مهنة لحام المعادن

الوحدة السادسة

اللحام بالقوس الكهربي

Shielded Metal Arc Welding (SMAW)

الصف الأول

العام التدريبي (٢٠١٩ / ٢٠٢٠)

تم الإعداد والتطوير بواسطة شركة يات لحلول التعليم
تليفون: 27498297 (202+) - **محمول:** 01001726642 (2+)
Website: www.YATLearning.com - **E-Mail:** info@yat.com.eg

الفهرس

أولا: الجزء النظري ١٨
اللحام بالقوس الكهربي Electric Arc Welding ١٩
نبذة تاريخية عن اللحام بالقوس الكهربي ١٩
أنواع التيار الكهربي ٢٠
التيار المباشر أو التيار المستمر (DC) Direct Current: ٢٠
التيار المتردد أو التيار المتناوب (Alternating current): ٢١
تأثير التيار الكهربى ٢٢
مبدأ عمل اللحام بالقوس الكهربي بالالكترود المغلف Electrical Arc welding ٢٥
ماكينة ودائرة اللحام بالقوس الكهربي: ٢٦
أولا: اللحام بالتيار المتردد AC welding ٢٧
ثانيا: اللحام بالتيار المستمر (DC welding) : ٢٨
أنواع ماكينات اللحام بالقوس الكهربي: ٣٠
ماكينة اللحام ذات المحول والموحد Transformer-Rectifier welding machine ٣٣
ماكينة اللحام ذات مغير الفولتية (انفرتر)INVERTERS ٣٥
العدد والملحقات المستخدمة في لحام القوس الكهربي اليدوي (MMAW) ٣٨
أسلاك اللحام (إلكترودات Electrods): ٤١
فوائد استخدام مساعد الصهر (الفلكس) علي الالكترود : ٤٤
تصنيف سلك الالكترود طبقا لسمك غلاف البودرة ٤٥
العوامل التي تؤثر على جودة اللحام بالقوس الكهربي ٤٨
أنواع وصلات اللحام بالقوس الكهربي ٤٩
تجهيز وصلات (حواف) اللحام : ٥٢
أوضاع اللحام أوضاع اللحام طبقا لجمعية اللحام الأمريكية (AWS) ٥٣
أوضاع اللحام طبقا لجمعية اللحام الأمريكية (AWS) ٥٦
الرموز الأساسية والمساعدة لرموز وصلات اللحام: ٥٩
ثانيا: التدريبات العملية ٦٠
١- لحام خطوط تحت مستوى النظر (وضع مسطح) ٦٣
٢- لحام زاوية خارجية تحت مستوى النظر (وضع مسطح) ٧٤
٣- لحام زاوية داخلية (وصلة T) تحت مستوى النظر (مسطح) ٨١
٤- لحام وصلة تقابليه (تناكبية) امام مستوى النظر (كونيش) ٨٩
٥- لحام زاوية داخلية (وصلة حرف T) تصاعدي ٩٦
٦- لحام وصلة تقابليه (تناكبية) تصاعدي ١٠٣
٧- لحام وصلة تقابلية (تناكبية) مشطوفة حرف V تصاعدي ١١٠
المصطلحات الفنية ١١٧
قائمة المراجع ١١٩

المقدمة

إن التطورات الحديثة في طرق وأساليب اللحام قد توصلت إلى العديد من الحلول للحصول على فاعلية وكفاءة عالية للحام وخاصة المعادن اللاحديدية وقد كانت الصعوبة في الحصول على خطوط لحام خالية من العيوب هو تأثر المعادن بالهواء المحيط وما يحتويه من غازات عند التصنيع عامة وأثناء إجراء عملية اللحام خاصة، حيث تتأثر بركة (بؤرة) اللحام بشكل كبير بهذا الهواء. فكان لابد من البحث عن طرق للحيلولة دون وصول الغازات الموجودة في الهواء التي تؤثر سلبا على بركة (بؤرة) اللحام. ومن طرق وقاية بركة اللحام من هذه الغازات استخدام بودرة لتغليف أسلاك اللحام بحيث تعمل هذه البودرة على تغليف بركة اللحام وكذلك استخدام الغازات النشطة أو الخاملة لوقاية هذه البركة، ولما كانت الحاجة شديدة لإنتاج خطوط لحام بسرعة وخالية من العيوب ما أمكن، تم التوصل إلى طريقة اللحام بالقوس الكهربائي. وقد أصبحت هذه الطريقة الآن من أكثر طرق اللحام انتشارا في الصناعات المعدنية وتمتاز بملائمتها للحام سماكات مختلفة وبأوضاع مختلفة.

وقد أدى الإهتمام بعلم اللحام إلى التقدم في عمليات اللحام باستخدام أشعة الليزر ، والتحكم عن بعد في عمليات ما كان من الممكن تحقيقها من سنوات قليلة مضت، مثل لحام وإصلاح أجزاء بمركبة فضاء أثناء دورانها حول الأرض من خلال التحكم بجهاز تشغيل من على سطح الأرض، أو لحام أسلاك لا يزيد قطرها عن بضعة أجزاء من الألف من المليمتر ، أو إجراء عمليات لحام في داخل مفاعل نووي عامل دون خطر التعرض للإشعاعات النووية المدمرة ، ومن ثم فقد أدى ذلك إلى إنتشار وسائل الوصل باللحام بإعتبارها من أفضل أنواع الوصلات الدائمة، وبالتالي فقد حلت محل وسيلة الوصل بمسامير البرشام بشكل كبير، بالإضافة إلى أنه في الوقت الحالي قد بدأت الأجزاء الموصلة باللحام تحل محل أجزاء الماكينات المشكلة بالطرق والسبك بنجاح.

إن المهارات الأساسية التي يكتسبها الطالب في بداية مرحلة تعلمه المهني هي القاعدة الأساسية التي تبني عليها كل الخبرات العملية، وما يتصل بها من المعارف الفنية. وهذه القاعدة من المهارات لابد من تعلمها لكل من سلك طريق التعليم المهني الصناعي، ولذا تم الحرص في هذه الوحدة علي تعريف الطالب بالطرق المختلفة لمهارات اللحام بالقوس الكهربي المحجب. ولقد روعي في تصميم هذه الوحدة أن يستطيع الطالب الاعتماد على ذاته في استيعاب المهارات وتقليل العبئ على المدرب بإتباع الخطوات والتعليمات المبينة في التدريبات العملية.

لقد تم تصميم الوحدة بحيث، يتبع كل باب للمعارف النظرية بمجموعة من الأسئلة المتنوعة والمتدرجة لتساعد المتدرب على اختبار معارفه وتثبيت معلوماته، بينما يتبع كل تدريب عملي تقييم للطالب حسب معايير التقييم الخاصة بكل مهارة بالإضافة إلى اختبار عملي يبين مدى اكتساب الطالب للمهارة لتحقيق هدف التدريب في زمن قياسي محدد بالاختبار العملي.

أخيرا في نهاية هذه الوحدة تم إضافة ملخص خاص بالمصطلحات الإنجليزية الهامة المستخدمة بالوحدة وذلك لتنمية مهارات اللغة الإنجليزية التي سيحتاجها المتدرب أثناء عمله في قراءة كتالوجات الشركات المنتجة الأجنبية وتعليمات التشغيل الهامة. مع تمنياتنا لجميع المتدربين بالنجاح والتوفيق في حياتك العملية.

السلامة أولا SAFETY FIRST

يمكن أن تتم معدات اللحام بالقوس الكهربي آمنة، إذا كان المشغل على علم بالأخطار التي تنطوي عليها هذه العمليات. يجب أن يبقى تركيز المشغل دائما على عمله في اثناء العمل سواء الورشة أو موقع العمل أو أي مكان لتجنب الحوادث. ويجب تطوير عادات العمل الآمنة في استخدام أدوات الصحة والسلامة المهنية والأجهزة الواقية. معايير السلامة ما هي الا توجيهات لمساعدتك على القضاء على الممارسات والإجراءات الغير آمنة.

الاحتياطات الواجب إتباعها في ورشة اللحام بالقوس الكهربي

- الالتزام بإجراءات وإرشادات السلامة والأمان.

شكل : أدوات السلامة الشخصية Personal Protective Equipment

- ارتداء الملابس الخاصة بالعمل مثل الأفرول (العفريته) الغير قابل للاشتعال **Protective Suit** بحيث تكون غير فضفاضة وخصوصا الأكمام.

شكل : الأفرول.

- عدم لبس الساعات والخواتم والاساور اثناء العمل.
- يجب ارتداء النظارة الواقية Protective Glass الخاصة باللحام اثناء تنفيذ عمليات اللحام لحماية العين من وتطاير الشرر أو من شدة اللهب أثناء عملية اللحام الناتج من اللحام.

شكل : النظارة الواقية.

- لا يسمح بأداء اللحام باللهب الغير المدربين على استعماله وتحت إشراف مدربيهم.
- وضع لافتة على معدات اللحام التالفة مكتوب عليها (غير جاهزة للعمل توضح أن هذه المعدات معطلة ولا يجوز العمل بها).
- التأكد من إن اسلاك التوصيل والكابلات الكهربائية الخارجة من الماكينة سليمة ١٠٠%
- لبس حذاء السلامة والأمان **Safety Shoes** لحماية القدمين ومنع التزحلق.

شكل : حذاء الأمان.

- يجب ارتداء الخوذة Helmet لحماية الرأس من أيه أشياء قد تسقط عليها اثناء العمل.

شكل : الخوذة.

- يجب ارتداء سدادات الأذن Hearing Protection Tool لحماية الأذن من الأصوات العالية داخل الورشة أو المصنع.

شكل : سماعة الأذن.

- إتباع النظام والدقة في العمل.
- يجب ارتداء القفازات Gloves لحماية الأيدي من الإصابات.

شكل : القفاز

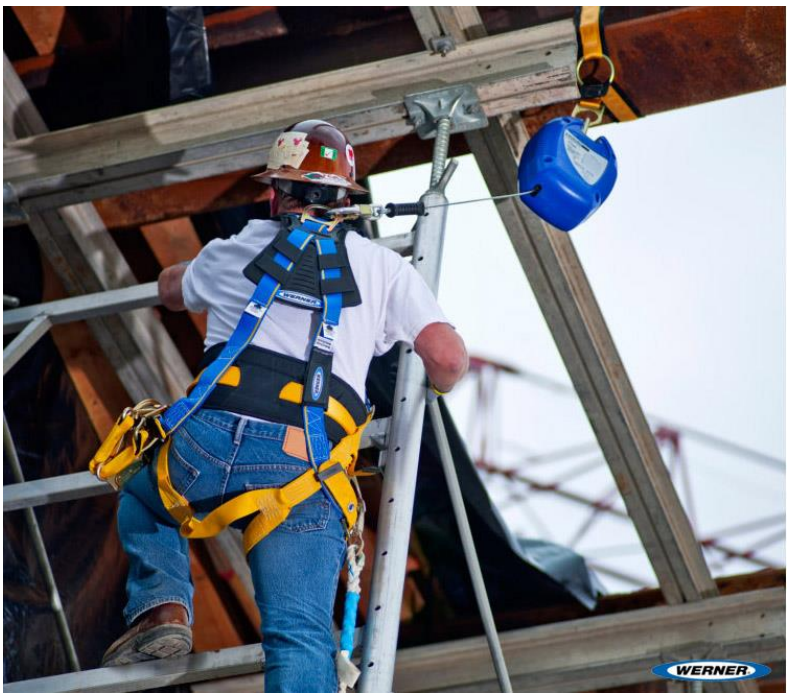
- يجب ارتداء الكمامات **Breathing Mask** على الأنف عند تنفيذ اعمال اللحام لحماية الجهاز التنفسي من غازات الأدخنة الضارة.

شكل: الكمامة

- يجب عدم حمل الأشياء الثقيلة حتى لا تتأذى فقرات الظهر

شكل: الطرق الصحيحة لرفع أي حمل عن الأرض

- يجب اتخاذ الوضعية المناسبة عند تنفيذ الأعمال، مثل ثني الجسم أو الجلوس حتى لا تتأذى فقرات الظهر.
- يجب تصفية وتنظيف سطح القطع الحديدية من الأكاسيد والزيوت لضمان وصلة لحام خالية من العيوب
- التركيز والانتباه أثناء تنفيذ عمليات اللحام.
- اعتماد وسائل السلامة المساعدة عند العمل في المناطق المرتفعة (حزام الأمان).



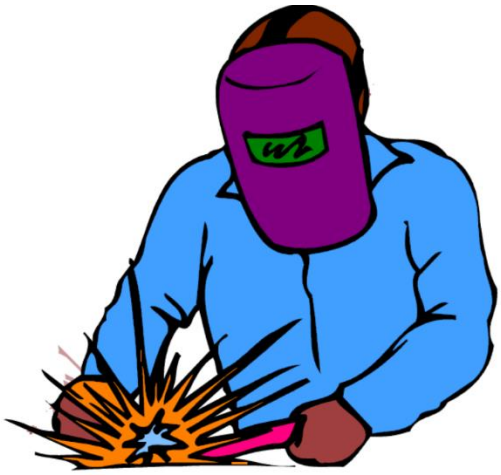
شكل: أهمية حزام الأمان عند العمل في الأماكن المرتفعة

- حفظ المواد الخطرة وسريعة الاشتعال في أماكن أمنة بعيدا عن مناطق اللحام
- يجب تنظيف المعدات من الشوائب أو الترسبات أو الرائش والأوساخ بعد الانتهاء من العمل عليها.
- التأكد من سلامة كابلات التوصيل الكهربي والأرضي وعدم وجود اماكم مكشوفة قبل وبعد الاستعمال.
- يجب استعمال اسلاك اللحام السميكة الملائمة لنقل أكبر قيمة ممكنة للتيار المستعمل في اللحام، على ان تبقى دائما بأقصى طول ممكن
- إتباع الطريقة الصحيحة عند استعمال ماكينة اللحام.
- يجب مراعاة التهوية الكافية في أماكن اللحام حتى لايصاب القائمين عليها بالأختناق
- يجب مراعاة عدم وضع أي زيت أو شحم على أجزاء صمام الاسطوانات.
- تعامل مع زملائك ومع المدربين بجدية والتزام وروح الفريق وحسن التعامل مع الجميع.
- التزم بالطرق الصحيحة في استخدام العدد والآلات حسب إرشادات المدرب للحفاظ على دقتها وسلامتها.
- حافظ على تنظيم وترتيب العدد وأدوات العمل في مكان آمن حتى لا تتعرض الى التلف.
- تنظيف الأدوات والمكان بعد الانتهاء من العمل
- يجب عدم استعمال العدد التالفة حتى لا تتعرض انت أو زملائك للإصابة.
- التأكد من سلامة الأدوات قبل وبعد الاستعمال.
- إتباع الطريقة السليمة في استخدام العدد واستعمالها في الأغراض المخصصة لها.
- اجراء صيانة دورية على المعدات باستمرار.

- يجب توفر صندوق اسعافات أولية وطفاية حريق بمكان العمل أو بالورشة
- يجب التأكد من توافر طفايات حريق خصوصا عند اجراء عمليات لحام او قطع بواسطة اللهب.

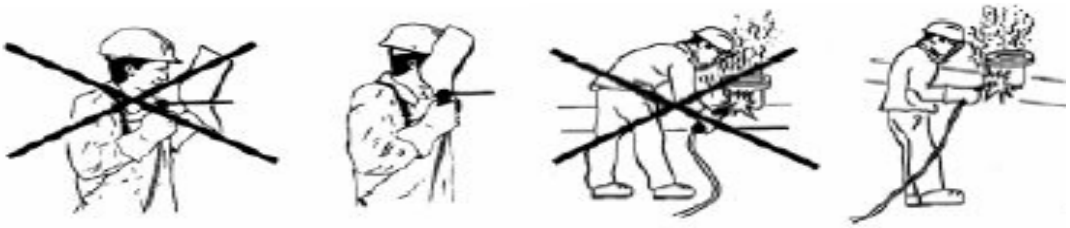
اجراءت احترازية للحام بالقوس الكهربي

١. يجب ارتداء واقي العين اثناء عملية اللحام، لأن تعرض العين للأشعة يحدث توهج بسب تأثير الحرارة والأشعة، حيث ينتج عن الـ Arc أشعة فوق بنفسجية وأشعة ظاهرة تحت الحمراء قد تؤدى إلي أضرار جسيمة للعين و إحمرار شديد في الجلد.



شكل رقم ١: ارتداء واقي العين عند اللحام بالقوس الكهربي

٢. علي فني اللحام إختيار الوضع الصحي السليم أثناء اللحام مع الاستخدام السليم للدرع الواقى.

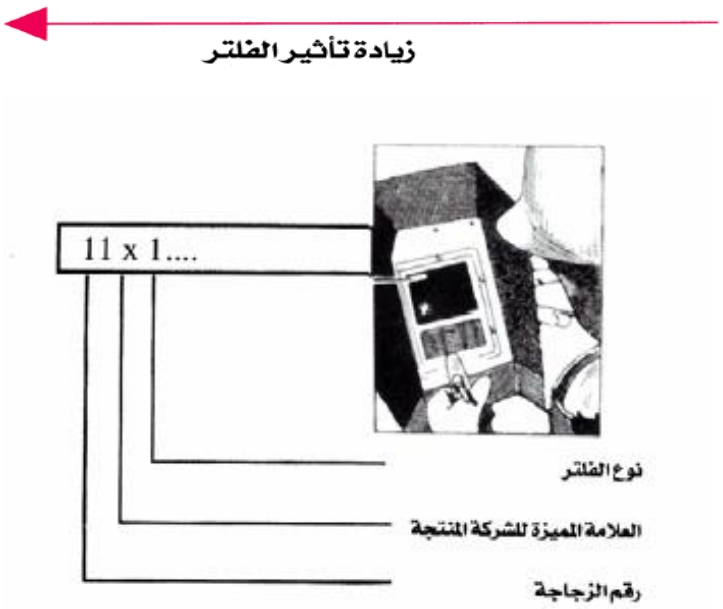


شكل رقم ٢: إختيار الوضع الصحي السليم لفنى اللحام أثناء اللحام

٣. إرتباط رقم زجاجة الحماية الخاصة بخوزة أو درع اللحام بشدة التيار

يبين جدول إرتباط رقم زجاجة الحماية الخاصة بخوزة أو درع اللحام بشدة التيار

شدة التيار بالأمبير	٥-٢٠	٢٠-٤٠	٤٠-١٠٠	١٠٠-١٧٥	١٧٥-٢٥٠	٢٥٠-٤٠٠
رقم الزجاجة	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤



شكل رقم ٣: إختيار رقم الزجاجة المناسب

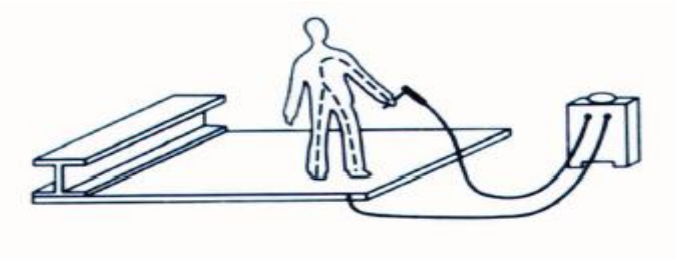
٤. يفضل استشارة طبيب العيون لأن الأشعة الصادرة من لحام القوس الكهربي تؤدي الى توسيع الأوعية الدموية للعين وتسبب حكة واحمرار أو زيادة في إفرازات دمعية.
٥. يفضل استخدام الـ Arc القصير والحرص علي توافر أجهزة التهوية و الشفط.
٦. يراعى عدم المبالغة في شدة التيار الكهربي وفرق الجهد وكمية الغاز.
٧. يجب غسل العين بمطهر طبي حسب توصيات طبيب العيون ويكون موجودا دائما في صندوق الأسعافات الأولية في ورش اللحام ويستعمل على فترات متساوية كل ٤ ساعات.

التيار الكهربائى وتأثيرة على صحة فنى اللحام

بناء علي الجهد ونوع وزمن التلامس وكذلك عمر وحساسية الشخص الملامس تسبب الصعقة الكهربية رد فعل فسيولجى يتراوح بين مجرد الإحساس برعشة إلى توقف كامل للقلب مسببا الوفاة والأمثلة التالية توضح خطورة إحتكاك فنى اللحام بالتيار الكهربى. سريان تيار كهربى داخل جسم الانسان حتى لو كانت شدته ضعيفة (٠,٠٥ إلى ٠,١ أمبير) يؤدى إلى خطر الموت عن طريق صدمات القلب وتتوقف شدة التيار السارى داخل الجسم على فرق جهد التيار ومقاومة جسم الانسان.

أولا : سريان التيار طوليا

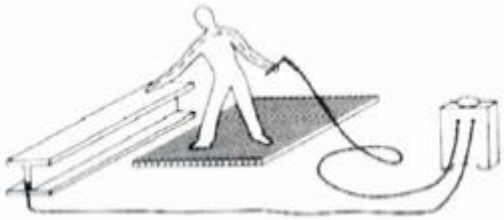
في هذه الحالة تكون مقاومة الجسم ٧٥٠ أوم مع الوضع في الإعتبار أن جهد الدائرة المفتوحة حوالي ٨٠ فولت فتصبح قوة التيار السارية في جسم الانسان ١٠٧ ملى أمبير.



شكل رقم ٤: سريان التيار طوليا

ثانيا : سريان التيار عرضيا

في هذه الحالة تكون مقاومة الجسم ١٠٠٠ أوم مع الوضع في الإعتبار أن جهد الدائرة المفتوحة حوالي ٨٠ فولت فتصبح قوة التيار السارية في جسم الانسان ٨٠ ملى أمبير.

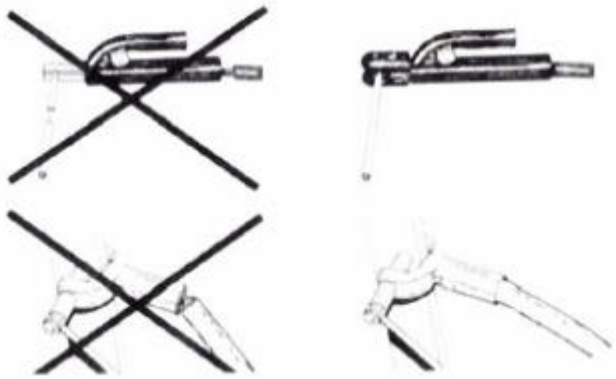


شكل رقم ٥: سريان التيار عرضيا

تأثيرات سريان التيار الكهربى فى جسم الانسان

- تقلص بالعضلات (١- ١٥ ملى أمبير) .
- ضيق بالتنفس (٢٥- ٨٠ ملى أمبير) .
- إضطرابات قلبيه (أكبر من ٨٠ ملى أمبير) .
- حروق خطيرة (أكبر من ٥ أمبير) .
- صدمات عصبية قد تؤدى إلى دخول فنى اللحام فى غيبوبة .

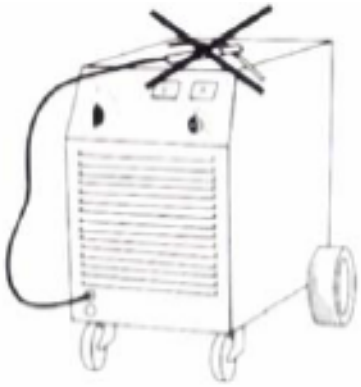
١. يجب مراعاة أن الخطر لا يتواجد فقط فى حالة الإحتكاك بجهد الشبكة (٢٣٠ او ٤٠٠ فولت) وإنما يكمن الخطر ايضا فى الإحتكاك بتيار اللحام حتى وإن لم يتعدى فرق الجهد لتيار اللحام ١١٣ فولت.
٢. يجب مراعاة جهد الدائرة المفتوحة المسموح به العادى هو ١٣٣ فولت للتيار المستمر و ٨٠ فولت للتيار المتغير.
٣. يجب فصل ماكينة اللحام عند التوقف عن العمل لفترات طويلة أو عند التوصيل أو الفصل لكابل اللحام أو تغيير سلك اللحام .
٤. يجب مراجعة سلامة ومكان وصلة الأرضى .
٥. يجب التأكد من سلامة العزل لماسك (لبنسة) اللحام .



شكل رقم :6 تعليمات الوقاية عند التعامل مع تيار اللحام

٦. تجنب مرور المارة والمركبات المتحركة فوق كابلات اللحام.

٧. يجب تجنب وضع بنسة اللحام أو الطورش فوق ماكينة اللحام.

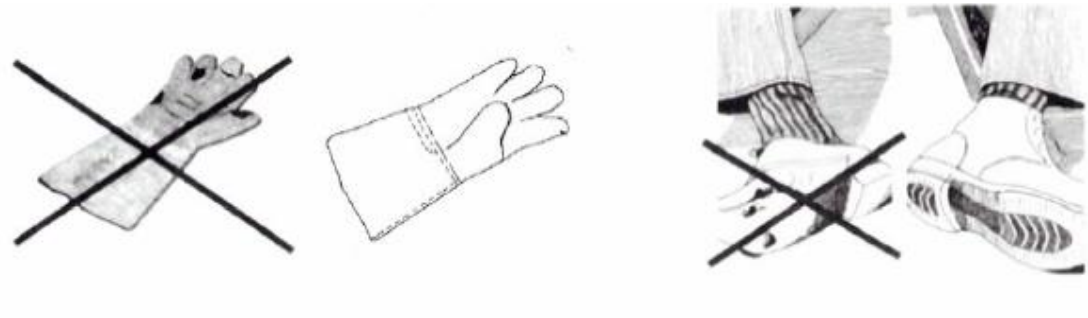


شكل رقم ٧: عدم وضع بنسة اللحام فوق الماكينة

٨. تغيير الإلكترودات في لحام الكهرباء يجب ان يتم باستخدام جوانتى اللحام العازل .

٩. عدم تحميل الكابلات علي الأكتاف أثناء التشغيل لإحتمالية وجود أجزاء غير معزولة.

١٠. حماية فنى لحام الكهرباء بإجراءات العزل الكافية من خلال حماية الأقدام بأحذية جافة واليد بقفازات جافة من الجلد وإرتداء بدلة العمل المطابقة لمواصفات الأمن الصناعى .



شكل رقم ٨: أخطار التيارات الكهربية المتسربة

١١. يجب حماية فني اللحام من التيارات الكهربية المتسربة، هذه التيارات غير محددة الإتجاه وهى تنشأ نتيجة أخطاء من فنى اللحام بأن يضع مثلا بنسة اللحام أو ماسك الإلكترود علي الماكينة أو أن

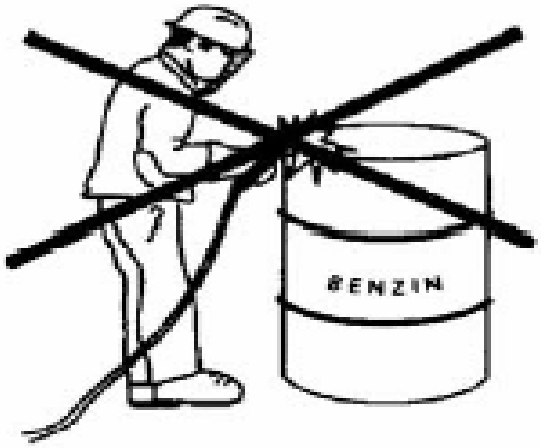
ينسى توصيل الماس الأرضى بالشغلة مباشرة أو أن يقوم فنى اللحام بتوصيل الماس الأرضى في غير مكانه المناسب أو أن يستخدم فنى اللحام كابلات غير معزولة.

١٢. عند توصيل ماكينة اللحام، يجب أخذ هذه العناصر بالإعتبار:

- توصيل الجسم الخارجي للماكينة بالأرض.
- توصيل مفتاح قاطع للكهرباء بالقرب من ماكينة اللحام للإستعمال في حالات الطوارئ.
- وجود قاطع كهربائي فيوز (Fuse) أو قاطع للتيار (Circuit Breaker).

١٣. يجب أن تكون الكابلات المستخدمة فى عمليات اللحام بالقوس الكهربائى سليمة وخالية من العقد والوصلات وذلك على الأقل فى ١٠ قدم الأخيرة قبل الوصول إلى الإلكترود.

١٤. لحام الخزانات المحتوية على مواد خطرة مثل المواد السامة، المواد القابلة للإشتعال، المواد القابلة للإنفجار، قد يؤدي الى الأنفجار حتى لو كانت الكمية المتبقية صغيرة فانها ستظل تشكل خطورة

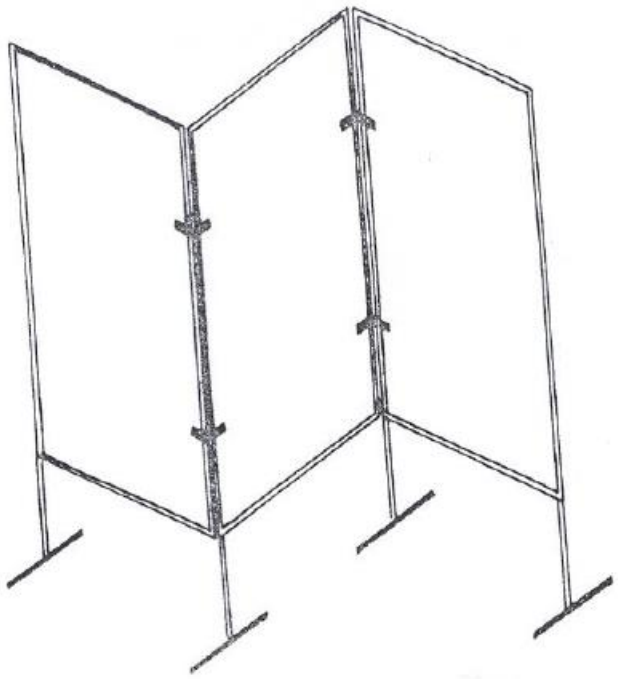


شكل رقم ٩: يجب الحرص عند لحام الخزانات التي تحتوي على مواد خطرة

١٥. لا تستخدم الخزانات كسنادة لمواد التصنيع.

١٦. تعامل مع الخزانات غير معروفة المحتوى وكأنها أوعية محتوية على مواد خطرة.

١٧. يجب وضع حاجز لحجب ضوء اللحام عن المتواجدين في محيط منطقة اللحام وذلك لحماية اعينهم من الألتهابات



شكل رقم ١٠: حاجز للضوء الشديد الناتج عن لحام القوس الكهربي

إجراءات يجب تنفيذها قبل عملية اللحام مباشرة

١. أبعاد المواد القابلة للاشتعال جميعها عن منطقة اللحام.
٢. تأكد من توافر وصلاحيات طفايات الحريق.
٣. وفر عناصر التهوية في مكان اللحام بحيث لا تسمح لتجمع الغازات نظرالانبثاق غازات بسبب عملية اللحام.
٤. ارتداء ملابس الوقاية اللازمة قبل المباشرة لعمليات اللحام مثل النظارات الواقية لحماية العين من الحرارة والتوهج والقطع المعدنية الحامية المتطايرة من اللحام، وكمام الغاز الذي يحول دون استنشاق الغازات السامة المنبعثة بسبب عمليات اللحام إضافة إلى ذلك يجب أن تكون ملابس الوقاية مثل واقية الصدر والرجلين و واقية البطن والأكمام مصنوعة من الجلد وخالية من الزيوت والشحوم القابلة للاشتعال كما هو مبين في شكل رقم .....

شكل رقم ١١: أدوات الحماية الشخصية

أدوات السلامة الواجب توافرها داخل الورشة

وهى الأدوات الواجب توافرها داخل ورشة العمل و التى توفر جميع عوامل السلامة من الحرائق ، حيث يتم تزويد ورش العمل بأجهزة الإنذار و الإطفاء و الخروج من موقع العمل بأمان. و من أهم أدوات السلامة الأساسية الواجب توافرها داخل مكان العمل الأتى ؛

حقيبة الإسعافات الأولية first Aid Kit :

يوضح شكل ١-٩ حقيبة الإسعافات الأولية وهى حقيبة تحتوى على المواد الضرورية للإسعافات الأولية كالقطن و اللصق الطبى و البيتادين والمواد المطهرة للجروح و غيرها من المواد اللازمة لحالات الطوارىء.

شكل رقم ١٢: حقيبة الإسعافات الأولية.

طفايات الحريق Fire Extinguisher :

يوضح شكل ١-١٠ طفايات الحريق و هى متعددة الأغراض و الأشكال و يجب توفرها فى الورشة للمساهمة فى التعامل مع البدايات الأولى للحريق و إخمادها سريعا ، و تزيد أهميتها فى الأماكن التى يكون احتمال حدوث الحرائق فيها كبيرا.

شكل رقم ١٣: طفايات الحريق.

اللوحات الإرشادية :

يوضح شكل ١-١١ مجموعة من اللوحات الإرشادية و التى يجب أن تتواجد داخل الورشة أو موقع العمل لتحديد أماكن الخروج و إلزام العامل بارتداء الملابس الواقية و علامات منع التدخين و أماكن تواجد حقيبة الإسعافات الأولية وغيرها من اللوح الإرشادية الواجب تواجدها لتوجيه العامل داخل مكان العمل للحفاظ على سلامته وسلامة مكان العمل.

شكل رقم ١٤: بعض اللوح الإرشادية.

تعليمات السلامة الخاصة بالحرائق

أ- يجب منع بدء اشتعال الحريق بأبعاد المواد القابلة للاشتعال والمواد السريعة الانفجار.

ب- تأمين وسائل الإطفاء الفوري للحرائق، مثل طفاية الحريق.

ج - اتباع أساليب الإخلاء المنظم من مناطق العمل بوضع مخارج للطوارئ.

د - استعمال طفاية الحريق المناسبة، أي أن لكل حريق نوع خاص من الطفايات فمثلا:

- محروقات المواد الكهربائية الطفاية المناسبة لها هي من نوع ثاني أوكسيد الكربون.

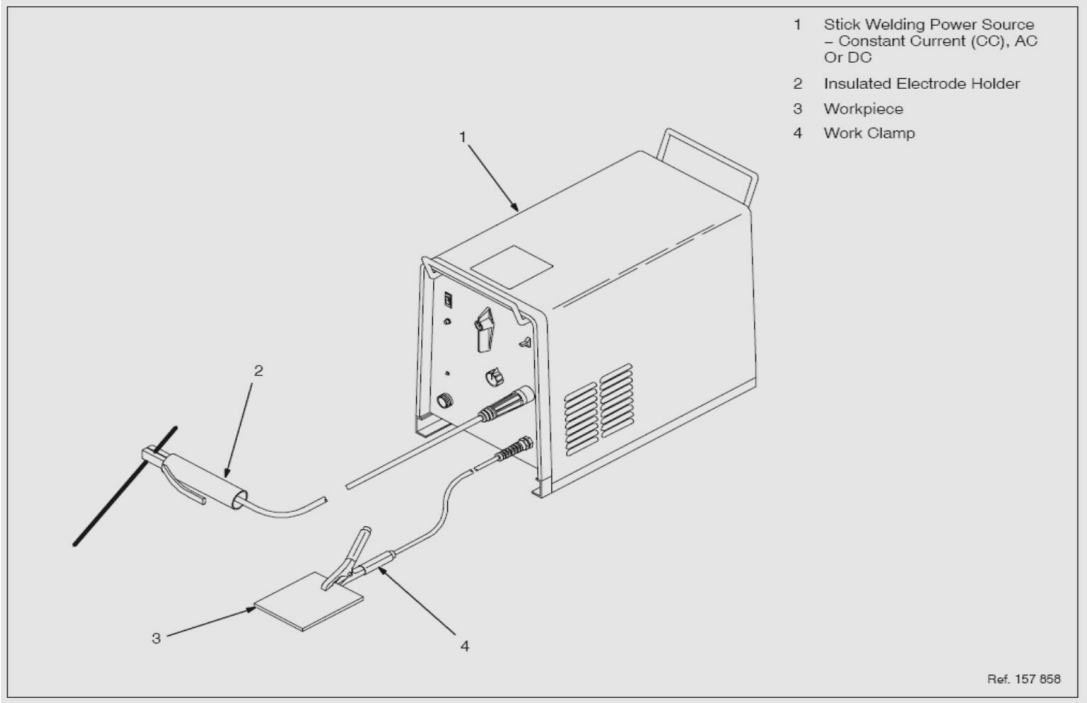
هـ – فحص طفاية الحريق بشكل دوري، (شهريا - سنويا).

