المملكة الأردنية الهاشمية
مؤسسة التدريب المهني
معهد التدريب المتخصص للصناعات المعدنية

المادة النظرية لدورة
اللحام بالتيغ

عمان / الأردن
2010م

abudawwas12@yahoo.com samer.abudawwas@vtc.gov.jo

Gas Tungsten Arc Welding

-GTAW-

Tungsten Inert Gas

-TIG-

by

Samer Abu Dawwas

Specialized Training Institute For Metal Industries

Welding Technology Trainer - SMAW,GTAW,GMAW,PAW,SAW - All Position (1G – 6G)

abudawwas12@yahoo.com samer.abudawwas@vtc.gov.jo

اللحام بالقوس الكهربائي المحجوب بالغاز الخامل

لحام التيغ

إعداد

سامر أبو دوّاس

abudawwas12@yahoo.com samer.abudawwas@vtc.gov.jo

الفهرس

الموضوع	رقم الصفحة
الفهرس	4
مقدمة	5
مبدأ اللحام بالتيغ	6
الأمن والسلامة أثناء اللحام	7
معدات لحام التيغ	8
ماكينات اللحام (Welding Machine)	9
مشعل اللحام (Welding Torch)	15
الكترودات التنغستن (Tungsten Electrode)	19
غازات الحجب (Covering Gas)	21
منظم الغاز (Gas Regulator)	22
أسلاك التعبئة (Filler Metal)	23
تشغيل ومعايرة الماكينة	25
وصلات وزوايا اللحام	31
خواص الألمنيوم وتحضيره للحام	35
مصطلحات عامة	37

لحام التيغ

إن التطورات التقنية الحديثة في طرق وأساليب اللحام قد توصلت إلى العديد من الحلول للحصول على فاعلية وكفاءة عالية للحام وخاصة المعادن اللاحديدية وقد كانت الصعوبة في الحصول على خطوط لحام خالية من العيوب هو تأثر المعادن بالهواء المحيط وما يحتويه من غازات عند التصنيع عامة وأثناء إجراء عملية اللحام خاصة، حيث تتأثر بركة (بؤرة) اللحام بشكل كبير بهذا الهواء. فكان لا بد من البحث عن طرق للحيلولة دون وصول الغازات الموجودة في الهواء التي تؤثر سلبا على بركة (بؤرة) اللحام. ومن طرق وقاية بركة اللحام من هذه الغازات هو استخدام الغازات الخاملة التي لا تتفاعل كيميائيا مع غيرها من المواد حتى في درجات الحرارة العالية، ومن هنا تم التوصل إلى طريقة اللحام بالقوس الكهربائي المتولد بين قطب من التنغستن وقطعة العمل في جو من الغازات الخاملة والذي يرمز له حسب المواصفات الأمريكية – AWS* – بالرمز GTAW* المعروف بلحام التيغ – TIG *.

وستتعرف في هذه المادة على:

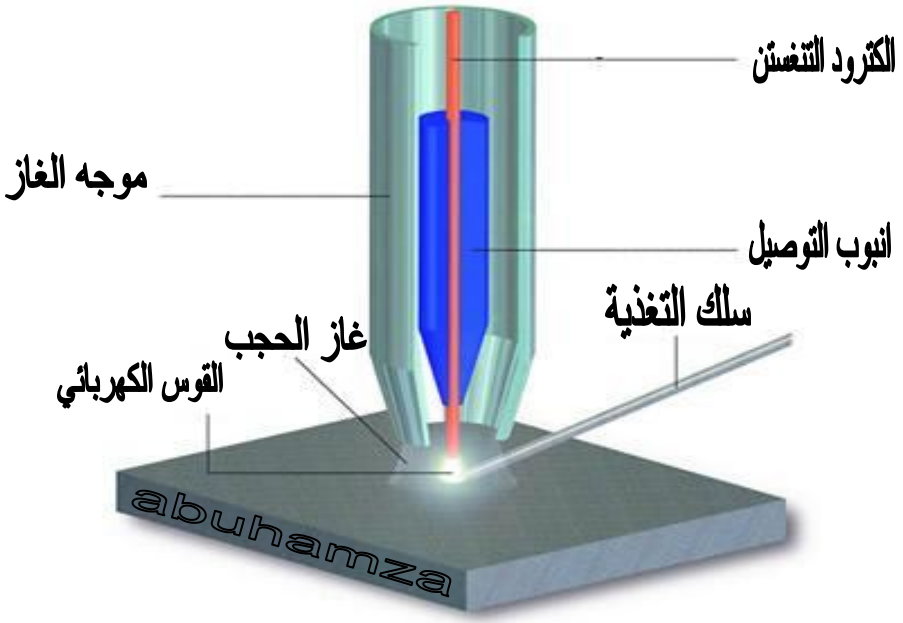
- مبدأ اللحام بالتيغ
- الأمن والسلامة أثناء اللحام
- معدات لحام التيغ
- أسلاك التعبئة (التغذية)
- معايرة الماكينة وإشعال القوس
- وصلات وزوايا اللحام
- خواص الألمنيوم وتحضيره للحام

---

* AWS American Welding Society
* GTAW Gas Tungsten Arc Welding
* TIG Tungsten Inert Gas

مبدأ اللحام بالتيغ:

تنتج الحرارة اللازمة لعملية اللحام بالقوس الكهربائي المتولد بين قطب غير متآكل مصنوع من معدن التنغستن الذي تصل درجة انصهاره إلى 3826 °س وبين قطعة العمل في جو من الغاز الخامل. وتؤدي هذه الحرارة إلى صهر معدن الأساس لتكوين بركة (بؤرة) الانصهار. ووظيفة الغاز الخامل هي حماية بركة الانصهار وقطب التنغستن بالإضافة إلى سلك التغذية من الغازات الموجودة في الهواء التي تتفاعل مع المعدن المراد لحامه. ويوضح الشكل التالي رسم توضيحي



- مميزات لحام التيغ:

1- لحام المعادن الحديدية واللاحديدية بسماكات مختلفة وبجميع أوضاع اللحام

2- نظافة خط اللحام وخاصة لعدم استخدام بودرة التغليف لوقاية بركة اللحام

3- تركيز الحرارة الناتجة من عملية اللحام في منطقة صغيرة مما يؤدي إلى انخفاض معدل التشوه والاجهادات المؤثرة على القطعة الملحومة

4- دقة التحكم بخط اللحام لعدم وجود دخان أو رذاذ أثناء اللحام

- عيوب لحام التيغ:

1- ارتفاع تكلفة التجهيزات المستخدمة

2- بطء عملية اللحام مقارنة بالطرق الأخرى

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

الأمن والسلامة أثناء اللحام:

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

1- ارتداء خوذة (وجه) اللحام المزود بزجاج للتعتيم (درجة التعتيم 11 أو 12) وذلك لحماية العين من الإشعاعات

2- ارتداء مريول عمل وقفازات جلدية خاصة (لتسهيل حركة كلتا اليدين أثناء عملية اللحام) وحذاء سلامة

3- توفر تهوية مناسبة لمكان العمل مع مراعاة عدم تكون تيارات هوائية في مكان اللحام حتى لا تتأثر بركة اللحام

4- ثني طرف سلك التغذية أثناء اللحام لتجنب طرفه الحاد وما يمكن أن يسببه من أذى لفني اللحام أو من يتواجد في موقع العمل

معدات لحام التيغ:

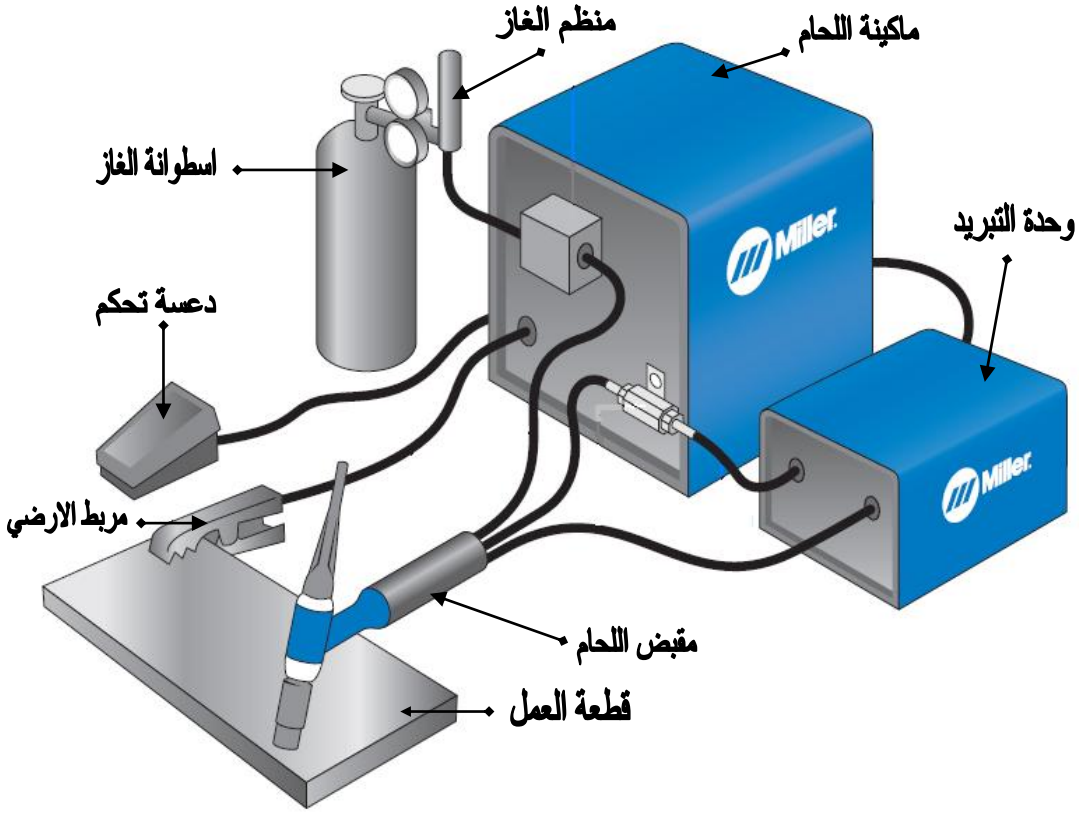
تتكون وحدة لحام التيغ كما هو موضح في الشكل التالي مما يلي:

أ- ماكينة اللحام ، وحدة التبريد، دواسة التحكم بالتيار لتوليد القوس الكهربائي

ب - مقبض اللحام

ج - غاز الحجب و منظم الغاز

وستتعرف فيما يلي على هذه الأجزاء:



ماكينة اللحام (Welding Machine):

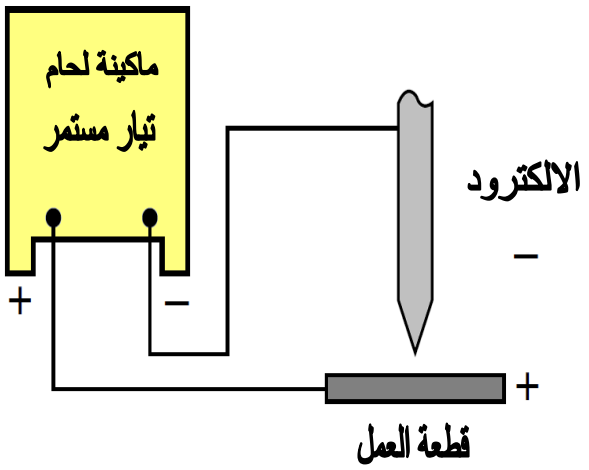
تستخدم في لحام التيغ آلات لحام تنتج تيارا كهربائيا مستمرا أو متغيرا أو كليهما، وتحافظ على استمرارية اشتعال القوس الكهربائي ، حيث تستخدم هذه التيارات الكهربائية كما يلي:

أولا: التيار المستمر"التيار المباشر" ويرمز له بالرمز DC *

هو عبارة عن تدفقٍ ثابتٍ للإلكترونات من منطقة ذات جهد عالٍ إلى أخرى ذات جهد أقل، و تتدفق الشحنة الكهربائية في نفس الاتجاه. وهناك نوعان من القطبيات للتيار المستمر هما:

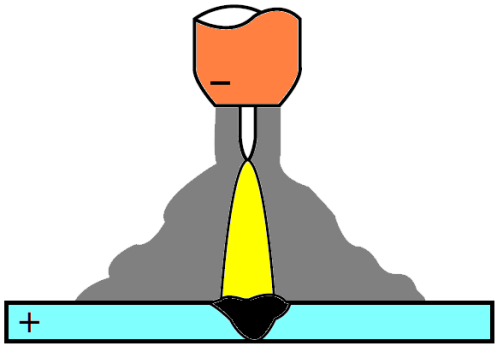
أ- القطبية المستقيمة (Straight Polarity):

ويرمز لها بالرمز (DC-) أو الرمز (DCEN)* أو الرمز (DCSP)* حيث يكون الإلكترود على القطب السالب الذي تتركز عليه ثلث الحرارة المتولدة وتكون قطعة العـــــمل على القطب الموجب الذي تتركز عليه ثلثي الحرارة المتولدة كما يبين الشكل التالي:



* DC Direct current
* DCSP Direct current straight polarity
* DCEN Direct current electrode negative

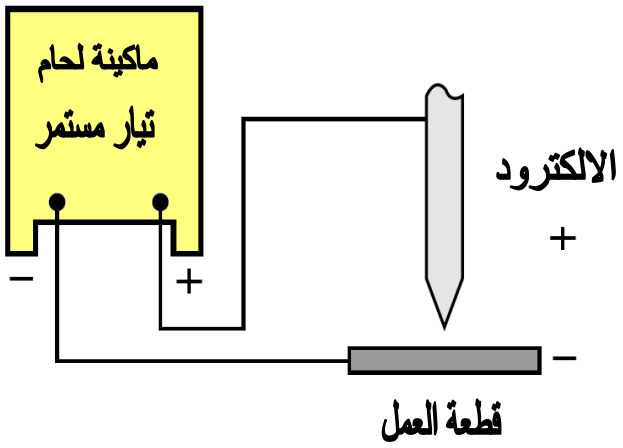
وبسبب تركيز ثلثي الحرارة على قطعة العمل فان خط اللحام الناتج يكون بعرض قليل ونفاذ (تغلغل) جيد كما يوضح الشكل التالي:



ولان الحرارة المتركزة على الإلكترود قليلة فانه يمكن استخدام الكترودات بأقطار صغيرة. وتستخدم هذه القطبية في لحام الحديد والستانلس ستيل والنحاس بسماكات مختلفة.

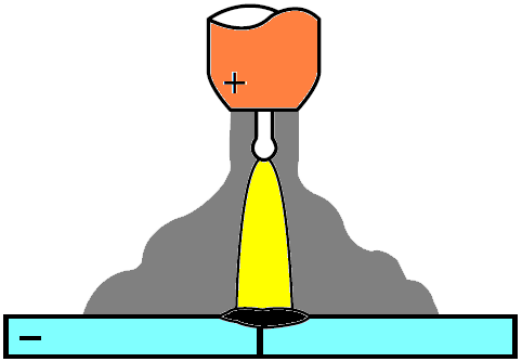
ب- القطبية المعكوسة (Reverse Polarity) :

ويرمز لها بالرمز (DC+) أو الرمز (DCEP)* آو الرمز (DCRP)*حيث يكون الإلكترود على القطب الموجب الذي تتركز عليه ثلثي الحرارة المتولدة وتكون قطعة العمل على القطب السالب الذي تتركز عليه ثلث الحرارة المتولدة كما يبين الشكل التالي:



* DCEP Direct current electrode positive
* DCRP Direct current reverse polarity

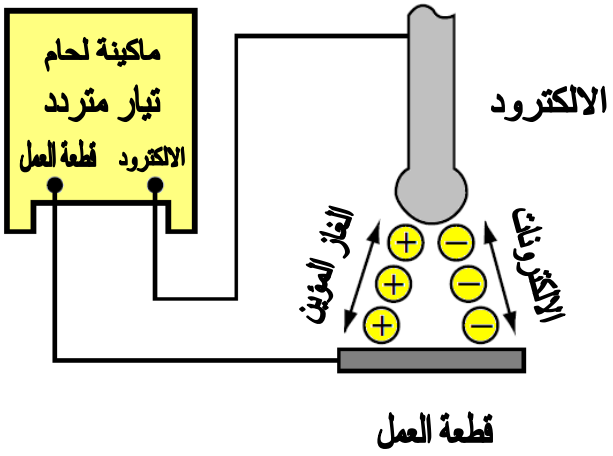
وبسبب تركيز ثلثي الحرارة على الإلكترود فان خط اللحام الناتج يكون عريض ونفاذ (تغلغل) اقل كما يوضح الشكل التالي:



ويجب في هذه الحالة استخدام أقطاب بأقطار كبيرة لتتحمل الحرارة المتركزة عليها. وتستخدم هذه القطبية في لحام الحديد والستانلس ستيل والنحاس بسماكات قليلة وفي لحام الألمنيوم والمغنيسيوم بسماكات عالية.

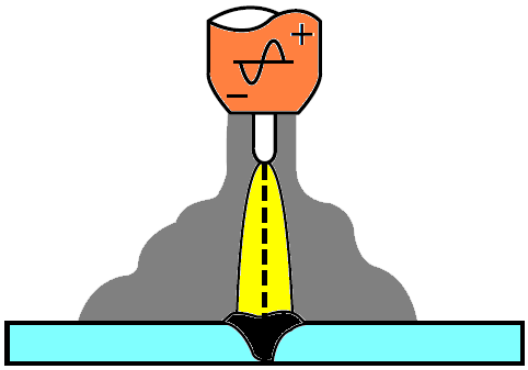
ثانيا: التيار المتردد"التيار المتغير" ويرمز له بالرمز AC *

هو تيار كهربائي يعكس اتجاهه بشكل دوري و يتذبذب في مكانه ذهابا و إيابا 50 أو 60 مرة في الثانية حسب النظام الكهربائي المستخدم. وتتوزع الحرارة المتولدة بالتساوي بين الإلكترود وقطعة العمل ويبين الشكل التالي رسم توضيحي لطريقة توصيل الإلكترود وقطعة العمل:

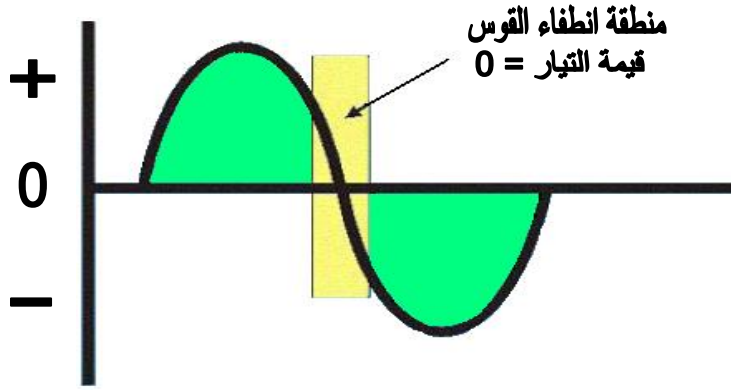


* AC Alternating current

وبسبب توزيع الحرارة على الإلكترود وقطعة العمل فان خط اللحام الناتج يكون متوسط العرض والنفاذ (التغلغل) كما يوضح الشكل التالي:



ويلاحظ تغير اتجاه التيار المتردد 100 مرة في الثانية الواحدة عندما يكون التردد 50 هرتز وهذا التغير يؤدي إلى إزالة (تنظيف) طبقة الأكسيد القاسية التي تغطي سطح قطعة العمل ووجود هذه الطبقة يؤدي إلى عدم استقرار واستمرارية قوس اللحام وإطفاءه مما يعيق انتقال الالكترونات بين الإلكترود وقطعة العمل. كما يلاحظ أن قيمة التيار تصبح صفرا عندما يغير التيار اتجاهه كما يوضح الشكل التالي :

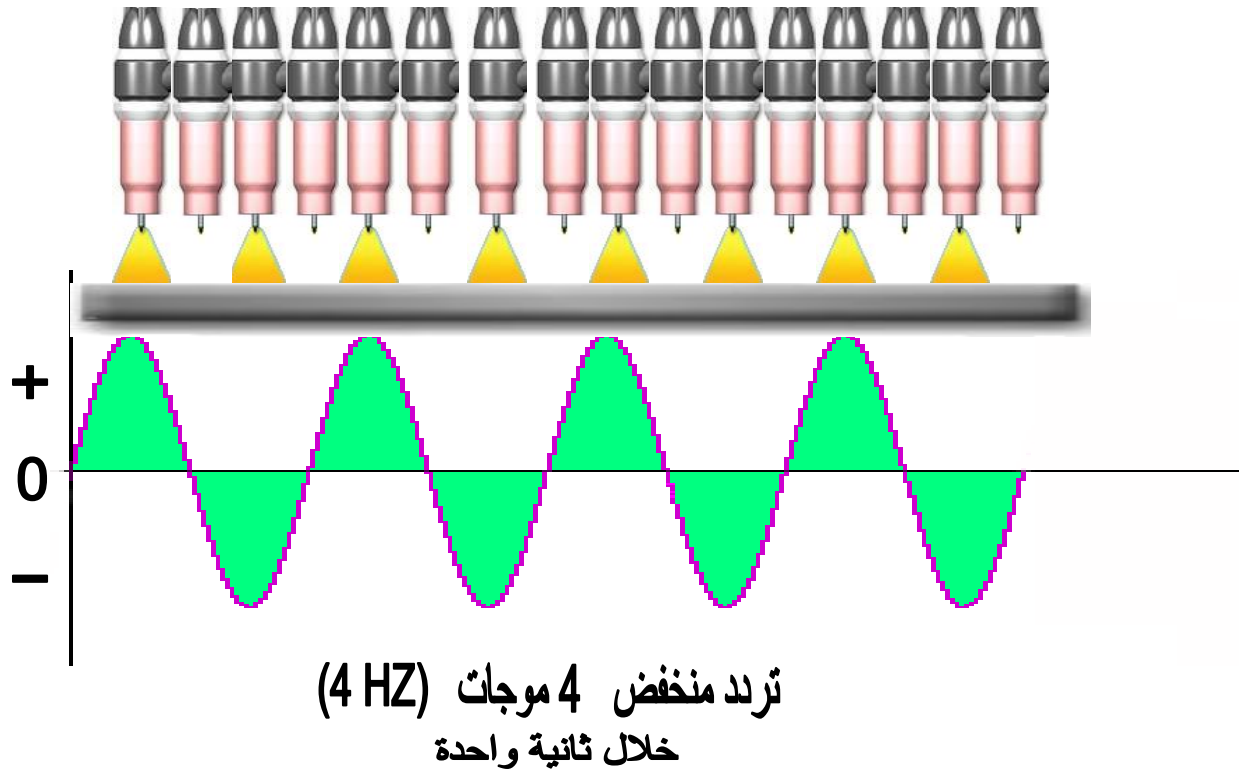


ونتيجة لارتفاع درجة حرارة الإلكترود المصنوع من التنغستن فان الإلكترود يقوم بقذف الكترونات أكثر من قطعة العمل بسبب حرارتها المنخفضة نسبيا وهذا يحدث نتيجة تدفق تيار عالي في حالة نصف الدورة المستقيمة القطبية .

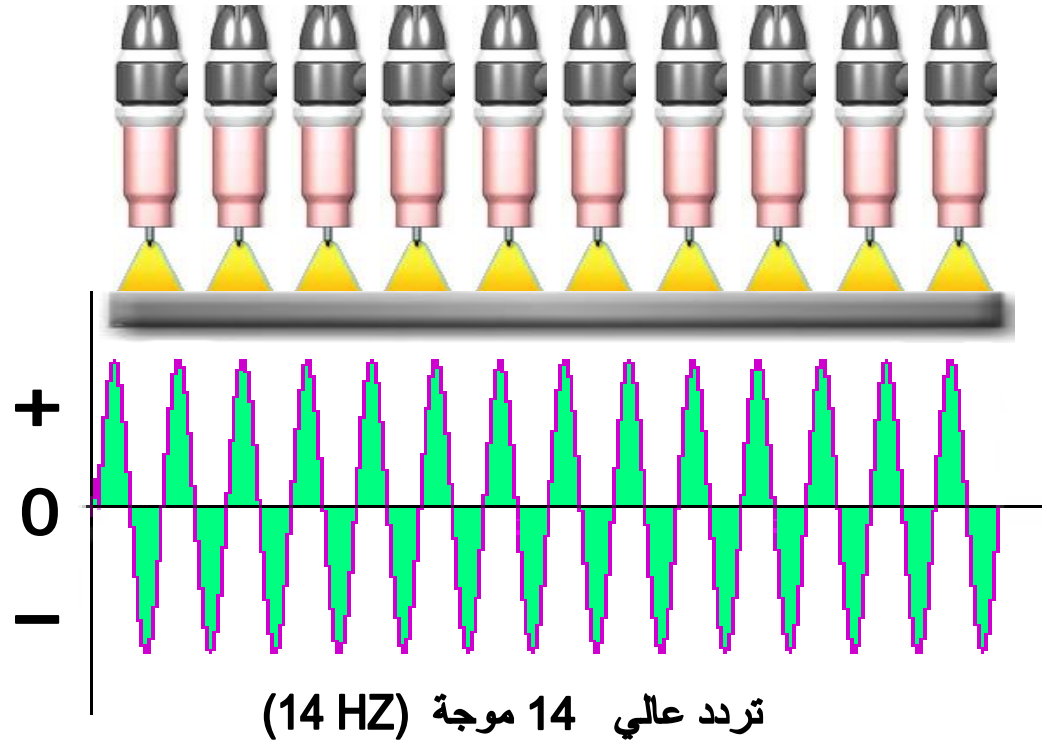
وللحصول على استقرار لقوس اللحام يضاف إلى ماكينات اللحام ذات التيار المتردد وحدة للتردد العالي (High Frequency) . الوظائف الرئيسية لهذه الوحدة :

1- إمكانية توليد القوس الكهربائي دون تماس الإلكترود مع قطعة العمل مما يقلل من احتمالية تلوث الإلكترود.

2 - تقوم هذه الوحدة بمضاعفة تردد التيار الناتج عن المحول مئات أو آلاف المرات مما يقلل من مدة توقف التيار عند الانتقال من الموجب إلى السالب فيصبح توقف التيار بدلا من 100 مرة في الثانية ليصبح مئات أو آلاف المرات مما يجعل انتقال التيار أكثر انتظاما، ويبين الشكل التالي رسم توضيحي لاشتعال القوس الكهربائي في أمواج التردد المنخفض والتردد العالي:

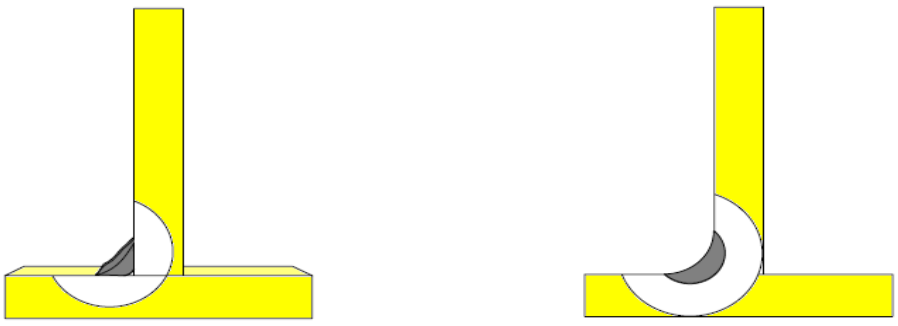


تردد منخفض 4 موجات (4 HZ)
خلال ثانية واحدة



تردد عالي 14 موجة (14 HZ)
خلال ثانية واحدة

إن هذا الانتظام في التيار يعمل على تنظيف طبقة الأكسدة الموجودة على قطعة العمل مما يؤدي إلى الحصول على تغلغل أفضل لخط اللحام كما يبين الرسم التوضيحي التالي:

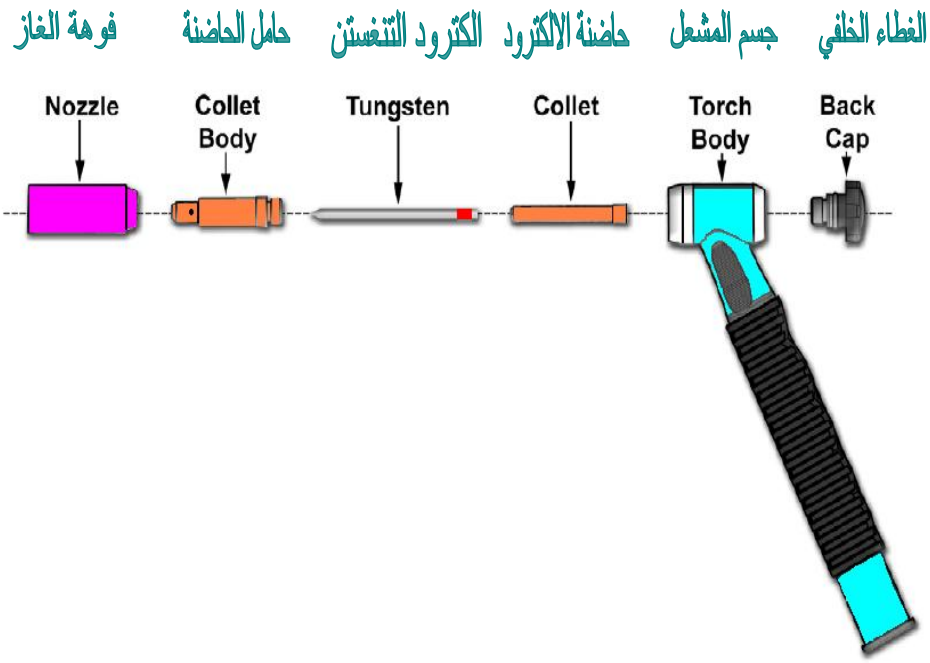


اللحام بتردد عالي **اللحام بتردد منخفض**

مشعل اللحام (Welding Torch) :

حيث يقوم مشعل اللحام بإيصال التيار الكهربائي والغاز الواقي إلى منطقة اللحام.

