الباب الأول

1

اللحـــام

Welding

تمهيد

يمكن تفسير عمليات اللحام بأنها عمليات للوصل الدائم بين المعادن باستخدام الحرارة أو باستخدام الضغط والحرارة ، حيث تتخالط جزيئات القطع المراد وصلها ببعضها البعض عند منطقة التأثير ، وذلك عن طريق استخدام معدن إضافي أو بدونه، وعمليات اللحام هي وسيلة للحصول على وصلات قوية دائمة غير قابلة للفك .. وأيضا غير قابلة للتسرب ، حيث أنها تعطي نفس خواص المعدن الأساسي.

يناقش هذا الباب جميع عمليات اللحام المختلفة ، كاللحام بالصهر عن طريق استخدام الغاز ، ولحام القوس الكهربائي عن طريق استخدام التيار المتغير أو التيار المستمر ، ولحام الثرميت ، واللحام بالضغط والحرارة مثل اللحام الحدادي ، ولحام المقاومة الكهربائية .. مع عرض لمميزات وعيوب كل منهم علي حدة.

ويتعرض لطرق تجهيز غاز الاستيلين ، وشبكات الغاز المركزية والغرض من استخدامها ، وعمليات اللحام والقطع أسفل سطح الماء ، والأدوات والمعدات المستخدمة في جميع عمليات اللحام.

كما يتناول إجراءات الأمن والسلامة في جميع عمليات اللحام.

اللحـــام

Welding

للتعرف على الجانب العلمي في عمليات وصل المعادن باللحام ، فإنـــه يمكـــن تلخيص ذلك من خلال تأمل أي جسم معدني في درجة حرارته العاديـــة .. أي فـــي درجة حرارة الجو المحيط . نجد أن أساس تماسك هذا الجسم وعدم تفككه ، هو قـــوة الجذب المتبادلة بين الذرات المكونة لمادة هذا المعدن ، ومقاومة جزيئاته للانفصـــال عن بعضها البعض.

لذلك عند إجراء عملية وصل للأجزاء المعدنية المتشابهة عن طريق اللحـــام ، فأنه يجب العمل على تهيئة الأطراف المراد وصلا ، لكي تتقارب ذراتها مع بعضهما البعض ، وتتماثل ظروف كل منهما مع الجزء الآخر ، بحيث تتقارب الذرات وتتدمج أكثر ، ومن ثم فإن وصل هذه الأطراف سيكون أمراً حتمياً ، الذي سيؤدي إلى وصلة دائمة غير قابلة للتفكك.

تتميز عمليات اللحام بتحقيق الوصل الدائم بين الأجزاء ، والاقتصاد الكبير في المعدن المستخدم ، وتبسيط تصميم المنتجات .. وبالتالي سهولة تصنيعها وتجميعها ، بجانب الاقتصاد في الأيدي العاملة ، وزمن التشغيل ، الذي ينعكس على تخفيض ثمن المنتجات المصنعة.

تعتبر وسيلة الوصل باللحام من أفضل أنواع الوصلات الدائمة ، لـــذلك فإنهـــا حلت محل وسيلة الوصل بمسامير البرشام بشكل كبير ، بالإضافة إلى أنه في الوقـــت الحالي قد بدأت الأجزاء الموصلة باللحام تحل محل الأجزاء المشكلة بالطرق والسبك بنجاح.

تعريف اللحام :

هو وصل دائم للأجزاء المعدنية باستخدام الحـــرارة ، أو باســـتخدام الضـــغط

والحرارة معا.

ولكي تكون الوصلة بين الجزئين المراد لحامهما من الوصلات الجيدة ، فلا أن يكن هناك تقارب بين ذرت الجزئين المراد وصلهما حتى تتكون بلورات معدنية مشتركة تحقق ذلك الوصل ، والارتباط المثالي.

ومن خلال التسخين تتباعد الجزيئات عن بعضهما البعض ، وتنخفض قوى الجذب فيها ، وبازدياد التسخين تتباعد الجزيئات عن بعضهما أكثر فأكثر ، وتنخفض بالتالي قوة تماسكهما وترابطهما ، ويكون من السهل أن يتحرك أي جسم أخر خلالها ، ويسهل بذلك مزجها مع مادة متعجنة أخرى من نفس التركيب ، عن طريق استخدام معدن إضافي أو بدونه.

وعند تجمد منطقة الوصل يصير هذا المخلوط المتجانس من المادتين كتلة واحدة متماسكة . وعلى ذلك يمكن تفسير عملية اللحام بأنها وصل دائم للمعادن باستخدام الحرارة ، أو باستخدام الصغط والحرارة معا.

والغرض من عمليات اللحام المختلفة هو الحصول على وصلات قوية دائمة وغير قابلة للفك .. وأيضا غير قابلة للتسرب ، كما تعطي نفس خواص المعدن الأساسي.

تصنيف عمليات اللحام :

يمكن تصنيف عمليات وصل المعادن عن طريق عمليات اللحام المختلفة من حيث أسلوب اللحام إلى نوعين هما :-

أولا : اللحام بالصهر Fusion Welding

في عمليات اللحام بالصهر تستخدم مادة إضافية للحشو لملئ الفراغ المجهز بين الجزئين المراد وصلهما ، بحيث تكون مادة الحشو غالباً من مادة مماثلة لنوع معدن الأجزاء المراد لحامها ولها نفس الخواص.

ولإجراء عمليات اللحام بالصهر تسخن منطقة اللحام ، وكذلك مادة الحشو حتى تصل درجة الحرارة إلى درجة الانصهار ، عندئذ تنصهر مادة الحشو وتتساقط لتملأ الفراغ المجهز بالجزئين المراد لحامهما ، مختلطة مع المعدن المنصهر في منطقة التسخين . وتتم عملية الوصل باللحام عند تجمد المادة المنصهرة بمنطقة التسخين.

طرق للحام بالصهر : Ways Of Fusion Welding

توجد طرق مختلفة لعمليات اللحام بالصهر ، ويمكن تصنيفها حسب مصدر الطاقة الحرارية المستخدمة في تسخين الأجزاء المراد لحامها إلى الأنواع التالية :-

1. لحام الغاز.
2. لحام القوس الكهربائي.
3. لحام الكهرباء بالقوس المغمور.
4. لحام الثرميت.

ثانيا : اللحام بالضغط والحرارة Heat Pressure Welding

تعتمد هذه الطريقة على تسخين الأجزاء المراد وصلها باللحام حتى تصل إلى حالة التعجن ، ثم تتعرض منطقة التسخين إلى الضغط ، حيث يتم وصل الأطراف باللحام.

تتميز هذه الطريقة بعدم استخدام مواد حشو ، وبالتالي ضمان عدم تغيير التركيب الكيميائي لأطراف وصلة اللحام.

طرق اللحام بالضغط والحرارة :

توجد طريقتين أساسيتين للحام بالضغط والحرارة وهما كالآتي : -

1. لحام حدادة.
2. لحام المقاومة الكهربائية.

فيما يلي عرض لجميع طرق اللحام .. كل منهم علي حدة.

اللحام بغازات الاحتراق

Gas Welding

تستخدم الغازات بصفة خاصة في وصل المعادن المتشابهة التي يتراوح سمكها ما بين 2 إلى 50 ملليمتر ، وأيضا للحالات التي يتعذر فيها الوصول بسهولة إلى مواضع الوصلات المراد لحمها.

في هذا الأسلوب تصهر الأطراف عند المواضع المراد وصلها بواسطة لهب غازي ناتج عن احتراق غاز مختلط مع أكسوجين نقي ، حيث تصل حرارة اللهب إلى عدة آلاف من الدرجات المئوية ، وقد يستخدم الهواء بدلا من الأكسوجين في حالة لحام الرصاص.

يفضل في أسلوب اللحام بالغاز استخدام الاستيلين أو الهيدروجين وقودا غازياً ، كما قد يستخدم أحد غازات الاحتراق الأخرى مثل غاز الاستصباح – غاز المدن – غاز الميثان – غاز البروبان – بخار البنزين.

جدول 6 – 1 يوضح مجالات استخدام غازات الوقود المختلفة ، كما يوضح أهمية غاز الاستيلين وتميزه على الغازات الأخرى.

جدول 6 – 1

مجالات استخدام غازات الوقود المختلفة

غاز الوقود	درجة حرارة اللهب بالدرجة المئوية	أقصى تخانة للوح الصلب بالملليمتر لتناسب الغاز
غاز المدن	1700	3
الهيدروجين	1900	7
الميثان	2000	7
الغاز المائي	2300	8
بخار البنزين	2700	12
الأستيلين	3200	50

لمحة تاريخية عن الإستيلين :

غاز الأستيلين هو ناتج عن تركيب كيميائي لعنصرين هما الكربون والهيدروجين ، وقد اكتشفه لأول مرة أدموند ديفي في عام 1835 ميلادية ، لكن طريقته في تصنيع الغاز كانت بطيئة جدا ، هذا بالإضافة إلى تكاليفها المرتفعة.

وفي عام 1892 م ، أجرى المخترع الكندي توماس . ل . ويلسون تجارب في ورشته من خلال تسخين حجر جيري مع فحم الكوك في فرن كهربائي . وانتهت تجربته بالفشل ، وعندما أفرغ النفاية في وعاء صغير خلف ورشته ، حدثت حالات تلوث عن تسرب غاز ، وقد كان الغاز المتسرب ناتج عن تفاعل بين عناصر نفاية التجارب ، وتبين أن هذا الغاز هو غاز الاستيلين.

وبهذه الصدفة تم اكتشاف طريقة غير مكلفة لتصنيع غاز الاستيلين.

اللحام بغاز الاكسي إستيلين

Oxy – Acetylene Welding

اللحام بالغاز يسمى أيضا اللحام الذاتي ، حيث تنصهر المعادن عند موضع اللحام بلهب شديد الحرارة لأحد غازات الاحتراق مثل الاستيلين – الهيدروجين – البروبين – الغاز الطبيعي (غاز الاستصباح).

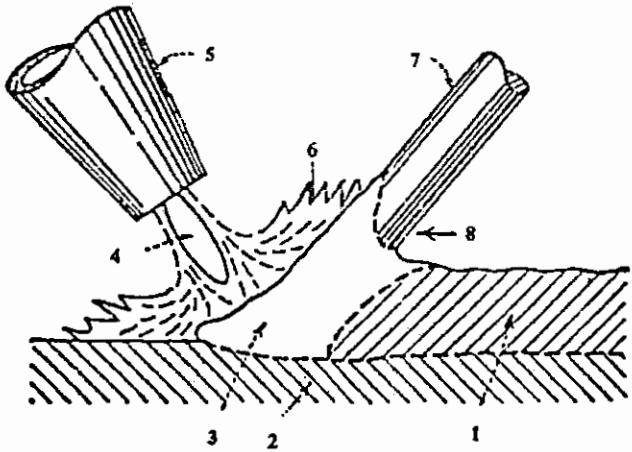
ويستخدم في اللحام غاز الاستيلين بالدرجة الأولى وذلك لمميزاته العديدة مثل ارتفاع شدة حرارة لهبه – ارتفاع سعته الحرارية – فضلا عن سهولة تحضيره وانخفاض تكاليفه.

تصهر الأجزاء المراد وصلها باللحام باستخدام اللهب الناتج عن احتراق خليط غاز الاستيلين والأكسوجين . ويسمى اللحام في هذه الحالة بلحام الاكسي استيلين . تصل درجة الحرارة المتولدة من هذا الخليط إلى حوالي 3300°م.

تجري عملية اللحام بإعداد أطراف الأجزاء المراد وصلها بالشكل المطلوب ،

وتنظيفها جيدا ، ثم يسخن موضع اللحام حتى ينصهر المعدن المعرض له ، وحينئذ يضاف سلك حشو من مادة تشبه المعدن الأصلي على هيئة سيخ لحام ينصهر طرفه كما هو موضح بشكل 6 – 1 وبفعل شدة حرارة اللهب ، ينصهر طرف سلك اللحام ويختلط مع المعدن المنصهر حتى يمتلئ الفراغ المجهز في منطقة اللحام.

يبعد اللهب وتترك وصلة اللحام حتى تتجمد ، بذلك يتم وصل الأجزاء المراد لحامها اتصالا دائماً .. أي بوصلة اللحام المطلوبة.



شكل 6 – 1

اللحام بلـيب الاكـسي استيلين

1. معدن اللحام المتجمد.
2. معدن الشغلة الأساسي.
3. معدن اللحام المنصهر.
4. المخروط المضيء .. يسمي أيضاً بمنطقة النواة ، أو بالشـمعة المضـيئة ، أو بالسهم المضيء.
5. فوهة المشعل.
6. غلاف اللهب.
7. سلك اللحام.
8. اتجاه اللحام.

تجهيز غاز الإستيلين : Preparation Of Acetylene Gas

غاز الاستيلين هو مركب كيميائي ينشأ من تفاعل الماء مع كربيد الكالسيوم في مولد خاص ، ويعبأ في أسطوانات مصنوعة من الصلب ، ويتداول في شكل أسطوانات مفردة ، أو حزمة أسطوانات . ونادراً استخدام مولدات في الورش.

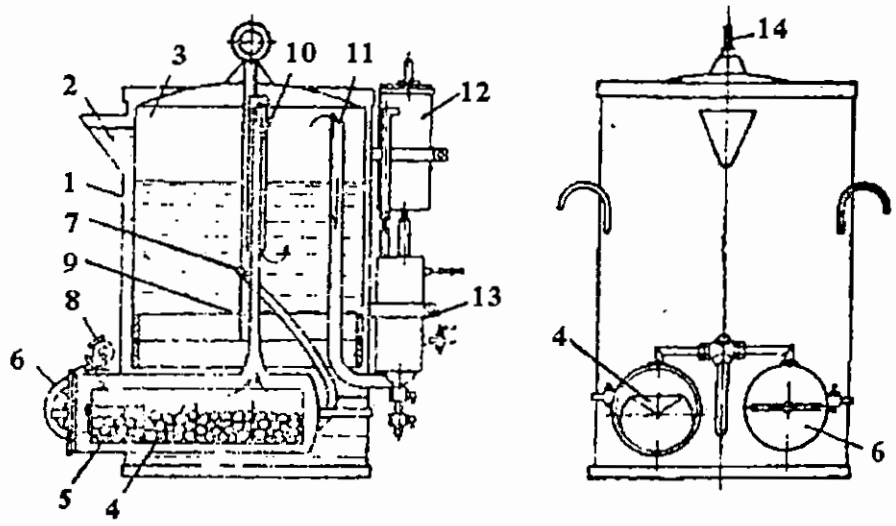
ومولدات الاستيلين قد تكون ثابتة أو متنقلة ، والمولدات المتنقلة ذات أبعاد صغيرة، يصل إنتاجها إلى 300 لتر من الاستيلين في الساعة ، ويستعمل المولد المتنقل في عمليات اللحام لبوري واحد فقط ، وينقل عند اللزوم إلى مكان العمل.

تنقسم مولدات الاستيلين حسب طريقة تفاعل الماء مع كربيد الكالسيوم إلى نوعين (الماء مع كربيد الكالسيوم) ، أو (كربيد الكالسيوم مع الماء) . وشكل 6 – 2 يوضح رسم تخطيطي لمولد استيلين متنقل يعمل بمبدأ الماء مع كربيد الكالسيوم.

ويمكن تلخيص عمل هذا المولد من خلال ملئ جسم المولد 1 بالماء عن طريق القمع 2 ، وبضغط الناقوس 3 العائم في الماء على الغاز بثقله ، يجرى شحن كربيد الكالسيوم في الخزان 4 المركب بالوعاء 5 المغلق إغلاقا محكما بواسطة الباب 6 ، وتنظم كمية المياه المندفعة إلى الوعاء من الماسورة 7 عن طريق المحبس 8 . وينصرف الاستيلين المتكون بالوعاء خلال الماسورة 9 بأسفل الناقوس ، من خلال الجزء الأسفل من الغطاء 10 ، حيث يتجه إلى الماسورة 11 إلى منظف الغاز 12 ثم إلى الصمام المائي 13 . ويسرى غاز الاستيلين من الصمام المائي إلى الخرطوم المتصل ببوري اللحام.

يتصل الناقوس 3 بصمام أمان 14 الذي يقوم بتصريف الاستيلين إلى الجو ، في حالة امتلاء الناقوس بالاستيلين أكثر من اللازم . ويعتبر الصمام المائي ضروري لتجنب احتمال انفجار الاستيلين بالناقوس عند سريان اللهب في الاتجاه العكسي لحركة تيار الاستيلين.

يصل إنتاج المولد المتنقل ذي التصميم المذكور والموضح بالشكل التالي نحـو 1000 لتر استيلين / ساعة ، ويعتبر هذا المولد من الأجهزة المنخفضة الضغط.



شكل 6 – ٤

رسم تخطيطي لمولد استيلين متنقل

1. جسم المولد.
2. قمع.
3. ناقوس عائم.
4. خزان.
5. وعاء.
6. باب.
7. ماسورة.
8. محبس.
9. ماسورة.
10. غطاء.
11. ماسورة.
12. منظف الغاز.
13. صمام مائي.
14. صمام أمان.

أسباب استخدام غاز استيلين في اللحام :

السبب الأساسي في استخدام غاز الأكسوجين النقي بدلا من الهواء الجوي فـي حرق الغازات القابلة للاشتعال ، هو الحصول على أكبر طاقة حرارية ممكنـة فـي منطقة القطع.

أما الغازات القابلة للاشتعال فهي متعددة مثل الاستيلين – الهيدروجين – البروبين – البروبيلين – الغاز الطبيعي (غاز الاستصباح) ..... وغيرها.

والسبب في استخدام غاز الاستيلين في عمليات اللحام هو أنه غاز شديد الاشتعال ، ومن خواصه أنه يولد أقصى طاقة حرارية ممكنة عند خلطه بالأكسوجين ، لتتراوح درجة حرارة اللهب في منطقة اللحام إلى ما بين 3200 إلى 3500 °م ، وذلك حسب نسبة خلط الأكسوجين مع الاستيلين . بينما تصل درجة حرارة اللهب في منطقة اللحام عند استخدام غاز الأكسوجين مع الهيدروجين إلى حوالي 2750 ° ، لذلك فإن غاز الاكسي استيلين يعتبر من أكثر الغازات القابلة للاشتعال استخداما في عمليات اللحام والقطع.

