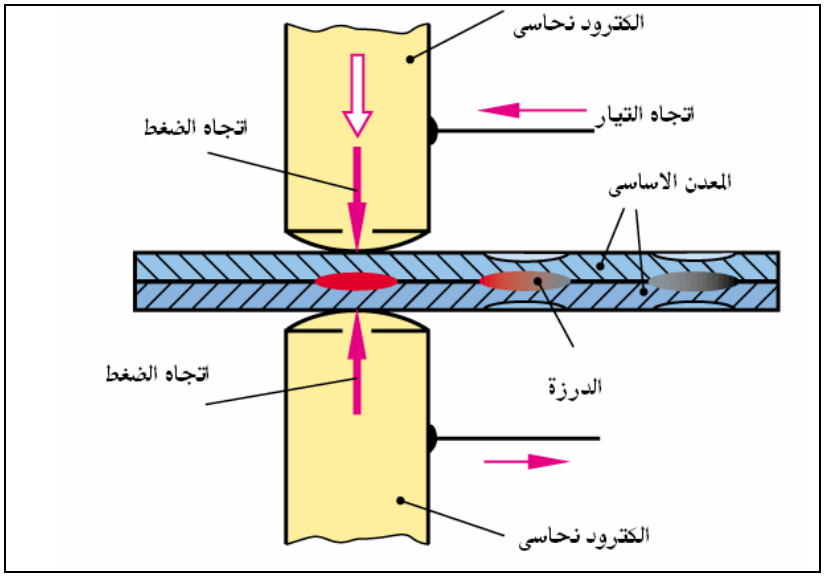
يستخدم في لحام هياكل من الصفيح ولحام الصفائح الرقيقة جدا ولحام القطع دائرية أو مربعة المقطع تناكبيا.

1.1.4) فكرة اللحام :

عند ضغط القطعتين المراد لحامهما بالألكترودين النحاسيين، يمر التيار الكهربائي المستمر(Direct current) خلال المعدن الأساسي ويلاقي أكبر مقاومة من الهواء الموجود عند الحد الفاصل بين القطعتين والناتج من عدم التصاقهما تماما وينتج عن ذلك تولد حرارة عالية تؤدي لتعجن المعدن. يتم الآن فصل التيار الكهربائي ثم يضغط بالألكترودين في اتجاهين متضادين مما يؤدي لحدوث تلاحم في المنطقة المتعجنة.

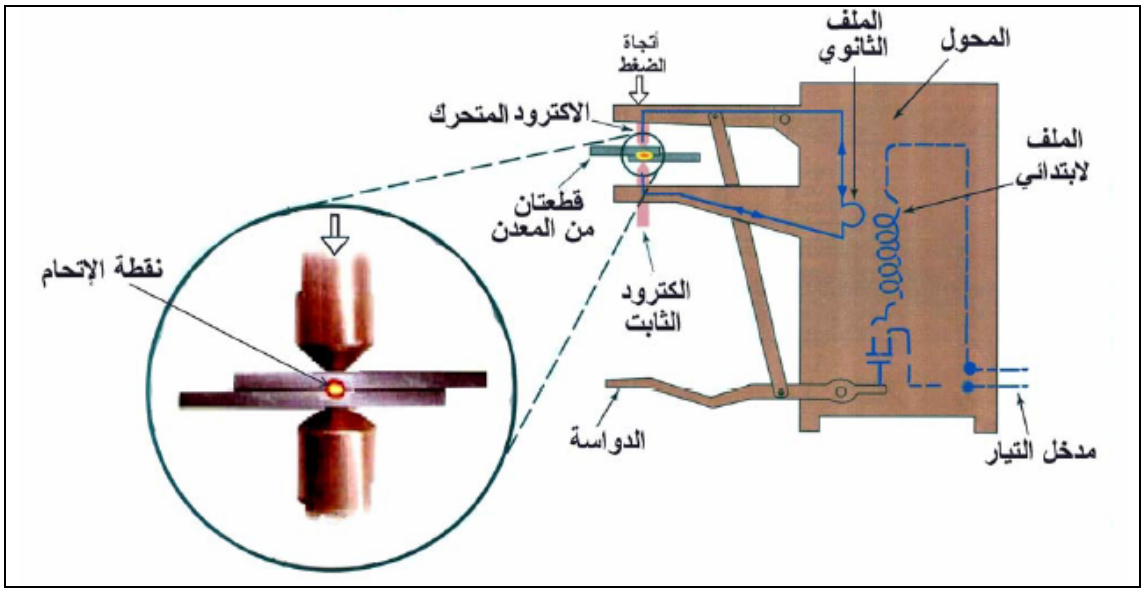
يتم اختيار شدة التيار ، زمن مروره ومقدار الضغط بناء علي نوع مادة المعدن الاساسى وسمكه.

الشكل (1.4) يوضح فكرة لحام المقاومة الكهربائية.



الشكل (1.4) : فكرة لحام المقاومة الكهربائية

المعدات المستخدمة في لحام المقاومة الكهربائية يوضحها الشكل (2.4). حيث يتيح المحول تغيير الجهد وشدة التيار والدواسة تتيح توفير الضغط المناسب للتلاحم. يجب تبريد الكترودات اللحام النحاسية بالماء.

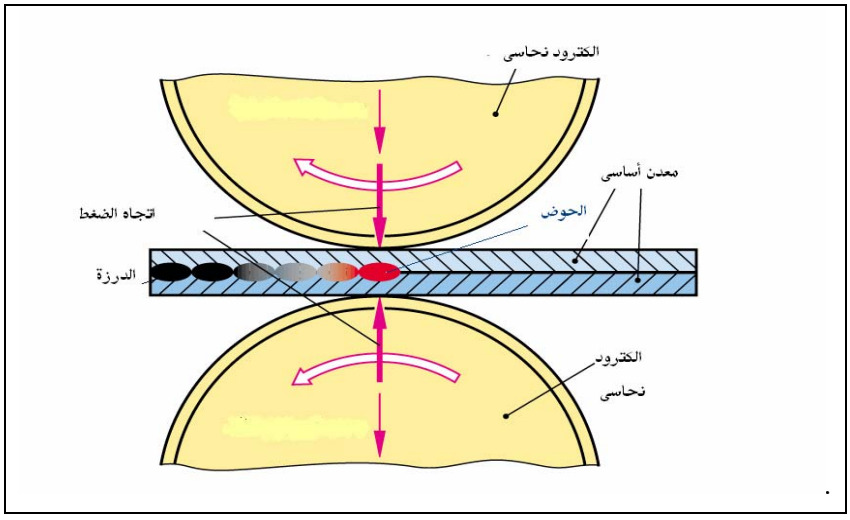


الشكل (2.4): معدات لحام المقاومة الكهربائية

2.1.4) **أنواع لحام المقاومة الكهربائية :**

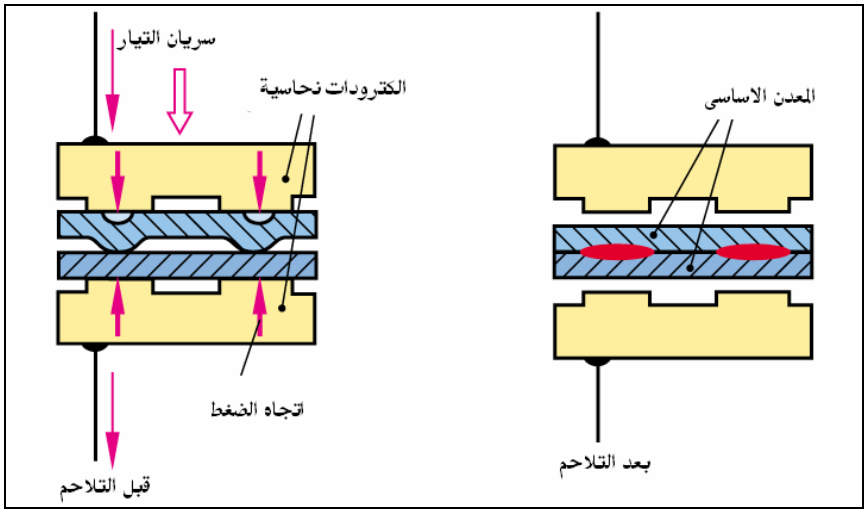
إضافة للحام البقعة توجد ثلاثة أنواع أخري توضحها الأشكال (3.4) ألي (6.4) هي:

- اللحام الشريطي Seam welding (بقع متلاصقة) ويستخدم في لحام الصفيح.



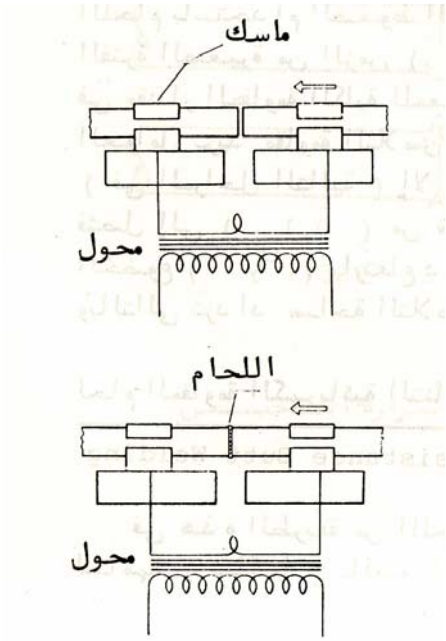
الشكل (3.4): اللحام الشريطي

-لحام المقاومة الاسقاطى Projection resistsnce welding حيث يتلائم شكل الالكترود مع شكل الجزء المراد لحامه أنظر الشكل (4.4)



الشكل (4.4): لحام مقاومة أسقاطي

- اللحام الومضى Flash welding حيث تستخدم شدة تيار عالية (65000 أمبير). عند تلامس الجزئين تنتج حرارة عالية تؤدي لتعجن كامل سطح التلامس. عند الضغط المتعاكس يحدث التلاحم لكامل السطحين المتقابلين. أنظر الشكل (5.4)



الشكل (5.4): اللحام الومضي

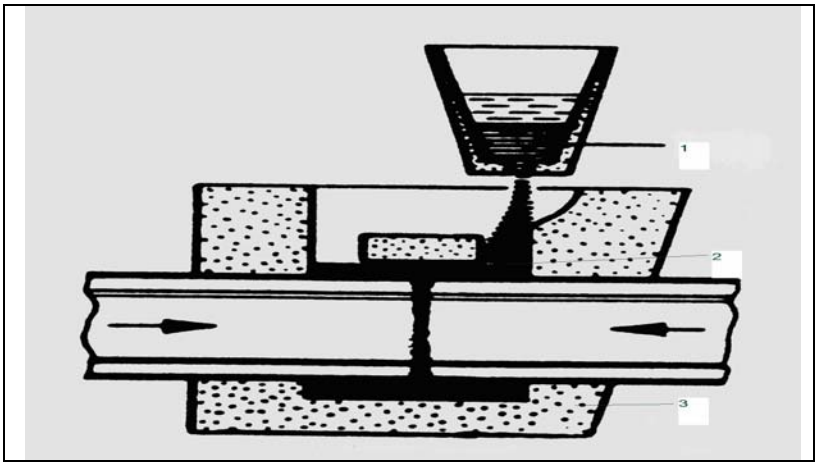
3.1.4) مزايا لحام المقاومة الكهربائية :

- زمن قليل لتنفيذه،
- المظهر الجيد للجزء الملحوم نتيجة لتواري الدرزة
- أمكانية تنفيذه آليا بسهولة بواسطة الأنسان الآلي
- إمكانية لحام الصفائح الرقيقة جدا (0.004 in)
- قلة التشوه لصغر منطقة التأثر.الحرارى

3.4) لحام الثرميت Thermit welding

1.3.4) فكرة لحام الثرميت

يتم خلط أكسيد الحديد مع ألومونيوم وفيرو سيلكون و2٪ جير لتحسين لزوجة أكسيد الالومونيوم وضمان سرعة صعوده كخبث.، في ماعون مخصوص (1) ثم يتم تسخين الخليط بواسطة بوركسيد الباريوم والذي يشعل بشريط ماغنيسيوم حتي حدوث التفاعل الكيميائي وهو سحب الألومونيوم للأوكسجين من أكسيد الحديد ، تتولد حرارة عالية تؤدي لانصهار الحديد. يطفو أكسيد الألومونيوم كخبث علي السطح يتم الآن تفريغ المصهور من الأسفل مباشرة في حوض اللحام (2) الذي يحيط به قالب من الرمل أو الفخار (3). تستخدم هذه الطريقة في لحام الأجزاء السميكة بالأخص حيث لا تتوفر كهرباء مثلا في خطوط السكك الحديدية أو لحام قضيب الأوناش السقفية في المصانع.الشكل (6.4) يوضح فكرة لحام الثرميت.