أنواع طفايات الحريق

طفاية رغوية: تستخدم في إطفاء المواد الصلبة مثل الورق والمطاط والخشب موضحة فى شكل رقم ..... شكل رقم ٣: طفاية رغوية	طفاية ثاني أوكسيد الكربون: تستخدم لإطفاء حرائق المواد السائلة مثل الزيوت والشحوم كما تستخدم للمحروقات الكهربائية مثل المواد الكهربائية والمحركات موضحة فى شكل رقم ..... شكل رقم ٤: طفاية ثاني أوكسيد الكربون
١. طفاية الماء المضغوط: تستخدم في إطفاء المواد الصلبة مثل الورق والبلاستيك والخشب موضحة فى شكل رقم ..... شكل رقم ٥: طفاية الماء المضغوط	٢. طفاية مواد كيماوية جافة (بودرة): تستخدم للمعادن القابلة للاحتراق بسهولة مثل الرصاص والزنك، وتستخدم للمحروقات الكهربائية موضحة فى شكل رقم ..... شكل رقم ٦: طفاية بودرة جافة

جدول رقم ١

أولا: الجزء النظري



اللحام بالقوس الكهربي Electric Arc Welding

نبذة تاريخية عن اللحام بالقوس الكهربي

ظهرت فكرة استخدام القوس الكهربي في عمليات اللحام في نهاية القرن التاسع عشر ١٨٨١ م ثم اخترع اللحام بالقوس الكهربي باستخدام قطب من الكربون من قبل العالم (برناردوس) وكان ذلك في عام ١٨٨٦ م واشتهر هذا الاختراع في اوروبا وذلك في اصلاح غلايات البخار بواسطة اللحام بالقوس الكهربي. قطب الكربون اثناء اللحام ينتج عنه خط لحام فيه نسبة عالية من الكربون مما يؤدي الي ظهور شروخ في خط اللحام نتيجة للصلادة المرتفعة. استمرت بعد ذلك التجارب من قبل العلماء علي قطب معدني ونجح العالم الروسي (كوفن) في عام ١٨٨٩ م. من أختراع اللحام بالقوس الكهربي ومع بداية الحرب العالمية الاولي زاد الاقبال علي اللحام لاصلاح المعدات الحربية. لكن الخطوة الهامة في تطور اللحام وانتشاره جاءت عام ١٩٠٤ عندما اختراع اوسكار كجيلبرج Oscar Kjellberg أول سلك لحام Electrode مغطى بالبودرة، حيث قام بغمس سلك عاري في خليط من الكربونات وسيليلوس cellulose وسيلكات كرابط، واستمر التطوير في الالكترود بعد ذلك، وتعتبر هذه الاسلاك نقطة مهمة في تحول تاريخ اللحام حتى يومنا هذا. فالبودرة عامل مهم في عملية اللحام والاقطاب العارية تعرض اللحام للهواء الجوي مما يجعله ضعيفا وهشا سريع الكسر. وبأستخدام اسلاك اللحام المغطاة بالبودرة أصبح بالامكان استخدام التيار المتردد بعد ان كان اللحام مقتصرا علي اللحام بالتيار المستمر. بعد الحرب العالمية الثانية تطور اللحام بشكل كبير وبسرعة فظهرت ماكينات الترانزستور والثريستور وكذلك ماكينات Inverter

اللحام بالقوس الكهربائي Elctric arc welding أو لحام المعادن بالسلك المغلف Shielded metal arc welding (SMAW) يسمى اختصارا " اللحام بالكهرباء" هو أحد أنواع اللحام بالأنصهار Fusion welding وفيها تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية تعمل على صهر حواف القطع المراد لحامها حيث يستخدم اللحام الكهربائي الحرارة الناتجة من التيار الكهربائي لإذابة وتجميع أجزاء المعدن ببعضها. ويستخدم كل من التيار المستمر DC current والتيار المتناوب AC current في عمليات لحام القوس الكهربي على أن تتراوح جهد التيار في الحالتين بين ٢٠ , ٨٠ فولت أما شدة التيار فتتراوح في العادة بين ٨٠ , ٥٠٠ أمبير. ويمكن استخدام التيار المستمر في اللحام وهو يمتاز عن التيار المتردد من الناحية الفنية ولأسباب تتعلق بالأمان إلا أن التيار المتردد يمتاز من الناحية الاقتصادية. يجب توصيل الجسم الخارجي

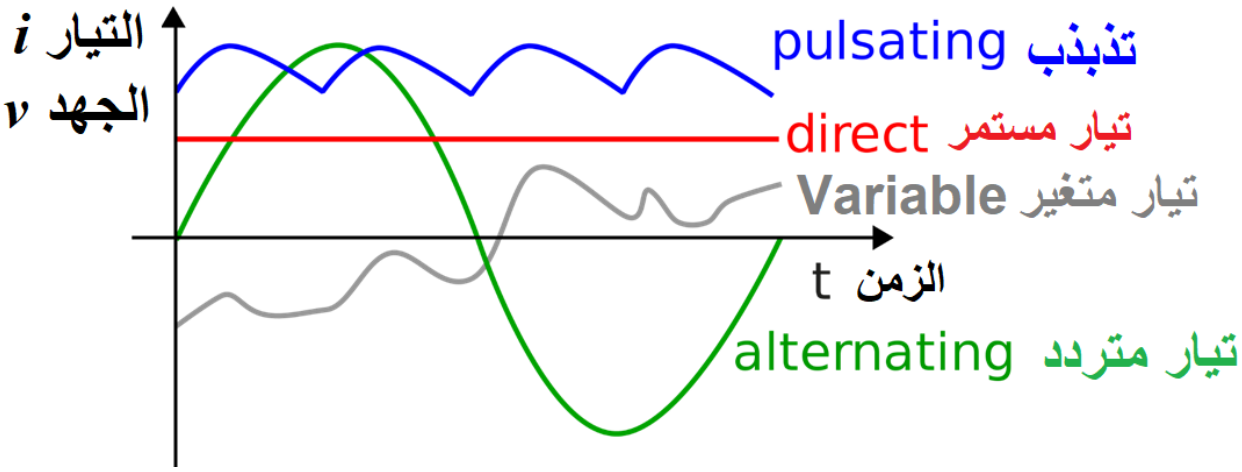
لماكينة اللحام بالأرض، ويتم ذلك بتوصيل ملقط الأرضي بطاولة اللحام أو بالمعدن المراد لحامة. يتم استخدام معدات الوقاية الشخصية المناسبة وعلى وجه الخصوص واقيات العين ذات الفلاتر الخاصة وحسب قطر الإلكترود. تتميز طريقة اللحام بالقوس الكهربائي على سائر الطرق الأخرى في عمليات اللحام بمميزات عديدة، لذلك فإن انتشارها يبلغ نحو ٩٠ % من مجموع طرق اللحام بالصهر. في اللحام بالقوس الكهربي يتم تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية تؤدي إلى صهر موضعي للأطراف المراد توصيلها لإجراء عملية اللحام المطلوبة.

يستخدم في طريقة اللحام بالقوس الكهربائي التيار الكهربائي نوعين أساسيين هما:

١. التيار المستمر Direct current (DC)
٢. التيار المتغير Alternating current (AC)

أنواع التيار الكهربي

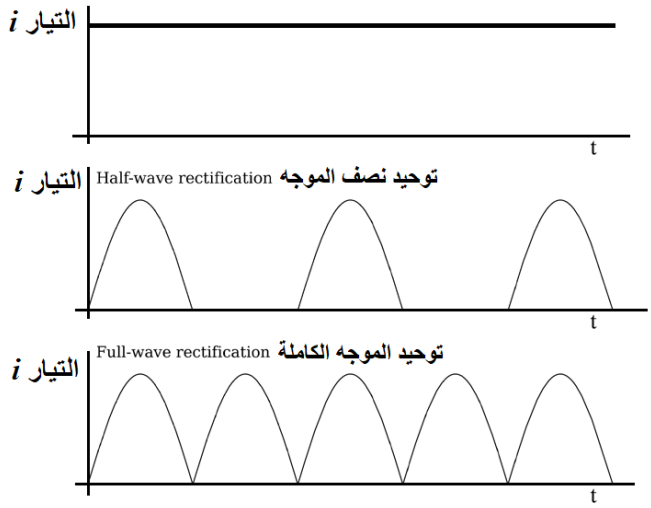
يوجد نوعين من التيار الكهربي المستخدم في التطبيقات المنزلية والصناعية، هما التيار المستمر والتيار المتردد، وغالبا ما تستخدم الاختصارات (AC) للتيار المتردد، و (DC) للتيار المستمر، كما يمكن التعبير عنها مع الجهد الكهربائي ويبين شكل ..... مقارنة بين اشكال التيار الكهربي المختلفة



شكل رقم ١٥: مقارنة بين اشكال التيار المختلفة

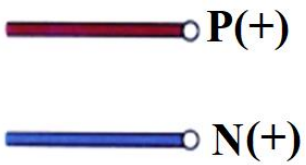
التيار المباشر أو التيار المستمر Direct Current (DC):

هو عبارة عن تدفق ثابت للإلكترونات من منطقة ذات جهد عال إلى أخرى ذات جهد أقل وتتدفق الشحنة الكهربية في حالة التيار المباشر في نفس الاتجاه. وبذلك يعرف التيار المستمر بانه التيار الكهربى الذى يسير فى نفس الاتجاة وبنفس الشدة ويندر استخدامه في المنشآت الصناعية. يمكن الحصول على التيار المستمر من التيار المتردد أو المتناوب عن طريق موحد Rectifier والذي يتكون من دائرة إلكترونية، كما يمكن أيضا تحويل التيار المستمر إلى تيار متناوب عن طريق العاكس Inverter أو عن طريق بعض المولدات Generators.



شكل رقم ١٦: توحيد التيار للحصول على التيار المستمر

ويستخدم طرفين أو قطبين كهربين في دوائر التيار المستمر، احدهما موجب Positive (P) و الاخر سالب Negative (N) كما هو مبين في شكل .....



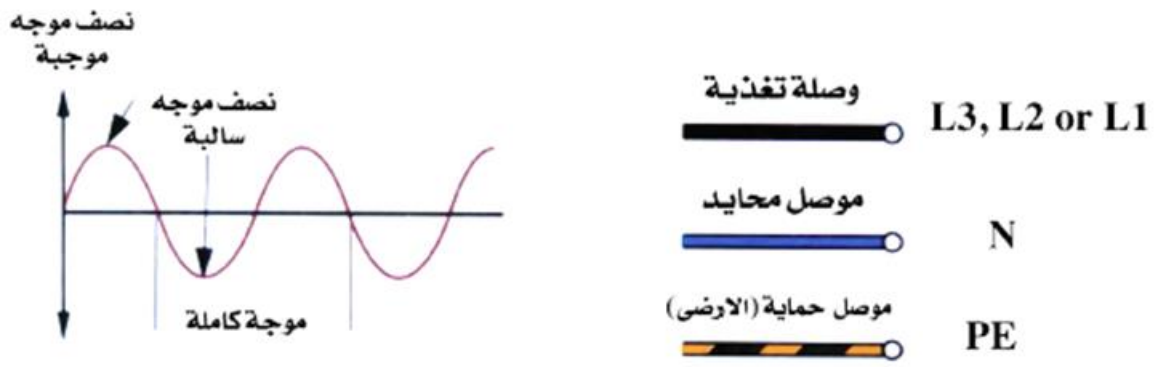
شكل رقم ١٧: اقطاب التيار المستمر

وللتيار المستمر أهمية كبرى في مجال اللحام فهو يستخدم فى معظم أنواع اللحام بالقوس الكهربي ARC كما يفضل استخدامه في لحام غالبية المعادن.

التيار المتردد أو التيار المتناوب (Alternating current):

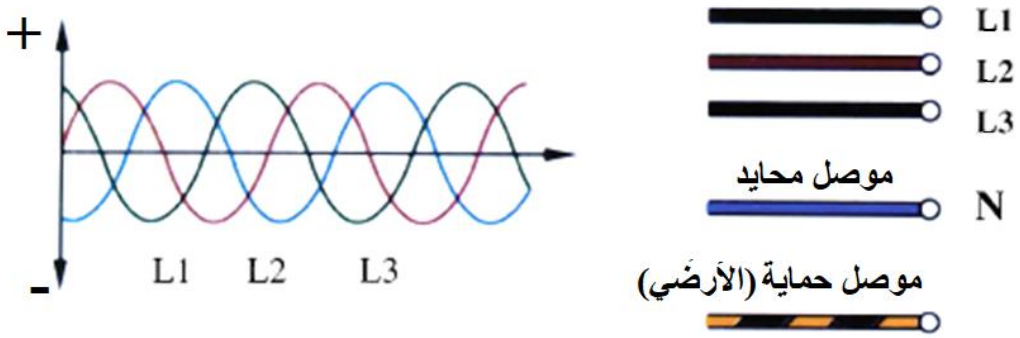
هو تيار كهربائي يعكس اتجاهه بشكل دوري ويتذبذب في مكانه ذهابا وإيابا ٥٠ أو ٦٠ مرة في الثانية حسب النظام الكهربائي المستخدم. يمكن توليده حسب قانون فرداي عن طريق مولد كهربائي متردد. شكل موجة التيار المتردد الأكثر انتشارا هو الشكل الموجي (موجة جا Sin wave)، ولكن في بعض التطبيقات من الممكن استخدام موجة مثلثية أو مربعة. ويوجد تيار ذو فازه واحدة أو ٣ فاز لتشغيل ماكينات اللحام بالقوس الكهربي.

١. **التيار ذو الطور الواحد Single phase:** يستخدم في الأغراض المنزلية حيث يبلغ فرق الجهد ٢٢٠ الى ٢٥٠ فولت و يتم توصيل الأجهزة عن طريق خط تغذية يرمز له عادة بالرمز (L1, L2 أوL3) وخط محايد (Nuteral) يرمز له بالرمز (N) كما هو مبين في شكل ..... وفي الدول المتقدمة يستخدم خط حماية (الأرضي Ground) لتسريب الكهرباء في الأرض وحماية الأشخاص من الصعقات الكهربية.



شكل رقم ١٨: التيار المتغيرذو الطور الواحد Single phase alternating current

٢. **التيار المتردد (٣ فاز Three phase):** يستخدم في الأجهزة الكهربائية عالية الإستهلاك الكهربى وهذا التيار الموجود فى شبكات تغذية المحطات الكهربية حيث يبلغ فرق الجهد من ٣٨٠ الى ٤٠٠ فولت، ويبين شكل ..... موجات التيار المتردد ثلاثي الطور 3 phase.



شكل رقم ١٩: التيار المتردد ثلاثي الطور 3 phase alternating current

تأثير التيار الكهربى

التأثير الحرارى للـ ARC (القوس الكهربى)

يتم توليد الحرارة سواء بمرور التيار الكهربي من خلال مقاومة فجوه هوائية لاكمال الدائرة الكهربية كما في اللحام بالقوس الكهربي (ARC).

توليد الحرارة في اللحام بالقوس الكهربي (ARC)

شكل رقم ٢٠: التأثير الحرارى للتيار الكهربى

تتولد الحرارة اللازمة لتسخين وصهر الأطراف المراد لحامها عن طريق قطبين، أحدهما الإلكترود الذي يتمثل في سلك اللحام، والآخر هو الجزء المراد لحامه، عند تلامس سلكة الإلكترود لقطعة العمل تغلق الدائرة الكهربية وتحت تأثير شدة التيار يتم تسخين نهاية سلك الإلكترود بشدة فتنفصل الإلكترونات من هذا الجزء من الإلكترود كما هو مبين في شكل ..... وتتجه بسرعة كبيرة تجاه القطب الموجب المتصل بقطعة العمل، وفي الطريق تصطدم هذه الإلكترونات بالذرات الغازية الموجودة في نطاق الغاز المتأين المحيط بمكان اللحام فتنفصل إلكترونات إضافية من هذه الذرات وبذلك يزداد عدد الإلكترونات المصطدمة في النهاية بالقطب الموجب، ومن خلال الحرراة الشديدة المتولدة من القوس الكهربائي، يحدث تسخينا سريعا يؤدي إلى انصهار الالكترود والأجزاء المراد وصلها، ويتم الالتحام عندما تنخفض درجة الحرارة وتتصلد منطقة التأثير، حيث تتكون ما يسمى بدرزة اللحام. وتمثل الحرارة المتولدة عند هذا القطب ٧٠ % من الحرارة الكلية.

شكل رقم ٢١: التأثير الحرارى للقوس الكهربى

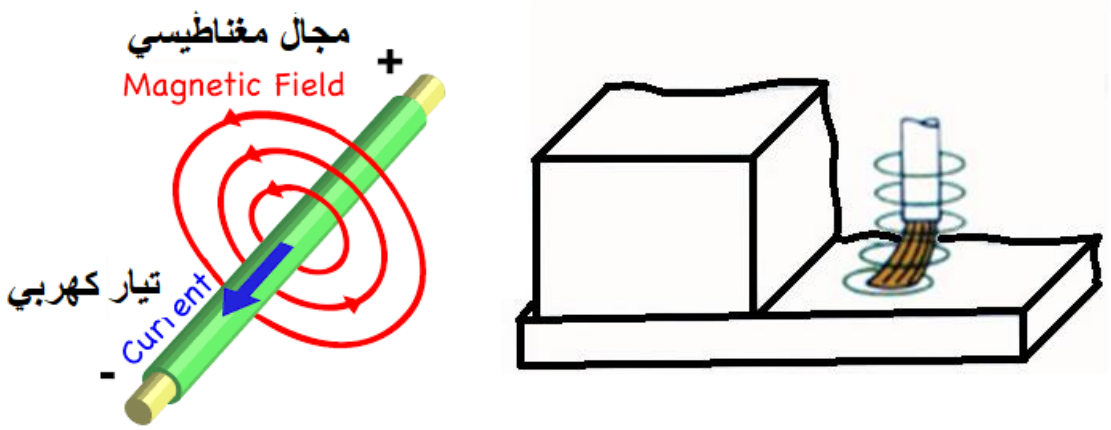
ويبين شكل ..... العلاقة بين درجة حرارة الـ قوس الكهربي ARC وقوة التيار وفرق الجهد الكهربى، والذي يبين ان درجة حرارة القوس الكهربي تزداد بزيادة شدة التيار الكهربي وفرق الجهد والتي تستخدم في حالة المعادن السميكة و تقل بتخفيضهما وهو ما يتم ضبطه عند لحام المعادن منخفضة السمك.

شكل رقم ٢٢: العلاقة بين درجة حرارة الـ قوس الكهربي ARC وقوة التيار وفرق الجهد الكهربى

التأثير المغناطيسى

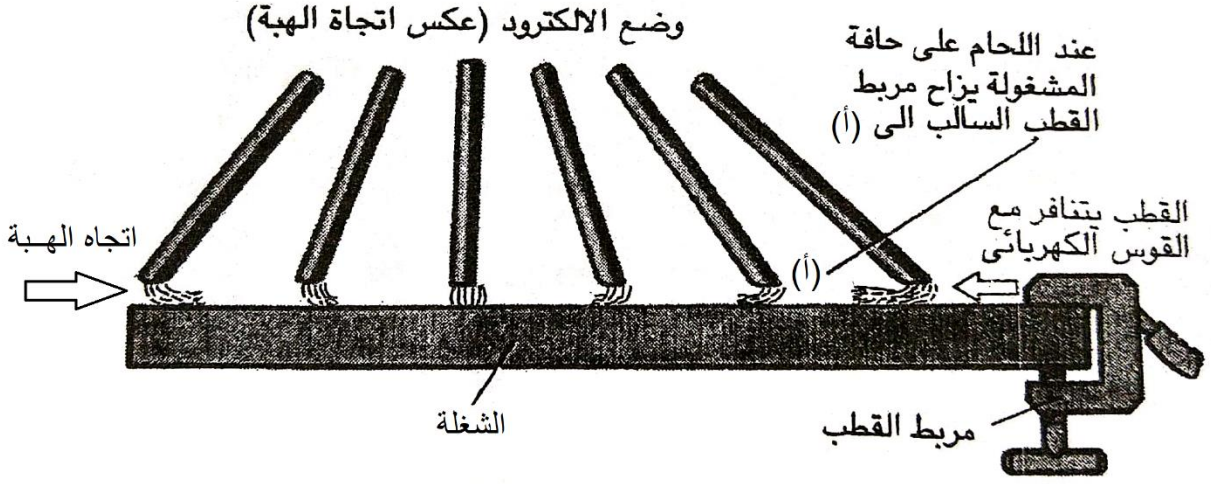
حسب قاعدة فارادي، فان أي موصل يمر به تيار كهربي يحيط به مجال مغناطيسي، ويمكن ملاحظة التيار المغناطيسي عند إنحراف القوس الكهربي ARC عن اتجاهه الأصلي اثناء اللحام بالتيار المستمر وذلك

نتيجة للتأثير المغناطيسي كما هو مبين في شكل .....وهو ما يسمى (هبــة التيار) والمقصود بها انحراف القوس الكهربي تحت تأثير المجالات المغناطيسية المتولدة بين الالكترود والشغلة وخصوصا عند لحام المعادن الحديدية (الفولاذ)، وقد تبلغ الهبــة درجة يستحيل معها اللحام، لاحتراق الغازات المنطلقة نتيجة انصهار الاكترود القضيبي من غلافه بلهب مرئي.



شكل رقم ٢٣: التأثير المغناطيسى للتيار الكهربى

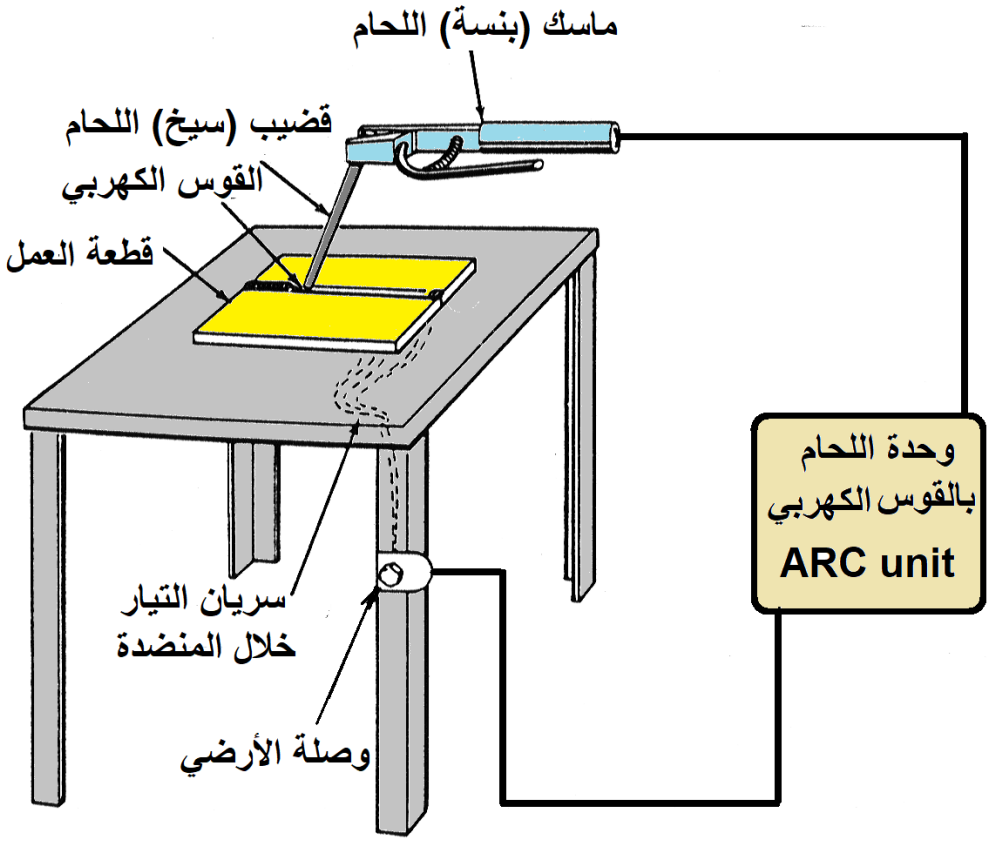
ويستدل من انحراف اللهب على اتجاه انحراف القوس الكهربي. ويمكن تلافي هذا العيب بتثبيت الالكترود في الاتجاه العكسي للهبــة، وبتعديل موضع تثبيت ماسك القطب على الشغلة (القطب العكسي)، ولا تسبب الهبو ايه مضايقات عند استخدام الكترودات سميكة الغلاف، ويضعف تاثيرها الى حد كبير عند استخدام التيار المتردد بدلا من التيار المستمر، ويتعذر استنباط قواعد عامة عن أثار الهبة الا في نطاق محدود، ويظهر تأثيرها بوضوح في المشغولات ذات اللحامات الدرزية القصيرة.



شكل رقم ٢٤: تأثير المجالات المغناطيسية (هبــة اللحام)

مبدأ عمل اللحام بالقوس الكهربي بالالكترود المغلف Electrical Arc welding

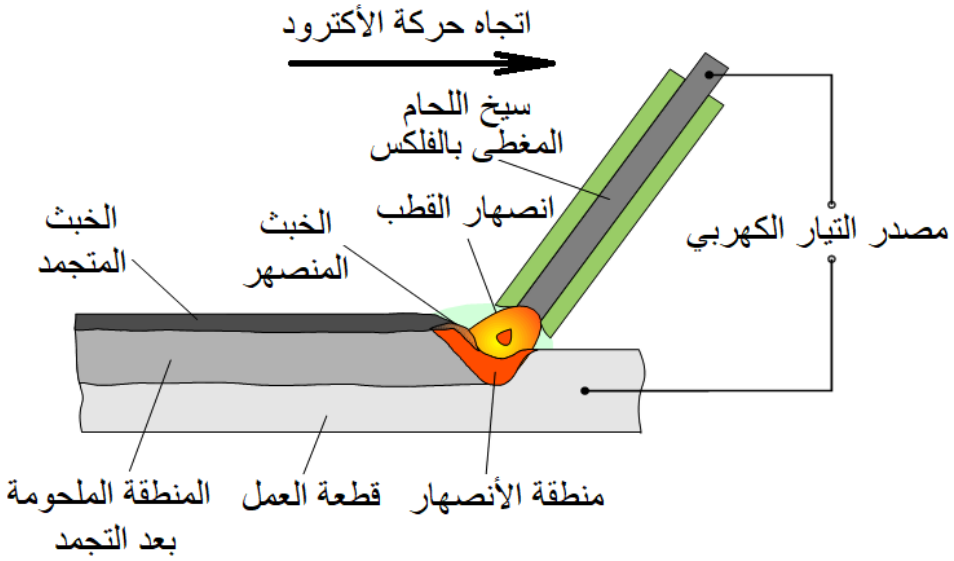
يبين شكل .... طريقة توصيل الدائرة الخارجية لماكينة اللحام بالقوس الكهربي، حيث يجب توصيل الجسم الخارجي لماكينة اللحام بالأرض، ويتم ذلك بتوصيل ملقط الأرضي بطاولة اللحام أو بالمعدن المراد لحامه.



شكل رقم ٢٥: أطراف توصيل ماكينة اللحام بالقوس الكهربي

عندما يسري التيار الكهربي القادم من ماكينة اللحام (سواء تيار مستمر أو متردد) خلال الفجوة بين نهاية سلك اللحام و قطعة العمل يتولد قوس كهربي، يولد القوس الكهربائي درجة حرارة عالية تصل إلى ٣٢٠٠ °م، هذه الحرارة تكفي لانصهار موضعي لكل من اطراف قطعتي العمل المراد لحامها وطرف سلك اللحام و الذي يمثل معدن الإضافة ويمتزج بالمعدن المصهور من قطعة العمل لتكوين خط اللحام كما هو مبين في شكل ..... . ومبدأ عمل القوس هو إحداث تفريغ عند مرور تيار شديد من الإلكترونات عبر الثغرة الضيقة بين الالكترود Electrode (سلك اللحام) والجزء المراد لحامه. ونتيجة لمرور الإلكترونات بسرعة عالية واصطدامها بذرات الهواء أو الغازت الموجودة في الفجوه، وكذلك الاصطدام بالمشغولة، تتولد نتيجة لذلك حرارة شديدة تكفي لصهر قطرات من معدن الترسيب للالكترود على طرفى معدن الأساس لقطعتي العمل المنصهر فيحدث اندماج زرات معدن الاساس مع معدن الترسيب فى جو من غازات الحجب ناتج من بودرة اللحام الموجودة على معدن الالكترود الذى يمنع تأكسد المعدن المنصهر ويحسن من جودة القوس. ونتيجة لانصهار سلك اللحام ينصهر الغلاف (البودرة) المحيط بسلك اللحام، مكونا غلافا من غازات الحجب ناتج من بودرة اللحام الموجودة على معدن الالكترود، الذي يحمي حوض اللحام Weld

pool ويمنع تأكسد المعدن المنصهر ويحسن من جودة القوس وبذلك تمتلئ الفجوة الناشئة بمنطقة الوصل وتتم عملية اللحام، واثناء ذلك يطفو الخبث الأقل كثافة على سطح معدن اللحام ويتجمد علي صورة خبث ليكون قشرة علي خط اللحام يحمي المعدن الساخن من التأكسد حتي يبرد و يمكن ازالتة بعد ذلك بالجاكوش، و يتم التحكم بحـرارة الـقوس عن طـريق الـتحكم في طول القوس و ضبط شدة التيار من خلال الماكينة.



شكل رقم ٢٦: اللحام بالقوس الكهربي المغلف

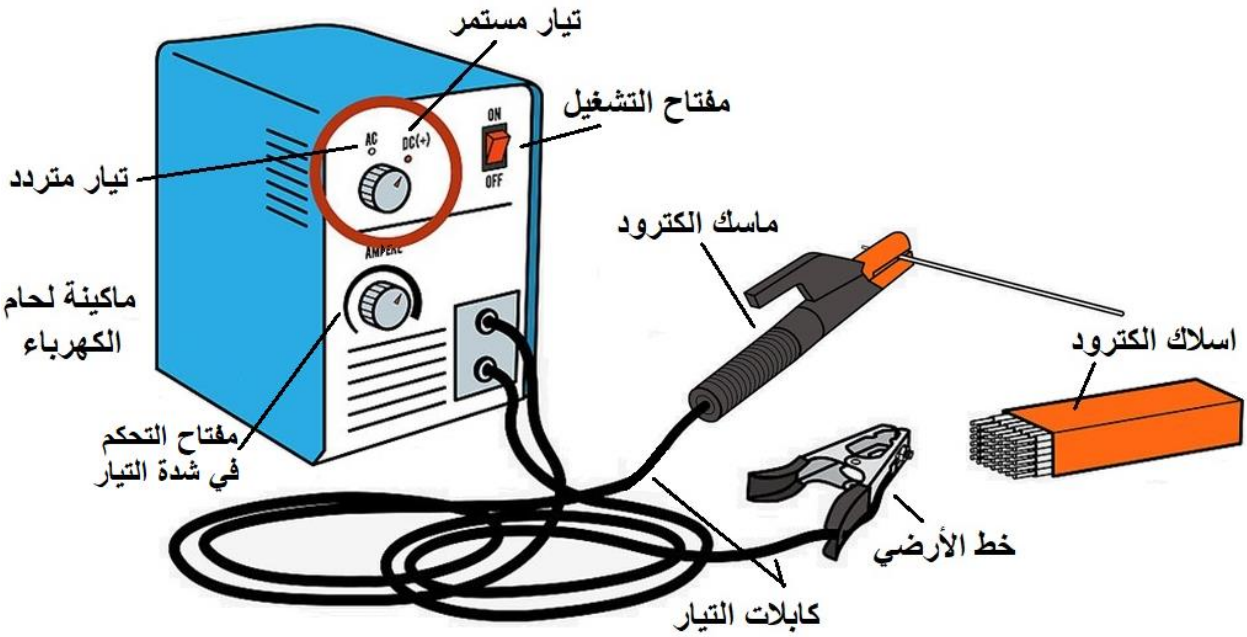
ماكينة ودائرة اللحام بالقوس الكهربي:

تتكون ماكينة اللحام بالقوس الكهربي من المكونات التالية:

- مصدر التيار(المنبع الرئيسى)
- كابلات التوصيل من المنبع الى الماكينة
- ماكينة اللحام ويوجد بها الملف الابتدائى، الملف الثانوى، والقلب الحديدى.
- ماسك (بنسة) اللحام
- كابل بنسة اللحام
- سيخ اللحام (الالكترود)
- كابل مماس الشغلة Workpice (الذي يمثل الخط الأرضي)
- قفيز كابل مماس الشغلة

ويبين شكل ..... الدائرة الكهربائية التي تمثل لحام القوس الكهربائي والتي تبين ان قضيب (سلك) اللحام (Electrode) مثبت في ماسك أقطاب خاص يسمح للعامل بأن يمس الشغلة ثم يسحب العامل العود مسافة كافية لتوليد القوس. ولما كانت نوعية القطب هامة بدرجة كبيرة في حالة التيار المستمر أو المباشر DC حيث أن الحرارة تتولد عند القطب الموجب لذلك يجب أن تكون الشغلة هي القطب السالب في الأشغال ذات التخانات الرفيعة بينما في الأشغال السميكة يكون عود الحشو هو القطب السالب. ويستخدم في الوقت

الحالي نوعان من عيدان الحشو في عمليات اللحام. ففي لحام الصلب العادي يمكن استخدام العود العادي المصنوع من الصلب الكربوني ولكن في هذه الحالة يتداخل النيتروجين الجوي في مكان اللحام.



شكل رقم ٢٧: ماكينة اللحام بالقوس الكهربي

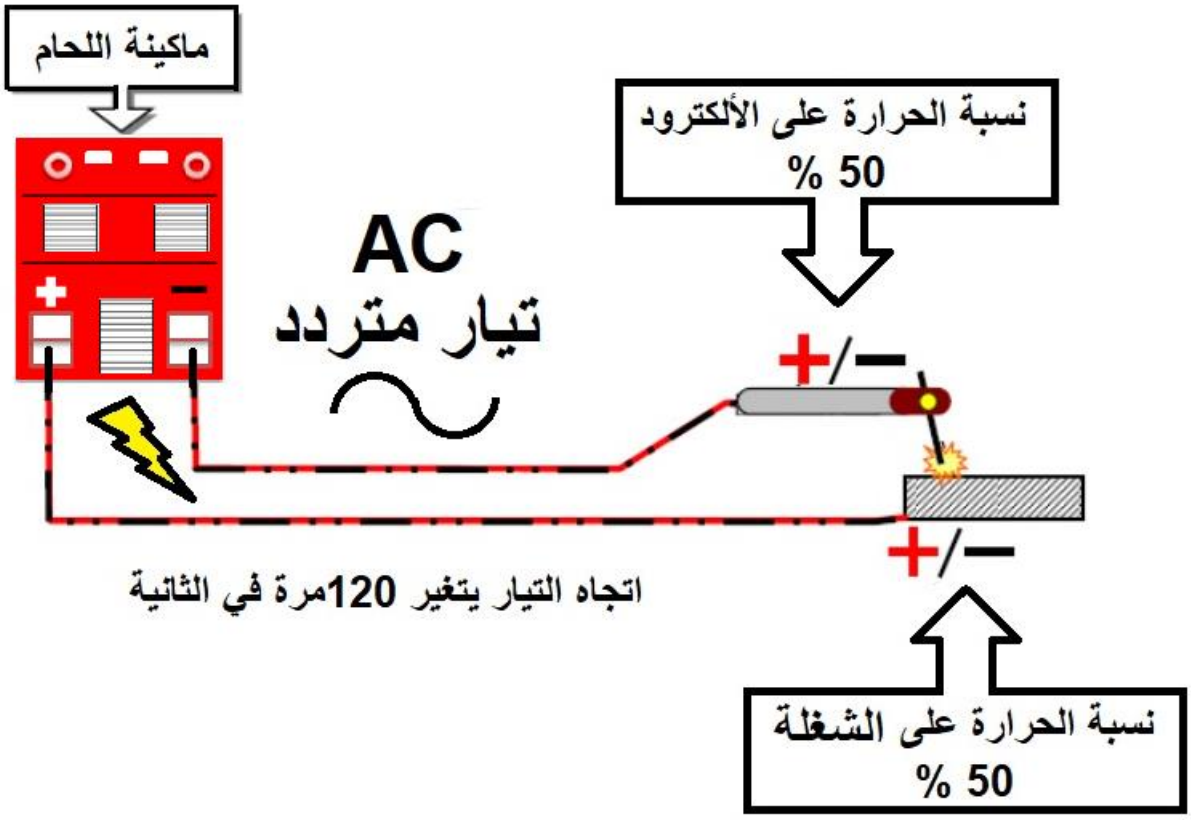
عند توصيل ماكينة اللحام، يجب أخذ هذه العناصر بالإعتبار

- توصيل الجسم الخارجي للماكينة بالأرضي
- توصيل مفتاح قاطع للكهرباء بالقرب من ماكينة اللحام للإستعمال في حالات الطوارئ
- وجود قاطع كهربائي فيوز (Fuse) أو قاطع للتيار(Circuit Breaker) لحماية الماكينة من الأحمال العالية.