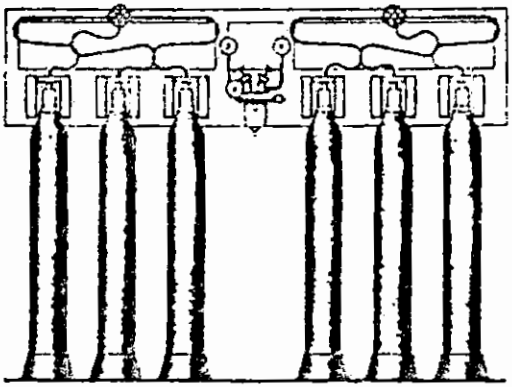
شبكات الغاز المركزية : Central Gas Networks

تستخدم عادة معدات اللحام بالاكسي استيلين التي تحتوي عل أسطوانة أكسوجين وأخرى استيلين في الحالات التي يكون فيها العمل محدود مثل الورش الصغيرة ، أو عند انتقال العمل إلى أماكن بعيدة.

وعندما يكون عدد الفنيين المشتغلين بعمليات اللحام بأعداد كبيرة ، يكون الحاجة إلى استخدام الاستيلين بمعدل استهلاك أعلى من المعدل العادي ، في هذه الحالة يفضل استخدام طريقة النظام المضاعف ، من خلال استخدام مجموعة من أسطوانات الاستيلين في منطقة مركزية كما هو موضح بشكل 6 – 3 التي تسمى بشبكة الغاز المركزية أو بالبطارية ، وذلك باتصال الأسطوانات مع بعضها البعض على التوازي ، وتفضل هذه الطريقة كمصدر للاستيلين في عمليات اللحام بدلا من مولدات الاستيلين.

تستخدم هذه الطريقة في بعض المدارس والمعاهد الصناعة وكليات الهندسة التي يوجد بها أقسام لحام بالاكسي استيلين.

ومن الطبيعي وصـــول الغازات إلى مناطق العمل عن طريق شـبكة أنابيـب معدنية ، ثم خراطيم ، ويمكن التحكم في ضغط الغازات المسـتخدمة عـن طريـق صمامات بوري اللحام.



شكل 6 – 3

شبكات الغاز المركـــزية (البطارية)

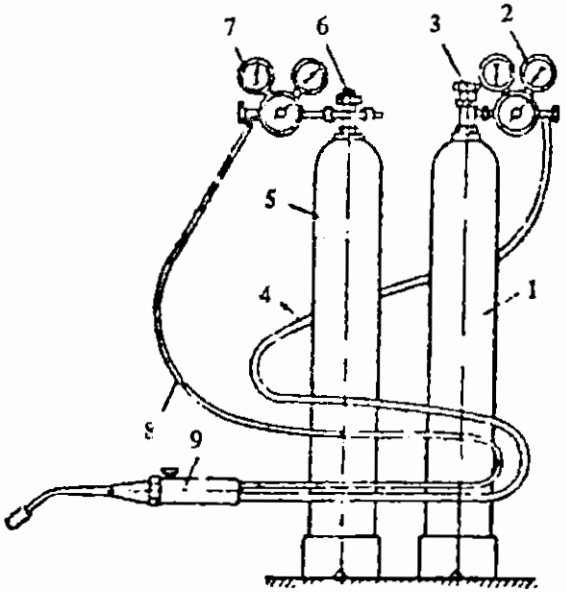
مميزات شبكات الغاز المركزية :

تتميز طريقة استخدام شبكات الغاز المركزية التـي تسـمى بطريقـة النظـام المضاعف بعدة مميزات أهمها الآتي :-

1. عدم خروج الأسيتون مع الاستيلين.
2. إمكانية زيادة معدل استهلاك غاز الاستيلين.
3. تعتبر هذه الطريقة أكثر أمناً من الطرق الأخرى.
4. وجود منطقة العمل خالية من أسطوانات الغاز.

الأدوات والمعدات لحام الاكسي استيلين

يجرى عادة في المصانع الإنتاجية والورش الكبيرة تحضير غاز الاستيلين في مولدات خاصة ، ويتم تغذية شبكات الغاز عن طريق توصيلات آمنة لتزويد الورشة بالغاز اللازم والمستخدم في عمليات اللحام ، وقد يستخدم الغاز عن طريق أسطوانات الغاز ، لذلك فقد صممت معدات لاستخدامها في عمليات اللحام بالورش الصغيرة وبالأماكن المختلفة ، وتتمثل هذه المعدات لموضحة بشكل 6 – 4 من تجهيزات أساسية لعمليات اللحام بالغاز . تتميز هذه التجهيزات بسهولة نقلها إلى أي مكان.



شكل 6 – 4

معدات اللحـــام بالاكسي استيلين

1. أسطوانة الأكسوجين.
2. مبين ضغط الأكسوجين.
3. محبس أسطوانة الأكسوجين.
4. خرطوم الأكسوجين.

5. أسطوانة الاستيلين.
6. محبس أسطوانة الاستيلين.
7. مبين ضغط الاستيلين.
8. خرطوم الاستيلين.
9. مشعل اللحام .. (بوري اللحام).

أسطوانات الأكسوجين : Oxygen Cylinders

يحضر الأكسوجين من خلال ضغط الهواء وتبريده ، ثم يفصل الأكسوجين ويعبأ في أسطوانات تحت ضغط 150 جوي ، ويتداول الأكسوجين بشكل غازي في أسطوانات بأحجام مختلفة .

تصنع أسطوانات الأكسوجين من الصلب بدون لحامات ، هيكلها أجوف ، ينتهي الجزء الأسفل للأسطوانة بقاعدة لسهولة وضعها بشك رأسي ، أما الجزء العلوي فهو يحتوي على عنق أسطواني بأسنان قلاووظ باتجاه يميني ، يركب على القلاووظ صمام للفتح والغلق.

تتميز أسطوانات الأكسوجين بتحملها للضغوط العالية جدا ، حيث تعبأ الاسطوانة العادية سعة 40 لتر بضغط 150 جوي . ويمكن التعرف على تحمل الأسطوانة للضغوط العالية جدا ، من خلال حساب سعة الأسطوانة من المعادلة التالية :-

كمية الأكسوجين بالأسطوانة = سعة الأسطوانة × ضغط الأكسوجين

= 40 لتر × 150 جوي = 6000 لتر أكسوجين

ولتوفير أجور النقل الباهظة لأسطوانات الأكسوجين ، يورد الأكسوجين إلى كبار المستهلكين في الحالة السائلة عن طريق سيارات صهاريج ، ثم يحول الأكسوجين من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية عن طريق مبخر ، وهو جهاز خاص لتحويل

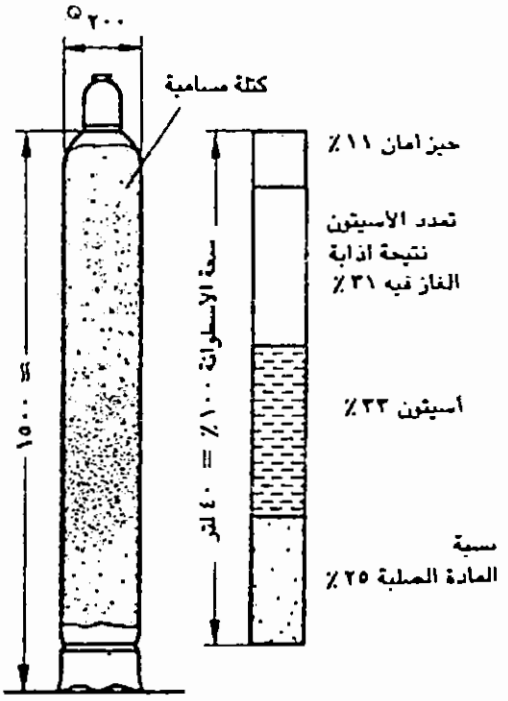
الأكسوجين السائل إلى غاز على البارد.

أسطوانات الإستيلين : Acetylene Cylinders

تصنع أسطوانات الاستيلين الموضحة بشكل 6 – 5 من الصلب المسحوب بدون لحامات ، وتزود كل أسطوانة بصمام ضغط عالي . هيكل الاسطوانة غير مجوف كما هو الحال باسطوانة الأكسجين . ينتهي الجزء الأسفل للأسطوانة بقاعدة لسهولة وضعها بشكل رأسي ، أما الجزء العلوي ، فهو يحتوي على عنق أسطواني بأسنان قلاووظ باتجاه يساري ، يركب على القلاووظ صمام للفتح والغلق ، ثم منظم للتحكم في ضغط الغاز للحصول على ضغط منتظم بغض النظر عن وجود الأسطوانة سواء كانت ممتلئة بالغاز أم فارغة.

تبلغ سعة اسطوانة الاستيلين العادية 40 لتر ، وتعبأ تحت ضغط 15 جوي ، ويذاب الاستيلين داخل الاسطوانة في الأسيتون لمنع تحلله منها تحت هذا الضغط العالي ، كما تملأ الأسطوانة من الداخل بكتلة أو بمادة مسامية (قطر المسام 0.3 ملليمتر على الأكثر) وذلك لمنع تحلله نهائيا ، ومن ثم فإن غاز الاستيلين في هذه الحالة لا يكون غاز حر داخل الأسطوانة ، وإنما يشكل محلول الاستيلين مع الأسيتون وهو سائل أو مزيج غير قابل للانفجار.

تبلغ نسبة المادة الصلبة في الكتلة المسامية 25 % ، بينما تشكل المسام (الفراغات) 75 % منها . تمتص هذه الكتلة الأسيتون كالإسفنج ، وينتشر الأسيتون على مساحة كبيرة نتيجة توزيعه في المسام العديدة ، مما يسهل إذابة الغاز عند تعبئة الأسطوانة ، كما يساعد على اندفاعه عند استخدامه.



شكل 6 – 5

أسطـــوانة الاستيلـــين

يتميز الأسيتون بإذابته لكميات كبيرة من الاستيلين عند ارتفاع الضغط ، ويمكن إذابة 2 لتر من الاستيلين في لتر واحد من الأسيتون عند درجة حرارة 15°م تحـت ضغط واحد جوي.

فإذا كان حجم الأسيتون 13 لتر وضغط التعبئة 15 جوي ، بذلك يمكن حساب كمية الاستيلين المذابة داخل الاسطوانة من خلال المعادلة التالية :-

كمية الاستيلين المذابة بالأسطوانة =

25 لتر استيلين × 13 لتر أسيتون × ضغط 15 جوي = 4875 لتر

هـذا يعني أن أسـطوانة الاستيلين التي سـعتها 40 لتر ، تحتوي على غـاز قدره 4875 لتر غاز تحت ضغط الجوي العادي.

طرق التعرف على أسطوانتي الأكسجين والاستيلين :

يمكن التعرف بسهولة وبمجرد النظر على أسطوانة الأكسوجين أو على أسطوانة الاستيلين .. وذلك من خلال مواصفات كل منهما ، وجدول 6 – 2 يبين مواصفات كل من أسطوانة الأكسوجين وأسطوانة الاستيلين ومقارنة بينهما.

جدول 6 – 2

مقارنة بين أسطوانة الأكسوجين وأسطوانة الاستيلين

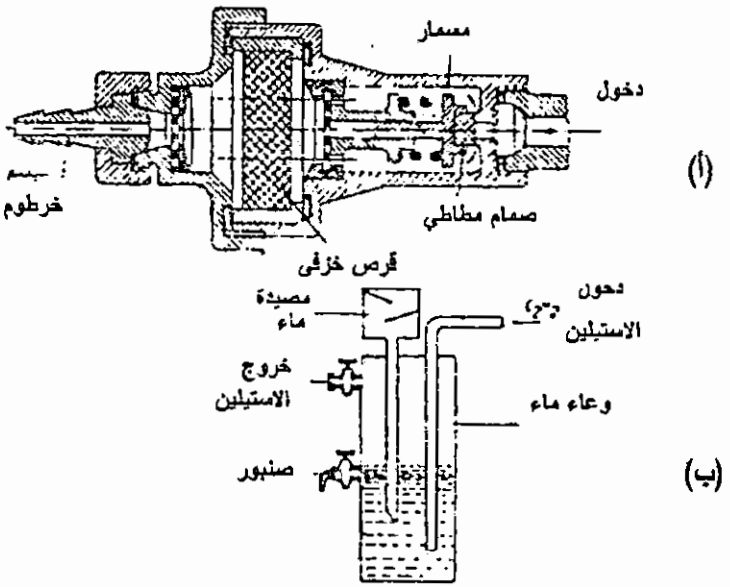
المواصفة	أسطوانة الأكسوجين	أسطوانة الاستيلين
اللون	تطلى الأسطوانة بالكامل أو الجزء العلوي فقط بطلاء باللون الأزرق الغامق	تطلي الأسطوانة بالكامل أو الجزء العلوي فقط بطلاء باللون الأبيض
صمام الفتح والغلق	أسنانه بقلاووظ باتجاه يميني	أسنانه بقلاووظ باتجاه يساري
الطول	بارتفاع كبير	بارتفاع صغير
القطر	ذات قطر صغير	ذات قطر كبير

صمامات الأمان : Safety Valves

هي صمامات تركب على أسطوانات الغاز بصفة عامة ، وأسطوانات الاستيلين بصفة خاصة . تغطى هذه الصمامات بأغطية طويلة للمحافظة عليها ولحمايتها أثناء نقلها.

تستخدم هذه الصمامات في تأمين عدم انعكس اللهب .. أي عدم رجوع اللهب أو أي شرارة من مكان اللحام إلى وصلات الأسطوانة.

توجد أنواع مختلفة من صمامات الأمان ، يمكن تقسيمها إلى نوعين أساسيين ، النوع الأول صمام جاف موضح 6 – 6 (أ) ، أما النوع الثاني فهو صمام يعمل بالماء شكل 6 – 6 (ب).



شكل 6 – 6

نماذج مختلفة لصمامات الأمان

(أ) صمام جاف.

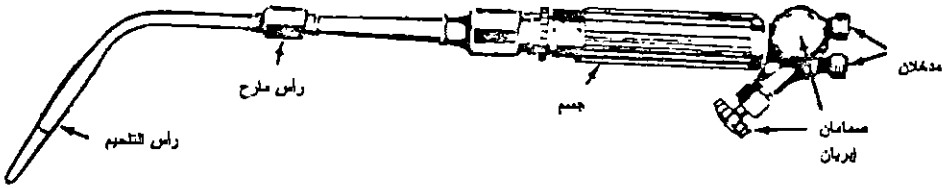
(ب) صمام يعمل بالماء.

مشعل اللحام : Welding Torch

يسمى بالوسط الفني بعدة أسماء مترادفة مثل بوري اللحام – حراق اللحام – لمبة اللحام – مشعل اللحام.

وهو الجهاز الذي يختلط فيه كل من الأكسوجين والاستيلين ، ويمكن التحكم في النسبة بين الغازين وخلطهما ليخرج المخلوط من فوهة ضيقة على شكل لهب لحام .. هذا يعني أنه الأداة الأساسية للتحكم في نوع اللهب وتوجيهه إلى المنطقة المراد لحامها.

يتكون مشعل اللحام الموضح بشكل 6 – 7 من الأجزاء التالية :-



شكل 6 – 7

مشـــعل اللـــحام

1. مدخلان لتزويد المشعل (البوري) بالأكسوجين والاستيلين.
2. صمامين للتحكم في ضبط انسياب الغازات حسب قوة اللهب المطلوبة.
3. الجسم وهو المقبض الذي يمسك به فني اللحام.
4. رأس مازج لخلط الغازات بالمقادير الصحيحة.
5. رأس بوري اللحام المستدق ، لتركيز وتوجيه اللهب . توجد هذه الرؤوس بمقاسات متنوعة ، يمكن لفني اللحام استبدالها للحصول على أنواع متعددة من اللهب.

يصنع بوري اللحام من سبيكة من النحاس الأصـــفر ، تتميـــز هـــذه الســـبيكة بتوصيلها الجيد للحرارة ، ومقاومتها للصدأ ، و خواصها الميكانيكية الجيدة.

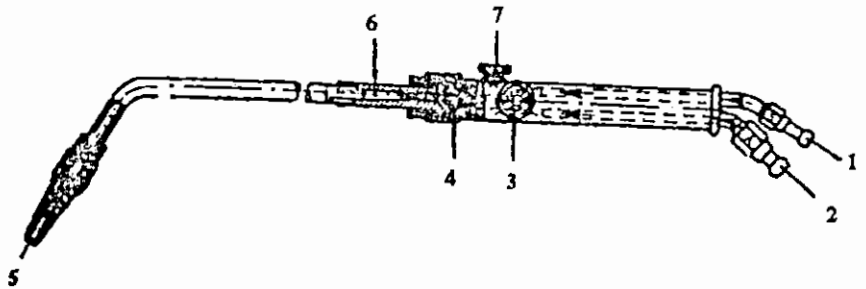
يوجد بمشعل اللحام مدخلان ، أحدهما لدخول الأكسوجين والآخر للاســـتيلين ، يمكن التحكم في كل منهما عن طريق محبس (صمام ابري) ، حيث يندفعا كـــل مـــن الأكسوجين والاستيلن إلى حجرة الخلط ، ليختلطا مع بعضهما البعض جيدا ، وينـــدفع الخليط من فوهة ضيقة التي تؤدي إلى سرعة اندفاع الخليط على شكل لهب قوي شديد الحرارة.

يرافق مع كل بوري مجموعة من رؤوس اللحام الاستبدالية ، وهي فونيات ذات فوهات ضيقة بسعاة مختلفة ، وسميت بالإستبدالية ، وذلك لسهولة اســـتبدالها ، حيـــث يختار الفني الرأس بالفوهة المناسبة التي تلائم سمك المشغولة المراد لحامها أو قطعها.