الشكل (6.4): لحام الثرميت.

2.2.4) مزايا لحام الثرميت :

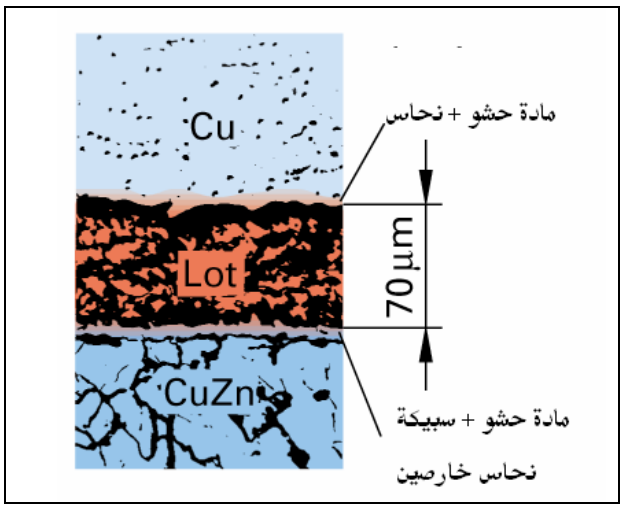
- توفر معدن منصهر بكمية كبيرة.
- يمكن استخدامه في مناطق نائية.
- خلو المعدن من الشوائب والغازات
- سرعة تنفيذ أعمال الصيانة بالمصانع

3.4) لحام المونة والسمكرة Soldering and brazing :

يستخدم لحام السمكرة في وصل أجزاء الأجهزة الكهربائية وذلك باستخدام مادة حشو هي القصدير وسبائكه. أما لحام المونة فيستخدم في لحام مختلف القطع وخصوصا من الزهر الرمادي الذي يصعب لحامه, وذلك باستخدام النحاس أو سبائكه كمادة حشو..

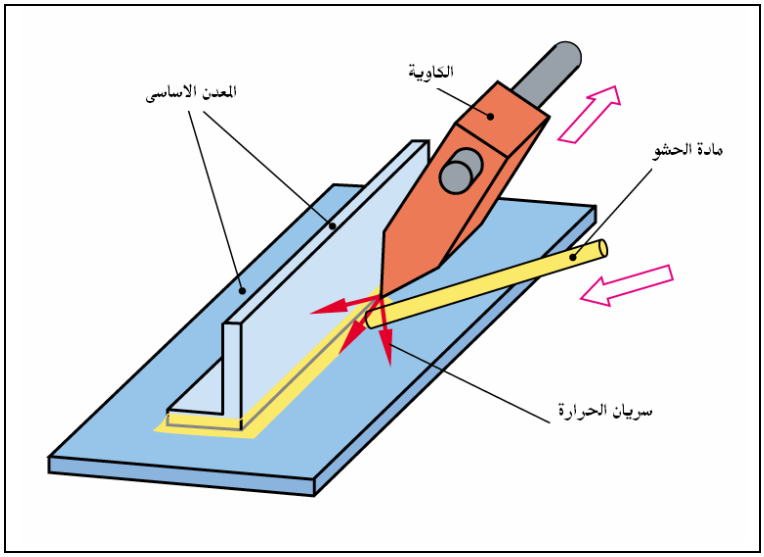
1.3.4) فكرة اللحام

لا يتم في هذين النوعين من اللحام صهر المعدن الأساسي (القطعة الملحومة) بل يصهر فقط سلك اللحام وبذلك يتم لصق القطعتين المعدنيتين معا عبر وسيط هو مادة الحشو. بسمك 0.07 مم كما يوضح الشكل (8.4).



الشكل (8.4) : كيفية التلاحم

مصدر الحرارة هو كاوية مسخنة بأي لهب أو بالكهرباء الشكل (9.4) يوضح فكرة لحام المونة والسمكرة.



الشكل (9.4): لحام المونة والسمكرة.

يجب تنظيف منطقة التلاحم عند تنفيذ لحام المونة والسمكرة من الاكاسيد والزيوت وذلك بصهيرة اللحام (البوراكس وهو مركب من الصوديوم وحمض البوريك ينصهر عند 750 درجة مئوية)

2.3.4) **مادة الحشو Filler rod**

تتكون سبيكة لحام السمكرة من القصدير و الرصاص. بعضها يحتوي إضافات مثل الانتيمون، الكادميوم، البزموث والفضة وذلك لكي تناسب المتانة المطلوبة، طريقة اللحام ودرجة الانصهار ودرجة الحرارة عند استخدام الجزء الملحوم. الجدول (1) يوضح أمثلة لبعض مواد الحشو المستخدمة في لحام السمكرة.

التركيب الكيميائي			درجة الانصهار	مجال الاستخدام
قصدير ٪	انتيمون ٪	رصاص ٪	درجة مئوية	
95	0.5	4.5	220 - 183	الأجهزة الكهربائية
40	- -	60	236 - 183	علب الصفيح
50	0.5	49.5	214 - 183	أغراض عامة

الجدول (1): أمثلة لمواد حشو للحام السمكرة.

تتكون مادة الحشو في لحام المونة من النحاس أو سبائكه والتي تضم قصدير، نيكل، فسفور ، فضة وخارصين. و تستخدم في وصل الصلب ، الزهر، النحاس والبراس والبرونز. تمتاز وصلته بالمتانة الجيدة

ومقاومة التآكل الكيميائي وتتحمل درجات الحرارة العالية. الجدول (2) يوضح أمثلة لبعض مواد الحشو المستخدمة في لحام المونة.

نسبة النحاس ٪	نسبة الخارصين ٪	عناصر أخري٪	حرارة الانصهار °م
50	50	شوائب 0.85	870 – 760
54	45	قصدير 0.85	870 – 860
50	40	نيكل 10	900 - 860
79	- -	14 فضة و 7 فسفور	800 – 705

الجدول (2): أمثلة لمواد الحشو في لحام المونة.

3.3.4) **مزايا لحام المونة والسمكرة:**

- لحام مواد لها قابلية قليلة للحام مثل الزهر.
- لحام القطع صغيرة الحجم في الأجهزة الالكترونية والكهربائية
- قلة التشوه لعدم انصهار المعدن الاساسى

أسئلة عن الفصل الأول من الوحدة الرابعة :

1) أشرح فكرة لحام المقاومة الكهربائية.
2) أذكر أنواع لحام المقاومة الكهربائية
3) عدد مزايا لحام المقاومة الكهربائية.
4) أشرح فكرة لحام الثرميت.
5) وضح مزايا لحام الثرميت.
6) أشرح فكرة لحام السمكرة.
7) أشرح فكرة لحام المونة.
8) أذكر مزايا لحام المونة والسمكرة

الوحدة الرابعة

طرق لحام أخرى

الفصل الثاني

طرق لحام متطورة

الجدارة:

عند إكمال الفصل الثاني من الوحدة الرابعة فإن المتدرب يكون ملما بفكرة طرق اللحام المتطورة ومزاياها المتعددة ومجالات استخدامها.

الأهداف

بإكمال الفصل الثاني من الوحدة الرابعة يكون المتدرب قادرا علي:

شرح كيفية تنفيذ عمليات لحام بطرق متطورة مثل الشعاع الالكتروني، البلازما والليزر.

الوقت المتوقع للتدريب:

1 ساعة للتدريب النظري.

الوسائل المساعدة:

أتبع التعليمات المذكورة في كل تدريب نظري وعملي.

متطلبات الجدارة:

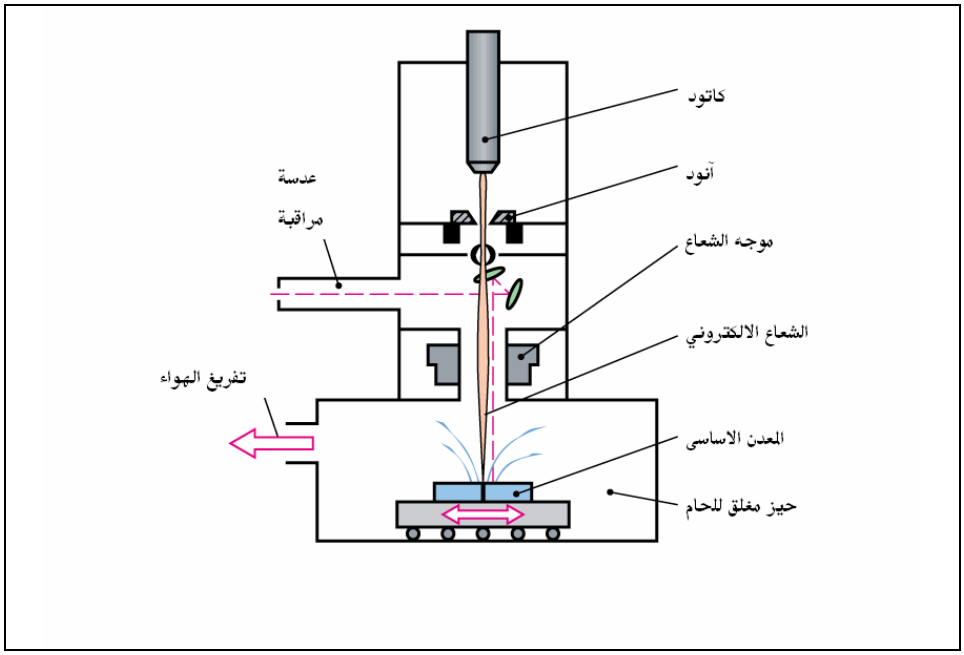
الإلمام بالجوانب النظرية للطاقات العالية التي يوفرها الشعاع الالكتروني، البلازما والليزر وذلك من مقرر الفيزياء.

4.4) طرق لحام متطورة Advanced welding processes

1.4.4) اللحام بالشعاع الالكتروني Electron beam welding

1.1.4.4) فكرة اللحام :

يحصل علي الشعاع الالكتروني في جهاز يسمي جهاز التخلية (البندقية أو المدفع الالكتروني) عبر قوس كهربائي يؤدي لإنفصال الكترونات من الكاتود يتم تركيزها في شعاع وتوجيهها بمجالات مغناطيسية لتصطدم بالمعدن الاساسي (الآنود) تؤدي إلي تولد حرارة عالية تكفي لانصهار المعدن الاساسي وحدوث التلاحم. تبلغ سرعة الالكترونات 224000 كم / ث عندما يكون الجهد المسرع 15000 فولت . تبلغ الحرارة المتولدة $Q = 0.212 . E (V). I (A)$ وهي أكبر بعشرات المرات عن حرارة القوس الكهربائي. تتيح المجالات المغناطيسية تركيز الشعاع علي مسافة نصف مم وكذلك توجيهه لمسافة تبلغ 900 مم. يستخدم هذا اللحام في لحام القطع المهمة التي يشترط خلوها من العيوب والمعادن عالية النشاط مثل التيتانيوم والزيركون ويورانيوم والمعادن عالية درجة الانصهار مثل التنجستن ، المولبدينيوم وتنتاليوم. الشكل (10.4) يوضح فكرة اللحام .



