مهنة لحام المعادن

الوحدة الثانية

عمليات اللحام بالقوس المعدني والغاز

GMAW (MIG-MAG)

الصف الثاني

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

الاحتياطات الواجب إتباعها في ورشة اللحام باللهب بالقوس المعدني والغاز ٥
إجراءات السلامة والتحذيرات ٩
إجراءات يجب تنفيذها قبل عملية اللحام مباشرة ٩
الأمن والسلامة أثناء اللحام ١٠
أدوات السلامة الواجب توافرها داخل الورشة ١١
المعارف النظرية للوحدة ١٤
مقدمة ١٥
وصف انصهار سلكة اللحام في MAG/MIG ١٩
لحام الميج - ماج ٢٠
مكونات وحدة اللحام بالقوس المعدني والغاز (GMAW) معدات لحام الميج ماج وملحقاتها ٢٣
مبدا اللحام بالميج-ماج ٣٥
طرق انتقال المعدن أثناء إجراء اللحام ٣٦
العوامل المؤثرة في لحام الميج ماج ٣٧
التحضير لإجراء اللحام ٣٨
حركة مقبض اللحام ٣٩
الأسلاك المستخدمة في لحام الـ MIG - MAG ٤٠
مميزات وعيوب اللحام بالقوس المعدني والغاز (GMAW) الميج-ماج ٤٣
أهم المخاطر عند اللحام بالقوس الكهربي والغاز المحجب MAG / MIG ٤٥
أنواع وصلات اللحام ٤٦
تجهيز وصلات (حواف) اللحام ٥١
أوضاع اللحام ٥٢
الرموز الأساسية والمساعدة لرموز وصلات اللحام ٥٨
الأرقام المرجعية لعمليات اللحام ٦٠
عيوب لحام الميج-ماج ٦٠
التدريبات العملية للوحدة ٦٥
١. ضبط وتشغيل وحدة اللحام بالقوس المعدني والغاز (GMAW) وفك وتركيب الأجزاء والملحقات ٦٦
٢. لحام خطوط مستقيمة متكررة تحت مستوى النظر (وضع مسطح) ٧٣
٣. لحام زاوية خارجية تحت مستوى النظر (وضع مسطح) ٨٠
٤. لحام زاوية داخلية تحت مستوى النظر (وضع مسطح) ٨٧
٥. لحام وصلة تقابليه (تناكبية) بشطف حرف V تحت مستوى النظر (وضع مسطح) ٩٣

٦. لحام وصلة تقابلية بشطف حرف V أمام مستوى النظر (كورنيش) ١٠٠
٧. لحام وصلة تقابلية بشطف حرف V بسلك تصاعدي ١٠٧
قائمة المصطلحات العلمية ١١٥
قائمة المراجع ١١٧

مقدمة

من الطرق الحديثة لمستخدمة في اللحام هي طريقة اللحام بالقوس المعدني والغاز (GMAW) وتوجد طريقتين هما MAG وتعني لحام القوس المعدني بالغاز النشط وMIG وتعني لحام القوس المعدني بالغاز الخامل. ويعتبر اللحام بالقوس المعنى والغاز (GMAW) من أوائل التطورات لطرق الحام الكهربي، وتم استخدامه في الولايات المتحدة الأمريكية في لحام البواخر الحربية للأجزاء المصنعة من الألومنيوم، وتم انتشاره في أوروبا وغيرها واستخدام في الصناعات الميكانيكية مثل السيارات والخزانات والأنابيب والسفن والطائرات وغيرها.

ولقد روعي في تصميم هذه الوحدة أن يستطيع الطالب الاعتماد على ذاته في استيعاب المهارات وتقليل العبء 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 بإضافة 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.

نقدم لك عزيزي المتدرب هذه الوحدة متمنيين لك كل النجاح والتوفيق في حياتك العملية المستقبلية.

السلامة أولا SAFETY FIRST

يمكن أن تتم عمليات اللحام بالقوس المعدني والغاز (GMAW) ميج-ماج بشكل آمن فقط إذا كان المشغل على علم بالأخطار التي تنطوي عليها هذه العمليات. يجب أن يبقى تركيز المشغل دائما على عمله في أثناء 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 إلا توجيهات لمساعدتك على القضاء على الممارسات والإجراءات الغير آمنة.

الاحتياطات الواجب إتباعها في ورشة اللحام باللهب بالقوس المعدني والغاز

- الالتزام بإجراءات وإرشادات السلامة والأمان.

شكل رقم ١: أدوات السلامة الشخصية Personal Protective Equipment

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

شكل رقم ٢: الأفرول

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

شكل رقم ٣: 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).
- تأكد من إن وصلات خراطيم الأسطوانات سليمة ١٠٠%.
- لبس حذاء السلامة والأمان Safety Shoes لحماية القدمين ومنع التزحلق.

شكل رقم ٤: حذاء الأمان

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

شكل رقم ٥: الخوذة

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

شكل رقم ٦: سماعة الأذن

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

شكل رقم ٧: القفاز

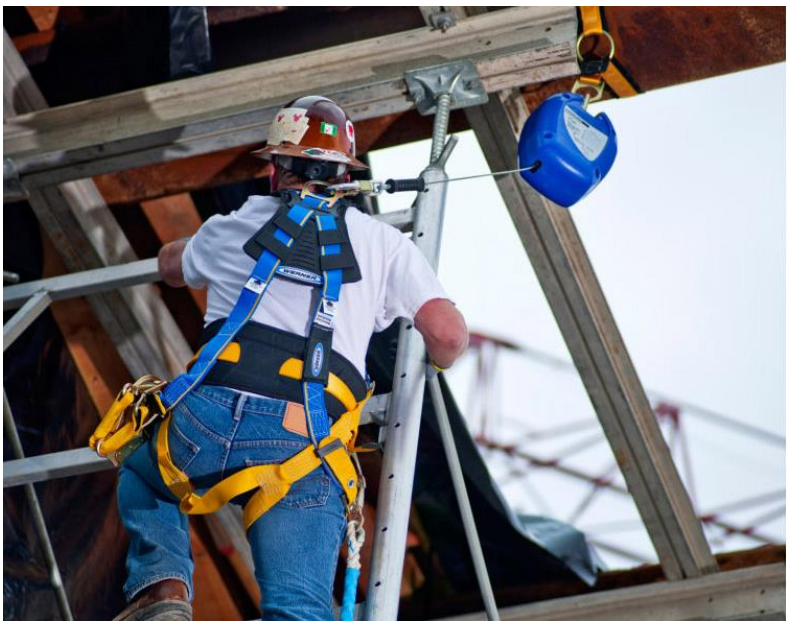
- يجب ارتداء الكمامات Breathing Mask على الأنف عند تنفيذ أعمال اللحام لحماية الجهاز التنفسي من غازات الأدخنة الضارة.

شكل رقم ٨: الكمامة

- يجب عدم حمل الأشياء الثقيلة حتى لا تتأذى فقرات الظهر.

شكل رقم ٩: 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 رقم ١٠: 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.
- يجب التأكد من سلامة منظم أسطوانات الغاز قبل وبعد الاستعمال.
- إتباع الطريقة الصحيحة عند استعمال ماكينة اللحام.
- يجب مراعاة التهوية الكافية في أماكن اللحام حتى لا يصاب القائمين عليها بالاختناق.
- يجب مراعاة عدم وضع أسطوانات الأكسجين بالقرب من أي مصدر حراري أو تحت تأثير حرارة الشمس تفاديا لتمدد الغاز وحتى يمكن تلافي أي أخطار.
- يجب مراعاة عدم وضع أي زيت أو شحم على أجزاء صمام الأسطوانات.
- 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 إلى التلف.
- تنظيف الأدوات والمكان بعد الانتهاء من العمل.
- يجب عدم استعمال العدد التالفة حتى لا تتعرض أنت أو زملائك للإصابة.
- يجب التأكد من سلامة الأدوات قبل وبعد الاستعمال.
- يجب إتباع الطريقة السليمة في استخدام العدد واستعمالها في الأغراض المخصصة لها.
- يجب إجراء صيانة دورية على المعدات باستمرار.
- يجب توفر صندوق إسعافات أولية وطفاية حريق بمكان العمل أو بالورشة.
- يجب التأكد من توافر طفايات حريق خصوصا عند إجراء عمليات لحام أو قطع بواسطة اللهب.

إجراءات السلامة والتحذيرات

١. المخاطر الصحية

يؤثر غاز ثاني أكسيد الكربون على الصحة عند استنشاقه. وقد يسبب الاختناق والدوار وعدم الاتزان وكذلك فقدان الوعي. والتعرض لهذا الغاز بدرجة كبيرة يقلل من كمية الأكسجين في الهواء وقد يسبب الاختناق والموت.

٢. قابلية الاشتعال والتفاعل الكيميائي

غاز ثاني أكسيد الكربون غير قابل للاشتعال بدرجة كبيرة ومادة كيميائية متفاعلة. عرضة لخطر الانفجار والحريق. تتفاعل على نحو متفجر مع المعادن الثقيلة وأملاحها والعوامل المؤكسدة والأوزون والأكسجين.

٣. النقل: يتم نقل يتم نقل الغاز في أسطوانات.

٤. التسريب: يجب إخلاء المنطقة الخطرة! استشر خبير! التهوية (حماية شخصية إضافية: جهاز التنفس الذاتي)

٥. استنشاق غاز ثاني أكسيد الكربون

يتم نقل الشخص بعيدا عن منطقة تعرضه للغاز، والبدء بمساعدته على التنفس في حالة توقف التنفس. الإسعافات الأولية ملامسة العين أو الجلد: تجنب ملامسة الغاز للجلد. فورا اغسل بكمية وفيرة من الماء لمدة لا تقل عن ١٥ دقيقة. استبعد الملابس الملوثة فورا واغسل المنطقة المصابة بكمية وفيرة من الماء .

إجراءات يجب تنفيذها قبل عملية اللحام مباشرة

١. يتم إبعاد جميع المواد القابلة للاشتعال لمسافة لا تقل عن ٣٥ قدم (١١ مترا) من مكان اللحام.

٢. في حالة تعزر نقل المواد القابلة للاشتعال، يتم استخدام ستائر أو أغطية مناسبة لعزل الحرارة، والشرر ونواتج اللحام. كذلك يتم تغطية جميع المواد القابلة للاشتعال بواسطة مواد غير قابلة للاشتعال ورش الأرضية أسفل مكان اللحام بالماء لإطفاء الشرر المتطاير.

٣. تأكد من توافر وصلاحيات طفايات الحريق.

٤. وفر عناصر التهوية في مكان اللحام بحيث لا تسمح لتجمع الغازات نظر الانبثاق غازات بسبب عملية اللحام.

٥. وضع أسطوانات الغازات في مكان مناسب يسهل الوصول إليه ويجب أبعادها عن مكان انبعاث الحرارة مثل المشعات الحرارية والأفران وغيرها.

٦. عدم السماح بإجراء أية أعمال لحام أو قطع في البراميل المستعملة إلا بعد تنظيفها تماما والتأكد من خلوها تماما من المواد القابلة للاشتعال.

٧. يجب أن تفتح الأسطوانات عن طريق المنظمات وبحسب الضغط المطلوب وبشكل تدريجي.

٨. التأكد من عدم التنفيس في أسطوانات غاز الأوكسجين وأسطوانات غاز الأسيتيلين ويجب تجنب استخدام اللهب مثل الولاعة أو عود كبريت وفي حالة وجود تنفيس يجب إخراج الأسطوانة إلى الخارج وأبعاد ها عن مصدر الحرارة.

٩. 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 وواقي البطن والأكمام مصنوعة من الجلد وخالية من الزيوت والشحوم القابلة للاشتعال (شكل رقم ١١).

شكل رقم ١١: أدوات الحماية الشخصية

الأمن والسلامة أثناء اللحام

إن القوس الكهربائي المتولد أثناء عملية اللحام بين قطعة العمل والالكترود (سلك التغذية) والذي ينتج عنه حرارة عالية وغازات متطايرة بسبب انصهار معدن قطعة العمل وسلك التغذية كل ذلك له تأثير علي فني اللحام لذلك كان لا بد من توفر أدوات سلامة خاصة للوقاية من هذه المؤثرات لحماية فني اللحام، وهذه الأدوات هي:

١. ارتداء خوذة وجه اللحام المزود بزجاج للتعتيم (درجة التعتم ١١ أو ١٢) وذلك الحماية العين من الإشعاعات وحماية الجهاز التنفسي من الغازات المتولدة أثناء اللحام وكذلك لتسهيل حركة كلتا اليدين أثناء عملية اللحام.

٢. ارتداء أفرول وقفازات خاصة تتحمل درجات الحرارة العالية وحذاء سلامة.

٣. ارتداء نظارات شفافة لوقاية العينين من الشرر المتطاير جراء عملية الجلخ في مكان العمل.

٤. استخدام الملاقط والزرديات المناسبة لامساك أو نقل القطع الملحومة.

٥. توفر تهوية مناسبة لمكان العمل مع مراعاة عدم تكون تيارات هوائية في مكان اللحام.

أدوات السلامة الواجب توافرها داخل الورشة

وهي الأدوات الواجب توافرها داخل ورشة العمل والتي توفر جميع عوامل السلامة من الحرائق، حيث يتم تزويد ورش العمل بأجهزة الإنذار والإطفاء والخروج من موقع العمل بأمان. ومن أهم أدوات السلامة الأساسية الواجب توافرها داخل مكان العمل الاتي؛

حقيبة الإسعافات الأولية first Aid Kit

يوضح (شكل رقم ١٢) حقيبة الإسعافات الأولية وهي حقيبة تحتوي على المواد الضرورية للإسعافات الأولية كالقطن واللصق الطبي والبيتادين والمواد المطهرة للجروح وغيرها من المواد اللازمة لحالات الطوارئ.

شكل رقم ١٢: حقيبة الإسعافات الأولية

طفايات الحريق Fire Extinguisher

يوضح (شكل رقم ١٣) طفايات الحريق وهي متعددة الأغراض والأشكال ويجب توفرها في الورشة للمساهمة في التعامل مع البدايات الأولى للحريق وإخمادها سريعا، وتزيد أهميتها في الأماكن التي يكون احتمال حدوث الحرائق فيها كبيرا.

شكل رقم ١٣: طفايات الحريق

اللوحات الإرشادية

يوضح (شكل رقم ١٤) مجموعة من اللوحات الإرشادية والتي يجب أن تتواجد داخل الورشة أو موقع العمل لتحديد أماكن الخروج وإلزام العامل بارتداء الملابس الواقية وعلامات منع التدخين وأماكن 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.

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

أنواع طفايات الحريق

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

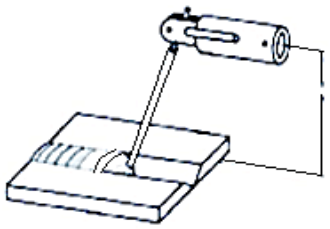
المعارف النظرية للوحدة

مقدمة

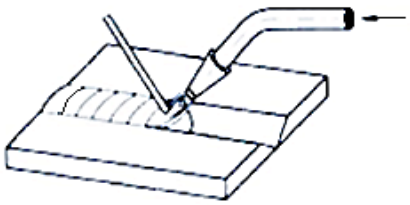
نظرة عامة على أنواع اللحام بالصهر شائعة الاستخدام

من هذه الأنواع

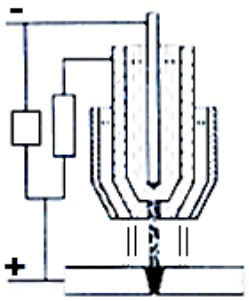
١. اللحام بالقوس الكهربي اليدوي MMA.
٢. لحام الأوكسى أستيلين.
٣. اللحام بالبلازما.
٤. اللحام بالقوس المعني ARC مع استخدام غاز الحماية (MIG-MAG).
٥. لحام ال TIG باستخدام غاز خامل.
٦. اللحام بالقوس المغمور Submerged arc welding.



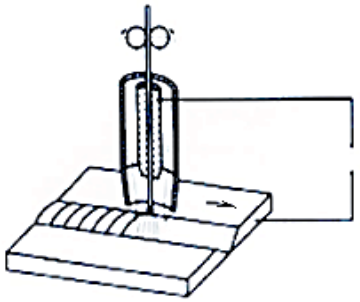
لحام القوس الكهربي MMA



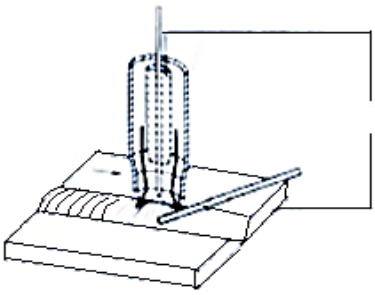
لحام الأوكسي أستلين OAW



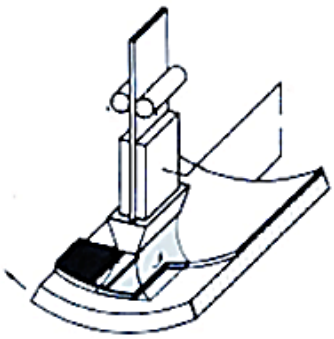
اللحام بالبلازما



اللحام بـ ARC مع استخدام غازات الحماية



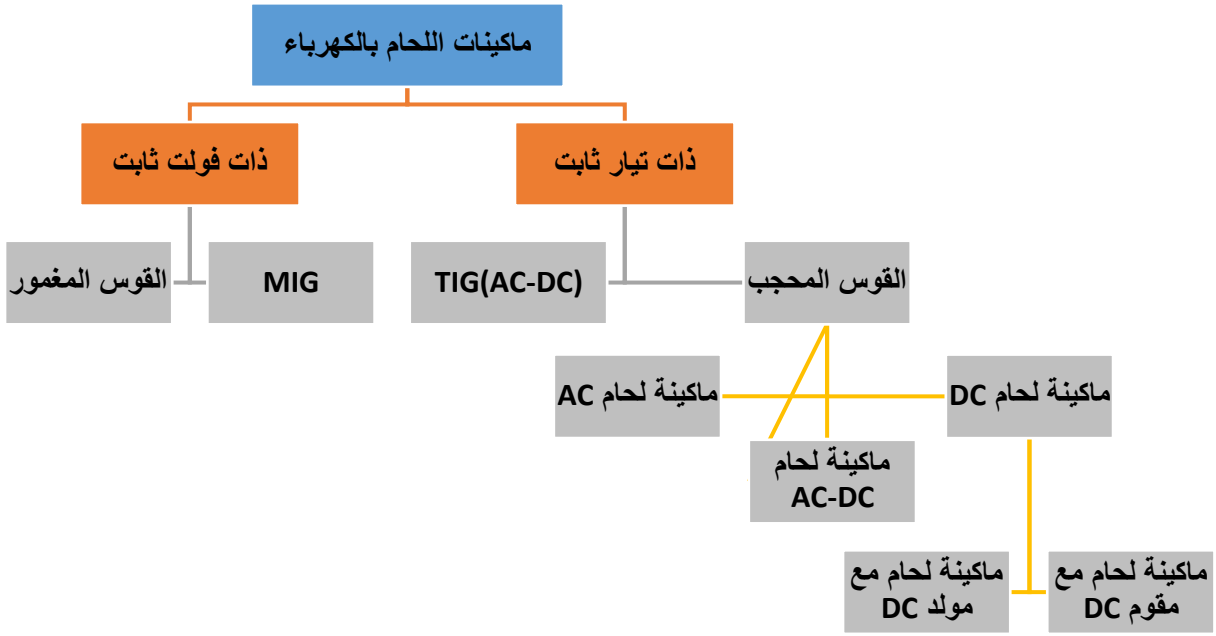
لحام الـ TIG باستخدام غاز خامل



اللحام بالقوس المغمور SAW

شكل رقم ١٥: أنواع اللحام الشائعة

تصنف ماكينات اللحام بالكهرباء إلى نوعين رئيسيين هما على التوالي، ماكينات ذات تيار ثابت أو ذات فولت ثابت كما هو مبين في (شكل رقم ١٦).



شكل رقم ١٦: تصنيف ماكينات اللحام بالكهرباء

عمليات اللحام بالميج-ماج MIG-MAG أو TIG تعد من عمليات اللحام بالقوس الكهربائي Arc welding processes. وفي الحقيقة إن ميج ماج هما وجهان لعملة واحدة فكلاهما يستخدم نفس المعدات ونفس الغاز يوجد مسميين لهذا النوع من اللحام، المسمى الأول هو لحام القوس الكهربائي MIG – MAG كما جاء في المعيار الدولي الأوربي ISO، فعندما يقال لحام ميج -ماج اعلم أن المتحدث يقصد المعيار الأوربي ISO أو الإنجليزي BS فقط، والمسمى الثاني هو GMAW وتعني Gas Metal Arc Welding وهي لحام المعادن عن طريق القوس الكهربائي باستخدام الغاز وهذا المسمى يستخدم في المعيار الأمريكي ASME Code وAWS وبالتالي فإن مصطلحات الـ MIG – MAG في نظام الأيزو أو مصطلح GMAW الأمريكي يعنيان نفس الشيء والأسلوب.

معاني المصطلحات حسب الاتي:

- Metal Inert Gas – MIG هي طريقة اللحام بالقوس المعدني المحبب بغاز خامل غير النشط فعلي سبيل المثال غاز الأرجون – أو غاز الهليوم، كما انه يصلح في جميع أنواع اللحام للمعادن غير الحديدية مثل الألمنيوم والنحاس... الخ.
- Metal Active Gas – MAG هي طريقة اللحام بالقوس المعدني المحبب بغاز نشيط بجانب غاز خامل.

وفي لحام MIG-MAG يتم قدح قوس كهربي ويحتفظ به بين الشغلة والاكترود المعدني تتم حماية القوس وبركة اللحام من الهواء بواقي غازي. الاكترود المعدني المستخدم في لحام الميج-ماج يستهلك أثناء اللحام ويكون على شكل ملف سلك غير مغلف (عار) ملفوف حول بكرة وتتم تغذيته بوساطة محرك إلى منقطة اللحام ويكون قطر السلك عادة ما بين (٠,٥ مم) و(٢,٥مم)، بكرة السلك المستخدم تسمح بلحام خطوط طويلة دون توقف. ويمكن استخدام قيم عالية لشدة التيار وهذا ينتج عنه سرعات لحام أعلى وعمق انصهار أعلى وتشوه قليل. في هذه الطريقة يمكن أداء اللحام من جميع الأوضاع ويمكن أيضا لحام معظم المعادن الهندسية الشائعة ويمكن تطبيق هذه الطريقة لكل الثخانات الصغيرة والكبيرة. أما من أبرز عيوب هذه الطريقة إنها تستخدم فقط للحام المعادن المطلية، التي يمكن إنتاج سلك الالكترود منها على شكل ملف سلك. وأيضا في هذه الطريقة توجد معدات كثيرة وبالتالي تحتاج إلى صيانة كثيرة ومن أبرز عيوب هذه الطريقة تكاليفها العالية.

الحام بالغاز الخامل/النشط MIG-MAG

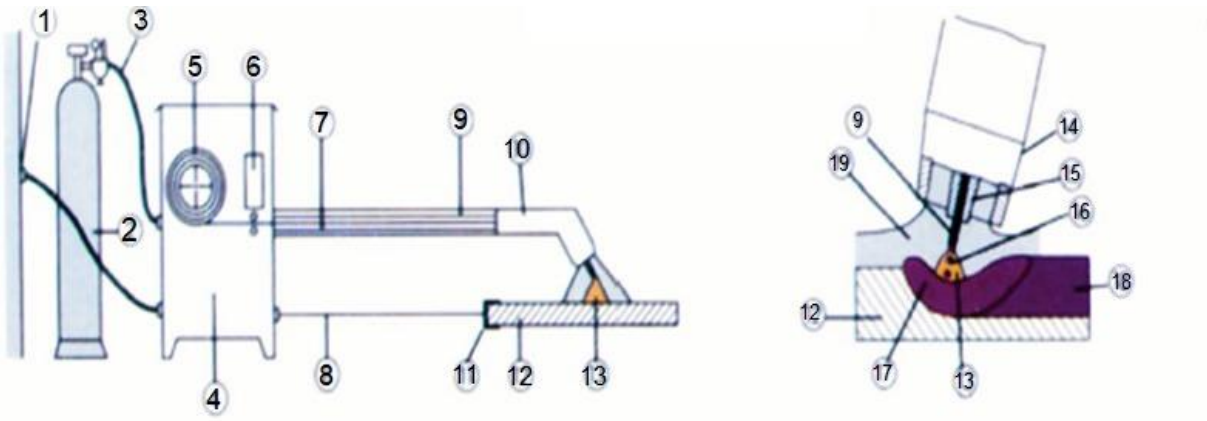
لحام MAG/MIG هو أكثر أنواع اللحام انتشارا في العالم وهو لحام اقتصادي ويستخدم بصفة خاصة في صناعات السيارات والماكينات وكذلك لحامات الصهاريج والمراجل.

طريقة التشغيل

تتكون بركة اللحام أو الانصهار من أجزاء من الشغلة والسلك المنصهرين بواسطة القوس الكهربي المشتعل بين نهاية السلك والشغلة والمحاط بالغاز العازل. ويوضح (جدول رقم ١) نوعي اللحام MIG-MAG والغازات التي يمكن استخدامها مع كل نوع.

نوع اللحام	الغازات المستخدمة
MIG	**غازات خاملة**: ارجون أو هيليوم أو (ارجون +هليوم)
MAG	**غازات نشطة**: (ارجون+CO_2) أو (ارجون +O_2) أو (أرجون+O_2+ CO_2)

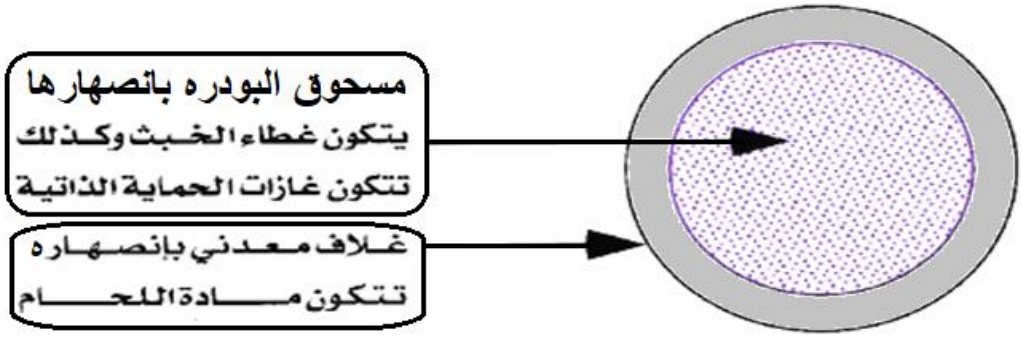
جدول رقم ١: نوع اللحام والغازات التي يمكن استخدامها مع كل نوع



شكل رقم ١٧: لحام MAG/MIG

لحام MAG بالحماية الغازية الذاتية مع استخدام سلك Flux Cord Wire

يلاحظ عند اللحام بسلك Flux Cord Wire تكون كميات كبيرة من الأدخنة ولذلك يجب توافر أجهزة الشفط في مكان العمل وخاصة عند اللحام داخل الورشة.



شكل رقم ١٨: حالة لحام الميج باستخدام الكترود

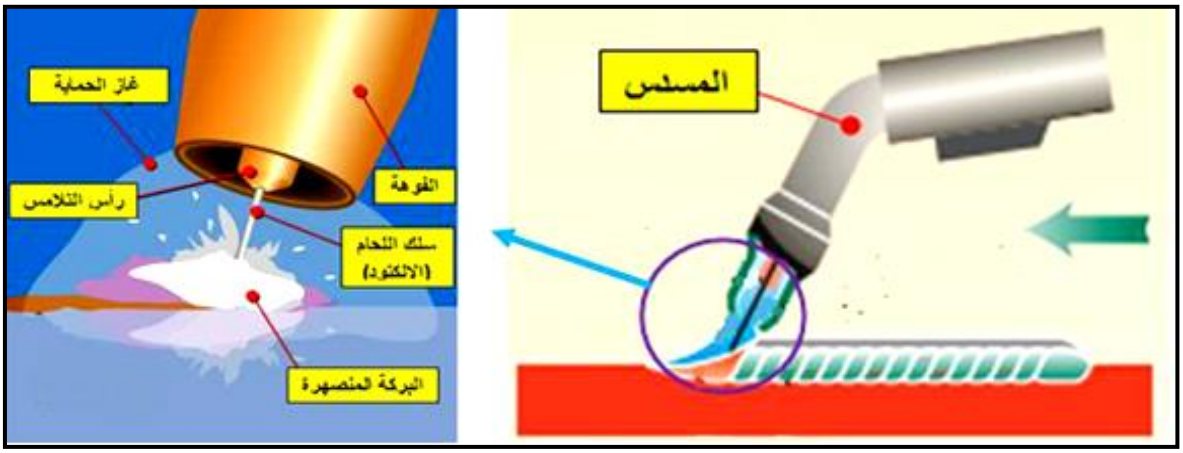
اللحام بالقوس المعنى والغاز هو أحد أنواع اللحام بالقوس الكهربي، حيث ينصهر المعدن تحت تأثير الحرارة العالية الناتجة عن قوس كهربي (Arc Welding) يحدث بين سلك لحام متصل ومستهلك (الالكترود) وقطعة العمل (معدن الأساس)، وأثناء القيام بعمليات اللحام تتم تغذية سلك اللحام أتوماتيكيا باستخدام جهاز تغذية، أما تقدم مسدس اللحام فيتم يدويا، لذا سمى باللحام النصف أتوماتيكي، وكذلك يمكن تنفيذ هذا النوع من اللحام أتوماتيكيا عندما يتم التحكم في حركة مسدس اللحام أو قطعة العمل (الشغلة) أتوماتيكيا.

أثناء عملية اللحام تتم حماية القوس وبركة اللحام المنصهرة من الهواء الجوي بواسطة غاز أو خليط من الغازات.

تكون الغازات المستخدمة إما خاملة أو نشطة، وبالتالي يتم تقسيم اللحام بالقوس المعنى والغاز إلى قسمين:

١. اللحام بالقوس المعنى والغاز الخامل مثل الأرجون (Ar) "Metal Inert Gas" واختصاره (MIG).
٢. اللحام بالقوس المعنى والغاز النشط مثل (ثاني أكسيد الكربون (CO_2)) "Metal Active Gas" واختصاره (MAG).

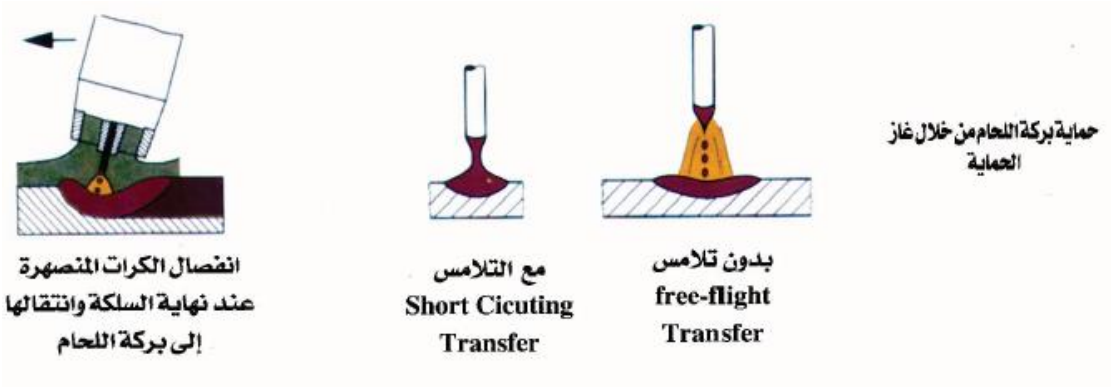
ويوضح (شكل رقم ١٩) مبادئ عمل اللحام بالقوس المعنى والغاز (GMAW):



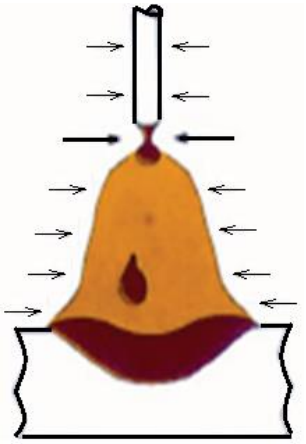
شكل رقم ١٩: مبادئ عمل اللحام بالقوس المعنى والغاز (GMAW)

وصف انصهار سلكة اللحام في MAG/MIG

انفصال الكرة المنصهرة يتم من خلال تأثير القوى المغناطيسية المؤثرة على السلك والـ Arc من الخارج والتي تؤدى في النهاية إلى تخصير (اختناق) الجزء المنصهر في نهاية السلك.