صممت مشاعل اللحام بنوعين أساسيين هما :-

أولا : المشعل الحاقن Injection Torch

المشعل الحاقن الموضح بشكل 6 – 8 يسمى أيضا بمشعل الضغط المنخفض . يستخدم في حالة اندفاع الاستيلين إلى المشعل عن طريق مولد استيلين مباشرة ، حيث يكون ضغط الاستيلين في هذه الحالة منخفض.



شكل 6 – 8

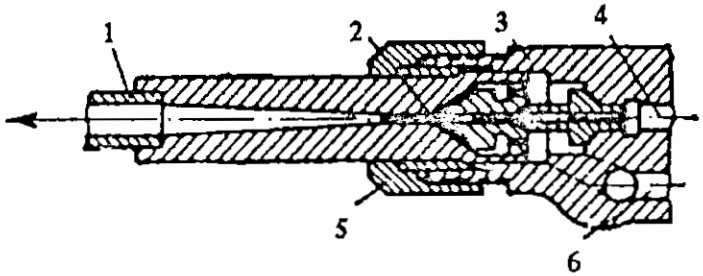
المشـــعل الحاقـــن

1. مدخل الغاز.
2. مدخل الأكسوجين.
3. محبس الأكسوجين.
4. غرفة الخلط.
5. الفوهة.
6. أنبوب خلط الغاز.
7. محبس الغاز.

نظرية عمل المشعل الحاقن : Theory Of Injection Torch Operation

يشتعل الاستيلين الخارج من فوهة المشعل بالكمية العادية الواردة من المولـد ، ولهذا السبب صمم هذا البوري بحيث يمر الأكسوجين من خلال ممر ضيق جدا يسمى بمخروط الحقن كما هو موضح بالرسم التخطيطي بشـكل 6 – 9 ليـزداد سـرعته وينخفض ضغطه ، ليحدث تخلخل للاستيلين ، في هذه الحالة يقوم الأكسوجين بسحب

الاستيلين بقوة أكبر من المولد ، ليكتسب الاستيلين سرعة أكبر ، ويختلطا الغازين في غرفة الحقن (مخروط الحقن) ، ليخرج المخلوط المتجانس بانتظام .. هذا يعني أن المشعل الحاقن يقوم بعمليتين في وقت واحد ، الأولى هي المعاونة على انخفاض الضغط ، أما العملية الثانية فهي خلط الاستيلين مع الأكسوجين في غرفة الخلط.



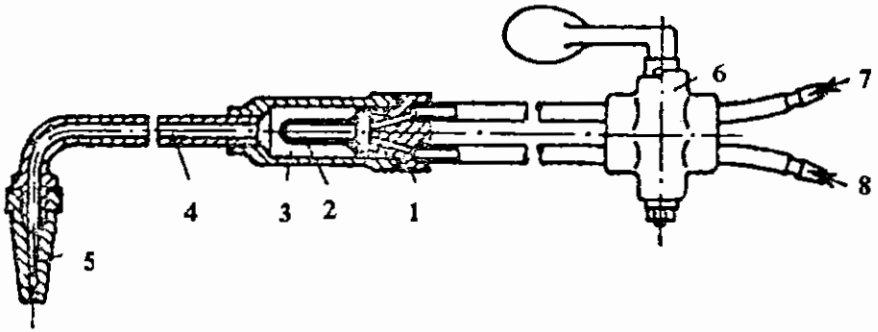
شكل 6 – 9

رسم تخطيطي لغرفة الخلط بمشعل حاقن (مشعل منخفض الضغط)

1. ماسورة الخلط.
2. فوهة مخروطية .. (فوهة المص).
3. مقبض أنبوبي.
4. وصلة الأكسوجين.
5. صامولة .. (غطاء).
6. وصلة الاستيلين.

ثانيا : مشعل الضغط المتعادل Equal Pressure Torch

يستخدم مشعل الضغط المتعادل الموضح بشكل 6 – 10 عند وجود غازي الأكسوجين والاستيلين بضغوط في حدود متقاربة ، والوصول إلى مرحلة الخلط المتجانس ، وخروج المخلوط من فوهة المشعل.



شكل 6 – 10

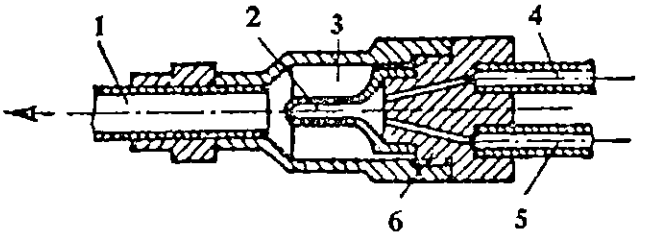
مشعل الضغـــط المتعادل

1. رأس الخلط.
2. فوهة الخلط.
3. غرفة الخلط.
4. أنبوبة خلط الغاز.
5. فوهة مخروطية.
6. صمام مغلق.
7. مدخل الوقود.
8. مدخل الأكسوجين.

نظرية عمل مشعل الضغط المتعادل :

Theory Of Equal Pressure Torch Operation

شكل 6 – 11 يوضح رسـم تخطيطي لغرفة خلط بمشعل ذي ضغط متعادل ، حيث يدخل الاسـتيلين من وصـلة غاز الوقود 5 ، بينـما يدخل الأكسـوجين مـن الوصلة 4 ، ويمران كلا الغازين بممرات برأس الخلط 6 ليختلطا في المنطقة 3 ، ثم يخرج المخلوط إلى فوهة الخلط 2 ، حيث يتم التجانس بينهما في الخلط ، ثـم يمـر المخلوط المتجانس إلى أنبوب الخلط 1 ، حيث يخرج من فوهة موقد الاشتعال.



شكل 6 – 11

رسم تخطيطي لغرفة خلط بمشعل ذي ضغط متعادل

1. أنبوبة الخلط.
2. فوهة الخلط.
3. غرفة الخلط.
4. وصلة الأكسوجين.
5. وصلة الوقود.
6. رأس الخلط.

الشروط الواجب توافرها في مشعل اللحام :

1. يصنع من معدن أو من سبيكة تتناسب مع طبيعة وظرف العمل.
2. مجهز بالوسائل التي تمكن من ضبط نسب الغازات بسهولة ، بحيث يحقق مخلوط متجانس من الغازين.
3. جميع وصلاته مقلوظة ، لسهولة الفك والتركيب لتنظيف الأجزاء الداخلية.
4. خيف الوزن بحيث يسهل حمله واستعماله ، ولا يكون مصدر لتعب وإرهاق فني اللحام.
5. سهل الصيانة.
6. تكاليفه مناسبة.

أسلاك اللحام :

تستخدم أسلاك اللحام كمادة إضافية لملئ الفجوات اللحامية ، بحيث تكون الأسلاك المستخدمة من نفس خواص المادة الأساسية للمشغولة.

مساعدات اللحام : Fluxes

وظيفة مساعدات اللحام هي حل الطبقة الاكسيدية ووقاية مصهور اللحام من التأكسد مرة أخرى . وتعتبر مساعدات اللحام ضرورية عند صهر حديد الزهر والمعادن الغير حديدية.

ويجب أن تكون نقطة انصهار مساعد اللحام أقل من نقطة انصهار معدن المشغولة، كما يجب أن تكون قابلية انتشار مساعد الصهر جيدة ، ووزنه النوعي أقل من الوزن النوعي للمعدن المراد لحامه.

ولا يحتاج لحام الصلب إلى مساعد لحام ، حيث يوفر الأثر الاختزالي لغازات اللهب وقاية جيدة ضد الأكسدة.

ملاحظة :

تحتوي مساعدات اللحام الخفيفة على مواد سامة ، لذلك يجب أخذ الحيطة عند استخدامها ، وغسل الأيدي جيدا بعد الانتهاء من عمليات اللحام.

منظمات الضغط : Pressure Regulators

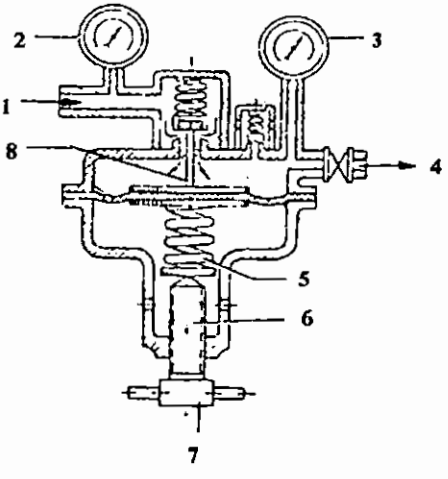
نظرا للضغوط العالية داخل أسطوانات الأكسوجين ، وعدم إمكان العمل بهذه الضغوط العالية ، الأمر الذي يتطلب ضرورة تخفيضها باستخدام منظمات ضغط ، التي تعمل على تخفيض هذه الضغوط إلى ضغوط التشغيل المناسبة في كل حالة.

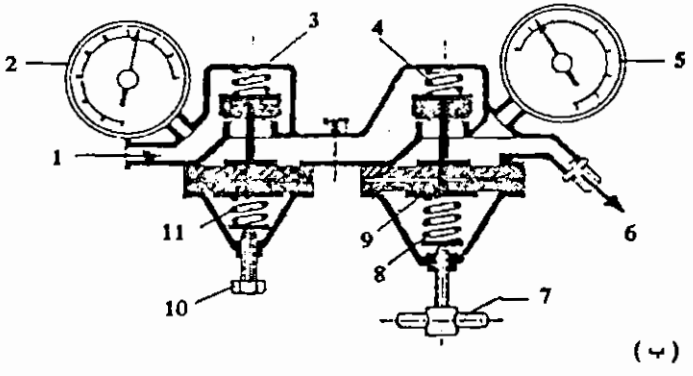
يركب مخفض الضغط الموضح بشكل 6 – 12 على صمام إغلاق الأسطوانة الذي يحتوي على آلية للتحكم في خفض ضغط الغاز الخارج من الأسطوانة ، وترتيبه أخرى لضبط ضغط الغاز المنخفض وفقاً لمتطلبات التشغيل.

يوجد نوعان أساسيان من هذه المنظمات ، النوع الأول الموضح بشكل 6 – 12 (أ) الذي يعمل على خفض ضغط الغاز الخارج من الأسطوانة على مرحلة

واحدة ، أما النوع الثاني الموضح بشكل 6 – 12 (ب) مصمم بحيث يجعل كل من نسبة الخلط الغازي ، وضغط التشغيل ثابتين باستمرار.

تختلف طريقة توصيل منظمات الضغط بأسطوانات الأكسوجين والاستيلين وذلك لاختلاف اتجاه سن القلاووظ بصمامي الإغلاق بكل منهما ، بحيث لا يوصل أي نوع من منظمات الضغط إلا بالأسطوانة التي صممت من أجله ، وبذلك يمكن تفادي الأخطاء المحتمل حدوثها.





شكل 6 – 12

الأنواع الأساسية لمنظمات الضغط

(أ) منظم تخفيض ضغط الغاز .. (يقوم بمهمته علي مرحلة واحدة).

1. دخول الغاز.
2. مبين يوضح ضغط الغاز عند الدخول من الأسطوانة.
3. مبين يوضح ضغط الغاز عند الخروج .. (ضغط الغاز المستخدم بعد تخفيضه).
4. خروج الغاز.
5. نابض لولبي ضغط .. (ياي ضغط).
6. مسمار لولبي زو سن دقيق اضبط ضغط النابض اللولبي.
7. مفتاح ضبط.
8. غشاء.

(ب) منظم تخفيض ضغط الغاز .. (يقوم بمهمته علي مرحلتين ، بحيث يجعل كل من نسبة الخلط الغازي وضغط التشغيل ثابتين باستمرار).

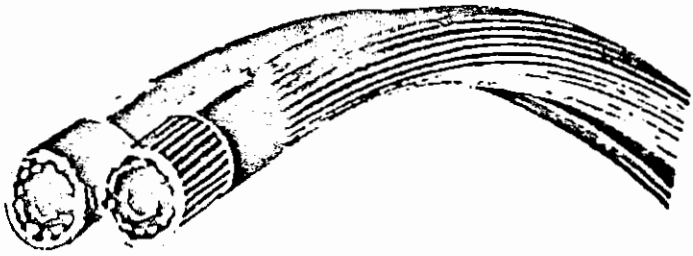
1. دخول الغاز.
2. مبين يوضح ضغط الغاز عند الدخول.
3. نابض لولبي ضغط .. (ياي ضغط).
4. نابض لولبي ضغط .. (ياي ضغط).
5. مبين يوضح ضغط الغاز عند الخروج .. (ضغط الغاز الثابت والمستخدم للتشغيل).
6. خروج الغاز.
7. مفتاح ضبط.
8. نابض لولبي ضغط .. (ياي ضغط).
9. غشاء.
10. مفتاح ضبط.
11. نابض لولبي ضغط .. (ياي ضغط).

خراطيم توصيل الغاز والأكسوجين : Gas and Oxygen Connection Hoses

تصنع خراطيم الغاز والأكسوجين الموضحة بشكل 6 – 13 من المطاط المدعم بنسيج خيوط القطن والنايلون ، وتبلغ أطوالها حوالي 5 متر على الأقل ،

صممت هذه الخراطيم بحيث تتحمل الضغوط العالية التي تصل إلى نحو 40 ضغط جوي . تتراوح أقطارها الداخلية ما بين 4 ملليمتر إلى 11 ملليمتر . يحكم تثبت الخراطيم من كلا طرفيها عن طريق حاصرات الخراطيم (قفزان معدنية) تجعلها من المستحيل الإفلات من مكانها.

ولمنع الأخطاء التي قد تحدث عند توصيل الخراطيم بأسطوانات الأكسوجين أو الاستيلين ، لذلك فقد صنعت الخراطيم المستخدمة في نقل غاز الاشتعال بلون أحمر ، أما خراطيم نقل الأكسوجين لونها أزرق ، هذا بالإضافة إلى أن القطر الداخلي لخرطوم الأكسوجين أصغر من القطر الد خلي لخرطوم غاز الاشتعال ، على الرغم من تساوي أقطارهما الخارجية.



شكل 6 – 13

خراطيم الغاز والأكسوجين

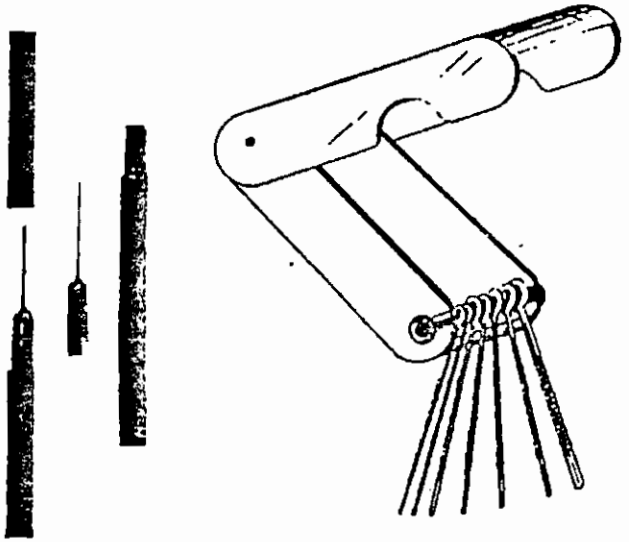
ونظراً لخطورة الغازات عند تسربها ، لذلك يجب مراجعة خراطيم الغاز والأكسوجين بشكل دوري ، والتأكد مكن عدم وجود أي تشققات أو أجزاء بالية ، أو وصلات غير محكمة ، تسمح بتسرب الغازات ، وعدم استعمال شريط لاصق كعلاج عند وجود تشققات بالخرطوم ، وذلك لعدم مقاومة الشريط اللاصق لضغط الغازات ، وحتى لا يؤدي ذلك إلى مخاطر جسيمة.

منظفات رؤوس اللحام : Welding Head Cleaners

ينبغي استخدام منظفات رؤوس اللحام المعتمدة من دور الصناعة المنتجة

لمشاعل اللحام ، عند تنظيف ثقوب الرؤوس (الفوهات الضيقة).

وشكل 6 – 14 يوضح أكثر أنواع منظفات رؤوس اللحام انتشاراً . صممت هذه المنظفات لتنظيف رؤوس اللحام دون إحداث توسيع أو خدوش في الثقوب.



شكل 6 – 14

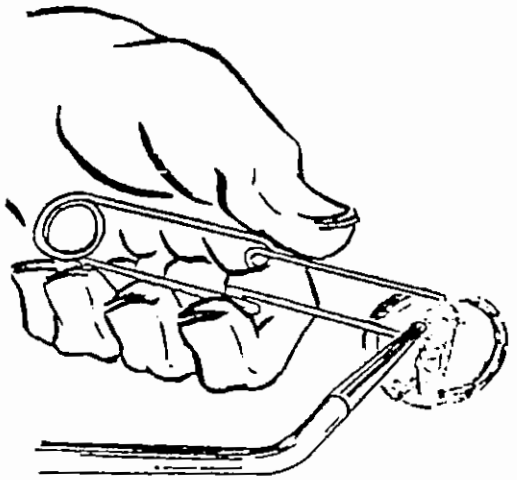
منظفات رؤوس اللحام

(أ) منظفات رؤوس اللحام ، تستخدم في إزالة الأوساخ العالقة بالثقوب.

(ب) مثاقب رؤوس اللحام ، تستخدم عند إنسداد الثقوب.

ولاعة احتكاكية : Friction Lighter

ينبغي استخدام الولاعة الاحتكاكية (القداحة) الموضحة بشكل 6 – 15 للحصول على الشرارة عند إشعال بوري اللحام ، وعدم استخدام عود كبريت ، أو استخدام بوري لحام مشتعل لإشعال بوري آخر . ففي الحالة الأولى تكون يد الفني قريبة جدا من اللهب ، ويمكن أن تصاب بحروق . أما الحالة الثانية فقد تكون مصدرا للانفجار.



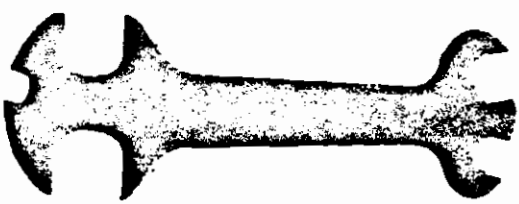
شكل 6 – 15

الولاعـــة الاحتكاكـــية

مفاتيح الربط : SPANNERS

عادة تزود دور صـــناعة معـــدات اللحام عملائها بمفاتـــيح رباط الموضـــحة بشكل 6 – 16 التي تتميز بالتصميم الجيد والحجم الصغير.

