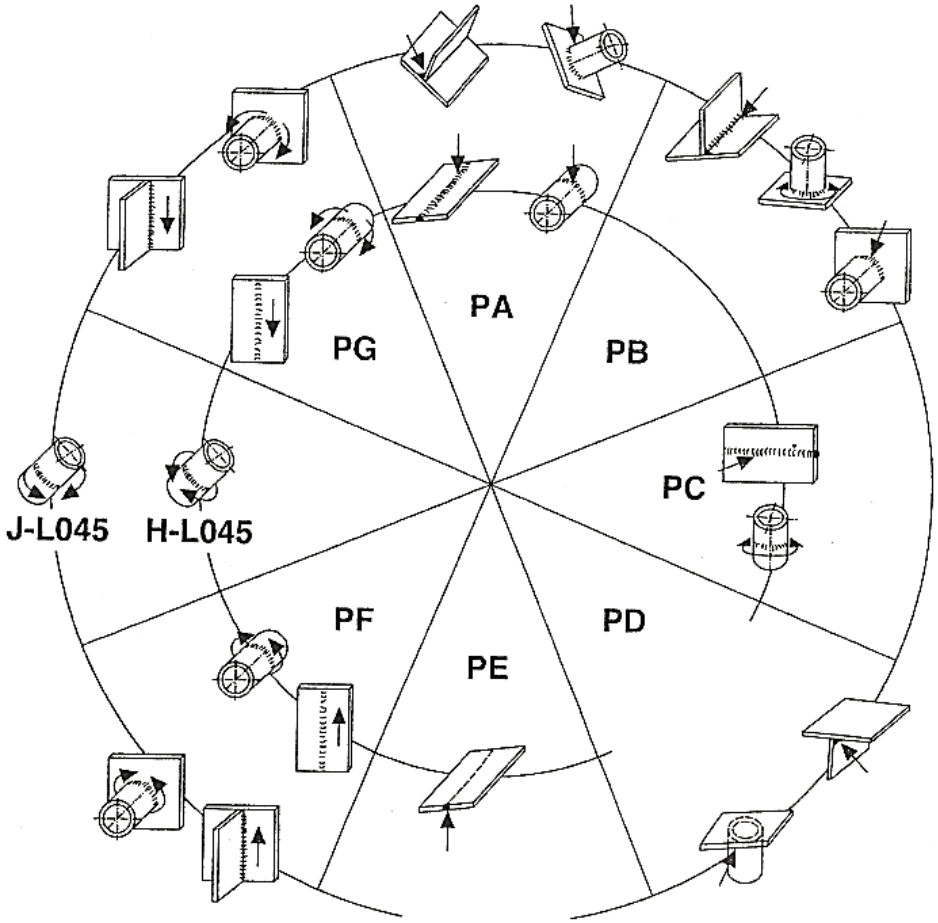
مهنة لحام المعادن

كتاب نظري



تكنولوجيا ومقايسات لحام المعادن

الصف الثالث

العام التدريبي (٢٠١٩ / ٢٠٢٠)

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

الفهرس

الباب الأول: مقدمة عن اللحام ٤
مقدمة عن اللحام ٥
أوضاع اللحام أوضاع اللحام طبقا لجمعية اللحام الأمريكية (AWS) ٥
الباب الثاني: اللحام والقطع بالغاز (بلهب الأوكسى أستيلين) ٥٤
مقدمة ٥٥
أولا: اللحام بالغاز ٥٥
ثانيا: القطع بالأوكسجين ٦٥
الباب الثالث: لحام غاز الأرجون الخامل والتنجستن TIG ٨٩
مجالات الاستخدام لحام التيج TIG ٩١
مبدا لحام التيج TIG (لحام القوس المعدني باستخدام اسلاك التنجستن والغاز الخامل) ٩٢
التيارات المستخدمة في آلات لحام التيج TIG ٩٣
ادوات نظام اللحام بالأرجون TIG Welding components ٩٦
الباب الرابع: لحام الميج – ماج (MIG MAG) ١١٣
لحام بالغاز الخامل/النشط MAG/MIG ١١٤
الباب الخامس: أنواع أسلاك اللحام ١١٩
مقدمة ١٢٠
الأسلاك المستخدمة فى لحام الــقوس المعدنى اليدوي MMAW ١٢٠
انتاج أسلاك الإلكترود ١٢٢
مواصفات سلك اللحام طبقا للمواصفة العالمية ١٢٣
الأسلاك المستخدمة فى لحام الــ TIG ١٢٧
الأسلاك المستخدمة فى لحام الـ MIG - MAG ١٢٨
نبذه عامه عن flux cored wire ١٣٠
مواصفات سلك اللحام طبقا للمواصفة العالمية للسلك flux cored wire ١٣١
الباب السادس: اللحام بالمقاومة الكهربية طرق لحام اخرى ١٣٦
لحام المقاومة الكهربائية Electric Resistance Welding ١٣٧
لحام احتكاكي ١٤٢
اللحام بالموجات الصوتية فوق السمعية ١٤٣
طرائق اللحام بالطرق ١٤٥
اللحام بالصدم ١٤٦

لحام بالانفجار ١٤٧
اللحام الكيميا ميكانيكي ١٤٨
لحام بأشعة الليزر ١٤٨
الباب السابع: لحام سبائك الالمنيوم والحديد الزهر ١٤٩
أولا: سبائك الالمنيوم ١٥٠
ثانيا: الحديد الزهر ١٥٢
الباب الثامن: مقايسات اللحام ١٧١
مقدمة عامة عن الرياضيات المستخدمة في اللحام ١٧٢
أنواع المقايسات ١٧٤
كيفية إعداد المقايسات ١٧٤
أمثلة وتطبيقات ١٧٧
المقايسات الخاصة بعملية اللحام ١٨٠
١. حساب حجوم الغازات المستخدمة فى اللحام ١٨٠
٢. حسابات الطاقات الكهربائية والحرارية للقوس ١٨٢
٣. تقدير الزمن اللازم لإنتاج المشغولات ١٨٤
٤. حسابات المقايسات التثمينية للمشغولات ١٨٦
٥. مقايسة لتقدير تكاليف شغلة تنفذ بلحام الأوكسى أستيلين ١٨٨
أمثلة على مقايسات لحام الأكسى أستيلين ١٩٤
أمثلة مقايسات محلولة على اللحام بالقوس الكهربى ٢٠٤
أسئلة عامة محلولة على اللحام ٢١٠
قاموس المصطلحات ٢٤٩
قائمة المراجع ٢٥١

مقدمة

يدين التقدم في استخدام أساليب اللحام في وصل الأعضاء والأجزاء الإنشائية الى الأبحاث التي تمت في هذا المجال. فقد كان اللحام منذ خمسين عاما مضت طريقة مشكوكا في فعاليتها. أما اليوم فقد لجأ كثير من المصممين الى تغيير تصميماتهم تبعا للتقدم الذي تم في أساليب اللحام.

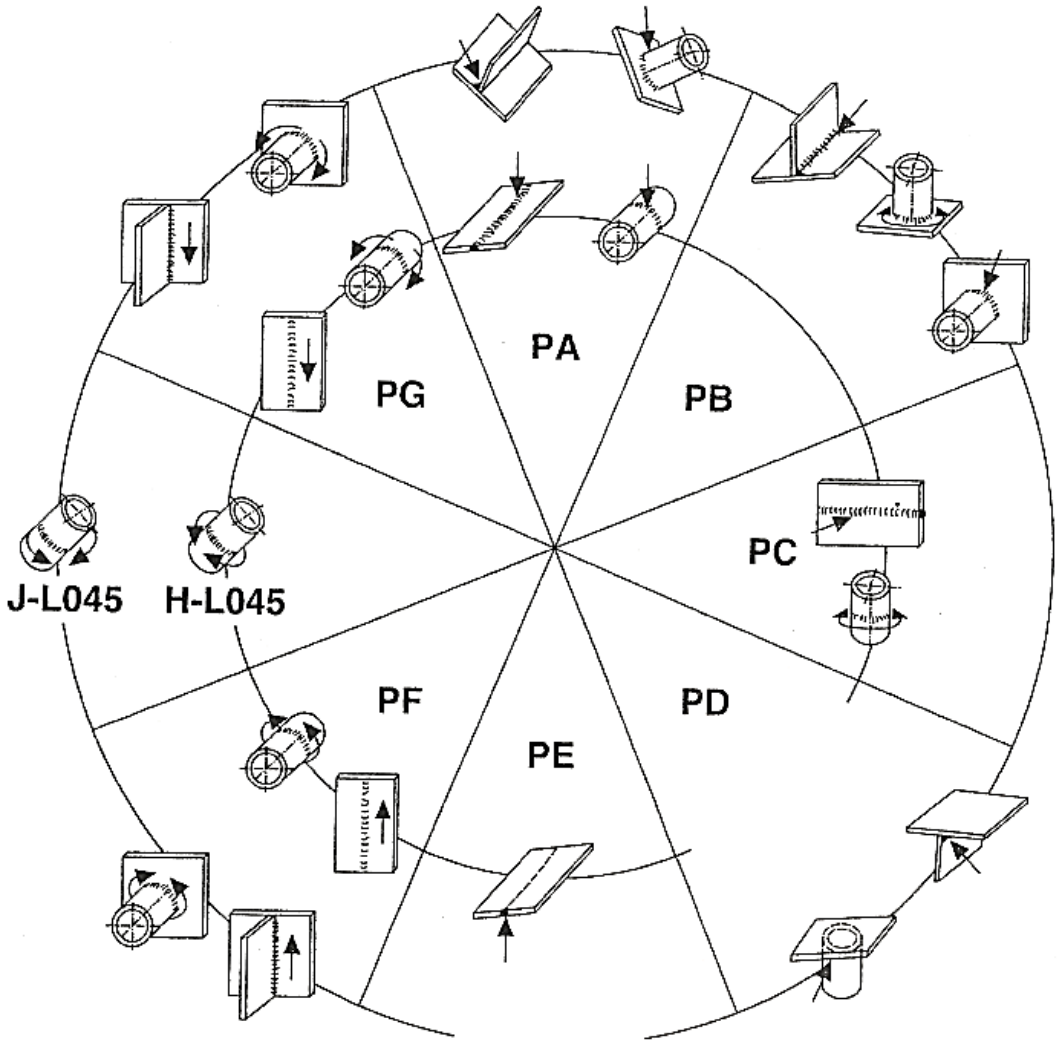
هذا الكتاب يقدم الطرق الفنية لحساب مقايسات المشغولات الهندسية التى يتم تصنيعها باستخدام عمليات اللحام، فى الباب الأول يقدم الكتاب مقدمة عامة عن طرق اللحام المختلفة والشائعة، واستخدام الكهرباء في مجال اللحام بالـ ARC (القوس الكهربى)، ثم نظرة عامة على أنواع اللحام بالصهر شائعة الاستخدام، وشرح لماكينة اللحام واستخداماتها، وأوضاع اللحام المختلفة وانواع الوصلات، والرسم الصناعى لتجهيز وتنفيذ اللحامات، والقطع بلهب الأوكسى أستيلين، فى الباب الثالث والذى يشمل الإعتبارات المتبعة فى حساب التكاليف، والعلاقة بين محاسبة التكاليف والمحاسبة المالية، ودور محاسبة التكاليف، وتبويب عناصر التكاليف، وكيفية حساب التكاليف، ثم فى الباب الرابع يتعرض، إلى أن نصل للباب الخامس حيث يقدم أنواع اسلاك اللحام، مكونات السلك والفوائد الفنية لبودرة الالكترود (الفلكس)، ومواصفات سلك اللحام طبقا للمواصفة العالمية، يلى ذلك الباب السادس ثم يقدم الكتاب تعريف المقايسات فى الباب الثانى حيث تعرض لأنواع المقايسات، وكيفية إعداد المقايسات، وبعض الأمثلة والتطبيقات، يلى ذلك حساب التكاليف، أما الباب السابع يعطى فكرة عن اختبارات اللحام اللاتلافية والاتلافية المستخدمة للتاكد من سلامة وصلة اللحام، بالنسبة للباب الثامن يتعرض لعيوب اللحام واسبابها وامكانية تلافى او علاج هذه العيوب، وفى الباب التاسع يتعرض الكتاب لمخاطر أعمال اللحام داخل نطاق الورشة، وتجهيزات الحماية الشخصية، ومكافحة الحريق، وتعليمات الأمن الصناعى الواجب مراعتها فى جميع الحالات، والإسعافات الآولية، وفى الباب العاشر تم توضيح كيفية حساب مقايسات اللحام مع إعطاء أمثلة محلولة وأسئلة للتدريب، والباب الحادى عشر قدم مجموعة من الأسئلة الشاملة على مادة اللحام واجاباتها. ونجد الباب الثانى عشر يعطى مدخل للصيانة وحساب تكاليفها متمثلا فى النقاط: عناصر الصيانة، وانواع الصيانة، والأعمال المنفذة أثناء الصيانة، وتخطيط الصيانة، ومنحنيات الأداء للصيانة، وأساليب توفير خدمة الصيانة بأقل تكلفة ممكنة، وأتمتة أعمال الصيانة للمنشآت الصناعية الكبيرة، وواجبات قسم الصيانه، وتطبيقات، وحساب تكاليف الصيانة، وملخص القوانين، وأسئلة محلولة. إن شاء الله سيتمكن الطالب من حساب المقايسات لعمليات اللحام بعد دراسة هذا الكتاب.

الباب الأول: مقدمة عن اللحام

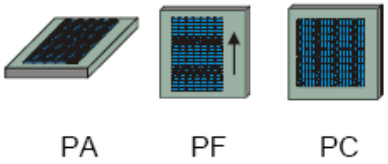
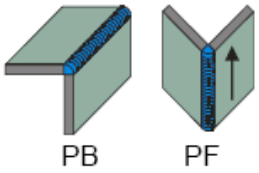
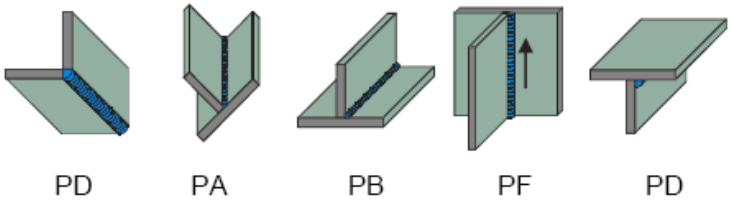
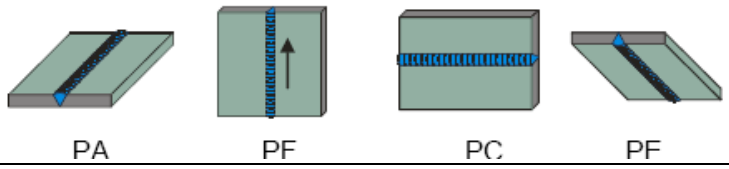
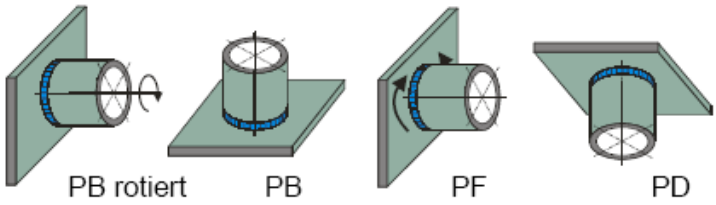
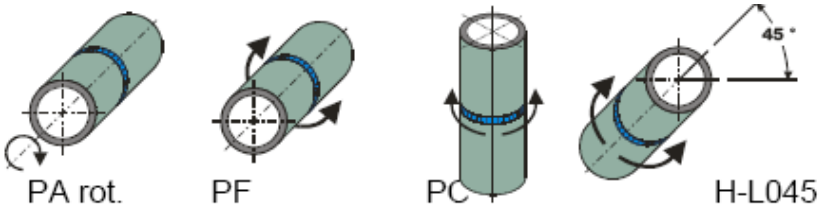
مقدمة عن اللحام

اللحام Welding هو عملية توصيل المعادن لتوصل الي منتجات كبيرة او مركبة او معقدة الشكل عن طريق وصل اجزاء بسيطة او صغيرة في شكلها وصلا دائما وفي المعتاد يتم اللحام بأستخدام طاقة حرارية، وتعتبر مصادر الطاقة الحرارية هي انسب الطرق الي تنفيذ عمليات اللحام المختلفة. ويجب ان يتوفر في مصدر الطاقة المستخدمة في اللحام عدة عناصر اساسية نذكر منها أنه يجب ان يعطي قدرا كافيا من الحرارة في مكان اللحام يكفي لصهر الكمية المطلوبة من المعدن كما يجب ان تكون الحرارة مركزة على مكان اللحام. ونظرا اتباين انواع واشكال الوصلات وسمك المعدن وكذا خواصه الطبيعية فأنه يلزم ان تكون مصدر اللحام قابلا للضبط (بالزيادة والنقصان) حتى تعطي الكمية اللازمة من الطاقة.

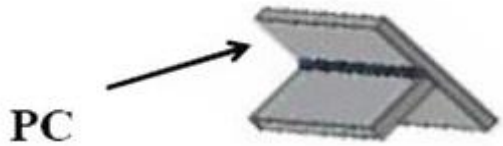
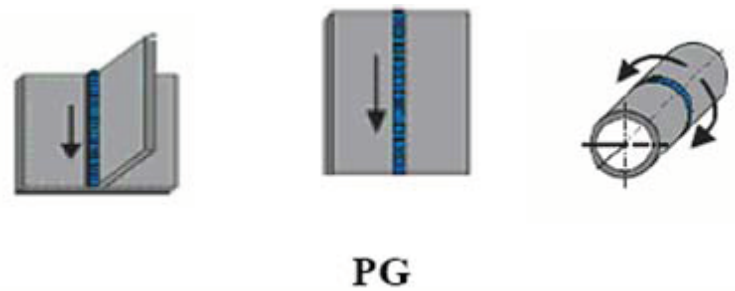
أوضاع اللحام أوضاع اللحام طبقا لجمعية اللحام الأمريكية (AWS)

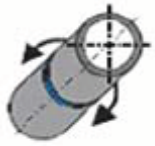
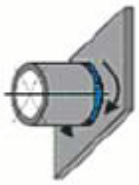


شكل رقم ١: جميع أوضاع اللحام

وصف الوصلة	وضع اللحام
لحام تزويد	
لحام زاوية وتزويد	
لحام زاوية أوضاع مختلفة	
لحام صاج تقابلى أوضاع مختلفة	
وصلات مواسير مع الواح صاج	
لحام مواسير تقابلية فى الأوضاع المختلفة	

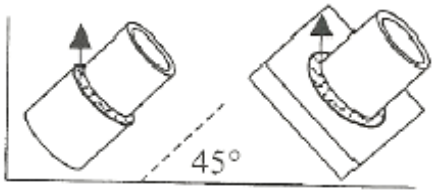
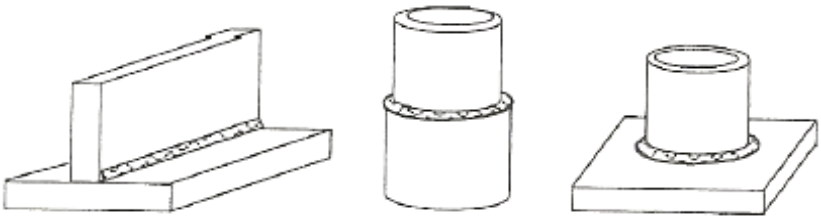
جدول رقم ١

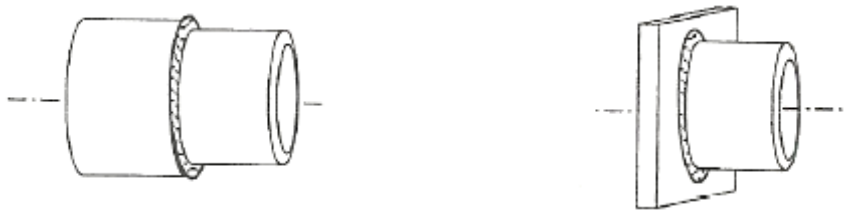
وصف الوصلة	وضع اللحام
لحامات زاوية بالعرض Horizontal	
لحامات بليتات ومواسير تقابلية في الوضع علي النازل	

وصف الوصلة	وضع اللحام
لحام ماسورة بزاوية ميل ٤٥° في الوضع علي النازل	 J-L045 PG
لحام ماسورة مع بليت في الوضع علي النازل	 PG

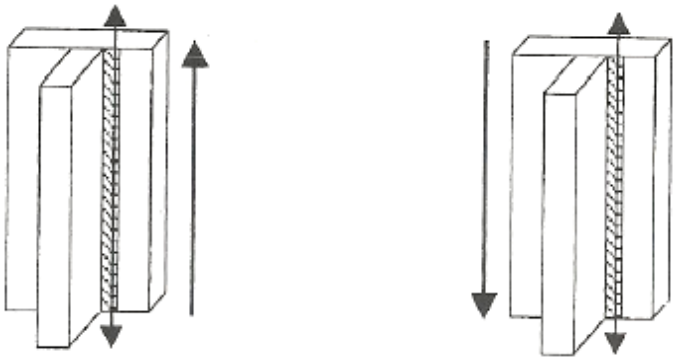
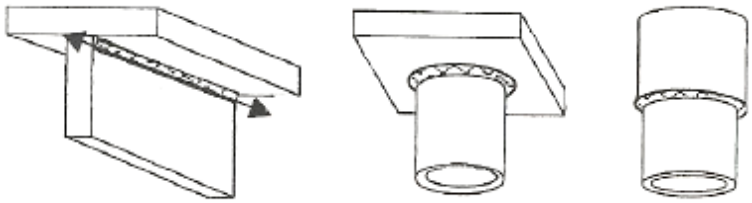
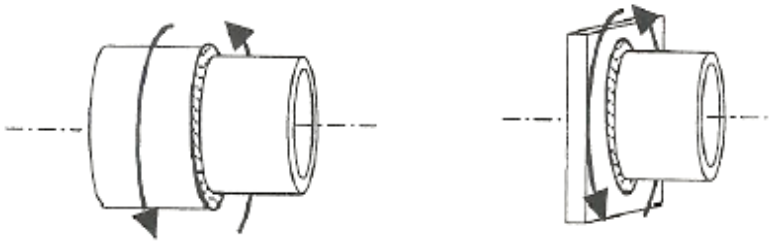
جدول رقم ٢

أوضاع اللحام طبقا لجمعية اللحام الأمريكية (AWS)

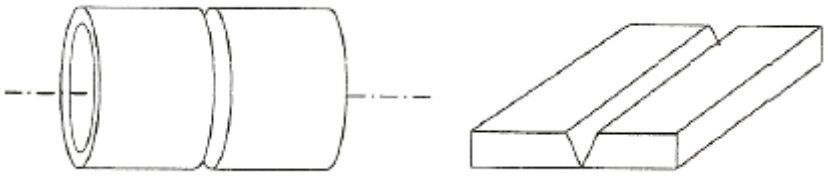
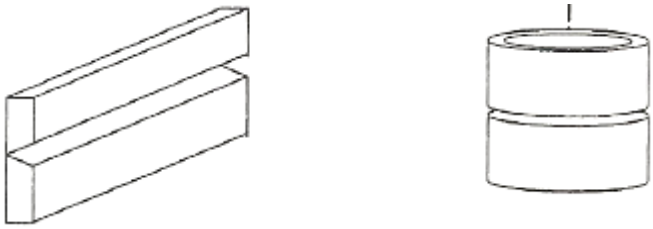
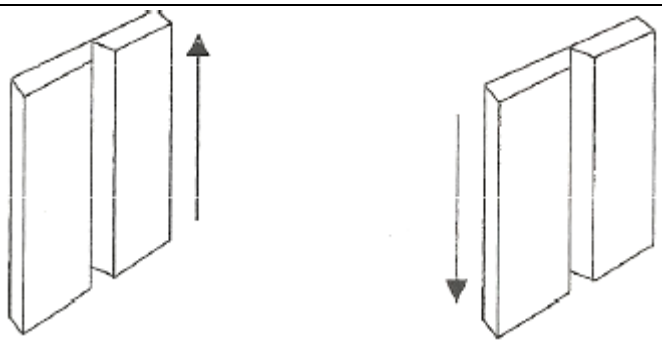
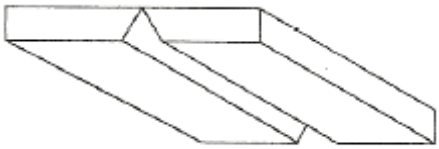
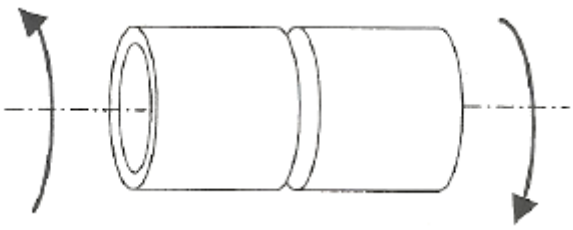
شكل توضيحى للحام الزاوية	AWS	EN ISO 6947
لحام أرضى مع ميل المشغولة بزاوية ٤٥°	1F	L-45/PA
 لحام أرضى مع ميل المشغولة بزاوية ٤٥° إدارة الماسورة أثناء اللحام يدويا أو آليا	1FR	L-45/PA
 لحام عرضى محور الماسورة رأسى	2F	PB

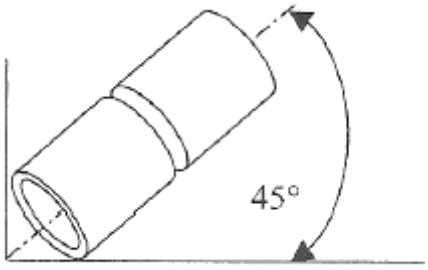
شكل توضيحى للحام الزاوية	AWS	EN ISO 6947
 محور الماسورة أفقى إدارة الماسورة أثناء اللحام يدويا أو آليا	2FR	PB

جدول رقم ٣

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

جدول رقم ٤

أشكال توضيحية للحامات البلتات والمواسير في الوضع التقابلى	AWS	EN ISO 6947
 لحام أرضى محور الماسورة أفقى إدارة الماسورة أثناء اللحام يدويا أو آليا	1G	PA
 لحام بالعرض محور الماسورة رأسى	2G	PC
 لحام رأسى تصاعدى (PF) لحام رأسى تنازلى (PG)	3G	PF لحام تصاعدى PG لحام علي النازل
 لحام فوق الرأس	4G	PE
 محور الماسورة أفقى ثبات الماسورة أثناء اللحام التصاعدى أو التنازلى	5G	PF لحام تصاعدى PG لحام علي النازل

EN ISO 6947	AWS	أشكال توضيحية للحامات البلتات والمواسير في الوضع التقابلى
H-LO45	6G	 لحام الماسورة بزاوية ٤٥°

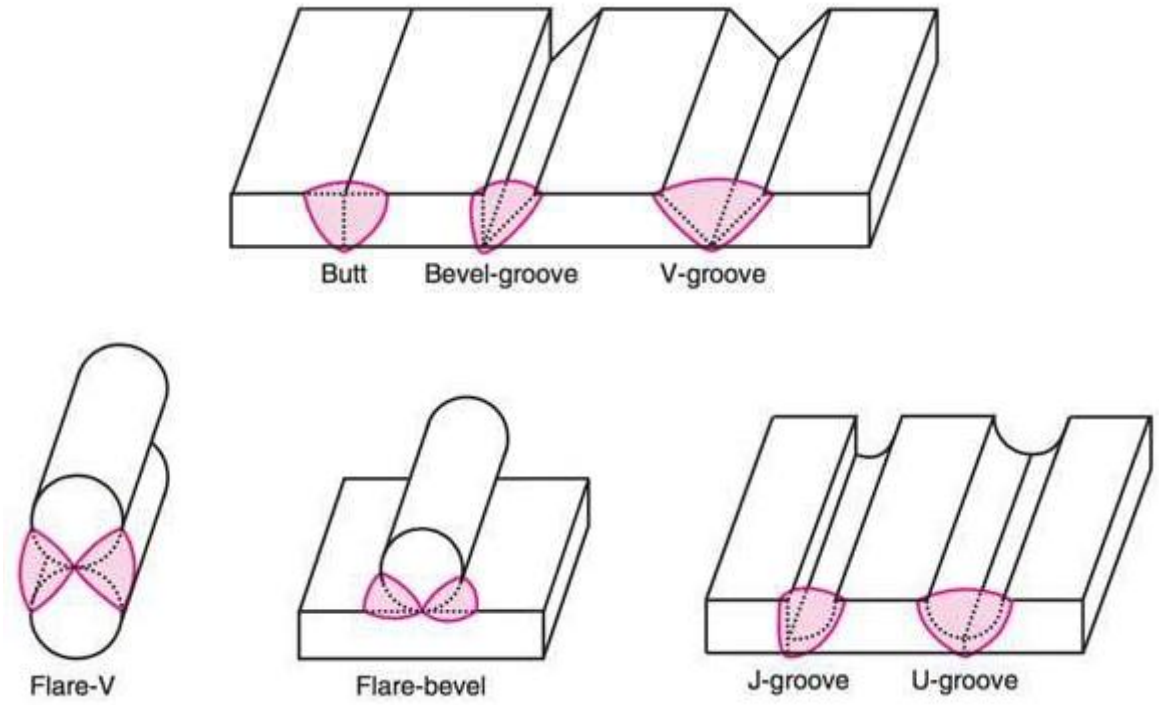
جدول رقم ٥

أولا: انواع اللحامات types of welds

إذا كانت الوصلات تعرف بانها لقاء حافتين ويتم لحام هذه الحواف بعدة طرق وهذا ما يطلق عليه انواع اللحامات المختلفة للوصلات joints الاساسية كما يلي:

١. انواع اللحام للوصلات التقابلية Butt joint

الوصلات التقابلية العادية او المربعة Butt Joint، square-groove هي النوع الاكثر شيوعا والاسهل استخداما، حيث انه يتكون من قطعتين مسطحة موازية لبعضهما البعض، وهي الخيار الاقتصادي، وهي الطريقة المستخدمة عالميا في ايصال خطوط الانابيب، الفلانجات flanges او المحابس وغيرها الكثير من الصناعات ومع ذلك لايمكن استخدام وصلات تقابلية في التخانات اقل من ٠,١٨ ميليمتر او ١٦/٣" بوصة. ويبين (شكل رقم ٢) امثلة على انواع اللحام في الوصلات التقابلية.

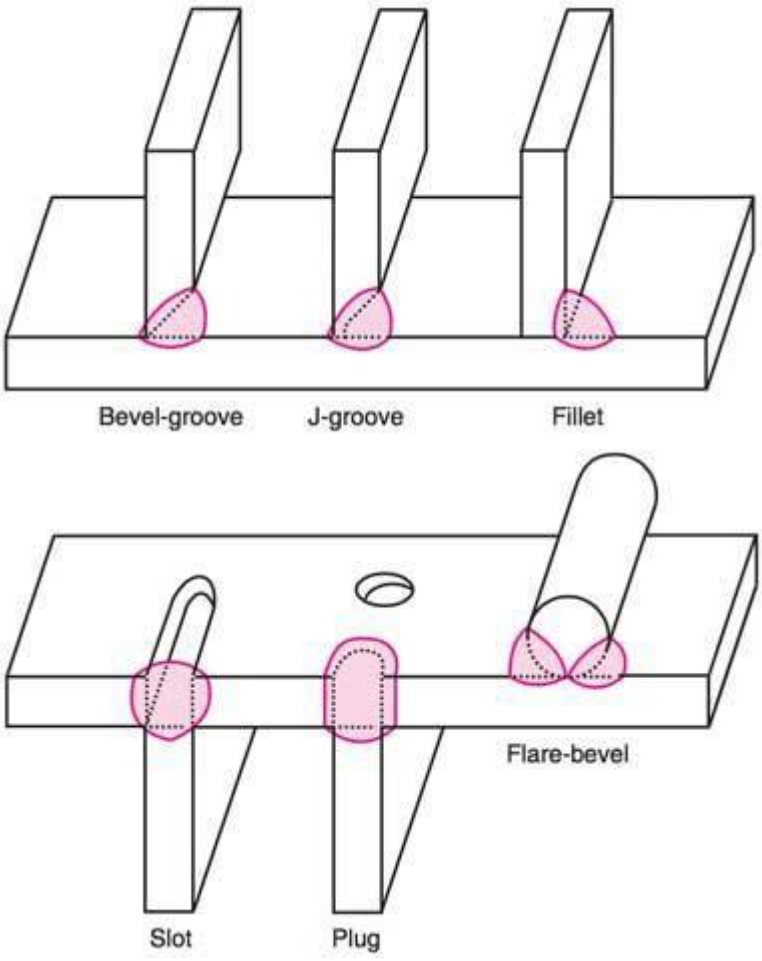


شكل رقم ٢: أنواع اللحامات التي يمكن تنفيذها للوصلات التقالبة الأساسية basic butt

- لحام تقابلي بمجرى (بشطف) مربع Square-groove butt weld
- لحام الزاوية المشطوفة Bevel-groove butt weld
- لحام مجرى (شطف) حرف (V) V-groove butt weld
- لحام مجرى (شطف) حرف (J) J-groove butt weld
- لحام مجرى (شطف) حرف (U) U-groove butt weld
- لحام مجرى (شطف) فلير حرف (V) Flare-V-groove butt weld
- لحام مجرى زاوية فلير المشطوفة Flare-bevel-groove butt weld

٢. انواع اللحام لوصلات زاوية داخلية حرف "تيه" T-joint

وصلات حرف Tee Joint (TEE) هذا النوع من الوصلات يعبر عن لحام الزاوية (الفيليه) الذي تم وصفة في شرح رموز اللحام وفي العموم يتم انتاج هذه الوصلة عندما تقاطع عضوين عند زاوية ٩٠ درجة مما يؤدي الى وجود حواف قابلة للحام في منتصف البلاته تماما او يمكن ايضا استخدامها في عتدما يتم وضع المواسير على سطح البلاتة (لوحة مسطحة) بزاوية ٩٠ تماما مثل لحام الفلانجات ويوضح (شكل رقم ٣) امثلة على انواع اللحام في وصلات حرف TEE.

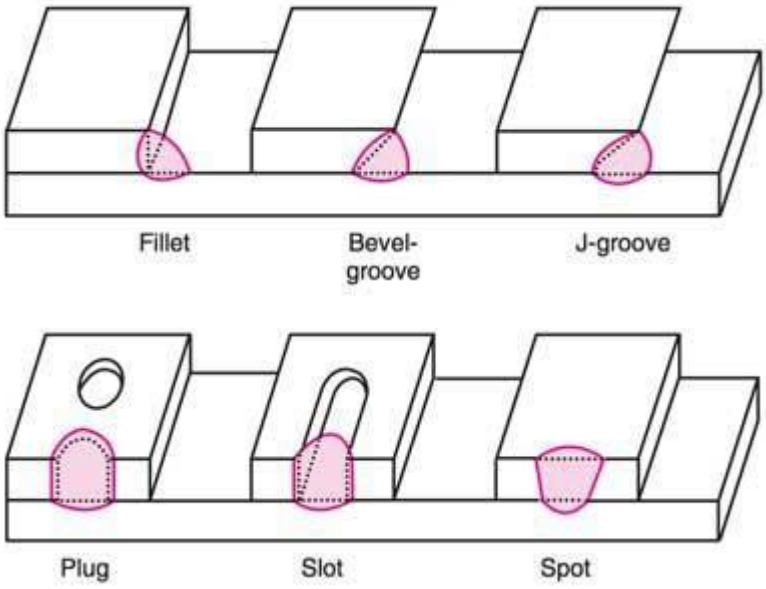


شكل رقم ٣: أنواع اللحامات التي يمكن تنفيذها للوصلات حرف T

- لحام فيليه Fillet weld
- لحام الحشو داخل الثقوب Plug weld
- لحام الحشو داخل الثقوب الممدودة Slot weld
- لحام مجرى بزاوية مشطوفة Bevel-groove weld
- لحام مجري (شطف) حرف (J) J-groove butt weld
- لحام مجرى (شطف) زاوية فلير المشطوفة Flare-bevel-groove butt weld
- لحام الاختراق (النفاذ) الكامل Melt-through

٣. انواع اللحام للوصلات التراكبية LAP-joint

يتم تكوين الوصلات التراكبية Lap Joint، عندما يتم وضع قطعتين فوق بعضهما البعض ليتم تكوين حواف قابلة للحام. ايضا هذا النوع من الوصلات قد يعبر عن لحام زاوية (فيليه) ويمكن اجراء اللحام لهذه الوصلة من كلا الجانبين اعتمادا على الرسم الهندسي وفي الغالب يتم استخدام هذا النوع من اللحام لعمل قطعة مشترك تصل قطعتين جنبا الى جنب مع مستويات مختلفة من سمك جدار الحائط ويبين (شكل رقم ٤) امثلة على انواع اللحام للوصلات التراكبية Lap Joint.



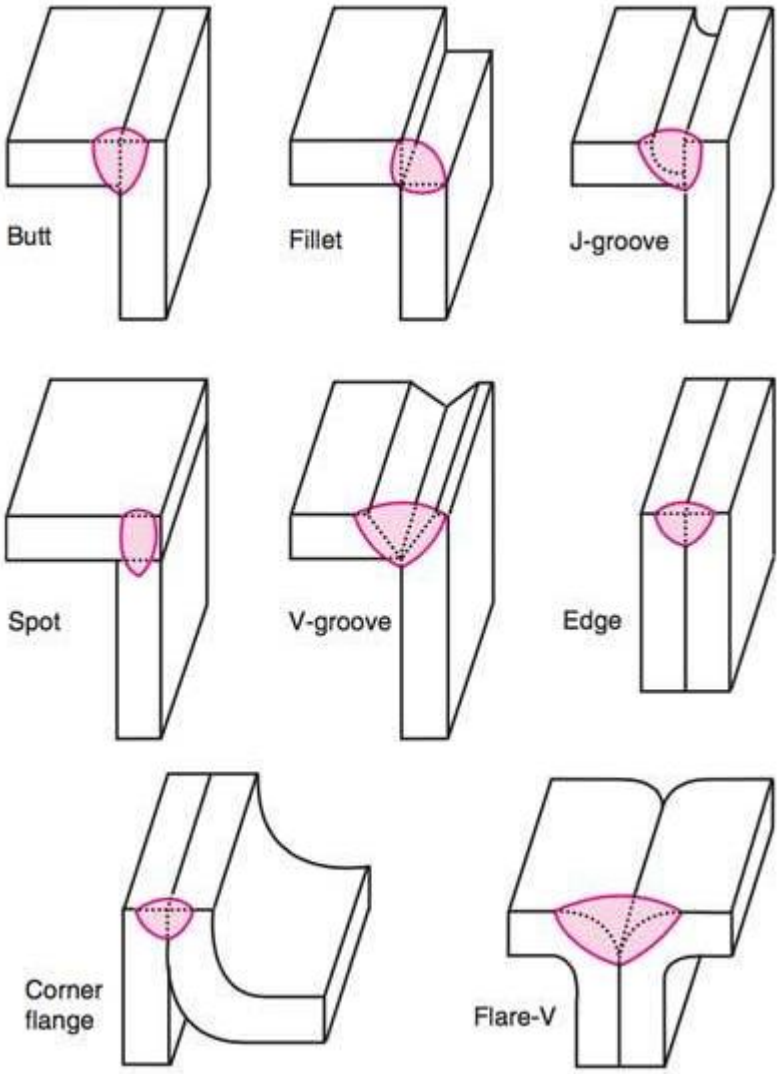
شكل رقم ٤: أنواع اللحامات التي يمكن تنفيذها للوصلات التركيبة

- لحام فيليه Fillet weld
- لحام الحشو داخل الثقوب Plug weld
- لحام الحشو داخل الثقوب الممدودة Slot weld
- لحام البقعة او اللحام النقطي spot weld
- لحام الاخدود بزاوية مشطوفة Bevel-groove weld

- لحام الاخدود J حرف J-groove butt weld
- لحام الاخدود زاوية فلير المشطوفة Flare-bevel-groove butt weld

٤. <u>انواع اللحام للوصلات المتعامدة (الزاويا القائمة) Corner-joint</u>

تعرف وصلات الاركان Corner Joint ايضا باسم لحام وصلات الزوايا ويتكون من مفصل بين جزئين من المعدن يقع في زاوية قائمة لتشكيل حرف L، ليتم ربط القطعتين معا، هذا النوع من اللحام هو الاكثر استخداما في صناعة الصفائح المعدنية sheet metal ويتم تنفيذه على الحواف الخارجية للقطع ويبين (شكل رقم ٥) امثلة على انواع اللحام في وصلات الأركان (الزوايا).



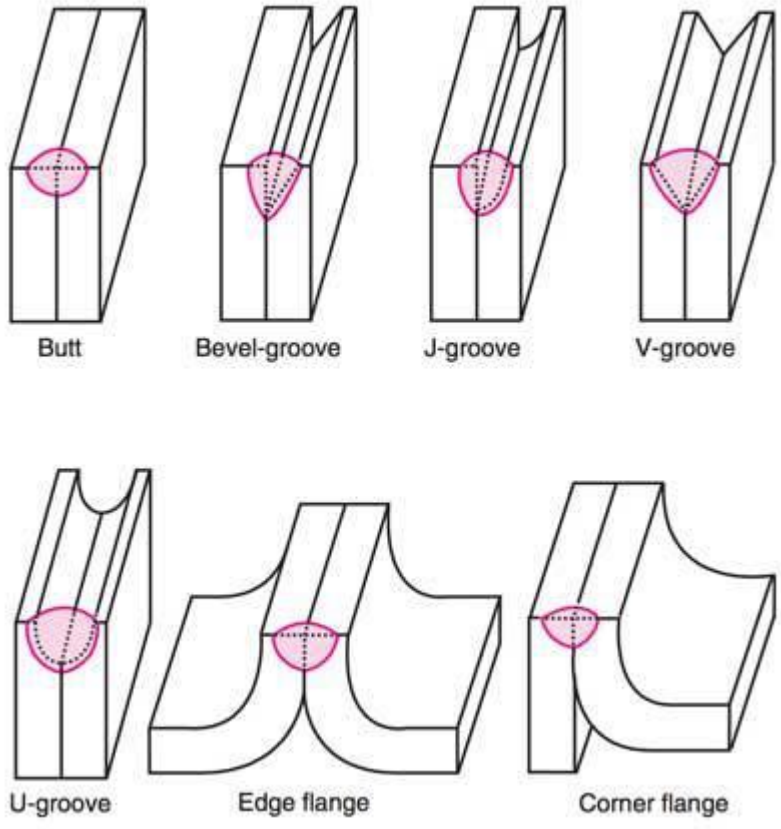
شكل رقم ٥: أنواع اللحامات التي يمكن تنفيذها للوصلات التركيبية

- لحام زاوية (فيليه) Fillet weld
- لحام مجرى أو تجويف مربع Square-groove weld or butt weld
- لحام البقعة او اللحام النقطي spot weld
- لحام مجرى بزاوية مشطوفة Bevel-groove weld

- لحام مجرى (شطف) حرف V-groove weld (V)
- لحام مجرى (شطف) حرف J-groove weld (J)
- لحام مجرى (شطف) حرف U-groove weld (U)
- لحام الحافة Edge weld
- لحام مجرى فلير حرف Flare- V – groove butt weld (V)
- لحام الزاوية للشفاة Corner-flange weld

٥. **انواع اللحام لوصلات الحواف Edge-joint**

وصلات الحواف Edge Joint هو نوع يعبر عن لحام قطعتين من المعدن جنبا الى جنب كما هو موضح في (شكل رقم ٦) وغالبا يتم تطبيقه على الصفائح المعدنية التي لديها حواف مثل edges flanging.



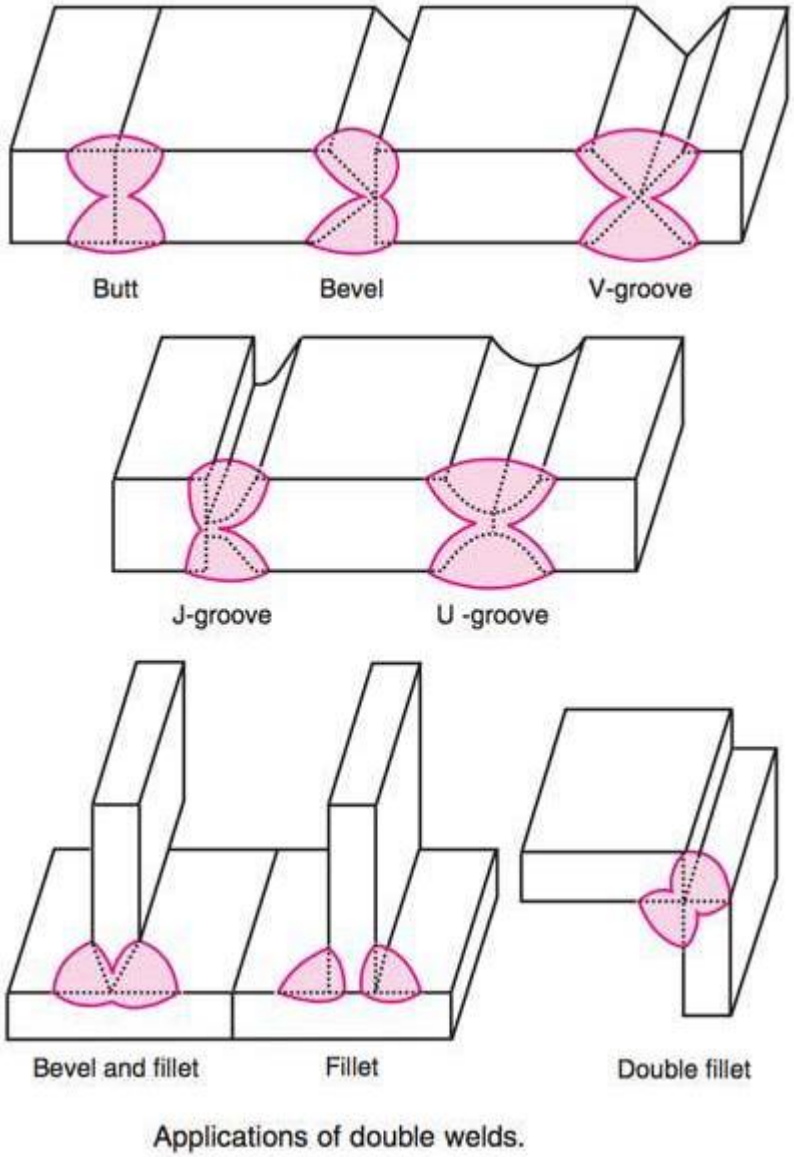
شكل رقم ٦: أنواع اللحامات التي يمكن تنفيذها لوصلات الحواف

- لحام حواف بشطف المربع Square-groove weld or butt weld
- لحام حواف بزاوية مشطوفة Bevel-groove weld
- لحام حواف شطف حرف V-groove weld (V)
- لحام حواف شطف حرف J-groove butt weld (J)
- لحام حواف شطف حرف U-groove weld (U)

- لحام حواف الشفاة Edge-flange weld
- لحام الزاوية للشفاة Corner-flange weld

٦. **انواع لحام الوصلات المزدوجة double welds**

في بعض الحالات قد لا يمكن اللحام من جانب واحد للوصلات او ربما يكون من المطلوب حسب مواصفات التصنيع اللحام من كلا الجانبين فيعرف ذلك باسم اللحام المزدوج ويوضح (شكل رقم ٧) اهم التطبيقات المشهورة في تصميم وصلات اللحام الاساسية المزدوجة.



Applications of double welds.

شكل رقم ٧

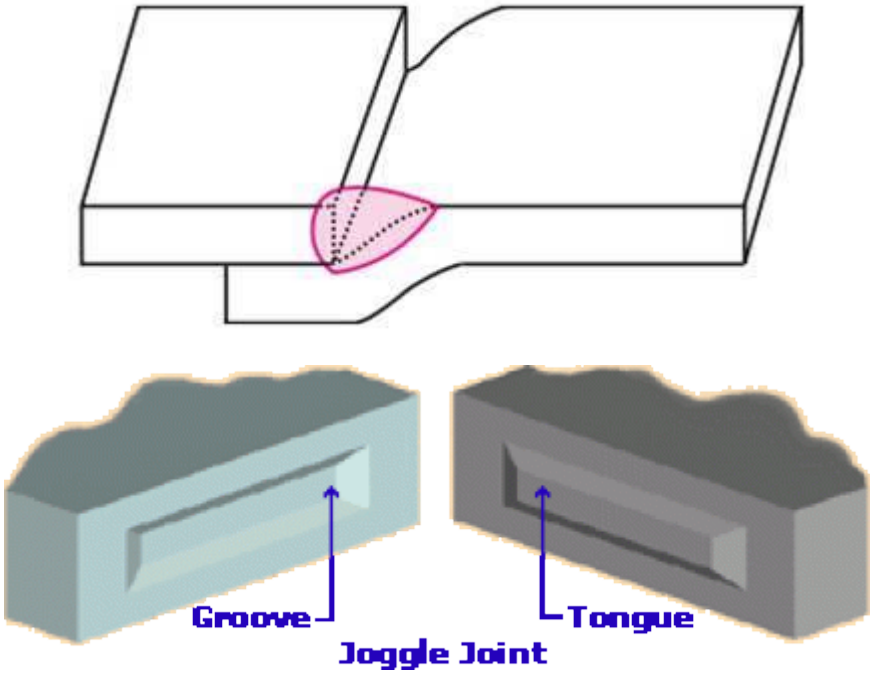
ثانيا: تعديل مكونات وصلات اللحام - تكوين اللحام Weldment Configurations

غالبا ما يتم تغيير الوصلات الاساسية للمساعدة في تجميع المكونات الملحومة وبالتالي هناك عملية تعديلات على الوصلات للوصول الى اللحام المطلوب او قد يتم استخدام هذا التعديل لتغيير خصائص المعادن، ويتم

وصف هذه التعديلات في التصاميم الهندسية للحام تحت مسمى weldment configuration وهناك بعض الامثلة حسب الاتي:

١. **انواع الوصلات من نوع جوجل بالانجليزية joggle joint**

هذه الوصلة تعد بمثابة خدعة بصرية بمعنى انها غير مرئية ولها اشكال عديدة في صناعة اللحام والبعض منها تشبه الى حد كبير نظام الخوازيق او الخوابير ويتم استخدام هذا النوع من الوصلات في صناعة الاسطوانات وصناعة السيارات بشكل عام وكمفهوم مبسط على سبيل المثال يتم عمل تجويف بعمق معين في السبيكة الاولى ليتم ادخال السبيكة الثانية التي تحتوي على خابور بنفس العمق ليدخل في تجويف السبيكة الاولى ثم يتم ربطهما ببعض بتداخل (باوفرلاب) معين ثم يتم اللحام كمثال لحام جسم السيارة الغير مرئي كما هو مبين في (شكل رقم ٨).



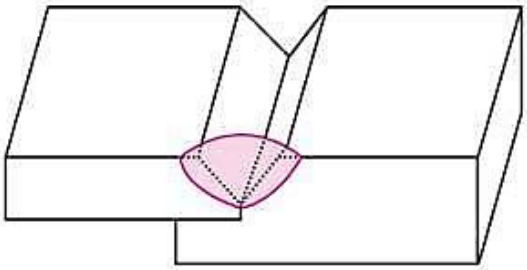
شكل رقم ٨

يتم استخدام هذه الوصلات ايضا في اي نظام بناء متعدد الطبقات على سبيل المثال استخدام عملية ربط طوبة في تجويف طوبة اخرى او مثلا بناء سلم الدرج فوق بعضها او بناء الاسقف الهوردي بحيث يمكن ربط كل عنصر بعناصر اخرى للبناء الحجري في مفصل مجوف يتم التحميل عليه داخل التجويف نفسه والتي بدورها تشكل عملية دعم واسناد ثم يتم الربط كاملا بملئ هذه التجويفات بمواد البناء الاسمنتية او الخرسانة وتسمى هذه العملية باسم joggle joint.

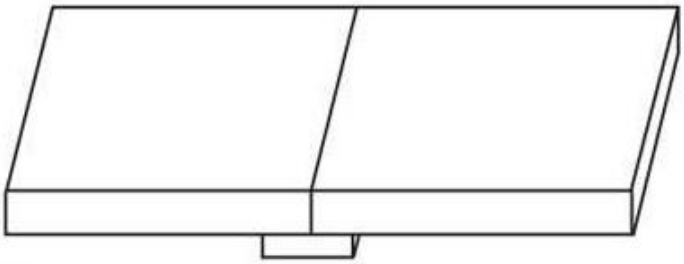
٢. **انواع وصلات اللحام المستخدم للتقضيب الداعم backing bar**

يتم استخدام هذا النوع من شريط الدعم المدمج عندما يتوفر ما يكفي المواد لتصنيع الدعم المطلوب وعندما لا يكون هناك جدوى من ادراج مواد الحشو Consumable Inserts كالتي تستخدم بالغواصات مثلا.

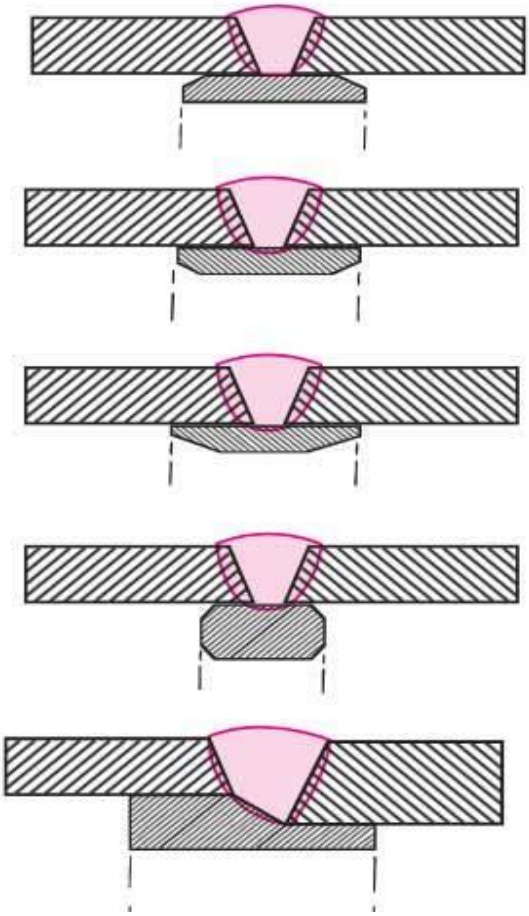
وبغض النظر عن الطرق المستخدمة للدعم فإن الاشكال الموضحة في الاشكال الثلاثة التالية: (شكل رقم ٩)، (شكل رقم ١٠)، (شكل رقم ١١) توضح أفضل الممارسات للتعديل على الوصلات باستخدام اشرطة الدعم الدائمة أو المؤقتة backing bar.



شكل رقم ٩: وصلة انبوبية تقابلية بشريط داعم Tubular butt joint with a built-in backing bar



شكل رقم ١٠: وصلة تقابلية مدعمة بلوح مصنع Plate butt weld with a fabricated backing bar



شكل رقم ١١: اشكال مختلفة من الوصلات الداعمة

وكمفهوم مبسط حول موضوع وصلة الدعم عن طريق اللحام من الخلف backing weld او استخدام قضيب الدعم backing bar فهو عبارة عن عملية تطوير اساليب ميكانيكية للتحكم القائم على اللحام نفسه سواء كان باستخدام طرق ميكانيكية او الغازات لمنع التلوث حسب الاتي:

- إذا كان الوضع متاح للعمل على الجزء الخلفي لمنطقة الجذر من الوصلات، فيمكن استخدام الدعم بواسطة اجراء اللحام من الخلف backing weld او تسوية اللحام باستخدام طريقة ميكانيكية أخرى.
- لكن إذا تعذر الوصول الى الجانب الاخر فلا بديل عن استخدام الشريط الداعم backing bar او الحلقات الداعمة backing rings لانتاج لحام مستوي.

في كلتا الحالتين تستخدم طرق الدعم لانتاج لحام مستو ومسطح وخالي من العيوب لتوفير وصلات لحام عالية الجودة مع مستوى مقبول من التأمين ضد انهيار الوصلات وغالبا يتم استخدامها في المنتجات ذات الضغوط الميكانيكية العالية او الهندسة النووية او هندسة مركبات الفضاء او محطات توليد الطاقة النووية.