توفر معظم الشركات المصنعة ماكينات اللحام بالقوس الكهربي بإمكانية اللحام باستخدام تيار كهربائي مستمر (DC) أو تيار متردد (AC) من خلال مفتاح اختيار نوع التيار الموجود في واجهة الماكينة ويتوقف اختيار نوع التيار أساسا على معدن الشغلة وسمكها وعدد خطوط اللحام.

أولا: اللحام بالتيار المتردد AC welding

يغير التيار المتردد اتجاهه وبالتالي قطبيته تتغير مائة مرة في الثانية الواحد أي ٥٠ ذبذبة في الثانية)، واتجاة التيار يتغير ١٢٠ مرة فى الثانية الواحدة، شكل ..... ويمكن لحام الالمنيوم و المغانسيوم و التيتانيوم بهذه الطريقة.



شكل رقم ٢٨: اللحام بالتيار المتردد AC

مميزات اللحام بالتيار المتردد:

- انخفاض تكلفة محول Transformer اللحام بنحو ٥٠ % وتقل قيمة استهلاك التيار بنحو ٣٠ % عنها في حالة مجموعة المحرك المولد، ويصلح فى لحام معدن الالمونيوم.

عيوب اللحام بالتيار المتردد:

- ارتفاع خطر الحوادث، وزيادة مفقودات التناثر عند الالكترودات، وكذلك عدم احتراق القوس الكهربائي بهدوء
- الحرارة الواقعة على الالكترود تساوى نسبة الحرارة على الشغلة حيث يتم خروج الحرارة ٥٠% للقطب الموجب و٥٠% للقطب السالب.

ثانيا: اللحام بالتيار المستمر (DC welding) :

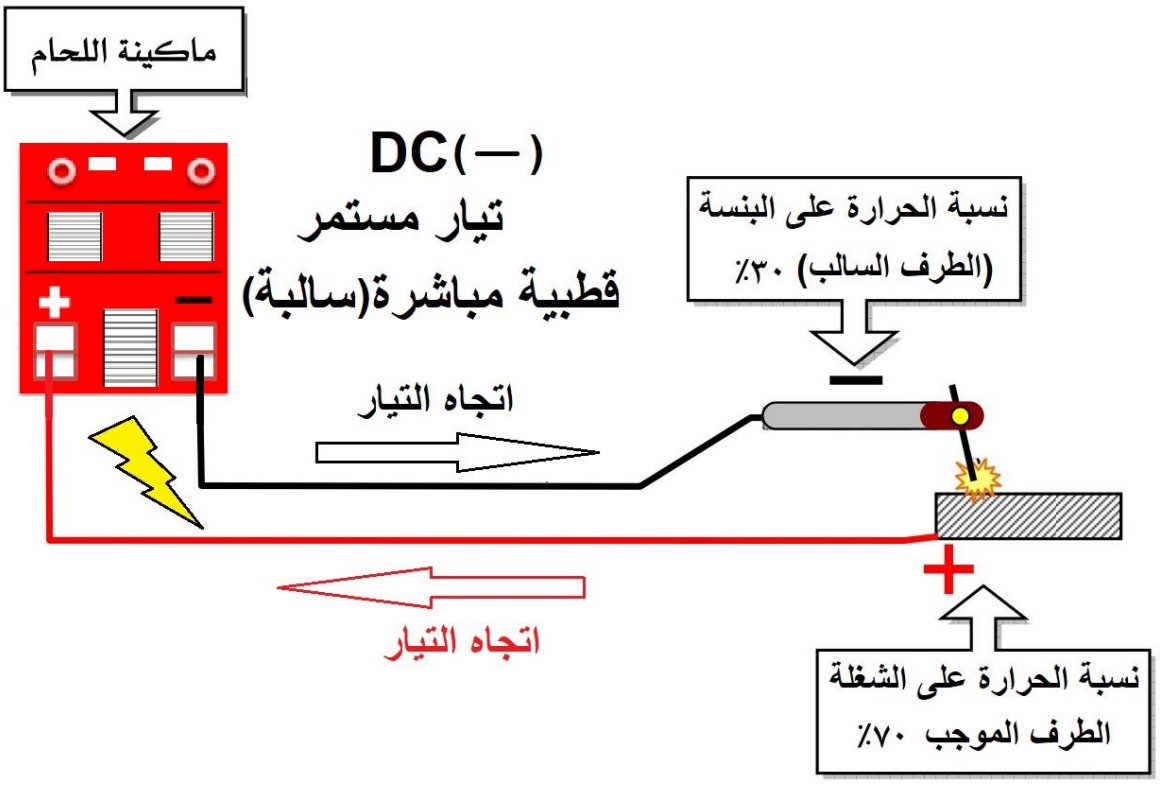
يسمى لحام القوس الكهربي بالتيار المستمر "اللحام بالأقطاب الكربونية"، ويتم الحصول على التيار المستمر عن طريق محول تيار يعمل بجده ٢٢٠ فولت او ٣٨٠ فولت ودائرة توحيد التيار وتحويله الى تيار مستمر. ويمكن ضبط تيار اللحام عن طريق طارة يدوية مثبته بالماكينة.

توجد حالتين للحام بالتيار المستمر هما:

١. القطبية المباشرة (DCSP) Direct Current Straight Poles:

توصل الشغلة بالطرف الموجب (+) والالكترود بالطرف السالب (-)

تستخدم في لحام المعادن الحديدة والنحاس ولا تستخدم للحام الألمنيوم والمغنسيوم، وفي حالة القطبية المباشرة السالبة تتدفق الالكترونات بسرعة عالية فى الثغرة الهوائية التى بين الالكترود والشغلة من القطب السالب (الألكترود) إلى القطب الموجب لتصطدم بالشغلة متسببة فى رفع درجة حرارتها الى أكثر من ثلثى (حوالي ٧٠ %) الحرارة المتولده بين الشغلة والألكترود كما هو مبين في شكل ..... بينما تتدفق الأيونات الموجبة من القطب الموجب (الشغلة) إلى القطب السالب بسرعة منخفضة مسببا ان يكون (الأكترود) باردا نسبيا وتكون نسبة الحرارة بها حوالي ٣٠%. وينتج عن الأحتكاك بين الايونات الموجبة والشحنات السالبة في الفجوه بين الشغلة والألكترود الحرارة اللازمة لصهر حواف المعدن.

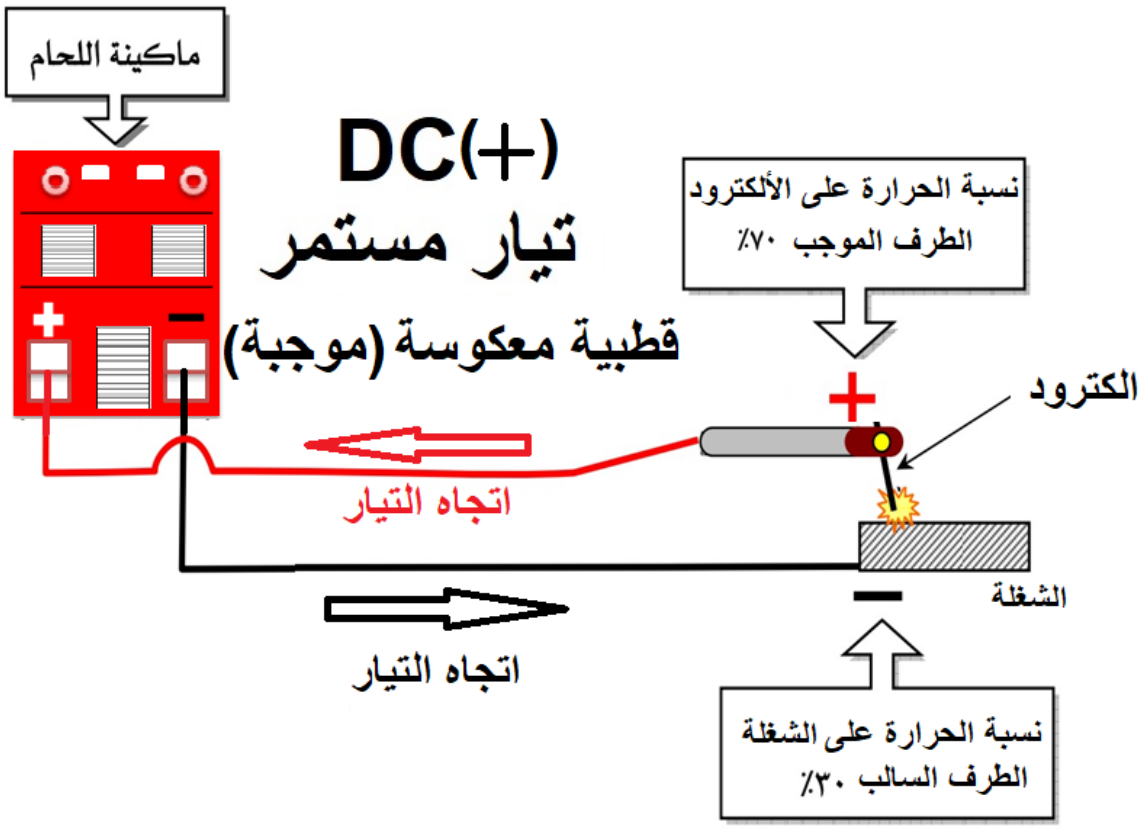


شكل ..... اللحام بالتيار المستمر (DC) قطبية مباشرة، الشغلة (+) والالكترود (-)

٢. القطبية المعكوسة (DCRP) Direct Current Reverse Poles:

توصل الشغلة بالطرف السالب (-) والالكترود بالطرف الموجب (+)

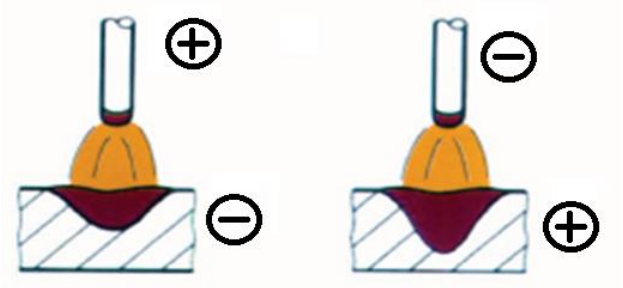
فى حالة القطبية المعكوسة الموجبة يسخن الالكترود أكثر مما تسخن الشغلة حيث تصل السخونة الى حوالي ٧٠% وذلك نتيجة لاصطدام الالكترونات به، وقد ترتفع درجة حرارته إلى درجة الانصهار، الأمر الذى يؤدى إلى تشكيل طرفه على شكل كرة مما قد يؤدى إلى تلوث معدن الشغلة بالتنجستن. وللقطبية المعكوسة فائدة هامة وهى قدرتها على تفتيت طبقة الأكسيد التى تتكون على سطح بعض المعادن مثل الألومنيوم والنحاس والمغنسيوم وهذا الأكسيد يعوق عملية اللحام بل ويجعلها مستحيلة غالبا. وهذه الطريقة لا تستخدم في معظم الأحيان.



شكل رقم ٢٩: اللحام بالتيار المستمر (DC) قطبية معكوسة، الشغلة (-) والالكترود (+)

ملحوظة:

- ضبط قوة التيار الصحيحة بواسطة فني اللحام تتوقف علي قطر سلك الإلكترود وسمك الشغلة ووضع اللحام (Position).
- توصيل سلكة الإلكترود بالقطب السالب أو القطب الموجب يتوقف على نوع سلكة الإلكترود ويؤثر كثيرا علي عمق اللحام داخل الشغلة.



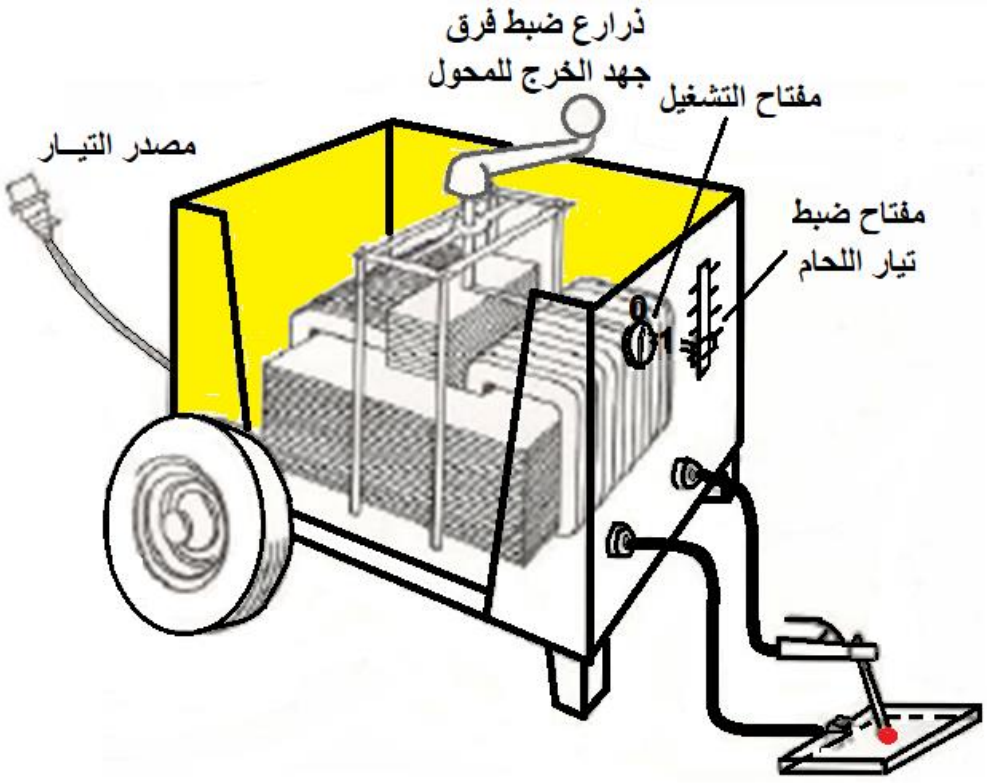
شكل رقم ٣٠: بقعة اللحام للقطبية المباشرة و القطبية المعكوسة

أنواع ماكينات اللحام بالقوس الكهربي:

تنقسم أنواع ماكينات اللحام بالقوس الكهربي الى الأنواع التالية:

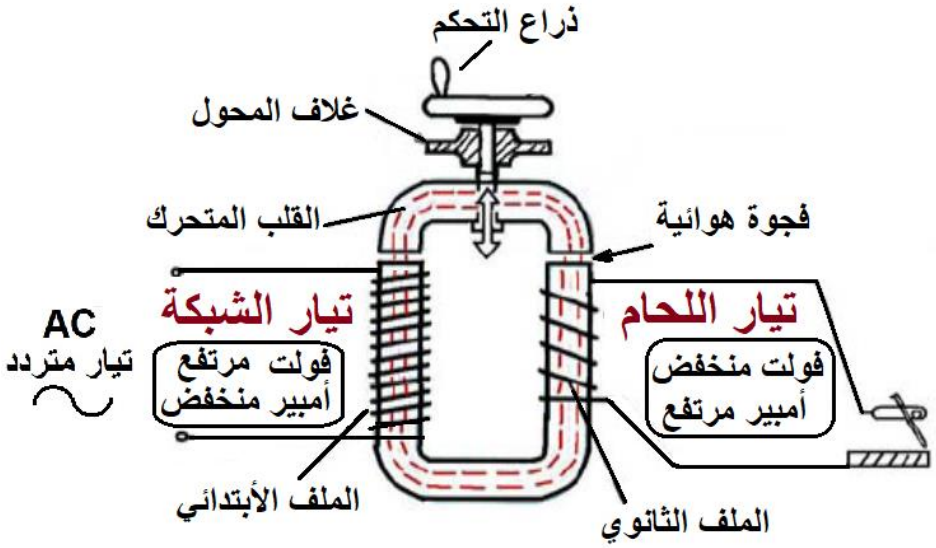
١. ماكينة اللحام بالتيار المتردد ذات المحولات AC Transformers type welding machine

العنصر الاساسيفي هذه الالة هو المحول الكهربي الذي يحتوي على ملفات ابتدائية وملفات ثانوية والتي يكون عددها اقل من عدد ملفات الملف الأبتدائي، ويبين شكل ..... مكونات ماكينة اللحام بالمحول



شكل رقم ٣١: ماكينة اللحام التي يتم التحكم بها بالمحول

ويبين شكل ..... دائرة مبسطة لفكرة عمل ماكينة اللحام بالتيار المتردد ذات المحول الكهربي، حيث تتوقف شدة تيار اللحام المتردد تدريجيا على كثافة المجال المغناطيسي المرتبط بتكبير أو تخفيض الثغرة الهوائية، حيث تقل شدة التيار بابعاده القلب الحديدي المتحرك.



شكل رقم ٣٢: فكرة عمل ماكينة اللحام بالتيار المتردد ذات المحول

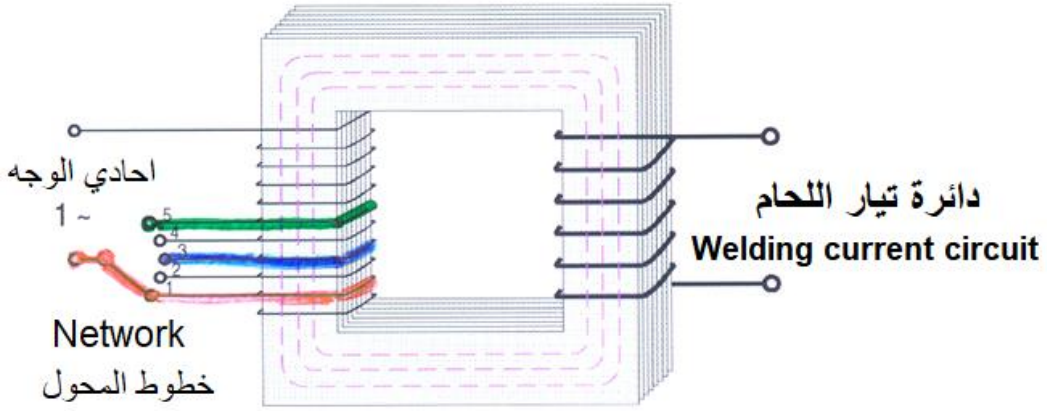
في هذا النوع من الماكينات، تكون شدة التيار ثابته في حين تتغير قيمة الجهد (الفولت)، ولهذا السبب يستخدم منظم الجهد لضبط الفولتية للحفاظ على شدة تيار ثابتة.

وتعتمد ماكينة اللحام بالتيار المتردد Transformer على نظرية أساسية في عملها وهي ان:

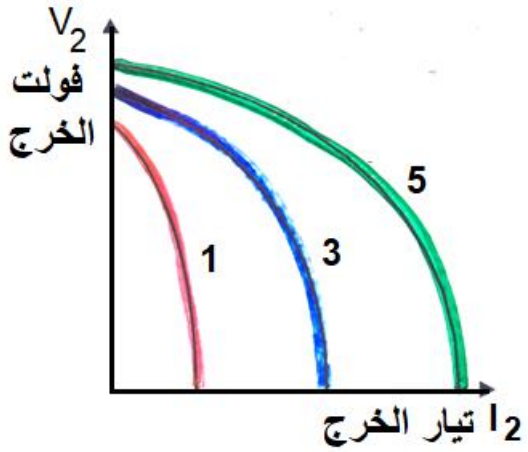
$$\text{فرق جهد اللحام} = \frac{\text{عدد لفات الملف الثانوي}}{\text{عدد لفات الملف الابتدائي}} \times \text{فرق جهد الشبكة (فولت الملف الأبتدائي)}$$

$$\text{فرق جهد اللحام} = \frac{\text{شدة التيار الابتدائي}}{\text{شدة التيار الثانوي}} \times \text{فرق جهد الشبكة (فولت الملف الأبتدائي)}$$

و من العلاقة السابقة يمكن زيادة شدة التيار في الملف الثانوي عن طريق تقليل عدد اللفات و التالي يقل فولت الملف الثانوي عن قيمتها عند الملف الابتدائي



شكل رقم ٣٣: دائر المحول الكهربي



شكل ... علاقة الفولت مع التيار على اطراف الملف الثانوي

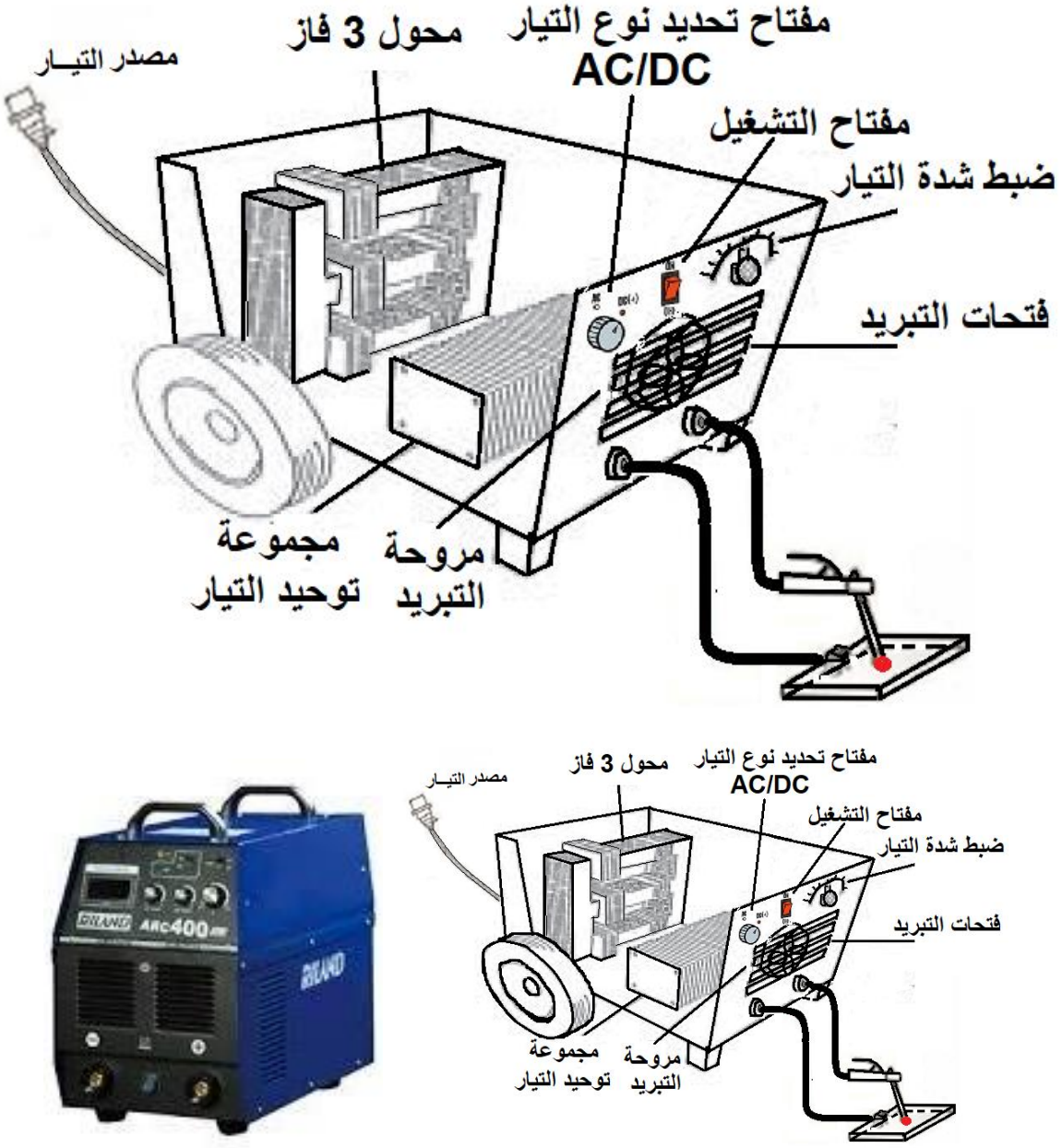
مميزات وعيوب ماكينة اللحام بالتيار المتردد ذات المحول

المميزات	العيوب
↵ لا يحدث تداخل نتيجة التاثيرات المغناطيسية في النهايات وبالتالي لا ينحرف القوس الكهربي اثناء اللحام كما يحدث في ماكينات التيار المستمر ↵ تقل إمكانية تداخل البودرة مع معدن اللحام، مما يقلل وجود بخبخة (فراغات هوائية) في خط اللحام ↵ اصغر الات اللحام بالقوس الكهربي حجما ووزنا ↵ تركيب مبسط ↵ عمر تشغيل اقتصادي للماكينة ↵ سعر اقتصادي	↵ عند اللحام في الأماكن الضيقة والمغلقة، يكون اقصى جهد للدائرة المفتوحة ٤٨ فولت، مما يؤثر تاثير سلبي على سرعة وجودة اشعال القوس الكهربي. ↵ لا تستعمل مع سلك الالكترود E7018

جدول رقم ٢

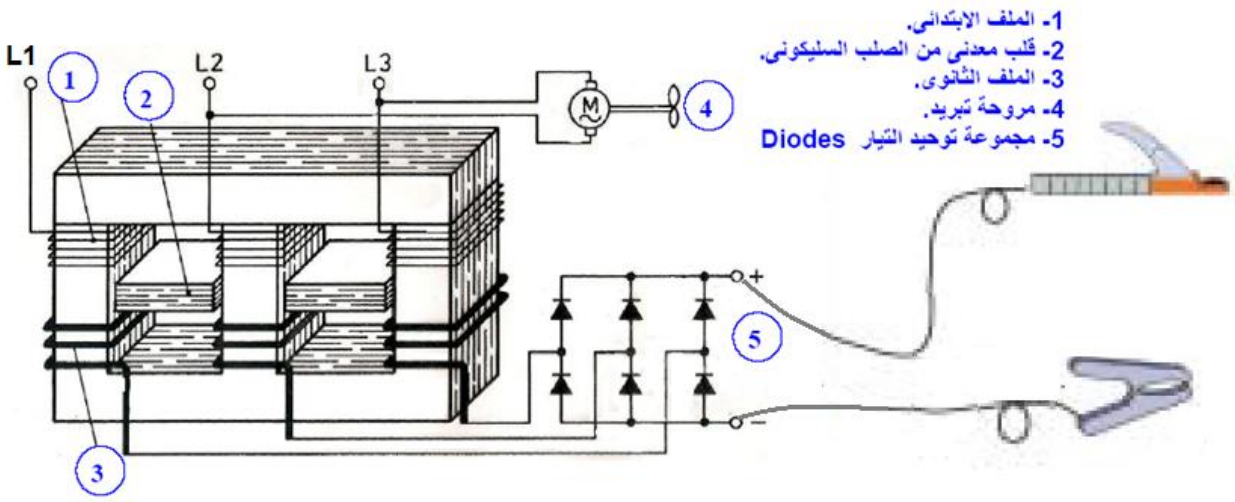
ماكينة اللحام ذات المحول والموحد Transformer-Rectifier welding machine

هذا النوع من الماكينات توفر اللحام بالتيار المتردد والتيار المستمر، حيثتحتوي على موحد كهربي بالإضافة الى محول تيار. تتكون دائرة توحيد التيار من محول التيار ومقوم سليكوني لتحويل التيار المتردد AC الي تيار مباشر DC بحيث يسري التيار الكهربي في اتجاه واحد. عادة ما يستخدم محول قدرة ثلاثي الاطوار، يتصل ملفه الابتدائي بمصدر التيار الكهربي، ويكون التيار الكهربي عند مخرج طرف المحول الثانوي تيار متردد، و الذي يتصل بموحد Rectifier يقوم بتحويل التيار المتردد الى تيار مستمر، و يوجد عادة على واجهة الماكينة مفتاح تحكم في نوع تيار المخرج النهائي (متردد أو مستمر).



شكل رقم ٣٤: ماكينة اللحام ذات الموحد Rectifier

ويبين شكل ..... دائرة مبسط لفكرة عمل ماكينة اللحام ذات الموحد، حيث يتم توحيد التيار بمجموعة من الموحدات تسمى Diodes تتصل بشكا معين لإعطاء خرج تيار مستمر DC وتزود الماكينة بمروحة تبريد لخفض درجة حرارة المكونات الكهربية وحماياتها من التلف.



شكل رقم ٣٥: دائرة ماكينة اللحام ذات الموحد Rectifier

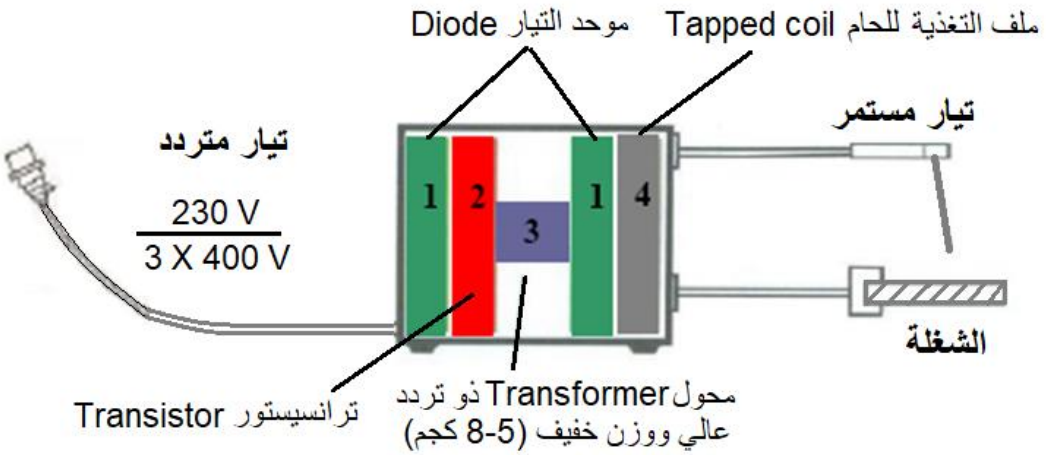
ملحوظة:

في الأماكن التي لا يتوفر بها مصدر للتيار الكهربي، يتم استخدام ماكينات لحام متنقلة تعمل بمولد كهربي مدمج معها. يتصل مولد الكهرباء بمحرك ديزل أو بنزين حيث يتم تحويل الطاقة الميكانيكية الى طاقه كهربائية في المولد الكهربي ويتم تغذية ماكينة اللحام بالجهد اللازم لتشغيلها. وقد تكون ماكينة اللحام من نوع المحول Transformer بالتيار المتغير AC أو تزود بموحد تيار للحصول على تيار مستمر DC

شكل رقم ٣٦: ماكينة لحام تعمل بمولد كهربي مدمج بها

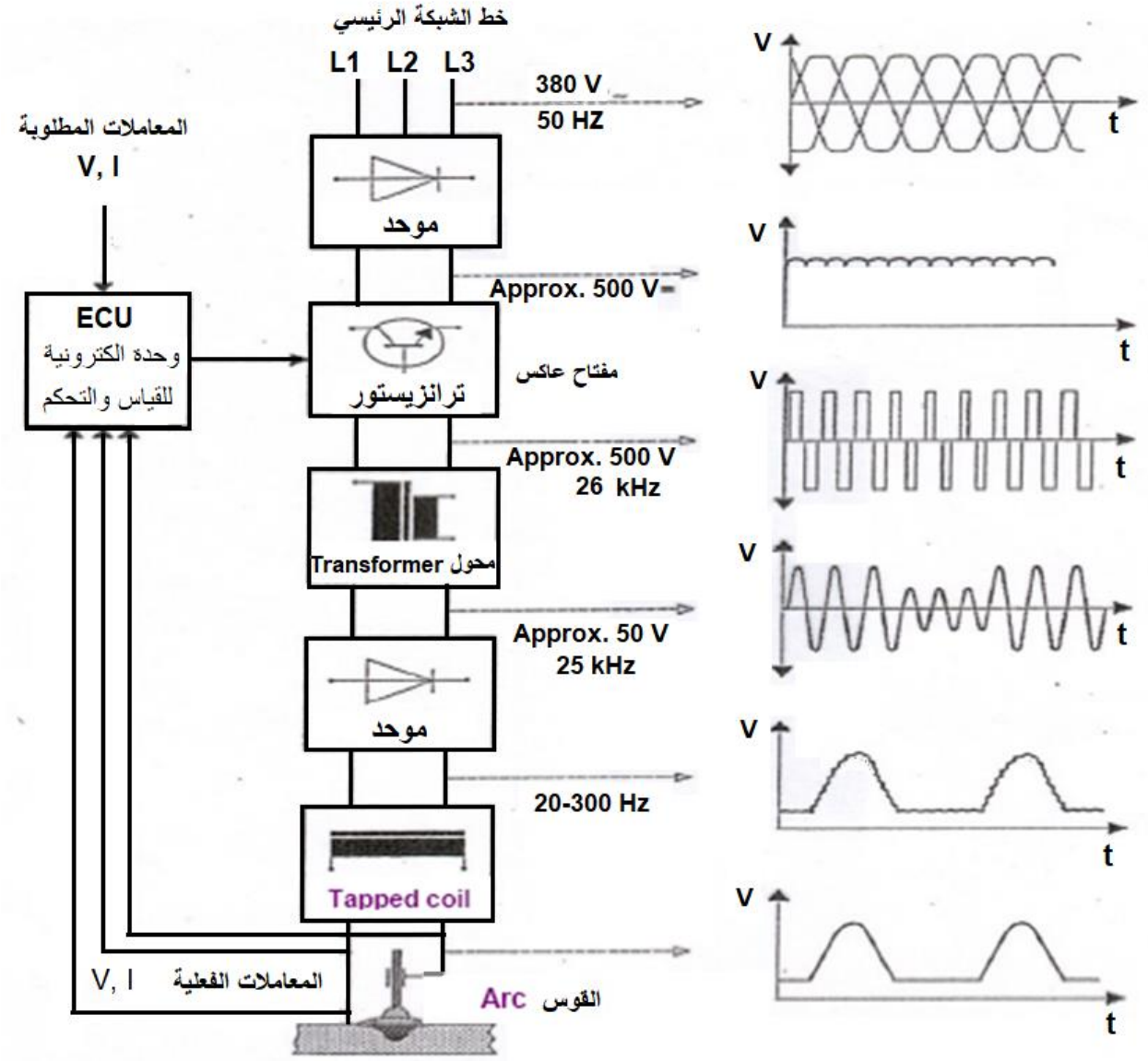
ماكينة اللحام ذات مغير الفولتية (انفرتر) INVERTERS

تتميز هذه الماكينة بخفة الوزن نتيجه خفة وزن المحول Transformer، و كذلك تتميز بانها موفرة للطاقة، و تستخدم بكفاءة عالية في صهر جميع أنواع سلك الألكترود بلا استثناءات، والماكينة غير حساسة للارتفاع أو الأنخفاض لفرق جهد شبكة التغذية



شكل رقم ٣٧: مكونات ماكينة اللحام ذات مغير الفولتية

الترانزيستور Transistor الموجود بالدائرة يستخدم كمفتاح الكتروني لمرور وغلق التيار بسرعة كبيرة جدا، كي يتم ضبط شدة وفرق جهد التيار الكهربي للحام بدون مستويات الضبط الثابتة. و بالتالي يوفر إمكانية ضبط معاملات اللحام بواسطة الريموت كنترول و يقلل من خطورة الإرتفاع أو الإنخفاض المفاجئ لجهد الشبكة، و يوفر إمكانية اللحام النبضي Pulsed welding و كذلك يوفر الفقد في طاقة تشغيل الماكينة ($cos\emptyset$) ويبين شكل ..... الدائرة الكهربية لماكينة اللحام ذات مغير الفولتية



شكل رقم ٣٨: الدائرة الكهربية لماكينة اللحام ذات مغير الفولت وشكل الفولت خلال الدائرة

تستعمل باللحام بالقوس أقطاب كربونية أو معدنية. الأقطاب الكربونية والجرافيتية عبارة عن قضبان قطرها ٨-٣٠ مم وطولها من ٢٠٠-٣٠٠ مم، وتؤخذ شدة التيار عند اللحام بالأقطاب الجرافيتية ٢-٣ أمثالها عند اللحام بالأقطار الكربونية.