ينبغي أن تستخدم هذه المفاتيح عند تنظيف الأجزاء الداخلية ، وفـــي عمليـــات الصيانة ، وعدم استخدام مفاتيح الرباط القابلة للتعديل.



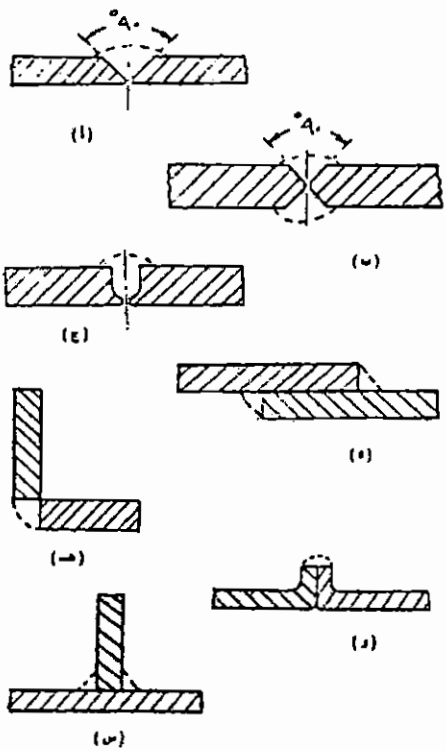
شكل 6 – 16

مفـــتاح الربـــط

وصلات اللحام

Welding Joints

توجد أنواع مختلفة من وصلات اللحام ، تحدد نوع الوصلة المناسبة وذلك حسب ظروف القطع المراد وصلها ، وقوة تحمل هذه الوصلة . ثم تجهز أطراف الأجزاء المراد لحامها بالأشكال والأبعاد المحددة لأنواع الوصلات المطلوبة ، حيث يحتاج كل نوع من هذه الوصلات إلى تجهيزات لأطرافها للحصول على فراغ بأبعاد خاصة في منطقة اللحام ، وتحدد أبعاد فراغات منطقة اللحام حسب قوة التحمل المطلوبة . ويتم تجهيز الأطراف المختلفة الأشكال عن طريق عمليات التشغيل بالقطع ، وشكل 6 – 17 يوضح أهم أنواع وصلات اللحام وهي كالآتي :-



شكل 6 – 17

أنواع وصلات اللحام

(أ)وصلة تناكبية من جهة واحدة :

تسمى هذه الوصلة بالوسط الفني (قورة على قورة) ، وتستخدم في حالة وصل الأجزاء التي يتراوح سمكها من 5 إلى 12 ملليمتر.

(ب) وصلة تناكبية من جهتين :

تستخدم هذه الوصلة في حالة زيادة سمك الأجزاء المراد وصلها عن 12 ملليمتر.

(ج) وصلة على شكل حرف U :

تستخدم هذه الوصلة في لحام المسبوكات الثقيلة.

(د) وصلة تراكبية :

تستخدم هذه الوصلة في لحام الألواح الطويلة ، بحيث يوضع أحد أسطح اللوح على اللوح الآخر ، وتجرى عملية الوصل باللحام.

(هـ) وصلة زاوية :

تسمى أيضا بوصلة ركنية ، وتستخدم في وصل الأجزاء بزوايا مختلفة.

(و) وصلة تناكبية مشفهة :

تسمى بالوسط الفني (شفة على شفة) ، وتستخدم هذه الوصلة للأجزاء التي سمكها حوالي 2 إلى 3 ملليمتر.

(س) وصلة حرف T :

تستخدم في وصل الألواح بحيث تكون الزاوية بينهما قائمة.

تكنولوجيا اللحام الغازي

Technology Of Gas Welding

تجرى عملية اللحام الغازي بلهب الاكسي استيلين من خلال مسك مشعل اللحام (بوري اللحام) Welding Torch باليد اليمنى ومسك سلك الحشو Filler Wire باليد اليسرى ، وبذلك يستطيع فني اللحام حماية يديه إلى حد كبير من الإشعاع الحراري المباشر الصادر من منطقة اللحام.

وللحصول على لحام جيد فإنه يجب اتباع الآتي :-

1. اختيار الطاقة المناسبة لبوري اللحام.
2. ضبط لهب بوري اللحام.
3. اختيار الطريقة المناسبة لتحرك البوري على خط اللحام.
4. مسك البوري بزاوية ميل مناسبة.
5. اختيار مادة سلك الحشو (سيخ اللحام) بما يتناسب مع سمك الأجزاء المراد لحامها ، وعادة يكون سلك الحشو أكثر قليلا من نصف سمك الجزء المراد لحامه ، كما يكون زاوية ميل البوري من 20 إلى 90 ^{0} ، وكلما زاد سمك المعدن المراد لحامه ، كلما زادت زاوية ميل البوري . والزاوية الصحيحة لسلك الحشو هي من 30 إلى 40 ^{0}. أما اتجاه التحرك فيكون بإحدى طريقتين أساسيتين هما كالآتي :-

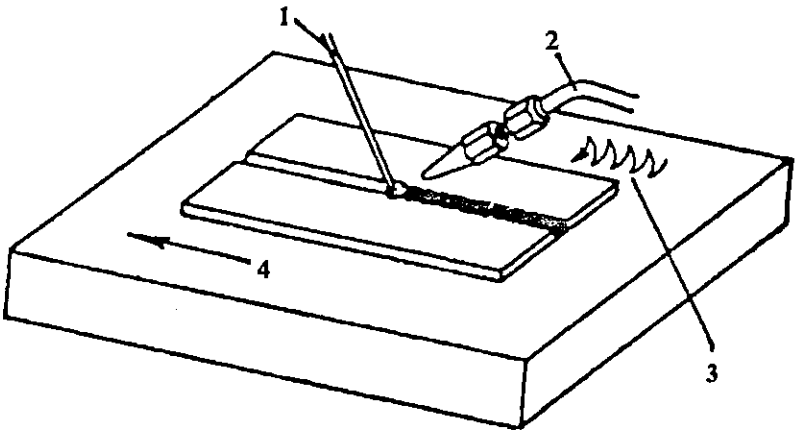
أولا : اللحام التقدمي Foreword Welding

يسمى أيضا باللحام إلى جهة اليسار ، حيث يتم اللحام بهذه الطريقة من جهة اليمين إلى جهة اليسار ، على طول وصلة اللحام . وبهذه الطريقة يتقدم سلك الحشو (سلك اللحام) أمام بوري اللحام كما هو موضح بشكل 6 – 18.

تستخدم هذه الطريقة في لحام ألواح الصاج الرقيقة ، والسبائك الخفيفة ، بشرط

أن تكون الأجزاء المراد لحامها ذات مقطع صغير .. أي يقل سمكها عن 4 ملليمتر .

حركة البوري أثناء عملية اللحام تكون ذات حركة دائرية ، أما حركة سلك اللحام فتكون في اتجاه مستقيم.



شكل 6 – 18

اللحام التقدمي (اللحام إلى جهة اليسار)

1. **سلك الحشو .. (سلك اللحام).**
2. **مشعل اللحام .. (بوري اللحام).**
3. **حركة بوري اللحام بالحركة الدائرية (في اتجاه نصف دائري) في حالة اللحام إلى جهة اليسار.**
4. **اتجاه اللحام.**

مميزات اللحام التقدمي :

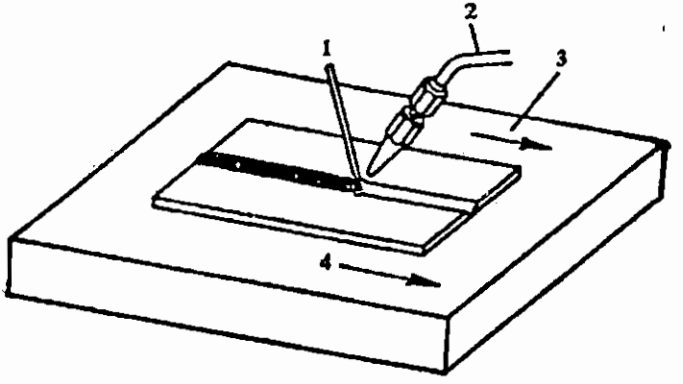
1. سرعة توزيع الحرارة.
2. تسخين الوصلة التقابلية مقدما.
3. عدم تسخين اللوح المعدني أكثر من اللازم .. ومن ثم فإن هذه الطريقة تصلح في لحام الألومنيوم.

ثانيا : اللحام التقهقري Backward Welding

يسمى أيضا باللحام إلى جهة اليمين ، حيث يتقدم في هذه الحالة بوري اللحام عن سلك اللحام ، ويعمل اللهب على المحافظة على خط اللحام الذي تم إنجازه ساخن شكل 6 – 19.

حركة البوري أثناء عملية اللحام تكون في اتجاه مستقيم ، أما حركة سلك اللحام فتكون في اتجاه دائري .

تستخدم هذه الطريقة في لحم ألواح الصلب التي يزيد سمكها عن 4 ملليمتر.



شكل 6-19

اللحام التقهقري (اللحام إلى جهة اليمين)

1.سلك الحشو .. (سلك اللحام).

2.مشعل اللحام .. (بوري اللحام).

3.حركة بوري اللحام بالحركة المستقيمة في حالة اللحام إلى جهة اليميني.

4.اتجاه اللحام.

مميزات اللحام إلى التقهقري :

1- سرعة اللحام بالمقارنة مع اللحام إلى جهة اليسار.

2- تخفيض استهلاك الاستيلين والأكسوجين بنسبة تصل إلى 15 %.

3- رفع الخواص الميكانيكية للأجزاء الملحومة.

4- تخفيض الإعوجاجات.

5- استمرار ارتفاع درجة حرارة شريط اللحام ، مع بقائه طري لفترة طويلة نسبياً.

ملاحظات :

1. لا يوصف اللحام بأنه لحام إلى جهة اليسار ، أو لحام إلى جهة اليمين ، إلا في حالة وجود خط اللحام واقعا أمام فني اللحام مباشرة ، وفي وضع أفقي ، أما في المواضع المحصورة ، فمن الأنسب وصف اتجاه اللحام بأنه تقدمي أو تقهقري.
2. عند لحام الأجزاء المعدنية ذات المقاطع الكبيرة ، فأنه يجب تسخين الأماكن المراد وصلها قبل إجراء عملية اللحام.

الشروط الواجب توافرها في عمليات اللحام :

تتوقف قابلية الأجزاء المعدنية المراد وصلها باللحام على استعمال المواد والأساليب المناسبة ، ويتم ذلك باستعمال طاقة حرارية تسلط بالضغط على الأجزاء المراد وصلها ، أو بدون تسليط ضغط على الإطلاق ، ولكي تتم عملية اللحام على أكمل وجه ، يلزم لذلك أن تتوافر الشروط التالية :-

1. تنظيف الأسطح المراد لحامها بحيث تكون خالية من الأكاسيد .
2. استخدام طاقة حرارية ومركزة عند منطقة الوصل .
3. منع تكون طبقات من الشوائب كالأكاسيد مثلا ، والتخلص من الشوائب كلما تكونت ، لذلك يستعمل في كثير من عمليات اللحام مواد مساعدة للصهر للتخلص من الشوائب في منطقة اللحام ، كما تمنع تكونها.
4. تحدد المادة المساعدة للصهر حسب نوع المعدن المراد لحامه ، وبحيث تتناسب مع طريقة اللحام المستخدمة.
5. حف الوصلة من الشوائب بعد إتمام عملية اللحام.

لهب الاكسي استيلين

Oxy – Acetylene Flame

لهب الاكسي استيلين هو لهب ناتج عن احتراق غازي الاستيلين والأكسوجين بنسبة 1 : 2.5 ، أي أنه يلزم لحرق جزء واحد من الاستيلين بصورة تامة جزأن ونصف من الأكسوجين ، أما الأكسوجين النقي المستعمل من الأسطوانة فيكون نسبته حوالي 1 إلى 1.2 ، يضاف إليه من 1.3 إلى 1.5 أكسوجين مستمد من الهواء الجوي.

ولتحقيق أعلى طاقة حرارية ممكنة عند إجراء عمليات اللحام المختلفة ، تضبط صمامات غازات الأكسوجين والاستيلين بمشعل اللحام (بوري اللحام) ، وذلك للتحكم في خليط غاز الاكسي استيلين للحصول على اللهب المناسب في عملية اللحام .

تضبط صمامات بوري اللحام بالضبط العادي أو ما يسمى بالضبط المتعادل عند خلط الأكسوجين مع الاستيلين بنسبة 1 : 1 إلى 1 : 1.2 وذلك للحصول على أعلى طاقة حرارية ممكنة.

أنواع لهب الاكسي استيلين : Types Of Oxy – Acetylene Flame

يتكون عند استعمال الخليط الغازي شعلة من اللهب ، قد يكون هذا اللهب متعادل ، مؤكسد ، مكربن ، وذلك حسب نسبة الأكسوجين إلى الاستيلين ، وشكل 6 – 20 يوضح رسم تخطيطي لبنية لهب اللحام المعتاد الذي يتركب من ثلاثة مناطق وهم كالآتي :-

1. منطقة النواة :

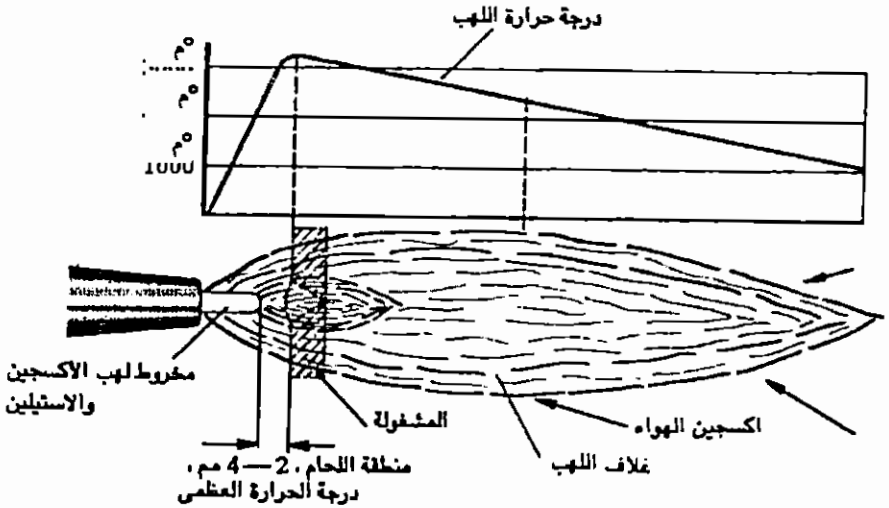
تسمى هذه المنطقة بالشمعة ، أو بالسهم المضيء ، أو بالقلب الغازي .. وهي عبارة عن خليط من الجزيئات المتوهجة للاستيلين والأكسوجين ، لونها أبيض خاطف.

2.المنطقة المختزلة :

تسمى هذه المنطقة أيضاً بمخروط اللهب .. وهي تحيط بالمنطقة السابقة (منطقة النواة) ، وهي على شكل هالة زرقاء اللون ، مكان هذه المنطقة على بعد 3 إلى 5 ملليمتر من المركز ، حيث تتولد بها أقصى درجة حرارة ، ويستعمل لهب هذه المنطقة في صهر المعادن.

3.المنطقة المؤكسدة :

تسمى هذه المنطقة أيضاً بالمنطقة الخارجية للهب ، أو اللهب الشارد .. وهي تحيط بالمنطقين الداخليتين 1 ، 2 . لون هذه المنطقة أصفر مائل إلى الاحمرار.



شكل 6 – 20

رسم تخطيطي الاكسي استيلين

ضبط لهب الاكسي استيلين : Oxy – Acetylene Flame Adjustment

يضبط لهب الاكسي استيلين من خلال الصمامين المركبين بمشعل اللحام (بوري اللحام) ، وذلك للتحكم في غازي الأكسوجين والاستيلين ، لإمكان الحصول على ثلاثة

مراحل مختلفة من اللهب ، الذي يختلف كل منهم عن الآخر باختلاف نسب الأكسوجين والاستيلين كما هو موضح بشكل 6 – 21 . وفيما يلي عرض لمراحل اللهب المختلفة.

1.اللهب المتعادل : Neutral Flame

يسمى أيضا هذا اللهب باللهب العادي ، حيث تكون نسبة الأكسوجين إلى الاستيلين هي نسبة 1 : 1 إلى 1 : 1.2 ، وتكون شكل النواة (الشمعة) على شكل مستطيل قصير ، ويكون لون اللهب ناصع البياض.

يستخدم هذا النوع من اللهب في لحام الصلب بأنواعه والحديد الزهر والألومنيوم والنحاس الأمر.

2.اللهب المؤكسد : Oxydising Flame

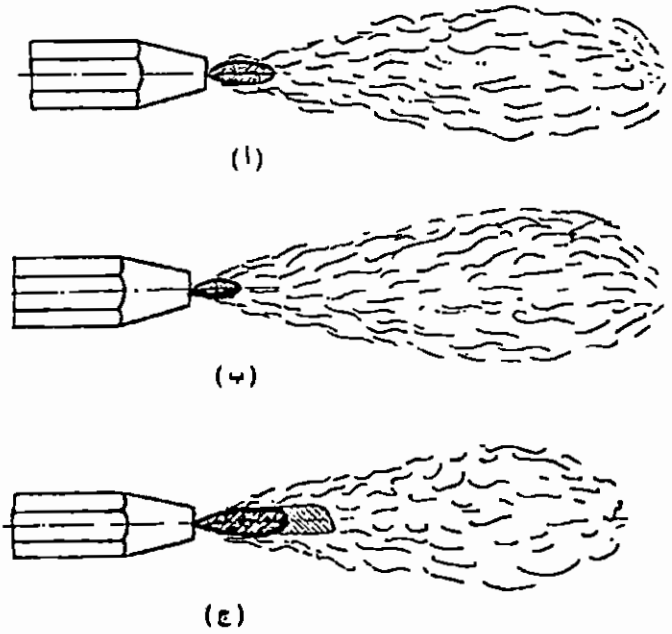
ظهر هذا اللهب عند زيادة نسبة الأكسوجين إلى الاستيلين عن نسبة اللهب المتعادلة، حيث يحدث انخفاض كبير في شكل منطقة النواة (الشمعة) .. بل تكاد تختفي، ويكون لون اللهب مائل للزرقة ، ويشتعل بصوت عال.