واليك بعض طرق الدعم الميكانيكية والدعم بواسطة الغاز لمنع التلوث:

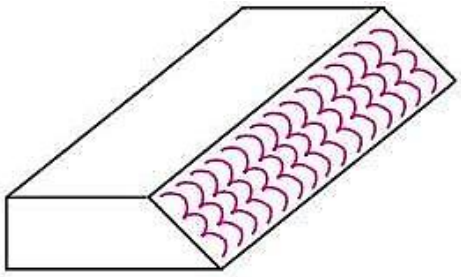
- شريط الدعم المصنوع من السراميك Ceramic tile backing strip
- شريط الدعم الدائم Permanent backing bar
- شريط الدعم المؤقت Temporary backing bar
- مواد الحشو Consumable inserts
- استخدام الغاز الخامل Inert gas
- استخدام الفايبر جلاس Glass-reinforced fiber tape

رموز أنواع وصلات اللحام التقابلية (التناكبية)

البيان بالرمز	البيان بالرسم

٣. انواع وصلات التكسية كالزبدة Buttering Joint

الحقيقة تم وصفها بهذا الاسم Buttering Joint لانها تشبه عملية دهان الزبدة على قطعة من الخبز التوست ويتم استخدام هذا النوع من التعديل على وصلات اللحام سواء لجانب واحد او على الجانبين وعملية التعديل تعد بمثابة اعداد نهائي للوصلات وببساطة هي عملية بناء طبقة من اللحام على جوانب وصلات المعادن الاساسية قبل البدء في لحام المشتركات كما في هو موضح في (شكل رقم ١٢).



شكل رقم ١٢: تكسية وجه وصلة اللحام Buttere weld joint face

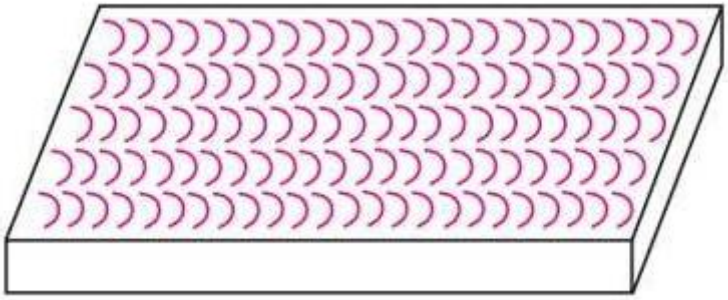
والهدف من التكسيه هو:

- تعويض الاعداد السيئ للوصلة
- تقليل تأثير المعالجة الحرارية PWHT على المناطق الحساسة
- عدم احتياج المعالجة الحرارية من الاساس بعد اللحام
- لحام المعادن المختلفة والتي لا يمكن لحامها بالطرق العادية

على سبيل اذا كنت ترغب في لحام ماسورة من نوع P91 مع ماسورة استانلس ستيل فحسب تعليمات كود ASME ix يتطلب اجراء المعالجة الحرارية لنوع الماسورة P91 لدرجة حرارة ٧٦٠ مئوية بعد اللحام بالتالي درجة الحرارة بقيمة ٧٦٠°م سوف تسبب مشاكل كبيرة بسبب ترسيب كربيد الكالسيوم او المركب الكربوني بين حدود الحبيبات البلورية لخصائص معدن الفولاذ المقاوم للصداءSS وبالتالي الطريقة الوحيدة للقضاء على هذه المشكلة هو استخدام طريقة لحام التكسية كالزبدة butter لمعدن P91 باستخدام مواد الحشو (اسلاك لحام) الكترودات ERNiCr-3 او الاسلاك المشابهة ويجب ان تكون تخانة وسمك الكسوة كافي لتجنب التمدد والتأثير على المنطقة المتضررة من الحرارة HAZ اثناء اجراء اللحام، وبعد الانتهاء من الكسوة يمكنك اجراء PWHT ثم يتم لحام الوصلة P91 المكسوة ب ERNiCr-3 الي وصلة الماسورة الاستانلس ستيل باستخدام اسلاك لحام ERNiCr-3 وبعد الانتهاء من اللحام لا يكون هناك حاجة الى اجراء المعالجة الحرارية مرة اخرى.

٤. انواع وصلات لحام التكسية او الطبقات surfacing or cladding

يعبر اسم surfacing or cladding عن اضافة طبقات متعددة من اللحام الهدف منها حماية المعدن الاساسي من التآكل والصداء كما هو مبين في (شكل رقم ١٣).



شكل رقم ١٣: لحام التكسية لحماية المعدن من التاكل او الملوثات

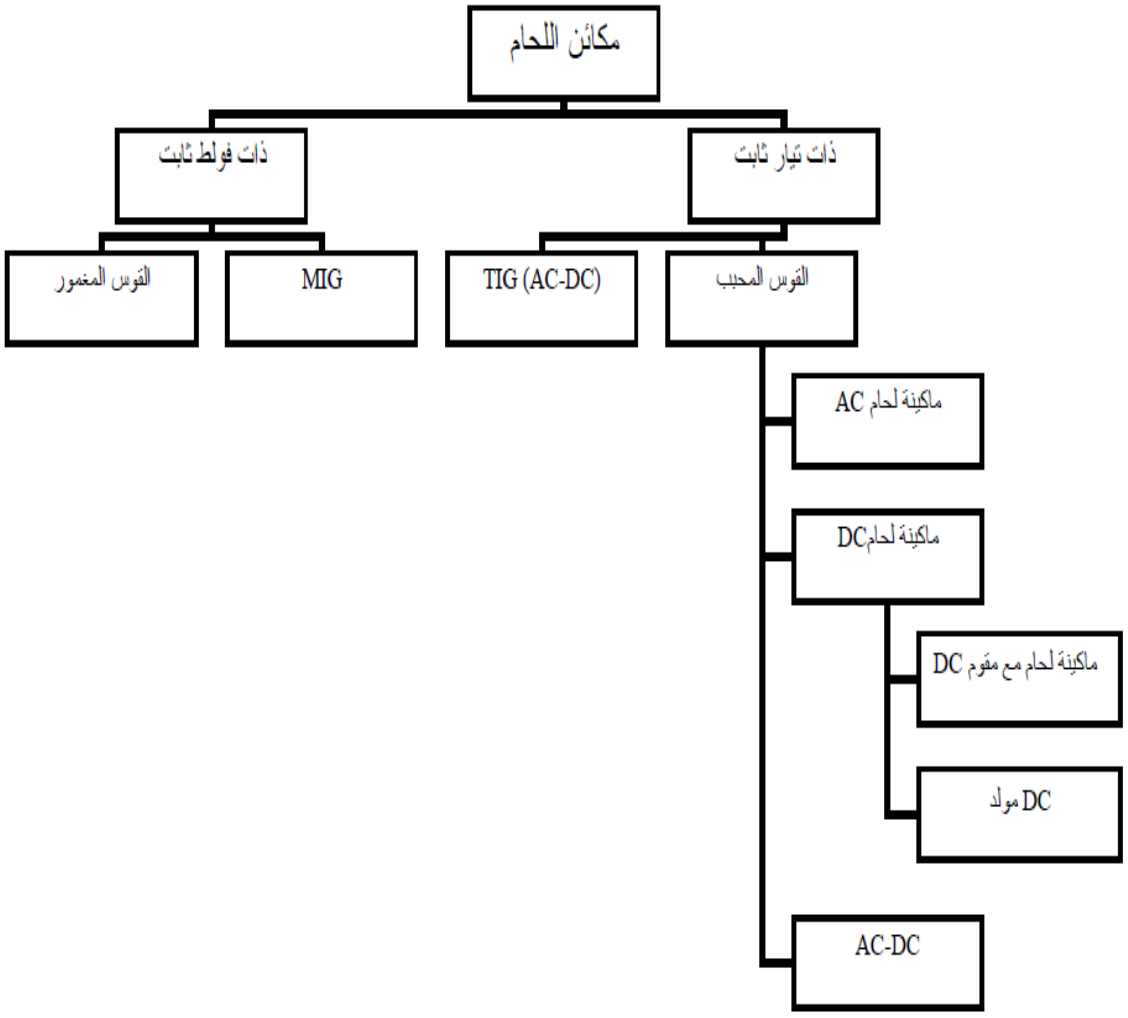
على الرغم من ان هناك العديد من المواد المعدنية التي لها مقاومة جيدة ضد التآكل والصداء لكن تميل هذه السبائك الى ان تكون ذات قيمة مادية عالية مثل التيتانيوم او الذهب او النيكل او البلاتين او الاستانلس ستيل او البوليمر او الدهانات وجميع هذه المواد اما ان تكون مرتفعة الثمن جدا او لا تملك القوة المطلوبة. بالتالي فلا يمكن تطبيق هذه المواد ككسوة مقاومة للتآكل على معادن رخيصة الثمن. وكان الحل الهندسي الاكثر فاعلية هو بناء كسوة الطبقات المتعددة clad layers كمثال تطبيق كسوة النحاس على الفولاذ لتفادي تآكل مياة البحر المالحة وعلى العموم عادة ما تكون كسوة اللحام بين ٢ ميليمتر الى ٢٠ مليمتر تقريبا ويمكن تطبيق كسوة الطبقات المتعددة باستخدام العديد من اساليب لحام القوس الكهربائي مثل MMA او GTAW او SAW او FCAW او PTAW كما يجب ضمان سلامة الطبقة والمتانة الكافية.

عملية اللحام

هى عملية التوصيل الدائم للمعادن ببعضها وذلك بالوصول إلى درجة حرارة إنصهار المعدن مما يؤدى إلى تداخل جزيئات المنطقة المنصهرة فى المعدن معطيا الوصلة الدائمة.

تصنيف ماكينات اللحام

تصنف عمليات اللحام الى نوعين رئيسيين هما على التوالي مكاينات ذات التيار الثابت أو ذات الفولت الثابت كما هو مبين في (شكل رقم ١٤).



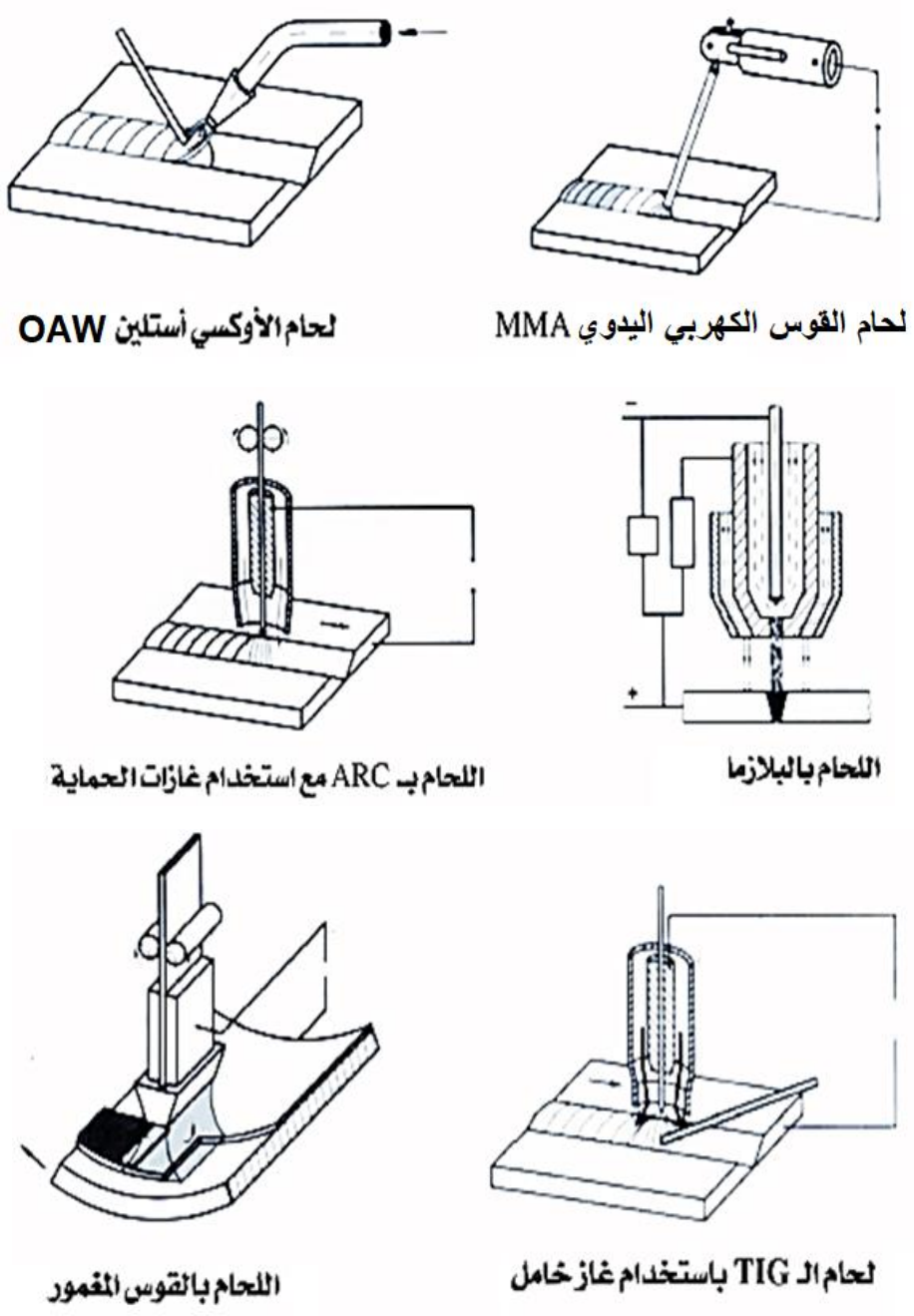
شكل رقم ١٤: تصنيف ماكينات اللحام

نظرة عامة على أنواع اللحام بالصهر شائعة الاستخدام

من هذه الأنواع

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

٥. اللحام بالقوس المغمور Submerged arc welding
٦. اللحام بالبلازما



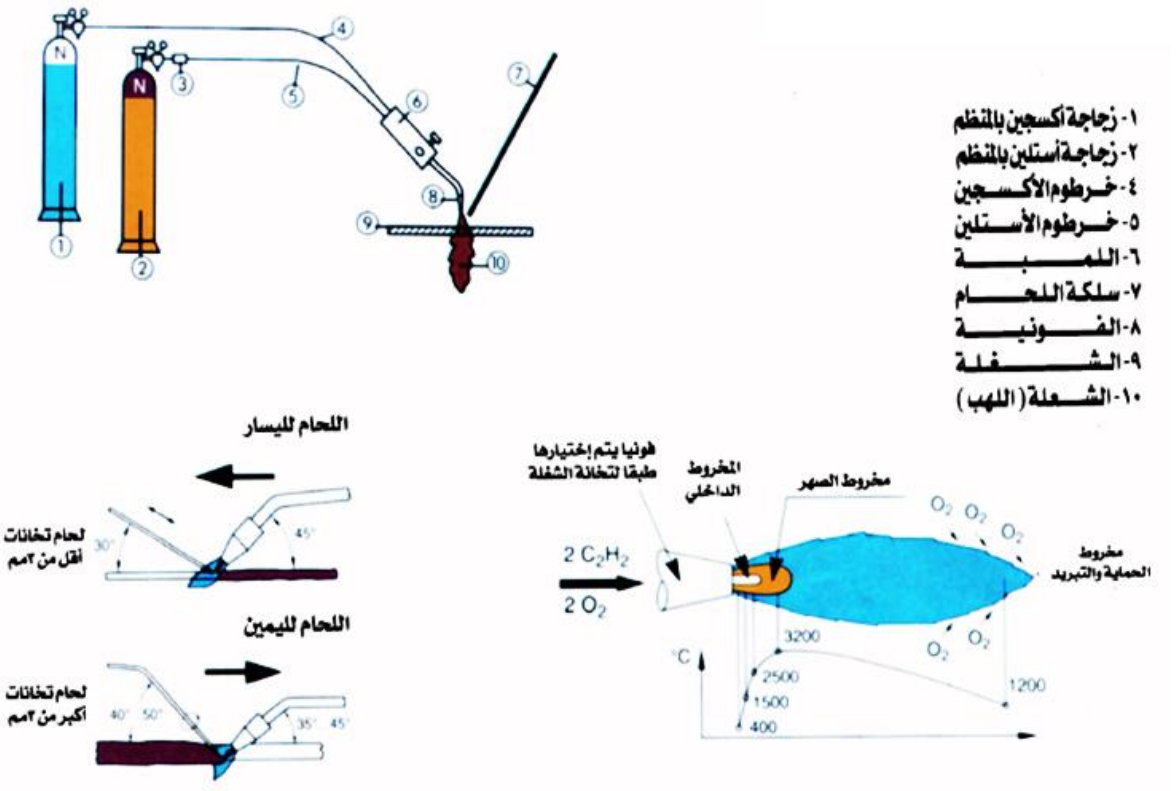
شكل رقم ١٥: أنواع اللحام الشائعة

١- اللحام بالأوكسى أستلين

مصدر الحرارة التى تستخدم في صهر الشغلة هو اللهب المتكون نتيجة إشتعال غاز الأستيلين بمساعدة غاز الأكسجين. ويمكن تقسيم أنواع اللهب إلى:

أ. **اللهب المتعادل** وفيه نسبة الخليط الغازى ١:١ وهو أنسب لهب لعمليات اللحام والتسخين العادية.
ب. **اللهب المؤكسد** تكون نسبة غاز الأكسجين أكبر من نسبة غاز الأستيلين وفي هذه الحالة تكون حرارة اللهب أعلى لذلك يستخدم هذا اللهب فى التسخين ولحام النحاس والبرونز.

ج. **اللهب المكربن** في هذا اللهب تكون نسبة الأستيلين أعلى وهو يستخدم في لحام الصلب ويجب ملاحظة أن بإزدياد التأثير المكربن للهب تقل درجة حرارته.



شكل رقم ١٦: اللحام بالأوكسي أستلين

طريقة اللحام

تصهر سلكة اللحام مع الجزء المنصهر من المعدن بواسطة اللهب ويلاحظ أن كل من اللهب وسلكة اللحام منفصلان عن بعضهما مما يعطى اللحام مرونة في التشغيل.

وهناك طريقتان للحام:

- **الطريقة الأولى** وهي اللحام إلى اليسار وتستخدم هذه الطريقة في لحام تخانات من ١-٣ مم وفيها تكون السلكة أمام بوري اللحام (اللمبة).
- **الطريقة الثانية** وهي اللحام إلى اليمين وتستخدم هذه الطريقة في لحام تخانات تتراوح من ٣-٦ مم وفيها تكون السلكة خلف بوري اللحام.

الاستخدام

يستخدم لحام الأوكسي أستيلين في لحام الصلب وسبائكه صاج ومواسير حتى تخانة ٦ مم وكذلك يستخدم بكثرة في لحام النحاس والبرونز ونادرا في لحام الألومنيوم ولا يفضل استعماله في لحام Stainless Steel.

إستهلاك الغاز

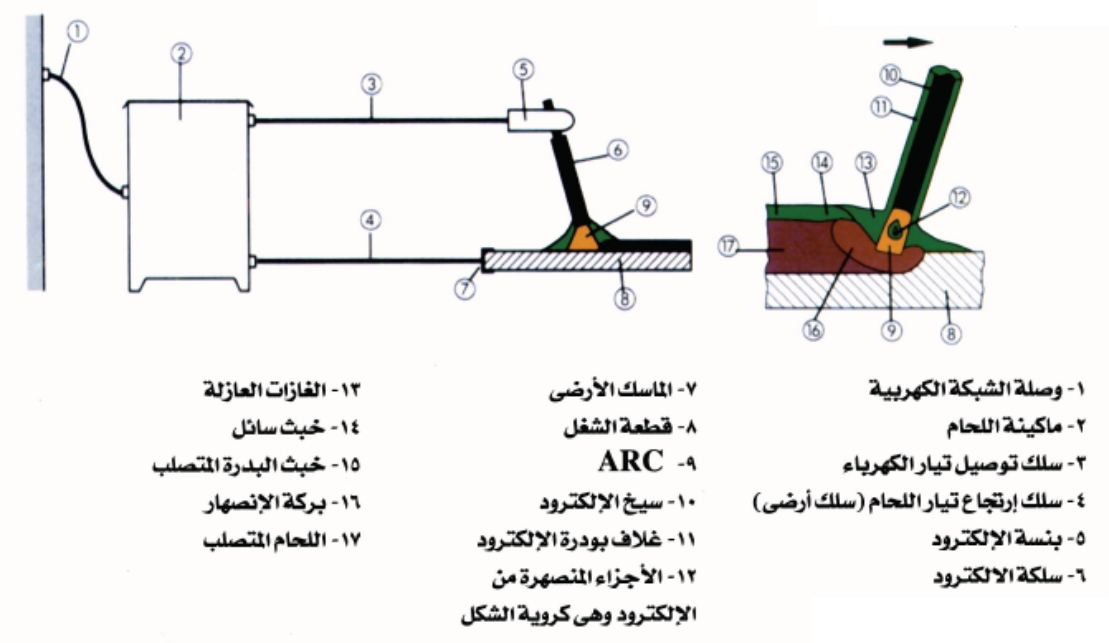
يستهلك ١٠٠ لتر / ساعة تقريبا من الأستيلين والأكسجين لكل ملليمتر تقريبا من سمك قطعة الشغل (يرتبط إستهلاك الغاز بحجم اللهب) قدرة الصهر للسلك حوالي ٠,٥ كجم سلك / ساعة.

٢- اللحام بالقوس الكهربى اليدوي MMA

في لحام الكهرباء يكون مصدر الحرارة هو القوس الكهربى (تصل الحرارة في القوس الكهربى لأكثر من 5000 °C) وتستخدم هذه الحرارة في صهر كل من المعدن وسلك الإلكترود ويتكون غلاف بدرة السلك من عناصر معدنية والسليوز أو أحدهما.

وظائف غلاف بودرة الإلكترود

١. تسهيل إشعال وإستمرارية الـ Arc لأن بودرة الإلكترود تتكون من مواد سهلة التأين وجيدة التوصيل الكهربى.
٢. تكوين غازات الحماية والخبث لعزل بركة الإنصهار عن الهواء الخارجى وإطالة فترة تبريد اللحام.



شكل رقم ١٧: اللحام MMA

٣. تزويد مادة اللحام بالعناصر المعدنية المرغوب فيها لتحسين خصائص اللحام (منجنيز – سيليكون – كروم – نيكل) ويلاحظ أن إختيار سلكة الإلكترود وقطرها يتوقف على نوع المعدن وسمكه.

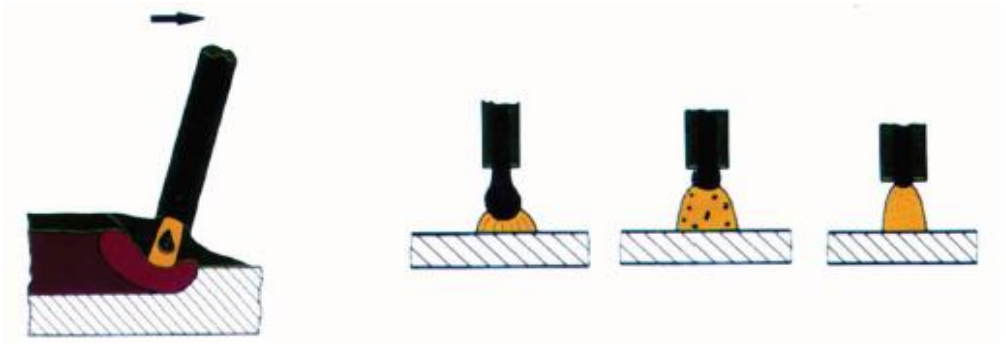
قطر سيخ الإلكترود	٢ مم	٢,٥ مم	٣,٢ مم	٤ مم	٥ مم	٦ مم
أطوال سيخ الإلكترود	٢٥٠ مم	٣٥٠ مم	٤٥٠ مم	-	-	-

جدول رقم ٦: قطر وأطوال أسياخ الإلكترود فى لحام MMA (القوس الكهربى اليدوى)

قدرة صهر الإلكترود: ١,٥ إلى ٣ كجم / ساعة

وصف إنصهار سلكة الإلكترود فى لحام (القوس الكهربى اليدوى) MMA

في لحام القوس الكهربى اليدوى Manual Metal Arc Welding MMA أو اللحام بالقوس الكهربب المغلف Schielded metal arc welding هو نوع من أنواع اللحام الذي يتم عن طريق الحرارة الناتجة عن القوس الكهربي بين القطب (الإلكترود) والجزء الملحوم، حيث ان حرارة القوس تعمل على اذابة المعدن الأم (المراد لحامة) والإلكترود لإنتاج مزيج لتشكيل اللحام ثم ملئ الفراغ بين الوصلات، وتعمل مادة الفلكس flux على تغطية اللحام ويعمل تدفق الغاز على حماية القوس arc، أن زوبان مادة الفلكس تسلعد على إزالة الشوائب، وبالتالي يتم تشكيل طبقة من الخبث slag فوق اللحام، ويجب الأزالة الكاملة لطبقات الخبث بين أشواط اللحام، مع مرعاة ان الازالة بشكل غير صحيح قد يسبب عيب للحام slug inclusions ويمكن استخدام هذه العملية في المواد الحديدية و الفولاز المقاوم للصداء ز كذلك للمواد الغير حديدية. يتم حماية بركة اللحام بواسطة الغازات المتكونة نتيجة إنصهار بودرة الإلكترود وكذلك بواسطة خبث اللحام كما يتضح من الصورة يختلف حجم الكرات المنصهرة من سلك الإلكترود والمنتقلة إلى بركة إنصهار اللحام طبقا لسمك سيخ الإلكترود.



شكل رقم ١٨: لحام MMA

دورة تشغيل ماكينة اللحام بالقوس الكهربي:

لا بد من دراسة والتقيد بتعليمات الشركة المنتجة لماكينة اللحام حسب ما هو مسجل وموصى به لاستخدام الماكينة بشكل سليم وآمن، وعادة توضع مجموعة من تعليمات التشغيل على جسم الماكينة. وفي العالب تعمل ماكينات اللحام للأغراض الصناعيةعلى دورة تشغيل تساوي ٦٠% وهذا الرقم يعني أن الماكينة لايزيد وقت تشغيلها عن ٦ دقائق من كل عشرة دقائق، اذ يجب إيقاف الاله ٤ دقائق كل عشرة دقائق. إذا تم استعمال الالة حسب التيار الذي اعتمد لحساب دورة التشغيل وكلما انخفض التيار زادت نسبة دورة التشغيل حسب المعادلة التالية.

دورة نسبة زمن التشغيل = تيار التشغيل المعياري X دورة تشغيل الماكينة

مثال:

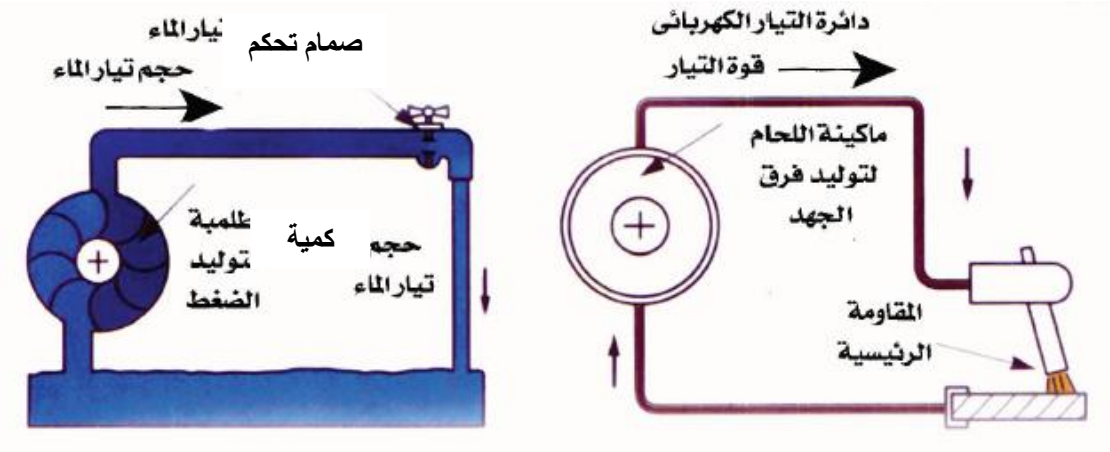
ماكينة لحام ذات دورةتشغيل ٦٠% على أساس تيار معياري مقدارة ١٢٠ أمبير. احسب نسبة زمن دورة تشغيل الماكينة إذا تم استخدام تيار بقيمة ٩٠ أمبير.

الحل

دورة نسبة زمن التشغيل = $\frac{120}{90}$ X ٦٠% = ٨٠%

وبالتالي زمن توقيف الاله هو دقيقتين بعد كل ٨ دقائق تشغيل.

استخدام الكهرباء فى مجال اللحام بالـ ARC (القوس الكهربى)



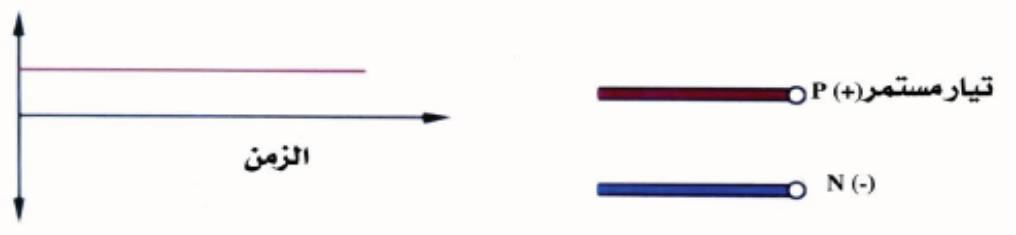
شكل رقم ١٩: الدائرة الكهربية المستخدمة فى اللحام

أساس المقارنة بين الدائرتين	دائرة تيار هيدروليكى	دائرة تيار كهربى
القوة المحركة للتيار الهيدروليكى / الكهربى	ضغط الطلمبة ومعدل سريان الماء	فرق الجهد الكهربى الرمز المميز U وحدة القياس (V فولت)
التيار المائى / التيار الكهربى	كمية الماء التى تنساب في الماسورة في فترة زمنية محددة (لتر/ثانية مثلا) ويتم التحكم في كمية الماء بواسطة صمام التحكم	قوة التيار: عدد الإلكترونات المتحركة في موصلات التيار في الثانية الرمز المميز I وحدة القياس (A أمبير)
المقاومة	يمكن تقليل إنسياب المياه من خلال تضيق فتحة الصنبور وتخشين الجدار الداخلى للماسورة	الـ Arc يمثل المقاومة الرئيسية في دائرة اللحام الكهربية الرمز المميز R وحدة القياس (Ω الأوم)

جدول رقم ٧: مقارنة بين الدائرة الهيدروليكية والكهربية

أنواع التيار:

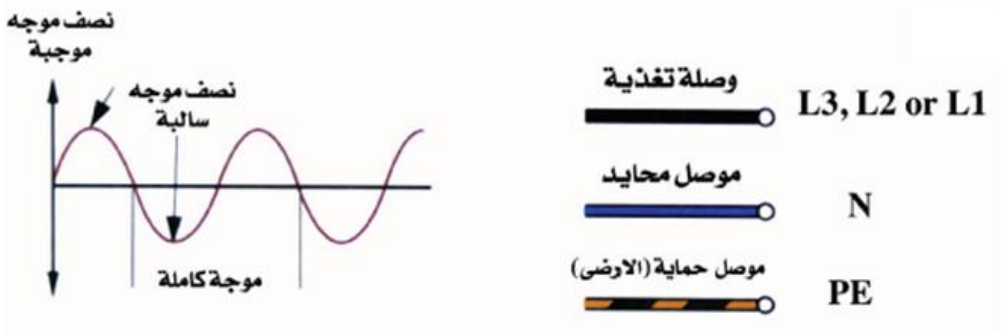
١. **تيار مستمر**



شكل رقم ٢٠: التيار المستمر

- التيار المستمر هو التيار الكهربى الذي يسير فى نفس الاتجاة وبنفس الشدة ولا يستخدم هذا التيار في الأغراض المنزلية ويندر استخدامه في المنشآت الصناعية.
- لهذا التيار أهمية كبرى في مجال اللحام فهو يستخدم فى معظم أنواع اللحام بالـ ARC كما يفضل استخدامه في لحام غالبية المعادن.

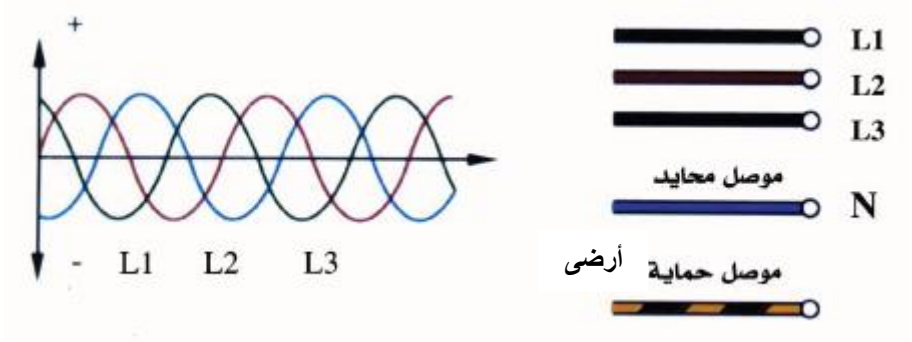
٢. التيار المتغير



شكل رقم ٢١: التيار المتغير

- التيار المتغير هوتيار كهربى يغير اتجاهه وشدته بشكل مستمر ويتغير الإتجاه بنحو ١٠٠ مرة فى الثانية بمعدل ٥٠ ذبذبة في الثانية أو ٥٠ هرتز.
- يفضل استخدامه في لحام الألومنيوم TIG.
- هو التيار المستخدم في الأغراض المنزلية حيث يبلغ فرق الجهد ٢٣٠ فولت.

٣. التيار المتردد (٣ فاز)



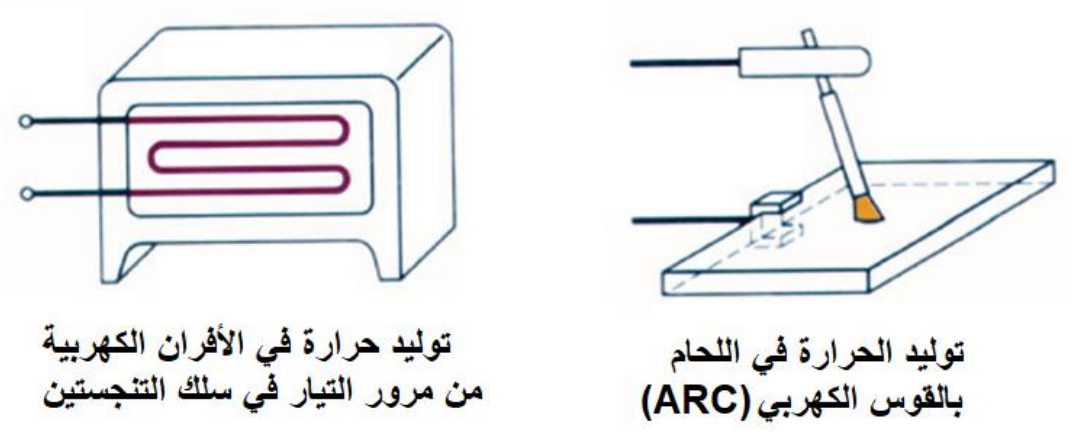
شكل رقم ٢٢: التيار المتردد

هذا التيار يستخدم في الأجهزة الكهربائية عالية الإستهلاك الكهربى وهذا التيار الموجود فى شبكات تغذية المحطات الكهربية حيث يبلغ فرق الجهد ٤٠٠ فولت.

تأثيرات التيار الكهربى

١. التأثير الحراري:

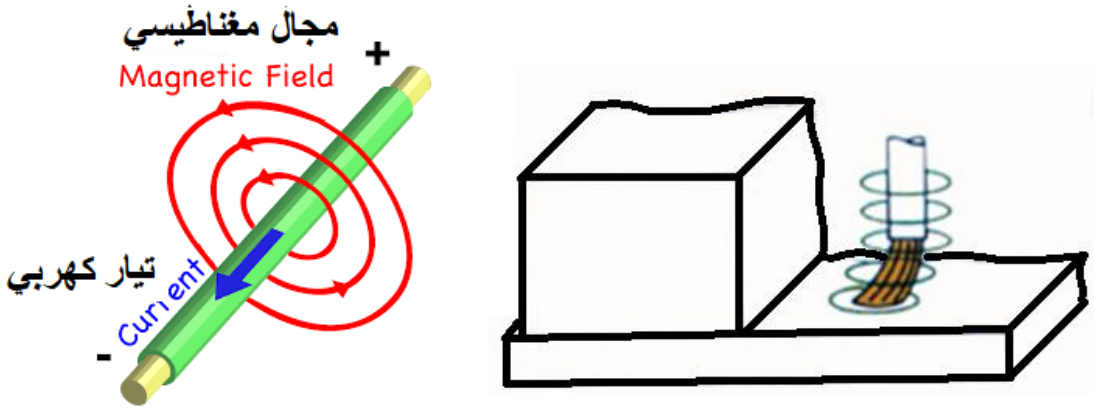
يتم توليد الحرارة سواء بمرور التيار الكهربي في سلك ذو مقاومة كهربية عالية مثل الأفران، او من خلال مقاومة فجوه هوائية لاكمال الدائرة الكهربية كما في اللحام بالقوس الكهربي (ARC).



شكل رقم ٢٣: التأثير الحرارى للتيار الكهربى

٢. التأثير المغناطيسى:

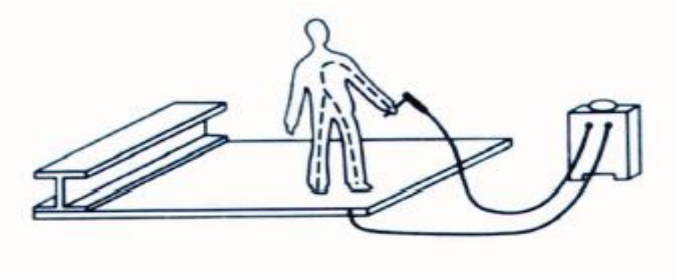
حسب قاعدة فارادي، فان أي موصل يمر به تيار كهربي يحيط به مجال مغناطيسي، ويمكن ملاحظة النيار المغناطيسي عند إنحراف القوس الكهربي ARC عن اتجاهه الأصلي اثناء اللحام بالتيار المستمر وذلك نتيجة للتأثير المغناطيسي كما هو مبين في (شكل رقم ٢٤).



شكل رقم ٢٤: التأثير المغناطيسى للتيار الكهربى

٣. تأثير التيار الكهربى على الانسان

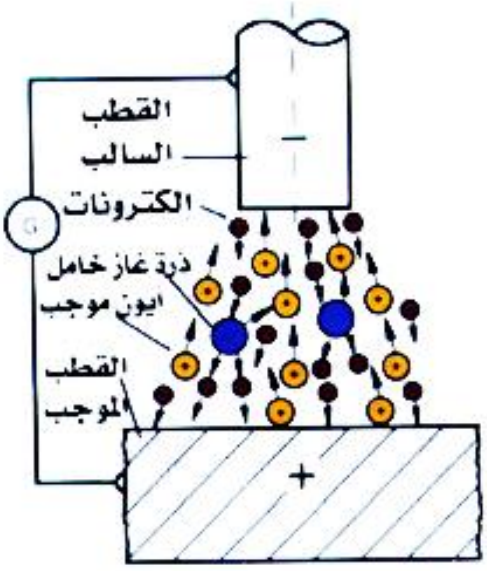
سريان تيار كهربى داخل جسم الانسان حتى لو كانت شدته ضعيفة (٠,٠٥ إلى ٠,١ أمبير) يؤدى إلى خطر الموت عن طريق صدمات القلب وتتوقف شدة التيار السارى داخل الجسم على فرق جهد التيار ومقاومة جسم الانسان.



شكل رقم ٢٥: تأثير التيار الكهربى على الانسان

٤. التأثير الحراري للـ ARC (القوس الكهربى)

عند تلامس سلكة الإلكترود للشغلة تغلق الدائرة الكهربية وتحت تأثير شدة التيار يتم تسخين نهاية سلكة الإلكترود بشدة فتنفصل الإلكترونات من هذا الجزء من الإلكترود وتتجه بسرعة كبيرة تجاه القطب الموجب وفي الطريق تصطدم هذه الإلكترونات بالذرات الغازية الموجودة في نطاق الغاز المتأين فتنفصل إلكترونات إضافية من هذه الذرات وبذلك يزداد عدد الإلكترونات المصطدمة في النهاية بالقطب الموجب وتمثل الحرارة المتولدة عند هذا القطب ٧٠ % من الحرارة الكلية.



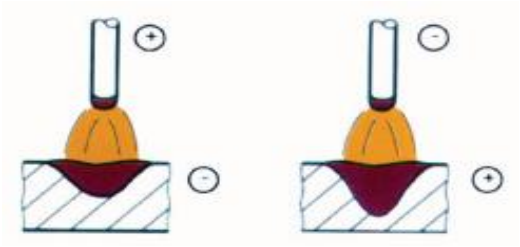
شكل رقم ٢٦: التأثير الحرارى للقوس الكهربى

العلاقة بين درجة حرارة القوس ARC وقوة التيار وفرق الجهد الكهربى

بزيادة قوة التيار وفرق الجهد تزداد درجة حرارة القوس الكهربي والعكس بالعكس حيث تقل درجة حرارة القوس بتقليل قوة التيار وفرق الجهد كما هو مبين في (شكل رقم ٢٧).

شكل رقم ٢٧: علاقة شدة القوس بقوة التيار وفرق الجهد

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



شكل رقم ٢٨: اختيار قطبية سلك الألكترود

١. لحام بالغاز الخامل/النشط MAG/MIG

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

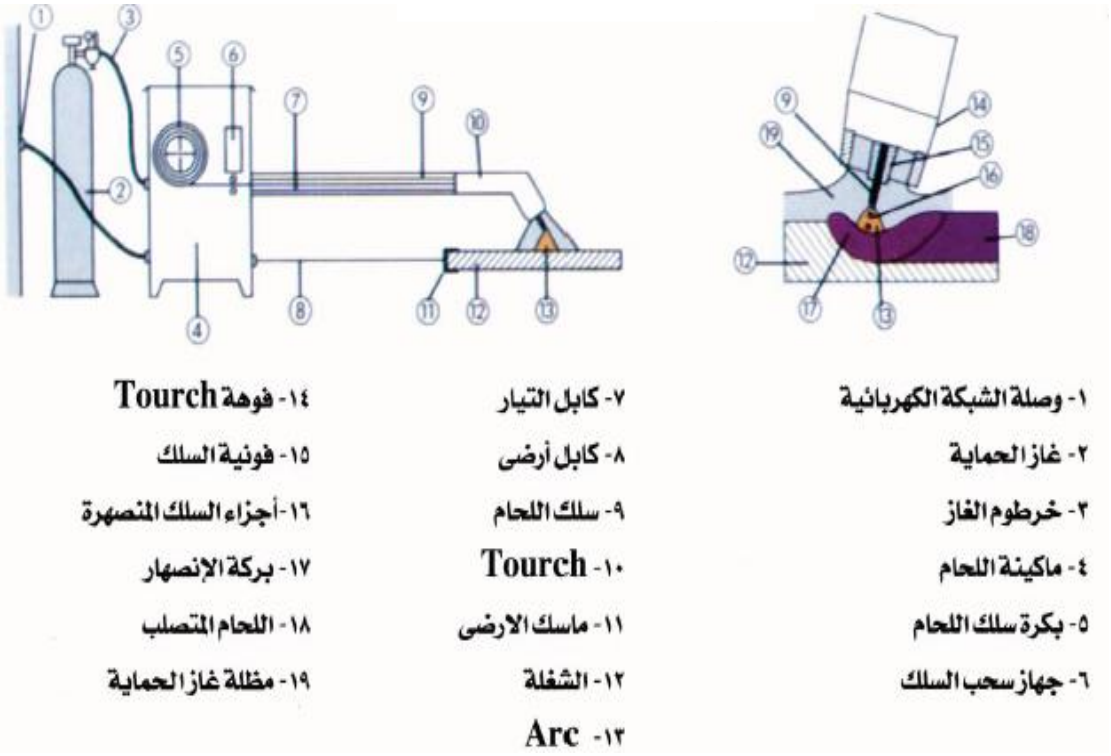
MAG: لحام القوس المعدنى بالغاز النشط

MIG: لحام القوس المعدنى بالغاز الخامل

طريقة التشغيل

تتكون بركة الإنصهار من أجزاء الشغلة والسلكة المنصهرين بواسطة القوس الكهربى المشتعل بين نهاية السلكة والشغلة والمحاط بالغاز العازل.

نوع اللحام	الغازات المستخدمة
MAG	غازات نشطة: أرجون + CO_2 / أرجون + O_2 / أرجون + CO_2 + O_2
MIG	غازات خاملة: أرجون / هيليوم / أرجون+ هيليوم

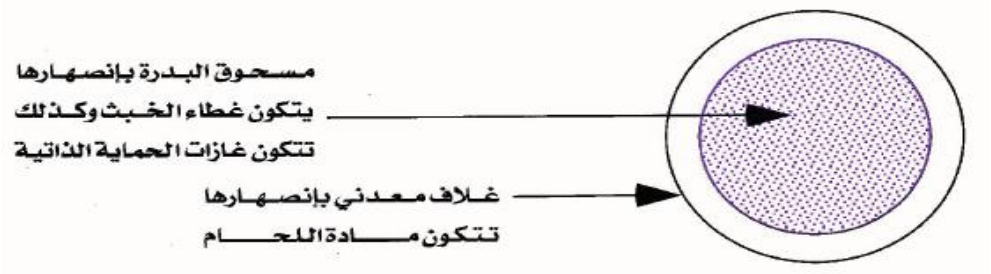


شكل رقم ٢٩: لحام MAG/MIG

٢. لحام MAG بالحماية الغازية الذاتية مع استخدام سلك Flux Cord Wire

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

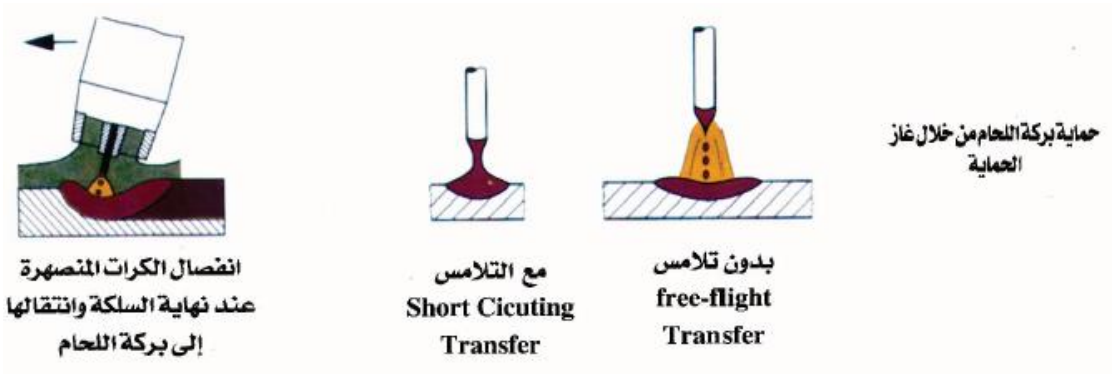
أشكال المقاطع لسلك flux cord wire



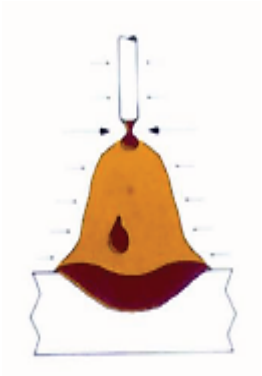
شكل رقم ٣٠: مقطع في شلك لحام مغلف بالبودرة flux

وصف إنصهار سلكة اللحام فى MAG/MIG

إنفصال الكرة المنصهرة يتم من خلال تأثير القوى المغناطيسية المؤثرة على السلك والـ Arc من الخارج والتى تؤدى في النهاية إلى تخصير (إختناق) الجزء المنصهر في نهاية السلكة.



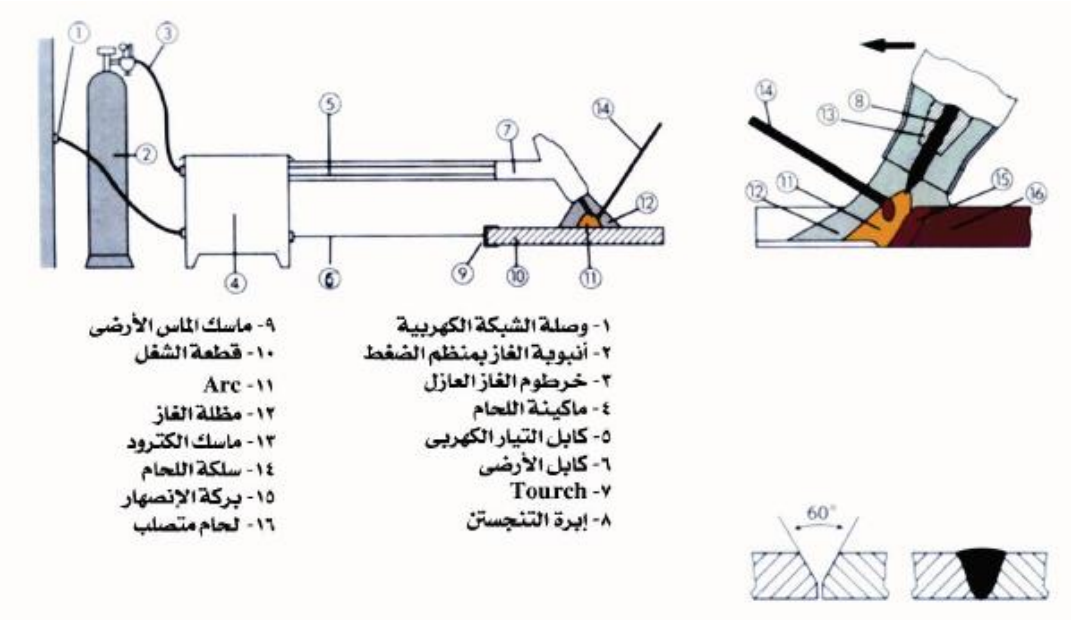
شكل رقم ٣١: وصف إنصهار سلكة اللحام فى MAG/MIG



شكل رقم ٣٢: تابع وصف إنصهار سلكة اللحام فى MAG/MIG

٣. لحام الـ TIG (لحام القوس المعدنى باستخدام اسلاك التنجستن والغاز الخامل)

وهو يعبر عن استخدام الغاز الخامل واسمه كما جاء في المعيار الأوربي (تيج) TIG Tungsten Inert Gas واسمه في المعيار الامريكي Gas Tungsten Arc Welding or GTAW ويستخدم تقنية التنغستن الذي يتم صهره ويعمل الغاز علي تبريد معدن اللحام المصهور وحمايته من عوامل الجو الضارة، ويعد TIG من اجود انواع اللحام وقد اعتمدت العديد من الشركات استخدام TIG لما يتفوق به في جودة اللحام المختلفة وهو يستخدم في لحام الكثير من المعادن ويكون عادة التنغستن من نفس نوع المعدن سواء المنيوم او حديد والفرق بينه وبين نوع اللحام MIG هو ان الاول يستخدم تنغستن والثاني يستخدم الالكترود ولكن الاثنان يستخدمون نفس مولد الطاقة وتقنية Arc وفي الحقيقة ان TIG في تعلمه اصعب من MIG. وبالنظر الي الشكل الاتي الذي يوضح المعدات المستخدمة في لحام القوس الكهربائي لكل من MIG – MAG و TIG والتي عادة ما تتكون من مولد الطاقة واسطوانة الغاز والشعلة وفيما يخص MIG هناك بكرة الالكترود.



شكل رقم ٣٣: لحام الـ TIG

تتكون بركة الإنصهار في لحام التيج TIG من أجزاء الشغلة وسلكة اللحام المنصهرين بواسطة القوس الكهربى المشتعل بين إبرة التنجستن والشعلة والمحاط بمظلة الغاز الخامل.

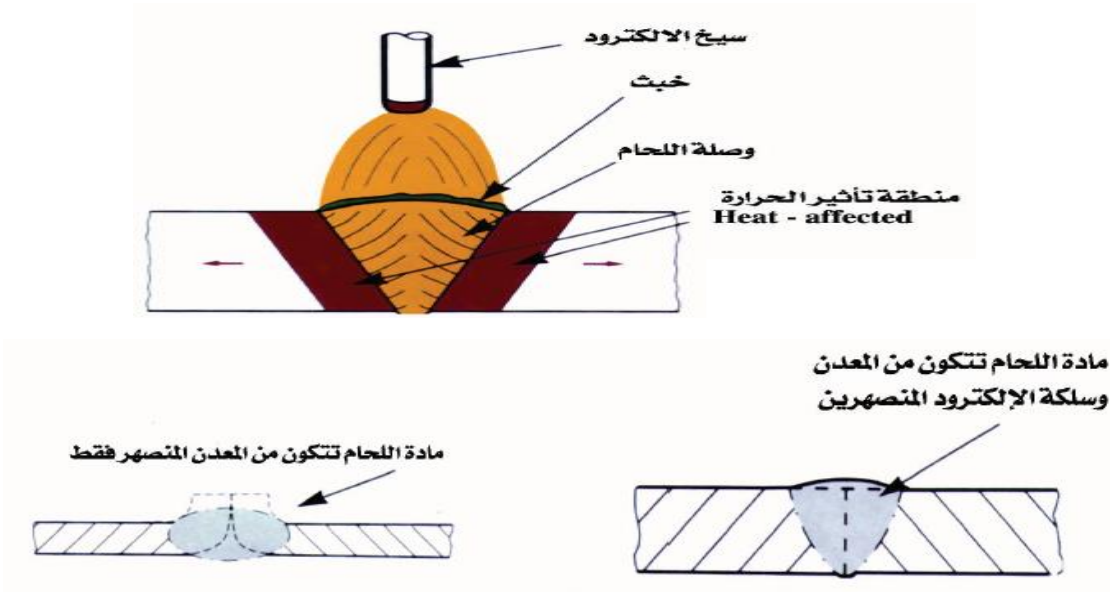
ويلاحظ أن إبرة التنجستن هى مجرد حامل فقط للقوس الكهربى ولا تنصهر أثناء اللحام كما يلاحظ أيضا أن القوس الكهربى وسلكة اللحام منفصلين عن بعضهما مما يعطى مرونة كبيرة في التشغيل.

- حماية بركة اللحام من خلال غاز الحماية الخامل.
- يتم إمداد بركة إنصهار اللحام بسلك اللحام بطريقة يدوية أو ألية ويمكن الإستغناء عن سلك الإضافة في لحام المشغولات ذات السمك الخفيف.

شكل رقم ٣٤: لحام الـ TIG

تكوين وصلة اللحام

تتكون مادة اللحام من إنصهار كل من المعدن وسلكة الإلكترود عند اللحام مثلا بالـ MMA ويتم حماية المعدن المنصهر من تأثير الهواء الخارجى الضار من خلال الخبث وغازات الحماية التى تتكون عند إنصهار بودرة سلك الإلكترود بواسطة الـ Arc.



شكل رقم ٣٥: شكل وصلة اللحام

في حالة اللحام بدون استخدام سلكة الإلكترود يتم صهر المعدن فقط بواسطة الـ Arc وهذا يمكن تحقيقه في لحامات TIG والأوكسى أستيلين.

نطاقات الاستخدام

تستخدم في لحام أنواع الصلب وسبائكه والألومنيوم والنحاس والتيتانيوم والنيكل وكذلك Stainless Steel هذا ويستخدم لحام الـ TIG في لحام المراجل والماكينات والأجهزة وخاصة في قطاع الأدوية والأغذية وكذلك صناعات الطائرات والمراكب الفضائية ونظرا لتميز هذا النوع من اللحام بمرونة في التشغيل فإنه يستخدم بصورة كبيرة في عمليات إصلاح اللحام.

هذا ويتم لحام جميع المعادن تقريبا بالتيار المستمر (DC) ويشذ عن ذلك الألومنيوم الذي يتم لحامه بالتيار المتردد (AC) وغالبا لا تزيد شدة التيار الكهربى عن ٢٥٠ أمبير.

معلومات فنية مميزة للحام الـ TIG

أ. عند زيادة سمك الشغلة عن ٥ مم ينصح بلحام Root فقط بـ TIG.

ب. كمية الغاز العازل تقدر من ٥ إلى ١٥ لتر / دقيقة.

ج. أنواع الغازات المستخدمة هى الأرجون أو الهيليوم أو الأرجون + الهيليوم.

د. أوضاع اللحام: يمكن لحام TIG في كل أوضاع اللحام دون إستثناء.

