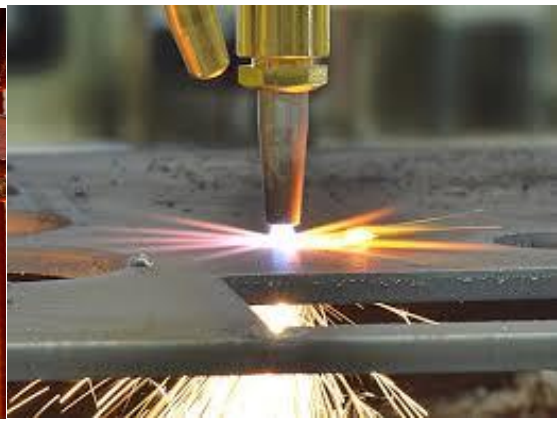
مهنة لحام المعادن

الوحدة الأولى



عمليات اللحام بالغاز والكهرباء (٢) والقطع باللهب والبلازما

Gas, Arc and Plasma Welding and cutting

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 الأكسي اسيتلين ٥
إجراءات السلامة والتحذيرات ٩
إجراءات يجب تنفيذها قبل عملية اللحام مباشرة ١٠
أدوات السلامة الواجب توافرها داخل الورشة ١٢
المعارف النظرية للوحدة ١٥
مقدمة ١٦
اللحام بالغاز والقوس الكهربي ١٦
مكونات نظام القطع بالأوكسي اسيتلين Oxy – Acetylene Cutting ١٩
نظرية القطع بلهب الأوكسى أستلين ٢٦
الأخطاء الشائعة للقطع بالأوكسى أستلين ٢٩
قطع المواسير باستخدام لهب الأكسى أسيتيلين ٣٠
طرق القطع ٣٣
العدد والملحقات في عملية القطع بالاوكسي استيلين Oxy – Acetylene Cutting ٣٥
الإرشادات الفنية الواجب إتباعها عند القيام بأعمال القطع بالغاز الاوكسي اسيتلين ٣٧
أساسيات طرق لحام المواسير Basics of pipe welding ٣٨
أنواع وصلات لحام المواسير بالأوكسي أستيلين ٤٢
الوصلة التراكبية (الانطباقية) ٤٣
أوضاع اللحام للمواسير ٤٤
لحام المواسير بالقوس الكهربي ٤٧
لحام التكسية surfacing or cladding لحام الطبقات المتعددة ٤٨
اللحام القطع بقوس البلازما Plasma Arc Cutting (PAC) ٥١
نبذة تاريخية ٥٢
عملية اللحام بقوس البلازما (PAC)Plasma Arc Welding ٥٢
عملية القطع بقوس البلازما (PAC) Plasma Arc Cutting ٥٦
ماكينات اللحام والقطع بالبلازما Plasma welding and cutting machine ٥٨
مكونات ماكينات القطع واللحام بقوس البلازما ٦١
الإرشادات الفنية الواجب إتباعها عند القيام بأعمال القطع بالبلازما ٧٠
التدريبات العملية للوحدة ٨٥
١. لحام ماسورة تقابليه بالاوكسي اسيتلين (وضع مسطح) ٨٦
٢. لحام ماسورة فلنشه (ماسورة مع جزء مسطح) بالاوكسي اسيتلين ٩٣

٣. قطع المواسير أو الألواح بالاوكسي استلين ٩٩
٤. لحام تكسية سطحية بالقوس الكهربي (لعمود أسطواني) ١٠٩
٥. لحام وصلة فلنشه (ماسورة مع جزء مسطح) بالقوس الكهربي ١١٩
٦. القطع بالبلازما ١٢٧
قائمة المصطلحات العلمية..... ١٣٥
قائمة المراجع ١٣٨

المقدمة

في وحدات الصف الأول تم شرح طرق اللحام بغاز الاوكسي اسيتلين ووحدة اللحام بالقوس الكهربي للألواح المعدنية سواء لحام تقابلي وتراكبي أو زاوية خارجية وداخلية في أوضاع تحت مستوى النظر وأمام مستوى النظر ولحام تصاعدي دون التطرق إلى لحام المواسير أو القطع بالاوكسي أسيتيلين، سيتم في هذه الوحدة شرح لحام ماسورة تقابليه بالاوكسي استلين، لحام ماسورة فلنشه (ماسورة مع جزء مسطح) بالاوكسي استلين، ثم سيتم شرح القطع بالاوكسي اسيتلين. وسيتم الانتقال إلى اللحام بالقوس الكهربي وكيفية عمل تكسيه لعمود أسطواني بهدف إعادة تشغيله وتزويد قطره الخارجي، يليه لحام وصلة فلنشه بالقوس الكهربي وتنتهي الوحدة بشرح عملية القطع بالبلازما وهي من الطر ق الحديثة المستخدمة في اللحام.

إن المهارات الأساسية التي يكتسبها الطالب في بداية مرحلة تعلمه المهني هي القاعدة الأساسية التي تبني عليها كل الخبرات العملية، وما يتصل بها من المعارف الفنية. وهذه القاعدة من المهارات لابد من تعلمها لكل من سلك طريق التعليم المهني الصناعي، ولذا تم الحرص في هذه الوحدة على تعريف الطالب بالطرق المختلفة لمهارات اللحام باللهب الأكسي استلين، 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 المعارف النظرية بمجموعة من الأسئلة المتنوعة والمتدرجة لتساعد المتدرب على اختبار معارفه وتثبيت معلوماته، بينما يتبع كل تدريب عملي تقييم للطالب حسب معايير التقييم الخاصة بكل مهارة بالإضافة إلى اختبار عملي يبين مدى اكتساب الطالب للمهارة لتحقيق هدف التدريب في زمن قياسي محدد بالاختبار العملي.

أخيرا في نهاية هذه الوحدة تم إضافة ملخص خاص بالمصطلحات الإنجليزية الهامة المستخدمة بالوحدة وذلك لتنمية مهارات اللغة الإنجليزية التي سيحتاجها المتدرب أثناء عمله في قراءة كتالوجات الشركات المنتجة الأجنبية وتعليمات التشغيل الهامة. نقدم لك عزيزي المتدرب هذه الوحدة متمنيين لك كل النجاح والتوفيق في حياتك العملية المستقبلية.

السلامة أولا SAFETY FIRST

يمكن أن تتم عمليات اللحام بالغاز والقوس الكهربي والقطع بالبلازما 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 الأكسي اسيتلين

- 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 الناتج من عملية اللحام.

شكل رقم ٣: النظارة الواقية

- لا يسمح بأداء اللحام باللهب لغير المدربين على استعماله وتحت إشراف مدربيهم.
- وضع لافتة على معدات اللحام التالفة مكتوب عليها (غير جاهزة للعمل توضح أن هذه المعدات معطلة ولا يجوز العمل بها).
- التأكد من إن 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

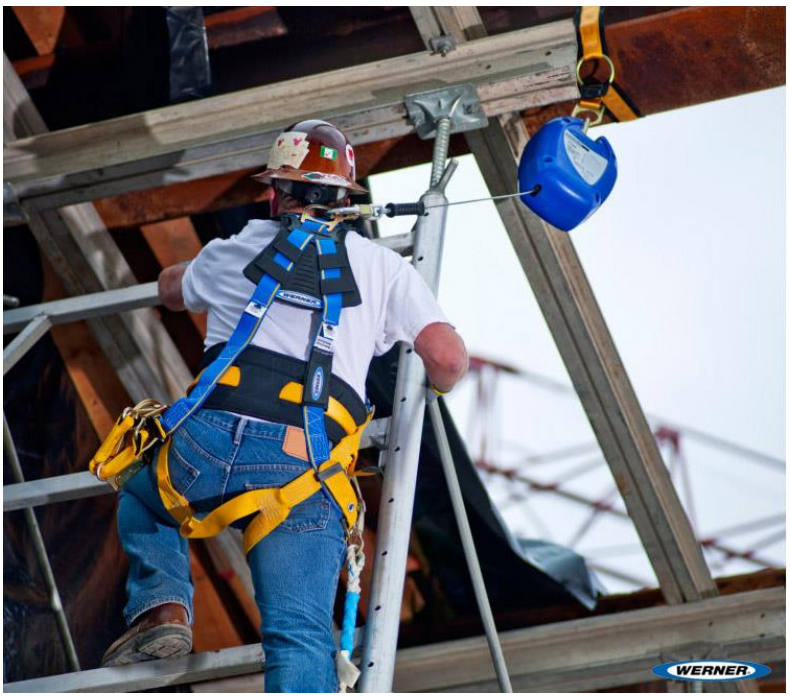
- يجب ارتداء الكمامات Breathing Mask على الأنف عند تنفيذ أعمال اللحام لحماية الجهاز التنفسي من غازات الأدخنة الضارة.

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.
- التأكد من سلامة منظم أسطوانات الأكسجين والأستيلين قبل وبعد الاستعمال.
- إتباع الطريقة الصحيحة عند استعمال ماكينة اللحام.
- يجب مراعاة التهوية الكافية في أماكن اللحام حتى لا يصاب القائمين عليها بالاختناق.

شكل رقم ١١: قواعد السلامة في عمليات اللحام

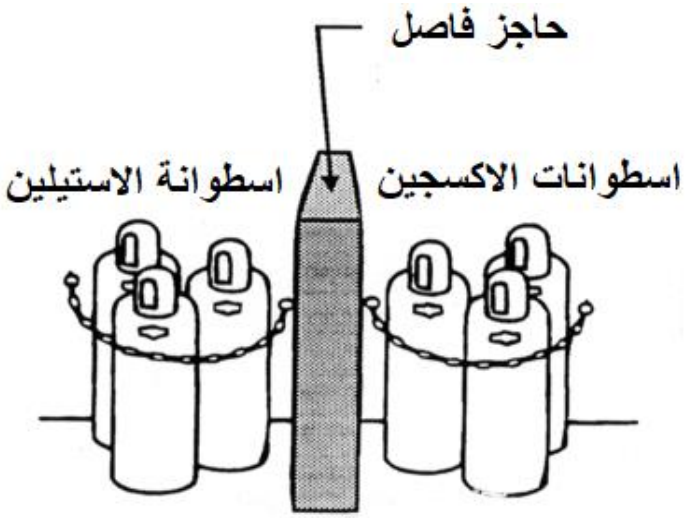
- يجب مراعاة عدم وضع أسطوانات الأكسجين بالقرب من أي مصدر حراري أو تحت تأثير حرارة الشمس تفاديا لتمدد الغاز وحتى يمكن تلافي أي أخطار.
- يجب مراعاة عدم وضع أي زيت أو شحم على أجزاء صمام الأسطوانات.
- تعامل مع زملائك ومع المدربين بجدية والتزام وروح الفريق وحسن التعامل مع الجميع.
- التزم بالطرق الصحيحة في 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.
- التأكد من سلامة الأدوات قبل وبعد الاستعمال.
- إتباع الطريقة السليمة في استخدام العدد واستعمالها في الأغراض المخصصة لها.
- 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 الأستيلين على الصحة عند استنشاقه. وقد يسبب الدوار وعدم الاتزان وكذلك فقدان الوعي. والتعرض لهذا الغاز بدرجة كبيرة يقلل من كمية الأكسجين في الهواء وقد يسبب الاختناق والموت.

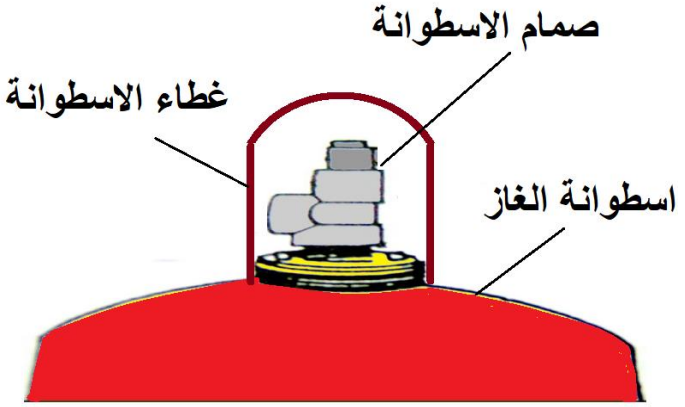
٢. **قابلية الاشتعال والتفاعل الكيميائي:** غاز الأستيلين قابل للاشتعال بدرجة كبيرة ومادة كيميائية متفاعلة. عرضة لخطر الانفجار والحريق. تتفاعل على نحو متفجر مع المعادن الثقيلة وأملاحها والعوامل المؤكسدة والأوزون والأكسجين.

٣. **التخزين:** يجب تخزين أسطوانات غاز الأستيلين تحت ضغط وإضافة مادة كيميائية لحفظ خصائصها وذلك في مكان بارد وجيد التهوية بعيدا عن الحرارة أو الشرر أو اللهب. يحظر استخدام مصادر الإشعال في مكان استخدام الأستيلين أو حمل هذه المصادر أو تخزينها معها. يجب ربط نظام الأنابيب كهربائيا وتوصيله بالأرضي أينما تم استخدام غاز الأستيلين أو التعامل معه أو تخزينه أو استخدام معدات كهربائية وتجهيزات مقاومة للانفجار. لا تستخدم إلا الأدوات والمعدات غير المحدثة للشرر خاصة عند فتح أسطوانة غاز الأستيلين وإغلاقها. يحظر استخدام مصادر الإشعال في مكان استخدام الأستيلين أو حمل هذه المصادر أو تخزينها معها.



شكل رقم ١٢: تخزين الأسطوانات

يجب التأكد من وجود غطاء الأسطوانات في مكانة الصحيح لحماية صمامات أسطوانتي الاستيلين الأكسجين إذا حدث ارتطام ويوضح (شكل رقم ١٣) أحد هذه الأغطية.



شكل رقم ١٣: غطاء الأسطوانة

٤. **النقل:** يجب نقل أسطوانات الغاز بطريقة صحيحة وأمنة.

٥. **التسريب:** يجب إخلاء المنطقة الخطرة الموجود بها تسريب للغاز والتحرك بسرعة إلى مكان جيد التهوية (يجب توفير حماية شخصية إضافية مثل جهاز التنفس الذاتي).

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

<u>إجراءات يجب تنفيذها قبل عملية اللحام مباشرة</u>

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 الأستيلين 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 وواقية البطن والأكمام مصنوعة من الجلد وخالية من الزيوت والشحوم القابلة للاشتعال (شكل رقم ١٤).

شكل رقم ١٤: أدوات الحماية الشخصية

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 ١٥) 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 ١٥: حقيبة الإسعافات الأولية

طفايات الحريق Fire Extinguisher

يوضح (شكل رقم ١٦) 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 ١٦: طفايات الحريق

اللوحات الإرشادية:

يوضح (شكل رقم ١٧) 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 ١٧: 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.

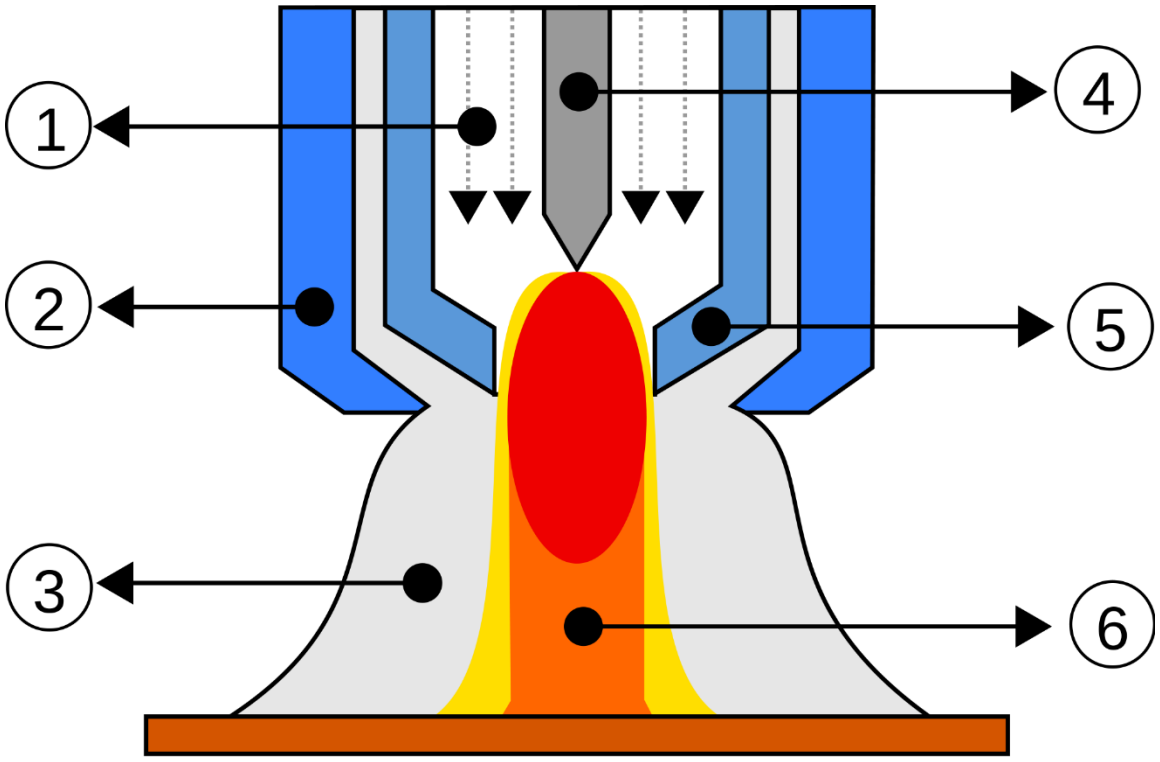
د. استعمال طفاية الحريق المناسبة، أي أن لكل حريق نوع خاص من الطفايات فمثلا: محروقات المواد الكهربائية الطفاية المناسبة لها هي من نوع ثاني أوكسيد الكربون.

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

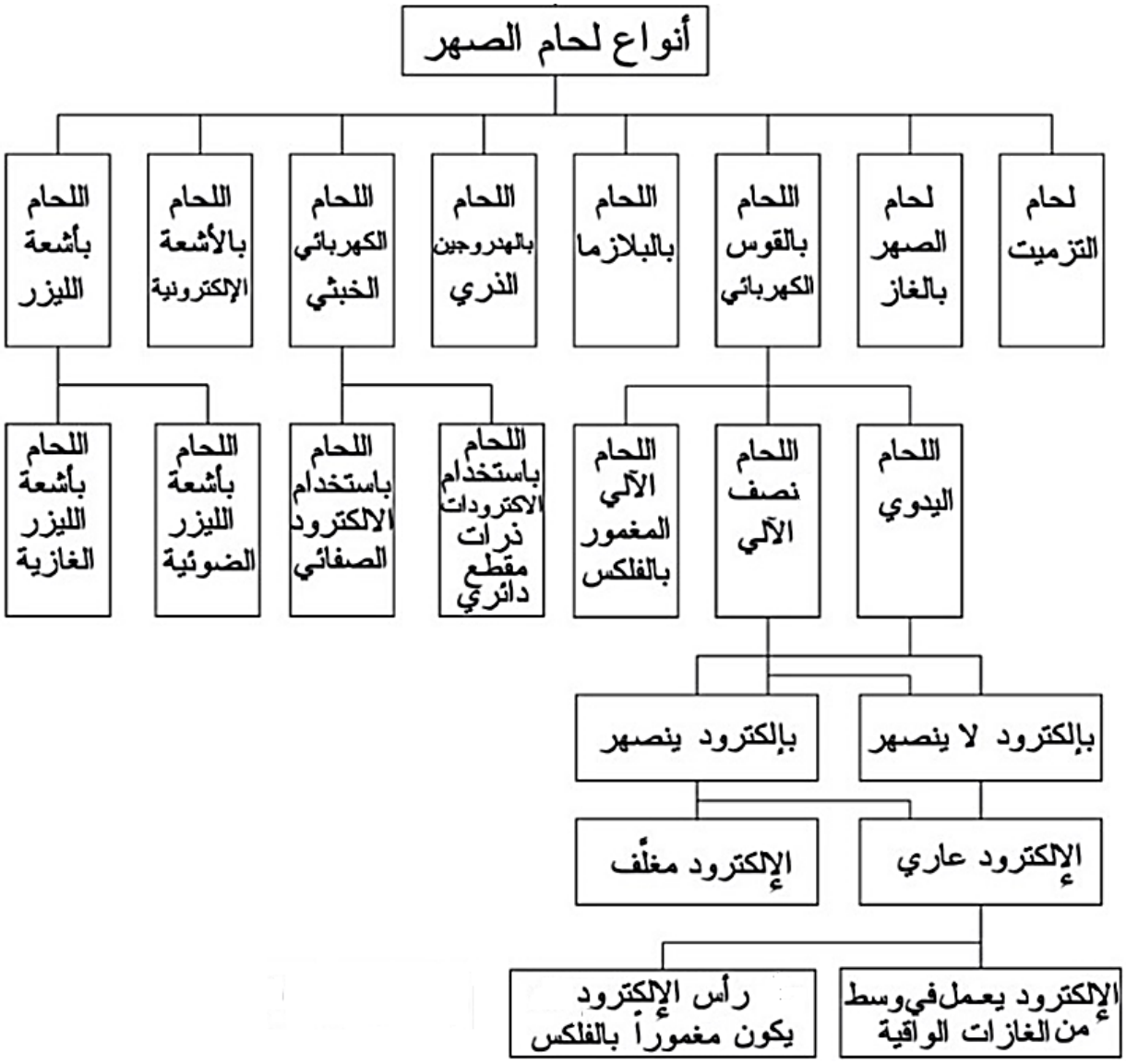


مقدمة

في الحقيقة يعتبر الحام Welding هو أفضل الطرق الاقتصادية على الإطلاق لتوصيل المواد والمعادن في بعضها بشكل دائم. واللحام هو الطريقة الوحيدة المستقرة لوصل أكثر من قطعة من المعدن لجعلها بمثابة قطعة واحدة. ويمثل اللحام ما يعادل أكثر من ٣٠٪ من اقتصاد الدول الصناعية في الصناعات المعدنية المختلفة. هناك طرق عديدة لعمليات اللحام والعديد من أنواع اللحامات المختلفة فبعض العمليات تسبب الشرر وبعضها لا يتطلب الحرارة الزائدة. وعمليات اللحام يمكن القيام بها في أي مكان، في الأماكن لمفتوحة في الهواء الطلق أو في الأماكن المغلقة (الداخل) أو تحت الماء أو حتى في الفضاء الخارجي لبناء المحطات الفضائية أو صيانة مركبات الفضاء. إن عمليات اللحام المختلفة تساعد على بناء المنتجات المعدنية مثل بناء المركبات الفضائية أو الأبراج أو منصات التنقيب عن النفط أو مصانع تكرير النفط والغاز وفي صناعة السيارات والسفن والملايين من المنتجات الأخرى. وفي النهاية إن فنيين اللحام هم من يبنون العالم وان مهندسين اللحام هم يضعوا مواصفات ومتانة هذا البنيان.

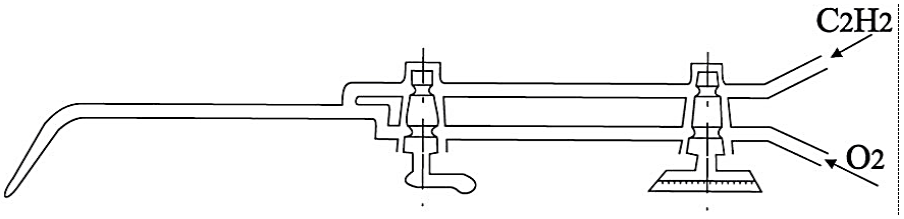
اللحام بالغاز والقوس الكهربي

تم التدريب في الصف الأول على وحدتي اللحام بالغاز Gas welding (الاوكسي استلين Oxy acetylene) واللحام بالقوس الكهربي Electric Arc Welding. وكما ذكر سابقا في وحدات الصف الأول أن كلا من طريقة اللحام بالغاز واللحام بالقوس الكهربي هما من طرق اللحام بالصهر، ويبين (شكل رقم ١٨) طرق اللحام بالصهر.



شكل رقم ١٨: أنواع اللحام بالصهر

في لحام الصهر بالغاز (اللحام بالغاز) يتم توليد الحرارة بحرق وقود غازي مناسب مع الهواء أو الأكسجين النقي، وتصل درجة حرارة اللهب الناتج من هذا الاحتراق إلى عدة آلاف. ويمزج الغاز عادة بالهواء أو الأكسجين في مشعل خاص، ويتم تنظيم نسب مزج هذه الغازات لإنتاج اللهب. وتستخدم فيها غازات متنوعة منها غاز الأسيتيلين والغاز المنزلي والميثان والبروبان والهدروجين وبخار البنزين.

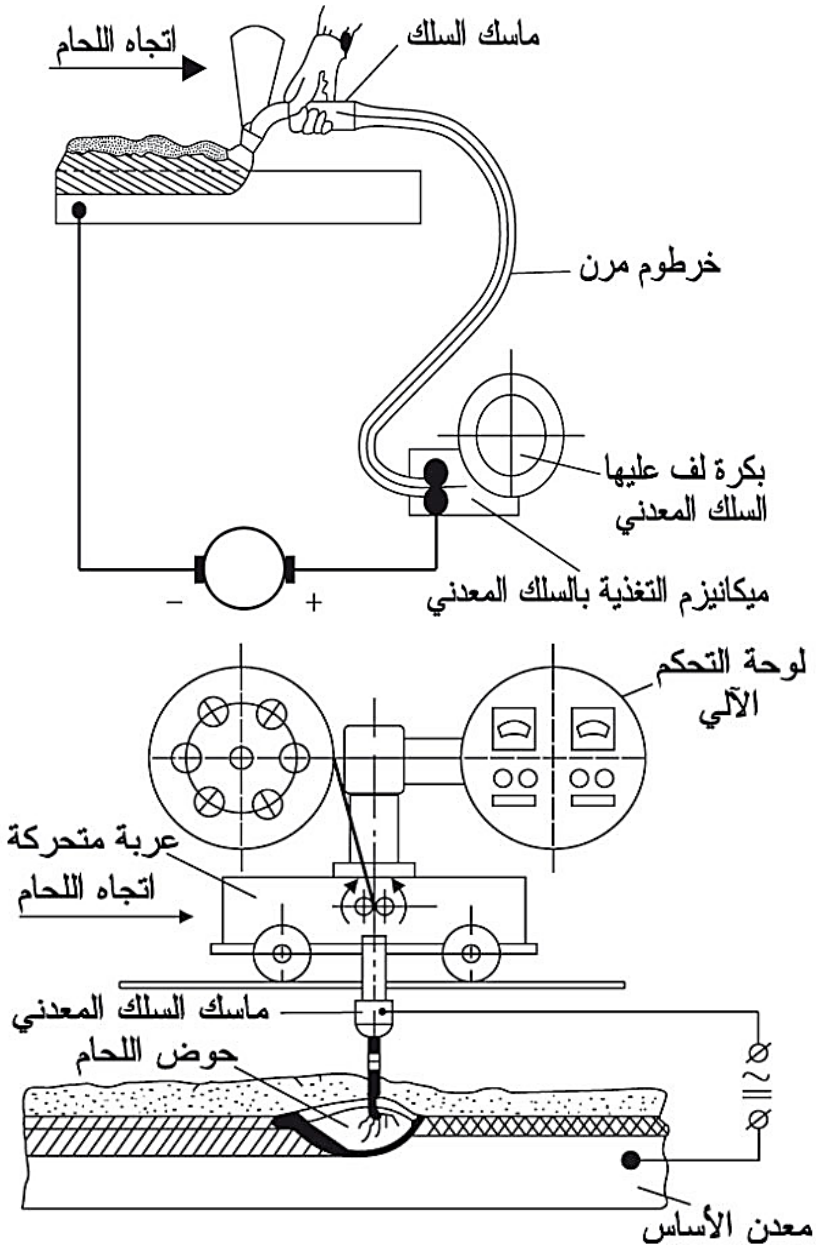


شكل رقم ١٩: بوري اللحام بالغاز

يصلح اللحام بالغاز بصفة خاصة لوصل الألواح المعدنية التي يتراوح سمكها بين ٢ إلى ٥٠ مم، أما استخداماته الحالية بدأت تنحصر في لحام الألواح التي تراوح سمكها بين ١ إلى ١٠ مم، وقد يستخدم في

الحالات التي يتعذر فيها الوصول بسهولة إلى مواضع الوصلات المراد لحامها، يمكن باستخدام غاز الأستيلين الحصول على درجة حرارة لحام تزيد على ٣٠٠٠ درجة مئوية، في حين لا تزيد درجة حرارة اللهب الناتج من استخدام الهدروجين على ١٩٠٠ درجة. ولهذا، يفضل الهدروجين في لحام الصفائح والأنابيب المعدنية الرقيقة الجدران، في حين يستخدم الأسيتيلين في الصناعات الهندسية للحام المقاطع الكبيرة (وخاصة الوصلات الفولاذية).

أما بالنسبة لطريقة اللحام بالقوس الكهربائية فهي تتفوق على سائر الطرائق الأخرى حتى إنها تبلغ ٩٠% من مجموع استخدامات طرق لحام الصهر المختلفة. ويتم بهذه الطريقة تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية تستخدم في الصهر الموضعي لطرفي الوصلة. ويعرف القوس الكهربي بأنها عملية تفريغ مستمرة للتيار الكهربائي في وسط غازي متأين موجود بين قطبين (إلكترودين) صلبين أو سائلين ويغديهما تيار كهربائي. وتعد عملية التفريغ هذه بالمنبع الحراري المستخدم للصهر الموضعي عند اللحام.



وسيتم التوضيح في مقارنة سريعة الفرق بين عمليات لحام القوس الكهربائي واللحام بالغاز والتي نستعرض فيها الاختلاف بين فهم نوعين رئيسيين من عمليات اللحام وقد يتم استخدامهم لنفس أنواع المعادن عن طريق تطبيق الحرارة وتتم المقارنة بينهم حسب الجدول الاتي:

وجه المقارنة	لحام الغاز Gas welding	لحام القوس الكهربائي Arc welding
الوسيلة المستخدمة	تستخدم الغازات مثل الاسيتيلين أو الهيدروجين لتوليد الحرارة	يستخدم الكهرباء في توليد الحرارة
درجة الحرارة	يتم توليد درجة حرارة اقل من لحام القوس الكهربائي حوالي ٣٦٠٠ °م فقط	يتم توليد درجة حرارة اعلي من لحام الغاز حوالي ٦٠٠٠ °م درجة مئوية
سمك المعدن	من ٠,٥ إلى ٤ مم	من ٣ مم إلى ١٥ مم
نوع التشطيب	يعطي تشطيب جيد لوجه اللحام	رديء بالنسبة لتشطيب وجه اللحام
نوع الالكترود	في اللحام بالغاز يستخدم الكترود دائم (غير مستهلك) non consumable electrode	في لحام القوس الكهربائي يستخدم الكترود مستهلك consumable electrode
تنوع الاستخدام	يمكن استخدامه أيضا في اللحام بالبرونز (المونة Brazing) واللحام بالقصدير soldering.	يتم استخدامه في اللحام فقط
الخطورة	هناك خطر الانفجار بسبب الضغط العالي	هناك خطر الصعق الكهربي بسبب الجهد العالي
معدن اللحام	يستخدم للحام المعادن من نفس النوع أو مختلفة	عادة يستخدم للحام المعادن من نفس النوع
اعتماد الحرارة	الحرارة تعتمد على قوة الشعلة بجانب أنها تهدر الكثير من الطاقة	الحرارة تعتمد على تركيز القوس الكهربائي
سرعة اللحام	سرعة اللحام بطيئة	سرعة اللحام عالية

جدول رقم ١: الفرق بين عمليات لحام القوس الكهربائي واللحام بالغاز Arc – Gas Welding

مكونات نظام القطع بالأوكسي اسيتلين Oxy – Acetylene Cutting

يتكون نظام القطع بالأكسي اسيتلين من أسطوانتين ومنظمات ضغط ومجموعة من الخراطيم وبوري قطع بلهب الغاز، ويبين (شكل رقم ٢٣) مكونات النظام وهي كما يلي:

١. **أسطوانة الاستيلين:**

تصنع أسطوانة الاستيلين من الحديد الصلب (الفولاز) لتخزين الاستيلين بكميات كبيرة حتى تستطيع العمل بها فترات كبيرة. غاز الاستيلين هو هيدروكربون لا لون له رمزه الكيمائي (C_2H_2) وهو قابل للاشتعال في وجود الأكسجين وهو غير سام ولكنه يؤثر على الصحة عند استنشاقه وقد يسبب الدوار وعدم الاتزان وكذلك فقدان الوعي، التعرض لهذا الغاز بدرجة كبيرة

يقلل من نسبة الأكسجين في الهواء وقد يسبب الاختناق والموت، وهو قابل للاشتعال بدرجة كبيرة ومادة كيميائية متفاعلة عرضة لخطر الانفجار والحريق.

٢. **أسطوانة الأكسجين:**

يستخدم الأكسجين مع الأستيلين لتحسين عملية الاحتراق و بالتالي زيادة درجة حرارة اللهب المستخدم في اللحام، الأكسجين بزاته غير قابل للاشتعال ولكن يساعد على الاشتعال وهو غاز ليس له لون أو طعم أو رائحة وهو احد المكونات الرئيسية للهواء الجوي مع النيتروجين و الأكسجين أثقل من الهواء ويتم تصنيعه للأغراض الطبية باستخلاصه من الهواء عند -١٨٣ درجة مئوية إما للأغراض الصناعية فيتم إنتاج الغاز عن طريق التحليل الكهربي للماء ويتم توريد الغاز إما في الحالة السائلة (١ لتر سائل يعطى ٨٥٠ لتر في الحالة الغازية ويتم ضغطه عند ٢٠٠-٣٠٠ بار في الأسطوانات)، وتصنع أسطوانة غاز الأكسجين من أنبوب فولاذي مسحوب بدون لحام لكي تتحمل الضغط العالي لغاز الأكسجين بداخلها.

ملحوظة:

- لا ينصح بسحب غاز الأستيلين من الأسطوانات الموجودة في وضع أفقي ويستثنى من ذلك الأسطوانات المزودة بالطوق الأحمر.
- يراعى إبعاد أسطوانات الأستيلين عن مصادر الحرارة لتجنب تحلل الغاز.
- يجب تخزين أسطوانات الأستيلين والأكسجين في مكان بارد وجيد التهوية بعيدا عن الحرارة أو الشرر أو اللهب وتربط بسلسلة مثبته في الحائط.

شكل رقم ٢٠: تخزين أسطوانات الأكسجين

شكل رقم ٢١: تخزين أسطوانات الاستيلين

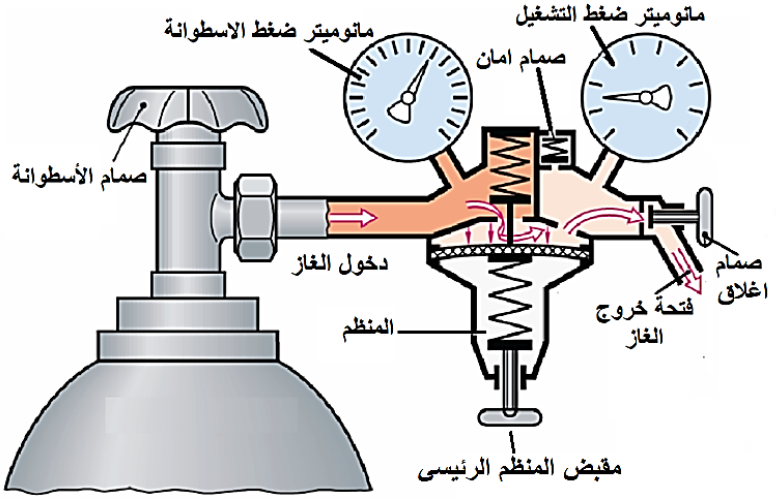
- يجب نقل الشخص بعيدا عن منطقة تعرضه للغاز والبدا في مساعدته على التنفس في حالة توقف التنفس.
- تجنب ملامسة الأستيلين للجلد.

شكل رقم ٢٢: معدات القطع بالاوكسي استلين

٣. منظمات الغاز (أكسجين –استيلين) GAS REGULATORS:

منظمات الضغط هي أجهزة تعمل على تخفيض الضغط العالي للغاز الموجود داخل الأسطوانة إلى ضغط العمل المراد اللحام به وتتحكم في مقادير تدفقها وتجعلها مناسبة لعمليات اللحام المختلفة كما إنها تعطى قراءات لقياس ضغوط الغازات داخل الأسطوانات وكذلك قراءات ضغوط الغازات الخارجة منها بعد تخفيضها للاستخدام في أعمال اللحام المختلفة ويتم ذلك من خلال عدادات بها مؤشرات تدل على مقادير ضغوط الغازات المارة بها من خلال قنوات وغرف ضغوط خاصة.

ويعتبر مبدأ عمل المنظمات جميعها واحد فالمنظم يحتوي على حجرتين كما هو مبين في (شكل رقم ٢٤) حجرة الضغط العالي (من بداية مخرج الأسطوانة حتى صمام خروج الغاز) التي تتصل مباشرة مع الأسطوانة ويكون الضغط فيها مساويا للضغط في الأسطوانة وحجرة الضغط المنخفض من صمام التحكم حتى صمام الأغلاق اليدوي لخروج الغاز، ويوجد بين الحجرتين صمام تحكم يتم التحكم فيه عن طريق ياي (سوستة) بواسطة المقبض المنظم الرئيسي.



شكل رقم ٢٣: فكرة عمل منظم ضغط الأسطوانة

ويوجد لكل غاز منظم خاص به لذا يختلف منظم الأكسجين عن منظم الأستيلين. منظم غاز الأستيلين يكون لونه احمر، بينما يكون لون منظم الأكسجين ازرق أو اسود.