مميزات وعيوب ماكينة اللحام بالقوس الكهربي

أولا: المزايا

١. جهاز بسيط، سهل الضبط
٢. سهل النقل والتحريك
٣. ممتاز للاستخدام في الأماكن المفتوحة
٤. لايتاثر بالملوثات مثل الاتربة والصداء والزيوت
٥. ذو خصائص ميكانيكية ممتازة

٦. تحكم ممتاز لبقعة اللحام في كل الأوضاع
٧. صوت منخفض
٨. يصلح مدى واسع من المواد

ثانيا: العيوب

١. ضبط الماكينة بالمستويات الثابتة فقط
٢. عدم امكانية تشغيل الماكينة اتوماتيكيا.
٣. تحتاج الى لحام مدرب جيدا لفترة طويلة
٤. سرعة بطيئة للحام
٥. معدل ترسيب منخفض

العدد والملحقات المستخدمة في لحام القوس الكهربي اليدوي (MMAW)

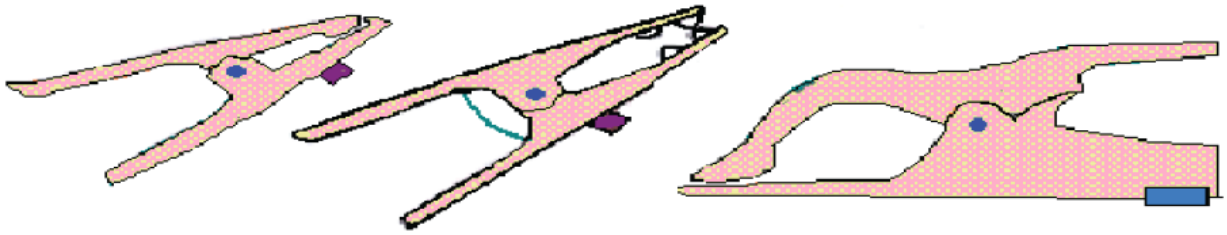
ماسك الالكترود

هو الجزء الماسك لقطيب اللحام (الالكترود) باحكام عن طريق سوسة ضاغطة، حتى لا يحدث تسريب للتيار الكهربي وتقل شدة التيار الواصل لالكترود اللحام، ويجب ان يكون القابض معزولا عزلا حراريا جيدا ومريحا للمسك باليد. وان تكزن عملية تركيب الالكترود وفكة بسهولة ويسر، ويراعى ان لا يزيد وزن ماسك الالكترود عن ٦٠٠ جرام لماكينات اللحام ذات اقصى تيار مقداره ٣٠٠ امير

شكل رقم ٣٩: خطافات التثبيت كابل الأرضي بقطعة العمل

الكابل الأرضي:

هو الكابل الواصل بين الشغلة والطرف الثاني بمكاينة اللحام، وهو كابل كهربي معزول وفي نهايته بنسة أو خطاف نحاسي بسوستة ضاغطة يثبت في قطعة العمل أو الطاولة المعدنية، ويوجد منه اشكال مختلفة كما هو مبين في شكل ..... وبتوصيل بنسة الكابل الأرضي بالشغلة يتم اكمال واغلاق دائرة اللحام عند تقريب الالكترود من قطعة العمل.



شكل رقم ٤٠: خطافات التثبيت كابل الأرضي بقطعة العمل

فرشاة التنظيف (فرشة سلك) Wire Brush :

وهي فرشة من أسلاك الحديد وتستعمل لتنظيف لتنظيف درزات اللحام وإزالة الصدأ من المعدن قبل اجراء عملية اللحام.

شكل رقم ٤١: فرشاة التنظيف

الملقط Tweezer:

يستخدم لمسك المشغولات الساخنة والباردة ويكون ذو ذراع طويل وفكه قوي.

شكل رقم ٤٢: ملقط مسك الشغلة

مطرقة:

تستخدم لاستعدال المشغولات، ويوجد منها أنواع مختلفة في الشكل والحجم

شكل رقم ٤٣: جاكوش للطرق

أجنة (ازميل) تنظيف:

تستخدم لتنظيف الخبث الناتج عن اللحام وإزالة الرايش.

شكل رقم ٤٤: اجنة تنظيف

جاكوش التنظيف:

يستخدم للطرق على اللحام لإزالة خبث اللحام وذرات المعدن المتناثرة علي جانبي خط اللحام لامكانية فحص اللحام.

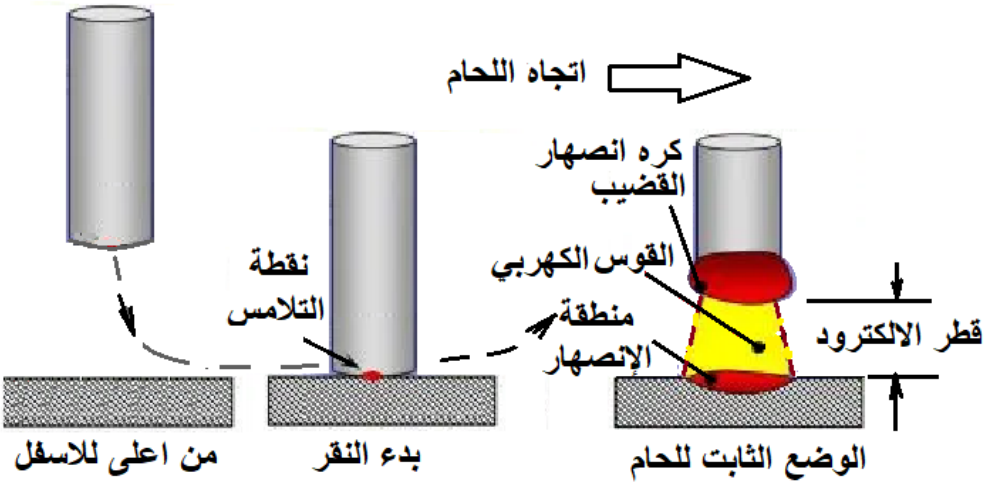
شكل رقم ٤٥: جاكوش للطرق

طرق توليد القوس الكهربى

يتم توليد القوس الكهربي اثناء اللحام بالطرق التالية:

١- طريقة النقر Tapping

يتم توليد القوس الكهربي في هذه الطريقة بنقر الشغلة Workpice بقضيب اللحام (Electrode) كما هو مبين في شكل ..... وعند توليد القوس الكهربي يتم المحافظة على الفراغ بين طرف قضيب اللحام والشغلة بمقدار يعادل قطر الأكترود.

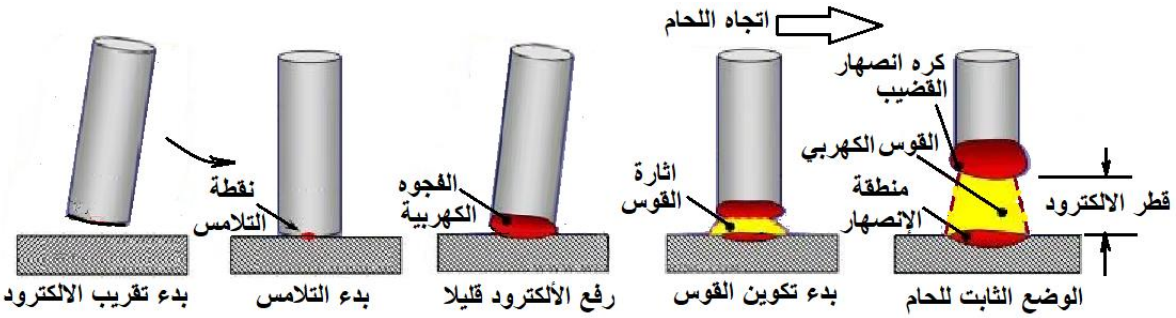


شكل رقم ٤٦: طريقة توليد القوس الكهربي بالنقر

وتنشاء عن القوس الكهربي درجة حرارة عالية تصل الى ٤٢٠٠ oم (للالكترود) وعند القطب الموجب ٣٦٠٠ oم (للشغلة).

٢- طريقة الخدش Scratch

في هذه الطريقة تتم عملية توليد القوس الكهربي بطريقة مشابه لاشعال ثقاب الكبريت، حيث يتم تقريب وملامسة طرف إلكترود اللحام مع سطح القطعة ثم يسحب إلي أعلي مسافة لا تتجاوز المسافة اللازمة لإبقاء القوس الكهربي ARC ، والتي تساوي قطر الإلكترود تقريبا كما هو مبين في شكل .....



شكل رقم ٤٧: طريقة توليد القوس الكهربي بالخدش

العوامل الهامة التي تؤثر علي إستقرارية القوس:

- طبيعة الدائرة التي تغذي التيار - نوعية الإلكترود - الأداء الخاطئ
- بخار الماء (الرطوبة) اللذان يتسببان في عدم إستقرارية القوس أو إنحرافه.

ملحوظة:

- يراعى بعد توليد القوس الكهربي أن يكون القوس قصيرا كلما أمكن ذلك أثناء عملية اللحام ولا تتجاوز المسافة المطلوبة (قطر معدن إلكترود) لأن القوس الطويل ينتج عنه لحام ضعيف لوصلة اللحام، وللوصول إلى أفضل نتائج في عمليات اللحام يجب أن يكون القوس مستقرا أو متزنا وثابتا حتى يمكن إنتاج لحامات ناعمة وجيدة.
- يراعى ان يتم اللحام بالقوس الكهربى من اليسار الى اليمين

أسلاك اللحام (إلكترودات Electrods):

أسلاك اللحام الخاصة باللحام الكهربائي اليدوي (SMAW) وتسمى الكترود مغطى (Covered electrode) تصنع بتغطية سلك معدني بطبقه من خلطة مساعدات الصهر تسمى فلكس تصنع من بودرة خاصة ولها فوائد متعددة وتحتوي الكسوة على مقدار معين من السليلوز الذي يحترق مكونا غاز يحيط بالقوس المتولد ويساعد على إبعاد التأثير الجوي عن مكان اللحام وهكذا يولد ما يعرف بالقوس المحجوب. والمفروض في مادة الكسوة أنها تنصهر بمعدل أقل من انصهار معدن الحشو. الطرف العلوي لالكترود اللحام غير مغطى لمسافة من ٢٥-٣٠ مم ليتم إدخالها داخل مقبض اللحام وتوصيل التيار الكهربي من المقبض الى الالكترود لتكوين القوس الكهربي. وينصهر معدن الالكترود مع معدن قطعة العمل (الشغلة) المطلوب لحامها، ونتيجة لانصهار الغلاف تحدث سحابة من الغازات الواقية لمنطقة الانصهار Welding

pool تحول دون وصول الأكسجين أو النيتروجين الموجود بالهواء الجوي الى المعدن المنصهر وتطفو البودة على هيئة خبث فوق اللحام نازغة الشوائب معها لتتجمد على سطح اللحام. ويعتبر النوع من الالكترود الذي يستخدم مع اللحام بالقوس الكهربي من النوع المستهلك Consumable Electrode.

وقد تم عمل ترميز لاكترودات المغطى اللحام بالقوس الكهربي باشتراك كل جمعية اللحام الأمريكية American Welding Socity (AWS) و الجمعية الامريكية لاختبار المواد American Socity for Testing of Materials ASTM) لوصف جميع الخواص الهامة للالكترود فى صوره مجموعه رقميه تدل على الخواص الميكانيكية لمعدن اللحام المترسب، نوع الغلاف الكاسي، وضع اللحام الموصى به وكذلك التيار المستخدم.

شكل رقم ٤٨: سلك لحام (الكترود) ترميز E6013

النظام الرقمي يشتمل على مجموعه من أربعة أو خمسه أرقام مسبوقة بحرف لاتيني (E)، اختصار لكلمة الكترود Electrode ثم يلي ذلك أربعة أو خمسة ارقام. فاذا كان الرقم مكون من أربعة ارقام مثل E6013 يدل الرقمين الأولين من اليسار على مقاومة اجهاد الشد tensile strength بمضاعفات الالف (مقاومة المادة للقوى التي تحاول تفكيكها) لطبقة اللحام المتجمعة على الشغلة بوحدة (رطل لكل بوصة مربعة PSI) بمعنى ان مقاومة الشد تبلغ ٦٠,٠٠٠ رطل/بوصة المربعة والتي تساوي ٤٢٠ نيوتن/م٢، واذا كان الرقم الذي يلي E خمسة ارقام مثل E10020 فتدل الأرقام الثلاثة الأولى في المجموعة على ان مقاومة الشد تساوي ١٠٠,٠٠٠ رطل/بوصة المربعة، ويدل الرقم في خانة العشرات على وضع اللحام الموصى به لهذا الالكترود كما يلي:

الرقم في خانة العشرات	الأوضاع التي يصلح لها الالكترود
١	تصلح لجميع الأوضاع For all positions PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG
٢	تصلح لجميع أوضاع اللحام المسطح (الأرضي) والافقي فقط Flat and horizontal positions only PA (لحام ارضي ومحور الجسم افقي)
٣	تصلح للحام المسطح (الأرضي) فقط flat position only PA

جدول رقم ٣: صلاحية الالكترود لاوضاع اللحام المختلفة (Position)

أما الرقم الأخير في خانة الأحاد يعنى نوع بودرة الغلاف الكاسى للسلك ودرجة النفاذية ونوع التيارالكهربي (AC or DC) ويبين جدول ..... تصنيف الالكترود

ملحوظة:

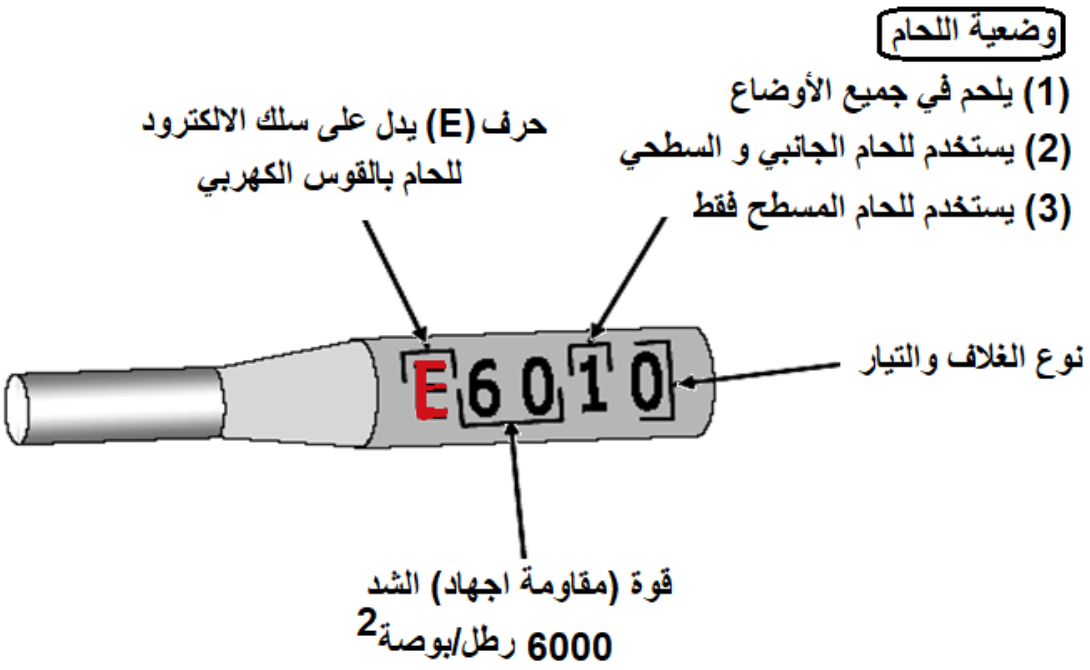
اذا كان الرقم الاحاد (صفر)، يحدد نوع بودرة الغلاف والتيار الكهربي من الرقم في خانة العشرات، مثلا الرقم E6010 يبين لحام قوس كهربي باقل اجهاد شد قيمة ٦٠,٠٠٠ psi ، لحام في كل الأوضاع، و يحتاج قطبية معكوسة لتيار مستمر DC.

خانة الأحاد	تيار اللحام	كسوة غلاف الالكترود
EXXX0	* راجع خانة العشرات	* راجع خانة العشرات
EXXX1	AC, DCRP, DCSP	Cellulose-Potassium سيلليوز البوتاسيوم
EXXX2	AC, DCSP	Titania-sodium تيتانيا- صوديوم
EXXX3	AC, DCSP, DCRP	Titania-potassium تيتانيا -بوتاسيوم
EXXX4	AC, DCSP, DCRP	Iron Powder-Titania بودرة حديد -تيتانيا
EXXX5	DCRP	Low hydrogen-sodiumهيدوجين منخفض - صوديوم
EXXX6	AC, DCRP	Low hydrogen-potassium هيدوجين منخفض - بوتاسيوم
EXXX7	AC, DCSP	Iron oxide-iron power أكسيد الحديد- بودرة الحديد
EXXX8	AC, DCRP, DCSP	Low hydrogen-iron powder هيدوجين منخفض- بودرة حديد

جدول رقم ٤

حيث ان: AC تيار متردد، DCRP تيار مستمر قطبية معكوسة، DCSP تيار مستمر قطبية مباشرة

جدول ..... نوع كسوة الالكترود، والتيار والقطبية لخانة الأحاد في رقم تصنييف الالكترود



شكل رقم ٤٩: مواصفات سلك لحام (إلكترود) القوس الكهربي

فوائد استخدام مساعد الصهر (الفلكس) علي الالكترود :

١. عمل قوس كهربي مركز وثابت: وذلك عن طريق تأين الغازات الموجودة بين نهاية الالكترود والشغلة لاحتوائه علي مواد سهلة التأين.

٢. تكوين غازات الحماية اثناء اللحام: عندما ينصهر الفلكس تتكون الغازات الموضحة في جدول ..... حول القوس وبواسطة هذه الغازات يتم حماية معدن اللحام المنصهر من عمليات التأكسد والنتردة اثناء اللحام، مما يساعد على رفع جودة وصلات اللحام وكذلك من الممكن الحصول علي لحامات تحتوي علي كمية ضئيلة جدا من الهيدروجين.

٣. تكوين الخبث: تلعب خواص الخبث المتكون اثناء اللحام كنقطة الانصهار واللزوجة والوزن النوعي دورا هاما في التحكم في جودة وصلات اللحام وإذا كانت تغطية الخبث جيدة يكون سطح اللحام ناعما وشكله جيد، كذلك يعمل الخبث على التبريد التدريجي لوصلة اللحام.

٤. منع تأكسد مادة اللحام: عادة تحتوي بودرة اللحام علي عناصر مختزلة مثل السليكون (Si) أو المنجنيز Mn وذلك لاختزال الاكسجين من مادة اللحام تجنبا لتكون البخبخة وبالتالي تحسين خواص اللحام.

٥. اضافة عناصر سبائكية: من الممكن أضافة عناصر سبائكية من خلال البودرة اللحام مما يتيح التحكم في الخواص الميكانيكية والميتالورجية للحام.

٦. زيادة كفاءة الترسيب: بأضافة بودرة الحديد الي الفلكس تزداد معدلات الترسيب والتغلغل لمادة الحام.

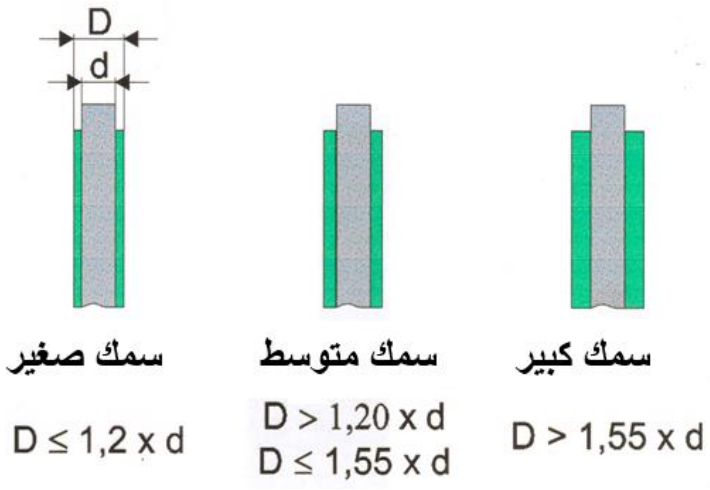
٧. زيادة العزل الكهربي: مادة الفلكس لها قدرة عالية علي العزل الكهربي لذا فهي تمنع اي حوادث كهربائية اثناء اللحام.

نوع بودرة الالكترود	النسبة المئوية % للغازات المتكونة حول القوس			
	أول اكيد الكربون CO	ثاني اكيد الكربون CO_2	غاز الهيدروجين H_2	الرطوبة H_2O
مرتفع السليلوز Cellulose	٤٥,٨	٣,١	٤٢,٢	٨,٩
مرتفع في أكسيد التيتانيوم Rutile	٤١,٢	٤,١	٣٧,٨	١٦,٩
منخفض الهيدروجين Basic	٥٠,٧	٣١,٠	٣,٩	١٤,٤
مرتفع في أكسيد الحديد Acid covering	٥٥,٦	٧,٣	٢٤,٠	١٣,١

جدول رقم ٥: النسبة المئوية للغازات المتكونة حول القوس الكهربي

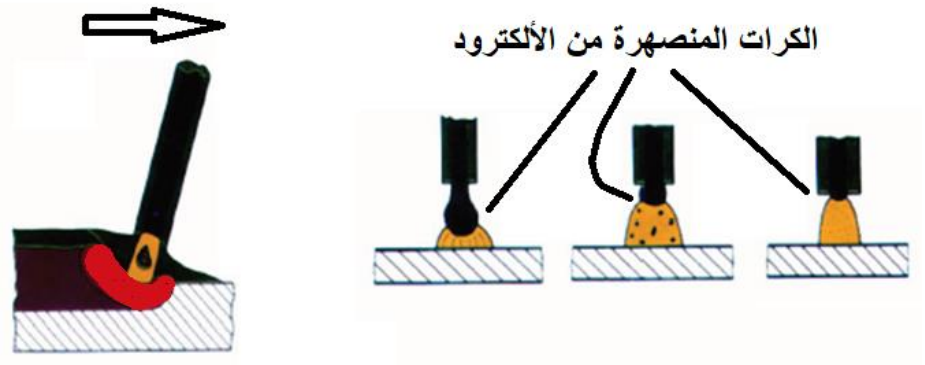
تصنيف سلك الالكترود طبقا لسمك غلاف البودرة

تؤثر تخانة غلاف البودرة علي شكل وجودة اللحام و كذلك تؤثر علي عمق النفاذ.



شكل رقم ٥٠: تصنيف الالكترود طبقا لسمك غلاف البودرة

وكذلك يختلف حجم الكرات المنصهرة من سلك الإلكترود والمنتقلة إلى بركة إنصهار اللحام طبقا لسمك سيخ الإلكترود كما يتضح من الصورة في شكل .....



شكل رقم ٥١: اختلاف حجم الكرات المنصهرة من سلك الإلكترود طبقا لسمك سيخ الإلكترود

سمك طبقة التغليف	كبير	متوسط	صغير
حجم الكرات المنصهرة	صغير	متوسط	كبير
لحام الجذر Root	لاتصلح	متوسط	جيد
شكل اللحام	ماعم	متوسط	خشن
عمق النفاذ	عميق	متوسط	ضعيف

جدول رقم ٦: مقارنة بين خصائص الالكترود طبقا لسمك طبقة الغلاف

ملحوظة:

يجب حفظ اسلاك اللحام في مكان جاف حتى لا تتلف طبقة البودة المحيطة بالسلك نتيجة الرطوبة، وفي الأماكن شديدة الرطوبة يجب حفظ الأسلاك في افران ذات درجة حرارة لا تزيد عن ٢٠٠ درجة مئوية أو حسب نوع الاسلاك.

شكل رقم ٥٢: فرن تجفيف الالكترود **Electrode Drying Oven**

وجدول ..... يوضح العلاقة بين سمك المعدن وقطر الإلكترود و التيار الكهربي:

نوع الإلكترود	سمك الإلكترود		نوع التيار	شدة التيار أمبير
	البوصة	ملم		
E6010 E6011	3/32	2.4 mm	E6010: DCEP	٤٠ -٩٠
	1/8	3.2 mm		٨٠ -١٣٠
	5/32	4.0 mm		١١٠ -١٦٠
	3/16	4.8 mm	E6011: DCEP - AC	١٤٠ -٢١٠
	7/32	5.6 mm		١٦٠ -٢٥٠
	1/4	6.35 mm		٢٠٥ -٣١٠
E6013	1/16	1.6 mm	جميع التيارات: DCEP – DCEN - AC	٢٠ -٤٠
	5/64	2.0 mm		٣٠ -٦٠
	3/32	2.4 mm		٤٠ -٩٠
	1/8	3.2 mm		٧٥ -١٣٠
	5/32	4.0 mm		١٠٥ -١٧٠
	3/16	4.8 mm		١٥٠ -٢٢٥
	7/32	5.6 mm		٢١٠ -٣٠٠
	1/4	6.35 mm		٢٥٠ -٣٥٠
E7014	3/32	2.4 mm	جميع التيارات: DCEP – DCEN - AC	٧٥ -١٢٥
	1/8	3.2 mm		١١٠ -١٧٠
	5/32	4.0 mm		١٥٠ -٢١٠
	3/16	4.8 mm		٢٠٠ -٢٧٥
	7/32	5.6 mm		٢٦٠ -٣٤٠
	1/4	6.35 mm		٣٢٠ -٤٢٠
E7018	3/32	2.4 mm	DCEP – AC	٦٠ -١٠٠
	1/8	3.2 mm		١٠٥ -١٦٥
	5/32	4.0 mm		١٥٠ -٢١٥
	3/16	4.8 mm		٢٠٠ -٢٧٥
	7/32	5.6 mm		٢٦٠ -٣٤٠
	1/4	6.35 mm		٣٢٠ -٤٠٠
E7024	3/32	2.4 mm	جميع التيارات: DCEP – DCEN - AC	١٠٠ -١٤٥
	1/8	3.2 mm		١٤٠ -١٩٠
	5/32	4.0 mm		١٧٥ -٢٥٠
	3/16	4.8 mm		٢٢٠ -٣١٠
	7/32	5.6 mm		٢٧٥ -٣٦٠
	1/4	6.35 mm		٣٢٥ -٤٣٠

عادة تضبط ماكينة اللحام على شدة تيار مناسبة لقطر سيخ اللحام لتكون في حدود من ١١٠ الى ١٢٠ أمير، حيث يمكن اعتبار ٣٠ أمبير لكل ١ مم من قطر الكترود (سيخ) اللحام، وهذا الرقم تقريبي وليس قاعدة، حيث تختلف هذه القيمة باختلاف نوع غلاف الالكترود. وجدول ..... يوضح علاقة تقريبية بين سلك المعدن وقطر السلك في حالة لحام الصلب منخفض الكربون

سمك المعدن (مم)	قطر السلك (مم)	شدة التيار (أمبير)
١,٥	٢	٥٠-٣٠
٢	٢,٥	٧٠-٤٥
٣	٣	١٠٠-٧٠
٤	٣,٧٥-٣	١٣٠-٩٠
٥	٤	١٦٠-١١٥

جدول: علاقة سمك المعدن وقطر سلك الالكترود بشدة التيار

ملاحظات :

١. يتم إختيار أقطاب اللحام المغلفة بحيث يتوافق معدنها مع المعدن المراد لحامه .
٢. تميز أقطاب اللحام المغلفة برموز معينة " مثل E6013 ، E6012 ، E6010 .....إلخ" حسب مواصفات جمعية اللحام الأمريكية (AWS)

المعادن التي يمكن لحامها بالقوس الكهربي بالالكترود الحجب

تستخدم اللحام بالقوس الكهربي المحجب SMAW في لحام معظم أنواع الحديد الصلب مثل الصلب منخفض االكربون أو الصلب الطري والصلب عالي المقاومة والصلب المقسى والصلب المسبوك، والصلب المقاوم للصداء (استنستيل) والصلب المقاوم للتاكل، وفي لحام حديد الزهر ولحام الحديد المطاوع. كما تستخدم في لحام المعادن الغير حديدية مثل النيكل وسبائك النيكل، وتستخدم بدرجة اقل في لحام النحاس وسبائك النحاس ونادرا ما تستخدم في لحام الألمنيوم.

العوامل التي تؤثر على جودة اللحام بالقوس الكهربي

زوايا اللحام:

إن التحكم في ميل الإلكترود على سطح قطعة العمل على نحو ثابت وبزاوية معينة أثناء إستمرار عملية اللحام مهم جدا حيث أن ذلك له تأثير كبير في تكوين وتحديد حجم وشكل درزات (بنط) اللحام وكذلك ترسيبها في المكان الصحيح في القطعة خاصة في اللحام الزاوي (تراكبي – زاوية داخلية).

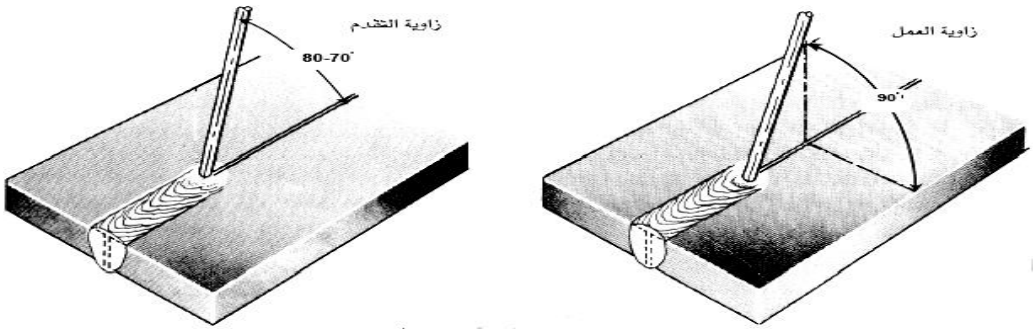
وعموما يوجد للإلكترودات زاويتان هما:

زاوية التقدم:

هي زاوية ميل الإلكترود عن المحور الرأسي بمقدار (٧٠° –٨٠°) عن سطح القطعة في إتجاه سير اللحام

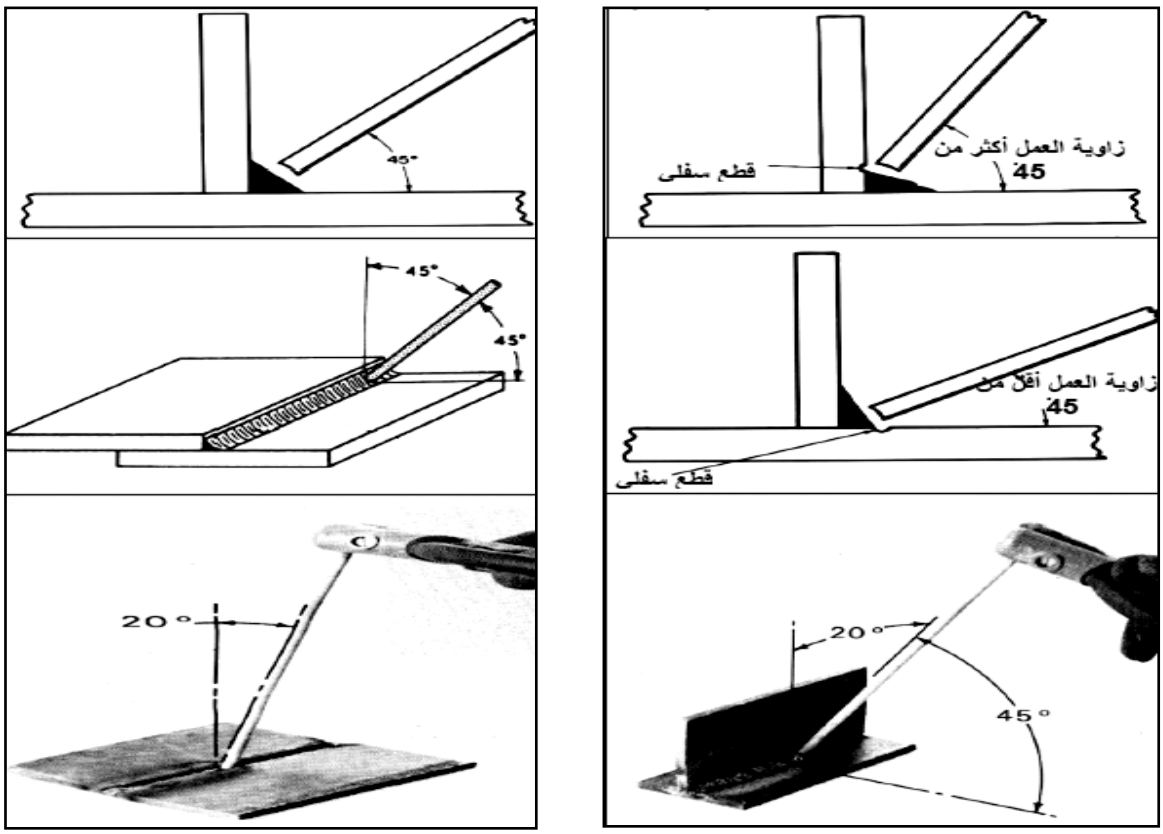
زاوية العمل:

وهي الزاوية الجانبية وتكون حوالي٩٠°، والشكل التالي يوضح ذلك:



شكل رقم ٥٣

وتختلف زاوية العمل مع إختلاف شكل ووضع الوصلة ، والأشكال الآتية توضح ذلك:



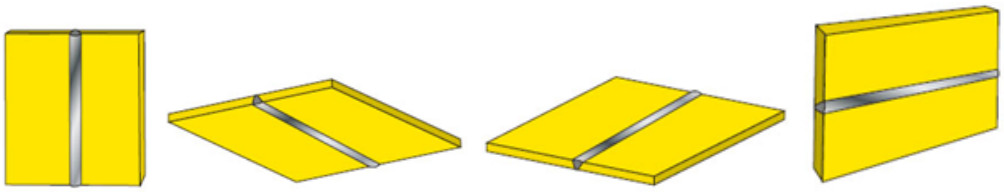
شكل رقم ٥٤: اختلاف زوايا العمل مع شنوع ولة اللحام

أنواع وصلات اللحام بالقوس الكهربي

وصلات اللحام هي عبارة عن جمع قطعتين من المعدن بالشكل المراد تنفيذه.

الوصلة التناكبية أو التقابلية (B) Butt welding:

تتقابل فيها طرفي القطعتين المراد لحامهما (جنبا الى جنب) كما هو مبين في شكل .....



شكل رقم ٥٥: الأوضاع المختلفة للوصلات التناكبية

وأهم ما في هذه الوصلة تحقيق النفاذ الكامل للحام، وذلك بترك فراغ بين حافتي القطعتين أو يتم الشطف لحواف القطعتين للحصول وبالنسبة للفراغ الذي بينهما يكون كما يلي:

اللالواح ذات السمك الأقل من ١مم تلحم بدون عمل شطف لها ولايوجد بها فراغ ويمكن لحامهما بحيث تكون نهاية اللوحين بها شفة مقدارها ٢-٤ مم.

الالواح التي يصل سمك المعدن الى ١مم تلحم بدون ترك فراغ بينهما.