شكل رقم ٢٠: وصف انصهار سلك اللحام في MAG/MIG

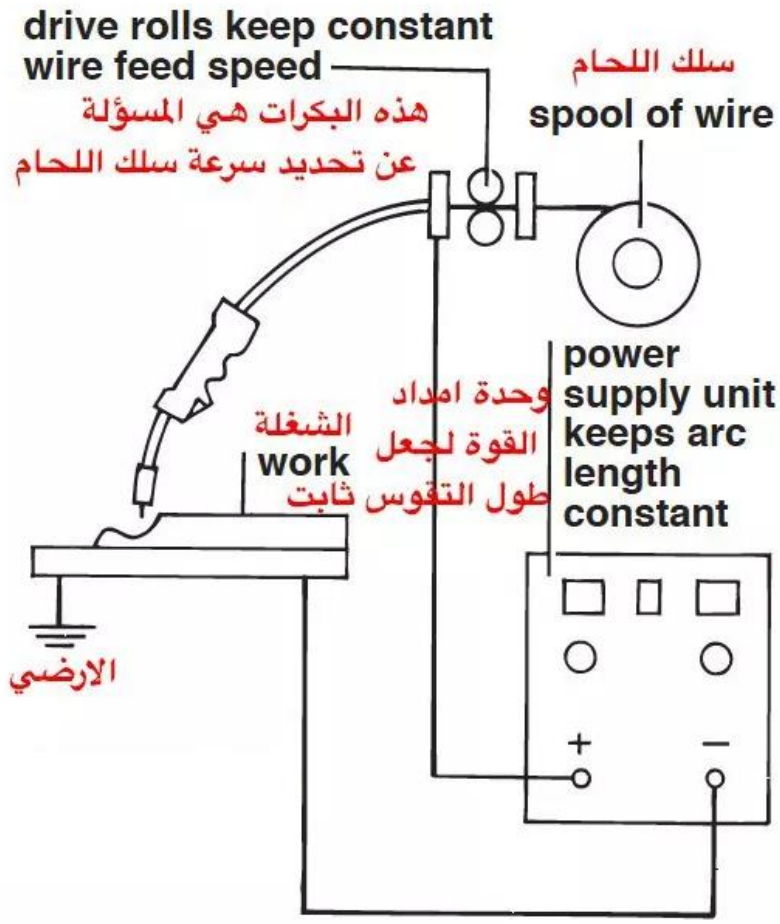


شكل رقم ٢١: وصف انصهار سلك اللحام في MAG/MIG

لحام الميج - ماج

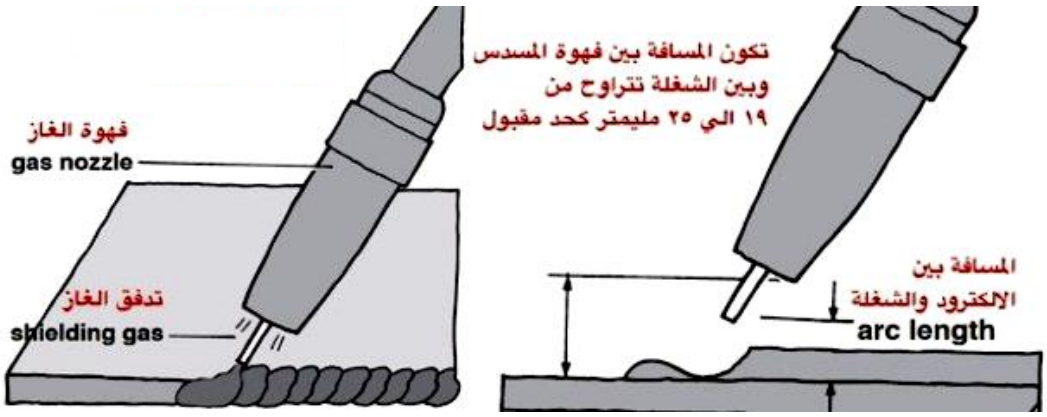
في الحقيقة إن لحام ميج ماج MAG/MIG هما وجهين لعملة واحدة فكلاهما يستخدم نفس المعدات ونفس الغاز وكلاهما من طرق اللحام بالقوس الكهربائي باستخدام الغاز والاختلاف هو أن لحام الميج MIG يستخدم غاز خامل غير نشط مثل غاز الأرجون أو غاز الهليوم ويصلح في جميع أنواع اللحام للمعادن غير الحديدية مثل الألمنيوم والنحاس .... الخ. أما في اللحام الماج MAG فيتم استخدام الغاز النشط مثل الأكسجين O_2 أو ثاني أكسيد الكربون CO_2 مع غاز خامل مثل الأرجون AR.

إن هذه العمليات مناسبة وجيدة جدا لإجراء اللحام اليدوي وعمليات اللحام الميكانيكية وفي MAG-MIG يتم استخدام الجهد المنخفض من ١٨ إلى ٤٠ فولت والتيار المستمر high Current من ٦٠ إلى ٥٠٠ أمبير. لكي يتم تكوين القوس ما بين نهاية سلك اللحام (الالكترود) والوصلات وبالتالي يتم إنتاج وإمداد ما يكفي من الحرارة لتكوين القوس Arc weld وعمليه الانصهار وتكون مهمة الغاز هي حماية اللحام من عوامل الجو الضارة والتلوث بعمل درع الحماية ولهذا تم تسميته بغلاف الغاز (الدرع أو الشيلد أو الحجاب) Gas shield. ويوضح (شكل رقم ٢٢) الوضع النموذجي لآلية العمل في أنواع لحام القوس الكهربائي MIG-Mag.



شكل رقم ٢٢: آلية العمل بلحام الميج ماج

يوصل الأكترود السلكي من البكرة إلى مسدس اللحام عبر جهاز التغذية خلال حزمة من الخراطيم المرنة. ويجري التحكم في عناصر اللحام بمفتاح كهربائي على مقبض المسدس. ويستمد تيار اللحام من مقبس للتيار المستمر ، حيث يسري إلى الاكترود السلكي عبر منفث توصيل في مسدس اللحام قبيل بلوغ موضوع اللحام وتبلغ شدة التيار في طرف السلك القصير الحامل للتيار الكهربائي درجة عالية لصغر مساحة مقطعه، مما تعطيه قدرة صهر عالية وتغلغلا أعمق. والشكل مبين به كيفية آلية العمل أثناء عمليات اللحام مع طريقة تنظيم السرعات من خلال البكرات لسلك اللحام وإمداد القوة الكهربائية يتم تحديده بناء علي المسافة بين الشغلة والالكترود Arc Length. ويوضح (شكل رقم ٢٣) عمليات تدفق الغاز والمسافة بين الشغلة وبين الالكترود، وتتراوح المسافة بين فتحة تدفق الغاز وبين الشغلة ما بين ١٩ إلى ٢٥ مليمتر وتعتبر هذه المسافة مقبولة.



شكل رقم ٢٣: آليات العمل أثناء عمليات اللحام

من خلال الشكل أعلاه يتبين أن آليات وعمليات التدفق الخاصة بسلك اللحام تتم بواسطة الية ميكانيكية وتبقي مسئولية فني اللحام هي التركيز في المحافظة على طول المسافة بين الوصلات وما بين الالكترود لضمان عملية الانصهار Fusion بشكل طبيعي. وفي الواقع أن مصدر الطاقة الخاص بعمليات اللحام MIG – MAG في لحام القوس الكهربائي هو مصدر الجهد المستمر constant voltage وهو المسؤول بطريقة أوتوماتيكية عن ضبط القوس ومصدر التيار المستمر Current Constant هو المسؤول عن عملية رقابة وضبط انحناء القوس وضبط مساره ومصدر الطاقة هذا معروف باسم المحول والمحولات. وفي ظل التطور الصناعي لمعدات اللحام تري هذه الأحرف CC-CV فهي تشير إلى أنواع المحولات constant current and constant voltage وهي التي لها اليات أوتوماتيكية

هناك بعض شركات تعبئة أسطوانات الغاز لديها مواصفات معينة لذلك ينبغي عليك أن تكون ملم بنوع الغاز المستخدم لأنه قد يحتاج منك إلي عمليات تسخين اقل من المعدلات الطبيعية لمعدن الأساس قبل البدء في إجراء عمليات اللحام MIG – MAG Arc Weld.

- أقطار السلك: ٠,٨/١/١,٢/١,٦ مم.
- سرعة سحب السلك: تصل إلى ١٥ متر / الدقيقة.
- قوة التيار المستخدم: تصل إلى ٥٠٠ أمبير.
- قدرة صهر السلك: تصل إلى ٧ كجم / ساعة.

المعادن: يستخدم لحام الـ MAG في لحام الصلب وسبائكه وكذلك في لحام الصلب الغير قابل للصدأ ويستخدم الـ MIG في لحام الألومنيوم والنحاس والنيكل والبرونز.

أوضاع اللحام: يناسب لحام الميج-ماج جميع أوضاع اللحام بلا استثناء.

نطاقات الاستخدام: هذا النوع من اللحام يجمع بين مزايا اللحام بـ MMA (جودة الحماية من التأثير الضار للهواء الخارجي من خلال الخبث والغازات المتكونة) ومزايا لحام MAG مثل قدرة الانصهار العالية

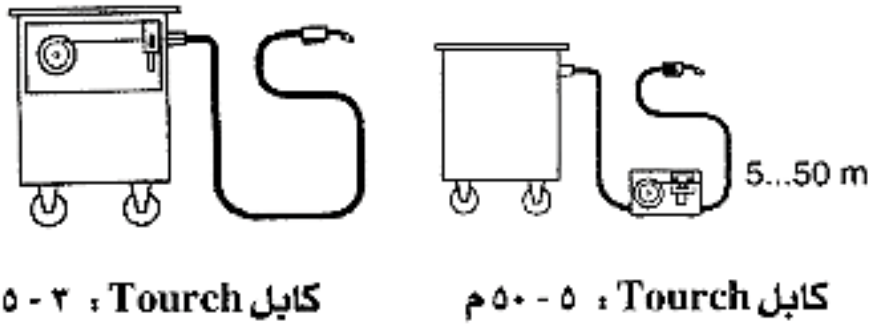
(تصل إلى ١١ كجم / ساعة) وكذلك سهولة ومرونة لحام MAG ويستخدم هذا النوع من اللحام بكثرة في لحام الصلب وسبائكه بدءا من ٥ مم وذلك في مجالات تشييد الكباري والجسور والمنشآت المعدنية وصناعة السفن الحربية.

- أقطار سلك اللحام: ١/١,٢/١,٤/١,٦ ,١ مم.
- سرعة السلك: حتى ١٥ م / دقيقة.
- قوة التيار: حتى ٢٥٠ أمبير عند استخدام سلك بقطر ١,٤ مم.

يمكن لحام كلا من MIG-MAG باستخدام سلك Flux Cord Wire مع الاستعانة بغازات الحماية (CO_2 أو غازات نشطة مخلوطة مع الأرجون).

أجهزة سحب سلك اللحام (موتور السحب)

في حالة وجود جهاز سحب السلك داخل الماكينة كما هو مبين في (شكل رقم ٢٤) (الصورة ناحية اليسار) يكون طول كابل الطورش من ٣ - ٥ م وعند الحاجة إلى إطالة كابل الطورش من ٥ - ٥٠ م فذلك يستلزم توصيل جهاز سحب السلك خارج الماكينة مع كابل الطورش مباشرة (الصورة ناحية اليمين).



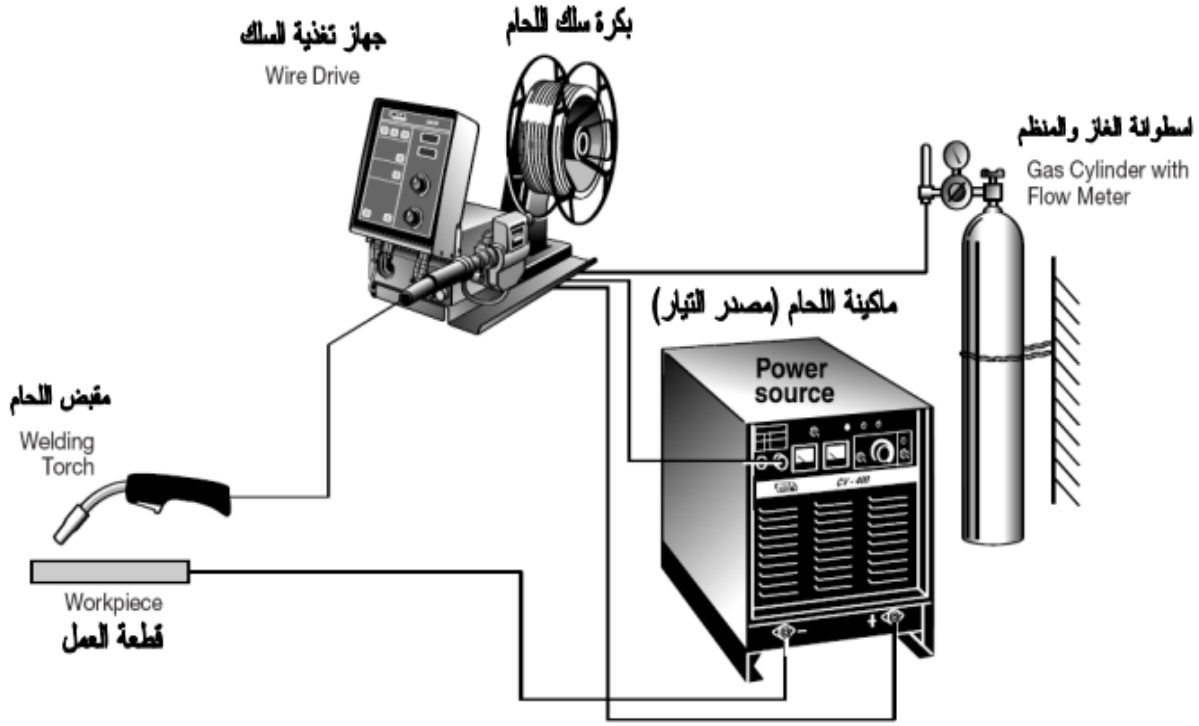
شكل رقم ٢٤: أجهزة سحب سلك اللحام (موتور السحب)

مكونات وحدة اللحام بالقوس المعدني والغاز (GMAW) معدات لحام الميج ماج وملحقاتها

تتكون وحدة لحام الميج-ماج كما هو موضح في (شكل رقم ٢٥) من الأجزاء الرئيسية التالية:

- ماكينة اللحام
- منظم الغاز
- وحدة (أسطوانة) غاز الحماية أو الحجب
- بكرة سلك اللحام
- وحدة (جهاز) تغذية سلك اللحام وبكرة سلك اللحام
- مسدس اللحام
- ماسك أرضى

- كابل أرضى
- كابل المسدس
- وحدة تغذية السلك وبكرة سلك اللحام



شكل رقم ٢٥: مكونات وحدة لحام ميج - ماج

١- ماكينة اللحام (Welding Machine):

تستخدم في لحام الميج ماج آلات لحام يجب أن ت توفر فيها شروط خاصة لاستقرار القوس الكهربائي وهذه الشروط هي:

- تدفق تيار كهربائي مناسب لقطر سلك اللحام
- فولتية كافية لبدء توليد القوس والمحافظة على استقراره بشكل ثابت أثناء اللحام لذلك تم استخدام آلات لحام تنتج تيارا كهربائيا مستمرا بحيث تكون قطبية التيار معكوسة (Polarity Reverse) ويرمز لها بالرمز (DC+) أو الرمز (DCEP) أو الرمز (DCRP)، ولا يمكن استخدام التيار المتردد في إجراء عملية اللحام وذلك بسبب ضعف القوس الكهربائي المتولد الناتج عن تذبذب التيار. ويسبب الحاجة إلى تيار مستمر أثناء إجراء عملية اللحام فان هناك نوعان من الآلات كما يلي:

أ. **آلات لحام نوع مولد التيار (Generator):**

يتم توليد التيار الكهربائي اللازم لإجراء اللحام عن طريق آلات تعمل بمبدأ احتراق الوقود الذي ينتج عنه طاقة حرارية وتحويل هذه الطاقة إلى تيار كهربائي ويبين (شكل رقم ٢٦) أحد أنواع هذه الماكينات.

شكل رقم ٢٦: آلة لحام بمولد كهرباء

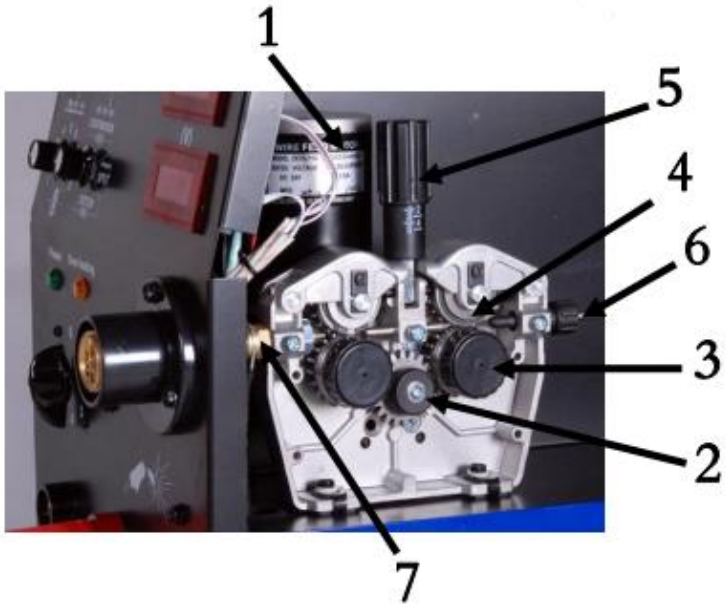
ب. **آلات لحام نوع موحد (مقوم) التيار (Rectifier):**

وهي الأكثر استخداما لصغر حجمها وسهولة نقلها مقارنة مع النوع الآخر، وفي هذه الآلات يتم التحكم بسرعة تغذية سلك اللحام عن طريق مفتاح التحكم بالتيار، كذلك يتم التحكم مقدار الحرارة اللازمة لصهر سلك اللحام وقطعة العمل عن طريق مفتاح التحكم بالفولتية، ويبين (شكل رقم ٢٧) أحد هذه الأنواع.

شكل رقم ٢٧: آلة لحام موحد التيار

٢- وحدة التغذية (Feeding Unite):

تقوم وحدة التغذية حسب تصميمها بعملية سحب أو دفع سلك اللحام من بكرة السلك المثبتة على حامل خاص إلى مقبض اللحام. وتتكون وحدة التغذية من نوع الدافع للسلك من عدة أجزاء كما هو موضح في (شكل رقم ٢٨).



شكل رقم ٢٨: وحدة التغذية

١. محرك كهربائي: يقوم بتحريك مجموعة التروس.
٢. صندوق (علبة) التروس: تقوم التروس بنقل الحركة إلى عجلة التغذية والتي تحدد سرعة خروج سلك اللحام.
٣. عجلة التغذية (القائد): تكون هذه العجلة مثبتة على عمود موصول بصندوق التروس وتحتوي هذه العجلة على تجويف حرف (U) أو حرف (V) أو من النوع المخربش وهذا التجويف يساوي قطر سلك اللحام، ويبين (شكل رقم ٢٩) هذه الأنواع.

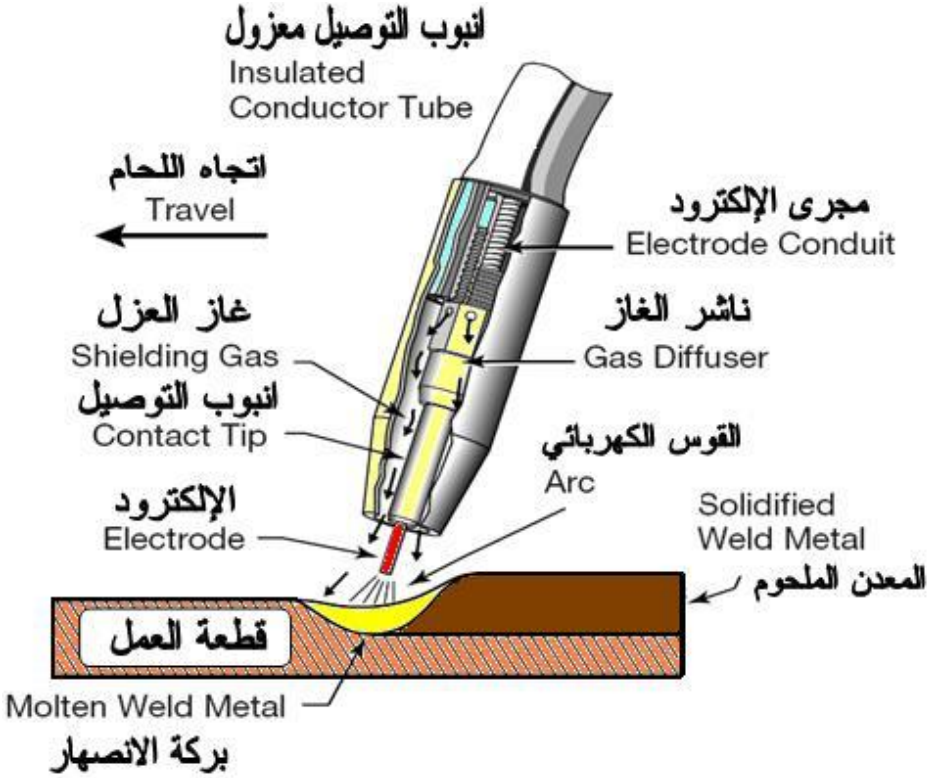
شكل رقم ٢٩: تجويف عجلة التغذية

٤. عجلة الضغط (المنقاد): تقوم بالضغط على سلك اللحام بحيث يحدث الدفع للسلك وهذه العجلات إما أن تكون مجوفة أو بدون تجويف.
٥. برغي عيار الضغط: يقوم معايرة ضغط مناسب لدفع السلك ويعتمد مقدار الضغط على نوع معدن سلك اللحام وطول كابلات مقبض اللحام.
٦. فتحة دخول السلك: تساعد على تثبيت مسار سلك اللحام عند دخوله إلى عجلات الدفع.

٧. فتحة خروج السلك: تساعد على تثبيت مسار السلك عند دخوله إلى مقبض اللحام، وتصنع هذه القطعة من المعدن عند لحام المعادن الحديدة ومن مواد بلاستيكية مثل التفلون وذلك عند لحام معدن الألمنيوم خاصة وذلك لليونة هذا المعدن.

٣- مقبض (مسدس) اللحام Welding Torch - Gun:

يقوم مقبض اللحام بإيصال التيار الكهربائي وسلك اللحام والغاز الحاجب إلى منطقة اللحام، ويتكون مقبض اللحام من أجزاء كما يبين (شكل رقم ٣٠).



شكل رقم ٣٠: مسدس اللحام

أ. أنبوبة التوصيل (التماس):

تعمل أنبوبة التوصيل على نقل التيار الكهربائي إلى سلك اللحام ويكون قطر الثقب الذي يمر به سلك اللحام أكبر بقليل من قطر سلك اللحام لتسهيل حركة خروج سلك اللحام وأنبوبة التوصيل هذه تكون مصنوعة عادة من النحاس، ويبين (شكل رقم ٣١) توضيحا لعمل الأنبوبة.

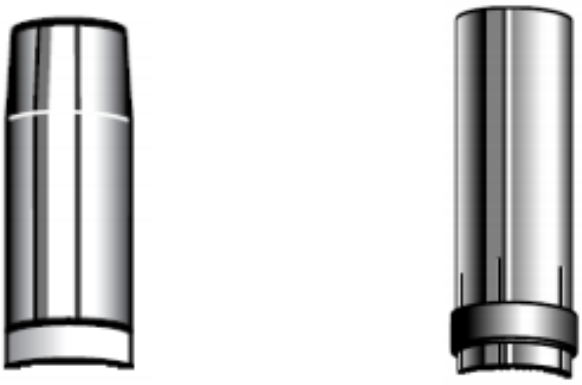
شكل رقم ٣١: أنبوبة التوصيل

ويجب مراعاة المداومة على تنظيف هذه الأنبوبة من الرذاذ المتطاير أثناء عملية اللحام وذلك برش سائل خاص يقلل من التصاق الرذاذ وإزالة هذا الرذاذ باستخدام زراديات خاصة بلحام الميج ماج كما يبين (شكل رقم ٣٢).

شكل رقم ٣٢

ب. **فوهة التوصيل المعزولة:**

تقوم هذه الفوهة بتوجيه الغاز الحاجب إلى بركة اللحام، وتصنع هذه الفوهة من مواد مقاومة للحرارة ويتراوح قطر هذه الفوهات بين ١٢ إلى ٢٥ مم، ويبين (شكل رقم ٣٣) بعض هذه الأنواع:



شكل رقم ٣٣: فوهة توصيل معزولة

ويمكن تقسيم مقابض اللحام حسب نظام التبريد إلى:

١. مقابض ذات تبريد هوائي:

تستخدم عند الحاجة إلى تيار ٢٠٠ أمبير وذلك في حالة استخدام غاز الأرجون كغاز واقي أو تيار ٣٠٠ أمبير في حالة استخدام غاز ثاني أكسيد الكربون كغاز واقي بسبب ما يتميز به هذا الغاز من خاصية التبريد.

٢. مقابض ذات تبريد مائي:

تستخدم عند الحاجة إلى تيارات مرتفعة أكثر من ٣٠٠ أمبير أو لتيارات اقل وذلك عند اللحام لفترات طويلة.

٤- نظام تغذية سلك اللحام:

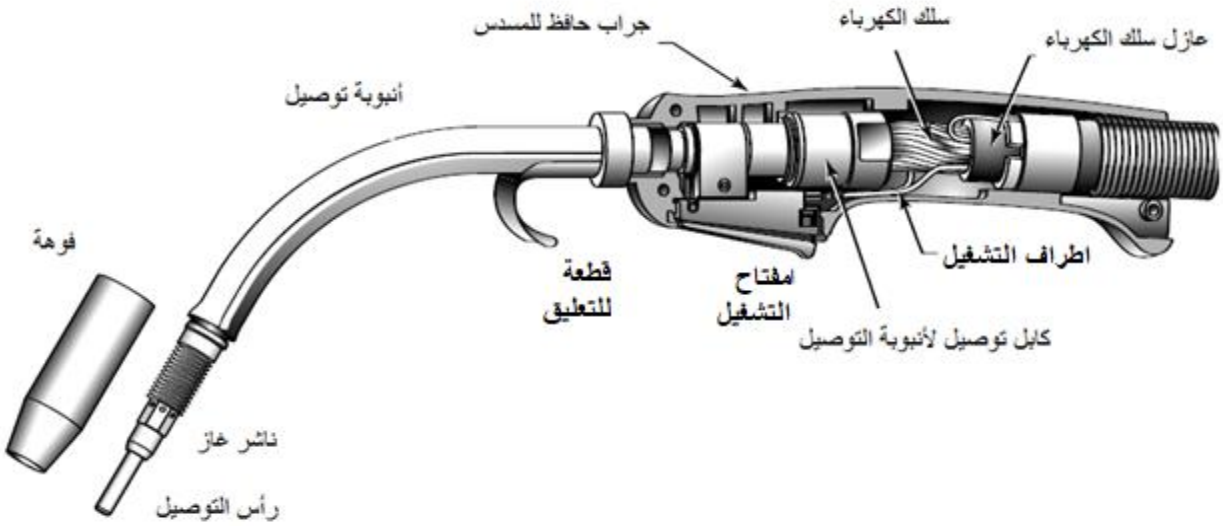
يعتمد نظام تغذية سلك اللحام على:

- المادة المصنوع منها سلك اللحام ودرجة قساوتها
- قطر سلك اللحام
- طول كابل توصيل التيار والسلك

واعتمادا على نظام تغذية سلك اللحام يمكن تقسيم المقابض إلى:

أ. **نظام التغذية بالدفع:**

تم توضيح هذا النظام سابقا عندما تحدثنا عن وحدة التغذية، وغالبا ما يستخدم هذا النوع في لحام المعادن الحديدية بسبب قساوة هذه المعادن ما يجعل عملية دفع السلك أسهل مما هي عليه عند لحام المعادن الطرية مثل الألمنيوم التي تنثني كثيرا في داخل مجرى السلك أو عند مخرج السلك من منطقة عجلات الدفع إلى مدخل المقبض وذلك بسبب الاهتزازات الناتجة عن اندفاع السلك.



شكل رقم ٣٤: طورش اللحام

ب. **نظام التغذية بالسحب:**

هذا النوع من المقابض مزود بعجلات تغذية داخلية قريبة من فونية اللحام، وتستخدم هذه المقابض عادة في أعمال اللحام الخفيفة وعند لحام المعادن الغير حديدية، إلا أن هذا النوع وزنه أثقل من مقبض اللحام الذي يعمل بنظام الدفع بسبب وجود بكرة سلك اللحام وعجلات السحب على جسم المقبض.

ج. **نظام التغذية المزدوج:**

هذا النوع من المقابض يجمع بين النظامين السابقين حيث يمكن استخدامه في لحام المعادن الحديدية وغير الحديدية.

٥- الأجزاء التي تتصل بمقبض اللحام:

أ. **كوابل اللحام:**

تقوم هذه الكوابل بتوصيل التيار الكهربائي وسلك الحام إلى مقبض اللحام، وتحتوي هذه الكوابل من الداخل على مجرى لمرور سلك اللحام يصنع عادة هذا المجرى من الفولاذ ويكون على شكل زمبرك وذلك لتسهيل حركة المقبض أثناء اللحام، ويصنع أيضا من مواد بلاستيكية وذلك عند لحام المعادن اللينة مثل الألمنيوم.

ومن الأمور الواجب مراعاها عند اللحام ما يلي:

- عدم وضع الكيبل على الحواف الحادة أو ثنيه لان هذا يؤدي إلى التقليل من سرعة خروج السلك أو إلى توقفه.
- الحفاظ على نظافة مجرى دخول السلك بنفخ الهواء المضغوط.

ب. **خراطيم الغاز الحاجب:**

تقوم هذه الخراطيم بإيصال الغاز الحاجب إلى منطقة اللحام.

ج. **خراطيم التبريد:**

تقوم هذه الخراطيم بإيصال الماء إلى مقبض اللحام لتبريده في حالة استعمال مقابض اللحام التي تعمل بتبريد الماء.

٦- غازات الحجب (Covering Gas):

يستخدم أثناء عملية اللحام غازات تقوم بعزل منطقة اللحام (سلك التغذية وبركة اللحام) عن الهواء الجوي المحيط وذلك ل لحصول على استقرار للقوس الكهربائي ولمنع أكسدة اللحام وتلوث بركة الانصهار بالهواء المحيط. ويستخدم في لحام الميج-ماج أنواع مختلفة من الغازات منها غازات نشطة ومنها غازات خاملة أو خليط من هذه الغازات. ويعرف الغاز الخامل بأنه الغاز الذي لا يتفاعل مع غيره كيميائيا حتى في درجات الحرارة العالية.

العناصر المؤثرة على اختيار نوع الغاز الحاجب:

- نوع المعدن المراد لحامه.
- مقدار العمق (التغلغل) المطلوب.
- شكل ومواصفات وصلة اللحام.
- وضع اللحام (ارضي، أفقي، .....).
- تكلفة الغاز.

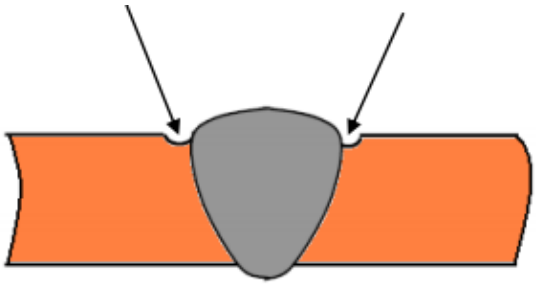
أنواع الغازات الحاجبة المستخدمة في عملية اللحام:

- الأرجون.
- الهيليوم.

- ثاني أكسيد الكربون.
- خلائط الغازات.

أولا: غاز الأرجون (Ar):

وهو غاز خامل أثقل من الهواء ب ١,٤ مرة ويوجد في الهواء بنسبة أكبر من الغازات الخاملة الأخرى حيث أن كمية قليلة منه تعمل على عزل منطقة اللحام أكثر من الغازات الأخرى. ويستخدم غاز الأرجون في لحام المعادن الحديدية وغير الحديدية إلا أن من عيوب استعماله في لحام الفولاذ حدوث تحفير على جوانب خط اللحام كما يبين (شكل رقم ٣٥).



شكل رقم ٣٥: تحفير جانبي

ولكن مما يميزه هو استقرار وثبات في القوس الكهربائي، كما أن رذاذ المعدن المنصهر المتطاير أثناء اللحام يكون قليلا. وتطلى أسطوانات غاز الأرجون باللون الأزرق.

ثانيا: غاز الهيليوم (He):

وهو غاز خامل أخف من الهواء وهو أفضل من غاز الأرجون في توليد القوس الكهربائي ويكون جذر اللحام أعمق وسرعة اللحام أكبر. ويستخدم هذا الغاز في الحام المعادن الحديدية وغير الحديدية. وتطلى أسطوانة غاز الهيليوم باللون البني.

ثالثا: غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2):

وهو غاز نشط - مركب - يتكون من الكربون وغاز الأوكسجين، ومن مميزات استخدام هذا الغاز هو رخص ثمنه، ويستخدم غاز ثاني آكسيد الكربون في لحام معدن الحديد دون أن يسبب تحفير على جوانب خط اللحام. وتطلى أسطوانات غاز ثاني أسيد الكربون بال لون الرمادي الفاتح.

عيوب استخدام غاز ثاني أكسيد الكربون:

أ. يتحلل غاز ثاني أكسيد الكربون عند درجات الحرارة العالية إلى أول أكسيد الكربون وهذا الغاز سام وخطير، وللتقليل من الأكسدة الناتجة عن الأوكسجين يضاف إلى سلك اللحام عنصر مختزل مثل السيليكون أو الألمنيوم أو غيرها من العناصر.

ب. يحدث تطاير في الشرر (الرذاذ) أثناء اللحام مما يقلل استخدام هذا الغاز في بعض أوضاع اللحام وخاصة الوضع فوق الرأس.

رابعا: خلائط الغازات:

هناك أنواع كثيرة من خلائط الغازات يعتمد اختيارها واختيار نسب الخلط بينها على نوع المعدن المراد لحامه وعلى المواصفات المطلوبة من خط اللحام مثل عمق التغلغل وعرض الخط، ومن هذه الخلائط:

أ. **أرجون (٧٥%) + ثاني أكسيد الكربون (٢٥%):**

يستخدم هذا المزيج في لحام الفولاذ الطري والسبائكي وما يميز هذا الخليط هو انخفاض نسبة الرذاذ المتطاير أثناء اللحام ما يساعد على اللحام بالأوضاع المختلفة.