يستخدم هذا اللهب في لحام النحاس الأصفر والبرونز.

3.اللهب المكربن : Carbonising Flame

يظهر هذا اللهب عند زيادة نسبة الاستيلين إلى الأكسوجين عن النسبة المتعادلة، حيث يحدث ارتعاش للهب ويصير لونه أخضر ، وتكون شكل النواة (الشمعة) على شكل مستطيل طويل.

يستخدم هذا اللهب في لحام السبائك الصلدة مثل الزهر والصلب الذي يحتوي على نسبة كربون مرتفعة.



شكل 6 – 21

ضبط مراحل لهب الاكسي استيلين

(أ) اللهب المتعادل.

(ب) اللهب المؤكسد.

(ج) اللهب المكربن.

قابلية المعادن الحديدية للحام : Ferrule Metals Weld Ability

توجد معادن حديدية مختلفة ، يختلف كل منها عن الآخر باختلاف خواصها الطبيعية وتركيبها الكيميائي ، وكذلك الطريقة المستخدمة في اللحام . وللحصول على أفضل النتائج عند لحام القطع الحديدية المختلفة ، فإنه يجب أن تكون الأجزاء المراد وصلها بالمواصفات التالية :-

جيدة التوصيل للحرارة.

قليلة الانكماش.

3. معامل التمدد الطولي لها صغير.
4. عدم زيادة نسبة الكربون عن 2 % ، حيث أنه كلما ارتفعت نسبة الكربون ، تنخفض قابلية المعدن للحام.
5. عدم وجود الشوائب الفسفورية والكبريتية بقطع الصلب المراد لحامها ، حيث يؤثر ذلك تأثير بالغ على قابلية الصلب للحام.

قابلية المعادن غير الحديدية للحام : None Ferrule Metals Weld Ability

تتميز المعادن الغير حديدية وسبائكها بسهولة لحامها . ومع ذلك فإنه يجب الأخذ في الاعتبار سهولة تأكسد هذه المواد ، وارتفاع معامل تمددها الطولي ، وبالتالي صعوبة انصهار الأكاسيد المتكونة.

مميزات اللحام بالاكسي استيلين :

يتميز غاز الاستيلين على الغازات الأخرى بالمميزات التالية :-

1. يعطي لهب بأعلى درجة حرارة ممكنة.
2. إمكانية لحام العديد من المعادن الحديدية والغير حديدية.
3. سهولة نقل معدات اللحام إلى أي مكان.
4. يخفض من الاجهادات الداخلية من خلال انتقال الحرارة إلى أكبر مساحة للمشغولة أثناء لحامها.
5. تكاليفه منخفضة.

عيوب اللحام بالاكسي استيلين :

1. من عيوبه الخطيرة انحلاله إلى عنصرين الكربون والأيدروجين المكونين له ، والذي يؤدي إلى حدوث انفجار شديد ، وذلك إذا تجاوز ضغطه عن 2 ضغط جوي أثناء تسخينه أو اشتعاله .. لذلك يجب ألا يزيد الضغط التشغيلي في مفاعلات الاستيلين عن 1.5 جوي.
2. غير مناسب في لحام المشغولات ذات التخانات (السماكات) الكبيرة.

ملاحظة هامة :

عند إشعال بوري اللحام يجب فتح صمام الأكسوجين أولا ، ثم صمام غاز الاستيلين أثناء اقتراب الفوهة من مصدر الاشتعال.

ويحدث العكس عند غلق شعلة بوري اللحام ، أي يغلق صمام الاستيلين أولا ، ثم يغلق صمام الأكسوجين.

القطع بلهب الاكسي استيلين

Cutting With Oxy - Acetylene Flame

تجرى عملية القطع بلهب الاكسي استيلين بمبدأ أكسدة الجزء المراد قطعه ، ويتم ذلك باستخدام مشعل قطع (بوري قطع) يشبه بوري لحام ، إلا في اختلاف بسيط في بوري القطع ، وهو إضافة وصلة لغاز الأكسجين.

تبدأ عملية التسخين للجزء المراد قطعه حتى الوصول إلى درجة حرارة عالية ، ثم يفتح غاز الأكسوجين (الوصلة الإضافية) ، لتولي عملية القطع عن طريق أكسدة الجزء الساخن ، ونزعه من مكانه بتأثير مرور الغاز ، حيث تطرد الأجزاء المنفصلة في صورة برادة محترقة كشرر متناثر ، ويحرك بوري القطع ببطء ليتم القطع على طول خط التحرك.

تعريف القطع بلهب الاكسي استيلين :

تعتمد عملية القطع بلهب الاكسي استيلين على أكسدة المعدن عند تسخينه إلى درجة الاحمرار ، ثم تعرضه للأكسوجين النقي ليحدث القطع عن طريق انفصال الأكاسيد على شكل شرر يحتوي على برادة محترقة متناثرة.

نظرية القطع : Theory Of Cutting

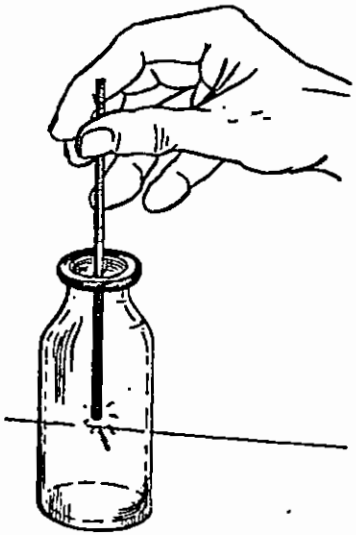
يمكن التعرف على نظرية القطع بسهولة عن طريق التجربة البسيطة الموضحة بشكل 6 – 22 وهي كما يلي :-

التجربة :

تسخين سلك مصنوع من الصلب الطري الرفيع ، قطره يتراوح ما بين 0.5 إلى 0.8 ملليمتر ، إلى درجة الاحمرار ، ثم وضعه في إناء يحتوي على أكسوجين نقي.

النتائج :

ظهور لهب مع احتراق السلك ، حيث يظهر متوهجا مصحوبا بشرر طول مدة وجوده في الإناء ، ويعلل ذلك عن أكسدة الحديد بمعدل كبير ، وانفصال جزيئاته في صورة شرر الذي يحتوي على برادة محترقة متناثرة ، وهو المعدن المحترق .. ومن ثم فإن السلك المعدني يحترق ويستهلك تدريجيا حتى نهايته.



شكل 6 – 22

تجربة بسيطة توضح نظرية القطع بالغاز

وإذا أجريت التجربة السابقة على سلك قطره يتراوح ما بين 2 إلى 3 ملليمتر ، يحدث عند وضع السلك في الإناء توهج مؤقت دون تتابع للاحتراق ، وعدم تولد رواسب التي على شكل برادة محترقة.

وكذلك عندما تجري نفس التجربة على أسلاك من معادن أخرى مثل النحاس – الألومنيوم – النيكل .. لا يحدث أي احتراق.

مما سبق يمكن الوصول إلى النتائج التالية :-

1. توهج السلك وحرقة ناشئ عن استغلال قدرة المعدن الساخن على الاحتراقفي جو من الأكسوجين ، ولكن هذه الحرارة لا تكفي عند استخدام أسلاك ذات أقطار كبيرة.
2. الحديد هو المعدن الوحيد القابل للاحتراق في جو من الأكسوجين ، ويمكن قطع المعادن الحديدية كالصلب التي تحتوي على نسبة 0.7 % كربون ، وأيضاً سبائك الصلب ، وبعض أنواع الصلب العالي ، ولا يمكن قطع المعادن التي تتجاوز بها نسبة الكربون في الحديد عن 2 % مثل حديد الزهر.

شروط القطع باللهب : Rules Of Flame Cutting

لتنفيذ عمليات القطع بنجاح ، فإنه يجب إتباع الإرشادات التالية :-

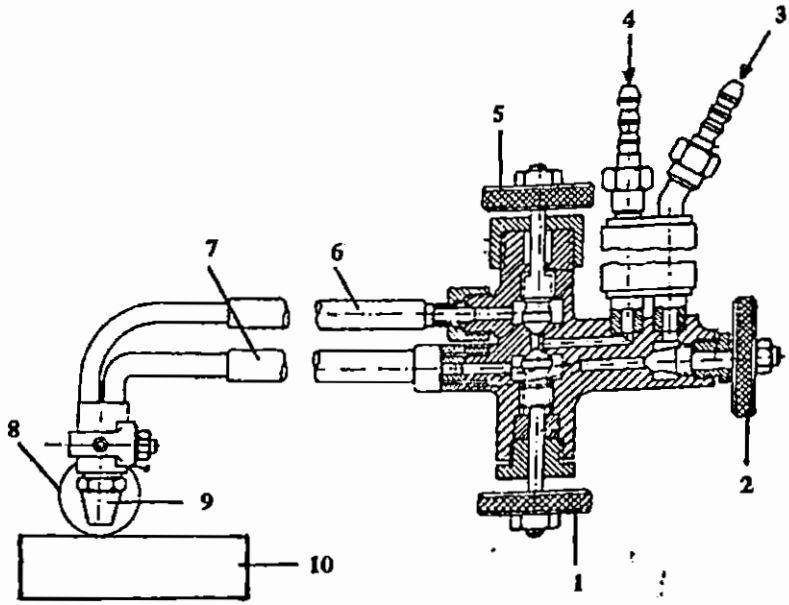
1. تسخين نقطة البداية حتى الوصول إلى درجة الاحمرار ، تمهيدا لدفع الأكسوجين النقي (أكسوجين القطع) .
2. الاحتفاظ بدرجة الاحمرار الدائم طول مدة القطع ، وذلك بالاستمرار في التسخين، بشرط ألا يكون هذا التسخين سطحيا فقط ، بل يجب أن يكون التسخين بكامل سمك المعدن المراد قطعه.
3. يجب أن تكون فوهة المشعل قريبة جدا من منطقة القطع ، بحيث تكون المسافة بينهما ما بين 3 إلى 4 ملليمتر ، وتظل هذه المسافة ثابتة حتى الانتهاء من عملية القطع.
4. تتوقف عملية القطع عند هبوط درجة الحرارة في منطقة التأثير ، ولا تستأنف إلا بعد رفع درجة حرارة الجزء المراد قطعه إلى درجة حرارة بداية القطع.

5. يجب أن تكون الحرارة المتولدة من الاحتراق كبيرة .. بحيث تتناسب كمية الأكسوجين المستعملة مع سمك المعدن المراد قطعه.

مشعل القطع : Cutting Torch

يتشابه مشعل القطع الموضح بشكل 6 – 23 مع مشعل اللحام باختلاف إضافة وصلة للأكسوجين النقي الذي يسمى بأكسوجين القطع.

يعمل هذا المشعل على مرحلتين ، الأولى هي تقديم التسخين اللازم للجزء المراد قطعه مسبقاً ، أما المرحلة الثانية فهي دفع الأكسوجين النقي إلى موضع التأثير لإنجاز عملية القطع.



شكل 6 – 23

مشعل القطع

1. صمام تحكم في غاز الأكسوجين النقي.
2. صمام تحكم في غاز الاستيلين.
3. دخول غاز الاستيلين.

4. دخول غاز الأكسوجين.
5. صمام تحكم في غاز أكسوجين القطع.
6. ماسورة غاز أكسوجين القطع.
7. ماسورة الغاز المخلوط بين الأكسوجين والاستيلين.
8. عجلة لسهولة التحرك على سطح المعدن ، ولضمان عدم تغيير البعد بين فوهة المشعل وسطح القطع.
9. رأس القطع .. (فوهة البوري).
10. المشغولة.

زود مشعل القطع عند الفوهة بعجلة لحفظ البعد بين المشعل والجزء المراد قطعه مع توجيهه توجيها سليما.

يمكن أن تتم حركة البوري أثناء عملية القطع عن طريق الحركة اليدوية أو عن طريق تجهيزات ووسائل ميكانيكية.

أنواع مشاعل القطع : Types Of Cutting Torches

توجد مشاعل القطع بنوعين أساسيين هما :-

1. مشعل قطع بفتحتين متحدتين :

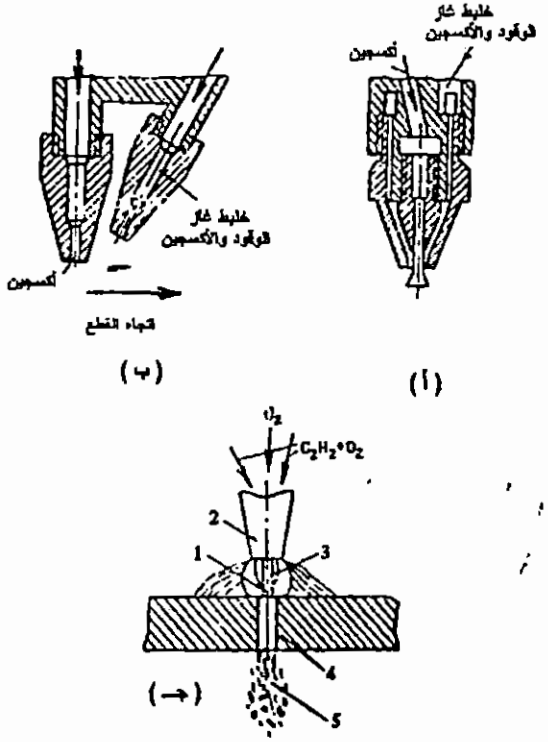
يوضح شكل 6 – 24 (أ) قطاع بالجزء الأمامي لمشعل قطع بفتحتين متحدتين، ويسمي مقطع ذو فونية مركزية . يستمد هذا البوري الأكسوجين والاستيلين من الأسطوانات عن طريق الخراطيم ، ويتفرغ الأكسوجين عند مدخل البوري إلى فرعين ، حيث يتجه الأكسوجين إلى الفرع الأول ليختلط مع الاستيلين ، ويخرج المخلوط على شكل لهب من فوهة البوري لتسخين الجزء المراد قطعه حتى يصل إلى درجة الاحمرار . أما الفرع الثاني للأكسوجين فيتجه مباشرة إلى فوهة البوري ليخرج من منفث خاص ، حيث يتحد الأكسوجين مع الحديد ، ويظهر على شكل أكسدة ينتج عنها شرر يحتوي على برادة محترقة .. وبذلك تتم عملية القطع.

2.مشعل قطع بمخرجين منفصلين :

يوضح شكل 6 – 24 (ب) قطاع بالجزء الأمامي لمشعل بمخرجين منفصلين ، ويسمي مقطع ذو فونيتان علي التوالي . في هذا المشعل ينفصل المخرجين عن بعضهما البعض تماماً ، وتتم عملية القطع كما سبق توضيحه في مشعل القطع السابق وذلك عن طريق استخدام مشعل قطع بمخرجين منفصلين.

وعند عدم توفر مشعل قطع ، يمكن إضافة وصلة قطع لتوصيل الأكسوجين النقي إلى مشعل لحام عادي ، حيث تؤدي هذه الوصلة مع مشعل اللحام العادي نفس الوظيفة التي يؤديها مشعل القطع.

وشكل 6 – 24 يوضح رسم تخطيطي لعملية القطع الغازي.



شكل 6 – 24

مشـــاعل القطـــع

(أ) رسم تخطيطي للجزء الأمامي لبوري قطع ذو فونية مركزية.
(ب) رسم تخطيطي للجزء الأمامي لبوري قطع ذو فونيتان علي التوالي.
(ج) رسم تخطيطي للجزء الأمامي لبوري قطع أثناء عملية القطع بالغاز.

1. الأكسوجين النقي.
2. فوهة البوري .. (الفونية).
3. الخليط المشتعل.
4. المعدن المقطوع.
5. نواتج القطع.

عمليات قطع المعادن باللهب : Processes Of Metals Cutting With Flame

قبل البدء في عمليات قطع المعادن بالأشكال المطلوبة ، يجب اختيار مقاس رأس القطع (فوهة البوري) ، بحيث تتناسب مع سمك المعدن المراد قطعه ، ومن الطبيعي اختيار رأس بمقاس أكبر كلما زاد سمك المعدن.

ويمكن قطع المعادن بأشكال مختلفة يدويا أو بتجهيزات ميكانيكية . واكثر عمليات قطع المعادن باللهب هي القطع المستقيم والقطع الدائري .. وفيما يلي عرض لهذه العمليات.

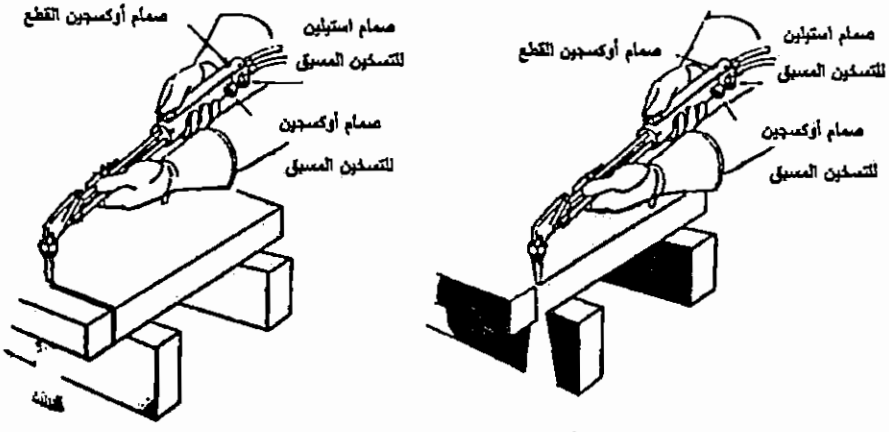
القطع في خط مستقيم : Straight Line Cutting

تجرى عملية قطع المعادن الحديدية في خط مستقيم باتباع الخطوات التالية :-

1. مراجعة مشعل القطع والتأكد من أن رأس القطع بمقاس يتناسب مع سمك المعدن المراد قطعه.
2. مراجعة منطقة القطع بحيث تكون واضحة المعالم ، أو رسم خطوط على سطح المعدن للجزء المراد قطعه.
3. يشعل بوري القطع ، ويبدأ بتسخين نقطة البداية من أحد أطراف السطح المعدني، من خلال توجيه فوهة البوري إلى منطقة القطع بالوضع الصحيح كما هو موضح بشكل 6 – 25 (أ) ، بحيث تكون المسافة بين فوهة البوري وسطح

المعدن ما بين 3 إلى 4 ملليمتر ، ويشكل اللهب مع منطقة القطع زاوية قدرها 90 ° ، ويميل البوري بزاوية قدرها خمس درجات تقريبا في اتجاه سير القطع.