شكل رقم ٢٤: منظم غاز الأسيتلين

وفيما يلي مقارنة بين منظمات أسطوانات الاستيلين والأكسجين:

م	منظم الأكسجين	منظم الاستيلين
١	ضغط المنظم٣١٥ بار	ضغط المنظم ٤٠ بار
٢	مدخل المنظم بلاكور	مدخل المنظم ذرجينة
٣	لون المنظم ازرق أو اخضر	لون المنظم احمر
٤	لون خرطومها أزرق أو اخضر	لون خرطومها أحمر فقط
٥	قلاووظ صواميل الخراطيم تدور جهة اليمين	قلاووظ صواميل الخراطيم تدور جهة الشمال

جدول رقم ٢: مقارنة منظم الأكسجين مع منظم الأستيلين

٤. خراطيم أسطوانات الغاز GAS HOSES

تصنع الخراطيم من المطاط المدعم بنسيج خيوط القطن والنايلون وتبلغ في أطوالها ٥ متر على الأقل وتتحمل حتى ٤٠ ضغط جوي، وتتراوح أقطارها الداخلية بين ٤ إلى ١١ مم ويتثبت لها أطراف تثبيت محكمة تجعل من الصعب انفلاتها من وصلة الخرطوم.

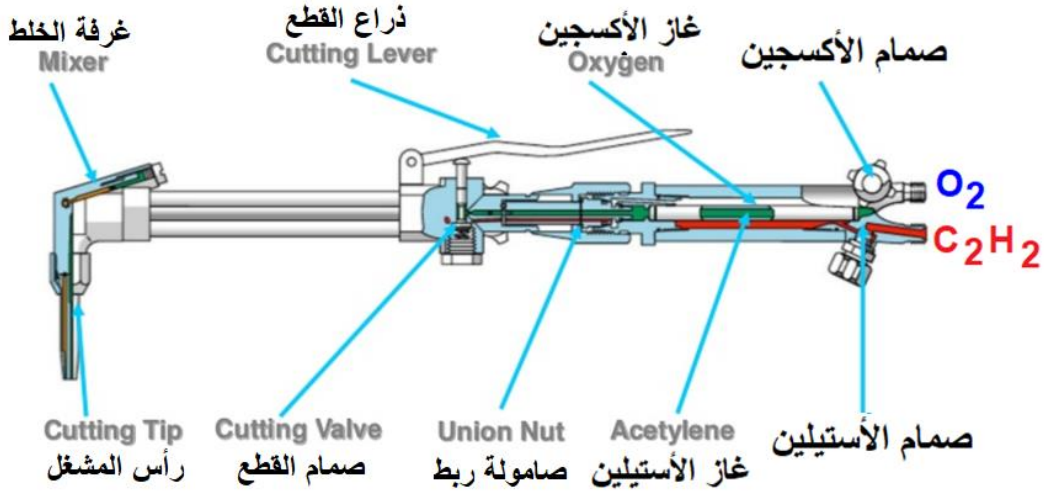
شكل رقم ٢٥: خراطيم أسطوانات الغاز

٥. بوري (مشعل) القطع Cutting torch

يعتبر من الأجزاء المهمة والأساسية في معدات القطع حيث يستقبل غاز الأكسجين والأستيلين ويقوم بعملية خلط الغازين بالكمية المطلوبة وتصريفها إلى منطقة اللحام، ويوجد بالبوري صمامين تحكم بكمية الأكسجين والأستيلين كما هو مبين في (شكل رقم ٢٦).

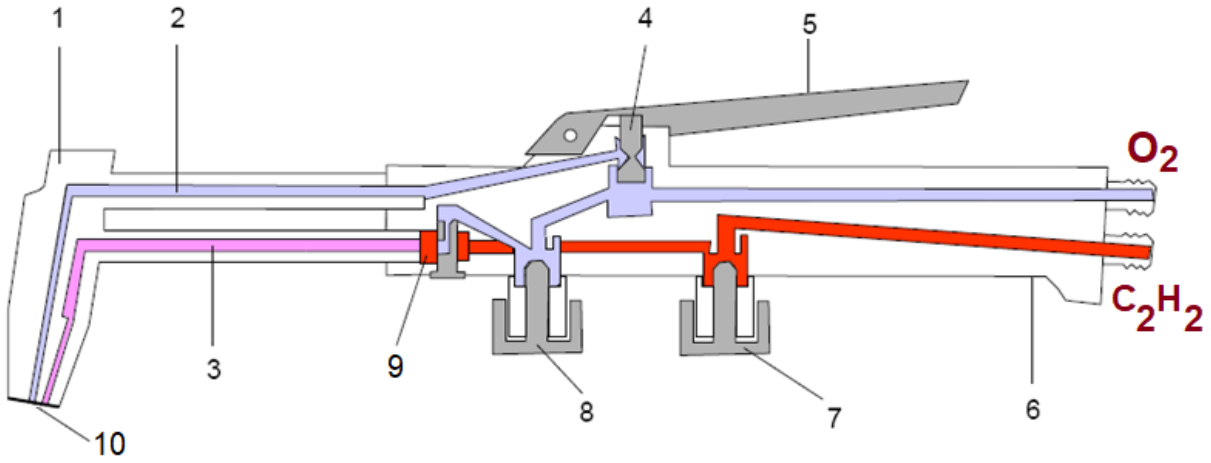
شكل رقم ٢٦: أشكال مختلفة لبوري القطع

يوضح (شكل رقم ٢٧) أجزاء بوري القطع مرتفع الضغط.



شكل رقم ٢٧: بوري القطع مرتفع الضغط

وحسب الاستخدام يتم تركيب بوري الضغط المنخفض للتسخين أم بوري الضغط المرتفع الموضح في الرسم التخطيطي المبين في (شكل رقم ٢٨) فيستخدم لعمليات القطع.

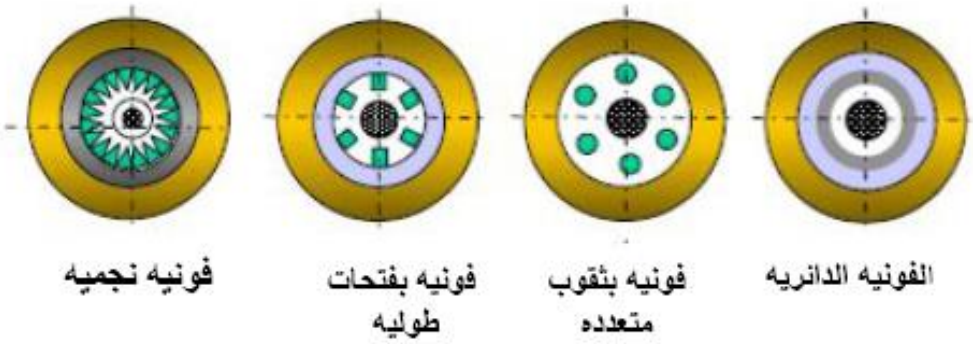


١ - رأس المسدس
٢ - أنبوبة أكسجين القطع
٣ - أنبوبة خليط غازات التسخين والاشتعال
٤ - محبس أكسجين القطع
٥- ذراع أو يد فتح اكسجين القطع
٦ – مقبض بوري القطع
٧ – صمام أكسجين التسخين
٨ - صمام غاز التسخين (الأسيتلين)
٩- حاقن غرفة الخلط
١٠- فونيه القطع

شكل رقم ٢٨: رسما تخطيطي لتركيب بورى القطع

٦. فونية القطع Cutting TIP

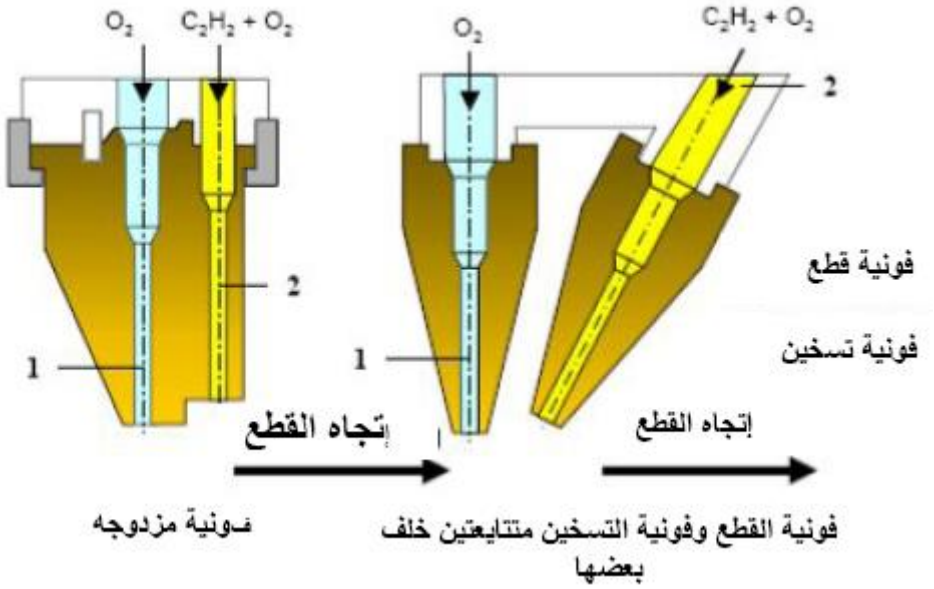
فونية القطع وفونية التسخين من الأجزاء المهمة، ولها دور كبير في القطع باللهب لأنه من خلالها تستطيع تحديد كمية الحرارة التي تناسب سمك المعدن المراد قطعة، وهي قابله للانفصال عن رأس البوري، حيث يسهل تغييرها كلما اقتضى الأمر ذلك حسب السمك المراد قطعه، ويوجد عدة أشكال وعدة مقاسات مختلفة لفونية القطع كما هو مبين في (شكل رقم ٢٩) والتي تعتمد أيضا على نوع غاز الاشتعال المستخدم في عملية القطع.



شكل رقم ٢٩: الأشكال المختلفة لفونية التقطيع وحجم قنوات غازات التسخين

شكل رقم ٣٠: فوهة البوري الخاص بالقطع طبقا لغاز الاشتعال المستخدم

ويبين (شكل رقم ٣١) نوعين مختلفين لفونية بوري القطع سواء الفونية المتتابعة خلف بعضهما، أو الفونية المزدوجة ويراعى أن يكون اتجاه الحركة من ناحية فونية أكسجين القطع (١) ناحية فونية غازات لهب القطع (٢).



شكل رقم ٣١: أنواع فونية القطع

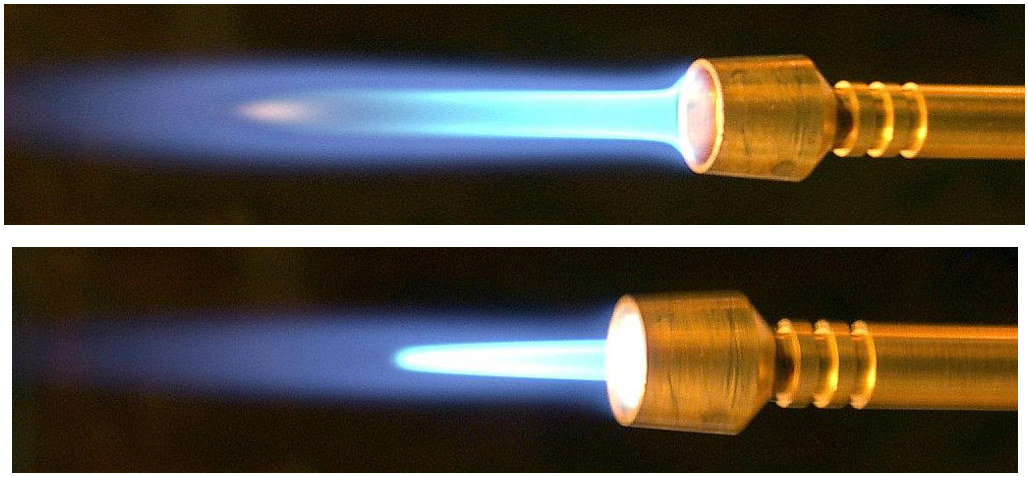
ويمكن طبقا لأغراض القطع استخدام فواني خاصة لتحسين جودة القطع والتوفير في استهلاك الغازات.

نظرية القطع بلهب الأوكسى أستلين

عند اجراء عملية القطع بالأوكسي اسيتلين، يندفع الأكسجين والأستيلين في بوري القطع الى غرفة الخلط بضغط عالي، حيث يتم الخلط تحت ضغط عالي ليشكلا معا غاز الاشتعال. ويتم ضبط لهب القطع عن طريق صمامات الاكسجين والاستيلين. ويوجد أنواع من بوري القطع مزودة بصمام لفتح نفاث من الأكسجين خاص بعملية القطع يندفع خلال المعدن المنصهر ويدفعه لخارج خط القطع مع خبث المعدن المنصهر.

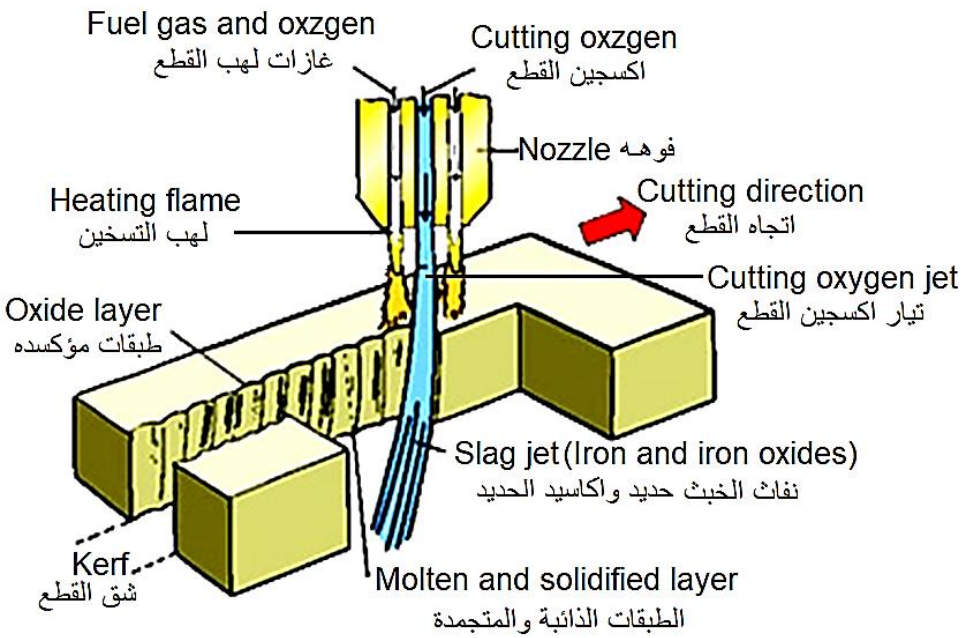
شكل رقم ٣٢: إشعال بوري القطع وضبط اللهب

يتم ضبط صمام الاستيلين حتى يكون طول اللهب حوالي ٢٥ سم كما هو مبين في (شكل رقم ٣٣)، ويجب التأكد ان اللهب يبدا من بداية فوهة البوري. إذا كان تدفق غاز الأستيلين قوي جدا، سوف يبعد اللهب عن فوهة بوري القطع، مما يؤدي الى سطح قطع غير سليم وقد يؤدي أيضا الى إصابات بالحرق.



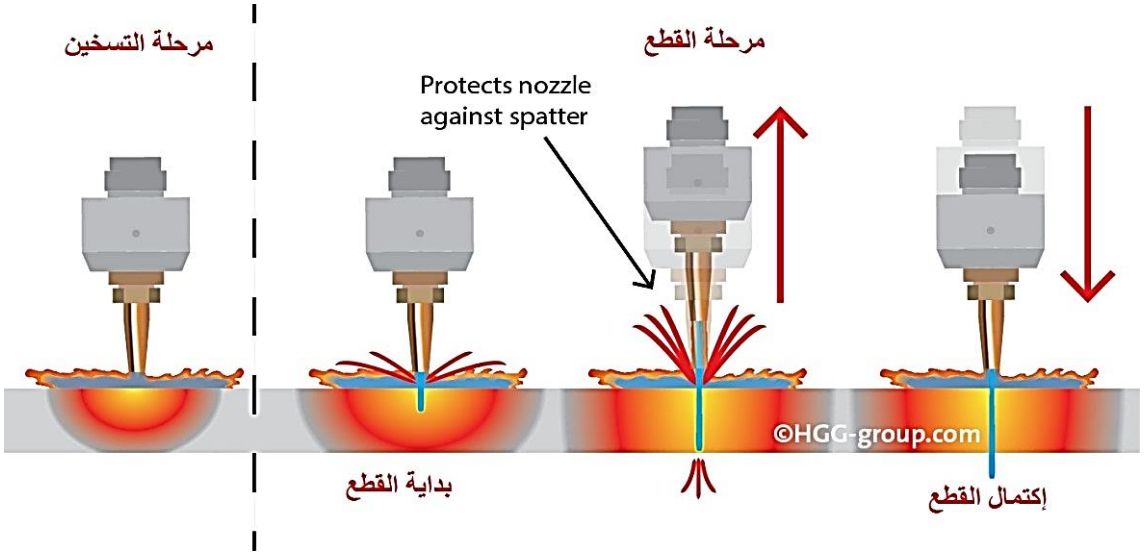
شكل رقم ٣٣: ضبط لهب القطع

ويتم توجيه رأس نواه لهب بوري القطع بشكل عمودي على نقطة بداية خط القطع لتسخين المعدن المراد قطعة الى درجة حرارة الانصهار (الهشيم kindling temperature) وتتكون بركة الصهر وتبدأ نقطة بيضاء في الظهور، وعند اكتمال انصهار المعدن يتم فتح صمام اكسجين القطع كي يندفع تيار من الاكسجين على المعدن، ويحرقه الى أكسيد الحديد الذي يخرج على هيئة خبث من شق القطع كما هو مبين في (شكل رقم ٣٤).



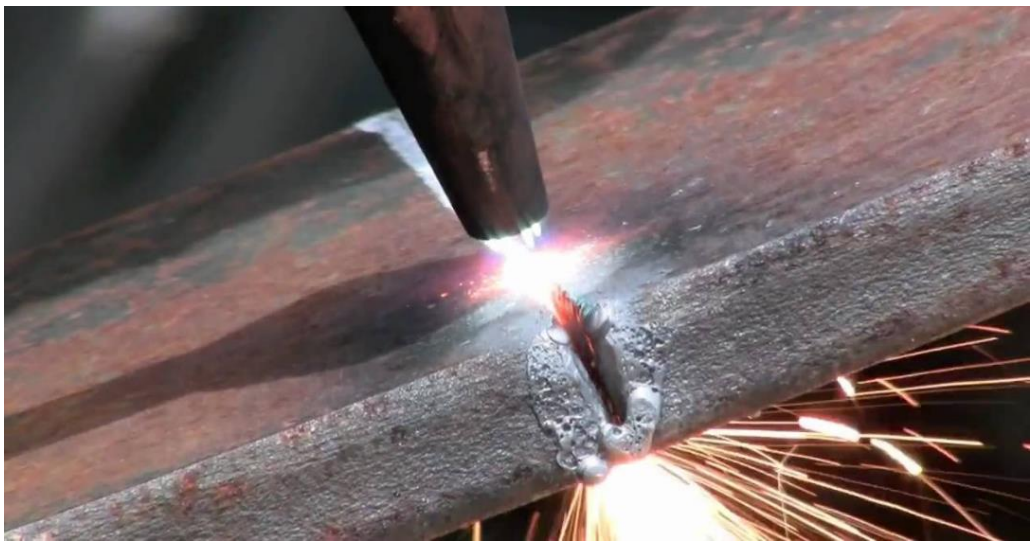
شكل رقم ٣٤: عملية القطع بالغاز

عندما يخترق تيار الأكسجين جدار الماسورة أو اللوح المعدني إبدا في تحريك بوري القطع بسرعة متوافقة مع عملية القطع للحصول على خط قطع منتظم ويوضح (شكل رقم ٣٥) مراحل عملية القطع بدءا من تسخين الجزء المراد قطعه حتى حدوث القطع.



شكل رقم ٣٥: مراحل عملية القطع باللهب

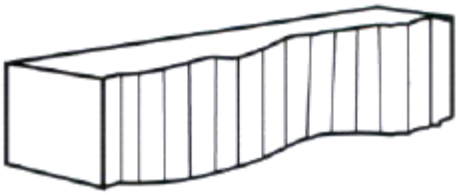
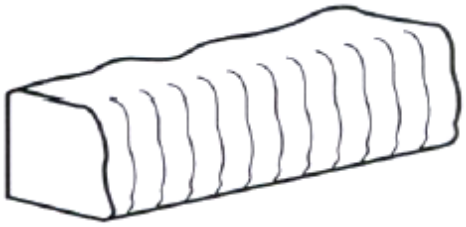
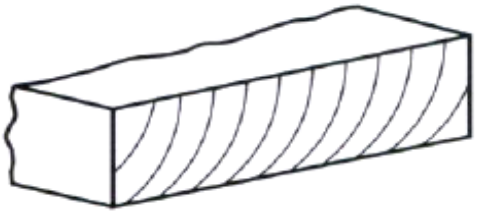
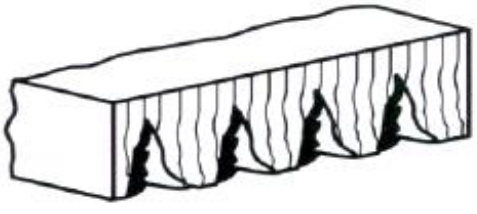
يجب مسك الجزء المقطوع باللقط حتى لا يهبط أو يقع عند نهاية القطع ويسبب إصابات للعاملين.

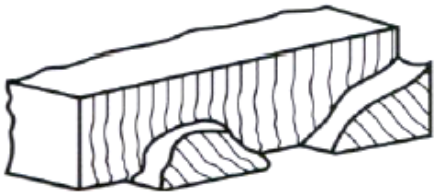
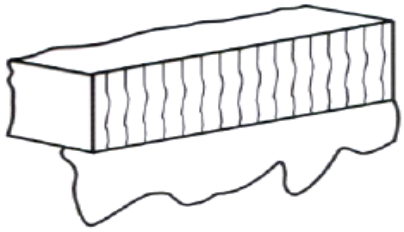


شكل رقم ٣٦: قطع بلهب غاز الأوكسي استيلين

الأخطاء الشائعة للقطع بالأوكسى أستلين

يبين الجدول مجموعة من الأخطاء الشائعة التي يمكن أن تحدث عند إجراء عمليات القطع بلهب الأوكسي استلين.

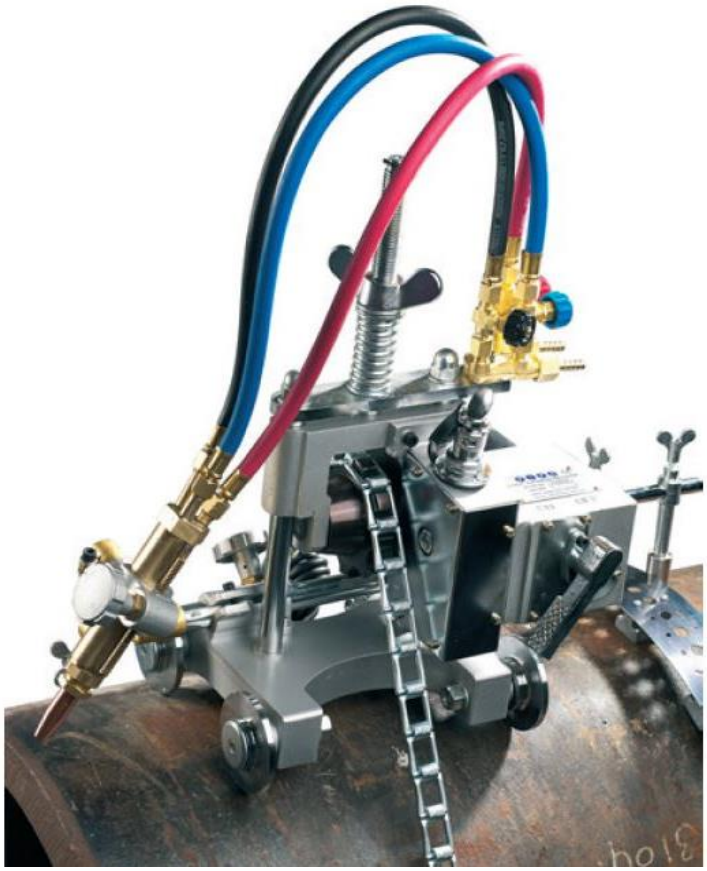
العيب	الشكل	الإجراء اللازم لتلافي هذا الخطأ وتحسين جودة القطع
وجود تعرجات واضحة بخط القطع		تنظيف فونية القطع
وجود أثار كثافه حرارية عالية في خط القطع (انصهار عالي بطول خط القطع)		تخفيض حرارة التسخين ومراجعة المسافة بين الفونيه وسطح القطع
وجود خطوط قطع مائله بصوره مكثفه بطول خط القطع		تحسين جودة القطع بزيادة سرعة القطع
وجود أجزاء غائره داخل خط القطع		زيادة السرعة والاهتمام بنظافة الفونيه مع مراجعة ضغط شعاع الأكسجين القاطع

العيب	الشكل	الإجراء اللازم لتلافي هذا الخطأ وتحسين جودة القطع
وجود أجزاء عالقة من الأكاسيد (الخبث) بطول خط القطع		خفض السرعة وتنظيف الفونيه وزيادة ضغط الأكسجين القاطع
خبث عالق بخط القطع		تحسين الجودة بزيادة السرعة وتنظيف الفونيه

جدول رقم ٣: الأخطاء الشائعة للقطع بالأوكسى أستلين

قطع المواسير باستخدام لهب الأكسى أسيتيلين

تقطع المواسير باستخدام لهب الأوكسى أسيتيلين وخصوصا في حالة المواسير السميكة (أي ذات السمك الكبير) لتجهيزها ضمن خط المواسير حيث يصعب قطع مثل تلك المواسير بالطرق التقليدية العادية، كما أنه عادة ما يحتاج للحام ماسورتين معا أو للحام فلنشه بأحد المواسير ...إلخ من العمليات الضرورية الأخرى.



شكل رقم ٣٧: قطع المواسير

كيفية تجهيز الماسورة للقطع:

هناك مجموعة من التعليمات والقواعد العامة والأساسية والتي لابد من إتباعها والالتزام بها لتجهيز سطح الماسورة عند إجراء عمليات القطع أو اللحام باستخدام لهب الأوكسى أسيتيلين حيث يجب التنظيف التام للمنطقة الخاضعة للقطع أو اللحام وللمنطقة المجاورة لها أيضا، كما يجب أن يكون السطح خاليا من أثار التشحيم والتزييت والرطوبة حيث أن أي رطوبة أو مواد غريبة لا يتم إزالتها تماما على الأسطح المتاخمة والتي سيتم لحامها ستؤدى إلى وجود بخبخة في وصلات اللحام أو فرقعة عند إجراء القطعية ويلاحظ أنه لابد من إزالة الصدأ أو البثور، كما يجب أن تزال طبقة البوية تماما من منطقة اللحام أو القطع عن طريق التنظيف بالرمل ثم باستخدام سائل الأسيتون لضمان عدم وجود أي بقايا لطبقة الدهان على سطح الماسورة، وإذا كان هناك تأكل أو انبعاج على الأسطح فلابد من إزالته وإعادة ملؤها باللحام، وكذلك تشغيل الأسطح التي بها شقوق أو تعرجات باستخدام حجر الجلخ، ويتم تجهيز طرف الماسورة المراد لحامها باستخدام لمبة القطعية أو باستخدام حجر الجلخ أو البرادة كما تستخدم الأجنة أحيانا في عمل الشطف، ويلاحظ نظافة الشطف واستوائه حتى يمكن ضبط استقامة الماسورتين عند إجراء اللحام، ويوضح (شكل رقم ٣٨) بعض عمليات التنظيف التي تخضع لها الماسورة قبل وبعد إجراء عملية القطع أو اللحام لها.

شكل رقم ٣٨: تنظيف المواسير

ويراعى عدم استخدام محاليل سامة لإزالة أثار الزيوت والشحومات لأنه إذا تطايرت الأبخرة الناتجة عن هذه السوائل عند استخدام القوس الكهربي أو لحام الأوكسى أسيتيلين فإنها ستشكل خطورة كبيرة على العاملين، ولذلك يجب التأكد من وجود تهوية كافية كما يجب أن تتم عملية إزالة الزيوت والشحومات في مكان بعيد عن معدات اللحام وبعد إزالة الزيوت والشحومات تأكد تماما من إزالة أي أثار للسوائل الكيماوية المستخدمة.

ماكينات القطع الأتوماتيكية Pipe Bevel Machines:

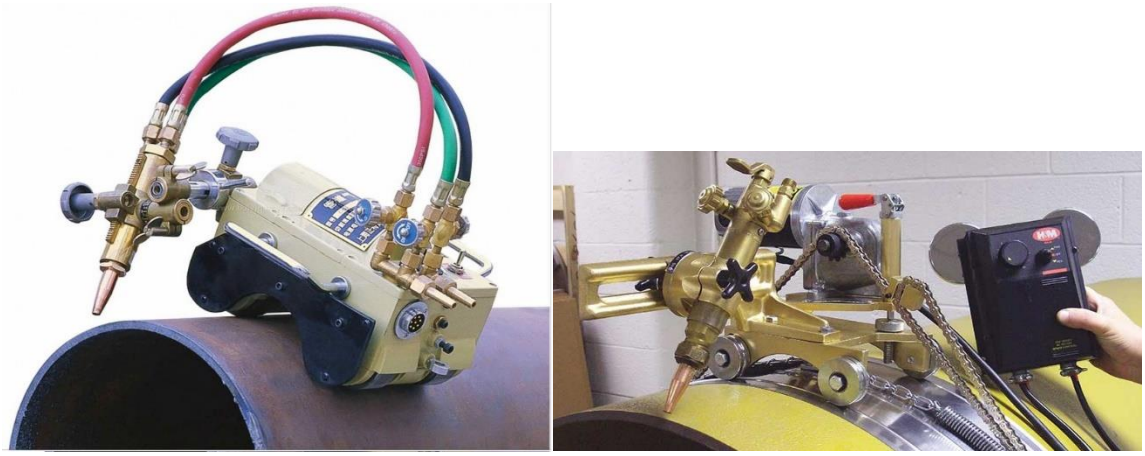
تستخدم ماكينات القطع الأتوماتيكية بكثرة في عمليات قطع المواسير المعدنية ذات السمك الكبير بسبب دقتها العالية في القطع وسرعتها في أداء عملية القطع، وتنقسم هذه الماكينات من حيث حركة كلا من الماسورة ولمبة القطعية إلى نوعين هما:

النوع الأول: في هذا النوع تدور فيه الماسورة بسرعة منتظمة في حين تكون لمبة القطعية ثابتة كما هو موضح في (شكل رقم ٣٩).

شكل رقم ٣٩: ماكينة قطع ذات لمبة لحام ثابتة

النوع الثاني: في هذا النوع تدور فيه لمبة القطعية بسرعة منتظمة حول الماسورة التي تظل ثابتة وفى هذا النوع من الماكينات تكون لمبة اللحام مثبته في جهاز يتحرك بواسطة مجموعة من التروس المعشقة سويا كما في (شكل رقم ٤٠) أو تكون مثبتة على عربة لها عجلات يتم التحكم بها أوتوماتيكيا كما في (شكل رقم ٤١).

شكل رقم ٤٠: ماكينة قطع مواسير



شكل رقم ٤١: ماكينة قطع تدور حول محيط الماسورة

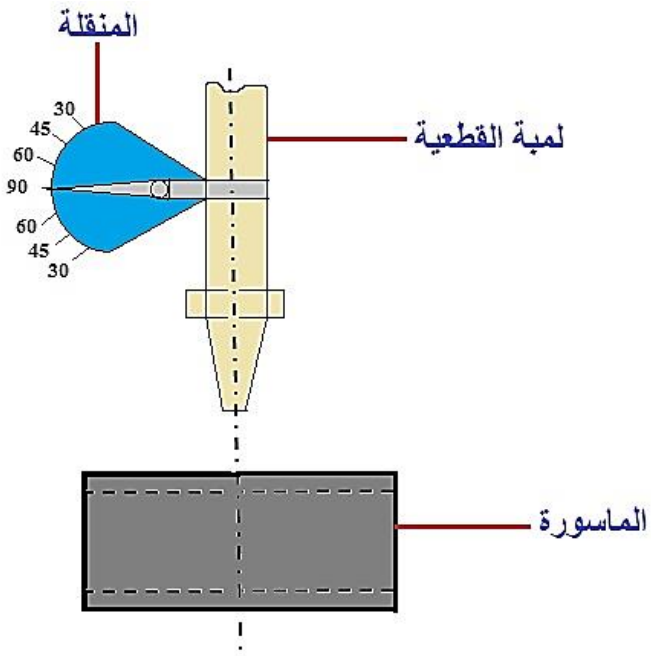
وبصفة عامة عند تجهيز الماكينة يتم اختيار مقاس فونية مناسبة، وتحديد سرعة القطع وضغوط كلا من غازي الأكسجين والأسيتيلين، وفي جميع الأحوال يتم مراجعة وضع الفونية مع سطح الماسورة حيث عادة ما تجهز الرأس بمنقلة لعمل زاوية الشطف المطلوبة. ويتغير تصميم الماكينة وتجميعها بما في ذلك وضع الماسورة ومدى السرعات ومقاسات اللمبة حسب جهة التصنيع أي أنها تختلف من شركة إلى أخرى.

طرق القطع

القطع المتعامد:

يوضح (شكل رقم ٤٢) القطع المتعامد وفيه تكون فونية لمبة القطعية تصنع زاوية قائمة مع اتجاه محور الماسورة وبحيث يتوجه تيار القطع ليمر بمركز الماسورة وإذا انحرفت اللمبة بزاوية سيسبب ذلك الانحراف الاتي:

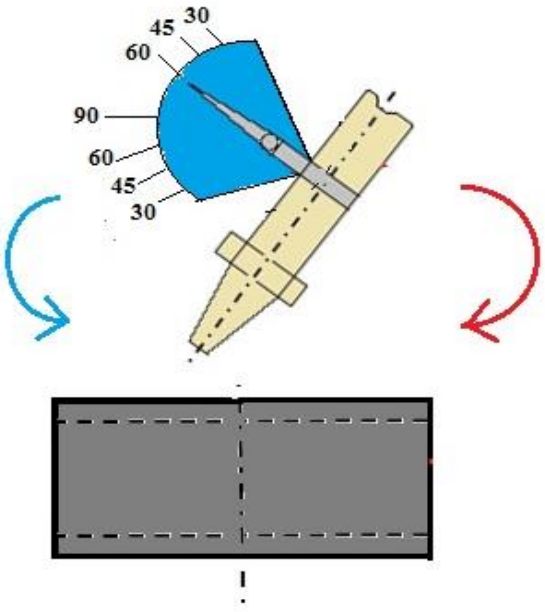
- شكل غير سليم لحافة الماسورة.
- تغيير في عمق القطع مما يؤثر في نوعية القطع وكفاءته.



شكل رقم ٤٢: القطع المتعامد

القطع بشطف:

وفيه يتم إمالة اللمبة بالزاوية المطلوبة (٠، ٣٠°، ٤٥°، ٦٠°) حسب الشطف المطلوب للحافة ثم يتم ضبط القطع حسب سمك المعدن مع مراعاة مقاس الفونية وباقي العوامل التي تدخل في عملية القطع، وعند إجراء القطع بشطف يتم مراجعة تقاطع المحور الطولي للفونية مع خط القطع ثم البدء في القطع مع الأخذ في الاعتبار زيادة نسبة ضغط الأكسجين وزيادة التسخين وكذلك العوامل الأخرى من زيادة أو نقصان حسب السمك ويوضح (شكل رقم ٤٣) مثالا للقطع بشطف.



شكل رقم ٤٣: مثالا للقطع بشطف

إجراءات فحص الماسورة بعد عملية القطع:

١. يجب أن يكون مقاس الجزء المتعامد واحدا عند جميع نقاط القياس على محيط الماسورة.
٢. يجب أن تكون زاوية الشطف واحدة على محيط الماسورة.
٣. يجب أن يكون ملمس القطع منتظما خاليا من النقر والخدوش.
٤. يستخدم تجليخ خفيف لتنظيف السطح بعد عملية القطع كما في (شكل رقم ٤٤).

شكل رقم ٤٤: تجليخ سطح القطع

٥. يجب إزالة الرايش من داخل فوهة الماسورة باستخدام مبرد نصف دائري أو حجر جلخ.

العدد والملحقات في عملية القطع بالاوكسي استيلين Oxy – Acetylene Cutting

بالإضافة إلى أدوات الشنكرة مثل زهرة الشنكرة وشوكة العلام وذنبة العلام والمسطرة الصلب التي سبق التطرق اليها في الوحدة الرابعة.

١- ولاعة الأشعال بالشرر (Spark Lighter)

ويستعمل هذا النوع من الولاعات لإشعال اللهب للبدء في عملية اللحام، ويمنع استخدام الولاعات الغازية وكذلك الكبريت لخطواتها. ويراع قبل الإشعال التأكد من ضغط الغازات على المنظمات (والنسبة المعمول بها هي ١ استيلين : ٥ أكسجين)، ويبين (شكل رقم ٤٥) الولاعة الاحتكاكية.

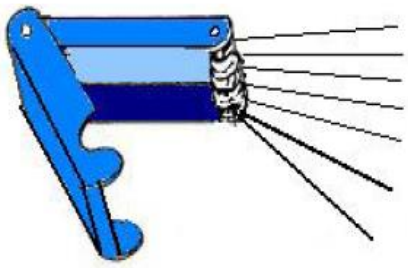
شكل رقم ٤٥: الولاعة الاحتكاكية

تمسك الولاعة باليد اليسرى (أو حسب طبيعة عمل الشخص) يمسك البوري باليد اليمنى كما هو مبين في (شكل رقم ٤٦).

شكل رقم ٤٦: كيفية مسك الولاعة وبوري اللحام

٢- ابر تنظيف الفوهة (الفونية) Nozzle Cleaner

تستعمل في تنظيف الفنية من المعدن الملتصقة به أثناء اللحام والتي تسبب في تغيير شكل الهب وأحيانا خنق الغاز وتأتي بمقاسات مختلفة لتناسب مقاسات الفنية. ولا ينبغي حك الفنية بالطوب الحراري أو أسطح الشغلة لكيلا تتعرض الفنية إلى التلف.