الشكل (10.4): لحام الشعاع الالكتروني

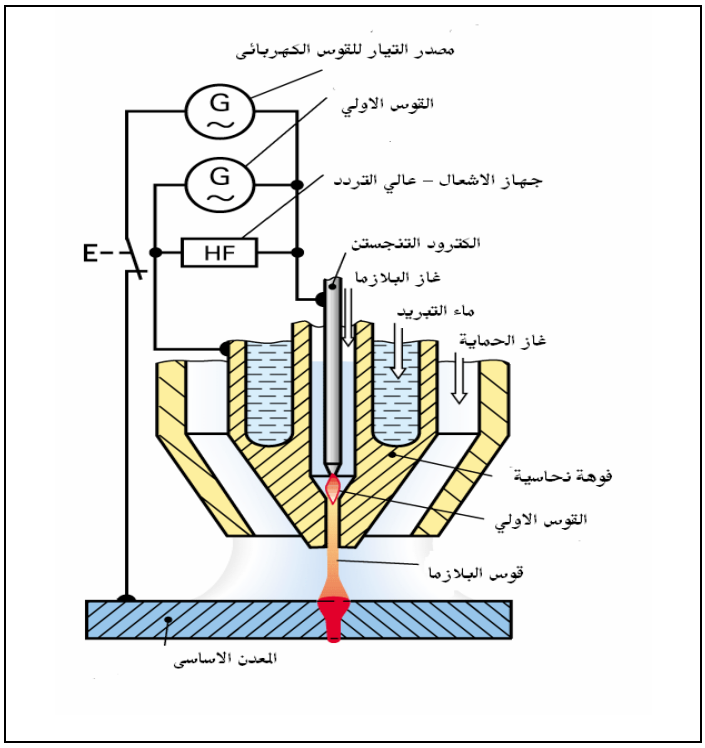
2.1.4.4) **مزايا لحام الشعاع الالكتروني :**

- درز عميقة وغير عريضة
- صغر منطقة التأثر الحراري مما يقلل التشوه
- لحام مواضع بالقطع يصعب الوصول إليها.
- إمكانية اللحام في جو مفرغ من الهواء الجوي (Vacuum) مما يضمن جودة عالية.
- سرعة كبيرة للحام **نتيجة** للحرارة العالية (> 12000 درجة مئوية)
- لحام معادن عالية درجة الانصهار.

2.4.4) لحام البلازما Arc – plasma welding

1.2.4.4) فكرة اللحام :

ينشأ قوس كهربائي أولي بين الكترود التنجستن وحافة المشعل. عند مرور غاز البلازما بالقوس يحدث تأين لذراته ثم يرجع الغاز لتكوين ذرات (يلتقط الالكترون الشارد) . عند مرور الغاز بالقوس الثاني المتكون بين الالكترود والمعدن الاساسى ترتفع حرارته حتي تبلغ 11000 درجة مئوية. يمكن تسليط الحرارة علي 1 - 2 مم مما يقلل من التشوه.. غاز خامل يحمي غاز البلازما والحوض.. أنظر الشكل (11.4).



الشكل (11.4): لحام البلازما

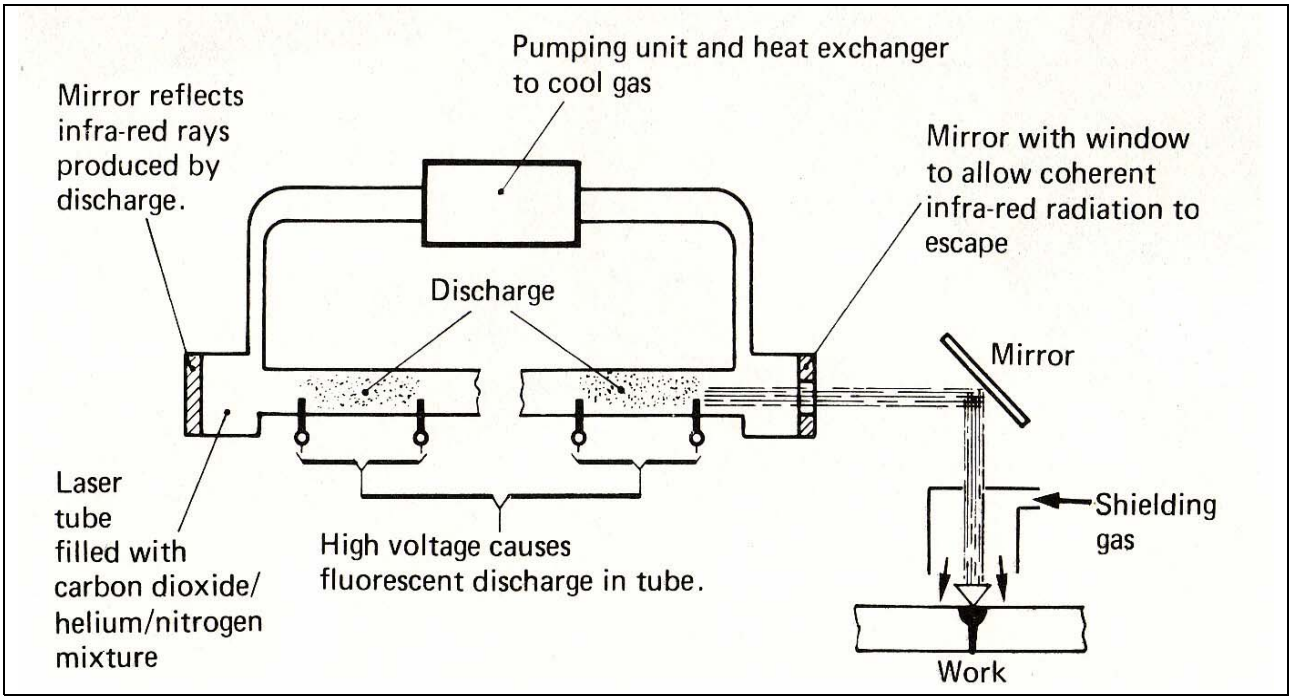
2.2.4.4) مزايا لحام البلازما :

- نتيجة لحرارته العالية يمكن لحام مواد درجة انصهارها عالية.
- الحرارة العالية المركزة تمكن من اللحام بسرعة كبيرة. وتقلل التشوه
- يمكن لحام قطع سمكها من 3 إلي 15 مم في مشوار واحد.يمكن قص الومونيوم بسمك 150 مم. - يمكن لحام صفائح رقيقة سمكها 0.1 مم

3.4.4) لحام الليزر Laser beam welding

1.3.4.4) فكرة اللحام:

عبر مكثف كهربائي يحدث وميض الكتروني في وسط من غاز الكريبتون الخامل. يحدث الوميض إثارة لذرات الكروم الموجودة في بلورة واحدة من العقيق الاصطناعي (أو اكسيد الالومونيوم البلوري به 0و05 ٪ كروم) تنقلها لمستوي طاقة أعلي وعند رجوعها لمستواها الطبيعي تبعث شعاعا ضوئيا مكثفا ذو طول موجي واحد. يحدث نتيجة لذلك رنين ضوئي ينتج شعاع ضوئي ذو شدة عالية يمكن تركيزه ليعطي حرارة تبلغ أكثر من 4000 درجة مئوية يمكن توجيهه لموضع اللحام مما يحقق مزايا شبيهة بلحام الشعاع الالكتروني والبلازما. الشكل (12.4) يوضح فكرة لحام الليزر.



الشكل (12.4): لحام الليزر

أسئلة عن الفصل الثاني من الوحدة الرابعة :

1) أشرح فكرة اللحام بالشعاع الألكتروني.
2) أذكر مزايا اللحام بالشعاع الالكتروني.

3) أشرح فكرة اللحام بالبلازما.
4) أذكر مزايا اللحام بالبلازما

5) أشرح فكرة اللحام بالليزر.
6) أذكر مزايا اللحام بالليزر

تقنية اللحام (نظري)

قابلية المواد الهندسية للحام

الجدارة:

عند إكمال الوحدة الخامسة فإن المتدرب يستطيع تقييم قابلية المواد الهندسية المختلفة للحام.

الأهداف

بإكمال الوحدة الخامسة يكون المتدرب قادرا علي:

-تقييم قابلية المواد الهندسية المختلفة للحام..

الوقت المتوقع للتدريب:

2 ساعة للتدريب النظري.

الوسائل المساعدة:

أتبع التعليمات المذكورة في كل تدريب نظري وعملي.

متطلبات الجدارة:

الإلمام بالجوانب النظرية والعملية المقدمة في مقرر علم المواد عن المواد الهندسية المختلفة..

5) قابلية المواد الهندسية للحام

1.5) تصنيف المواد الهندسية

تنقسم المواد الهندسية إلي مواد معدنية وغير معدنية (البلاستيك، الخشب، الجلود، الشحوم والزيوت وغيرها). تنقسم المواد المعدنية إلي حديدية Ferrous غير حديدية Non – ferrous مثل النحاس، الالومونيوم، القصدير، الخارصين، الرصاص، الماغنيسيوم الخ)

المواد الحديدية تصنف تبعا لنسبة الكربون إلي:

صلب Steel

صلب كربوني Carbon steel

- منخفض الكربون
- متوسط الكربون
- عالي الكربون

صلب سبائكي Alloyed steel

- منخفض السبائك
- متوسط السبائك
- عالي السبائك

زهر Cast iron

زهر رمادي Grey CI

- زهر أبيض White CI
- زهر لدن Ductile CI

2.5) لحام الصلب وسبائكه

أولا : الصلب منخفض الكربون

- تكون نسبة الكربون فيه 0.02 – 0,22٪
- يمتاز بلدونته الجيدة وسهولة لحامه وسباكته.
- يستخدم في صناعة الأواني والهياكل والأجزاء التي لا تتعرض لاحتكاك كبير

ثانيا : الصلب متوسط الكربون

- تكون نسبة الكربون فيه 0,4٪ – 0.22
- يمتاز بصلابة وصلادة عاليتين تصعب من لحامه وسباكته.
- يستخدم في صناعة الأجزاء التي تتعرض لاحتكاك كبير مثل التروس والأعمدة وينتج منه حديد التسليح والقطاعات.
- يراعي في لحامه استخدام التسخين الأولي لحوض اللحام أو تنفيذ معالجة حرارية لاحقة ويحبذ استخدام سلك لحام من صلب منخفض الكربون لتقليل نسبة الكربون بالدرزة وبالتالي تقليل قصافتها مما يقلل من تشققها.

ثالثا : الصلب عالي الكربون :

- تكون نسبة الكربون فيه 0,8٪ – 0.45
- يمتاز بصلابة وصلادة عالية ولكنها تصعب من لحامه إلي مدي كبير.
- يستخدم في صناعة الأجزاء التي تتعرض لاحتكاك كبير جدا مثل أدوات العمل.
- يراعي في لحامه استخدام التسخين الأولي لحوض اللحام أو تنفيذ معالجة حرارية لاحقة ويحبذ استخدام سلك لحام من صلب منخفض الكربون لتقليل نسبة الكربون بالدرزة وبالتالي تقليل قصافتها مما يقلل من تشققها.

رابعا : الصلب السبائكي

- الصلب السبائكي هو صلب يحوي عناصر سبائكية مثل الكروم Cr والنيكل Ni والفاناديوم V والتنجستن W و الموليبدينيوم Mo والتيتانيوم Ti والمنجنيز Mn
- تتنوع مهام العناصر السبائكية فمثلا الكروم والنيكل والتيتانيوم يحسنوا الصلابة والصلادة ، المنجنيز يحسن المتانة ، الفاناديوم يضمن تكون حبيبات دقيقة عند التجمد ، النيكل والكروم يحسنان مقاومة الصدأ ، التنجستن وكذلك المولبدينيوم يرفعان مقاومة المعدن للحرارة العالية.