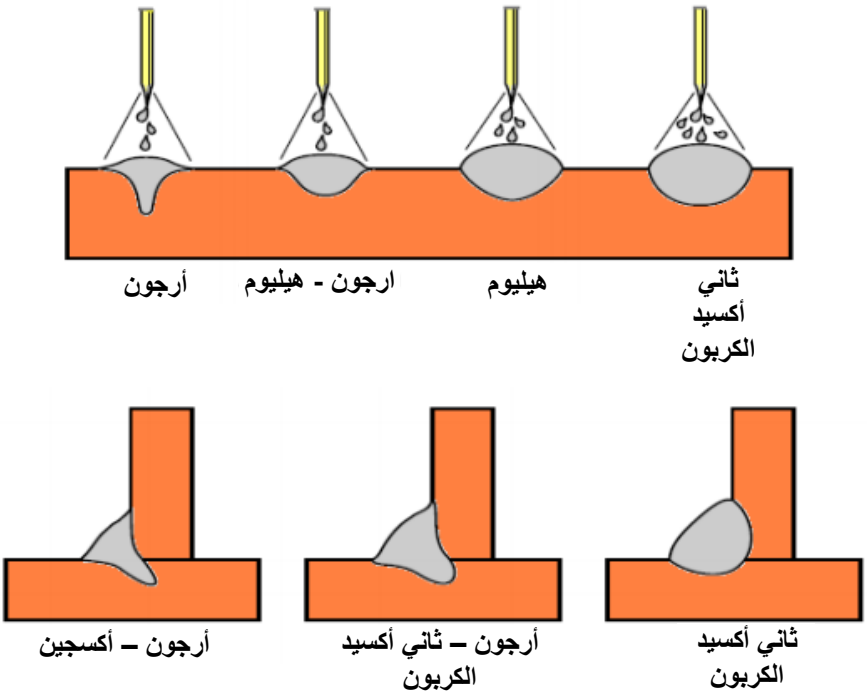
ب. **أرجون + هيليوم:**

تتوفر خلائط من غازات الأرجون والهيليوم بنسب ٨٠% هيليوم و٢٠% أرجون أو ٧٥% هيليوم و٢٥% أرجون وقد تصل نسبة الخلائط إلى ٥٠% هيليوم و٥٠% أرجون وتستخدم هذه الخلائط للحصول على مميزات خاصة للحام فمثلا كلما زادت الحاجة إلى تغلغل أكبر زادت الحاجة إلى كمية أكبر من غاز الهيليوم، ويستخدم عادة هذا الخليط من الغازات في لحام الفولاذ المقاوم للصدأ.

ج. **أرجون + هيليوم + ثاني أكسيد الكربون:**

يستخدم هذا المزيج في لحام الفولاذ الطري والسبائكي والمقاوم للصدأ لما يتميز به هذا الغاز من استقرار لقوس اللحام وانخفاض مقدار التشوه للقطع الملحومة لصغر المنطقة المتأثرة بالحرارة وانخفاض كمية الرذاذ المتطاير أثناء اللحام.

ويبين (شكل رقم ٣٦) توضيحا لتأثير الغازات على عمق خط اللحام وعرضه:

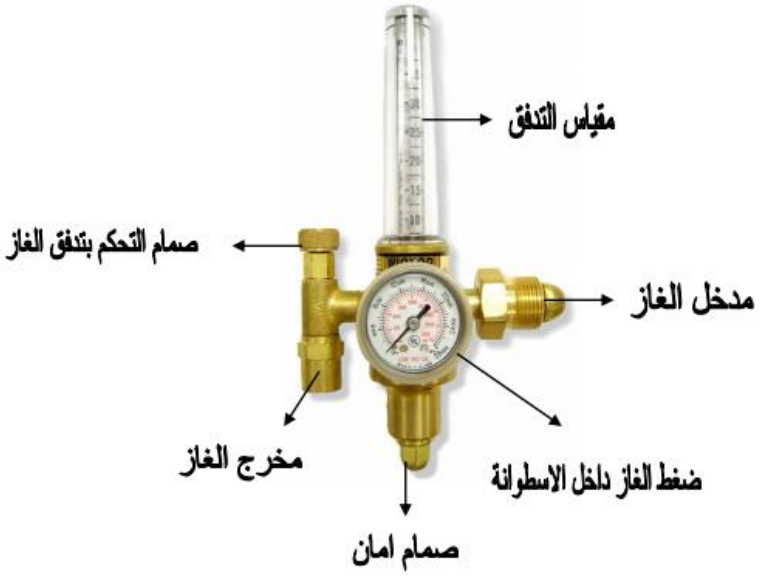


شكل رقم ٣٦: تأثير نوع الغاز على اللحام

٧- منظم الغاز (Gas Regulator):

يستخدم منظم الغاز في تخفيض ومعايرة ضغط الغاز المتدفق من الأسطوانة لإيصال كمية مناسبة إلى بركة اللحام. وتتوفر منظمات الغاز من نوع مرحلة أو مرحلتين.

ويتم التحكم بتدفق الغاز في المنظمات من نوع المرحلة الواحدة عن طريق مقياس للتدفق مدرجا بما يتناسب مع الغازات الخاملة المستخدمة ومقدار هذا التدفق يرتبط بنوع وصلة اللحام وسمك قطعة العمل ومعدنها. ويتم ضبط هذا التدفق عن طريق صمام التحكم بتدفق الغاز. ويدل على مقدار التدفق كرة معدنية داخل الأنبوب الزجاجي. ويبين (شكل رقم ٣٧) أجزاء أحد أنواع المنظمات من نوع المرحلة الواحدة.



شكل رقم ٣٧: أجزاء منظم الغاز

٨- أسلاك التعبئة - التغذية - (Filler Metal):

تستخدم أثناء عملية اللحام أسلاك لحام يناسب نوع كل منها نوع المعدن المراد لحامه، وتتوفر هذه الأسلاك ملفوفة على بكرات خاصة كبيرة بقطر ٣٠٠مم تركب على ماكينة اللحام أو بكرات صغيرة بقطر ١٠٠مم تركب على مقبض اللحام، وهذه البكرات تكون مصنعة إما من مواد معدنية أو بلاستيكية. وهذه الأسلاك تتوفر بأقطار (٠,٥-١,٦ مم) ويتم اختيار قطر السلك بما يناسب سمك المعدن المراد لحامه، وتستخدم هذه الأسلاك في لحام السماكات المختلفة بسبب توفرها بأقطار مختلفة وبسبب إمكانية التحكم بالتيار وفرق الجهد، ويبين (شكل رقم ٣٨) توضيحا لشكل البكرات.

شكل رقم ٣٨: شكل بكرات سلك اللحام

يتم طلاء الأسلاك الخاصة بلحام الفولاذ الكربوني بالنحاس وذلك للحفاظ عليها من الرطوبة والعوامل الجوية التي تؤدي إلى تأكسد سطح الفولاذ. كما يراعي قبل استخدام الأسلاك تنظيفها من الزيوت والأوساخ والصدأ والرطوبة لذلك يجب تخزين الأسلاك في أماكن نظيفة وجافة. وقد صنف المعهد الأمريكي للحام (AWS) أسلاك اللحام إلى مجموعات حسب نوع المعدن المصنوع منه السلك فمثلا:

١. الفولاذ الكربوني يرمز له بـ

ER 70S - (٦...٢) AWS 5.18

حيث أن

E - الكترود / R- قضيب / ٧٠- قوة الشد / S- مصمت (٦. . . .٢) - تتعلق بالتحليل الكيميائي

الصلب المقاوم للصدأ Stainless steel يرمز له بـ ER (308L AWS A 5.9

حيث أن:

E - الكترود / R- قضيب / ٣٠٨- قوة الشد

٢. الألمنيوم: يرمز له بـ ER 1100 AWS A 5.10

حيث أن:

E - الكترود / R - قضيب / ١١٠٠- قوة الشد

٣. النحاس: يرمز له بـ E Cu-Mn-Ni-Al AWS A 5.7

حيث أن

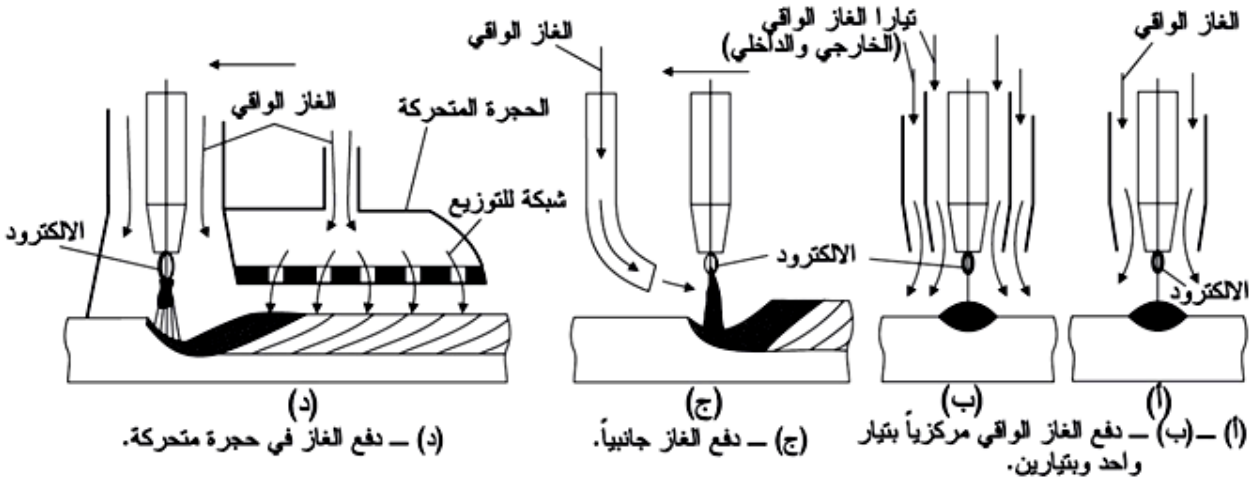
E - الكترود / Cu-Mn-Ni-Al التركيب الكيميائي

اللحام في وسط من الغازات الواقية:

وتعد من الطرائق الحديثة، وتستخدم في جو من الغازات الواقية للحام القطع المصنوعة من أنواع مختلفة من الفولاذ الكربوني والسبائكي والإنشاءات المصنوعة من المعادن غير الحديدية ومن سبائك هذه المعادن. ويمكن أن تتم عملية اللحام يدويا أو نصف آلي أو آليا.

أما الغازات الواقية فهي غازات خاملة (مثل الأرجون والهليوم) أو غازات أخرى نشطة مثل ثاني أكسيد الكربون، أو مزيج من غازين أو أكثر من هذه الغازات.

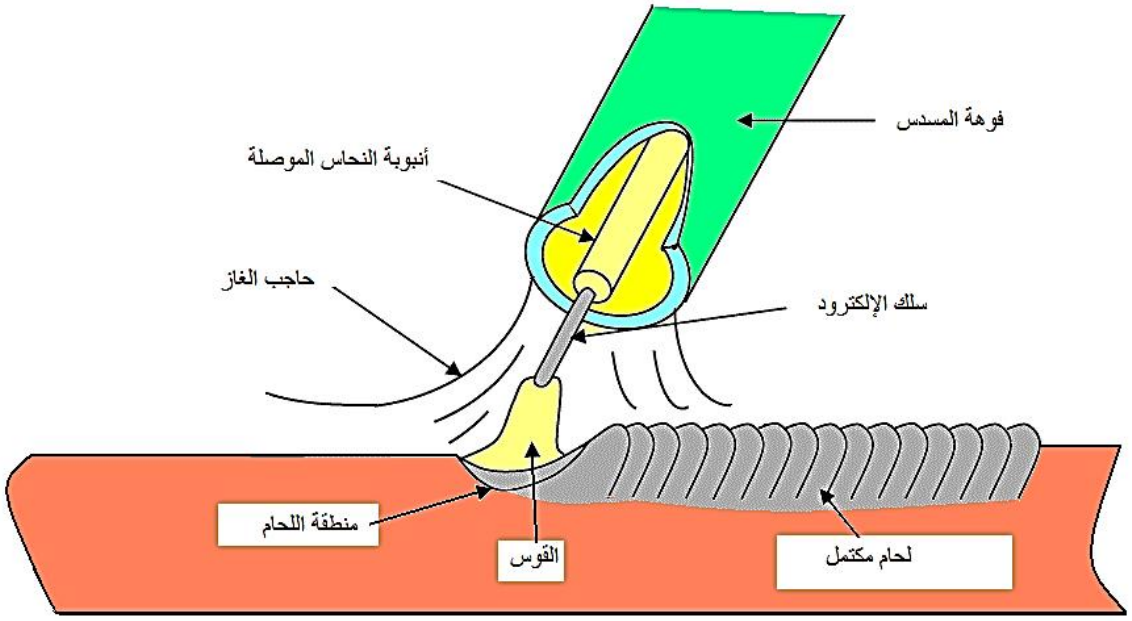
وأكثر الغازات استخداما في الوقت الحاضر الأرجون وغاز ثاني أكسيد الكربون أو مزيج منها ويوضح (شكل رقم ٣٩) طرق وأساليب نوعيات مختلفة.



شكل رقم ٣٩: طرق دفع الغاز في لحام الميد ماج

مبدا اللحام بالميج-ماج

تنتج الحرارة اللازمة لعملية اللحام بالقوس الكهربائي بالسلك المعدني المحجوب بالغاز نتيجة لتولد قوس كهربائي بين طرف الإلكترود (سلك معدني متأكل غير مغلف) وقطعة العمل كما هو مبين في (شكل رقم ٤٠)، وهذه الحرارة تؤدي إلى صهر معدن الأساس (قطعة العمل) وطرف الإلكترود لتكوين بركة الانصهار، وهذا القوس الكهربائي يتم توليده عن طريق تيار كهربائي من آلة لحام عبر مقبض لحام إلى السلك المعدني المتآكل غير المغلف الذي يمثل الالكترود حيث تتم التغذية لهذا السلك باستمرار أثناء عملية اللحام لتكوين القوس الكهربائي وتوفير معدن الإضافة (التغذية).



شكل رقم ٤٠: تقنية اللحام بالميج ماج

وتتم حماية بركة اللحام من الغازات الموجودة في المحيط الجوي بواسطة غاز واقي يتناسب نوع هذا الغاز مع نوع المعدن المراد لحامه ونوع وصلة اللحام ووضع اللحام، حيث يتدفق هذا الغاز من خلال مقبض

اللحام عبر فوهة لتوجيه الغاز حول سلك اللحام ليحيط هذا الغاز بالقوس الكهربائي المتولد وبركة الانصهار.

طرق انتقال المعدن أثناء إجراء اللحام

يعتمد انتقال معدن سلك اللحام من طرف السلك إلى قطعة العمل أثناء إجراء اللحام على شدة التيار وجهد القوس وقطر السلك ونوع الغاز الحاجب، وهذا الانتقال يكون بطريقتين رئيسيتين هما:

١. الانتقال بقصر دائرة القوس (Short Circuiting Transfer)

تتلخص هذه الطريقة بأن سلك اللحام عند ملامسته لقطعة العمل يتميع طرف السلك ويبدأ بالانصهار حيث يتشكل رأس السلك بشكل كروي (قطرات منصهرة) ثم يستطيل ليلامس قطعة العمل ما يؤدي إلى قصر في دائرة القوس وإطفاء القوس ثم يحدث انفصال لطرف السلك المنصهر ثم يشتعل القوس مرة أخرى لتتكرر هذه العملية مجددا مكونتا خط اللحام، ويبين (شكل رقم ٤١) توضيحا لمراحل هذه العملية.

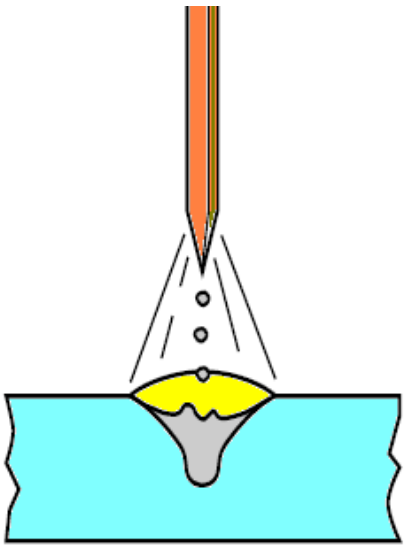
شكل رقم ٤١: مراحل انتقال انصهار سلك اللحام

شروط إجراء عملية اللحام بطريقة قصر دائرة القوس:

- استخدام أسلاك لحام بأقطار صغيرة لا تزيد عن ١,٢ مم.
- اختيار تيار لحام منخفض لا يزيد عن ٢٠٠ أمبير.
- استخدام التيار المستمر بقطبية معكوسة.
- استخدام غاز ثاني أكسيد الكربون كغاز واقي أو خليط منه ومن غاز الأرجون.

٢. الانتقال بالتذرير أو الرش (Transfer Spray)

تتلخص هذه الطريقة بأن ذرات سلك اللحام تنفصل على شكل كريات تنطلق خلال القوس الكهربائي (البلازما) إلى قطعة العمل، ويكون حجم هذه الكريات صغيرا بحيث لا يزيد في اقصى حالاته عن قطر سلك اللحام. إن انتقال ذرات معدن السلك بصورة سريعة على شكل كريات ولصغر حجم هذه الكريات فان القوس الكهربائي يكون ثابتا مما يجعل التذرير يكون ثابتا تقريبا وهذه الطريقة مناسبة عند لحام المعادن بسماكات عالية. ويبين (شكل رقم ٤٢) توضيحا لهذه الطريقة.



شكل رقم ٤٢: الانتقال بالتذرير

شروط إجراء عملية اللحام بطريقة الانتقال بالتذرير:

- استخدام أسلاك لحام بأقطار كبيرة أكبر من ١,٢ مم
- اختيار تيار لحام مرتفع أكثر من ٢٠٠ أمبير
- استخدام التيار المستمر بقطبية معكوسة.
- استخدام غاز الأرجون كغاز واقي أو خليط منه مع نسبة قليلة من الأوكسجين.

العوامل المؤثرة في لحام الميج ماج

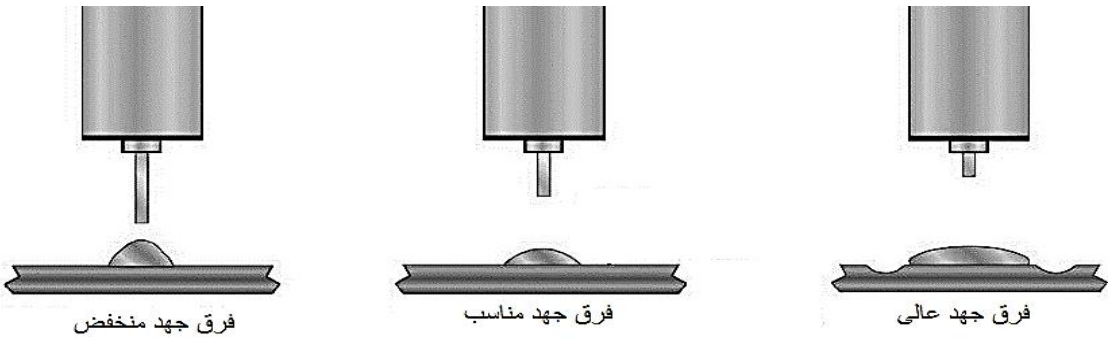
إن الحصول على خط لحام مواصفات ودقة جيدة يعتمد على عوامل هي :

١. جهد القوس الكهربائي (الفولتية):

تتم معايرة فرق الجهد الذي يمثل الحرارة اللازمة لصهر سلك اللحام ومعدن قطعة العمل اعتمادا على:

- سمك قطعة العمل: كلما زاد سمك القطعة يزداد الجهد اللازم للحام.
- نوع معدن قطعة العمل: كلما زادت درجة انصهار المعدن كلما زاد الجهد اللازم للحام.
- قطر سلك اللحام: كلما زاد القطر يزداد الجهد اللازم للحام.
- سرعة التغذية لسلك اللحام: كلما زادت سرعة التغذية زاد الجهد اللازم.
- طريقة انتقال معدن سلك اللحام: طريقة التذرير تحتاج إلى جهد أعلى من طريقة قصر دائرة القوس.

ويبين (شكل رقم ٤٣) توضيحا لما يسببه انخفاض فرق الجهد من عدم حدوث الانصهار الجيد والتغلغل لخط اللحام وما يسببه ارتفاع فرق الجهد من زيادة في الانصهار وحدوث التحفير على جوانب خط اللحام.



شكل رقم ٤٣: تأثير فرق الجهد على جودة اللحام

٢. سرعة التغذية لسلك اللحام:

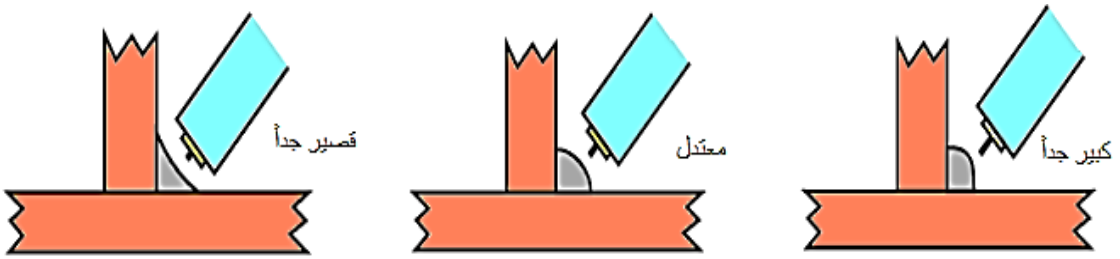
بعد تحديد سرعة تغذية للحام اعتمادا على ما سبق ذكره من عوامل عند معايرة فرق الجهد يجب المحافظة على طول القوس الكهربائي خاصة في آلات اللحام ذات الجهد المتغير حيث انه بزيادة طول القوس ينخفض تيار اللحام مما يؤدي إلى انخفاض في سرعة انصهار السلك والعكس بالعكس.

٣. معدل تدفق غاز الحجب:

يؤدي النقص في مقدار التدفق للغاز الحاجب إلى حدوث عيوب في خط اللحام ومن أكثر هذه العيوب هو المسامية (Porosity)، أما الزيادة في التدفق فلا يستفاد منها إلا انه يزيد من تكلفة اللحام نتيجة للهدر في استخدام الغاز.

٤. بروز (امتداد) طرف سلك اللحام:

هي المسافة بين طرف سلك اللحام وأنبوبة التوصيل (التماس) التي تكون مثبتة في مقبض اللحام وهي آخر قطعة يمر بما سلك اللحام قبل ملامسة قطعة العمل حيث انه بزيادة هذا البروز يزداد مقدار التسخين المسبق للسلك فتنخفض قيمة شدة التيار اللازم لصهره والعكس بالعكس. ويبين (شكل رقم ٤٤) توضيحا لتأثير ارتفاع وانخفاض مقدار بروز سلك اللحام.



شكل رقم ٤٤: تأثير ارتفاع وانخفاض مقدار بروز سلك اللحام

التحضير لإجراء اللحام

قبل البدء بعملية اللحام يجب التأكد مما يلي:

١. التأكد من تثبيت وصلات كابل اللحام وخراطيم الغاز والماء.
٢. التأكد من مقاس قطر سلك اللحام وقياس أنبوبة التماس بحيث تكون مساوية لمقاس قطر سلك اللحام.

٣. التأكد من تركيب السلك بطريقة صحيحة.
٤. فتح صمام أسطوانة الغاز الحاجب.
٥. معايرة تدفق الغاز.
٦. معايرة معدل التغذية لسلك اللحام.
٧. معايرة فرق الجهد المناسب.

حركة مقبض اللحام

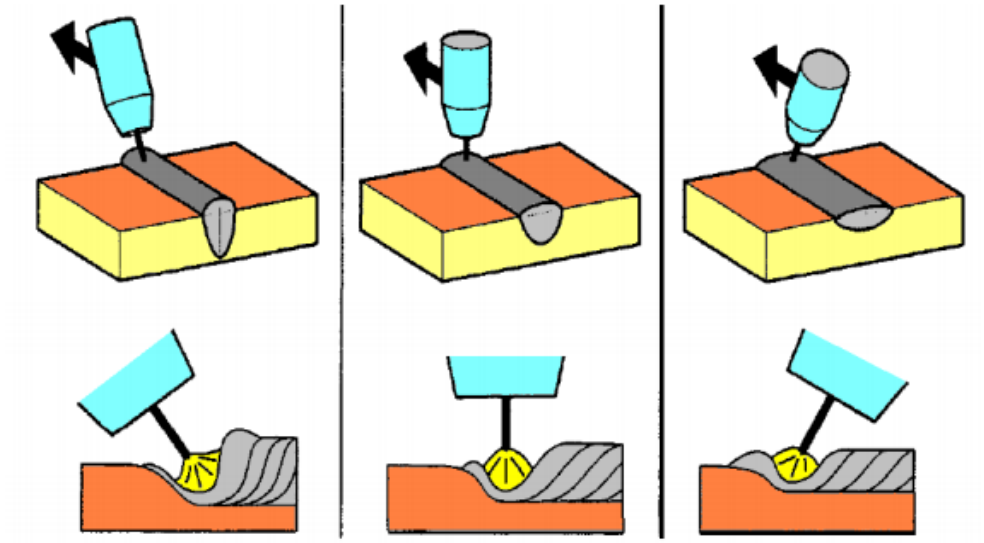
يتم تحريك مقبض اللحام بما يتناسب مع سماكة قطعة العمل ونوع وصلة اللحام ومواصفات خط اللحام من حيث التغلغل والعرض وتكون زاوية اللحام بين مقبض اللحام وقطعة العمل كما في لحام القوس الكهربائي بالسلك المغلف بمقدار (٦٥° – ٧٥°)، وهناك حركتان رئيسيتان عند إجراء اللحام وهما:

١. اللحام التقدمي (Fore Hand Welding):

يتم توجيه مقبض اللحام في الاتجاه المعاكس لخط اللحام بحيث يتجه المقبض إلى المنطقة غير الملحومة - زاوية اللحام (٧٥°) تكون بين فوهة (فالة) المقبض وخط اللحام - ويكون خط اللحام بهذه الطريقة عريض والتغلغل فيه قليل.

٢. اللحام التراجعي (Back Hand Welding):

يكون اتجاه مقبض اللحام في اتجاه خط اللحام مع سحبه للخلف - زاوية اللحام تكون بين فالة المقبض وقطعة العمل - ويكون خط اللحام الناتج عن هذه الطريقة بعرض قليل وعمق كبير. ويبين (شكل رقم ٤٥) توضيحا لمواصفات خط اللحام الناتج عن استخدام هذه الطرق.



شكل رقم ٤٥: مواصفات خط اللحام التراجعي

الأسلاك المستخدمة في لحام الـ MIG - MAG

مواصفات سلك اللحام طبقا للمواصفة العالمية:

يتم توصيف سلك اللحام بطريقتين طبقا للمواصفة العالميةEN ISO 14341

الطريقة الأولى: التوصيف طبقا لحد الخضوع واختبار الصدم بحد أدني 47J

ISO 14341-A- G 46 3 M G3Si1

ISO 14341: القياس العالمي / القياس الدولي / international Standard لسلك اللحام.

G: نوع ال welding process وهو اللحام بالقوس arc في وجود غاز الحماية كما هو الحال في حالة اللحام بـ MAG/MIG.

46: رقم رمزي يشير إلى الخواص الميكانيكية لمادة اللحام (weld metal) وهى قوة الشد tensile strength وحد الخضوع yield point وكذلك الاستطالة (التمدد) elongation after fracture

3: رقم رمزي يشير إلى القيمة الصدمية ductility الخاصة بـ weld metal

M: نوع غاز الحماية

١. M ترمز إلى خليط الغاز mixed gas
٢. C ترمز إلى غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2
٣. A ترمز إلى M13

G3Si1: التركيب الكيميائي لمادة اللحام (weld metal)

الرقم الرمزي	إجهاد الخضوع (yield strength) (σ_Y) (MPa ≡ N/mm²)	أقصى إجهاد (tensile strength) (UTS) (MPa ≡ N/mm²)	الاستطالة Elongation %
35	355	470-570	22
38	380	470-600	20
42	420	500-640	20
46	460	530-680	20
50	500	560-720	18

جدول رقم ٢: التوصيف طبقا لحد الخضوع واختبار الصدم والاستطالة

درجة الحرارة (Temperature)°C	الرقم الرمزي	
	Z	
+20	A or Y	
0	0	
-20	2	
-30	3	الاختيار السليم لسلك الالكترود wire electrode
-40	4	
-50	5	
-60	6	
-70	7	
-80	8	
-90	9	
-100	10	

جدول رقم ٣: درجة الحرارة

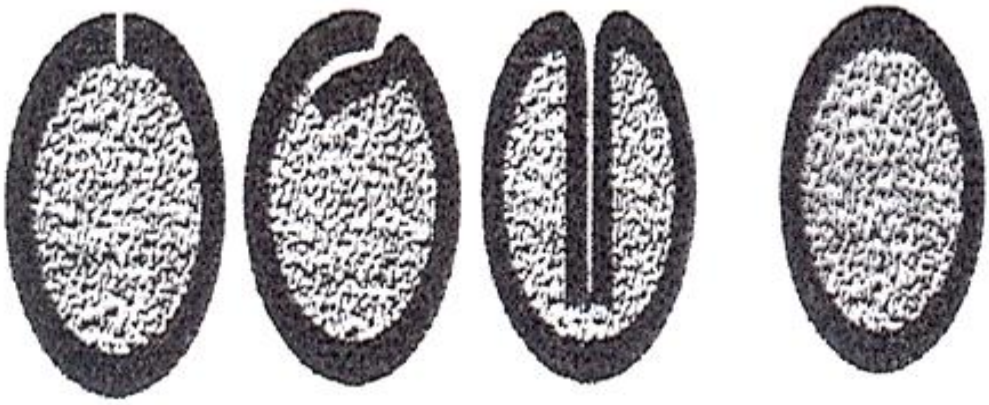
الرمز	التركيب الكيميائي معدن اللحام Weld metal						
	C	Si	Mn	Ni	Mo	Al	Ti & Zr
GO	تركيب كيميائي استثنائي يشذ عن الجدول						
G2Si1	0,06:0,14	0,05:0,08	0,9:1.3	0,15	0,15	0.02	0,15
G3Si1	0,06:0,14	0,7:1,0	1,3:1,6	0,15	0,15	0,02	0,15
G4Si1	0,06:0,14	0,8:1,2	1,6:1,9	0,15	0,15	0,02	0,15
G3Si2	0,06:0,14	1,0:1,3	1,3:1,6	0,15	0,15	0,02	0,15
G2Ti	0,04:0,14	0,4:0,8	0,9:1,4	0,15	0,15	0,05:0,2	0.05-0,25
G3Ni1	0,06:0,14	0,5:0,9	1,0:1,6	0,8:1,5	0,15	0,02	0,15
G2Ni2	0,06:0,14	0,4:0,8	0,8:1,4	2,1:2,7	0,15	0,02	0,15
G2Mo	0,09:0,12	0,3:0,7	0,9:1,3	0,15	0,4:0,6	0,02	0,15
G4Mo	0,06:0,14	0,5:0,8	2,1:1,7	0,15	0,4:0,6	0.02	0,15
G2Al	0,08:0,14	0,3:0,5	1,3:0,9	0,15	0,15	0,35:0,75	0,15

جدول رقم ٤: التركيب الكيميائي لمعدن اللحام

نبذه عامه عن flux cored wire

G2SI1 (SG1)	١- ينحصر تقريبا استخدام هذا السلك على مجال صناعة السيارات ٢- يتميز السلك بانخفاض نسبة المنجنيز والسليكون ولذلك يفضل استخدامه في لحام قطع التركيب التي سوف يضاف إلى سطحها بعد اللحام زنك أو انملت بها نسبة أرجون عالية ونسبة الأكسجين O_2 منخفضة (mixed gas) ٣- يستخدم مع هذا السلك غازات حماية
G3SI1 (SG2)	١- يستخدم في لحام (unalloyed steel / low alloy steel / high temperature steel) ٢- استخدام ثاني أكسيد الكربون CO_2 كغاز للحماية يؤثر تأثير سلبي على الخواص الميكانيكية لمعدن اللحام Weld metal
G4SI1 (SG3)	١- يستخدم في لحام (unalloyed steel / low alloy steel / high temperature steel) ٢- استخدام ثاني أكسيد الكربون CO_2 أو mixed gas لمادة اللحام لا يؤثر على الخواص الميكانيكية ٣- يفضل استخدامه في لحام معدن S355 (حديد ٥٢)
G2TI	يتميز هذا السلك باحتوائه على نسبة عالية من التيتانيوم (titanium) وهو يستخدم في لحام المعادن ذات التكوين ناعم الحبيبات fine-grained structure
G3NI1 / G3NI2	يتميز هذا السلك باحتوائه على نسبه عالية من النيكل مما يؤدى إلى ارتفاع نسبة اللدونة ductility في معدن اللحام weld metal وخصوصا تحت درجات الحرارة المنخفضة ولذلك يفضل استخدامه عند زيادة الطلب على اللدونة العالية Ductility في مادة اللحام
G2Mo / G4Mo	يفضل استخدام هذا السلك في لحام Steel الذي يستخدم تحت درجات الحرارة العالية نسبيا مثل 16 Mo3 ومادة اللحام تحتفظ بخواصها الميكانيكية على الرغم من الارتفاع النسبي لدرجة حرارة التشغيل

جدول رقم ٥: نبذه عامه عن سلك محشو بالبودرة المعدنية flux cored wire



شكل رقم ٤٦: مقطع السلك

- عند اللحام ب flux cored wire يزداد طول السلك الواصل من الفونيه وحتى القوس arc (الجزء الظاهر من السلك والمسمى ب stick-out) وهذا يتيح رفع فرق الجهد من ٢:١ فولت مما يؤدى إلى زيادة حرارة القوس arc وبالتالي زيادة قدرة الانصهار وجدير بالذكر أن طول stick-out يتيح تسخين السلك قبل وصوله للقوس arc لصهره وهذا يؤدى أيضا إلى زيادة قدرة صهر السلك.
- انخفاض نسبة مسامية الغاز gas pore وكذلك انخفاض خطر نقص الانصهار lack of Fusion في وصلة اللحام لزيادة عرض وحرارة القوس arc وبركة اللحام.
- رزاز القوس Spray arc يبدأ عند شدة تيار منخفضه بالمقارنة بالسلك المسمط solid wire مما ينتج عنه انخفاض نسبة النثر أو الرش spatter.
- فورمة التغلغل (penetration) ذات جوده عالية.
- يمكن من خلال بودرة الحشو تغذية معدن اللحام (weld metal) بعناصر معدنيه مرغوبه.
- يمكن استخدام بسلك قلبه من الروتيل (ثاني أكسيد التيتانيوم المحمر البلورات) rutile flux wire ذات التبريد السريع في لحامات الوصلات التقابلية في وضع اللحام الأفقي أو فوق الرأس Over head & horizontal butt weld.
- عند اللحام بسلك محشو بالبدرة المعدنية flux cored wire يمكن استخدام نفس المعاملات parameter في جميع الأوضاع.