ه. قدرة صهر سلكة اللحام: ٠,٥ – ١,٥ كجم / ساعة.

و. يندر تكون الرزاز المعدنى المنصهر (Spatter) أثناء اللحام.

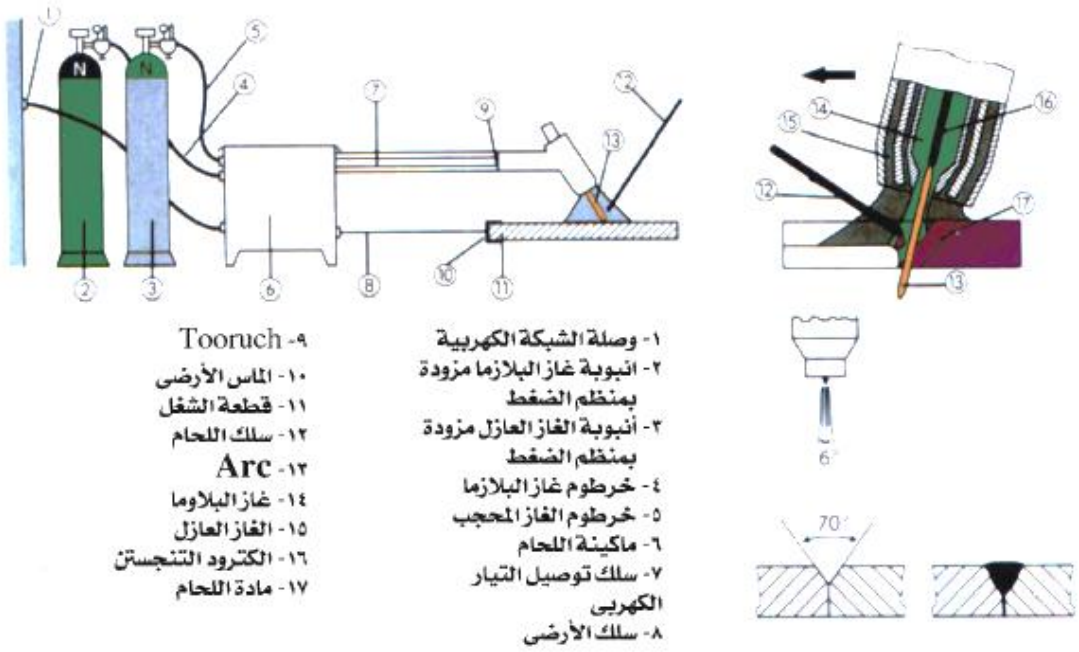
٤. اللحام بالبلازما

مصدر الحرارة هو القوس الكهربى المشتعل بين إبرة التنجستن وقطعة الشغل وبمساعدة فونية البلازما تزداد سرعة غاز البلازما المندفع حول إبرة التنجستن وفي النهاية يتكون القوس الكهربى المتخسر ذات الطاقة العالية ومن خلال الفونية الثانية تندفع الغازات العازلة لحماية اللحام من الهواء الخارجى.

نطاق الاستخدام

يتم لحام الصاج رقيق السمك (٠,١ إلى ١مم) بواسطة الميكروبلازما أما ألواح الصاج بسمك (١ إلى ١٠مم) فيتم لحامها بواسطة المكروبلازما.

هذا ويستخدم لحام البلازما في صناعات الإلكترونات والصناعات الدقيقة وصناعة الماكينات المصنوعة من الصلب أو سبائكه وكذلك يستخدم في لحام الألومنيوم والنحاس والنيكل.



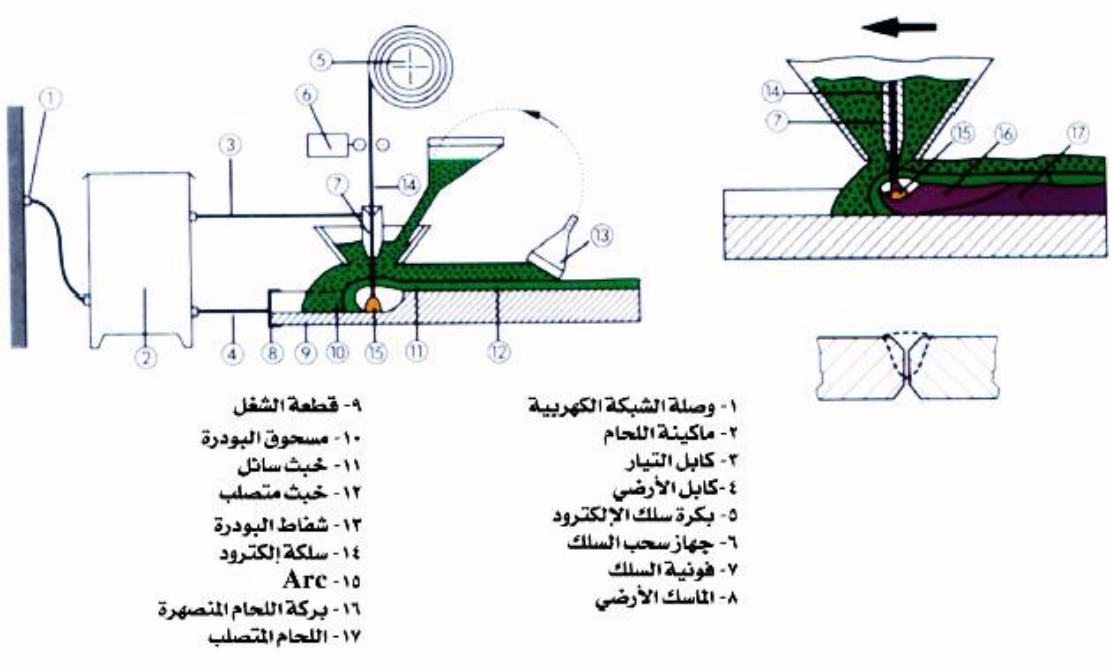
شكل رقم ٣٦: اللحام بالبلازما

بيانات اللحام المميزة

البيانات الفنية (باراميتر)	اللحام بالميكروبلازما لألـواح صلب بسمك ٠,١مم	اللحام بالمكروبلازما لألـواح صلب بسمك ٥مم
شدة تيار اللحام كمية غاز البلازما كمية الغاز العازل	٢,٥ امبير ٠,٢ لتر/دقيقة ٥ لتر/دقيقة	٩٠ أمبير ٧ لتر/دقيقة ٢٠ لتر/دقيقة

جدول رقم ٨: بيانات اللحام المميزة

٥. اللحام بالقوس المغمور Submerged Arc welding



شكل رقم ٣٧: اللحام بالقوس المغمور

في هذا النوع من اللحام يكون القوس الكهربى المشتعل محاط تماما بمسحوق البدرة وبذلك يكون القوس الكهربى غير مرئى ومعزول تماما عن الجو الخارجى وأثناء اللحام ينصهر جزء من البدرة ليكون الخبث الواقى فوق مادة اللحام والجزء الغير منصهر يتم شفطه وإعادة استخدامه. هذا ويمكن إضافة عناصر معدنية مرغوبة فنيا إلى مادة الحام من خلال البدرة.

ويستخدم اللحام بواسطة القوس المغمور في وضعين إثنين فقط وهي اللحام الأرضى ولحام الزوايا الداخلية والخارجية في مستوى النظر.

نطاقات الاستخدام

صناعة السفن والصهاريج والحاويات وكذلك لحامات التزويد ويفضل ألا يقل سمك الشغلة عن ٨ مم وكلما زادت أطوال اللحام إنخفضت تكاليفه.

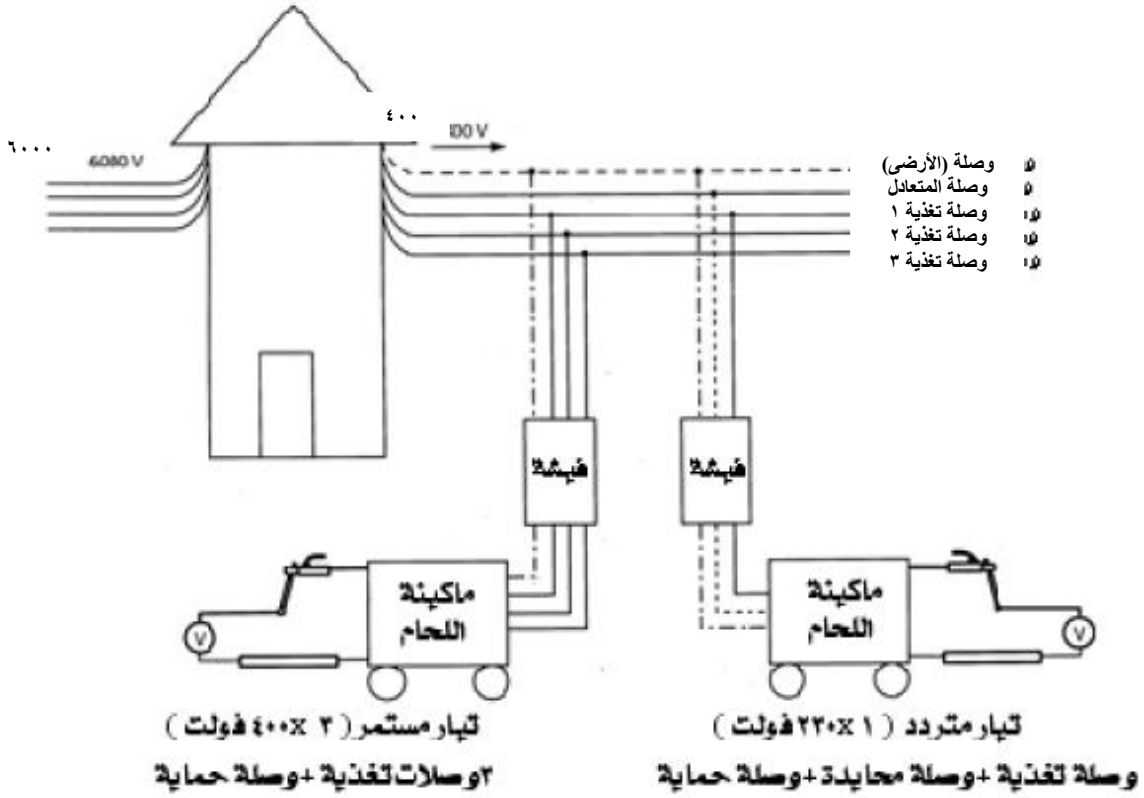
ويستخدم اللحام بالقوس المغمور في لحام الصلب وسبائكه وكذلك Stainless Steel.

البيانات الفنية المميزة

- أقطار السلك من ٢,٥ ــ ٥ مم.
- قوة التيار: حتى ١٢٠٠ أمبير (تيار متغير ومستمر).
- سرعة اللحام: حتى ١٠٠٠ مم / دقيقة.
- قدرة صهر السلك: عند تعدد سلك اللحام يمكن أن تتخطى قدرة صهر السلك ٥٠ كجم / ساعة.

ماكينة اللحام واستخداماتها

مصادر التيار الكهربى



شكل رقم ٣٨: مصادر التيار الكهربى

التيار الكهربى الذي توفره الشبكة الكهربائية غير مناسب لعمليات اللحام للأسباب التالية

- جهد الشبكة عالى جدا (٤٠٠ فولت / ٢٣٠ فولت).
- قوة التيار منخفضة جدا (١٣ – ١٦ أمبير).
- عدم توافر إمكانية ضبط التيار.
- عدم توافر إمكانية ضبط فرق الجهد.
- عدم توافر التأمين ضد الماس الكهربى.

لهذه الأسباب يجب توفير ماكينة اللحام كمصدر للتيار الكهربى.

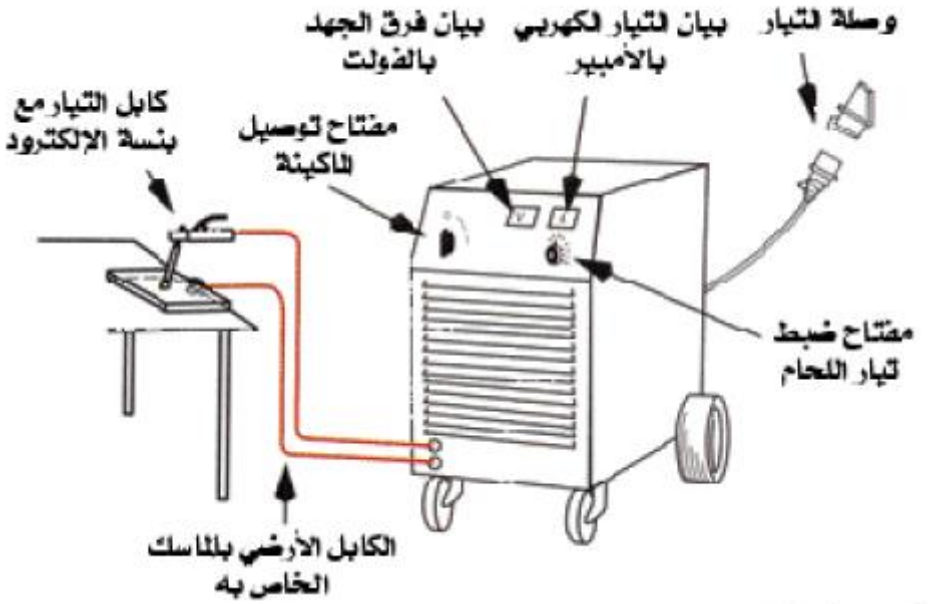
مطالب فنية يجب توافرها في ماكينة اللحام

- تركيب بنائى قوى للماكينة يعطيها قدرة عالية على التحمل.
- سهولة ضبط وتشغيل الماكينة.
- يجب أن توفر الماكينة خصائص لحام جيدة.

مطالب إضافية يفضل توافرها بالماكينة

- الوزن الخفيف للماكينة والحجم الغير مبالغ فيه.
- توافر عدادات لبيان شدة التيار وفرق الجهد وسرعة السلك أثناء اللحام.

- إمكانية ضبط البارامتر بواسطة الريموت كنترول.
- توافر اللحام بـ Pulsed في ماكينات TIG/MAG/MIG.
- أن يتوافر في الماكينة عوامل الآمان في حالة استخدامها في الأماكن الضيقة (خطر الاحتكاك بالتيار الكهربى) واستخدامها في اللحام بالمواقع والمشاريع.
- إمكانية برمجة الماكينة وتوصيلها كهربيا وإليكترونيا بالماكينات الآليه (Robot).



شكل رقم ٣٩: نموذج مبسط لماكينة اللحام

نوع تيار اللحام المستمد من الماكينة: تيار مستمر (DC) وتيار متغير (AC).

<u>المكونات والأجزاء الكهربائية في جهاز اللحام</u>

١. محول التيار (Transformer)

- يقوم بتحويل الجهد العالى للشبكة إلى جهد منخفض للحام.
- يقوم بتحويل التيار المنخفض للشبكة إلى التيار العالى للحام.

٢. Drossel – Tapped Coil

- يقوم بتخفيض الشرر المتطاير (Spatter) أثناء اللحام.
- يعمل على مرور التيار بشكل منتظم وبشدة شبه ثابتة أثناء اللحام (يقل من إنحراف التيار إلى أعلى أو إلى أسفل عن الشدة المضبوطة للتيار).

٣. موحد التيار (Gleichrichter – Rectifier)

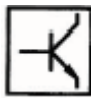
- يحول التيار المتردد إلى تيار مستمر.

٤. الثيرستور Thyristor

- يقوم بتحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر كما يتحكم في بداية وزمن مرور التيار.

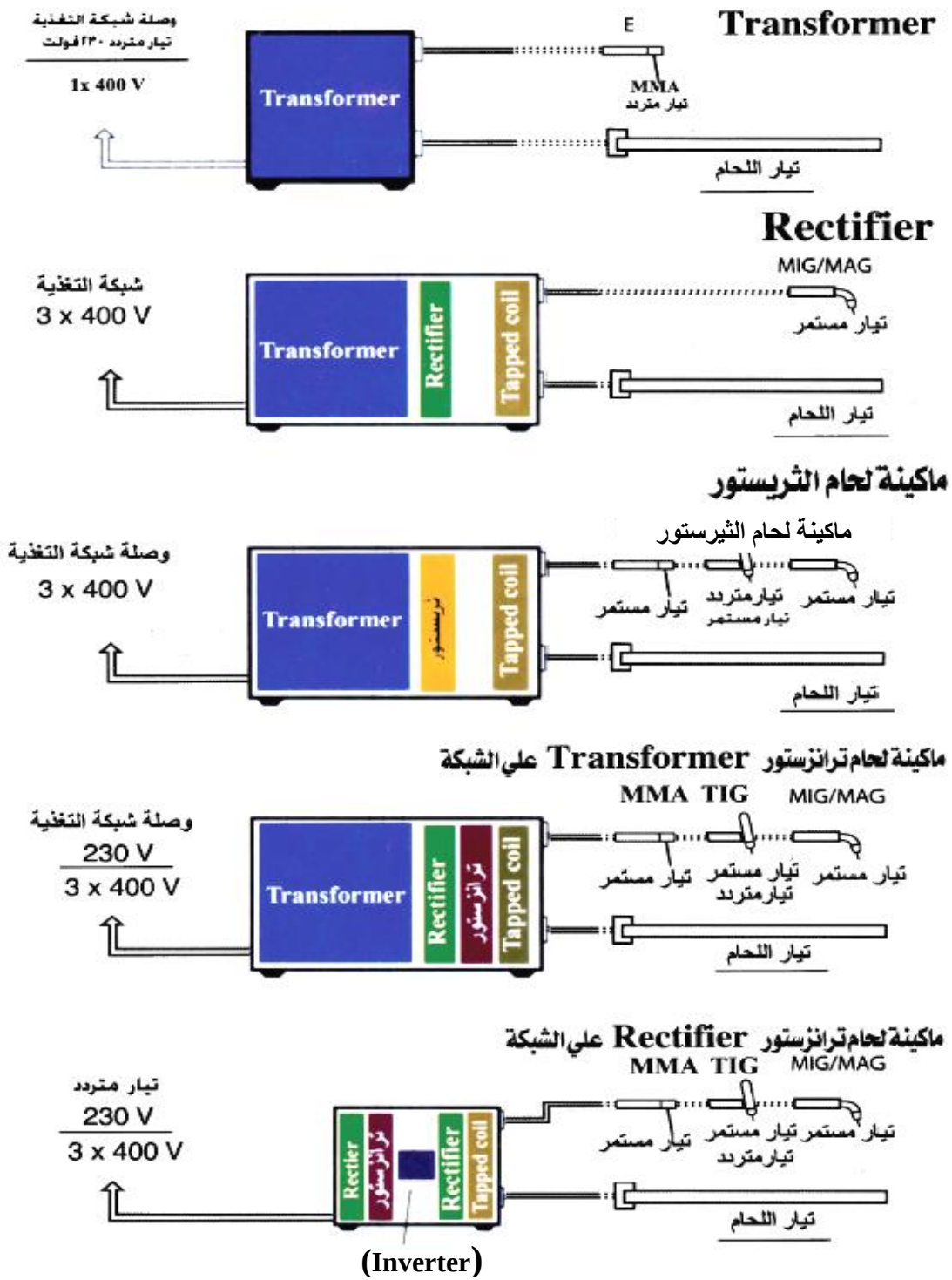
- يوفر إمكانية ضبط شدة التيار إلكترونيا في لحام MMA وTIG بدون مستويات الضبط الثابتة.
- يوفر إمكانية ضبط فرق الجهد فى لحام MAG/MIG إلكترونيا إلى أعلى أو إلى أسفل بدون مستويات الضبط الثابتة.
- يوفر إمكانية رفع أو خفض باراميتر اللحام بواسطة الريموت كنترول.
- يقلل من خطورة الإرتفاع أو الإنخفاض المفاجئ لجهد شبكة التغذية.

٥. الترانزستور Transistor



- يستخدم في ماكينات اللحام كمفتاح إلكترونى (مرور وغلق التيار بسرعة كبيرة جدا) وبهذه الوسيلة الإلكترونية يتم ضبط شدة وفرق جهد التيار الكهربى للحام بدون مستويات الضبط الثابتة.
- يوفر إمكانية ضبط باراميتر اللحام بواسطة الريموت كنترول.
- يقلل من خطورة الإرتفاع أو الإنخفاض المفاجئ لجهد الشبكة.
- يوفر إمكانية اللحام بالـ Pulsed.
- يوفر الفقد في طاقة تشغيل الماكينة (Cos Φ).

الأنواع المختلفة لماكينات اللحام



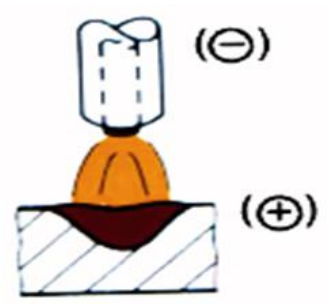
Transformer ذات تردد عالى ووزن خفيف جدا (٥ – ٨ كجم)

شكل رقم ٤٠: أنواع ماكينات اللحام

إختيار القطب المناسب لكل من سلك الإلكترود والشغلة

١. MMA

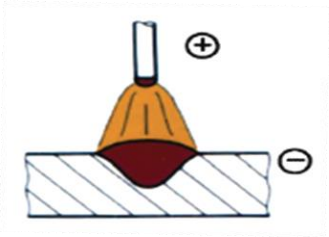
توصيل سلك الإلكترود بالقطب الموجب أو السالب يتوقف علي نوع السلك وهى معلومة موجودة في إرشادات منتج السلك علي كرتون التغليف ويلاحظ أن هناك سلك إلكترود يمكن لحامه بالتيار المتردد.



شكل رقم ٤١: قطبية سلك الإلكترود فى لحام MMA

٢. MAG / MIG

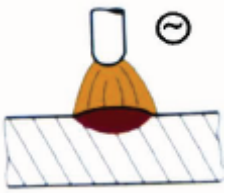
القطب الموجب على سلك الإلكترود والسالب على الشغلة.

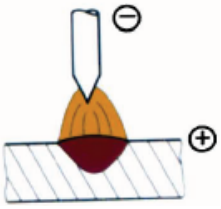


شكل رقم ٤٢: قطبية سلك الإلكترود فى لحام MAG / MIG

٣. TIG

يفضل لحام الألومنيوم بالتيار المتردد. توصل إبرة التنجستن بالقطب السالب.





شكل رقم ٤٣: قطبية سلك الإلكترود فى لحام TIG

يجب التأكد قبل اللحام مباشرة من القطبية السليمة لكل من الإلكترود أو سلك اللحام والشغلة وخاصة في لحامات MAG/MIG/MMA وكذلك في لحام الـ TIG.

معاملات اللحام Welding Parameter

البارامتر	وحدة القياس
فرق الجهد (U)	الفولت V
قوة التيار (I)	أمبير A
سرعة اللحام	بالسم / دقيقة
سرعة السلك	متر/ دقيقة
كمية الغاز	لتر/ دقيقة
Stickout (طرف السلك الظاهر من الطورش)	ملليمتر
طول الـ ARC	ملليميتر

جدول رقم ٩: بارامتر اللحام Welding Parameter

ما هى المعاملات التى يضبطها فني اللحام على الماكينة؟

نوع اللحام	البارامتر
MMA	شدة التيار (A)
TIG	شدة التيار (A)
MAG / TIG	سرعة السلك (م / دقيقة) + فرق الجهد (V)

ملحوظة

- في لحام الـ MMA وكذلك الـ TIG يمكن لفنى اللحام رفع أو خفض فرق الجهد بواسطة تغيير طول القوس الكهربى.
- في لحام الـ MAG/MIG يمكن لفنى اللحام رفع أو خفض شدة التيار بواسطة تغيير سرعة السلك.

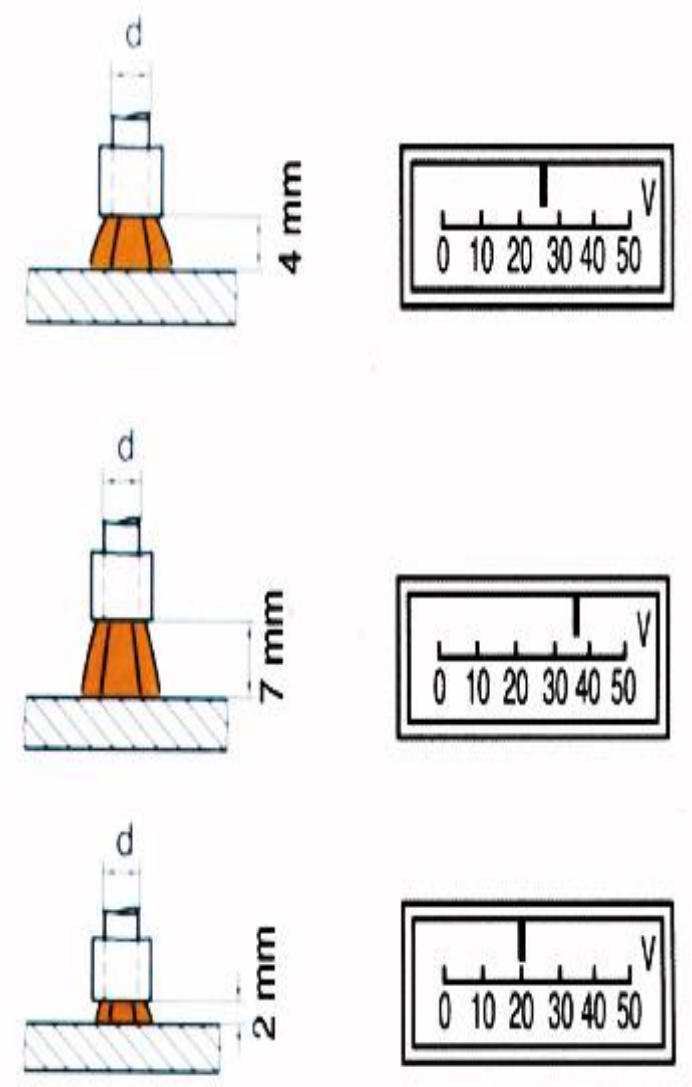
طول الـ ARC في لحامات MMA

- طول القوس الكهربى في أسلاك الإلكترود (R,A,C) = قطر سيخ الإلكترود ١ X مم.
- طول القوس الكهربى في سلك الإلكترود (B) = قطر سيخ الإلكترود ٠,٥ X مم.

أخطار زيادة طول القوس الكهربى المبالغ فيه

١. نقص التغلغل.
٢. عدم إستقرار القوس الكهربى أثناء اللحام.
٣. خطر الـ Gas Pore (فقاعات غازية في اللحام).

طول الـ Arc العادى لسلكة الروتيل (٦٠١٣) = قطر سيخ الإلكترود

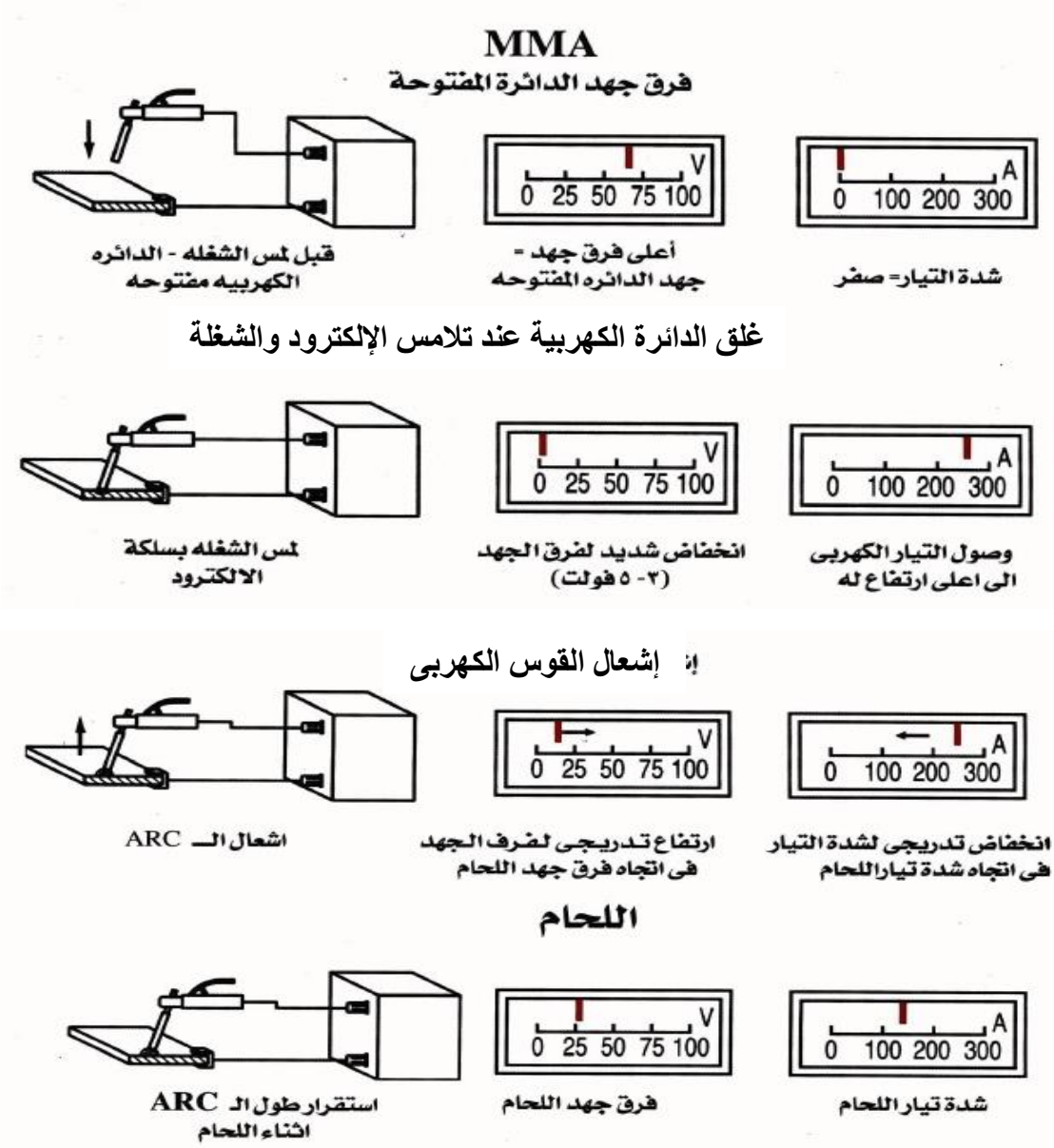


شكل رقم ٤٤: تأثير زيادة طول القوس الكهربى

ملحوظة

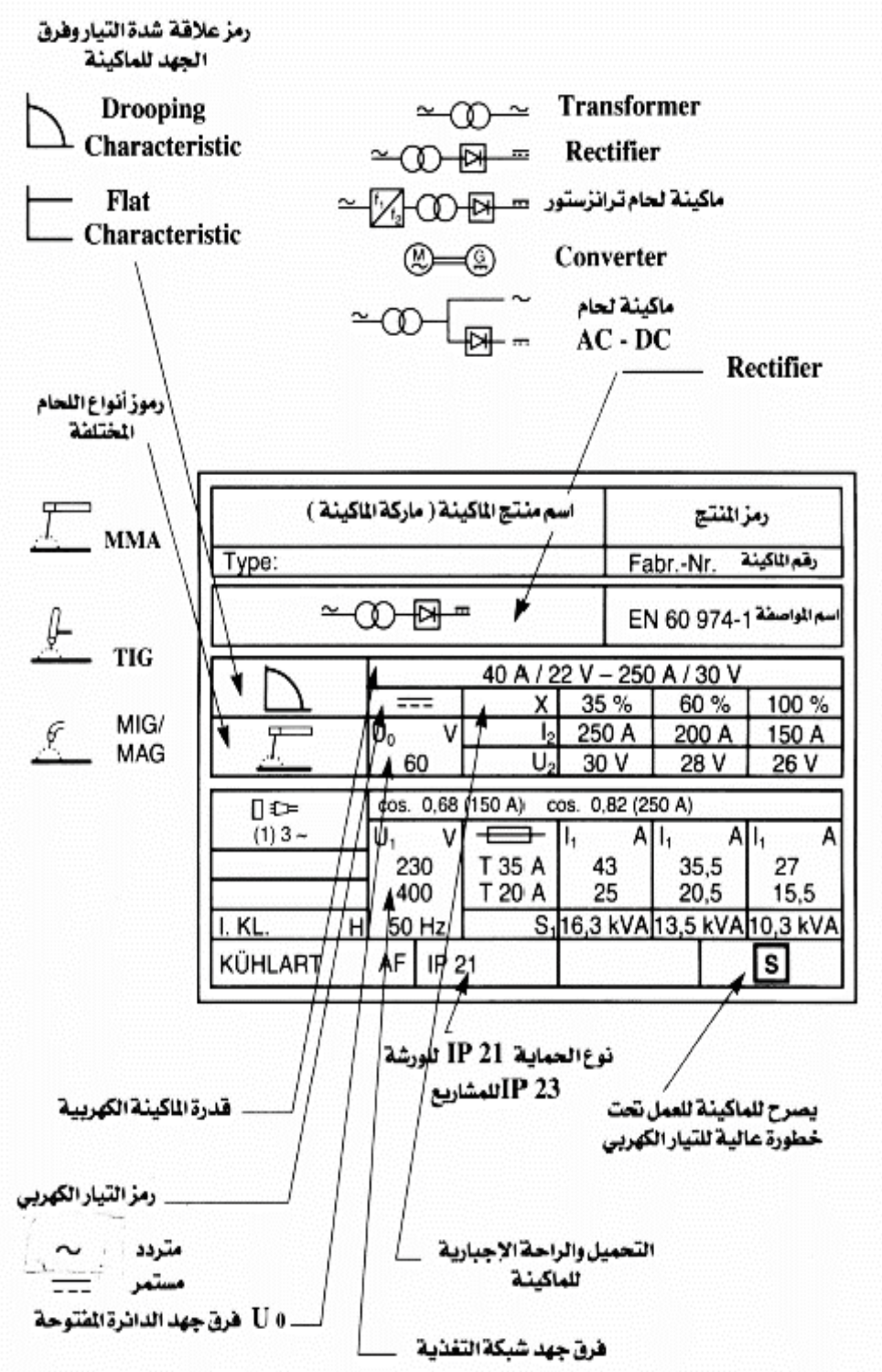
- إزدياد طول القوس الكهربى يؤدى إلى إرتفاع طاقته الحرارية.
- نقص طول القوس الكهربى المبالغ فيه يؤدى إلى إنخفاض طاقته الحرارية وبالتالى تتأثر قدرته علي صهر سلك الإلكترود وكذلك الشغلة.

علاقة فرق جهد الدائرة المفتوحة بفرق جهد القوس الكهربى وشدة التيار



شكل رقم ٤٥: علاقة فرق جهد الدائرة المفتوحة بفرق جهد القوس الكهربى وشدة التيار

لوحة المعلومات الفنية لماكينة اللحام



شكل رقم ٤٦: لوحة المعلومات الفنية لماكينة اللحام

التشغيل (التحميل) والراحة لماكينة اللحام (ED والرمز X)

أثناء اللحام والتحميل على الماكينة ممكن أن ترتفع درجة حرارة المكونات الكهربية لها مثل Transformer وترانزستور ومقوم Rectifier وقبل أن تصل حرارة هذه المكونات إلى درجة حرارة

حرجة يمكن أن تؤدى إلى إتلافها لذلك يتم فصل الماكينة ذاتيا ثم تعود إلى العمل بعد دقائق معدودة وذلك بعد إنخفاض حرارتها وفي أغلب الأحوال يؤدى هذا إلى تعجب فنى اللحام.

فترة التحميل أو الراحة الإجبارية للماكينة عند اللحام بتيار معين موجودة علي اللوحة المعدنية للماكينة وفي الكراسة الفنية الخاصة بها.

أمثلة توضيحية

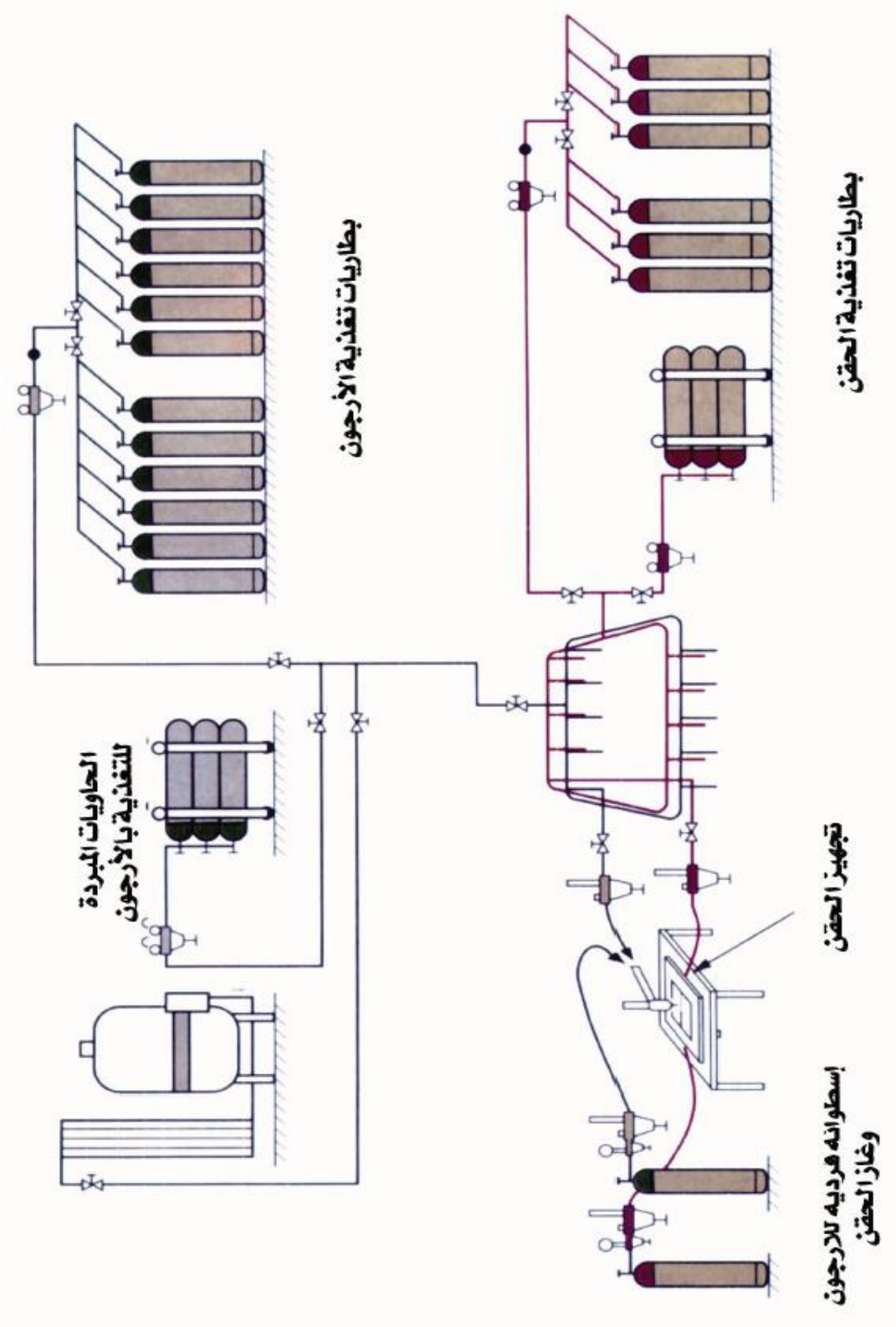
١. رمز التحميل : ١٠٠ % ED بشدة تيار ١٥٠ أمبير معناها تحميل دائم لهذه الماكينة بهذا التيار ولا حاجه لعمل فترات راحة خلال ١٠ دقائق .

٢. رمز التحميل : ٦٠ % ED بشدة تيار ٢٠٠ أمبير معناها إمكانية التحميل علي الماكينة بهذا التيار لمدة ٦ دقائق يعقبهم فترة راحة إجبارية لمدة ٤ دقائق .

٣. رمز التحميل : ٣٥ % ED بشدة تيار ٢٥٠ أمبير معناها إمكانية التحميل علي الماكينة بهذا التيار لمدة ٣,٥ دقيقة يعقبهم فترة راحة إجبارية لمدة ٦,٥ دقيقة .

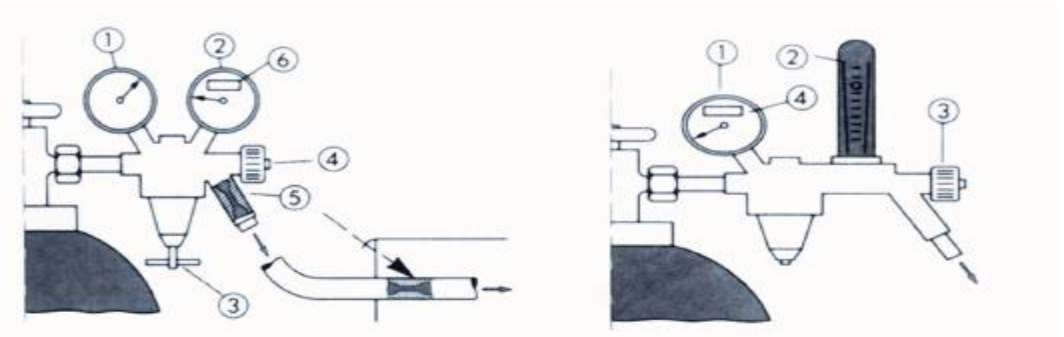
يلاحظ أن كلما إرتفع قيمة رمز التحميل كلما إنخفضت شدة تيار اللحام وكلما إنخفضت قيمة رمز التحميل ED كلما زادت فترة راحة الماكينة الإجبارية وبالتالى يمكن التحميل علي الماكينة بشدة تيار أعلى.

التغذية بغازات الحماية والحقن



شكل رقم ٤٧: التغذية بغازات الحماية والحقن

ضبط كميات غاز اللحام باستخدام المانوميتر



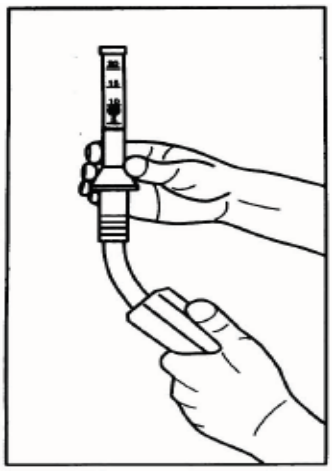
قياس كمية الغاز باستخدام المانومتر	قياس كمية الغاز باستخدام الكرة السابحة
١- مانومتر ضبط للاسطوانة ٢- مانومتر كمية الغاز ٣- منجلة ضبط الضغط ٤- صمام غلق ٥- صمام خانق ٦- نوع الغاز	١- مانومتر ضغط الاسطوانة ٢- انبوبة قياس رأسيه مزوده بكره صغيره تسبح فى الغاز ٣- صمام ضبط ٤- نوع الغاز

١. قياس كمية الغاز باستخدام المانوميتر

يقوم الصمام الخانق بتقليل فتحة نفاذ الغاز (لتر/دقيقة) داخل الخرطوم وبذلك تتوقف كمية الغاز المندفعة داخل الخرطوم على ضغط الغاز الذي يتم ضبطه من خلال صمام الضغط.

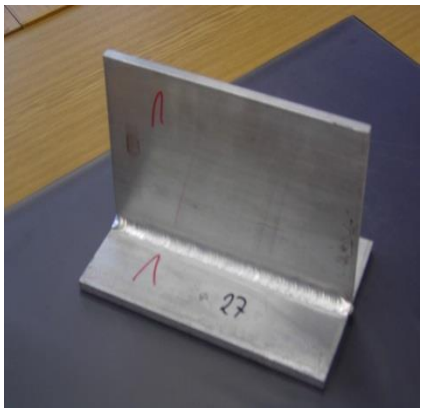
٢. قياس كمية الغاز باستخدام الكرات السابحة

بمرور الغاز ذات الضغط الثابت إلى أنبوبة القياس يحمل معه الكرة إلى أعلى وحتى حد مستوى معين ويتوقف هذا المستوى على كمية الغاز المندفعة والتى يتم التحكم فيها بواسطة صمام الضبط ويمكن قراءة كمية الغاز (لتر/دقيقة) على مسطرة القياس الموجودة علي الأنبوبة الزجاجية.



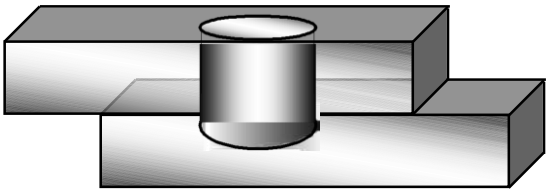
لعمل كنترول دائم على كمية الغاز يمكن استخدام جهاز كنترول لقياس كمية الغاز الخارج من الطورش وذلك بتثبيته علي فوهة الطورش وقراءة مستوى إرتفاع الكرة السابحة في الغاز المندفع للخارج.

أنواع اللحامات شائعة الاستخدام

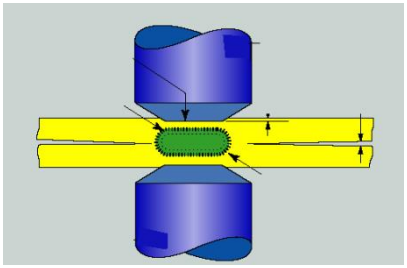


لحام الزاوية Fillet Welds

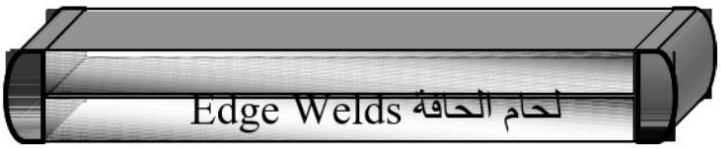
لحام تقابلى Butt Welds



مليء المجرة Plug/Slot Welds



النقطة / الشريط Spot/Seam Welds

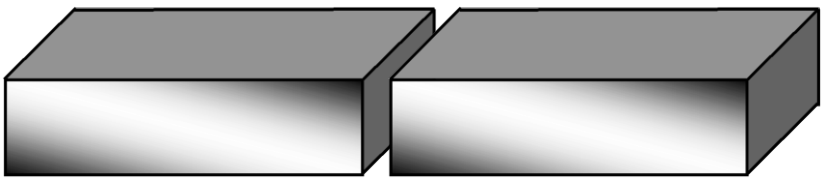


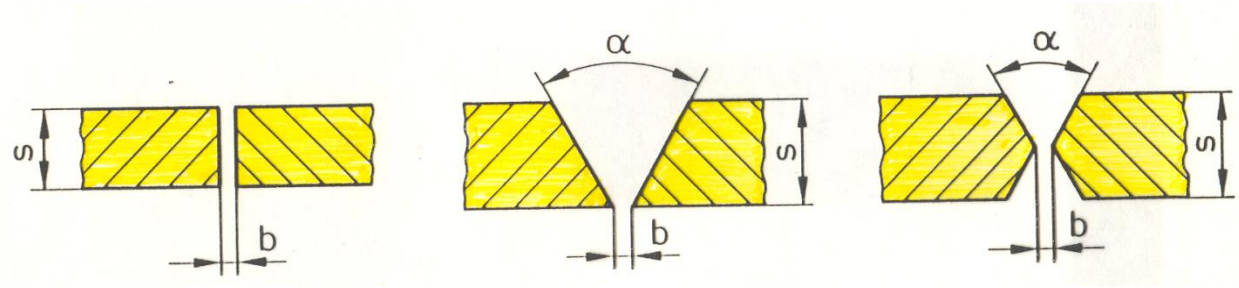
لحام الحافة Edge Welds

شكل رقم ٤٨: أنواع اللحامات شائعة الاستخدام

انواع الوصلات Types of common joint

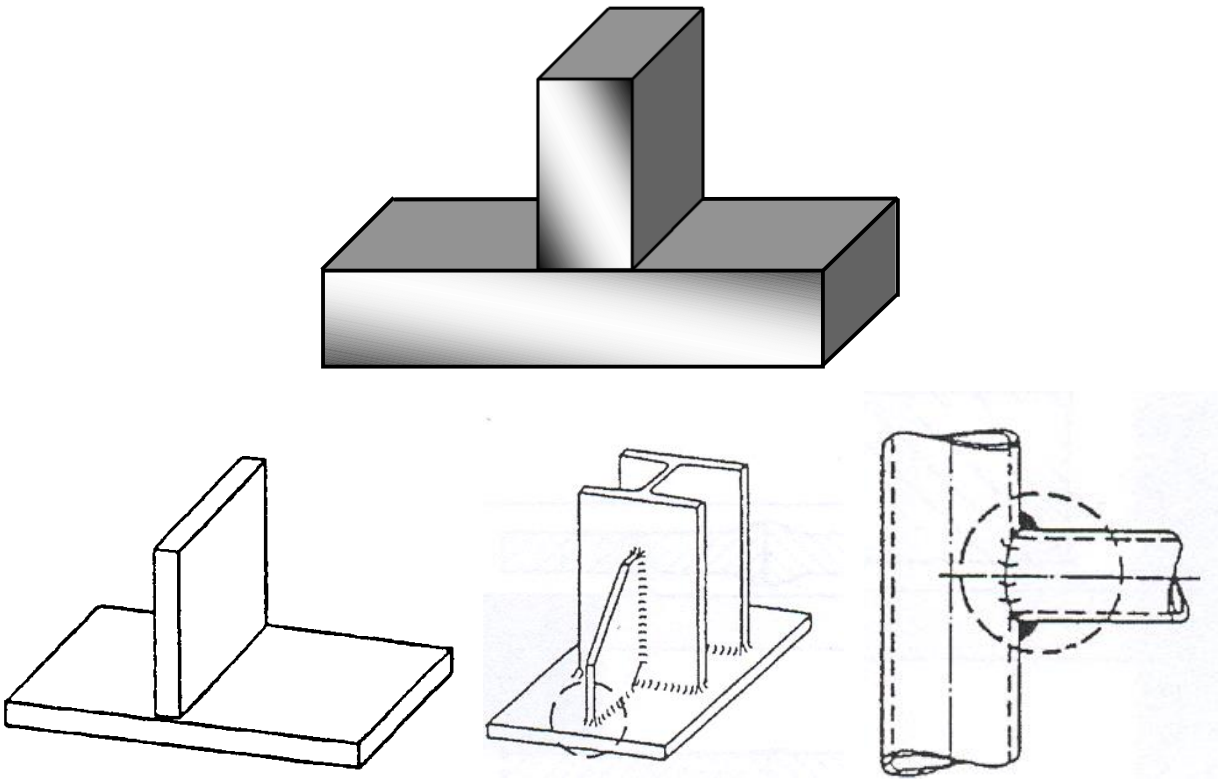
أ. الوصلة التقابلية Butt joint





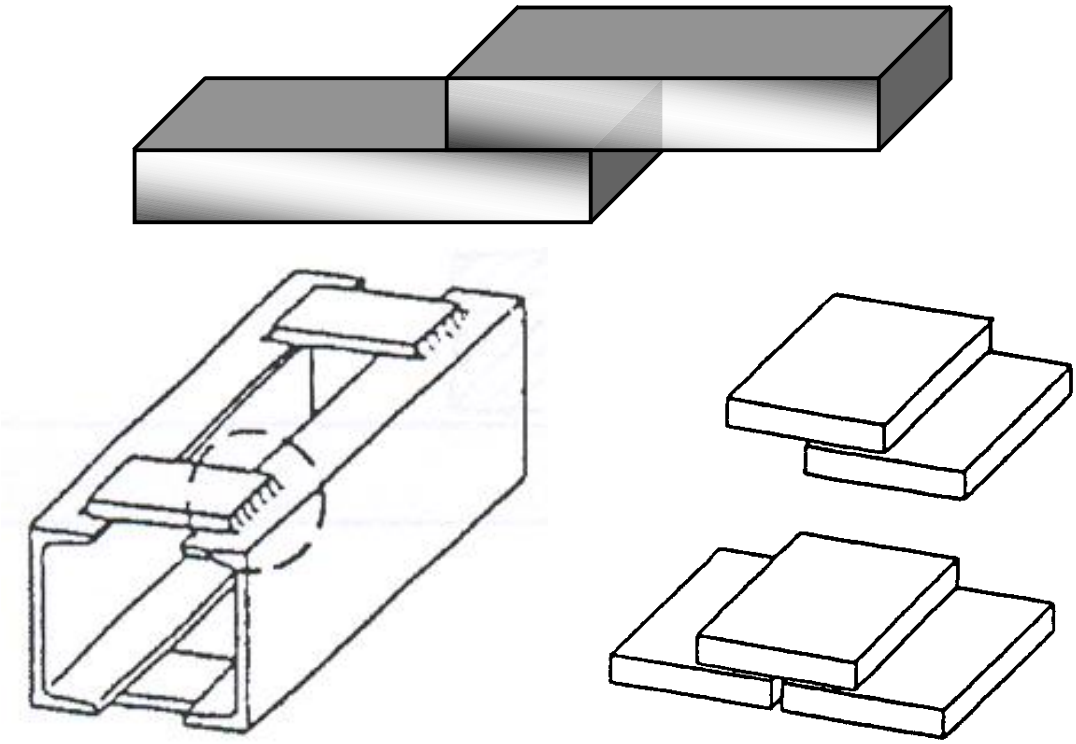
شكل رقم ٤٩: وصلة تقابلية

ب. وصلة حرف T



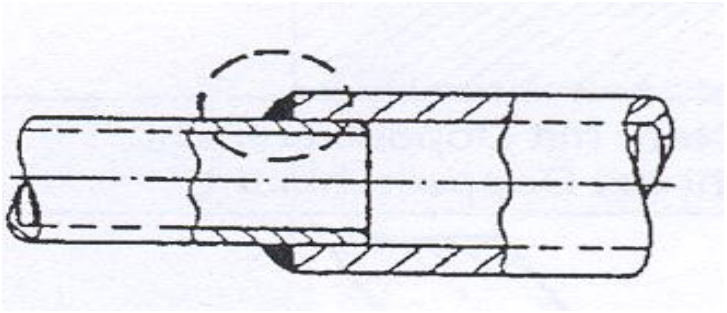
شكل رقم ٥٠: وصل حرف

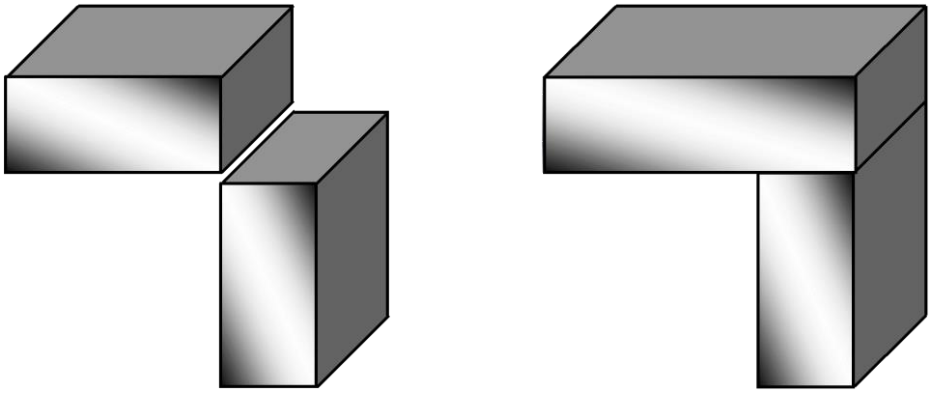
ت. الوصلة التراكبية Lap Joints



شكل رقم ٥١: الوصلة التراكبية

ث. وصلة الحافة Edge Joints



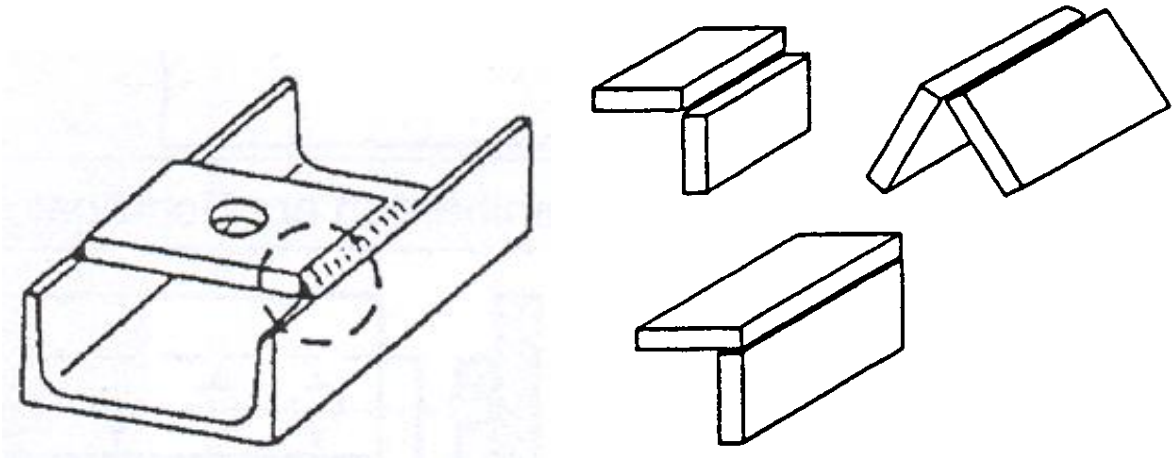


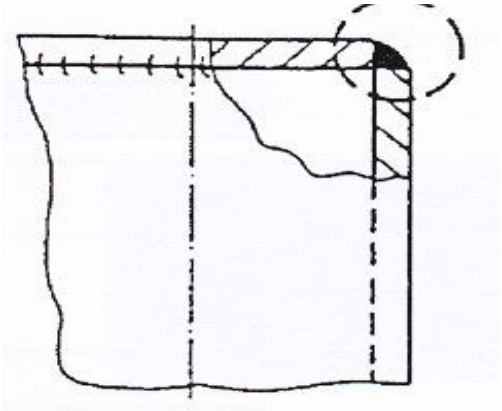
Open Corner Joints

وصلة الزاوية [الحافة] الداخلية

Closed Corner Joints

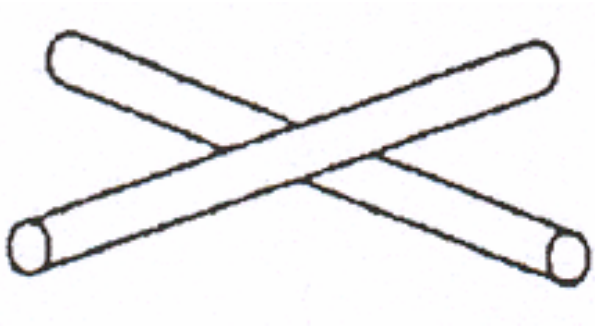
وصلة الزاوية [الحافة] الخارجية



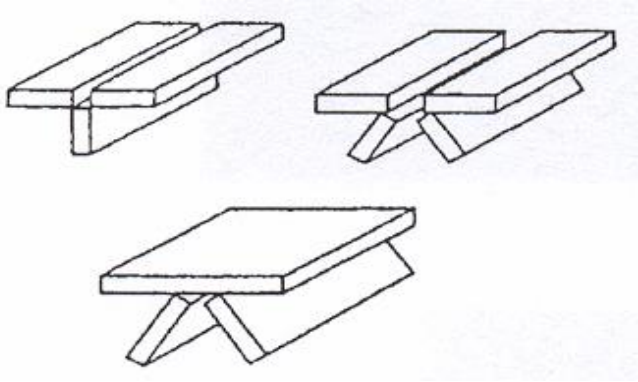


شكل رقم ٥٢: تابع وصلة الحافة

ج. وصلة الصليبية Cross Joint



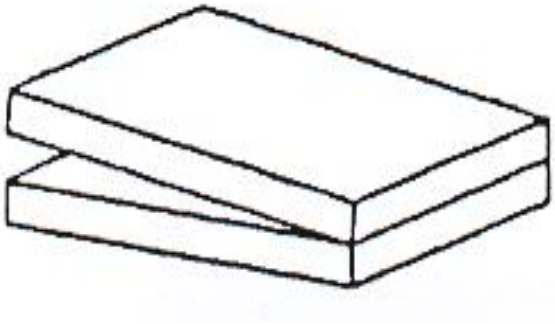
ح. وصلة متعددة القطع [على الاقل ثلاث قطع تتلاقى بزاوية محدده]



شكل رقم ٥٣: وصلة متعددة القطع

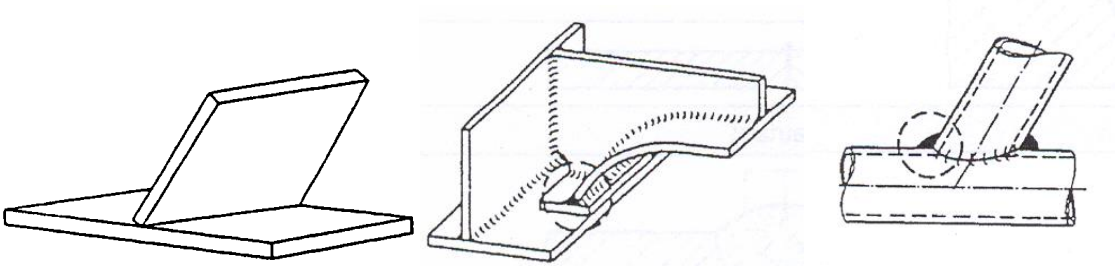
خ. وصلة الحافة

وهي عبارة عن قطعتين تتلاقي عند الحافة بزاوية من ٠ الى ٣٠ درجة.