توجد منه ثلاثة أنواع هي: منخفض السبائك (أقل من 2.5 ٪) ومتوسط السبائك (من 2.5 وحتي 10 ٪) وعالي السبائك (من 10 وحتي 55٪

- تتلخص مشاكل لحام الصلب السبائكي في:
  - احتراق العناصر السبائكية
  - ترسب كربيدات
  - تصلد معدن الدرزة
  - إجهادات انكماش كبيرة
  - تكون شقوق
- لتفادي المشاكل السابقة يجب:
  - تفادي الإفراط في التسخين وذلك بتحريك المشعل أو الالكترود بالسرعة المناسبة.
  - الالتزام بضوابط اللحام من جهد وشدة تيار و حماية وغيرها
  - تنفيذ تسخين أولي لحوض اللحام
  - تنفيذ معالجة حرارية لاحقة(إزالة إجهادات) Stress reliefing

2,5) لحام الزهر الرمادي

- نسبة الكربون بالزهر الرمادي أكثر من 2٪ إلي 4.6٪
- تسبب نسبة الكربون العالية وتواجده علي هيئة شرائح جرافيتية إلي صعوبة اللحام بسبب تكون شقوق نتيجة لقلة الممطولية.
- ينتقل الزهر بسرعة من حالة السيولة لحالة الصلابة مما يسبب احتباس اول وثاني أكسيد الكربون.
- تنتج بنية صلدة للدرزة مما يسبب التشقق وعدم تحقق اندماج للجزء الملحوم.

- يلحم الزهر الرمادي علي البارد باستعمال الكترود من الزهر قليل الكربون أو من صلب بتغليف خاص. كذلك يمكن اللحام باستخدام الكترود من سبيكة من النحاس والنيكل (30٪ و 70٪) ويعتبر ذلك لحام مونة.

- يهيئ حوض اللحام بغرس مسامير من الصلب (تسمي الصبالم)في حواف الوصلة ثم تغطي بمصهور مادة الحشو مما يضمن جودة الترابط بين الجزيئن..

- يلحم الزهر الرمادي علي الساخن وذلك عبر:
  - تسخين حوض اللحام حتي 500 – 600 درجة مئوية.
  - تنظيف الحوض بصهيرة من بوراكس بنسبة 50٪ وبيكربونات صوديوم بنسة 47٪ وسيلكا بنسبة 3٪.

- الزهر اللدن يسهل لحامه بسبب تواجد الكربون علي هيئة كرات ..

4.5) **لحام الألومونيوم**

- يتأكسد الألومونيوم بسرعة كبيرة وتتكون طبقة أكسيدية تعيق استمرار اللحام أو القص لأنها تنصهر في 2050 درجة مئوية ولذا يحبذ اللحام بلهب كربوني والاهتمام بالحماية الكافية بالغاز الخامل.

- ينتقل اللحام بسرعة من حالة السيولة إلي الصلابة ولذا تنشأ به عند اللحام تشوهات.

الألومونيوم موصل جيد للحرارة ، لذا يحتاج إلي طاقة حرارية عالية.

يذوب الهيدروجين في الألومونيوم بسهولة وعند التجمد ينفصل ويترسب حول الحدود البلورية علي شكل فقاعات مما يضعف منطقة التلاحم وما يجاورها.

- ينكمش الألومونيوم بنسبة كبيرة ولذا تتكون شقوق قرب منطقة اللحام ولذا يجب أن يحتوي سلك اللحام علي 5٪ سيلكون لزيادة سيولة معدن حوض اللحام.

- للحام الألومونيوم يجب أتباع الخطوات التالية:

1) تنظيف حواف حوض اللحام كما يلي:
   - ❖ تقشير مع ماء حار بواسطة مساعد لحام يحتوي 50٪ كلوريد بوتاسيوم و 28٪ كلوريد صوديوم و 14٪ كلوريد ليثيوم و 8 ٪ فلوريد صوديوم.
   - ❖ غسيل بحامض نتريك بنسبة 5٪ و2٪ بيكرومات بوتاسيوم
   - ❖ غسيل بماء حار لمدة 5 دقائق.
   - ❖ تجفيف حوض اللحام.
2) تسخين أولي لحوض اللحام إلي 250 – 260 درجة مئوية.

3) تنفيذ معالجة حرارية في 300 – 350 ٪ للتخلص من اجهادات اللحام.

- البودرة المستخدمة في لحام القوس المغلف تحتوي علي 15٪ كلوريد صوديوم و50 ٪ كلوريد بوتاسيوم و35 ٪ كريولايت.

- يستخدم الـ MIG للحام معدن أساسي من الألومونيوم بسمك من 14 – 100 مم وأكثر بينما الـ TIG لسمك من 0.5 إلي 14 مم.

- في لحام المقاومة الكهربائية للألومونيوم بسمك 2مم يستخدم تيار شدته 7500 أمبير وللديورالومونيوم بنفس السمك يستخدم تيار شدته 31000 أمبير يمر لمدة 0.12 ثانية.

5.5) **لحام النحاس وسبائكه**

- يعتبر النحاس Cu موصل جيد جدا للحرارة (5.5 مرة أكبر من الصلب) ، يؤدي ذلك للحاجة لطاقة حرارية عالية واحتياطات لمنع التشوه.

- عند اللحام يتأكسد النحاس ويكون أكسيد نحاس الذي يختزل بالهيدروجين ويتكون بخار ماء يتسبب في تكون شقوق ومسامية.

- يستخدم للحام النحاس اللحام الغازي والقوسي ويراعي أن يحتوي سلك اللحام النحاسي علي 0.2٪ فسفور و 0.3٪ سيلكون ليساعدا في منع تأكسد النحاس.

- يستخدم لتنظيف حوض اللحام مساعد لحام يتكون من 70٪ بوراكس و10 ٪ حامض بوريك و20٪ كلوريد صوديوم.

- يستخدم تسخين أولي إلي 400 – 500 درجة مئوية مع تلدين لاحق.

- عند لحام سبيكة النحاس البراس(النحاس الأصفر) (نح + خ) يتبخر الزنك (الخارصين Zn) في 907 درجة مئوية. هذه الأبخرة سامة ولذا يراعي توفر تهوية جيدة وينصح باستخدام كمامات. لمكافحة تبخر الزنك يستخدم في اللحام تيار مستمر بقطبية عكسية لتقليل الحرارة المسلطة علي المعدن الاساسي. في اللحام الغازي يستخدم لهب مؤكسد لكي تتكون طبقة من اكسيد الزنك تمنع تبخره وكذلك لمنع تغلل الهيدروجين

أسئلة عن الوحدة الخامسة :

1) صنف المواد الهندسية.
2) أذكر أنواع الصلب الأساسية.
3) أذكر ضوابط لحام الصلب منخفض الكربون مع تقديم تفسير لها.
4) أذكر ضوابط لحام الصلب متوسط وعالي الكربون مع تقديم تفسير لها.
5) أذكر ضوابط لحام الصلب السبائكي. مع تقديم تفسير لها
6) أذكر أنواع الحديد الزهر الرئيسية.
7) أذكر ضوابط لحام الزهر الرمادي مع تقديم تفسير لها.
8) أذكر ضوابط لحام النحاس وسبائكه مع تقديم تفسير لها.
9) أذكر ضوابط لحام الألومونيوم مع تقديم تفسير لها.

تقنية اللحام (نظري)

عيوب اللحام وطرق الفحص

الجدارة:

عند إكمال الوحدة السادسة فإن المتدرب يستطيع تحديد عيوب اللحام وبيان أسباب حدوثها وطرق تفاديها كما يستطيع تحديد طرق الفحص الإتلافي وغير الإتلافي المناسبة لكشف العيوب.

الأهداف

بإكمال الفصل الوحدة السادسة يكون المتدرب قادرا علي:

-تفادي حدوث الكثير من عيوب اللحام.

-تفسير أسباب حدوث عيوب اللحام

-تحديد الاحتياطات الضرورية لمنع حدوث عيوب اللحام.

-تحديد وتنفيذ طرق فحص العيوب.

الوقت المتوقع للتدريب:

4 ساعات للتدريب النظري.

4 ساعات للتدريبات العملية.

الوسائل المساعدة:

أتبع التعليمات المذكورة في كل تدريب نظري وعملي.

متطلبات الجدارة:

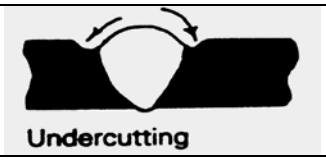
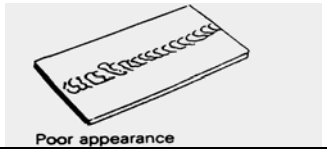
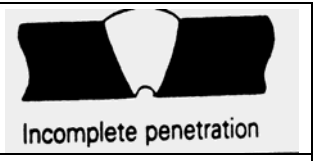
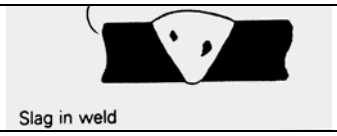
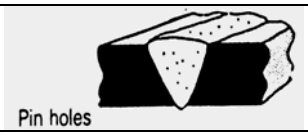
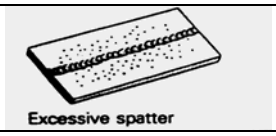
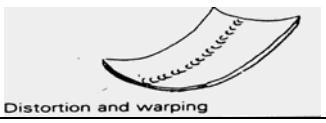
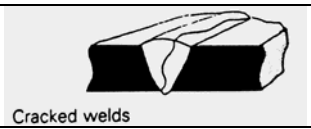
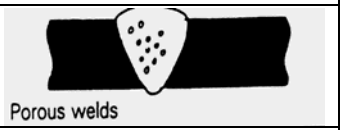
يجب الإلمام بالمعارف النظرية والعملية المقدمة في علم المواد ومقرر اختبار المواد..

6) عيوب اللحام Welding defects :

تؤثر عيوب اللحام في مدي أمان الإنشاءات والمعدات، في زيادة التكلفة وفي تقليل الإنتاجية. لذا يجب تفادي حدوثها عبر تدريب كافي للعمال وتوفير المعرفة الضرورية للفنين والمهندسين.مما يمكنهم من تطبيق احتياطات تفادي العيوب .

1.6) أنواع العيوب:

- ينتج التشقق عن اجهادات الانكماش عند عدم إمكانية التشوه.
- تنتج المسامية عن حبس غازات بمصهور الحوض.
- ينتج التشوه عن أجهادات الانكماش.
- ينتج عدم امتلاء حوض اللحام من عدم مهارة العامل أو تسرعه.
- ينتج القطع الجزئي عن تسليط اللهب أو الحرارة لمدة طويلة.
- ينتج تطاير المعدن حول الدرزة عن عدم مهارة العامل أو الأفراط في التسخين.
- ينتج فقدان الصلابة والصلادة عن كبر منطقة التأثر الحراري ما فوق 500 م
- تضمينات خبثية من حبس أكاسيد أو أجزاء من مسحوق الحماية بالحوض. .

		
القص الجزئي	مظهر سئ	عدم امتلاء الدرزة
		
تضمينات خبثية	المسامية	رذاذ المعدن
		
التشوه	الشقوق	فقاعات غازية

الشكل (1.6): أمثلة لعيوب اللحام

2.6) **مسببات العيوب :**

يمكن حصر المسببات الرئيسية لعيوب اللحام في :

أ) تغلل غازات الهواء الجوي

ب) تواجد الشوائب بالمعدن.

ج) الإفراط في التسخين

د) عدم مهارة العامل وعدم تقيده بضوابط اللحام

1.2.6) **تغلغل الغازات**

-النتروجين

مصادره: الهواء الجوي_ المساحيق الرطبة_ مادة الحشو أو المعدن الأساسى (من خلال الإزمان Aging)

التأثير: يضعف متانة الدرزة عبر وجود مسامات ووجوده يقلل المتانة ضد التعب Fatigue .

المكافحة: حماية حوض اللحام بالغازات الخاملة أو مساحيق التغليف أو الغمر.

إضافة Zr ،Ti أو Al لتكون نتريدات تطفو أو تبقى لكن نسبة لدرجة انصهارها العالية لا تسبب التشقق..

-الهيدروجين:

مصادره: الهواء الجوي، المساحيق الرطبة وصدأ حواف الوصلة. ويسعى لأن لا تتعدي نسبته 5 – 30 ml/ 100g

تأثيره: مسامات مجهرية، شقوق في حالة تجمعه في جزئيات يرتفع ضغطها. وكذلك إذا كون مع الاكسوجين بخار ماء (في حالة لحام النحاس. ويسبب شقوق في منطقة التأثر الحرارى (Haz) بالأخص عند أزدياد صلادتها

مكافحته: الحماية بالغازات الخاملة والمساحيق

إزالة الصدأ من حواف الوصلة وإزالة الشحوم والزيوت

تجفيف الالكترودات المغلفة بالمسحوق.