مميزات وعيوب اللحام بالقوس المعدني والغاز (GMAW) الميج-ماج

أولا: مميزات اللحام بالقوس المعدني والغاز (GMAW) الميج-ماج

يتميز لحام بالقوس المعدني والغاز بالآتي:

أ. يستخدم في لحام أغلب المعادن وفي جميع الأوضاع.

ب. سرعة عالية وإنتاجية كبيرة مقارنة باللحام بالقوس الكهربي SMAW.

ج. لحام خطوط طويلة دون توقف نظرا لعدم الحاجة لإبدال سلك اللحام المتكرر.

د. التشوهات في شكل قطعة العمل قليلة مقارنة باللحام بالأكسي أستيلين (OAW).

ه. يمكن استخدام شدة تيار كهربائي مرتفعة وهذا ينتج عنه عمق انصهار عالي.

و. انعدام وجود خبث مما يسمح بالحصول على سطح ناعم ونظيف لدرزة اللحام.

ز. جودة وخصائص ميكانيكية عالية لخط اللحام.

ح. لحام الصفائح الرقيقة (قليلة السمك).

ط. إمكانية القيام باللحام أوتوماتيكيا أو استخدام الروبوتات.

ي. لحام المعادن الحديدية واللاحديدية بسماكات مختلفة وبجميع أوضاع اللحام.

ك. انتظام وسرعة إنتاج خطوط اللحام بسبب عدم الحاجة إلى استبدال الالكترود حيث ت تم تغذية السلك بشكل مستمر عبر مقبض اللحام.

ل. تركيز الحرارة الناتجة من عملية اللحام في منطقة صغيرة ما يؤدي إلى انخفاض معدل التشوه والإجهادات المؤثرة على القطعة الملحومة.

م. إمكانية التحكم بدقة ونفاذية (تغلغل) خط اللحام.

ن. قلة عيوب اللحام وخاصة الناتجة عن استبدال الالكترود أو وجود أجزاء من الخبث في خط اللحام، وعدم الحاجة إلى وقت وجهد في تنظيف الخبث عند استخدام السلك المغلف.

س. سهولة تشغيل معدات لحام الميج-ماج.

ع. إتقان لعملية اللحام بشكل أسهل وأسرع من طرق أخرى.

ثانيا: عيوب اللحام بالقوس المعدني والغاز (GMAW) الميج-ماج

أ. معداته كثيرة وبالتالي تحتاج إلى صيانة كثيرة.

ب. صعب التحريك والتنقل مقارنة بالحام القوس الكهربي (SMAW) واللحام بالأكسى أستلين OAW.

ج. تكاليفه عالية جدا.

د. يتطلب بعض غازات مرتفعة الثمن.

ه. استخدامه في الأماكن الضيقة شبه مستحيل نظرا لكون حجم مسدس اللحام كبير نوعا ما.

و. ارتفاع تكلفة التجهيزات المستخدمة والغازات الواقية.

ز. صعوبة التنقل من مكان إلى آخر أثناء اللحام.

ح. صعوبة اللحام في المناطق الضيقة بسبب كبر حجم مقبض اللحام.

ط. تحتاج إلى حواجز وقاية لمنطقة اللحام للحيلولة دون وصول التيارات الهوائية التي تقلل من فاعلية الغازات الواقية لبركة الانصهار.

ي. تحتاج إلى صيانة دائمة.

أهم المخاطر عند اللحام بالقوس الكهربي والغاز المحجب MAG / MIG

١. التيار الكهربائي

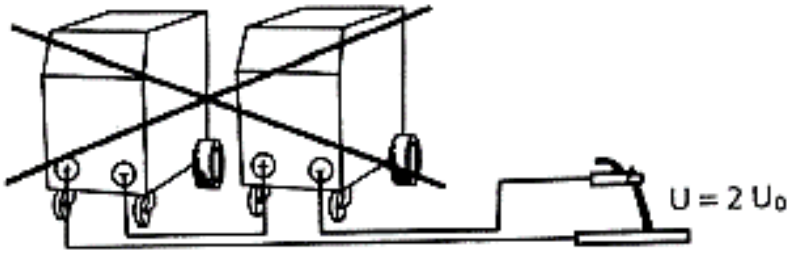
يمكن حماية فني اللحام من مخاطر التيار الكهربائي بالوسائل التالية:

- ضمان وجود مقاومة كهربية عالية باستخدام أحذية العمل وقفازات اليد والبطانات العازلة.
- عمل اختبارات دورية لكل من ماكينة اللحام والطورش وجميع الكابلات المتصلة بها.
- الحفاظ على جهد الدائرة المفتوحة مع مراعاة ظروف التشغيل:

رقم	ظروف التشغيل	جهد الدائرة المفتوحة		
		نوع الجهد	اعلى قيمة بالفولت	
			القيمة	القيمة الفعلية
١	خطر كهرباء عالي	تيار متردد تيار مستمر	١١٣ ٦٨	٤٨
٢	بدون خطر كهرباء عالي	تيار متردد تيار مستمر	١١٣ ١١٣	٨٠

جدول رقم ٦: ظروف التشغيل

- مراعاة عدم مضاعفة جهد الدائرة المفتوحة من خلال التوصيل الكهربي الخاطئ لأجهزة اللحام.



شكل رقم ٤٧: عدم مضاعفة جهد الدائرة المفتوحة من خلال التوصيل الكهربي الخاطئ لأجهزة اللحام

٢. الإشعاعات المنبعثة من القوس الكهربي

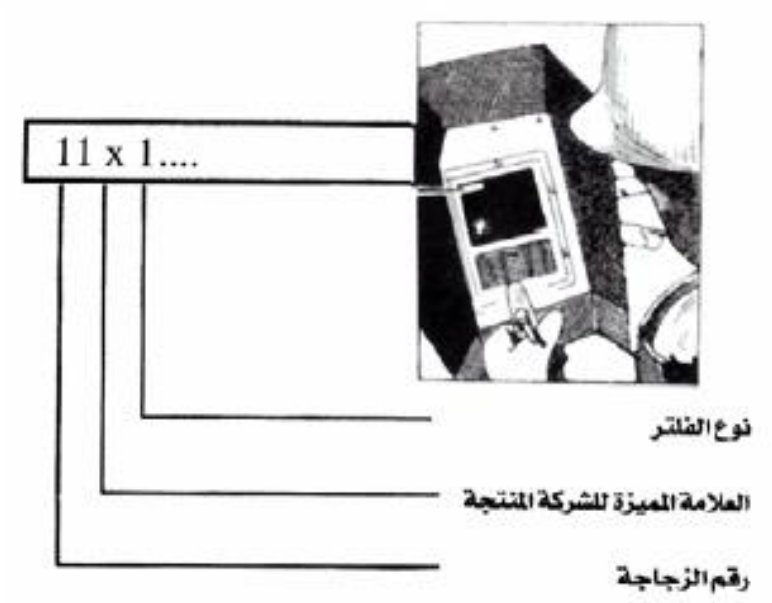
ينتج عن الـ Arc أشعة فوق بنفسجية وأشعة ظاهرة تحت الحمراء قد تؤدى إلى أضرار جسيمة للعين واحمرار شديد في الجلد ويجب علي فني اللحام حماية نفسه من خلال ارتداء ملابس العمل والقفازات وخوز الحماية والأحذية الصناعية.

٣. ارتباط رقم زجاجة الحماية الخاصة بخوذة أو درع اللحام بشدة التيار

يبين الجدول التالي ارتباط رقم زجاجة الحماية الخاصة بخوذة 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

زيادة تأثير الفلتر



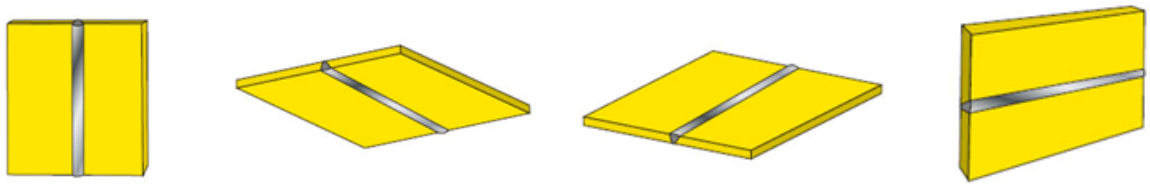
شكل رقم ٤٨: اختيار رقم الزجاجة المناسب

أنواع وصلات اللحام

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

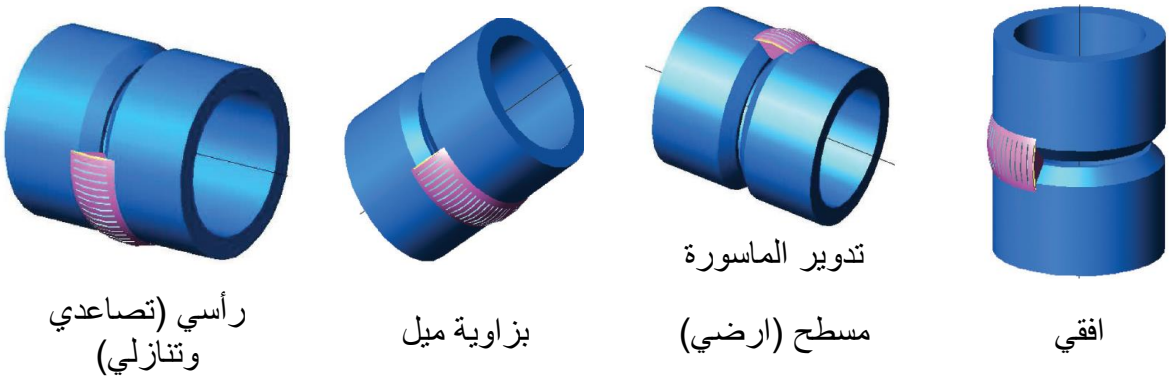
الوصلة التناكبية أو التقابلية (B) Butt welding:

تتقابل فيها طرفي القطعتين المراد لحامهما (جنبا إلى جنب) كما هو مبين في (شكل رقم ٤٩). وأهم ما في هذه الوصلة تحقيق النفاذ الكامل للحام، وذلك بترك فراغ بين حافتي القطعتين أو يتم الشطف لحواف القطعتين.



أفقي — مسطح (ارضي) — فوق الرس — رأسي (تصاعدي وتنازلي)

شكل رقم ٤٩: الأوضاع المختلفة للوصلات التناكبية للألواح المعدنية



شكل رقم ٥٠: الأوضاع المختلفة للوصلات التقابليه للمواسير (وصلات تقابليه دائرية)

تجهيز القطع لعملية اللحام Metal Preparation Grooving:

لضمان الحصول على وصلة متينة ومتماسكة بواسطة اللحام نلجأ في كثير من الأحيان إلى عمل شطف بأشكال مختلفة على الجوانب التي سيقع عليها خط اللحام وذلك لضمان توفير فراغ معقول ومناسب لسمك القطع المراد لحامها، وأن يكون هذا الفراغ كافيا لتأمين تغلغل المعدن المنصهر ونفاذة وتماسكه بشكل فعال. وأهم الأسباب المتبعة لتأمين الفراغ المذكور هي ما يأتي:

١. ترك مسافة بين القطعتين دون الحاجة إلى شطف أي منهما، ويتبع هذا الأسلوب في لحام القطع ذات السمك القليل.
٢. شطف أحد القطع على زاوية وترك السطح الآخر مستقيما ونلجأ إلى هذا الأسلوب في لحام القطع ذات السمك المتوسط.
٣. شطف كل من القطعتين لنحصل على شكل حرف V ونلجأ إلى ذلك في حالات السمك فوق المتوسط
٤. شطف القطعتين من كلا الوجهين للحصول على حرف X ويعتمد هذا الأسلوب في لحام السمك الكبير

قيمة الفراغ الذي بين الوصلات يكون كما يلي:

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

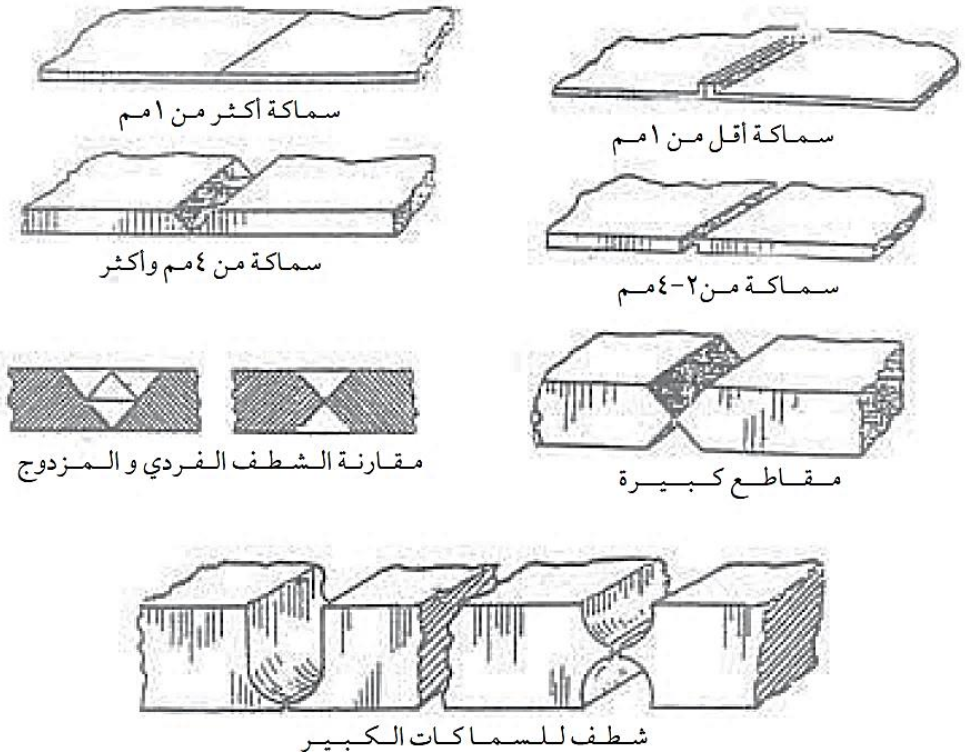
- الألواح التي يصل سمك المعدن إلى ١مم تلحم بدون ترك فراغ بينهما.
- الألواح التي يصل سمك المعدن إلى ٤مم، يكون الفراغ مساويا نصف سمك المعدن.
- الألواح التي يزيد سمك المعدن فيها إلى ٦مم، فيفضل شطف المعدن وترك فراغ من ٢ إلى ٣ مم.

عادة يتم شطف طرفي قطعتي اللحام لاستيعاب معدن اللحام المنصهر من الالكترود، ويعتمد الشطف على حسب سمك المعدن. ويكون الشطف طبقا للأنواع التالية وكما هو مبين في (شكل رقم ٥١):

على شكل (V).

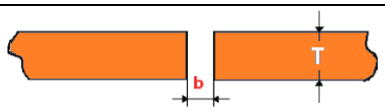
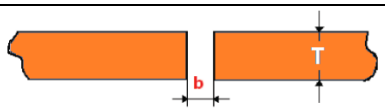
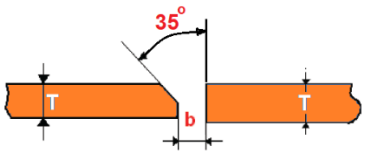
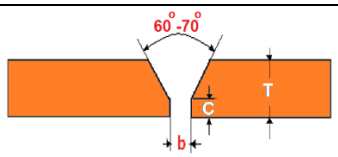
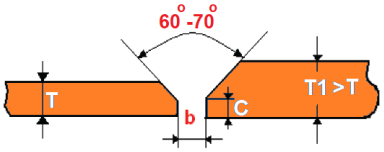
- شطف على شكل حرف V فردي لقطعة واحدة أو مزدوج للقطعتين.
- شطف على شكل حرف J.

شطف عل شكل حرف U فردي لقطعة واحدة أو مزدوج للقطعتين.



شكل رقم ٥١: أنواع الشطف للحام القوس الكهربي

ويبين (جدول رقم ٧) تحضير الوصلات للحام القوس الكهربي:

نوع ووصلة اللحام	شكل الوصلة	سمك المعدن (T) مم	الخلوص (b)	الجذر (C)
لحام ذاتي بدون سلك مع ثني الحواف		١ :٠,٥	-	-
لحام من جانب واحد بدون شطف الحواف		٣ :١	٢ :٠,٥	-
لحام من الجانبين بدون شطف الحواف		٦ :٣	٢ :١	-
لحام من الجانبين والشطف من جانب واحد		١٦ :٦	٤ :٢	٣ :٢
لحام من الجانبين والشطف المتماثل لكلا الجانبين		٢٥ :١٦	٤ :٢	٣ :٢
لحام من الجانبين والشطف بنفس الزاوية لكلا الجانبين (لقطعتين بسمك مختلف)		٢٠ :٥	٤ :٢	:١,٥ ٢,٥

جدول رقم ٧

طريقة اللحام الوصلات المشطوفة حرف V

١. التمريرة الجذرية (ROOT PASS)

وهي التمريرة الأولى التي يتطلب فيها النفاذية العالية وعادة يستخدم في هذه التمريرة الكتروردات لحام لها قابلية النفاذ بين جزئي وصلة اللحام وهي (E6010) وأيضا تستخدم تيارات عالية لضمان النفاذية ويجب ألا يكون هناك تقعر أو انحياز إلى جه في الجذر.

٢. التمريرة الحارة (HOT PASS)

بعد أن يتم تنظيف التمريرة الجذرية (ROOT PASS) بواسطة الشاكوش والفرشاة السلكية بشكل يضمن أن يترك المعدن صقيل ولامع خالي من بقايا الخبث (FLUX) المساعدة للصهر. يتم البدء بالتمريرة الثانية (HOT PASS) وهذه التمريرة هي تمريرة سريعة ذات سمك قليل وتيار عالي وهي بمثابة غطاء للتمريرة الأولى.

٣. تمريرة المليء (FULLING PASS)

أيضا يتم تنظيف التمريرة الثانية بواسطة الفرشاة السلكية بشكل جيد يبدأ بعدها التمريرة الثالثة تمريرة الإملاء (FULLING PASS) وهذه التمريرة يراد منها ملئ وصلة اللحام حرف (V) حتى السطح الخارجي وهنا تعتمد تمريرات الإملاء على سمك الأنبوب المراد لحامه إذ إن زيادة سمك الأنبوب يعني زيادة عدد تمريرات المليء.

٤. تمريرة الغطاء (CAP PASS)

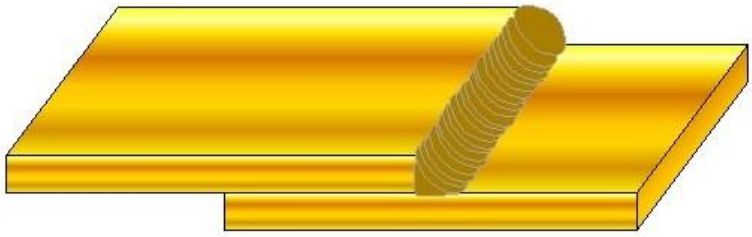
كما هو معتاد تنظف التمريرة السابقة من الخبث لتبدأ تمريرة الغطاء (CAP PASS) وهذه التمريرة يراد منها أمرين.

التمريرة الأولى: هي تمريرة أمان أي أنها تعتبر تمريره إضافية لزيادة الأمان على وصلة اللحام. إذ إن عمليات اللحام اكتملت وهذه التمريرة لزيادة عامل الأمان فقط.

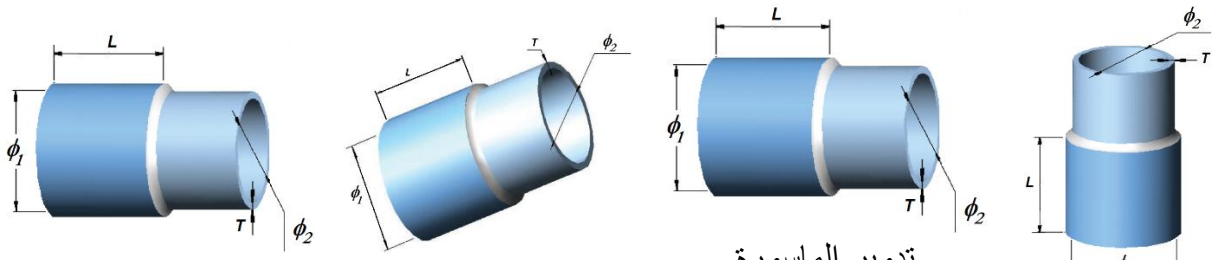
التمريرة الثانية: هي لجمالية اللحام إذ إن وصلت اللحام يجب أن تتمتع بشكل جميل وان لا يظهر فيها ارتفاعات وانخفاضات في مستوى اللحام، كما وان الضروري الاعتناء بهذه التمريرة بشكل يضمن عدم إعطاءها سمك مبالغ فيه (أي ارتفاعها كثيرا عن السطح الخارجي) أكثر من (3mm) وان لا تكون عريضة بحيث تبتعد عن الحواف كثيرا.

الوصلة الانطباقية أو التراكبية Lap joint (L):

وفيها ينطبق جزء من قطعة العمل الأولى فوق جزء من القطعة الأخرى كما هو مبين في (شكل رقم ٥٢) وتعد هذه الوصلة اقوى من السابقة لأن الجزء الأسفل يعمل كمسند للوصلة. يمكن أن يتم اللحام من جهة واحدة، أو من الجهتين لزيادة المتانة.



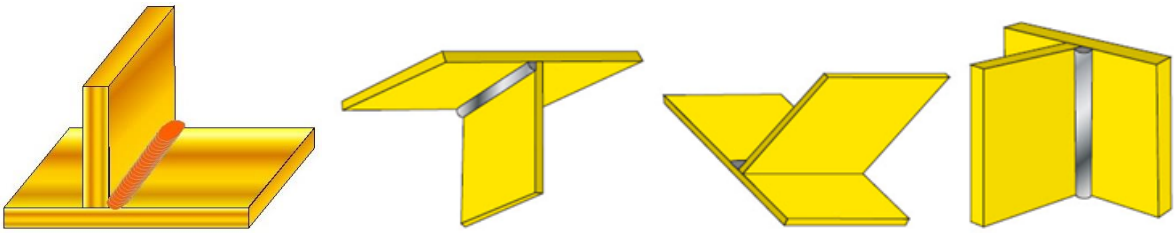
شكل رقم ٥٢: وصلة التراكبية Lap joint



شكل رقم ٥٣: الأوضاع المختلفة للوصلات التراكبية للمواسير

وصلة حرف TEE (T) (زاوية داخلية):

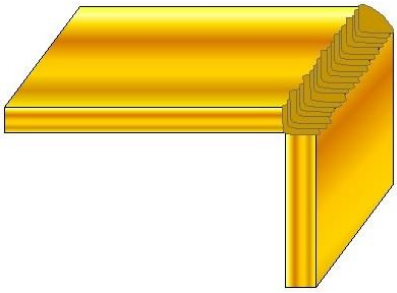
حيث تشكل قطع العمل زاوية قائمة (شكل رقم ٥٤) ويمكن أن يكون اللحام من جهة واحدة أو من جهتين لزيادة متانة الوصلة.



شكل رقم ٥٤: وصلة حرف T

وصلة الزاوية الخارجية (Corner C) Fillet weld:

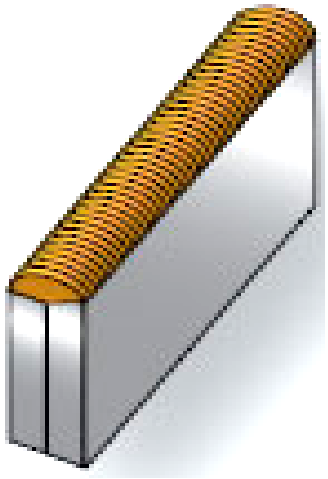
وطريقة تنفيذ الزاوية الخارجية تكون بوضع طرفي القطعتين بشكل متعامد حيث تشكل قطع العمل زاوية قائمة (شكل رقم ٥٥) أو زاوية غير قائمة، وتكون حواف القطع متلامسة تماما لا يوجد بينهما فراغ، وعندما تزيد سماكة المعدن عن ١,٥مم فيجب ترك فراغ مناسب بين حواف القطع. وقد يكون اللحام من الخارج أو من الداخل.



شكل رقم ٥٥: وصلة زاوية خارجية (Corner joint)

وصلة الحواف المتوازية المتطابقة:

وطريقة تنفيذ وصلة الحواف المتوازية تكون بوضع سطح كل قطعة بالشكل متطابق تماما مع الأخر ثم يتم صهر الحافتين معا باستخدام سلك الالكترود.



شكل رقم ٥٦: لحام حواف متوازية (Edge joint)

تجهيز وصلات (حواف) اللحام

لإعداد وصلة اللحام هناك أربع خطوات متتالية وهي:

١. إعداد الحواف والأطراف Setting-Up edges

يتم عملية إستعدال القطع على السندان الحدادي لتسوية الأسطح جيدا 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 لذلك من الشحوم أو الزيوت أو الأتربة والصداء إن وجد بها.

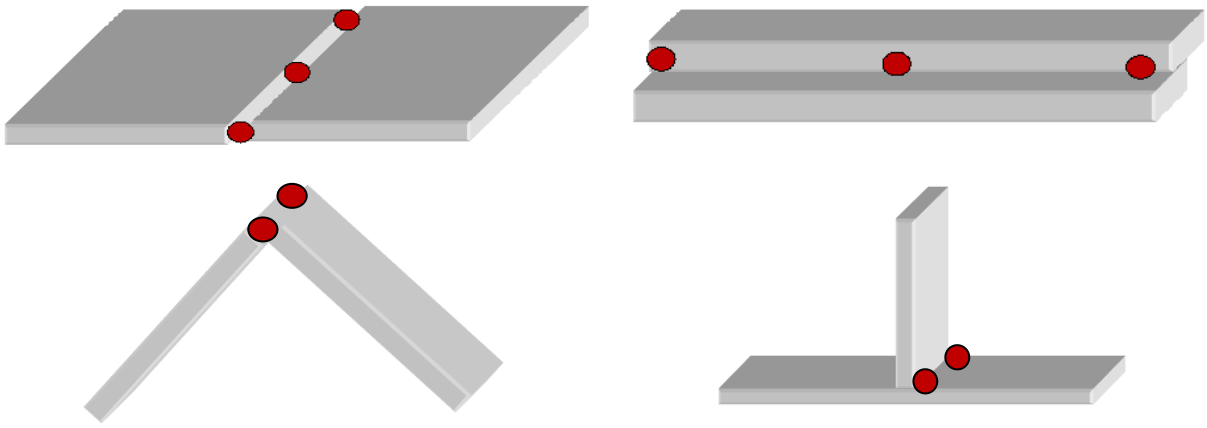
٣. توافق حواف القطعتين Fitting UP edges

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 الكهربي تأتى في مقدمة عملية اللحام وفي الجزء المراد ترسيم الخط فيه، وتكون والمسافة بين البنطة والبنطة الأخرى حوالي ضعف سمك المعدن عشرون مرة (سمك المعدن X ٢٠) مع الأخذ في الاعتبار ترك مسافة للنفاذية كما هو موضح في (شكل رقم ٥٧).

ويجب تنظيف البنطة الملحومة من الخبث الموجود على خط اللحام بشاكوش البودرة والفرشاة السلك مع الحفاظ على أن يظل القوس طويلا حتى نقطة بداية اللحام مما يساعد على تسخين السطح ومنح الوقت الكافي لاستقرار القوس.



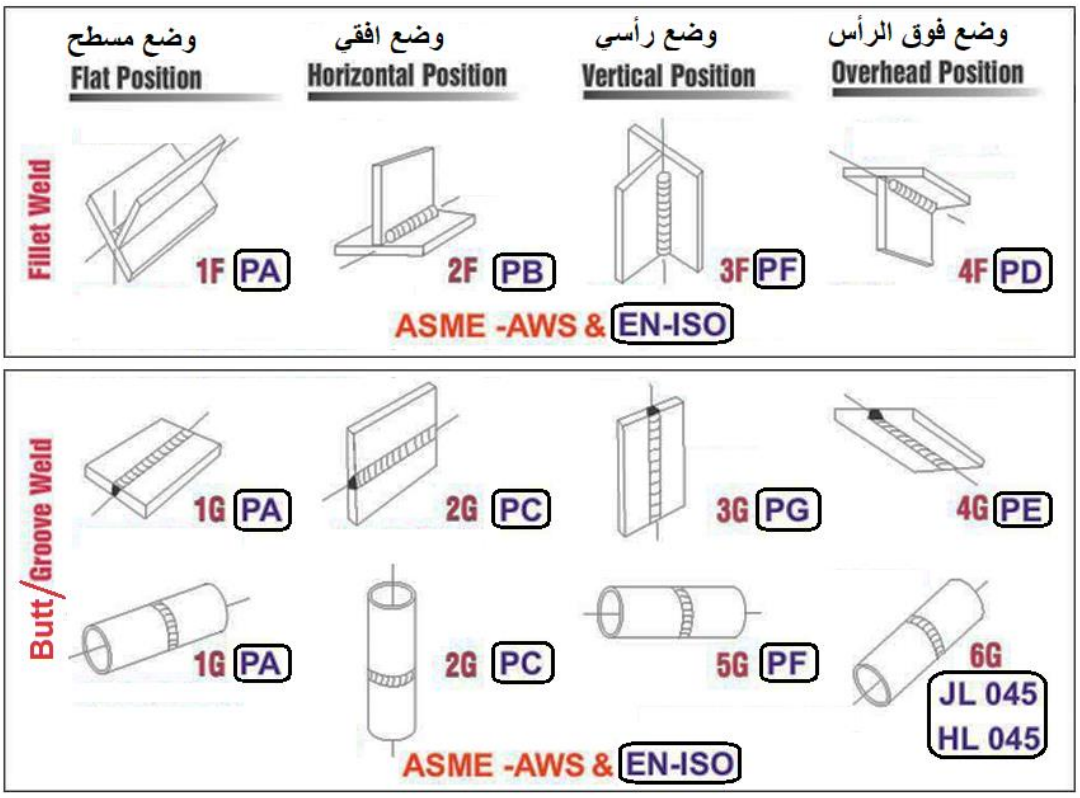
شكل رقم ٥٧: عملية التبنيط للوصلة

أوضاع اللحام

أوضاع (مواقف) اللحام Welding Positions، عندما يتم إجراء اللحام على الهياكل المعدنية هناك دائما وضع معين، وقد تم تطوير تقنيات للسماح لفني اللحام (المشغل) إجراء عملية اللحام تحت أي وضع، فبعض عمليات اللحام تحتاج الإجراء تحت جميع الأوضاع والبعض الأخر قد لا يحتاج سوى وضع واحد أو اثنين من أوضاع اللحام، ويمكن تصنيف عمليات اللحام وفقا لأوضاعها.

ففي بعض الأحيان عند العمل على إجراء اللحام يكون هناك التباس في أوضاع اللحام Welding Positions، لاختلاف مسميات أوضاع اللحام في كود الجمعيات الأمريكية ASME IX, AWS عنه في كود المنظمة الدولية للمعايير الأيزو ISO-EN – BS والخاص بوضعيات اللحام. حيث انه من الشائع استخدام المعيار الأمريكي ASME ومسمياته لكن في الواقع مع انتشار المعيار الدولي ISO واعتماد EN للعديد من معايير الصناعات والجودة تم إدراج بعض المسميات الجديدة الخاصة بأوضاع اللحام، وفي الواقع أن الأمر لا يقتصر على EN وحدها، إنما هذه المسميات تم إدراجها في كل البلدان التي تتبني وثيقة أيزو خارج الاتحاد الأوربي.