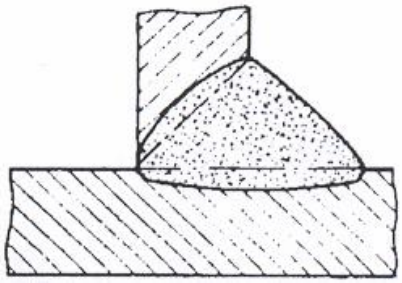
شكل رقم ٥٤: وصلة الحافة

د. الوصلة المائلة



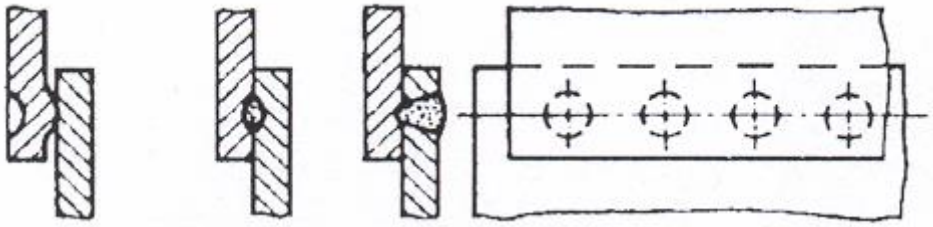
شكل رقم ٥٥: الوصلة المائلة

مثال: اذكر نوع اللحام ونوع الوصلة للاشكال التالية



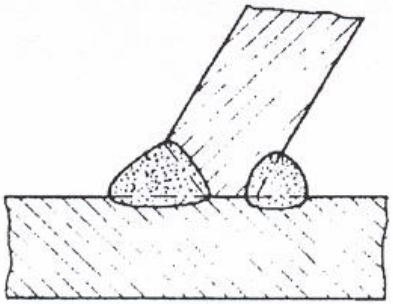
نوع اللحام: نصف V بالإضافة الى لحام زاوية

نوع الوصلة : وصلة حرف T



نوع اللحام :لحام مقاومة بروز وبنطة وكذلك لحام ملو مجرى او ثقب مجهز

نوع الوصلة: وصلة تراكبية



نوع اللحام: نصف Y مع لحام زاوية من الجهة المقابلة نوع اللحام

نوع الوصلة: وصلة مائله

الباب الثاني: اللحام والقطع بالغاز (بلهب الأوكسى أستيلين)

مقدمة

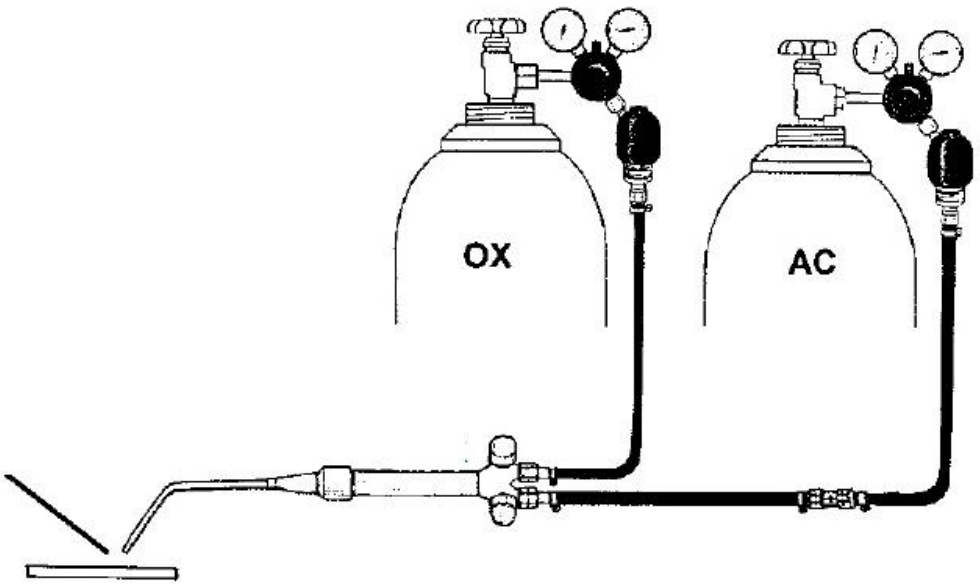
يصلح اللحام بالغاز بصفة خاصة لوصل الألواح المعدنية التي تتراوح تخاناتها بين ٢ الى ٥٠ مم وهو اليوم يستخدم أساسا في لحام الألواح التي تتراوح تخاناتها بين ١ الى ١٠ مم. وفي هذه الطريقة يسخن المعدن في منطقة الوصلة ويصهر بواسطة لهب غازي ناتج عن احتراق غاز في الأكسجين النقي تقريبا.

أولا: اللحام بالغاز

اللحام بالغاز Gas Weldin يتم لحام المعادن بواسطة الحرارة الناتجة من المشعل (Torch) الخاص بالأوكسي أسيتلين حيث يقوم المشعل بمزج الأوكسجين مع الأسيتلين وإشعالهما ، واللهب الناتج يستخدم في عمليات لحام المعادن في عمليات اللحام بالأوكسي أسيتلين ، تستخدم اسطوانتين معبئتين بالغاز يكون الأوكسجين في إسطوانة والأسيتلين في إسطوانة أخري ، ونظرا لوجود هذه الغازات تحت ضغوط عالية يتم استخدام منظمات للضغط علي كل إسطوانة ، ويتم توصيل الأوكسجين والأسيتلين من الإسطوانات إلي المشعل بواسطة خراطيم بحيث يكون لون خرطوم الأكسجين (أخضر) ولون خرطوم الأسيتلين (أحمر) ويتم بعد ذلك خلط الغازين وإشعالهما بواسطة المشعل كذلك بواسطة مقدمة المشعل.(Torch Tip)

وقد يستخدم الهواء بدلا من الأكسجين عند لحام الرصاص ويفضل في أسلوب اللحام بالغاز استخدام الاستيلين أو الهيدروجين وقودا غازيا كم قد يستخدم غاز الاستصباح أو غاز المون، أو الميثان أو غاز البروبان.

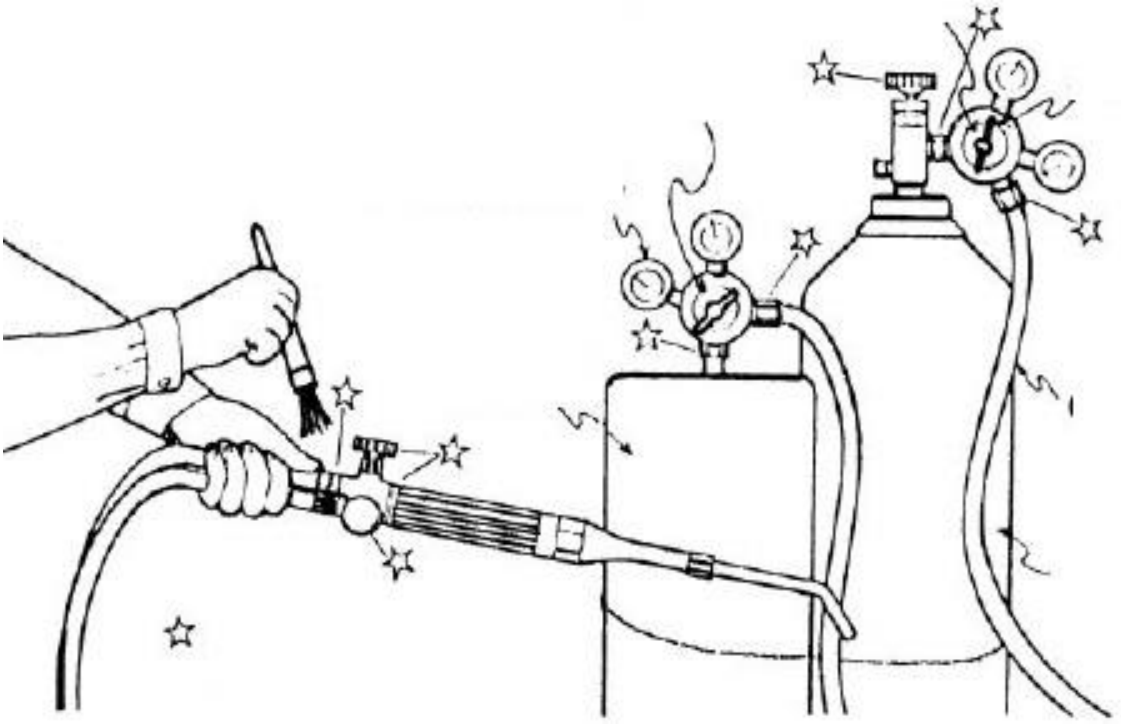
وتصل درجة حرارة اللهب الناتج من احتراق الاستيلين والأكسجين الى ٣٢٠٠ م، بينما هي للهيدروجين ١٩٠٠ م، وعل هذا يفضل استخدام لهب الأوسكي استيلين في لحام المواد الحديدية وذلك لارتفاع درجة حرارته ولا يستخدم الهيدروجين إلا في لحام المعادن الخفيفة التي لا تناسبها درجة الحرارة العالية.



إعداد وصلة اللحام:

ومن المبادئ الأساسية التي يجب مراعاتها هو إعداد مكان وصلة اللحام وحمايتها من الشوائب التي تدخل عليها والتي تسبب ضعفا في مكان الوصلة مما يجعل هذه الوصلة موضع ضعف بدل أن تكون في نفس قوة معدن الأساس. وعلى هذا فيجب مراعاة قاعدتين هامتين في إعداد الوصلة:

١. تنظيف مكان الوصلة من الأوساخ أو الأكاسيد أو الشوائب التي قد توجد بها ويكون ذلك باستخدام أحجار الجلخ لإزالة الصدأ وكذلك الأحماض.
٢. إعداد مكان بالوصلة لاستقبال معدن الحشو المنصهر وحماية معدن الحشو أثناء تجمده في الوصلة.



وهاتين القاعدتين هي قواعد عامة وهناك قواعد خاصة للحام المعادن المختلفة. فالصلب الكربوني يختلف عن الصلب السبائكي، يختلف عن الحديد الزهر، يختلف عن الصلب المصبوب. وهناك عدة أنواع لوصلة اللحام كما هو مبين بالشكل

ويمكن لحام الوصلة التناكبية من جهة واحدة أو جهتين وذلك تبعا لتخانة الأجزاء المراد لحامها. ويعد معدن الأساس ويقطع على هيئة حرف V وفي هذه الحالة تعرف الوصلة بوصلة تناكبية حرف V يلي هذا النوع التراكبية، ومن الجائز أن تكون فردية أو مزدوجة.

أما في لحمة الفلق فان معدن الحشو يترسب خلال ثقب موجود في اللوح العلوي. وإذا كان الثقب موجودا في اللوحين معا فيسمى اللحام " لحمة برشمة."

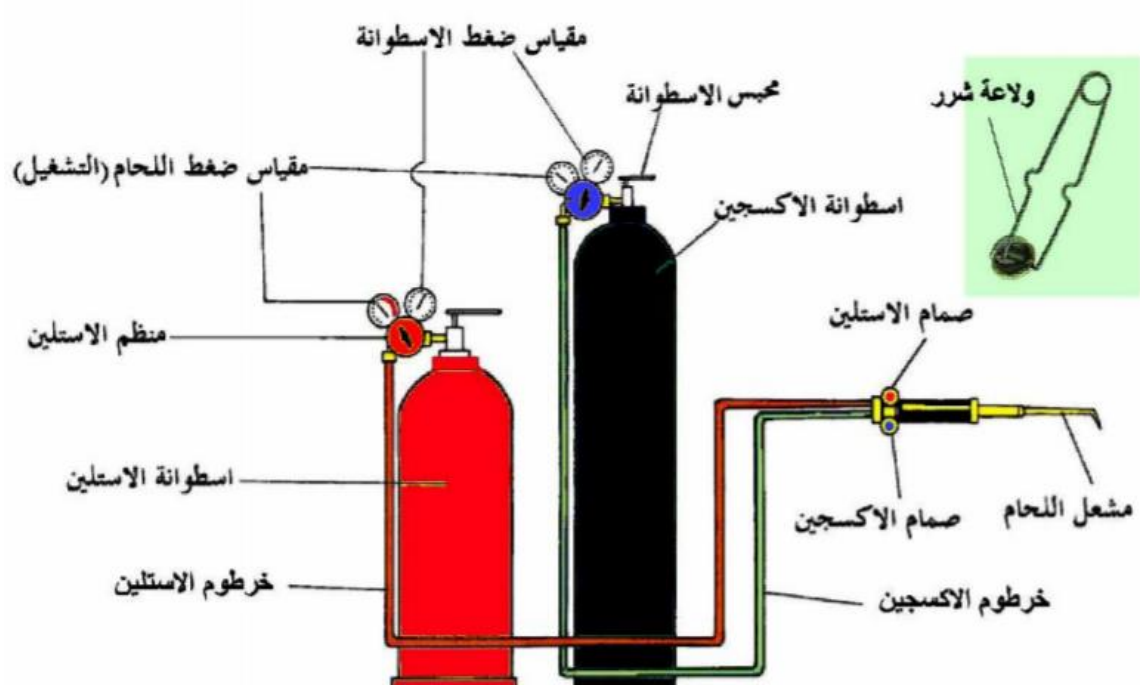
وفي اللحمة الركنية يملأ الركن الخارجي بمعدن الحشو ويمكن إضافة لحام شريطي في الركن الداخلي. وتوجد أيضا لحمة حرف T.

المعدات المستخدمة في اللحام الغازي:

١. الغـــازات

تزود ورش اللحام بما يلزمها من غازات اللحام عن طريق اسطوانات مصنوعة من الصلب وفي هذه الحالة توجد اسطوانات للأكسجين وأخرى للإستيلين وتعف هذه الطريقة بالضغط العالي. وفي أحيان أخرى يمكن إعداد غاز الاستيلين من تفاعل كربيد الكالسيوم مع الماء في مولدات خاصة. وتعرف هذه الطريقة بالضغط المنخفض. وتقام هذه المولدات على مقربة من مواقع العمل ويجب أن تبعد هذه المولدات عن مصادر النار أو لهب اللحام بمسافة لا تقل عن ثلاثة أمتار. وقد تركب عدة مولدات ضخمة في موقع مركزي بالمصنع وتزود الورش بالاستيلين اللازم لها من خلال شبكة أنابيب.

أما الأكسجين فيمكن تزويد الورشة به إما عن طريق اسطوانات من الصلب أو من خلال خطوط أنابيب، وتسع اسطوانة الصلب العادية ٤٠ لترا من الغاز وتعبأ تحت ضغط ١٥٠ ضغط جوي وهذا يعادل ٦٠٠٠ لترا في الضغط الجوي العادي. أما الاستيلين المعبأ في اسطوانات فيكون تحت ضغط ١,٥ جوي وإلا تحلل وانفجر. وهو يعبأ في اسطوانات ممتلئة عن آخرها بمادة مسامية محشية بأسيتون سائل بنسبة ٤٠% من سعة الاسطوانة ويذوب غاز الاستيلين في هذا الأسيتون وتعطي هذه الاسطوانة حوالي ٥٧٦٠ لترا من الاستيلين في الضغط العادي.



٢. منظمات الضغط

تستخدم منظمات الضغط الموصلة بالاسطوانة لخفض ضغط الغاز في داخل الاسطوانة الى الضغط المنـــاسب للتشغيل.

وهذه المنظمات مزودة بآلية لخفض الضغط مهمتها التحكم في ضغط الغاز الخارج من الاسطوانة وترتيبه لضغط ضغط الغاز المنخفض وفقا لمتطلبات التشغيل ولكل منظم مقياسان لبيان الضغط قبل

وبعد تخفيضه. وهناك منظمات ذات مرحلة واحدة وأخرى ذات مرحلتين حتى تجعل ضغط التشغيل ونسبة الخلط الغازي ثابتين.

منظم غاز الأكسجين　　منظم غاز الأستيلين

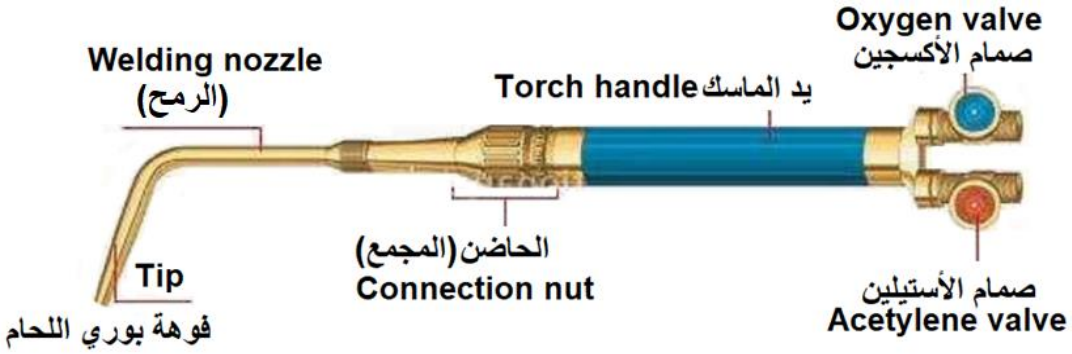
٣. خراطيم أسطوانات الغاز Gas hoses

تصنع الخراطيم من المطاط مكون من عدة طبقات ومدعم بنسيج خيوط القطن والنايلون وتبلغ في أطوالها ٥ متر على الأقل وتتحمل حتى ٤٠ ضغط جوي، وتتراوح أقطارها الداخلية بين ٤ الى ١١ مم وتثبت لها أطراف تثبيت محكمة تجعل من الصعب افلاتها من وصلة الخرطوم. ويختلف لون الكسوة الخارجية للخراطيم، فهي حمراء بالنسبة للأسيتيلين، وزرقاء بالنسبة للأكسجين. ولا يجوز استخدام خراطيم الأسيتيلين لنقل الأكسيجين، لأنها لا تستطيع تحمل ضغط الأكسجين العالي. وينبغي ألا تقل أطوال خراطيم التصريف عن ٥ متر. كما ينبغي ألا يزيد طول خراطيم الضغط المنخفض على ٥ متر، لأن هبوط الضغط الذي ينجم عن الخرطوم الطويل قد يؤدي إلى نقص الأسيتيلين في المشعل (البوري). وتستخدم المشابك لتثبيت الخراطيم في كل من فتحة تصريف الغاز بالمولد، وخافض الضغط، ومشعل (بوري) اللحام. وتعوق هذه المشابك اقتلاع الخراطيم بطريق الخطأ، وبذلك تمنع الحوادث التي تنجم عن تسرب الغاز فجأة. وإذا ما بلي جزء من خرطوم تصريف غاز، أو أصبح يسرب (ينفس)، فإذا هذا الجزء يقطع ويستبعد ويوصل الجزآن المتبقيان من الخرطوم معا، ليصبحا خرطوما واحدا بواسطة أنبوبة وصل خرطوم. ويتم ربط قفيز على خرطوم اللحام المركب على وصلة الربط النحاسية لضمان عدم التسريب او هروب الخرطوم من الوصلة.

شكل رقم ٥٦: خراطيم أسطوانات الغاز

٤. بوري (مشعل) اللحام Welding torch

يعتبر من الأجزاء المهمة والأساسية في معدات اللحام حيث يستقبل غاز الأكسجين والأستيلين ويقوم بعملية خلط الغازين بالكمية المطلوبة وتصريفها إلى منطقة اللحام، ويوجد بالبوري صمامين تحكم بكمية الأكسجين والأستيلين كما هو مبين في (شكل رقم ٥٧).

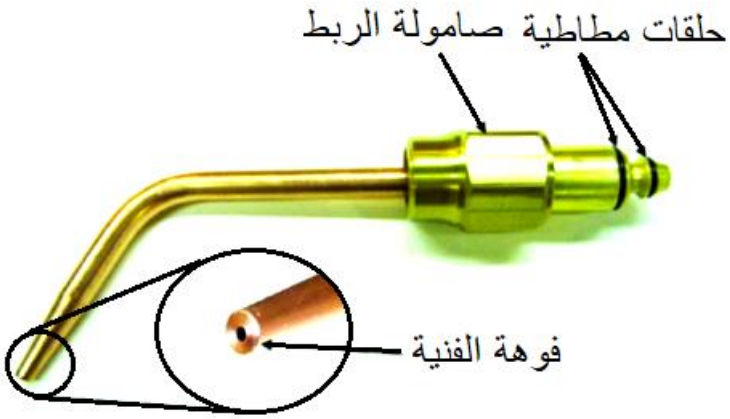


شكل رقم ٥٧: طريقة عمل بوري اللحام

ويوجد نوعين من بوري اللحام هما:

بوري اللحام منخفض الضغط

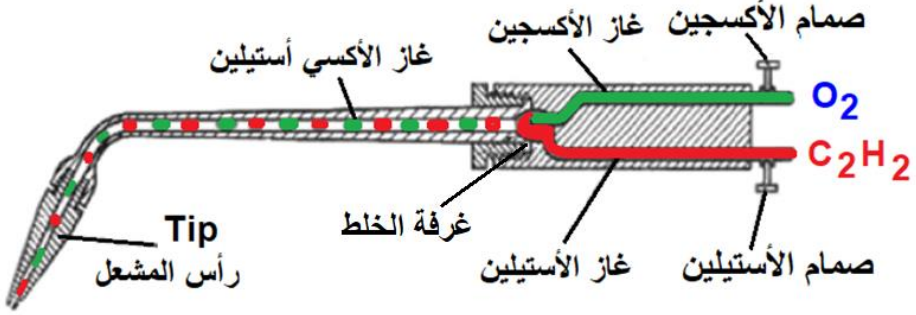
يعتمد هذ النوع على مبدأ السحب والخلط، حيث يمر الأكسجين الى انبوبة البوري خلال صمام التحكم ثم الى الحاقن بضغط من ٢ -٣,٥ بار حيث تضيق الفتحة ثم تعود فتتسع مرة أخرى في اتجاه غرفة الخلط، ونتيجة اتساع الفوهة ينخفض الضغط بشدة في غرفة الخلط ويسحب غاز الأستيلين من فتحة الأستيلين الذي يغذي تحت ضغط منخفض فيمر خلال قناة حلقية مثبته بين ساق المشعل والحاقن، وبعدها يمر الغاز الى غرفة الخلط حيث يشكل مع الأكسجين الذي يخرج من نهاية فتحة بوري اللحام.



شكل رقم ٥٨: بوري اللحام منخفض الضغط

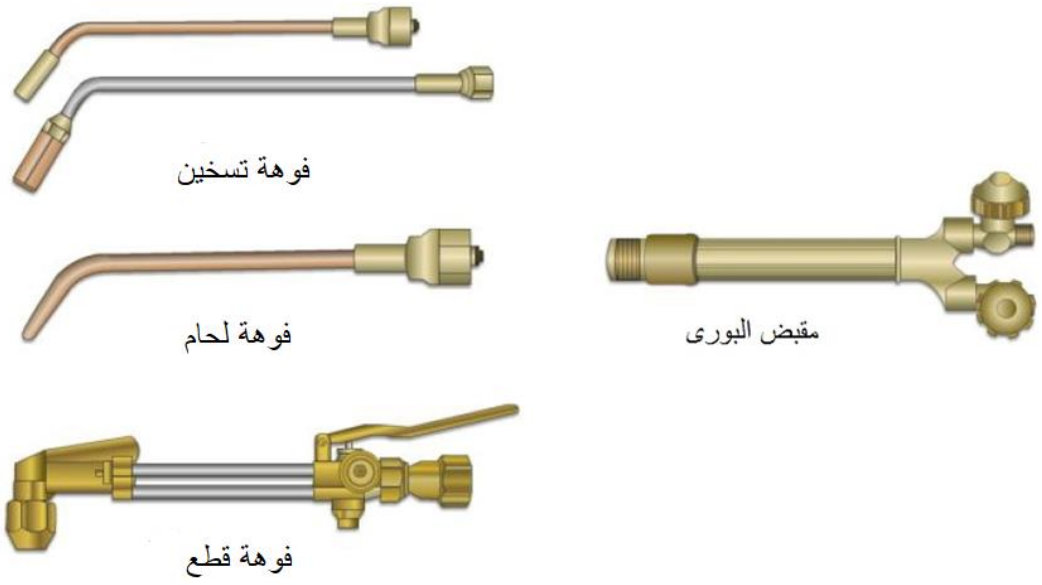
بوري اللحام مرتفع الضغط

في هذا النوع يندفع الأكسجين والأستيلين الى غرفة الخلط بضغط عالي، حيث يتم الخلط تحت ضغط عالي، (شكل رقم ٥٩) يبين بوري اللحام مرتفع الضغط.



شكل رقم ٥٩: بوري اللحام مرتفع الضغط

وحسب الاستخدام يتم تركيب بوري الضغط المنخفض للتسخين أم بوري الضغط المرتفع والذي يستخدم لعمليات اللحام والقطع كما هو مبين في (شكل رقم ٦٠).

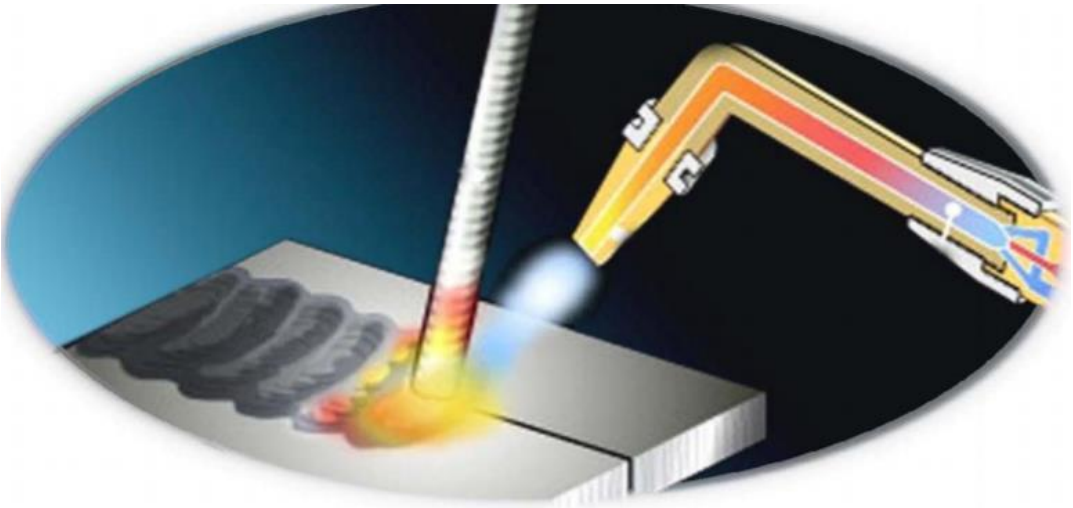


شكل رقم ٦٠: أنواع فوهة البوري الخاص باللحام والقطع والخاص بالتسخين فقط

طريقة اللحام:

عند تنفيذ عملية اللحام بالغاز يمسك العامل بمشعل اللحام في يده اليمني ويزود المشعل بالأكسجين وغاز الوقود خلال خرطومين منفصلين.

أما عود الحشو فيوجهه العامل بيده اليسرى. ويسخن معدن الوصلة المراد لحامها بوساطة اللهب ويصهر العود تدريجيا ولا حاجة لاستخدام معدن للحشو عند لحام الوصلات التقابلية المزدوجة الشخصية. ويجب على العامل أن يستخدم نظارة خاصة تمنع عنه وهج اللهب لحماية عينيه من الضرر أثناء عملة اللحام.



وتستخدم أثناء اللحام مادة مناسبة تساعد على حسن اللحام تعرف بمساعدة الصهر وهي مادة تستعمل لتنظيف سطح اللحمة كيميائيا ولمنع الأكسدة الجوية عنها وتقليل الشوائب فيها برفع هذه الشوائب فوق السطح.

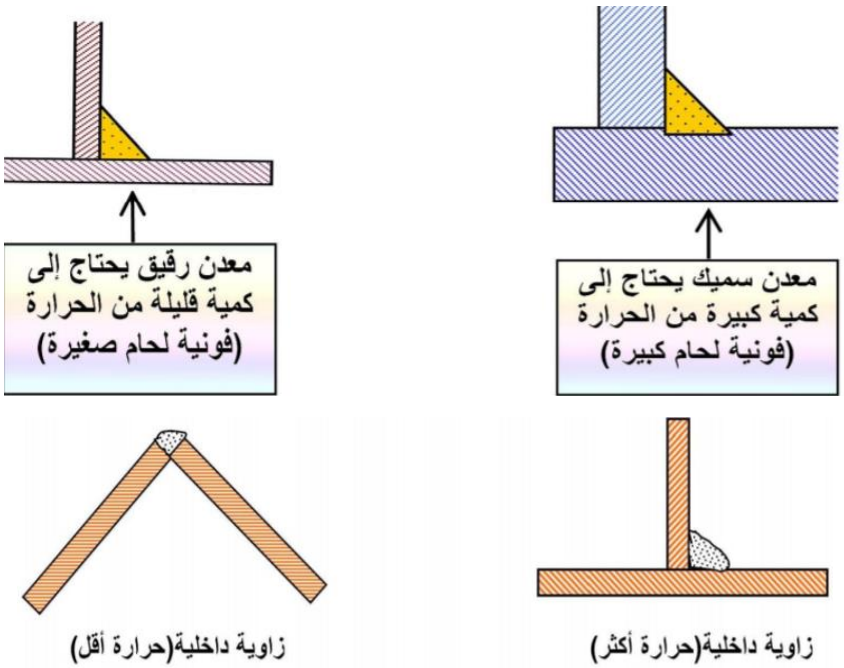
وفي لحام الصلب الكربوني والسبائكي والنحاس الأحمر والرصاص والنيكل لا يلزم استخدام مساعدات الصهر. أما في لحام الألومونيوم والبرونز والزهر فتستخدم مساعدات صهر أساسها حامض البوريك.

المهارات الأساسية للحام الأكسي أستيلين:

عندما نقوم بتنفيذ عمليات اللحام بالشكل الصحيح فإننا سوف نحصل على لحامات بمواصفات عالية الجودة، وهذا يتحقق باستخدامنا للمشعل بشكل صحيح والتركيز على النقاط الأربع التالية:

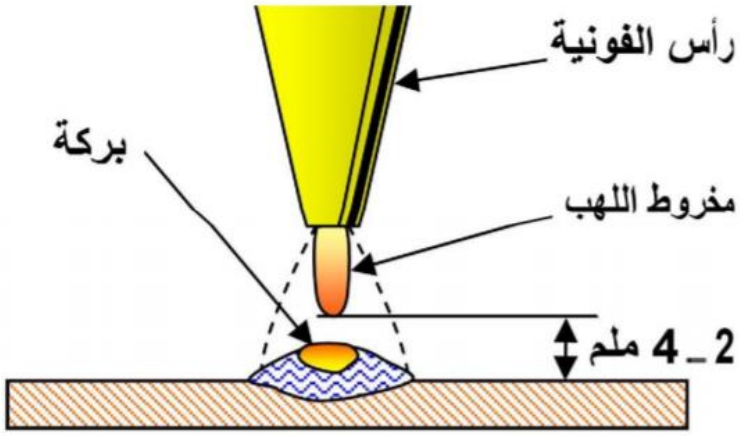
١. كمية الحرارة :

كمية الحرارة الناتجة من اللهب لا بد أن تكون مناسبة للمعدن وذلك للحصول على إنصهار جيد بموضع اللحام (البؤرة) والذي يحدد كمية الحرارة هما سمك المعدن وشكل الوصلة، وإذا زادت سماكة المعدن زادت كمية الحرارة وهذا يجعلنا نستخدم مقاس أكبر لرأس اللحام (الفونية).

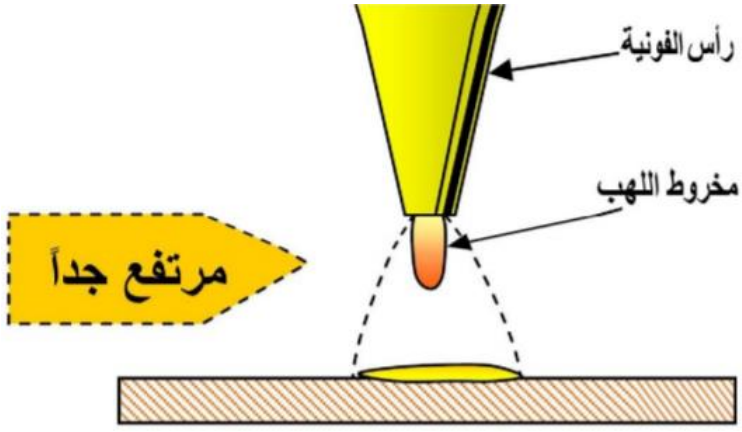


٢. المسافة بين المخروط الداخلي وقطعة العمل:

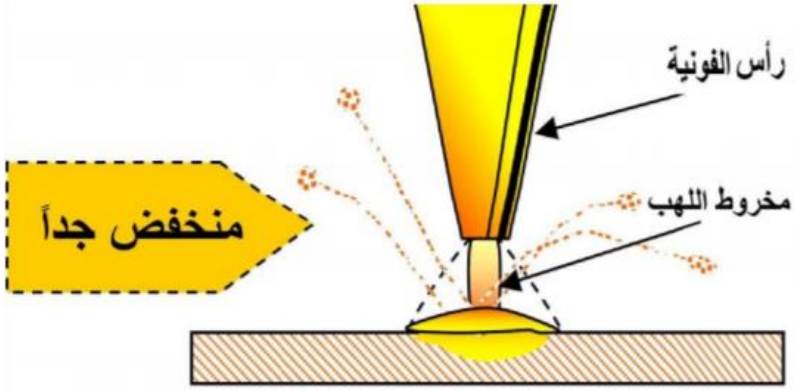
وهي المسافة المحصورة بين طرف مخروط اللهب الداخلي وبركة إنصهار المعدن الأساسي والتي يجب أن تكون من ٢-٤ ملم ويتغير ذلك حسب مقاس رأس اللحام وسمك قطعة العمل وحجمها.



المسافة الكبيرة جدا تمتد وتنشر الحرارة على المعدن فيصعب التحكم في منطقة الإنصهار.

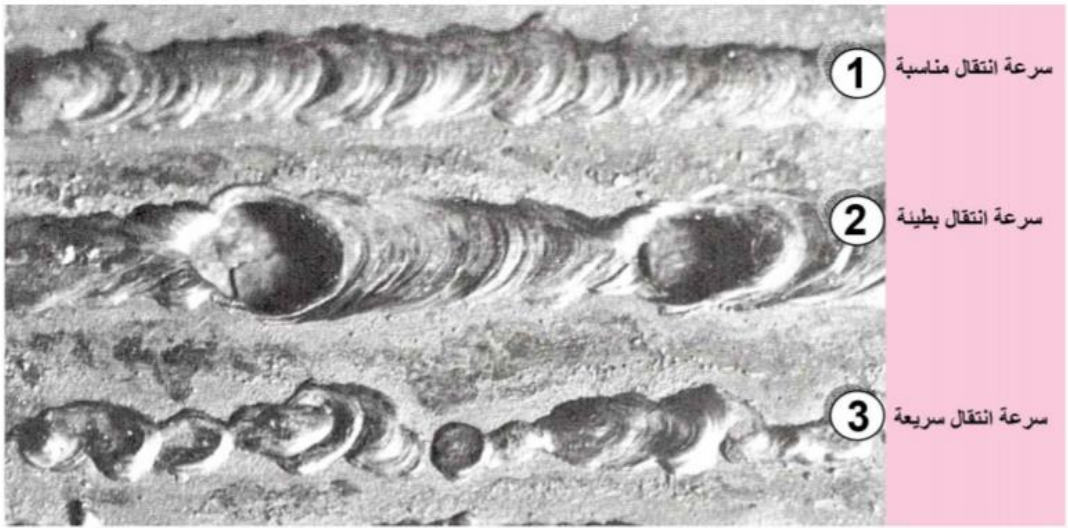


والمسافة القريبة جدا تسبب إرتفاع حرارة المشعل أو إرتداد اللهب أو إلتصاق ذرات المعدن في فوهة الرأس فتحدث فيه فرقعة متقطعة فيسبب ذلك تناثر المعدن المنصهر خارج منطقة الإنصهار.



٣. سرعة الإنتقال (حركة المشعل):

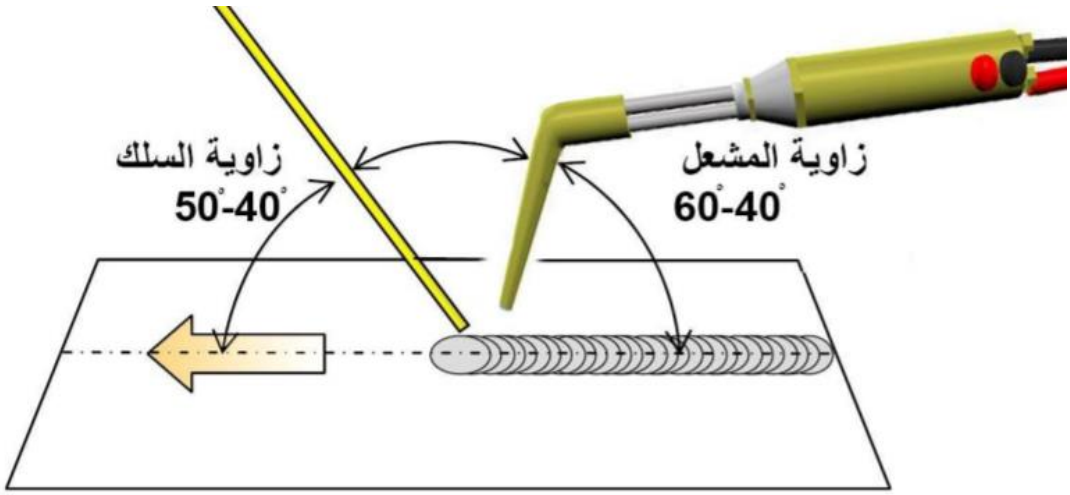
وهي حركة وسرعة سير المشعل فوق قطعة العمل أثناء اللحام، فإذا كانت الحركة صحيحة والسرعة مناسبة نحصل على انصهار واندماج جيد لمعدن سلك اللحام مع معدن قطعة العمل وبالتالي تنتج درزات لحام جيدة ومتناسقة التموج، وأما إذا كانت السرعة عالية فتؤدي إلى نقص في التعبئة من السلك، وهذا ينتج لنا ذرات ضعيفة وقليلة الحجم مع تموجات غير منتظمة، وكذلك إذا كانت السرعة بطيئة فتؤدي إلى زيادة التعبئة من السلك فينتج لنا ذرات عريضة ومرتفعة ذات أطراف متراكبة في سطح معدن قطعة العمل بالإضافة إلى حدوث ثقوب نافذة خاصة عند لحام المعادن الرقيقة.



٤. زاوية المشعل وسلك اللحام

وهي الوضعية أو الميل الذي يكون عليه المشعل وسلك اللحام، وهناك زاويتان أساسيتان :

أ) زاوية المشعل: وهي الزاوية المحصورة بين محور رأس المشعل وبين المحور الطولي لقطعة العمل



ب) زاوية العمل: وهي الزاوية المحصورة بين محور رأس اللحام وبين المحور العرضي لقطعة العمل، وتختلف هذه الزاوية باختلاف شكل قطعة العمل وكذلك إختلاف وضعية اللحام، وفائدة هذه الوضعية تركيز الحرارة على قطعة العمل وسلك اللحام بشكل صحيح.

فن اللحام:

ويقصد بذلك الطريقة العملية التي يستعملها اللحام في أداء عملية اللاحم مثال ذلك طريقة تحريك قطب اللحام. ويتم اللحام بطريقتين تبعا للاتجاه الذي يجري فيه.

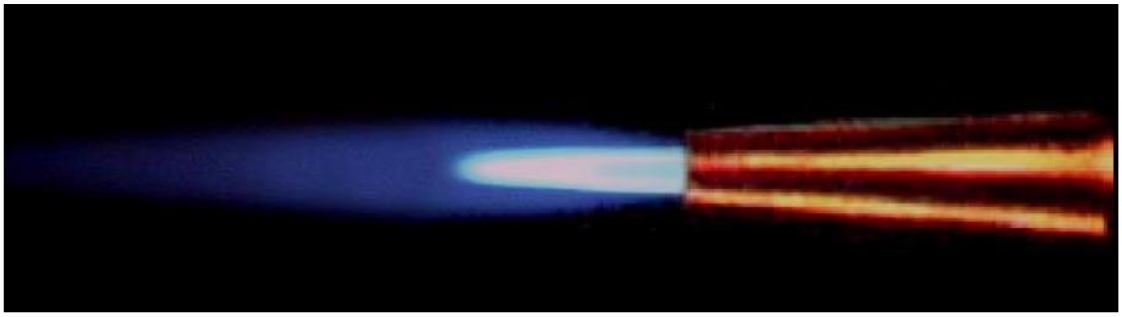
فهناك لحام تقدمي أو أي لحام الى اليسار. ولحام تقهقري أو لحام الى اليمين

فالنوع الأول من مزاياه سرعة توزيع الحرارة وتسخين الوصلة التناكبية مقدما وعدم تسخين اللوح المعدني أكثر من اللازم. ومن ثم فهذه الطريقة تصلح للحام الألومونيوم وتصلح أيضا للحام الألواح المعدنية الرقيقة التي يقل سمكها عن ٤ مم.

أما النوع الثاني فيمتاز بسرعة اللحام ويصلح للألواح التي يزيد سمكها عن ٤ مم.

أنواع اللهب:

يمكن تقسيم لهب الأكسي استيلين الى ثلاث مناطق كما هو مبين في الشكل التالي:



ففي المنطقة الأولى يتحد الأكسجين مع الاستيلين مكونا أول أكسيد الكربون والهيدروجين وفقا للمعادلة:

$$C_2H2 + O_2 \rightarrow 2CO+H_2$$

وتذهب نواتج الاحتراق الى المنطقة الثانية. أما في المنطقة الثالثة فيتحد كل من أول أكسيد الكربون والهيدروجين مع الأكسجين الجوي مكونا ثاني أكسيد الكربون والماء وذلك وفقا للمعادلة:

$$4CO+2H_2+3O_2 \rightarrow 4CO_2+2H_2O$$

وذلك على أساس إن نسبة الأكسجين الى الاستيلين هي ١:١ ويعرف اللهب في هذه الحالة باللهب المتعادل.

وهناك نوعين آخرين هما اللهب المؤكسد وهو ذلك اللهب الذي يحتوي على كمية من الأكسجين أكبر وهو يصلح للحام النحاس الأصفر.

أما اللهب المكربن فهو الذي يحتوي على كمية من الاستيلين كبير وهو يصلح للحام الألومونيوم.

أما المعادن الأخرى مثل الصلب والزهر والنحاس الأحمر فيصلح لها اللهب المتعادل الذي يكون فيه أقصى درجة للحرارة تبعد بمقدار ٣ أو ٤ مم عن مخروط اللهب.

القطع بلهب الأكسي استيلين:

يمكن استخدام جهاز اللحام الغازي لقطع المعادن ويستخدم بوري أو مشعل خاص للقطع ويتكون من لهب تسخين ناتج من اشتعال الاستيلين والأكسجين ويسخن المعدن الى درجة أعلى من درجة حرارة توقده. ويناسب الأكسجين القاطع من ممر مركزي في طرف المشعل ثم يتحد.

لحام القوس الكهربائي:

ويمثل لحام القوس أحد أساليب اللحام بالصهر حيث تتولد الحرارة من قوس كهربائي بين قطبين أو بين معدن الأساس وأحد الأقطاب وهناك ثلاثة أنواع من القوس المستولد.

ففي النوع الأول يتولد القوس بين قطبين كهربيين.

وفي النوع الثاني يستخدم قطب واحد مع معدن الأساس الذي يمثل القطب الثاني.

أما في النوع الثالث وهو الأكثر شيوعا من الناحية العملية فيستخدم عود الحشو أو معدن الملء كأحد القطبين بينما يعمل معدن الأساس المراد لحامه كالقطب الآخر. وينشأ القوس الكهربائي بين الشغلة وعود الحشو

ثانيا: القطع بالأوكسجين

عملية القطع بالاكس أستلين Oxygen & Gas Cutting هي أحد الأساليب الاشهر والأكثر شعبية في قطع الصلب والمعادن الحديدية. باستخدام هذا الأسلوب من الممكن قطع صفائح معدنية بسماكة من بضعة ملليمترات إلى بضعة أمتار. القطع بالغاز ينطوي على حرق المعادن بالأكس استلين ويمكن إجراء قطع الغاز باستخدام الشعلة يدوية CUTTING TORCH أو آلات متطورة. باستخدام آلات القطع الآلي تكنولوجيا الحاسب CNC الذي يوفر نوعية أفضل بكثير مقارنة مع نفس العملية القطع اليدوي

تعتمد عملية القطع بلهب الأوكسى أستيلين على أكسدة وليس صهر المعدن فى مكان القطع وتتكون برادة أكاسيد متناثرة فى صورة شرر (المعدن المحترق).

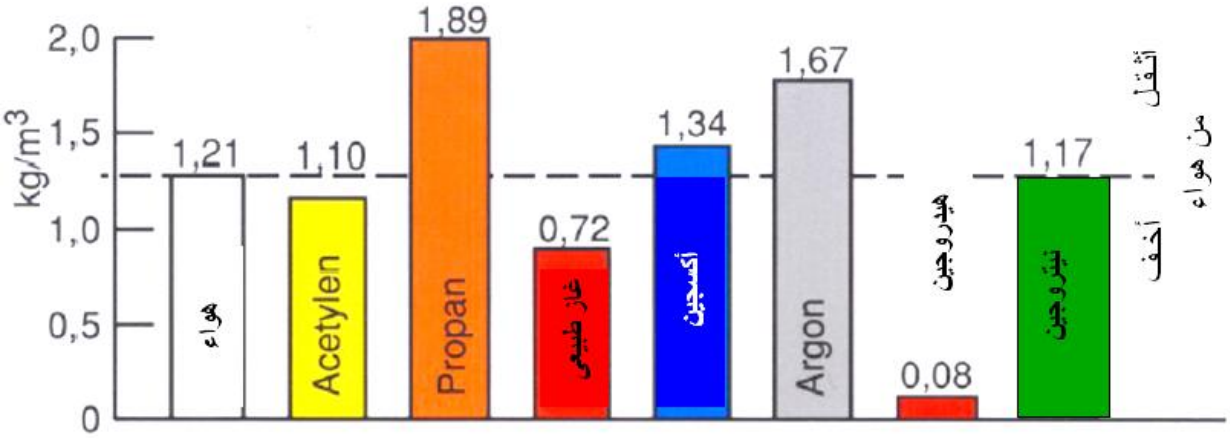
وتتم عملية القطع باستخدام بورى خاص للقطع يشبه بورى اللحام فى كونه متصل بغازى الأكسجين والأستيلين الذين يختلطا داخله ويخرجا من فوهته خليطا بالنسبه الصحيحه للاشتعال.

ويضاف الى ذلك وصله اضافيه لغاز الأكسجين يخرج من منفث اضافى فى فوهة البورى. وهذا الأكسجين الاضافى الأخير هو الذي يتولى أكسدة المعدن بعد تسخينه الى درجة حرارة مرتفعه دون درجة حراراة الانصهار وكذلك يتولى طرد الأكسيد المنصهر ونزعه من موقعه.

الغازات المستخدمه فى اللحام والقطع

أكسجين O_2	غازات حمايه لبركة اللحام	غازات قابله للاشتعال
	أرجون Ar	أستيلين C2H2
	هيدروجين H2	بروبان C3H8
	نيتروجين N2	الغاز الطبيعى
	غاز حقن N2 + H2	

كثافة الغازات عند 15 C وضغط ١ بار

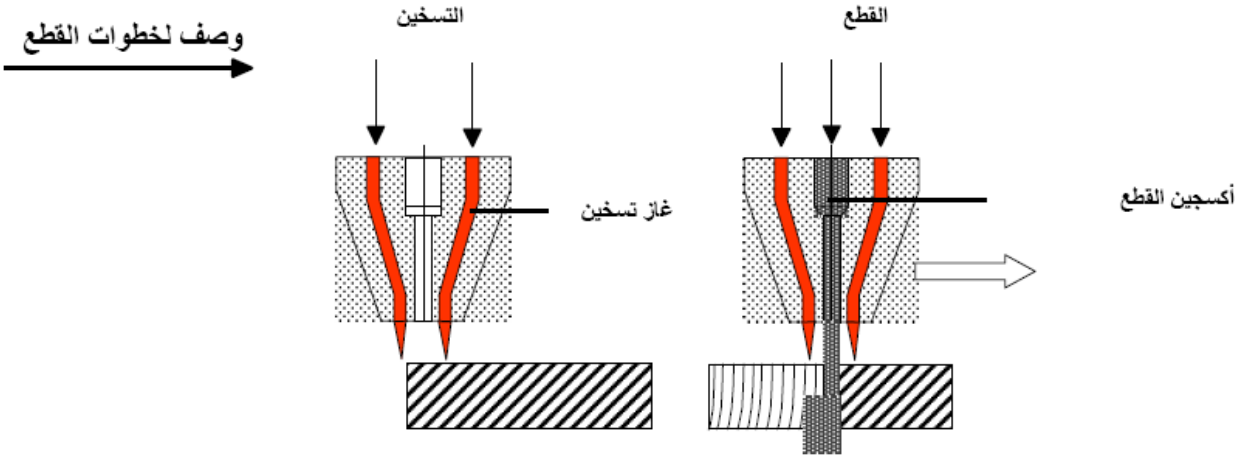


شكل رقم ٦١: كثافة الغازات المستخدمة فى اللحام

الوصف الفنى للقطع الحرارى

- بواسطة غاز الإشتعال مع الأكسجين يتم تسخين المعدن حتى درجة الإشتعال (درجة إشتعال الحديد بأنواعه تتوقف على نسبة الكربون فيه وهذه الدرجة تكون غالبا بين ١١٥٠- ١٢٥٠°م)
- بإندفاع شعاع أكسجين تتكون أكاسيد ذات حرارة عالية. تعمل هذه الحرارة إلى جانب حرارة التسخين بالشعله على إحتراق المعدن فى مكان القطع وتكون الخبث.
- يتكون الخبث عادة من ٨٠% أكاسيد و٢٠% معدن منصهر.
- بتحريك مسدس القطع يدويا أو ميكانيكيا يتم تكون شريط القطع.

- الخبث المتكون يتم دفعه خارج منطقة القطع بواسطة شعاع الأكسجين.



شكل رقم ٦٢: وصف خطوات القطع

ويجب ان تتوافر الشروط التاليه فى المعدن المراد قطعه:

١. أن يتحد المعدن مع الأكسجين أى أن يكون قابل للاحتراق.
٢. أن تكون درجة حرارة احتراق (أكسده) المعدن دون درجة انصهاره.