شكل رقم ٤٧: ابر تنظيف الفونية

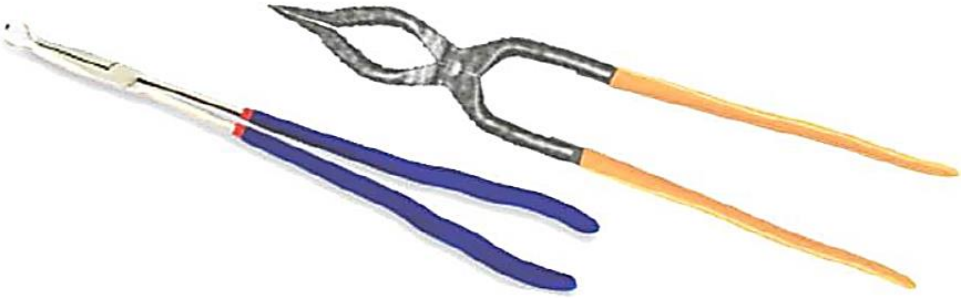
٣- فرشاة التنظيف (فرشة سلك) Wire Brush

وهي فرشة من أسلاك الحديد وتستعمل لتنظيف خط اللحام وإزالة الصدأ من المعدن قبل إجراء عملية اللحام.

شكل رقم ٤٨: فرشاة التنظيف

٤- اللقط الحدادي Tweezer

يستخدم لمسك الشغلة ويكون ذو ذراع طويل وفكه في حالة جيدة.



شكل رقم ٤٩: ملقط مسك المشغولات

٥- الصاروخ اليدوى

يستخدم الصاروخ اليدوي لتنظيف المواسير قبل اللحام لتجهيز طرف وصلة اللحام حسب زاوية الشطف أو يستخدم بعد عملية القطع لتسوية سطح القطع وإزالة الخبث والطرطشة الناتجة.

شكل رقم ٥٠: صاروخ يدوي

الإرشادات الفنية الواجب إتباعها عند القيام بأعمال القطع بالغاز الاوكسي اسيتلين

توجد عدة إرشادات يجب الأخذ بها عند القيام بأعمال اللحام المختلفة وتقسم هذه النصائح إلى ثلاثة أقسام منها ما هو قبل البدء في القطع والبعض الأخر أثناء القطع وأيضا جزء منها بعد الانتهاء من القطع.

أولا: إرشادات ما قبل القطع

١. انزع أغطية حماية الصمامات من الأسطوانات.
٢. تثبت الأسطوانات بسلسلة في جسم ثابت مع مراعاة أن تكون قائمة (بوضع رأسي)، أو تثبيتها بشكل قائم على التجهيزات المحمولة، وذلك أثناء العمل بالأماكن البعيدة.
٣. عدم استخدام العنف والقوة أثناء تركيب المنظم.
٤. عدم السماح بتسرب الغاز مطلقا.
٥. وصل الأطراف الأخرى من خراطيم الأوكسجين والأسيتيلين بفوهة الدخول بمشعل (بوري) القطع، وتأكد من عدم وجود أسنان قلاووظ تالفة.
٦. يجب القيام باختبارات تسرب الغاز لمعدات (الأوكسي استلين) برغاوي الصابون كل فترة.

٧. الإعداد الجيد لحواف خط القطع.
٨. اختبار فونية البوري المناسبة لصهر سمك المعدن المراد قطعة.
٩. ضبط ضغوط الغازات في المنظمات بالقدر المناسب لعملية القطع.
١٠. إشعال مخلوط الغازين وتعديل اللهب المناسب لعملية القطع.
١١. اختيار وضع مريح ومناسب لأداء عملية القطع.

ثانيا: إرشادات أثناء القطع

١. يجب عدم القطع والأسطوانات في وضع أفقي، بل يجب وضعها في وضع رأسي قبل القطع بفترة.
٢. يجب أن يكون مكان القطع على بعد ٣ متر من الأسطوانات.
٣. وضع بؤرة اللهب في بداية خط القطع على مسافة تساوى قطر سلك الإضافة المستعمل تقريبا.
٤. تحريك بوري القطع بانتظام حتى نهاية الخط.
٥. مراعاة وجود مخروط اللهب أمام نقطة الانصهار باستمرار لضمان التغلغل الكامل لغاز القطع.
٦. تحريك البوري على خط القطع بالسرعة المناسبة.
٧. مراعاة زاوية ميل البوري واستمرار انضباطها على امتداد طول خط القطع.

ثالثا: إرشادات ما بعد الانتهاء من القطع

١. يطفأ البوري وترخي صمامات المنظمات ويقفل صمامات الأسطوانات.
٢. تخزن الأسطوانات في وضع رأسي.
٣. ترفع القطعة المقطوعة بالملقط لتبريدها ثم تجفف.
٤. يتم تنظيف سطح شريط القطع بالفرشاة السلك.

أساسيات طرق لحام المواسير Basics of pipe welding

عندما تكون الماسورة في الوضع ومحورها في الوضع المستوى كما في (شكل رقم ٥١) فيمكن التعرف على الأوضاع على الماسورة لمقارنتها بالأرقام على وجه الساعة بمعلومية قمة الماسورة في وضع الساعة ١٢ والقاع في وضع الساعة ٦، وسوف تستخدم أرقام الساعة أيضا لإيضاح خطوات اللحام في الشرح. هناك طريقتين للحام المواسير في الوضع الأفقي وأسلوب اللحام التنازلي، وأسلوب اللحام الصاعد وتلاحظ أن اختيار الطريقة ليس مرتبطا بقطر الماسورة ولكن تعتمد بشكل أساسي على شكل الماسورة والتركيب الكيميائي لمعدن الماسورة.

شكل رقم ٥١: محور وضع الماسورة

تنظيف السطح

يجب إزالة كل الزيوت والقشور والأكسيد الناتجة من القطع والإعداد خصوصا في الشطف لأنها تسبب أثارا ضارة للغاية على اللحام وعادة ما يستخدم لذلك فرشاة سلك يدوية أو آلية.

توافق الحواف Fitting UP (ضبط الحواف قبل التبنيط)

يجب تسوية الماسورتين بدقة وجعلهما على استقامة واحدة قبل اللحام سواء من الداخل أو الخارج وذلك لضمان المحاذاة والتوافق وهذا يتطلب قدرا من المهارة في اللحام لضمان المحاذاة وتعتبر هذه المرحلة من أساسيات حرفة لحام المواسير.

ولا يقتصر استخدام المواسير القصيرة والطويلة على التدريب فقط ولكنها تستخدم في موقع العمل أيضا. والأبعاد العملية للمواسير الملولبة هي كالآتي الطول ٧ بوصة مصنوعة من صلب كربوني والقطر ٤ بوصة حيث القطر الخارجي ٤,٢٥ بوصة ولتسوية المواسير الملولبة وضبط أبعادها يجب أولا تحديد عرض فتحة الجذر ثم يبحث بعد ذلك عن السلك له قطر مساويا لعرض فتحة الجذر (النفاذ).

توضع أحد المواسير الملولبة عند نهاية اللحام ويوضع الطرف الآخر الملولب أعلاها مع استخدام السلك الملولب لعملية التبنيط للتأكد من تساوى أبعاد المسافة بينهما بعد ذلك عمل المحاذاة اللازمة بين جزئي المواسير المراد لحامهما مع استمرار الحفاظ على السلك حرف V بينهما مع مراعاة اعتبار آن أقصى حد مسموح به من عدم المحاذاة هو من ٣ إلى ٦ مم طبقا للوصف الدولي ASME وعند التأكد من المحاذاة تبدأ في لحام البنط لربط وصلتي اللحام اربع بنط لحام حسب بداية كل قطر ونهاية كل قطر يجمع ٤ بنط لحام وطول البنطة يساوى سمك المعدن في خمسة وبعد ذلك تنظف بنط اللحام من الخبث.

إعداد وصلة اللحام للمواسير

إن إعداد وصلة اللحام تعتبر أساسا في لحام المواسير، حيث تتأثر كفاءة وجودة اللحام بشكل كبير بمدى الحرص والاهتمام في إعداد الوصلة. وهناك العديد من الأمثلة على انهيار اللحام في المواسير نتيجة أخطاء

في إعداد الوصلة، فمن الممكن أن يتدرب عامل اللحام على إعداد الوصلة ومعرفة أهمية تنفيذها بشكل سهل، لأن الإعداد الجيد يعتبر الخطوة الأولى في الوصول إلى لحامات جيدة.

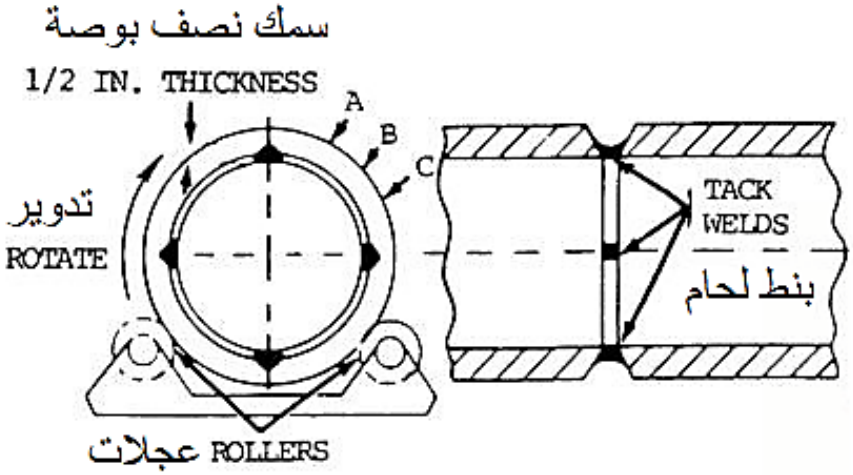
عملية التبنيط للخوص (البلاتات):

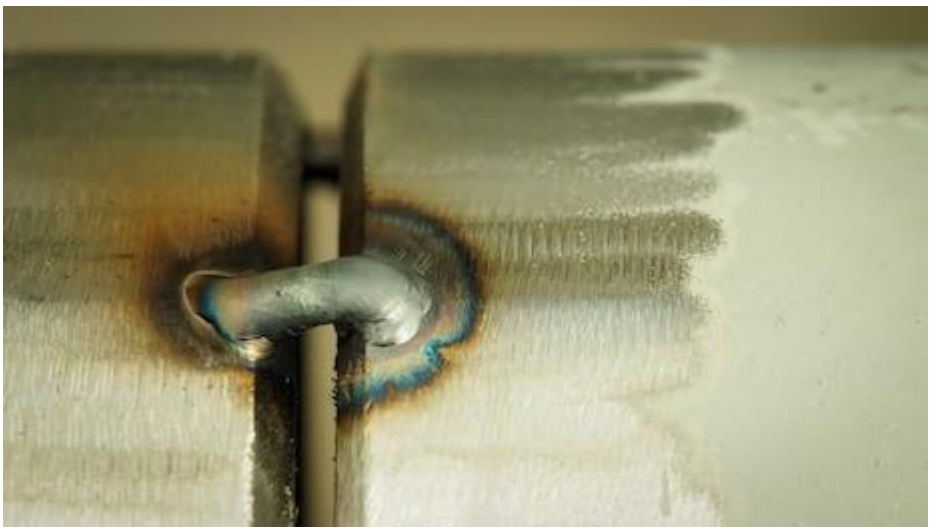
يجب أن يتم التبنيط في لحام القوس الكهربي في الجزء المراد ترسيب خط اللحام به، ويفضل أن يكون طول بنطة الحام خمس أضعاف سمك المعدن، مع الحفاظ على أن يظل القوس طويلا حتى نقطة بداية اللحام مما يساعد على تسخين السطح ومنح الوقت الكافي لاستقرار القوس وغازات الحماية الناتجة من هذه العبرة pass، وسترسب بعض الكريات المعدنية المسننة من الالكترود على شكل حبيبات منصهرة داخل خط اللحام، ويحدث انصهار وانتقال لمعدن اللحام في حالة استخدام قوس طويل على جانبي الحافتين وتغلغل في المعدن. والمسافة بين البنطة والبنطة الأخرى تكون حوالي سمك المعدن في عشرون مع الأخذ في الاعتبار ترك مسافة للنفاز. ويجب تنظيف البنطة الملحومة من الخبث الموجود على خط اللحام بشاكوش البودرة والفرشاة السلك.

عملية التبنيط للمواسير (Pipe Tack welding)

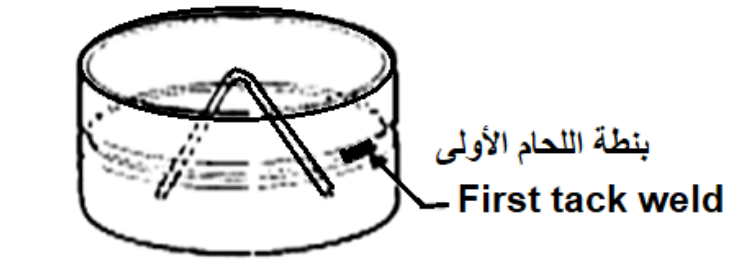
يجب أن يتم التبنيط في لحام القوس الكهربي في الجزء المراد ترسيب خط اللحام به، بعد التأكد من محاذاة حرفي الماسورة وتوافقهما، يجرى أربع لحامات بنط في الوصلة على مسافات متساوية على محيط الماسورة في الجذر كما هو مبين في (شكل رقم ٥٢) وذلك باستخدام الكترود قطر ٨/١ بوصة من نوع E 6010 في هذه الحالة. كذلك يجب التأكد من قوة وسلامة لحام البنط وتغلغله لأنه سوف يظل في اللحام الأصلي للوصلة.

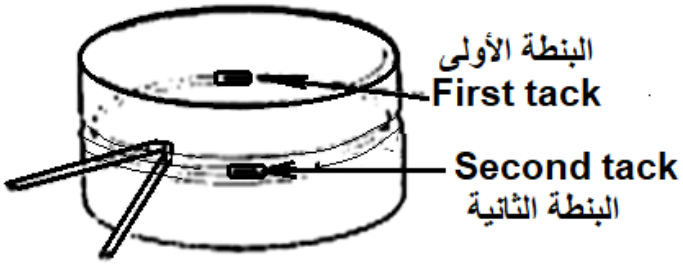
١. يتم شطف حواف الماسورتين على المخرطة.
٢. يتم وضع الماسورتين على بعضهما أو بزاوية ميل.
٣. اضبط الحواف وبين الماسورتين بوضع سلكة مثنية على شكل U بسمك ٢ أو ٣ مم بين الماسورتين لضبط مسافة النفاذ.





شكل رقم ٥٢: لحام أربع بنط على طول محيط الماسورة



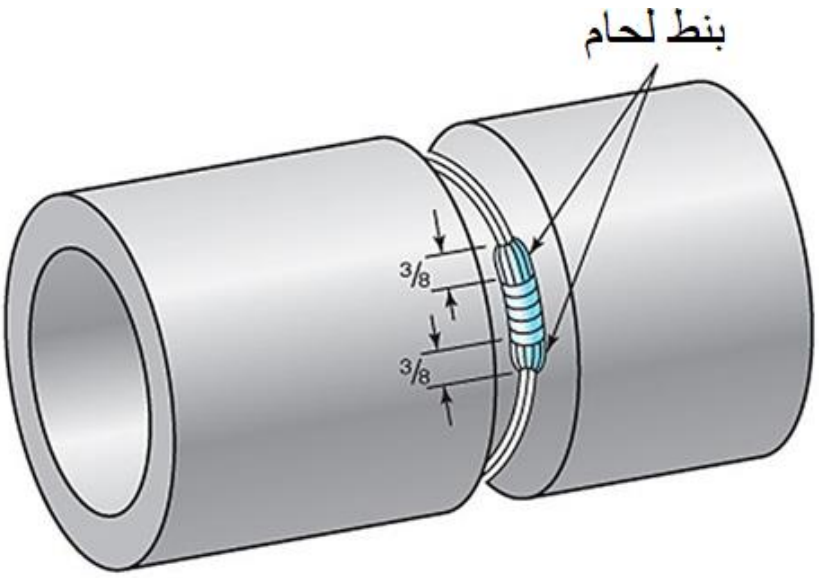


شكل رقم ٥٣: طريقة ضبط عملية التبنيط للمواسير

فائدة تبنيط قطعة العمل باللحام:

أثناء تسليط الحرارة على مكان اللحام يحدث تمدد للمعدن نتيجة الحرارة المسلطة عليه، ثم ينكمش عندما يبرد، مما يحدث تشوهات وانبعاج في الجسم المراد لحامه خصوصا في المشغولات ذات السمك الصغير، ولهذا يفضل عمل بنط لحام (تنقيط) على طول خط اللحام وعلى مسافات متساوية تضمن عدم انبعاج الشغلة قبل عمل اللحام المتواصل بإحدى الطرق التالية:

- عمل بنط اللحام بتثبيت قطعتي العمل من جهة واحدة ويترك فراغ بين القطعتين في الجهة الأخرى بحدود ٣ مم كما هو مبين في (شكل رقم ٥٤)، وبذلك يمكن امتصاص التشوه العرضي.
- عمل بنط لحام منتظمة وموزعة على طول خط اللحام مع ترك فراغ بين حافات القطع المراد لحامها بحدود نصف سمك قطعة العمل، مع مراعاة ان تكون الحواف متوازية كما هو مبين في (شكل رقم ٥٤).



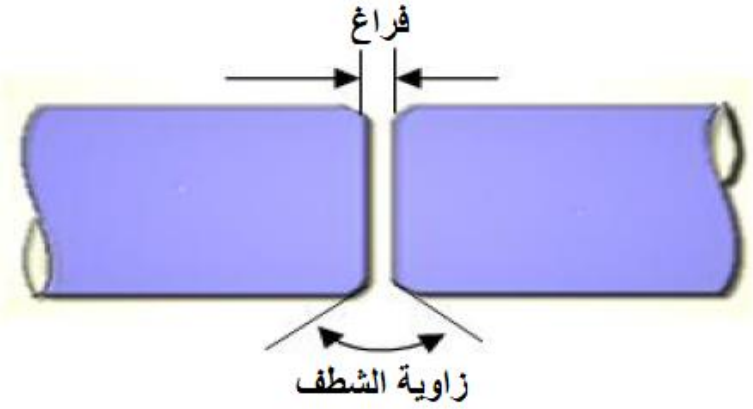
شكل رقم ٥٤: عمل بنط لحام

أنواع وصلات لحام المواسير بالأوكسي أستيلين

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

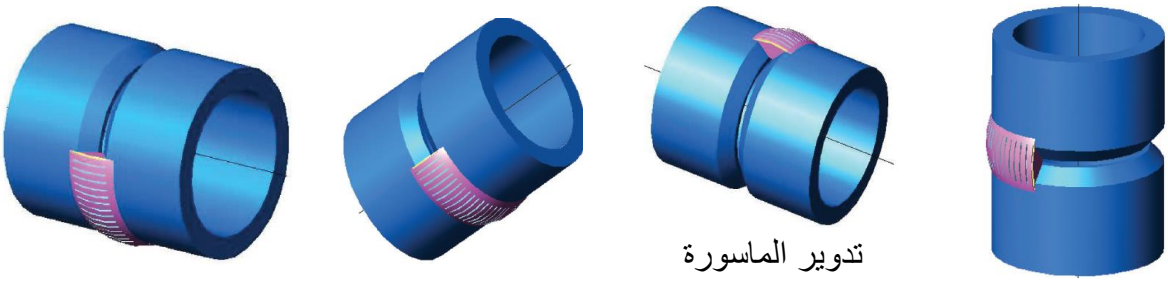
الوصلة التناكبية (التقابلية):

طريقة تنفيذ وصلات المواسير التقابليه يتم بوضع حواف القطعتين بشكل تقابلي كما هو مبين في (شكل رقم ٥٥).



شكل رقم ٥٥: الوصلة التقابليه للمواسير

ويوضح (شكل رقم ٥٦) الأوضاع المختلفة لوصلات المواسير التقابليه (التناكبية).

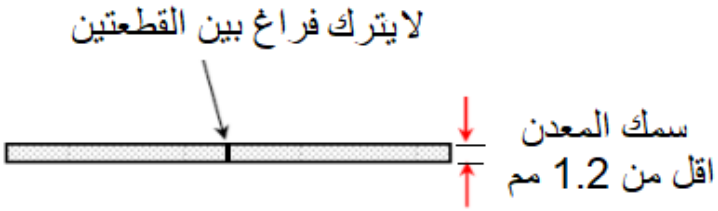


أفقي　　مسطح (ارضي)　　بزاوية ميل　　رأسي (تصاعدي وتنازلي)

شكل رقم ٥٦: الأوضاع المختلفة للوصلات التقابليه للمواسير (وصلات تقابليه دائرية)

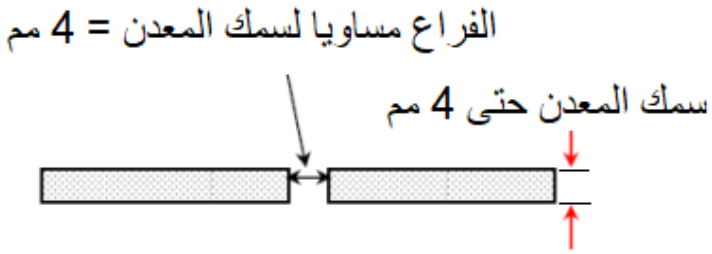
وأهم ما في هذه الوصلة تحقيق النفاذ الكامل للحام. وذلك بترك فراغ بين حافتي القطعتين بمقدار نصف السمك أو يتم الشطف لحواف القطعتين للحصول على شكل حرف (V). كما هو مبين في (شكل رقم ٥٧) وبالنسبة للفراغ الذي بينهما يكون كما يلي:

- عندما لا تتجاوز سمك الماسورة عن ١,٢مم فلا يجب ترك فراغ.



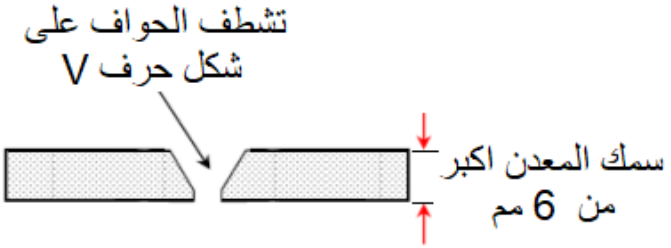
شكل رقم ٥٧: لحام الألواح ذات السمك اقل من ١,٢ مم

- عندما يكون سمك معدن الماسورة أكبر من ١,٢ حتى ٤مم فيكون الفراغ يساوي سمك المعدن.



شكل رقم ٥٨: لحام الألواح ذات السمك أكبر من ١,٢ مم حتى ٤ مم

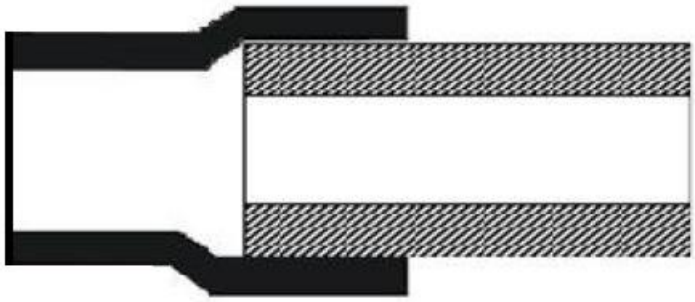
- عندما يزيد سمك معدن الماسورة عن ٤ مم ويصل إلى ٦مم فيما فوق فيفضل شطف المعدن على شكل حرف V وتكون حركة اللحام من اليسار إلى اليمين.



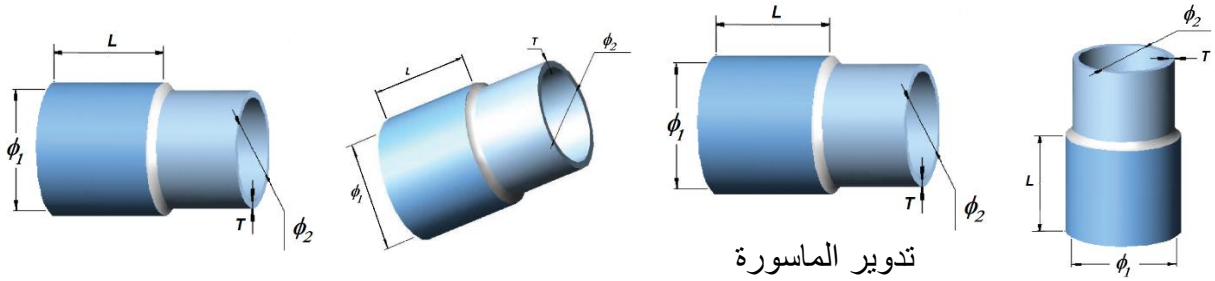
شكل رقم ٥٩: لحام الألواح ذات السمك أكبر من أو يساوي ٦ مم

الوصلة التراكبية (الانطباقية)

حيث ينطبق جزء من أحد الماسورتين على الماسورة الأخرى كما هو مبين في (شكل رقم ٦٠) وتعد هذه الوصلة أقوى من السابقة لأن الماسورة الأصغر تعمل كمسند للوصلة. ويتم اللحام على طول حافة محيط الماسورة ذات القطر الأكبر.



شكل رقم ٦٠: وصلة مواسير تراكبية



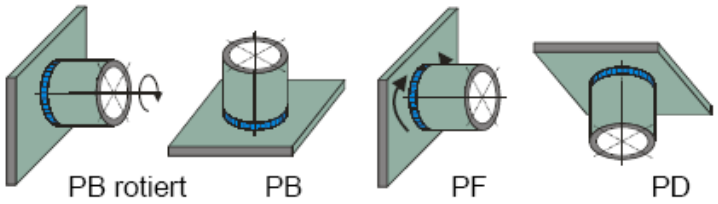
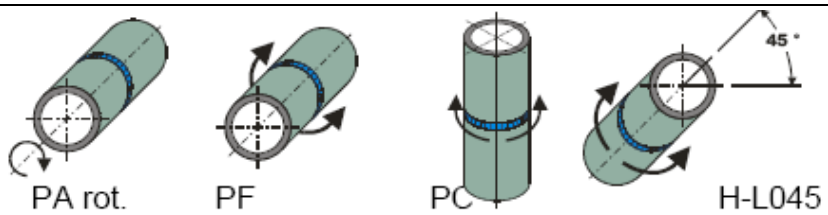
شكل رقم ٦١: الأوضاع المختلفة للوصلات التراكبية للمواسير

أوضاع اللحام للمواسير

يكون هناك التباس في أوضاع اللحام Welding Positions عند العمل على إجراء اللحام، 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. ويلاحظ اعتماد النظام الدولي الأوربي على الحروف بينما يعتمد النظام الأمريكي على الأرقام لوصف أوضاع اللحام.

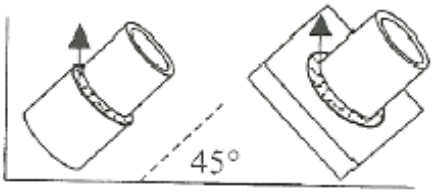
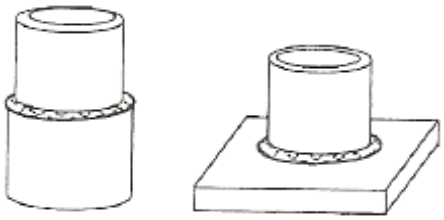
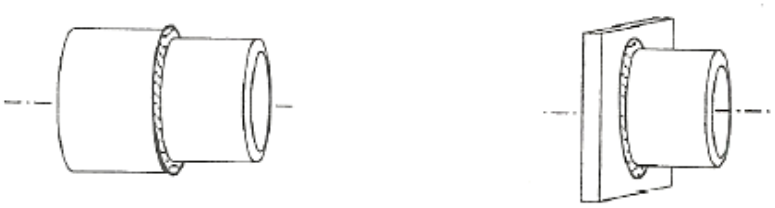
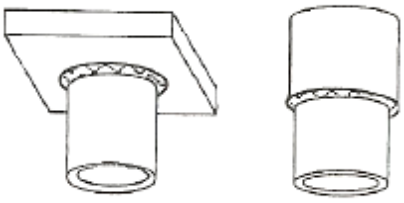
توجد أربعة أوضاع شائعة الاستخدام في اللحام اليدوي، وهي كالتالي:

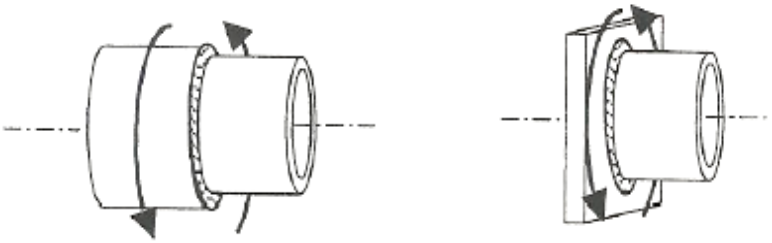
١. اللحام في الوضع المسطح (الأرضي) Flat position ويرمز له بالرمز (PA).
٢. اللحام في الوضع الأفقي Horizontal position ويرمز له بالرمز (PC).
٣. اللحام في الوضع الرأسي Vertical position ويرمز له بالرمز (PG) للحام الصاعد، و(PF) للحام النازل.
٤. اللحام في الوضع العلوي (فوق الرأس) Overhead position ويرمز له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

وصف الوصلة	وضع اللحام
وصلات مواسير مع الواح صاج	
لحام مواسير تقابليه في الأوضاع المختلفة	

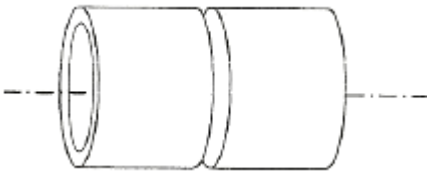
جدول رقم ٤: أوضاع لحام المواسير بالنظام الدولي الأوربي

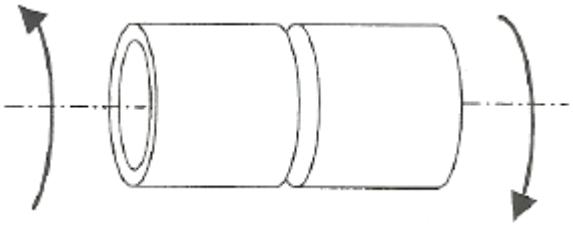
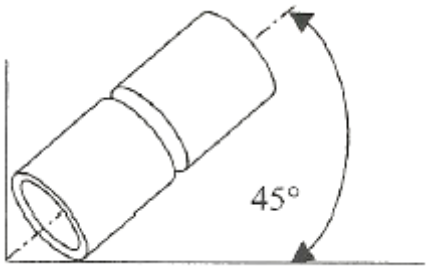
أوضاع اللحام طبقا لجمعية للنظام الدولي الأوروبي (ISO) والنظام الأمريكي AWS

EN ISO 6947	AWS	شكل توضيحي للحام الزاوية
L-45/PA	1FR	 لحام أرضى مع ميل المشغولة بزاوية ٤٥° إدارة الماسورة أثناء اللحام يدويا أو آليا
PB	2F	 لحام عرضي يكون فيها محور الماسورة رأسي
PB	2FR	 يكون محور الماسورة أفقي ويتم إدارة الماسورة أثناء اللحام يدويا أو آليا
PD	4F	 لحام فوق الرأس

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

جدول رقم ٥

EN ISO 6947	AWS	أشكال توضيحية للحامات المواسير في الوضع التقابلي
PA	1G	 لحام أرضى Flat (Ground) يكون فيه محور الماسورة أفقي ويتم اللحام بتدوير وصلة الماسورة أثناء اللحام يدويا أو آليا
PC	2G	 لحام بالعرض (أفقي) Horizontal، يكون فيه محور الماسورة في وضع رأسي وقد يتم للحام بتدوير الماسورة أو عدم تدويرها

أشكال توضيحية للحامات المواسير في الوضع التقابلي	AWS	EN ISO 6947
 يكون محور الماسورة أفقي كما الوضع 1G لا يتم تدوير الماسورة أثناء اللحام التصاعدي أو التنازلي (وضع ثبات للماسورة	5G	PF لحام تصاعدي PG لحام علي النازل
 لحام ماسورة بزاوية ميل ٤٥° على المحور الأفقي أو الرأسي ويرمز باللحام في هذا الوضع على النازل بالرمز PG	6G	H-LO45 أو PG

جدول رقم ٦

لحام المواسير بالقوس الكهربي

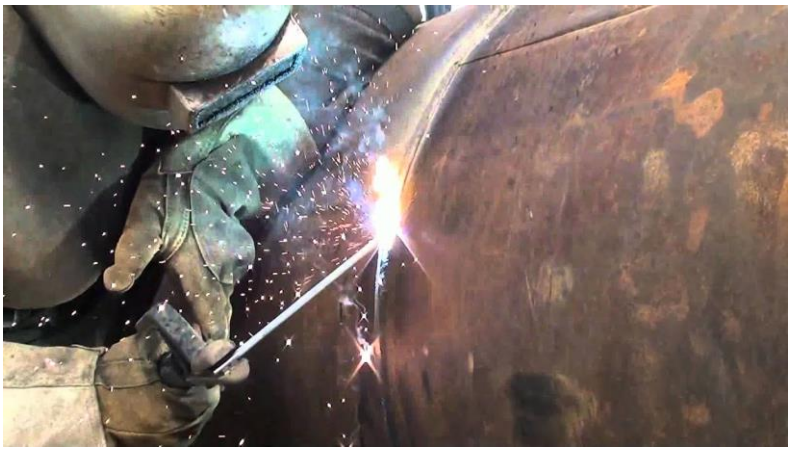
تستخدم المواسير بكثرة في التطبيقات الصناعية، في خطوط نقل الغاز والبترول .... الخ ويتم توصيلها مع بعضها في معظم الأحيان بواسطة اللحام. لذا من الضروري أن يتم لحاماتها بجودة عالية، لأن انهيار لحامات المواسير لا يتسبب فقط في إيقاف الوحدات الصناعية وتعطل الإنتاج ولكن قد تؤدى إلى حوادث خطرة وفقد في الأرواح ولهذا السبب فإن عامل لحام المواسير لابد أن يكون على مستوى عالي من الكفاءة والمهارة. وسيتم وصف الطرق آلتي تؤدى إلى نجاح لحام المواسير بشكل مرضى وسهل وسوف نزود عامل لحام المواسير بالمعلومات الضرورية لإنجاز اللحام بشكل سهل وعالي الجودة. قبل البدء في تعلم لحام المواسير فإن فني اللحام يجب أن يكون ماهرا في اللحام في الأوضاع الأربعة الأرضي والأفقي والرأسي وفوق الرأسي حيث أنها تسهل الانتقال التدريجي من وضع لآخر ولأن تركيبات المواسير تتواجد في جميع الأوضاع. وعلى عامل اللحام الاهتمام بما يلي:

١. الاستعداد لإجراء ا لحام
٢. اختيار الالكترود
٣. إعداد وتنظيف وصلة اللحام والحواف
٤. الوضع السليم للماسورة للحصول على الاستقامة المطلوبة
٥. تبنيط الماسورة قبل تنفيذ خطوط اللحام

الصورة التالية تبين عملية ضبط الماسورتين وعملية التبنيط وهي أربع بنط لحام كما سبق التوضيح بذلك ويراعى النفاذ الكامل للبنط من الخلف حتى يتم لحام الحصول على وصلة لحام جيدة.

شكل رقم ٦٢: تنفيذ التبنيط بلحام القوس الكهربي

وعندما يتم الإعداد فإن على اللحام التركيز لإجراء عملية اللحام فيجب أن يتداول الالكترود بشكل سليم وأن يبدأ اللحام بشكل صحيح لكي يرسب خط لحام ليس به عيوب. كما يجب مراقبة بركة اللحام المنصهر باستمرار وخصوصا في لحام الجذر ويكون مستعدا دائما لمعالجة التغيرات آلتي قد تؤثر على جودة اللحام ومع تقدم خط اللحام فإنه يجب على فني اللحام أن يكون تركيزه كاملا وإلا يفكر في شيء خارج منطقة اللحام.



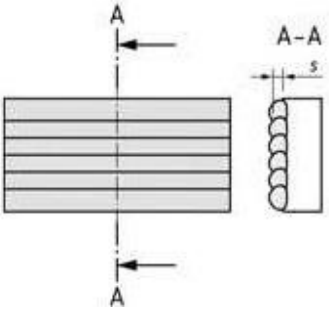
شكل رقم ٦٣: لحام خطوط اللحام بالقوس الكهربي بشكل منتظم

لحام التكسية surfacing or cladding لحام الطبقات المتعددة

رمز لحام الأسطح أو الكسوة بالإنجليزية The surfacing weld symbol في نظام AWS وفي نظام الأيزو overlay weld Symbol وان المقصود بكلمة التكسية (الأسطح) Surfacing في عالم الهندسة، هو لوصف عمليات التغيير في خصائص مكونات السطح، ولتحقيق التحسن في خصائص الأسطح لابد

من عمل موازنة بين التصميم وتصنيع المكونات وعموما الأمر ليس متوقف على اللحام فقط فهناك العديد من عمليات المعالجة السطحية (الكسوة) التقليدية مثل الطلاء ، التركيبات الحمضية ، الرش الحرارى، اللحام ،والعمليات المتقدمة تكنولوجيا مثل غرس الأيونات، الليزر، البلازما، الرش البارد.

يوضح (شكل رقم ٦٤) رمز لحام تكسية الأسطح كما جاء في ISO 2553 الذي يوصي بوضع خط راس السهم للإشارة إلى نقطة على السطح المراد تغليفه، كما وان ISO2553 لا يفسر ولم يعطي بيانات حول مدى كيفية العمل ولكنه اكتفي ببعض المعلومات الأساسية في الرسم.