4. تسخن منطقة البداية إلى أن تصل إلى درجة الاحمرار.
5. السماح للأكسوجين النقي الخاص بالقطع بالاندفاع من فوهة البوري ، وينتظر حتى يشق المعدن من تلك البقعة الصغيرة.
6. تحريك البوري بسرعة مناسبة وثابتة ، مع الاستمرار في عملية القطع على طول الخط المرسوم كما هو موضح بشكل 6 – 25 (ب).



شكل 6 – 25

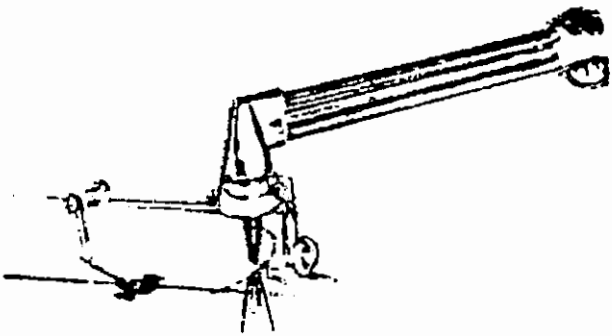
القطع في خط مستقيم

(أ) الوضع الصحيح لبدء عملية القطع.

(ب) استمرار عملية القطع.

القطع الدائري : Circular Cutting

يبدأ القطع الدائري بعمل ثقب صغير كمركز ترتكز عليه آلية تحريك البوري ، حيث يزود البوري بعجلات ، ومن خلال ترتيبه أو تجهيزه ميكانيكية يمكن إتمام عملية القطع الدائري كما هو موضح بشكل 6 – 26 ، مع مراعاة اتباع تسلسل خطوات العمل السابقة بالقطع في خط مستقيم.



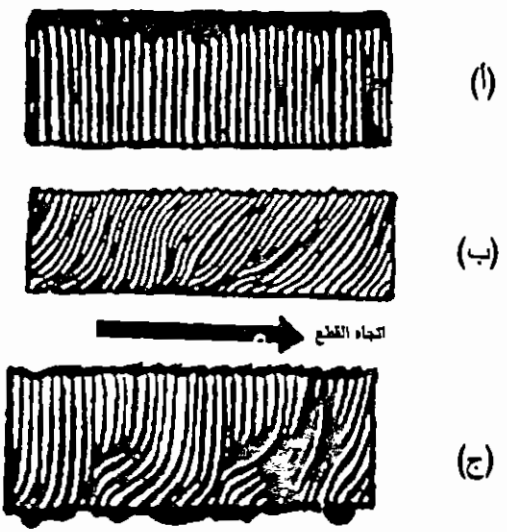
شكل 6 – 26

القطـــــع الدائـــري

تأثير التوجيه الصحيح والسرعة في القطع :

أثناء عملية القطع وتوجيه اللهب توجيهاً صحيحاً فإن الشرر يتطاير بشكل خفيف نحو الأمام في اتجاه القطع ، كما تسقط أجزاء صغيرة من الخبث المنصهر في مكـــان القطع ، وكذلك فإن سرعة القطع الصحيحة يرافقها أصوات فرقعة.

شكل 6 – 27 يوضح نماذج لتأثير السرعة أثناء عمليات القطع المختلفة.



شكل 6 – 27

نماذج لتأثير السرعة أثناء عمليات القطع المختلفة

(أ) قطع صحيح.
(ب) قطع سريع.
(ج) قطع بطيء.

عمليات اللحام والقطع أسفل سطح الماء

Under Water Welding And Cutting Processes

عندما ابتكرت طريقة اللحام والقطع أسفل سطح الماء كانت من العجائب الفنية ، وأصبحت اليوم ذات استعمال دارج تسمح بإنجاز الأعمال الهامة أسفل سطح الماء والتي تتمثل في عمليات القطع أو الصيانة أو التركيب مثل إمداد خطوط الأنابيب صيانة القناطر والسفن ، تقطيع وانتشال حطام السفن الغارقة بأعماق كبيرة ، انتشال الكباري المنهارة ..... وغيرها.

يتم إنجاز مثل هذه الأعمال باستخدام لهب الاكسي استيلين ، وقد يعتقد البعض أن النزول بلهب الاكسي استيلين أسفل سطح الماء سيترتب عليه إطفاء اللهب .

ولكن لا يحدث ذلك طالما كان ضغط غازات الاحتراق وأكسوجين القطع بضغط أعلى من ضغط الماء ، ولهذا السبب يزداد ضغط الغازين كلما كان الهبوط إلى الأعماق أكبر.

يشعل البوري قبل أو بعد الهبوط بالماء ، وتخرج الغازات الناتجة عن الاحتراق من الماء على شكل فقاقيع هوائية.

صمم بوري القطع المستخدم أسفل سطح الماء بوصلة إضافية ذات غلاف أسطواني ينطلق منها الهواء المضغوط ، حيث تكون مهمة هذه الوصلة مقتصرة على إبعاد الماء عن البقعة التي تتم بها عملية اللحام أو القطع .. وبالتالي ينعدم تبريدها بالماء ، بجانب وجود الهواء الذي يساعد على استقرار اللهب واتزانه.

يستخدم غاز الاستيلين كوقود لبوري اللحام أو القطع حتى عمق أقصاه 8 متر ، ولا يمكن زيادة ضغط الاستيلين الواصل إلى البوري عن هذا الحد ، لدواعي المحافظة

على العامين في هذا المجال من الأخطار التي قد تحدث ، حيث يتعرض الغاز للتحلل. علماً بأنه يستخدم الآن غاز الأيدروجين كوقود في عمليات اللحام والقطع أسفل سطح الماء في أعماق كبيرة تصل إلى 1400 متر.

العوامل التي تؤدي إلى نجاح عمليات اللحام والقطع بالماء :

تجرى عمليات اللحام والقطع أسفل سطح الماء بأعماق مختلفة ، ولإتمام هذه الأعمال على أكمل وجه ، فإنه يجب أن تتوفر في الفني الذي يقوم بهذا العمل عدة شروط أهمها الآتي :-

1. يكون متمتع بلياقة صحية ، ومؤهل لعمليات السباحة والغطس .. وبالتالي استعمال الزي الخاص بالغطس ، مع الأخذ في الاعتبار تطبيق جميع تعليمات وإرشادات السلامة ، لخلق جو مناسب لممارسة الغطاس عمله بنجاح.
2. يجيد القيام بعمليات اللحام والقطع بمهارة.
3. وجود عامل مساعد في عمليات اللحام والقطع ، لحمل أجهزة الإضاءة الكافية ومساعدة الفني في جميع الأعمال.

ويراعى عند القيام بمثل هذه الأعمال تجنب أوقات المد والجذر ، والتيارات والعواصف المائية ، وأوقات البرودة الزائدة.

ومن الطبيعي وجود فريق مدرب على مثل هذه الأعمال في قارب يطفو على سطح الماء ، ومعهم في القارب جميع المعدات اللازمة لعمليات اللحام والقطع مثل أسطوانات غازات اللحام والأكسوجين والهواء المضغوط ، وأجهزة الإضاءة ، وأيضا معدات الأمن والسلامة والانتقال السريع عند وجود أي خطر.

وعادة لا تسند عمليات اللحام والقطع أسفل سطح الماء إلا لغطاسين معتمدين حاصلين على شهادات خاصة بذلك ، مع التأكد من لياقتهم الصحية من خلال عرضهم للكشف الطبي الدوري لضمان حالتهم الصحية ، وتقرير مدى تحملهم للعمل أسفل سطح الماء بأعماق مختلفة.

الأمان والسلامة في عمليات اللحام والقطع باللهب

أثبتت أبحاث شركات التأمين ومنظمات السلامة الدولية ، أن عمليات اللحام لم تعد أكثر خطورة من المهن الفنية الأخرى مثل الحدادة والسباكة ..... وغيرها ، وعلى أية حال فهناك إرشادات واحتياطات للوقاية من الحوادث والمخاطر المختلفة ، يجب مرعتها وتطبيقها كما هو الحال في أي عمل آخر ، لكي يحمي الشخص نفسه كما يحمي الآخرين . وفيما يلي إرشادات وقواعد السلامة الشخصية التي يجب مراعاتها وتطبيقها وهي كالآتي :-

1. يجب استخدام النظارات الواقية دائما عند القيام بأي عملية من عمليات اللحام أو القطع.
2. يفضل استخدام الخوذة ذات العدسة ، وتأكد من عدم وجود أي تشققات في عدسة الخوذة.
3. ارتداء قفازات من نوع واقي مقاوم للحرارة ، مثل تلك المصنوعة من جلد الكروم.
4. عدم استعمال أحذية عادية وخاصة أثناء عمليات القطع باللهب ، واستخدام أحذية السلامة المخصصة لهذا الغرض ، وذلك للوقاية من الحروق الأليمة التي قد تسببها قطرات المعدن الساقطة أثناء عمليات القطع باللهب.
5. لا تدع ملابسك تتشبع بالأكسوجين.
6. يجب المحفظة على ملابس العمل وخاصة أثناء عمليات اللحام والقطع ، بحيث تكون خالية من أي أثر للشحوم والزيوت وأي مواد سائلة قابلة للاشتعال.
7. يجب ارتداء ملابس العمل المقاومة للحرارة مثل المرايل ، الأكمام ، كساء الساق.
8. يجب أن تكون الأكمام غير مرفوعة ، والجيوب مغلقة ، وثنيات البنطلون مسدلة

إلى أسفل.

9. عدم حمل أعواد ثقاب أو قداحات (ولاعات) تعمل بالوقود السائل.
10. يحذر القيام بعمليات اللحام أو القطع بالقرب من مواد قابلة للاشتعال أو الانفجار.
11. عدم استخدام اللهب المباشر عند الكشف عن أي تسرب متوقع ، ويستعاض عن ذلك بفرشاة وحلول صابوني.

.. وأخيرا فإن خير سبل الوقاية هي يقظة العاملين أنفسهم.

تخزين الأسطوانات : Cylinders Storage

يجب التقيد باحتياطات وإرشادات السلامة عند تخزين أسطوانات غاز الاستيلين والأكسوجين وهي كما يلي :-

1. عدم تخزين أسطوانات غازات الأكسوجين والاستيلين في غرفة واحدة.
2. يجب أن تكون المخازن ذات منافذ جيدة التهوية.
3. يجب تخزين أسطوانات الاستيلين بوضع قائم.
4. عدم تخزين الأسطوانات بالقرب من أي مصدر حراري.
5. يجب أن تكون تجهيزات إضاءة المخازن ضد اللهب.
6. عند تخزين أسطوانات في الهواء الطلق ، فإنه يجب وضعها في الظل .. (بعيدا عن أشعة الشمس) ، كما يجب حمايتها من الجليد.
7. عدم ملامسة الزيوت والشحوم لأسطوانات الأكسوجين.

تداول الأسطوانات : Cylinders Handling

1. عند تداول أو نقل أسطوانات الأكسوجين ، يراعى عدم مسكها بأيدي ملوثة بالزيت أو الشحم ، وعدم استخدام قطعة قماش ملوثة بالزيت لمسح هذه الأسطوانات.
2. عدم السماح لتسرب أي غاز ولو بسيط ، فقد يحدث انفجار في مكان محصور ناتج عن تسرب بسيط في الأكسوجين أو الاستيلين .. لذلك يجب فحص وصلات

الأسطوانات والخراطيم جيدا بحثاً عن أي تسرب باستخدام فشاة ومحلول صابوني.

3. عدم استخدام مواسير نحاسية حتى لا تتحد مع الاستيلين ، ويسبب انهيار النحاس.
4. يراعى عدم تصادم الأسطوانات.
5. عندما تكون أسطوانات الأكسوجين أو الاستيلين فارغة ، فإنه يجب غلق صماماتها جيدا واعتبار ذلك كعمل روتيني.
6. تنقل الأسطوانات باستخدام عربة يدوية أو آلية ، ولا يجوز دحرجتها.
7. عدم نقل أسطوانات الغاز إلا بعد تركيب أغطيتها الواقية الملولبة.

العمل في أماكن مغلقة : Work In Closed Spaces

يراعى تجنب العمل في الأماكن المغلقة بقدر الإمكان ، وفي حالة العمل في مثل هذه الأماكن ، يجب تزويد الفنيين بالهواء النقي الذي يمكن ضخه ونقله إلى الداخل باستخدام مضخات ، وعدم استخدام الأكسوجين في تهوية الأماكن المغلقة نهائياً.

اللحام بالقوس الكهربائي

Electric Arc Welding

يسمى أيضا باللحام بالكهرباء ، وهو أحد أنواع اللحام بالصهر . تتميز طريقة اللحام بالقوس الكهربائي على سائر الطرق الأخرى في عمليات اللحام بمميزات عديدة، لذلك فإن انتشارها يبلغ نحو 90 % من مجموع طرق اللحام بالصهر.

في هذه الطريقة يتم تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية تؤدي إلى صهر موضعي للأطراف المراد توصيلها لإجراء عملية اللحام المطلوبة.

تتولد الحرارة اللازمة لتسخين وصهر الأطراف المراد لحامها عن طريق قطبين ، أحدهما الإلكترود الذي يتمثل في سلك اللحام ، والآخر هو الجزء المراد لحامه ، ومن خلال الحرارة الشديدة المتولدة من القوس الكهربائي ، يحدث تسخينا سريعا يؤدي إلى انصهار الالكترود والأجزاء المراد وصلها ، ويتم الالتحام عندما تنخفض درجة الحرارة وتتجمد منطقة التأثير ، حيث تتكون ما يسمى بدرزة اللحام.

تستخدم هذه الطريقة في أوربا منذ عام 1882 م ، وتطورت عدة تطورات حتى وصلت إلى ما هو عليه في وقتنا الحاضر.

تتم عمليات اللحام بالقوس الكهربائي بإحدى الطرق التالية:-

1. يدوي.
2. نصف آلي.
3. آلي.

مبدأ عمل القوس الكهربائي : Working Principle Of Electric Arc

يولد القوس الكهربائي درجة حرارة عالية تصل إلى 3200 درجة مئوية ، هذه الحرارة تكفي لانصهار موضعي للأطراف المعدنية المراد وصلها ، ومبدأ عمل القوس هو إحداث تفريغ عند مرور تيار شديد من الإلكترونات عبر الثغرة الضيقة بين الالكترود (سلك للحام) والجزء المراد لحامه.

ونتيجة لمرور الإلكترونات بسرعة عالية واصطدامها بذرات الهواء أو الغازات الموجودة في الثغرة ، وكذلك الاصطدام بالمشغولة ، تتولد نتيجة لذلك حرارة شديدة تكفي لصهر الالكترود والأطراف المراد وصلها ، وبذلك تمتلئ الفجوة المشكلة بمنطقة الوصل ، وتتم عملية اللحام.

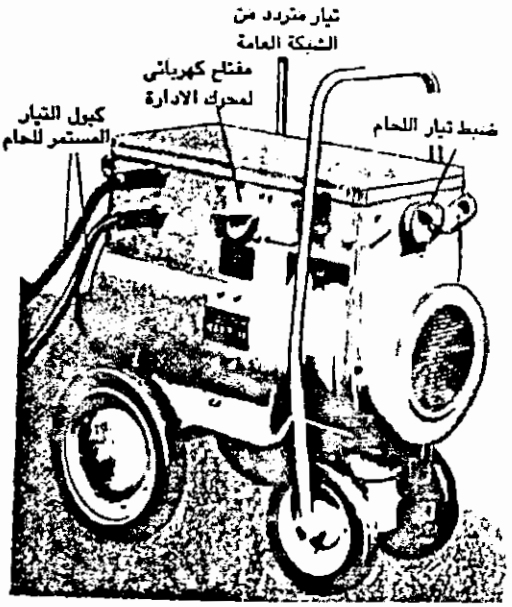
أنواع اللحام بالقوس الكهربائي : Types Of Electric Arc Welding

تعتبر طريقة اللحام بالقوس الكهربائي هي أحد أنواع اللحام بالصهر ، حيث يستخدم لهذا الغرض التيار الكهربائي بنوعين أساسيين هما :-

أولا : استخدام التيار المستمر USING D.C.

تسمى هذه الطريقة باللحام بالأقطاب الكربونية ، ويستخدم لهذا الغرض تيار مستمر من خلال محول كهربائي موضح بشكل 6 – 28 لتحويل التيار المتغير .. (المتردد) إلى تيار مستمر.

يتكون المحول الكهربائي من محرك كهربائي يعمل بجهد الشبكة 220 أو 380 فولت ، ومولد كهربائي ينتج تيار مستمر . المحرك والمولد مركبان داخل بدن واحد ، ويمكن ضبط تيار اللحام من خلال مقبض يدوي.