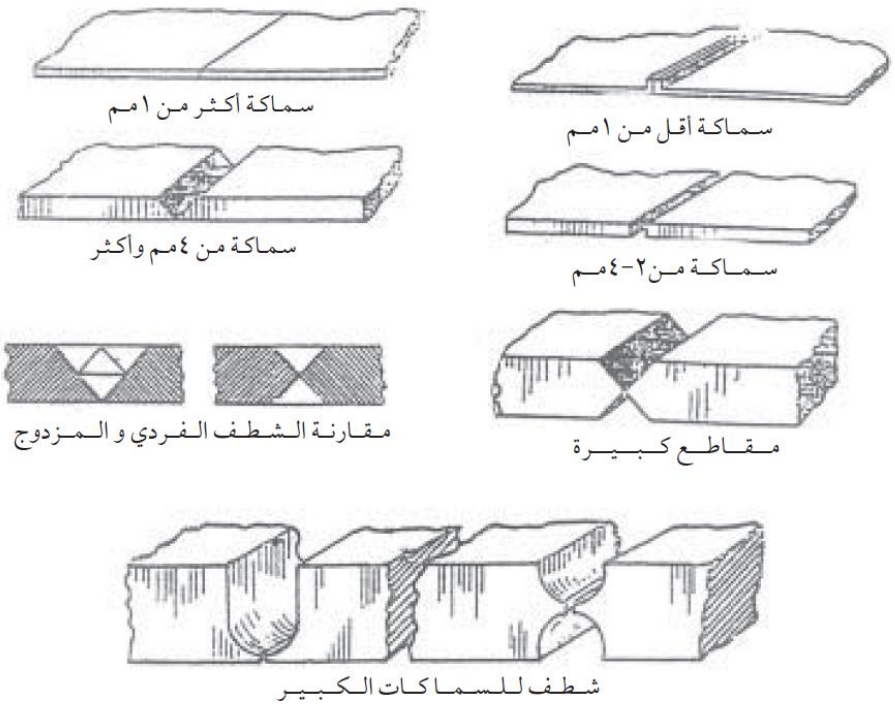
الالواح التي يصل سمك المعدن الى ٤مم فيكون الفراغ يساوي سمك المعدن

الالواح التي يزيد سمك المعدن فيها الى ٦مم فيفضل شطف المعدن

عادة يتم شطف طرفي قطعتي اللحام لاستيعاب معدن اللحام المنصهر من الالكترود، و يعتمد الشطف على حسب سمك المعدن. ويكون الشطف طبقا للانواع التالية وكما هو مبين في شكل .....:

على شكل (V).

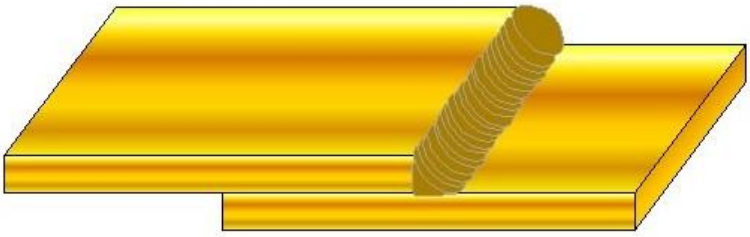
- شطف على شكل حرف V فردي لقطعة واحدة أو مزدوج للقطعتين.
- شطف على شكل حرف J
- شطف عل شكل حرف U فردي لقطعة واحدة أو مزدوج للقطعتين.



شكل رقم ٥٦: أنواع الشطف للحام القوس الكهربي

الوصلة الانطباقية أوالتراكبية Lap joint (L):

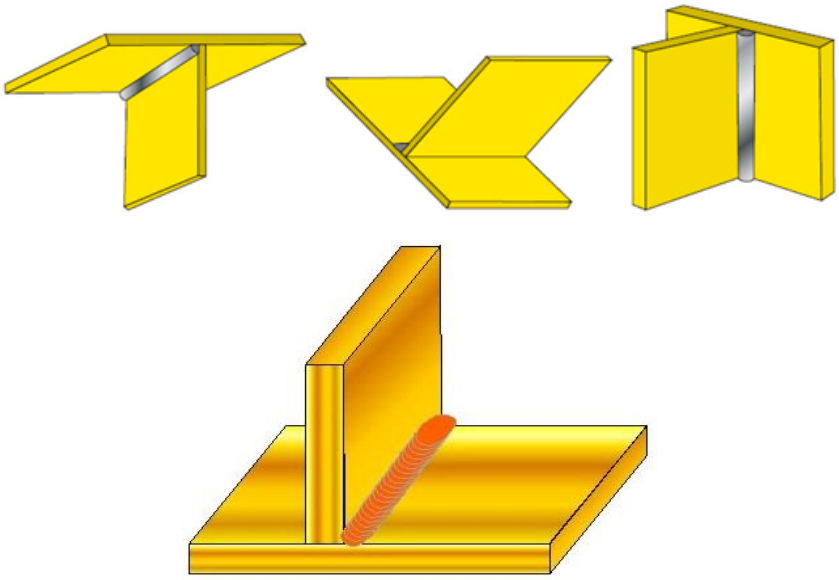
وفيها ينطبق جزء من قطعة العمل الاولى فوق جزء من القطعة الأخرى كما هو مبين في شكل ..... وتعد هذه الوصلة أقوى من السابقة لأن الجزء الأسفل يعمل كمسند للوصلة. يمكن أن يتم اللحام من جهة واحدة، أو من الجهتين لزيادة المتانة.



شكل رقم ٥٧: وصلة التراكبية Lap joint

وصلة حرف TEE (T) (زاوية داخلية):

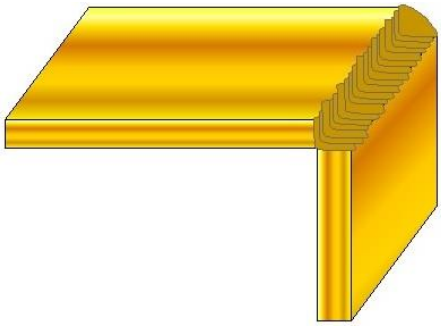
حيث تشكل قطع العمل زاوية قائمة شكل ..... ويمكن أن يكون اللحام من جهة واحدة أو من جهتين لزيادة مثانة الوصلة.



شكل رقم ٥٨: وصلة حرف T.

وصلة الزاوية الخارجية Fillet weld (Corner C):

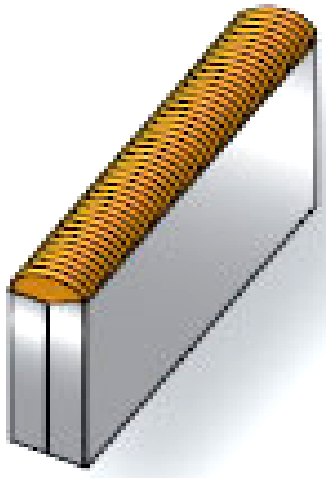
وطريقة تنفيذ الزاوية الخارجية تكون بوضع طرفي القطعتين بشكل متعامد حيث تشكل قطع العمل زاوية قائمة شكل ..... أو زاوية غير قائمة، وتكون حواف القطع متلامسة تماما لا يوجد بينهما فراغ، وعندما تزيد سماكة المعدن عن ١,٥مم فيجب ترك فراغ مناسب بين حواف القطع. وقد يكون اللحام من الخارج أو من الداخل.



شكل رقم ٥٩: وصلة زاوية خارجية (Corner joint)

١ وصلة الحواف المتوازية المتطابقة:

وطريقة تنفيذ وصلة الحواف المتوازية تكون بوضع سطح كل قطعة بالشكل متطابق تماما مع الاخر ثم يتم صهر الحافتين معا بدون استخدام معدن الإضافة (ذاتي)



شكل رقم ٦٠: لحام حواف متوازية (Edge joint)

تجهيز وصلات (حواف) اللحام :

لإعداد وصلة اللحام هناك أربع خطوات متتالية وهى :

١. اعداد الحواف والأطراف Setting-Up edges

يتم عملية استعدال القطع على السندال تسوية الاسطح جيداً وإذا كان شطف فيشطف حسب الشطف والشكل المطلوب عملة.

٢. تنظيف السطح Cleaning the surface

يتم تنظيف وصلات اللحام (البلتات Plates) بالفرشاة السلك والقماش المعد لذالك من الشحوم او الزيوت او الاتربة والصداء ان وجد بها.

٣. توافق حواف القطعتين Fitting UP edges

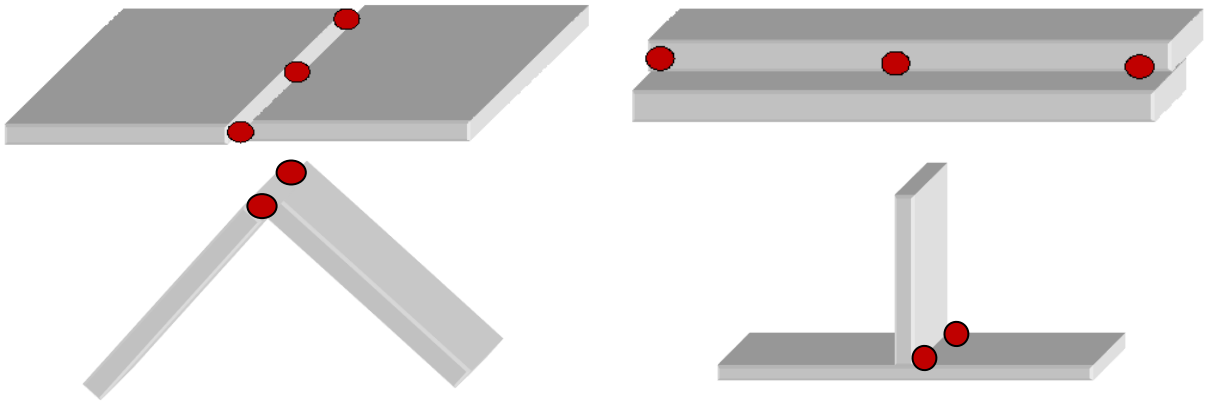
يتم ضبط وتوافق الحواف لتجهيزها لعملية التبنيط، **حيث** يتم إعداد وصلات الحام بوضعها بأحد أوضاع اللحام السابق توضيحها.

٤. عملية التبنيط Tack welding:

أن عملية التبنيط بالقوس الكهربى تأتى في مقدمة عملية اللحام و في الجزء المراد ترسيم الخط فيه، وتكون والمسافة بين البنطة والبنطة الاخرى حوالى ضعف سمك المعدن عشرون مرة (سمك المعدن X ٢٠) مع الاخذ فى الاعتبار ترك مسافة للنفاذية كما هو موضح في شكل .....

ويجب تنظيف البنطة الملحومة من الخبث الموجود على خط اللحام بجاكوش البودرة والفرشاة السلك

مع الحفاظ على أن يظل القوس طويلا حتى نقطة بداية اللحام مما يساعد على تسخين السطح ومنح الوقت الكافي لاستقرار القوس.

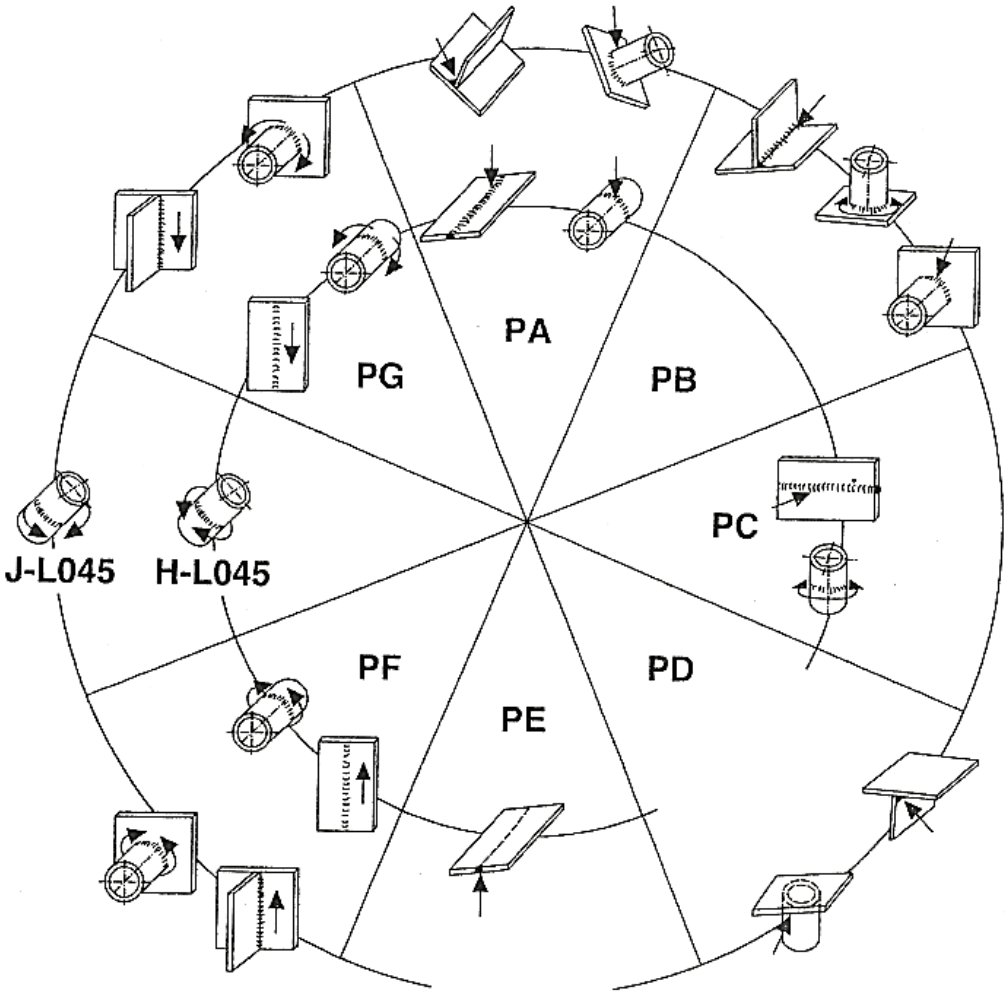


شكل رقم ٦١: عملية التبنيط للوصلة

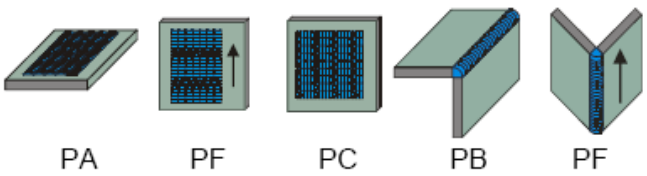
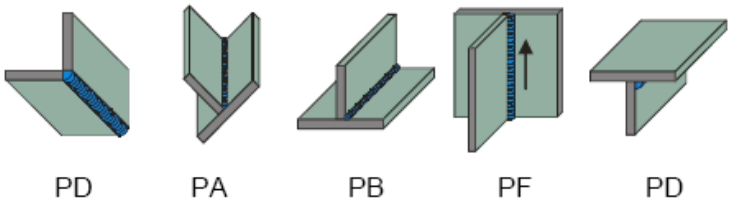
أوضاع اللحام أوضاع اللحام طبقا لجمعية اللحام الأمريكية (AWS)

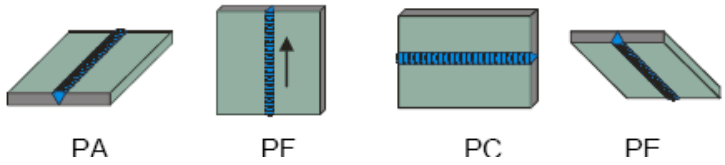
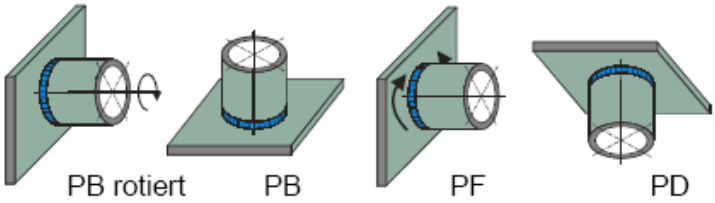
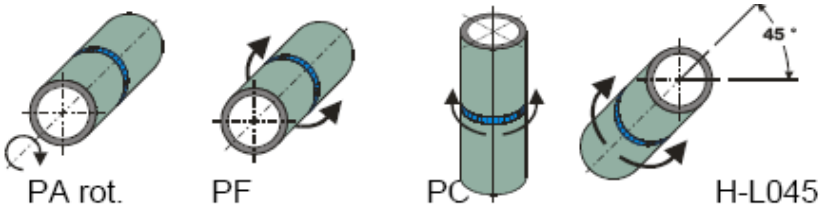
توجد أربعة أوضاع شائعة الاستخدام في اللحام بالقوس الكهربي المحجب SMAW اليدوي، وهي كالتالي:

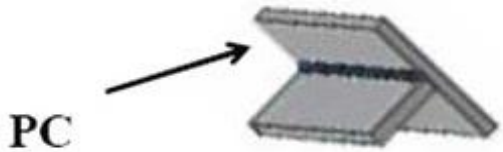
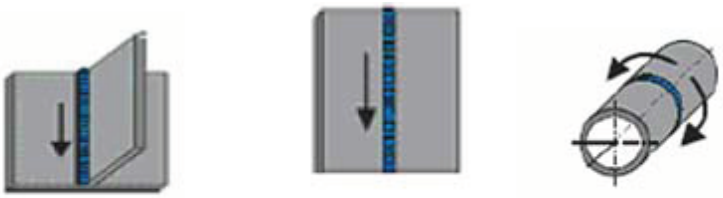
١. اللحام في الوضع المسطح (الأرضي) Flat position ويرمز له بالرمز (PA)
٢. اللحام في الوضع الافقي Horizontal position ويرمز له بالرمز (PC)
٣. اللحام في الوضع الرأسي Vertical position ويرمز له بالرمز (PG) للحام الصاعد، و (PF) للحام النازل
٤. اللحام في الوضع العلوي (فوق الرأس) Overhead position ويرمز له بالرمز (PE) للحام العلوي التقابلي، والرمز (PD) للحام العلوي الزاوي أو الفلنجة

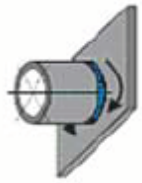


شكل رقم ٦٢: جميع أوضاع اللحام

وصف الوصلة	وضع اللحام
لحام زاوية وتزويد	
لحام زاوية أوضاع مختلفة	

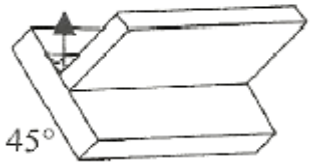
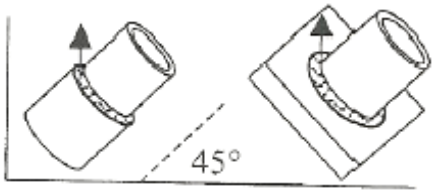
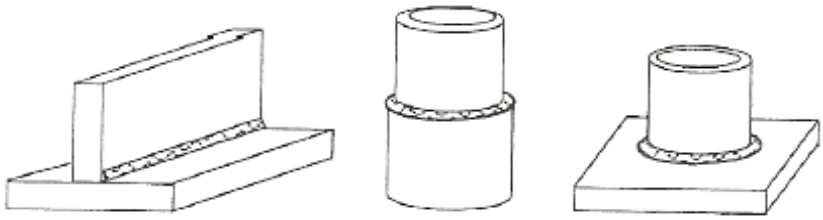
لحام صاج تقابلى أوضاع مختلفة	
وصلات مواسير مع صاج	
لحام مواسير تقابلية فى الأوضاع المختلفة	

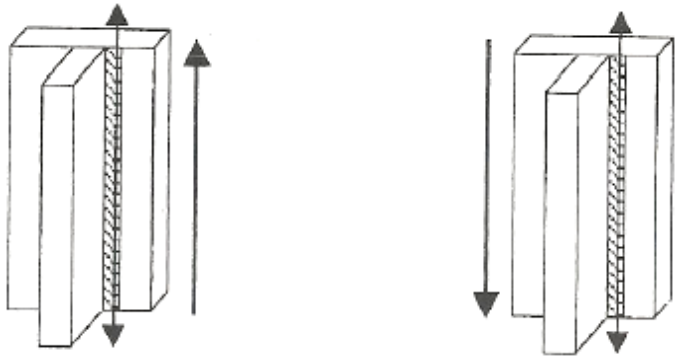
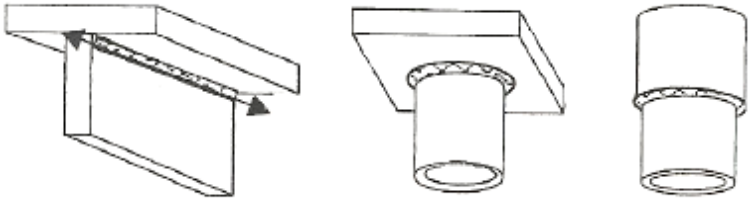
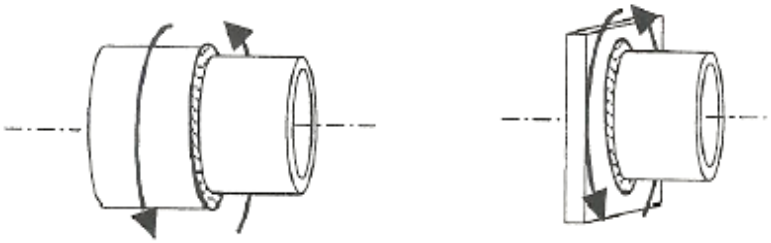
وصف الوصلة	وضع اللحام
لحامات زاوية بالعرض Horizontal	
لحامات بليتات ومواسير تقابلية في الوضع علي النازل	
لحام ماسورة بزاوية ميل ٤٥° في الوضع علي النازل	

لحام ماسورة مع بليت في الوضع علي النازل	 PG

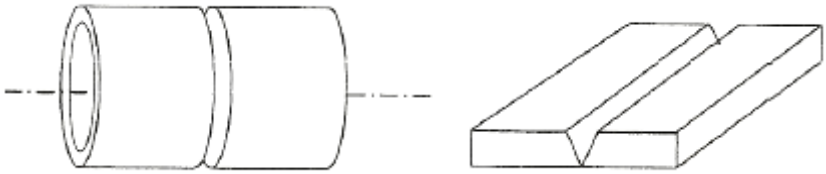
جدول رقم ٧

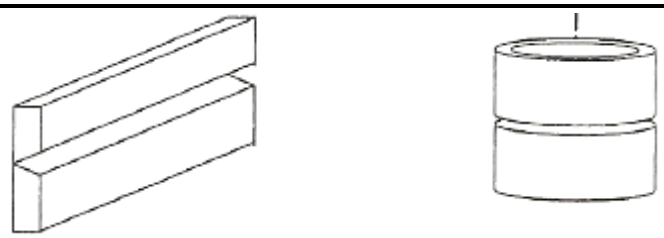
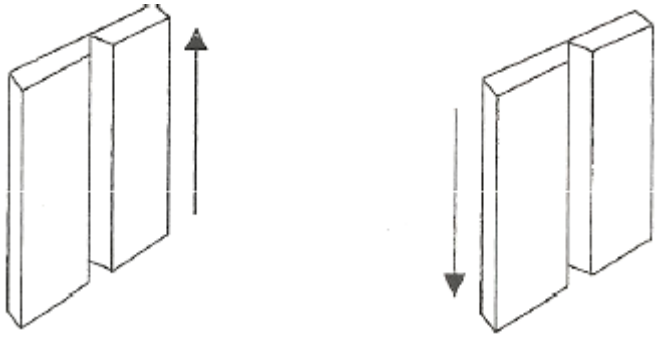
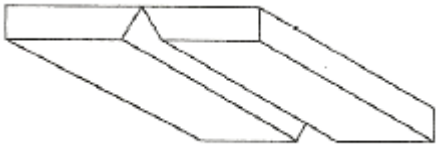
أوضاع اللحام طبقا لجمعية اللحام الأمريكية (AWS)

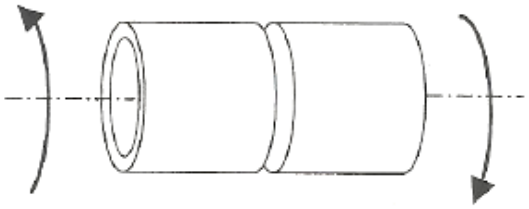
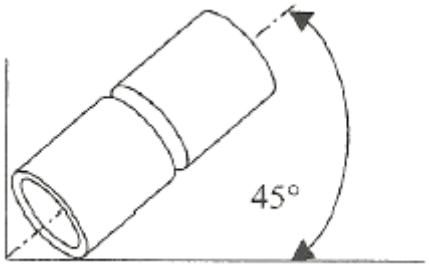
شكل توضيحى للحام الزاوية	AWS	EN ISO 6947
 لحام أرضى مع ميل المشغولة بزاوية ٤٥°	1F	L-45/PA
 لحام أرضى مع ميل المشغولة بزاوية ٤٥° إدارة الماسورة أثناء اللحام يدويا أو آليا	1FR	L-45/PA
 لحام عرضى محور الماسورة رأسى	2F	PB
محور الماسورة أفقى إدارة الماسورة أثناء اللحام يدويا أو آليا	2FR	PB

شكل توضيحى للحام الزاوية	AWS	EN ISO 6947
 لحام رأسى تنازلى لحام رأسى تصاعدى	3F	PF لحام تصاعدى PG لحام علي النازل
 لحام فوق الرأس	4F	PD
 محور الماسورة أفقى تنفيذ اللحامات في الوضعين التصاعدى والتنازلى	5F	PF لحام تصاعدى PG لحام علي النازل

جدول رقم ٨

أشكال توضيحية للحامات البلتات والمواسير في الوضع التقابلى	AWS	EN ISO 6947
 لحام أرضى Flat محور الماسورة أفقى إدارة الماسورة أثناء اللحام يدويا أو آليا	1G	PA

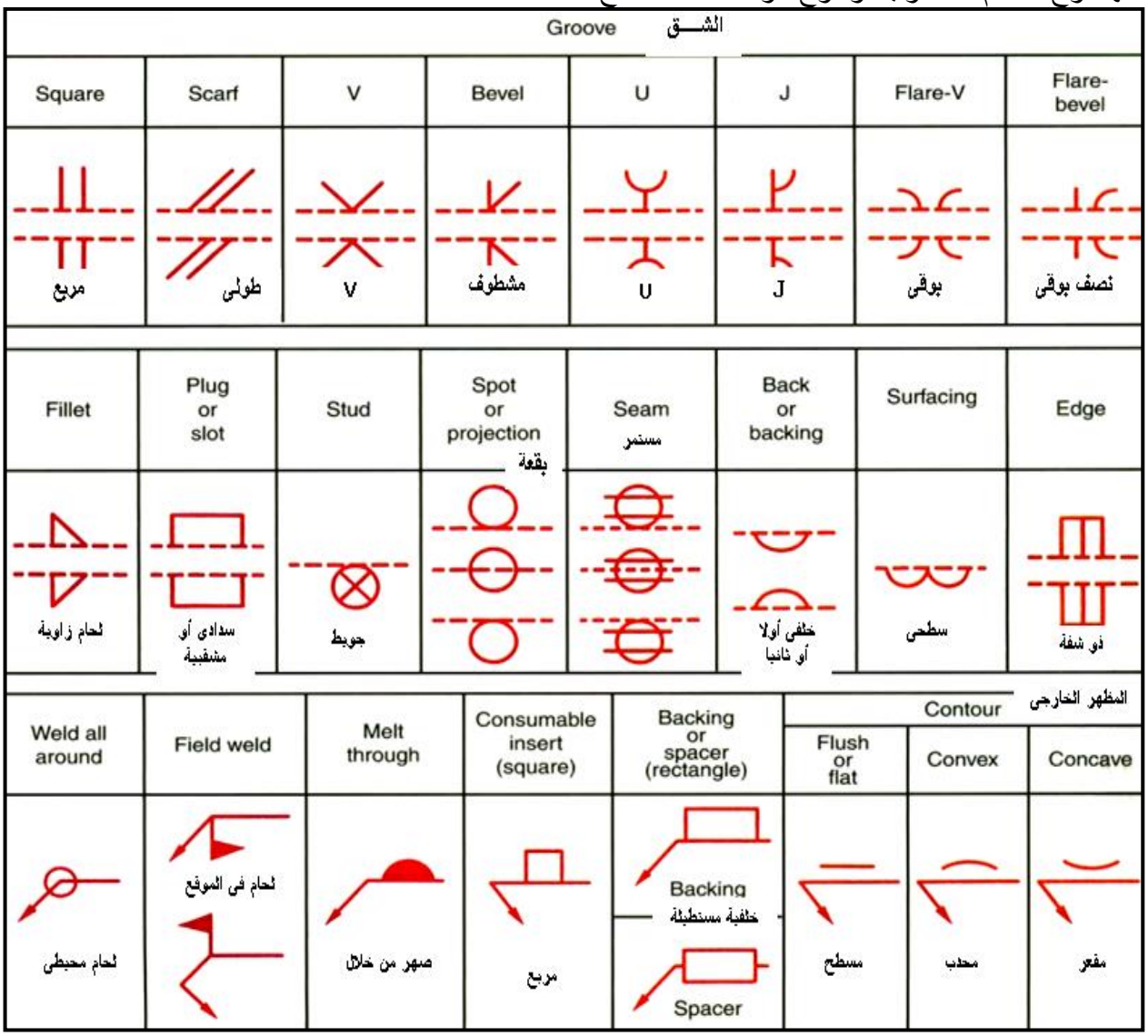
 لحام افقي (بالعرض) Horizontal محور الماسورة رأسى	2G	PC
 لحام رأسى Vertical تصاعدى (PF) تنازلى (PG)	3G	PF لحام تصاعدى PG لحام علي النازل
 لحام فوق الرأس	4G	PE

أشكال توضيحية للحامات المواسير في الوضع التقابلى	AWS	EN ISO 6947
 محور الماسورة أفقى ثبات الماسورة أثناء اللحام التصاعدى أو التنازلى	5G	PF لحام تصاعدى PG لحام علي النازل
 لحام الماسورة بزاوية ٤٥°	6G	H-LO45

جدول رقم ٩

الرموز الأساسية والمساعدة لرموز وصلات اللحام:

من المهم على الطلب معرفة الرموز الأساسية لرموز وصلات اللحام والتي قد تعطى له في الورشة قيفهم منها نوع اللحام المطلوب أو نوع الوصلات .... الخ



ثانيا: التدريبات العملية

الشروط والخطوات الواجب توافرها لعملية اللحام بالقوس الكهربى:

اولا: قبل البداء فى اللحام ٠

١. تنظيف وصلات اللحام قبل البدء في عملية اللحام للتخلص من الصدأ والاتربة و الزيوت والشحومات .
٢. عمل استعدال للقطع والوصلات المراد لحامها وتسوية الاسطح جيدا .
٣. تجهيز المشغولة لعمليه اللحام بعمل الشطف المطلوب حسب نوع خط اللحام فى حالة التخانات للمعدن.
٤. منضده (تزجه) خاصة للحام الكهربائي يجب آن تكون موصله بالكهرباء (قطب اللحام) وتتحمل حرارة اللحام
٥. مصدر للطاقة الكهربائية (محول كهرباء) .
٦. ماسك الاليكترود عازل للكهرباء عن يد العمل.
٧. ماسك لتوصيل الكهرباء للمشغولة.
٨. اليكترود اللحام ويحدد نوعه حسب عمليه اللحام ويركب فى البنسة حسب الوضع المطلوب.
٩. الوقوف امام تزجة اللحام بالوضع الصحيح
١٠. عدد مساعده مثل مطرقة الخبث تستخدم لا أزاله الخبث من درزات ووصلات اللحام وكذلك فرشاه من السلك
١١. لتنظيف خط والوصلات وكذلك ملا قط حداده للامساك بالمشغولات آو الأجزاء .

ثانيا : اثناء عملية اللحام .

١. ضبط الامبير المستخدم حسب قطر الالكترود وهى من ٣٠ الى ٤٠ أمبير لكل واحد من قطر سيخ اللحام تقريبا بالطريقة التالية :

أ- الوضع تحت مستوى النظر حسب الجاذبية (مريحة) يأخز ٤٠ أمبير تقريباً .
ب - الوضع امام مستوى النظر حسب الجاذبية (متوسطة) يأخز ٣٥ أمبير تقريباً .
ج - الوضع فوق الرأس حسب الجاذبية (صعبة) يأخذ ٣٠ أمبير تقريباً .

٢. وضع الكترود اللحام على الوصلة بزاوية المطلوبة تبع الوضع والشغلة ثم قدح (اشعال) القوس .
٣. يتم عمل التبنيط فى الوصلة حسب النظرية المطلوبة كالتالى .
- المسافة بين البنطة والبنطة الاخرى تساوى سمك المعدن × ٢٠ .
- طول البنطة تساوى سمك المعدن × ٥ .
- اثناء اللحام اخذ تنفس هادء ومنتظم .
٤. اثناء اللحام تكون سرعة سلك اللحام منتظمة على الوصلة .

٥. عند تغيير الكترود اللحام ووضع الكترود اخر يتم اللحام فى نهاية اللحام فى البصمة (فى الجزاء الهابط) وايضاً فى نهاية الوصل واثناء اللحام يتم الرجوع حوالى ١٥ مم ثم الدوران الكترود اللحام مرتين او ثلاثة اثناء اللحام لتفادى الهبوط (البصمة) فى نهاية خط اللحام .

ثالثاً : بعد الانتهاء من عملية اللحام

١. فصل التيار الكهربى عن ماكينة اللحام .
٢. تنظيف خطوط اللحام من الخبث الموجود على اللحام .
٣. تنظيف و ترتيب العدد ومكان العمل .
٤. فصل التيار عن ورشة اللحام .
٥. تنظيف الايدى والوجة من الاتربة وأدخنة اللحام .

لحام خطوط تحت مستوى النظر (وضع مسطح)			
تدريب رقم	١	الزمن	٢٤ ساعات

أهداف

يتوقع أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

١. تجهيز مكان العمل.
٢. تحضير قطع العمل وتنظيفها.
٣. شنكرة القطعة حسب المخطط التنفيذي المطلوب وعمل التذنيب لخطوط اللحام.
٤. ضبط وتجهيز وتشغيل ماكينة اللحام بالقوس الكهربي (ترنس اللحام) بطريقة صحيحة وآمنة.
٥. عمل خطوط انصهارية (تكسية) متكررة تحت مستوى النظر على قطعة العمل
٦. تنفيذ للحام بدقة وبدون عيوب

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
مجموعة اللحام بالقوس الكهربي وملحاقاتها	⇦ قطعة من الحديد بمقاس ١٥٠ × ٦٠ مم، سمك ٦ مم (او حسب المتاح في المخازن) ⇦ سلك لحام ٣,٢ مم (E6013). ⇦ مواد وادوات تنظيف مناسبة.
طاولة عمل بالملحقات	
زهرة الشنكره وشوكة العلام	
ذنبه العلام	
جاكوش استعدال	
لقط حدادي	
فرشاة سلكية	
ولاعة (قداحة)	
سندان	
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ١٠: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

التعرف على معدات اللحام وأوضاع اللحام السابق شرحها في المعارف النظرية.

سيتم توضيح هذا التمرين بالتفصيل حيث انه هو التمرين الأول في وحدة اللحام بالقوس الكهربي.