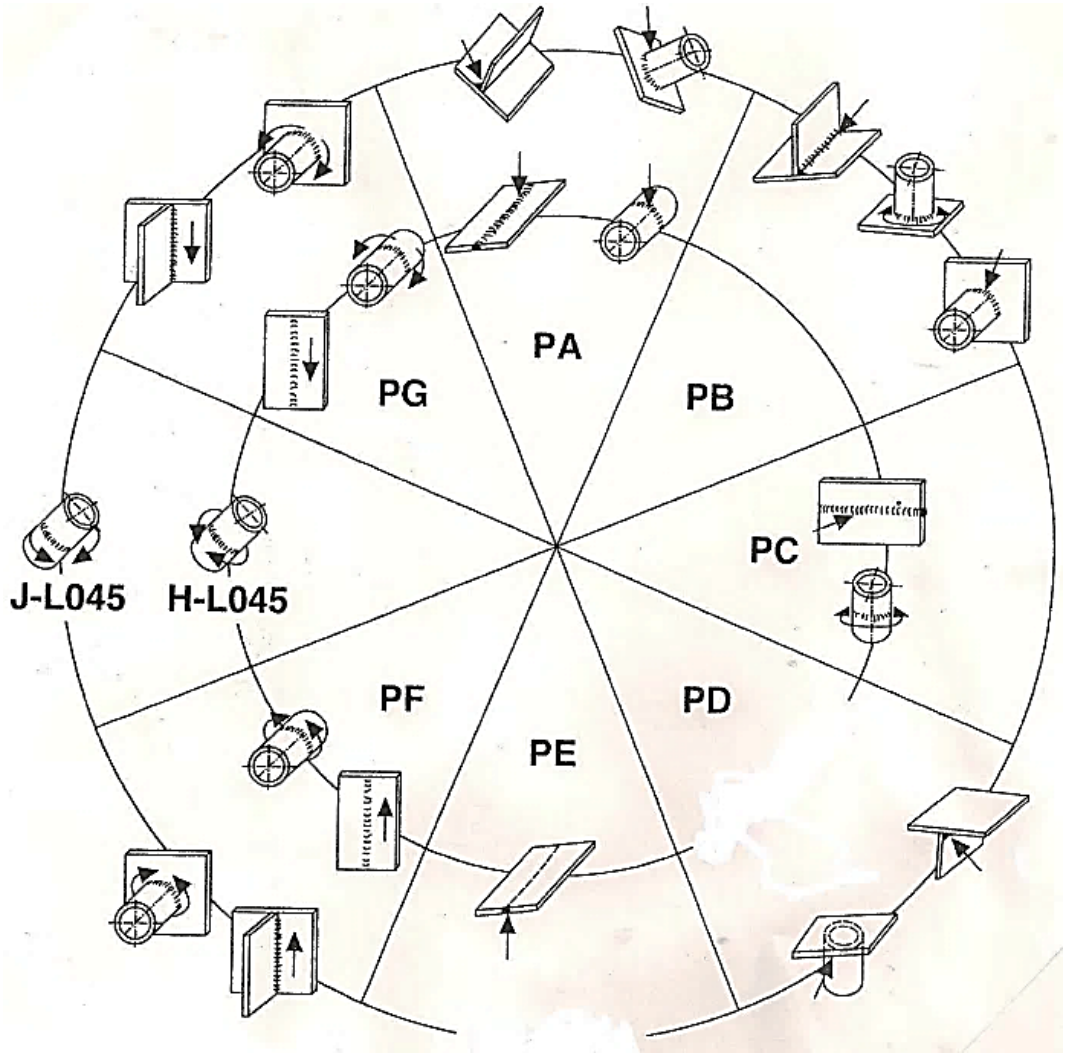
يوضح (شكل رقم ٥٨) الاختلافات في المسميات بين وضع اللحام الخاص بالمعيار الدولي الأوربي الأيزو ISO والمعيار الأمريكي ASME لمستخدم بجمعية اللحام الأمريكية AWS. ويلاحظ اعتماد النظام الدولي الأوربي على الحروف بينما يعتمد النظام الأمريكي على الأرقام لوصف أوضاع اللحام.



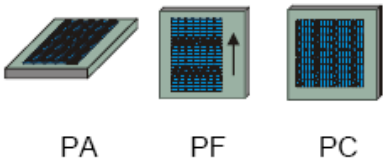
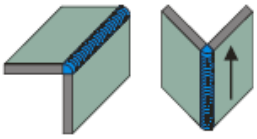
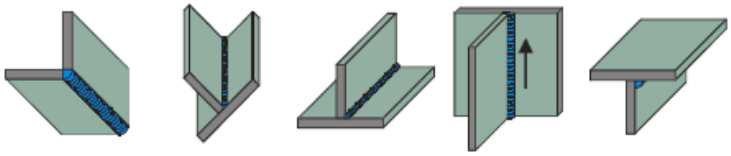
شكل رقم ٥٨: الفرق بين مسميات أوضاع اللحام لبعض الوصلات في النظام الأوربي(ISO) و الأمريكي ASME (AWS)

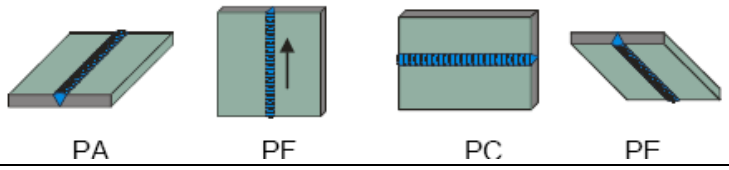
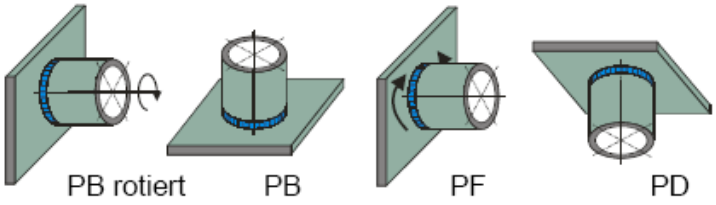
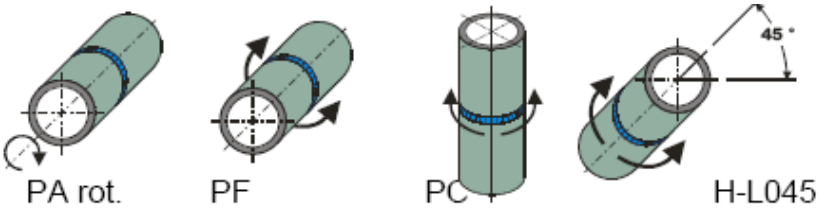
توجد أربعة أوضاع شائعة الاستخدام في اللحام بالقوس الكهربي المحجب SMAW اليدوي، وهي كالتالي:

١. اللحام في الوضع المسطح (الأرضي) Flat position ويرمز له بالرمز (PA).
٢. اللحام في الوضع الأفقي 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.

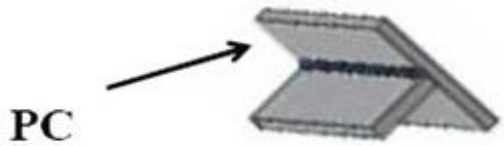
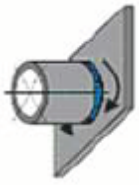


شكل رقم ٥٩: أوضاع اللحام طبقا للنظام الدولي الأوربي (ISO)

وصف الوصلة	وضع اللحام
لحام تزويد	 PA PF PC
لحام زاوية وتزويد	 PB PF
لحام زاوية أوضاع مختلفة	 PD PA PB PF PD

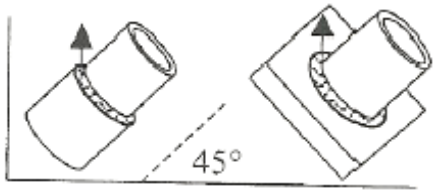
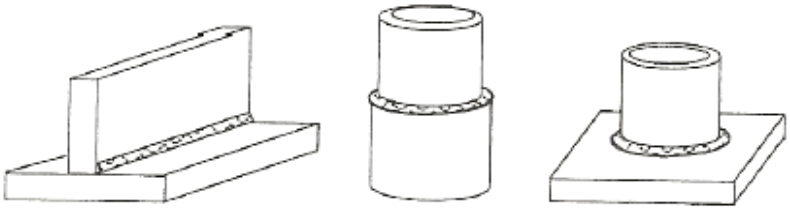
وصف الوصلة	وضع اللحام
لحام صاج تقابلى أوضاع مختلفة	
وصلات مواسير مع الواح صاج	
لحام مواسير تقابلية في الأوضاع المختلفة	

جدول رقم ٨: أوضاع لحام بالنظام الدولي الأوربي

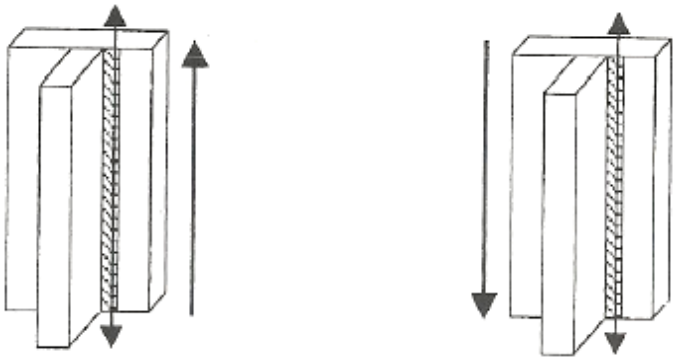
وصف الوصلة	وضع اللحام
لحامات زاوية بالعرض Horizontal	
لحامات بليتات ومواسير تقابلية في الوضع علي النازل	
لحام ماسورة بزاوية ميل ٤٥° في الوضع علي النازل	
لحام ماسورة مع بليت في الوضع علي النازل	

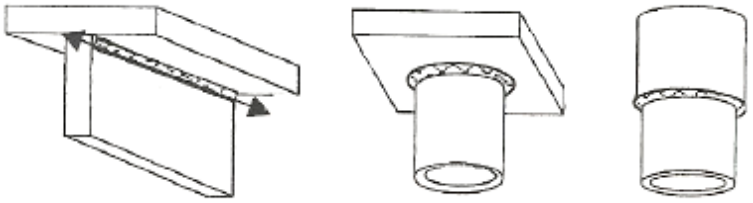
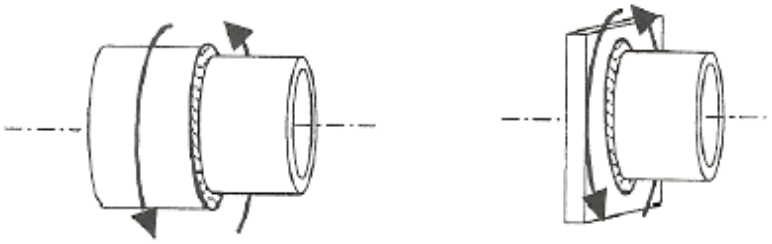
جدول رقم ٩

أوضاع اللحام طبقا لجمعية للنظام الدولي الأوروبي (ISO) والنظام الأمريكي AWS

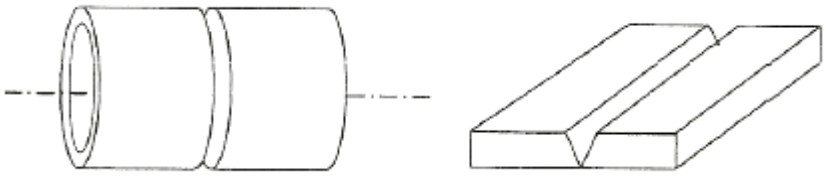
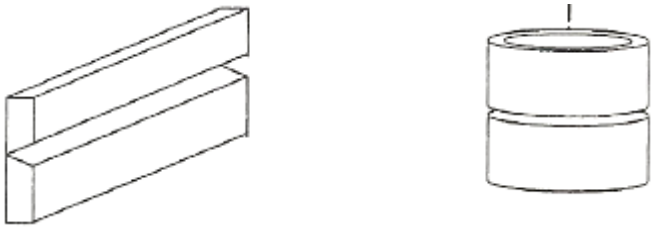
شكل توضيحي للحام الزاوية	AWS	EN ISO 6947
لحام أرضي مع ميل المشغولة بزاوية ٤٥°	1F	L-45/PA
 لحام أرضي مع ميل المشغولة بزاوية ٤٥° إدارة الماسورة أثناء اللحام يدويا أو آليا	1FR	L-45/PA
 لحام عرضي محور الماسورة رأسي زاوية قائمة	2F	PB
محور الماسورة أفقي إدارة الماسورة أثناء اللحام يدويا أو آليا	2FR	PB

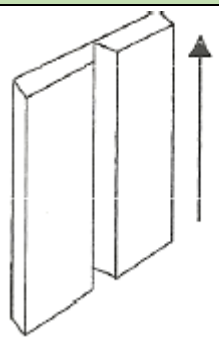
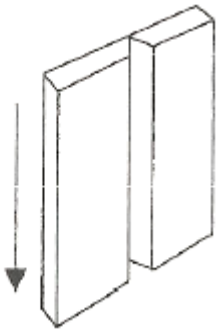
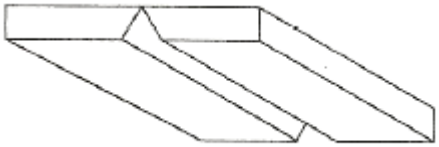
جدول رقم ١٠

شكل توضيحي للحام الزاوية	AWS	EN ISO 6947
 لحام رأسي تنازلي لحام رأسي تصاعدي	3F	PF لحام تصاعدي PG لحام علي النازل

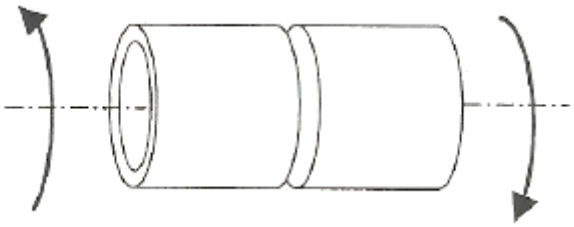
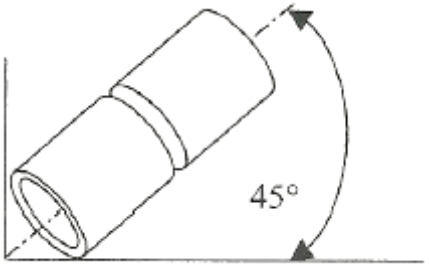
شكل توضيحي للحام الزاوية	AWS	EN ISO 6947
 لحام فوق الرأس	4F	PD
 محور الماسورة أفقي تنفيذ اللحامات في الوضعين التصاعدي والتنازلي	5F	PF لحام تصاعدي PG لحام علي النازل

جدول رقم ١١

أشكال توضيحية للحامات البلتات والمواسير في الوضع التقابلي	AWS	EN ISO 6947
 لحام أرضى Flat (Ground) محور الماسورة أفقي إدارة الماسورة أثناء اللحام يدويا أو آليا	1G	PA
 لحام بالعرض (أفقي) Horizontal محور الماسورة رأسي	2G	PC

أشكال توضيحية للحامات البلتات والمواسير في الوضع التقابلي	AWS	EN ISO 6947
  لحام رأسي تنازلي (PG) لحام رأسي تصاعدي (PF) Vertical position	3G	PF لحام تصاعدي PG لحام علي النازل
 لحام فوق الرأس Overhead	4G	PE

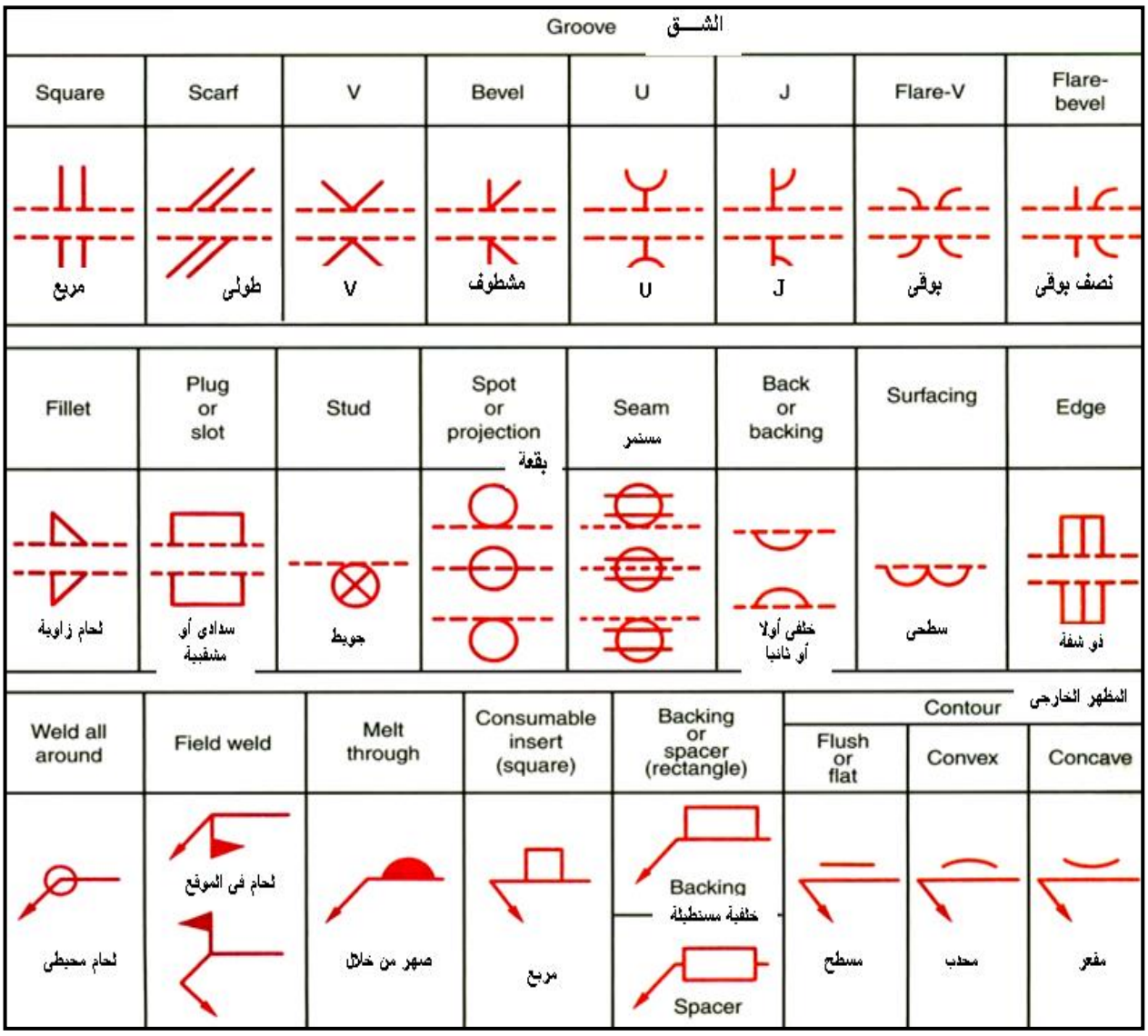
جدول رقم ١٢

أشكال توضيحية للحامات المواسير في الوضع التقابلي	AWS	EN ISO 6947
 محور الماسورة أفقي ثبات الماسورة أثناء اللحام التصاعدي أو التنازلي	5G	PF لحام تصاعدي PG لحام علي النازل
 لحام الماسورة بزاوية ٤٥°	6G	H-LO45

جدول رقم ١٣

الرموز الأساسية والمساعدة لرموز وصلات اللحام

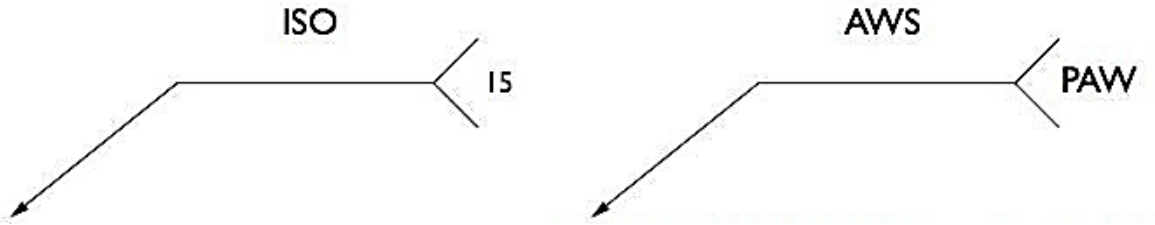
من المهم على المتدرب معرفة الرموز الأساسية لعمليات وصلات اللحام والتي قد تعطى له في الورشة ليفهم منها نوع اللحام المطلوب أو نوع الوصلات .... الخ



جدول رقم ١٤: الرموز الأساسية للحام

كيفية تحديد الإشارة إلى عملية اللحام على الرموز Process identification

إن النظام الدولي الأوربي ISO يرمز ويشير إلى عمليات اللحام بوضع رقم العملية على الذيل الموجود في نهاية خط الإشارة الأفقي، في حين أن النظام الأمريكي AWS يستخدم حروف تشير إلى اختصار عملية اللحام عوضا عن الأرقام وفي (شكل رقم ٦٠) تم إعطاء مثال حيث يمثل كل من الرقم ١٥ على والحروف PAW الرسمة إلى استخدام لحام البلازما plasma arc welding في كلا النظامين:



شكل رقم ٦٠: الإشارة إلى عمليات اللحام بالنظام الدولي والنظام الأمريكي

ولكن من الأفضل وكممارسة عامة أن يتم تضمين هذه البيانات في وثائق إجراء اللحام WPS حتى لا يكون هناك ارتباك من كثرة الحروف والبيانات الموجودة على رمز اللحام، وفي حالة تم تضمين البيانات في WPS يمكن حذف الذيل من الرسم الهندسي حسب توصيات المعايير الأوربية والأمريكية.

الأرقام المرجعية لعمليات اللحام

تم استخدام أرقام مرجعية في المعيار الدولي رقم ISO4063 لطرق المختلفة للحام، وتستخدم هذه الرموز في الرسومات التنفيذية (ISO2553) لعمليات اللحام أو في توصيف عمليات اللحام (EN ISO15614-1) ويبين (جدول رقم ١٥) هذه الأرقام المرجعية لكل عمليات اللحام.

طرق اللحام Welding method	الرقم المرجعي Reference No.
اللحام بالاكسي اسيتلين OXY-fuel gas welding	٣١١
اللحام بالقوس الكهربي المغلف بالفلكس Metal-Arc Welding with coated electrode	١١١
لحام بالقوس لسلك محشو بالفلكس وبدون غاز حجب Flux-cored wire metal-Arc welding without gas shield	١١٤
لحام الميج Metal Inert Gas (MIG) welding	١٣١
لحام الماج Metal Active Gas (MAG) welding	١٣٥
لحام الماج باستخدام سلك محشو بالفلكس MAG Welding with Flux-cored wire	١٣٦
لحام التيج Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) (TIG)	١٤١
لحام البلازما Plasma Arc welding	١٥

جدول رقم ١٥: الأرقام القياسية لطرق اللحام

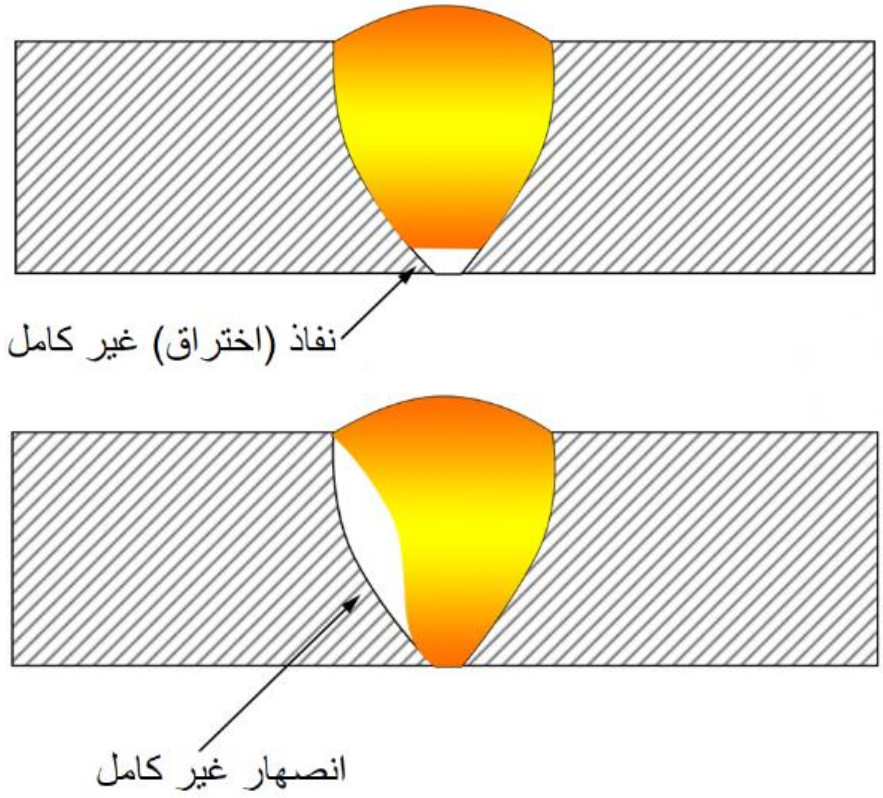
عيوب لحام الميج-ماج

عادة تكون نقاط بداية ونهاية اللحام هي المناطق الأكثر عرضة لظهور عيوب اللحام. بالإضافة إلى العيوب التي تم ذكرها في الوحدة الخامسة للحام بالاوكسي اسيتلين وهي مشتركة مع لحام الميج-ماج، يوجد عيوب إضافية تحدث في لحام الميج-ماج وهي:

- **نقص الانصهار Lack of Fusion:**

يعرف أيضا التراكب أو الحضن البارد "cold lapping" والذي يحدث عندما يقل أو لا يحدث اتحاد بين معدن الترسيب Weld metal ومعدن الأساس (الشغلة) Base metal. وهذا يحدث عادة بسب نقص الحرارة المسلطة في بداية اللحام. واحد الطرق لتصحيح هذا العيب هو إشعال

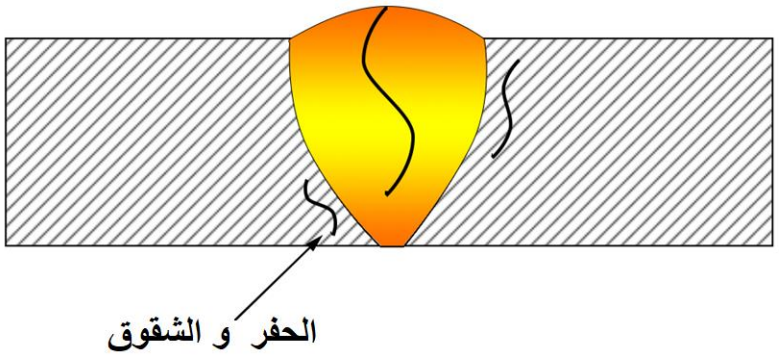
القوس للأمام قليلا (حوالي ١,٥ ضعف حجم اللحام) من نقطة البداية المطلوبة والعودة بسرعة إلى نقطة البداية المطلوبة. وعادة يؤدي النقص في الانصهار من أساليب اللحام السيئة. ويمكن أن يتسبب أيضا الحام السريع المنحدر في حدوث عيوب في اللحام خاصة في المواد الأكثر سمكا ويحدث عندما تكون بركة اللحام أمام القوس.



شكل رقم ٦١: نقص الانصهار والنفاذ الغير كامل

الحفر والشقوق Craters and Cracks:

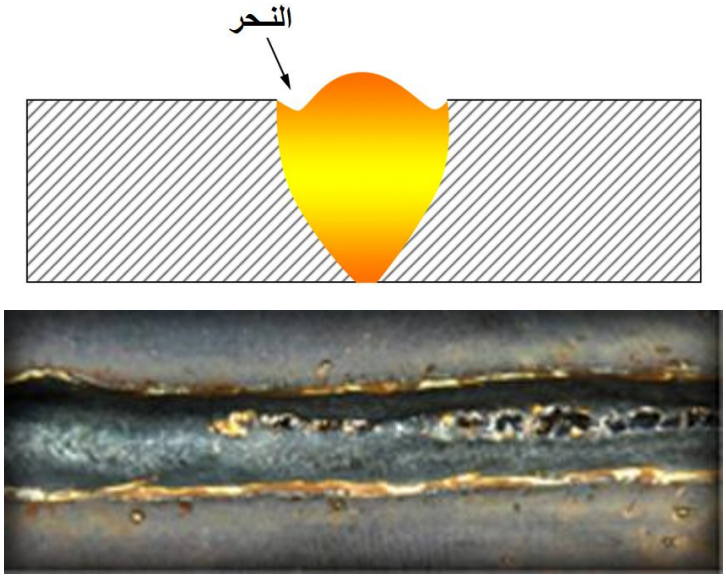
يمكن أن تحدث الحفر والشقوق في نهاية نقطة توقف اللحام. يمكن تلافي ذلك عن طريق اللحام إلى نقطة التوقف المطلوبة ثم العودة قليلا (حوالي ١,٥ ضعف حجم اللحام weld size). هذا سوف يملأ التجويف أو الحفرة في اللحام بينما يبطئ أيضا معدل التبريد عن طريق توسيع تغطية غاز الحماية.



شكل رقم ٦٢: الحفر والشقوق

النحر Undercutting:

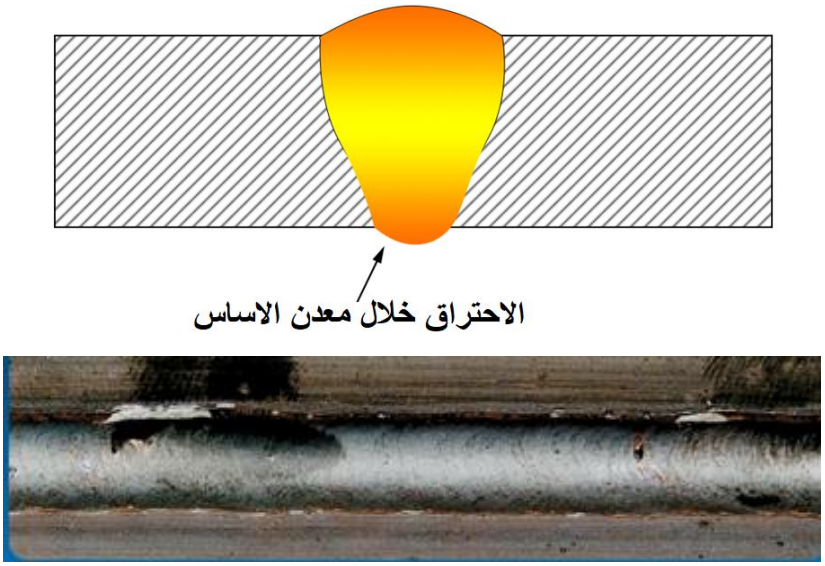
النحر هو تجويف أو مجرى (أخدود) أو حفرة في معدن الأساس تحدث بالقرب من إصبع toe أو جذر اللحام. عندما يحدث هذا الخلل في اللحام، يفشل معدن اللحام في ملئ تلك المنطقة المجوفة، مما يؤدي إلى لحام ضعيف وعرضة للتشقق على طول إصبع اللحام يمكن أن تؤدي الحرارة الزائدة، وكذلك تقنيات اللحام السيئة، إلى النحر.



شكل رقم ٦٣: عيب النحر

احتراق خلال (Burn-Through):

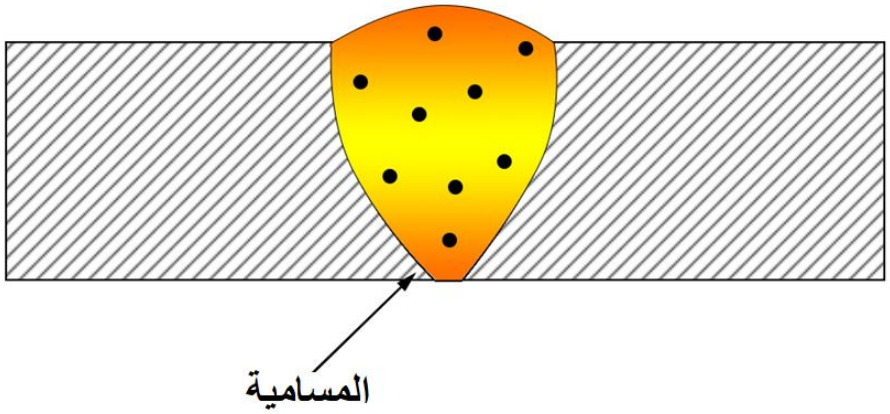
يحدث الاحتراق عندما يحترق معدن اللحام من خلال معدن الأساس. يحدث هذا العيب عادة بسبب الحرارة الزائدة المسلطة على المعدن. والتي يمكن أن تسبب أيضا مشكلات أخرى مثل زيادة "المنطقة المتأثرة بالحرارة "heat affected zone" (HAZ)، حتى في حالة عدم وجود احتراق خلال معدن اللحام فان المنطقة المتأثرة بالحرارة (HAZ) يمكن أن تقلل من متانة المادة.



شكل رقم ٦٤: عيب الاحتراق خلال معدن اللحام

المسامية (porosity):

تحدث المسامية في معدن اللحام weld metal عندما تصبح الغازات محاصرة في معدن اللحام أو على طول السطح. هذا يمكن أن يسبب اللحامات الضعيفة. يمكن أن تحدث المسامية بسبب العديد من المتغيرات مثل التلوث في الجو المحيط باللحام أو عيوب بمعدن الأساس، أو ماكينة اللحام معيبة، أو تدفق غير كافي للغاز (كثيرا أو قليلا جدا)، أو أسلوب اللحام غير مناسب. يمكن أن تكون المسامية شائعة في لحام MIG نظرا لسرعات اللحام العالية والفوهات الصغيرة نسبيا التي يمكن أن تؤدي إلى اختراق الغاز الواقي. يمكن أن يساعد اختيار معدن سلك الترسيب للحام Weld filler metal في القضاء على المسامية اعتمادا على نسبة عناصر منع الأكسدة والمعادن الأساسية التي يتم لحامها.