إضافة فلور إلي حوض اللحام يكون مع الهيدروجين HF والذي يتطاير إلي خارج الدرزة [H] + (F) ---- (HF)

-الاوكسجين

مصادره: الهواء الجوي أو لهب مؤكسد

تأثيرهر: يؤكسد الحديد ويتجمع الناتج Fe_3O_4 علي صورة كريات خبثية مما يقلل من المتانة ويؤدي إلي القصافة علي الساخن والبارد.

يؤكسد الكربون مما يقلل نسبته ويؤدي لأحتمال إحتباس أول وثاني أكسيد الكربون بالدرزة.

مكافحته: إضافة مكونات خبث تضمن ابعاد اكسيد الحديد إلي الخبث

$$[FeO] + (SiO_2) \text{ ----- } (SiO_2.FeO)$$

وكذلك بحجب حوض اللحام بغاز خامل أو بمسحوق.

2.2.6) تواجد الشوائب:

- الكبريت S

إذا زاد الكبريت بالدرزة عن 0.01% تقل المتانة ويظهر التشقق علي الساخن، نظرا لترسبه علي هيئة كبريتيد الحديد (FeS) والذي درجة انصهاره 1190 درجة مئوية. عندما يتجمد معدن الحوض مثلا عند 1500 – 1450 يستمر كبريتيد الحديد منصهرا وتحت تأثير تقلصات الأنكماش تحدث الشقوق.

يتم مكافحته عبر إضافة الحجر الفلوري CaF_2 والروتيل TiO_2 أو إضافة Al أو Mn لتكون كربيدات تطفو كخبث أو تبقي بالدرزة ولكنها صعبة الانصهار. وكذلك بإضافة O_2 بنسبة 5٪ إلي غاز الحماية لتكوين SiO_2 والذي يتطاير.

- الفسفور P.

يسعي لتقليل نسبة تواجده إلي 0.02% وذلك في قطع اللحام المهمة .

يتجمع الفسفور في صورة فوسفيد حديد Fe_3P وهو ينصهر في 1170 درجة مئوية وبالتالي يسبب كما كبريتيد الحديد القصافة علي الساخن وعلي البارد والتشقق..

يسحب الفسفور من الدرزة والتي يتواجد فيها في صورة انهدريد الفسفور P_2O_5 بإضافة اكسيد كالسيوم $_3$(CaO) والذي يكون خبث فوسفات الكالسيوم.

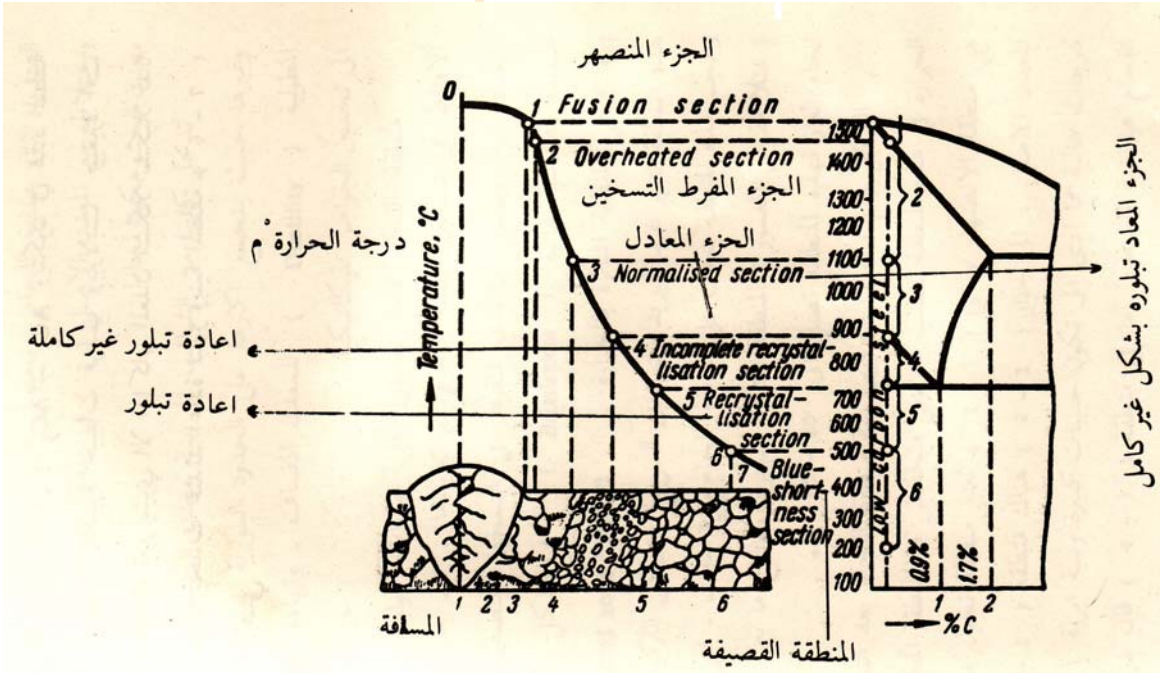
$$[P_2O_5] + (Ca_3P_2O_8))_3CaO \text{ -------}$$

3.2.6) الإفراط في التسخين

تسبب الحرارة وبالأخص عند الإفراط فيها لاسباب مثل: بطء اللحام ، تبعثر اللهب وعدم تنفيذ حركة تمويج في حدوث عيوب عديدة مثل:

أ) تقليل متانة المعدن الاساسى

تتكون منطقة اللحام من ثلاث أجزاء هي الدرزة (0) ومنطقة الاندماج (1) ومنطقة التأثر الحراري (من 2 إلي 6) أنظر الشكل (2.6)



الشكل (2.6): أجزاء منطقة اللحام

تقل متانة الدرزة بسبب تواجد غازات أو شوائب بها وكذلك لاحتمال تكون حبيبات كبيرة بها أو لاحتراق بعض العناصر المكونة لها أو تأكسد الكربون.

تقل متانة منطقة الاندماج لحدوث تشققات بها بسبب عدم التجانس الكيميائي (تواجد شوائب).

تقل المتانة بمنطقة التأثر الحراري والتي تبلغ في اللحام القوسي 2 - 6 مم ولحام الأوكسي أستيلين 25 مم تبعا للقرب أو البعد عن جزء الدرزة وذلك:

- بسبب نمو الحبيبات في قسم التسخين المفرط 01000 – 1300 درجة مئوية)
- وقي قسم الإعادة الجزئية للتبلور (723 – 900 درجة مئوية) بسبب وجود خليط من حبيبات كبيرة وصغيرة
- وفي قسم إعادة التبلور (500 – 750 درجة مئوية) بسبب حدوث تلدين يزيل تصلد التشكيل علي البارد المتوفر في الصفائح التي تلحم.
- في قسم التعتيق (100 – 500 درجة مئوية) نتيجة لترسب الشوائب بين حبيبات المعدن.

ب) التصلد وتكون الشقوق:

يحدث التصلد للصلب الإنشائى في منطقة التأثر الحراري. يعتمد مقداره علي التركيب الكيميائى للصلب وعلي سرعة التبريد. في الصلب السبائكى يستخدم المكافئ الكربوني لقياس تأثير العناصر السبائكية علي التصلد

يحسب المكافئ الكربونى Carbon equivalent بالعلاقة:

$$C.e. = C\% + Mn\%/6 + (Cr\% + Mo\% + V\%) / 5 + (Ni\% + Cu\%)/15$$

ووجد أنه عندما يكون:

المكافئ الكربوني = 0.38% تكون الصلادة < 300 VPN

المكافئ الكربونئ = 0.4 تكون الصلادة = 300 VPN

المكافئ الكربونئ = 0.5% تكون الصلادة = 400 VPN

وتسبب الصلادة التي تتجاوز أو تساوي 300 VPN في حدوث تشققات عند وجود هيدروجين. ولذا يجب الاحتياط بأبعاد مصادر الهيدروجين (الهواء الجوى، الصدأ ، الرطوبة والشحوم والزيوت) وكذلك تنفيذ التسخين المسبق لحو ض الحام ومنطقة التأثر الحراري (75 -200 درجة مئوية) مما يؤردى لبطء تبرد الدرزة وبالتالي عدم لتصلد وكذلك يؤدي لإنتشار الهيدروجين في مساحة كبيرة وبالتالى تقل نسبته عن 300 ml / 100g .

ج) التشوه Distortion

يقصد به حدوث انحناء أو تقوس أو عدم استقامة الجزء الملحوم.. يحدث التشوه بسبب تولد اجهادات داخلية نتيجة لزيادة أو نقصان الحجم لمعدن الدرزة أو معدن منطقة التأثر الحراري بسبب التحول من نسق بلوري لنسق بلوري آخر، وكذلك لعدم استطاعة المناطق عالية الحرارة عن التمدد بحرية لوجود مناطق باردة..

تتم معالجة التشوه عبر طرق مختلفة منها:

- **طرق تصميمية**

إنقاص طول الدرزة عبر ترك فواصل غير ملحومة بينها.، تقليل مقطع الدرزة، الوضع المتناظر للدرز بحيث تلغي كل واحدة التشوه الناتج من الأخري و تجنب الدرز المتقاطعة.

- **طرق تكنولوجية**

التجميع الجيد والتثبيت المتين للأجزاء الملحومة، اختيار تتابع مناسب لتنفيذ الدرز، وتنفيذ الدرزة علي عدة أشواط لتفادي الإفراط في التسخين و التسخين المسبق 40 – 50 مم يمين حوض اللحام.

وكذلك استخدام التسخين المرافق الحني المسبق للجزء الملحوم في عكس الانحناء المتوقع وأخيرا طرق أو درفلة الدرزة بعد اللحام.

4.2.6) **عدم مهارة العامل.**

تولد عيوب مختلفة مثل:

- حدوث التشوه بسبب الإفراط في التسخين .
- عدم الاتصال أو رذاذ المعدن بسبب الاختيار الخاطئ للهب أو شدة التيار .
- وجود تضمينات خبثية بسبب عدم تنظيف حوض اللحام.
- حدوث قص جزئي أو نفاذ الجذر بسبب عدم المهارة في تحريك المشعل.

مكافحة هذه العيوب تعتمد علي التدريب الكافي للعاملين وتطبيق نظم مراقبة فعالة.

3.6) ضبط الجودة في اللحام

1.3.6) مدي الجودة

يختلف مستوي الجودة المطلوب تبعا :

- مدي الأخطار التي قد تنجم عن الفشل.
- مدي ونوع الأحمال التي يتعرض لها الجزء الملحوم.
- مدي الدقة الضرورية عند تجميع منتج ما.
- مدي أهمية المظهر.

وتعطي المواصفة البريطانية BS 5500 حدودا للعيوب يتم بناء عليها رفض أو قبول الجزء الملحوم، مثلا :

ناسور الدرزة	يسمح بفجوة قطرها 3 – 6 مم تبعا لسمك الجزء الملحوم.
المسامية	يسمح بـ 2٪ من المساحة التي تم تغطيتها بالأشعة السينية.
تضمينات خبثية	يسمح بطول يساوي سمك المعدن الاساسى
عدم نفاذ الجذر	غير مسموح به
عدم الاتصال	غير مسموح به
الشقوق	غير مسموح بها
القص الجزئي	< 1 مم حتي طول 15 مم. > 1 مم غير مسموح به لأي طول.

2.3.6) مراحل مراقبة الجودة

أ) مرحلة التصميم: يتم فيها مراجعة نوعية الوصلة، مقاييس الدرزة، تسلسل اللحام.

ب) مرحلة اختيار المواد: استخدام الكترودات وأسلاك حشو خالية من الشوائب، مساحيق خالية من الرطوبة ومناسبة لأهمية الجزء الملحوم، أوكسجين بنقاء كبير، أستيلين لم يحزن لآكثر من ستة شهور، ألواح وصفائح خالية من الصدأ أو القشور الاكسيدية.

ج) مرحلة تحضير الوصلة: التأكد من اشطف الصحيح لأطراف الوصلة، إزالة آثار القطع باللهب، إزالة الشحوم والزيوت والصدأ والأوساخ، التجميع والتثبيت الجيد لأجزاء الوصلة.