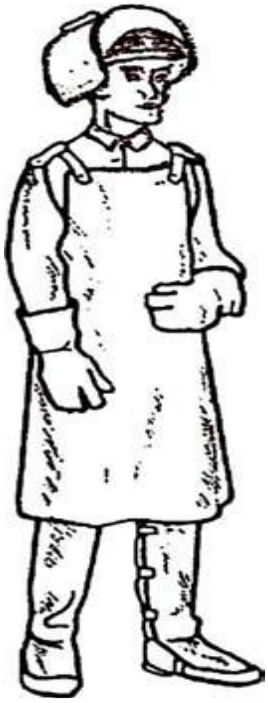
شكل رقم ٦٣: اللحام بلقوس الكهربي

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بورشة اللحام، ومن أهمها ان يكون المتدرب قد ارتدى أدوات الحماية الشخصية الخاصة باللحام بالقوس الكهربي به لأهميتها البالغة والموضحة في شكل

شكل رقم ٦٤: أدوات الحماية الشخصية اللازمة بالورشة (PPE)

٢. ارتداء الزي المناسب لعملية اللحام



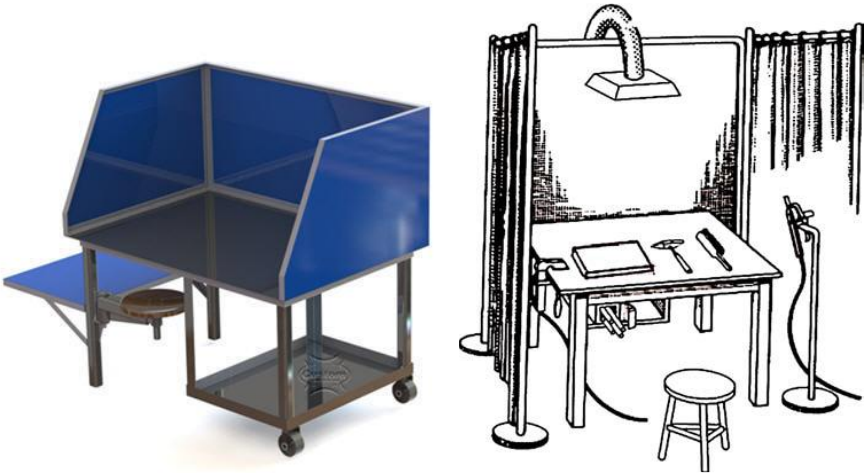
شكل رقم ٦٥: ارتداء الزي المناسب لعمليات اللحام

٣. التأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق

٤. احضر العدد المساعدة (مثل مطرقة الخبث تستخدم لا أزاله الخبث من درزات ووصلات اللحام وكذلك فرشاه من السلك وملاقط حداده للامساك بالمشغولات آو الأجزاء ومطرقة للاستعدال)

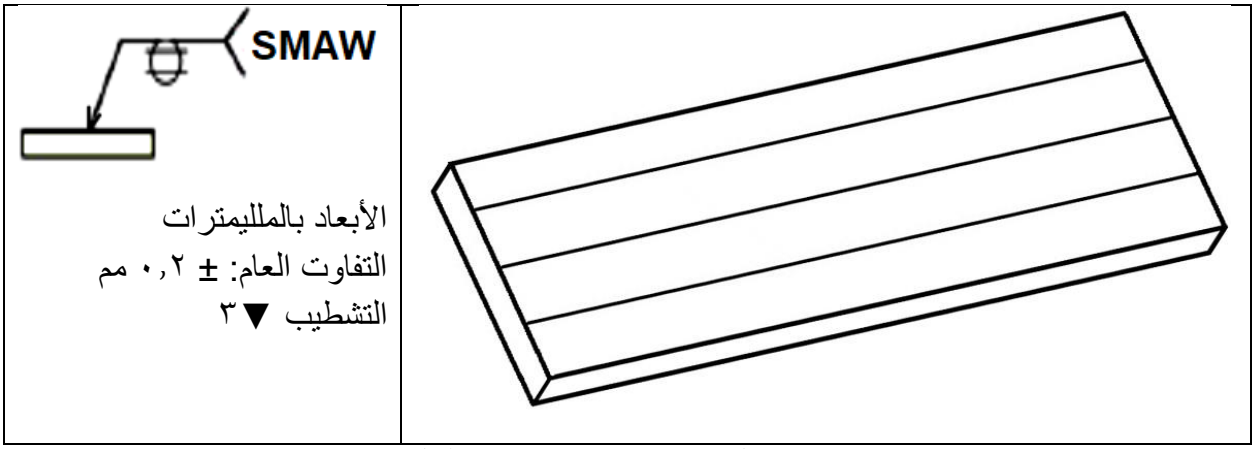
شكل رقم ٦٦: فرشاة التنظيف

٥. جهز مكان العمل واحضر المعدات وشغل شفاط التهوية



شكل رقم ٦٧: تجهيز مكان و أدوات العمل المطلوبة للحام

٦. قم بإعداد وتجهيز قطعة العمل وتنظيفها من الصدأ ان وجد.
٧. ضع قطعة العمل على طاولة العمل بشكل مسطح بحيث تكون تحت مستوى النظر
٨. قم بقراءة الرسم التنفيذي
٩. قم بشنكرة قطعة العمل حسب المقاسات المطلوبة بالرسم التنفيذي تكون (١- ٣ سم) بين كل خطين (حسب تعليمات المدرب).
١٠. قم بدق ذنب خفيفة على امتداد خطوط الشنكرة

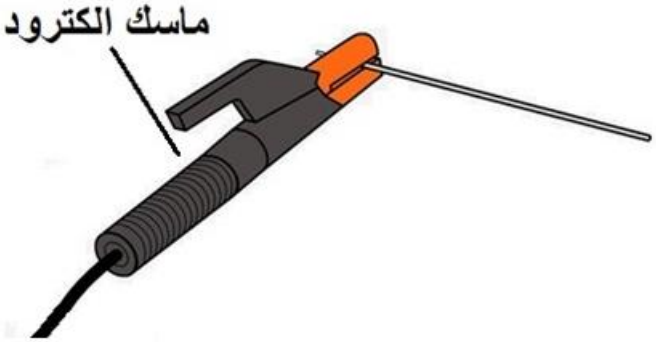


شكل رقم ٦٨: تخطيط وشنكرة قطعة العمل

١١. قم بتوصيل الجسم الخارجي للماكينة بالأرضي
١٢. قم بتوصيل مفتاح قاطع للكهرباء بالقرب من ماكينة اللحام للإستعمال في حالات الطوارئ
١٣. تأكد من وجود قاطع كهربائي فيوز (Fuse) أو قاطع للتيار(Circuit Breaker) لحماية الماكينة من الأحمال العالية.
١٤. حدد قطر قضيب (الكترود) اللحام المناسب لنوع وسمك المعدن المطلوب لحامة ويحدد نوعه حسب عمليه اللحام
١٥. حدد قطر الالكترود الموافق لسماكة المعدن.

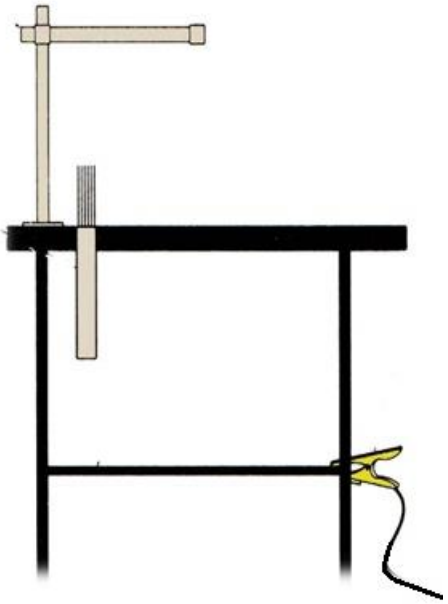
شكل رقم ٦٩: اختيار الكترود اللحام المناسب

١٥،١٦. ضع الكترود اللحام في مقبض اللحام (ماسك الالكترود) كما هو مبين في شكل ..... حسب وضع اللحام المطلوب



شكل رقم ٧٠: وضع الكترود اللحام في كلابة مسك السلك

١٦،١٧. وصل كابل بنسة قطعة العمل بالشغلة المطلوب لحامها أو بالطاولة المعدنية التي ستوضع عليها العينة المطلوب لحامها.



شكل رقم ٧١: توصيل بنسة الشغلة بطاولة العمل

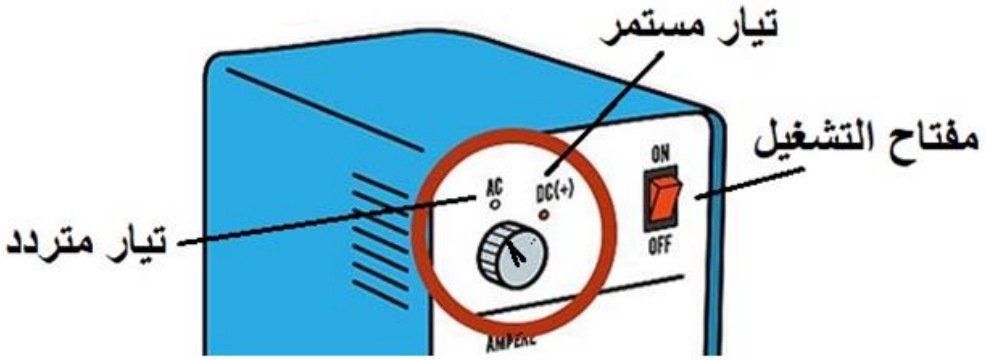
١٧،١٨. تاكد من توصيل الكابلات بالماكينة بشكل سليم

١٨،١٩. قم بتوصيل الكهرباء لماكينة اللحام بالقوس الكهربي

١٩،٢٠. اضغط على مفتاح تشغيل الماكينة واجعلة في وضع ON

٢٠،٢١. قم باختيار نوع التيار سواء (تيار متردد AC أو تيار مستمر DC) في حالة ان الماكينة بها وضعان للحام كالمبينة في شكل .....، اما إذا كانت الماكينة تعمل على التيار المتردد (AC 220 volt 250 Amp).

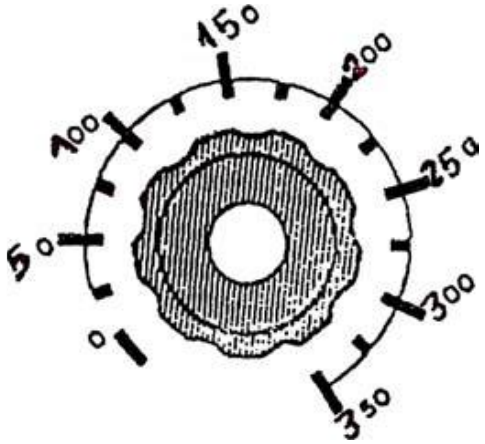
ملحوظة: وضع الذراع على التيار التيار المتردد (AC) يجعل توزيع الحرارة بنسبة حوالي ٥٠ % على الإلكترود و ٥٠ % على قطعة العمل.



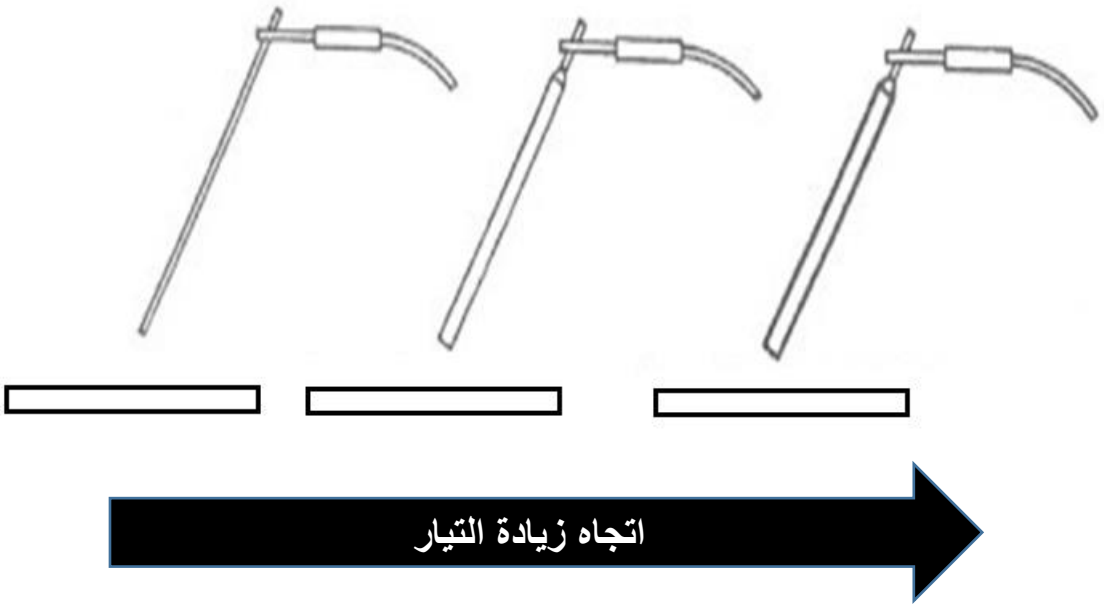
شكل رقم ٧٢: تشغيل مفتاح الكهرباء الرئيسي واختيار وضع تيار متردد AC

٢١،٢٢. اختر شدة التيار المناسبة لقطر الالكترود وسمك لينات (الواح) العمل المطلوب لحامها

- لاكترود بسمك ٨/١ بوصة يستخدم تيار بشدة ١٢٥ امبير ويكون مناسبا
- الكترود بسمك ٤/١ بوصة تحتاج شدة تيار من ٢٢٥ الى ٢٥٠ امبير
- ولاكترود بسمك ١٦/٣ لا تلحم بتيار اقل من ١٠٠ امبير
- ويراعى تخفيض التيار للعينات الرقيقة



شكل رقم ٧٣: ضبط شدة التيار

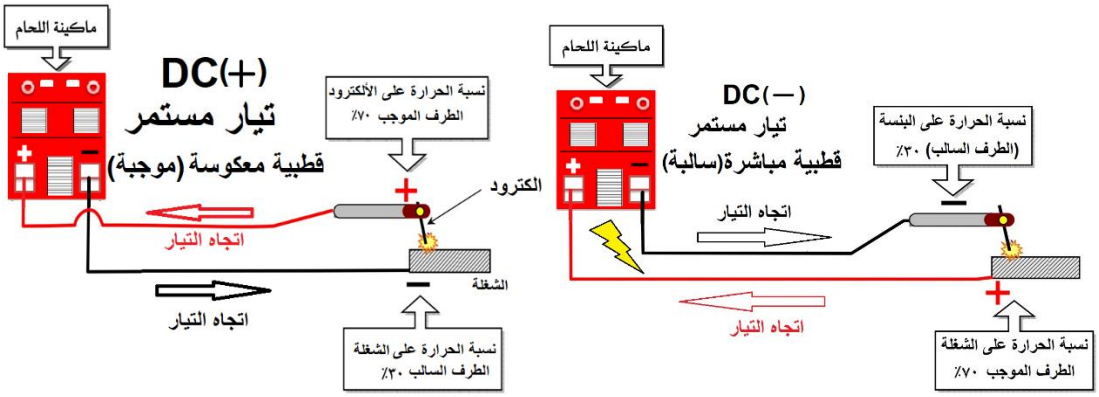


شكل رقم ٧٤: علاقة شدة التيار بتخانة سلك اللحام (الكترود)

٢٢،٢٣. قم بالوقوف امام تزجة اللحام بالوضع الصحيح

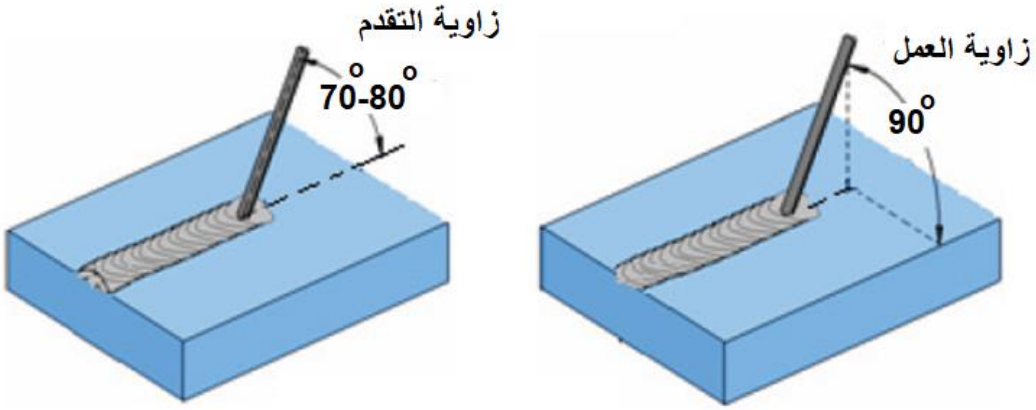
٢٣،٢٤. راعى اختيار القطبية المناسبة للحام عند العمل بوضعية التيار المستمر من الأنواع التالية والمبينة في شكل .....

- القطبية المباشرة Direct Current Straight Poles (DCSP) والتي يتم فيها توصل الشغلة بالطرف الموجب (+) والالكترود بالطرف السالب (-) لجعل الحرارة بنسبة حوالي ٣٠ % على الإلكترود ضع الذراع على التيار المستمر (DC-).
- القطبية المعكوسة Direct Current Reverse Poles (DCRP) حيث يتم توصيل الشغلة بالطرف السالب (-) والالكترود بالطرف الموجب (+) لجعل الحرارة بنسبة حوالي ٧٠ % على الإلكترود ضع الذراع على التيار المستمر (DC+).



شكل رقم ٧٥: اللحام بالتيار المستمر (DC) قطبية مباشرة وقطبية معكوسة

٢٤،٢٥. اضبط زاوية التقدم وزاوية العمل لسلك اللحام بالوضع الصحيح لوضعية اللحام



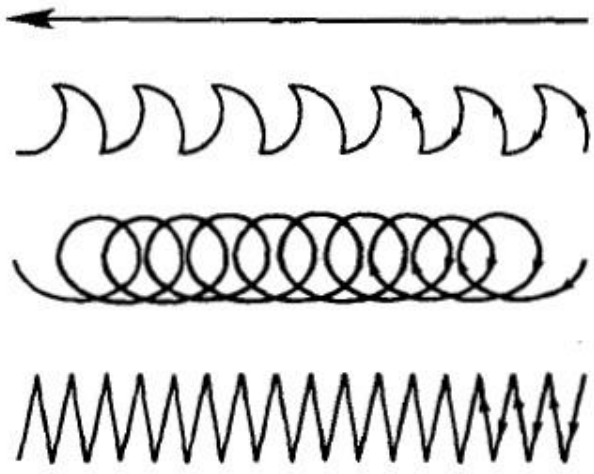
شكل رقم ٧٦: ضبط زاوية العمل وزاوية التقدم لبوري اللحام

٢٥،٢٦. قم باشعال القوس بالنقر علي طاوله العمل.

شكل رقم ٧٧: بدء اللحام

٢٦،٢٧. حافظ على الفراغ بين طرف قضيب اللحام والشغلة بمقدار يعادل قطر الأكترود.

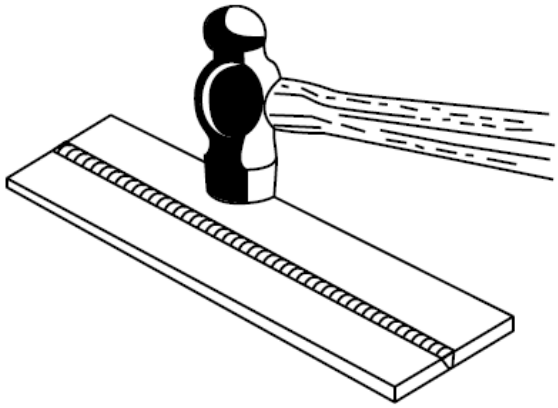
٢٧،٢٨. قم بتحريك الالكترود من اليسار الى اليمين بسرعة منتظمة للحفاظ على التوافق بين حركة الالكترود وسرعة صهر وانسياب المعدن مع تنفيذ الحركات الاهتزازية العرضية للاكترود اثناء الحركة.



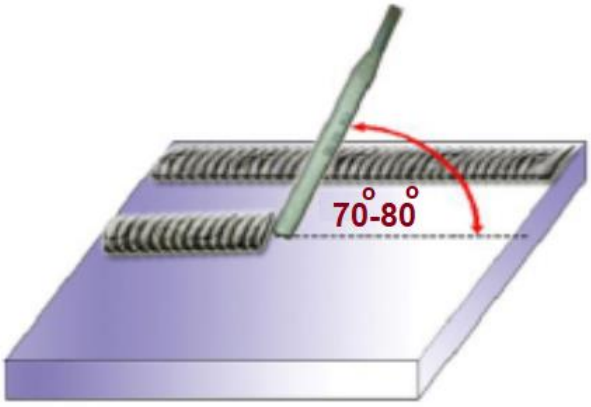
شكل رقم ٧٨: تحريك الكترود اللحام

٢٨،٢٩ . الحم خط اللحام الاول بشكل مستقيم ومنتظم طبقا للرسم التنفيذى وشروط اللحام مع الحفاظ علي استقرار اشتعال القوس اثناء عملية اللحام .

٢٩،٣٠ . نظف خط الحام الاول بازالة الخبث بالجاكوش قبل تنفيذ خط اللحام التالي.



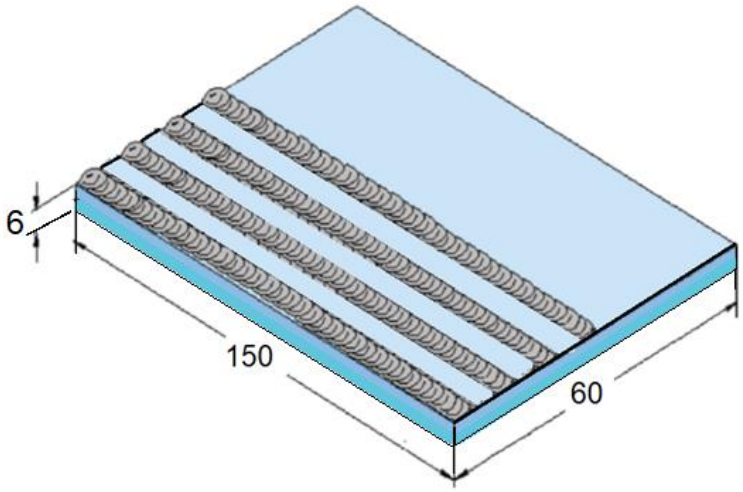
٣٠،٣١ . نفذ خط اللحام الثاني بشكل مستقيم ومنتظم.



شكل رقم ٧٩: لحام خط اللحام الثاني

٣١،٣٢ . قم بتنظيف كل خط لحام من الخبث قبل تنفيذ خط اللحام التالي.

٣٢،٣٣ . نفذ عمليات وخطوط اللحام المطلوبة بنفس الطريقة حتى يتم الانتهاء من كافة خطوط اللحام على قطعة العمل بشكل كامل.



شكل رقم ٨٠: خطوط اللحام

٣٣،٣٤. اغلق ماكينة اللحام وفق شروط السلامة المهنية.

٣٤،٣٥. قم برفع قطعة اللحام بواسطة اللقط وقم بتبريدها في حوض التبريد ثم قم بتجفيفها.

٣٥،٣٦. نظف قطعة العمل باكملها بازاله الخبث منها.

٣٦،٣٧. قم بتنظيف اللحام بالفرشاة السلك.

٣٧،٣٨. اكشف على حالة اللحام بالنظر والإختبارات (عند اللزوم حسب تعليمات المدرب) لكشف العيوب.

٣٨،٣٩. إعادة وإصلاح عمليات اللحام ان كان بها عيوب عند الفحص.

٣٩،٤٠. قم بتسليم قطعة العمل للمدرب لإجراء عملية التقييم.

٤٠،٤١. تأكد من فصل مفتاح الكهرباء الرئيسي عن وحدة اللحام.

٤١،٤٢. قم بطي كابلات اللحام في المكان المخصص لها.

٤٢،٤٣. نظف مكان العمل واعد الأدوات المستخدمة الى مكانها بشكل منظم.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق تعليمات السلامة و الصحة المهنية			
٢	يجهيز مكان وأدوات العمل			
٣	يفحص معدات اللحام بالكهرباء قبل التشغيل			
٤	ينفذ الشنكرة والعلام لخطوط اللحام المطلوبة بشكل سليم			

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
٥	يضبط شدة التيار المناسبة لسلك اللحام وسمك الشغلة			
٦	يمسك مقبض الكترود اللحام بزاوية سليمة			
٧	يحافظ علي استقرار اشتعال القوس اثناء عملية اللحام			
٨	تنفيذ الحركات الاهتزازيه العرضية للالكترود عند التكسيح وامالته بالزاويه المحددة اثناء الحركة			
٩	يحقق توافق بين حركة الالكترود وسرعة انسياب المعدن			
١٠	ينفذ خطوط اللحام في خطوط مستقيمة بشكل سليم			
١١	ينظف قطعة العمل من الخبث ويبردها بشكل سليم			
١٢	يفحص جودة اللحام ويصلح الوصلات المعيبة.			
١٣	يقوم بتنظيف مكان العمل وإعادة الأدوات إلى أماكنها.			

جدول رقم ١١: معايير تقييم أداء المتدرب

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب الأجزاء التالية:

- معدات اللحام بالقوس الكهربي
- قطعة من الحديد الصلب الطري مقاس (١٠٠ * ٦٠ *٦ مم)
- الكترود لحام

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٤٥ دقيقة:

- تشغيل معدات اللحام بالقوس الكهربي وضبط شدة التيار
- شنكرة قطعة العمل وتذنيبها
- عمل خط لحام مستقيم على قطعة العمل تحت مستوى النظر (الوضع المسطح)

لحام زاوية خارجية تحت مستوى النظر (وضع مسطح)			
تدريب رقم	٢	الزمن	١٦ ساعات

أهداف

يتوقع أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

١. تجهيز مكان العمل.
٢. تحضير قطع العمل وتنظيفها.
٣. تنفيذ لحام خطوط زاوية خارجية تحت مستوى النظر على قطعتين صلب طرى متعامدتين.
٤. تنفيذ للحام بدقة وبدون عيوب

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
مجموعة اللحام بالقوس الكهربي وملحاقاتها	➢ قطعتين من الحديد المطاوع أو الصلب الطري بمقاس ١٥٠ × ٦٠ مم، سمك ٦ مم (او حسب المتاح في المخازن) ➢ سلك لحام ٣,٢ مم (E6013). ➢ مواد وادوات تنظيف مناسبة.
طاولة عمل بالملحقات	
جاكوش استعدال	
لقط حدادي	
فرشاة سلكية	
ولاعة (قداحة)	
سندان	
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ١٢: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

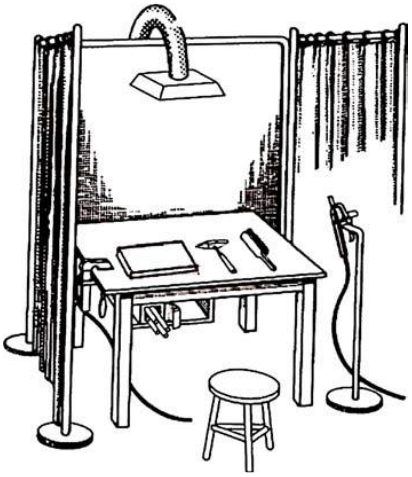
مراجعة المعارف النظرية السابق شرحها في المعارف النظرية المرتبطة بالتمرين وباوضاع اللحام واختيار سلك اللحام.

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بورشة اللحام، ومن أهمها ان يكون المتدرب قد ارتدى أدوات الحماية الشخصية الخاصة باللحام بالقوس الكهربي به لأهميتها البالغة والموضحة في شكل

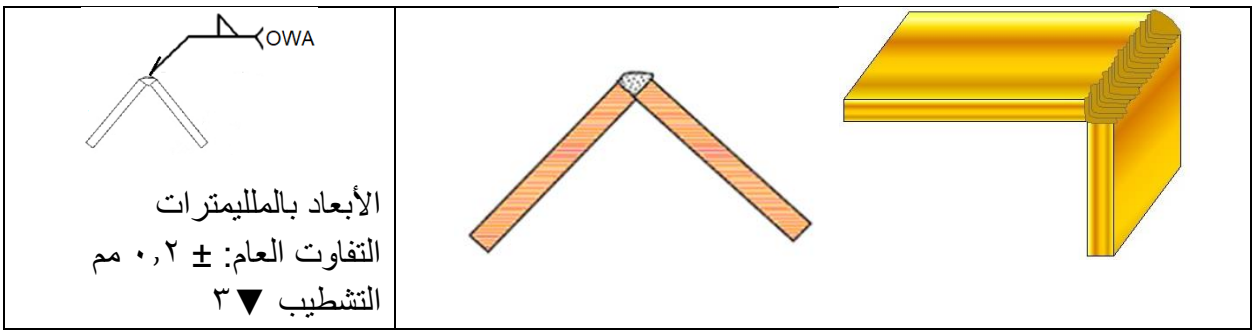
شكل رقم ٨١: أدوات الحماية الشخصية اللازمة بالورشة (PPE)

٢. التأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق
٣. احضر العدد المساعدة (مثل مطرقة الخبث تستخدم لا أزاله الخبث من درزات ووصلات اللحام وكذلك فرشاه من السلك وملاقط حداده للامساك بالمشغولات آو الأجزاء ومطرقة للاستعدال)
٤. جهز مكان العمل واحضر المعدات وشغل شفاط التهوية



شكل رقم ٨٢: تجهيز مكان و أدوات العمل المطلوبة للحام

٥. قم بإعداد وتجهيز قطعة العمل وتنظيفها من الصدأ ان وجد.
٦. قم بقراءة الرسم التنفيذي
٧. ضع قطعتي العمل على طاولة العمل بشكل زاوية قائمة من الخارج باستخدام مساند في وضع مسطح بحيث تكون تحت مستوى النظر



شكل رقم ٨٣: وصلة زاوية خارجية

٨. قم بتوصيل الجسم الخارجي للماكينة بالأرضي

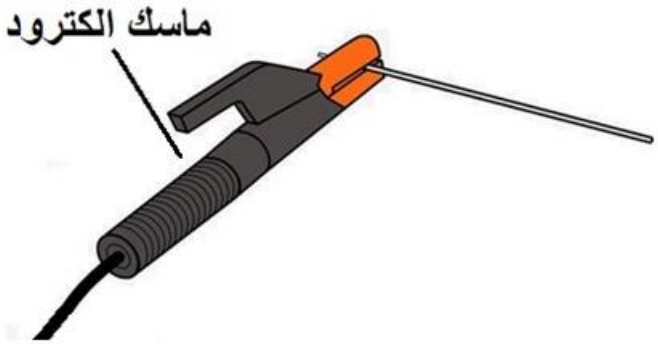
٩. قم بتوصيل مفتاح قاطع للكهرباء بالقرب من ماكينة اللحام للإستعمال في حالات الطوارئ

١٠. تأكد من وجود قاطع كهربائي فيوز (Fuse) أو قاطع للتيار(Circuit Breaker) لحماية الماكينة من الأحمال العالية.

١١. حدد قطر قضيب (الكترود) اللحام المناسب لنوع وسمك المعدن المطلوب لحامة

١٢. حدد قطر الالكترود الموافق لسماكة المعدن.

١٣،١٢. ضع الكترود اللحام في مقبض اللحام (ماسك الالكترود) كما هو مبين في شكل ..... حسب وضع اللحام المطلوب



شكل رقم ٨٤: وضع الكترود اللحام في كلابة مسك السلك

١٤،١٣. وصل كابل بنسة قطعة العمل بالشغلة المطلوب لحامها أو بالطاولة المعدنية التي ستوضع عليها العينة المطلوب لحامها.

١٥،١٤. تاكد من توصيل الكابلات بالماكينة بشكل سليم

١٦،١٥. قم بتوصيل الكهرباء لماكينة اللحام بالقوس الكهربي

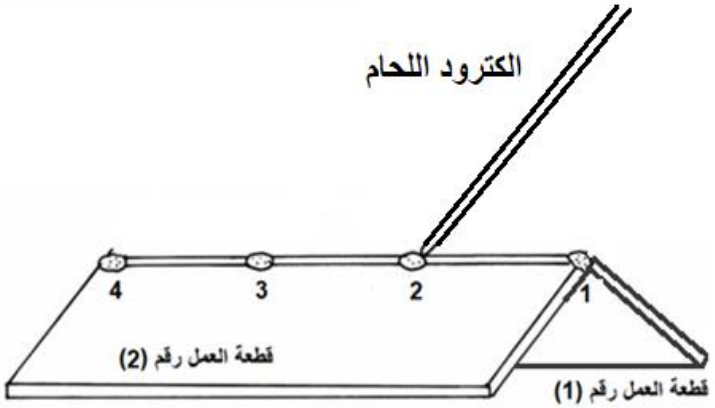
١٧،١٦. اضغط على مفتاح تشغيل الماكينة واجعلة في وضع ON

١٨،١٧. اضبط شدة التيار المناسبة لقطر الالكترود وسمك لينات (الواح) العمل المطلوب لحامها مع مراعاة اختيار القطبية المناسبة للحام عند العمل بوضعية التيار المستمر.

١٩،١٨. قم بالوقوف امام تزجة اللحام بالوضع الصحيح

٢٠،١٩. قم بإشعال القوس بالنقر على طاوله العمل.

٢٠٫٢١. ثبت قطعتي العمل بنقطتي لحام (تلقيط) منتظمة وموزعة على طول خط اللحام مع ترك فراغ بين حافات القطع المراد لحامها بحدود نصف سمك قطعة العمل، مع مرعاة ان تكون الحواف متوازية كما هو مبين في شكل رقم ٦٦

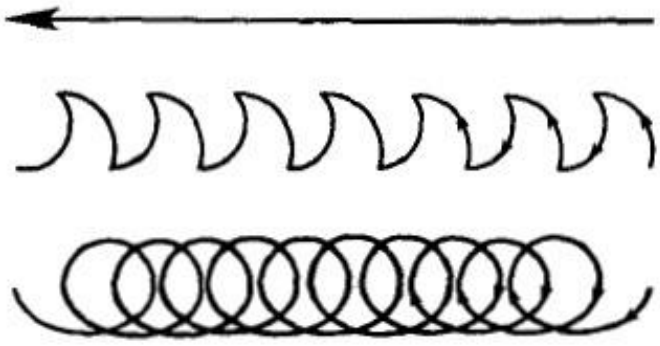


شكل رقم ٨٥: عمل بنط على مسافات منتظمة

٢١٫٢٢. اضبط زاوية التقدم وزاوية العمل لسلك اللحام بالوضع الصحيح لوضعية اللحام

٢٢٫٢٣. حافظ على الفراغ بين طرف قضيب اللحام والشغلة بمقدار يعادل قطر الأكترود.

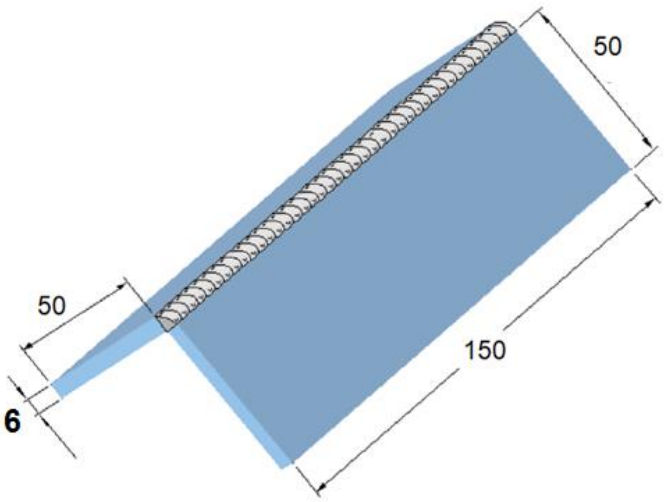
٢٣٫٢٤. قم بتحريك الالكترود من اليسار الى اليمين بسرعة منتظمة للحفاظ على التوافق بين حركة الالكترود وسرعة صهر وانسياب المعدن مع تنفيذ الحركات الاهتزازية العرضية للاكترود اثناء الحركة



شكل رقم ٨٦: تحريك الكترود اللحام

٢٤٫٢٥. قم بالطرق بالشاكوش بقوه مناسبة لسمك قطعتي العمل لضبط استواء خط اللحام والتخلص من الأجهادات الحرارية.

٢٥٫٢٦. نفذ اللحام على طول خط تقاطع الزاوية الخرجية.



شكل رقم ٨٧: عمل اللحام والمحافظة على الفراغ بين قضيب اللحام والشغلة

٢٦،٢٧. اغلق ماكينة اللحام وفق شروط السلامة المهنية.

٢٧،٢٨. قم برفع قطعة اللحام بواسطة اللقط وقم بتبريدها في حوض التبريد ثم قم بتجفيفها.

٢٨،٢٩. نظف قطعة العمل باكملها بازاله الخبث منها.

٢٩،٣٠. قم بتنظيف اللحام بالفرشاة السلك.

٣٠،٣١. اكشف على حالة اللحام بالنظر والإختبارات (عند اللزوم حسب تعليمات المدرب) لكشف العيوب.

٣١،٣٢. إعادة وإصلاح عمليات اللحام ان كان بها عيوب عند الفحص.

٣٢،٣٣. قم بتسليم قطعة العمل للمدرب لإجراء عملية التقييم.

٣٣،٣٤. تأكد من فصل مفتاح الكهرباء الرئيسي عن وحدة اللحام.

٣٤،٣٥. قم بطي كابلات اللحام في المكان المخصص لها.