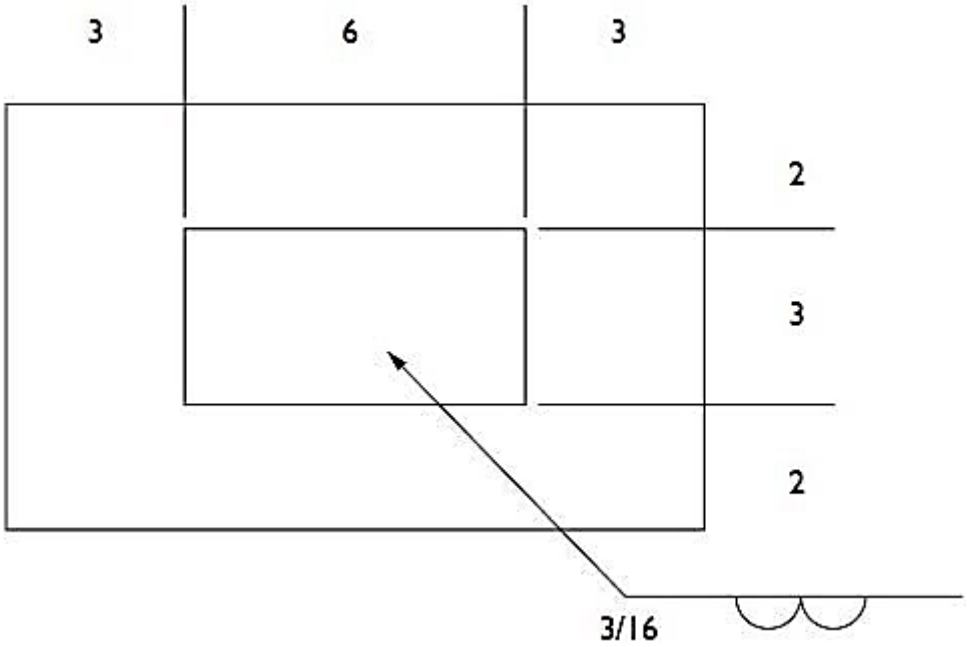
نوع اللحام	التوضيح	الرمز	ملاحظات
تكسية Overlay			S=سمك لحام التكسية

شكل رقم ٦٤: رمز لحام التكسية السطحية

وقد يتم استخدام الأسماء أدناه لتعريف هذا الرمز والحقيقة ربما تعود هذه المسميات إلى التطور اللغوي ولكنها جميعا تستخدم لوصف كسوة أو حماية شيء معين من التلوث.

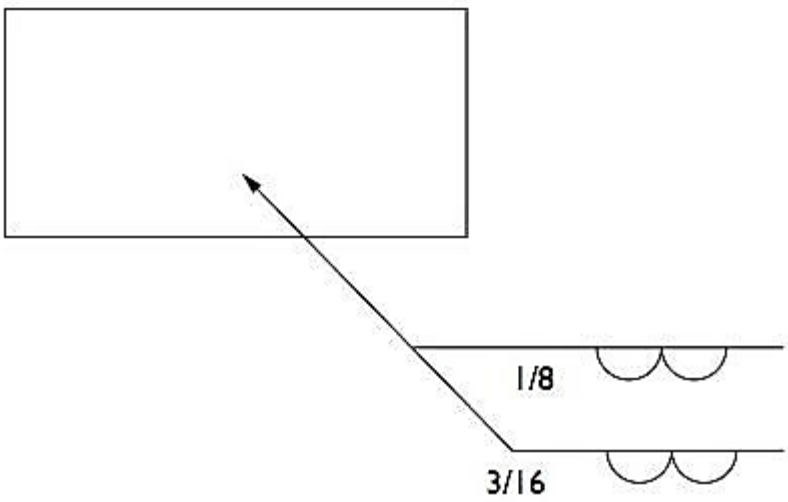
١. لحام التغطية Overlay Welding
٢. تكسية (كسوة) Cladding
٣. عمل أسطح Surfacing
٤. لحام طبقة سطحية Surface-layer welding

أما في نظام اللحام الأمريكي AWS A2 4 فانه يعطى تعليمات مفصلة حول كيفية إظهار المنطقة المراد تغليفها بمادة اللحام بالتفصيل. وطبقا للجمعية بالجمعية الأمريكية للحام AWS يستخدم رمز الأسطح The surfacing weld symbol للإشارة إلى سطح المعدن والتي عادة تستخدم لإضافة مواد مقاومة أو بناء كسوة مقاومة للتآكل والصداء، كما وان رمز بناء الأسطح surfacing weld symbol يجب أن يشير بوضوح إلى النقطة المعنية على سطح اللحام المراد تغليفه، وان سمك اللحام والأبعاد وارتفاع السطح يجب تحديده مع إظهار الحد الأدنى ويتم وضع هذه الأرقام على يسار رمز اللحام ويتم الإشارة إلى المنطقة المراد تغليفها بوضوح عن طريق السهم كما هو موضح في (شكل رقم ٦٥).



شكل رقم ٦٥: رمز لحام التكسية لسطح الشغلة

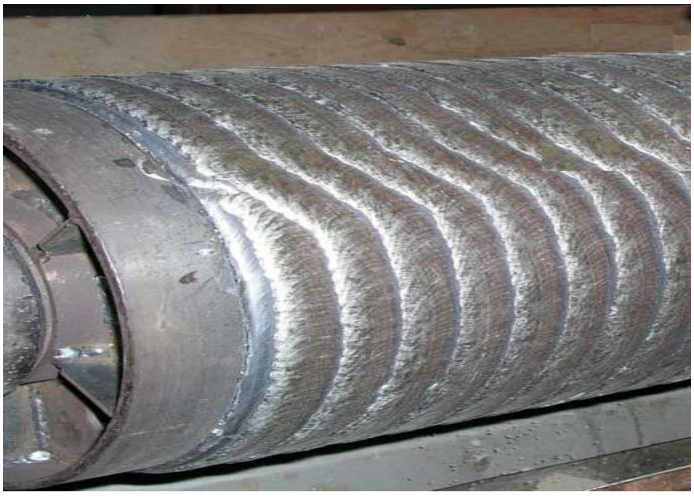
كما يمكن تحديد بناء طبقات متعددة من اللحامات باستخدام رمز لحامات الطبقات المتعددة surfacing Multiple layers ويجب تحديد سمك كل طبقة من خلال وضع الرقم على يسار رمز اللحام كما هو موضح في (شكل رقم ٦٦)، كما أن (شكل رقم ٦٥) و(شكل رقم ٦٦) يوضحان رموز surfacing weld symbol المستخدمة حسب مواصفات المعيار الدولي الأمريكي AWS وربما يتم استخدام نفس الطريقة مع المعيار الدولي ISO.



شكل رقم ٦٦: رمز التكسية للسطح بأكمله بطبقتين

ملاحظات أخرى: إن رمز لحام الأسطح The surfacing weld symbol لا يستخدم الأسهم كما هو متعارف عليه للإشارة إلى جانب الوصلة أو الجانب الأخر، وبالتالي من المهم رسم إشارة السهم إلى

المنطقة المراد لحامها وفي حالة بناء الأسطح أو الطبقات المتعددة على شكل منحنيات يجب أن يتم تحديد شكل الكيرف والمنحنيات بوضوح على الرسم الهندسي.

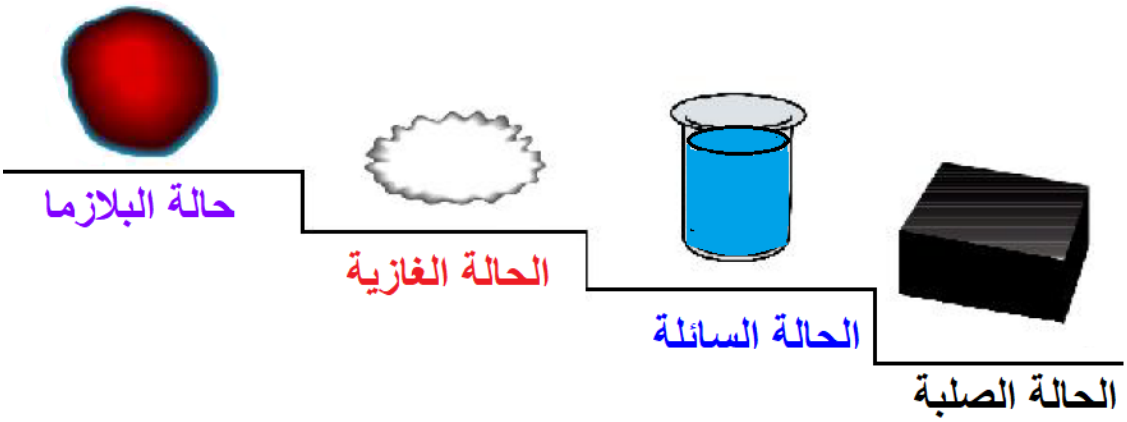


شكل رقم ٦٧: تكسية ماسورة باللحام

شكل رقم ٦٨: التكسية باستخدام الأنظمة الأتوماتيكية

اللحام القطع بقوس البلازما Plasma Arc Cutting (PAC)

تعتبر البلازما في الفيزياء هي الحالة الرابعة للمادة التي تلي الحالة الصلبة والسائلة والغازية كما هو مبين في (شكل رقم ٦٩)، وتصل المادة للحالة الرابعة عندما يحدث تأين جزئي أو كامل للوسط من جزيئات وذرات محايدة، وتأين الغاز يعني عملية تسخين للمادة وهي في حالتها الغازية بحيث تكتسب أو تفقد ذرات المادة إلكترونات وتصبح موصلة للكهرباء. فالبلازما هي غاز متأين (يتألف من جسيمات مشحونة سالبة وموجبة) ذو درجة حرارة عالية وموصل للكهرباء.



شكل رقم ٦٩: حالات المادة الأربعة

في الطبيعة، تحدث البلازما بشكل طبيعي في المناطق الداخلية من الشمس والنجوم بسبب ارتفاع درجات الحرارة، كما أن البرق هو أيضا شكل طبيعي من البلازما الناجم عن التعرض لمجال كهربائي قوي، لذلك عمليا يتم الحصول على البلازما بتسخين غاز لدرجة حرارة عالية إما باستخدام مصدر للحرارة أو التعرض لمجال كهربائي قوي مما يجعله يتأين ويوصل التيار الكهربائي والغازات التي يمكن استخدامها في مشعل البلازما هي الهواء، الأوكسجين، النتروجين، أو خليط من الأرجون والهيدروجين أو الهليوم تبعا لخامة المعدن المراد قطعه وكذلك جودة القطع المطلوبة. تعتبر تطبيقات البلازما ذات درجة الحرارة أقل من مليون درجة كلفن مثل القطع بالبلازما من التطبيقات ذات درجة الحرارة المنخفضة. ولقد تطورت عملية قطع المعادن بقوس البلازما في ستينيات القرن العشرين وذلك لقطع المعادن التي يستحيل قطعها بالأوكسي استلين (OAC) مثل الألمنيوم والنحاس والصلب عديم الصدأ (استنلس ستيل)، وفي أواخر الثمانينيات تم استحداث ماكينات قطع بالبلازما يتم التحكم فيها رقميا بواسطة الحاسب الآلي مما أعطاها مرونة هائلة لقطع أصعب الأشكال بسرعة ودقة وجودة متناهية وبسماكات مختلفة.

نبذة تاريخية

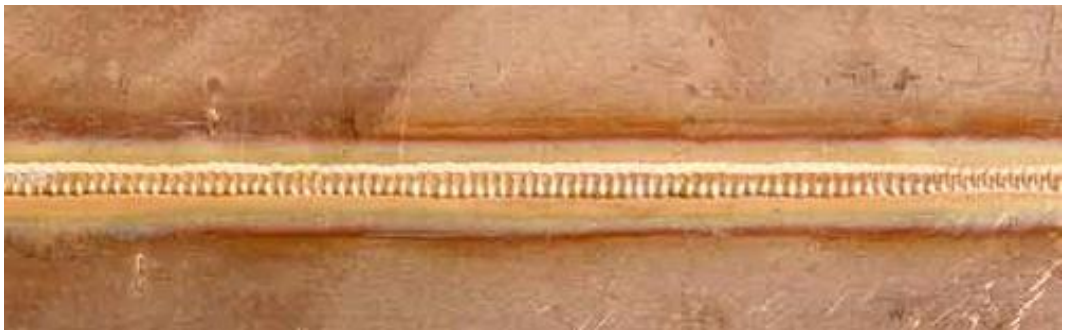
تم اختراع عملية اللحام والقطع بقوس البلازما بواسطة روبرت جيج Robert Geag في عام ١٩٥٣ وحصل على براءة اختراع في عام ١٩٥٧م. وكانت عملية فريدة من نوعها من حيث أنها يمكن أن تحقق دقة القطع واللحام على كل المعادن الرقيقة والسميكة. وكانت أيضا قادرة على رش طلاء المعادن على المعادن الأخرى. وقد تم طلاء بالرذاذ على ريش التوربينات للصواريخ التي انطلقت لاستكشاف كوكب زحل.

عملية اللحام بقوس البلازما (PAC)Plasma Arc Welding

إذا قارنت اللحام بالبلازما مع اللحام التقليدي تجدر الإشارة إلى بعض الجوانب الإيجابية للحام قوس البلازما والتي يمكن إيجازها في النقاط التالية:

- يمكن استخدام الجهاز عند لحام الهياكل المعدنية؛ والواح الصاج.

- يستخدم لقطع المعادن بسماكة ٥٠-٢٠٠ مم بسهولة.
- يتم توفير تكاليف الغاز بشكل كبير، لأنه من الممكن تماما الاستغناء عن البيوتان والبروبان والأسيتيلين.
- طبقات اللحام بالبلازما دقيقة، متساوية وأنيقة.
- لا يتم تشويه المعادن أثناء اللحام.
- يعد لحام البلازما آمنا عند الامتثال لجميع المعايير والتقنيات، نظرا لعدم الحاجة إلى أسطوانات غاز.



شكل رقم ٧٠: توصيل قطعتي عمل عن طريق لحام البلازما

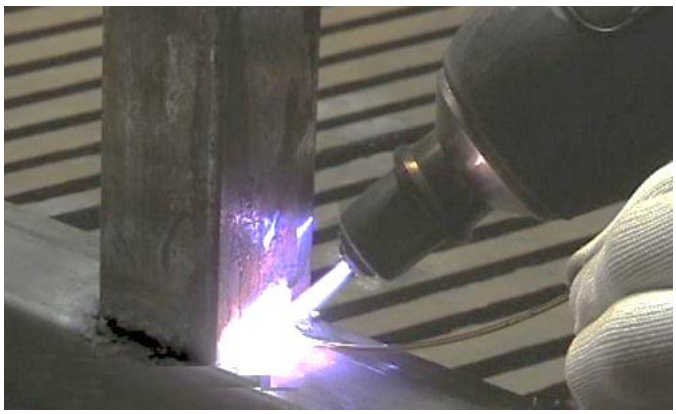
أنواع لحام البلازما:

يمكن تقسيم لحام البلازما إلى ثلاثة أنواع، والتي تعتمد بشكل مباشر على شدة التيار المستخدم أثناء عملية اللحام إلى ما يلي:

١. اللحام باستخدام تيار كبير يزيد عن ١٥٠ أمبير Amperes (A)؛ يستخدم هذا النوع للحام المعادن ذات السمك أكبر من ٥ مم.

٢. اللحام في الوضع المتوسط بتيار من ٥٠ إلى ١٥٠ أمبير؛ في هذا الوضع يذوب معدن اللحام ويعطي لحام بعمق وجودة عالية، ويصبح التماس والإجهاد الحراري على الشغلة في الوقت نفسه ضيقا جدا عما يحدث في القوس الكهربي العادي.

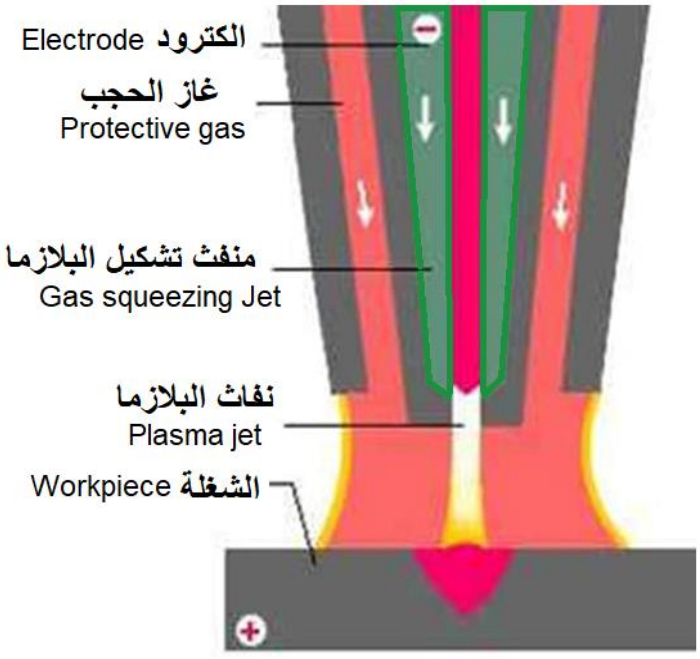
٣. لحام البلازما منخفضة القوة ويستخدم فيها تيار كهربي من ١٠ إلى ٢٥ أمبير، يعد لحام البلازما منخفضة التيار هو الأكثر شيوعا إلى حد ما بين جميع أنواع لحام البلازما. حيث يستخدم تيار قليل، وهذا يؤدي إلى تشكيل قوس تجريبي يحترق باستمرار بين فوهة النحاس المبردة بالماء وأقطاب التنجستن التي يتراوح قطرها من ١ إلى ٢ مم. هذا النوع من اللحام له تأثير عالي الجودة إلى حد ما بالنسبة للمنتجات التي لا يتجاوز سمكها ١,٥ مم. ويعطي نتيجة ممتازة بسبب الطاقة العالية والتأثير الكبير لقوس البلازما على بركة اللحام.



شكل رقم ٧١: اللحام بالبلازما

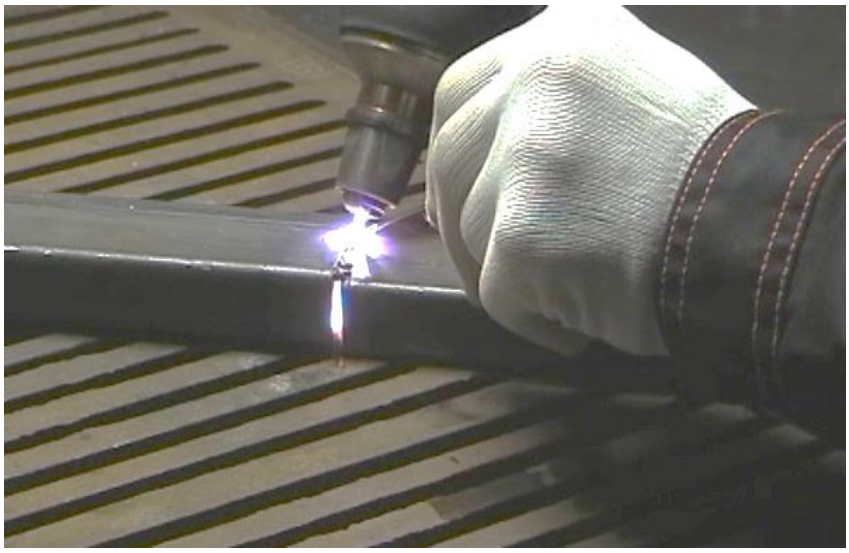
تكنولوجيا لحام البلازما

يحتاج جهاز لحام البلازما، إلى الهواء المضغوط والكهرباء فقط لتشغيله. أثناء اللحام بالبلازما، يتم توجيه الغاز المتأين (أي البلازما) إلى سطح الأجزاء المراد لحامها بواسطة فوهة مخروطية. من الضروري للحام البلازما أن يشحذ القطب في ميل حوالي ٣٠ درجة ولا ينبغي أن تكون النهاية حادة للغاية، ويجب أن يكون المخروط الناتج مساويا لـ ٥ - ٦ أقطار قطر القطب. يبلغ قطر فوهة البلازما والتي يمر بها الغاز من ٠,٥ - ١,٥ مم، والتي تبدأ في تشكيل البلازما. ويبلغ الحد الأقصى لقطر نفاث البلازما Plasma jet المبين في (شكل رقم ٧٢) إلى ٢ مم، ولهذا السبب تركز الطاقات الحرارية الكبيرة على شريحة صغيرة من الفراغات المعدنية. من الضروري تسخين الغاز العامل إلى درجة حرارة عالية، ويتحقق ذلك بتيار كهربائي قوي، يجب أن تتم عملية اللحام باستخدام طاقة التيار المستمر. ويراعى يجب تزويد الغاز في مكان اللحام المطلوب قبل ١٥ ثانية من تحريك قوس البلازما. يتطلب اللحام استبدال الأقطاب الكهربائية، وكذلك فوهة شعلة البلازما بعد فترات معينة من الاستخدام.



شكل رقم ٧٢: قوس البلازما Plasma arc

في لحام البلازما ينصهر المعدن تحت نفاث البلازما مباشرة، حيث يتم تسخين الفراغات المعدنية كليا على العمق المطلوب، وهذا هو السبب في الحصول على اللحام بأعلى جودة للمعادن. ويوصى باستخدام غاز الأرجون من أجل تكوين غاز حماية قوس البلازما عند اللحام. يمكن استخدام ماكينة اللحام بالبلازما في لحام الأجزاء المعدنية والهياكل في أوضاع مختلفة، وتستخدم في لحام الأنابيب والحاويات ذات الجدران الرقيقة، ولإنتاج المجوهرات، ورقائق اللحام والعديد من عمليات اللحام والتثبيت الأخرى.



شكل رقم ٧٣: لحام البلازما

<u>مميزات اللحام والقطع بالبلازما:</u>

- كفاءة اللحام والقطع عالية
- منطقة التعرض للحرارة الصغيرة.
- استهلاك قليل من الغازات الواقية.
- القدرة على لحام ألواح الصلب مع أنواع مختلفة من المعادن.
- تشوهات ضئيلة من الأسطح الملحومة.
- يستخدم لقطع معادن بسماكات كبيرة تتراوح من ٥٠-٢٠٠ مم.
- يعد من أنواع اللحام الآمنة عند الامتثال لجميع المعايير والتقنيات، نظرا لأن أسطوانات الغاز غير مطلوبة.
- يمكن استخدامه قوس البلازما في لحام النحاس وسبائك النحاس وكذلك الألمنيوم.
- القدرة على لحام الأجزاء المعدنية والهياكل ذات الجدران الرقيقة في أوضاع مختلفة
- يستخدم للحام المجوهرات.
- قطع جميع المعادن الموصلة للكهرباء
- قطع الأشكال الصعبة والمعقدة بسهولة بماكينة تحكم رقمي تعمل بالبرمجة
- انتاج خط أو شق قطع ضيق ونظيف

- سرعة القطع أكثر خمس مرات من الأوكسي اسيتلين

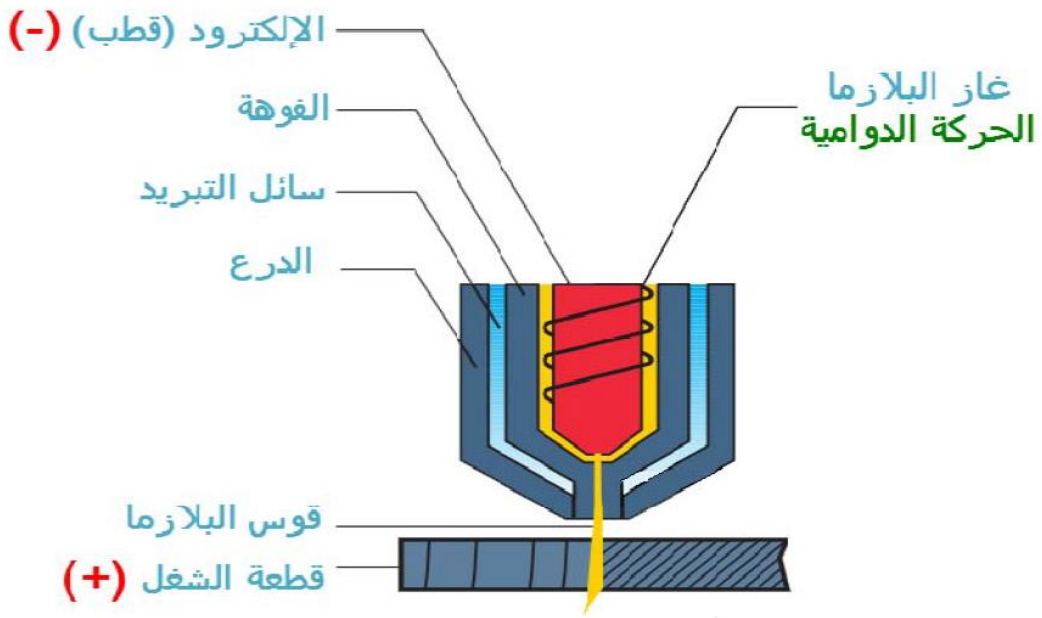
وعلاوة على ذلك، عند استخدام قوس الهواء البلازما، يتم تسريع العملية ويصبح من الممكن لحام سبائك النحاس الموصلة كهربائيا والسبائك العالية وكذلك الألومنيوم والنحاس.

عيوب اللحام والقطع بالبلازما

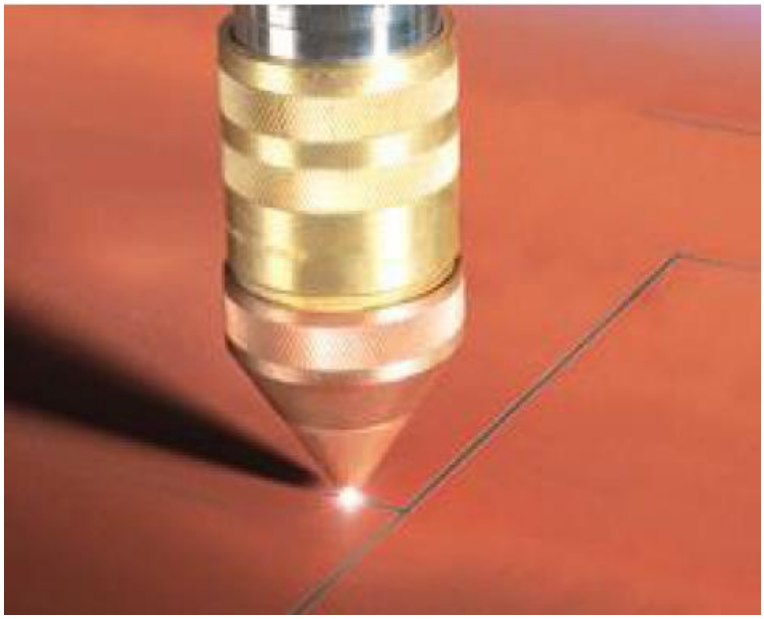
- معدات غالية الثمن بالمقارنة بمعدات الأوكسي اسيتلين
- يستهلك القطع الداخلية مثل الألكترود والفوهة باستمرار
- يصدر عنه صوت عالي (مزعج)
- ينتج الكثير من الأدخنة الضارة

عملية القطع بقوس البلازما (PAC) Plasma Arc Cutting

إن تكنولوجيا قطع المعادن بالبلازما، ما هي إلا عملية قطع كهربائي للمعادن. تتم عملية قطع المعادن باستخدام مشعل البلازما (plasma torch) عن طريق ضخ غاز مضغوط بسرعة عالية من فوهه مشعل (بوري) القطع الضيقة وفي نفس الوقت يتم تكوين قوس كهربي بين الكترود (قطب كهربائي) سلكي مكشوف مثبت داخل المشعل والمعدن المراد قطعه كما هو مبين في (شكل رقم ٧٤)، بحيث يوصل الالكترود بالقطب السالب لتيار مستمر DC وتوصل الشغلة (المعدن المراد قطعة) بالقطب الموجب، يصنع الالكترود من التنجستن الذي لا ينصهر بتأثير الحرارة المتولدة من القوس الكهربائي، يمر هذا القوس الكهربي مع الغاز المندفع من خلال الفوهة ويسبب تأين للغاز المحيط بالقوس الكهربي ذو الجهد العالي ويسخن الغاز وترتفع درجة حرارة بشكل كبير ويتحول الغاز إلى حالة البلازما، وهكذا يتكون قوس البلازما الذي يتم زيادة تركيزه وسرعته بواسطة طورش البلازما، فتبلغ درجة حرارته ما بين ١٠٠٠٠ إلى ٢٨٠٠٠ درجة مئوية وهي كافية لصهر المعدن المراد قطعه وتحوله من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة، ويدفع تيار الغاز المضغوط، الذي تصل سرعة تدفقه إلي ثلاثة أضعاف سرعة الصوت، المعدن المنصهر للخارج بعيدا عن منطقة القطع ويحدث القطع بمعدل فائق السرعة وبالغ الدقة حيث يكون الشق الناتج ضيق وناعم.



شكل رقم ٧٤: مشعل البلازما يوضح مبدأ عمل القطع بقوس البلازما



شكل رقم ٧٥: الشق الناتج عن عملية القطع بمشعل البلازما يكون ضيق وناعم

ملحوظة:

- يستخدم غازان خاملان في القطع بالبلازما، الغاز الداخلي الذي يمر على الالكترود (قضيب اللحام) ويخرج عبر الفتحة الضيق يشكل قوس البلازما والغاز الثاني الذي يخرج من فوهه خارجية تحيط غازات القوس يشكل الواقي لقوس البلازما.
- يحصل تأين الغاز بعد مرور تيار كهربائي من خلاله ويصبح موصل للكهرباء.
- تجبر البلازما للخروج من خلال فوهة النحاس ضيقة ليخرج قوس البلازما من الفتحة بسرعات عالية (تقترب من سرعة الصوت) ودرجة حرارة تقترب من ٢٨٠٠٠م (50000 °F) °C أو أعلى.
- قوس البلازما هو حالة مؤقتة من الغاز.

- في الذرات المتأينة الشحنة تقتحم الإلكترونات (-) والأيونات (+) المدرارات ويحتوي الغاز على خليط من الأيونات والإلكترونات والذرات المثارة للغاية. درجة التأين قد تكون بين ١٪ وأكثر من ١٠٠٪ أي؛ درجة مزدوجة وثلاثية التأين.
- تعتمد درجة حرارة قوس البلازما على الطاقة الكهربائية المستخدمة لإنشاء قوس البلازما.
- قيمة درجة الحرارة النموذجية التي يتم الحصول عليها في تيار الشعلة بالبلازما يصل إلى ٢٨٠٠٠ °C (50000 ° F) مقابل حوالي ٥٥٠٠ °C (10000 °F) في لحام القوس الكهربائي العادي.
- في الواقع كل أقواس اللحام متأينة جزئيا وتكون البلازما، ولكن يتميز لحام قوس البلازما بالخروج من فتحة ضيقة.
- لا يمكن إضافة معدن حشو في لحام البلازما.

ويوضح الجدول التالي مقارنة بين القطع بالغاز الأكسي اسيتلين والقطع بالبلازما:

وجه المقارنة	القطع بالاوكسي اسيتلين -OXY ACETYLENE	القطع بالبلازما PLASMA
إنتاج الحرارة	يتم إنتاج الحرارة باللهب	يتم إنتاج الحرارة بالكهرباء
المادة المستخدمة	تحتاج إلى أكسجين نقي واسيتلين عند ضغط مناسب	يمكن استخدام هواء مضغوط بدلا من الأكسجين النقي
نوع المعادن المقطوعة	لا تقطع المعادن غير الحديدية	قطع جميع المعادن
وضع طرف بوري اللحام tip	يجب إبعاد طرف البوري عن سطح المعدن أثناء القطع	يمكن لطرف البوري أن يلامس سطح المعدن أثناء القطع

جدول رقم ٧: مقارنة القطع بغاز الأوكسي استلين والقطع بالبلازما

ولبدء عملية القطع بقوس البلازما يتم توليد قوس تجريبي (pilot arc) داخل جسم المشعل بين الالكترود وفوهة المشعل وذلك بواسطة فرق جهد كهربي عالي بينهما فتتولد شرارة صغيرة جدا ذات كثافة عالية، يعمل هذا القوسي التجريبي على تأين جزئي للغاز المندفع فيكون كمية صغيرة من غاز البلازما، ويستمر هذا القوس التجريبي حتى يحدث تلامس بينه وبين قطعه الشغل فيشتعل قوس البلازما الرئيسي Main (plasma arc) ذو درجة الحرارة العالية والضوء الساطع.

ماكينات اللحام والقطع بالبلازما Plasma welding and cutting machine

غالبا تكون مواصفات ماكينة القطع أو اللحام متشابه، تستخدم عادة ماكينات بقوس البلازما بقدرة 20 /30 كيلو فولت أمبير (kVA) ويتم تبريدها عن طريق الهواء أو المياه، يخرج منها تيار مستمر بجهد ٢٠٠ فولت في دائرة مفتوحة، وشدة تيار تتراوح بين ١٠ : ١٠٠ يوجد منها التالي:

١. **ماكينة القطع اليدوية Manual cutting**

تعمل ماكينات القطع اليدوية على تيار بقيمة ٣٨٠/٢٢٠ فولت ويوجد منها موديلات مختلفة، هذه الماكينات تعتمد في عملها على مهارة الفني، بمعنى لابد من الضغط على زر البوري (الطورش Torch) لإحداث عملية القطع في المعدن. كما يوجد ماكينة بمحرك ديزل ومولد Machine diesel motor generator وهي ماكينات يدوية ولكن تستخدم في مواقع العمل في حالة عدم توفر مصدر للتيار الكهربي، لأنها مزودة بمولد كهربي يعمل بوقود الديزل، ويعتمد تشغيلها على مهارة الفني.

شكل رقم ٧٦: ماكينة قطع يدوية

وتسمى وحدة القطع الصغيرة باسم (بلازر Plazar) وهي وحدة متنقلة ذات أبعاد صغيرة وكتلة منخفضة، ومجهزة بأجهزة استشعار حرارية، تتميز بهندسة محسنة بالعاكس ومقاومة.

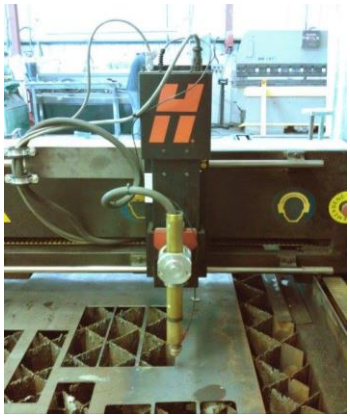
٢. ماكينة اللحام اليدوية Manual welding

تعمل على تيار بقيمة ٣٨٠/٢٢٠ فولت ويوجد منها موديلات مختلفة، هذه الماكينات تعتمد في عملها على الفني لإحداث عملية اللحام، يعتمد تشغيلها على جدول حسب الكتالوج، يلحم بها معظم المعادن الغير متشابه.

شكل رقم ٧٧: ماكينات بلازما يدوية

٣. ماكينة القطع الآلية Automatic cutting

تعمل آليا تستخدم داخل الشركات والمؤسسات تعمل على تيار ٣٨٠ /٤٤٠ فولت ويوجد منها موديلات مختلفة، يتم ضبطها وتشغيلها عن طريق دائرة التحكم الكهربائية، ثم تقوم الماكينة بعمل القطع حسب المعطيات المطلوبة بطريقة آلية، دور الفني المسئول التشغيل والملاحظة، الماكينات عادتا يكون لها أكثر من رأس (طورش) لعملية القطع، تسمى آلة القطع البلازما CNC يمكن لها القص على زاويا شطف ودوران وغير ها بدقة متناهية وسرعة عالية.



شكل رقم ٧٨: ماكينات البلازما الآلية

مكونات ماكينات القطع واللحام بقوس البلازما

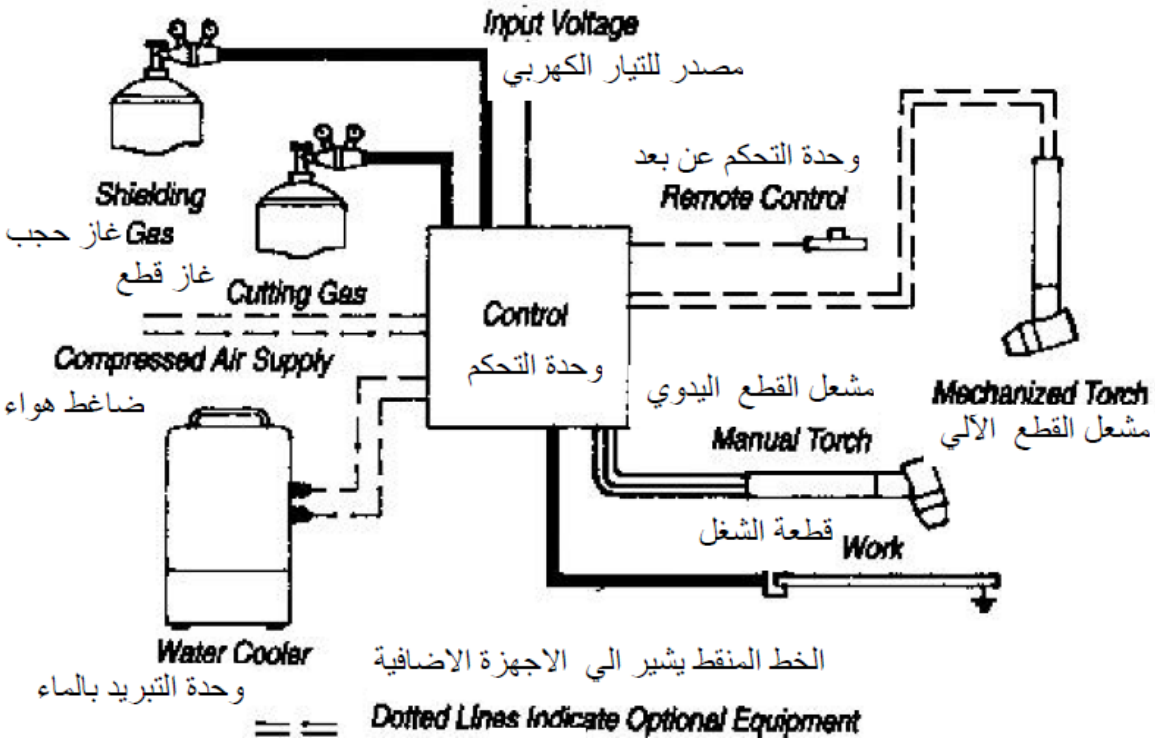
إن البلازما هي وسيلة فعالة لقطع المعادن الرقيقة والسميكة على حد سواء، ويختلف حجم ماكينات القطع بقوس البلازما (PAC) من الأحجام الصغيرة التي تحمل على الكتف (تقطع الواح الصلب إلى سمك ١٦ مم)، انظر (شكل رقم ٧٩) الذي يوضح الماكينات الصغيرة المحمولة التي تحمل على الكتف أثناء اللحام أو القطع، بينما (شكل رقم ٨٠) يوضح الأحجام الضخمة التي يتم التحكم فيها بواسطة الحاسب الآلي (CNC)والتي يمكنها تقطيع الواح صلب تصل إلي سمك ١٨٠ مم.