ويتكون المشعل من الأجزاء الرئيسية الموضحة في الشكل التالي:



1- جسم المشعل (Torch Body) :

تتوفر مشاعل اللحام بتصاميم وأشكال مختلفة تناسب طبيعة الأعمال المراد إنجازها من حيث زاوية ميل الفالة وطريقة تبريد المشعل. حيث تتوفر المشاعل بزوايا من 90 إلى 180 درجة كما يوضح الشكل التالي:

أما من حيث طريقة تبريد المشعل فهناك نوعان هما:

أ – مشعل التبريد بالهواء (Air Cooling Torch):

وهو الأكثر شيوعا واستخداما. حيث يستخدم عندما يكون أمبير اللحام اقل من 200 أمبير ويمتاز هذا النوع بصغر حجمه بالمقارنة مع النوع الآخر وتكلفته اقل. أما عيوبه فانه يلوث حوض الانصهار في قطعة العمل عند ارتفاع درجة حرارته.

ب– مشعل التبريد بالماء (Water Cooling Torch) :

يستخدم هذا النوع عند الحاجة إلى أمبير عالي (200–700) أمبير إلا أن جودة اللحام تكون أعلى من المشعل المبرد بالهواء بسبب عدم تلوث بركة الانصهار. وعيوبه فهي ارتفاع تكلفته وثقل وزنه مقارنة مع النوع الآخر.

2- الغطاء الخلفي (Back Cap) :

يقوم هذا الغطاء بشد– تثبيت- الإلكترود ويتوفر بثلاث مقاسات رئيسية (قصير،وسط،طويل) ويتم اختيار المقاس بالاعتماد على طول الإلكترود والمكان المراد إجراء عملية اللحام فيه، فالأماكن الضيقة تحتاج إلى الكترود قصير و غطاء قصير. كما يزود كل غطاء بحلقة مطاطية تقوم بمنع تسرب الغاز خارج المشعل أثناء اللحام. ويوضح الشكل التالي هذه المقاسات

3- فوهة الغاز – موجه الغاز – (Nozzle) :

تصنع الفوهات من السيراميك وهي الأكثر استخداما بسبب رخص ثمنها إلا انه يتجمع عليها رذاذ من بركة اللحام مما يعيق تدفق الغاز. كما أنها تصنع من المعدن أو الزجاج.
وتتوفر هذه الفوهات بأقطار وأطوال مختلفة تعتمد على وضع اللحام وقطر الإلكترود.
ويوضح الشكل التالي بعض هذه الأنواع :

صورة تبين انتشار الغاز لفالات من السيرميك

فالات زجاجية

4- حاضنة الإلكترود (Collet) :

تقوم بشد الإلكترود وتوصيل التيار الكهربائي. وتتوفر بأقطار مختلفة تناسب قطر الإلكترود ويبين الشكل التالي الحاضنة :

5- حامل الحاضنة (Collet Body) :

يقوم بإمساك حامل الإلكترود وتوصيل التيار الكهربائي وتوزيع الغاز داخل الفوهة، ويتوفر الحامل بمقاسات وأقطار مختلفة تعتمد على قطر الإلكترود ونوع المشعل ويبين الشكل التالي حامل الحاضنة :

6- الكترودات التنغستن (Tungsten) :

يستخدم في عملية لحام التيغ أقطاب لحام غير مستهلكة مصنوعة من معدن التنغستن وهو من المعادن الصلبة ولونه سكني أو من سبيكة التنغستن حيث تكون نسب المواد المضافة بسيطة جدا وذلك من اجل تحسين خواص الإلكترود ومن هذه المواد أكسيد الثوريوم وأكسيد الزركونيوم. وتتوفر أقطاب التنغستن بأقطار مختلفة من 0.25 – 6.4 مم وأطوال من 75 – 600 مم. ويعتمد اختيار قطر الإلكترود وطوله على نوع المعدن المراد لحامه وسماكته ونوع التيار المتوفر ونوع المشعل وحجمه.

الكترودات التنغستن (Tungsten Electrodes)

هنالك ثلاثة أنواع شائعة الاستعمال من الالكترودات وهي :

أ- الكترود تنغستن نقي:

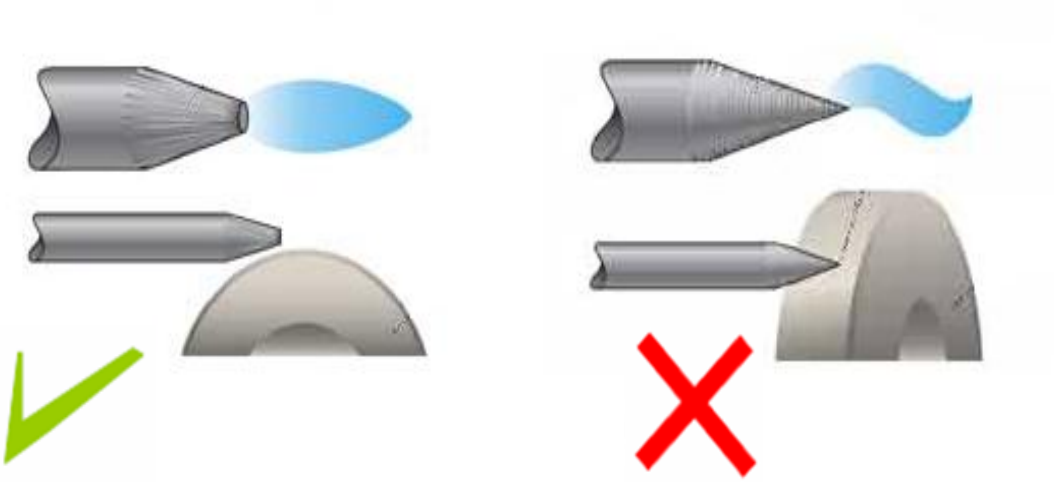
تصل نسبة النقاء إلى 99.5 تقريبا ويستخدم هذا النوع مع التيار المتردد في لحام الألمنيوم والمغنيسيوم وسبائكهما ويتم طلاء احد أطرافه باللون الأخضر. ويكون شكل رأس الإلكترود كرويا كما في الشكل التالي:

ويتم تحضير الإلكترود بالرأس الكروي وذلك بوضع مفتاح معايرة الموجة على الماكينة (Balance/Dig Control) على الوضع MAX CLEANING ثم نختار قيمة تيار عالية أعلى من التيار اللازم لعملية اللحام ثم يتم توليد القوس الكهربائي على قطعة خارجية بعد إمساك المشعل بزاوية 90˚.

ب- الكترود تنغستن ثوريوم:

تكون نسبة الثوريوم إما 1% ويتم طلاء احد الأطراف باللون الأصفر أو 2% ويتم طلاء احد الأطراف باللون الأحمر. ويمتاز بقدرته على تحمل تيارات لحام عالية ومقاومة عالية لتلويث بركة الصهر. ويستخدم هذا الإلكترود مع التيار المستمر في لحام الفولاذ الكربوني والفولاذ المقاوم للصدأ (ستانلس ستيل). ويكون شكل رأس الإلكترود مجلوخا بشكل مخروطي مثل القلم كما في الشكل التالي:

ويتم تحضير الإلكترود بجلخه على حجر جلخ بحيث يكون طول الجزء المجلوخ للالكترودات التي يبلغ قطرها 2.4 مم أو اقل ثلاثة أضعاف القطر أما الالكترودات التي يبلغ قطرها اكبر من 2.4 مم فان طول الجزء المجلوخ يكون ضعفي القطر. وعملية الجلخ تكون مع اتجاه دوران حجر الجلخ وليس بشكل عامودي عليه وذلك للحصول على قوس كهربائي منتظم كما يبين الشكل التالي:



ج- الكترود تنغستن زركونيوم:

ويستخدم هذا الإلكترود مع التيار المتردد بشكل خاص، وهو اقل كفاءة من الكترود الثوريوم مع التيار المستمر، لذلك يستخدم في لحام الألمنيوم والمغنيسيوم وسبائكهما. ويتم طلاء احد أطرافه باللون البني أو اللون الأبيض.

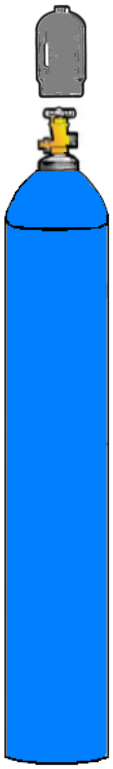
- مميزات استخدام أقطاب التنغستن:

1- مقاومته عالية فهو لا يذوب ولا يتبخر عند تسخينه بالقوس الكهربائي

2- ارتفاع درجة انصهاره حيث ينصهر عند درجة حرارة (3826) سليوس

3- يحتفظ بمواصفاته حتى لو تم تسخينه إلى درجة الاحمرار

غازات الحجب (Covering Gas):



- غاز الحجب:

يستخدم أثناء عملية اللحام غازات خاملة تقوم بعزل منطقة اللحام (الكترود التنغستن وسلك التغذية وبركة اللحام) عن الهواء الجوي المحيط وذلك لمنع أكسدة اللحام.