٣٥،٣٦. نظف مكان العمل واعد الأدوات المستخدمة الى مكانها بشكل منظم.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق تعليمات السلامة والصحة المهنية			
٢	يجهيز مكان وأدوات العمل			
٣	يفحص معدات اللحام بالكهرباء قبل التشغيل			
٤	ينفذ الشنكرة والعلام لخطوط اللحام المطلوبة بشكل سليم			
٥	يضبط شدة التيار المناسبة لسلك اللحام وسمك الشغلة			
٦	يمسك مقبض الكترود اللحام بزاوية سليمة			
٧	يحافظ علي استقرار اشتعال القوس اثناء عملية اللحام			
٨	تنفيذ الحركات الاهتزازيه العرضية للالكترود عند التكسيح وامالته بالزاويه المحددة اثناء الحركة			
٩	يحقق توافق بين حركة الالكترود وسرعة انسياب المعدن			
١٠	ينفذ لحام الزاوية الخارجية بشكل سليم			
١١	ينظف قطعة العمل من الخبث ويبردها بشكل سليم			
١٢	يفحص جودة اللحام ويصلح الوصلات المعيبة.			
١٣	يقوم بتنظيف مكان العمل وإعادة الأدوات إلى أماكنها.			

جدول رقم ١٣: معايير تقييم أداء المتدرب

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب الأجزاء التالية:

- معدات اللحام بالقوس الكهربي
- قطعتين من الحديد الصلب الطري مقاس (١٠٠ * ٥٠ *٦ مم)
- الكترود لحام

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٤٥ دقيقة:

- تشغيل معدات اللحام بالقوس الكهربي وضبط شدة التيار
- عمل خط لحام زاوية خارجية تحت مستوى النظر (الوضع المسطح)

لحام زاوية داخلية (وصلة T) تحت مستوى النظر (مسطح)			
تدريب رقم	٣	الزمن	١٦ ساعات

عفبغغهخبيقي

يتوقع أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

١. تجهيز مكان العمل.
٢. تحضير قطع العمل وتنظيفها.
٣. تشغيل معدات اللحام وضبطها.
٤. تنفيذ لحام خطوط زاوية داخلية تحت مستوى النظر على قطعتين صلب طرى متعامدتين على شكل حرف T.
٥. تنفيذ اللحام بدقة وبدون عيوب

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
مجموعة اللحام بالقوس الكهربي وملحاقاتها	↩ عدد ٢ شريحة من الحديد المطاوع او الصلب الطري بمقاس ١٥٠ × ٥٠ مم، سمك ٦ مم (او حسب المتاح في المخازن) ↩ مواد وادوات تنظيف مناسبة. ↩ سلك لحام ٣,٢ مم (E6013). ↩ مواد وادوات تنظيف مناسبة.
طاولة عمل بالملحقات	
زهرة الشنكره وشوكة العلام	
ذنبه العلام	
جاكوش استعدال	
لقط حدادي	
فرشاة سلكية	
زرادية مفصلية	
سندان	
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ١٤: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

مراجعة المعارف النظرية السابق شرحها في المعارف النظرية المرتبطة بالتمرين وباوضاع اللحام واختيار سلك اللحام.

خطوات تنفيذ التدريب

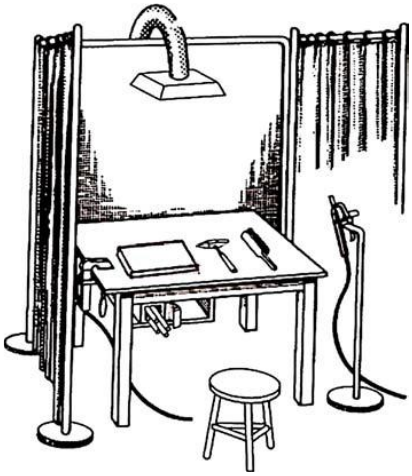
١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بورشة اللحام، ومن أهمها ان يكون المتدرب قد ارتدى أدوات الحماية الشخصية الخاصة باللحام بالقوس الكهربي به لأهميتها البالغة والموضحة في شكل

شكل رقم ٨٨: أدوات الحماية الشخصية اللازمة بالورشة (PPE)

٢. التأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق

٣. احضر العدد المساعدة (مثل مطرقة الخبث تستخدم لا أزاله الخبث من درزات ووصلات اللحام وكذلك فرشاه من السلك وملاقط حداده للامساك بالمشغولات آو الأجزاء ومطرقة للاستعدال)

٤. جهز مكان العمل واحضر المعدات وشغل شفاط التهوية

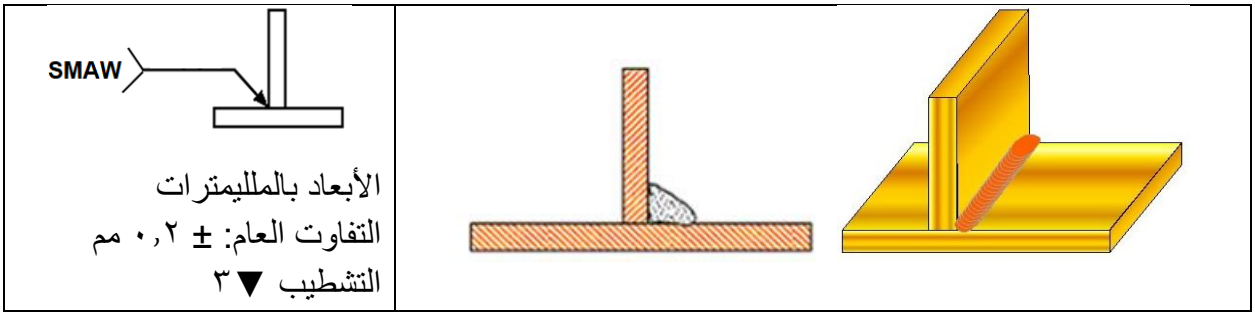


شكل رقم ٨٩: تجهيز مكان و أدوات العمل المطلوبة للحام

٥. قم بإعداد وتجهيز قطعة العمل وتنظيفها من الصدأ ان وجد.

٦. قم بقراءة الرسم التنفيذي

٧. ضع قطعتي العمل على طاولة العمل بشكل زاوية قائمة حرف (T) باستخدام مساند في وضع مسطح بحيث تكون تحت مستوى النظر



شكل رقم ٩٠: وصلة زاوية داخلية

٨. قم بتوصيل الجسم الخارجي للماكينة بالأرضي

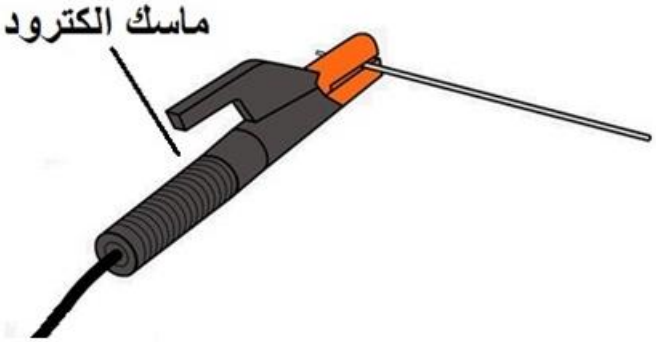
٩. قم بتوصيل مفتاح قاطع للكهرباء بالقرب من ماكينة اللحام للإستعمال في حالات الطوارئ

١٠. تأكد من وجود قاطع كهربائي فيوز (Fuse) أو قاطع للتيار(Circuit Breaker) لحماية الماكينة من الأحمال العالية.

١١. حدد قطر قضيب (الكترود) اللحام المناسب لنوع وسمك المعدن المطلوب لحامة

١٢. حدد قطر الالكترود الموافق لسماكة المعدن.

١٣،١٢. ضع الكترود اللحام في مقبض اللحام (ماسك الالكترود) كما هو مبين في شكل ..... حسب وضع اللحام المطلوب



شكل رقم ٩١: وضع الكترود اللحام في كلابة مسك السلك

١٤،١٣. وصل كابل بنسة قطعة العمل بالشغلة المطلوب لحامها أو بالطاولة المعدنية التي ستوضع عليها العينة المطلوب لحامها.

١٥،١٤. تاكد من توصيل الكابلات بالماكينة بشكل سليم

١٦،١٥. قم بتوصيل الكهرباء لماكينة اللحام بالقوس الكهربي

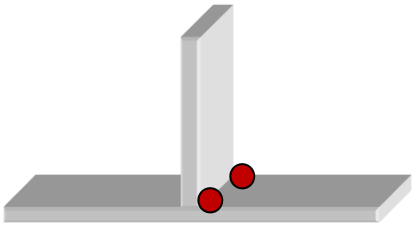
١٧،١٦. اضغط على مفتاح تشغيل الماكينة واجعلة في وضع ON

١٧،١٨. اضبط شدة التيار المناسبة لقطر الالكترود وسمك لينات (الواح) العمل المطلوب لحامها مع مراعاة اختيار القطبية المناسبة للحام عند العمل بوضعية التيار المستمر.

١٨،١٩. قم بالوقوف امام تزجة اللحام بالوضع الصحيح

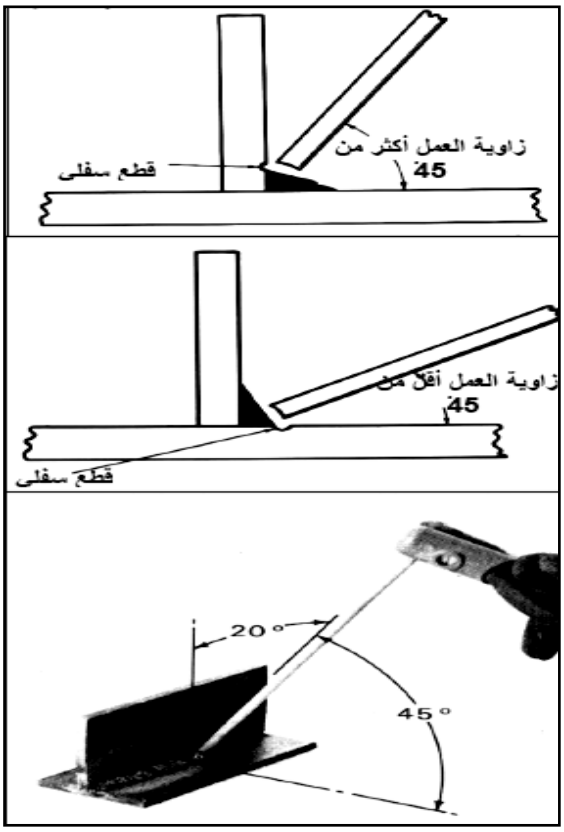
١٩،٢٠. قم بإشعال القوس بالنقر علي طاوله العمل.

٢٠،٢١. ثبت قطعتي العمل بنقطتي لحام (تلقيط) منتظمة وموزعة على طول خط اللحام كما هو مبين في شكل رقم ٦٦



شكل رقم ٩٢: عمل بنط على مسافات منتظمة

٢١،٢٢. اضبط زاوية التقدم وزاوية العمل لسلك اللحام بالوضع الصحيح لوضعية اللحام لتكون في حدود ٤٥ درجة لتلافي عيوب اللحام

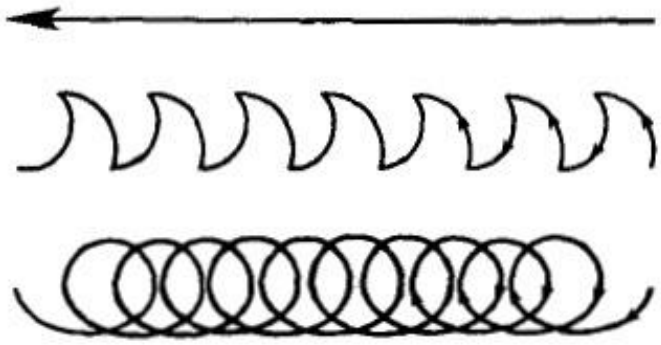


شكل رقم ٩٣: ضبط زاوية العمل لتكون في حدود ٤٥ درجة لتلافي عيوب اللحام

٢٢،٢٣. حافظ على الفراغ بين طرف قضيب اللحام والشغلة بمقدار يعادل قطر الأكترود.

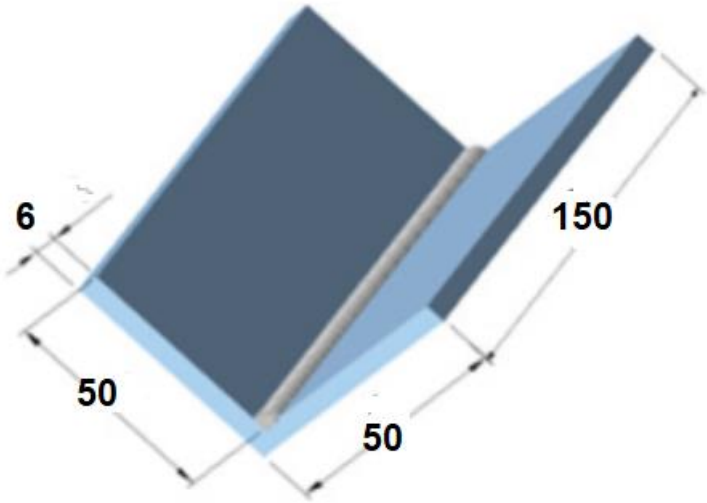
شكل رقم ٩٤: تنفيذ اللحام

٢٣،٢٤. قم بتحريك الالكترود من اليسار الى اليمين بسرعة منتظمة للحفاظ على التوافق بين حركة الالكترود وسرعة صهر وانسياب المعدن مع تنفيذ الحركات الاهتزازية العرضية للالكترود اثناء الحركة



شكل رقم ٩٥: تحريك الكترود اللحام

٢٤،٢٥. نفذ اللحام على طول خط تقاطع الزاوية الخرجية.



شكل رقم ٩٦: عمل اللحام الزاوية الداخلية

٢٥،٢٦. اغلق ماكينة اللحام وفق شروط السلامة المهنية.

٢٦،٢٧. قم برفع قطعة اللحام بواسطة اللقط وقم بتبريدها في حوض التبريد ثم قم بتجفيفها.

٢٧،٢٨. نظف قطعة العمل باكملها بازاله الخبث منها.

٢٨،٢٩. قم بتنظيف اللحام بالفرشاة السلك.

٢٩،٣٠. اكشف على حالة اللحام بالنظر والإختبارات (عند اللزوم حسب تعليمات المدرب) لكشف العيوب.

٣٠،٣١. إعادة وإصلاح عمليات اللحام ان كان بها عيوب عند الفحص.

٣١،٣٢. قم بتسليم قطعة العمل للمدرب لإجراء عملية التقييم.

٣٢،٣٣. تأكد من فصل مفتاح الكهرباء الرئيسي عن وحدة اللحام.

٣٣،٣٤. قم بطي كابلات اللحام في المكان المخصص لها.

٣٤،٣٥. نظف مكان العمل واعد الأدوات المستخدمة الى مكانها بشكل منظم.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق تعليمات السلامة و الصحة المهنية			
٢	يجهيز مكان وأدوات العمل			
٣	يفحص معدات اللحام بالكهرباء قبل التشغيل			
٤	ينفذ الشنكرة والعلام لخطوط اللحام المطلوبة بشكل سليم			
٥	يضبط شدة التيار المناسبة لسلك اللحام وسمك الشغلة			
٦	يمسك مقبض الكترود اللحام بزاوية سليمة			
٧	يحافظ علي استقرار اشتعال القوس اثناء عملية اللحام			
٨	تنفيذ الحركات الاهتزازيه العرضية للالكترود عند التكسيح وامالته بالزاويه المحددة اثناء الحركة			
٩	يحقق توافق بين حركة الالكترود وسرعة انسياب المعدن			
١٠	ينفذ لحام زاوية داخلية بشكل سليم			
١١	ينظف قطعة العمل من الخبث ويبردها بشكل سليم			
١٢	يفحص جودة اللحام ويصلح الوصلات المعيبة.			
١٣	يقوم بتنظيف مكان العمل وإعادة الأدوات إلى أماكنها.			

جدول رقم ١٥: معايير تقييم أداء المتدرب

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب الأجزاء التالية:

- معدات اللحام بالقوس الكهربي
- قطعتين من الحديد الصلب الطري مقاس (١٠٠ * ٥٠ *٦ مم)
- الكترود لحام

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٤٥ دقيقة:

- تشغيل معدات اللحام بالقوس الكهربي وضبط شدة التيار
- عمل خط لحام زاوية داخلية على قطعتي العمل تحت مستوى النظر (الوضع المسطح)

لحام وصلة تقابليه (تناكبية) امام مستوى النظر (كونيش)			
تدريب رقم	٤	الزمن	١٦ ساعات

أهداف

يتوقع أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

١. تجهيز مكان العمل.
٢. تحضير قطع العمل وتنظيفها.
٣. تنفيذ لحام وصلة تقابلية باستخدام سلك لحام امام مستولى النظر (كونيش)
٤. تنفيذ للحام بدقة وبدون عيوب

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
مجموعة اللحام بالقوس الكهربي وملحاقاتها	⇦ قطعتين من الحديد المطاوع او الحديد الصلب الطري بمقاس ١٥٠ × ٥٠ مم، سمك ٣ مم (او حسب المتاح في المخازن) ⇦ سلك لحام ٣,٢ مم (E6013). ⇦ مواد وادوات تنظيف مناسبة.
طاولة عمل بالملحقات	
جاكوش استعدال	
لقط حدادي	
فرشاة سلكية	
زرادية مفصلية	
سندان	
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ١٦: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

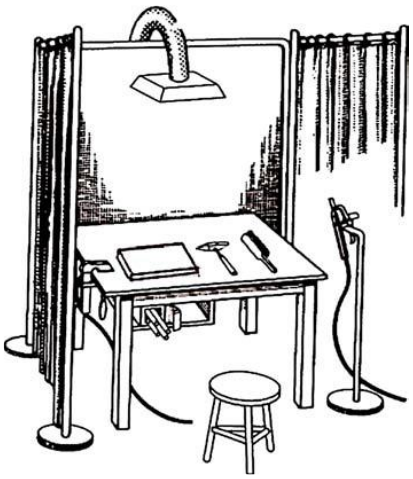
مراجعة المعارف النظرية السابق شرحها في المعارف النظرية المرتبطة بالتمرين وباوضاع اللحام واختيار سلك اللحام.

خطوات تنفيذ التدريب

٥. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بورشة اللحام، ومن أهمها ان يكون المتدرب قد ارتدى أدوات الحماية الشخصية الخاصة باللحام بالقوس الكهربي به لأهميتها البالغة والموضحة في شكل

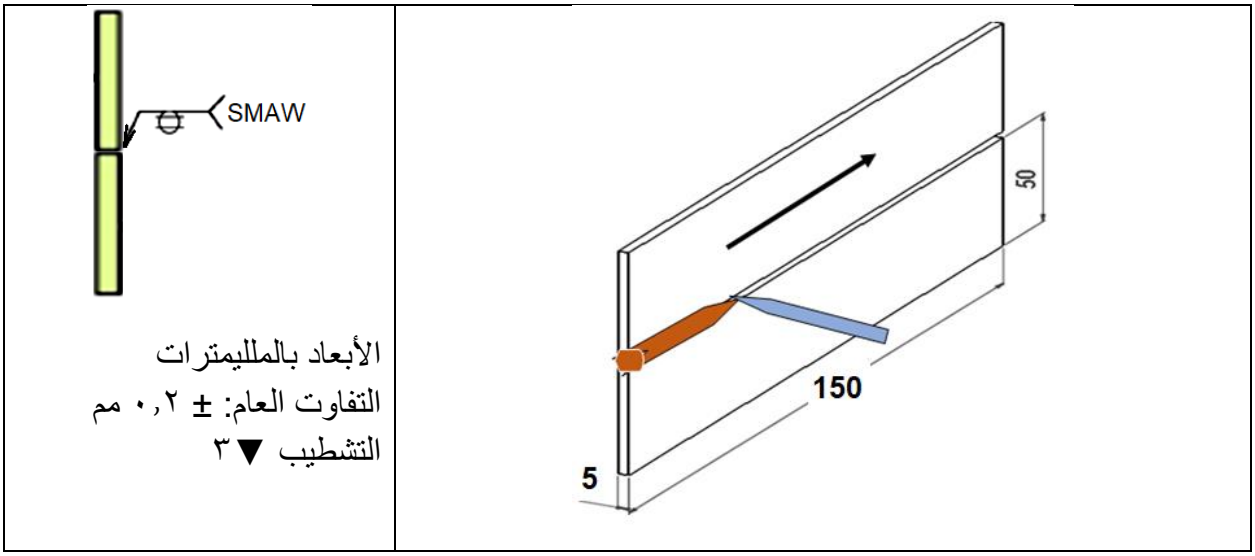
شكل رقم ٩٧: أدوات الحماية الشخصية اللازمة بالورشة (PPE)

٦. التأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق
٧. احضر العدد المساعدة (مثل مطرقة الخبث تستخدم لا أزاله الخبث من درزات ووصلات اللحام وكذلك فرشاه من السلك وملاقط حداده للامساك بالمشغولات آو الأجزاء ومطرقة للاستعدال)
٨. جهز مكان العمل واحضر المعدات وشغل شفاط التهوية



شكل رقم ٩٨: تجهيز مكان و أدوات العمل المطلوبة للحام

٩. قم بإعداد وتجهيز قطعة العمل وتنظيفها من الصدأ ان وجد.
١٠. قم بقراءة الرسم التنفيذي
١١. ضع قطعتي العمل على طاولة العمل فوق بعضهما باستخدام مساند بحيث تكون امام مستوى النظر كما هو مبين في شكل .....



شكل رقم ٩٩: وصلة زاوية تقابلية (وضع كونيش)

١٢. قم بتوصيل الجسم الخارجي للماكينة بالأرضي

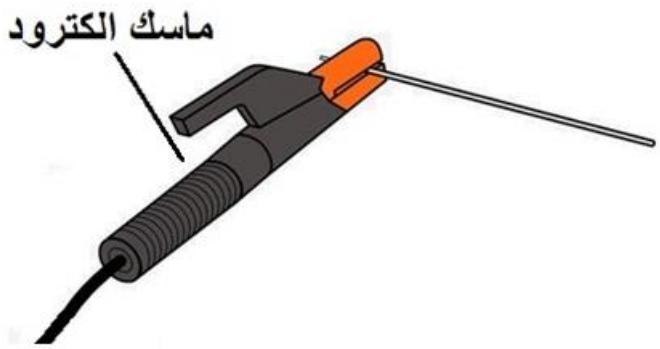
١٣. قم بتوصيل مفتاح قاطع للكهرباء بالقرب من ماكينة اللحام للإستعمال في حالات الطوارئ

١٤. تأكد من وجود قاطع كهربائي فيوز (Fuse) أو قاطع للتيار(Circuit Breaker) لحماية الماكينة من الأحمال العالية.

١٥. حدد قطر قضيب (الكترود) اللحام المناسب لنوع وسمك المعدن المطلوب لحامة

١٦. حدد قطر الالكترود الموافق لسماكة المعدن.

١٦،١٧. ضع الكترود اللحام في مقبض اللحام (ماسك الالكترود) كما هو مبين في شكل ..... حسب وضع اللحام المطلوب



شكل رقم ١٠٠: وضع الكترود اللحام في كلابة مسك السلك

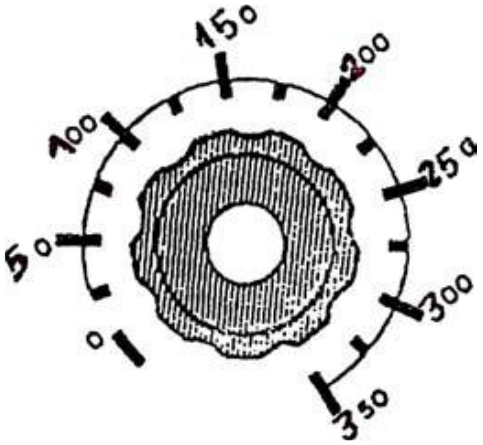
١٧،١٨. وصل كابل بنسة قطعة العمل بالشغلة المطلوب لحامها أو بالطاولة المعدنية التي ستوضع عليها العينة المطلوب لحامها.

١٨،١٩. تاكد من توصيل الكابلات بالماكينة بشكل سليم

١٩،٢٠. قم بتوصيل الكهرباء لماكينة اللحام بالقوس الكهربي

٢٠،٢١. اضغط على مفتاح تشغيل الماكينة واجعلة في وضع ON

٢١،٢٢. اضبط شدة التيار المناسبة لقطر الالكترود وسمك لينات (الواح) العمل المطلوب لحامها مع مراعاة اختيار القطبية المناسبة للحام عند العمل بوضعية التيار المستمر.

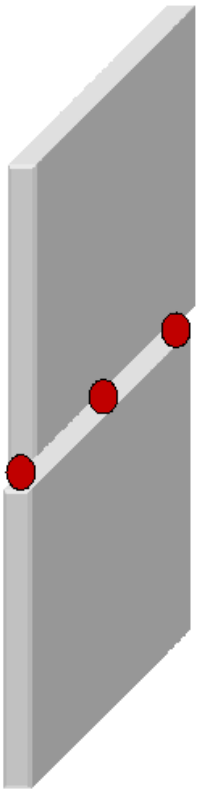


شكل رقم ١٠١: ضبط شدة التيار

٢٢،٢٣. قم بالوقوف امام تزجة اللحام بالوضع الصحيح

٢٣،٢٤. قم بإشعال القوس بالنقر علي طاوله العمل.

٢٤،٢٥. ثبت قطعتي العمل بعمل بنط لحام (تلقيط) منتظمة وموزعة على طول خط اللحام مع ترك فراغ بين حافات القطع المراد لحامها بحدود نصف سمك قطعة العمل، مع مرعاة ان تكون الحواف متوازية كما هو مبين في شكل رقم ٦٦.

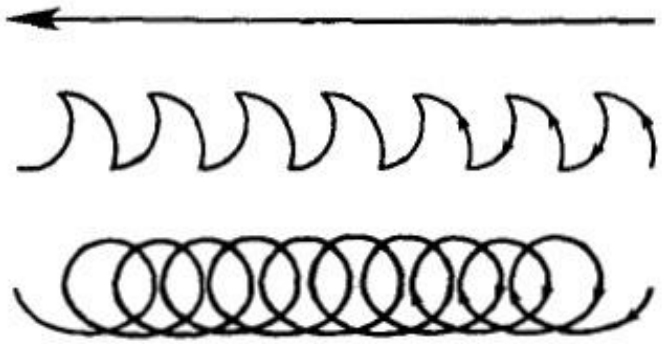


شكل رقم ١٠٢: تبنيط قطعتي العمل

٢٥،٢٦. اضبط زاوية التقدم وزاوية العمل لسلك اللحام بالوضع الصحيح لوضعية اللحام

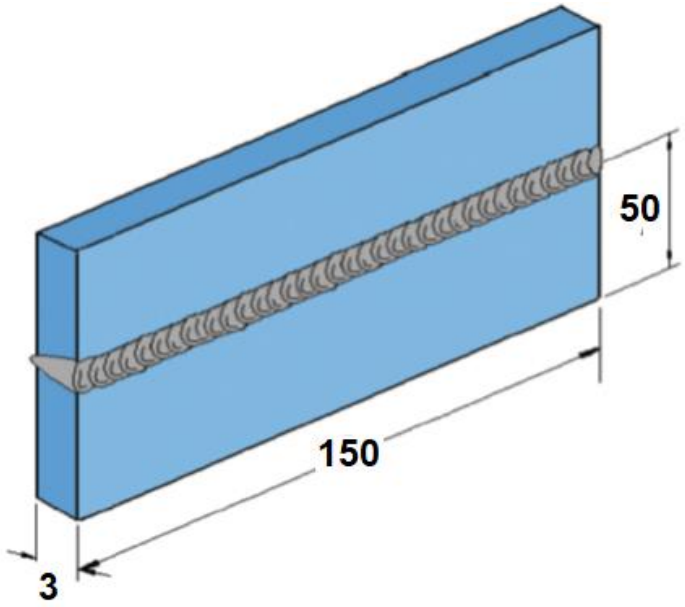
٢٦،٢٧. حافظ على الفراغ بين طرف قضيب اللحام والشغلة بمقدار يعادل قطر الأكترود.

٢٧،٢٨. قم بتحريك الالكترود من اليسار الى اليمين بسرعة منتظمة للحفاظ على التوافق بين حركة الالكترود وسرعة صهر وانسياب المعدن مع تنفيذ الحركات الاهتزازية العرضية للاكترود اثناء الحركة.



شكل رقم ١٠٣: تحريك الكترود اللحام

٢٨،٢٩. نفذ اللحام على طول خط تقاطع قطعتي المعدن في الوضع الافقي.



شكل رقم ١٠٤: عمل اللحام

٢٩،٣٠. اغلق ماكينة اللحام وفق شروط السلامة المهنية.

٣٠،٣١. قم برفع قطعة اللحام بواسطة اللقط وقم بتبريدها في حوض التبريد ثم قم بتجفيفها.

٣١،٣٢. نظف قطعة العمل باكملها بازاله الخبث منها.

٣٢،٣٣. قم بتنظيف اللحام بالفرشاة السلك.

٣٣،٣٤. اكشف على حالة اللحام بالنظر والإختبارات (عند اللزوم حسب تعليمات المدرب) لكشف العيوب.

٣٤،٣٥. إعادة وإصلاح عمليات اللحام ان كان بها عيوب عند الفحص.

٣٥،٣٦. قم بتسليم قطعة العمل للمدرب لإجراء عملية التقييم.

٣٦،٣٧. تأكد من فصل مفتاح الكهرباء الرئيسي عن وحدة اللحام.

٣٧،٣٨. قم بطي كابلات اللحام في المكان المخصص لها.

٣٨،٣٩. نظف مكان العمل واعد الأدوات المستخدمة الى مكانها بشكل منظم.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق تعليمات السلامة و الصحة المهنية			
٢	يجهيز مكان وأدوات العمل			
٣	يفحص معدات اللحام بالكهرباء قبل التشغيل			
٤	ينفذ الشنكرة والعلام لخطوط اللحام المطلوبة بشكل سليم			
٥	يضبط شدة التيار المناسبة لسلك اللحام وسمك الشغلة			
٦	يمسك مقبض الكترود اللحام بزاوية سليمة			
٧	يحافظ علي استقرار اشتعال القوس اثناء عملية اللحام			
٨	تنفيذ الحركات الاهتزازيه العرضية للالكترود عند التكسيح وامالته بالزاويه المحددة اثناء الحركة			

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
٩	يحقق توافق بين حركة الالكترود وسرعة انسياب المعدن			
١٠	ينفذ لحام وصلة تقابلية امام مستوى النظر بدقة			
١١	ينظف قطعة العمل من الخبث ويبردها بشكل سليم			
١٢	يفحص جودة اللحام ويصلح الوصلات المعيبة.			
١٣	يقوم بتنظيف مكان العمل وإعادة الأدوات إلى أماكنها.			

جدول رقم ١٧: معايير تقييم أداء المتدرب

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب الأجزاء التالية:

- معدات اللحام بالقوس الكهربي
- قطعتين من الحديد الصلب الطري مقاس (١٠٠ * ٥٠ *٥ مم)
- الكترود لحام

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٤٥ دقيقة:

- تشغيل معدات اللحام بالقوس الكهربي وضبط شدة التيار
- عمل خط تقابلي على قطعتي العمل امام مستوى النظر (كورنيش)

لحام زاوية داخلية (وصلة حرف T) تصاعدي			
تدريب رقم	٥	الزمن	١٦ ساعات

أهداف

يتوقع أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

١. تجهيز مكان العمل.
٢. تحضير قطع العمل وتنظيفها.
٣. تنفيذ لحام خطوط زاوية داخلية (وصلة حرف T) تصاعدي.
٤. تنفيذ الحام بدقة وبدون عيوب

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
مجموعة اللحام بالقوس الكهربي وملحاقاتها	⇦ قطعتين من الحديد المطاوع أو الحديد الصلب بمقاس ١٥٠ × ١٥ مم، سمك ٥ مم (او حسب المتاح في المخازن) ⇦ سلك لحام ٣,٢ مم (E6013). ⇦ مواد وادوات تنظيف مناسبة.
طاولة عمل بالملحقات	
جاكوش استعدال	
لقط حدادي	
فرشاة سلكية	
زرادية مفصلية	
سندان	
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ١٨: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

مراجعة المعارف النظرية السابق شرحها في المعارف النظرية المرتبطة بالتمرين وباوضاع اللحام واختيار سلك اللحام.

خطوات تنفيذ التدريب

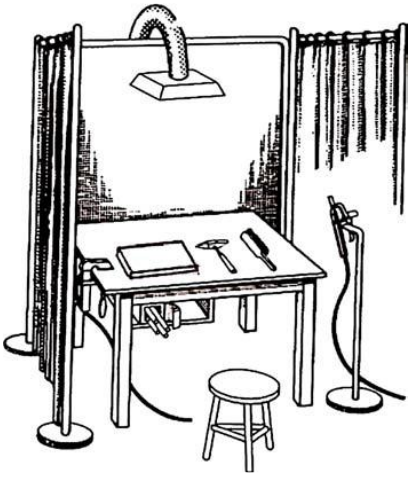
١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بورشة اللحام، ومن أهمها ان يكون المتدرب قد ارتدى أدوات الحماية الشخصية الخاصة باللحام بالقوس الكهربي به لأهميتها البالغة والموضحة في شكل

شكل رقم ١٠٥: أدوات الحماية الشخصية اللازمة بالورشة (PPE)

٢. التأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق

٣. احضر العدد المساعدة (مثل مطرقة الخبث تستخدم لا أزاله الخبث من درزات ووصلات اللحام وكذلك فرشاه من السلك وملاقط حداده للامساك بالمشغولات آو الأجزاء ومطرقة للاستعدال)

٤. جهز مكان العمل واحضر المعدات وشغل شفاط التهوية

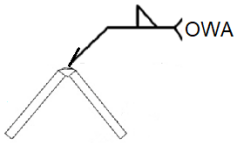


شكل رقم ١٠٦: تجهيز مكان و أدوات العمل المطلوبة للحام

٥. قم بإعداد وتجهيز قطعة العمل وتنظيفها من الصدأ ان وجد.

٦. قم بقراءة الرسم التنفيذي

٧. ضع قطعتي العمل على طاولة العمل بشكل زاوية قائمة من الخارج باستخدام مساند في تصاعدي.

	 الأبعاد بالمليمترات التفاوت العام: ± ٠,٢ مم التشطيب ▼٣

شكل رقم ١٠٧: وصلة زاوية خارجية

٨. قم بتوصيل الجسم الخارجي للماكينة بالأرضي

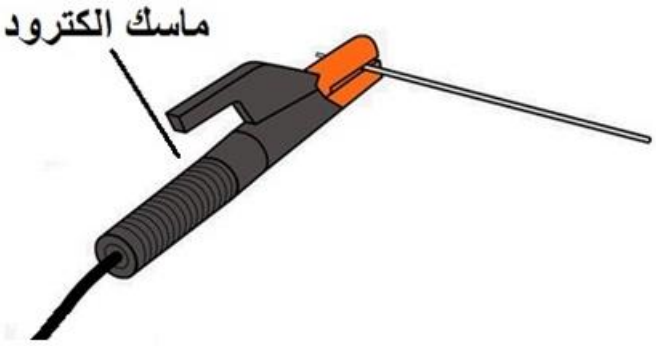
٩. قم بتوصيل مفتاح قاطع للكهرباء بالقرب من ماكينة اللحام للإستعمال في حالات الطوارئ

١٠. تأكد من وجود قاطع كهربائي فيوز (Fuse) أو قاطع للتيار(Circuit Breaker) لحماية الماكينة من الأحمال العالية.

١١. حدد قطر قضيب (الكترود) اللحام المناسب لنوع وسمك المعدن المطلوب لحامة

١٢. حدد قطر الالكترود الموافق لسماكة المعدن.

١٣،١٢. ضع الكترود اللحام في مقبض اللحام (ماسك الالكترود) كما هو مبين في شكل ..... حسب وضع اللحام المطلوب



شكل رقم ١٠٨: وضع الكترود اللحام في كلابة مسك السلك

١٤،١٣. وصل كابل بنسة قطعة العمل بالشغلة المطلوب لحامها أو بالطاولة المعدنية التي ستوضع عليها العينة المطلوب لحامها.