د) مرحلة التنفيذ: مراقبة التسلسل الصحيح لتنفيذ اللحام، مراقبة التقيد بضوابط التنفيذ مثل (تسخين أولي، تسخين مرافق، تبريد قسري، نوع اللهب، نوع القطبية، سرعة اللحام، تنظيف سطح الشوط السايق، شدة التيار، .....)

هـ) مرحلة بعد التنفيذ: التأكد من تنفيذ تبريد بطئ، تنفيذ معالجة حرارية، الطرق أو درفلة الدرزة

و) مرحلة فحص الدرزة: التأكد من وجود عيوب ظاهرة بالعين المجردة، من مقاييس الدرزة، فحص الخواص الميكانيكية بطرق إتلافية، فحص الخلو من عيوب داخلية بطرق غير إتلافية.

3.3.6) سجلات المراقبة

تنفيذ سجلات خاصة لكل مرحلة من مراحل المراقبة تحتوي على :

- ماذا يراقب؟
- بأى معدات؟؟
- من يراقب؟
- مكان المراقبة
- عينة الفحص
- تتابع المراقبة
- اعتماد المراقبة

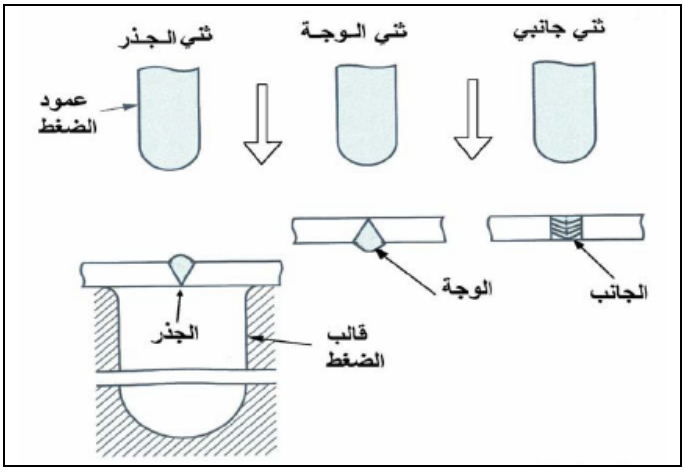
4.6) طرق فحص اللحام Weldments inspection methods

1.4.6) طرق الفحص الاتلافية Destructive testing methods

تتم لمعرفة الخصائص الميكانيكية للوصلة الملحومة. تستخدم لذلك عينات تقطع من الجزء الملحوم أو تنتج باللحام في ظروف تشابه ظروف اللحام الفعلى. تتناول المواصفة البريطانية BS2633 و الأمريكية ASME 9 عينات وطرق الفحص الشد ، الصدمة ، الحني ، الصلادة.

أ) اختبار مقاومة الحني

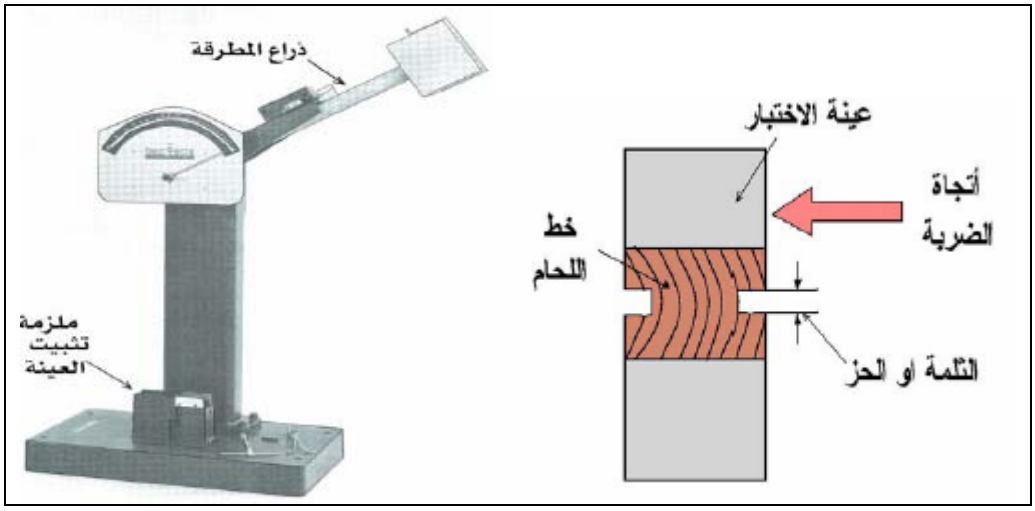
يتم تنفيذ الحني في ثلاث اتجاهات.وذلك لتحديد مقاومة الدرزة الشكل (3.6) يوضح عينات الفحص. وموضع الدرزة في كل اختبار.



الشكل (3.6): اختبار الحني.

ب) اختبار المتانة

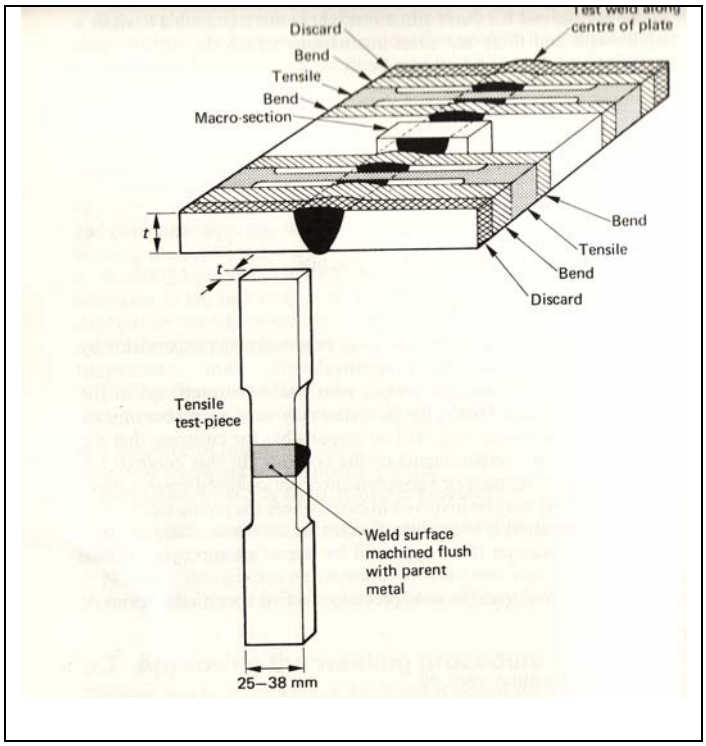
لتحديد متانة الدرزة (مقاومتها للصدم) الشكل (4.6) يوضح عينة الاختبار وجهاز ه (شاربي)



الشكل (4.6): عينة ومعدة اختبار الصدم

ج) اختبار الصلابة

يتم تنفيذ اختبار الشد لتحديد مقاومة الجزء الملحوم للشد (صلابته) . الشكل (5.6) يوضح عينة اختبار الشد وموضع درزة اللحام وكذلك كيفية تجهيز عينات الشد ، الحني وتحديد التركيب البلوري .تنفذ التجربة كما يدرس في مقرر اختبار المواد



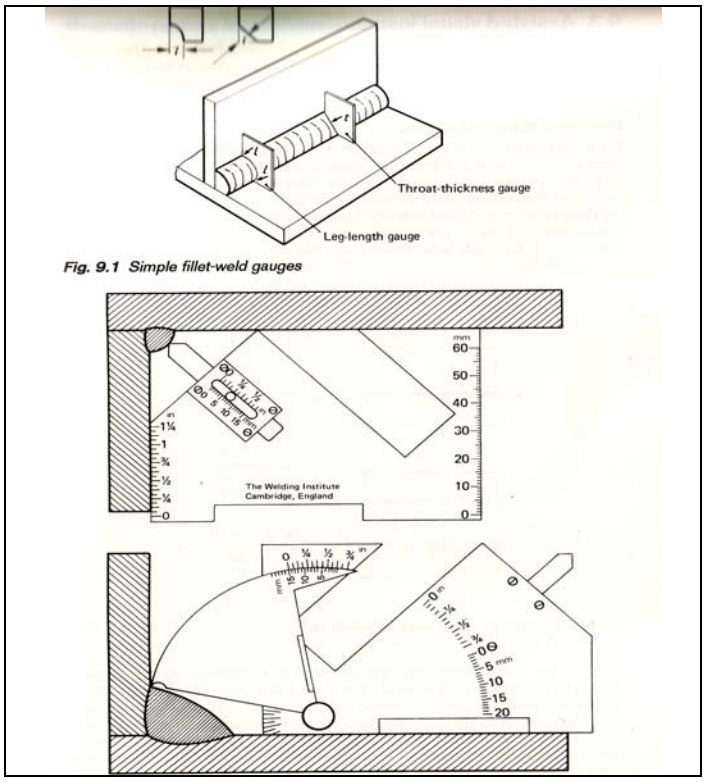
الشكل (5.6): عينة اختبار الشد

2.4.6) طرق الفحص غير الأتلافية Non – destructive testing methods

لفحص العيوب الداخلية والسطحية للحام ، تتعدد طرق الفحص غير الإتلافية ، فمنها الفحص البصري والفحص بالموجات الصوتية (Ultra Sonic) ، بالأشعة السينية (Ray–X) بالمجال المغناطيسي (Magnet Field) وبالسوائل النافذة (Dye penterant) وغيرها. أكثر الطرق سهولة في الاستخدام والتقييم هي السوائل النافذة والموجات الصوتية.

1.2.4.6) الفحص البصري Visual inspection

يتم الفحص بمجرد النظر للدرزة وتحديد وجود شقوق ظاهرة ، عدم التحام الجزئين، وجود تشوه وكذلك باستخدام طبعات توضح مقاييس الدرزة وزوايا الجزء الملحوم. الشكل (6.6) يوضح فحص بصري بمساعدة طبعات قياس



الشكل (6.6): الفحص البصري بالطبعات

2.2.4.6) السوائل النافذة Dye penetrant

تتم تنفيذ الفحص بطريقة السوائل النافذة بتنفيذ الخطوات التالية:

أ) تنظيف الدرزة جيدا من الأوساخ والزيوت.

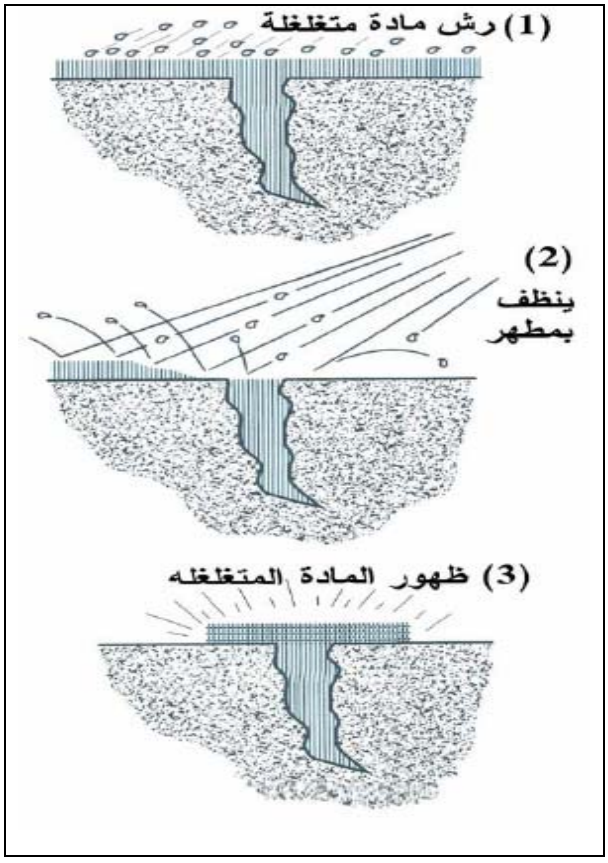
ب) رش بسائل ملون نافذعلي سطح الدرزة.. يدخل السائل في شقوقها.

ت) تنظيف سطح الدرزة من بقايا السائل .

ث) رش مسحوق أبيض (طباشير) علي سطح الدرزة..