شكل 6 – 28

محول كهربائي لتحويل التيار المتغير إلى تيار مستمر

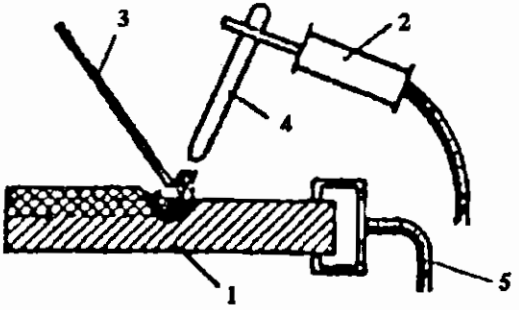
يجري هذا النوع من اللحام عن طريق استخدام أقطاب كربونية ، وأسلاك لحام حشو كما هو الحال في اللحام بالغاز، وتتم عملية اللحام بالقوس الكهربائي باستخدام التيار المستمر، كما هو موضح بشكل 6 – 29 باتباع الخطوات التالية :-

1. يوصل كبل* القطب الموجب 5 للتيار المستمر المولد من المحول للجزء المراد لحامه 1.
2. يوصل كبل* القطب السالب بالقطب الكربوني 4 ، وقمطه من خلال المقبض المعزول 2 ، وظيفة القطب الكربوني لا تعدو عن كونها طرفا في قوس يتولد عنه طاقة حرارية عالية فقط.

3. يستخدم الاكترود (سلك اللحام) 3 للحشو ، الذي ينصهر نتيجة للحرارة العالية المنبعثة من القوس ويتساقط ليملأ الفراغ المجهز بالجزئين المراد وصلهما ، وبذلك يختلط الجزء المنصهر من سلك اللحام مع أطراف المعدن المنصهر في منطقة التسخين ، مكونا على المشغولة ما يسمى بدرزة ، وتتم عملية الوصل باللحام عندما تتجمد المادة المنصهرة بمنطقة التسخين.

يستخدم قطب من الكربون عند اللحام بالقوس الكهربائي في حالة التيار المستمر ، كما يمكن استخدام قطب من الجرافيت . تتميز أقطاب الجرافيت على أقطاب الكربون بارتفاع معامل التوصيل الكهربائي ، وطول عمرها.

تصنع هذه الأقطاب بأقطار تتراوح ما بين 8 إلى 30 ملليمتر ، وطولها ما بين 200 إلى 300 ملليمتر.



شكل 6 – 29

اللحام اليدوي باستخدام الأقطاب الكربونية

1. الجزء المراد لحامه.

2. ماسك .. (مقبض معزول).

3. سلك لحام .. (الكترود).

4. قطب كربوني أو جرافيتي.

5. كبل سالب.

---

* الكبل : هو سلك موصل للكهرباء ذو قطر كبير .

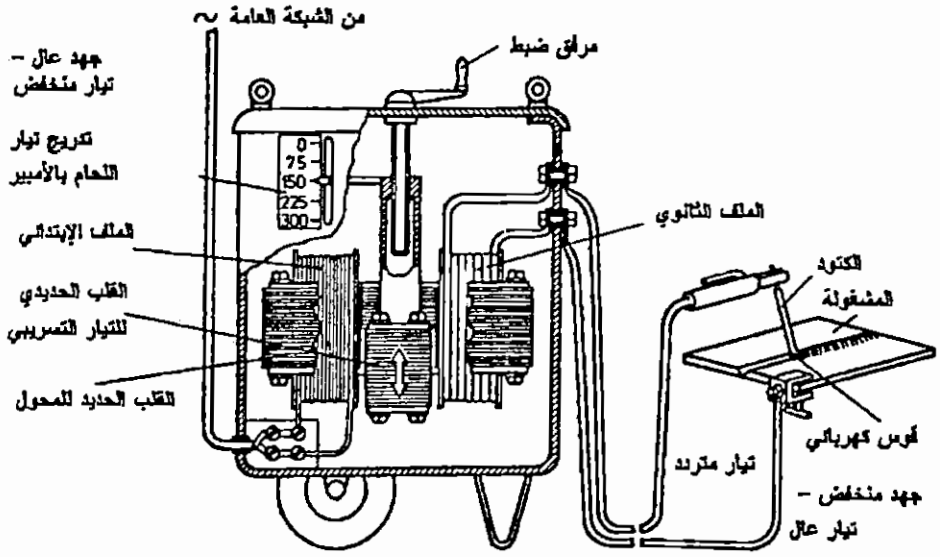
تستخدم هذه الطريقة في لحام الأجزاء المصنوعة من الصلب ذات التخانات الصغيرة ، والسبائك الغير طرية والرقيقة ، كما تستخدم في لحام الشقوق والفجوات بالمسبوكات.

تعتبر طريقة اللحام بالقوس الكهربائي بالتيار المستمر باستخدام الأقطاب الكربونية من الطرق النادرة الاستخدام ، حيث تقتصر هذه الطريقة على حالات خاصة.

ثانيا : استخدام التيار المتغير (المتردد) Using A . C

تسمى هذه الطريقة أيضا بقوس الأقطاب المعدنية ، وهي من أكثر طرق اللحام بالقوس انتشارا ، وعادة تجرى هذه الطريقة باستخدام التيار المتغير (المتردد) ، بحيث يكون التيار المار فيه منخفض الجهد ، عالي الشدة ، ويمكن أن تصل درجة حرارة القوس الكهربائي الناتج إلى نحو 3200°م.

يستخدم لها الغرض محول جهد لحام الموضح بشكل 6 – 30 . أقطار أسلاك اللحام (الالكترودات) المستخدمة في عمليات اللحام أقطارها ما بين 1 إلى 12 ملليمتر ، وهي مادة ملئ ، يمكن أن تكون هذه الأسلاك عارية أو مغطاة ، وتعتبر الأسلاك المغطاة هي الأكثر انتشاراً ، وذلك لاحتوائها على مساعد صهر الذي يؤدي إلى الحصول على لحامات جيدة.

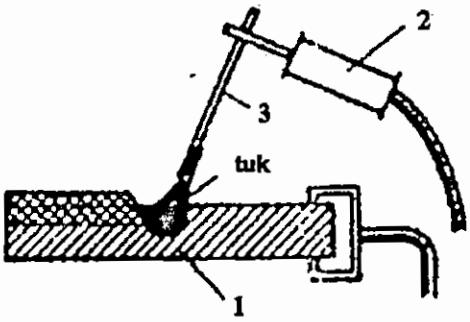


شكل 6 – 30

رسم تخطيطي لمحول لحام للحصول على تيار متردد منخفض الجهد

تتم عملية اللحام بالقوس الكهربائي باستخدام التيار المتغير كما هو موضح بشكل 6 – 31 باتباع الآتي :-

1. يوصل أحد كبلات التيار الكهربائي المتغير للجزء 1 المراد لحامه.
2. يوصل الكبل الآخر بسلك اللحام (الالكترود) 3 ويقمط عليه من خلال ماسك (مقبض معزول) 2.
3. تتولد حرارة عالية عند اقتراب سلك اللحام (الالكترود) 3 من الشغلة 1 المراد لحامها ، هذه الحرارة العالية منبعثة من القوس ، لتحدث انصهار بسلك اللحام (الالكترود) ليتساقط ليملأ الفراغ المجهز بين الجزئين المراد وصلهما ، وبذلك يختلط الجزء المنصهر من سلك اللحام مع أطراف المعدن المتعجن في منطقة التسخين ، مكونا على المشغولة ما يسمى بدرزة ، وتم عملية الوصل باللحام عندما تتجمد المادة المنصهرة بمنطقة التسخين.



شكل 6 – 31

اللحام اليدوي باستخدام الأقطاب المعدنية

1. الجزء المراد لحامه.
2. ماسك .. (مقبض معزول).
3. سلك اللحام .. (الالكترود).

التيار المستخدم في هذه الحالة منخفض الجهد نسبياً ، حيث يتراوح ما بين 20 إلى 30 فولت ، ويكون شدة التيار مرتفعة تتراوح ما بين 60 إلـى 500 أمبيـر .. وتصل في بعض الحالات إلى 1000 أمبير ، ومن السهل الحصول على هذا التيـار بتحويل التيار الكهربائي المعتاد من خلال محول كهربائي الذي يتولى خفض الجهد من 220 أو 380 فولت إلى 20 أو 30 فولت ، مقابل الارتفاع في شدة التيار إلى القدر الذي يكفي لعملية اللحام.

بصفة عامة تتوقف عملية اللحام على مقدار شدة التيار ، وعلى نوع المعـدن ، وقطر الكبل الموصل .. وبالتالي نوع وقطر الاكترود المستخدم.

مميزات ماكينات لحام التيار المتغير :

تتميز ماكينات لحام التيار المتغير عن ماكينات لحام التيار المستمر بـالمميزات التالية :-

1. ذات أبعاد ووزن أقل.
2. استعمالها سهل.

3. صيانتها رخيصة.
4. انخفاض استهلاك الطاقة الكهربائية بنسبة تصل إلى 50 %.
5. معداتها أرخص بكثير.

أسلاك اللحام (الالكترودات) : Electrodes

تسمى أيضا بالالكترودات القضيبية ، وتستخدم في عمليات اللحام بالقوس الكهربائي في توصيل الحرارة الشديدة المتولدة عن القوس ، وكمادة إضافية لملئ الفجوات المراد لحامها.

يقمط سلك اللحام (الالكترود) في ماسك الالكترود المعزول ، ويحدث تفريغ عند مرور تيار شديد من الإلكترونات عبر الثغرة الضيقة ليحدث قوس كهربائي ، حيث ينصهر الاكترود ومادة المشغولة المراد لحامها نتيجة للحرارة الشديدة المتولدة من القوس الكهربائي ، ويتكون على المشغولة ما يسمى بدرزة اللحام.

أنواع أسلاك اللحام (الالكترودات) : Types Of Electrodes

تنقسم أسلاك اللحام (الالكترودات) المستخدمة في لحام المعادن الحديدية المختلفة بالقوس الكهربائي إلى نوعين أساسيين هما :-

1. الالكترودات الغير مغلفة :

يقصد بالالكترودات الغير مغلفة أي الالكترودات العارية ، تلك التي لا تغلفها أو تكسوها أي مساعدات لحام ، ويتم اللحام بها في الهواء الجوي المعتاد ، دون استخدام لأجواء تحتوي على غازات واقية.

وتطورت الكترودات اللحام تطورا تدريجيا إلى أن وصلت على ما هو عليه الآن ، حيث ... عليها أغلفة ، الغرض من هذه الأغلفة هو تحسين عملية اللحام. ومن ثم فقد ... الالكترودات العارية ، وأصبح من النادر استخدامها ، أو يكاد يكون محدود ... وذلك في حالات نادرة مقتصرة على الصلب اللدن.

2.الالكترودات المغلفة :

توجد الالكترودات المغلفة بأنواع مختلفة، يختلف كل نوع منها على الآخر باختلاف الخواص والمميزات ، لذلك فإنها توصف حسب مجال استخدامها.

تتصهر مادة غلاف الاكترود أثناء اللحام مكونة خبثاً أخف وزناً ، يطفو هذا الخبث فوق الدرزة ويغطيها ، مما يبطئ من تبريدها ، ويؤدي ذلك إلى تحسين نوعية الدرزة، وتخفيض التقلصات الناشئة.

أما الغازات الناشئة عن انصهار غلاف الالكترود ، فهي تشكل طبقة فاصلة بين الجزء المنصهر والهواء الجوي ، حيث تمنع الأكسدة ، وبذلك يتحقق للجزء المنصهر أثناء عملية اللحام وقاية ، وتزداد هذه الوقاية كلما زاد سمك غلاف الالكترود.

يوجد علي أسلاك اللحام (الالكترودات) رموز وحروف وأرقام تميز خوصها ، كما تسهل من اختيار الالكترود الملائم.

الأدوات والمعدات المستخدمة في اللحام بالقوس الكهربائي :

تستخدم أدوات ومعدات اللحام أثناء العمل اليدوي باللحام الكهربائي شكل 6 – 32 ، بعض هذه الأدوات تستخدم في إنجاز عملية اللحام ، والبعض الآخر يستخدم في حماية الفني من المخاطر التي قد تحدث أثناء القيام بهذا العمل وهي كالآتي :-

1.ماسك معزول :

الغرض من الماسك هو قمط الأقطاب الكربونية .. في حالة اللحام باستخدام التيار المستمر ، أو قمط أسلاك اللحام (الالكترودات) للملئ .. في حالة استخدام التيار المتغير (المتردد).

2.كبل معزول :

هو سلك معزول ذو قطر كبير ، الغرض منه هو التغذية بالتيار الكهربائي المستخدم في عمليات اللحام ، يتوقف قطر السلك وجودته على شدة التيار المستخدم.

توص دور الصناعة المنتجة لأدوات ومعدات اللحام ، أن لا يزيد طول الكبل عن 30 متر.

3.أقنعة وجهية :

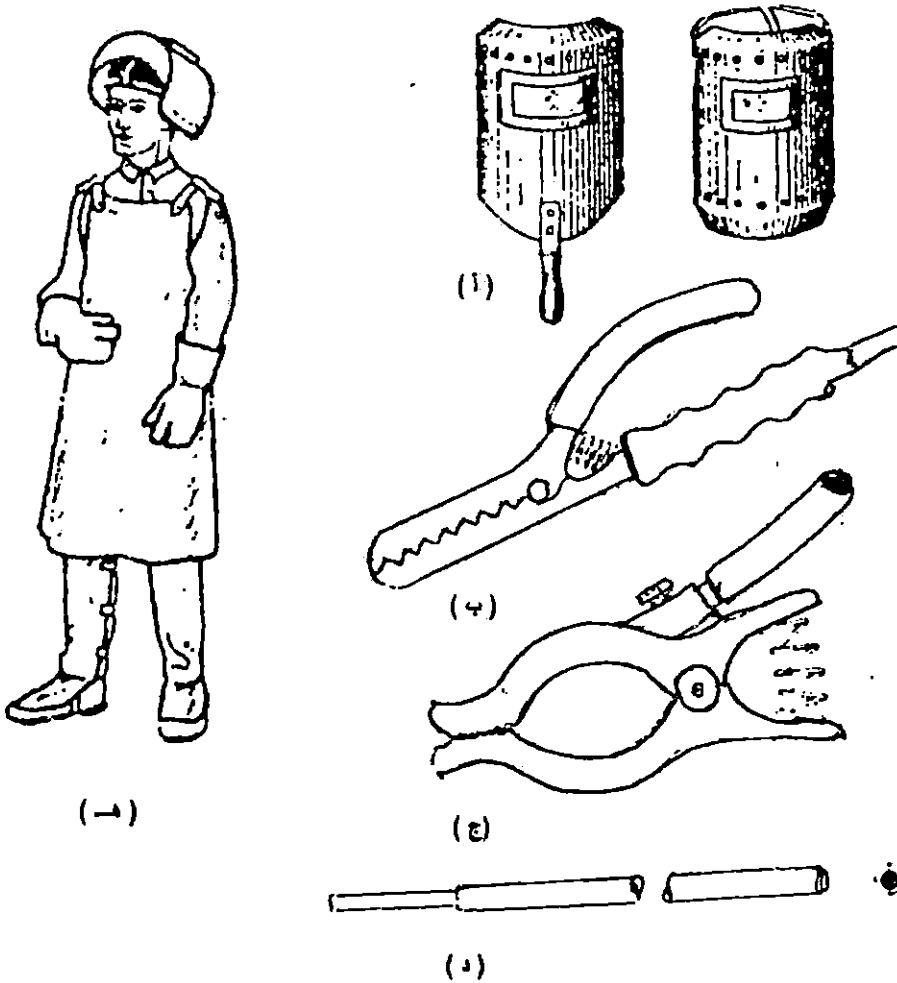
الغرض من هذه الأقنعة هو حماية عيني ووجه فني اللحام من تأثير المواد الساخنة، وتأثير الطاقة الإشعاعية للقوس الكهربائي.

تشتمل الأقنعة الوجهية على نوعين ، أحدهما يمسك باليد ، والآخر يثبت بالرأس.

4.المرايل والقفزات وأغطية الساق :

تستخدم المرايل والقفازات وأغطية الرأس المصنوعة من الجلد في حماية الفنيين من مخاطر تطاير الشرر ، وما يترتب عليه من إصابات وحروق وذلك أثناء قيامهم بأعمال اللحام ، كما تستخدم المرايل المصنوعة من مولد عازلة للحرارة كالاسبستوس لحماية الأجزاء الأمامية للجسم من مخاطر الحرارة الشديدة المنبعثة أثناء عمليات تشكيل المعادن على الساخن.

تتميز المرايل المصنوعة من الجلد بامتصاصها للحرارة والأشعة فوق البنفسجية.



شكل 6 – 32

الأدوات والمعدات المستخدمة في اللحم بالقوس الكهربائي

(أ) أقنعة الوجه.

(ب) ماسك معزول .. (حامل الالكترود).

(ج) مشبك التوصيل الأرضي.

(د) سلك لحام .. (الالكترود).

(هـ) أدوات حماية الجسم (مريلة – قفاز – غطاء رأس – غطاء ساق).

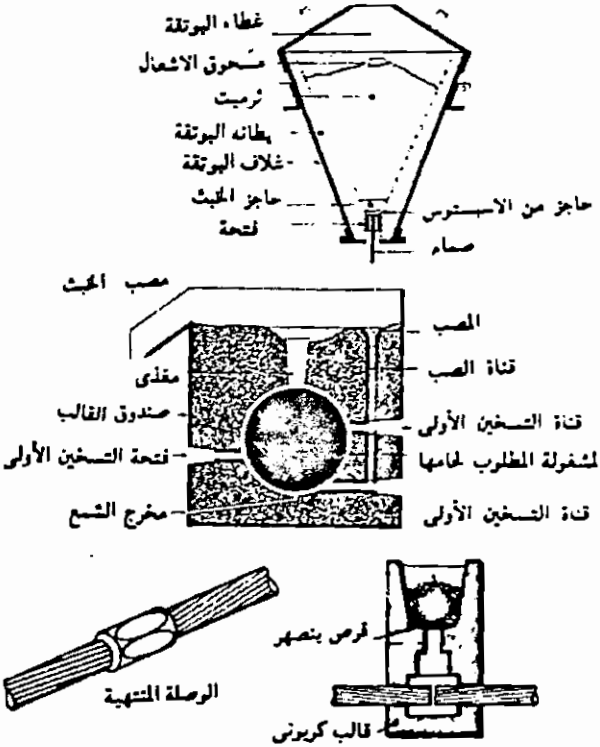
لحام الثرميت

Thermite Welding

الثرميت هو عبارة عن خليط من مسحوق الألومنيوم وأكاسيد الحديد ، ويعتمد هذا النوع على التفاعل الكيميائي الطارد للحرارة بين الألومنيوم وأكاسيد الحديد.