مثال (١): S235 (St37)

درجة حرارة انصهار الحديد ca. 1536 C

درجة حرارة انصهار أكسيد الحديد 1350-1400 C

درجة حرارة احتراق (أكسدة) الحديد 1050 C

√

مثال (٢): X 6 CrNi 18-10

درجة حرارة انصهار أكسيد الكروم ٢٢٧٥ C

درجة حرارة انصهار أكسيد النيكل 1985 C

درجة حرارة انصهار معدن الاستانليس ستيل 1300-1400 C

×

مثال (٣):

درجة حرارة انصهار أكسيد النحاس ١٢٣٠ C

درجة حرارة انصهار النحاس 1083 C

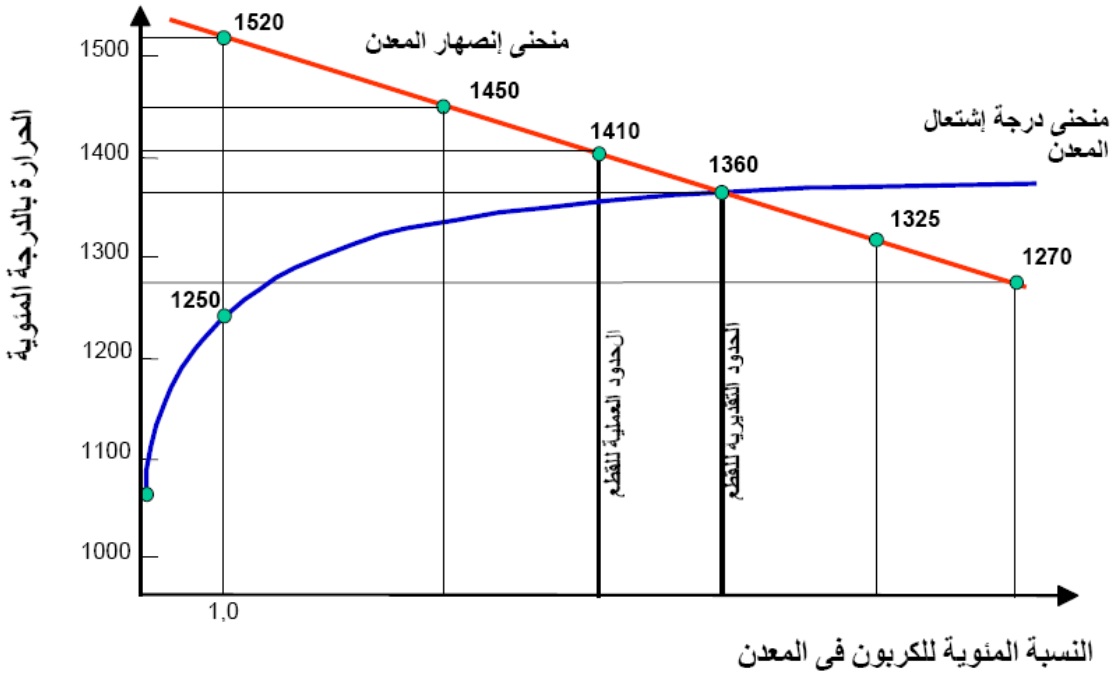
×

مثال (٤):

ولذلك لا يخضع الألومنيوم وسبائكه للقطع بالأكسده. حيث أن درجة اشتعاله وانصهاره على التوالى ٩٠٠ م و٦٥٠ م. وبالتالى فان الألومنيوم يمكن أن يشتعل فقط فى حالته السائله. ولهذا لا يمكن الحصول على شكل ثابت للقطع.

١. أن تكون درجة الحراره المتولده من الاحتراق كبيره قدر الامكان.
٢. أن تكون درجة حرارة انصهار أكاسيد المعدن والخبث المتكون أثناء القطع أقل من درجة حرارة انصهار المعدن ذاته.

وفى هذه الحاله تصبح الأكاسيد سائله ويتم ابعادها بسهوله من منطقة القطع بتيار الأكسجين. وتصل درجة انصهار الأكاسيد المتكونه أثناء التأكسد فى عملية القطع الى ١٣٥٠ - ١٤٠٠ م أى أقل من درجة انصهار الحديد. ولذلك فان الصلب المنخفض الكربون يخضع للقطع بالأكسدة. أما إذا زادت نسبة الكربون عن ١,٦٥% فينصهر الصلب بدرجه أقل من درجة انصهار أكاسيد الحديد ولذا يصعب قطعه بالأكسده فى الظروف العاديه.



شكل رقم ٦٣: منحنى درجة اشتعال المعدن

أما الاضافات الأخرى فى الصلب فيمكن توضيح أثرها كما يلي:

أ. المنجنيز: لا يعوق عملية القطع. حيث يتم القطع بسهوله للصلب الذي يحتوي على منجنيز بنسبة تصل الى ١٣%.

ب. النيكـــل: لا يعوق عملية القطع حتى لو وصلت النسبه الى ٣٥%.

ج. الـكـروم: يمكن القطع بسهوله إذا كانت نسبته أقل من ٢% أما إذا زادت النسبه عن ٥% فيصب اجراء عملية القطع.

د. التنجستن: وجوده لا يعوق عملية القطع إذا قلت نسبته عن ١٠% ولكن يحتاج الى لهب قوى.

ه. النحـــاس: لا تأثير له على عملية القطع حيث لا تتجاوز نسبته ١%.

و. الألومنيوم: لا يعوق عملية القطع الا إذا زادت نسبته عن ١٠%.

وتصل درجة انصهار أكاسيد الألومنيوم ٢٠٥٠ م وأكاسيد الكروم حوالي ٢٢٧٠ م أكاسيد النيكل ٢٢٧٠ م وأكاسيد النحاس ١٢٣٠ م مما يصعب القطع الحراري بالأوكسى أستيلين لهذه المعادن.

ألا تكون قابلية المعدن لتوصيل الحراره كبيره كى لا يحدث سحب شديد للحراره من مكان القطع والا فان عملية القطع ستتوقف فالنحاس والألومنيوم وسبائكهما تتمتع بموصليه حراريه عاليه بالمقارنه مع الحديد والصلب ولا يمكن عمليا تركيز التسخين لهذه المعادن حتى درجة الاشتعال بواسطة اللهب المسخن على سمك اللوح. ويمكن تقدير قابلية المعدن للقطع الحراري تبعا للتركيب الكيميائى للصلب بالأسلوب الأتى:

- قابليه جيدة للقطع.
- قابلية القطع بشكل مقبول.
- قابليه محدودة للقطع.
- قابليه رديئة للقطع.

وذلك كما هو موضح فى الجدول التالى:

مجموعة قابلية القطع	تسمية الصلب	نسبة الكربون	شروط القطع
أ	صلب كربونى صلب منخفض السبائكيه	أقل من ٠,٣ أقل من ٠,٢	نقطع فى أى ظروف انتاجيه بدون تحديد التخانه " السمك " ودرجة حرارة الهواء
ب	الصلب الكربونى	٠,٣ – ٠,٤	عند قطع تخانه " سمك " أكبر من ١٠٠ مم يجب تطبيق التسخين على خط القطع حتى درجه لا تقل عن ١٢٠ م
ت	صلب كربونى صلب منخفض	٠,٤ – ٠,٥	يحتاج قبل القطع الى التسخين حتى ٢٠٠ - ٣٠٠ م على خط القطع
ث	صلب كربونى صلب منخفض السبائكيه	أكثر من ٠,٥ أكثر من ٠,٤	يحتاج قبل القطع الى التسخين حتى ٣٠٠ – ٤٥٠ م

ويتوقف ضغط الأكسجين وسرعة القطع على سمك " تخانة " الصلب المطلوب قطعه ونقاوة الاكسجين وتصميم البورى.

ولضغط أكسجين القطع أهمية كبرى، فعندما يكون الضغط غير كاف لا يستطيع تيار الأكسجين طرد الخبث من مكان القطع وإذا زاد ضغط الأكسجين فأن استهلاكه يزيد ولا يكون مكان القطع نظيف بالشكل الكافى.

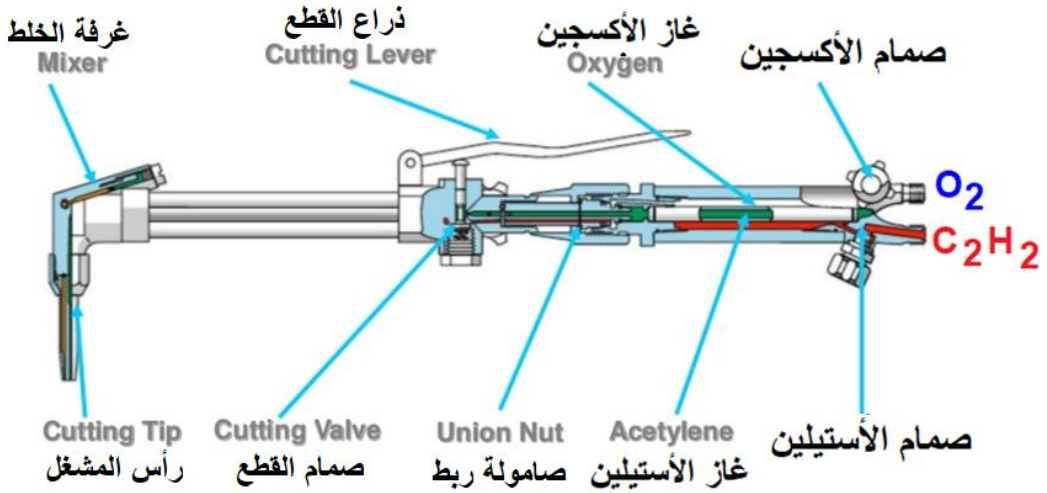
ومن الثابت أن إنقاص نقاوة الأكسجين بمقدار ١% يخفض سرعة القطع بنسبة ٢٠% ولذلك لا ينصح باستخدام أكسجين نقاوته أقل من ٩٩% حيث تنخفض سرعة القطع وجودة السطح. وإذا كانت سرعة القطع صغيره فسوف يحدث صهر جزئى للحواف أما إذا كانت سرعة القطع كبيرة فسوف تتشكل أجزاء لم تقطع بشكل نافذ بسبب تأخر تيار الأكسجين ويحدث خلل فى استمرارية القطع.

بوري (مشعل) القطع Cutting torch

يعتبر من الأجزاء المهمة والأساسية في معدات القطع حيث يستقبل غاز الأكسجين والأستيلين ويقوم بعملية خلط الغازين بالكمية المطلوبة وتصريفها إلى منطقة اللحام، ويوجد بالبوري صمامين تحكم بكمية الأكسجين والأستيلين كما هو مبين في (شكل رقم ٦٤).

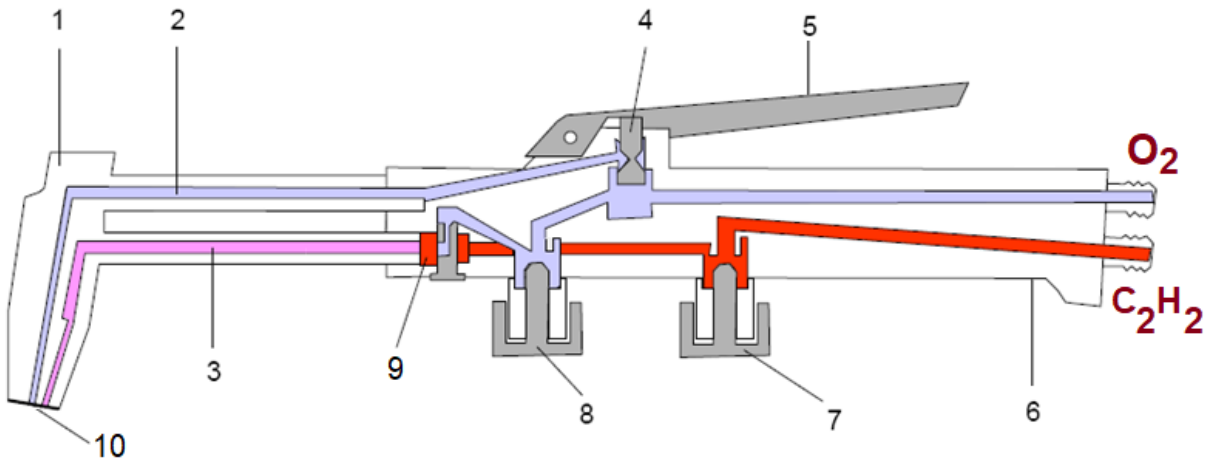
شكل رقم ٦٤: أشكال مختلفة لبوري القطع

يوضح (شكل رقم ٦٥) أجزاء بوري القطع مرتفع الضغط.



شكل رقم ٦٥: بوري القطع مرتفع الضغط

وحسب الاستخدام يتم تركيب بوري الضغط المنخفض للتسخين أم بوري الضغط المرتفع الموضح في الرسم التخطيطي المبين في (شكل رقم ٦٦) فيستخدم لعمليات القطع.



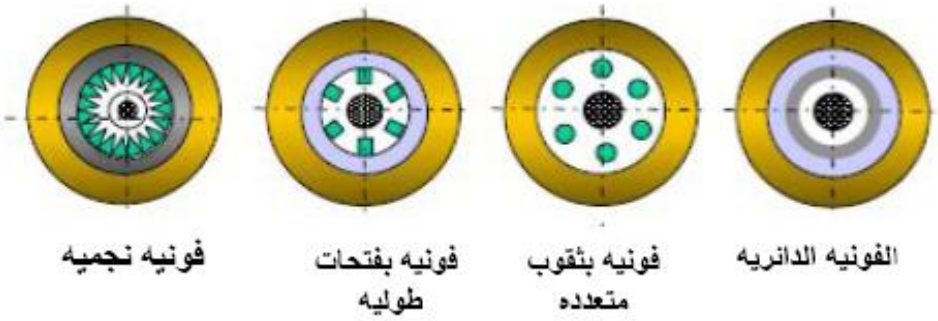
١- رأس المسدس
٢- أنبوبة أكسجين القطع
٣- أنبوبة خليط غازات التسخين والاشتعال
٤- محبس أكسجين القطع
٥- ذراع أو يد فتح اكسجين القطع
٦- مقبض بوري القطع
٧- صمام أكسجين التسخين
٨- صمام غاز التسخين (الأسيتلين)
٩- حاقن غرفة الخلط
١٠- فونيه القطع

شكل رقم ٦٦: رسما تخطيطي لتركيب بورى القطع

فونية القطع Cutting TIP

فونية القطع وفونية التسخين من الأجزاء المهمة، ولها دور كبير في القطع باللهب لأنه من خلالها تستطيع تحديد كمية الحرارة التي تناسب سمك المعدن المراد قطعة، وهي قابله للانفصال عن رأس البوري، حيث يسهل تغييرها كلما اقتضى الأمر ذلك حسب السمك المراد قطعه، ويوجد عدة أشكال وعدة مقاسات مختلفة

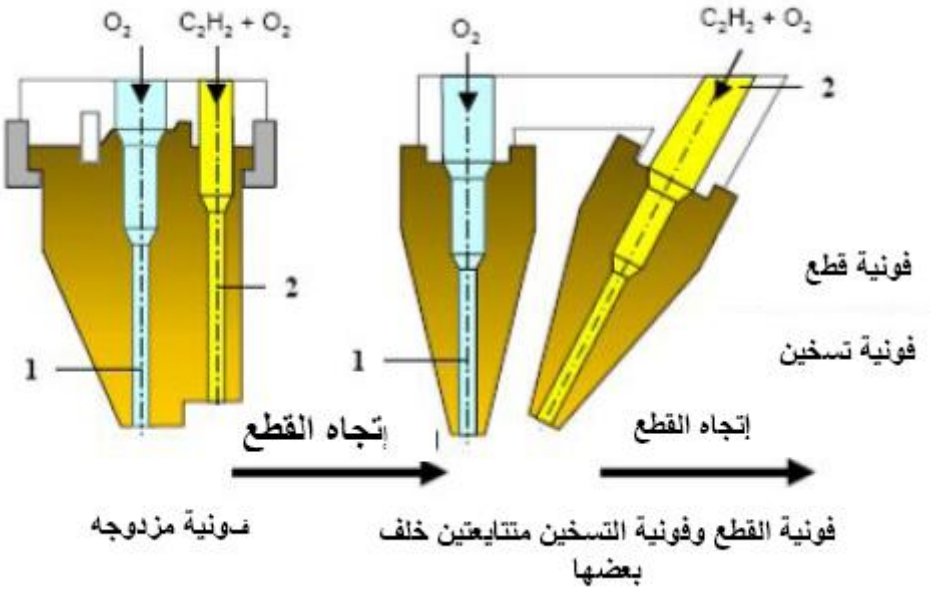
لفونية القطع كما هو مبين في (شكل رقم ٦٧) والتي تعتمد أيضا على نوع غاز الاشتعال المستخدم في عملية القطع.



شكل رقم ٦٧: الأشكال المختلفة لفونية التقطيع وحجم قنوات غازات التسخين

شكل رقم ٦٨: فوهة البوري الخاص بالقطع طبقا لغاز الاشتعال المستخدم

ويبين (شكل رقم ٦٩) نوعين مختلفين لفونية بوري القطع سواء الفونية المتتابعة خلف بعضهما، أو الفونية المزدوجة ويراعى أن يكون اتجاه الحركة من ناحية فونية أكسجين القطع (١) ناحية فونية غازات لهب القطع (٢).



شكل رقم ٦٩: أنواع فونية القطع

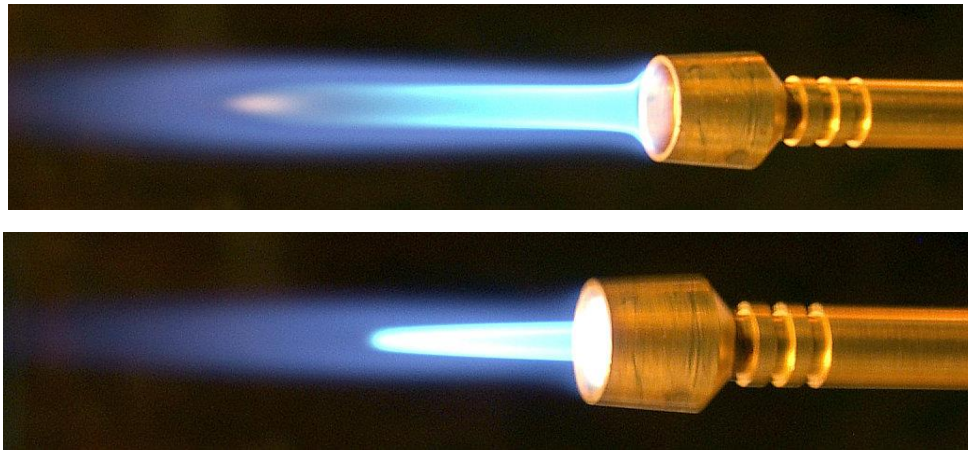
ويمكن طبقا لأغراض القطع استخدام فواني خاصة لتحسين جودة القطع والتوفير في استهلاك الغازات.

نظرية القطع بلهب الأوكسى أستلين

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

شكل رقم ٧٠: إشعال بوري القطع وضبط اللهب

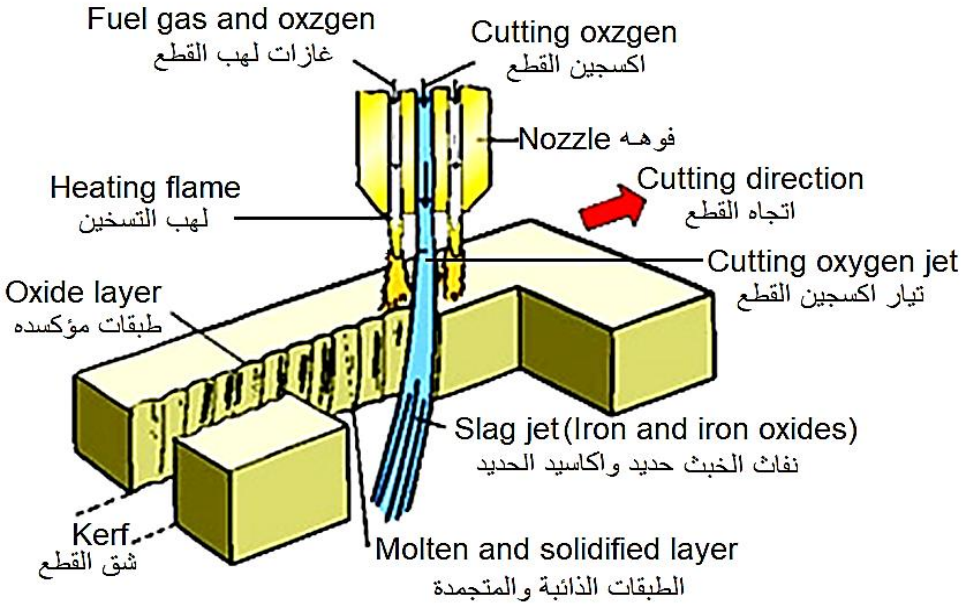
يتم ضبط صمام الاستيلين حتى يكون طول اللهب حوالي ٢٥ سم كما هو مبين في (شكل رقم ٧١)، ويجب التأكد ان اللهب يبدا من بداية فوهة البوري. إذا كان تدفق غاز الأستيلين قوي جدا، سوف يبعد اللهب عن فوهة بوري القطع، مما يؤدي الى سطح قطع غير سليم وقد يؤدي أيضا الى إصابات بالحرق.



شكل رقم ٧١: ضبط لهب القطع

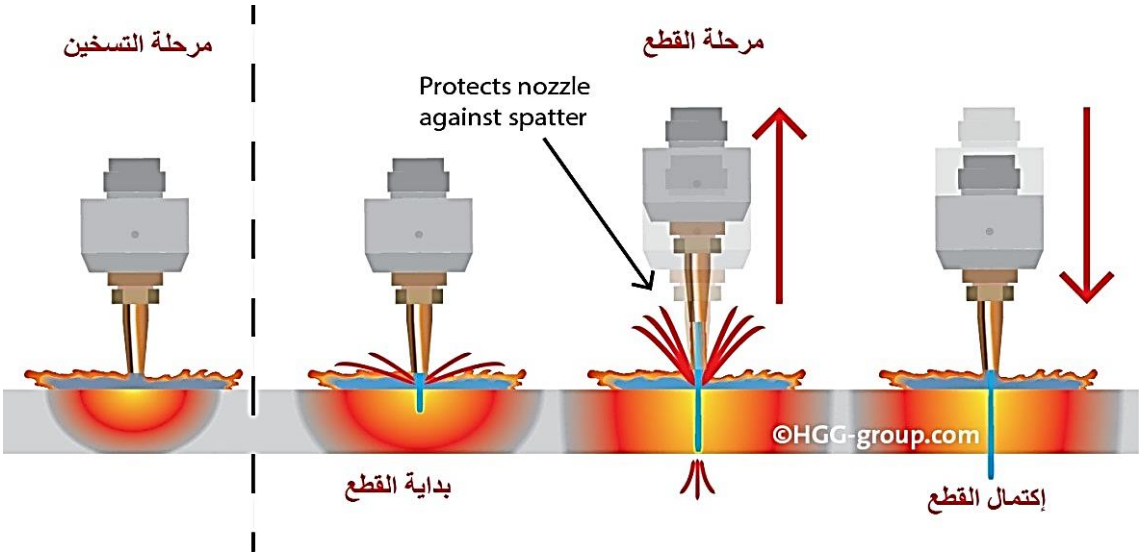
ويتم توجيه رأس نواه لهب بوري القطع بشكل عمودي على نقطة بداية خط القطع لتسخين المعدن المراد قطعة الى درجة حرارة الانصهار (الهشيم kindling temperature) وتتكون بركة الصهر وتبدأ نقطة

بيضاء في الظهور، وعند اكتمال انصهار المعدن يتم فتح صمام اكسجين القطع كي يندفع تيار من الاكسجين على المعدن، ويحرقه الى أكسيد الحديد الذي يخرج على هيئة خبث من شق القطع كما هو مبين في (شكل رقم ٧٢).



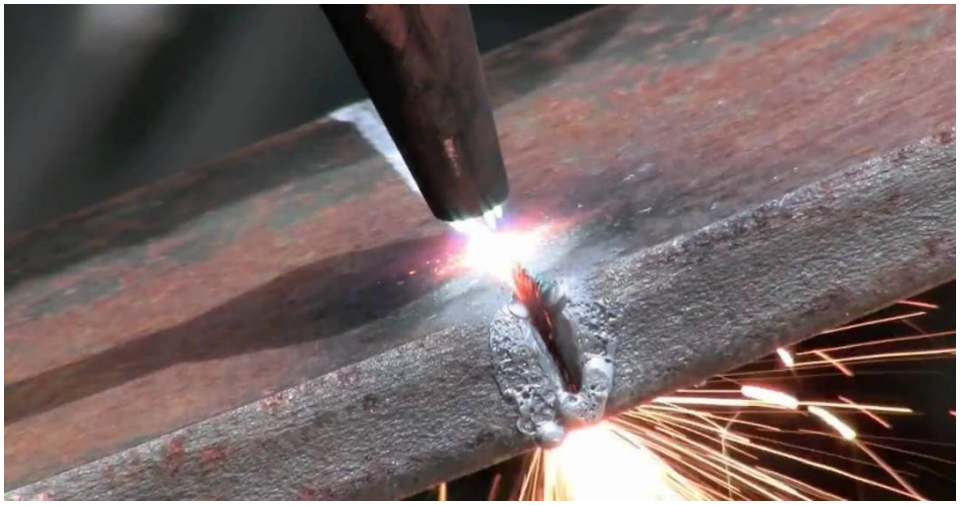
شكل رقم ٧٢: عملية القطع بالغاز

عندما يخترق تيار الأكسجين جدار الماسورة أو اللوح المعدني إبدا في تحريك بوري القطع بسرعة متوافقة مع عملية القطع للحصول على خط قطع منتظم ويوضح (شكل رقم ٧٣) مراحل عملية القطع بدءا من تسخين الجزء المراد قطعه حتى حدوث القطع.



شكل رقم ٧٣: مراحل عملية القطع باللهب

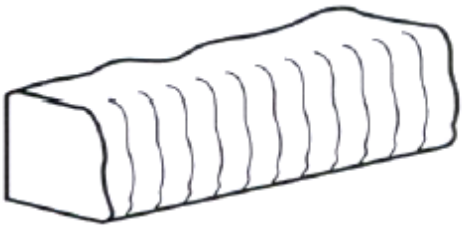
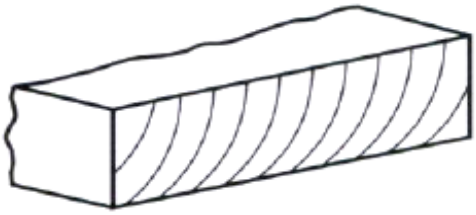
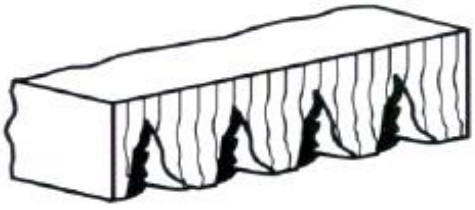
يجب مسك الجزء المقطوع باللقط حتى لا يهبط أو يقع عند نهاية القطع ويسبب إصابات للعاملين.

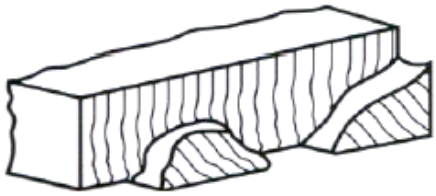
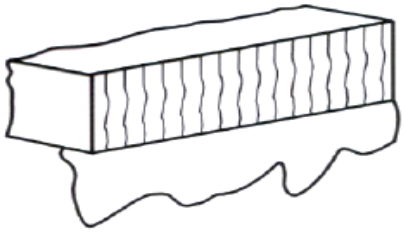


شكل رقم ٧٤: قطع بلهب غاز الأوكسي استيلين

الاخطاء الشائعه للقطع بالأوكسى أستيلين

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

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

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

جدول رقم ١٠: الأخطاء الشائعة للقطع بالأوكسى أستلين

اللحام والقطع بالقوس الكهربى

يمثل لحام القوس الكهربي Elecric arc welding أحد أساليب اللحام بالصهر حيث تتولد الحرارة من قوس كهربائي بين قطبين أو بين معدن الأساس وأحد الأقطاب وهناك ثلاثة أنواع من القوس المتولد.

١. يتولد القوس بين قطبين كهربيين.
٢. يستخدم قطب واحد مع معدن الأساس الذي يمثل القطب الثاني.
٣. يستخدم عود الحشو أو معدن الملء كأحد القطبين بينما يعمل معدن الأساس المراد لحامه كالقطب الآخر وهو الأكثر شيوعا من الناحية العملية. وينشأ القوس الكهربائي بين الشغلة وعود الحشو.

التيار الكهربائى:

يستخدم في عمليات لحام القوس كل من التيار المباشر والتيار المتناوب على أن تتراوح جهد التيار في الحالتين بين ٢٠، ٨٠ فولت أما شدة التيار فتتراوح في العادة بين ٨٠، ٥٠٠ أمبير.

ويمكن استخدام التيار المباشر في اللحام وهو يمتاز عن التيار المتناوب من الناحية الفنية ولأسباب تتعلق بالأمان إلا أن التيار المتناوب يمتاز من الناحية الاقتصادية.

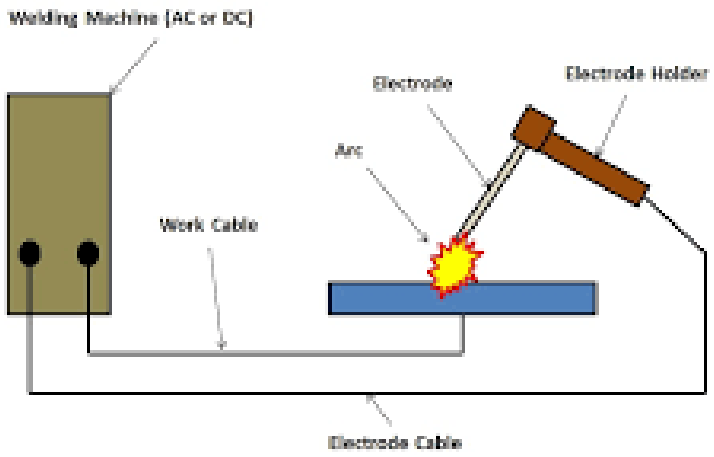
ومن الممكن الحصول على التيار الكهربائي المطلوب من أحد المصادر الآتية:

١. طقم لحام قوس: ويحتوي عل محول للحصول عل الفولت والأمبير المناسبين للحام من التيار العمومي.
٢. طقم لحام مولد محرك: وهو يحتوي على مولد ومحرك يشغل بتيار متناوب ويعطي تيارا مباشرا.
٣. طقم لحام مقوم: ويحتوي على محول استاتيكي لتجهيز تيار مباشر من مصدر تيار متناوب.
٤. مولد تيار ثقالي: تشغل بواسطة محركات الاحتراق الداخلي وفي هذه الحالة لا يحتاج إلى توصيل التيار العمومي.

يجب توصيل الجسم الخارجي لماكينة اللحام بالأرض، ويتم ذلك بتوصيل ملقط الأرضي بطاولة اللحام أو بالمعدن المراد لحامه. يتم استخدام معدات الوقاية الشخصية المناسبة وعلي وجه الخصوص واقيات العين ذات الفلاتر الخاصة وحسب قطر الإلكترود، عند توصيل ماكينة اللحام، يجب أخذ هذه العناصر بالإعتبار:

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

ويبين الشكل الدائرة الكهربائية التي تمثل لحام القوس الكهربائي ونر أن عود الحشو مثبت في ماسك أقطاب خاص يسمح للعامل بأن يمس الشغلة ثم يسحب العامل العود مسافة كافية لتوليد القوس. ولما كانت نوعية القطب هامة بدرجة كبيرة في حالة التيار المباشر حيث أن الحرارة تتولد عند القطب الموجب لذلك يجب أن تكون الشغلة هي القطب السالب في الأشغال ذات التخانات الرفيعة بينما في الأشغال السميكة يكون عود الحشو هو القطب السالب. ويستخدم في الوقت الحالي نوعان من عيدان الحشو في عمليات اللحام. ففي لحام الصلب العادي يمكن استخدام العود العادي المصنوع من الصلب الكربوني ولكن في هذه الحالة يتداخل النتروجين الجوي في مكان اللحام.

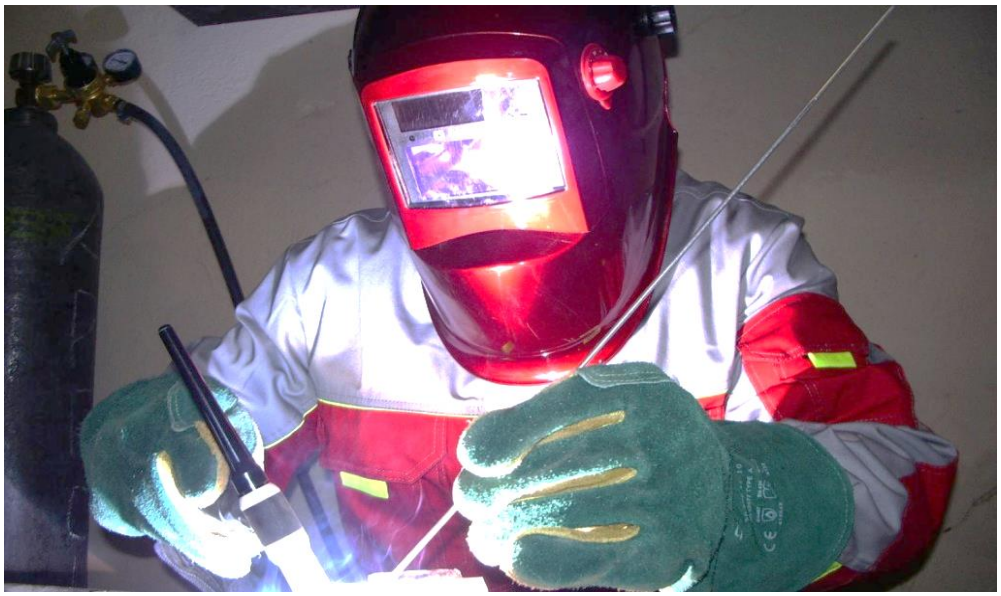


شكل رقم ٧٥: الدائرة الأساسية للحام بالقوس الكهربي

وبالإضافة إلى ذلك يحدث في اللحمة بعض الأكسدة مما يفقد اللحام بعض قوته. ويمكن أيضا استخدام العود المكسي وهو عود من الصلب الكربوني مغطى ببعض أنواع مساعدات الصهر.

وتحتوي الكسوة على مقدار معين من السليلوز الذي يحترق مكونا غاز يحيط بالقوس المتولد ويساعد على إبعاد التأثير الجوي عن مكان اللحام وهكذا يولد ما يعرف بالقوس المحجوب.

والمفروض في مادة الكسوة أنها تنصهر بمعدل أقل من انصهار معدن الحشو. وتتميز اللحامات المصنوعة بالعيدان المكسوة بأنها أقل مسامية من تلك الملحومة بالعيدان العارية ويكون معدن اللحمة الناتج أكثر ممطولية. وتجب العناية بعملية اللحام أثناء استخدام العيدان المكسوة من حيث استمرار عملية اللحام وتنظيف طبقة اللحام أكثر من مرة.



لحام القوس الكهربائي بقضيب اللحام (الالكترود) المغطى:

ان لحام القوس الكهربائي بقضيب اللحام (الالكترود) المغطى، هو أحد طرق لحام القوس الكهربائي التي تتم باليد، تصدر من خلال القوس الكهربائي الناتج من الحرارة اللازمة للحام بين قضيب اللحام (الالكترود) المغطى وقطعة العمل. يتم حماية طرف الالكترود ومغطس اللحام والقوس الكهربائي والأجزاء القريبة من اللحام لقطعة العمل من خلال الغازات الناتجة عن احتراق وتحلل المادة المغطية المضادة للعوامل الضارة للجو. ان مخلفات اللحام والقشور الناتجة عن اللحام والناتجة عن المادة المغطية المنصهرة تشكل حماية اضافية لمعدن اللحام المنصهر في حوض اللحام.

يتم تأمين المعدن الاضافي (معدن الحشوة) من السلك الداخلي لقضيب اللحام (الالكترود) المستهلك وأملاح المعادن الموجودة في غلاف بعض الالكترودات.

ان طريقة لحام القوس الكهربائي بقضيب اللحام (الالكترود) المغطى هي من أكثر طرق لحام شيوعا واستخداما لشبك ولحام المعادن وذلك بسبب المزايا التي يتمتع بها.

المزايا

١. يمكن استخدام طريقة لحام القوس الكهربائي بقضيب اللحام (الالكترود) المغطى في الأماكن المغلقة والمفتوحة.

٢. يمكن عمل اللحام لأي نقطة وبأي وضعية يمكن للالكترود الوصول إليها.
٣. يمكن عمل اللحام في المناطق الضيقة والمحدودة التي لا يمكن الوصول إليها من خلال طرق اللحام الأخرى.
٤. حيث أنه يمكن اطالة أطراف مصدر الطاقة لماكنة اللحام، لذا فإنه يمكن عمل اللحام في المسافات البعيدة.
٥. معدات وأدوات اللحام خفيفة ويمكن حملها ونقلها.
٦. يتوافر أنواع متعددة من الالكترود المغطى لتناسب الخصائص الكيميائية والميكانيكية للعديد من الأدوات والمعدات .

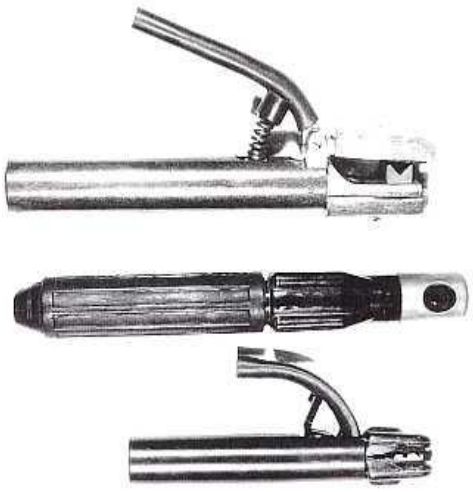
العيوب

١. ان سرعة تراكم المعدن والانتاجية للحام القوس الكهربائي بقضيب اللحام (الالكترود) المغطى منخفضة بالمقارنة مع طرق لحام القوس الكهربائي الأخرى.
٢. تأتي الالكترودات على شكل قضبان تم قصها بأطوال وأبعاد معينة، لذا فعندما يستنفد الالكترود المستهلك يجب ايقاف اللحام.
٣. بعد كل تمريرة لحام، يجب تنظيف معدن اللحام من مخلفات اللحام والقشور الناتجة عن اللحام المتكونة عليه.

الشروط الواجب توافرها في ماسك الالكترود

يجب ان يوفر المقبض:

١. سرعة تغيير السلكة واحكام قبضتها.
٢. يجب ان يكون معزول كهربيا لتجنب احتكاك فني اللحام بالتيار الكهربي.
٣. خفيف الوزن حتى يسهل علي فني اللحام حمله لفترة طويلة.



اختيار المقبض طبقا للمواصفات DIN 8569

أقطار سلك اللحام [mm]	الحد الاقصي لتحمل التيار الكهربي		المقاس
	35 % ED [A]	60 % ED [A]	
1,0 ... 3,2	١٦٠	١٦٠	١٦٠
1,5 ... 4,0	٢٠٠	٢٠٠	٢٠٠
2,0 ... 5,0	٣٠٠	٣٠٠	٣٠٠
2,5 ... 6,0	٤٠٠	٤٠٠	٤٠٠
4,0 ... 8,0	٥٠٠	٥٠٠	٥٠٠

جدول رقم ١١: اقطار سلك اللحام ومقاس المقبض

الاختيار السليم لمساحة مقطع كابل اللحام والكابل الأرضي

يتأثر فرق جهد التشغيل بصفة اساسية بطول الكابل وقطره فكلما زاد طول الكابل وصـغر قطـره زادت مقاومة الكابل وبالتالي ادي ذلك الي انخفاض فرق جهد التشغيل والذي يجب ألا يزيد عن ١% من شدة التيار.

مساحة مقطع الكابل mm^2 = $\frac{\text{طول الكابل الأرضي (متر)+طول كابل المقبض(متر)}\} \times \text{شدة تيار التشغيل } A}{\text{قيمة انخفاض فرق الجهد المسموح بها } V \times \text{معامل تيار التوصيل الكهربي للنحاس}}$

معامل التوصيل الكهربي للنحاس = ٥٦ م/اوم- مم٢

مثال:

إذا كان طول السلك من موضع اللحام الى الماكينة هو ١٥ متر، وكانت شدة تيار التشغيل = ١٨٠ امبير وقيمة انخفاض فرق الجهد المسموح بها ١% من شدة تيار التشغيل = ٢ فولت تقريبا.

احسب مساحة مقطع الكابل المناسب طبقا للبيانات المعطاة

الحل:

مساحة مقطع الكابل $mm^2 = \frac{180 \times (15+15)}{56 \times 2}$ = ٤٨,٢ مم٢

الجدول الآتي يوضح الأقطار المسموح بها لكل ١٠ متر من طول الكابل طبقا لشدة تيار التشغيل

مساحة مقطع الكابل مم٢	الحد الأقصي لشدة التيار المسموح بها		
	35 % ED [A]	60 % ED [A]	100 % ED [A]
٢٥	٢٥٠	٢٠٠	١٦٠
٣٥	٣١٥	٢٥٠	٢٠٠
٥٠	٤٠٠	٣١٥	٢٥٠
٧٠	-	٤٠٠	٣١٥
٩٥	-	٥٠٠	٤٠٠

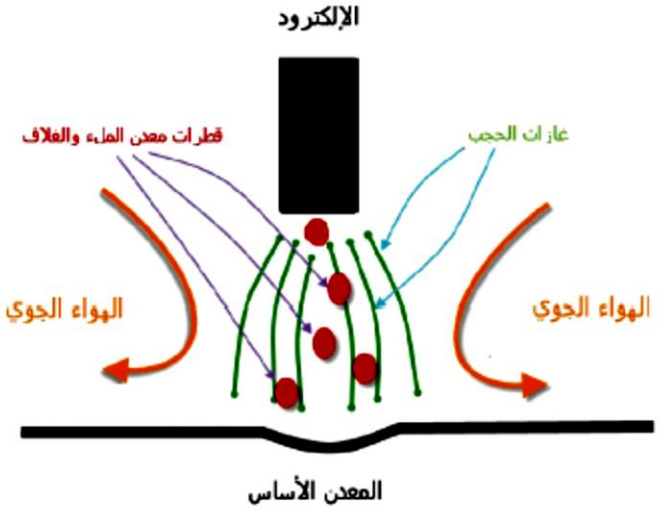
أسلاك اللحام (إلكترودات Electrode):

هي عبارة عن أسلاك مغلفة بمادة تشبه البودرة تحتوي على مواد كيميائية تحسن خواص اللحام، وتختلف علي حسب أنواعها وأرقامها، وكل نوع له مواصفاته الخاصة.

يركب الالكترود القضيبي في ماسك الالكترود ويشكل بينه وبين المشغولة قوس كهربائي لحين انتهاء اللحام فينصهر الالكترود ومادة المشغولة نتيجة الحرارة الشديدة المتولدة عن القوس الكهربائي وتنقسم الالكترودات الكربونية المستخدمة للحام إلى الكترودات مغلقة والكترودات غير مغلقة. ويقتصر استعمال القوس الكهربائي الكربوني مع التيار المستمر فقط وعلى القطب السالب ومن النادر استخدامه باللحام أما قوس الأقطاب المعدنية فإنه يقدح بنقر الالكترود القضيبي على المشغولة، وينشأ عن القوس الكهربائي المعدني درجة حرارة عالية تبلغ عند القطب السالب ٤٢٠٠مم عند القطب.

وظائف إلكترود اللحام بالقوس المعدنى المحجب

- توصيل التيار الكهربائى لإكمال الدائرة الكهربائية.
- انتاج القوس الكهربائى.
- تزويد منطقة اللحام بمعدن الملء لتكوين درزة اللحام.
- إذابة طبقة الغلاف والتى تؤدى عدد من الوظائف والتى من أهمها تكوين غازات لحجب منطقة اللحام عن الهواء الجوى المحيط لمنع تفلفل الأكسجين والنيتروجين مما يؤثر على جودة خط اللحام



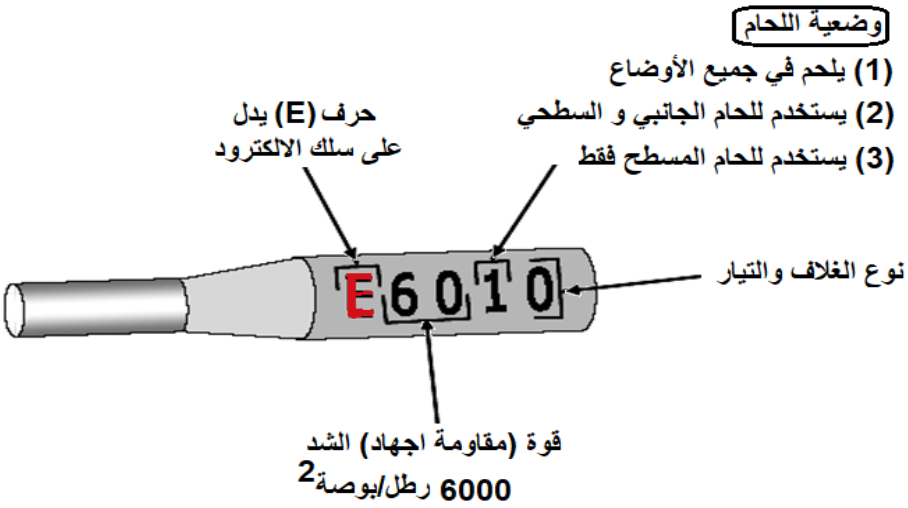
شكل رقم ٧٦: وظيفة الإلكترود

يمتص غلاف الالكترود الرطوبة من الهواء الجوى، وتتسبب الرطوبة فى انتاج غاز الهيدروجين أثناء اللحام والذى يتسبب فى انحباس فقاعات هيدروجينية داخل الدرزة، ويؤدى انحباس الفقاعات الهيدروجينية الى مايعرف باسم تشققات الهيدروجين أو التشققات الباردة والتى تحدث فى خط اللحام وفى منطقة المجاورة للحام وفى المنطقة المجاورة للحام وخصوصا إذا كانت وصلة اللحام معروضة لإجهاد تحميل أو معرضة للاهتزازات.

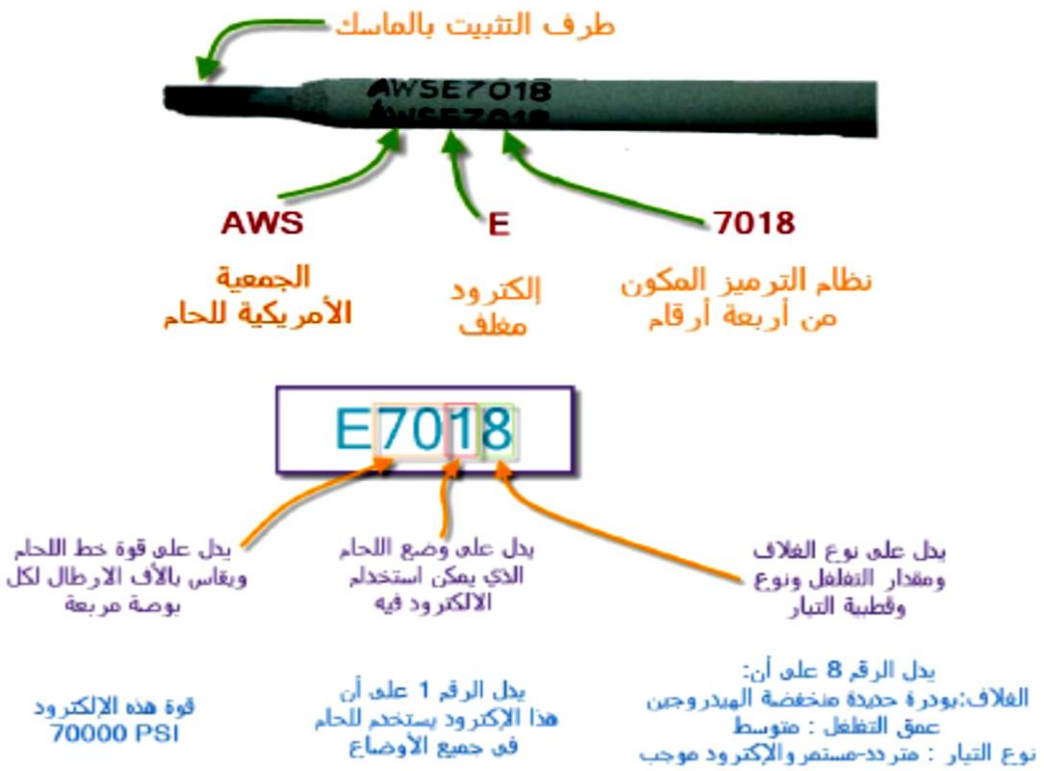
نظام ترميز إلكترودات اللحام:

نختلف طريقة ترميز الكترود اللحام بالقوس المعدنى المحجب SMAW حسب المنظمات، فهناك تصنيف منظمة المقاييس الدولية ISO والتصنيف الألمانى والهندى والبريطانى ولكن التصنيف المعتمد والشائع هو التصنيف حسب الجمعية الأمريكية للحام AWS. تعتمد الجمعية الأمريكية للحام نظام تصنيف يتكون من ٤ ارقام وتتم كتابتة فى طرف الإلكترود كما بالشكل:

ولها أرقام تدل على معاني ومواصفات كما في الشكل التالي:



شكل رقم ٧٧: مواصفات سلك لحام (إلكترود) القوس الكهربي



شكل رقم ٧٨: نظام ترميز إلكترودات اللحام

مواصفات أسلاك لحام الصلب الكربونى

أ. نوع مرتفع السليلوز (E6010, E6011)

يلحم الكترود E6010 فى جميع الاوضاع (تيار مستمر - قطبيه معكوسه) والغلاف الكاسى يحتوي على كمية عاليه من السليلوز ويتميز بقوه وتركيز القوس الكهربى ويعطى تغلغل جيد ويتميز ايضا بسرعة تجمد معدن اللحام وكمية خبث قليله فى حين أن كميه الغازات المحيطه تكون كبيره.

يلحم الكترود E6011 فى جميع الاوضاع - تيار متردد وباقى الخصائص تماثل الكترود E6010.

ب. نوع مرتفع في اكسيد التيتانيوم (E6012 , E6013) .

يلحم الكترود E6012 فى جميع الاوضاع - تيار متردد وتيار مستمر الالكترود سالب - يتميز بتغلغل معقول ولكن ليس بنفس درجه E6010 الغلاف الكاسى به نسبة عاليه من التيتانيا والصوديوم هذا بالاضافه الى فولسبار وطين وكميه الخبث كبيره بينما كمية الغازات المحيطه قليله.

يلحم الكترود E6013 فى جميع الاوضاع - تيار متردد وتيار مستمر الالكترود سالب. له نفس خصائص E6012 بينما يتميز عنه بسهوله ازالة الخبث كما أن القوس يبدأ بسهوله ويستخدم هذا الالكترود بنسبه كبيره فى لحام انواع الصلب ذات التخانات المنخفضة.

ج. نوع منخفض الهيدروجين(E7018 , E7015)

يلحم الكترود E7015 فى جميع الاوضاع - تيار مستمر اللاكترود موجبه - تستخدم سليكات الصوديوم كمادة رابطه - ذات درجة تغلغل متوسطه وكميه الخبث كثيفه وسهل الازاله يفضل عند

استخدام هذا النوع أن يكون طول القوس قصيرا جدا ويستخدم فى لحام مختلف انواع الصلب. وفى أغلب الأحيان لا يحتاج الى تسخين سابق أوتسخين لاحق اثناء اللحام.

يلحم الكترود E7018 فى جميع الاوضاع - تيار متردد وتيار مستمر الالكترود موجب الغلاف الكاسى يحتوي على نسبه عاليه من بودرة الحديد تتراوح مابين ٢٥% الى ٤٠% ويتميز بلحام له خواص ميكانيكيه جيده ملائمه لمعدن الأساس الملحوم.

الكترود E7028 له نفس خصائص E7018 مع بعض الاختلافات حيث انه يحتوي على كمية أعلى من بودرة الحديد تصل إلى حوالي ٥٠% ولذ فان معدل الترسيب أعلى بينما التغلغل أقل عمقا.