ج) تقييم مواقع ظهور السائل الذي سحبه المسحوق من داخل شقوق الدرزة.

الشكل (7.6). يوضح مراحل تنفيذ الفحص

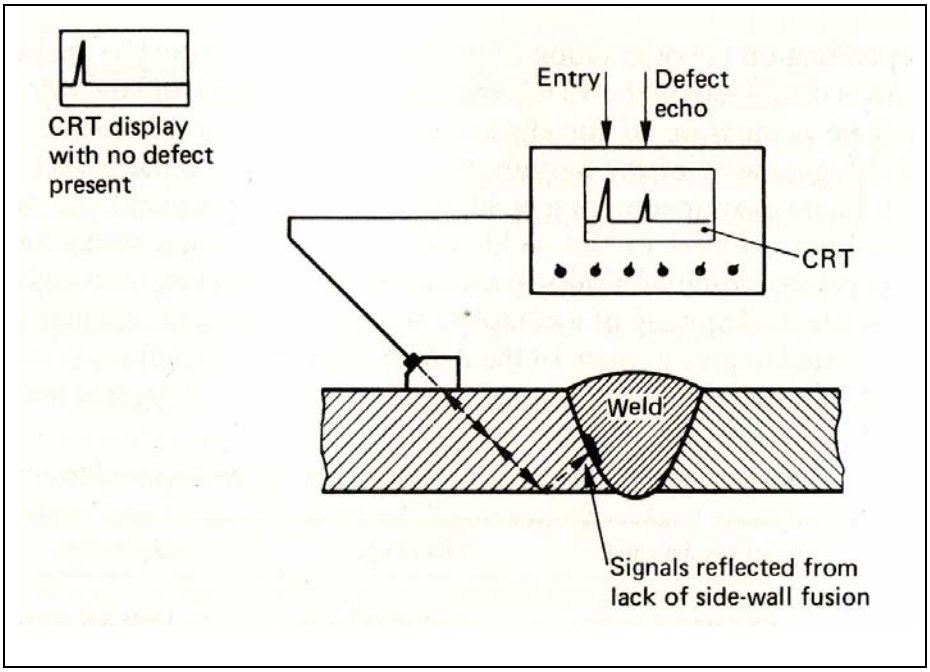


الشكل (7.6): مراحل الفحص بالسوائل النافذة

2.2.4.6) الموجات فوق السمعية Ultrasonic waves:

تسلط الموجات فوق السمعية عبر المرسل علي الدرزة في شكل نبضات ترتد من نهاية الدرزة أو من أي شق أو شائبة داخلية. تستقبل الموجات الصوتية المرتدة بالمستقبل ويظهر علي الشاشة طول الموجة والذي يشير لموقع ارتدادها. الشكل (8.6) يوضح فكرة الفحص بالموجات الصوتية.

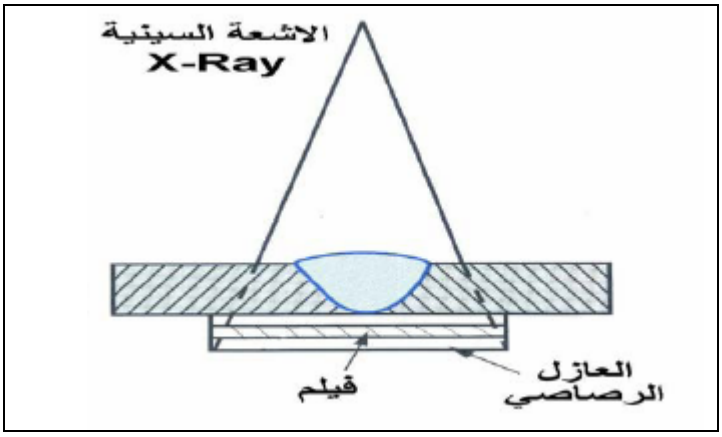
تمتاز بأنها غير مضرة، معداتها صغيرة يمكن حملها لمواقع الفحص، يمكن بها الفحص من جانب واحد للمنتج، نتائجها سريعة.



الشكل (8.6): الفحص بالموجات الصوتية

3.2.4.6) الفحص بالأشعة السينية X – Ray test:

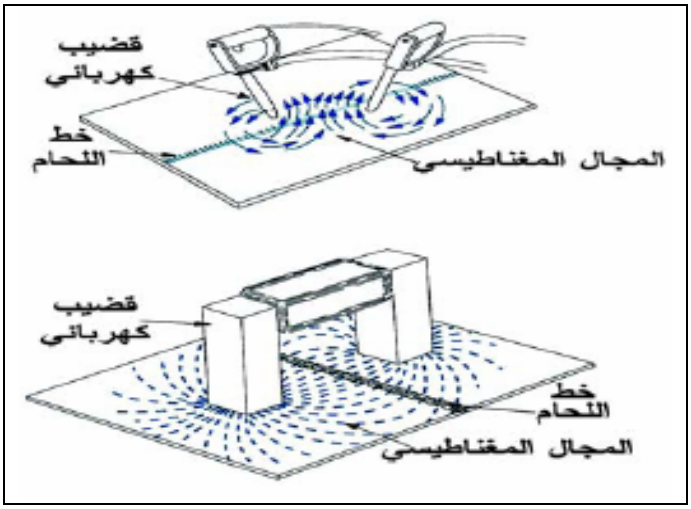
تستخدم لكشف العيوب الداخلية عبر تعريض الدرزة لأشعة X. عند مرور الأشعة بمنطقة سليمة بالدرزة تصل ضعيفة إلي الفيلم. أما عند مرورها بشقوق أو فجوة بالدرزة ، فأنها تصل إلي الفيلم وهي أقوي من السابقة، وبذلك تطهر أماكن العيوب أكثر سوادا بالفيلم.. الشكل (9.6) يوضح فكرة الفحص بالأشعة. تمتاز طريقة الفحص بالأشعة بأنها توفر وثيقة عن نتائج الفحص ويعيبها أنها مضرة للصحة ولا يمكن فحص القطع المغلقة بها.



الشكل (9.6): الفحص بالأشعة السينية

4.2.4.6) الفحص بالمجال المغناطيسى Magnetic field test

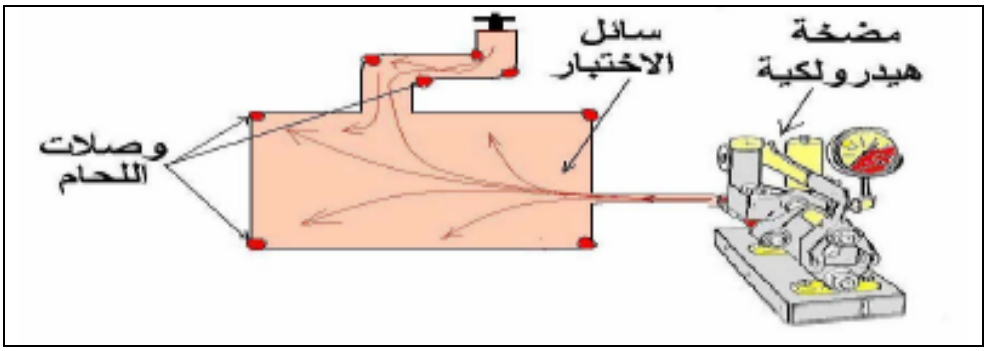
عند إمرار تيار كهربائي بالقطعة الملحومة ، تتولد حولها مجالات مغناطيسية وعند رش مسحوق فيرو مغناطيسى عليها، يتجمع المسحوق حول موضع العيب تبعا لخطوط المجال المغناطيسى والتي تعرضت لتشوه.. يستخدم لكشف الشقوق السطحية والتجاويف الكبيرة، و انفصال المعدن لطبقات ووجود تضمينات خبثية علي عمق 3 – 5 مم).. الشكل (10.6) يوضح فكرة الفحص ..



الشكل (10.6) : الفحص بالمجال المغناطيسي

5.2.4.6) فحص التسريب بالضغط Pressure test

يتم إغلاق كل الفتحات المتواجدة بالمنتج ، ثم يوصل به أنبوب لضغط الهواء، الماء أو الزيت داخل المنتج . يتم فحص الدرز بتغطيس المنتج في ماء فتتولد فقاقيع تدل وجود عيوب باللحام..أو بمراقبة مقياس ضغط متصل بالأنبوب. أذا كان هناك تسريب فأن الضغط سينخفض. الشكل (11.6) يوضح فكرة ومعدات تنفيذ اختبار التسرب بضغط سائل.



الشكل (11.6): اختبار التسرب بالضغط

أسئلة عن الوحدة السادسة

1) حدد السبب الذي لا يتبع لأسباب حدوث المسامية في درز اللحام:

( ) السرعة البطيئة للحام ( ) شدة التيار العالية

( ) عدم كفاية الغاز الخامل ( ) اتساخ حواف الوصلة

2) حدد السبب الذي لا يتبع لأسباب حدوث التشقق في درز اللحام:

( ) السرعة البطيئة للحام ( ) عدم تركيز الحرارة

( ) السرعة العالية للحام ( ) كبر منطقة التأثر الحراري

3) حدد السبب الذي لا يتبع لأسباب حدوث عدم العمق الكافي في درز اللحام:

( ) سرعة عالية للحام ( ) عدم تركيز الحرارة

( ) ضعف الحرارة المستخدمة ( ) استخدام الهليوم للحماية

4) حدد السبب الذي لا يتبع لأسباب حدوث ضعف التلاحم في درز اللحام:

( ) سرعة عالية للحام ( ) تحريك خاطئ للمشعل

( ) اتساخ حواف الوصلة ( ) تركيز عالي للحرارة

5) البلازما هي:

( ) سائل عالي الحرارة ( ) معدن منصهر

( ) غاز متأين ( ) الكترونات حرة الحركة

6) طرق الفحص الإتلافية تستخدم فيها:

( ) القطع الملحومة نفسها ( ) عينات من المعدن الاساسى

( ) عينات تضم جزءا من الدرزة ( ) عينات تلحم بغرض فحصها.

7) يهدف اختبار الصدم لتحديد:

( ) صلابة الدرزة ( ) صلادة الدرزة ( ) لدونة الدرزة ( ) متانة الدرزة

8) الموجات فوق السمعية تكشف:

( ) صلابة الدرزة ( ) الشقوق ( ) الصلادة ( ) التركيب البلوري

9) السوائل النافذة تستخدم في كشف:

( ) المسامية ( ) الشققوق الداخلية ( ) الشقوق الخارجية ( ) عدم التلاحم

10) الأشعة تستخدم في كشف:

( ) الشقوق الداخلية ( ) المسامية ( ) الشوائب ( ) جميع ما ذكر

Glossary

acceptance	قبول
accessories	ملحقات
accurate	محكم ، دقيق، صحيح
achieve	يحقق
adjusting	ضبط
allowance	سماح
alloyed steel	صلب سبائكى
alloying elements	عناصر سبائكية
American welding society	هيئة اللحام الأمريكية
angular distortion	تشوه زاوي
approval	تصديق، موافقة علي
approve	يصدق ، يفحص للموافقة
approximation	تقريب، تقدير، تخمين
Arc	قوس
arc length	جذع القوس ، طول القوس
arc voltage	جهد القوس
asymmetrical	غير متماثل
atmosphere	الجو المحيط باللحام
average	متوسط
Backfire	أشعال رجوعي
Backhand	لحام تقهقري
basic covering	مسحوق قاعدي
Bead	الدرزة
behaviour	تصرف
Bending test	اختبار الحنى
Brazing	لحام المونة
Butt joint	وصلة تناكبية
Capacity	سعة
capping run	الشوط الأخير للحام
Carburizing flame	لهب مكربن
cellulosic coverings	سيسليلوزية تغطية
characteristics	خصائص
check	يختبر
client	زبون
Corner joint	وصلة ركنية

cold pressure welding	لحام بالضغط علي البارد
composition	تركيب
concentration	تركيز
constituents	مكونات
contamination	تضمينات، شوائب
contraction	انكماش
Cracks	شقوق
crater	حفرة
cross section	مقطع
current supply	امداد بالتيار
Cylinder	أسطوانة
De-oxidation	اختزال
depth	عمق
Destructive testing	الفحص الاتلافى
Direct polarity	قطبية غير مباشرة
Dye penetrant	سوائل نافذة
Edge joint	وصلة طرفية
edge preparation	تجهيز الحواف
Electric arc	قوس كهربائي
Electric resistance	مقاومة كهربائية
Electrode	قطب
electrode efficiency	كفاءة الالكترود
essential parameters	مقومات مهمة
expansion	تمدد
final run	الشوط النهائى
Filler	سلك اللحام ، مادة الحشو
Filling runs	أشواط تعبئة
fixed	ثابت، محدد
Flame	لهب
flame cone	مخروط اللهب
Flame core	قلب اللهب
Flame cutting	قطع باللهب
Flash welding	لحام ومضي
flashing back	ومض خلفي
Flat	سفلي
flow of current	سريان التيار
Forehand	لحام تقدمي
formula	قانون

fracture	كسر
Friction welding	لحام أحتكاكي
Fusion welding	لحام حراري
gap	مسافة بين شئين، ثغرة
Gas igniter	مشعل الغاز
generator	مولد
Hardness test	اختبار الصلادة
heat distribution	توزع الحرارة
heat input	تسخين، إدخال حرارة
heat source	مصدر الحرارة
high frequency	تردد عالى
Horizontal	أفقي
Hose	خرطوم
Hose clips	ماسكات الخرطوم
hot pressure welding	لحام بالضغط على الساخن
Impact test	اختبار الصدم
improvement	تحسين ، تطوير
indirect polarity	قطبية مباشرة
induction heating	تسخين بتيار حثي
Inert gas	غاز خامل
Influence	تأثير
Inlet	مدخل
Inspection	فحص
Inversely	عكسيا
inverter	مغير تيار
keyholing	فتح ثقب باللحام
killed steel	صلب مخمد
lap joint	وصلة تراكبية
leakage	تسرب
light fabrications	أنشاءات خفيفة
limitations	حدود
Load	حمل
longitudinal expansion	تمدد طولى
Magnetic field	مجال مغناطيسى
Metal inert gas Arc welding MIG	لحام بالكترود ينصهر وغاز خامل
mild steel	صلب طري
Mixing chamber	حيز الخلط
Neutral flame	لهب متعادل

Non - destructive testing	فحص غير اتلافى
Nozzle	فوهة
Occur	يحدث
Orifice	فوهة
Outlet	مخرج
Outlet	مخرج
Overhead	لحام سقفي
Oxidizing flame	لهب مؤكسد
parent metal	المعدن المجاور
passage of electricity	الكهرباء مرور
Phase	طور
Pin holes	مسامات
Porosity	فجوات غازية
power source	مصدر الطاقة
preheating	تسخين أولى
Pressure gauge	مقياس الضغط
pressure vessels	خزانات ضغط
pridect	تنبأ، توقع
procedure	تسلسل تنفيذ
protection	حماية
Protective cap	غطاء حماية
purpose	غرض
rapidly developing	متطور بسرعة
Rays	أشعة
rectifier	مقوم ، معدل التيار
regulator	منظم
requirements	متطلبات
residual stresses	اجهادات متبقية
response	تفاعل، رد فعل
root run	شوط الجذر
rutile coverings	(تغطية روتيلية (أكسيد تيتانيوم
Salg inclusions	تضمينات خبثية
sample	عينة
seam welding	(لحام شريطي (مستمر
shematic diagram	رسم بيانى
Shielded Arc welding	لحام بالكترود مغلف
shrinkage	انكماش ، تقلص
Slag	خبث

Slot	حز
Soldering	لحام السمكرة
Spanner	مفتاح ربط
Splash of metal	رشاش - رذاذ المعدن
Spot welding	لحام البقعة (النقطة)
straightening	استعدال ، تقويم
stress concentration	تمركز الاجهادات
Submerged Arc welding	لحام القوس المغمورة
supplying	الإمداد
symmetrical	متماثل
T- Joint	وصلة حرف T
Tensile test	اختبار الشد
termination	إزالة، قص،أبعاد
thermal conductivity	الموصلية الحرارية
Thermit welding	لحام الثرميت
thershold	حد أقصى
tool steel	صلب العدد (صلب سبائكى
Torch	مشعل (بوري)
transverse shrinkage	انكماش عرضي
Tungesten Arc welding TIG	لحام بالكترود تنجستن
Ultra Sonic	فوق سمعى
Ultrasonic testing	اختبار بالموجات فوق السمعيةأ
Underbead cracks	شقوق داخلية
Undercut	قص جزئي
vacuum chamber	غرفة تفريغ الهواء
Valve	صمام
ventilation	تهوية
Vertical	رأسي
Visual inspection	فحص بصري (يالنظر
Weld pool	حوض اللحام
Weld quality	جودة اللحام
Weldability	قابلية اللحام
Welding	لحام
welding defects	عيوب اللحام
welding positions	أوضاع اللحام
Welding technique	الأسلوب الفني للحام
Working pressure	ضغط التشغيل

المراجع:

1) اللحام بالغاز الجزء الأول والثاني، فليكس فوتكه، مؤسسة الأهرام، 1978
.

2) طرق التصنيع ، سباكة ولحام، د. عارف أبو صفية و د. عبد الرزاق خضر، الجامعة التكنولوجية ، بغداد 1982.

3) Welding principles and applications, Larry Jeffus, 4th edition, Delmar publisherUSA, 1999.

4) Welding Engineering,R.L. Agrawal, Khanna publisher, Delhi, 1985.

5) هندسة لحام المعادن، د. أحمد سالم اصباغ، دار اشروق ، الطبعة الأولي ، 1987

6) Practical welding, S. Gibson, Mcmillan press, London, 1994

7) Principles of welding , L. M. Gourd, thitd edition, Edward Arnold, 1995, London

8) حقيبة اللحام السابقة، المؤسسة العامة للتدريب الفني والمهني، الرياض، 2006

9) Work shop Technology, part 3, W.A.J. Chapman, 3rd Edition, Arnold, 1986

المحتويات:

الموضوع	الصفحة
الوحدة الأولي : أساسيات اللحام	
1.1) تعريف اللحام	31
2.1) أنواع اللحام	3
3.1) استخدامات اللحام	3
4.1) وصلات اللحام	4
5.1) تجهيز الوصلات	4
6.1) حوض اللحام	5
7.1) أوضاع اللحام	6
8.1) حركات اللحام	6
9.1) الرموز الاساسية للحام	8
10.1) ضوابط السلامة باللحام	11
1.10.1) ضوابط السلامة باللحام القوسى	11
2.10.1) ضوابط السلامة بلحام الاوكسى استيلين	12
أسئلة عن الوحدة الأولي	15
الوحدة الثانية : لحام القوس الكهربائي	
الفصل الأول : أساسيات اللحام القوسى	
2) اللحام الحراري	3
1.2) لحام القوس الكهربائي	3
1.1.2) نبذة تاريخية	3
2.1.2) فكرة اللحام القوسى	4
3.1.2) طرق انتقال المعدن	5
4.1.2) أنواع اللحام القوسى	7
5.1.2) مزايا اللحام القوسي	8
6.1.2) التيار الكهربائى باللحام القوسي	8

1.6.1.2) التيار الكهربائى وقطر الالكترود 9
2.1.6.2) نوعية القطبية 9
أسئلة عن الفصل الأول من الوحدة الثانية 10

الفصل الثاني : اللحام القوسي بحماية المساحيق

2.2) لحام القوس الكهربائى بحماية المساحيق 13
1.2.2) مقدمة 13
2.2.2) معدات اللحام القوسي بحماية المساحيق 14
3.2.2) مكونات المساحيق الحديثة 14
4.2.2) فوائد مسحوق اللحام 15
5.2.2) رمز الالكترود 15
أسئلة عن الفصل الثاني من الوحدة الثانية 17

الفصل الثالث : لحام القوس المعدنى بحماية الغازات الخاملة

3.2) لحام القوس المعدني 20
1.3.2) فكرة لحام القوس المعدني MIG 20
2.3.2) معدات لحام القوس المعدني 21
3.3.2) الغازات الخاملة 24
أسئلة عن الفصل الثالث من الوحدة الثانية 25

الفصل الرابع : لحام القوس الكهربائى بقطب تنجستن

4.2) اللحام القوسى بقطب تنجستن TIG 28
1.4.2) فكرة اللحام 28
2.4.2) معدات لحام الـ TIG 29
3.4.2) طرق تنفيذ لحام الـ TIG 29
4.4.2) الكترودات التنجستن 31
5.4.2) مقومات لحام الـTIG 32
أسئلة عن الفصل الرابع من الوحدة الثانية 34

الوحدة الثالثة : لحام الأوكسى أستيلين

3) اللحام الغازي 3

1.3) فكرة لحام الاوكسى استيلين 3

2.3) الغازات المستخدمة 3

3.3) معدات لحام الاوكسي استيلين 4

1.3.3) الاسطوانات 5

2.3.3) مقاييس الضغط 6

3.3.3) المنظم 6

4.3.3) صمام الأمان 6

5.3.3) المشعل 6

6.3.3) الخراطيم 7

4.3) أنواع اللهب 8

أسئلة عن الوحدة الثالثة 10

الوحدة الرابعة : طرق لحام أخري

الفصل الأول : لحام المقاومة ، لحام الثرميت ولحام المونة والسمكرة

1.4) **لحام المقاومة الكهربائية** 3

1.1.4) فكرة اللحام 3

2.1.4) أنواع لحام المقاومة 4

3.1.4) مزايا لحام المقاومة 6

2.4) **لحام الثرميت**

6

1.2.4) فكرة لحام الثرميت 6

2.2.4) مزايا لحام الثرميت 7

3.4) **لحام المونة والسمكرة** 7

1.3.4) فكرة اللحام 7

2.3.4) مادة الحشو 8

3.3.4) مزايا لحام المونة والسمكرة 9

أسئلة عن الفصل الأول من الوحدة الرابعة 10

الوحدة الرابعة : طرق لحام أخري

الفصل الثاني : طرق لحام متطورة

4.4) طرق لحام متطورة 13
1.4.4) اللحام بالشعاع الالكترونى 13
1.1.4.4) فكرة اللحام 13
2.1.4.4) مزايا اللحام بالشعاع الالكترونى 14
2.4.4) لحام البلازما 15
1.2.4.4) فكرة اللحام 15
2.2.4.4) مزايا لحام البلازما 15
3.4.4) لحام الليزر 16
1.3.4.4) فكرة اللحام 16
أسئلة عن الفصل الثانى من الوحدة الرابعة **17**

الوحدة الخامسة : قابلية المواد الهندسية للحام

5.) قابلية المواد الهندسية للحام 3
1.5) تصنيف المواد الهندسية 3
2.5) لحام الصلب وسبائكه 3
3.5) لحام الزهر الرمادى 5
4.5) لحام الالومونيوم 6
5.5) لحام النحاس وسبائكه 7
أسئلة عن الوحدة الخامسة 8

الوحدة السادسة : عيوب اللحام وطرق الفحص

6.) عيوب اللحام 3
1.6) أنواع عيوب اللحام 3
2.6) مسببات العيوب 4
1.2.6) تغلغل الغازات 4
2.2.6) تواجد الشوائب 5
3.2.6) الإفراط في التسخين 6

4.2.6) عدم مهارة العامل 8
3.6) ضبط الجودة في اللحام 9
1.3.6) مدي الجودة 9
.2.3.6) مراحل مراقبة الجودة 9
3.3.6) سجلات المراقبة 10
4.6) طرق فحص اللحام 11
1.4.6) طرق الفحص الإتلافى 11
2.4.6) طرق الفحص غير الإتلافى 13
1.2.4.6) الفحص البصري 13
2.2.4.6) السوائل النافذة 14
2ز3.4.6) الموجات فوق السمعية 15
4.2.4.6) الفحص بالأشعة السينية 16
5.2.4.6) الفحص بالمجال المغناطيسى 16
6.2.4.6) فحص التسريب بالضغط **17**
أسئلة عن الوحدة السادسة **18**