شكل رقم ٧٩: ماكينات القطع بالبلازما اليدوية من الحجم الصغير الذي تحمل على الكتف

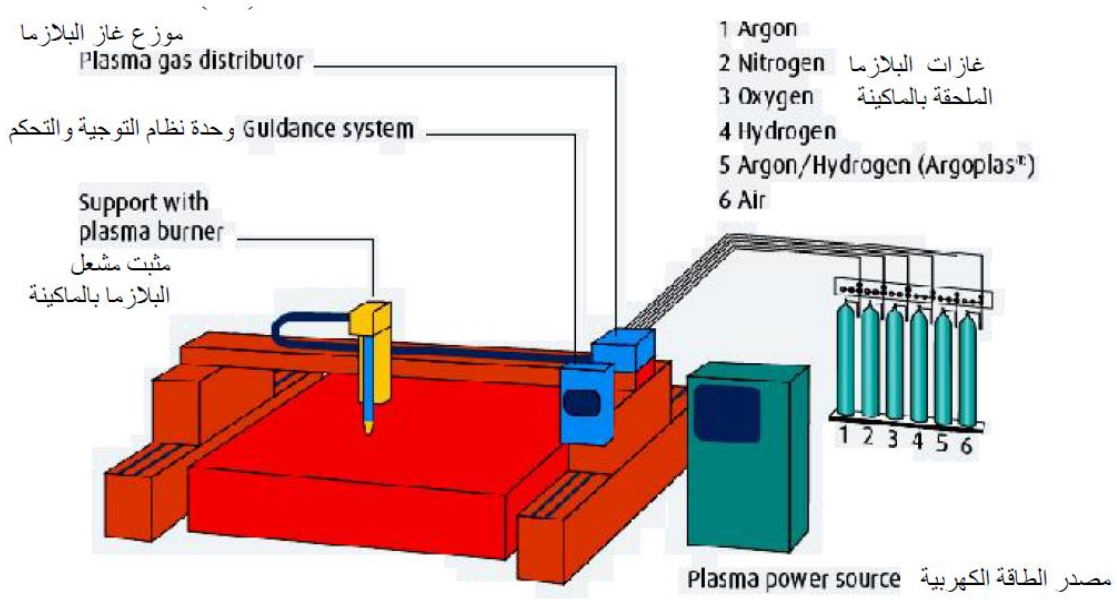
شكل رقم ٨٠: ماكينات القطع بالبلازما التي يتم التحكم بواسطة الحاسب الآلي CNC

مع اختلاف نظم القطع بالبلازما من الماكينات اليدوية صغيرة الحجم إلى الماكينات الآلية الضخمة، توجد مكونات أساسية مشتركة لنظم القطع بالبلازما وهي:

١. مصدر الطاقة الكهربائية ولوحة التحكم
٢. مفاتيح ووصلات التشغيل ومؤشرات التحكم
٣. بوري القطع بقوس البلازما
٤. مصدر غاز البلازما (غاز خامل مثل الهيليوم)
٥. منظم الغاز، وخرطوم الغاز، ومخارج صلات الكابلات
٦. ضاغط هواء
٧. وحدة تبريد (للماكينات الكبيرة التي تستخدم التبريد بالماء)
٨. غازات الحجب (للماكينات التي تستخدم غازات الحجب)



شكل رقم ٨١: رسم تخطيطي لنظام القطع اليدوي والآلي لماكينات القطع بالبلازما



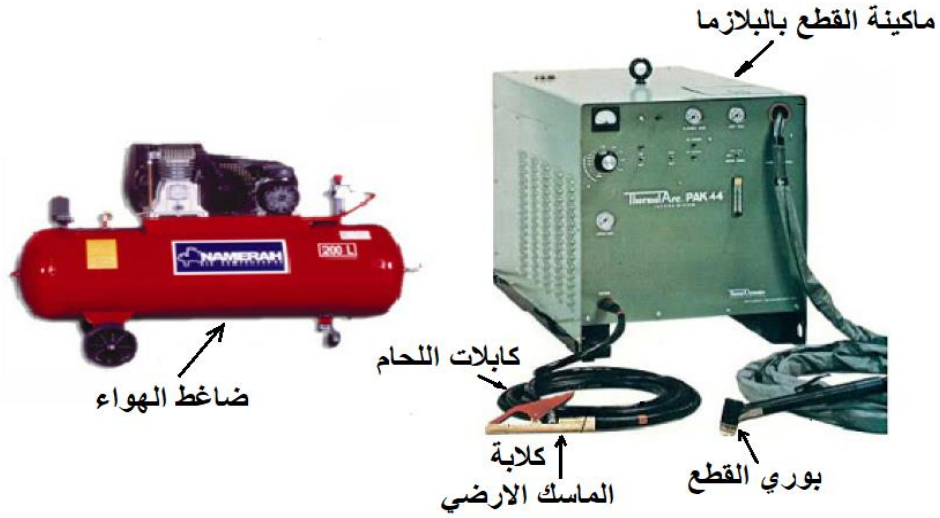
شكل رقم ٨٢: رسم تخطيطي لماكينات القطع بالبلازما الثابتة المتحكم فيها بواسطة الحاسب الآلي CNC

أ. مصدر الطاقة الكهربية ولوحة التحكم الكهربية:

يستخدم مصدر تيار الشبكة سواء بقيمة ٢٢٠ فولت للماكينات الصغيرة أو ٣٨٠ فولت للماكينات الكبيرة، ويتم تخفيض فرق جهد الشبكة عادة إلى الجهد الكهربي المفتوح (بدون حمل Without load) للدوائر إلى ٧٠ فولت أو أعلى حسب قوس البلازما لرفع شدة تيار اللحام ويتم في وحدة التحكم الكهربية ما يلي:

- تحويل مصدر للتيار الكهربي المتردد Alternating Current- AC إلى تيار مستمر (Direct current-DC)، مما يوفر الطاقة اللازمة للحفاظ على قوس البلازما بعد عملية تأيين الغاز.
- التحكم في خفض جهد التيار الكهربي لرفع شدة التيار، حيث تؤثر شدة التيار الخارج من الماكينة على سرعه القطع والقدرة على قطع المعادن ذات السمك الكبير.

يوضح (شكل رقم ٨٣) ماكينة القطع بالبلازما



شكل رقم ٨٣: معدات القطع البدوي بقوس البلازما المنقولة

تحتوي ماكينة البلازما على الملفات والدوائر الإلكترونية وغيرها، مروحة التبريد، اللوحات الإلكترونية.

ب. **مفاتيح ووصلات التشغيل ومؤشرات التحكم:**

يحتوي وجه ماكينة البلازما على لوحة التحكم ومفاتيح التشغيل ومؤشرات (لمبات) البيان ووصلات الكابلات والغاز كما هو موضح في (شكل رقم ٨٤).

شكل رقم ٨٤: لوحة تحكم ماكينة اللحام والقطع بالبلازما

وظائف المفاتيح الموجودة على الهيكل:

- مفتاح التشغيل ON – Off- Switch Power
- مفتاح التدفق اللاحق Post air Flow: المسئول عن تعديل التحكم في نسبة هواء الدفع من بعد إنهاء عملية القطع، والذي يخرج بعد فصل قوس البلازما.
- مفتاح خرج التيار اللازم للقطع Output Cutting Current: المسئول عن تعديل التحكم على التيار الخارج لعملية القطع وغالبا يكون من ١٠:١٠٠ أمبير، حيث يتم تعين تيار القطع الملائم وفقا لسماكة المعدن المراد قطعه ويحسب حسب كتالوج الماكينة سرعة القطع لتحديد جودة القطع المرغوبة
- لمبة بيان الهواء LED air: عندما تكون باللون الأصفر يدل ذلك على أن قيمة ضغط الهواء لا تكفي لعملية القطع ويجب الانتظار إلى الحد الأدنى المطلوب لبدء عملية القطع.

الحد الأدنى المطلوب لعملية القطع ٢ كجم / سم٢.

الحد الأقصى لعملية القطع ٥ كجم /سم٢ أو يزيد في حالة زيادة سمك المعدن.

ملاحظة هامة: ينبغي أن يكون المنظم مضبوطا على الحد الأقصى ٥ كجم /سم٢.

- لمبة بيان درجة الحرارة LED temp: هي لمبة تحذير عند ارتفع درجة حرارة الماكينة أثناء أعمال القطع (في حالة الحمل العالي)، حيث تضئ اللمبة ويجب عندها التوقف والانتظار إلى حتى تنطفئ وتعود الماكينة للوضع العادي.
- لمبة بيان التحذير LED Warning: هي لمبة حماية من التيار الزائد عندما تكون وحدة الطاقة سريعة والديود Diode يفشل في استرداد عمله من الحمل العالي تجد المؤشر يضئ بالأحمر وتتوقف الماكينة عن العمل وفي هذه الحلة يجب البحث عن سبب تشغيل لمبة التحذير واستبدال الجزء التالف وإعادة تشغيل الماكينة.

ملاحظة: عند الضغط على زر التشغيل ونجد لمبة التحذير مضيئة إذن يجب إرسال الجهاز لفريق الصيانة.

نصيحة TIP SHORT♣:

عندما تكون الفوهة قصيرة (قطب التنجستن) سوف تضئ شاشة الإنارة والجهاز يعمل إيقاف إذن استبدال الفوهة وإعادة بدء تشغيل الجهاز.

ج. **منظم الغاز Gas Regulator:**

يلحق منظم الغاز غالبا مع الماكينة، وتوجد أشكال كثيرة من المنظمات، ويصنع عادة من النحاس الأصفر والبرونز، المنظم عبارة عن عداد بالشكل المعتاد الدائري يعمل على قياس الضغط الداخل للماكينة، والجزء الأخر عبارة عن انتفاخ زجاجي يعمل على امتصاص الرطوبة الزائدة بداخله.

شكل رقم ٨٥: منظم الغاز

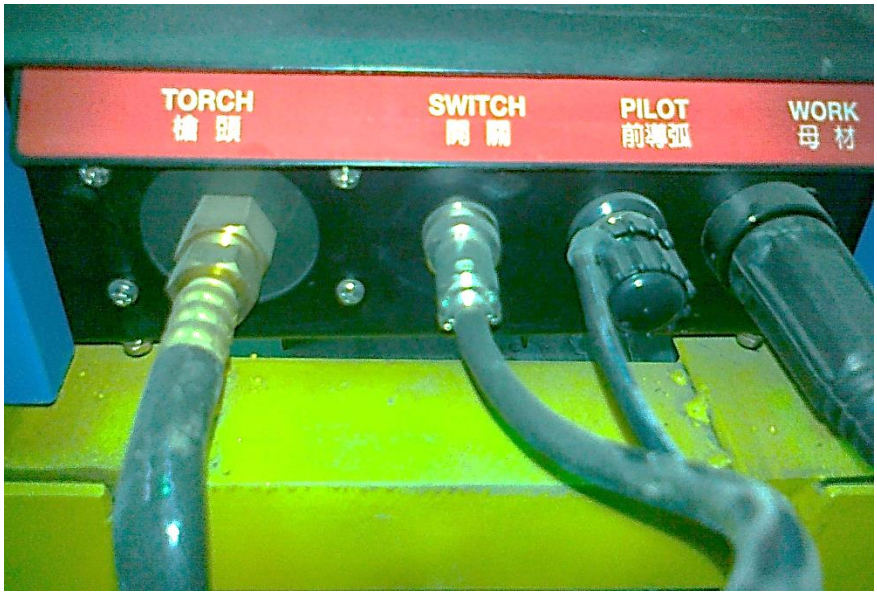
د. **خرطوم الغاز:**

الذي يعمل على توصيل الغاز من الأسطوانة أو الضاغط (الكمبريسور)، يجب أن يكون مطابقا للجودة والسلامة أثناء العمل.

شكل رقم ٨٦: خرطوم الغاز الموصل بالماكينة والكمبروسر

ه. **مخارج (كابلات ووصلات)**

كابلات الطاقة الكهربائية، كابل الأرضي، خرطوم البوري (الطورش)، فتحة خاصة بدخول الغاز، إذا كان نوع طورش البلازما ذو تبريد ماء إذن يوجد مخرج لذلك.



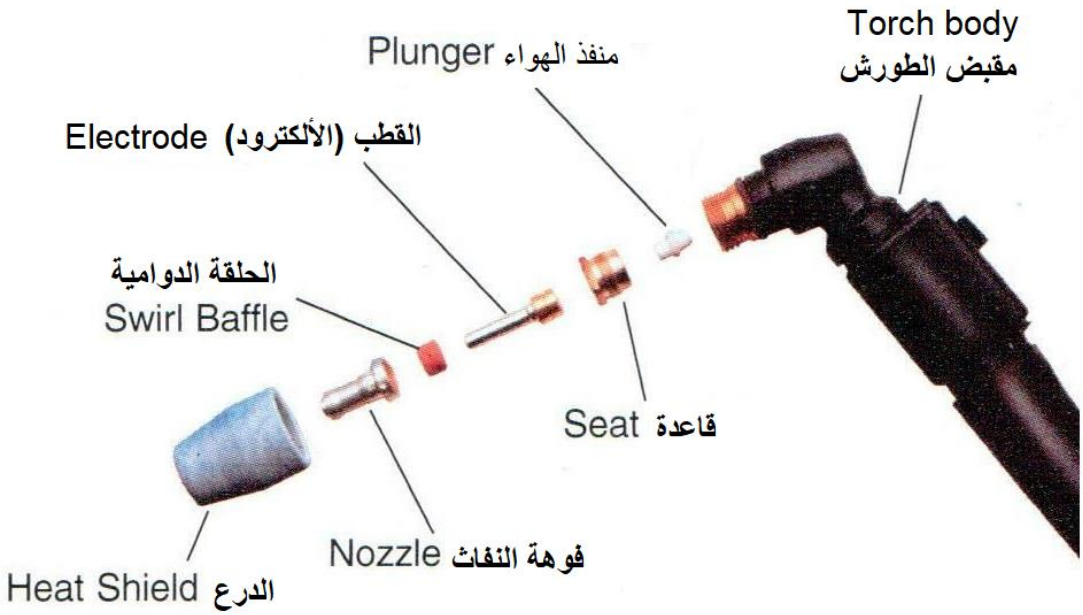
شكل رقم ٨٧: مخارج ووصلات الماكينة

و. **مشعل القطع (بوري) بقوس البلازما Plasma Torch**

يعتبر مشعل القطع الموضح في (شكل رقم ٨٨) بقوس البلازما هو الجزء الرئيسي في عملية القطع، حيث يتم من خلاله التحكم وتوجيه عملية القطع، كما أن تحسين عملية القطع من حيث الجودة والسرعة تعتمد بشكل مباشر على تصميم مشعل القطع، وتتم عملية القطع بالبلازما أما باستخدام مشاعل يدوية أو آليه تركب على ماكينات يتم التحكم فيها بواسطة الحاسب.

شكل رقم ٨٨: مشعل القطع اليدوي بقوس البلازما

ويتركب بوري (طورش) البلازما سواء كان يدويا أو آليا من مجموعة من الأجزاء كما هو موضح في (شكل رقم ٨٩) لكل منها وظيفة تكون معا الوظائف التي يقوم بها المشعل كما هو موضح في (جدول رقم ٨).



شكل رقم ٨٩: مكونات مشعل القطع اليدوي Manual بقوس البلازما

شكل رقم ٩٠: مشعل القطع الأتوماتيكي Automatic بقوس البلازما

الجزء	الوظيفة
المقبض	⇦ الطرف النهائي لتوجيه وتنفيذ عملية القطع ⇦ العزل الحراري والكهربي للفني المنفذ لعملية القطع
القطب (الالكترود)	⇦ إنتاج القوس الكهربي الذي يعمل على تأيين غاز القطع وتحويله إلى بلازما ⇦ التزود بالطاقة الكهربية اللازمة للحفاظ على قوس البلازما
الحلقة الدوامية	جعل غاز القطع يتحرك بشكل حلزوني (حركة دوامية) حول الالكترود مما يبرد الالكترود ويسخن غاز القطع
الفوهة	⇦ زيادة سرعة غاز البلازما ⇦ تركيز قوس البلازما
غطاء الحفظ	تثبيت الدرع فوق الفوهة
الدرع	⇦ حماية الفوهة من المعدن المذاب ⇦ تبريد الفوهة

جدول رقم ٨: وظائف أجزاء مشعل البلازما

إن بوري (مشعل) القطع بالبلازما يعمل في درجات حرارة عالية للغاية، ولذلك تعتبر الأجزاء المكونة للمشعل أجزاء استهلاكية، ويعتبر الالكترود والفوهة أهم مكونين من مكونات البوري وهما أكثر أجزاء البوري تعرضا للاستهلاك والتلف مما يؤثر بشده على جودة ودقة القطع، لذلك فان الاختيار الخاطئ أو الاستخدام الخاطئ للاكترود أو الفوهة يعرضها للتلف السريع مما يتلف المشعل ككل.

ز. **<u>مصدر غاز البلازما (غاز خامل مثل الهليوم)</u>**

يشير غاز البلازما إلى الغاز المستخدم أو خليط الغازات التي تستخدم لإنتاج البلازما اللازمة لعملية القطع، وتستخدم العديد من الغازات الصناعية مثل الأرجون، الهيدروجين، النتروجين، أو الأوكسجين كغازات قطع تبعا لخامة وسمك المعدن المراد قطعه. حيث يكون غاز البلازما خليط منهم بالإضافة للهواء الذي يؤثر بشكل مباشر على جودة وتكلفة عملية القطع بقوس البلازما، لذلك قد تكون عملية القطع المستخدم بالبلازما مكلفة عند استخدامها لقطع معادن متنوعة وبسماكات مختلفة إذا كانت جودة القطع مطلوبة عالية، حيث يتطلب الأمر أن يكون هناك مخزون من غازات قطع غالية الثمن كالأرجون والهيدروجين.

كذلك هناك علاقة بين الغاز المستخدم وخامة الكترود المشعل وذلك لإطالة عمره الافتراضي، فالغازات الخاملة مثل النتروجين والأرجون تستخدم مع الالكترود المصنع من التنجستن Tungsten.

حيث أن تعرضه للصدأ يكون أقل، أما عند استخدام غازات نشطة كالأوكسجين والهواء فيجب استخدام الكترود من النحاس المدعم بقطعة من الهافنيوم (Hafnium) الزركونيوم (Zirconium) ولا يستخدم الالكترود المصنع من التنجستن، وبشكل عام يجب أن تكون الغازات المستخدمة

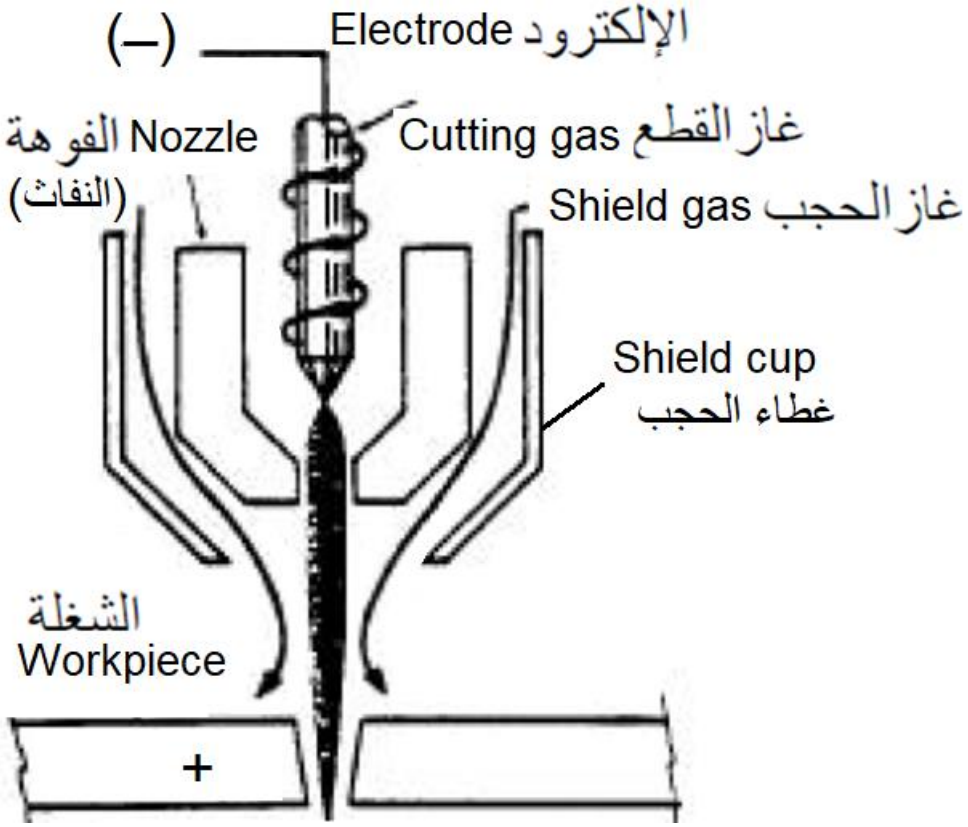
كغازات بلازما (خاصة الهواء) خالية من الزيوت والشحوم والرطوبة لأنها تعجل بتلف أجزاء مشعل البلازما ويتم تجنب ذلك بتركيب فلاتر خاصة بماكينة القطع بالبلازما.

ح. **وحدة تبريد (للماكينات التي تستخدم التبريد بالماء)**

عملية التبريد في نظام القطع بقوس البلازما يختص بتبريد الالكترود والفوهة وهما أكثر أجزاء المشعل عرضة للتلف بسبب الحرارة العالية، وهناك تبريد يتم بواسطة الهواء وهو يحتاج لكمية كبيرة من الهواء، ونوع تبريد يتم بواسطة الماء وهو الأفضل وفي هذه الحالة لابد من وجود مصدر يسمح بتدفق الماء باستمرار لمنع تلف مشعل القطع.

ط. **غازات الحجب (للماكينات التي تستخدم غازات حجب) (غازات ثانويه) Shielding Gas**

في مشعل القطع ثنائي التدفق يتم دفع غاز ثانوي للحجب حول فوهة المشعل لتبريد الفوهة ولزيادة تركيز الجزء الخارجي لقوس البلازما كما هو موضح في (شكل رقم ٩١)، مما يحسن بشكل ملحوظ من جودة حواف القطع ويزيد من سرعة القطع ويحمي فوهة البوري، حيث يستخدم البوري القطع ثنائي التدفق لقطع معادن .ذات سمك كبير تحتاج لشدة تيار كبيرة ويتم اختيار غاز الحجب بناء على خامة المعدن المراد قطعه، فيستخدم الهواء أو الأوكسجين عند قطع الصلب الطري (المطيلي) Mild steel (منخفض ومتوسط الكربون)، وثاني أوكسيد الكربون عند قطع الصلب الغير قابل للصدأ، وخليط من الأرجون والهيدروجين لقطع الألومنيوم.



شكل رقم ٩١: مشعل القطع ثنائي التدفق

ي. **ضاغط هواء Compressor**

هو ضاغط هواء عادي مزود بخزان لتخزين الهواء وتغذية ماكينة البلازما بضغط ثابت.

شكل رقم ٩٢: ضاغط هواء

الإرشادات الفنية الواجب إتباعها عند القيام بأعمال القطع بالبلازما

لابد من تحديد بعض البنود قبل عملية القطع أو اللحام بالبلازما مثل تحديد (قطر المنفث – الفولتية – سرعة القطع أو اللحام – استهلاك الغاز – سمك المعدن – نوع المعدن -غير ذلك)، حسب كتالوج كل ماكينة.

ضبط قدرة ماكينة البلازما

١. يمكن قطع الفولاذ بسمك ١,٥مم بماكينة ذات قدرة ٥٠ كيلو وات وبسرعة ٢٠متر في الدقيقة وكلما زاد السمك نحتاج إلى ماكينة ذات قدرة أعلي.
٢. الصلب (الفولاذ) بسمك ١٠مم يقطع بسرعة ٣ – ٤ م/د وتزداد سرعة القطع مع ازدياد القدرة الكهربائية للبلازما.
٣. ضبط الماكينة يعتمد على كتالوج الماكينة وفق الجدول الموجود، الماكينات الحديثة للبلازما تصل قوتها الكهربائية ١٥٠كيلو وات وأكثر وتفوق سماكة الألواح المقطوعة ١٠٠مم.

إرشادات توصيل الماكينة بالطاقة الكهربائية

١. قراءة لوحة المعلومات الخاصة بالماكينة وهي مثبتة عليها.
٢. قراءة الإرشادات الخاصة بطريقة التوصيل من داخل كتالوج الماكينة.
٣. استخدام أدوات توصيل معزولة، تأكد من سلامة كابل الطاقة الكهربائية الخاص بالماكينة.
٤. مراجعة المعلومات الخاصة بتوصيل الطاقة الكهربائية إلى الماكينة من وحدة اللحام بالقوس الكهربائي المحجب Arc welding.
٥. عند تركيب الفيشة في المنبع تأكد من إحكام التركيب بين قطعتي الفيش، قياس التيار الكهربائي بالأفوميتر بعد التوصيل للتأكد من مقدار الفولت.
٦. يجب أن تتم عملية اللحام باستخدام التيار المستمر.

إرشادات عامة

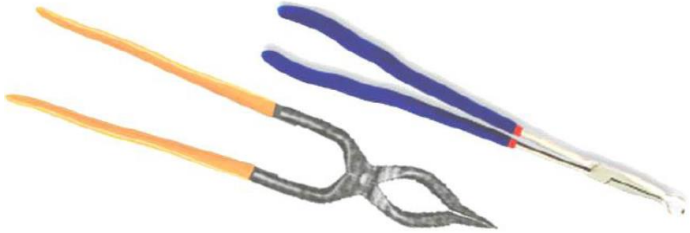
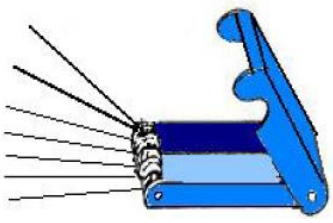
١. يجب تغذية الغاز بالمكان المطلوب قبل ١٥ ثانية من تحريك قوس البلازما.
٢. يجب تسخين الغاز المستخدم مع قوس البلازما إلى درجة حرارة عالية أثناء الاستخدام ويتحقق ذلك باستخدام تيار كهربائي قوي.
٣. يجب أن يكون ميل البوري عند الاستخدام حوالي ٣٠ درجة، ويجب أن يكون المخروط الناتج مساويا إلى ٥- ٦ أضعاف قطر القطب.
٤. هناك احتمال للصدمات الكهربائية عند استخدام ماكينة اللحام والقطع بالبلازما، لذا يحتاج فني اللحام إلى الانتباه، والوقوف على أرضية عازلة جيدة.
٥. عندما يزداد تيار القطع أو اللحام، تزيد الضوضاء إلى ١١٥ ديسيبل، عندئذ يكون من الضروري حماية الأذنين من الضوضاء من خلال سدادة (قابس) للأذن أو باستخدام سماعات رأس مضادة للضوضاء.
٦. للحماية من انبعاثات الغازات والغبار، يجب أن تكون الغرفة مجهزة ليس فقط بالتهوية العامة، ولكن أيضا بالتهوية خاصة بمكان العمل.
٧. يجب ارتداء نظارات واقية مع مرشحات الضوء B-2 أو B-3 أو درع واقي لحماية عينيك من الغبار والجزيئات المعدنية والغاز.
٨. يجب تحضير الأجزاء قبل العمل وتنظيف قطعة العمل، باستخدام أدوات مناسبة.

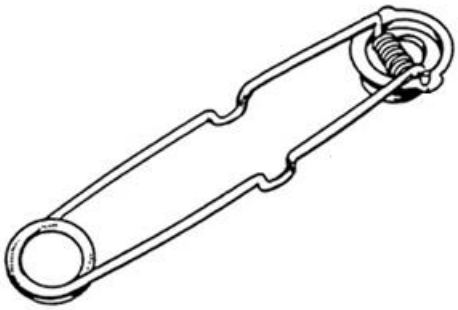
أسئلة المعارف النظرية

اذكر أجزاء بورى القطع طبقا للأرقام الموجودة على الشكل التالي:

رقم	الاسم
١.	.....
٢.	.....
٣.	.....
٤.	.....
٥.	.....
٦.	.....
٧.	.....
٨.	.....
٩.	.....
١٠.	.....

اكتب في الجدول التالي اسم الأداة أو الماكينة للصورة المجاورة لكل خانة

رقم	اسم الأداة	صورة الأداة
١١.	.....	
١٢.	.....	
١٣.	.....	

رقم	اسم الأداة	صورة الأداة
١٤.	.....	
١٥.	.....	
١٦.	.....	
١٧.	.....	

١٨. ما هي وظيفة فونيه القطع؟

١٩. اذكر فائدة بنط اللحام؟

٢٠. ما هي الأوضاع الشائعة الاستخدام في عمليات اللحام اليدوي؟

أكمل الجمل التالية

٢١. عند إجراء عملية القطع بالأوكسي اسيتلين، يندفع كل من غازي .....و ..... في بوري القطع إلى غرفة الخلط بضغط عالي.

٢٢. يتم ضبط لهب القطع عن طريق ..... الأكسجين والاستيلين

٢٣. يندفع أكسجين القطع خلال المعدن ..... ويدفعه لخارج خط ..... مع خبث المعدن المنصهر

٢٤. يتم ضبط صمام الاستيلين حتى يكون طول اللهب حوالي ..... سم

٢٥. يجب التأكد أن لهب القطع يبدا من ..... فوهة البوري.

٢٦. إذا كان تدفق غاز ..... قوي جدا، سوف يبعد اللهب عن فوهة بوري القطع، مما يؤدي إلى سطح قطع غير سليم

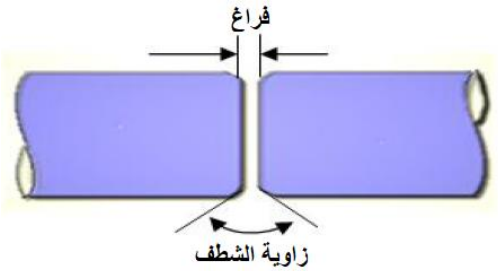
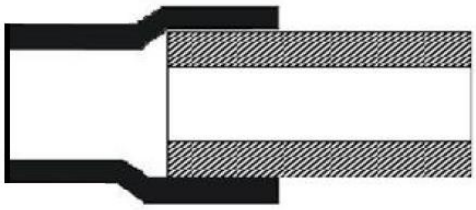
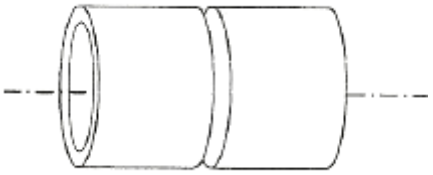
٢٧. عند بداية القطع يتم توجيه رأس نواه لهب بوري القطع بشكل ..... على بداية خط القطع لتسخين المعدن المراد قطعة إلى درجة حرارة الانصهار

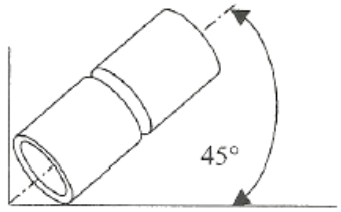
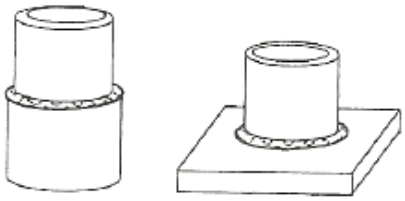
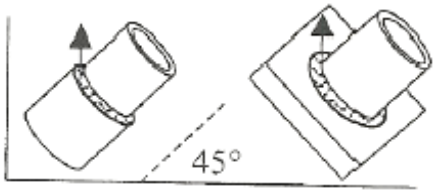
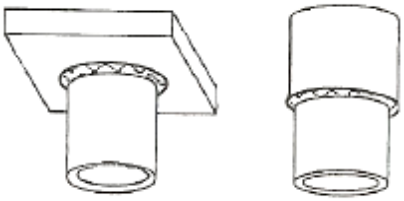
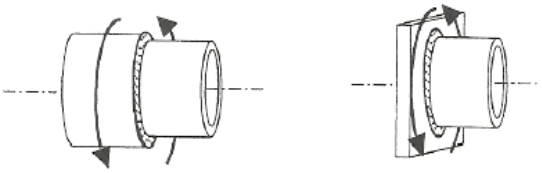
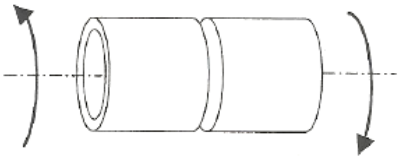
٢٨. عندما تتكون بركة الصهر وتبدأ نقطة بيضاء في الظهور، يتم فتح صمام ..... القطع كي يندفع تيار من الأكسجين على المعدن

٢٩. يحرق أكسجين القطع المعدن المنصهر ويحوله إلى أكسيد الحديد الذي يخرج على هيئة ..... من شق القطع.

٣٠. عندما يخترق تيار الأكسجين الشغلة، يجب تحريك بوري القطع بسرعة ..... مع عملية القطع للحصول على خط قطع منتظم.

<u>اذكر أسماء وصلات القطع وأوضاع القطع للمواسير التالية واكتب كود القطع</u>

رقم	اسم الوصلة ورمز اللحام الأوربي والأمريكي	صورة الأداة
.٣١	.....	
.٣٢	.....	
.٣٣	.....	
.٣٤	.....	

رقم	اسم الوصلة ورمز اللحام الأوربي والأمريكي	صورة الأداة
٣٥.	.....	
٣٦.	.....	
٣٧.	.....	
٣٨.	.....	
٣٩.	.....	
٤٠.	.....	

اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المبينة بعد كل سوائل.

٤١. مصدر الحرارة في القطع بالأوكسى أستلين OAC

أ. ولاعة الإشعال

ب. التيار الكهربي

ج. لهب خليط غازات الاشتعال

د. جميع ما سبق

٤٢. من المهارات الأساسية عند بداية لحام المواسير

أ. عمل وصلة تناكبية

ب. عمل وصلة ركنية

ج. عمل التبنيط

د. كل ما سبق

٤٣. درجة حرارة لهب الأكسي أستلين تصل إلى حوالي

أ. من ٢٠ ~ ٥٠ °م

ب. من ٣٢٠٠ °م ~ ٣٤٥٠ ° م

ج. من ٧٠ ~ ٨٠ °م

د. من ٧٠٠ ~ ٨٠٠ °م

٤٤. تنقسم أنواع القطع بالأوكسي أستلين إلى نوعين هما

أ. مخروطي

ب. عمودي ومائل بزاوية

ج. منحنى

د. عدل

٤٥. يستخدم الطباشير في القطع بالأوكسي اسيتلين

أ. رسم خط القطع

ب. اختبار الانحناء

ج. اختبار التوازي

د. شنكرة الثقوب

٤٦. التخطيط والشنكرة على سطح الحديد المطلوب قطعه يتم بواسطة

أ. الطباشير

ب. القدم الصلب

ج. شوكة العلام

د. كل ما سبق

٤٧. من الأجزاء الرئيسية لمجموعة القطع بالأوكسي أستلين هي

أ. أسطوانتي غاز الأكسجين والأستيلين

ب. بوري القطع

ج. فونية القطع

د. كل ما سبق

٤٨.وظيفة بورى القطع بالأوكسي أستلين هي

أ. خلط غازي الأكسجين والاستلين ودفع أكسجين القطع

ب. ضبط الفولت

ج. ضبط الأمبير

د. كل ما سبق

٤٩.من أهم مواصفات خراطيم الغاز لمجموعة القطع الأوكسي أستلين

أ. أن تكون مرنة

ب. أن تكون صلدة

ج. أن تكون ضعيفة

د. أن تكون معتمة

٥٠.وظيفة منظمات الأسطوانات لمجموعة القطع الأوكسي أستلين هي

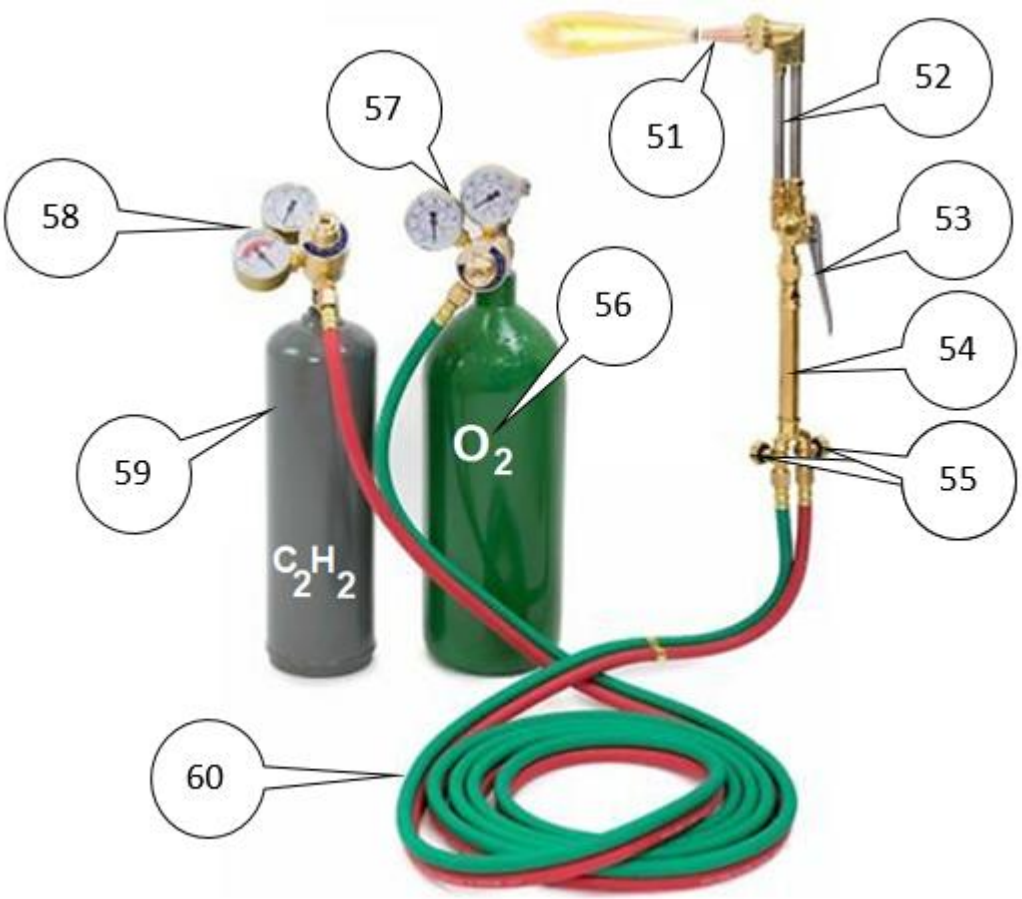
أ. خلط غازي الأكسجين والاستلين

ب. ضبط ضغط وكمية الغاز الخارج من الأسطوانة

ج. ضبط سرعة اللحام

د. ضبط شدة التيار

اذكر أجزاء مجموعة القطع بالأوكسى أستيلين طبقا للأرقام الموجودة على الشكل التالى:



معدات القطع بالأوكسي اسيتلين

رقم	الاسم
٥١.	.....
٥٢.	.....
٥٣.	.....
٥٤.	.....
٥٥.	.....
٥٦.	.....
٥٧.	.....
٥٨.	.....
٥٩.	.....
٦٠.	.....