جدول يوضح العلاقة بين سمك المعدن وقطر الإلكترود والتيار الكهربي:

نوع الالكترود	سمك الالكترود		نوع التيار	شدة التيار (امبير)	
	بوصة	مم		الادنى	الاعلى
نوع مرتفع السليلوز E6010 E6011	3/32	2.4	E6010: DCRP (DC+) (تيار مستمر-قطبيه معكوسة)	٤٠	٩٠
	1/8	3.2		٨٠	١٣٠
	5/32	4		١١٠	١٦٠
	3/13	4.8	E6011: DCSP, DCRP, AC	١٤٠	٢١٠
	7/32	5.6		١٦٠	٢٥٠
	1/4	6.35		٢٠٥	٣١٠
نوع مرتفع في أكسيد التيتانيوم E6012 E6013 E6014	1/16	1.6	**E6012:** DCSP, DCRP, AC **E6013:** DCSP, AC **E6014:** DCSP, AC	٢٠	٤٠
	5/64	2.0		٣٠	٦٠
	3/32	2.4		٤٠	٩٠
	1/8	3.2		٧٥	١٣٠
	5/32	4		١٠٥	١٧٠
	3/16	4.8		١٥٠	٢٢٥
	7/32	5.6		٢١٠	٣٠٠
	1/4	6.35		٢٥٠	٣٥٠
نوع منخفض الهيدروجين E6015 E6016 E6018	3/32	6.35	جميع التيارات **E6015:** DCRP **E6016:** DCRP, AC	٤٠	٩٠
	1/8	3.2		٨٠	١٣٠
	5/32	4		١١٠	١٦٠
	3/13	4.8		١٤٠	٢١٠

نوع الالكترود	سمك الالكترود		نوع التيار	شدة التيار (امبير)	
	بوصة	مم		الادنى	الاعلى
	7/32	5.6	**E6018:** DCRP, AC	١٦٠	٢٥٠
	1/4	6.35		٢٠٥	٣١٠
نوع مرتفع السليلوز E6020 E6024	3/32	2.4	جميع التيارات DCSP, DCRP, AC	٤٠	٩٠
	1/8	3.2		٨٠	١٣٠
	5/32	4		١١٠	١٦٠
	3/13	4.8		١٤٠	٢١٠
	7/32	5.6		١٦٠	٢٥٠
	1/4	6.35		٢٠٥	٣١٠
نوع مرتفع السليلوز E6027	3/32	2.4	جميع التيارات DCSP, DCRP, AC	٤٠	٩٠
	1/8	3.2		٨٠	١٣٠
	5/32	4		١١٠	١٦٠
	3/13	4.8		١٤٠	٢١٠
	7/32	5.6		١٦٠	٢٥٠
	1/4	6.35		٢٠٥	٣١٠
نوع مرتفع السليلوز E7014	3/32	2.4	جميع التيارات DCSP, DCRP, AC	٧٥	١٢٥
	1/8	3.2		١١٠	١٧٠
	5/32	4		١٥٠	٢١٠
	3/13	4.8		٢٠٠	٢٧٥
	7/32	5.6		٢٦٠	٣٤٠
	1/4	6.35		٣٣٠	٤٢٠
نوع منخفض الهيدروجين E7015 E7016 E7018	3/32	2.4	DCRP, AC	٦٠	١٠٠
	1/8	3.2		١٠٥	١٦٥
	5/32	4		١٥٠	٢١٥
	3/13	4.8		٢٠٠	٢٧٥
	7/32	5.6		٢٦٠	٣٤٠
	1/4	6.35		٣٢٠	٤٠٠
نوع منخفض الهيدروجين E7028	3/32	2.4	جميع التيارات DCSP, DCRP, AC	١٠٠	١٤٥
	1/8	3.2		١٤٠	١٩٠
	5/32	4		١٧٥	٢٥٠
	3/13	4.8		٢٣٠	٣١٠

نوع الالكترود	سمك الالكترود		نوع التيار	شدة التيار (امبير)	
	بوصة	مم		الادنى	الاعلى
	7/32	5.6		٢٧٥	٣٦٠
	1/4	6.35		٣٣٥	٤٣٠
نوع منخفض الهيدروجين E7028	3/32	2.4	DCRP, AC	٦٠	١٠٠
	1/8	3.2		١٠٥	١٦٥
	5/32	4		١٥٠	٢١٥
	3/13	4.8		٢٠٠	٢٧٥
	7/32	5.6		٢٦٠	٣٤٠
	1/4	6.35		٣٢٠	٤٠٠

جدول رقم ١٢

رموز المواصفات الدولية الخاصة بسلك الحام

م	اسم الدولة	الرمز	
1	المواصفات القياسية الدوليه	ISO	
2	الولايات المتحده الامريكيه	AWS	U.S.A
3	المانيا الغربيه	DIN	GERMANY
4	انجلترا	BS	ENGLAND
5	فرنسا	AFNORG	FRANCE
6	اليابان	JIS	JAPAN
7	السويد	SS	SWEDEN
8	ايطاليا	UNI	ITALY
9	النرويج	NS	NORWAY
10	روسيا	COST	SOVIT UNION

أهم المخاطر عند اللحام بالقوس الكهربى والغاز المحجب TIG / MAG / MIG / Plasma

١. التيار الكهربائى

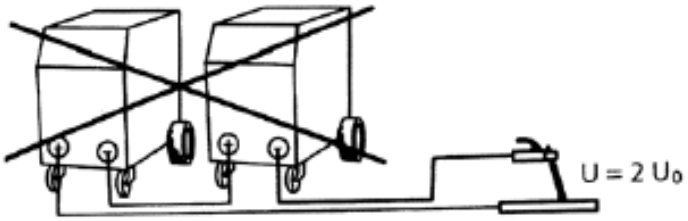
يمكن حماية فني اللحام من مخاطر التيار الكهربائى بالوسائل التالية:

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

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

جدول رقم ١٣: ظروف التشغيل

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



شكل رقم ٧٩: عدم مضاعفة جهد الدائرة المفتوحة من خلال التوصيل الكهربي الخاطئ لأجهزة اللحام

٢. الإشعاعات المنبعثة من القوس الكهربى

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

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

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

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

شكل رقم ٨٠: إختيار رقم الزجاجة المناسب

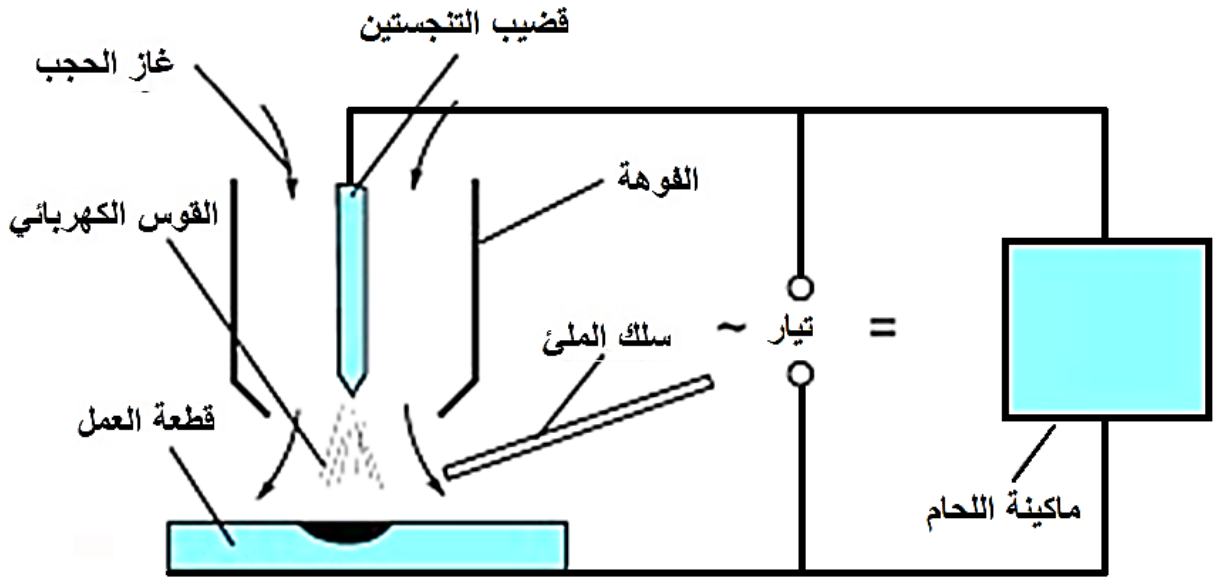
مقارنة بين لحام القوس الكهربائي واللحام بالغاز arc welding and gas welding

يستعرض الجدول الاتي الاختلاف بين عمليات اللحام بالغاز الأكسي اسيتلين والقوس الكهربي

عنصر المقارنة	لحام الغاز Gas welding	لحام القوس الكهربائي ARC welding
طريقة توليد الحرارة	يتم استخدام الغازات مثل الاسيتيلين او الهيدروجين لتوليد الحرارة	يتم استخدام الكهرباء في توليد الحرارة
اقصلى درجة حرارة	توليد درجة حرارة حوالي ٣٦٠٠ درجة فقط. (اقل من لحام القوس الكهربائي)	يتم توليد درجة حرارة حوالي ٦٠٠٠ درجة مؤية. (اعلي من لحام الغاز)
قوه اللحام	يعطي لحامات ضعيفة للوصلات	يعطي لحامات اقوى للوصلات بالمقارنة مع لحام الغاز
درجة التشطيب	يعطي تشطيب جيد لوجه اللحام	ردائ بالنسبة للتشطيب وجه اللحام
استخدام الكترود	يستخدم non consumable electrode	يستخدمconsumable electrode
خطر الأنفجار	هناك خطر الانفجار بسبب الضغط العالي	هناك خطر الانفجار بسبب الجهد العالي
الأستخدام	يستخدم للحام المعادن من نفس النوع او مختلفة يمكن استخدامه ايضا في brazing and soldering	عادة يستخدم للحام المعادن من نفس النوع
كمية الحرارة	الحرارة تعتمد علي قوة الشعلة بجانب انها تهدر الكثير من الطاقة	الحرارة تعتمد علي تركيز القوس الكهربائي
الكفاءة	اقل كفاءة	اكثر كفاءة
سرعة اللحام	سرعة اللحام بطيئة	سرعة اللحام عالية
تكاليف اللحام	تكاليف تجهيز لحام الغاز رخيصة	التكاليف الاولية باهظة في لحام القوس الكهربائي

الباب الثالث: لحام غاز الأرجون الخامل والتنجستن TIG

لحام التيج TIG هي طريقة اللحام بقوس التنجستن المحمي بغاز خامل وفي هذه الطريقة يتم قدح القوس ويحتفظ به بين الكترود التنجستن الغير مستهلك في هذه الطريقة. يولد القوس حرارة شديدة تصهر حواف معدن اللحام ولكن ينصهر الكترود التنجستن لان درجة انصهاره تصل الى ٤٠٠٠ م°. ويتم حماية القوس وبركة اللحام بواقي من غاز خامل ويتدفق هذا الغاز من فنية حول الكترود التنجستن محيطا بالقوس ويمسك سلك اللحام باليد اليسرى ويضاف إلى بركة اللحام بنفس طريقة اللحام بالاوكس استلين ولكن بقوس محمي كمصدر حراري بدلا من اللهب. ومن مزايا هذه الطريقة إنها تستخدم بدرجة كبيرة في لحام المعادن الغير حديدية مثل الألمنيوم وسبائكه المغنيسيوم والنحاس الأحمر والصلب المقاوم للصدأ ويستخدم أيضا في لحام الأنابيب الصغيرة وأيضا الأنابيب مع الألواح الحرارية ويستخدم بكثرة في صناعة الطائرات والأنابيب الموجودة في محركات الصواريخ .أما من أبرز عيوبها أنها قليلة الإنتاجية وتحتاج أيضا إلى مهارة عالية وتكاليف عالية ولا تعتمد على اللحام في الوضع فوق الرأسي (Over head) ولا يتم اللحام بها في السماكات الأكثر من (٦مم).



شكل رقم ٨١: عناصر لحام التيج TIG

استخدام الأرجون أثناء اللحام يعطي نتائج عالية بما فيه الكفاية من جودة الاتصال، والتي لا يمكن توفيرها من قبل أي طريقة أخرى. هذا هو السبب الرئيسي لاستخدام تقنية اللحام بالتيج في اللحام، فهو كما ذكر سابقا يستخدم للحام الصلب الذي يصعب لحامه بالطرق الاخرى، ويستخدم بصف خاصة للحام الألمنيوم حيث يوفر مستوى عال من الاتصال، لأن الغاز المستخدم هو غاز خامل مما يخلق حماية فريدة لمكان اللحام، ولا يمكن أن تخترق من خلالها الأكسجين الموجود في الغلاف الجوي المحيط، ولا يسمح بوجود عوامل خارجية سلبية أخرى تؤثر على بركة اللحام.

شكل رقم ٨٢: لحام التيج لمواسير الصلب الذي لا يصدا

مجالات الاستخدام لحام التيج TIG

يستخدم اللحام بقوس التنجستن المحجوب بالغاز لكل المعادن المستخدمة في هذه الأيام تقريبا، وهو أسلوب فعال وعملي واقتصادي للحام المعادن الرقيقة (القليلة السماكة)، وأيضا للحام المعادن التي يصعب لحامها بأساليب اللحام التقليدية، حيث يستخدم لحام قوس التنجستن مع غاز الأرجون في لحام أجزاء من المعادن المختلفة مثل الصلب المقاوم للصدأ والبرونز والنحاس والتيتانيوم والألمنيوم. إن اللحام بقوس التنجستن المحجوب بالغاز مناسب للحام اليدوي، ويجد اللحام بقوس التنجستن استخدامات واسعة في بعض الصناعات مثل صناعة الأثاث المعدني، وصناعة التكييف والتبريد، وصناعة الصفائح المعدنية وأجسام السيارات. ويستخدم لحام التيج مع المعادن التالية:

١. الألمنيوم وسبائك الألمنيوم
٢. الصلب الكربوني والصلب السبائكي منخفض الكربون.
٣. والصلب المقاوم للصدأ Stainless steel.
٤. النيكل وسبائك النيكل.
٥. النحاس وسبائك النحاس
٦. المغنيسيوم وسبائك المغنيسيوم.
٧. التيتانيوم

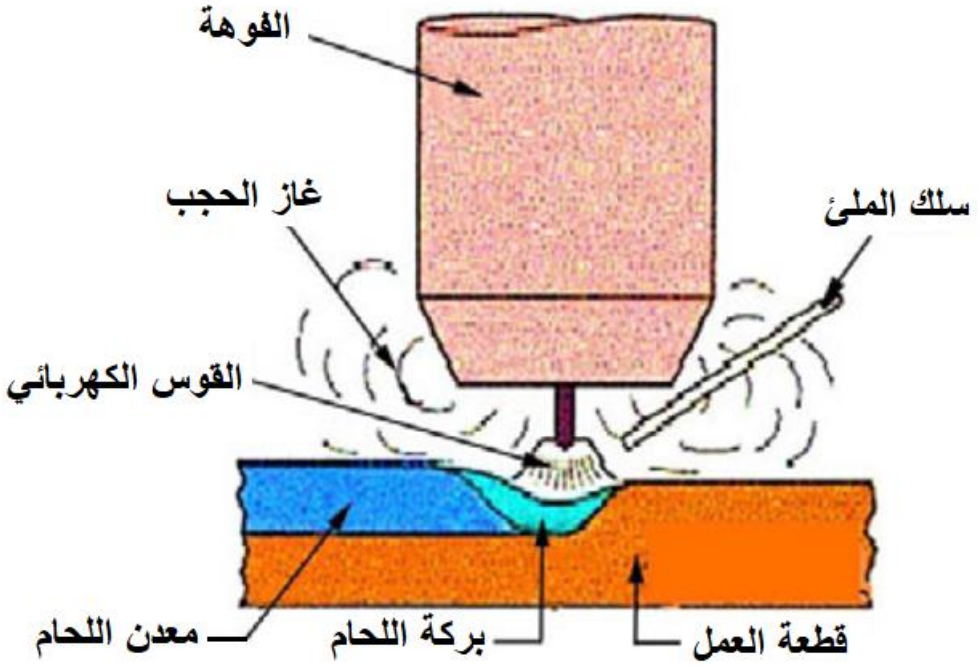
وعموما اصبح التيتانيوم اكثر استخداما في الصناعات المختلفة مثل صناعة الطائرات والمبدلات الحرارية والصناعات البحرية والمدرعات ومركبات الفضاء وغيرها الكثير هذا بسبب خصائصه الممتازة حسب الاتي:

- القوة العالية نسبة الي الوزن (فهو قوي جدا كالفولاذ الصلب ولكنه نصف وزنه).

- له القدرة الممتازة على مقاومة التآكل والصداء.
- الخصائص الميكانيكية جيدة جدا في درجات الحرارة المرتفعة.

مبدا لحام التيج TIG (لحام القوس المعدني باستخدام اسلاك التنجستن والغاز الخامل)

اللحام بقوس التنجستن المحجوب بالغاز (GTAW) أو باختصار التيج (TIG) هو شيء متوسط بين نوعين آخرين من اللحام – هما اللحام بالكهرباء والغاز أو هو هجين من اللحام بالكهرباء والغاز. حيث يرتبط مع الأول باستخدام قوس كهربائي كمصدر للتسخين يذيب حواف وصلات اللحام وسلك حشو (الالكترود) لملئ الفراغ، ويرتبط مع الثاني باستخدام الغاز الذي يعزل بركة اللحام عن الاكسجين لمنع اكسدة معدن اللحام. ويعد لحام قوس التنجستين بالأرجون TIG هو صهر المعادن ولحامها مع بعضها البعض حيث يتم اللحام بواسطة الحرارة الناتجة عن القوس الكهربائي المتولد بين قطعة العمل والكترود أو قطب لحام غير مستهلك (لا ينصهر) من معدن التنجستن دون ملامسة. واعتمادا على تصميم الوصلة، يمكن إجراء اللحام مع أو من دون استخدام سلك لحام الملئ (معدن الحشو). ويتم حجب المعدن المنصهر وقطب التنجستن ومنطقة اللحام (بركة اللحام) عن الهواء المحيط بواسطة تيار من غاز خامل يتدفق من فوهة مشعل اللحام كما هو مبين في (شكل رقم ٨٣)، عادة يكون غاز الارجون هو المستخدم. ويتم إمداد بركة انصهار اللحام بسلك اللحام بطريقة يدوية أو ألية ويمكن الاستغناء عن سلك الإضافة في لحام المشغولات ذات السمك الخفيف. يستخدم اللحام بقوس التنجستن للحام في كافة الأوضاع، ويمكن أن يتم بشكل يدوي، نصف أوتوماتيكي وأوتوماتيكي، وتعتمد الطريقة المستخدمة على التجهيزات المتوفرة وطبيعة الاستخدام.



شكل رقم ٨٣: مبدا اللحام بالتيج TIG

تحدث عملية اللحام بالتيج نتيجة لعمل قوس كهربائي يصهر حواف المعدن ويستخدم غاز الأرجون في هذه التقنية لمنع اكسدة معدن اللحام وبالتالي إعطاء قوة في خط اللحام. حيث يتأكسد الصلب المقاوم للصدأ والمعادن غير الحديدية في عملية اللحام بسبب الأكسجين أو الشوائب الموجودة في الهواء، اما بالنسبة للألمنيوم، فإنه يحترق في الأكسجين. ونظرا لان الارجون لديه وزن أكبر بنسبة ٣٨٪ من وزن الهواء، مما يمكنه من تنظيف بركة اللحام بشكل موثوق به إذا تم تغذية الأرجون في وقت أبكر قليلا من اشعال القوس الكهربائي واستخدامه يسمح بحماية منطقة اللحام من تأثير العوامل الخارجية، وكذلك يجب إنهاء عملية تدفق الارجون بعد ثوان قليلة من تلاشي القوس. عادة لا يتفاعل الأرجون مع المعادن ولا عجب أنه يسمى غاز خامل، ولكن إذا تم اللحام بقطبية معكوسة، فأن الأرجون قادر على التحول إلى حالة البلازما. تستخدم تقنية لحام التيج TIG في لحام الالمنيوم بواسطة قطب غير منصهر هو التنجستن الحراري وقطب منصهر (الكترود) من نفس مادة معدن اللحام ويعتمد قطرها على المعدن المطلوب لحامه مع تدفق غاز خامل، وبدون الغاز الخامل فان كالألمنيوم يتأكسد ويتفاعل مع أكسجين الهواء، مما يجعل طبقة الأكسيد الموجود على سطحه من تشكيل خط به شوائب معدنية سوداء مع وجود فقاعات مليئة بالأكسجين، وهذا يقلل بشكل كبير من قوة خط اللحام والهيكل النهائي، ويمكن أن تحترق أجزاء من الألومنيوم ببساطة في هذه الظروف. لذا يستخدم غاز خامل، مثل الأرجون، لطرد الهواء (الاكسجين) من منطقة اشتعال القوس. ويتكون مشعل لحام التيج كما هو مبين في (شكل رقم ٨٣) من قطب التنجستن الذي يبرز خارج حدود المشعل لمسافة من ٢-٥ مم، يمكن أن يكون بأي حجم. ويكون حول الكترود التنجستن فوهة مصنوعة من السيراميك، والتي من خلالها يتدفق غاز خامل ويتم اختيار قطر سلك الحشو والقطب وفقا لجداول خاصة.

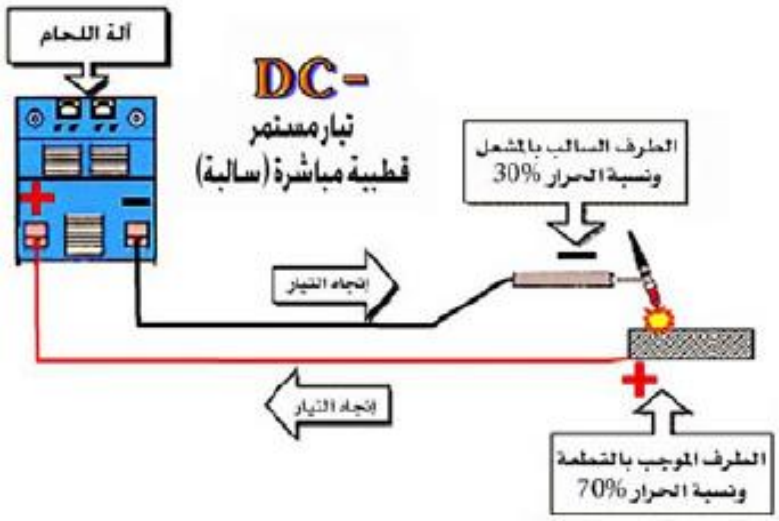
التيارات المستخدمة في آلات لحام التيج TIG

شكل رقم ٨٤: ماكينة اللحام بالارجون

إن من أهم العوامل في عملية اختيار نوعية التيار اختيار نوع المعدن المراد لحامه، وتوجد ثلاثة اختيارات لتيار اللحام عند استخدام طريقة اللحام بالتيج Tlg هي:

أ. التيار المستمر/ القطبية المباشرة: Negative Direct current(-DC)

ويرمز لها بالتالي (-CD) وتستخدم هذه القطبية في لحام جميع المعادن عدا الألمنيوم والمغنسيوم، ولاستخدام هذه القطبية يوصل موصل التيار والغاز (كابل) المشعل بالطرف السالب على المصدر بينما يوصل موصل (كابل) الأرضي (بقطعة العمل) على الطرف الموجب، وهذا يعتمد على نوع الآلة المستخدمة، لأن بعض آلات اللحام مصممة بحيث يكون تغيير القطبية بتحريك مفتاح أو ذراع بدلا من عمليات توصيل الموصلات مكان بعضها البعض في التيار المستمر القطبية المباشرة (المستقيمة)، ويتركز ما مقداره ٧٠% تقريبا من الحرارة في الطرف الموجب بينما ما مقداره ٣٠% تقريبا يكون في الطرف السالب كما هو مبين في (شكل رقم ٨٥)، وهذا نتيجة انتقال التيار من الطرف السالب إلى الطرف الموجب، لهذا فأنه عند استخدام القطبية المباشرة يكون المقدار الأكبر من الحرارة موزعا بقطعة العمل وهذا يمكن عن طريقه الحصول على اختراق عميق، والنسبة القليلة من استخدام القطبية العكسية أو التيار المترد د، وهذا يجعله قادرا على تحمل مقدار الحرارة الزائدة عن حجمه أو مقاسه، وهذه القطبية هي التي نستخدمها في لحام الحديد المقاوم للصدأ (استانلس استيل).

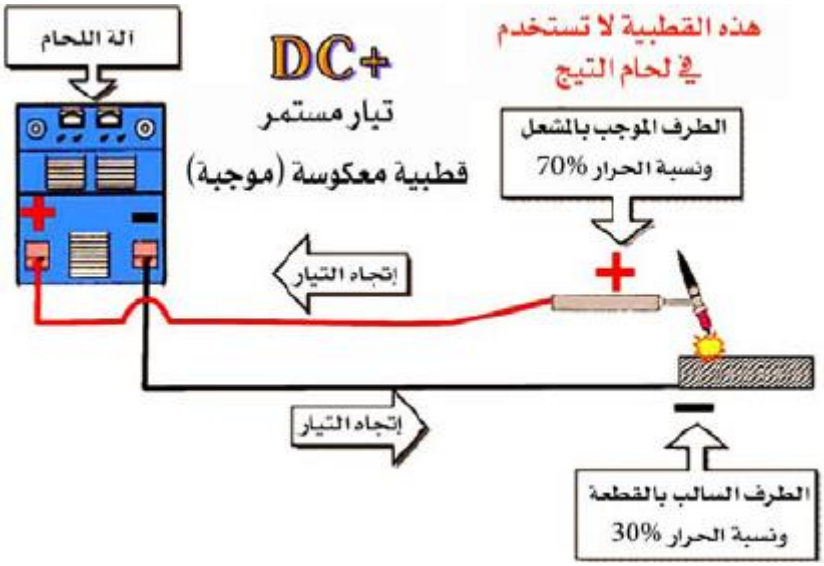


شكل رقم ٨٥: آلة تعمل بتيار مستمر قطبية مباشر

ب. التيار المستمر/ قطبية معكوسة: Positive Direct Current. (+DC)

ويرمز لها بالتالي (+DC) وتستخدم هذه القطبية بوصل مشعل لحام التيج إلى الطرف الموجب، والأرضي بالطرف السالب (اتجاه التيار من الطرف السالب إلى الطرف الموجب) كما هو مبين في (شكل رقم ٨٦) ونظرا لان مشعل التيج موصل بالطرف الموجب من القوس فإن المقدار الأكبر من الحرارة أي ما نسبته ٧٠% تقريبا يكون على قطب التنجستن، وفي القطبية المعكوسة تصل حرارة أقل لقطعة العمل أي ما نسبته ٣٠% وينتج عن ذلك اختراق سطحي، ومما تقدم فإن هذه القطبية لا تستخدم في اللحام بسبب ازدياد

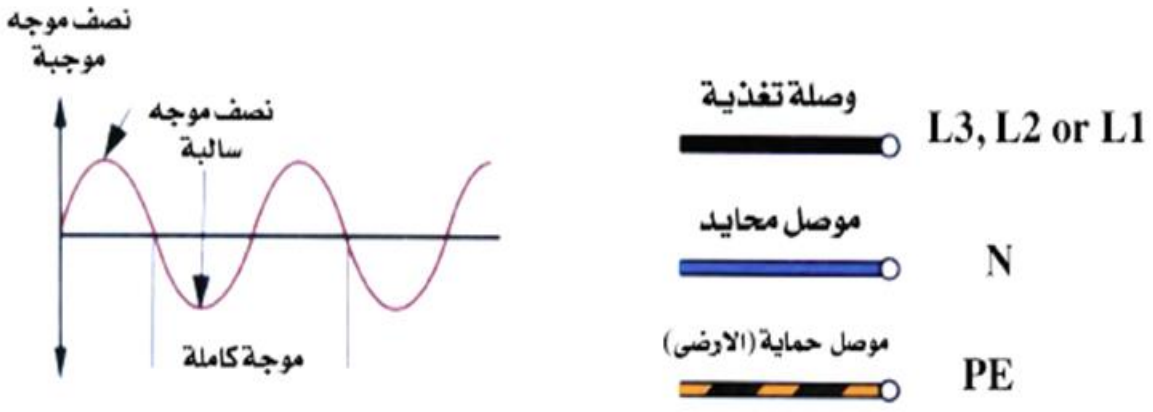
الحرارة على قطب التنجستن مما يسبب انصهاره، وترسيب قطرات صغيرة منه في بؤر اللحام وهذا يظهر عيوب في خط اللحام.



شكل رقم ٨٦: آلة تعمل بتيار مستمر قطبية معكوسة

ج. التيار المتردد: Alternative Current. (AC)

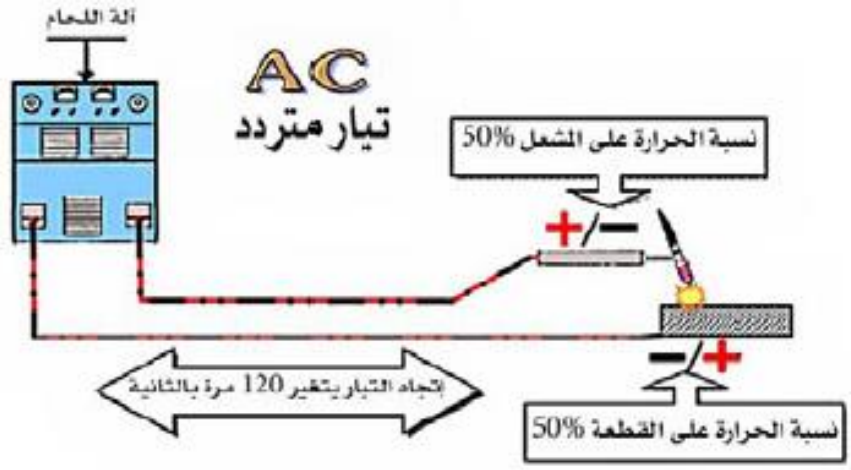
ويرمز له بالتالي (AC) ويطلق على هذا النوع من التيار عدد من التسميات حيث أن البعض يسميه التيار المتغير والبعض الآخر يطلق عليه التيار المتردد أو التيار المتناوب، جميع هذه التسميات صحيحة ويمكن استعمالها عند العمل على هذا النوع من التيار، فإن عبارات مثل قطب سالب وقطب موجب والتي كانت شائعة أثناء استخدام التيار المستمر تفقد دلالتها وأهميتها، وذلك لأن التيار المتناوب يغير اتجاه تدفقه باستمرار من موجب إلى سالب وبالعكس خلال الموجة الكاملة، هنالك نصف موجب والنصف الأخر سالب كما هو مبين في (شكل رقم ٨٧).



شكل رقم ٨٧: تيار متردد (متناوب) ذو الطور الواحد Single phase alternating current

أي بما معناه أن في النصف الأول من الموجة تكون القطبية معكوسة، وعندما يكون التيار على النصف السالب مباشرة، لهذا يمكن القول إنه في الموجة الواحدة يكون هنالك وقت تكون فيه القطعة سالبة والقطب موجبا (نصف الموجة العلوي)، ووقت يكون فيه القطب سالبا والقطعة موجبة.

وهذا التناوب يحدث ١٢٠ مرة في الثانية خلال سريان التيار، لهذا يطلق عليه التسميات المذكورة أعلاه، ويوضح (شكل رقم ٨٨) مخطط توصيل التيار المتردد (وهذا التيار يستخدم للحام الألمنيوم).



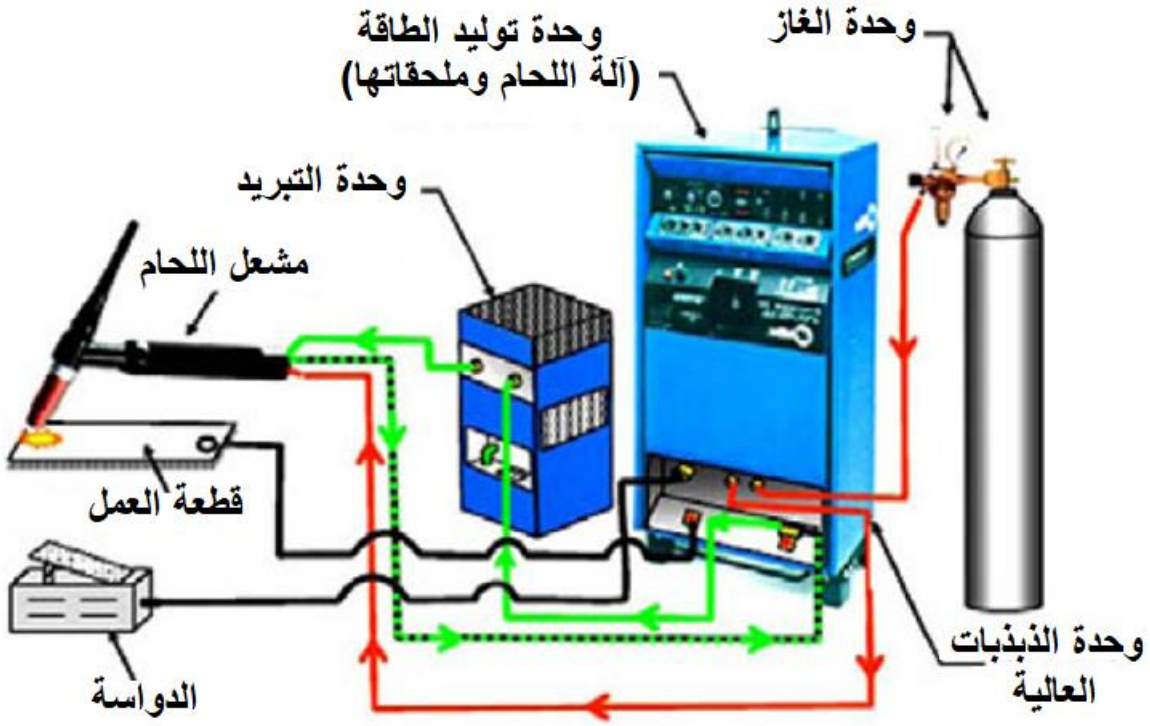
شكل رقم ٨٨: آلة تعمل بتيار متردد

ادوات نظام اللحام بالأرجون TIG Welding components

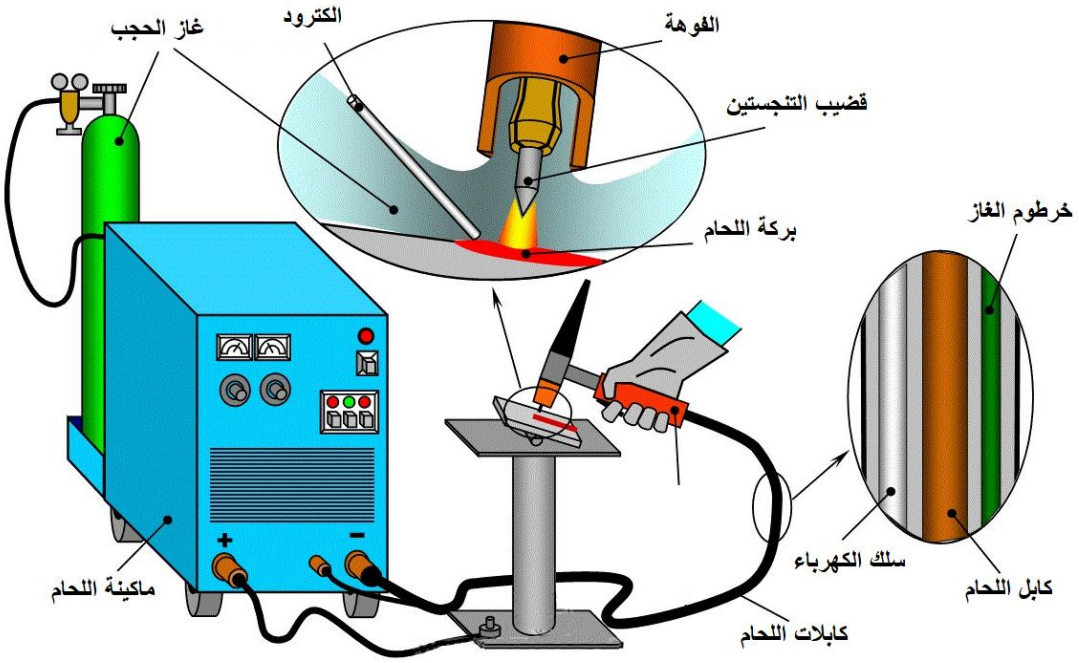
تتكون منظومة اللحام بالتيج كما هي موضح في (شكل رقم ٨٩) من المكونات التالية:

- المحول الرئيسي (٦٠-٧٠ فولت)؛
- محول إضافي، والذي سيكون مطلوبا لتشغيل أجهزة التحويل؛
- مرشح الاستقرائي والسعة
- مذبذب.
- قواطع الطاقة لتزويد الجهد للناسخ؛
- الموقد ليتم لحامه.
- الجهاز الذي ينظم مدة تدفق الغاز.
- الأقطاب الكهربائية المصنوعة من التنجستن، ويتم اختيار القطر من سمك المواد المراد لحامها؛
- كابلات توصيل
- قضبان حشو بالحجم المطلوب
- صمام الغاز الكهربائي للتيار المتناوب (المتردد) أو التيار المباشر؛
- المقوم (٢٤ فولت)؛
- مذبذب / قواطع،
- مقياس التيار الكهربائي.
- اسطوانة الأرجون ومنظم الضغط
- بطارية تيار مستمر، لا يهم ما إذا كان في حالة العمل أم لا، حيث ان هناك حاجة إلى البطارية لتضمين متتابع في الدائرة الكهربائية من أجل الحد من عنصر التيار المستمر للتيار؛

- سلك حشو: الكترود (قضيب) من مادة مشابهة لوصلات المواد المراد لحامها؛
- نظارات وقفازات اللحام.
- الأجهزة المساعدة والملحقات



شكل رقم ٨٩: منظومة اللحام بالتيج TIG



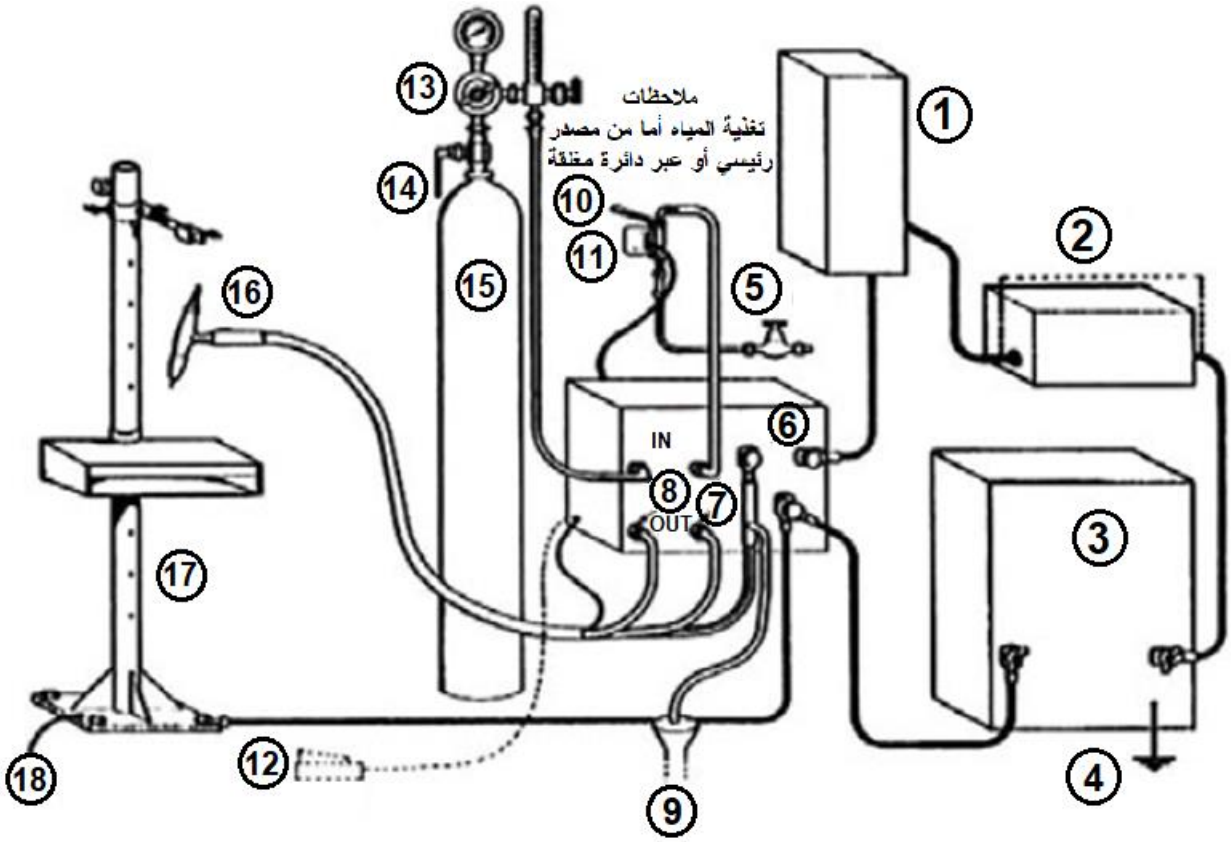
شكل رقم ٩٠: وحدة لحام بالتيج

وحدة توليد الطاقة (آلة اللحام وملحقاتها):

١- وحدة توليد الطاقة (آلة اللحام وملحقاتها):

١-١ آلات اللحام:

إن الغرض الأساسي من وجود آلة اللحام كمصدر للطاقة هو توفير الطاقة الكهربائية المناسبة من الجهد والتيار (الفولت والأمبير) للحفاظ على استمرارية وجود (اشتعال) القوس الكهربائي، ويفضل استخدام وحدة عامة يمكن فيها التبديل بين وحدة توليد التيار المتردد (AC) ووحدة توليد التيار المستمر (DC) ومناسبة لجهد التشغيل الخاص بالشبكة. ويوضح (شكل رقم ٩١) رسم تفصيلي لأحد آلات لحام التيج.



1- وحدة توصيل.
2- وحدة رفع الطاقة للتيار المتردد.
3- مصدر الطاقة للتيار المتردد أو التيار المستمر مولد أو محول.
4- تأريض.
5- تدفق المياه.
6- وحدة الذبذبات العالية.
7- ماء.
8- أرجون.
9- مخرج تصريف المياه.
10- مثبت.
11- مفتاح تدفق المياه.
12- دواسة فتح وإغلاق كهربائية بديلة عن المفتاح اليدوي على المشعل
13- منظم غاز الأرجون.
14- مشعل.
15- أسطوانة الأرجون.
16- مشعل يبرد بالماء بمفتاح تحكم باليد.
17- حامل قطع العمل الموضعي.
18- تأريض مباشر إلى الأرض.

شكل رقم ٩١: مخطط المكونات الأساسية والملحقات لنظام اللحام بالتيج

المذبذب: يولد نبضات عالية الجهد، والتي يتم تغذيتها إلى القطب لإشعال القوس ويجعلها أكثر استقرارا وبالتالي يسهل عملية اللحام، ويتحقق ذلك عن طريق لمس القطب مع سطح اللحام. وقد يتلوث القطب الكهربائي التنجستن من غير مذبذب.

١-٢ لوحة التشغيل بآلة لحام التيج:

لوحة التشغيل في آلة اللحام تختلف من شركة إلى أخرى لكنها متشابهة من حيث مبدأ العمل والتشغيل.

٢- المشاعل وأنواعها:

يتضمن تصميم مشعل اللحام من قطب كهربائي من التنجستن بارز من فوهة السيراميك بطول من ٣-٤مم، وحاقن للأرجون، ووحدة تزويد بالغاز الحالي وزر يعمل بالغاز.

شكل رقم ٩٢: مشعل الأرجون

تتوفر مشاعل لحام التيج بأشكال وأحجام مختلفة على حسب حاجة العمل، والمهمة الأساسية للمشعل هي إيصال كل من التيار وغاز الحجب إلى منطقة القوس، والمشاعل مصممة صناعيا حسب قدرتها وما تستطيع تحمله من التيار، فالمشاعل المحددة بطاقة قصوى لا تزيد عن ٢٠٠ أمبير تستخدم للأعمال الخفيفة، بينما المشاعل التي تزيد عن (٢٥٠/٥٠٠) امبير مخصصة للأعمال الثقيلة التي تحتاج إلى تيار عالي وتنقسم المشاعل صناعيا إلى ثلاثة أنواع مختلفة هي:

أ. **مشاعل اللحام اليدوية:**

تستخدم مشاعل اللحام هذه على نطاق واسع في المجالات الصناعية الإنتاجية وفي مجالات التدريب، وهي مزودة بمقابض يدوية تمكن المتدرب من توجيه القوس إلى منطقة اللحام وتتوفر مشاعل اللحام اليدوية بأنواع وأشكال وأحجام مختلفة كما هو مبين في (شكل رقم ٩٣)، حسب العمل المراد إنجازه فمنها المشعل ذي الرأس الصغير كما في (أ)، ومنها مشاعل برأس متحرك

يمكن ضبطها حسب الزاوية المرغوبة كما في (ب)، ومنها المستقيم أو ما يسمى مشعل رأس القلم أي أنه يشبه القلم كما في (ج) ويمسك باليد كما يمسك القلم، ومنها ما يتوفر بزوايا تتراوح بين ٦٠، ٩٠، ١٢٠ درجة كما في (د).

شكل رقم ٩٣: مشاعل اللحام اليدوية

وتتم عملية اللحام في هذا النوع من المشاعل بإمساك المشعل بيد وسلك المليء باليد الأخرى كما هو مبين في (شكل رقم ٩٤) وهي تستخدم لمعظم عمليات اللحام.

شكل رقم ٩٤: عمليه اللحام بالتيج

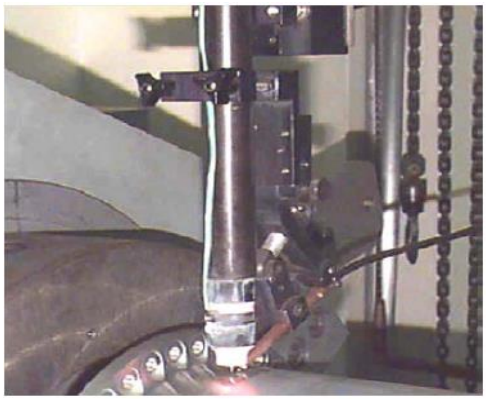
ب. **مشاعل اللحام النصف آلية:**

هو عبارة عن مشعل يحرك باليد كما هو مبين في (شكل رقم ٩٥) ويستخدم كما يستخدم مشعل اللحام اليدوي عدا أن هذا المشعل يحتوي على جهاز تغذية صغير تركب به بكرة أسلاك، هذا الجهاز يغذي السلك إلى بؤرة اللحام آليا، والعمليات الأخرى تتم باليد.

شكل رقم ٩٥: مشعل لحام نصف آلى

ج. **مشاعل اللحام الآلية:**

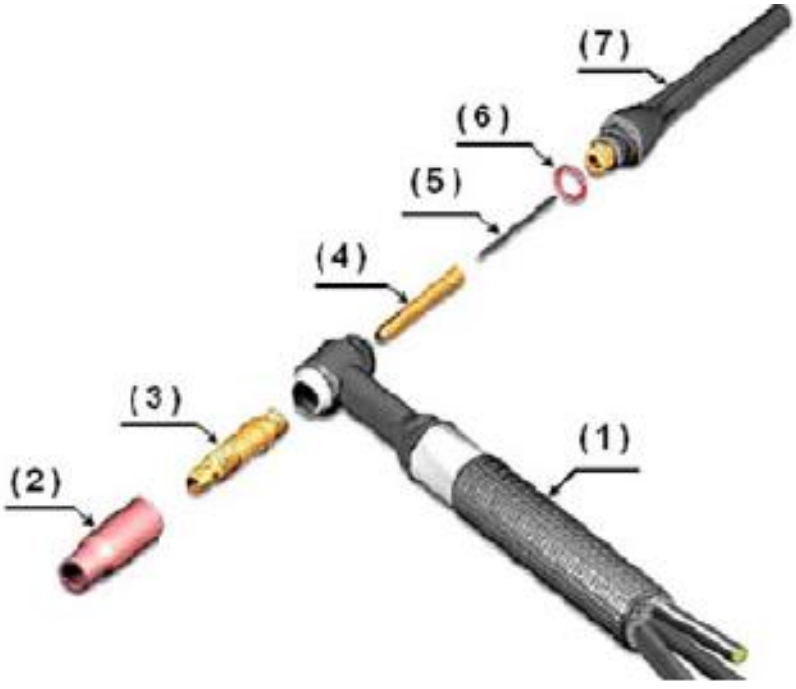
هي عبارة عن مشعل يركب على آلة تعمل على تحريكه على طول وصلة اللحام كما هو مبين في (شكل رقم ٩٦)، لهذا فإن الآلة تقوم بعمل اللحام بالكامل، وعلى فني اللحام ضبط التيار والمسافة بين المشعل وقطعة العمل، ومراقبة الآلة أثناء عملية اللحام، ويستخدم هذا النوع من المشاعل في المصانع الإنتاجية التي يتكرر فيها نوع معين من خطوط اللحام بكميات كبيرة.



شكل رقم ٩٦: مشعل لحام آلى

أجزاء مشعل اللحام بالتيج:

يتكون مشعل اللحام بالتيج من عدة أجزاء كما هو مبين في (شكل رقم ٩٧) هي كالتالي:



1- المقبض.
2- الفوهة (فونية غاز الحماية).
3- الناشر.
4- الخانق.
5- قطب التنجستن.
6- الحلقة المطاطية.
7- الغطاء.

شكل رقم ٩٧: أجزاء مشعل اللحام

١. المقبض:

هو عبارة عن أنابيب تتصل برأس المشعل كما هو مبين في (شكل رقم ٩٨)، مصنوعة من معدن النحاس ومغطاة بأنبوب من البلاستيك المتين والعازل أو من مادة الفيبر، وتسمى بجسم المشعل، وصنعت هذه المواد لكي تتحمل الحرارة العالية إضافة إلى تخفيف وزن المشعل وتسهيل عملية مسكه وتوجيهه.

شكل رقم ٩٨: المقبض

٢. الفوهة (نفاث الغاز):

تصنع الفوهات عادة من السيراميك أو المعدن أو الزجاج، ومهمتها على اختلاف أنواعها ومقاساتها هي توصيل وتوجيه غاز الحجب لمنطقة القوس، إضافة إلى توفير الحماية الكافية لكل من قطب التنجستن وبؤره اللحام من تأثيرات العوامل الجوية وذلك بتركيز وتمرير الغاز على منطقة محصورة، ويبين (شكل رقم ٩٩) اشكال مختلفة للفوهة.

شكل رقم ٩٩: نفاث الغاز

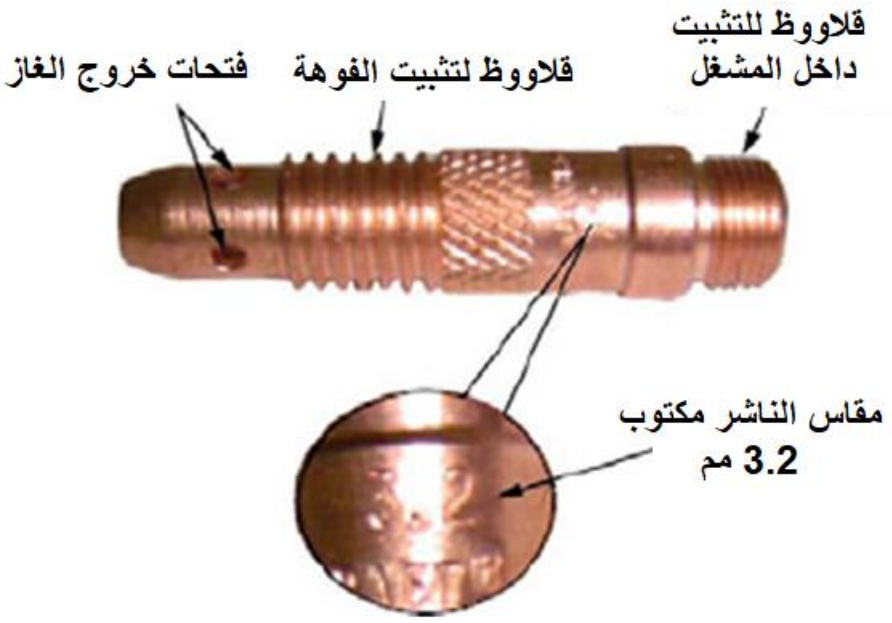
والجدول التالي يوضح مقاس قطر فوهة السيراميك تبعا لقطر قطب التنجستن، مع ملاحظة ضرورة اتباع تعليمات الشركة الصانعة حسب تصميم الفرد.

Tungsten Electrode Diameter قطر قطب التنجستن	Cup Orifice Diameter قطر عظمة السيراميك
1/16 (1.6mm)	1/4 ~ 3/4 (6.4 ~ 9.5mm)
3/32 (2.4mm)	3/8 ~7/16 (9.5 ~ 11.5mm)
1/8 (3.2mm)	7/16 ~ 1/2 (11.5 ~ 12.7mm)
3/16 (4.8mm)	1/2 ~ 3/4 (12.7 ~ 19mm)

جدول رقم ١٤: مقاس قطر فوهة السيراميك تبعا لقطر قطب التنجستن

٣. الناشر:

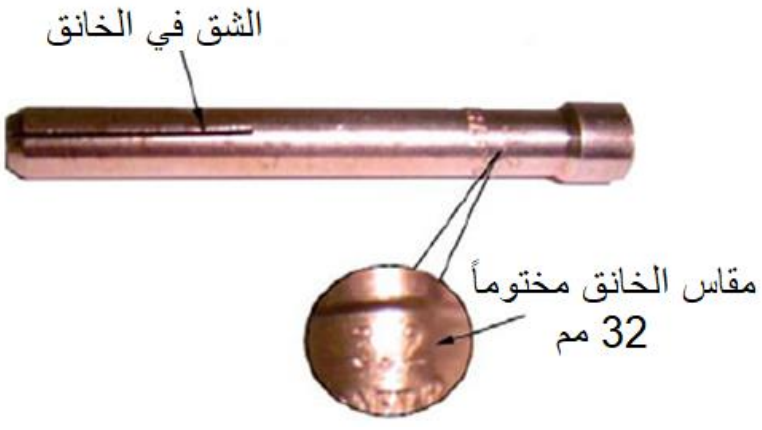
ويسمي أحيانا جسم الخانق وهو يختلف من مشعل إلى آخر حسب نوع المشعل وصناعته، ويكون على شكل أنبوب بفتحات جانبية لنفاذ الغاز وتوزيعه ومسنن من أحد الأطراف لتركيبة وربطه برأس المشعل كما هو مبين في (شكل رقم ١٠٠). وعمله هو إمساك قطب التنجستن إضافة إلى توزيع الغاز داخل الفوهة، ويعمل على توصيل التيار للقطب ويتوفر بمقاسات وأقطار مختلفة تتناسب مع أقطار أسياخ التنجستن المختلفة، كما يجب تغيير الناشر والخانق في كل مرة يتم فيها تغيير مقاس القطب.



شكل رقم ١٠٠: الناشر

٤. الخانق:

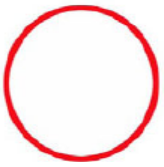
هو عبارة عن جلبة مستطيلة ومشقوقة من أحد الأطراف كما هو مبين في (شكل رقم ١٠١)، الغرض منها توصيل التيار وشد القطب عند غطاء المشعل، ويجب أن تناسب من حيث مقاس الفتحة مع كل من قطب التنجستن وجسم الخانق.



شكل رقم ١٠١: الخانق

٥. **الحلقة المطاطية:**

وعمل هذه الحلقة هام جدا ألا وهو منع تسرب غاز الحجب من جسم المشعل. ويبين (شكل رقم ١٠٢) يبين الحلقة المطاطية.



شكل رقم ١٠٢: حلقة مطاطية

٦. **قطب التنجستن:**

وعمله إيصال التيار وتوليد القوس الكهربائي من والى قطعة العمل. ويبين (شكل رقم ١٠٣) قضيب التنجستن.

شكل رقم ١٠٣: قطب تنجستن

٧. **الغطاء:**

يتوفر لكل مشعل من المشاعل كما هو مبين في (شكل رقم ١٠٤) نوعان من الأغطية هما:

أ. غطاء طويل.

ب. غطاء قصير.

الغرض منهما جميعا شد كل من الطوق وقطب التنجستن، وكل غطاء مجهز بحلقات مطاطية لمنع تسرب الغاز إضافة إلى منع الهواء الجوي من الدخول إلى المشعل.

تستخدم الأغطية الطويلة باستمرار، بينما تستخدم الأغطية القصيرة في الأعمال والأماكن التي يصعب دخول المشعل إليها

شكل رقم ١٠٤: غطاء طويل وغطاء قصير

نظام تشغيل المشاعل:

هناك نظامان لتشغيل مشاعل اللحام بالتيج هما:

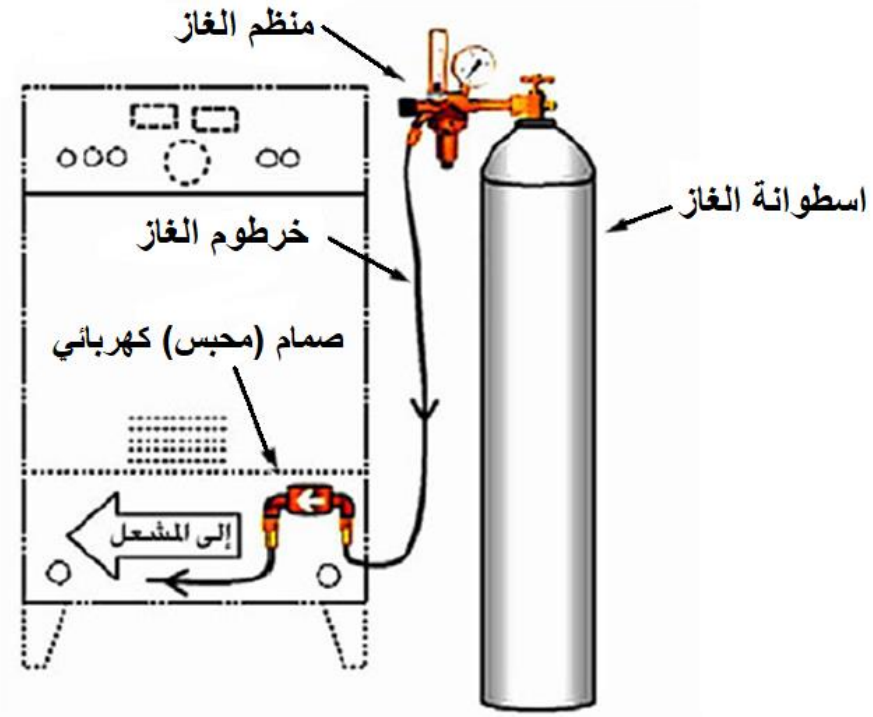
أ. **النظام الآلي:** ويتم فيها تشغيل المشعل آليا مع بدء عملية اللحام.

ب. **النظام الغير آلي:** ويتم فيها تشغيل المشعل بطريقتين:

- عن طريقة اليد بالضغط على زر التشغيل فيتولد القوس الكهربائي للبدء بعملية اللحام.
- عن طريق القدم بواسطة الدواسة لتشغيل المشعل فيتولد القوس الكهربائي للبدء بعملية اللحام.

٣- وحدة الغاز:

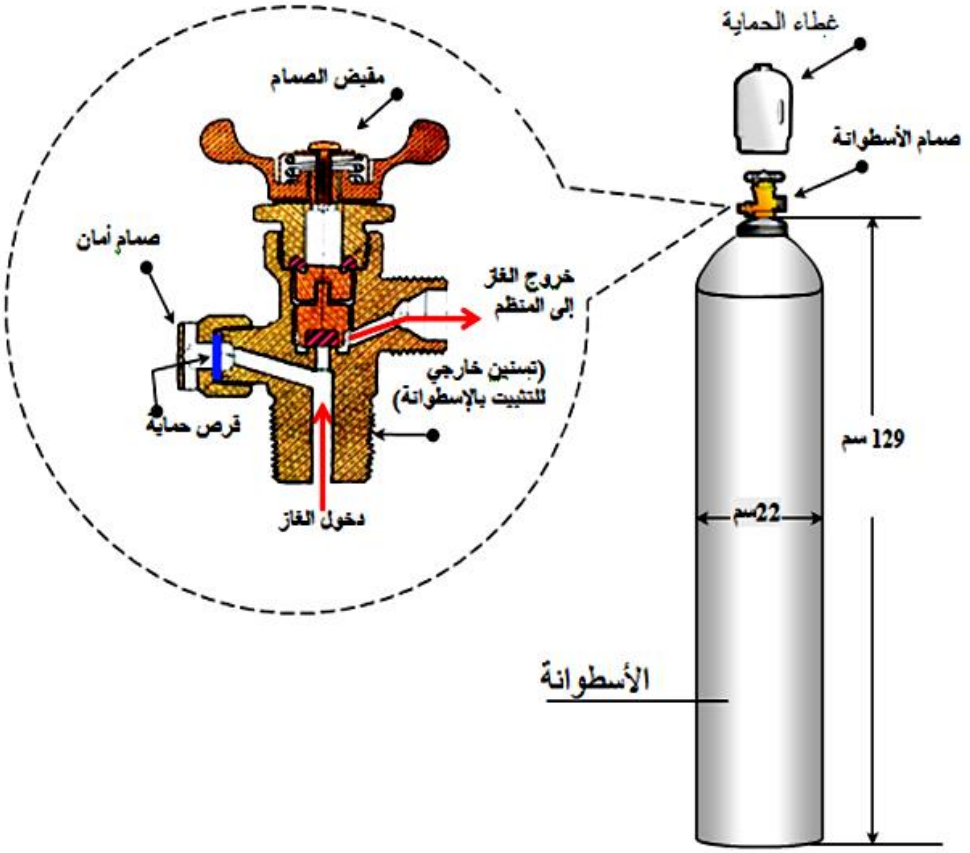
بما أن لحام التيج أحد أنواع اللحام التي تتطلب غاز حجب لعزل العوامل الجوية المؤثرة على منطقة اللحام فقد أضيف إلى معداته ما يسمي بوحدة الغاز لإيصال الغاز إلى منطقة اللحام، ويبين (شكل رقم ١٠٥) الأجزاء التي تتكون منها وحدة الغاز.