شكل رقم ٦٥: عيب المسامية في معدن اللحام

يوضح (شكل رقم ٦٦) كيف أن نقص الغاز الواقي (الحجب) shielding gas على الحديد الصلب يمكن أن يسبب المسامية (الثقوب) في درزة اللحام weld bead تتشكل في الوجه face واللحام الداخلي في غياب الغاز الواقي. يمكن أن يكون سبب نقص الغاز الواقي بسبب الإعداد غير المناسب للمعدات، أو وجود ثقب في بطانة الطورش أو هبوب رياح تهب وتبعد غاز الحجب.

شكل رقم ٦٦: نقص الغاز الواقي (الحجب) shielding gas على الحديد الصلب يمكن أن يسبب المسامية

طرطشة أو ترشاش (Spattering):

هو عبارة عن أجزاء صغيرة متطايرة من سلك اللحام بجوار معدن اللحام المترسب ولا تشكل جزء منه. وتحدث عادة نتيجة تيار اللحام العالي، أو طول القوس، أو قوس غير مستقر وغير منظم، أو غاز حجب غير مناسب، أو فوهة الغاز ضيقة أو مسدودة

شكل رقم ٦٧: طرطشة نتيجة جهد عالي مما تسبب في قوس رديء واختراق غير جيد

التدريبات العملية للوحدة

ضبط وتشغيل وحدة اللحام بالقوس المعدني والغاز (GMAW) وفك وتركيب الأجزاء والملحقات

تدريب رقم	١	الزمن	١٦ ساعة

أهداف

أن يكون المتدرب قادرا على أن:

- تجهيز مكان العمل.
- ضبط وتجهيز وتشغيل مجموعة اللحام بالقوس والغاز GMAW.
- ضبط وتجهيز وتشغيل ماكينة اللحام بالقوس المعدني والغاز بطريقة صحيحة وآمنة.
- استيعاب العمليات الأساسية اللحام بالقوس المعدني والغاز.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
مجموعة لحام بالقوس المعدني والغاز بالملحقات	أسطوانة ثاني أكسيد الكربون CO_2
طاولة عمل بالملحقات	
زهرة الشنكره وشوكة العلام	
ذنبه العلام	
مسطرة صلب	مواد وأدوات تنظيف مناسبة
شاكوش إستعدال	
لقط حدادي	
فرشاة سلكية	
سندان	بكرة سلك لحام قطر ١,٢ مم مناسبة
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ١٦: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

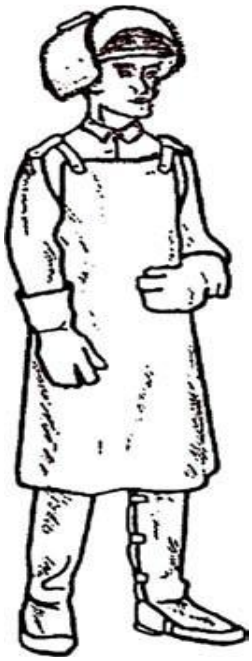
التعرف على معدات اللحام بالميج ماج وأوضاع اللحام السابق شرحها في الجزء النظري.

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالورشة، ومن أهمها أن يكون المتدرب قد ارتدى أدوات الحماية الشخصية الخاصة باللحام بالقوس الكهربي به لأهميتها البالغة والموضحة في (شكل رقم ٦٨).

شكل رقم ٦٨: أدوات الحماية الشخصية اللازمة بالورشة (PPE)

٢. ارتداء الزي المناسب لعملية اللحام.



شكل رقم ٦٩: ارتداء الزي المناسب لعمليات اللحام

٣. تأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق.

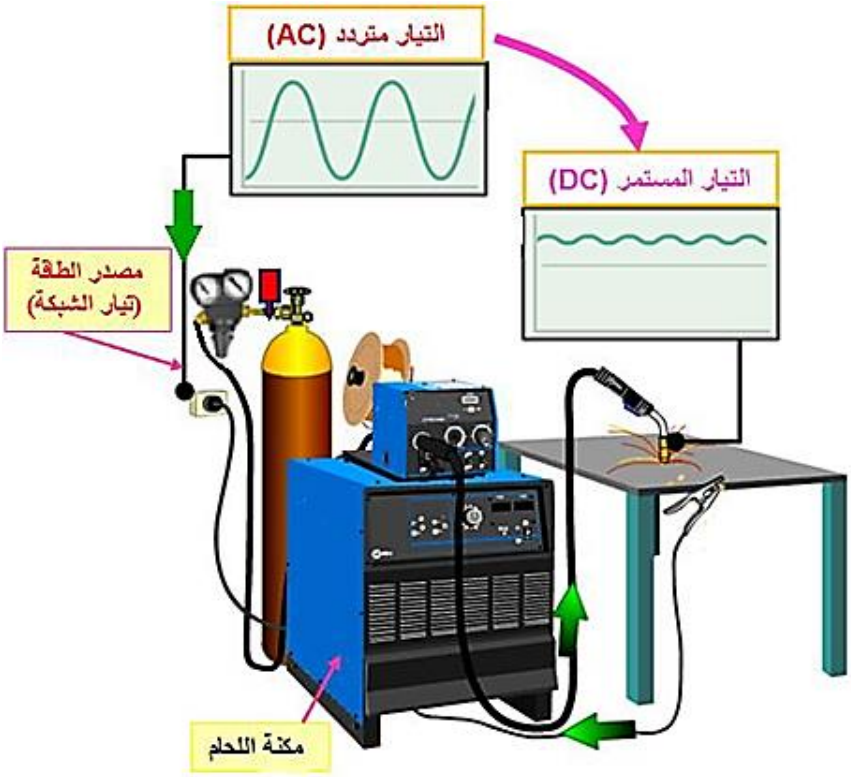
٤. احضر العدد المساعدة.

٥. جهز مكان العمل وشغل شفاط التهوية.

٦. تأكد من توصيل الكابلات بالماكينة بشكل سليم.

٧. قم بتوصيل الكهرباء لماكينة اللحام بالميج ماج.

٨. اضغط على مفتاح تشغيل الماكينة واجعله في وضع ON.



شكل رقم ٧٠: تجهيز مكان وأدوات العمل المطلوبة للحام

٩. اضبط الماكينة على شدة التيار وضغط الغاز.

١٠. اضبط وجهز وقم بتشغيل وحدة اللحام بالقوس المعدني والغاز (GMAW) بطريقة صحيحة وآمنة.

١١. فك وركب الأجزاء والملحقات لوحدة القوس المعدني والغاز بطريقة صحيحة وآمنة.

١٢. قم بتركيب البكرة على الحامل.

شكل رقم ٧١: تركيب البكرة على الحامل

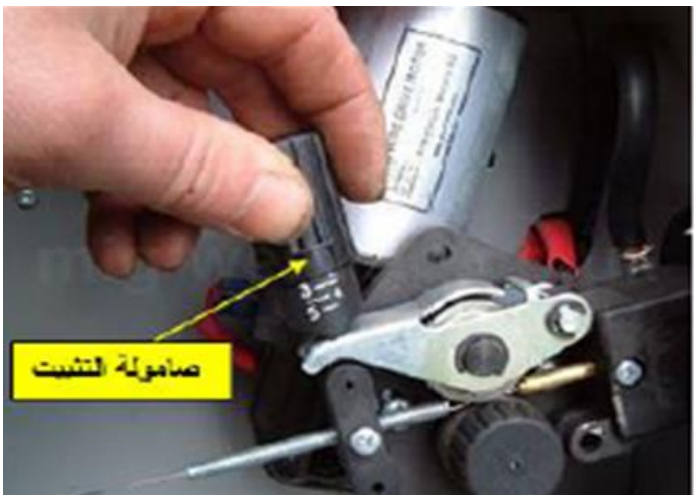
١٣. مرر السلك عبر دليل المدخل ودليل لمخرج.

شكل رقم ٧٢: تمرير السلك

١٤. ضع السلك على المجرى المناسب للقطر.

شكل رقم ٧٣: وضع السلك على المجرى المناسب

١٥. ثبت بكرة السلك بالصامولة.



شكل رقم ٧٤: تثبيت البكرة

١٦. اضغط على الزر (الزناد) حتى يخرج السلك من الجهة الأمامية.

شكل رقم ٧٥: اخرج السلك بالضغط على الزناد

١٧. قم بإدارة بكرة سلك اللحام إلى الخلف إلى أن يبقى السلك مشدودا.

شكل رقم ٧٦: ادر البكرة لشد السلك

١٨. اضغط على الزر (الزناد) لخروج السلك.

شكل رقم ٧٧: اخرج السلك بالضغط على الزناد

١٩. قم بتركيب فوهة الغاز ورأس التلامس مع تثبيت رأس التلامس بالمفتاح المخصص لذلك.

شكل رقم ٧٨: تركيب رأس التلامس وربطه

٢٠. قم بتركيب الفوهة وقطع الجزء الأمامي للسلك.

شكل رقم ٧٩: تركيب الفوهة وقطع الجزء الأمامي

٢١. تشغيل وحدة اللحام تجريبيا.

٢٢. ضبط مفتاح الأمبير والفولت للعمل بين (١٣٠-٩٠) A.

٢٣. ضبط كمية غاز الحجب المطلوب وضبط سرعة التغذية بسلك اللحام يتم حسب كتالوج الماكينة، أو راجع جداول ضبط معدل تغذية السلك وتيار اللحام وغاز الحجب.

بعد الانتهاء:

١. فصل التيار الكهربي عن ماكينة اللحام.

٢. غلق الغاز عن وحدة اللحام.

٣. فصل التيار عن ورشة اللحام.

٤. نظف مكان العمل واعد ترتيب الأدوات المستخدمة إلى مكانها.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق تعليمات السلامة والصحة المهنية			
٢	يجهز مكان وأدوات العمل			
٣	يفحص معدات اللحام بالميج ماج قبل التشغيل			
٤	يفك ويركب الأجزاء والملحقات لوحدة بالقوس المعدني والغاز (GMAW) بطريقة صحيحة وآمنة			
٥	يختار سلك بكرة اللحام المناسبة ويركبه بدقه			
٦	يستخدم الطريقة الصحية في إشعال القوس			
٧	يمسك طورش اللحام بزاوية سليمة			
٨	يضبط وتشغيل الوحدة على شدة التيار وضغط الغاز بطريقة صحيحة وآمنة			
٩	يشغل ماكينة اللحام تجريبيا بطريقه سليمة			
١٠	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 بالميج ماج

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

- ضبط تشغيل معدات للحام بالميج ماج

لحام خطوط مستقيمة متكررة تحت مستوى النظر (وضع مسطح)			
تدريب رقم	٢	الزمن	١٦ ساعة

أهداف

يتوقع أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

- تجهيز مكان العمل.
- تحضير قطع العمل وتنظيفها.
- شنكرة القطعة حسب المخطط التنفيذي المطلوب وعمل التذنيب لخطوط اللحام.
- ضبط وتجهيز وتشغيل ماكينة اللحام بالميج ماج بطريقة صحيحة وآمنة.
- عمل خطوط لحام مستقيمة ومتكررة تحت مستوى النظر بالميج ماج على قطعة العمل بدقة وبدون عيوب.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
ماكينة اللحام بالقوس المعدني والغاز وملحقاتها	قطعة من الحديد بمقاس ٢٠٠ × ١٠٠ مم، سمك ٨ مم (أو حسب المتاح في المخازن)
طاولة عمل بالملحقات	
زهرة الشنكرة وشوكة العلام	
ذنبه العلام	بكرة سلك لحام قطر ١,٢ مم
شاكوش إستعدال	
لقط حدادي	
مسطرة صلب	مواد وأدوات تنظيف مناسبة
فرشاة سلكية	
سندان حدادي	
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ١٨: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

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

شكل رقم ٨٠: اللحام بالميج-ماج

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بورشة اللحام، ومن أهمها أن يكون المتدرب قد ارتدى أدوات الحماية الشخصية الخاصة باللحام بالميج ماج به لأهميتها البالغة والموضحة في (شكل رقم ٨١).

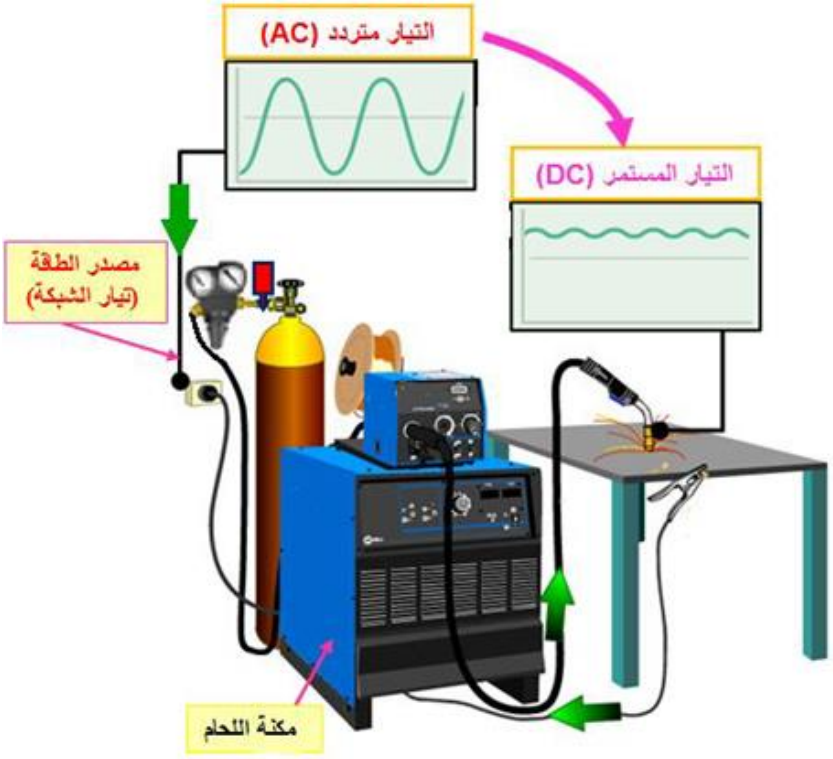
شكل رقم ٨١: أدوات الحماية الشخصية اللازمة بالورشة (PPE)

٢. تأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق.

٣. احضر العدد المساعدة (مثل الفرشاة السلك وملاقط حداده للامساك بالمشغولات آو الأجزاء ومطرقة للاستعدال).

شكل رقم ٨٢: عدد المساعدة

٤. جهز مكان العمل واحضر المعدات وشغل شفاط التهوية.



شكل رقم ٨٣: تجهيز مكان و أدوات العمل المطلوبة للحام

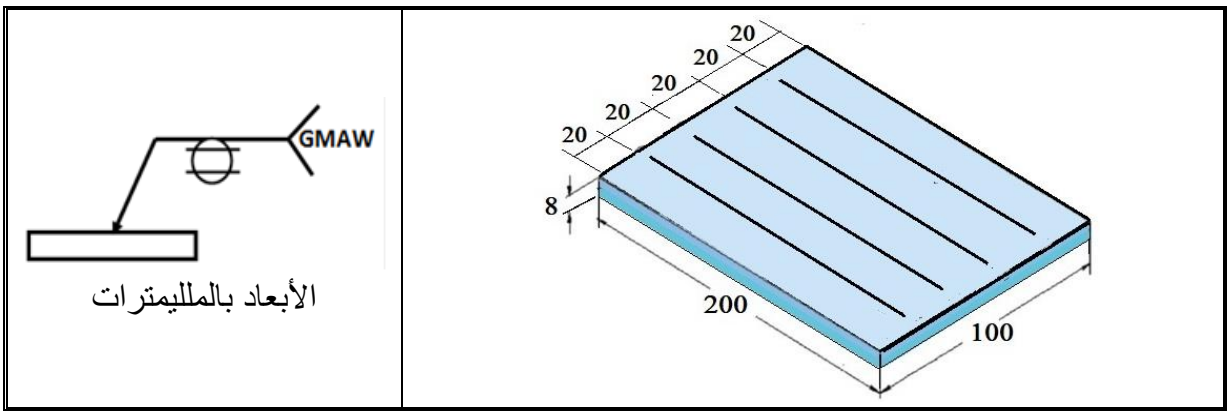
٥. قم بمراجعة أبعاد قطعة العمل.

٦. قم بتنظيف قطعة العمل من الصدأ وغير ذلك باستخدام أدوات التنظيف (فرشة صلب/ صنفرة).

٧. قم باستعدال قطعة العمل بواسطة السندال والمطرقة.

٨. ضع قطعة العمل على زهرة الشنكار.

٩. قم بشنكرة قطعة العمل حسب المقاسات المطلوبة بالرسم التنفيذي تكون (١- ٢ سم) بين كل خطين (أو حسب تعليمات المدرب).



شكل رقم ٨٤: تخطيط وشنكرة قطعة العمل

١٠. قم بدق ذنب خفيفة على امتداد خطوط الشنكرة.

١١. افحص وصلة الطاقة الكهربائية الخاصة بماكينة اللحام.

١٢. افحص وصلة مسدس اللحام.

١٣. افحص وصلة ماسك الأرضي.

١٤. قم بتشغيل الماكينة مع مراعاة توصيل فيشه سخان غاز التحجيب.

١٥. اضبط مفتاح الأمبير والفولت للعمل بين (١٣٠-٩٠) A.

١٦. اضبط كمية غاز الحجب المطلوب واضبط سرعة التغذية بسلك اللحام يتم حسب كتالوج الماكينة، أو راجع جداول ضبط معدل تغذية السلك وتيار اللحام وغاز الحجب.

١٧. ضع على طاولة العمل تمرينا مستعملا لضبط تيار اللحام عليه.

١٨. قم بالوقوف أمام تزجة اللحام بالوضع الصحيح.

١٩. ضع قطعة العمل على طاولة العمل بشكل مسطح بحيث تكون تحت مستوى النظر.

٢٠. اضبط زاوية التقدم وزاوية العمل لسلك اللحام بالوضع الصحيح لوضعية اللحام.

٢١. تنفيذ خطوط اللحام إلى جهة اليمين أو اليسار.

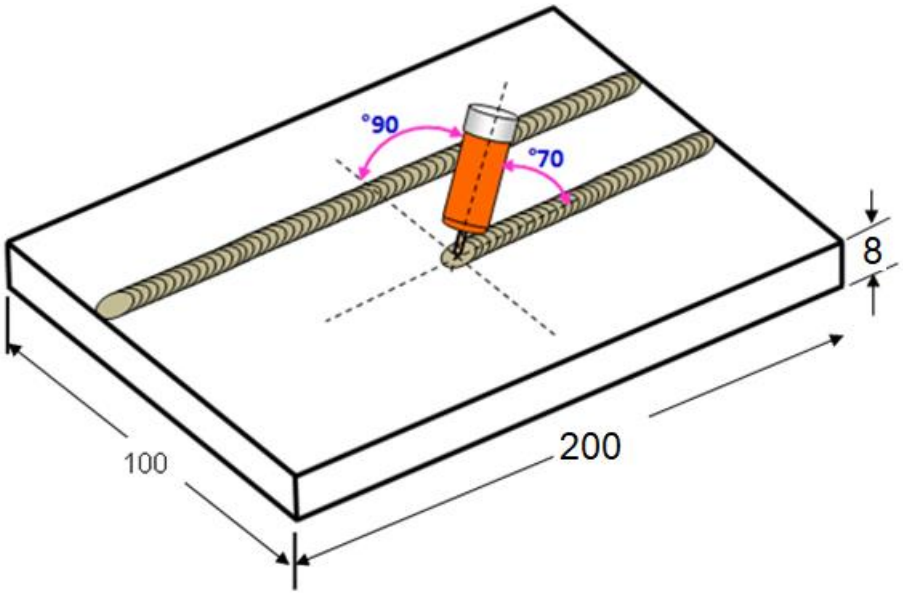
٢٢. اجعل زاوية العمل على الوضع المسطح (٩٠°).

٢٣. قم بلحام الخط الأول وذلك بتوجيه رأس طورش اللحام على بداية الخط من جهة اليمين إلى اليسار مع مراعاة الآتي:

أ. زاوية قيادة طورش اللحام من ٧٠ إلى ٨٠ درجة.

ب. لا تترك ثغرة هوائية بين سلك الترسيب ومعدن الشغلة وإنما يتلاصق سلك الترسيب مع الشغلة أثناء سيره على خط اللحام.

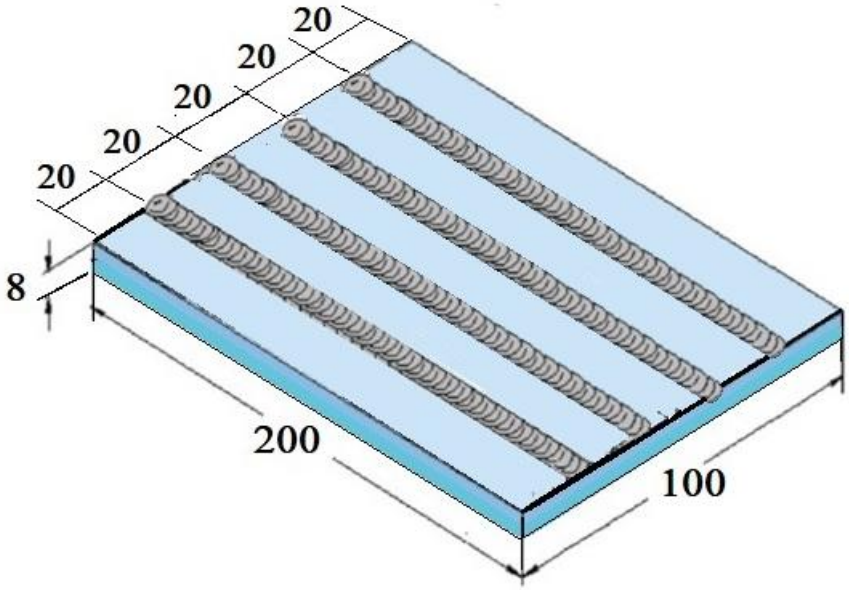
ج. تحريك طورش اللحام بسرعة منتظمة للحفاظ على سرعة صهر سلك الترسيب وصهر معدن الأساس مع تنفيذ الحلقات الترددية العرضية لطرش اللحام أثناء سيره.



شكل رقم ٨٥: ضبط زاوية العمل وزاوية التقدم لبوري اللحام

٢٤. اترك خط اللحام ليبرد قليلا.

٢٥. قم بلحام باقي خطوط اللحام المطلوبة بنفس طريقة لحام الخط الأول حتى يتم الانتهاء من ترسيب كافة خطوط اللحام على قطعة العمل بشكل سليم ومنتظم.



شكل رقم ٨٦: خطوط اللحام

٢٦. اغلق ماكينة اللحام وفق شروط السلامة المهنية.

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

٢٨. نظف قطعة العمل بأكملها.

٢٩. قم بتنظيف اللحام بالفرشاة السلك.

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

٣١. إعادة وإصلاح عمليات اللحام إن كان بها عيوب عند الفحص.

٣٢. قم بتسليم قطعة العمل للمدرب لإجراء عملية التقييم.

٣٣. تأكد من فصل مفتاح الكهرباء الرئيسي وغلق الغاز عن وحدة اللحام.

٣٤. قم بطي كابلات اللحام في المكان المخصص لها.

٣٥. نظف مكان العمل واعد الأدوات المستخدمة إلى 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	يتمكن من قراءة وفهم الرسم التنفيذي ورموز اللحام			
٣	يجهز مكان وأدوات العمل			
٤	ينفذ الشنكرة والعلام لخطوط اللحام المطلوبة بشكل سليم			
٥	يفحص معدات اللحام بلميج ماج قبل التشغيل			
٦	يضبط شدة التيار المناسبة لقطر سلك اللحام وسمك الشغلة			
٧	يمسك طورش اللحام بزاوية سليمة			
٨	يحافظ على استقرار اشتعال القوس أثناء عملية اللحام			
٩	تنفيذ الحركات العرضية لطورش اللحام أثناء اللحام وإمالته بالزاوية المحددة أثناء الحركة (زاوية التقدم)			
١٠	يحقق توافق بين حركة طورش اللحام وسرعة انسياب المعدن بشكل سليم			

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١١	ينفذ اللحام في خطوط مستقيمة بشكل سليم ومنتظم وبدون عيوب			
١٢	ينظف قطعة العمل ويبردها بشكل سليم			
١٣	يفحص جودة اللحام ويصلح الوصلات المعيبة			
١٤	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:

- ماكينة اللحام بالميج ماج وملحقاتها
- قطعة من الحديد الصلب الطري مقاس (٢٠٠ * ١٠٠ *٨ مم)
- بكرة سلك لحام قطر ١,٢ مم

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

- تشغيل ماكينة اللحام بالميج ماج وضبط شدة التيار
- شنكرة قطعة العمل وتذنيبها
- عمل خطوط لحام مستقيم على قطعة العمل تحت مستوى النظر (الوضع المسطح)

لحام زاوية خارجية تحت مستوى النظر (وضع مسطح)			
تدريب رقم	٣	الزمن	١٦ ساعة

أهداف

يتوقع أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

- تجهيز مكان العمل.
- تحضير قطعتي العمل وتنظيفها وتبنيطهما.
- تشغيل معدات اللحام وضبطها.
- تنفيذ لحام خطوط زاوية خارجية تحت مستوى النظر على قطعتين صلب طرى متعامدتين بدقة وبدون عيوب.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
ماكينة اللحام بالميج ماج وملحقاتها	قطعتين من الحديد المطاوع أو الصلب الطري بمقاس ٢٠٠ × ٥٠ مم، سمك ٦ مم (أو حسب المتاح في المخازن)
طاولة عمل بالملحقات	
زاوية قائمة	
مسطرة صلب	بكرة سلك لحام قطر ١,٢ مم
شاكوش إستعدال	
لقط حدادي	
فرشاة سلكية	مواد وأدوات تنظيف مناسبة
سندان حدادي	
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ٢٠: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

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

خطوات تنفيذ التدريب

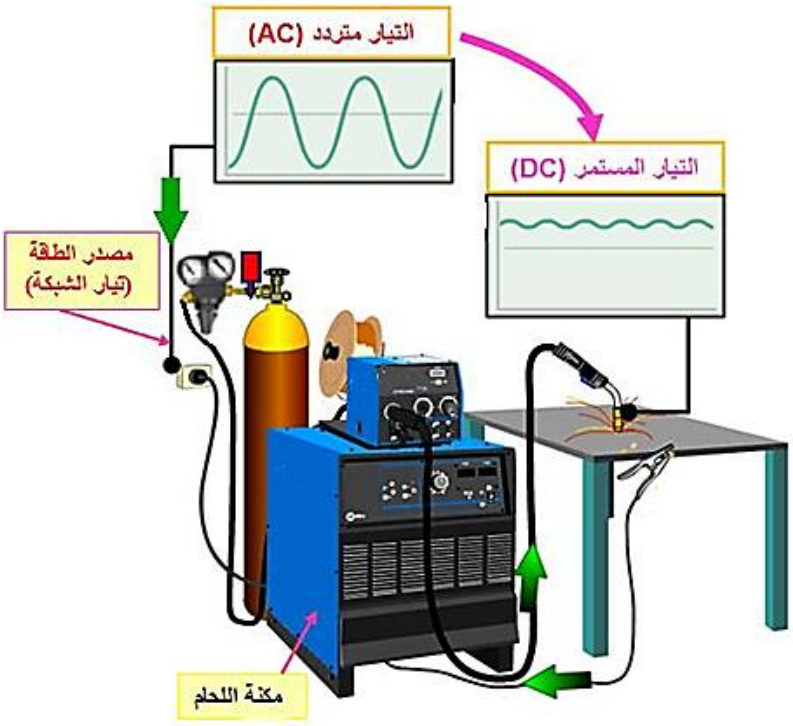
١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بورشة اللحام، ومن أهمها أن يكون المتدرب قد ارتدى أدوات الحماية الشخصية الخاصة باللحام بالقوس الكهربي به لأهميتها البالغة والموضحة في (شكل رقم ٨٧).

شكل رقم ٨٧: أدوات الحماية الشخصية اللازمة بالورشة (PPE)

٢. تأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق.

٣. احضر العدد المساعدة (مثل فرشاه سلك وملاقط حداده للامساك بالمشغولات آو الأجزاء ومطرقة للاستعدال).

٤. جهز مكان العمل وشغل شفاط التهوية.



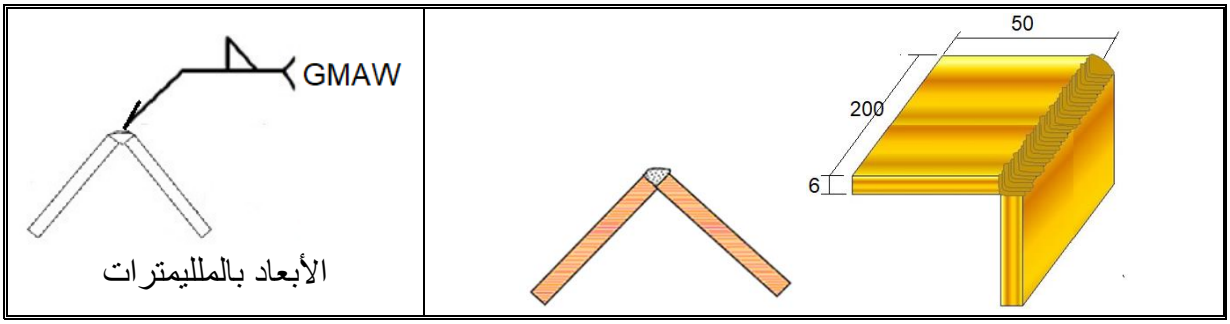
شكل رقم ٨٨: تجهيز مكان وأدوات العمل المطلوبة للحام

٥. قم بقراءة الرسم التنفيذي.

٦. تنظيف الخامات من الصدأ وغير ذلك باستخدام أدوات التنظيف (فرشة صلب/ صنفرة).

٧. ضع قطعتي العمل على طاولة العمل بشكل زاوية قائمة من الخارج باستخدام مساند في وضع مسطح بحيث تكون تحت مستوى النظر كما هو مبين في (شكل رقم ٨٩).

٨. استعدال الخامات بعد تقطيعها على السندان.



شكل رقم ٨٩: وصلة زاوية خارجية

٩. تأكد من توصيل الكابلات الكهربائية الخاصة بماكينة اللحام بشكل سليم.

١٠. فحص وصلة مسدس اللحام.

١١. فحص وصلة ماسك الأرضي.

١٢. قم بتشغيل ماكينة لحام الميج-ماج، ثم قم بتوصيل فيشة سخان غاز التحجيب.

١٣. اختر وضع تشغيل الطورش (مسدس اللحام) في الوضع اليدوي، وذلك بالضغط باستمرار على زناد التشغيل بالطورش، أو قم باختيار وضع تشغيل أوتوماتيك وذلك بالضغط على زناد الطورش مرة واحدة فيعمل آليا.

١٤. قم بفتح أسطوانة غاز التحجيب على ضغط خروج الغاز بضغط ٢ بار ومعدل التدفق حسب قطر سلك اللحام.

١٥. اضبط خروج الغاز قبل بدء القوس بعده ثواني وبعد الانتهاء بعده ثواني.

في حالة التشغيل أوتوماتيك، اضبط مفتاح التحكم في سرعة سحب السلك، على قطر السلك المستخدم وهو ١,٢مم.

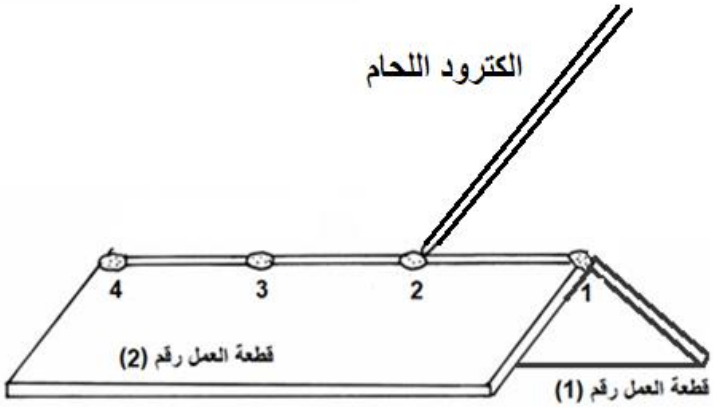
١٦. اضبط كمية غاز المحجب المطلوب وضبط سرعة التغذية بسلك اللحام يتم حسب كتالوج الماكينة، أو راجع جداول ضبط معدل تغذية السلك وتيار اللحام وغاز الحجب.

١٧. اضبط الفولت على حسب ثخانة سمك المعدن (تقريبا ٢٢ فولت لكل ٦ مم) تعطي ١٠٥ أمبير تقريبا.

١٨. قم بالوقوف أمام طاولة اللحام بالوضع الصحيح مع التأكد من وضع قطعة العمل في الوضع المسطح.

١٩. قم بضبط زاوية التقدم على الوضع من (٧٠°-٨٠°) واجعل زاوية العمل على الوضع المسطح (٩٠°).