ويجرى اللحام بالثرميت الموضح بشكل 6 – 33 بأعداد الجزأين المطلوب وصلهما باللحام على استقامة واحدة ، من خلال فصل طرفي الوصلة بمسافة 10 إلى 80 ملليمتر ، وتنظف الأطراف المراد وصلها بعناية ، ويملئ مسافة الفراغ بالشمع ، ثم يشكل حول نصفي الوصلة قالب رملي ، يشابه القالب المستخدم في عمليات السباكة ، ويجهز القالب بفتحة (مصب) لاستقبال المعدن المنصهر ، وفتحة إضافية سفلية ليتم التسخين منها ، وبعد الانتهاء من تشكيل القالب ، ينصهر الشمع ويخرج من الفتحة السفلي التي تغلق في النهاية . ويشعل مسحوق الثرميت في بوتقة خارجية ، حيث يتفاعل أكسيد الحديد مع الألومنيوم الذي ينتج عنه ارتفاع كبير في درجة الحرارة يصل إلى 3000 ^{0}م، ويتحد الألومنيوم من الأكسوجين الموجود في أكسيد الحديد تاركا ورائه صلبا منصهراً ينساب من فتحة قاع البوتقة إلى القالب حيث يمتلئ الفراغ بين نصفي القالب ، ونظراً للارتفاع الكبير المفرط في درجة الحرارة ، فإن جزئي طرفي الوصلة ينصهرا ويندمجا مع الصلب المنصهر . وبعد برودة الوصلة يهدم القالب ويهذب مكان اللحام.

يستخدم لحام الثرميت في وصل المقاطع الكبيرة والثقيلة في أماكنها .. أي بدون الحاجة إلى نقلها مثل المصبوبات الكبيرة ، قضبان السكك الحديدية والترام ، والمواسير ذات الأقطار الكبيرة ، وإصلاح الأجزاء الضخمة للمعدات البحرية ..... وغيرها من المشغولات الكبيرة.



شكل 6 – 33

لحـــام الثرمـــيت

اللحام بالضغط والحرارة

Heat Pressure Welding

يعتمد لحام الضغط والحرارة على تسخين الأجزاء المراد وصلها باللحام حتـى تصل إلى حالة التعجُن ، ثم تتعرض منطقة التسخين إلى الضغط ، حيث يـتم وصـل الأطراف باللحام.

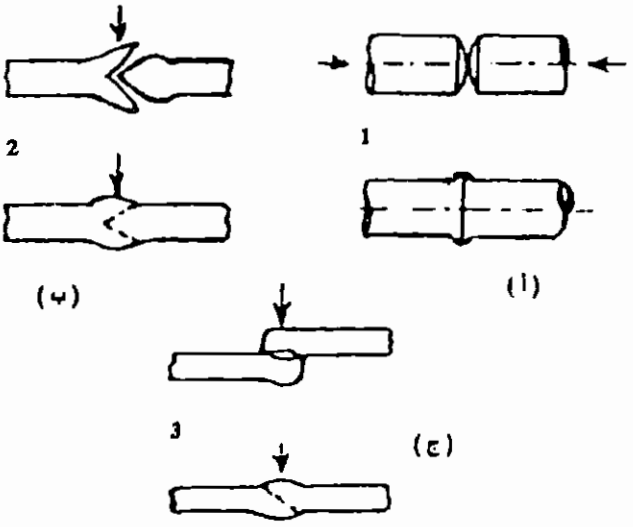
تتميز هذه الطريقة بعدم استخدام مواد حشو ، وبالتالي ضمان عدم تغيير بنيـة المعدن في طرفي وصلة اللحام.

فيما يلي عرض لأكثر أنواع اللحام بالضغط والحرارة انتشاراً.

1.**اللحام بالحدادة** : Forge Welding

يعتبر لحام الحدادة من أقدم أنواع اللحام على الإطلاق ، حيث كان يمارس من آلاف السنين في صناعة أدوات الحرب .

وتتلخص طريقة اللحام بالحدادة من خلال تسخين المشغولات المطلوب وصلها حتى تصل درجة حرارتها إلى درجة تجعلها في حالة تعجن ، ويرش مساعد صهر على الأماكن المراد لحامها ، ثم تجرى عملية الوصل بالطرق وذلك بإحدى الطرق الموضحة بشكل 6 – 34 للحصول على وصلة باللحام الحدادي.



شكل 5 – 34

اللحام بالحدادة

(أ) لحام متقابل.

(ب) لحام خابور.

(ج) لحام تراكبي.

2.**لحام المقاومة الكهربائية** : Electric Resistance Welding

لحام المقاومة الكهربائية يسمى أيضا بلحام التلامس ، يعتمد اللحام بهذه الطريقة على استخدام الطاقة الكهربائية للتيار ذو الشدة العالية وتحويلها إلى طاقة حرارية ،

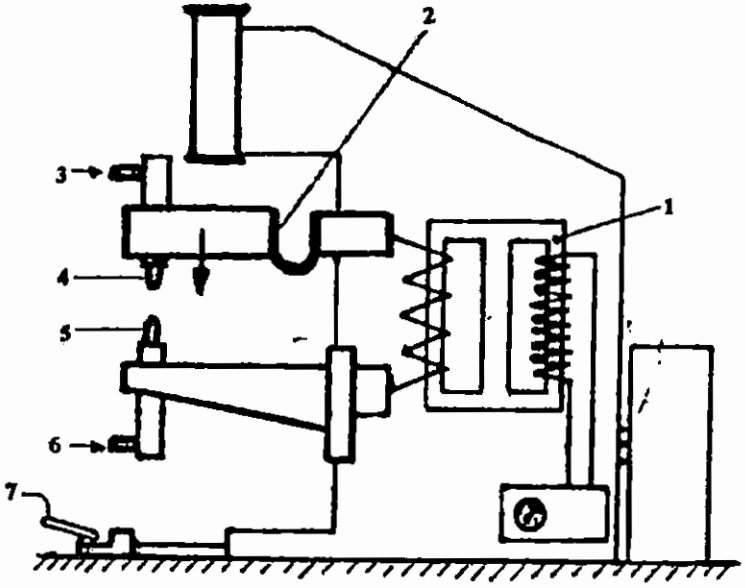
خلال الأماكن المراد وصلها ، وذلك من خلال مرور التيار الكهربائي عبر خط الانفصال ، وقبل ممارسة الضغط الرئيسي اللازم لإتمام عملية اللحام ، ومن خلال المقاومة الكهربائية التي يصادفها التيار الكهربائي عبر خط الانفصال فإن الطاقة الكهربائية تتحول إلى طاقة حرارية ، ويمكن التحكم في شدة التيار اللازم في عملية اللحام عن طريق المحول الكهربائي.

توجد طرق مختلفة لعمليات اللحام بالمقاومة الكهربائية أهمها الطرق التالية :-

لحام النقطة : Spot Welding

يسمى أيضا بلحام البنطة أو لحام البقعة ، تجرى عمليات اللحام بهذه الطريقة على ماكينة لحام النقطة الموضحة بشكل 6 – 35.

تحتوي الماكينة على أجزاء رئيسية هي .. محول كهربائي للتيار ، وقطب علوي حر الحركة ، حيث يتحرك حركة رأسية إلى أسفل ، ويعود إلى وضعه الطبيعي إلى أعلى عن طريق تجهيزات ميكانيكية وكهربائية ، وقطب سفلي ثابت.



شكل 6 – 35

ماكينة لحام النقطة

1. محول كهربائي للتيار.
2. نابض ورقي .. (باي).
3. دخول ماء لتبريد القطب العلوي.
4. القطب العلوي.
5. القطب السفلي.
6. دخول ماء لتبريد القطب السفلي.
7. دواسة.

يعتبر لحام النقطة (لحام البنطة أو لحام البقعة) من أبسط صور اللحام المقاومة الكهربائية وأكثرها انتشاراً.

يسري التيار الكهربائي عندما يتلامس القطبين الأسطوانيين خلال الجزأين المراد وصلهما مع تسليط ضغط ، حيث تتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية عالية ، ونتيجة للضغط العالي الناتج عن حركة جذب القطب العلوي إلى أسفل تتم عملية اللحام.

ونظرا لارتفاع درجة الحرارة العالية للقطبين أثناء عملية اللحام ، لذلك فقد صممت الأقطاب بحيث يتم تبريدها بالماء.

يتراوح قطر دائرة لحام النقطة ما بين 1.5 إلى 13 ملليمتر ، وذلك حسب أقطار الأقطاب المستخدمة . ويجب مراعاة إتمام عملية اللحام قبل وصول منطقة الوصل (الأجزاء المعدنية المراد لحامها إلى حالة السيولة).

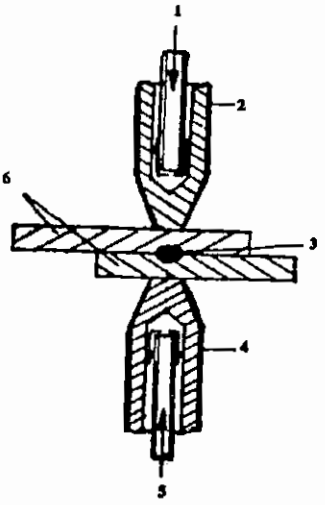
الاستخدامات : Applications

يستخدم لحام النقطة على نطاق واسع في صناعة الطائرات والسيارات وعربات السكك الحديدية والآلات الزراعية والأجهزة والمعدات المختلفة ..... وغيرها . وعادة تكون وصلاتها من النوع التراكبي.

أقطاب ماكينة لحام النقطة : Poles Of Spot Welding Machine

تصنع أقطاب ماكينة لحام النقطة بشكل أسطواني من سبائك النحاس ، وتتعرض

الأقطاب إلى درجات حرارة عالية ، لذلك صممت بحيث يتم تبريدها بالماء أثناء عمليات اللحام وشكل 6 – 36 يوضح الأقطابِ وحركة التبريد بالماء أثناء عملية اللحام.



شكل 6 – 36

تبريد الأقطاب بالماء أثناء عملية اللحام

1. دخول ماء التبريد إلى القطب العلوي.

2. القطب العلوي.

3. نقطة اللحام.

4. القطب السفلي.

5. دخول ماء التبريد إلى القطب السفلي.

6. الجزئين المراد لحامهما.

دورة لحام النقطة

Spot Welding Cycle

تتم دورة لحام النقطة في أربعة مراحل متسلسلة وهي كالآتي :-

المرحلة الأولى : First Stage

هي مرحلة الضغط الأولى ، حيث يتم الضغط على سطحين الجزأين المراد

وصلهما عن طريق القطبين Electrodes قبل سريان التيار الكهربائي للتسخين ، ويقاس زمن هذه المرحلة بالزمن المنقضي بين لحظة بدأ تطبيق الضغط ولحظة بدء التيار الكهربائي للتسخين.

المرحلة الثانية : Second Stage

هي مرحلة التسخين ، حيث يسري التيار الكهربائي في المشغولة عن طريق القطبين ، مع استمرار الضغط ، ويقاس زمن هذه المرحلة من بدء لحظة مرور التيار الكهربائي حتى انقطاعه في نهاية هذه المرحلة ، للوصول إلى درجة حرارة اللحام المناسبة.

المرحلة الثالثة : Third Stage

هي المرحلة الأساسية للحام ، حيث يطبق الضغط المناسب للحام Forging Press ، ويقاس هذا الزمن من لحظة انقطاع التيار الكهربائي إلى لحظة بدء إزالة قوى الضغط.

المرحلة الرابعة : Fourth Stage

هي مرحلة إزالة الضغط ، حيث يزال الضغط كليا تمهيدا لرفع المشغولة.

لحام الخط : Seam Welding

يسمى لحام الخط بلحام الدسرة ، وهو لحام متصل يتكون من سلسلة متشابكة من لحام النقطة . الأقطاب المستخدمة في هذا اللحام على هيئة أقراص (بكرات) دوارة .

يأخذ القرص العلوي حركته الدائرية من خلال تجهيزات ميكانيكية ، أما القرص السفلي فيكون حر الحركة حول محوره.

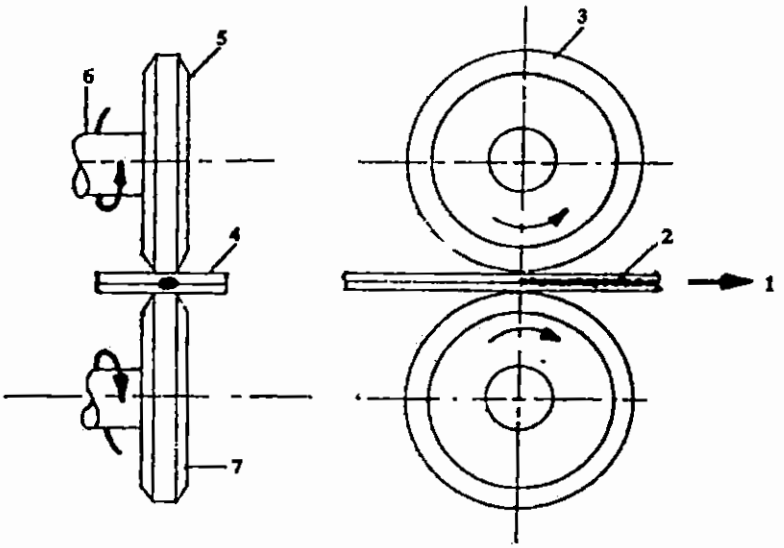
تجرى عملية اللحام بعد ضغط القرصين على الأجزاء المراد ووصلها ، ويوصل التيار فيحدث اللحام على طول خط التماس من خلال الحركة الدائرية البطيئة للقرصين ، ويـ أن يكون اللحام بشكل خط مستمر أو متقطع شكل 6 – 37.

يكون اللـ .. المستمر على هيئة خط ، ويعتمد عرض خط اللحام على عرض

الأجزاء الملامسة من القرصين على المشغولة ، أما وصلات اللحام المتقطع فهي ذات جودة عالية . إلا أنها تكون اقل نعومة.

تصنـــع الأقراص (البكرات) من نفس المواد التي نصنع منهـــا أقطـــاب لحـــام النقطة .. أي من سبائك النحاس.

يستخدم اللحام الخطي في لحام خزانات المياه والزيت والبنـــزين والمواســـير ، والعديد من الأجزاء المصنوعة من الصلب والمعادن الغير حديدية.



شكل 6 – 37

عملية اللحـــام الخطي

1. اتجاه حركة الجزء الملحوم.
2. خط اللحام.
3. قرص القطب الأسطواني العلوي.
4. الأجزاء المراد لحامها.
5. قرص القطب الأسطواني العلوي.
6. محور الدوران.
7. قرص القطب الأسطواني السفلي.

الوقاية من مخاطر اللحام بالكهرباء :

Electric Welding Dangers Protection

يمكن حدوث حرائق عند القيام بإحدى عمليات اللحام أو القطع بالكهرباء ، وهي تلك التي يسمح فيها لمادة قابلة لاشتعال أن تتلامس مع القوس الكهربائي أو الشرر الذي يحتوي على خبث حار ، وللحيلولة دون حدوث ذلك تتبع الإرشادات التالية :-

1. يراعى التأكد من عدم وجود أجزاء تالفة في كبلات اللحام ، حيث أنها قد تتسبب في أخطار جسيمة على القائمين بعمليات اللحام.
2. اللحام بذراعين مكشوفين أو تعرية النصف الأعلى من الجسم يعرض فني اللحام لخطر الإشعاع.
3. يجب إحاطة موقع العمل بحواجز واقية من الضوء الباهر.
4. ضرورة ارتداء الأقنعة الواقية للحماية من الإشعاع أو الجسيمات المتطايرة.
5. عدم القيام بعمليات اللحام بالكهرباء في الهواء الطلق أثناء سقوط المطر.
6. يجب فصل التيار الكهربائي عن ماكينة اللحام أثناء تبديل الأقطاب.
7. يجب قطع التيار الكهربائي عن ماكينات اللحام أثناء نقلها من مكان إلى آخر.
8. يراعى الحذر عند استخدام المحولات الكهربائية ، والحذر الشديد عند التعامل مع محولات الجهد ، حيث إن التيار المتردد أخطر من التيار المستمر.
9. عدم القيام بعمليات لحام بالقرب من المواد القابلة للاشتعال أو الانفجار.

وأخيرا .. فإن خير سبل الوقاية من المخاطر المختلفة ، هي يقظة العاملين أنفسهم.

الوقاية من الحرائق :

يجب إتباع إرشادات الوقاية من مخاطر الحرائق ، وأيضاً إرشادات الأمان الصناعي التالية :-

1. يجب نقل جميع المواد القابلة للاشتعال بعيدا عن مكان العمل ، قبل البدء في

عمليات اللحام أو القطع.

2. في حالة تعذر نقل المواد القابلة للاشتعال ، فيجب تأمين حواجز مقاومة للاشتعال، وإن كان ممكنا فوجود مراقب الحريق يكون أمراً مرغوب فيه.
3. يجب المحافظة على وسائل الإطفاء مثل الرمل أو مضخات الإطفاء ... وغيرها ، والتدريب على طرق استخدمها ، والتعرف علي أماكنها ، بحيث يمكن الوصـــول إليها بسرعة ، مع عدم وجود أي عوائق قد تؤدي إلى صعوبة الوصول إليها.
4. عدم القيام بعمليات اللحام أو القطع في ورش الطلاء ، أو الأماكن التي يكثر فيها الغبار أو الغازات ، حتى لا تحدث حرائق أو انفجارات.
5. عدم القيام نهائيا بأي عملية لحام أو قطع للبراميل ، أو الخزانات ، أو الصهاريج ، أو الحاويات .. ما لم تكن قد نظفت تماماً واختبرت كلياً ، وعليك أن تتأكـــد مـــن إزالة كل الفضلات القابلة للاشتعال للمحافظة على نفسك ، ولتمنع نشوب الحرائق والانفجارات.