ويعرَّف الغاز الخامل بأنه الغاز الذي لا يتفاعل مع غيره كيميائيا حتى في درجات الحرارة العالية. وتعبأ هذه الغازات في اسطوانات خاصة تتسع ل (6 - 8) م^3 ويصل الضغط داخلها إلى (165 - 200) بار ويبلغ طول الاسطوانة 94 سم وقطرها 22 سم . ويستخدم في عملية العزل بشكل أساسي نوعين من الغاز هما الآرجون و الهيليوم .

1- غاز الآرجون (Ar):

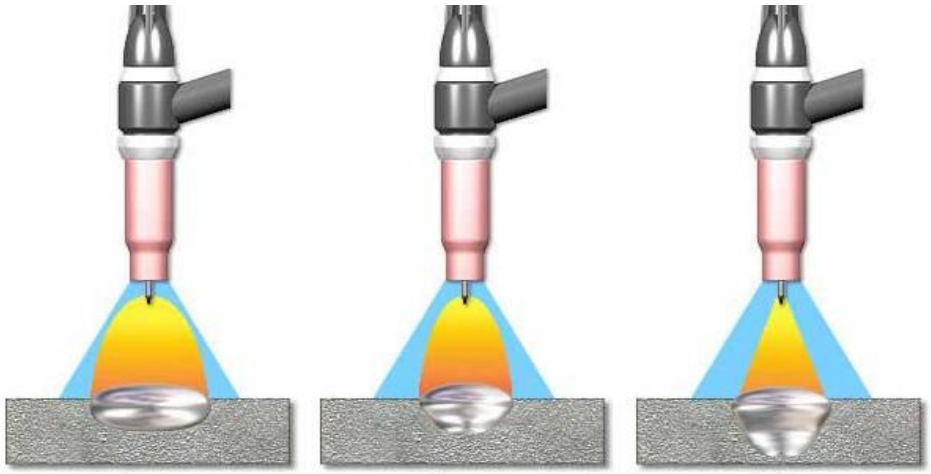
وهو غاز خامل أثقل من الهواء ب 1.4 مرة ويوجد في الهواء بنسبة اكبر من الغازات الخاملة الأخرى حيث أن كمية قليلة منه تعمل على عزل منطقة اللحام أكثر من الغازات الأخرى. وتطلى اسطوانات غاز الآرجون باللون الأزرق.

2- غاز الهيليوم (He):

وهو غاز خامل أخف من الهواء وهو أفضل من غاز الآرجون في توليد القوس الكهربائي ويكون جذر اللحام أعمق وسرعة اللحام اكبر. لذلك غالبا ما يستخدم في لحام النحاس والألمنيوم. وتطلى اسطوانة غاز الهيليوم باللون البني .

3- خلائط غاز الآرجون والهيليوم:

تتوفر خلائط من غازات الآرجون و الهيليوم بنسب 80% هيليوم و 20% آرجون أو 75% هيليوم و 25% آرجون وقد تصل نسبة الخلائط إلى 50% هيليوم و 50% آرجون وتستخدم هذه الخلائط للحصول على ميزات خاصة للحام فمثلا كلما زادت الحاجة إلى تغلغل اكبر زادت الحاجة إلى كمية اكبر من غاز الهيليوم. ويبين الشكل التالي مقارنة لمواصفات خط اللحام بين الغازات:



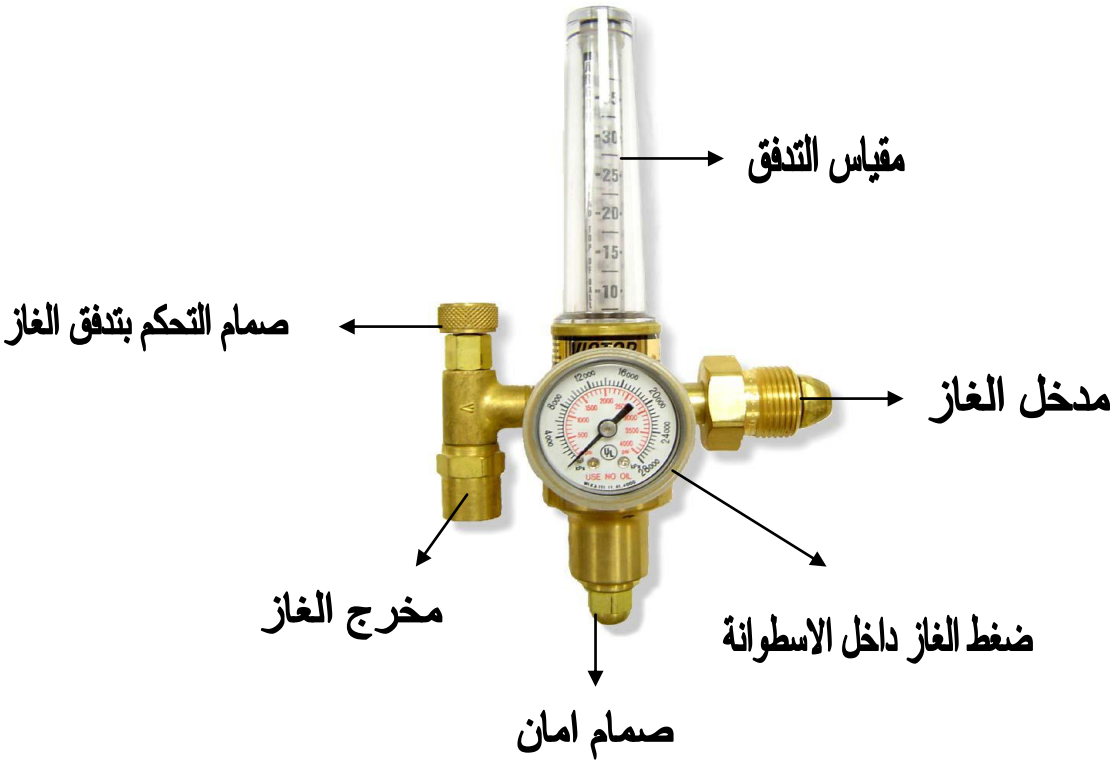
آرجون **آرجون + هيلوم** **هيليوم**

منظم الغاز (Gas Regulator) :

يستخدم منظم الغاز في تخفيض ومعايرة ضغط الغاز المتدفق من الاسطوانة لإيصال كمية مناسبة إلى بركة اللحام. وتتوفر منظمات الغاز من نوع مرحلة أو مرحلتين. ويتم التحكم بتدفق الغاز عن طريق مقياس للتدفق مدرجا بما يتناسب مع الغازات الخاملة المستخدمة ومقدار هذا التدفق يرتبط بنوع وصلة اللحام وسمك قطعة العمل ومعدنها ومقاس فوهة وفالة الغاز. ويتم ضبط هذا التدفق عن طريق صمام

التحكم بتدفق الغاز. ويدل على مقدار التدفق كرة معدنية داخل الأنبوب الزجاجي .

ويبين الشكل التالي أجزاء احد أنواع المنظمات:



أسلاك التعبئة – التغذية – (Filler Metal):

تستخدم أثناء عملية اللحام أسلاك تعبئة يناسب كل منها نوع المعدن المراد لحامه، وتتوفر هذه الأسلاك على شكل قضبان بأقطار وأطوال محددة حيث تتوفر بأقطار (0.65-4.8) مم ويتم اختيار قطر السلك بما يناسب سمك المعدن المراد لحامه وغالبا ما تستخدم هذه الأسلاك في لحام السماكات المتوسطة والعالية أما عند لحام السماكات الخفيفة فتتم عملية اللحام بصهر أطراف القطع .

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

1- الفولاذ الكربوني يرمز له بـــ ER 70S-(2….6) AWS 5.18

حيث أن:

E - الكترود / R- قضيب / 70- قوة الشد / S- مصمت / (2….6)- تتعلق بالتحليل الكيميائي

2- الفولاذ المقاوم للصدأ : يرمز له بـــ ER (308L- … AWS A 5.9

حيث أن:

E - الكترود / R- قضيب / 308- قوة الشد

3- الألمنيوم : يرمز له بـــ ER 4043 … AWS A 5.10

حيث أن:

E - الكترود / R- قضيب / 4043- قوة الشد

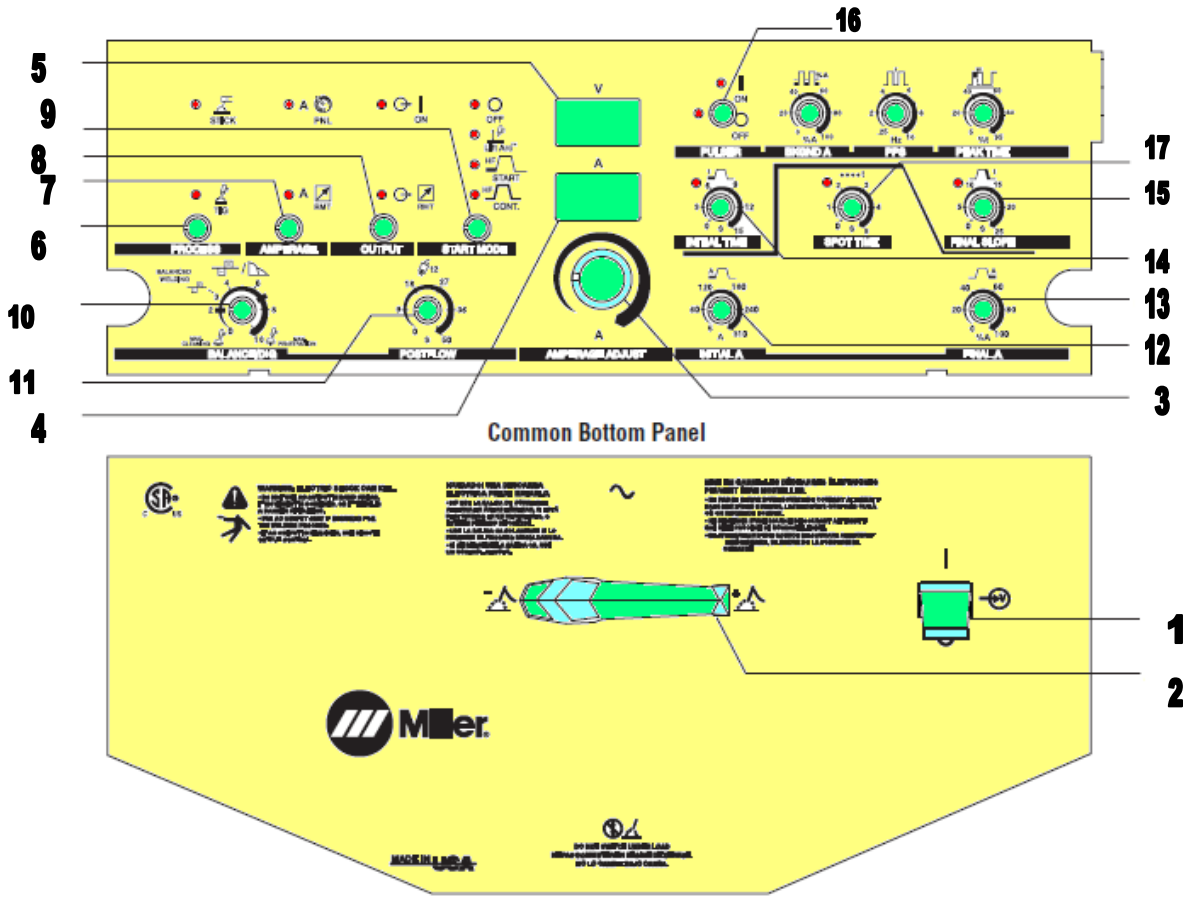
4- النحاس : يرمز له بـــ E CuMnNiAl … AWS A 5.7

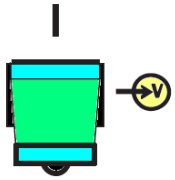
حيث أن:

E - الكترود / CuMnNiAl التركيب الكيميائي

تشغيل ومعايرة الماكينة :

تتشابه ماكينات لحام التيغ من حيث مبدأ المعايرة والتشغيل ولكنها تختلف في شكل لوحة التشغيل وسيتم توضيح طريقة المعايرة والتشغيل لأحد هذه الماكينات الموضحة في الشكل التالي:

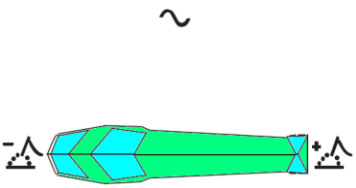




1- مفتاح التشغيل Power Switch (On/Off)

يستخدم في إيصال أو فصل التيار الكهربائي

عن الماكينة



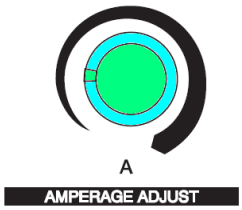
2- مفتاح اختيار نوع التيار والقطبية

Output Selector Switch (AC/DC-/DC+)

يستخدم في اختيار نوع التيار مستمر أو متردد

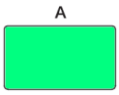
وكذلك اختيار نوع القطبية مستقيمة (DC-)

أو معكوسة (DC+)



3- مفتاح معايرة التيار Amperage Adjustment Control

يستخدم في تحديد قيمة التيار اللازمة للحام



4- لوحة إظهار قيمة التيار Ammeter Display

5- لوحة إظهار قيمة الفولتية Voltmeter Display

6- مفتاح اختيار نوع اللحام Process Control (Stick/TIG)

يستخدم في اختيار طريقة اللحام المطلوبة

إما بالقوس الكهربائي بالسلك المغلف أو بالتيغ

7- مفتاح التحكم بقيمة التيار Amperage Control (Panel/Remote)

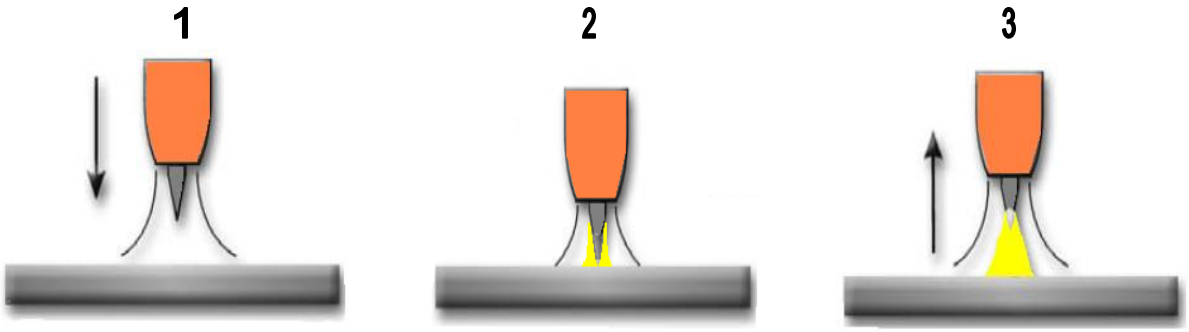
يستخدم في التحكم بتيار اللحام إما عن طريق
اختيار تيار بقيمة ثابتة لا تتغير أثناء اللحام (PNL)
وذلك بتحديد قيمة التيار عن طريق مفتاح
معايرة التيار أو اختيار قيمة متغيرة تبدأ من

الصفر إلى قيمة يتم تحديدها عن طريق مفتاح
معايرة التيار حيث يتم التحكم بزيادة قيمة التيار
أو تقليل قيمته أثناء اللحام عن طريق جهاز تحكم
إما يدويا أو عن طريق دواسة بالقدم (RMT)

8- مفتاح اختيار توليد القوس الكهربائي Output Control

يستخدم في أسلوب توليد القوس الكهربائي إما
بدون ملامسة الإلكترود لقطعة العمل باختيار
الوضع (RMT) أو عن بملامسة الإلكترود مع
قطعة العمل وذلك بملامسة رأس الإلكترود مع

قطعة العمل بحيث تكون زاوية المشعل 90
ثم الثبات لمدة ثانية واحدة أو ثانيتين ثم رفع
المشعل قليلا حتى يتولد القوس وذلك باختيار
الوضع (ON) ويبين الشكل التالي خطوات توليد
القوس بالتلامس:

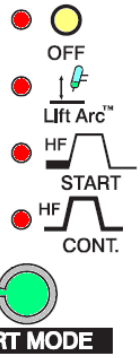


الثبات لمدة 1 او 2 ثانية

9- مفتاح اختيار نظام قوس البداية

Start Mode Control (Lift-Arc, HF Start, HF Continuous)

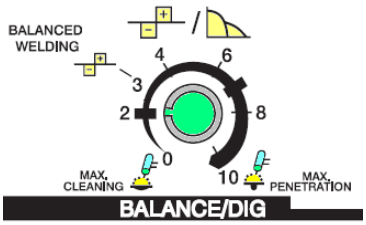
يستخدم في اختيار نظام اللحام حيث يستخدم الخيار (OFF) عند اللحام بالقوس الكهربائي بالسلك المغلف أو عند لحام الفولاذ الكربوني والستانلس ستيل إما الخيار (Lift Arc) فيستخدم عند لحام الفولاذ الكربوني والستانلس ستيل إما الخيار (START) فيستخدم في لحام الفولاذ الكربوني والستانلس ستيل عند الحاجة إلى تردد عالي في بداية توليد القوس عند اختيار توليد القوس عن طريق الريموت أما الخيار (CONT) فيستخدم في لحام الألمنيوم والمغنيسيوم وسبائكهما للحصول على تردد عالي أثناء اللحام عند اختيار توليد القوس عن طريق الريموت.

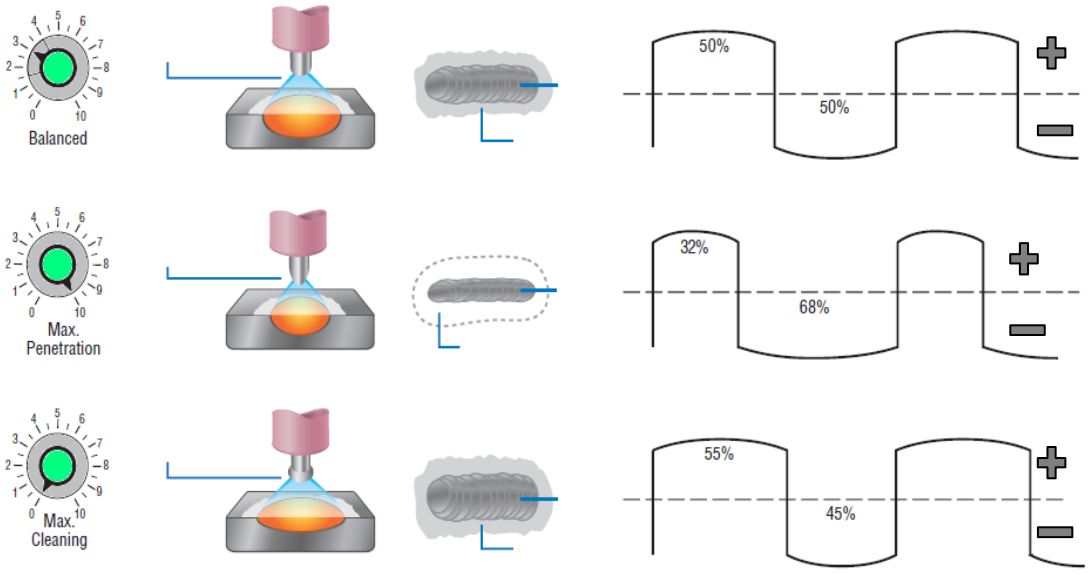


10- مفتاح معايرة الموجة للتحكم بالتغلغل

Balance/Dig Control

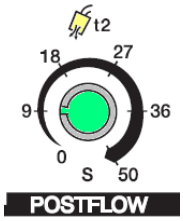
يستخدم في التحكم بمقدار طول الموجة ومقدار التغلغل لخط اللحام كما يبين الشكل التالي:





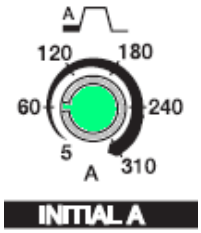
11- مفتاح معايرة زمن خروج غاز النهاية Post flow Time Control

يستخدم في تحديد الزمن المناسب لخروج
الغاز بعد الانتهاء من عملية اللحام



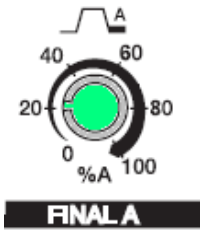
12- مفتاح معايرة قيمة أمبير البداية Initial Amperage Control

يستخدم في تحديد قيمة التيار اللازم للبدء
بعملية اللحام للحصول على بركة لحام
جيدة وخالية من العيوب حيث أن تيار
بداية اللحام يجب أن يكون أعلى من تيار
اللحام وذلك لان درجة حرارة قطعة العمل
تكون باردة في بداية اللحام



13- مفتاح معايرة أمبير النهاية Final Amperage Control

يستخدم في تحديد قيمة التيار اللازم عند الانتهاء
من عملية اللحام للحصول على بركة لحام
جيدة وخالية من العيوب حيث أن تيار
نهاية اللحام يجب أن يكون أقل من تيار
اللحام وذلك لان درجة حرارة قطعة
العمل تكون مرتفعة عند الانتهاء من عملية اللحام



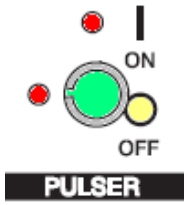
14- مفتاح معايرة زمن تيار البداية Initial Time Control

يستخدم في تحديد زمن تيار بداية اللحام
حيث أن تيار بداية اللحام يستمر لفترة
زمنية حتى تسخن قطعة العمل ثم يتحول
إلى التيار المعاير للحام

15- مفتاح معايرة زمن تيار النهاية Final Slope Control

يستخدم في تحديد زمن تيار نهاية اللحام
حيث أن تيار نهاية اللحام يستمر لفترة
زمنية حتى تبرد قطعة العمل ثم ينطفئ
القوس الكهربائي

16- مفتاح اختيار نظام لحام الرقائق بالذبذبة Pulse Control



يستخدم عند إجراء عملية اللحام
للصفائح المعدنية الرقيقة حيث أنها
تحتاج إلى تحكم دقيق بالأمواج

17- مفتاح اختيار زمن التنقيط Spot Time Control

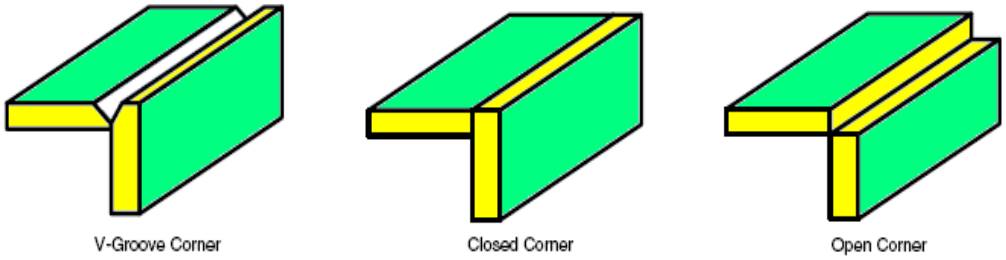
يستخدم لإجراء عملية التنقيط حيث
يتولد القوس الكهربائي لمدة زمنية
يتم تحديدها ثم ينطفئ

وصلات وزوايا اللحام :

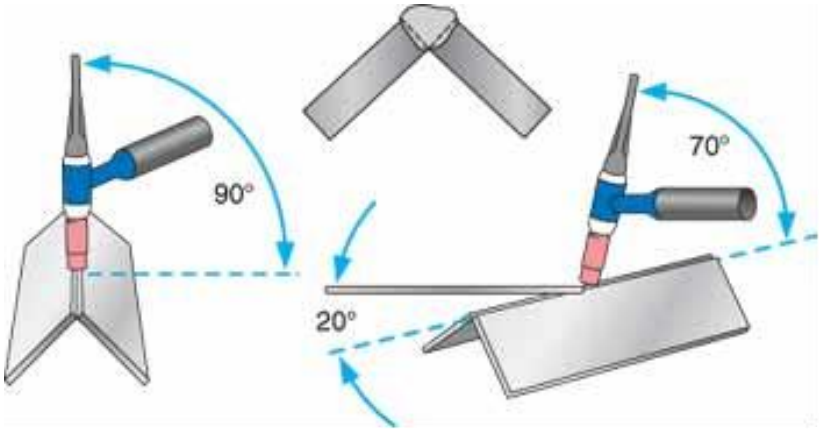
تتشابه أنواع وصلات اللحام في المعادن الحديدية وغير الحديدية، فهناك خمسة أنواع رئيسية لهذه الوصلات وكل نوع من هذه الوصلات يتم تحضيره وذلك بعمل شطفات بأشكال مختلفة تناسب سمك القطعة المراد لحامها. ويبين الشكل التالي رسم توضيحي لهذه الوصلات :

1- الوصلة الزاوية (Corner Joint)

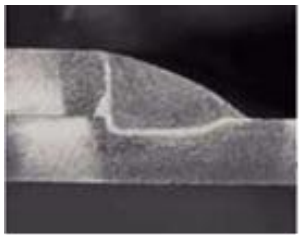
يبين الشكل التالي طرق تثبيت الوصلة الزاوية المشطوفة وغير المشطوفة :



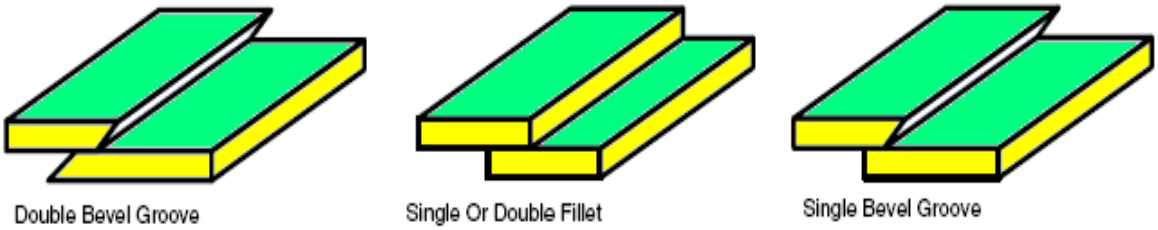
أما زوايا اللحام فكما يبين الشكل التالي :



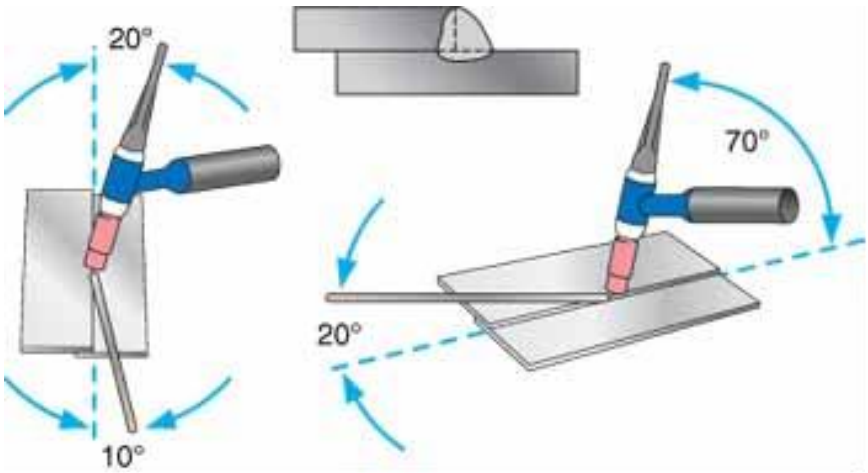
2- الوصلة الانطباقية (Lap joint)



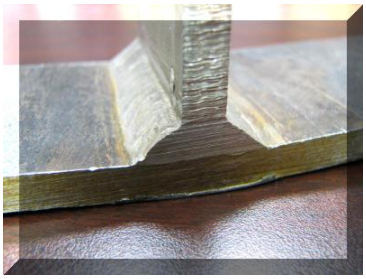
يبين الشكل التالي طرق تثبيت الوصلة الانطباقية المشطوفة وغير المشطوفة :



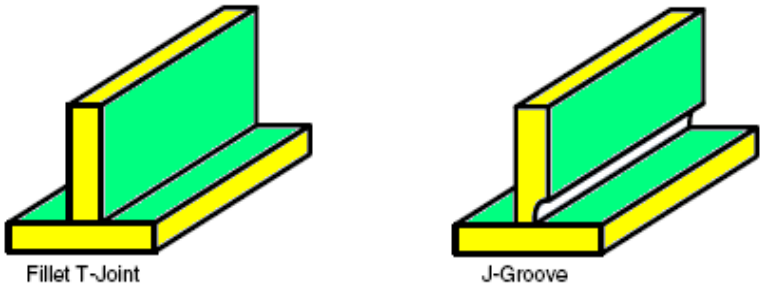
أما زوايا اللحام فكما يبين الشكل التالي :