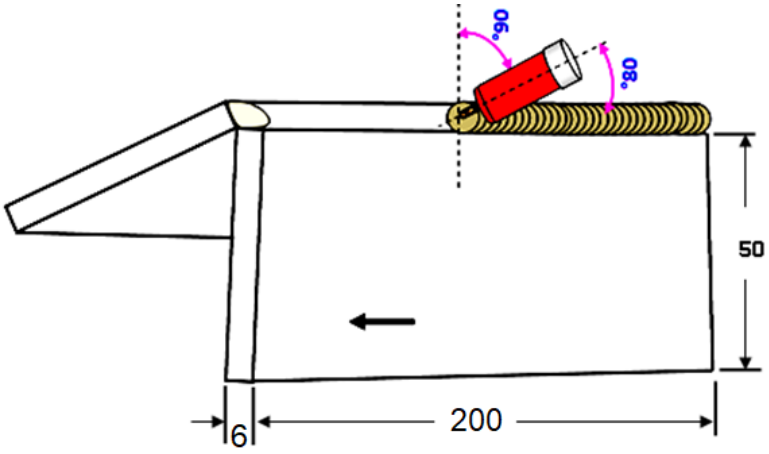
٢٠. ثبت قطعتي العمل بنقطتي لحام (تلقيط) منتظمة وموزعة على طول خط اللحام كما هو مبين في (شكل رقم ٩٠) مع ترك فراغ بين حافات القطع المراد لحامها بحدود نصف سمك قطعة العمل أو ٢ مم تقريبا، وذلك لضمان جوده النفاذ على امتداد حواف اللحام مع مراعاة أن تكون الحواف متوازية.



شكل رقم ٩٠: عمل بنط على مسافات منتظمة

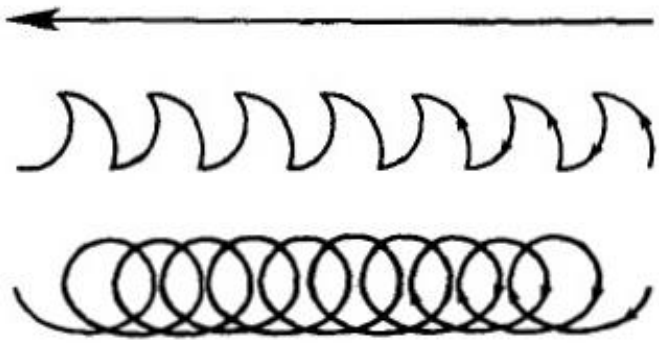
٢١. قم بتحريك مسدس (طورش) اللحام بزاوية تقدم أو قيادة طورش اللحام على الوضع من (٧٠°-٨٠°) مع الحفاظ على سرعة منتظمة للحفاظ على انتظام صهر سلك الترسيب وصهر معدن الأساس مع تنفيذ الحركات العرضية لطرش اللحام أثناء سيره.

٢٢. قم بلحام الخط الأول يسمى خط الغرز وهو سريع نسبيا وقوة الأمبير ٩٠ A على طول خط لحام الزاوية الخارجية مع توجيه رأس طورش اللحام على بداية الخط من جهة اليمين إلى اليسار مع الحفاظ على وجود الثغرة الهوائية على مسافة ثابتة أثناء تنفيذ التمرين.



شكل رقم ٩١: عمل اللحام والمحافظة على الفراغ بين قضيب اللحام والشغلة بالميج-ماج

٢٣. قم بتحريك مسدس طورش اللحام من اليسار إلى اليمين بسرعة منتظمة للحفاظ على التوافق بين حركة طورش اللحام وسرعة صهر وانسياب المعدن.



شكل رقم ٩٢: تحريك طورش اللحام

٢٤. قم برفع قطعة العمل وتنظيفها بفرشاة سلك.

٢٥. قم بلحام الخط الثاني (٢) يسمى ملئ بطريقة التموج على الجانبين بقوة أمبير حوالي ١١٠ A، وبنفس خطوات لحام الخط الأول لملىء الحواف بين قطعتي اللحام.

٢٦. قم برفع قطعة العمل وتنظيفها بفرشاة سلك.

٢٧. قم بلحام الخط الثالث (٣)، يسمى الكاب بقوة أمبير حوالي ١٣٠ A وبنفس خطوات لحام الخط الثاني.

٢٨. أغلق ماكينة اللحام وملحقاتها وفق شروط السلامة المهنية.

٢٩. قم برفع قطعة اللحام بواسطة اللقط وقم بتبريدها في حوض التبريد ثم قم بتجفيفها.

٣٠. نظف قطعة العمل بأكملها بإزاله الخبث منها.

٣١. قم بتنظيف اللحام بالفرشاة السلك.

٣٢. اكشف على حالة اللحام بالنظر والاختبارات (عند اللزوم حسب تعليمات المدرب) لكشف العيوب.

٣٣. إعادة وإصلاح عمليات اللحام إن كان بها عيوب عند الفحص.

٣٤. قم بتسليم قطعة العمل للمدرب لإجراء عملية التقييم.

٣٥. تأكد من فصل مفتاح الكهرباء الرئيسي وغلق الغاز عن وحدة اللحام.

٣٦. قم بطي كابلات اللحام في المكان المخصص لها.

٣٧. نظف مكان العمل واعد الأدوات المستخدمة إلى 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	يتمكن من قراءة وفهم الرسم التنفيذي ورموز اللحام			
٣	يجهز مكان وأدوات العمل			
٤	يفحص معدات اللحام بالميج ماج قبل التشغيل			
٥	يجهزو يبنط قطعتي العمل ليصنعا زاوية قائمة			
٦	يضبط شدة التيار المناسبة لقطر سلك اللحام وسمك الشغلة			
٧	يمسك طورش اللحام بزاوية سليمة			
٨	يحافظ على استقرار اشتعال القوس أثناء عملية اللحام			
٩	تنفيذ الحركات الترددية العرضية لطورش اللحام وإمالته بالزاوية المحددة أثناء الحركة			
١٠	يحقق توافق بين حركة الطورش وسرعة انسياب المعدن			
١١	ينفذ لحام الزاوية الخارجية بشكل سليم وبدون عيوب			
١٢	ينظف قطعة العمل ويبردها بشكل سليم			
١٣	يفحص جودة اللحام ويصلح الوصلات المعيبة			
١٤	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:

- ماكينة اللحام بالميج ماج وملحقاتها
- قطعتين من الحديد الصلب الطري مقاس (١٠٠ * ٥٠ *٦ مم)
- سلك لحام ١,٢ مم وبكرة السلك

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

- تشغيل معدات اللحام بالميج ماج وضبط شدة التيار
- عمل لحام زاوية خارجية تحت مستوى النظر (الوضع المسطح)

لحام زاوية داخلية تحت مستوى النظر (وضع مسطح)			
تدريب رقم	٤	الزمن	٢٤ ساعة

الأهداف

يتوقع أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

- تجهيز مكان العمل.
- تحضير قطعتي العمل وتنظيفها وتبنيطهما.
- تشغيل معدات اللحام وضبطها.
- تنفيذ لحام خطوط زاوية داخلية تحت مستوى النظر على قطعتين صلب طرى متعامدتين بدقة وبدون عيوب.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
ماكينة اللحام بالميج ماج وملحقاتها	شريحة من الحديد المطاوع أو الصلب الطري بمقاس ٢٠٠ × ١٠٠ مم، سمك ٦ مم
طاولة عمل بالملحقات	
زاوية قائمة	
ذنبه العلام	شريحة من الحديد المطاوع أو الصلب الطري بمقاس ٢٠٠ × ٥٠ مم، سمك ٦ مم (أو حسب المتاح في المخازن)
شاكوش إستعدال	
لقط حدادي	
فرشاة سلكية	بكرة سلك لحام قطر ١,٢ مم
زراديه مفصلية	
سندان	مواد وأدوات تنظيف مناسبة
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ٢٢: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

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

خطوات تنفيذ التدريب

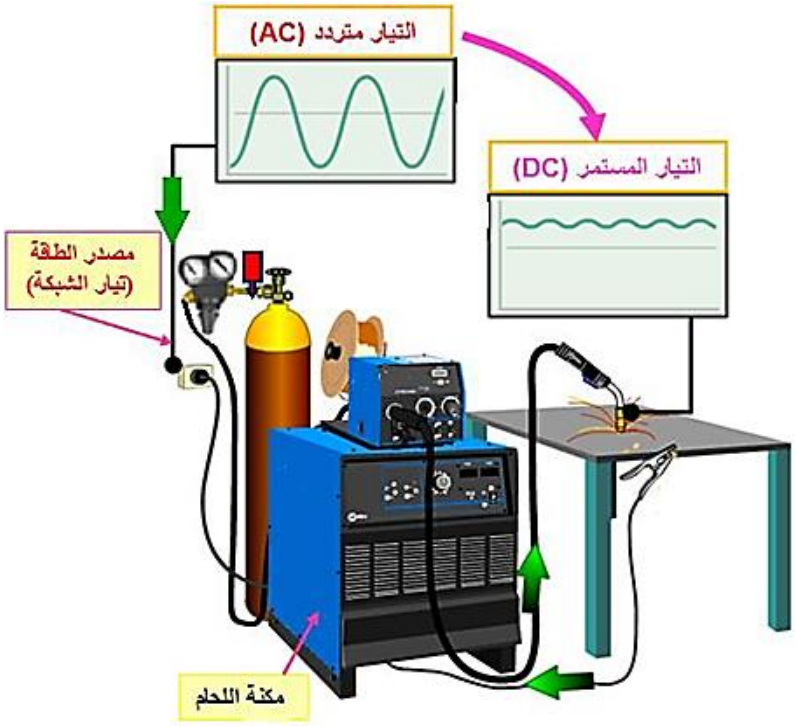
١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بورشة اللحام، ومن أهمها أن يكون المتدرب قد ارتدى أدوات الحماية الشخصية الخاصة باللحام بالقوس الكهربي به لأهميتها البالغة والموضحة في (شكل رقم ٩٣).

شكل رقم ٩٣: أدوات الحماية الشخصية اللازمة بالورشة (PPE)

٢. تأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق.

٣. احضر العدد المساعدة (مثل فرشاه من السلك وملاقط حداده للامساك بالمشغولات آو الأجزاء ومطرقة للاستعدال).

٤. جهز مكان العمل وشغل شفاط التهوية.



شكل رقم ٩٤: تجهيز مكان وأدوات العمل المطلوبة للحام

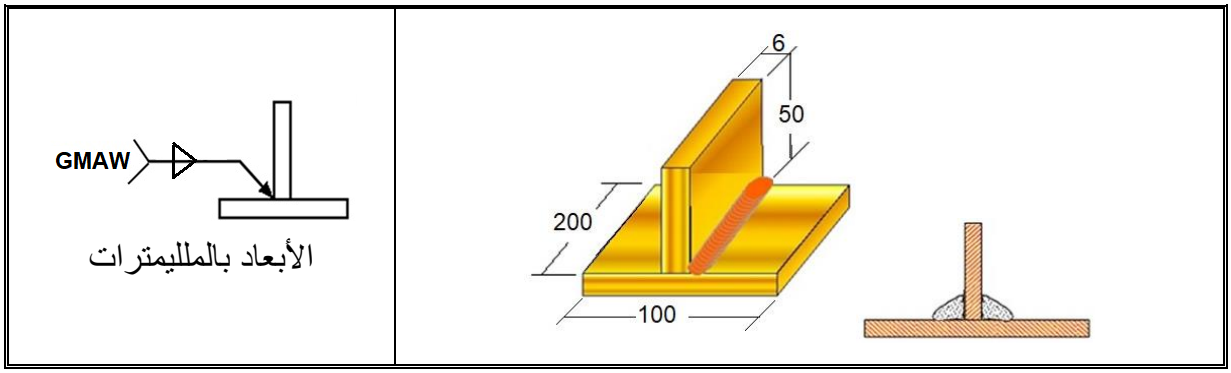
٥. قم بقراءة الرسم التنفيذي.

٦. تقطيع الخامات المطلوبة حسب المقاس على معدة القص المناسبة.

٧. إستعدال الخامات بعد تقطيعها على زهرة الاستعدال أو السندان.

٨. تنظيف الخامات من الصدأ وغير ذلك باستخدام أدوات التنظيف (فرشة صلب/ صنفرة).

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



شكل رقم ٩٥: وصلة زاوية داخلية

١٠. تأكد من توصيل الكابلات الكهربائية الخاصة بماكينة اللحام بشكل سليم.

١١. فحص وصلة مسدس اللحام.

١٢. فحص وصلة ماسك الأرضي.

١٣. قم بتشغيل ماكينة لحام الميج-ماج، ثم قم بتوصيل فيشة سخان غاز التحجيب.

١٤. اختر وضع تشغيل الطورش (مسدس اللحام) في الوضع اليدوي، وذلك بالضغط باستمرار على زناد التشغيل بالطورش، أو قم باختيار وضع تشغيل أوتوماتيك وذلك بالضغط على زناد الطورش مرة واحدة فيعمل آليا.

١٥. قم بفتح أسطوانة غاز التحجيب على ضغط خروج الغاز بضغط ٢ بار ومعدل التدفق حسب قطر سلك اللحام.

١٦. اضبط خروج الغاز قبل بدء القوس بعده ثواني وبعد الانتهاء بعده ثواني.

في حالة التشغيل أوتوماتيك، اضبط مفتاح التحكم في سرعة سحب السلك، على قطر السلك المستخدم وهو ١,٢مم.

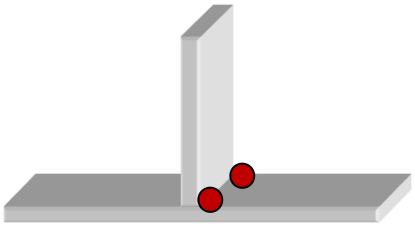
١٧. اضبط كمية غاز المحجب المطلوب وضبط سرعة التغذية بسلك اللحام يتم حسب كتالوج الماكينة، أو راجع جداول ضبط معدل تغذية السلك وتيار اللحام وغاز الحجب.

١٨. اضبط الفولت على حسب ثخانة سمك المعدن (تقريبا ٢٢ فولت لكل ٦ مم) تعطي ١٠٥ أمبير تقريبا.

١٩. قم بالوقوف أمام طاولة اللحام بالوضع الصحيح مع التأكد من وضع قطعة العمل في الوضع المسطح.

٢٠. قم بضبط زاوية التقدم على الوضع من (٧٠°-٨٠°) واجعل زاوية العمل على الوضع المسطح (٩٠°).

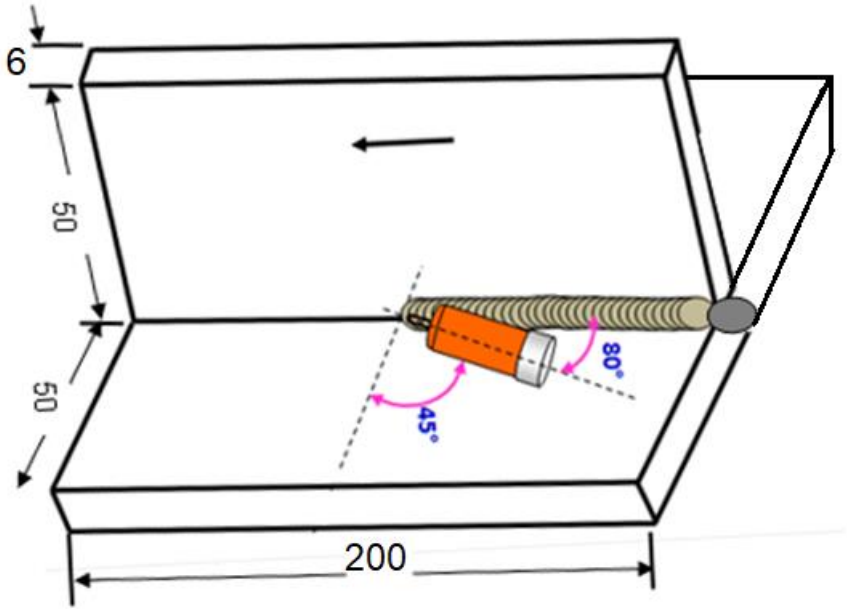
٢١. ثبت قطعتي العمل بنقطتي لحام (تلقيط) منتظمة وموزعة على طول خط اللحام من الجهتين لتثبيت القطعتين معا كما هو مبين في (شكل رقم ٩٦).



شكل رقم ٩٦: عمل بنط على مسافات منتظمة

٢٢. قم بتحريك مسدس (طورش) اللحام بزاوية تقدم أو قيادة طورش اللحام على الوضع من (٧٠°-٨٠°) مع الحفاظ على سرعة منتظمة للحفاظ على انتظام صهر سلك الترسيب وصهر معدن الأساس مع تنفيذ الحركات العرضية لطرش اللحام أثناء سيره.

٢٣. قم بلحام الخط الأول يسمى تثبيت وهو سريع نسبيا وقوة الأمبير ٩٠ A على طول خط لحام الزاوية الداخلية مع توجيه رأس طورش اللحام على بداية الخط من جهة اليمين إلى اليسار مع الحفاظ على وجود الثغرة الهوائية على مسافة ثابتة أثناء تنفيذ التمرين.



شكل رقم ٩٧: عمل اللحام والمحافظة على الفراغ بين قضيب اللحام والشغلة بالميج-ماج

٢٤. قم برفع قطعة العمل وتنظيفها بفرشاة سلك.

٢٥. قم بلحام الخط الثاني في الجهة المناظرة للحام الخط الأول بنفس خطوات لحام الخط الأول.

٢٦. قم برفع قطعة العمل وتنظيفها بفرشاة سلك.

٢٧. أغلق ماكينة اللحام وملحقاتها وفق شروط السلامة المهنية.

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

٢٩. نظف قطعة العمل بأكملها بإزاله الخبث منها.

٣٠. قم بتنظيف اللحام بالفرشاة السلك.

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

٣٢. إعادة وإصلاح عمليات اللحام إن كان بها عيوب عند الفحص.

٣٣. قم بتسليم قطعة العمل للمدرب لإجراء عملية التقييم.

٣٤. تأكد من فصل مفتاح الكهرباء الرئيسي وغلق الغاز عن وحدة اللحام.

٣٥. قم بطي كابلات اللحام في المكان المخصص لها.

٣٦. نظف مكان العمل واعد الأدوات المستخدمة إلى 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	يتمكن من قراءة وفهم الرسم التنفيذي ورموز اللحام			
٣	يجهز مكان وأدوات العمل			
٤	يفحص معدات اللحام بالميج ماج قبل التشغيل			
٥	يجهزو يبنط قطعتي العمل ليصنعا زاوية قائمة			

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
٦	يضبط شدة التيار المناسبة لقطر سلك اللحام وسمك الشغلة			
٧	يمسك طورش اللحام بزاوية سليمة			
٨	يحافظ علي استقرار اشتعال القوس أثناء عملية اللحام			
٩	تنفيذ الحركات الترددية العرضية لطورش اللحام وإمالته بالزاوية المحددة أثناء الحركة			
١٠	يحقق توافق بين حركة طورش اللحام وسرعة انسياب المعدن			
١١	ينفذ لحام زاوية داخلية بشكل سليم			
١٢	ينظف قطعة العمل ويبردها بشكل سليم			
١٣	يفحص جودة اللحام ويصلح الوصلات المعيبة			
١٤	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:

- ماكينة اللحام بالميج ماج وملحقاتها
- قطعتين من الحديد الصلب الطري مقاس (١٠٠ * ٥٠ *٦ مم)
- بكرة سلك لحام ١,٢مم

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

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

لحام وصلة تقابليه (تناكبية) بشطف حرف V تحت مستوى النظر (وضع مسطح)

تدريب رقم	٥	الزمن	٢٤ ساعة

أهداف

يتوقع أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

- تجهيز مكان العمل.
- تحضير قطعتي العمل وتنظيفها وتبنيطهما.
- تشغيل معدات اللحام وضبطها.
- ينفذ لحام وصلة تقابليه (تناكبية) باستخدام سلك لحام تحت مستوى النظر بدون عيوب.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
ماكينة اللحام بالميج-ماج وملحقاتها	قطعتين من الحديد المطاوع أو الحديد الصلب الطري بمقاس ٢٠٠ × ٥٠ مم، سمك ٦ مم (أو حسب المتاح في المخازن)
طاولة عمل بالملحقات	
شاكوش إستعدال	
لقط حدادي	
فرشاة سلكية	بكرة سلك لحام قطر ١,٢ مم
زراديه مفصلية	
سندان	مواد وأدوات تنظيف مناسبة
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ٢٤: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

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

خطوات تنفيذ التدريب

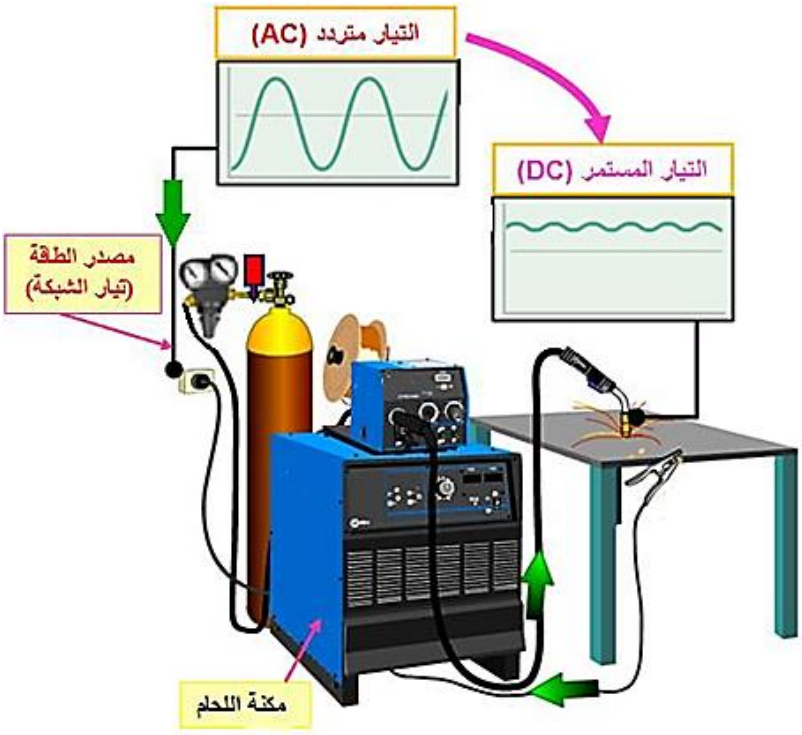
١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بورشة اللحام، ومن أهمها أن يكون المتدرب قد ارتدى أدوات الحماية الشخصية الخاصة باللحام بالقوس الكهربي به لأهميتها البالغة والموضحة في (شكل رقم ٩٨).

شكل رقم ٩٨: أدوات الحماية الشخصية اللازمة بالورشة (PPE)

٢. تأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق.

٣. احضر العدد المساعدة (مثل الشاكوش وكذلك الفرشاة السلك وملاقط حداده للامساك بالمشغولات آو الأجزاء ومطرقة للاستعدال).

٤. جهز مكان العمل واحضر المعدات وشغل شفاط التهوية.



شكل رقم ٩٩: تجهيز مكان وأدوات العمل المطلوبة للحام

٥. قم بقراءة الرسم التنفيذي.

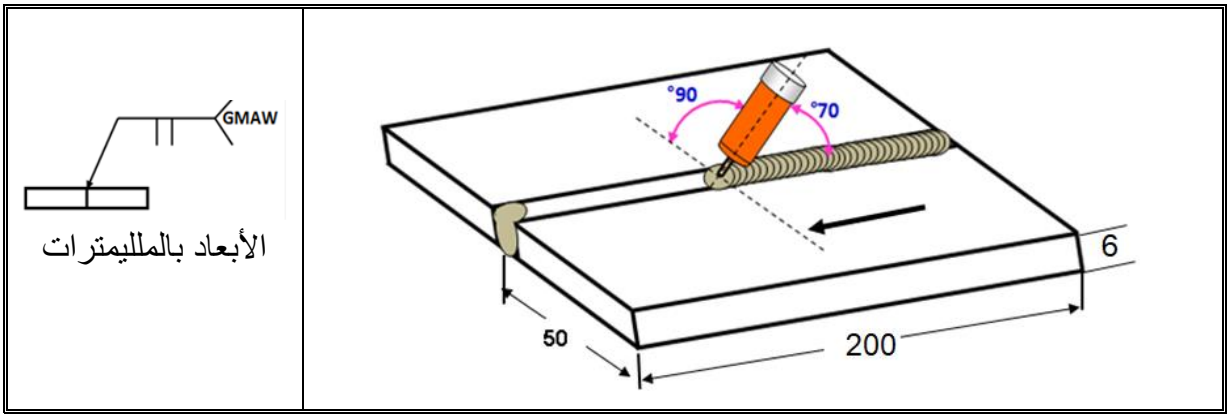
٦. قم بمراجعة الأبعاد والتأكد من أبعاد قطعتي العمل.

٧. قم بتنظيف قطعتي العمل من الصدأ والشوائب باستخدام أدوات التنظيف (فرشة صلب/ صنفرة).

٨. قم باستعدال الخامات بعد تقطيعها باستخدام السندان والمطرقة.

٩. قم بعمل شطف لحواف قطعتي العمل على شكل حرف V بزاوية ٤٥ لكل قطعة بواسطة ماكينة حجر الجلخ بالشكل السليم.

١٠. ضع قطعتي العمل في وضع تقابلي على طاولة العمل بحيث يكونا تحت مستوى النظر كما هو مبين في (شكل رقم ١٠٠) تمهيدا لتبنيطهم.



شكل رقم ١٠٠: وصلة زاوية تقابليه (وضع كورنيش)

١١. تأكد من سلامة وصلات ماكينة الحام الميج وتوصيلات الكابلات الكهربائية الخاصة بماكينة اللحام بشكل سليم.

١٢. قم بتشغيل ماكينة لحام الميج-ماج، ثم قم بتوصيل فيشة سخان غاز التحجيب.

١٣. اختر وضع تشغيل الطورش (مسدس اللحام) في الوضع اليدوي، وذلك بالضغط باستمرار على زناد التشغيل بالطورش، أو قم باختيار وضع تشغيل أوتوماتيك وذلك بالضغط على زناد الطورش مرة واحدة فيعمل آليا.

١٤. قم بفتح أسطوانة غاز التحجيب على ضغط خروج الغاز بضغط ٢ بار ومعدل التدفق حسب قطر سلك اللحام.

١٥. اضبط خروج الغاز قبل بدء القوس بعده ثواني وبعد الانتهاء بعده ثواني.

في حالة التشغيل اوتوماتيك، اضبط مفتاح التحكم في سرعة سحب السلك، على قطر السلك المستخدم وهو ١,٢مم.

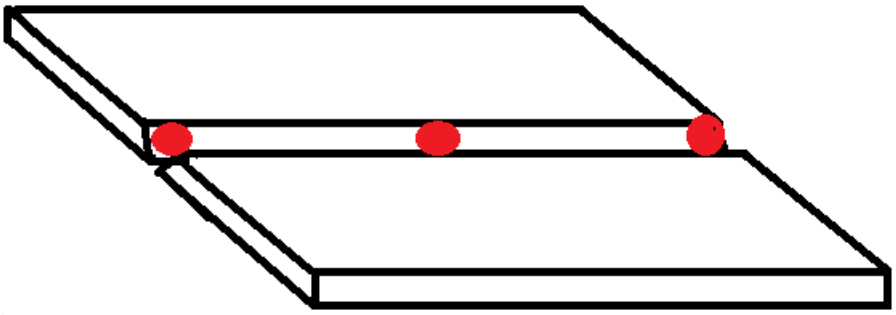
١٦. اضبط كمية غاز المحجب المطلوب وضبط سرعة التغذية بسلك اللحام يتم حسب كتالوج الماكينة، أو راجع جداول ضبط معدل تغذية السلك وتيار اللحام وغاز الحجب.

١٧. اضبط الفولت على حسب ثخانة سمك المعدن (تقريبا ٢٢ فولت لكل ٨ مم) تعطي ١١٠ أمبير.

١٨. قم بالوقوف أمام طاولة اللحام بالوضع الصحيح مع التأكد من وضع قطعة العمل في الوضع المسطح.

١٩. اضبط زاوية التقدم لسلك اللحام لتكون من (٧٠°-٨٠°) وزاوية العمل (٩٠°) على الوضع المسطح.

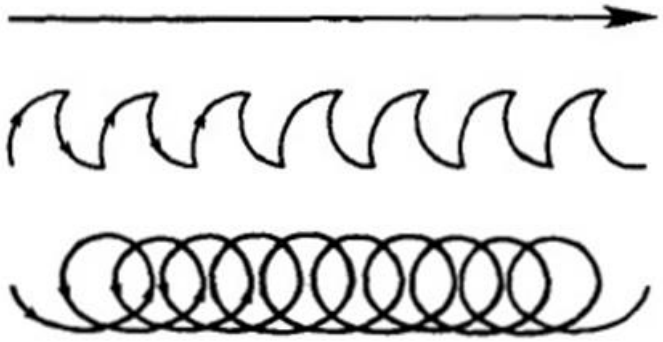
٢٠. قم بتبنيط قطعتي العمل بعمل بنط لحام (تلقيط) منتظمة وموزعة على طول خط اللحام (بنطة في المنتصف وبنطة في القورة من الجهتين) كما هو مبين في (شكل رقم ١٠١) مع مراعاة أن تكون الحواف متوازية مع ترك فراغ مناسب ٢ مم تقريبا بين حواف قطعتي العمل وذلك لضمان جوده النفاذ على امتداد حواف اللحام.



شكل رقم ١٠١: تبنيط قطعتي العمل

٢١. قم بلحام الخط الأول (١) يسمى غرز وهو سريع نسبيا وقوة الأمبير في حدود ٩٠ A مع توجيه رأس طورش اللحام على بداية الخط من جهة اليمين إلى اليسار مع الحفاظ على وجود الثغرة الهوائية على مسافة ثابتة أثناء تنفيذ التمرين مع مراعاة التالي:

- تحريك مسدس (طورش) اللحام بزاوية ميل سلك اللحام (زاوية تقدم أو قيادة طورش اللحام) على الوضع من (٧٠°-٨٠°) مع الحفاظ على سرعة منتظمة للحفاظ على انتظام صهر سلك الترسيب وصهر معدن الأساس مع تنفيذ الحركات العرضية لطرش اللحام أثناء سيره.
- تحريك طورش اللحام من اليسار إلى اليمين بسرعة منتظمة للحفاظ على التوافق بين حركة طورش اللحام وسرعة صهر وانسياب المعدن مع الحفاظ على الفراغ بين طرف طورش اللحام والشغلة.

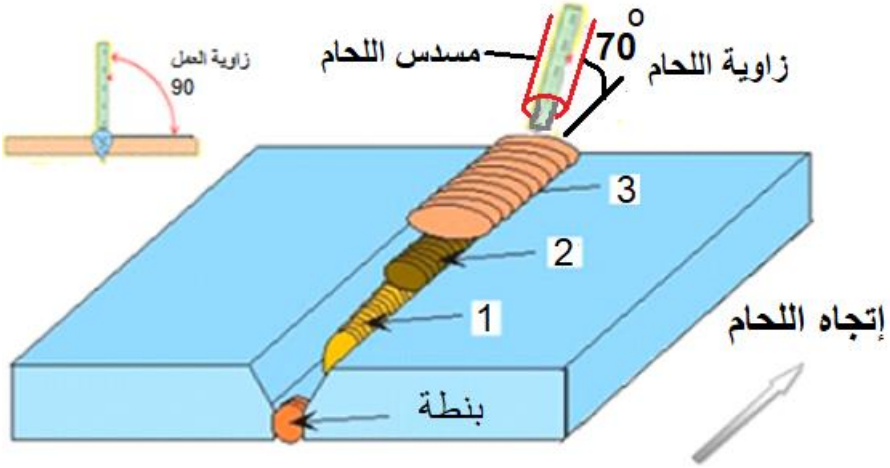


شكل رقم ١٠٢: تحريك طورش اللحام

٢٢. قم برفع قطعة العمل وتنظيفها بفرشاة سلك.

٢٣. قم بلحام الخط الثاني (٢) يسمى ملئ بقوة أمبير حوالي ١١٠ A، وبنفس خطوات لحام الخط الأول لمليء الحواف بين قطعتي اللحام مع التحريك بطريقة التموج على الجانبين.

٢٤. قم برفع قطعة العمل وتنظيفها بفرشاة سلك.



شكل رقم ١٠٣: عمل وصلة تقابلية بلحام الميج ماج

٢٥. قم بلحام الخط الثالث (٣)، يسمى الكاب بقوة أمبير حوالي ١٣٠ A وبنفس خطوات لحام الخط الثاني مع مراعاة أن يعلو خط اللحام قليلا عن سطح معدن الأساس ولا يتجاوز ارتفاع خط اللحام الأخير ربع سمك المعدن.

٢٦. أغلق ماكينة اللحام وملحقاتها وفق شروط السلامة المهنية.

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

٢٨. نظف قطعة العمل بأكملها ثم قم بتنظيف اللحام بالفرشاة السلك.

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

٣٠. إعادة وإصلاح عمليات اللحام إن كان بها عيوب عند الفحص.

٣١. قم بتسليم قطعة العمل للمدرب لإجراء عملية التقييم.

٣٢. تأكد من فصل مفتاح الكهرباء الرئيسي وغلق الغاز عن وحدة اللحام.

٣٣. قم بطي كابلات اللحام في المكان المخصص لها.