١٥،١٤. تاكد من توصيل الكابلات بالماكينة بشكل سليم

١٦،١٥. قم بتوصيل الكهرباء لماكينة اللحام بالقوس الكهربي

١٧،١٦. اضغط على مفتاح تشغيل الماكينة واجعلة في وضع ON

١٨،١٧. اضبط شدة التيار المناسبة لقطر الالكترود وسمك لينات (الواح) العمل المطلوب لحامها مع مراعاة اختيار القطبية المناسبة للحام عند العمل بوضعية التيار المستمر.

١٨،١٩. قم بالوقوف امام تزجة اللحام بالوضع الصحيح

١٩،٢٠. قم بإشعال القوس بالنقر علي طاوله العمل.

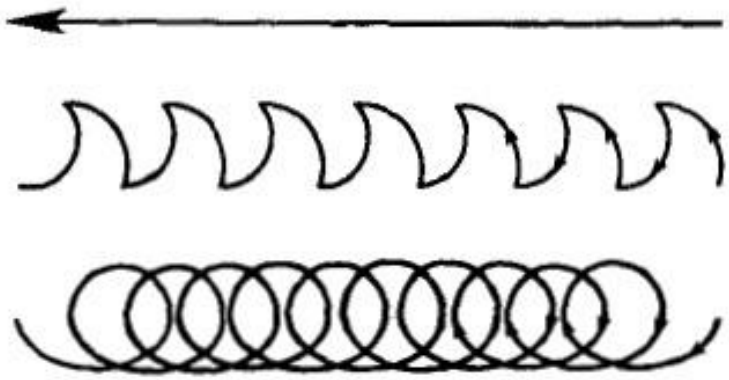
٢٠،٢١. ثبت قطعتي العمل بنقطتي لحام (تلقيط) منتظمة وموزعة على طول خط اللحام مع ترك فراغ بين حافات القطع المراد لحامها بحدود نصف سمك قطعة العمل مع مرعاة ان تكون الحواف متوازية كما هو مبين في شكل رقم ٦٦

شكل رقم ١٠٩: عمل تبنيط على طول قطعتي العمل

٢١،٢٢. اضبط زاوية التقدم وزاوية العمل لسلك اللحام بالوضع الصحيح لوضعية اللحام

٢٢،٢٣. حافظ على الفراغ بين طرف قضيب اللحام والشغلة بمقدار يعادل قطر الأكترود.

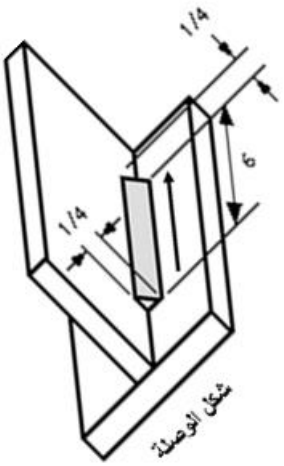
٢٣،٢٤. قم بتحريك الالكترود من اليسار الى اليمين بسرعة منتظمة للحفاظ على التوافق بين حركة الالكترود وسرعة صهر وانسياب المعدن مع تنفيذ الحركات الاهتزازية العرضية للاكترود اثناء الحركة



شكل رقم ١١٠: تحريك الكترود اللحام

٢٤،٢٥. قم بالطرق بالشاكوش بقوه مناسبة لسمك قطعتي العمل لضبط استواء خط اللحام والتخلص من الأجهادات الحرارية.

٢٥،٢٦. نفذ اللحام على طول خط تقاطع الزاوية الخرجية.



شكل رقم ١١١: عمل لحام زاوية داخلية بشكل تصاعدي

٢٦،٢٧. اغلق ماكينة اللحام وفق شروط السلامة المهنية.

٢٧،٢٨. قم برفع قطعة اللحام بواسطة اللقط وقم بتبريدها في حوض التبريد ثم قم بتجفيفها.

٢٨،٢٩. نظف قطعة العمل باكملها بازاله الخبث منها.

٢٩،٣٠. قم بتنظيف اللحام بالفرشاة السلك.

٣٠،٣١. اكشف على حالة اللحام بالنظر والإختبارات (عند اللزوم حسب تعليمات المدرب) لكشف العيوب.

٣١،٣٢. إعادة وإصلاح عمليات اللحام ان كان بها عيوب عند الفحص.

٣٢،٣٣. قم بتسليم قطعة العمل للمدرب لإجراء عملية التقييم.

٣٣،٣٤. تأكد من فصل مفتاح الكهرباء الرئيسي عن وحدة اللحام.

٣٤،٣٥. قم بطي كابلات اللحام في المكان المخصص لها.

٣٥،٣٦. نظف مكان العمل واعد الأدوات المستخدمة الى مكانها بشكل منظم.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق تعليمات السلامة والصحة المهنية			
٢	يجهيز مكان وأدوات العمل			
٣	يفحص معدات اللحام بالكهرباء قبل التشغيل			
٤	ينفذ الشنكرة والعلام لخطوط اللحام المطلوبة بشكل سليم			
٥	يضبط شدة التيار المناسبة لسلك اللحام وسمك الشغلة			
٦	يمسك مقبض الكترود اللحام بزاوية سليمة			
٧	يحافظ علي استقرار اشتعال القوس اثناء عملية اللحام			
٨	تنفيذ الحركات الاهتزازيه العرضية للالكترود عند التكسيح وامالته بالزاويه المحددة اثناء الحركة			
٩	يحقق توافق بين حركة الالكترود وسرعة انسياب المعدن			
١٠	ينفذ خط اللحام على زاوية خارجية في وضع تصاعدي.			
١١	ينظف قطعة العمل من الخبث ويبردها بشكل سليم			
١٢	يفحص جودة اللحام ويصلح الوصلات المعيبة.			
١٣	يقوم بتنظيف مكان العمل وإعادة الأدوات إلى أماكنها.			

جدول رقم ١٩: معايير تقييم أداء المتدرب

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب الأجزاء التالية:

- معدات اللحام بالقوس الكهربي
- قطعتي من الحديد الصلب الطري مقاس (١٠٠ * ٥٠ *٦ مم)
- الكترود لحام

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٤٥ دقيقة:

- تشغيل معدات اللحام بالقوس الكهربي وضبط شدة التيار
- عمل خط لحام على قطعتي اللحام للزاوية الداخلية في وضع تصاعدي.

لحام وصلة تقابليه (تناكبية) تصاعدي			
تدريب رقم	٦	الزمن	١٦ ساعات

أهداف

يتوقع أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

١. تجهيز مكان العمل.
٢. تحضير قطع العمل وتنظيفها.
٣. تنفيذ لحام وصلة تقابلية (تناكبية) تصاعدي
٤. تنفيذ الحام بدقة وبدون عيوب

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
مجموعة اللحام بالقوس الكهربي وملحاقاتها	⇦ شريحة صاج من الحديد بمقاس ١٥٠ × ٦٠ مم، سمك ٢ مم (او حسب المتاح في المخازن) ⇦ سلك لحام ٣,٢ مم (E6013). ⇦ مواد وادوات تنظيف مناسبة.
طاولة عمل بالملحقات	
زهرة الشنكره وشوكة العلام	
ذنبه العلام	
جاكوش استعدال	
لقط حدادي	
فرشاة سلكية	
زرادية مفصلية	
سندان	
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ٢٠: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

مراجعة المعارف النظرية السابق شرحها في المعارف النظرية المرتبطة بالتمرين وباوضاع اللحام واختيار سلك اللحام.

خطوات تنفيذ التدريب

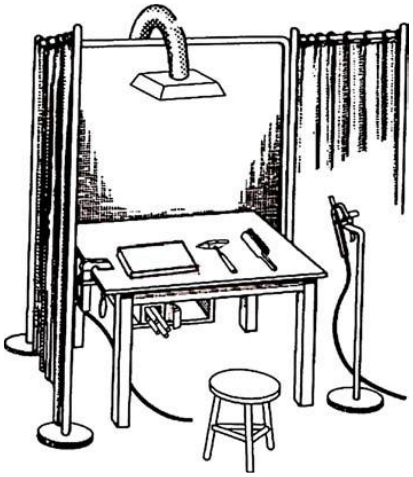
١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بورشة اللحام، ومن أهمها ان يكون المتدرب قد ارتدى أدوات الحماية الشخصية الخاصة باللحام بالقوس الكهربي به لأهميتها البالغة والموضحة في شكل

شكل رقم ١١٢: أدوات الحماية الشخصية اللازمة بالورشة (PPE)

٢. التأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق

٣. احضر العدد المساعدة (مثل مطرقة الخبث تستخدم لا أزاله الخبث من درزات ووصلات اللحام وكذلك فرشاه من السلك وملاقط حداده للامساك بالمشغولات آو الأجزاء ومطرقة للاستعدال)

٤. جهز مكان العمل واحضر المعدات وشغل شفاط التهوية

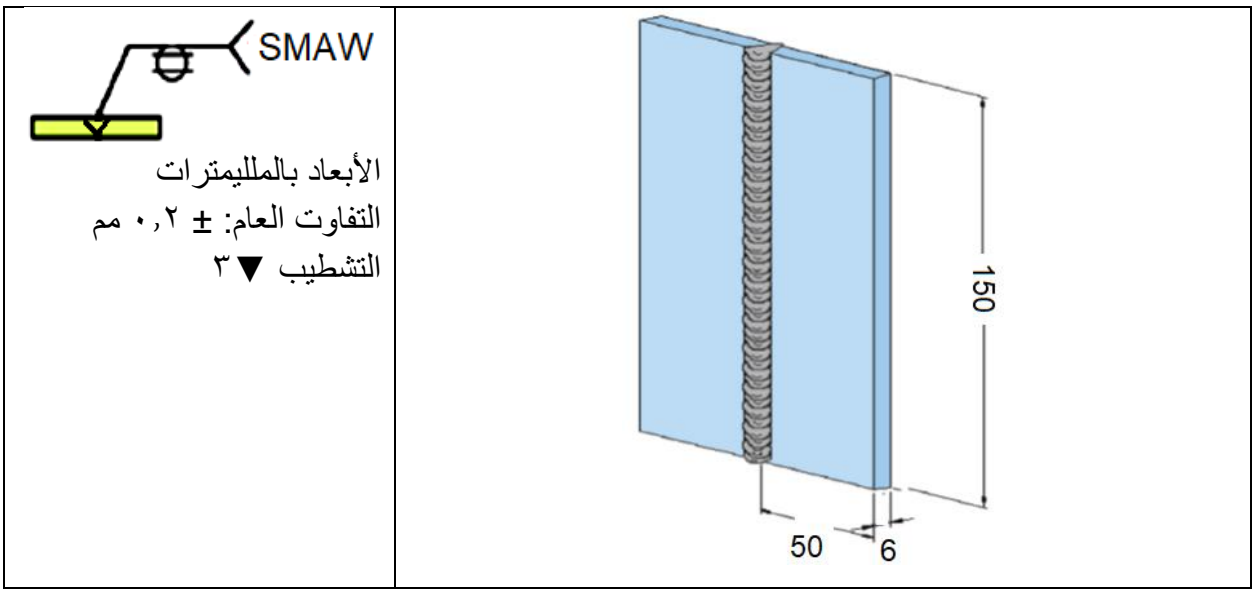


شكل رقم ١١٣: تجهيز مكان و أدوات العمل المطلوبة للحام

٥. قم بإعداد وتجهيز قطعة العمل وتنظيفها من الصدأ ان وجد.

٦. قم بقراءة الرسم التنفيذي

٧. ضع قطعتي العمل على طاولة العمل بشكل قائم من الخارج باستخدام مساند في وضع تصاعدي



شكل رقم ١١٤: وصلة زاوية خارجية

٨. قم بتوصيل الجسم الخارجي للماكينة بالأرضي

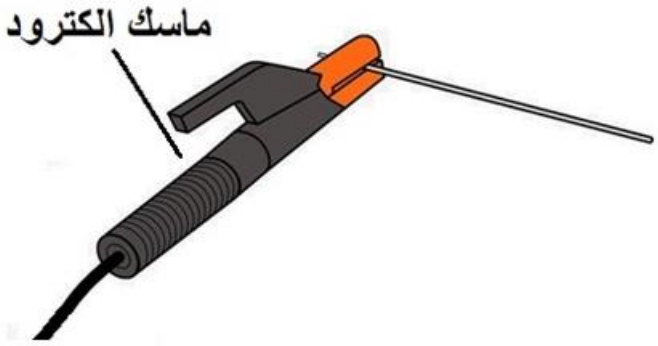
٩. قم بتوصيل مفتاح قاطع للكهرباء بالقرب من ماكينة اللحام للإستعمال في حالات الطوارئ

١٠. تأكد من وجود قاطع كهربائي فيوز (Fuse) أو قاطع للتيار(Circuit Breaker) لحماية الماكينة من الأحمال العالية.

١١. حدد قطر قضيب (الكترود) اللحام المناسب لنوع وسمك المعدن المطلوب لحامة

١٢. حدد قطر الالكترود الموافق لسماكة المعدن.

١٣،١٢. ضع الكترود اللحام في مقبض اللحام (ماسك الالكترود) كما هو مبين في شكل ..... حسب وضع اللحام المطلوب



شكل رقم ١١٥: وضع الكترود اللحام في كلابة مسك السلك

١٤،١٣. وصل كابل بنسة قطعة العمل بالشغلة المطلوب لحامها أو بالطاولة المعدنية التي ستوضع عليها العينة المطلوب لحامها.

١٥،١٤. تاكد من توصيل الكابلات بالماكينة بشكل سليم

١٦،١٥. قم بتوصيل الكهرباء لماكينة اللحام بالقوس الكهربي

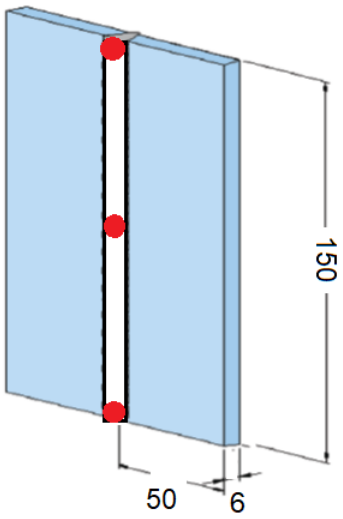
١٦،١٧. اضغط على مفتاح تشغيل الماكينة واجعلة في وضع ON

١٧،١٨. اضبط شدة التيار المناسبة لقطر الالكترود وسمك لينات (الواح) العمل المطلوب لحامها مع مراعاة اختيار القطبية المناسبة للحام عند العمل بوضعية التيار المستمر.

١٨،١٩. قم بالوقوف امام تزجة اللحام بالوضع الصحيح

١٩،٢٠. قم بإشعال القوس بالنقر علي طاوله العمل.

٢٠،٢١. ثبت قطعتي العمل بنقطتي لحام (تلقيط) منتظمة وموزعة على طول خط اللحام مع ترك فراغ بين حافات القطع المراد لحامها بحدود نصف سمك قطعة العمل، مع مرعاة ان تكون الحواف متوازية كما هو مبين في شكل رقم ٦٦

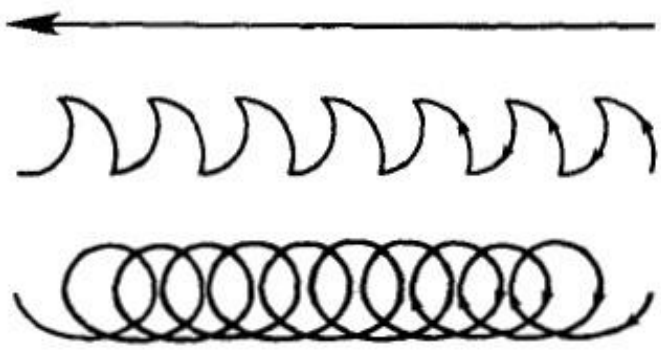


شكل رقم ١١٦: عمل بنط على مسافات منتظمة

٢١،٢٢. اضبط زاوية التقدم وزاوية العمل لسلك اللحام بالوضع الصحيح لوضعية اللحام

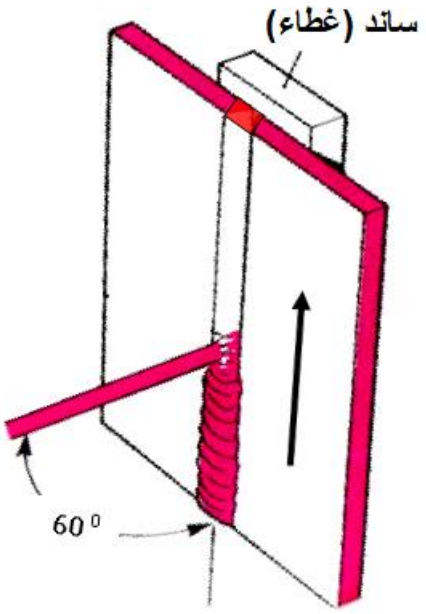
٢٢،٢٣. حافظ على الفراغ بين طرف قضيب اللحام والشغلة بمقدار يعادل قطر الأكترود.

٢٣،٢٤. قم بتحريك الالكترود من اليسار الى اليمين بسرعة منتظمة للحفاظ على التوافق بين حركة الالكترود وسرعة صهر وانسياب المعدن مع تنفيذ الحركات الاهتزازية العرضية للاكترود اثناء الحركة



شكل رقم ١١٧: تحريك الكترود اللحام

٢٤,٢٥. نفذ اللحام على طول خط تلاقي قطعتي العمل في وضع تصاعدي.



شكل رقم ١١٨: عمل اللحام لعمل وصلة تقابلية تصاعدي

٢٥,٢٦. اغلق ماكينة اللحام وفق شروط السلامة المهنية.

٢٦,٢٧. قم برفع قطعة اللحام بواسطة اللقط وقم بتبريدها في حوض التبريد ثم قم بتجفيفها.

٢٧,٢٨. نظف قطعة العمل باكملها بازاله الخبث منها.

٢٨,٢٩. قم بتنظيف اللحام بالفرشاة السلك.

٢٩,٣٠. اكشف على حالة اللحام بالنظر والإختبارات (عند اللزوم حسب تعليمات المدرب) لكشف العيوب.

٣٠,٣١. إعادة وإصلاح عمليات اللحام ان كان بها عيوب عند الفحص.

٣١,٣٢. قم بتسليم قطعة العمل للمدرب لإجراء عملية التقييم.

٣٢,٣٣. تأكد من فصل مفتاح الكهرباء الرئيسي عن وحدة اللحام.

٣٣,٣٤. قم بطي كابلات اللحام في المكان المخصص لها.

٣٤,٣٥. نظف مكان العمل واعد الأدوات المستخدمة الى مكانها بشكل منظم.

المشاهدات

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق تعليمات السلامة و الصحة المهنية			
٢	يجهيز مكان وأدوات العمل			
٣	يفحص معدات اللحام بالكهرباء قبل التشغيل			
٤	ينفذ الشنكرة والعلام لخطوط اللحام المطلوبة بشكل سليم			
٥	يضبط شدة التيار المناسبة لسلك اللحام وسمك الشغلة			
٦	يمسك مقبض الكترود اللحام بزاوية سليمة			
٧	يحافظ علي استقرار اشتعال القوس اثناء عملية اللحام			
٨	تنفيذ الحركات الاهتزازيه العرضية للالكترود عند التكسيح وامالته بالزاويه المحددة اثناء الحركة			
٩	يحقق توافق بين حركة الالكترود وسرعة انسياب المعدن			
١٠	ينفذ لحام وصلة تقابلية بوضع تصاعدي			
١١	ينظف قطعة العمل من الخبث ويبردها بشكل سليم			
١٢	يفحص جودة اللحام ويصلح الوصلات المعيبة.			
١٣	يقوم بتنظيف مكان العمل وإعادة الأدوات إلى أماكنها.			

جدول رقم ٢١: معايير تقييم أداء المتدرب

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب الأجزاء التالية:

- معدات اللحام بالقوس الكهربي
- قطعة من الحديد الصلب الطري مقاس (١٠٠ * ٦٠ *٦ مم)
- الكترود لحام

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٤٥ دقيقة:

- تشغيل معدات اللحام بالقوس الكهربي وضبط شدة التيار
- عمل خط لحام مستقيم على قطعتي العمل لوصلة تقابلية في وضع تصاعدي.

لحام وصلة تقابلية (تناكبية) مشطوفة حرف V تصاعدي			
تدريب رقم	٧	الزمن	٢٤ ساعات

أهداف

يتوقع أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

١. تجهيز مكان العمل.
٢. تحضير قطع العمل وتنظيفها.
٣. تنفيذ لحام وصلة تقابلية (تناكبية) مشطوفة حرف V في وضع تصاعدي
٤. تنفيذ الحام بدقة وبدون عيوب

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
مجموعة اللحام بالقوس الكهربي وملحاقاتها	⇦ قطعتين من الحديد المطاوع أو الصلب الطري مشطوفي الحواف بمقاس ١٥٠ × ٥٠ مم، سمك ٦ مم (او حسب المتاح في المخازن) ⇦ سلك لحام ٣,٢ مم (E6013). ⇦ مواد وادوات تنظيف مناسبة.
طاولة عمل بالملحقات	
جاكوش استعدال	
لقط حدادي	
فرشاة سلكية	
زرادية مفصلية	
سندان	
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ٢٢: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

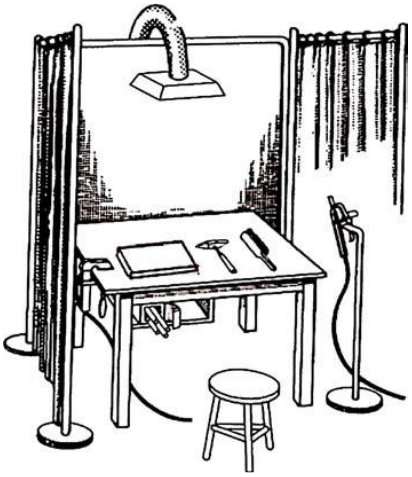
مراجعة المعارف النظرية السابق شرحها في المعارف النظرية المرتبطة بالتمرين وباوضاع اللحام واختيار سلك اللحام.

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بورشة اللحام، ومن أهمها ان يكون المتدرب قد ارتدى أدوات الحماية الشخصية الخاصة باللحام بالقوس الكهربي به لأهميتها البالغة والموضحة في شكل

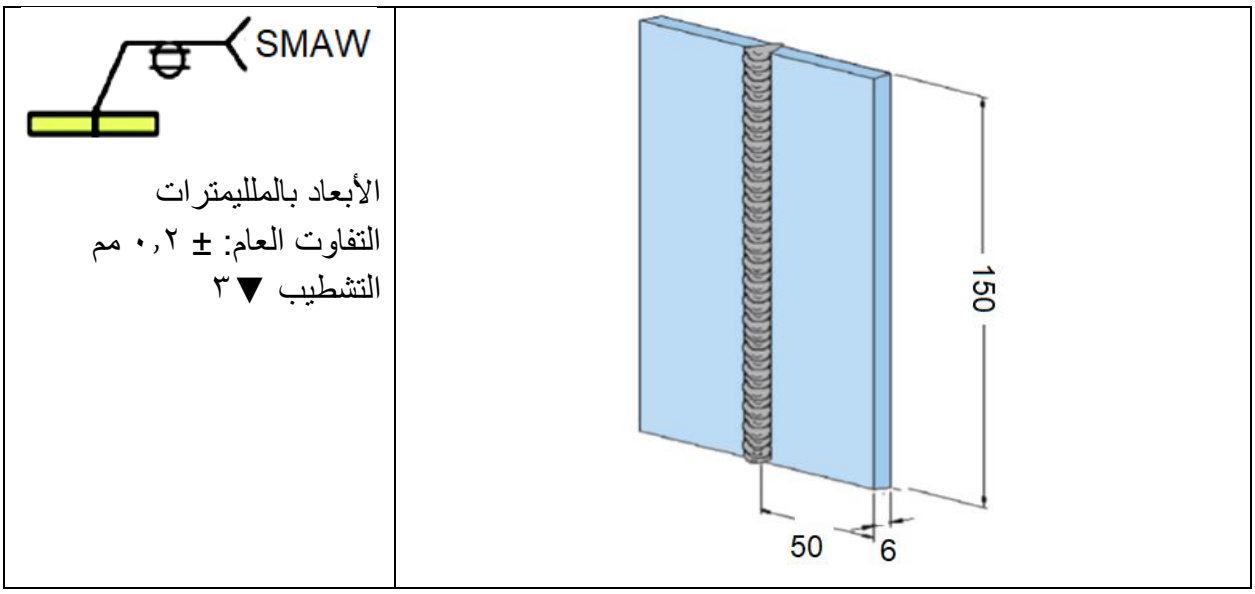
شكل رقم ١١٩: أدوات الحماية الشخصية اللازمة بالورشة (PPE)

٢. التأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق
٣. احضر العدد المساعدة (مثل مطرقة الخبث تستخدم لا أزاله الخبث من درزات ووصلات اللحام وكذلك فرشاه من السلك وملاقط حداده للامساك بالمشغولات آو الأجزاء ومطرقة للاستعدال)
٤. جهز مكان العمل واحضر المعدات وشغل شفاط التهوية



شكل رقم ١٢٠: تجهيز مكان و أدوات العمل المطلوبة للحام

٥. قم بإعداد وتجهيز قطعة العمل وتنظيفها من الصدأ ان وجد.
٦. قم بقراءة الرسم التنفيذي
٧. ضع قطعتي العمل على طاولة العمل بشكل قائم من الخارج باستخدام مساند في وضع تصاعدي



شكل رقم ١٢١: وصلة زاوية خارجية

٨. قم بتوصيل الجسم الخارجي للماكينة بالأرضي

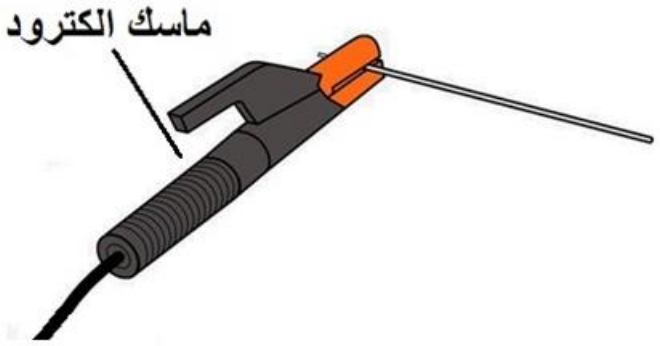
٩. قم بتوصيل مفتاح قاطع للكهرباء بالقرب من ماكينة اللحام للإستعمال في حالات الطوارئ

١٠. تأكد من وجود قاطع كهربائي فيوز (Fuse) أو قاطع للتيار(Circuit Breaker) لحماية الماكينة من الأحمال العالية.

١١. حدد قطر قضيب (الكترود) اللحام المناسب لنوع وسمك المعدن المطلوب لحامة

١٢. حدد قطر الالكترود الموافق لسماكة المعدن.

١٣،١٢. ضع الكترود اللحام في مقبض اللحام (ماسك الالكترود) كما هو مبين في شكل ..... حسب وضع اللحام المطلوب



شكل رقم ١٢٢: وضع الكترود اللحام في كلابة مسك السلك

١٤،١٣. وصل كابل بنسة قطعة العمل بالشغلة المطلوب لحامها أو بالطاولة المعدنية التي ستوضع عليها العينة المطلوب لحامها.

١٥،١٤. تاكد من توصيل الكابلات بالماكينة بشكل سليم

١٦،١٥. قم بتوصيل الكهرباء لماكينة اللحام بالقوس الكهربي

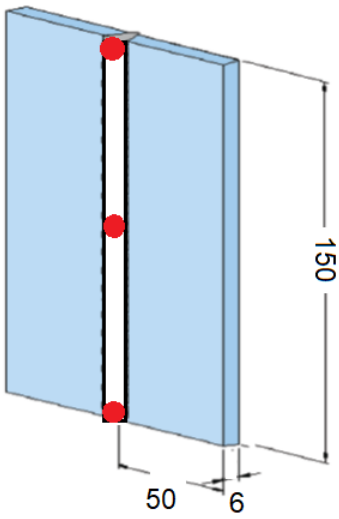
١٧،١٦. اضغط على مفتاح تشغيل الماكينة واجعلة في وضع ON

١٧،١٨. اضبط شدة التيار المناسبة لقطر الالكترود وسمك لينات (الواح) العمل المطلوب لحامها مع مراعاة اختيار القطبية المناسبة للحام عند العمل بوضعية التيار المستمر.

١٨،١٩. قم بالوقوف امام تزجة اللحام بالوضع الصحيح

١٩،٢٠. قم بإشعال القوس بالنقر علي طاوله العمل.

٢٠،٢١. ثبت قطعتي العمل بنقطتي لحام (تلقيط) منتظمة وموزعة على طول خط اللحام مع ترك فراغ بين حافات القطع المراد لحامها بحدود نصف سمك قطعة العمل، مع مرعاة ان تكون الحواف متوازية كما هو مبين في شكل رقم ٦٦

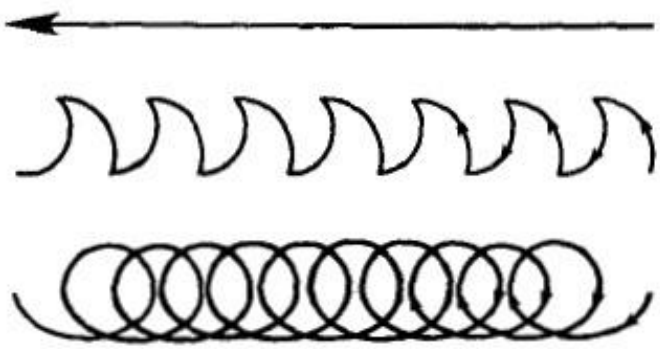


شكل رقم ١٢٣: عمل بنط على مسافات منتظمة

٢١،٢٢. اضبط زاوية التقدم وزاوية العمل لسلك اللحام بالوضع الصحيح لوضعية اللحام

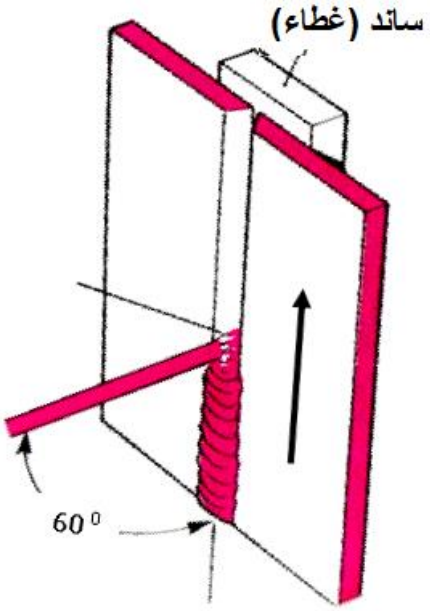
٢٢،٢٣. حافظ على الفراغ بين طرف قضيب اللحام والشغلة بمقدار يعادل قطر الأكترود.

٢٣،٢٤. قم بتحريك الالكترود من اليسار الى اليمين بسرعة منتظمة للحفاظ على التوافق بين حركة الالكترود وسرعة صهر وانسياب المعدن مع تنفيذ الحركات الاهتزازية العرضية للاكترود اثناء الحركة



شكل رقم ١٢٤: تحريك الكترود اللحام

٢٤،٢٥. نفذ اللحام على طول خط تلاقي قطعتي العمل في وضع تصاعدي.



شكل رقم ١٢٥: عمل اللحام لعمل وصلة تقابلية تصاعدي

٢٥،٢٦. اغلق ماكينة اللحام وفق شروط السلامة المهنية.

٢٦،٢٧. قم برفع قطعة اللحام بواسطة اللقط وقم بتبريدها في حوض التبريد ثم قم بتجفيفها.

٢٧،٢٨. نظف قطعة العمل باكملها بازاله الخبث منها.

٢٨،٢٩. قم بتنظيف اللحام بالفرشاة السلك.

٢٩،٣٠. اكشف على حالة اللحام بالنظر والإختبارات (عند اللزوم حسب تعليمات المدرب) لكشف العيوب.

٣٠،٣١. إعادة وإصلاح عمليات اللحام ان كان بها عيوب عند الفحص.

٣١،٣٢. قم بتسليم قطعة العمل للمدرب لإجراء عملية التقييم.

٣٢،٣٣. تأكد من فصل مفتاح الكهرباء الرئيسي عن وحدة اللحام.

٣٣،٣٤. قم بطي كابلات اللحام في المكان المخصص لها.

٣٤،٣٥. نظف مكان العمل واعد الأدوات المستخدمة الى مكانها بشكل منظم.

المشاهدات

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق تعليمات السلامة والصحة المهنية			
٢	يجهيز مكان وأدوات العمل			
٣	يفحص معدات اللحام بالكهرباء قبل التشغيل			
٤	ينفذ الشنكرة والعلام لخطوط اللحام المطلوبة بشكل سليم			
٥	يضبط شدة التيار المناسبة لسلك اللحام وسمك الشغلة			
٦	يمسك مقبض الكترود اللحام بزاوية سليمة			
٧	يحافظ علي استقرار اشتعال القوس اثناء عملية اللحام			
٨	ينفيذ الحركات الاهتزازيه العرضية للالكترود عند التكسيح وامالته بالزاويه المحددة اثناء الحركة			
٩	يحقق توافق بين حركة الالكترود وسرعة انسياب المعدن			
١٠	ينفذ لحام تقابلي لقطعتين المعدن في وضع تصاعدي بدقة			
١١	ينظف قطعة العمل من الخبث ويبردها بشكل سليم			
١٢	يفحص جودة اللحام ويصلح الوصلات المعيبة.			
١٣	يقوم بتنظيف مكان العمل وإعادة الأدوات إلى أماكنها.			

جدول رقم ٢٣: معايير تقييم أداء المتدرب

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب الأجزاء التالية:

- معدات اللحام بالقوس الكهربي
- قطعة من الحديد الصلب الطري مقاس (١٠٠ * ٥٠ *٦ مم)
- الكترود لحام

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٤٥ دقيقة:

- تشغيل معدات اللحام بالقوس الكهربي وضبط شدة التيار
- عمل خط لحام مستقيم على قطعتي العمل لوصلة تقابلية في وضع تصاعدي.

المصطلحات الفنية

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية
أدوات الحماية الشخصية	Personal Protective Equipment (PPE)
خوذة حماية للراس	Protective Helmet
سدادات اذن	Ear Plugs
ملابس مرئية	Vis clothes
قفاز امان	Safety Gloves
حذاء الحماية (الأمان)	Protective (safety) boots
كمامة	Dust Mask
نظارة حماية	Eye Wear
القدم الصلب	Steel Ruler
متر القياس	measuring tape
القدمة ذات الورنية	Vernier caliper
سنبك العلام	Centre Punch
المطرقة (الجاكوش)	Hammer
اللحام بالأكسي استلين	OAW
القطع بالأكسي استلين	OAC
اللحام بالقوس المعدني المحجب	SMAW
اللحام بالقوس المعدني والغاز	GMAW
اللحام بقوس التنجستن والغاز	GTAW
الشقوق	Cracks
اللحام	Welding
أوضاع اللحام	Welding Positions
منظم الغاز	Gas Regulator

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية
صمام أمان	Safety valve
مشعل اللحام	Welding Torch
مشعل القطع	Cutting Torch
مساعد صهر	Flux
حاجز الشرر	Spark arrestor
اللهب المتعادل	Neutral Flame
اللهب المؤكسد	Oxidizing Flame
اللهب المكربن	Carbonizing Flame
وصلة تقابلية	Groove Weld
وصلة زاوية	Fillet Weld
جذر اللحام	Weld Root
الحام القصدير	Soldering
الحام المونة	Brazing
أكاسيد المعدن	Metal Oxides

قائمة المراجع

المصادر العربية:

١- كتاب تكنولوجيا اللحام - الدكتور أحمد ذكى.

٢- المؤسسة المصرية للتكنولوجيا والصناعات الهندسية

المصادر الأجنبية:

1- Unitor maritime welding handbook- Wilhelmsen (14th edition).

2- Fabrication and welding Engineering, Roger Timings.

صفحات إنترنت

1- https://safetysystems1.wordpress.com/

2- https://www.thefabricator.com/