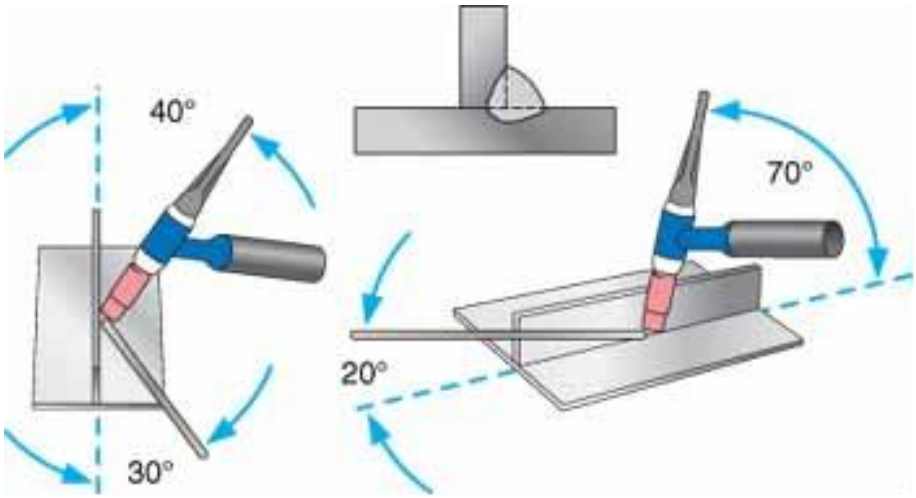
3- وصلة T (Tee Joint)



يبين الشكل التالي طرق تثبيت وصلة T المشطوفة وغير المشطوفة :

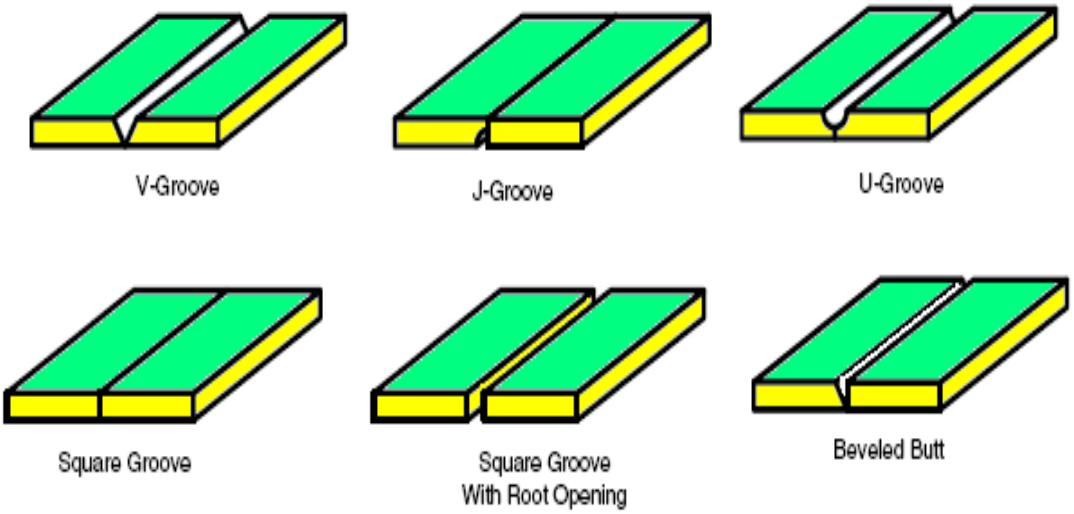


أما زوايا اللحام فكما يبين الشكل التالي :

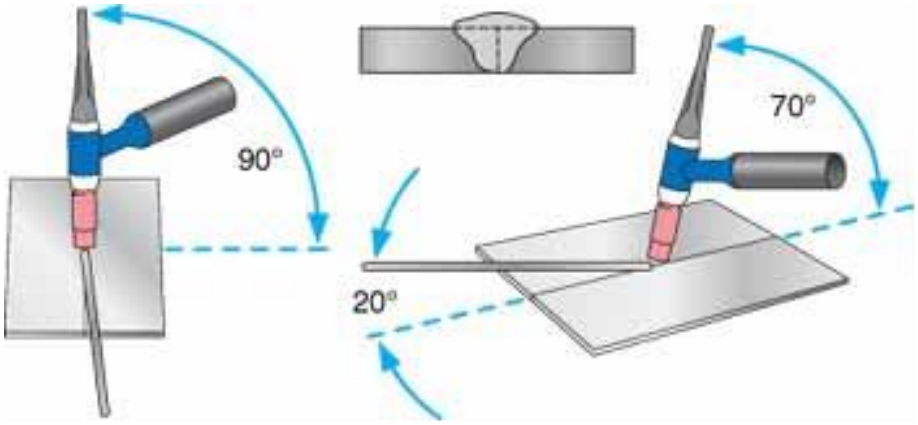


4-الوصلة التناكبية – التقابيلية (Butt Joint)

يبين الشكل التالي طرق تثبيت الوصلة التناكبية المشطوفة وغير المشطوفة :



أما زوايا اللحام فكما يبين الشكل التالي :



خواص الألمنيوم وتحضيره للحام :

لقد بدا تطوير الألمنيوم وسبائكه في أواخر القرن التاسع عشر كمادة تستعمل بشكل واسع هذه الأيام في مجالات متعددة حيث يمتاز معدن الألمنيوم بعدة خصائص أهمها:

1- موصلية حرارية وكهربائية جيدة
2- لين وقابلية للتشكيل بالسحب جيدة
3- مقاوم للصدأ
4- خفيف الوزن

وبالرغم من هذه المميزات التي يمتاز الألمنيوم إلا أن هنالك صعوبة عند لحامه مقارنة مع الأنواع الأخرى من المعادن وذلك للأسباب التالية:

1- وجود طبقة من الأكسيد الصلبة التي تعيق اللحام مما يتطلب معالجة مسبقة وتنظيف لإزالة طبقة الأكسيد حيث يتفاعل الألمنيوم مع الأكسجين الموجود في الهواء عند درجات الحرارة العادية وكونا أكسيد الألمنيوم
2- ارتفاع الموصلية الحرارية التي تزيد من صعوبة التسخين الموضعي مما يزيد من إمكانية الاحتراق الكلي للقطع الملحومة
3-حدوث تشوهات وشروخ ساخنة نتيجة لارتفاع التمدد الحراري

إن درجة حرارة انصهار الألمنيوم النقي تصل إلى 658 سليوس وقد تزيد أو تنخفض قليلا في سبائك الألمنيوم حسب العناصر التسابكية إلا أن طبقة الأكسيد الصلبة (أكسيد الألمنيوم) التي تغلف سطح الألمنيوم والتي تصل درجة حرارة انصهارها إلى أكثر من ثلاثة أضعاف درجة انصهار الألمنيوم هي التي تعيق استقرار القوس الكهربائي أثناء اللحام كما أنها تمنع حدوث الاندماج بين القطع الملحومة عند اللحام بالصهر أو بين قطعة العمل وسلك التغذية. لذلك يجب إزالة وتنظيف هذه الطبقة إما باستخدام الوسائل

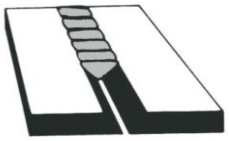
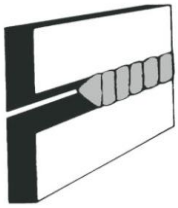
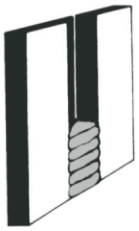
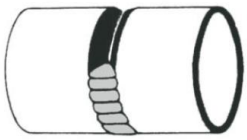
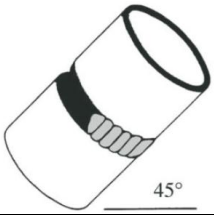
الميكانيكية مثل المبارد أو فرشاة سلك الفولاذ أو باستخدام مواد كيميائية مثل الأسيتون أو الكحول وذلك برش المواد الكيماوية على سطح قطعة العمل قبل لحامها ثم تجفيفها بالهواء المضغوط وذلك للتخلص من الرطوبة الموجودة على سطح قطعة العمل التي تؤدي إلى حدوث مسامات غازية (Porosity) داخل أو على سطح خط اللحام. لذلك عند لحام الوصلة التناكبية المشطوفة لمعدن الألمنيوم يتم استخدام بلاطة من النحاس أسفل خط النفاذ وذلك للتخفيف من الانتشار السريع للحرارة الذي يحدث بسبب الموصلية الحرارية العالية لمعدن الألمنيوم .

.....

مصطلحات تستخدم في اللحام

Gloves	قفازات (كفوف)	
Welding Mask	وجه لحام	
Safety Shoes	حذاء سلامة	
Glasses	نظارة	
Helmets	خوذة	
Welding Jacket	سترة لحام	
Welding Apron	مريول	

Arc Welding Machine (SMAW)	**ماكينة لحام**	
Electrode Holder	**ماسك الإلكترود**	
Ground Clamp	**الماسك الأرضي**	
Welding Hammer	**شاكوش تنظيف**	
Wire Brush	**فرشاة تنظيف**	
Grinder Machine	**صاروخ جلخ**	
Welding Cable	**كوابل اللحام**	
Welding Electrode (Weir)	**سلك لحام**	
Welding Heater	**فرن تجفيف**	

1 G	Flat	الوضع الأرضي	
2 G	Horizontal	الوضع الأفقي	
3 G	Vertical	الوضع العمودي	
4 G	Over Head	الوضع فوق الرأس	
2 G	Horizontal	الوضع الأفقي للأنابيب	
5 G	---	الوضع الثابت	
6 G	---	الوضع الثابت المائل بزاوية 45	

انتهت المادة