٣٤. نظف مكان العمل واعد الأدوات المستخدمة إلى 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	يتمكن من قراءة وفهم الرسم التنفيذي ورموز اللحام			
٣	يجهز مكان وأدوات العمل			
٤	يفحص معدات اللحام بالميج ماج قبل التشغيل			
٥	يجهزو يبنط قطعتي العمل			
٦	يضبط شدة التيار المناسبة لقطر سلك اللحام وسمك الشغلة			
٧	يمسك طورش اللحام بزاوية سليمة			
٨	يحافظ على استقرار اشتعال القوس أثناء عملية اللحام			
٩	تنفيذ الحركات العرضية لطورش اللحام وإمالته بالزاوية المحددة أثناء الحركة			
١٠	يحقق توافق بين حركة الطورش وسرعة انسياب المعدن			
١١	ينفذ لحام وصلة تقابليه تحت مستوى النظر بدقة وبدون عيوب			

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١٢	ينظف قطعة العمل ويبردها بشكل سليم			
١٣	يفحص جودة اللحام ويصلح الوصلات المعيبة			
١٤	يقوم بتنظيف مكان العمل وإعادة الأدوات إلى أماكنها			

جدول رقم ٢٥: معايير تقييم أداء المتدرب

توقيع المدرب

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

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب الأجزاء التالية:

- ماكينة اللحام بالميج-ماج وملحقاتها
- قطعتين من الحديد الصلب الطري مقاس (١٠٠ * ٥٠ *٥ مم)
- بكرة سلك لحام قطر ١,٢ مم

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

- تشغيل معدات اللحام بالميج ماج وضبط شدة التيار
- لحام وصلة تقابلية على قطعتي العمل تحت مستوى النظر

لحام وصلة تقابلية بشطف حرف V أمام مستوى النظر (كورنيش)			
تدريب رقم	٦	الزمن	٢٤ ساعة

أهداف

يتوقع أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

- تجهيز مكان العمل.
- تحضير قطعتي العمل وتنظيفها واتبنيطهما.
- تشغيل معدات اللحام وضبطها.
- تنفيذ لحام وصلة تقابليه أمام مستولى النظر (كورنيش) بدقة وبدون عيوب.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
ماكينة اللحام بالميج-ماج وملحقاتها	قطعتين من الحديد المطاوع أو الحديد الصلب الطري بمقاس ٢٠٠ × ٥٠ مم، سمك ٦ مم (أو حسب المتاح في المخازن)
طاولة عمل بالملحقات	
شاكوش إستعدال	
لقط حدادي	بكرة سلك لحام قطر ١,٢ مم
فرشاة سلكية	
زرادية مفصلية	
سندان	مواد وأدوات تنظيف مناسبة
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ٢٦: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

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

خطوات تنفيذ التدريب

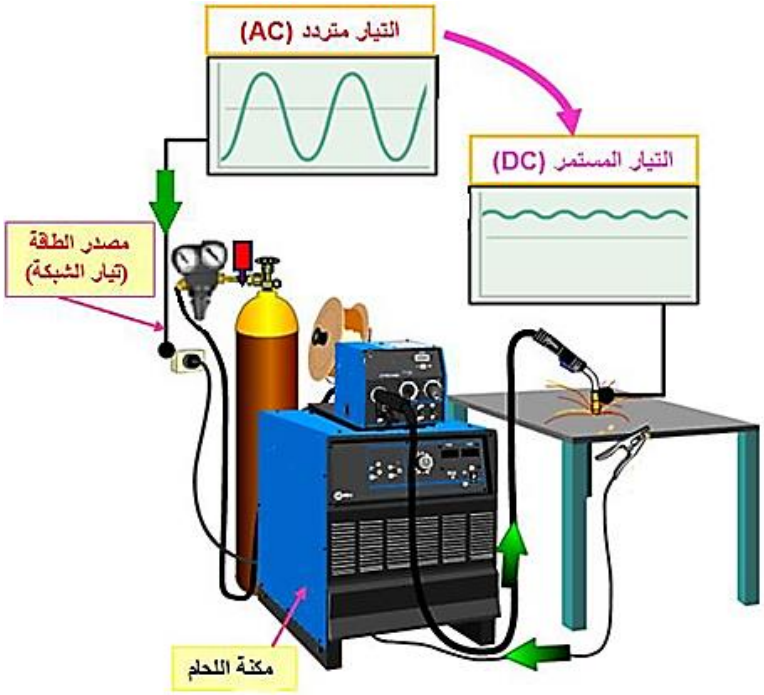
١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بورشة اللحام، ومن أهمها أن يكون المتدرب قد ارتدى أدوات الحماية الشخصية الخاصة باللحام بالقوس الكهربي به لأهميتها البالغة والموضحة في (شكل رقم ١٠٤).

شكل رقم ١٠٤: أدوات الحماية الشخصية اللازمة بالورشة (PPE)

٢. تأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق.

٣. احضر العدد المساعدة (فرشاه من السلك وملاقط حداده للامساك بالمشغولات آو الأجزاء ومطرقة للاستعدال).

٤. جهز مكان العمل وشغل شفاط التهوية.



شكل رقم ١٠٥: تجهيز مكان وأدوات العمل المطلوبة للحام

٥. قم بقراءة الرسم التنفيذي.

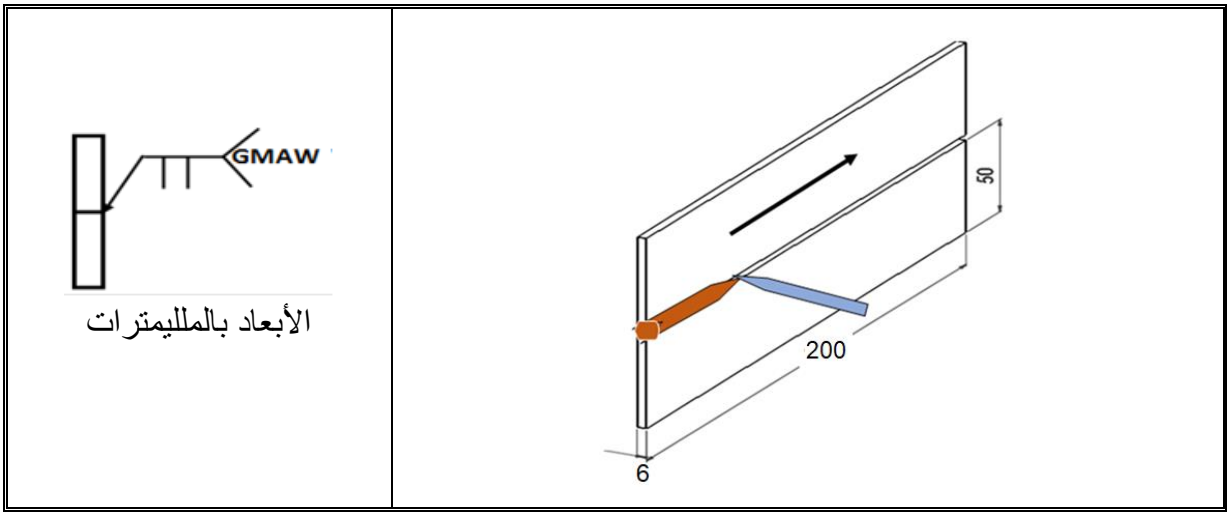
٦. قم بمراجعة الأبعاد والتأكد من أبعاد قطعتي العمل.

٧. قم بتنظيف قطعتي العمل من الصدأ والشوائب باستخدام أدوات التنظيف (فرشة صلب/ صنفرة).

٨. قم باستعدال الخامات بعد تقطيعها باستخدام السندان والمطرقة.

٩. قم بعمل شطف لحواف قطعتي العمل على شكل حرف V بزاوية ٤٥ لكل قطعة بواسطة ماكينة حجر الجلخ بالشكل السليم.

١٠. ضع قطعتي العمل على طاولة العمل فوق بعضهما باستخدام مساند بحيث تكون أمام مستوى النظر كما هو مبين في (شكل رقم ١٠٦) تمهيدا لتبنيطهم.



شكل رقم ١٠٦: وصلة زاوية تقابليه (وضع كورنيش)

١١. تأكد من سلامة وصلات ماكينة الحام الميج وتوصيلات الكابلات الكهربائية الخاصة بماكينة اللحام بشكل سليم.

١٢. قم بتشغيل ماكينة لحام الميج-ماج، ثم قم بتوصيل فيشة سخان غاز التحجيب.

١٣. اختر وضع تشغيل الطورش (مسدس اللحام) في الوضع اليدوي، وذلك بالضغط باستمرار على زناد التشغيل بالطورش، أو قم باختيار وضع تشغيل أوتوماتيك وذلك بالضغط على زناد الطورش مرة واحدة فيعمل آليا.

١٤. قم بفتح أسطوانة غاز التحجيب على ضغط خروج الغاز بضغط ٢ بار ومعدل التدفق حسب قطر سلك اللحام.

١٥. اضبط خروج الغاز قبل بدء القوس بعده ثواني وبعد الانتهاء بعده ثواني.

في حالة التشغيل أوتوماتيك، اضبط مفتاح التحكم في سرعة سحب السلك، على قطر السلك المستخدم وهو ١,٢مم.

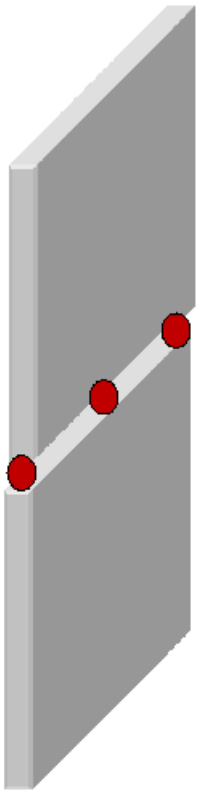
١٦. اضبط كمية غاز المحجب المطلوب وضبط سرعة التغذية بسلك اللحام يتم حسب كتالوج الماكينة، أو راجع جداول ضبط معدل تغذية السلك وتيار اللحام وغاز الحجب.

١٧. اضبط الفولت على حسب ثخانة سمك المعدن (تقريبا ٢٢ فولت لكل ٨ مم) تعطي ١١٠ أمبير.

١٨. قم بتثبيت قطعتي العمل على الزرجينة المخصصة لذلك في الوضع أمام مستوى لنظر تمهيدا لعملية اللحام.

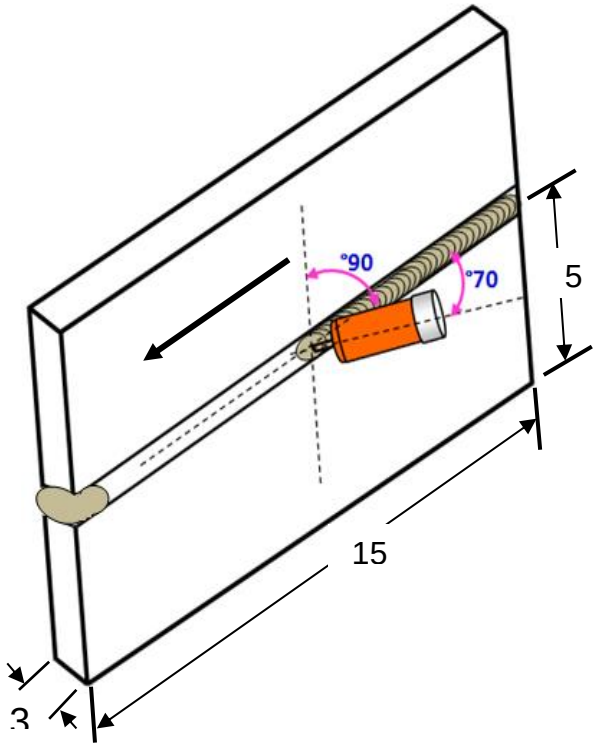
١٩. قم بالوقوف أمام طاولة اللحام بالوضع الصحيح مع التأكد من وضع قطعة العمل في الوضع المسطح تمهيدا لتبنيطهما.

٢٠. قم بتبنيط قطعتي العمل بعمل بنط لحام (تلقيط) منتظمة وموزعة على طول خط اللحام (بنطة في المنتصف وبنطة في القورة من الجهتين) كما هو مبين في (شكل رقم ١٠٧) مع مراعاة أن تكون الحواف متوازية مع ترك فراغ مناسب ٢ مم تقريبا بين حواف قطعتي العمل وذلك لضمان جوده النفاذ على امتداد حواف اللحام.



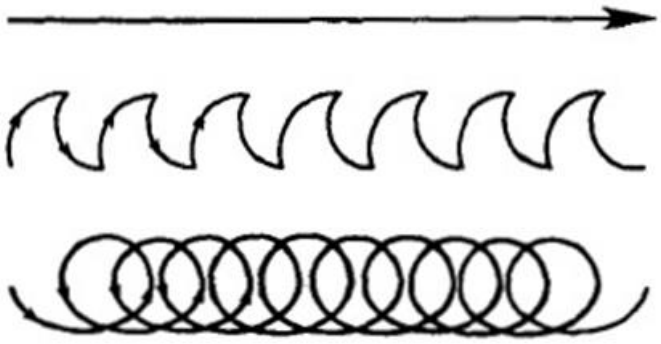
شكل رقم ١٠٧: تبنيط قطعتي العمل

٢١. قم بلحام الخط الأول (١) يسمى غرز وهو سريع نسبيا وقوة الأمبير في حدود ٩٠ A مع توجيه رأس طورش اللحام على بداية الخط من جهة اليسار الى اليمين مع الحفاظ على وجود الثغرة الهوائية على مسافة ثابتة أثناء تنفيذ التمرين مع مراعاة النقاط التالية:



شكل رقم ١٠٨: لحام الخط الأول

- تحريك مسدس (طورش) اللحام بزاوية ميل سلك اللحام (زاوية تقدم أو قيادة طورش اللحام) على الوضع من (٧٠°-٨٠°) مع الحفاظ على سرعة منتظمة للحفاظ على انتظام صهر سلك الترسيب وصهر معدن الأساس مع تنفيذ الحركات العرضية لطرش اللحام أثناء سيره.
- تحريك طورش اللحام من اليسار إلى اليمين بسرعة منتظمة للحفاظ على التوافق بين حركة طورش اللحام وسرعة صهر وانسياب المعدن مع الحفاظ على الفراغ بين طرف طورش اللحام والشغلة.



شكل رقم ١٠٩: تحريك طورش اللحام

٢٢. قم برفع قطعة العمل وتنظيفها بفرشاة سلك.

٢٣. قم بلحام الخط الثاني (٢) يسمى ملئ بقوة أمبير حوالي ١١٠ A، وبنفس خطوات لحام الخط الأول لمليء الحواف بين قطعتي اللحام مع التحريك بطريقة التموج على الجانبين.

٢٤. قم برفع قطعة العمل وتنظيفها بفرشاة سلك.

٢٥. قم بلحام الخط الثالث (٣)، يسمى الكاب بقوة أمبير حوالي ١٣٠ A وبنفس خطوات لحام الخط الثاني مع مراعاة أن يعلو خط اللحام قليلا عن سطح معدن الأساس ولا يتجاوز ارتفاع خط اللحام الأخير ربع سمك المعدن.

٢٦. اغلق ماكينة اللحام وفق شروط السلامة المهنية.

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

٢٨. نظف قطعة العمل بأكملها بإزاله الخبث منها.

٢٩. قم بتنظيف اللحام بالفرشاة السلك.

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

٣١. إعادة وإصلاح عمليات اللحام إن كان بها عيوب عند الفحص.

٣٢. قم بتسليم قطعة العمل للمدرب لإجراء عملية التقييم.

٣٣. تأكد من فصل مفتاح الكهرباء الرئيسي وغلق الغاز عن وحدة اللحام.

٣٤. قم بطي كابلات اللحام في المكان المخصص لها.

٣٥. نظف مكان العمل واعد الأدوات المستخدمة إلى 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	يتمكن من قراءة وفهم الرسم التنفيذي ورموز اللحام			
٣	يجهز مكان وأدوات العمل			
٤	يفحص معدات اللحام بالميج ماج قبل التشغيل			

٥	يجهز ويبنط قطعتي العمل ليصنعا وصلة تقابليه بشكل سليم			
٦	يضبط شدة التيار المناسبة لقطر سلك اللحام وسمك الشغلة			
٧	يمسك طورش اللحام بزاوية سليمة			
٨	يحافظ علي استقرار اشتعال القوس أثناء عملية اللحام			
٩	تنفيذ الحركات العرضية لطورش اللحام وإمالته بالزاوية المحددة أثناء الحركة			
١٠	يحقق توافق بين حركة طورش اللحام وسرعة انسياب المعدن			
١١	ينفذ لحام وصلة تقابلية أمام مستوى النظر بدقة وبدون عيوب			
١٢	ينظف قطعة العمل ويبردها بشكل سليم			
١٣	يفحص جودة اللحام ويصلح الوصلات المعيبة			
١٤	يقوم بتنظيف مكان العمل وإعادة الأدوات إلى أماكنها			

جدول رقم ٢٧: معايير تقييم أداء المتدرب

توقيع المدرب

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

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب الأجزاء التالية:

- معدات اللحام بالقوس المعدني والغاز (الميج ماج) وملحقاتها
- قطعتين من الحديد الصلب الطري مقاس (١٠٠ * ٥٠ *٥ مم)
- بكرة سلك لحام ١,٢ مم

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

- تشغيل معدات اللحام بالميج ماج وضبط شدة التيار
- لحام وصلة تقابلية أمام مستوى النظر (كورنيش)

لحام وصلة تقابلية بشطف حرف V بسلك تصاعدي			
تدريب رقم	٧	الزمن	٢٤ ساعة

أهداف

يتوقع أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

- تجهيز مكان العمل.
- تحضير قطعتي العمل وتنظيفها وتبنيطهما.
- تشغيل معدات اللحام وضبطها.
- تنفيذ لحام وصلة تقابلية (تناكبية) تصاعديا بدقة وبدون عيوب.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
ماكينة اللحام بالميج ماج وملحقاتها	شريحة صاج من الحديد بمقاس ٢٠٠ × ٥٠ مم، سمك ٦ مم (أو حسب المتاح في المخازن)
طاولة عمل بالملحقات	
زهرة الشنكره وشوكة العلام	
ذنبه العلام	
شاكوش إستعدال	
لقط حدادي	
فرشاة سلكية	بكرة سلك لحام قطر ١,٢مم
زرادية مفصلية	
سندان	مواد وأدوات تنظيف مناسبة
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ٢٨: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

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

خطوات تنفيذ التدريب

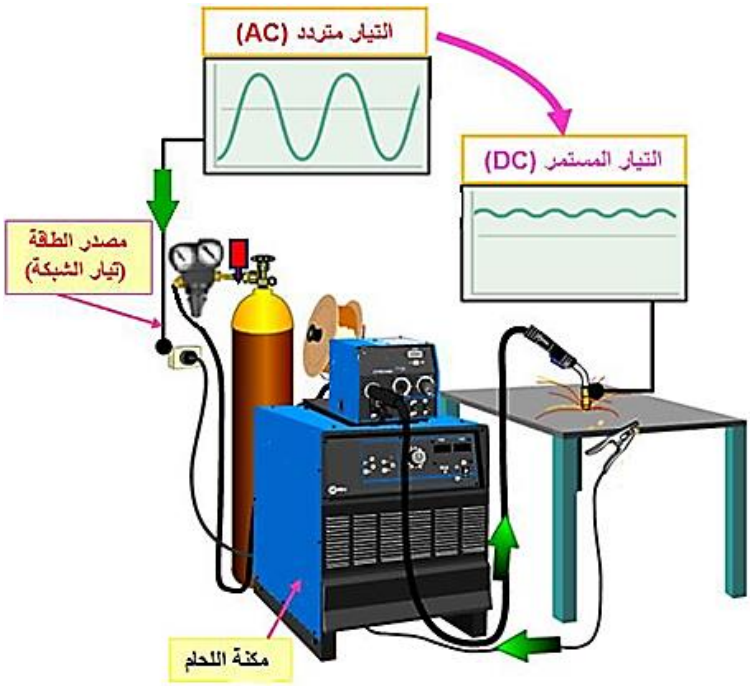
١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بورشة اللحام، ومن أهمها أن يكون المتدرب قد ارتدى أدوات الحماية الشخصية الخاصة باللحام بالقوس الكهربي به لأهميتها البالغة والموضحة في (شكل رقم ١١٠).

شكل رقم ١١٠: أدوات الحماية الشخصية اللازمة بالورشة (PPE)

٢. تأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق.

٣. احضر العدد المساعدة (مثل فرشاه من السلك وملاقط حداده للامساك بالمشغولات آو الأجزاء ومطرقة للاستعدال).

٤. جهز مكان العمل وشغل شفاط التهوية.



شكل رقم ١١١: تجهيز مكان وأدوات العمل المطلوبة للحام

٥. قم بقراءة الرسم التنفيذي.

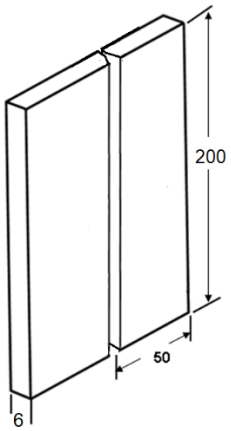
٦. قم بمراجعة والتأكد من أبعاد قطعتي العمل.

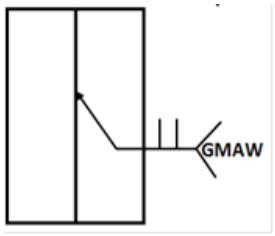
٧. قم بتنظيف قطعتي العمل من الصدأ والشوائب باستخدام أدوات التنظيف (فرشة صلب/ صنفرة).

٨. قم باستعدال الخامات بعد تقطيعها باستخدام السندان والمطرقة.

٩. قم بعمل شطف لحواف قطعتي العمل على شكل حرف V بزاوية ٤٥ لكل قطعة بواسطة ماكينة حجر الجلخ بالشكل السليم.

١٠. ضع قطعتي العمل في وضع تقابلي على طاولة العمل بحيث يكونا في وضع رأسي كما هو مبين في (شكل رقم ١١٢) تمهيدا لتبنيطهم.





الأبعاد بالملليمترات

شكل رقم ١١٢: وصلة تقابليه في وضع رأسي

١١. تأكد من سلامة وصلات ماكينة الحام الميج وتوصيلات الكابلات الكهربائية الخاصة بماكينة اللحام بشكل سليم.

١٢. قم بتشغيل ماكينة لحام الميج-ماج، ثم قم بتوصيل فيشة سخان غاز التحجيب.

١٣. اختر وضع تشغيل الطورش (مسدس اللحام) في الوضع اليدوي، وذلك بالضغط باستمرار على زناد التشغيل بالطورش، أو قم باختيار وضع تشغيل أوتوماتيك وذلك بالضغط على زناد الطورش مرة واحدة فيعمل آليا.

١٤. قم بفتح أسطوانة غاز التحجيب على ضغط خروج الغاز بضغط ٢ بار ومعدل التدفق حسب قطر سلك اللحام.

١٥. اضبط خروج الغاز قبل بدء القوس بعده ثواني وبعد الانتهاء بعده ثواني.

في حالة التشغيل أوتوماتيك، اضبط مفتاح التحكم في سرعة سحب السلك، على قطر السلك المستخدم وهو ١,٢مم.

١٦. اضبط كمية غاز المحجب المطلوب وضبط سرعة التغذية بسلك اللحام يتم حسب كتالوج الماكينة، أو راجع جداول ضبط معدل تغذية السلك وتيار اللحام وغاز الحجب.

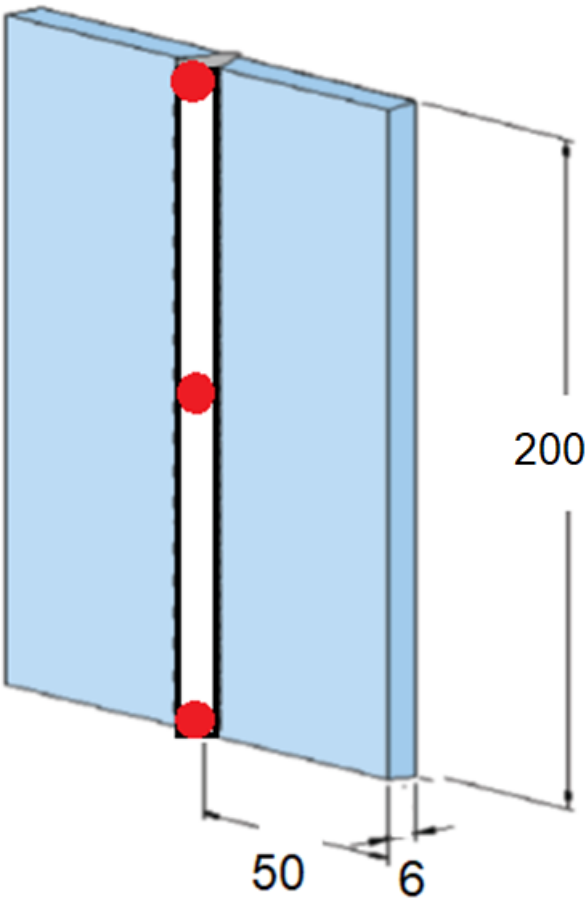
١٧. اضبط الفولت على حسب ثخانة سمك المعدن (تقريبا ٢٢ فولت لكل ٨ مم) تعطي ١١٠ أمبير.

١٨. قم بتثبيت قطعتي العمل على الزرجينة بطاولة العمل في الوضع الرأسي التصاعدي تمهيدا لعملية اللحام.

١٩. قم بالوقوف أمام طاولة اللحام بالوضع الصحيح مع التأكد من وضع قطعة العمل في الوضع المسطح تمهيدنا لتبنيطهما.

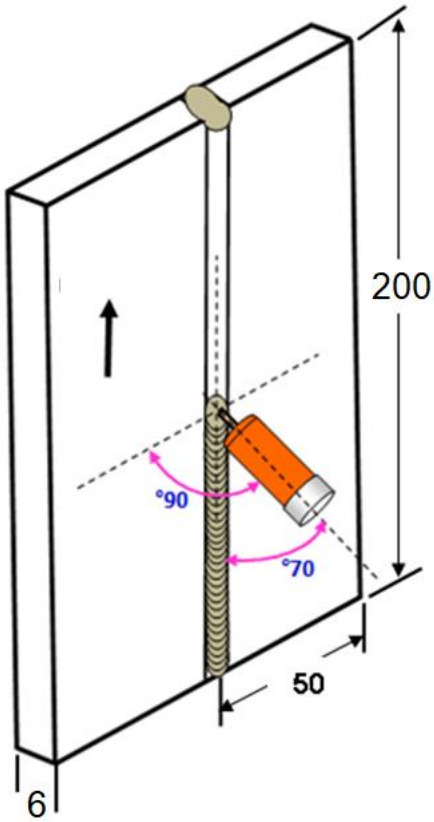
٢٠. اضبط زاوية التقدم لسلك اللحام لتكون من (٧٠°-٨٠°) وزاوية العمل (٩٠°) على الوضع المسطح.

٢١. قم بتبنيط قطعتي العمل بعمل بنط لحام (تلقيط) منتظمة وموزعة على طول خط اللحام (بنطة في المنتصف وبنطة في القورة من الجهتين) كما هو مبين في (شكل رقم ١١٣) مع مراعاة أن تكون الحواف متوازية مع ترك فراغ مناسب ٢ مم تقريبا بين حواف قطعتي العمل وذلك لضمان جوده النفاذ على امتداد حواف اللحام.



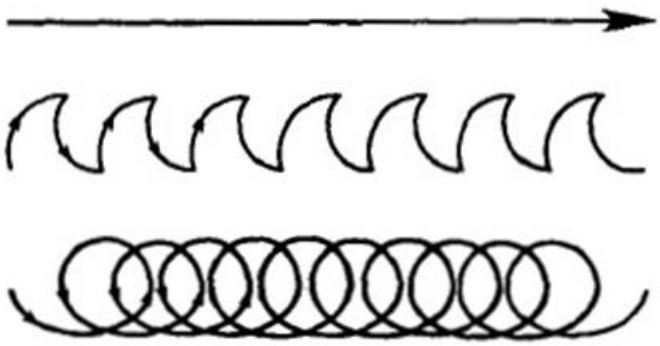
شكل رقم ١١٣: عمل بنط على مسافات منتظمة قطعتي العمل

٢٢. قم بلحام الخط الأول (١) يسمى غرز وهو سريع نسبيا وقوة الأمبير في حدود ٩٠ A مع توجيه رأس طورش اللحام على بداية الخط من أسفل إلى اعلى مع الحفاظ على وجود الثغرة الهوائية على مسافة ثابتة أثناء تنفيذ التمرين مع مراعاة النقاط التالية.



شكل رقم ١١٤: عمل اللحام لعمل وصلة تقابلية تصاعدي

- تحريك مسدس (طورش) اللحام بزاوية ميل سلك اللحام (زاوية تقدم أو قيادة طورش اللحام) على الوضع من (٧٠°-٨٠°) مع الحفاظ على سرعة منتظمة للحفاظ على انتظام صهر سلك الترسيب وصهر معدن الأساس مع تنفيذ الحركات العرضية لطرش اللحام أثناء سيره.
- تحريك طورش اللحام من اليسار إلى اليمين بسرعة منتظمة للحفاظ على التوافق بين حركة طورش اللحام وسرعة صهر وانسياب المعدن مع الحفاظ على الفراغ بين طرف طورش اللحام والشغلة.



شكل رقم ١١٥: تحريك طورش اللحام

٢٣. قم برفع قطعة العمل وتنظيفها بفرشاة سلك.

٢٤. قم بلحام الخط الثاني (٢) يسمى ملئ بقوة أمبير حوالي ١١٠ A، وبنفس خطوات لحام الخط الأول لمليء الحواف بين قطعتي اللحام مع التحريك بطريقة التموج على الجانبين.

٢٥. قم برفع قطعة العمل وتنظيفها بفرشاة سلك.

٢٦. قم بلحام الخط الثالث (٣)، يسمى الكاب بقوة أمبير حوالي ١٣٠ A وبنفس خطوات لحام الخط الثاني مع مراعاة أن يعلو خط اللحام قليلا عن سطح معدن الأساس ولا يتجاوز ارتفاع خط اللحام الأخير ربع سمك المعدن.

٢٧. أغلق ماكينة اللحام وملحقاتها وفق شروط السلامة المهنية.

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

٢٩. نظف قطعة العمل بأكملها بإزاله الخبث منها.

٣٠. قم بتنظيف اللحام بالفرشاة السلك.

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

٣٢. إعادة وإصلاح عمليات اللحام إن كان بها عيوب عند الفحص.

٣٣. قم بتسليم قطعة العمل للمدرب لإجراء عملية التقييم.

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

٣٥. قم بطي كابلات اللحام في المكان المخصص لها.

٣٦. نظف مكان العمل واعد الأدوات المستخدمة إلى 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	يتمكن من قراءة وفهم الرسم التنفيذي ورموز اللحام			
٣	يجهز مكان وأدوات العمل			
٤	يفحص معدات اللحام بالميج ماج قبل التشغيل			
٥	يجهز ويبنط قطعتي العمل ليصنعا وصلة تقابليه في وضع تصاعدي بشكل سليم			
٦	يضبط شدة التيار المناسبة لسلك اللحام وسمك الشغلة			
٧	يمسك طورش اللحام بزاوية سليمة			
٨	يحافظ على استقرار اشتعال القوس أثناء عملية اللحام			
٩	تنفيذ الحركات العرضية لطورش اللحام وإمالته بالزاوية المحددة أثناء الحركة			
١٠	يحقق توافق بين حركة طورش اللحام وسرعة انسياب المعدن			
١١	ينفذ لحام وصلة تقابليه بوضع تصاعدي بدون عيوب			
١٢	ينظف قطعة العمل ويبردها بشكل سليم			
١٣	يفحص جودة اللحام ويصلح الوصلات المعيبة			
١٤	يقوم بتنظيف مكان العمل وإعادة الأدوات إلى أماكنها			

جدول رقم ٢٩: معايير تقييم أداء المتدرب

توقيع المدرب

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

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب الأجزاء التالية:

- ماكينة اللحام بالميج-ماج وملحقاتها
- قطعة من الحديد الصلب الطري مقاس (١٠٠ * ٦٠ *٦ مم)
- بكرة سلك لحام قطر ١مم

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

- تشغيل معدات اللحام بالقوس المعدني والغاز وضبط شدة التيار
- لحام وصلة تقابلية تصاعديا

قائمة المصطلحات العلمية

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية
الحام المونة	Brazing
اللهب المكربن	Carbonizing Flame
سنبك العلام	Centre Punch
الشقوق	Cracks
طورش القطع	Cutting Torch
كمامة	Dust Mask
سدادات اذن	Ear Plugs
نظارة حماية	Eye Wear
وصلة زاوية	Fillet Weld
مساعد صهر	Flux
منظم الغاز	Gas Regulator
اللحام بالقوس المعدني والغاز	GMAW
وصلة تقابلية	Groove Weld
اللحام بقوس التنجستن والغاز	GTAW
المطرقة (الجاكوش)	Hammer
متر القياس	measuring tape
أكاسيد المعدن	Metal Oxides
اللهب المتعادل	Neutral Flame
القطع بالأكسي استلين	OAC
اللحام بالأكسي استلين	OAW
اللهب المؤكسد	Oxidizing Flame
أدوات الحماية الشخصية	Personal Protective Equipment (PPE)
حذاء الحماية (الأمان)	Protective (safety) boots

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية
خوذة حماية للراس	Protective Helmet
قفاز امان	Safety Gloves
صمام أمان	Safety valve
اللحام بالقوس المعدني المحجب	SMAW
الحام القصدير	Soldering
حاجز الشرر	Spark arrestor
القدم الصلب	Steel Ruler
لحام التنجستن بالغاز الخامل	TIG
القدمة ذات الورنية	Vernier caliper
ملابس مرئية	Vis clothes
جذر اللحام	Weld Root
اللحام	Welding
أوضاع اللحام	Welding Positions
طورش اللحام	Welding Torch

قائمة المراجع

المصادر العربية:

١. كتاب تكنولوجيا اللحام - الدكتور أحمد ذكي.

٢. المؤسسة المصرية للتكنولوجيا والصناعات الهندسية.

المصادر الأجنبية:

3. Unitor maritime welding handbook- Wilhelmsen (14th edition).
4. Fabrication and welding Engineering, Roger Timings.

صفحات إنترنت:

5. https://safetysystems1.wordpress.com/
6. https://www.thefabricator.com/