اختر من العمود (أ) ما يناسبه من العمود (ب)

(أ)		(ب)	
٦١.	الحلقة الدوامية بطورش البلازما	A	داخل ماكينة البلازما
٦٢.	القطب (الالكترود) بطورش البلازما	B	مزعج للذبذبات الصادرة عند عملية القطع
٦٣.	مقبض طورش البلازما	C	تعمل على زيادة سرعة غاز البلازما وتركيز قوس البلازما
٦٤.	يعتبر القطع بالبلازما	D	هي قطع كهربي بقوس البلازما متدفق بسرعة بدرجة حرارة عالية لإذابة المعدن
٦٥.	درع الفوهة	E	تجعل غاز القطع يتحرك بشكل حلزوني (حركة دوامية) حول الالكترود مما يبرد الالكترود ويسخن غاز القطع.
٦٦.	يمتاز القطع بالبلازما	F	هي الحالة الرابعة للمادة يتأين فيها الغاز ويوصل الكهرباء
٦٧.	البلازما	G	يمكن من التحكم بحركة القطع ويؤدي العزل الحراري والكهربي للفني المنفذ لعملية القطع
٦٨.	سرعة القطع بقوس البلازما	H	يعمل على إنتاج القوس الكهربي الذي يسبب تأيين غاز القطع ويحوله إلي بلازما والتزود بالطاقة الكهربية اللازمة للحفاظ على قوس البلازما
٦٩.	القطع بقوس البلازما	J	يحمي الفوهة من المعدن المنصهر ويبردها
٧٠.	الفوهة	K	أسرع خمس مرات من القطع بالاوكسي اسيتلين
٧١.	يتم تحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر	m	بضيق وانتظام خط القطع

ضع علامة (√) أمام العبارة الصحيحة وعلامة (×) أمام العبارة الخاطئة:

٧٢. تستخدم فوهة طورش البلازما لإنتاج الحركة الدوامية لغاز البلازما داخل الطورش ( )

٧٣. تأين الغاز هي تحوله من الحالة الصلبة إلى الحالة الغازية ( )

٧٤. البلازما هي الحالة الرابعة للمادة ( )

٧٥. يمتاز القطع بالبلازما برخص معداته الأساسية مقارنة بالقطع بالأوكسي اسيتلين ( )

٧٦. وظيفة الدرع هو حماية فوهة طورش البلازما من المعدن الذائب ( )

٧٧. لا يتم التحكم في سرعة غاز البلازما عن طريق الفوهة ( )

٧٨. تخرج البلازما من خلال فوهة طورش البلازما بسرعات عالية (تقترب من سرعة الصوت) ودرجة حرارة تصل إلى ٢٨٠٠٠ أو أعلى ( )

٧٩. يجب أن تكون زاوية القطع بطورش البلازما متعامدة وبقيمة ٩٠ درجة على الشغلة ( )

٨٠. القطع بالأوكسي اسيتلين أسرع خمس مرات من القطع بالبلازما ( )

٨١. في القطع بقوس البلازما تتراوح المسافة بين فوهة الطورش وقطعة العمل من ٣-٥ مم ( )

إجابات أسئلة المعارف النظرية

رقم	الاسم
١.	رأس مسدس القطع
٢.	أنبوبة أكسجين القطع
٣.	أنبوبة خليط غازات التسخين والاشتعال
٤.	محبس أكسجين القطع
٥.	ذراع أو يد فتح اكسجين القطع
٦.	مقبض بوري القطع
٧.	صمام أكسجين التسخين
٨.	صمام غاز التسخين (الأسيتلين)
٩.	حاقن غرفة الخلط
١٠.	فونيه القطع
١١.	لقط مسك المشغولات
١٢.	صاروخ التجليخ
١٣.	ابر تنظيف الفونية
١٤.	فرشاة التنظيف
١٥.	ولاعة الأشعال بالشرر
١٦.	خراطيم الغاز
١٧.	بوري قطع
١٨.	فونية القطع لها دور كبير في القطع باللهب لأنه من خلالها تستطيع تحديد كمية الحرارة التي تناسب سمك المعدن المراد قطعة، وتعتمد أيضا على نوع غاز الاشتعال المستخدم في عملية القطع
١٩.	منع تمدد المعدن في مكان اللحام أثناء تسليط الحرارة على مكان اللحام، وبالتالي منع حدوث تشوهات وانبعاج في الجسم المراد لحامه خصوصا في المشغولات ذات السمك الصغير
٢٠.	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

رقم	الاسم
٢١.	الأكسجين والأستيلين
٢٢.	صمامات
٢٣.	المنصهر - القطع
٢٤.	٢٥
٢٥.	بداية
٢٦.	الأستيلين
٢٧.	عمودي
٢٨.	أكسجين
٢٩.	خبث
٣٠.	متوافقة
٣١.	وصلة ماسورة تقابليه (تناكبيه)
٣٢.	وصلة ماسورة تراكبية
٣٣.	لحام ماسورة في الوضع الأرضي Flat (Ground) يكون فيه محور الماسورة أفقي ويتم اللحام بتدوير وصلة الماسورة أثناء اللحام يدويا أو آليا رمز الجمعية الأمريكية (1G) والرمز الأوربي (PA)
٣٤.	لحام بالعرض (أفقي) Horizontal، يكون فيه محور الماسورة في وضع رأسي وقد يتم للحام بتدوير الماسورة أو عدم تدويرها رمز الجمعية الأمريكية (2G) والرمز الأوربي (PC)
٣٥.	لحام ماسورة بزاوية ميل ٤٥° على المحور الأفقي او الرأسي ويرمز باللحام في هذا الوضع على النازل بالرمز الاوروبي (PG) او رمز الجمعية الأمريكية (2G)
٣٦.	لحام عرضي يكون فيها محور الماسورة رأسي رمز الجمعية الأمريكية (2F) والرمز الأوربي (PB)
٣٧.	لحام أرضى مع ميل المشغولة بزاوية ٤٥° رمز الجمعية الأمريكية (1FR) والرمز الأوربي (L-45/PA)
٣٨.	لحام فوق الرأس رمز الجمعية الأمريكية (4R) والرمز الأوربي (PD)
٣٩.	محور الماسورة أفقي (تنفيذ اللحامات في الوضعين التصاعدي والتنازلي) رمز الجمعية الأمريكية (5F) والرمز الأوربي (PF) لحام تصاعدي (PG) لحام علي النازل

رقم	الاسم
٤٠.	محور الماسورة أفقي (تنفيذ اللحامات في الوضعين التصاعدي والتنازلي) لا يتم تدوير الماسورة أثناء اللحام التصاعدي أو التنازلي (وضع ثبات للماسورة) رمز الجمعية الأمريكية (5G) والرمز الأوربي (PF) لحام تصاعدي (PG) لحام علي النازل
٤١.	(ج) لهب خليط غازات الاشتعال
٤٢.	(ج) عمل التبنيط
٤٣.	(ب) من ٣٢٠٠ °م ~ ٣٤٥٠ °م
٤٤.	(ب) عمودي ومائل بزاوية
٤٥.	(أ) رسم خط القطع
٤٦.	(د) كل ما سبق
٤٧.	(د) كل ما سبق
٤٨.	(أ) خلط غازي الأكسجين والاستلين في غرفة الخلط ودفع أكسجين القطع
٤٩.	(أ) أن تكون مرنة
٥٠.	(ب) ضبط ضغط وكمية الغاز الخارج من الأسطوانة
٥١.	رأس بوري القطع (الفنيه)
٥٢.	ماسورتي بوري اللحام
٥٣.	ذراع أو يد أكسجين القطع
٥٤.	مقبض بوري القطع
٥٥.	صمام الأكسجين والأستيلين
٥٦.	أسطوانة الأكسجين
٥٧.	منظم وعدادات ضغط الأكسجين
٥٨.	منظم وعدادات ضغط الأكسجين
٥٩.	أسطوانة الاسيتلين
٦٠.	خرطوم الأكسجين والاستيلين
٦١.	E
٦٢.	H
٦٣.	G
٦٤.	B
٦٥.	J

رقم	الاسم
.٦٦	M
.٦٧	F
.٦٨	K
.٦٩	D
.٧٠	C
.٧١	A
.٧٢	×
.٧٣	×
.٧٤	√
.٧٥	×
.٧٦	√
.٧٧	×
.٧٨	√
.٧٩	√
.٨٠	×
.٨١	√

التدريبات العملية للوحدة

لحام ماسورة تقابليه بالاوكسي اسيتلين (وضع مسطح)			
تدريب رقم	١	الزمن	١٦ ساعة

أهداف

أن يكون المتدرب قادرا على أن:

- تجهيز مكان العمل.
- تحضير ماسورة العمل وتنظيفها.
- تشغيل معدات اللحام بالغاز وضبط الإشعال.
- لحام المواسير الحديد بوضع مسطح يدويا بالغاز وبتدوير الشغلة بشكل تقابلي.
- تنفيذ اللحام بدقة وبدون عيوب.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
مجموعة لحام بالغاز (الأوكسى أستلين) بالملحقات	أسطوانة أكسجين وأسطوانة استلين
طاولة عمل بالملحقات	
شاكوش إستعدال	ماسورتين من الحديد طول ٢٠ سم وقطر ٥٠ مم، سمك ٢ مم (أو حسب المتاح في المخازن)
لقط حدادي	
فرشاة سلكية	
ولاعة (قداحة)	
سندان حدادي	مواد وأدوات تنظيف مناسبة
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ٩: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

تعتبر عملية اللحام من العمليات اليدوية القديمة والمهمة التي مارسها الإنسان وقد أخذت في التطور شأنها شأن العمليات الأخرى وبالرغم من التطور الكبير في الماكينات المستخدمة لتشغيل المعادن إلا أنه لا يمكن الاستغناء عن عملية اللحام وهناك أنواع مختلفة من اللحام ومنها اللحام الغازي وهو أسلوب لحام بالانصهار نحصل فيه على المصدر الحراري اللازم لصهر حافتي قطعتي التشغيل بواسطة لهب ناتج من حرق مزيج من الغازات المشتعلة مع الأكسجين ويمكن أن يكون اللحام بإضافة معدن أو بدونه.

يجب قبل البدء في التمرين مراجعة فحص وضبط معدات اللحام وأوضاع اللحام السابق شرحها في الجزء النظري، مع التركيز على زاوية ميل فوهة بوري اللحام وسلك اللحام.

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بورشة اللحام، مع التأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق.

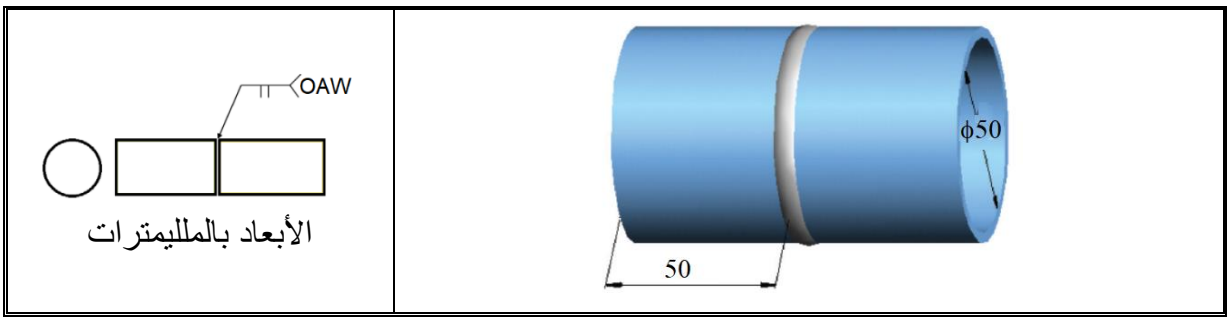
٢. قم بارتداء الزي المناسب للحام وأدوات الحماية الشخصية الخاصة بلحام الأوكسي استلين لأهميتها البالغة والموضحة في (شكل رقم ٩٣).

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

٣. قم بإعداد وتجهيز قطعة العمل وتنظيفها من الصدأ إن وجد.

٤. قم بقراءة الرسم التنفيذي.

٥. ضع قطعتي العمل (الماسورتين) على طاولة العمل أمام بعضهما في وضع تقابلي بحيث تكون تحت مستوى النظر، مع ترك مسافة مناسبة لجذر اللحام من ٢-٣ مم وذلك اعتمادا على سمك جدار الماسورة.



شكل رقم ٩٤: قطعة العمل (ماسورتين)

٦. جهز مكان العمل واحضر المعدات وشغل شفاط التهوية.

شكل رقم ٩٥: تجهيز مكان وأدوات العمل

٧. قم باختيار فوهة (فنية) اللحام المناسبة لسمك المعدن.

٨. جهز واضبط مجموعة اللحام بالغاز وقم بإشغال البوري.

٩. اضبط اللهب ليكون لهب متعادل.

١٠. اضبط زاوية اللحام وزاوية العمل للبوري بالوضع الصحيح.

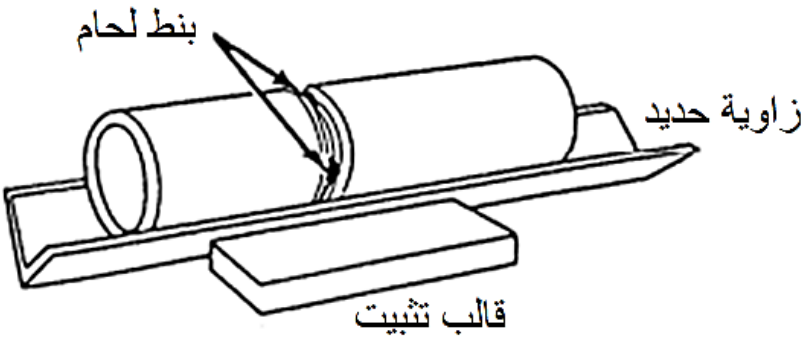
١١. قم بوضع الماسورة في وضع مسطح داخل على أداة تساعد على تدويرها أثناء اللحام مثل زاوية قائمة وساند حتى تكون مستقرة عند اللحام أو لوح بعجلات تدحرج.

١٢. اضبط زاوية ميل المشعل بحدود ٣٥°-٤٥° مع محور الماسورتين المتقابلتين.

١٣. قم بثني سلك اللحام بزاوية ٧٥ درجة حتى تتمكن من اللحام السطحي بسهولة.

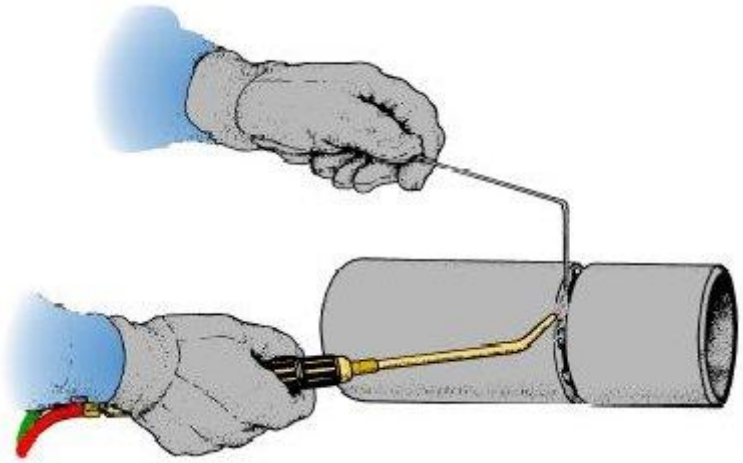
١٤. قم بتوجيه رأس نواه اللهب إلى بداية حرف تلاقي الماسورتين حتى تتكون بركة اللحام.

١٥. قم بلحام أربع نقاط (بنط) لحام في أماكن متقابلة على مسافات منتظمة على محيط وصلة لحام الماسورتين وامسك الماسورة باللاقط أو الكماشة.



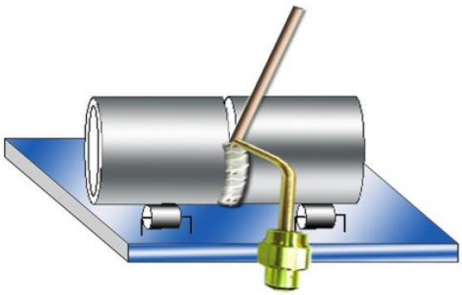
شكل رقم ٩٦: عمل أربعة بنط على مسافات منتظمة

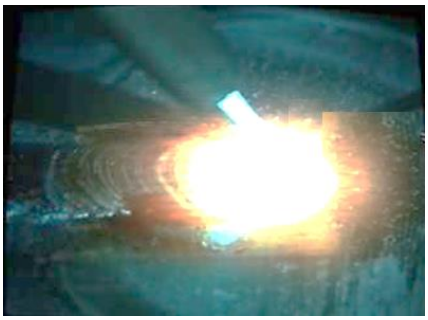
١٦. ابدأ خط اللحام في مكان ليس به تبنيط مع مراعاة بتحريك بوري اللحام من أسفل إلى أعلى على محيط الماسورة في عكس حركة دوران عقارب الساعة بزاوية تقدم مقدارها ٤٥ درجة وتحريك البوري بسرعة منتظمة للحصول على لحام منتظم.



شكل رقم ٩٧: تنفيذ خط اللحام

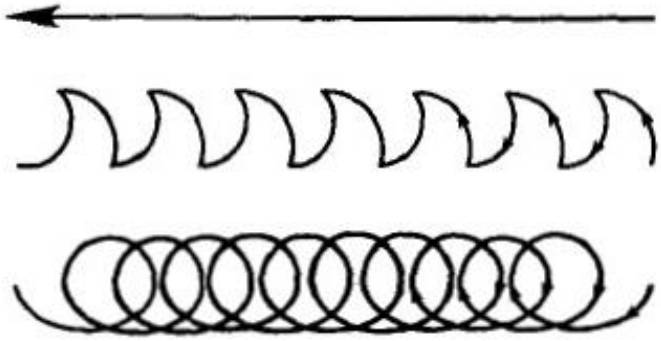
١٧. اغمس طرف السلك المعدني المضاف في بركة اللحام لمليء الوصلة التقابليه بمعدن اللحام المطلوب مع تدوير الماسورة ببطء في كل مرة بعد إتمام لحام ربع دائرة تقريبا على محيط الماسورة حتى يكتمل خط اللحام طبقا لشروط اللحام الجيد.





شكل رقم ٩٨: تنفيذ خط اللحام مع صهر المعدن وتدوير الماسورة ببطء بعد لحام ربع دائرة تقريبا لإكمال خط اللحام

١٨. نفذ اللحام بشكل مقابل للإقلال من التأثير الحراري على الشغلة ومراعاة تغلغل اللحام في الوصلة وعدم وجود فجوات أو مسام بخط اللحام.



شكل رقم ٩٩: أنواع حركة بوري اللحام

١٩. قم بإطفاء لهب البوري بالأسلوب الصحيح وإغلاق صمامات وحدة اللحام بالاوكسي اسيتلين مع تفريغ الغازات من الخراطيم.

٢٠. قم برفع قطعة اللحام بواسطة اللقط وقم بتبريدها وتجفيفها.

٢١. قم بتنظيف اللحام بالفرشاة السلك.

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

٢٣. قم بإعادة وإصلاح عمليات اللحام إذا كان بها عيوب عند الفحص.

٢٤. قم بتسليم قطعة العمل للمدرب لإجراء عملية التقييم.

٢٥. قم بإغلاق وحدة اللحام بشكل أمن.

٢٦. قم بطي الخراطيم وتعليق رأس اللحام في المكان المخصص لها.

٢٧. 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	يجهز مكان وأدوات العمل			
٣	يفحص معدات اللحام قبل التشغيل			
٤	يضبط منظمات الضغط لأسطوانات الأكسجين والأستيلين (في حال استخدامهما)			
٥	يختار الفوهة المناسبة لسمك جدار الماسورة			
٦	يستخدم الطريقة الصحيحة في إشعال اللهب			
٧	تبنيط وتنفيذ اللحام بشكل سليم			
٨	يمسك بوري اللحام بزاوية سليمة			
٩	ينظف قطعة العمل (الماسورة) بشكل سليم			
١٠	ينفذ خط اللحام بطريقه سليمة من اسفل إلى اعلى			
١١	يقوم بتنظيف مكان العمل وإعادة الأدوات إلى أماكنها			

جدول رقم ١٠: معايير تقييم أداء المتدرب

توقيع المدرب

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

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب الأجزاء التالية:

- معدات اللحام بالاكسي اسيتلين
- قطعتين من مواسير الحديد مقاس قطر ٥٠ X ٥٠ مم

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

- إشعال بوري اللحام وضبط اللهب ليكون متعادل
- لحام ماسورتين لحاما تقابليا في الوضع الأرضي (المسطح)

لحام ماسورة فلنشه (ماسورة مع جزء مسطح) بالاوكسي اسيتلين			
تدريب رقم	٢	الزمن	١٦ ساعة

أهداف

يتوقع أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

- تجهيز مكان العمل.
- تحضير قطع العمل وتنظيفها.
- تشغيل معدات اللحام بالغاز وضبط الإشعال.
- لحام فلنشة من الحديد (ماسورة متعامدة على جزء مسطح) تحت مستوى النظر بدقة وبدون عيوب.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
مجموعة لحام بالغاز (الأوكسى أستلين) بالملحقات	أسطوانة أكسجين وأسطوانة اسيتلين
طاولة عمل بالملحقات	
شاكوش إستعدال	ماسورة من الحديد قطر ٥٠ مم وطول ١٠٠مم، وسمك ٢ مم (أو حسب المتاح في المخازن)
لقط حدادي	
مسطرة صلب	
زاوية قائمة	قطعة صاج من الحديد مفرغة بنفس قيمة قطر الماسورة ١٠٠مم X ٥٠ مم
فرشاة سلكية	
ولاعة (قداحة)	
سندان حدادي	مواد وأدوات تنظيف مناسبة
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ١١: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

التعرف على ضبط لهب بوري اللحام بمعدات الأوكسى أسيتلين ليناسب سمك المعدن المطلوب لحامه مع مراجعة طرق اللحام في الوضع المطلوب بسلك لحام. ويراعى عمل أربع بنط لحام على طول الفلنشة المراد لحامة على مسافات متساوية.

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بورشة اللحام، مع التأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق.

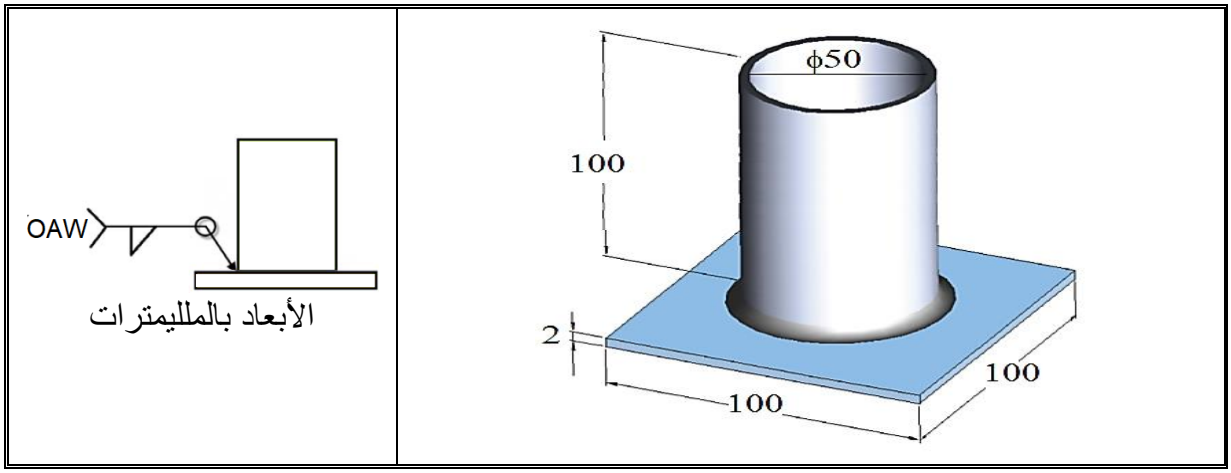
٢. قم بارتداء الزي المناسب للحام وأدوات الحماية الشخصية الخاصة بلحام الأوكسي استلين لأهميتها البالغة والموضحة في (شكل رقم ١٠٠).

شكل رقم ١٠٠: أدوات الحماية الشخصية اللازمة بالورشة (PPE)

٣. قم بإعداد وتجهيز قطعة العمل وتنظيفها من الصدأ إن وجد.

٤. قم بقراءة الرسم التنفيذي.

٥. ضع قطعتي العمل (الفلنشة) على طاولة العمل بشكل مسطح بحيث تتعامد الماسورة على اللوح المعدني من الخارج ليكون خط اللحام تحت مستوى النظر.



شكل رقم ١٠١: وصلة فلنشة

٦. جهز مكان العمل واحضر المعدات وشغل شفاط التهوية.

شكل رقم ١٠٢: تجهيز مكان وأدوات العمل

٧. قم باختيار فوهة (فنية) اللحام المناسبة لسمك المعدن.

٨. جهز واضبط مجموعة اللحام بالغاز وقم بأشغال البوري.

٩. اضبط اللهب ليكون لهب متعادل.

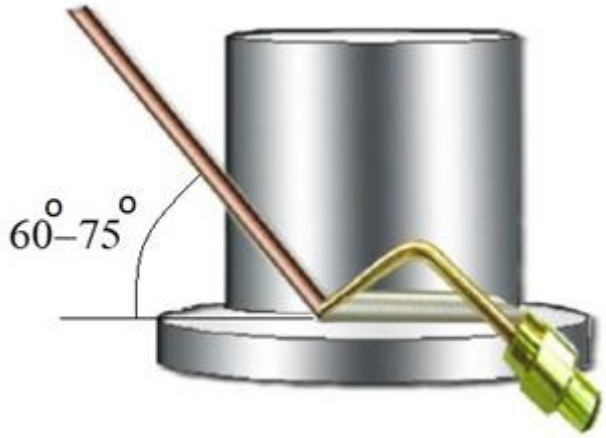
١٠. قم بتوجيه رأس نواه اللهب إلى بداية حرف تلاقي الزاويتين حتى تتكون بركة اللحام.

١١. اضبط زاوية اللحام وزاوية العمل للبوري بالوضع الصحيح.

١٢. ضبط زاوية ميل المشعل بحدود ٣٠°-٤٠° باتجاه خط اللحام.

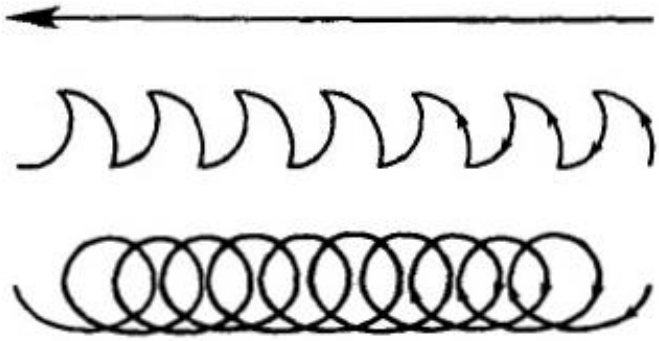
١٣. قم بعمل نقاط (بنط) لحام في أماكن مختلفة على مسافات منتظمة على محيط وصلة اللحام وأنت تمسك الشغلة باللاقط أو الكماشة.

١٤. ابدأ خط اللحام في مكان ليس به تبنيط وذلك بتوجيه نواه اللهب إلى بداية خط اللحام حتى تتكون بركة اللحام مع غرس سلك الترسيب في بركة اللحام لمليء الوصلة التقابليه بمعدن اللحام المطلوب مع تحريك السلك بزاوية وسرعة مناسبة على محيط الماسورة ومراعاة التوافق بين صهر سيخ اللحام وسرعة بوري اللحام بهدف الحصول على لحام سليم.

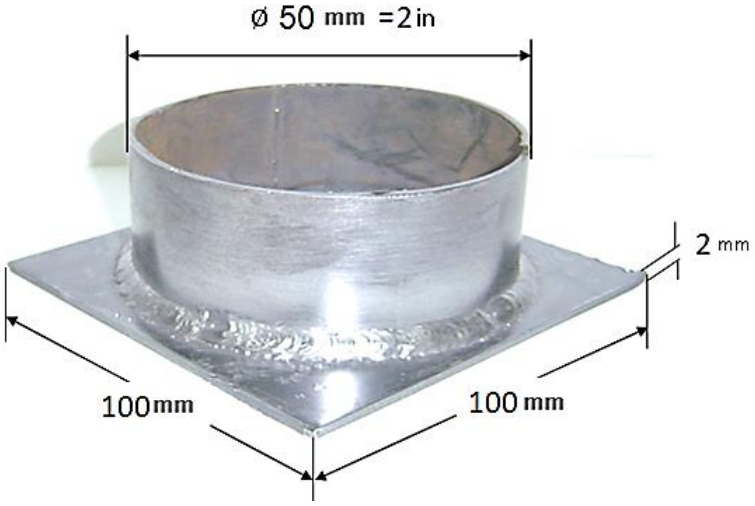


شكل رقم ١٠٣: تنفيذ لحام الفلنشة

١٥.قم بتدوير الفلنشة ببطء في كل مرة بعد إتمام لحام ربع دائرة تقريبا على محيط وصلة الفلنشة حتى يكتمل خط اللحام طبقا لشروط اللحام الجيد ومراعاة تنفيذ خط اللحام بشكل مقابل للإقلال من التأثير الحراري على الشغلة والتأكد من تغلغل اللحام في الوصلة وعدم وجود فجوات أو مسام بخط اللحام مع مراعاة ترك مسافة بين طرف نواة اللهب وبركة اللحام من ١ إلى ٢ مم تقريبا.



شكل رقم ١٠٤: أنواع حركة بوري اللحام



شكل رقم ١٠٥: الفلنشة بعد اللحام

يراعى أثناء اللحام أن تكون نواة الشعلة بعيدة عن حواف المعدن الأساسي لمنع الكربنة

١٦. قم بإطفاء لهب البوري بالأسلوب الصحيح وإغلاق صمامات وحدة اللحام بالأكسي اسيتلين وتفريغ الغازات من الخراطيم.

١٧. قم برفع الفلنشة بواسطة اللقط وتبريدها وتجفيفها.

١٨. قم بتنظيف اللحام بالفرشاة السلك.

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

٢٠. قم إعادة وإصلاح عمليات اللحام إذا كان بها عيوب عند الفحص.

٢١. قم بتسليم قطعة العمل للمدرب لإجراء عملية التقييم.

٢٢. قم بإغلاق وحدة اللحام بشكل أمن.

٢٣. قم بطي الخراطيم وتعليق بوري اللحام في المكان المخصص له.

٢٤. 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	يجهز مكان وأدوات العمل			
٣	يفحص معدات اللحام قبل التشغيل			

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
٤	يضبط منظمات الضغط لأسطوانات الأكسجين والأستيلين			
٥	يختار الفوهة المناسبة لسمك جدار الفلنشة			
٦	يستخدم الطريقة الصحية في إشعال اللهب			
٧	يضبط اللهب ليكون لهب متعادل			
٨	يمسك بوري اللحام والسلك بزاوية سليمة			
٩	يضبط زاوية التقدم وزاوية العمل أثناء اللحام			
١٠	ينظف قطعة العمل (الفلنشة) ويجهزها بشكل سليم			
١١	يبنط قطعتي العمل قبل عمل اللحام الكامل			
١٢	ينفذ لحام الفلنشة بشكل صحيح وبدون عيوب			
١٣	يفحص عيوب اللحام ويعالجها إن وجدت			
١٤	يقوم بتنظيف مكان العمل وإعادة الأدوات إلى أماكنها			

جدول رقم ١٢: معايير تقييم أداء المتدرب

توقيع المدرب

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

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب الأجزاء التالية:

- معدات اللحام بالاوكسي اسيتلين
- ماسورة قطر ٥٠ مم وارتفاع ٦٠ مم وقاعدة من الحديد مقاس (١٠٠ X ٥٠ X ٢ مم) مفتوحة بقطر الماسورة
- سلك لحام من الحديد قطر ٢ مم

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

- إشعال بوري اللحام وضبط اللهب ليكون متعادل
- لحام فلنشه حديد في الوضع السطحي

قطع المواسير أو الألواح بالاوكسي استلين			
تدريب رقم	٣	الزمن	١٦ ساعة

أهداف

يتوقع أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

- تجهيز مكان العمل.
- تحضير قطع العمل وتنظيفها.
- تشغيل معدات القطع بالغاز وضبط الإشعال.
- تنفيذ قطع بلهب الغاز لماسورة من الحديد بدقة وبدون عيوب.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
مجموعة القطع بالغاز (الأوكسى أستلين) بالملحقات	أسطوانة أكسجين وأسطوانة استلين
طاولة عمل بالملحقات	
شوكة علام	
ذنبه علام	ماسورة من الصلب منخفض الكربون قطر (٣ بوصة= ٧٦٢ مم) وطول ٥٠٠ مم وسمك ٢ مم أو شريحة صاج من الحديد بمقاس ٢٠٠ × ٢٠٠ مم بنفس السمك (أو حسب المتاح في المخازن)
شاكوش إستعدال	
لقط حدادي	
فرشاة سلكية	
ولاعة (قداحة)	مواد وأدوات تنظيف مناسبة
سندان حدادي	
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ١٣: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

التعرف على بوري القطع وطريقة تشغيله وضبطه ليناسب سمك المعدن التعرف على أبعاد القطعة المستخدمة وطرق القطع في الوضع المطلوب بمعدات القطع الأوكسى أسيتلين.

خطوات تنفيذ التدريب

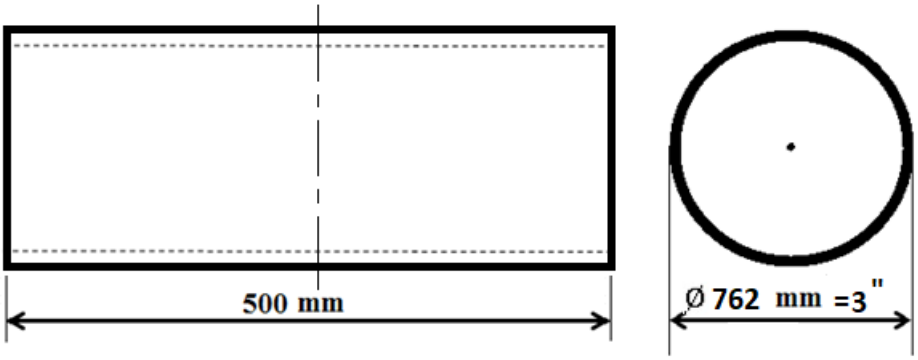
١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بورشة اللحام، مع التأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق

٢. قم بارتداء الزي المناسب للحام وأدوات الحماية الشخصية الخاصة بمعدات القطع بالأوكسي استلين لأهميتها البالغة والموضحة (شكل رقم ١٠٦).

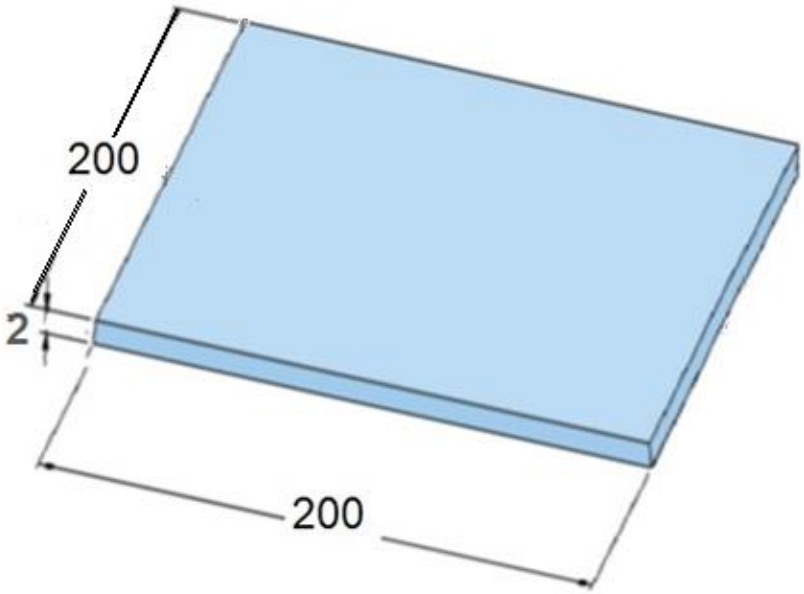
شكل رقم ١٠٦: أدوات الحماية الشخصية اللازمة بالورشة (PPE)

٣. قم بإعداد وتجهيز قطعة العمل وتنظيفها من الشوائب.

٤. قم بقراءة الرسم التنفيذي لتنفيذ خط قطع في منتصف الشغلة.