شكل رقم ١٠٥: أجزاء وحدة الغاز والصمام الكهربي للتحكم في الغاز

أ. **الاسطوانات:**

تتاح أسطوانات غاز الارجون بسعات ٥ و ١٠ و ٢٠ و ٥٠ لترا. الاسطوانات المستخدمة للغازات هي اسطوانات ذات ضغوط عالية تشبه تماما اسطوانات الأوكسجين من حيث الحجم والشكل، إلا أنها تتميز باللون الاصفر وتعبأ كل اسطوانة من هذا النوع بما مقداره (٩,٤) متر مكعب من الغاز تحت ضغط ١٨٥,٦ كجم / سم مربع أو ١٨٢ بار، في لحام التيج يمكن استعمال اسطوانة واحدة متنقلة كما هو مبين في (شكل رقم ١٠٦) توضع إلى جانب الآلة أو يكون لها حامل خاص.



شكل رقم ١٠٦: اسطوانة متنقلة

ب. **منظمات الغاز:**

تستخدم المنظمات لتخفيض الضغط الخارج من الاسطوانة وجعله مناسبا لضغط العمل، تختلف مواصفات منظمات غاز الحجب من نوع لآخر حسب نوعه وتركيبه، ومواصفات الشركة المصنعة. هناك منظمات خاصة بالغازات الخاملة، فمنها ما هو بمؤشرين أحدهما يبين ضغط الغاز داخل الاسطوانة والآخر يبين ضغط الغاز المتدفق للمشعل كما هو موضح في (شكل رقم ١٠٧).

شكل رقم ١٠٧: منظم غاز الارجون /ثاني أكسيد الكربون

ومنها ما هو بمؤشر لبيان ضغط الاسطوانة ومقياس متدرج لقياس تدفق غاز العمل كما هو مبين في (شكل رقم ١٠٨) وباختلاف المنظمات فان القراءات كذلك تختلف وهذا يعتمد على الشركات المصنعة لتلك المنظمات.

شكل رقم ١٠٨: منظم ضغط وتدفق

وبعض هذه المنظمات تكون الأرقام موضحة باللتر/ الدقيقة، وأخرى بقدم مكعب / الساعة وبعضها بالرطل/ البوصة المربعة، وبالطبع فإن النظام المتري هو السائد عالميا حاليا فإذا كان المنظم المستخدم بالتر فإن ضغط العمل (تدفق الغاز) يتراوح بين ٧- ١٠ لتر بالدقيقة، قد يزيد ولكن لا يمكن أن يقل، والزيادة تعتمد على نوع المعدن، كما أن زيادة الضغط قد لا يؤثر كثيرا على نوعية اللحام إلا أنها سوف تزيد من استهلاك الغازات، وإذا نقص الغاز سوف يؤدي إلى مشاكل كبيرة في عمليات اللحام مثل:

- تأكسد خط اللحام وقطب التنجستن.

- حدوث المسامية
- تشقق خط اللحام في بعض المعادن.

ج. **الصمامات:**

عمل الصمامات هو السماح لغاز الحجب بالوصول إلى منطقة اللحام، ويوجد نوعان من الصمامات هما

- **الصمام اليدوي:**

عبارة عن صمام أو حنفية صغيرة يركب على جسم مشعل التيج ويتم فتحه وإغلاقه بحركة بسيطة من إصبع الإبهام باليد كما هو مبين في (شكل رقم ١٠٩)، وعند فتحه يمر الغاز إلى منطقة اللحام، وعند إغلاقه يتوقف الغاز عن التدفق، ويستخدم هذا النوع من الصمامات في الغالب عندما لا تجهز آلة اللحام بالصمام الكهربائي.

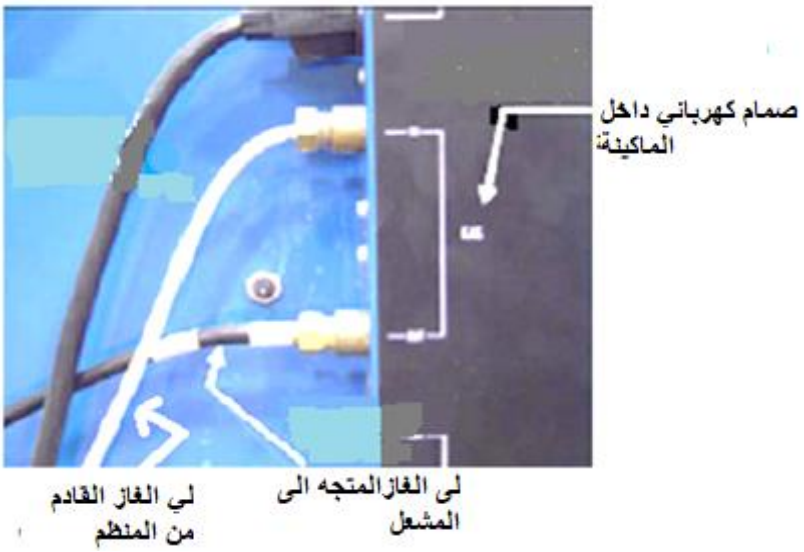
شكل رقم ١٠٩: صمام يدوى

- **الصمام الكهربائي:**

معظم معدات اللحام بالتيج تكون مجهزة بصمام يعمل كهربائيا كالمبين في (شكل رقم ١١٠) وهو مزود بملف كهربي (سولونيد) يفتح ويغلق عن طريق إشارة كهربائية.

شكل رقم ١١٠: صمام كهربى ظاهر

أو يكون الصمام داخل ماكينة اللحام كما هو مبين في (شكل رقم ١١١)، ويسمح بمرور الغاز عند البدء بعملية اللحام.



شكل رقم ١١١: صمام كهربي داخل الآلة

٤- أقطاب اللحام Welding rods and electrodes:

تنقسم اقطاب اللحام الى اقطاب غير مستهلكة واقطاب مستهلكة

أولا: أقطاب غير مستهلكة (اقطاب التنجستن)

الأقطاب المستخدمة في لحام التيج تختلف كثيرا عن الأقطاب المستخدمة في عمليات اللحام الأخرى المعروفة، فهي لاستخدم كمعدن ملء، وتصنع الأقطاب المستخدمة في لحام التيج من معدن التنجستن النقي، وهذا النوع من المعادن مقاوم للحرارة العالية جدا، لهذا فهو لا ينصهر أو يتبخر من جراء حرارة القوس، وتصل درجة حرارته إلى ٣٤١٠ درجة مئوية (٦١٧٠ درجة فهرنهايت)، وأثناء عملية اللحام يتحول لونه إلى الأحمر، ومع ذلك فهو يحافظ على قساوته، ونظرا لتوفر أنواع ومقاسات مختلفة من الأقطاب، يجب مراعاة عوامل كثيرة عند إجراء عملية الاختيار، منها تيار اللحام لأن التيار عامل مهم جدا تترتب عليه عوامل اخرى مثل نوع وسماكة المعدن. وهناك نوعان من الأقطاب هي:

أ. **قطب التنجستن النقي:**

يصنع هذا القطب من التنجستن النقي الذي تصل نقاوته إلى ٩٩,٥٥% تقريبا، وتستخدم مع التيار المتردد في لحام معدي الألمنيوم والمغنيزيوم، ويتميز باللون الأخضر في أحد أطرافه ويكون شكل الرأس أثناء اللحام كرويا تلقائيا.

ب. **قطب التنجستن المعالج بالثوريوم:**

عند إضافة ما نسبته ١% إلى ٢% من أكسيد الثوريوم لمعدن التنجستن فإن ذلك يزيد من ميزات القطب، مثل تحسين بدء القوس وزيادة بمقدار ٥٠% تقريبا من التيار. ويستخدم للتيار المستمر للحام الفولاذ بأنواعه المختلفة، فولاذ طري، صلب كربوني أو مقاوم للصدأ (استانلس ستيل)، وهذه

الأعمال تتطلب أن يكون رأس القطب مبريا أو مجلخا، مثل رأس القلم الرصاص ويتميز باللون الأحمر في أحد أطرافه كما هو مبين في (شكل رقم ١١٢).

شكل رقم ١١٢: تنجستن معالج بالثوريوم

وهناك أربعة أنواع من أسلاك التنجستن موضحة في الجدول التالي:

GTAW Electrode Numbers, Colors & Alloys					
AWS Number	Code Color	Approximate Alloy Content			Others
		Tungsten	Thoria	Zirconia	(Max)
EWP	Green اخضر	99.5	-	-	0.5
Eth-1	Yellow اصفر	98.5	0.8 to 1.2	-	0.5
Eth-2	Red احمر	97.5	1.7 to 2.2	-	0.5
Eth-3	Blue ازرق	98.95	0.35 to 0.55	-	0.5
EWZr	Brown بني	99.2	-	0.15 to 0.4	0.5

يتراوح أقطار هذه الاقطاب ما بين (0.5 – 6.4 mm) وبأطوال تتراوح ما بين (75-610 mm) وأما أن تكون من التنجستن النقي (EWP) (Pure Tungsten) درجة نقاوتها تصل لغاية (99.5 %)، وتمتاز بتكلفة منخفضة وتستخدم لأعمال اللحام ذات الدقة المنخفضة، عن أسلاك التنجستن الثوريومي أو الزيركونيوم التي تستخدم لسعات تياريه أعلى، وقذفها للالكترونات أعلى (Better Electron Emissive) وأطول عمرا وأكثر مقاومة لعوامل التلوث، وسهولة توليد القوس واستقراريه أفضل.

ثانيا: أسلاك لحام المليء Welding Rods

يتم لحام TIG بواسطة غاز الارجون وهو عبارة عن غاز وماكينة لحام كهرباء على ٣٠٠ أمبير، يستخدم لحام التيج TIG في لحام عدد كبير من المعادن، لذلك يتوفر الكثير من أنواع أسلاك المليء فالاختيار الأمثل لمعدن الملء المناسب يعتمد على الخواص الكيميائية، والميكانيكية للمعدن المراد لحامه، وعادة تكون معادن الملء مشابهة للمعدن الأساسي إلا أنها ليست بالضرورة مطابقة له، ويتم إنتاج معادن الملئ بالمختبرات تحت عناية فائقة من حيث النقاوة، ويجب أن تكون أكثر جودة من المعدن الأساسي المراد لحامه، ويتم اختيار السلك (معدن المليء) بناء على خواصه الكيميائية والميكانيكية مثل، قوة الشد، الصلادة، التوصيل الكهربائي والحراري، مقاومته للصدأ أو التآكل، ومظهر اللحام الناتج، وعادة ما يضاف مانع التأكسد لمعادن الملء لتحسين الجودة.

الأسلاك التي يتعامل بها لحام TIG والأسلاك المستخدمة فيها هي:

أ. ستانليس ستيل

ب. كربون ستيل

ج. النحاس

د. الألمنيوم

يتم تحديد معدل تدفق غاز الأرجون من معدل تدفق الغازات والهواء المحيط بمكان اللحام. في الحالات التي يتم فيها لحام في مساحة مغلقة، فإن تكاليف الغاز ستكون ضئيلة، ولكن عند إجراء العمل في الهواء الطلق في ظروف رياح كبيرة، سيكون من الضروري استخدام فوهات خاصة مع شبكات، لأن هبات الهواء هي أكثر عرضة لهدم الأرجون وترك الأسطح المعدنية بدون حماية. يتوقف تدفق غاز الأرجون في دقيقة أو دقيقة ونصف بعد نهاية لحام الأجزاء، عند نهاية القطب سيكون لديه الوقت ليبرد.

ثالثا: مميزات اللحام بالتيج:

لحام التيج له الكثير من المميزات التي تفوق كثيرا معظم عمليات اللحام الأخرى، ومن مزايا هذه الطريقة في لحام المعادن غير الحديدية والصلب المقاوم للصدأ تشمل الخصائص التالية:

أ. لحام موثوق به، مما يلغي ظهور المسام أو الشوائب بسبب حماية اللحام بالأرجون؛

ب. ينتج لحام نظيف وخال من العيوب عالي الجودة.

ج. درزة اللحام محمية من آثار الغلاف الجوي؛

د. يلحم غالبية المعادن والسبائك المستخدمة صناعيا.

ه. لا يسخن معدن اللحام لدرجات مرتفعة (تسخين ضعيف)، وبالتالي لا يغير خصائص المنتج؛

و. يلحم في جميع الأوضاع.

ز. قطب التنجستن يستمر فترات طويلة لان درجة أنصاره عالية ٣٤٢٠ oم

ح. إمكانية الانضمام إلى أي سبائك؛

ط. يمكن مشاهدة بؤرة اللحام والقوس بوضوح.

ي. بما أن سلك اللحام لا يقطع القوس فإن الكمية المضافة لا تعتمد على مستوى التيار كما في العمليات الأخرى.

ك. تركيز قوسي عال يبرز تسليط الحرارة على منطقة محدودة مما يتيح الحصول على منطقة حرارة مركزة ضيقة مقارنة مع العمليات الاخرى وهذه الميزة فعالة عند لحام المعادن ذات التوصيل الحراري العالي مثل الألمنيوم والنحاس.

ل. لا ينتج عنه شرر يحتاج إلى الإزالة لأن الشرر غالبا يسبب مشاكل في اللحام خاصة أماكن التوصيل.

م. عمق ذوبان متساو من المعدن.

ن. لحام المواد التي ليس لها طريقة اتصال مختلفة؛

س. لا غنى عنه في لحام الصلب المقاوم للصدأ والألومنيوم والتيتانيوم

ع. يستخدم لحام الألمنيوم مع الأرجون في المقام الأول للهياكل والهياكل الحرجة

ف. قبول أجزاء اللحام من التصميم المعقد دون تغيير شكلها، لأن مناطق تسخين المعدن صغيرة للغاية؛

ص. اعلى جودة نفاذ بالمقارنة بطرق القوس الكهربي

رابعا: عيوب اللحام بالتيج:

في تطبيق أي طريقة من طرق اللحام، هناك إيجابيات وسلبيات، وتقنية اللحام بقوس الأرجون بالطبع ليست استثناء. لسوء الحظ، عند معالجة الأرجون، تظهر طبقة مسامية من أكسيد الكروم على الأجزاء، مما يؤثر سلبا على مقاومة التآكل ومن أوجه لقصور في طريقة اللحام بالارجون ما يلي:

أ. عالي التكلفة، ولهذا فهي ليست دائما مفيدة للاستخدام في حالات اللحام العادي

ب. معدات معقدة نوعا ما وصعبة للمبتدئين،

ج. تتطلب تجهيزا وتكوينا مسبقا،

د. تتطلب مهارة عالية من فني اللحام،

ه. سرعة اللحام به بطيئة جدا إذا قورنت بالأنواع الأخرى مع الطريقة اليدوية.

و. يتأثر قطب التنجستن أثناء اللحام.

ز. غير جيد للحام السماكات الكبيرة لأن ترسيبه قليل، وعادة يستخدم في الغرز فقط للسماكات الكبيرة نظرا لتكلفة العالية

الأبخره والعوادم الضارة عند اللحام بلحام الـ TIG

نصيب المواد الضارة من الأدخنة قليل للغاية أثناء اللحام بأسلوب TIG مقارنة بأنواع اللحام الأخرى ومن الضرورى مراعاة خطر غاز الأوزون الذي يتكون أثناء إنصهار سلك لحام الألومنيوم بمساعدة الأشعة فوق البنفسجية.

ضوابط استخدام غازات الحماية:

أ. في حال ثقل غاز الحماية عن وزن الهواء مثل الأرجون فقد تتسرب الغازات إلى مسار التنفس في ظل ظروف العمل في أماكن ضيقة مما يزيد من خطر الإختناق.

ب. غازات الحماية التي تحتوي على الهيدروجين قد تتحول بالإختلاط بالهواء إلى غازات قابلة للإنفجار يجب تجنب الإلكترودات التي تحتوي على الثوريوم (Thorium) لإحتمال إنبعاث إشعاع ذرى ضعيف منها أثناء التجليخ.

الباب الرابع: لحام الميج – ماج (MIG MAG)

لحام بالغاز الخامل/النشط MAG/MIG

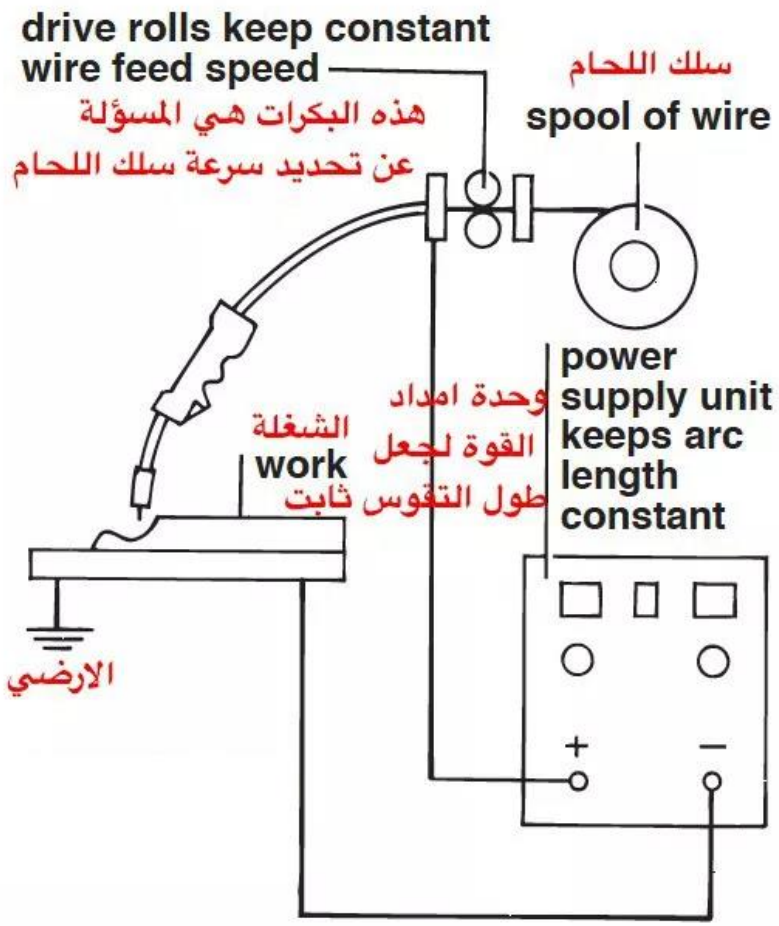
في الحقيقة ان لحام ميج ماج MAG/MIG هما وجهين لعملة واحدة فكلاهما يستخدم نفس المعدات ونفس الغاز كما وان الفرق بين لحام القوس الكهربائي MIG – MAG كما جاء في المعيار الدولي الأوربي ISO فعندما نقول ميج ماج اعلم ان المتحدث يقصد المعيار الاوربي اوالانجليزي BS فقط، ويسمى في المعيار الأمريكي ASME Code وAWS لهم تسميات مختلفة وهي GMAW وتعني Gas Metal Arc Welding وهي لحام المعادن عن طريق القوس الكهربائي باستخدام الغاز واليك معاني المصطلحات حسب الاتي:

MIG – Metal Inert Gas وتعني انه يستخدم نوع من انواع الغاز الخامل غير النشط فعلي سبيل المثال غاز الارجون – او غاز الهليوم بمفردهم وكما انه يصلح في جميع انواع اللحام للمعادن غير الحديدية مثل الالمنيوم والنحاس الخ...

MAG – Metal Active Gas وهو يعني استخدام الغاز النشط بجانب الغاز الخامل فعلي سبيل المثال يتم استخدام الارجون AR مع الاكسجين O_2، الارجون مع الكاربون أوكسيد Co_2، الارجون Ar مع الاكسجين O_2 والكاربون اوكسيد CO_2 معا، ولكن بنسب معينة فلا اخفيك عزيزي الفني انه يمكنك استخدام الارجون Ar مع ٢ الي ٥ ٪ من الاكسجين O_2 الارجون Ar مع ٥ الي ٢٥ ٪ CO_2، او تستخدم الارجون ar مع ١٠٪ Co_2 كاربون اوكسيد + ٥ ٪ من الاكسجين O_2.

كما يجب ان تعلم ان هذه النسب في الغازات النشطة تؤثر على القوس وعلى كمية الترتشة Spatter وتؤثر علي الخصائص الميكانيكية للحام.

ان هذه العمليات مناسبة وجيدة جدا لاجراء اللحام اليدوي وعمليات اللحام الميكانيكية وفي MIG – MAG يتم استخدام الجهد المنخفض من ١٨ الي ٤٠ فولت والتيار المستمر high Current من ٦٠ الي ٥٠٠ امبير لكي يتم تكوين القوس ما بين نهاية سلك اللحام (الالكترود) والوصلات وبالتالي يتم انتاج وامداد ما يكفي من الحرارة لتكوين القوس Arc weld وعمليه الانصهار وتكون مهمة الغاز هي حماية اللحام من عوامل الجو الضارة والتلوث بعمل درع الحماية ولهذا تم تسميته بغلاف الغاز (شيلد) Gas shield ويوضح الشكل الاتي الوضع النموذجي لآلية العمل في انواع لحام القوس الكهربائي MIG – Mag.



وهذا الشكل مبين به كيفية اليات العمل اثناء عمليات اللحام مع طريقة تنظيم السرعات من خلال البكرات لسلك اللحام وامداد القوة الكهربائية يتم تحديده بناء على المسافة بين الشغلة والالكترود Arc Length وكما يوضح لك الشكل الاتي عمليات تدفق الغاز والمسافة بين الشغلة وبين الالكترود وايضا المسافة بين فتحة تدفق الغاز وبين الشغلة تتراوح ما بين ١٩ الي ٢٥ مليمتر ويعتبر هذه المسافة مقبولة.

من خلال الشكل اعلاه يتبين ان اليات وعمليات التدفق الخاصة بسلك اللحام تتم بواسطة الية ميكانيكية وتبقي مسؤليتك انت كفني لحام هي التركيز في المحافظة علي طول المسافة بين الوصلات وما بين الالكترود لضمان عملية الانصهار Fusion بشكل طبيعي وفي الواقع ان مصدر الطاقة الخاص بعمليات اللحام Mig – Mag في لحام القوس الكهربائي هو مصدر الجهد المستمر constant voltage وهو

المسؤل بطريقة اوتوماتيكية عن ضبط القوس ومصدر التيار المستمر Current Constant هو المسؤل عن عملية رقابة وضبط انحناء القوس وضبط مساره ومصدر الطاقة هذا معروف باسم المحول والمحولات وفي ظل التطور الصناعي لمعدات اللحام تري هذه الاحرف CC – CV فهي تشير الي انواع المحولات constant current and constant voltage وهي التي لها اليات اوتوماتيكية.

ملاحظة هامة: هناك بعض شركات تعبئة اسطوانات الغاز لديها مواصافات معينة لذلك ينبغي عليك ان تكون ملم بنوع الغاز المستخدم لانه قد يحتاج منك الي عمليات تسخين اقل من المعدلات الطبيعية للمعدن الام قبل البدء في اجراء عمليات اللحام Mig – Mag Arc Weld.

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

المعادن

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

أوضاع اللحام : جميع أوضاع اللحام بلا إستثناء .

نطاقات الاستخدام

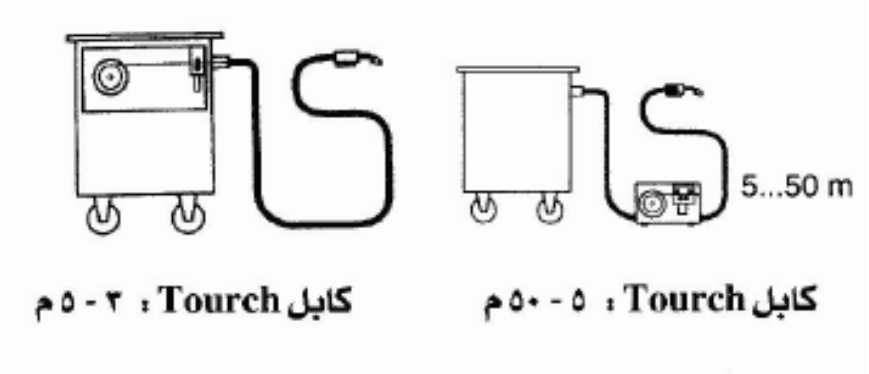
هذا النوع من اللحام يجمع بين مزايا اللحام بـ MMA (جودة الحماية من التأثير الضار للهواء الخارجى من خلال الخبث والغازات المتكونة) ومزايا لحام MAG مثل قدرة الإنصهار العالية (تصل إلى ١١ كجم / ساعة) وكذلك سهولة ومرونة لحام MAG ويستخدم هذا النوع من اللحام بكثرة في لحام الصلب وسبائكه بدءا من ٥ مم وذلك في مجالات تشييد الكبارى والجسور والمنشآت المعدنية وصناعة السفن الحربية.

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

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

أجهزة سحب سلك اللحام (موتور السحب)

في حالة وجود جهاز سحب السلك داخل الماكينة (أنظر الصورة) يكون طول كابل الطورش من ٣ - ٥م وعند الحاجة إلى إطالة كابل الطورش من ٥ - ٥٠م فذلك يستلزم توصيل جهاز سحب السلك خارج الماكينة مع كابل الطورش مباشرة (أنظر الصورة).



شكل رقم ١١٣: أجهزة سحب سلك اللحام (موتور السحب)

الأبخره والعوادم الضارة عند اللحام بـ MAG/MIG

- لدى القيام بعملية اللحام يتلوث الهواء بالأبخرة والغازات المنبعثة من بركة اللحام وتقل هذه النسبة بوجود غازات خاملة ضمن الغاز المحجب وطبقا للتركيب الكيميائى لسلك اللحام يمكن أن تحتوى الأبخرة المنبعثة علي أكاسيد الحديد والألومنيوم (غير سامة ولكن مضرة بالرئتين) وأكسيد المنجنيز (سام) وأدخنة محتوية على الكروم والنيكل (مسببة للأمراض السرطانية) وتزداد خطورة الغازات والأبخرة الضارة عند لحام MMAW بالمقارنة بلحام MAG/MIG.
- لدى استخدام ثانى أكسيد الكربون كغاز محجب يتكون أول أكسيد الكربون بتأثير درجة الحرارة المرتفعة للـ Arc وعند اللحام في وجود غاز خامل أو خليط غازات محتوية علي غاز خامل يتكون الأوزون وذلك بتأثير الأشعة فوق البنفسجية المنبعثة من الـ Arc ومن المعلوم أن أول أكسيد الكربون والأوزون من الغازات السامة.
- يزداد خطر الاختناق باستخدام غازات ثانى أكسيد الكربون والأرجون عند اللحام فى الأماكن الضيقة أو العميقة لأنهما أثقل من الهواء.
- قد يتكون لدى استخدام غازات محجبة محتوية على هيدروجين بالتفاعل مع غاز النتروجين فى الهواء الجوى غاز قابل للانفجار.

إجراءات الوقاية اللازمة عند استخدام غازات محجبة نشطة أو خاملة

- تجنب زيادة تكون الأبخرة بالإلتزام بإرشادات منتج سلك اللحام (شدة التيار – فرق الجهد – كمية الغاز).
- تجنب تنفس المواد الضارة بوضع المشغولة في الوضع المناسب.
- أحرص على شفط الغازات الضارة من منبعها باستخدام أجهزة شفط ثابتة أو متحركة.

- فى حالة عدم توافر الشفط الكافى أحرص على استخدام أنظمة حماية تنفس إضافية (مثلا عند لحام أجزاء تركيبية تحتوي على الزنك أو الرصاص).
- الحرص على إجراء فحوصات الوقاية الطبية لفنى اللحام بصفة دورية عند اللحام بأسلاك إلكترود تحتوي على نسبة عالية من الكروم والنيكل.
- معادلة التأثير الضار لخليط الغازات المحجبة بالهيدروجين بتصريفها في الخلاء أو بحرقها إذا زادت نسبة الهيدروجين عن ١٠%.
- استخدام إلكترودات لا تحتوي على الثوريوم والتخلص من أتربة التجليخ للألكترود.

الباب الخامس: أنواع أسلاك اللحام

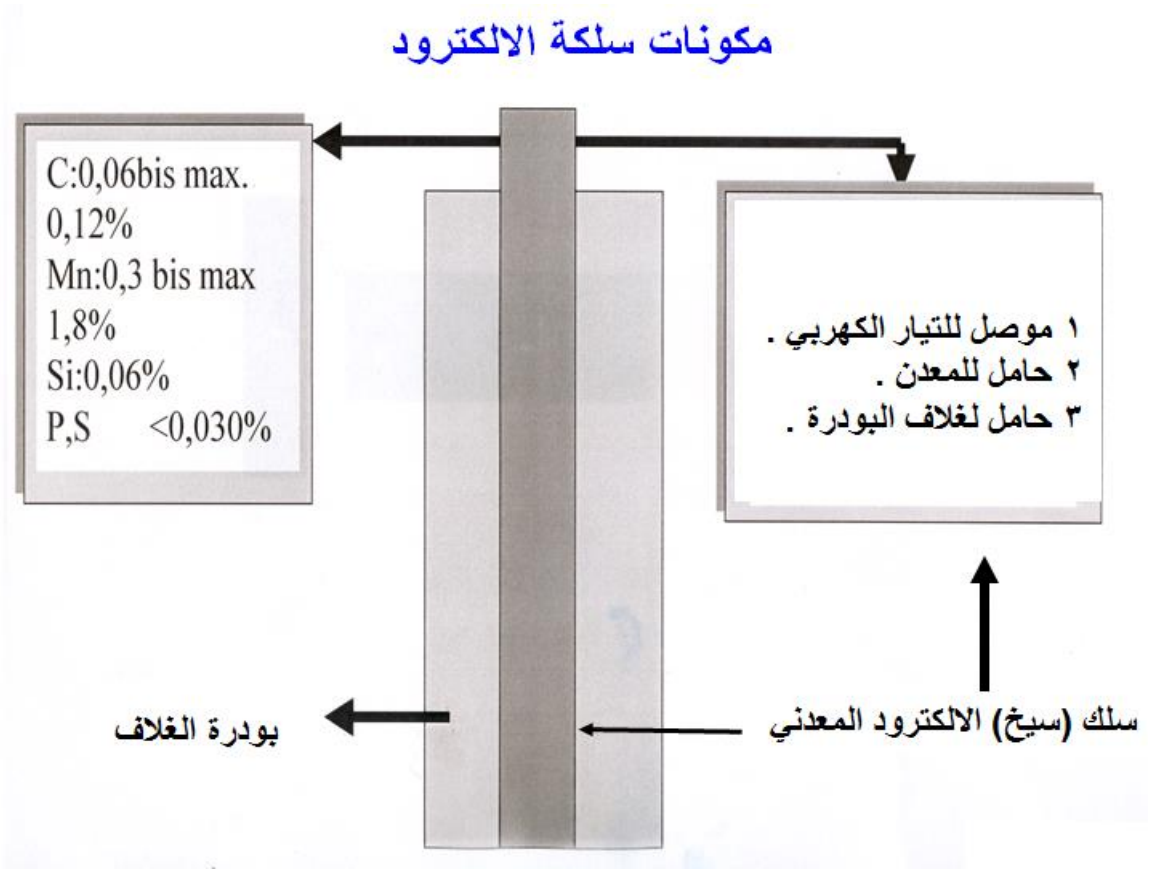
مقدمة

من الهام اختيار أسلاك اللحام المناسبة لكل عملية لحام حتى نحصل على أفضل نتائج لعملية اللحام، ومن هنا كان التعرف على أنواع أسلاك اللحام عملية غاية فى الأهمية.

الأسلاك المستخدمة فى لحام القوس المعدنى اليدوى MMAW

مكونات السلك

تتكون الأسلاك من المكونات الموضحة بالشكل التالى



شكل رقم ١١٤: مكونات سلك اللحام المستخدمة فى لحام الـ MMAW

الفوائد الفنية لبودرة الالكترود (الفلكس):

١. تكوين واستمرارية القوس الكهربي: وذلك عن طريق تأين الغازات الموجودة بين نهاية الالكترود والشغلة لاحتوائه على مواد سهلة التاين.
٢. تكوين غازات الحماية اثناء اللحام: كنتيجة لعملية أنصهار بودرة الالكترود تتكون غازات الحماية الذاتيه مثل ثانى أكسيد الكربون لحماية معدن اللحام المنصهر من عمليات التأكسد والنتردة وتكون ال gas pore اثناء اللحام.
٣. تكوين الخبث: الذي يساهم فى التبريد البطئ لوصلة اللحام، وكذلك يوفر الخبث حماية اضافية للحام المنصهر ضد.

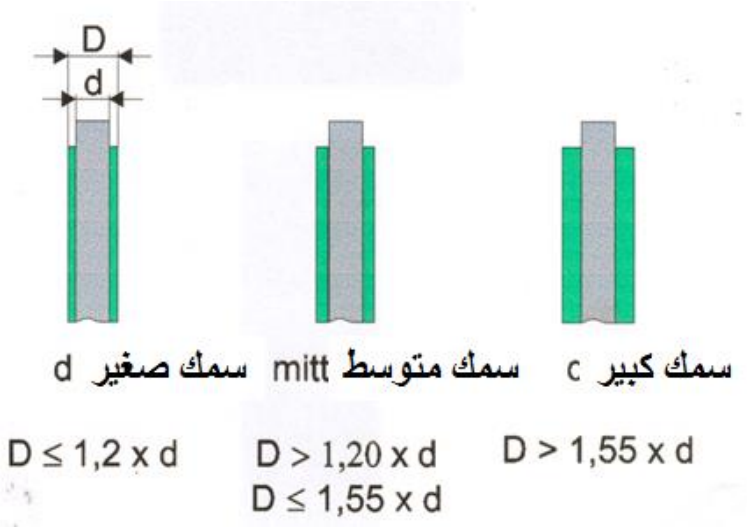
التأثيرات السلبية للهواء المحيط بوصلة اللحام:

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

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

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

٤. تصنيف سلك الالكترود طبقا لسمك غلاف البودرة: تؤثر تخانة غلاف البودرة علي شكل وجودة اللحام وكذلك تؤثر على عمق النفاذ.

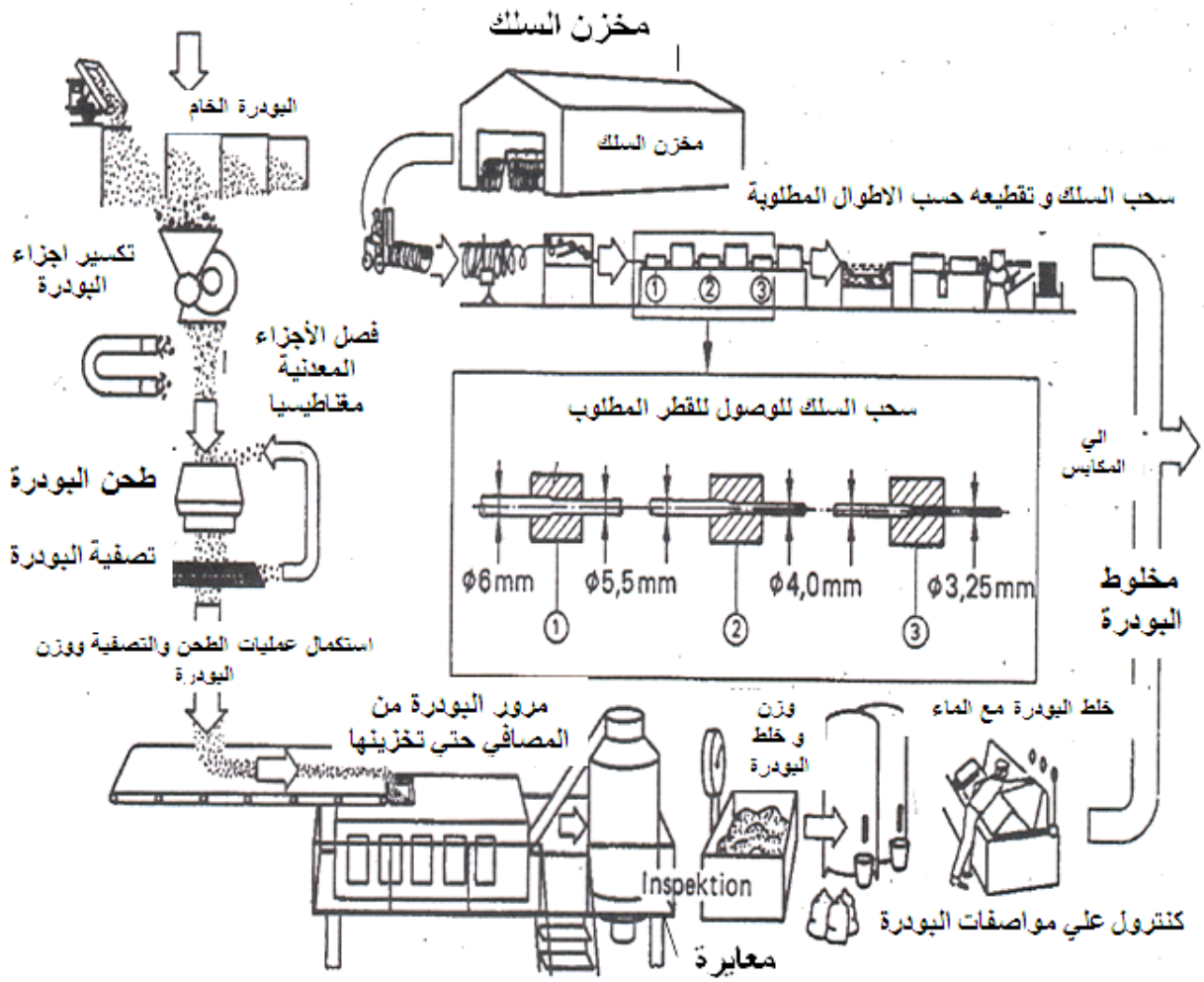


شكل رقم ١١٥: تأثير غلاف البودرة على جودة اللحام

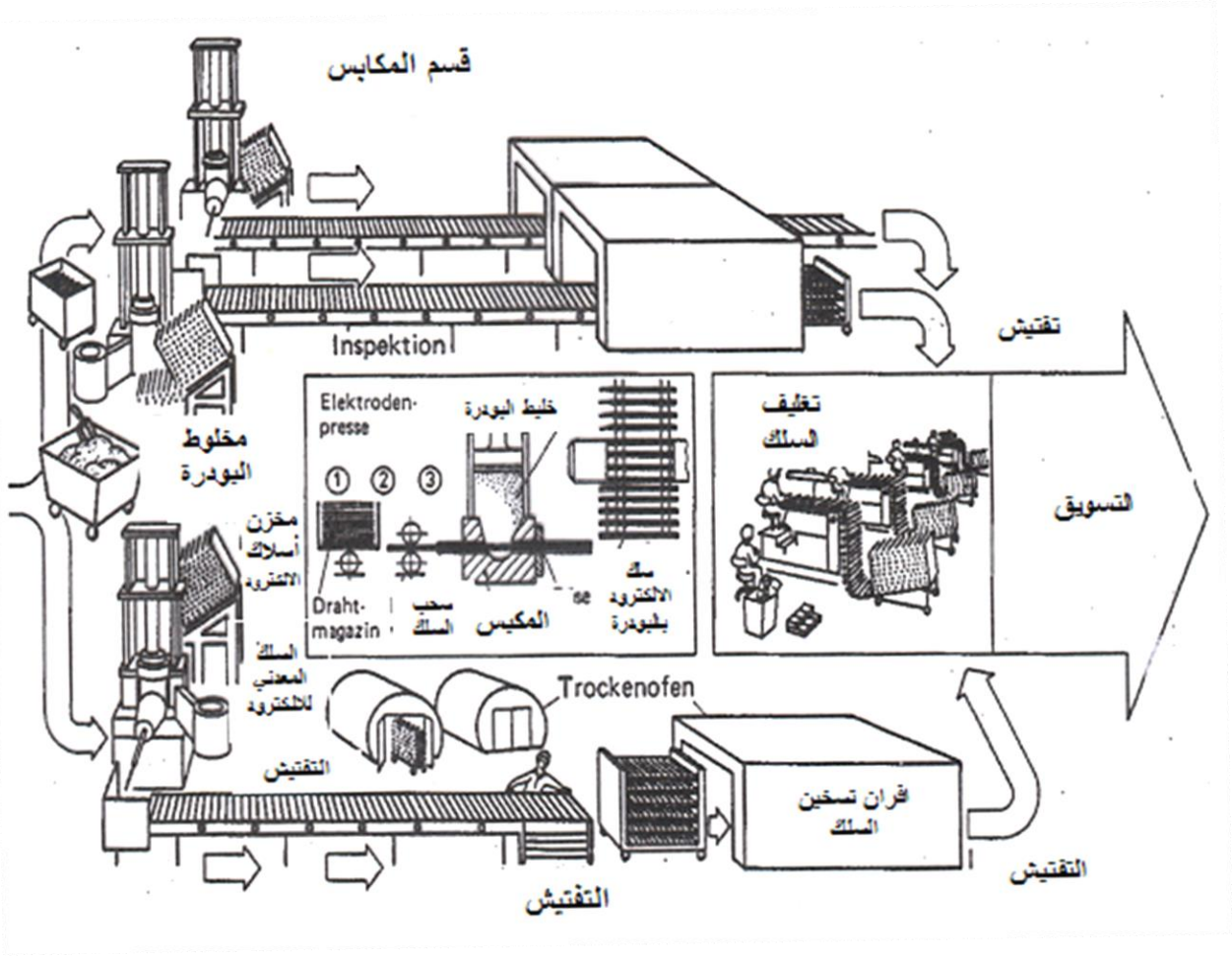
سمك كبير	متوسط السمك	سمك صغير	سمك طبقة التغليف
حجم صغير	حجم متوسط	حجم كبير	حجم الكرات المنصهرة
لا تصلح	متوسط	جيدة	لحام جذر اللحام
ناعم	متوسط الخشونة	خشن	شكل اللحام
عميق	متوسط	ضعيف	عمق النفاذ

جدول رقم ١٥: تأثير غلاف البودرة على جودة اللحام

انتاج أسلاك الإلكترود



شكل رقم ١١٦: طرق انتاج الأسلاك ١



شكل رقم ١١٧: طرق انتاج الأسلاك ٢

مواصفات سلك اللحام طبقا للمواصفة العالمية

يتم توصيف سلك اللحام بطريقتين طبقا للمواصفة العالمية EN ISO 2560

الطريقة الاولى: التوصيف طبقا لحد الخضوع واختبار الصدم بحد أدني 47j.

ISO 2560-A- E 46 6 Mn1Ni B 4 2 H5

2560: القياس العالمي / القياس الدولي / international standard لسلك الالكترود.

E: نوع اللحام وهو اللحام بالقوس الكهربي MMA.

46: رقم رمزي يشير الي الخواص الميكانيكية لمادة اللحام Weld Metal وهي قوة الشد Tensile Strength وحد الانسياب yield Point وكذلك الاستطالة بعد الكسر Elongation After fraction.

الرقم الرمزي	إجهاد الخضوع Yield point (N/mm2)	قوة الشد Tensile Strength (N/mm2)	الاستطالة Elongation After fraction (%)
35	355	470-570	22
38	380	470-600	20
42	420	500-640	20
46	460	530-680	20
50	500	560-720	18

جدول رقم ١٦: الخواص الميكانيكية لمادة سلك اللحام

6: رمز رقمي يشير الي القيمة الصدمية الخاصة بـ weld metal

الرقم الرمزي	درجة الحرارة temperature °C
Z	Not required
A	20
0	0
2	-20
3	-30
4	-40
5	-50
6	-60

جدول رقم ١٧: القيمة الصدمية الخاصة بـ weld metal

Weld Metal: التركيب الكيميائي % لل Mn1Ni

الرمز الكيميائي	Mn	Mo	Ni
بدون رمز محدد*	2.0	-	-
Mo	1.4	3.0 – 0.6	-
MnMo	1.4 - 2	3.0 – 0.6	-
1Ni	1.4	-	0.6 – 1.2
Mn1Ni	1.4 - 2	-	0.6 – 1.2
2Ni	1.4	-	1.8 - 2.6
Mn2Ni	1.4 - 2	-	6.2 – 2.1

الرمز الكيميائي	Mn	Mo	Ni
3Ni	1.4	-	2.6 – 3.8
1NiMo	1.4	6.0 – 3.0	0.6 – 1.2
Z			

جدول رقم ١٨: التركيب الكيميائي % لل Weld Metal

بدون رمز محدد تعني صلاحية الالكترود للحام St 37 – St 44 – St 52 – St 50 – St60 – St 70 .

B: الرمز الوصفي للبودرة

الرمز	نوع البودرة
A	acid covering
C	Cellulose
R	Rutile
RR	Thick Rutile
RC	Rutile - Cellulose
RA	Rutile - Iron oxide type
RB	Rutile – Basic
B	Basic

جدول رقم ١٩: الرمز الوصفي للبودرة

٤: نوع التيار ومعدل الترسيب

الرقم	معدل الترسيب %	نوع التيار
١	أقل من ١٠٥	تيار متردد و مستمر
٢	أقل من ١٠٥	تيار مستمر
٣	105 – 125	تيار متردد و مستمر
٤	105 – 125	تيار مستمر
٥	125 – 160	تيار متردد و مستمر
٦	125 - 160	تيار مستمر
٧	أكبر من 160	تيار متردد و مستمر
٨	أكبر من 160	تيار مستمر

جدول رقم ٢٠: نوع التيار ومعدل الترسيب

٢: يعني صلاحية الالكترود لاوضاع اللحام المختلفة (Position)

الرقم	الأوضاع التي يصلح لها الالكترود
١	تصلح لجميع الأوضاع PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG
٢	تصلح لجميع الأوضاع ماعدا اللحام علي النازل PA, PB, PC, PD, PE, PF
٣	تصلح للحام الأرضي ولحام الزاوية PA, PB
٤	الالكترود يصلح للحام الأرضي ولحام الزاوية PA
٥	كما في ٣ ويضاف اليها صلاحية اللحام علي النازل PA, PB, PG

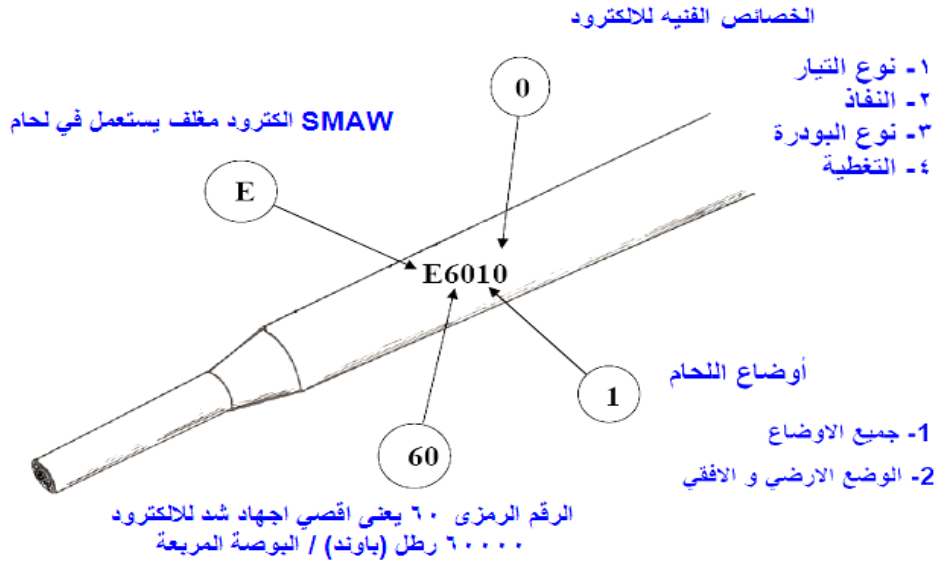
جدول رقم ٢١: صلاحية الالكترود لاوضاع اللحام المختلفة

Weld metal H5: الرمز الوصفي لحجم الهيدروجين في مادة اللحام.

Symbol الرمز الوصفي للهيدروجين	max. metal Hydrogen content ml/100 g deposited حجم الهيدروجين في مادة اللحام بالملليلتر لكل ١٠٠جرام weld metal من مادة اللحام
H5	5
H10	10
H15	15

جدول رقم ٢٢: الرمز الوصفي لحجم الهيدروجين في مادة اللحام

الطريقة الثانية: مواصفات سلك اللحام طبقا للمواصفة الأمريكية AWS A5.1



شكل رقم ١١٨: الخصائص الفنية للإلكترود

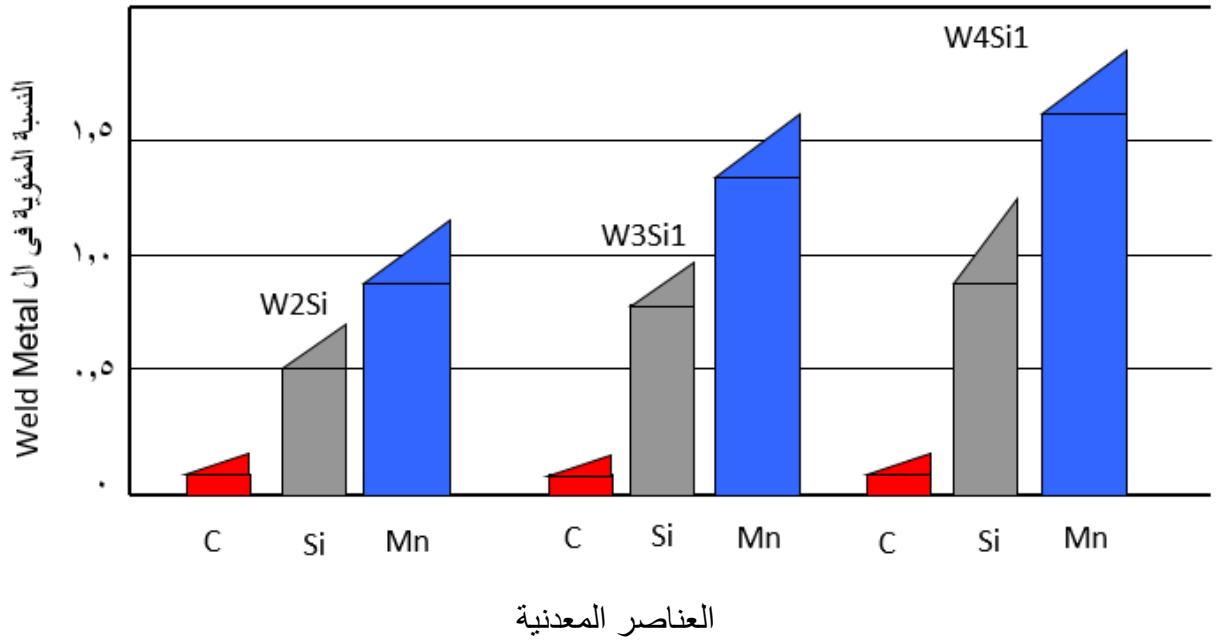
الحرف الاول E: الكترود مغلف يستعمل في لحام SMAW.

الرقم 60: يعطي الحد الادني لقوة الشد الذي يتحمله معدن اللحام بمعدل ١٠٠٠ رطل لكل بوصة مربعة أي أن معدن هذا الالكترود يتحمل تأثير قوة شد ٦٠٠٠٠ رطل / البوصة المربعة.

الأسلاك المستخدمة فى لحام الـــ TIG

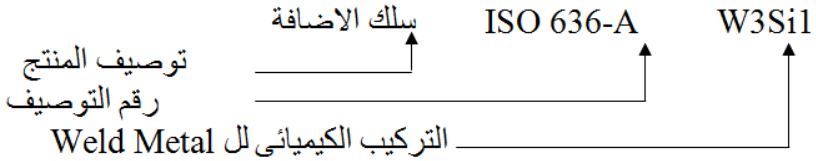
أسلاك الاضافة الخاصة بلحام ال Steel طبقا للتوصيف DIN EN ISO 636

التركيب الكيميائى للسلك بعد صهره (Weld Metal) طبقا للتوصيف DIN EN ISO 636 الجدول رقم 3A

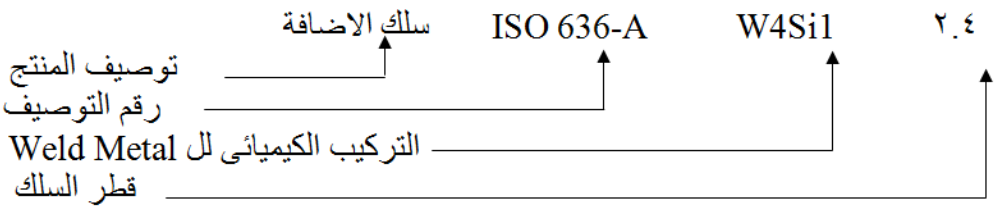


شكل رقم ١١٩: التركيب الكيميائى للسلك بعد صهره (Weld Metal) طبقا للتوصيف DIN EN ISO 636

توصيف السلك



مثال لطلب توريد سلك الاضافة



أقطار السلك وأطواله:

طول عود السلك = ١ متر

أقطار السلك الموصفة بالمليمتر							
٦,٠	٥,٠	٤,٠	٣,٢	٣,٠	٢,٤	٢,٠	١,٦

الأسلاك المستخدمة فى لحام الـ MIG - MAG

مواصفات سلك اللحام طبقا للمواصفة العالمية

يتم توصيف سلك اللحام بطريقتين طبقا للمواصفة العالمية EN ISO 14341.