(أ)- أسطوانة من الحديد



(ب)- لوح معدني من الحديد

شكل رقم ١٠٧: ماسورة حديد أو لوح معدني الأبعاد بالملليمترات

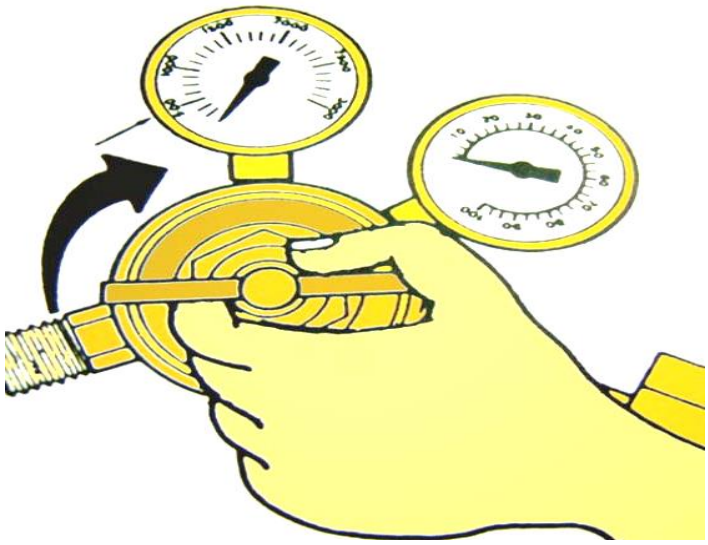
٥. ضع قطعة العمل (الماسورة أو اللوح المعدني حسب تعليمات المدرب) على طاولة العمل بشكل مسطح بحيث تكون في مستوى أفقي ويراعي أن يكون تحتها فراغ مناسب لعملية القطع.

٦. جهز مكان العمل واحضر المعدات وشغل شفاط التهوية.

شكل رقم ١٠٨: تجهيز مكان وأدوات العمل

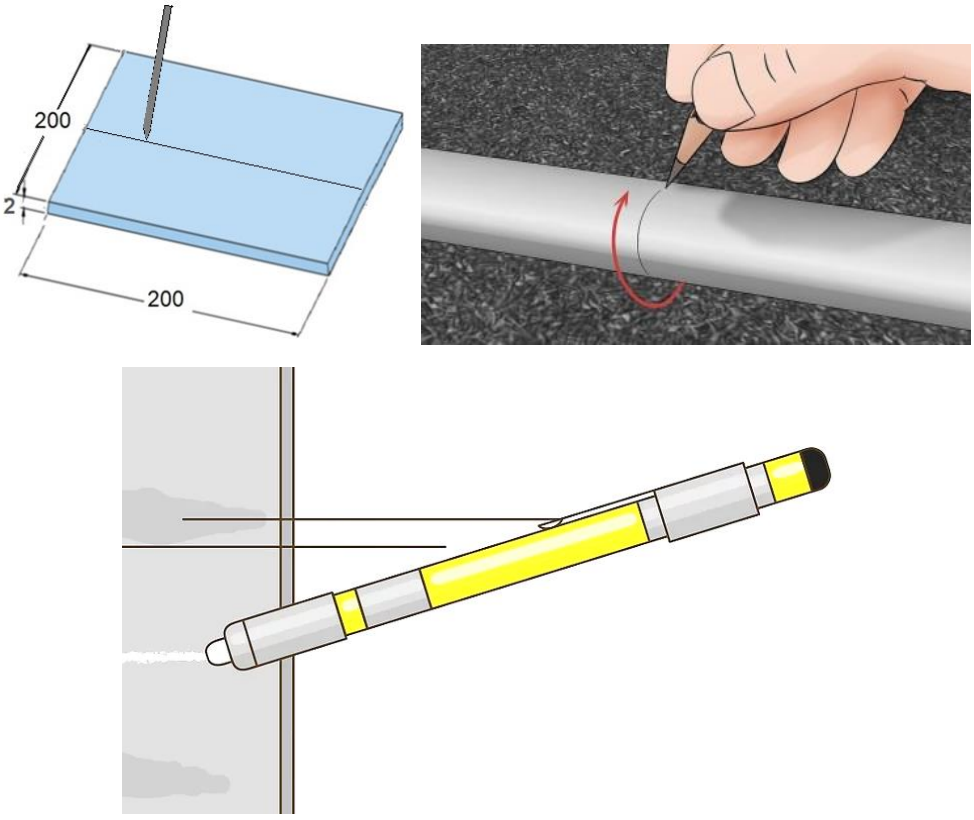
٧. قم باختيار بوري وفوهة (فنية) القطع المناسبة لسمك المعدن.

٨. اضبط ضغط الأكسجين عند ٣٠ - ٤٠ كجم/سم٢، واضبط ضغط الأسيتيلين عند ١٠ - ١٥ كجم/سم٢ كما هو موضح في (شكل رقم ١٠٩).



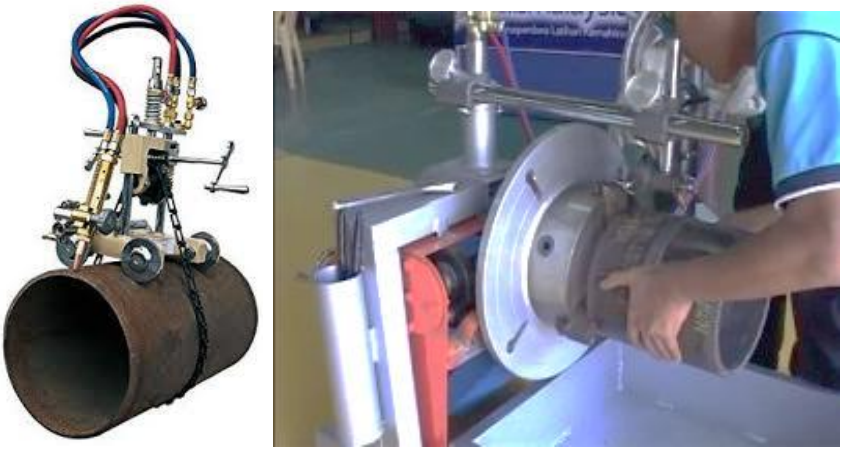
شكل رقم ١٠٩: ضبط ضغط أسطوانات الأكسجين والأستيلين

٩. قم بشنكرة خط القطع المطلوب تنفيذه على اللوح المعدني باستخدام كلا من مسطرة القياس وشوكة العلام أو الطباشير كما هو موضح في (شكل رقم ١١٠) ثم قم بعمل ذنب على طول خط العلام باستخدام ذنبه العلام والمطرقة.



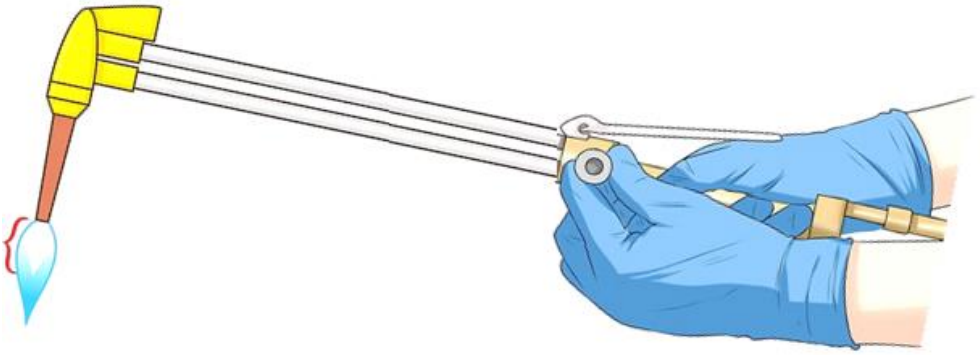
شكل رقم ١١٠: شنكرة خط القطع

في حالة استخدام ماكينة قطع يتم تثبيتها جيدا على محيط الماسورة كما هو مبين في (شكل رقم ١١١).



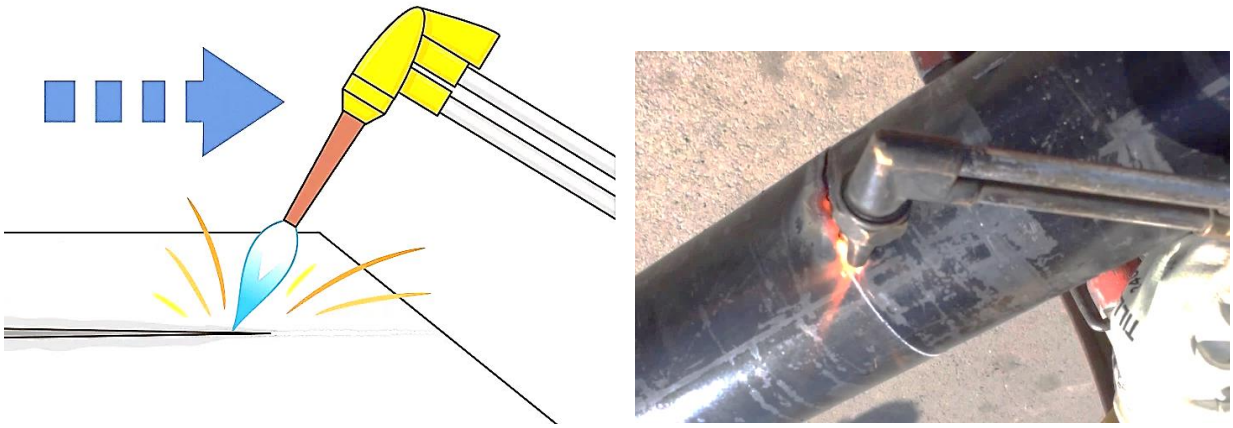
شكل رقم ١١١: تثبيت الشغلة

١٠.جهز واضبط مجموعة القطع بالغاز وقم بأشغال البوري وضبط لهب القطع.



شكل رقم ١١٢: إشعال بوري القطع وضبط لهب القطع

١١.امسك البوري باليد اليمنى في حالة القطع اليدوي أو اضبط زاوية ميل بوري القطع بزاوية قائمة ٩٠° كما في (شكل رقم ١١٣).

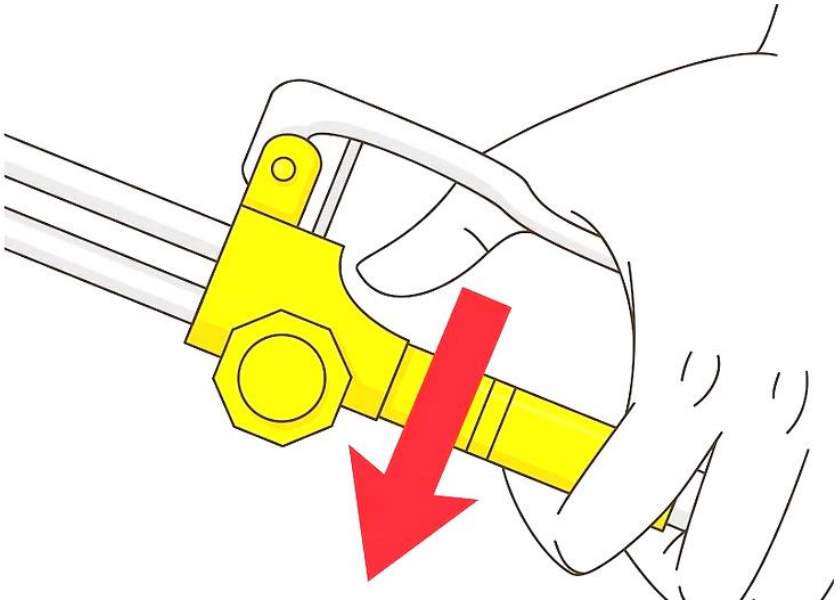


شكل رقم ١١٣: ضبط زاوية ميل المشعل

١٢.قم بتوجيه رأس نواه اللهب إلى بداية خط القطع لتسخين نقطة بداية القطع، حتى تتكون بركة الصهر وتبدأ نقطة بيضاء في الظهور.

١٣. اضبط وضع لمبة القطع بحيث يمر اللهب خلال خط القطع.

١٤. افتح صمام أكسجين القطع (الأكسجين الإضافي) حتى أخره كما في (شكل رقم ١١٤).

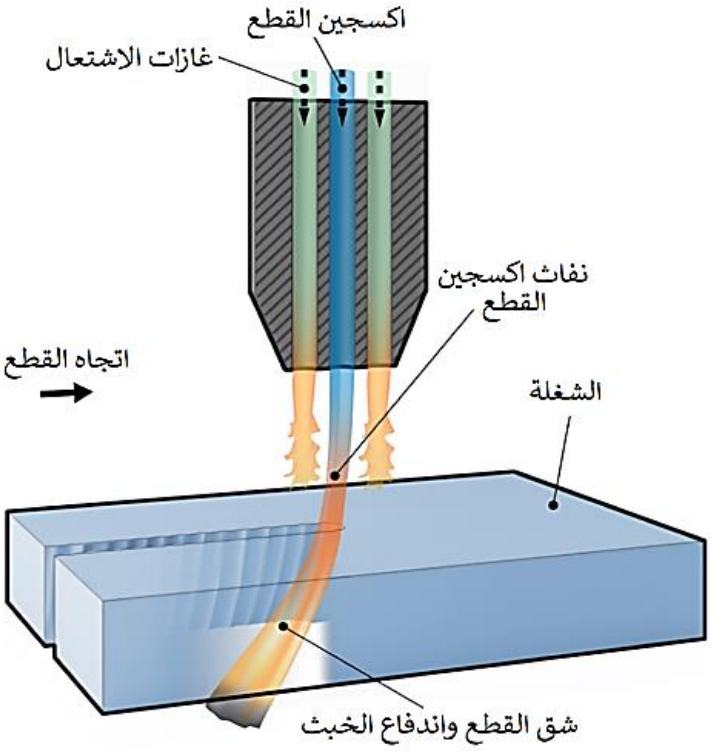


شكل رقم ١١٤: فتح أكسجين القطع

١٥. عندما يخترق تيار الأكسجين جدار الماسورة أو اللوح المعدني إبدا في تدوير الماسورة كما في (شكل رقم ١١٥) أو تحريك بوري القطع في حالة قطع اللوح المعدني كما هو مبين في (شكل رقم ١١٦) بسرعة متوافقة مع عملية القطع للحصول على خط قطع منتظم.

شكل رقم ١١٥: تدوير الماسورة (الأسطوانة) أثناء القطع

شكل رقم ١١٦: قطع اللوح المعدني من اليسار إلى اليمين



شكل رقم ١١٧: شكل عملية القطع

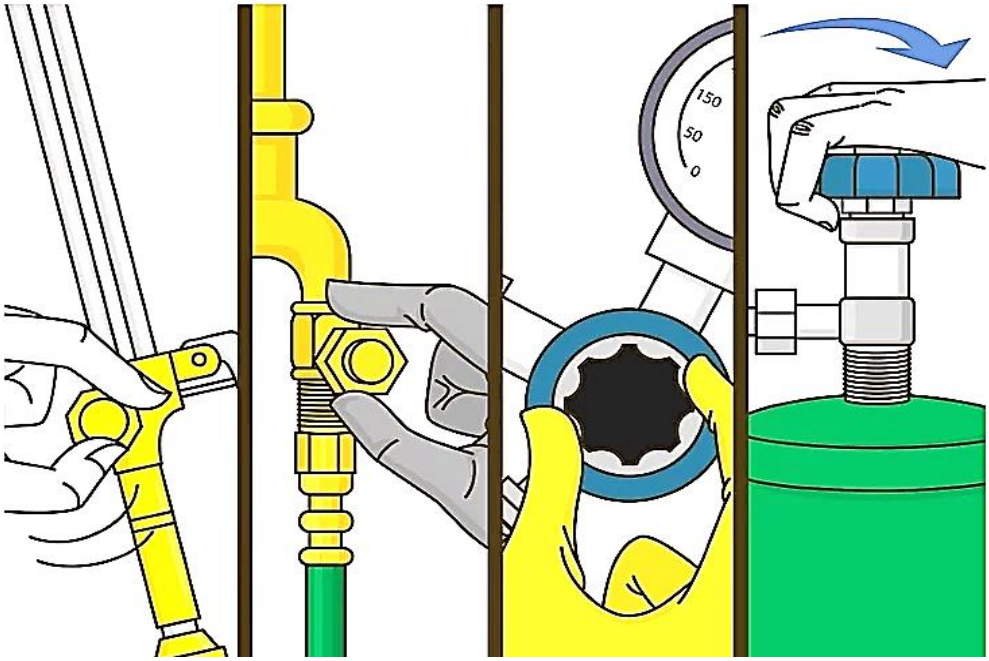
١٦. امسك الجزء المقطوع باللقط حتى لا يهبط أو يقع عند نهاية القطع كما في (شكل رقم ١١٨).

شكل رقم ١١٨: مسار القطع

١٧. أوقف دوران الماسورة في حالة استخدام ماكينة قطع المواسير.

١٨. اقفل بلف أكسجين القطع (الإضافي).

١٩. قم بإطفاء لهب البوري بإقفال صمام الأسيتيلين ثم صمام الأكسجين وتفريغ الغازات من الخراطيم.



شكل رقم ١١٩: غلق صمام بوري القطع والأسطوانات

٢٠. اغلق محابس منظمات أسطوانتي الأكسجين والأستيلين.

٢١. قم برفع الشغلة بواسطة اللقط وقم بتبريدها وتجفيفها.

٢٢. نظف الشطف باستخدام حجر جلخ أو استخدم مبرد نصف دائري لإزالة الرايش من داخل فوهة الماسورة.

شكل رقم ١٢٠: تجليخ نهاية خط القطع

يراعى أثناء عملية القطع أن تكون نواة الشعلة بعيدة عن حواف المعدن الأساسي لمنع الكربنة.

٢٣. قم بتسليم قطعة العمل للمدرب لإجراء عملية التقييم.

٢٤. قم بطي الخراطيم وتعليق بوري القطع في المكان المخصص له.

٢٥. 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	يجهز مكان وأدوات العمل			
٣	يفحص معدات القطع قبل التشغيل			
٤	يضبط منظمات الضغط لأسطوانات الأكسجين والأسيتيلين لعملية القطع			
٥	يختار فوهة القطع المناسبة لسمك جدار الماسورة أو اللوح المعدني			
٦	يستخدم الطريقة الصحية في إشعال اللهب			
٧	يمسك بوري القطع بزاوية سليمة			
٨	ينظف قطعة العمل (الصاج) بشكل سليم			

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
٩	يوجه بوري القطع بزاوية صحيحة إلى قطعة العمل			
١٠	ينفذ القطع بشكل صحيح.			
١١	يفحص عيوب القطع ويعالجها إن وجدت			
١٢	يقوم بتنظيف مكان العمل وإعادة الأدوات إلى أماكنها			

جدول رقم ١٤: معايير تقييم أداء المتدرب

توقيع المدرب

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

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب الأجزاء التالية:

- معدات القطع بالاكسي اسيتلين
- قطعة من الحديد مقاس (١٠٠ x ٥٠ x٢ مم)

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

- إشعال بوري القطع وضبط اللهب ليناسب عملية القطع
- عمل قطع على قطعة من الحديد في الوضع السطحي

لحام تكسية سطحية بالقوس الكهربي (لعمود أسطواني)			
تدريب رقم	٤	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 بالقوس الكهربي (ترنس اللحام) بطريقة صحيحة وآمنة.
- عمل خطوط لحام (تزويد) سطح معدني بطبقة مرسبة من أشرطة اللحام تحت مستوى النظر على قطعة العمل.
- تنفيذ للحام بدقة وبدون عيوب.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
ماكينة اللحام بالقوس الكهربي وملحقاتها	قضيب دائري من الحديد المبروم قطر ٥٠ مم وطول ١٥٠ مم (أو حسب الخامات المتاحة في المخازن)
طاولة عمل بالملحقات	
زهرة الشنكرة وشوكة العلام	
ذنبه العلام	
شاكوش تنظيف الخبث	سلك لحام ٤ مم (E6013) أو (E7018)
لقط حدادي	
مسطرة صلب	
فرشاة سلكية	
سندان حدادي	مواد وأدوات تنظيف مناسبة
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ١٥: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

مراجعة على معدات اللحام بالقوس الكهربي وقطبية اللحام بالتيار المستمر والتيار المتردد. الترسيب أو التكسية (cladding) هو كمية المعدن المنصهر من معدن الملء (سلك اللحام) التي تضاف على معدن

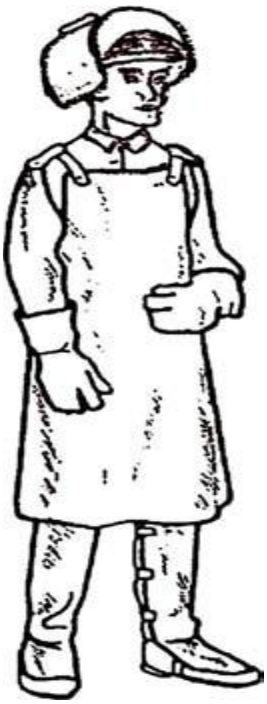
الأساس (Base metal) الذي هو معدن الشغلة أو قطعة العمل كما هو مبين في (شكل رقم ١٢١) ويتم الترسيب بتكوين درزات لحام متتابعة والدرزة عبارة عن قطرة أو كمية صغيرة من منصهرة من معدن الملء (سلك اللحام)، وتشكل درزات اللحام المتتابعة خط اللحام الذي يتكون من درزات متراكبة بانتظام ومندمجة بمعدن الأساس.

شكل رقم ١٢١: درزات اللحام

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بورشة اللحام، مع التأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق.

٢. قم بارتداء الزي المناسب للحام وأدوات الحماية الشخصية الخاصة للحام القوس الكهربي لأهميتها البالغة والموضحة في (شكل رقم ١٢٢).

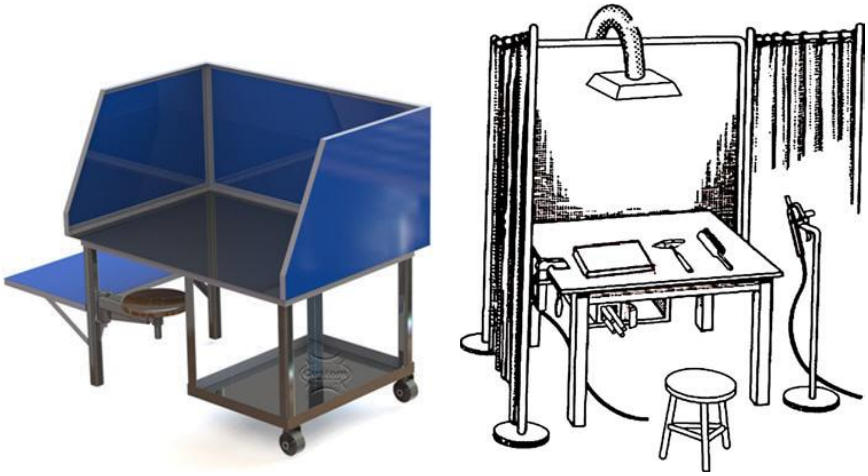


شكل رقم ١٢٢: ارتداء الزي المناسب لعمليات اللحام

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

شكل رقم ١٢٣: العدد المساعدة

٤. جهز مكان العمل واحضر معدات اللحام وشغل شفاط التهوية.

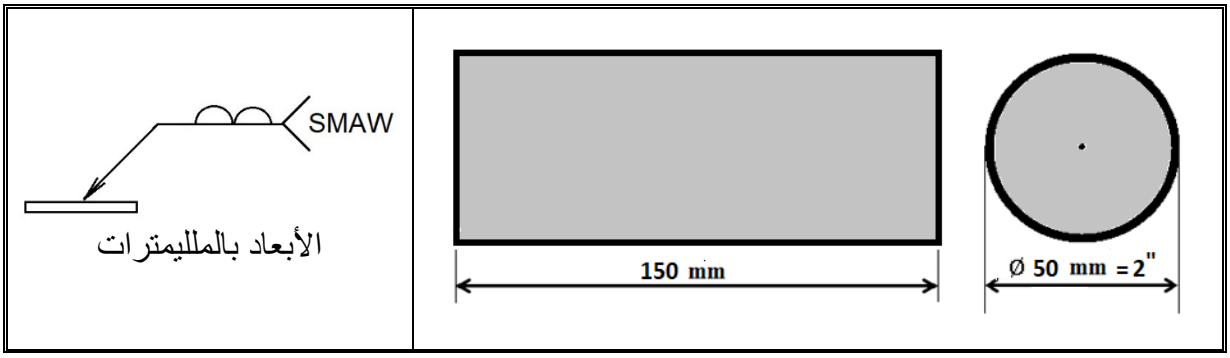


شكل رقم ١٢٤: تجهيز مكان وأدوات العمل المطلوبة للحام

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

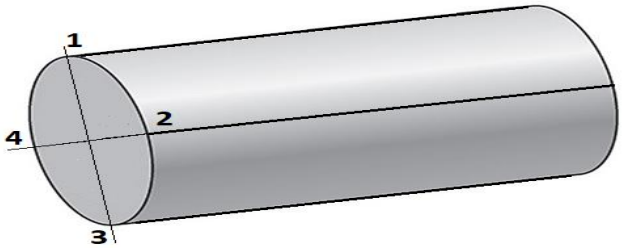
٦. ضع قطعة العمل على طاولة العمل بشكل مسطح بحيث تكون تحت مستوى النظر.

٧. قم بقراءة الرسم التنفيذي.



شكل رقم ١٢٥: قضيب معدني من الحديد المبروم

٨. قم بشنكرة سطح القضيب المعدني بأربعة خطوط طولية محورية متقابلة في الأماكن رقم ١، ٢، ٣، ٤ كما هو موضح في (شكل رقم ١٢٦).



شكل رقم ١٢٦: شنكرة أربعة خطوط طولية محورية متقابلة

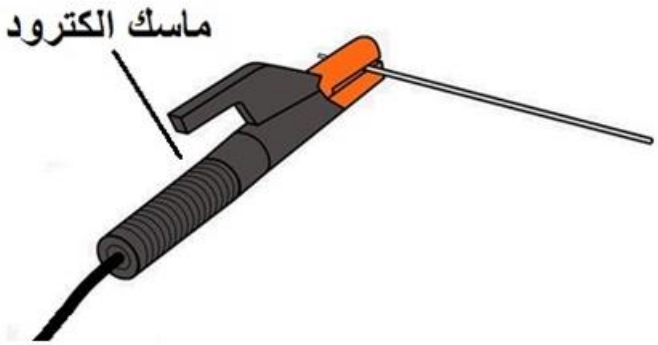
٩. قم بتجهيز ماكينة اللحام بالقوس الكهربي والتأكد من توصيل الكابلات بالماكينة بشكل سليم.

١٠. قم بتوصيل الكهرباء لماكينة اللحام بالقوس الكهربي اضغط على مفتاح تشغيل الماكينة واجعله في وضع التشغيل (ON).

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

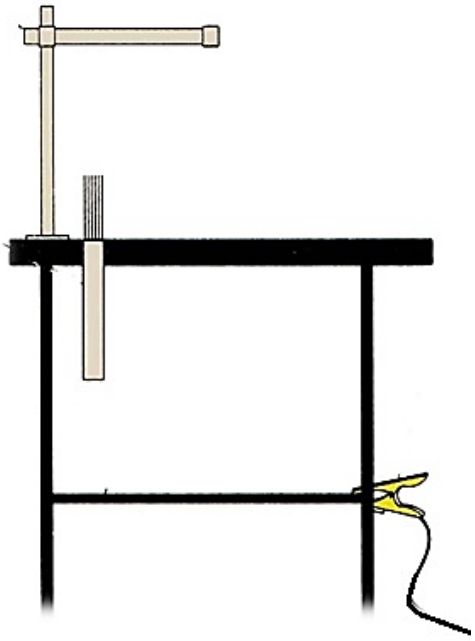
شكل رقم ١٢٧: اختيار الكترود اللحام المناسب

١٢. ضع الكترود اللحام في مقبض اللحام (ماسك الالكترود) كما هو مبين في (شكل رقم ١٢٨) حسب وضع اللحام المطلوب



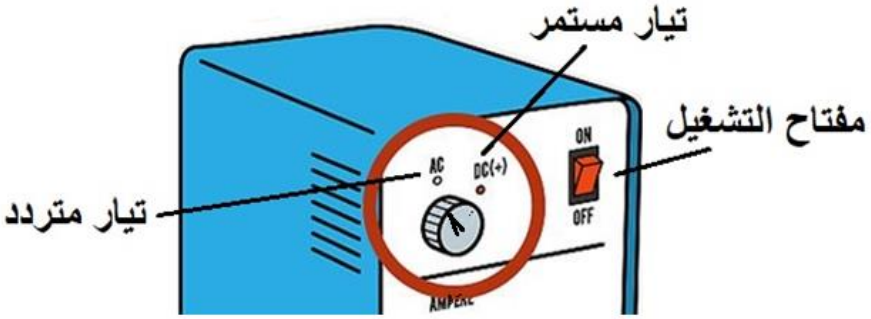
شكل رقم ١٢٨: وضع الكترود اللحام في كلابه مسك السلك

١٣. وصل كابل بنسه قطعة العمل بالشغلة المطلوب لحامها أو بالطاولة المعدنية التي ستوضع عليها قضيب الحديد المطلوب تكسيته.



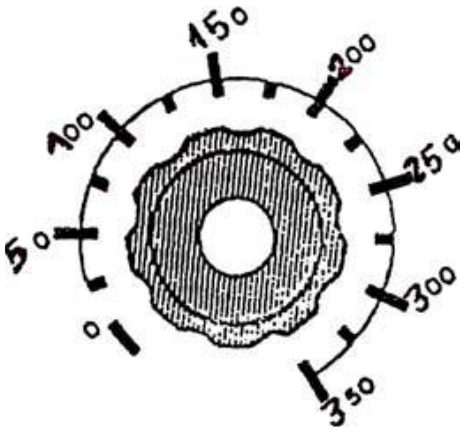
شكل رقم ١٢٩: توصيل بنسه الشغلة بطاولة العمل

١٤.قم باختيار نوع التيار سواء (تيار متردد AC أو تيار مستمر DC) في حالة أن الماكينة بها وضعان للحام كالمبينة في (شكل رقم ١٣٠)، أما إذا كانت الماكينة تعمل على التيار المتردد (AC 220 volt 250 Amp).



شكل رقم ١٣٠: تشغيل مفتاح الكهرباء الرئيسي واختيار وضع تيار متردد AC

١٥.اختر شدة التيار المناسبة لقطر الالكترود وسمك قضيب اللحام المطلوب تكسيتها في حدود ١٦٠ أمبير تقريبا (٤٠ أمبير/ ١ مم من قطر الالكترود في الوضع المسطح).



شكل رقم ١٣١: ضبط شدة التيار

١٦.قم بوضع العامود أفقيا داخل زاوية مثبتة على طاولة اللحام.

١٧.قم بالوقوف أمام تزجة اللحام بالوضع الصحيح.

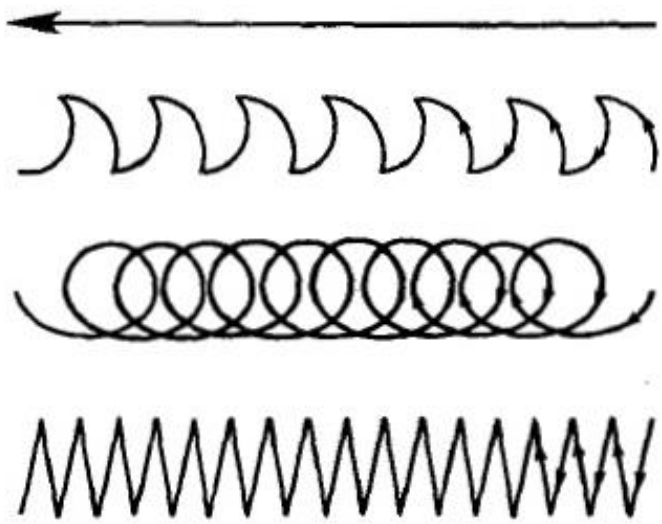
١٨.راعى اختيار القطبية المناسبة للحام عند العمل بوضعية التيار المستمر.

١٩.قم بقدح (إشغال) القوس بالنقر على قطعة خردة على تزجه العمل.

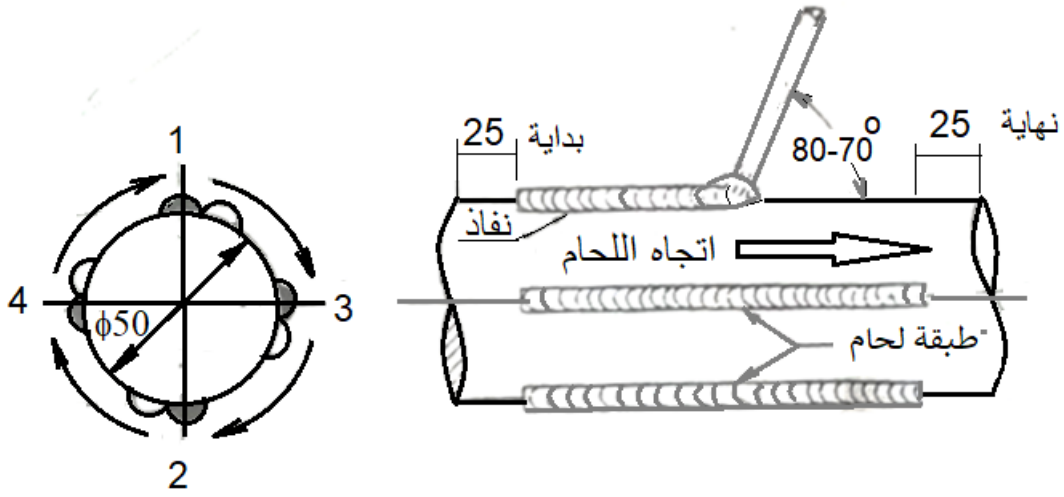
شكل رقم ١٣٢: بدء اللحام

٢٠.حافظ على الفراغ بين طرف قضيب اللحام والشغلة بمقدار يعادل قطر الأكترود.

٢١.قم بترسيب (لحام) خط التكسية الأول على المحور رقم (١) بشكل مستقيم ومنتظم مع تحريك الالكترود بحركة مستقيمة وسرعة منتظمة من اليسار إلى اليمين بزاوية في حدود من ٧٠°-٨٠° باتجاه خط اللحام للحفاظ على التوافق بين حركة الترددية للاكترود وسرعة صهر وانسياب المعدن مع مراعاة الحافظ على الفراغ بين طرف قضيب اللحام والشغلة بمقدار يعادل قطر الالكترود على استقرار اشتعال القوس أثناء عملية اللحام.



شكل رقم ١٣٣: تحريك الكترود اللحام



شكل رقم ١٣٤: عمل خطوط لحام التكسية

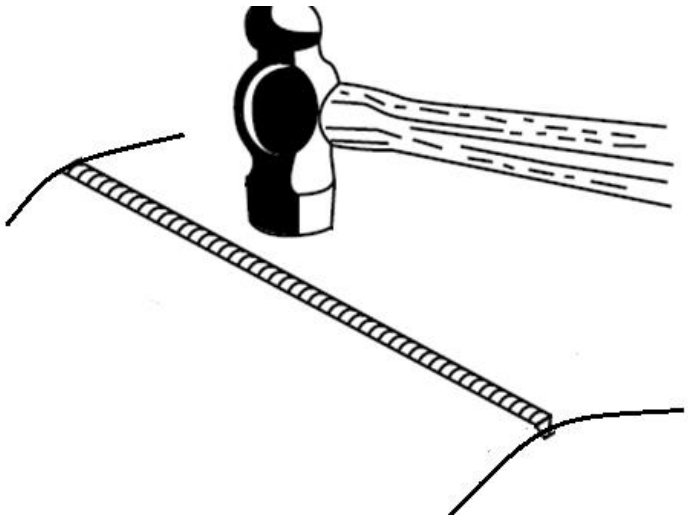
يراعي استمرار هبوط الالكترود لأسفل للمحافظة على طول القوس الذي يزداد اثناء اللحام نتيجة تناقص طول الالكترود الذي يفقد قطرات تتساقط منه في بركة اللحام.

٢٢. قم بترسيب الشريط الثاني والثالث والرابع على المحاور رقم (٢)، (٣)، (٤) بالتتابع.

٢٣. اترك خطوط اللحام لتبرد قليلا.

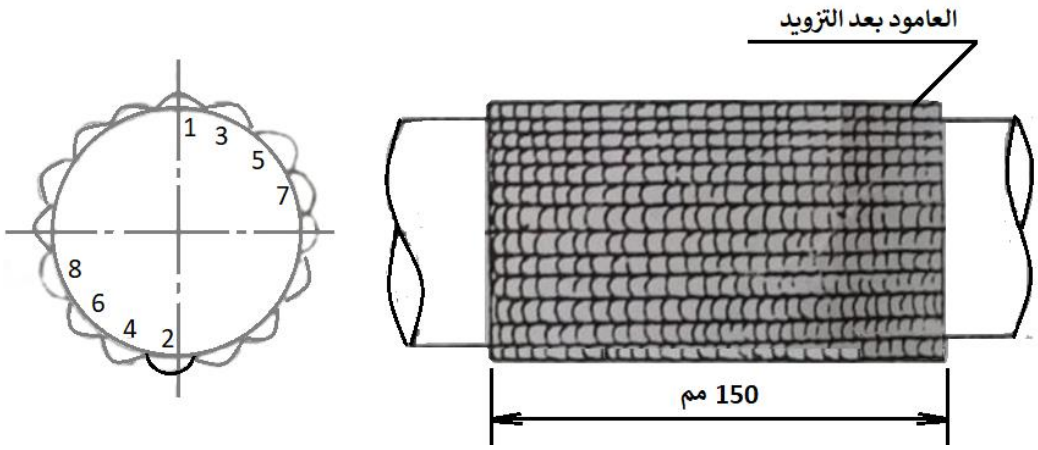
٢٤. ارفع الشغلة باللقط للمدرب لفحص خطوط التكسية (الترسيب) واعرضها على المدرب للاستفادة من الملاحظات ليراعيها عند عمل خطوط التكسية التالية.

٢٥. نظف خطوط التكسية (الترسيب) الأربعة بإزالة الخبث باستخدام الشاكوش والفرشاة السلك قبل تنفيذ خط مجموعة خطوط الترسيب (التكسية) التالية مع مراعاة ارتداء النظارة البيضاء لحماية العين من الرايش المتطاير.

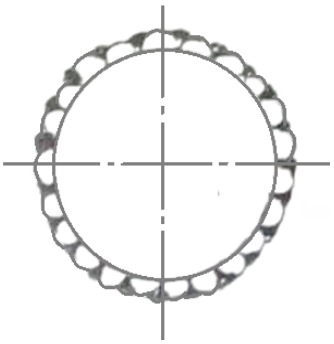


٢٦.قم بعمل ترسيب أربعة أشرطة ثانية متلاصقة مع الشريط الأول والثاني والثالث والرابع بنفس الترتيب مع إجراء التنظيف الجيد الخبث.

٢٧.قم بتكرار ترسيب أربعة أشرطة للمرة الثالثة بنفس الترتيب وهكذا إلى أن يتم تكسية السطح كله مع إجراء التنظيف الجيد الخبث كما هو مبين في (شكل رقم ١٣٥).



(أ) المرحلة الثانية



(ب) المرحلة الثالثة

شكل رقم ١٣٥: تكسية القضيب المعدني باستخدام سلك لحام

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

٢٩.اغلق ماكينة اللحام وفق شروط السلامة المهنية.

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

٣١.قم بإعادة وإصلاح عيوب خطوط التكسية إن وجد عيوب بقطعة العمل عند الفحص.

٣٢.قم بتسليم قطعة العمل للمدرب لإجراء عملية التقييم.

٣٣.تأكد من فصل مفتاح الكهرباء الرئيسي 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	يجهز مكان وأدوات العمل			
٣	يفحص معدات اللحام بالكهرباء قبل التشغيل			
٤	ينفذ الشنكرة والعلام لخطوط اللحام المطلوبة بشكل سليم			
٥	يضبط شدة التيار المناسبة لسلك اللحام وسمك الشغلة			
٦	يمسك مقبض الكترود اللحام بزاوية سليمة			
٧	يحافظ على استقرار اشتعال القوس أثناء عملية التكسية			
٨	تنفيذ الحركات الترددية للالكترود أثناء عمل التكسية وإمالته الالكترود بالزاوية المحددة أثناء الحركة (زاوية التقدم)			

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
٩	يحقق توافق بين حركة الالكترود وسرعة انسياب المعدن بشكل سليم			
١٠	ينفذ خطوط التكسية في خطوط مستقيمة بشكل سليم ومنتظم وبدون زيادات مفرطة			
١١	ينظف قطعة العمل من الخبث ويبردها بشكل سليم			
١٢	يفحص جودة اللحام ويصلح الوصلات المعيبة			
١٣	يقوم بتنظيف مكان العمل وإعادة الأدوات إلى أماكنها			

جدول رقم ١٦: معايير تقييم أداء المتدرب

توقيع المدرب

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

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب الأجزاء التالية:

- معدات اللحام بالقوس الكهربي
- قضيب من الحديد الصلب الطري قطر ٥٠ مم وطول ١٥٠ مم
- الكترود لحام قطر ٤ مم

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

- تشغيل ماكينة اللحام بالقوس الكهربي وضبط شدة التيار
- شنكرة قطعة العمل وتذنيبها
- عمل خطوط تكسية على قطعة العمل تحت مستوى النظر (الوضع المسطح)

لحام وصلة فلنشه (ماسورة مع جزء مسطح) بالقوس الكهربي			
تدريب رقم	٥	الزمن	١٦ ساعة

أهداف

يتوقع أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

- تجهيز مكان العمل.
- تحضير قطع العمل وتنظيفها.
- شنكرة القطعة حسب المخطط التنفيذي المطلوب.
- ضبط وتجهيز وتشغيل ماكينة اللحام بالقوس الكهربي (ترنس اللحام) بطريقة صحيحة وآمنة.
- لحام فلنشه تحت مستوى النظر.
- تنفيذ للحام بدقة وبدون عيوب.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
ماكينة اللحام بالقوس الكهربي وملحقاتها	ماسورة من الحديد المطاوع أو الصلب الطري قطر ٥٠ مم وطول ١٠٠ مم وسمك ٤ مم (أو حسب المتاح في المخازن)
طاولة عمل بالملحقات	
زاوية قائمة	
مسطرة صلب	سلك لحام مقاس ٣,٢ مم و٤ مم (E6013)
شاكوش إستعدال	
لقط حدادي	
فرشاة سلكية	مواد وأدوات تنظيف مناسبة
سندان حدادي	
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ١٧: متطلبات التدريب

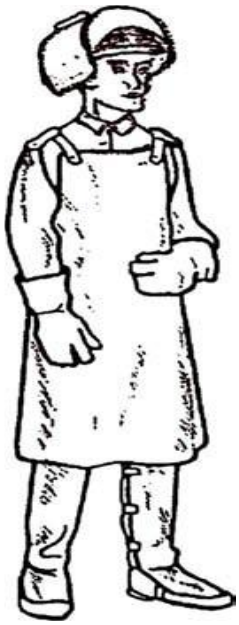
المعارف المرتبطة بالتدريب

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، مع التأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق.

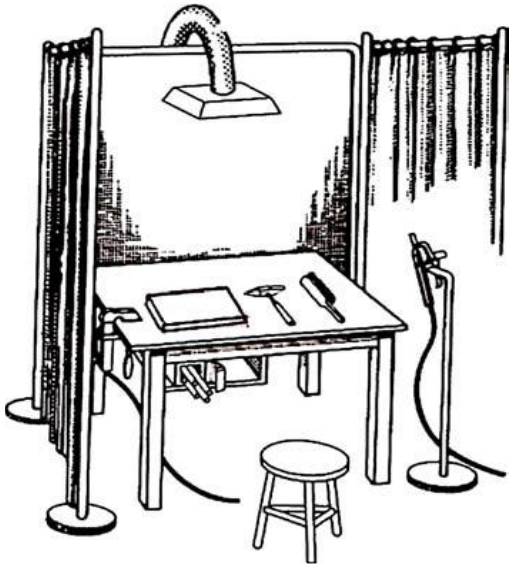
٢. قم بارتداء الزي المناسب للحام وأدوات الحماية الشخصية الخاصة للحام القوس الكهربي لأهميتها البالغة والموضحة في (شكل رقم ١٣٦).



شكل رقم ١٣٦: ارتداء الزي المناسب لعمليات اللحام

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

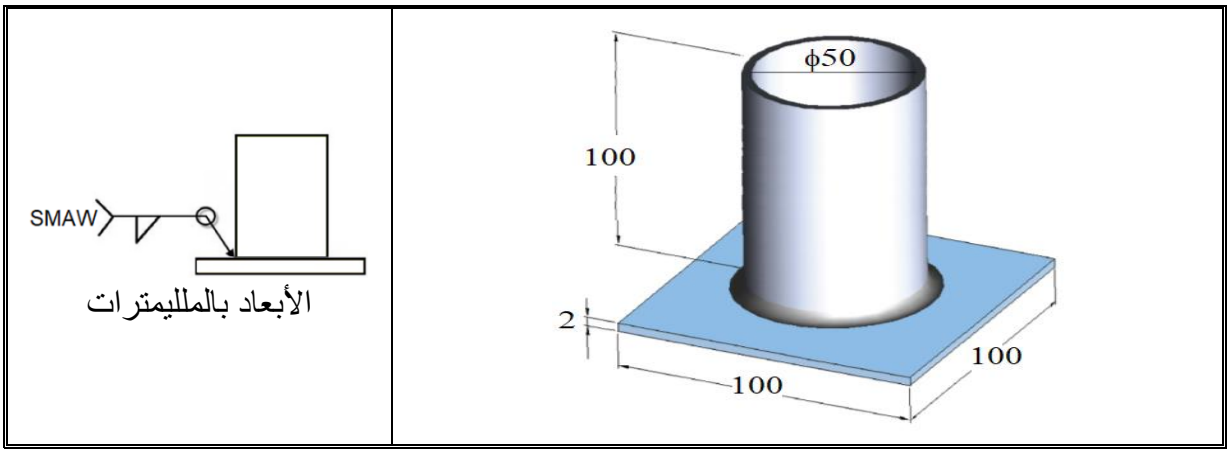
٤. جهز مكان العمل واحضر معدات اللحام وشغل شفاط التهوية.



شكل رقم ١٣٧: تجهيز مكان وأدوات العمل المطلوبة للحام

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

٦. قم بقراءة الرسم التنفيذي.



شكل رقم ١٣٨: وصلة فلنشة

٧. ضع قطعتي العمل (الفلنشة) على طاولة العمل بشكل مسطح بحيث تكون تحت مستوى النظر ومتعامدتان لتشكل زاوية قائمة من الخارج.

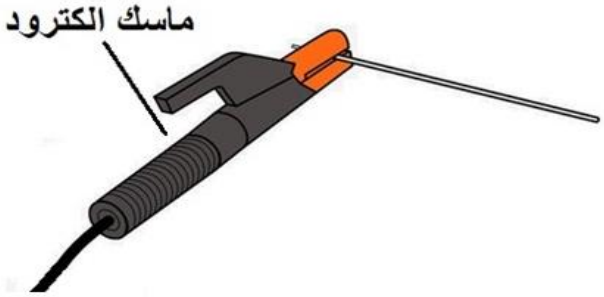
٨. قم بتجهيز ماكينة اللحام بالقوس الكهربي والتأكد من توصيل الكابلات بالماكينة بشكل سليم.

٩. قم بتوصيل الكهرباء لماكينة اللحام بالقوس الكهربي اضغط على مفتاح تشغيل الماكينة واجعله في وضع التشغيل (ON).

١٠. حدد قطر قضيب (الكترود) اللحام المناسب لنوع وسمك المعدن المطلوب تكسيته.

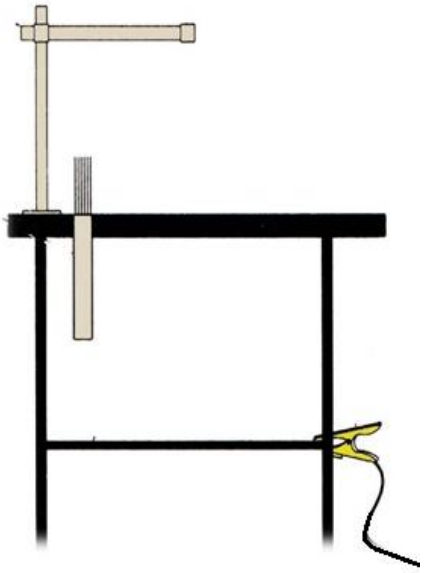
شكل رقم ١٣٩: اختيار الكترود اللحام المناسب

١١. ضع الكترود اللحام في مقبض اللحام (ماسك الالكترود) كما هو مبين في (شكل رقم ١٤٠) حسب وضع اللحام المطلوب.



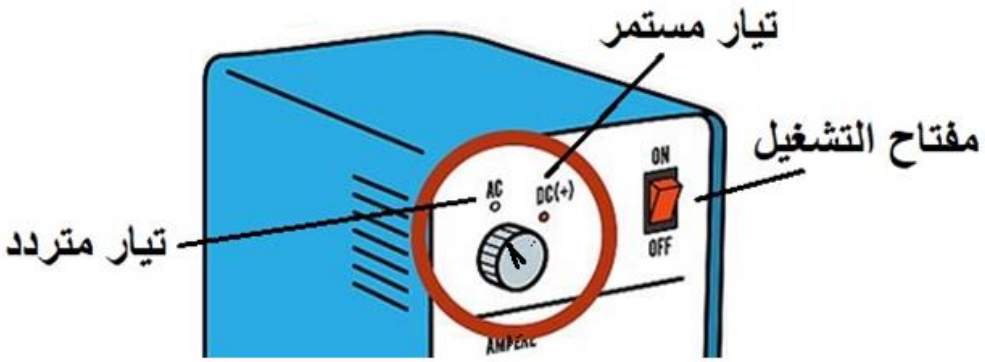
شكل رقم ١٤٠: وضع الكترود اللحام في كلابه مسك السلك

١٢. وصل كابل بنسه قطعة العمل بالشغلة المطلوب لحامها أو بالطاولة المعدنية التي ستوضع عليها قضيب الحديد المطلوب تكسيته.



شكل رقم ١٤١: توصيل بنسه الشغلة بطاولة العمل

١٣. قم باختيار نوع التيار سواء (تيار متردد AC أو تيار مستمر DC) في حالة أن الماكينة بها وضعان للحام كالمبينة في (شكل رقم ١٤٢)، أما إذا كانت الماكينة تعمل على التيار المتردد (AC 220 volt 250 Amp).



شكل رقم ١٤٢: تشغيل مفتاح الكهرباء الرئيسي واختيار وضع تيار متردد AC

١٤. اضبط شدة التيار المناسبة لقطر الالكترود وسمك قطعة العمل المطلوب لحامها مع مراعاة اختيار القطبية المناسبة للحام عند العمل بوضعية التيار المستمر.

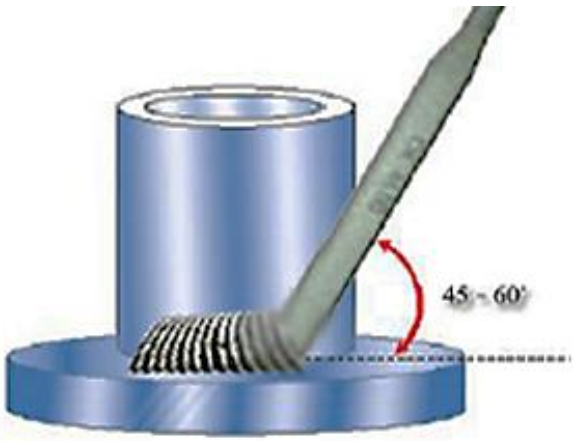
١٥. قم بالوقوف أمام تزجه اللحام بالوضع الصحيح.

١٦. قم بقدح (إشغال) القوس بالنقر على قطعة خردة على تزجه العمل.

شكل رقم ١٤٣: بدء اللحام

١٧. أضبط زاوية ميل سلك اللحام في حدود ٤٥°-٦٠°.

١٨. ثبت قطعتي العمل ببنط منتظمة وموزعة على طول محيط خط اللحام مع ترك فراغ بين حافات القطع المراد لحامها بحدود نصف سمك قطعة العمل، مع مراعاة أن تكون الحواف متوازية كما هو مبين في (شكل رقم ١٤٤).

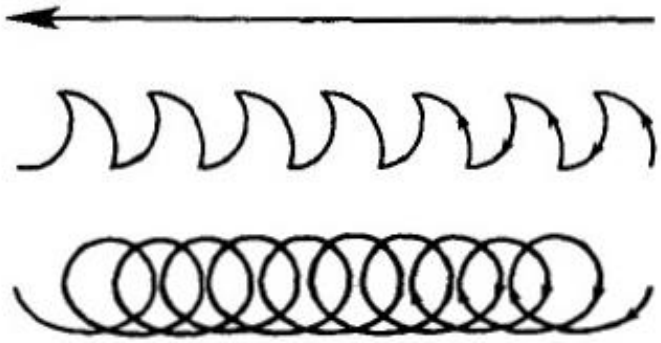


شكل رقم ١٤٤: عمل بنط اللحام

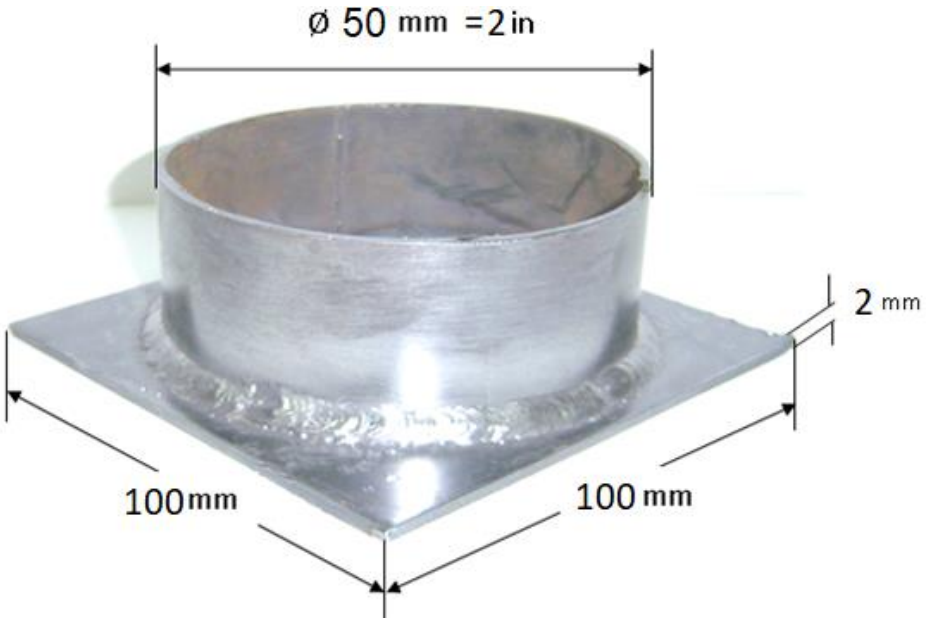
١٩. اضبط زاوية العمل وزاوية التقدم لسلك اللحام لتكون من ٤٥°-٦٠° باتجاه خط اللحام بالوضع الصحيح للحام تحت مستوى النظر.

٢٠. حافظ على الفراغ بين طرف قضيب اللحام والشغلة بمقدار يعادل قطر الأكترود.

٢١. قم بالحام على طول خط تقاطع الزاوية الداخلية بين الماسورة والفلنشة بشكل منتظم مع تحريك الالكترود بسرعة منتظمة من اليسار إلى اليمين بزاوية للحفاظ على التوافق بين الحركة الترددية للاكترود وسرعة صهر وانسياب المعدن مع مراعاة غلق نهاية خط اللحام مع بدايته بطريقة صحيحة.



شكل رقم ١٤٥: تحريك الكترود اللحام



شكل رقم ١٤٦: الفلنشة بعد اللحام

٢٢. اغلق ماكينة اللحام وفق شروط السلامة المهنية.

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

٢٤. نظف قطعة العمل بأكملها بإزاله الخبث منها.

٢٥. قم بتنظيف اللحام بالفرشاة السلك.

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

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

٢٨. قم بتسليم قطعة العمل للمدرب لإجراء عملية التقييم.

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

٣٠. قم بطي كابلات اللحام في المكان المخصص لها.

٣١. 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	يجهز مكان وأدوات العمل			
٣	يفحص معدات اللحام بالكهرباء قبل التشغيل			
٤	ينفذ الشنكرة والعلام لخطوط اللحام المطلوبة بشكل سليم			
٥	يضبط شدة التيار المناسبة لسلك الشغلة			
٦	يمسك مقبض الكترود اللحام بزاوية سليمة			
٧	يحافظ على استقرار اشتعال القوس أثناء عملية اللحام			
٨	تنفيذ الحركات الترددية العرضية للالكترود وإمالته بالزاوية المحددة أثناء الحركة			
٩	يحقق توافق بين حركة الالكترود وسرعة انسياب المعدن			
١٠	ينفذ لحام الزاوية الداخلية لخط لحام الفلنشة بشكل سليم			
١١	ينظف قطعة العمل من الخبث ويبردها بشكل سليم			
١٢	يفحص جودة اللحام ويصلح الوصلات المعيبة			
١٣	يقوم بتنظيف مكان العمل وإعادة الأدوات إلى أماكنها			

جدول رقم ١٨: معايير تقييم أداء المتدرب

توقيع المدرب

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

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب الأجزاء التالية:

- معدات اللحام بالقوس الكهربي
- ماسورة قطر ٥٠ مم وارتفاع ٦٠ مم وقاعدة من الحديد مقاس (١٠٠ X ١٠٠ X ٢ مم) مفتوحة بقطر الماسورة
- الكترود لحام قطر ٣,٢ مم

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

- تشغيل معدات اللحام بالقوس الكهربي وضبط شدة التيار
- لحام فلنشة حديد في الوضع السطحي

القطع بالبلازما			
تدريب رقم	٦	الزمن	١٦ ساعة

أهداف

يتوقع أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

- تجهيز مكان العمل.
- تحضير قطع العمل وتنظيفها.
- اختيار فوهة القطع وضبط شدة التيار المناسبة لنوع وسمك المعدن.
- تشغيل معدات القطع بقوس البلازما وضبط الإشعال.
- ينفذ قطع تحت مستوى النظر بدقة وبدون عيوب.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
ماكينة القطع بقوس البلازما والملحقات (بوري البلازما، والكابلات، فوهة مقاس ١,٦ مم)	شريحة من الحديد (صلب كربوني) بمقاس ٢٠٠ × ١٠٠ مم، سمك ٥ مم (أو حسب المتاح في المخازن)
ضاغط هواء	
الكترود (قطب كهربائي) من التنجستن بطرف مسطح مقاس ٥ مم	
شاكوش إستعدال	
تزجه عمل بالملحقات	
مسطرة صلب	
لقط حدادي	مواد وأدوات تنظيف مناسبة
فرشاة سلكية	
سندان حدادي	
أدوات الوقاية الشخصية وطفايات الحريق	

جدول رقم ١٩: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

مراجعة مكونات ماكينات القطع بالبلازما والتعرف على معاملات القطع بقوس البلازما.

يتم ضبط فوهة القطع وشدة التيار والمسافة بين قطعة العمل وفوهة بوري القطع طبقا للقيم الاسترشادية المبينة في (جدول رقم ٢٠).

نوع المعدن	سمك المعدن بوصة (مم)	مقاس الفوهة (مم)	شدة التيار (أمبير)	مسافة الفوهة عن قطعة العمل بوصة (مم)
استانليس ستيل	$\frac{1}{8}$ (3 مم)	1.6	25-50	$\frac{5}{16}$ (7 مم)
	$\frac{1}{6}$ (5 مم)	1.6	100	$\frac{5}{16}$ (7 مم)
	$\frac{3}{16}$ (5 مم)			
	$\frac{1}{2}$ (13 مم)	2	250	$\frac{7}{16}$ (10 مم)
	$\frac{3}{4}$ (19 مم)			
	1 (25 مم)			
صلب كربوني	$\frac{1}{8}$ (3 مم)	1.6	100	$\frac{5}{16}$ (7 مم)
	$\frac{3}{16}$ (5 مم)			
	$\frac{1}{2}$ (13 مم)	2	250	$\frac{7}{16}$ (10 مم)
	$\frac{3}{4}$ (19 مم)			
	1 (25 مم)			
الألمنيوم	$\frac{3}{16}$ (5 مم)	1.6	80-100	$\frac{5}{16}$ (7 مم)
	$\frac{3}{8}$ (10 مم)			
	$\frac{1}{2}$ (13 مم)	2	250	$\frac{7}{16}$ (10 مم)
	$\frac{3}{4}$ (19 مم)			
	1 (25 مم)			

جدول رقم ٢٠: قيم استرشاديه لمعاملات القطع بالبلازما

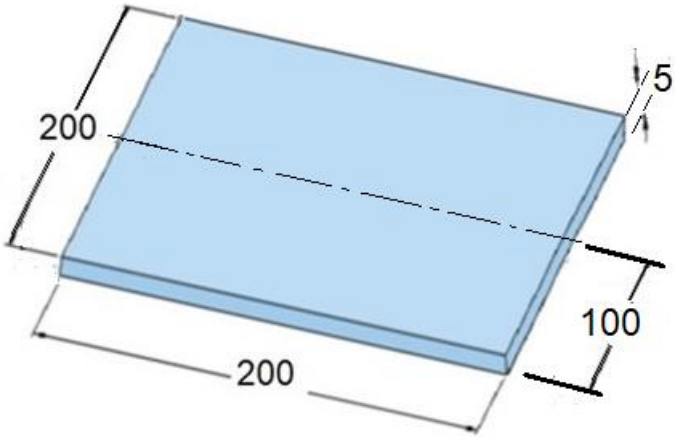
يراعى استعمال الكترود قطر ٠,٥ مم مع فوهة مقاس ١,٦ مم، والكترود قطر ٢ مم مع فوهة مقاس ٢ مم، ويجب عدم استعمال الكترود مقاس ٠,٥ مم مع تيار شدته ١٥٠ أمبير.

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالورشة، والتأكد من توفر معدات الوقاية وطفايات الحريق.

٢. قم بارتداء أدوات الحماية الشخصية الخاصة بعمليات القطع بقوس البلازما به لأهميتها البالغة والموضحة في (شكل رقم ١٤٧).

شكل رقم ١٤٧: أدوات الحماية الشخصية اللازمة بالورشة (PPE)



(الأبعاد بالمليمترات)

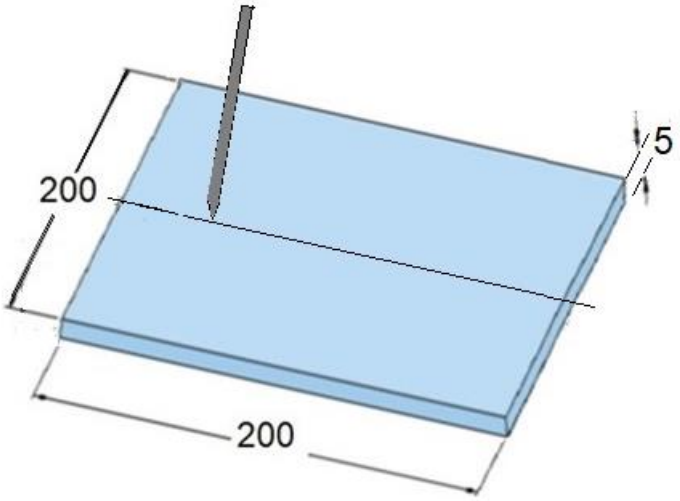
شكل رقم ١٤٨: الرسم التنفيذي للشغلة المطلوب قطعها

٣. قم بإعداد وتجهيز قطعة العمل وتنظيف سطحها من الصدأ والشوائب بواسطة فرشاه.

٤. ضع قطعة العمل (الصاج) على التزجه تحت مستوى النظر.

٥. قم بمراجعة الرسم التنفيذي للشغلة.

٦. قم بشنكرة خط القطع المطلوب تنفيذه على اللوح المعدني باستخدام كلا من مسطرة القياس وشوكة العلام أو الطباشير كما هو موضح في (شكل رقم ١٤٩) ثم قم بعمل ذنب على طول خط العلام باستخدام ذنبه العلام والمطرقة.



شكل رقم ١٤٩: شنكرة خط القطع

٧. جهز مكان العمل واحضر معدات القطع بالبلازما وشغل شفاط التهوية.

شكل رقم ١٥٠: تجهيز مكان العمل وتشغيل شفاط سحب الأدخنة

٨. قم بتثبيت قطعة العمل على التزجه، بحيث يكون خط القطع موازيا لحافة التزجه ويبعد عنها مسافة كافية في حدود ٤-٥ سم للسماح باندفاع قوس القطع وللحفاظ عليها التزجة من التلف.

٩. جهز واضبط مجموعة القطع بقوس البلازما باختيار مقاس فوهة القطع المناسب للصلب الكربوني سمك ٥ مم، والتأكد من سلامة تثبيت الكترود التنجستن في موضعه وتمركزه داخل رأس القطع Cutting tip.

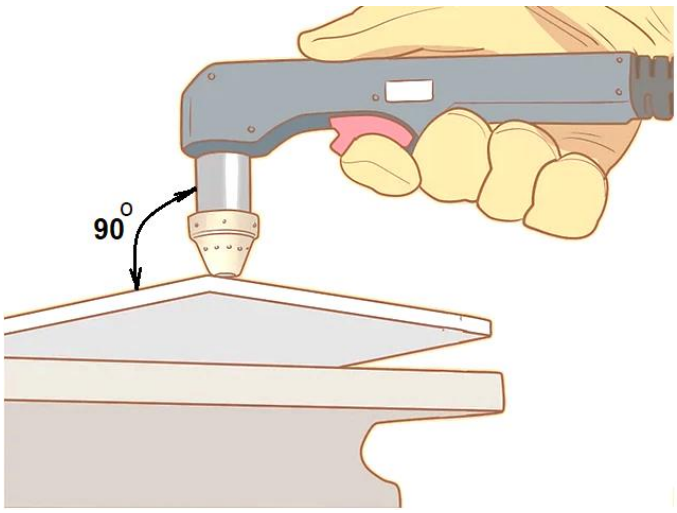
١٠. قم بتشغيل آلة القطع بالبلازما عن طريق مفتاح بدء التشغيل.

١١. اضبط تيار القطع، اعتمادا على سمك قطعة العمل ليكون في حدود ١٠٠ أمبير، والأفضل مراجعة كتالوج الماكينة المستخدمة لديك لتحديد التيار المناسب لسمك الشغلة.

١٢. اضبط مصدر الغاز المضغوط من الكمبريسور على ٦ بار (٩٠ رطل/بوصة المربعة).

١٣. امسك طورش القطع باليد اليمنى.

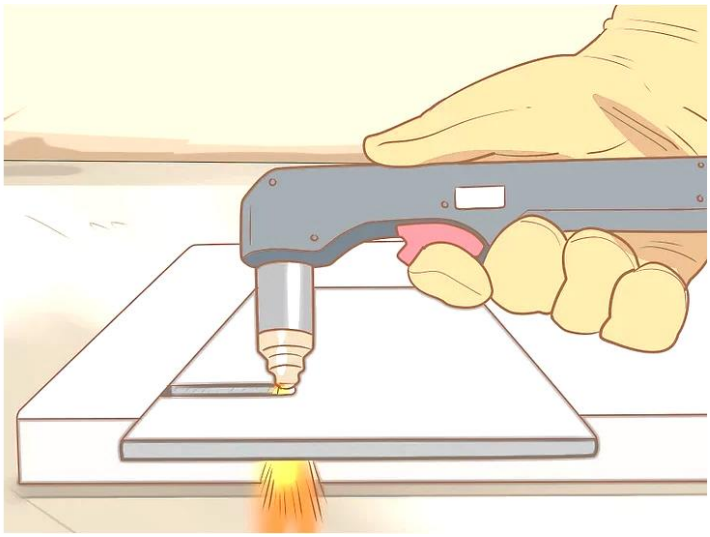
١٤. أضبط زاوية ميل طورش البلازما في حدود ٩٠° توجيه رأس نواه اللهب إلى بداية خط القطع عند طرف الشغلة مع الحافظ على أن تكون الفجوة بين فوهة بوري القطع وقطعة العمل على بعد يتراوح من ٣-٥ مم.



شكل رقم ١٥١: ضبط زاوية ميل طورش القطع وضبط المسافة

١٥. اضغط زر طورش القطع ليتشكل قوس البلازما المطلوب للقطع بين الطورش والشغلة وتنشأ بركة الانصهار.

١٦. حرك طورش القطع لبدء عملية القطع ببطء وبسرعة منتظمة على خط العلام بهدف الحصول على قطع سليم ويجب التأكد اندفاع قوس القطع من أسفل قطعة العمل كما هو مبين في (شكل رقم ١٥٢).

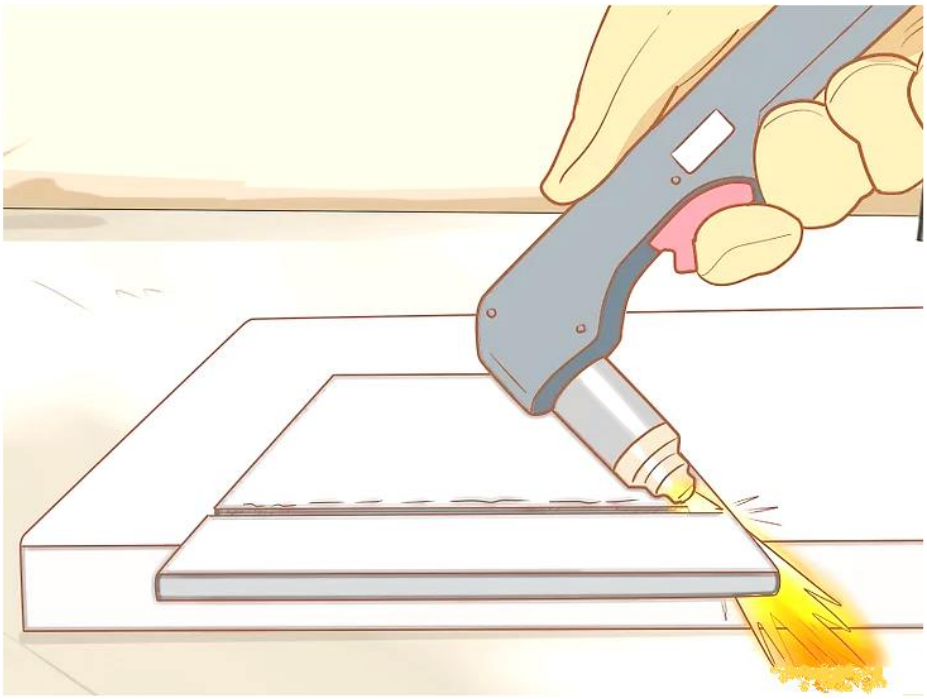


شكل رقم ١٥٢: القطع بطورش البلازما

ملحوظة:

- إذا لم يشعل القوس من ثلاث محاولات، فيجب التحقق من تآكل الالكترود أو فوهة الطورش.
- تتشكل أعلى درجة حرارة للشعلة بالقرب من الفوهة.
- تحريك طورش القطع بسرعة عالية ينتج عنه قطع غير مكتمل لجزء ما، أما التحريك بسرعة بطيئة جدا يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة المعدن وحدوث حرق زائد به.
- إذا لم يظهر قوس القطع أسفل الشغلة فيدل ذلك على انخفاض قيمة التيار المستخدم للقطع أو تحريك الطورش بسرعة عالية أو أن القوس مائلا وليس متعامد على الشغلة.

١٧. عند الوصول لنهاية خط القطع، قم بإمالة طورش البلازما قليلا في اتجاه حافة الشغلة كما هو مبين في (شكل رقم ١٥٣) أو توقف قليلا عند حافة الشغلة قبل ترك زر الإشعال.



شكل رقم ١٥٣: إمالة طورش القطع عند الوصول لنهاية خط القطع

١٨. بعد الانتهاء من القطع، أطفئ الشعلة وقم بتبريد الطورش بجعل الهواء يمر لمدة ٣٠ ثانية به أو يمكن تبريده في السائل.

١٩. قم بفصل مفتاح التشغيل للماكينة وإغلاق ضاغط الهواء.

٢٠. قم برفع الشغلة بواسطة اللقط وتبريدها وتجفيفها.

٢١. قم بتنظيف خط القطع بالفرشاة السلك.

٢٢. اكشف على حالة القطع بالنظر (عند اللزوم حسب تعليمات المدرب) لكشف العيوب.

٢٣. قم إعادة وإصلاح عملية القطع إن كان بها عيوب عند الفحص.

٢٤. قم بتسليم قطعة العمل للمدرب لإجراء عملية التقييم.

٢٥. قم بفصل الكهرباء عن الماكينة من منبع التيار وإغلاق وحدة القطع بالأسلوب الصحيح وبشكل أمن.

٢٦. قم بطي الخراطيم وتعليق طورش القطع في المكان المخصص له.

٢٧. 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	يجهز مكان وأدوات العمل			
٣	ينظف قطعة العمل (الصاج) بشكل سليم			
٤	يفحص معدات القطع بالبلازما قبل التشغيل			
٥	يضبط ضغط الهواء الخارج من للكمبورويسر			
٦	يشغل ماكينة البلازما ويختار تيار القطع المناسب لنوع معدن وسمك قطعة العمل			
٧	يتأكد من سلامة الكترود التنجستن الموجود بطورش البلازما			
٨	يختار فوهة القطع المناسبة لسمك جدار اللوح المعدني			
٩	يثبت طورش القطع على مسافة صحيحة لتوليد قوس مناسب لعملية القطع			
١٠	يمسك طورش القطع بالبلازما بزاوية ٩٠ درجة أثناء القطع			
١١	ينفذ القطع بشكل صحيح على طول خط العلام			
١٢	يفحص عيوب القطع ويعالجها إن وجد			
١٣	يقوم بتنظيف مكان العمل وإعادة الأدوات إلى أماكنها			

جدول رقم ٢١: معايير تقييم أداء المتدرب

توقيع المدرب

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

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب الأجزاء التالية:

- معدات القطع بقوس البلازما
- قطعة من الحديد (الصلب منخفض الكربون) مقاس (١٠٠ X ١٠٠ X ٥ مم)

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

- شنكرة خط القطع وعمل ذنب على طول الخط
- إشعال وضبط قوس البلازما
- عمل قطع في قطعة العمل تحت مستوى النظر

قائمة المصطلحات العلمية

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية
تيار متغير (متردد)	Alternating Current (AC)
آلي	Automatic
الحام المونة	Brazing
اللهب المكربن	Carbonizing Flame
سنبك العلام	Centre Punch
عملية التكسية	cladding
ضاغط (كباس)	Compressor
الشروخ (الشقوق)	Cracks
مشعل القطع	Cutting Torch
تيار مستمر	Direct Current (DC)
كمامة	Dust Mask
سدادات أذن	Ear Plugs
قطب (الكترود)	Electrode
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 (الشاكوش)	Hammer
الهشيم (الاحتراق للصهر)	kindling
لمبة بيان	Led
يدوي	Manual
متر القياس	measuring tape

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية
أكاسيد المعدن	Metal Oxides
ذائبة	Molten
محرك	Motor
اللهب المتعادل	Neutral Flame
نفاث (فونية)	Nozzle
القطع بالأكسي استلين	OAC
اللحام بالأكسي استلين	OAW
اللهب المؤكسد	Oxidizing Flame
أدوات الحماية الشخصية	Personal Protective Equipment (PPE)
ماسورة	Pipe
قوس البلازما	Plasma Arc
قوس القطع بالبلازما	Plasma Arc Welding (PAC)
وحدة القطع الصغيرة بالبلازما "بلازر"	Plazar
حذاء الحماية (الأمان)	Protective (safety) boots
خوذة حماية للراس	Protective Helmet
منظم	Regulator
قفاز أمان	Safety Gloves
صمام أمان	Safety valve
غازات الحجب	Shielding gas
درع حماية	Shiled
اللحام بالقوس المعدني المحجب	SMAW
الحام القصدير	Soldering
متجمدة (متصلبة)	Soldified
حاجز الشرر	Spark arrestor
ولاعة بالشرر	Spark lighter
القدم الصلب	Steel Ruler

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية
تكسية الأسطح	surfacing
دوامة	Swirl
مفتاح	Switch
بنطة	Tack
طورش (مشعل)	Torch
التنجستن	Tungsten
لقط حدادي	Tweezer
صمام (محبس)	Valve
القدمة ذات الورنية	Vernier caliper
ملابس مرئية	Visual clothes
جذر اللحام	Weld Root
اللحام	Welding
أوضاع اللحام	Welding Positions
مشعل اللحام	Welding Torch
فرشاة سلك	Wire Brush

قائمة المراجع

المصادر العربية:

١. كتاب تكنولوجيا اللحام - الدكتور أحمد ذكى
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/