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

ISO 14341-A- G 46 3 M G3Si1

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

جدول رقم ٢٣: التوصيف طبقا لحد الخضوع واختبار الصدم والاستطاله

ISO 14341: القياس العالمى / القياس الدولى / international standard لسلك اللحام

G: نوع ال welding process وهو اللحام ب arc فى وجود غاز الحمايه كما هو الحال فى حالة اللحام بـ MAG/MIG

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

3: رقم رمزى يشير الى القيمه الصدميه ductility الخاصه بـ weld metal

الرقم الرمزى	درجة الحرارة (Temperature)°C
Z	
A or Y	+20
0	0
2	-20

الرقم الرمزى	درجة الحرارة °C(Temperature)
3	-30
4	-40
5	-50
6	-60
7	-70
8	-80
9	-90
10	-100

جدول رقم ٢٤: القيمه الصدميه ductility الخاصه بـ weld metal

M: نوع غاز الحمايه

M: ترمز الىmixed gas

C: ترمز الى CO_2

A: ترمز الى M13

G3Si1: التركيب الكيميائى لمادة اللحام (weld metal)

الاختيار السليم لل wire electrode/

الرمز	التركيب الكيميائى لل Weld metal						
	C	Si	Mn	Ni	Mo	Al	Ti und Zr
GO	تركيب كيميائى استثنائى يشذ عن الجدول						
G2Si1	0,06-0,14	0,05-0,08	0,9-1.3	0,15	0,15	0.02	0,15
G3Si1	0,06-0,14	0,7-1,0	1,3-1,6	0,15	0,15	0,02	0,15
G4Si1	0,06-0,14	0,8-1,2	1,6-1,9	0,15	0,15	0,02	0,15
G3Si2	0,06-0,14	1,0-1,3	1,3-1,6	0,15	0,15	0,02	0,15
G2Ti	0,04-0,14	0,4-0,8	0,9-1,4	0,15	0,15	0,05-0,2	0.05-0,25
G3Ni1	0,06-0,14	0,5-0,9	1,0-1,6	0,8-1,5	0,15	0,02	0,15

الرمز	التركيب الكيميائى لل Weld metal						
	C	Si	Mn	Ni	Mo	Al	Ti und Zr
GO	تركيب كيميائى استثنائى يشذ عن الجدول						
G2Ni2	0,06-0,14	0,4-0,8	0,8-1,4	2,1-2,7	0,15	0,02	0,15
G2Mo	0,09-0,12	0,3-0,7	0,9-1,3	0,15	0,4-0,6	0,02	0,15
G4Mo	0,06,-0,14	0,5-0,8	1,7-2,1	0,15	0,4-0,6	0.02	0,15
G2Al	0,08,-0,14	0,3-0,5	0,9-1,3	0,15	0,15	0,35-0,75	0,15

جدول رقم ٢٥: التركيب الكيميائى للمعدن الملحوم

نبذه عامه عن flux cored wire

G2SI1 (SG1)	١- ينحصر تقريبا استخدام هذا السلك على مجال صناعة السيارات. ٢- يتميز السلك بانخفاض نسبة المنجنيز والسليكون ولذلك يفضل استخدامه فى لحام قطع التركيب التى سوف يضاف الى سطحها بعد اللحام زنك او انيملت بها نسبة أرجون عالية ونسبة O_2 منخفضة (mixed gas). ٣- يستخدم مع هذا السلك غازات حمايه.
G3SI1 (SG2)	١- يستخدم فى لحام (unalloyed steel / low alloy steel / high temperature steel). ٢- استخدام CO_2 كغاز للحمايه يؤثر تاثير سلبي على الخواص الميكانيكيه لل Weld metal
G4SI1 (SG3)	١- يستخدم فى لحام (unalloyed steel / low alloy steel / high temperature steel) ٢- استخدام CO_2 أو mixed gas لا يؤثر على الخواص الميكانيكيه لمادة اللحام. ٣- يفضل استخدامه فى لحام معدن (حديد ٥٢) S355.
G2TI	يتميز هذا السلك باحتوائه على نسبة عاليه من التيتانيوم (titanium) وهو يستخدم فى لحام المعادن ذات fine-grained structure.
G3NI1 / G3NI2	يتميز هذا السلك باحتوائه على نسبه عاليه من النيكل مما يؤدى الى ارتفاع نسبة ductility في weld metal وخصوصا تحت درجات الحراره المنخفضه ولذلك يفضل استخدامه عند زيادة الطلب على Ductility العاليه فى مادة اللحام
G2Mo / G4Mo	يفضل استخدام هذا السلك فى لحام Steel الذي يستخدم تحت درجات الحراه العاليه نسبيا مثل 16 Mo3 ومادة اللحام تحتفظ بخواصها الميكانيكية على الرغم من الارتفاع النسبى لدرجة حرارة التشغيل.

جدول رقم ٢٦: نبذه عامه عن flux cored wire

شكل رقم ١٢٠: مقطع السلك

- عند اللحام ب flux cored wire يزداد طول السلك الواصل من الفونيه وحتى ال arc (الجزء الظاهر من السلك والمسمى ب stick-out) وهذا يتيح رفع فرق الجهد من٢:١ فولت مما يؤدى الى زيادة حرارة ال arc وبالتالى زيادة قدرة الانصهار وجدير بالذكر ان طول stick-out يتيح تسخين السلك قبل وصوله لل arc لصهره وهذا يؤدى ايضا الى زيادة قدرة صهر السلك.
- انخفاض نسبة gas pore وكذلك انخفاض خطر lack of fusion فى وصلة اللحام لزيادة عرض وحرارة ال arc وبركة اللحام.
- Spray arc يبدأ عند شدة تيار منخفضه بالمقارنه ب solid wire مما ينتج عنه انخفاض نسبة spatter.
- فورمة التغلغل (penetration) ذات جوده عاليه.
- يمكن من خلال بودرة الحشو تغذية مادة اللحام (weld metal) بعناصر معدنيه مرغوبه.
- يمكن استخدام rutil flux wire ذات التبريد السريع فى لحامات horizontal over head & butt weld.
- عند اللحام بال flux cored wire المحشو بالبدره المعدنيه يمكن استخدام نفس ال parameter فى جميع الأوضاع.

مواصفات سلك اللحام طبقا للمواصفة العالمية للسلك flux cored wire

يتم توصيف سلك اللحام بطريقتين طبقا للمواصفة العالمية EN ISO17632

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

ISO 17632-A-T 46 3 1Ni B M 1 H5

- عند اللحام ب flux cored wire يزداد طول السلك الواصل من الفونيه وحتى ال arc (الجزء الظاهر من السلك والمسمى ب stick-out) وهذا يتيح رفع فرق الجهد من ٢:١ فولت مما يؤدى الى زيادة حرارة ال arc وبالتالى زيادة قدرة الانصهار وجدير بالذكر ان طول stick-out يتيح تسخين السلك قبل وصوله لل arc لصهره وهذا يؤدى ايضا الى زيادة قدرة صهر السلك.

- انخفاض نسبة gas pore وكذلك انخفاض خطر lack of fusion فى وصلة اللحام لزيادة عرض وحرارة ال arc وبركة اللحام.
- Spray arc يبدأ عند شدة تيار منخفضه بالمقارنه ب solid wire مما ينتج عنه انخفاض نسبة spatter.
- فورمة التغلغل (penetration) ذات جوده عاليه.
- يمكن من خلال بودرة الحشو تغذية مادة اللحام (weld metal) بعناصر معدنيه مرغوبه.

ISO 17632: القياس العالمى / القياس الدولى / international standard لسلك اللحام

T: نوع ال welding process وهو اللحام ب arc باستخدام سلك لحام انبوبى محشو بودرة flux cored wire.

46: رقم رمزى يشير الى الخواص الميكانيكيه لمادة اللحام (weld metal) وهى قوة الشد tensile strength وحد الخضوع yield point وكذلك الاستطالة (التمدد) elongation after fracture.

3: رقم رمزى يشير الى القيمه الصدميه ductility الخاصه بـ weld metal.

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

جدول رقم ٢٧: القيمه الصدميه ductility الخاصه بـ weld metal

الرقم الرمزى	درجة الحرارة (Temperature)°C
Z	
A or Y	+20
0	0
2	-20
3	-30
4	-40
5	-50

الرقم الرمزى	درجة الحرارة °C(Temperature)
6	-60
7	-70
8	-80
9	-90
10	-100

جدول رقم ٢٨: درجة الحرارة

1Ni: التركيب الكيميائي لمادة اللحام (weld metal).

Table 4A — Symbol for chemical composition of all-weld metal (classification by yield strength and 47 J impact energy)

Composition designation	Chemical composition (percentage mass fraction) [a, b]											
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Nb	Al [c]	Cu
No symbol	—	2,0	—	—	—	0,2	0,5	0,2	0,08	0,05	2,0	0,3
Mo	—	1,4	—	—	—	0,2	0,5	0,3 to 0,6	0,08	0,05	2,0	0,3
MnMo	—	1,4 to 2,0	—	—	—	0,2	0,5	0,3 to 0,6	0,08	0,05	2,0	0,3
1Ni	—	1,4	0,80	—	—	0,2	0,6 to 1,2	0,2	0,08	0,05	2,0	0,3
1.5Ni	—	1,6	—	—	—	0,2	1,2 to 1,8	0,2	0,08	0,05	2,0	0,3
2Ni	—	1,4	—	—	—	0,2	1,8 to 2,6	0,2	0,08	0,05	2,0	0,3
3Ni	—	1,4	—	—	—	0,2	2,6 to 3,8	0,2	0,08	0,05	2,0	0,3
Mn1Ni	—	1,4 to 2,0	—	—	—	0,2	0,6 to 1,2	0,2	0,08	0,05	2,0	0,3
1NiMo	—	1,4	—	—	—	0,2	0,6 to 1,2	0,3 to 0,6	0,08	0,05	2,0	0,3
Z [d]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

a Single values shown in the table are maximum values.
b The results shall be rounded to the same number of significant figures as in the specified value using rule A in accordance with Annex B of ISO 31-0:1992.
c Self-shielded electrodes only.
d Any other agreed composition.

جدول رقم ٢٩: التركيب الكيميائي لمادة اللحام (weld metal)

B: الرمز الوصفي للبودرة.

Symbol الرمز	Characteristics الخواص	Types of weld نوع اللحام	Shielding gas
R	Rutile, slow-freezing slag	مسار مفرد و متعدد	مطلوب
P	Rutile, fast-freezing slag	مسار مفرد و متعدد	مطلوب
B	Basic اساسى	مسار مفرد ومتعدد	مطلوب
M	Metal بودرة معدن powder	مسار مفرد ومتعدد	مطلوب
V	Rutile or basic/fluoride	مسار مفرد	غير مطلوب
W	Basic/fluoride, slow-freezing slag	مسار مفرد ومتعدد	غير مطلوب
Y	Basic/fluoride, fast-freezing slag	مسار مفرد ومتعدد	غير مطلوب
Z	Other types انواع أخرى		
NOTE: A description of the characteristics of each of the types of core is given in Annex B.			

جدول رقم ٣٠: الرمز الوصفي للبودرة

M: نوع غاز الحمايه.

M: ترمز الى خليط من الغازات mixed gas.

C: ترمز الى ثانى اكسيد الكربون CO_2.

N: ترمز إلى اللحام بالسلك flux cored wire بدون استخدام اى غاز حماية.

1: تعني أوضاع اللحام المختلفة (Position).

Symbol	Welding positions
1	PA, PB, PC, PD, PE, PF & PG
2	PA, PB, PC, PD, PE & PF
3	PA & PB
4	PA
5	PA, PB & PG
	PA = Flat position PB = Horizontal vertical position PC = Horizontal position PD = Horizontal overhead position PE = Overhead position PF = Vertical up position PG = Vertical down position

جدول رقم ٣١: أوضاع اللحام المختلفة (Position)

Weld metal: الرمز الوصفي لحجم الهيدروجين في مادة اللحام H5.

Symbol	metal max. Hydrogen content ml/100 g deposited
H5	5
H10	10
H15	15

جدول رقم ٣٢: الرمز الوصفي لحجم الهيدروجين في مادة اللحام

الباب السادس: اللحام بالمقاومة الكهربية طرق لحام اخرى

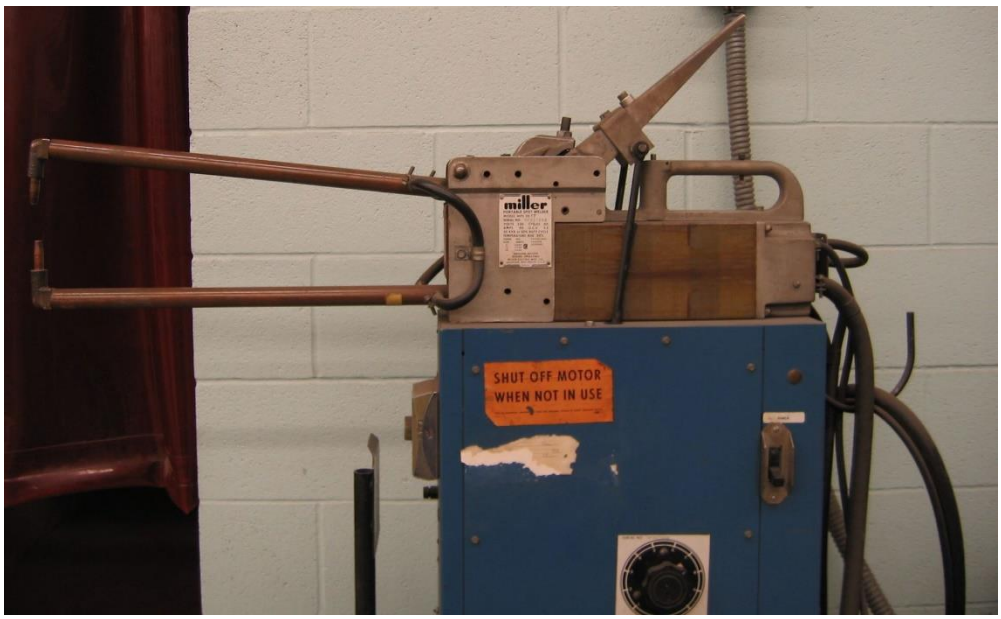
لحام المقاومة الكهربائية Electric Resistance Welding

هي من الطرق التي يستعمل فيها اللحام الضغط والحرارة مع بعضهم البعض، تنشأ الحرارة بسبب مقاومة المعدن الذي نريد لحامه لمرور تيار كهربائي تكون درجة شدته عالية وفولت منخفض لوقت زمني قصيرة في موضع محدد من الشغلة، يشترط أن يكون سطح وصلات اللحام نظيفا خالي من الأكسيد والشوائب والأتربة؛ حتى تخرج وصلة اللحام قوية وخالية من العيوب، يستعمل في لحام الألواح التي يكون سمكها قليل، تستخدم هذه الطريقة في مختلف المعادن سواء حديدية أو غير حديدية.

اللحام بالمقاومة هو أحد انواع اللحام الكهروميكانيكي حيث تحول الطاقة الكهربائية إلى حرارية لتسخين المعدن إلى ما دون حالة الانصهار، يتبعها تسليط قوى ضغط خارجية لإحداث انفعالات لدنة في سطحي القطعتين لوصلهما.

يتم توصيل المعادن معا في لحام المقاومة بوساطة الحرارة الناشئة عن مقاومة سريان التيار الكهربائي. ولا تستخدم تلك الطريقة معدن حشو أو صهر. وتجرى عملية اللحام في هذه الحالة بربط المعادن بعضها ببعض، بينما تضغط الأقطاب في اتجاهات متضادة. وبمرور التيار الكهربائي خلال الأقطاب الكهربائية يلاقي مقاومة عند سريانه من فلز لآخر، وتصهر الحرارة المتولدة المعدن، ويتم عندئذ لحمهما معا. وفي اللحام النقطي بالمقاومة تشكل الأقطاب الكهربائية التي تكون على شكل قضبان نقط لحام على امتداد الفلز. وأما في اللحام الدرزي بالمقاومة فإن الأقطاب الكهربائية تشكل خط لحام مستمرا.

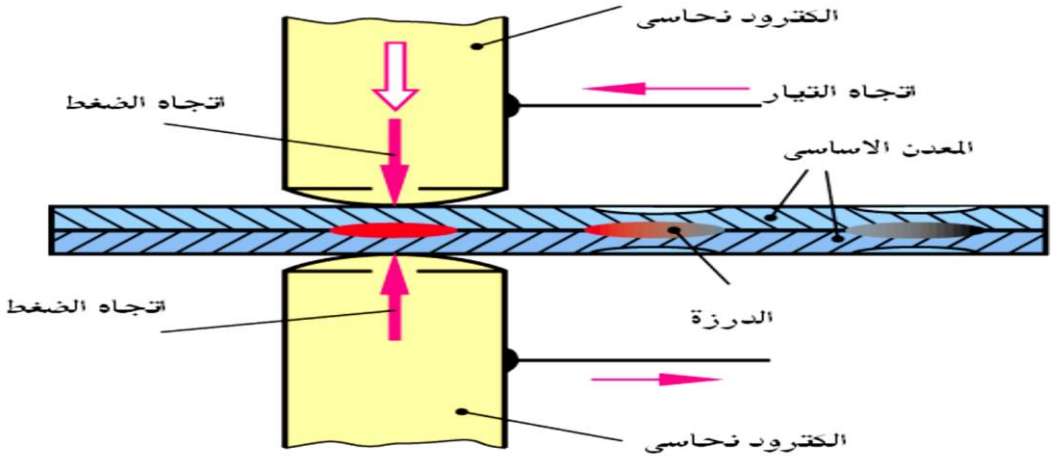
في اللحام بالمقاومة الكهربية توضع القطعتان المراد لحامها بين قطبين كهربائيين متقابلين كما هو مبين في الشكل التالي، ويحرك احد القطبين باتجاه الاخر ليتم تسليط ضغط معين على القطعتين المطلوب لحامها ومن ثم يسري تيار كهربائي منخفض الفولتية وعالي الشدة خلال هذين القطبين المطلوب لحامها فيتولد بذلك ارتفاع سريع في درجة الحرارة في منطقة تماس القطعتين مما يؤدي الى انصهارها جزئيا وعند هذه المرحلة يتم ايقاف مرور التيار الكهربائي مع بقاء الضغط مسلطا على القطعتين الى ان تتجمد المنطقة المنصهرة وبذلك يتم اللحام .



شكل رقم ١٢١: ماكينة لحام ثابتة بالنقطة

نظرية اللحام بالمقاومة الكهربائية

تتمثل في انه عند ضغط القطعتين المراد لحامهما بالالكترودين من النحاس يمر تيار كهربي مستمر خلال المعدن الأساسي ويلاقي اكبر مقاومة من الهواء الموجود عند الحد الفاصل بين القطعتين والناتج من عدم التصاقهما تماما وينتج عن ذلك تولد حرارة عالية تؤدي لتعجن المعدن، ويتم فصل التيار الكهربي ثم يضغط بالاكترودين في اتجاهين متضادين مما يؤدي لحدوث تلاحم في المنطقة المتعجنة ويتم اختيار شدة التيار وزمن مروره ومقدار الضغط على نوع مادة المعدن الأساسي وسمكه والشكل التالي يوضح فكرة لحام المقاومة الكهربائية.



شكل رقم ١٢٢: لحام المقاومة الكهربية

ان عملية الصهر تتم في منطقة تماس القطعتين والعرضة لمرور التيار الكهربائي بين القطبين المتقابلين فقط وذلك لان مقاومة سريان التيار الكهربائي تكون على أشدها في هذه المنطقة كما انه من الواجب التحكم في الفترة الزمنية لسريان التيار الكهربائي لان زيادتها عن الحد المقرر تؤدي الى اتلاف منطقة الوصل اما نقصان هذه الفترة الزمنية فيؤدي الى التقليل من احتمال تلاحم القطعتين.

شكل رقم ١٢٣: ماكينة لحام بالمقاومة الكهربائية محمولة

وينقسم اللحام بالمقاومة الى ما يلي:

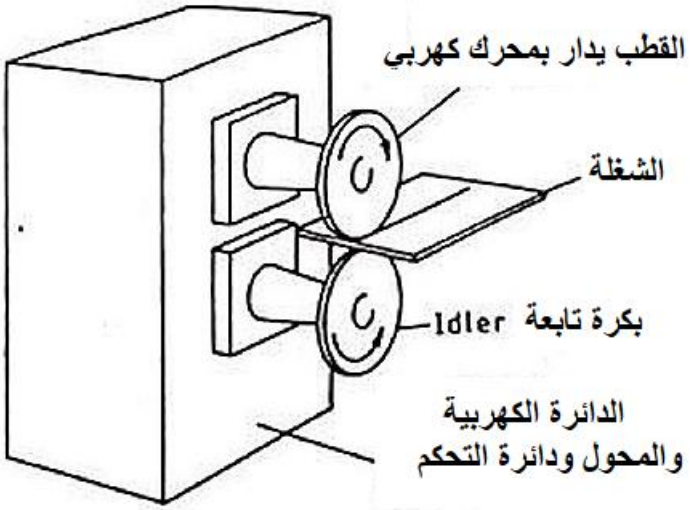
١- لحام النقطة:

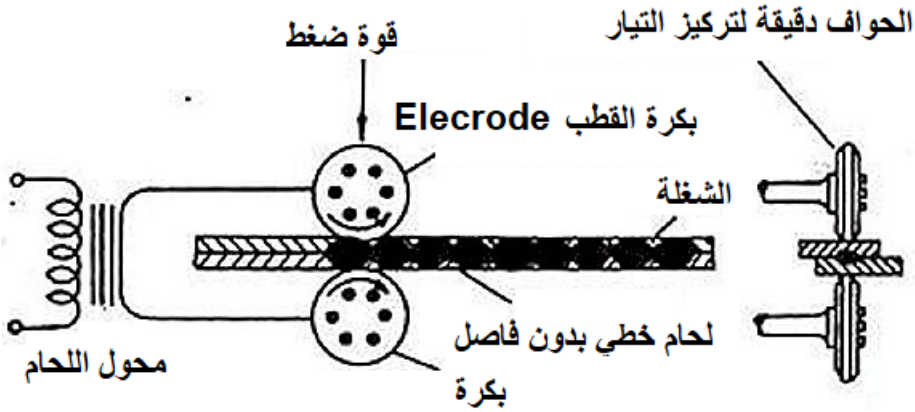
يستخدم فيها التيار المتردد ذي التردد المنخفض المعتاد (٥٠ هرتز) حيث توضع الاجزاء المراد لحامها وهي عادة من الالواح بشكل تراكبي ويضغط على الاجزاء بين قطبين من النحاس الذي يسري فيهما التيار الكهربائي لفترة محدودة تساوي فترة اللحام مع بقاء القطعتين تحت الضغط طوال الوقت. وعند سريان التيار الكهربائي يلاقي مقاومة في الفجوة الصغيرة بين القطب العلوي والسطح العلوي كذلك بين القطب السفلي والسطح السفلي وهنا تكون المقاومة عالية لسريان التيار مما يؤدي الى ارتفاع درجة الحرارة موضعيا ويتم اللحام تحت الضغط. ويعتبر لحام النقطة من اوسع طرق لحام المقاومة انتشارا حيث يستعمل في صناعة الطائرات والسيارات وعربات السكك الحديد والآلات الزراعية.

شكل رقم ١٢٤: لحام بالنقطة

٢- اللحام الخطي:

يعتبر هذا اللحام شبيه باللحام النقطي ولكن الاختلاف في هذا النوع من اللحام هو انه يمكن الحصول على لحام متصل بشكل نقاط على خط من طرفي بكرتين (قطبين) يضغطان على الالواح المتراكبة ونتيجة الحرارة المتولدة من سريان التيار وضغط البكرتين يتم اللحام





شكل رقم ١٢٥: طريقة اللحام الخطي

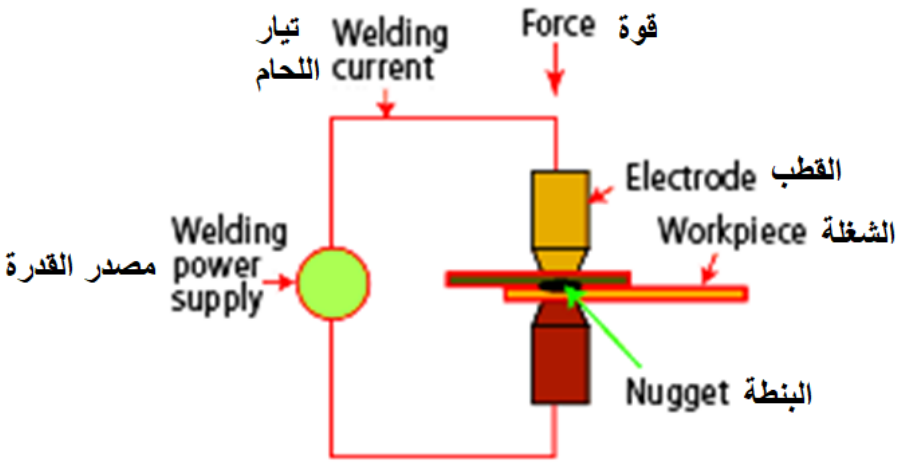
هنالك مجموعة من العوامل التي تحدد استخدام لحام المقاومة وهي:

١- مقدار التيار المار خلال الشغلة.

٢- الضغط الذي تنقله الاقطاب للشغلة.

٣- وقت سريان التيار خلال الشغلة.

٣- مساحة راس القطب الذي في تماس مع الشغلة.



شكل رقم ١٢٦: دائرة اللحام بالنقطة

مميزات لحام المقاومة الكهربائية:

- يحتاج فتره زمنية قليله لتنفيذه.
- المظهر الجيد للجزء الملحوم؛ نتيجة لتوازي الدرزة.
- قلة التشوه؛ لصغر منطقة التأثير الحراري.
- إمكانية لحام الصفائح الرقيقة جدا (٠,١ مم).
- تستخدم في لحام معظم المعادن الهندسية.
- لا تستخدم فيها أسلاك لحام لذلك فهي اقتصادية.
- تعطى معدلات إنتاج عالية.
- سهلة في أدائها.
- لا تقل جودة عن اللحامات الأخرى.

أنواع لحام المقاومة الكهربية

١- لحام المقاومة الكهربية المتناكب (قورة x قورة)

٢- لحام المقاومة الكهربية المتراكب (لحام البقعة والخطي).

٣- لحام المقاومة الكهربية الوميضي – لحام البروزات.

أنواع التيار المستخدم في لحام المقاومة

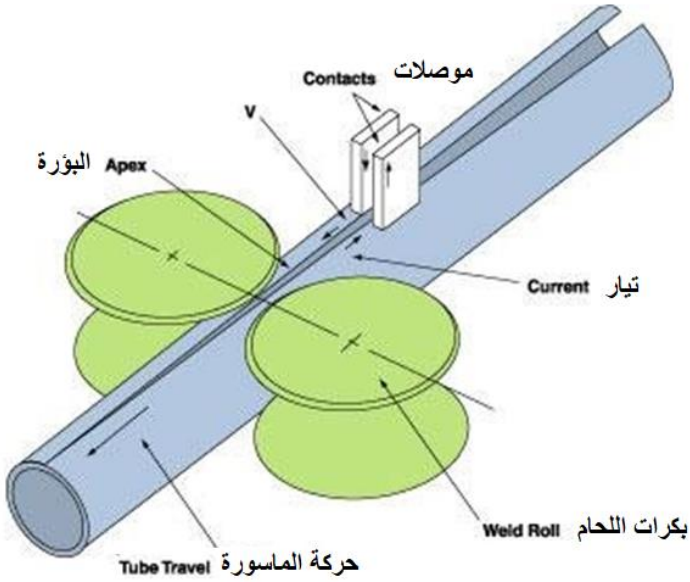
- اللحام بالمقاومة الكهربية ذات التردد المرتفع

يستخدم فيها التيار المتردد ذي التردد المنخفض المعتاد (٥٠ هرتز)

يستخدم التردد التردد المرتفع الذي يبلغ نحو (٤٢٠ كيلو هرتز) مع زيادة الجهد إلى نحو (١٠٠ فولت).

اللحام بالمقاومة الكهربية ذات التردد المرتفع

تشابه هذه الطريقة اللحام التناكبي بالمقاومة الكهربائية التي يستخدم فيها التيار المتردد ذي التردد المنخفض المعتاد (٥٠ هرتز) إلا انه يستخدم في هذه الحالة التردد المرتفع الذي يبلغ نحو (٤٢٠ كيلو هرتز) مع زيادة الجهد إلى نحو (١٠٠ فولت) وهذه الطريقة تستخدم أساسا في لحام الأنابيب وخاصة المعادن غير الحديدية والتي تكون اكاسيدها مقاومة للحرارة والتي تبصق خارج الوصلة أثناء اللحام مع ما قد يكون صهر من سطح المعدن، ويتم التسخين والضغط للمواسير بعد تشكيلها باللف من ألواح وإتمام اللحام في خط طولي ويوصل التيار مرتفع التردد عن طريق قطبين عند موقع اللحام والتردد المرتفع للتيار يسمح بتوليد الحرارة سطحيا ولعمق ضئيل جدا اذ ان العمق الذي بتغلغله التيار يتناسب عكسيا مع التردد المستخدم، ويمر التيار في مسار شق الوصلة الذي يشبه حرف (V) بنقطة التلاقي قبيل دلفيني الضغط، فبمجرد انغلاق الشق يبدأ الالتحام بالضغط منتجا لحاما فائق الجودة، ولا يسبب توصيل قطبي التوصيل مع المشغولة مشكلة ما في هذه الحالة حتى لو كانت الأسطح صدئة، وذلك بسبب ارتفاع جهد التيار والذي يمكن بدوره من استخدام طاقة كهربائية مرتفعة مع شدة تيار منخفضة نسبيا، وتتراوح شدة التيار المستخدمة بين (٢٠٠ : ٢٠٠٠ أمبير) بقدرة واحدة مقدارها (٦٠ كيلووات) حيث يتم لحام أنابيب رقيقة بسمك (٠,٦مم) بمعدل يصل إلى (١,٥ م / ث) وتتوقف سرعة اللحام على تخانة الأنبوبة، ولا يقتصر اللحام هنا على الأنابيب بل يمكن لحام وصلات متراكبة وأركان وزاوية مزدوجة.

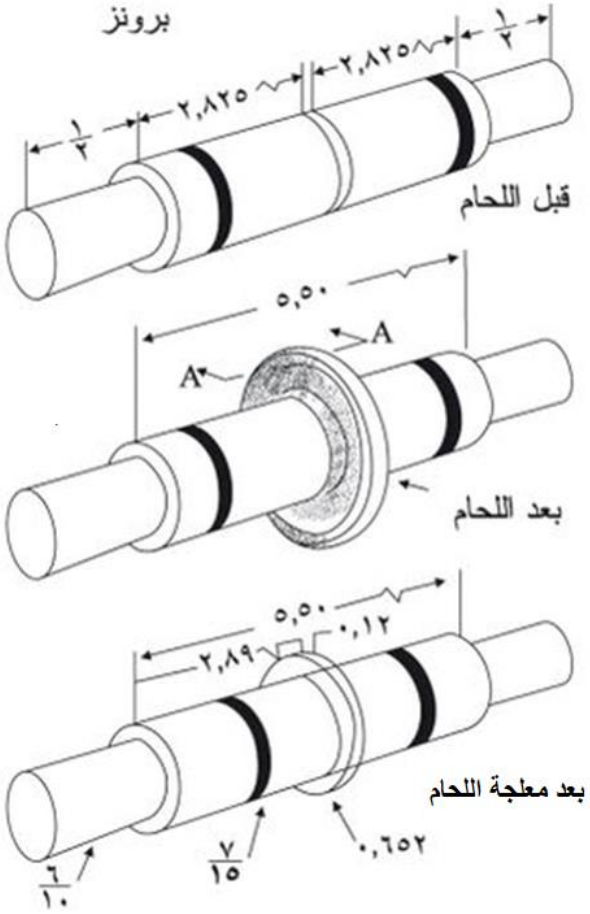


شكل رقم ١٢٧: لحام مواسير خطي

لحام احتكاكي

يعد اللحام الاحتكاكي أحد طرائق اللحام بالضغط، ويتم تسخين حواف القطعتين المراد وصلهما بالحرارة الناشئة من احتكاك سطحي هاتين القطعتين عند تدوير إحداهما على تماس مع الأخرى وهي ثابتة مع قوة ضغط محورية متزايدة عليهما؛ وعند بلوغ حد معين لسرعة الدوران والضغط توقف الحركة فجأة ويبقى

الضغط مسلطا لتتم عملية اللحام. ويستعمل اللحام الاحتكاكي على نطاق واسع في لحام غرف الاحتراق المسبق في محركات الديزل ومرتكزات الدوران وأذرع التوصيل والأسطوانات والوصلات المحورية ومحاور القيادة الأمامية للمركبات وأعمدة الصبابات وغيرها. ويقتصر اللحام الاحتكاكي عموما على القطع ذات المقاطع الدائرية أو القريبة منها كالأشكال السداسية والثمانية، ولا يمكن بهذه الطريقة لحام المشغولات ذات المقاطع الدائرية التي لها أكثر من محور مركزي، كما يجب أن تتحمل القطع المراد لحامها باللحام الاحتكاكي عزوم الفتل والقوى المحورية المرتفعة وأن تقاوم الصدمات.



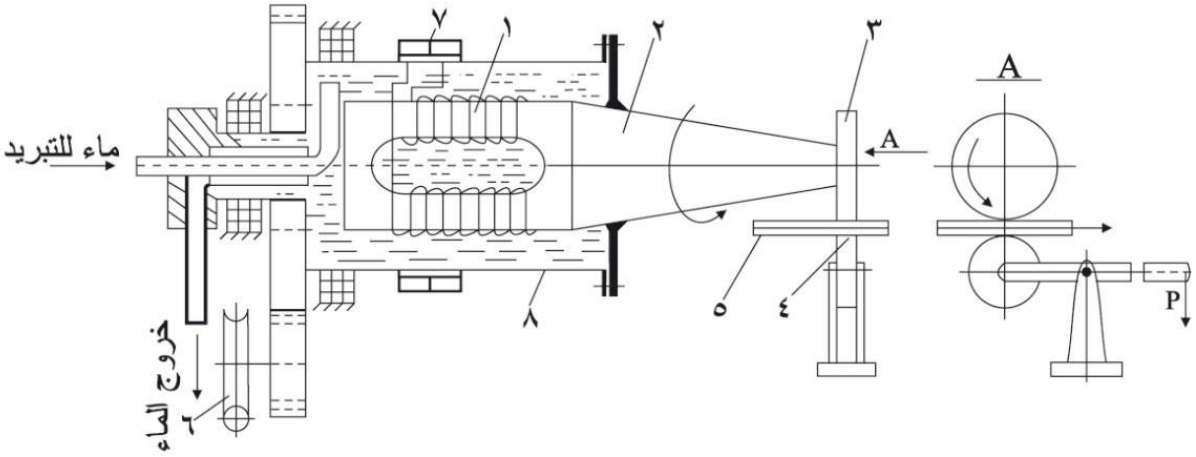
شكل رقم ١٢٨: لحام احتكاكي

اللحام بالموجات الصوتية فوق السمعية

تشبه هذه الطريقة من اللحام طريقة الحام بالاحتكاك من ناحية المبدأ إذ يتم التسخين وإزالة الاكاسيد السطحية بالاحتكاك بالحركة النسبية بين سطحي الوصلة، في حالة اللحام بالاحتكاك كانت الحركة النسبية ورانية بينما تكون في اللحام بالموجات الصوتية فوق حد السمع حركة اهتزازية، والموجات الصوتية هي بصفة عامة موجات ميكانيكية تحتاج إلى وسيط لانتقالها على عكس الموجات الضوئية والكهرومغناطيسية التي يمكن أن تنتقل في الفضاء دون وسيط.

تستخدم الموجات فوق الصوتية في اللحام لأغراض مختلفة، إذ يمكن بتأثير هذه الموجات في حوض اللحام المصهور في أثناء تبلوره تحسين الخواص الميكانيكية لوصلة اللحام، بتصغير حجم حبيبات معدن درزة

اللحام وإطلاق الغازات منها بطريقة أفضل. ويمكن أن تكون الأمواج فوق الصوتية مصدرا للطاقة، وذلك بهدف إجراء وصلات لحام نقطية أو على شكل درزات؛ إذ تستطيع هذه الموجات أن تكسر القشور الطبيعية والمصطنعة مما يسمح باستخدامها في لحام المعادن التي تعلو سطوحها أكاسيد أو طبقات دهان أو غيرها. وتستخدم هذه الطريقة في مجال الصناعات الإلكترونية على نطاق واسع، وتلقى تطورا سريعا في مجال الصناعات اللدائنية، إذ يمكن عن طريقها الحصول على وصلات بلاستيكية عالية الجودة، مع العلم أن عملية لحام المواد اللدائنية بطرائق اللحام الأخرى صعبة، أو غير ممكنة أحيانا.



١ ــ مبدّل كهروميكانيكي. ٢ ــ محول الاهتزازات المرنة. ٣ ــ البكرة اللاحمة.
٤ ــ البكرة المثبتة. ٥ ــ الوصلة اللحامية. ٦ ــ آلة الوصل.
٧ ــ مأخذ للتيار الكهربائي من مولد للاهتزازات فوق الصوتية. ٨ ــ الغطاء المعدني للمبدّل.

شكل رقم ١٢٩: لحام بالموجات فوق الصوتية

إن الوصلة الناتجة من اللحام بالأمواج فوق الصوتية هي حصيلة تأثير مشترك لاهتزازات ميكانيكية ذات ترددات عالية وقوى ضغط غير كبيرة نسبيا. وتتم عملية اللحام بالأمواج فوق الصوتية عادة تحت تأثير ثلاثة عوامل هي: الاهتزازات ذات التردد العالي، الضغط، التأثير الحراري الذي يرافق عملية اللحام. وتتألف آلة اللحام بالأمواج فوق الصوتية من منبع تغذية بالتيار الكهربائي وجهاز تحكم ونظام اهتزاز ميكانيكي وموصل للضغط. ويقوم نظام الاهتزاز الميكانيكي بتحويل الطاقة الكهربائية إلى ميكانيكية وتوصيل هذه الأخيرة إلى منطقة اللحام وتركيز هذه الطاقة، ومن ثم الحصول على القيمة اللازمة لسرعة اهتزازات المشع، لا تقل متانة وصلة اللحام بالأمواج فوق الصوتية عن متانة معدن الأساس للوصلة، ولا تتغير متانة وصلة اللحام بازدياد زمن تأثير الأمواج فوق الصوتية.

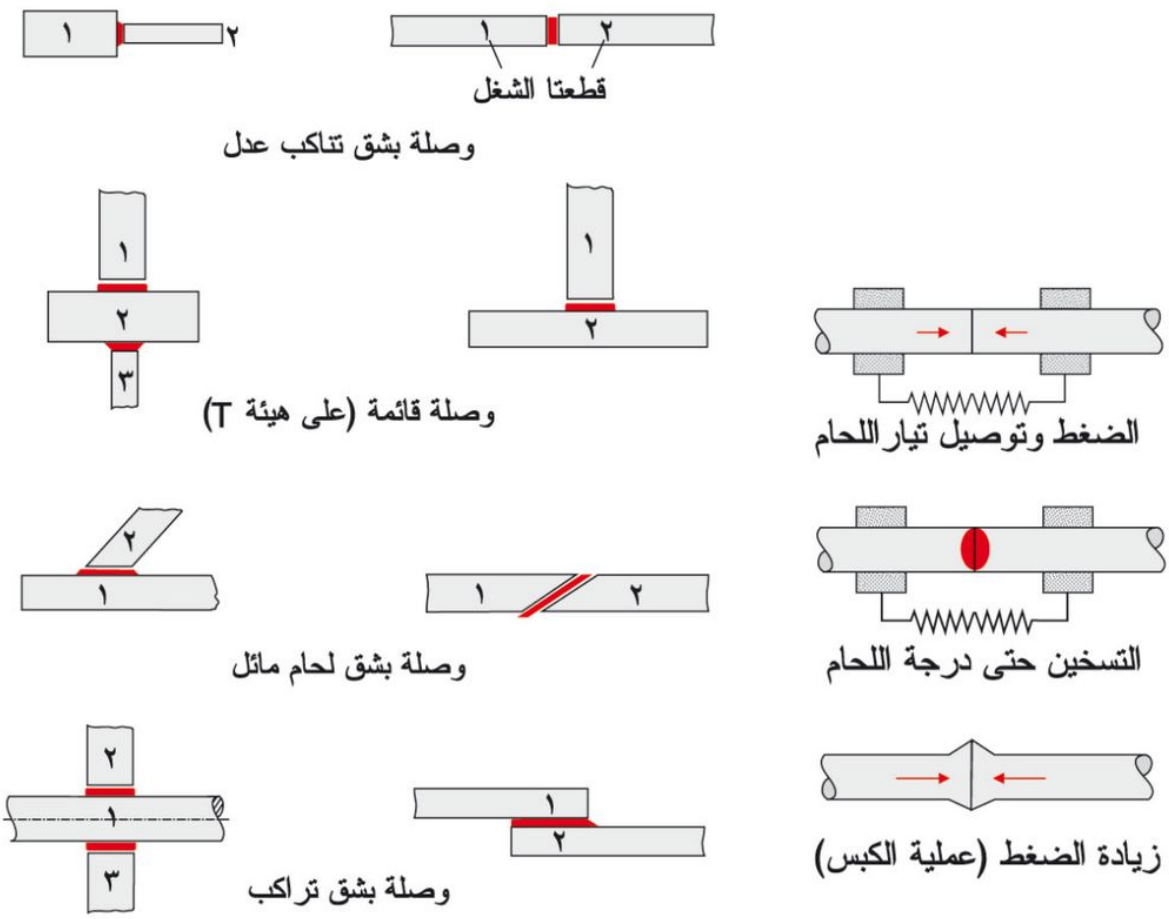
وتتلخص طريقة اللحام بالموجات الفوق صوتية فيما يلي:

يتم تثبيت طرفا الوصلة بين سندال ورأس (قطب) مهتزة بتردد مرتفع وكان سطحا الوصلة متلامسين فان التحامهما يتم على السطح المشترك ويسمى القطب المهتز القطب الصوتي سونوترود Sonotrode (مثلما يسمى القطب الحامل للكهرباء في لحام القوس الكهربي بـالالكترود Electrode) وهو يودي اهتزازات

الرقيقة عليها وتوليد الحرارة ينشأ عن ذلك التحام السطحين بالضغط على الساخن. أما الضغط اللازم لإتمام اللحام فيتم بين طرفي السونوترود والسندال الساند للمشغولة بالضغط الهيدروليكي او الهواء المضغوط.

طرائق اللحام بالطرق

يعد اللحام بالطرق (اللحام بالحدادة) أحد طرق اللحام بالضغط، وهو الأسلوب التقليدي لوصل المعادن الذي كان مستخدما في القرون السابقة، وتتلخص تقانته بتسخين منطقة الوصل للقطعتين المراد لحامهما في كور الحدادة أو في فرن مناسب إلى درجة الحرارة المطلوبة ثم وضعهما إحداهما فوق الأخرى وتطريقهما يدويا أو آليا أو بالمكبس حتى تلتحما في وحدة واحدة. وتعتمد قوة الصدم أو الضغط اللازمة على مقدار التسخين الذي تعرضت له القطعتان. ومن المعادن التي يشيع لحامها بالتطريق الحديد الطروق والفولاذ المنخفض نسب الكربون، ولكن هذه المعادن تتأكسد بسرعة إذا تعرضت للهواء الجوي بعد تسخينها إلى درجة حرارة عالية، وتتكون عندئذ قشور أكسيدية على السطوح، وما لم تكن هذه الأكاسيد في حالة من الميوعة تسمح بصهرها خارج منطقة اللحام، فإنها تمنع تلاحم القطعتين تلاحما جيدا، لذلك يجب العمل على منع الأكسجين من الوصول إلى المعدن الجاري تسخينه. وتستعمل لهذا الغرض مساعدات صهر مختلفة لخفض درجة انصهار هذه الأكاسيد ومنع زيادة التأكسد. أما أساليب اللحام الشائعة الاستعمال فهي: اللحام بالتطريق باستخدام المطارق، اللحام بالقوالب، اللحام بالدرفلة. وينحصر الاختلاف الأساسي بين هذه الأساليب في الطريقة التي يولد بها الضغط اللازم لعملية اللحام. ففي حين ينشأ الضغط في لحام التطريق اليدوي من ضربات خفيفة نسبيا فإنه ينشأ في لحام التطريق الآلي من مطرقة تعمل بالهواء المضغوط أو بالضغط الهدروليكي أو بالبخار أو بوسائل الضغط الآلي الأخرى، وفي حين يسلط الضغط في اللحام بالقوالب عن طريق الجزء المتحرك من القالب فإن اللحام بالدرفلة يتم بدفع المشغول طوليا بين درفيلي ألواح يولدان الضغط المطلوب.



شكل رقم ١٣٠: اللحام بالتطريق

اللحام بالصدم

ينقسم اللحام بالصدم الى:

- **اللحام بالصدم الكهرومغناطيسي**

يمكن لحام المعادن بصدم أجزائها بعضها مع البعض بقوة وسرعة فائقتين كما يحدث في اللحام بالمتفجرات.

- **اللحام بالصدم الكهربائي**

تستخدم هذه الطريقة من اللحام بصفة خاصة في لحام المعادن أو السبائك الحساسة التوصيل للكهرباء مثل الفضة والنحاس، والتي لا يمكن لحامها بالمقاومة الكهربائية أو المعادن غير المتشابهة. لارتفاع درجة حرارتها (مثل القابلة للتصلد بالمعاملات).

اللحام بالصدم الكهرومغناطيسي: يمكن لحام المعادن بصدم أجزائها بعضها مع البعض بقوة وسرعة فائقتين كما يحدث في اللحام بالانفجار. وهذه الطريقة تستخدم أساسا في لحام الجلب والأنابيب والأعمدة المصمتة التي تمثل وصلات متراكبة، فيمرر تيار كهربائي شديد في ملف سلكي دقيق الشعيرات، ويغذي التيار الشديد من مجموعة مكثفات مشحونة فيمر التيار ويحرق الملف ويبخره وتنقطع الدائرة الكهربائية

بعد (٠,٠٠١ ث) وينشأ عن هذا المجال المغناطيسي المتولد والمتلاشي فجأة توليد تيار شديد في المشغولة التي يتقلص جزءها الخارجي بصورة صدمة بالإضافة إلى موجة صدمة ميكانيكية إضافية عكسية بتأثير الملف المتبخر من الداخل، ويمكن أن يتم اللحام على البارد فنحصل على سطح التحام متجعد يشبه ذلك الناشئ عن اللحام بالمتفجرات. كما يمكن إتمام اللحام بهذه الطريقة على الساخن وحينئذ تشبه الوصلة اللحام بالانتشار دون أن يكون بسطح الالتحام تجعدت، ويمكن ان يتم التسخين بالتيارات الحثية باستخدام نفس الملف المسبب للصدمة الكهروماغنطيسية.

اللحام بالصدم الكهربائي: تستخدم هذه الطريقة من اللحام بصفة خاصة في لحام المعادن أو السبائك الحساسة التوصيل للكهرباء مثل الفضة والنحاس، والتي لا يمكن لحامها بالمقاومة الكهربائية أو المعادن غير المتشابهة. لارتفاع درجة حرارتها (مثل القابلة للتصلد بالمعاملات الحرارية) والمعادن جيدة.

وفي هذه الطريقة يوصل طرف المشغولة بطرفي مكثف (مجموعة من المكثفات) المشحونة دون أن يدخل في الدائرة أي محول كهربائي، وبالتالي تتضاءل المقاومة والممانعة للدائرة، ومن الناحية الميكانيكية يكون تثبيت طرفي المشغولة عن طريق ساقطة تقع تحت ضغط هوائي أو ضغط نابض (ياي) لكي تعطى هذه حركة سريعة لطرفي المشغولة عند تحريك الساقطة، وبالتالي تفرغ شحنتي المكثف فينشأ قوس كهربائي بتردد عال عبر الثغرة التي تتكون قبيل لحظة التلامس بين طرفي المشغولة، ويتسبب هذا القوس في صهر سطحي طرفي المشغولة في فترة (٠,٠٠١ ث) بجانب تسبب ضغط الغازات المتمددة وبخار الصهر في التحكم في معدل الاقتراب النهائي (الصدم) وبالتالي يتم التحام سطحي المشغولة بصدمة ميكانيكية كهربائية دون أن تعطى فرصة لامتداد منطقة التسخين داخل المشغولة.

اللحام بالصدم الكهربائي الميكانيكي

وفي هذه الطريقة يوصل طرف المشغولة بطرفي مكثف (مجموعة من المكثفات) المشحونة دون ان يدخل في الدائرة أي محول كهربائي، وبالتالي تتضاءل المقاومة والممانعة للدائرة، ومن الناحية الميكانيكية يكون تثبيت طرفي المشغولة عن طريق ساقطة تقع تحت ضغط هوائي او ضغط ذنبرك (ياي أو سوستة) لكى تعطى هذه حركة سريعة لطرفي المشغولة عند تحريك الساقطة، وبالتالي تفرغ شحنتي المكثف فينشأ قوس كهربائي بتردد عال عبر الثغرة التي تتكون قبيل لحظة التلامس بين طرفي المشغولة، ويتسبب هذا القوس في صهر سطحي طرفي المشغولة في فترة (٠,٠٠١ ث) بجانب تسبب ضغط الغازات المتمددة وبخار الصهر في التحكم في معدل الاقتراب النهائي (الصدم) وبالتالي يتم التحام سطحي المشغولة بصدمة ميكانيكية كهربائية دون ان تعطى فرصة لامتداد منطقة التسخين داخل المشغولة.

لحام بالانفجار

وهو من طرائق اللحام بالضغط الحديثة والخاصة، وينسب عادة إلى مجموعة الطرائق الميكانيكية للحام المعادن، إذ تتحول الطاقة الكيميائية الناتجة من تحول طاقة المادة المتفجرة إلى طاقة ميكانيكية تدفع إحدى

القطعتين المراد لحامهما بسرعة عالية جدا نحو الأخرى. وينتج من هذه الطاقة الحركية التي تتسبب في تصادم القطعة المتحركة مع سطح القطعة الثابتة إحداث انفعالات لدنة مشتركة لطبقات المعدن المتماسة، مما يؤدي إلى تشكل وصلة اللحام، ويتحول مفعول الانفعالات اللدنة إلى حرارة تسخن المعدن إلى درجات حرارة عالية الانفجار. ويؤدي ذلك إلى حدوث سيولة في المعدن تحت الضغط وظهور مركبة جانبية للسرعة تجبر معدن الطبقات السطحية لكلا الجزأين المصطدمين أن يتشوه بالاتجاه المحدد وبسرعة عالية، وتقرب السطحين أحدهما من الآخر إلى أقصى حد فتتحطم الأكاسيد والأوساخ السطحية الأخرى وتتجمع في منطقة معينة، تجرف خارجا ويتم الالتحام بين السطحين. تتعلق الآفاق المستقبلية ومجالات استخدام اللحام بالانفجار بمقدرة هذه الطريقة على تكوين وصلات لحامية متينة في حالتها الصلبة، كما تتعلق بسرعة إجراء عملية اللحام وعلى سطوح كبيرة جدا، فمثلا يمكن إجراء وصلات لحام قد تبلغ مساحة سطوحها ١-٢٠ مترا مربعا.

اللحام الكيميا ميكانيكي

وفيها تحول الطاقة الكيميائية إلى حرارية لتسخين حواف القطعتين المراد وصلهما إلى درجة اللحام المطلوبة وهي دون درجة الانصهار أيضا، يتبعها إحداث انفعالات لدنة في المعدن المسخن بتسليط قوى ضغط خارجية على القطعتين المراد وصلهما، ومن هذه الطرائق اللحام بالغاز والكبس.

لحام بأشعة الليزر

ظهرت المولدات الكوانتية في النصف الثاني من القرن العشرين. ويمكن بوساطتها الحصول على حزم ضوئية عالية الكثافة وموجهة، وتركيز طاقة هذه الحزم على مساحات لا تتعدى أجزاء من الألف من الميليمتر المربع. وعلى هذا الأساس صممت في العصر الحاضر أجهزة لأشعة الليزر تستخدم في عمليات اللحام والقص والمعالجات الحرارية المختلفة. وتقوم المولدات الكوانتية بتحويل الطاقة الكهربائية والكيميائية والضوئية والحرارية إلى إشعاعات ضوئية عادية هي أمواج كهروطيسية. ويقع مجال هذه الأشعة في مجال الأشعة فوق البنفسجية المرئية والأشعة تحت الحمراء. ويمكن أن يكون المشع جسما صلبا من الزجاج والنيوديوم أو الياقوت، ويمكن أن تستخدم بعض السوائل كمشعات مثل محاليل أكاسيد النيوديوم أو مواد الصباغة، ويمكن استخدام بعض الغازات أو مزيج منها مشعات مثل الهدروجين، والآزوت، والأرغون، وثاني أكسيد الكربون وغيرها. وقد تم في السنوات الأخيرة تصميم مشعات من أنصاف نواقل مصنوعة من الكريستال الأحادي مثل أرسينيدات الجاليوم والإنديوم أو خلائط الكادميوم مع الكبريت

الباب السابع: لحام سبائك الالمنيوم والحديد الزهر

أولا: سبائك الالمنيوم

ملاحظات لاختيار أسلاك اللحام لحام الألومنيوم :

اختيار أسلاك اللحام لحام الألومنيوم وسبائك الألومنيوم، ونحن بحاجة إلى التفكير في أداء عملية لحام جيدة وجعل لحام بعقب مشتركة (التي تعتمد على متطلبات الحاوية) متطلبات الاجتماع على قوة الشد واللدونة. سبائك الألومنيوم المغنيسيوم مع أكثر من ٣ ٪ محتوى المغنيسيوم يجب أن تلبي متطلبات صلابة تأثير. للحاويات مع مقاومة التآكل قوية، جعل مقاومة التآكل من اللحام تصل المفصل أو قريبة من مستوى المواد الأم. لذلك، فإن اختيار سلك اللحام هو أساسا وفقا للمبادئ التالية:

١. لا تقل درجة نقاء أسلاك الألمنيوم النقي عن تلك الخاصة بالمواد الأم.
٢. التركيب الكيميائي لأسلاك اللحام من سبائك الألومنيوم اللحام هو نفس أو مشابه لمادة الأم.
٣. عناصر مقاومة التآكل (المغنيسيوم، المنغنيز، السيليكون، إلخ) في سلك التلحيم لسبيكة ألومنيوم اللحام ليست أقل من تلك للمواد الأم.
٤. عند العمل على مواد ألومنيوم اللحام غير المتجانسة، يجب اختيار سلك اللحام طبقا لمادة الأم مع مقاومة عالية للتآكل وقوة عالية.
٥. سبائك الألومنيوم عالية القوة التي لا تتطلب مقاومة للتآكل (سبائك الألومنيوم المقواة المعالجة بالحرارة) يمكن لحامها بمكونات غير متشابهة، مثل سلك لحام سبائك الألومنيوم المقاوم للتكسير الجيولوجي SAlSi-1 (يجب الانتباه إلى أن القوة قد تكون أقل من الأم مواد).

نماذج من أسلاك اللحام لحام الألومنيوم

من أجل تحقيق أفضل تأثير لحام، ينصح بمطابقة السلك التالي مع المادة الأم من أجل لحام MIG / TIG من الألومنيوم أو سبيكة الألومنيوم مع شق البكرة أو الطولي.

لحام Aluminum ER1100

ER1100 عبارة عن معدن حشو يحتوي على ٩٩٪ من الألمنيوم، والتي يمكن استخدامها في البناء، الديكور والمعدات، التعدين، الأنابيب، معدات الغزل وغيرها من الصناعات يطبق عموما على ١١٠٠،

٣٠٠٣ أو ٣٠٠٣ و١٠٦٠، ١٠٧٠، ١٠٨٠ و١٣٥٠ مماثلة لمادة الأم. أظهر سلك اللحام أصفر ذهب أصفر طفيف بعد المعالجة بأكسيد الألمنيوم، وكانت قوة الشد للحام ١١٠ ميجا بيكسل.

للحام ER4043 ALuminum

ER4043، عادة ALSi1، عبارة عن معدن من الألمنيوم يحتوي على ٥٪ من السيليكون، والتي يمكن التوصية بها في اللحام ٣٠٠٣، ٣٠٠٤، ٥٠٥٢، ٦٠٦١، ٦٠٦٣ ومعادن الصب ٣٥٥، ٣٥٦ و٢١٤. درجة حرارة انصهار ER4043 تتراوح من ١٠٦٥ °F إلى 1170 درجة فهرنهايت، واللون هو الرمادي الأبيض بعد القطب (الانودة)، وقوة الشد الدنيا هي 186 Mp.

للحام ER4047 ALuminum

عادة ما يستخدم ER4047 بمثابة ALSi2، وهو معدن الألمنيوم المملوء يحتوي على ١٢ ٪ من السيليكون. هذه السبائك ليست متاحة فقط لتطبيقات MIG أو TIG، ولكن أيضا كإستعمال شائع لسبيكة النحاس لديها مقاومة جيدة للتآكل إنه سلك لحام سبيكة شعبية لحام النحاس أو الألومنيوم .يمكن استخدامه لحام سبائك ١٠٦٠ و١٣٥٠ و٣٠٠٣ و٣٠٠٤ و٣٠٠٥ و٥٠٠٥ و٥٠٥٠ و6053 و٦٠٦١ و٦٩٥١ و٧٠٠٥ وسبائك سبيكة ٧٠٠٥ و٧٠٠٥. درجة حرارة انصهار ER4047 حوالي ١٠٧٠:١٠٨٠ فهرنهايت، واللون أسود بعد الأنودة.

للحام ألومنيوم ER5183

يتم تعبئة ER5183 عادة بالمعدن مثل سبيكة ALMg4.5Mn، تحتوي على المغنيسيوم ٤,٣ - ٥ ٪، ٠,٥ - ١ ٪ من المنغنيز والكروم الصحيح والتيتانيوم، والتي يمكن استخدامها لحام MIG أو TIG في شق أو شق طولي. هذه السبائك تستخدم عادة للحام في السفن، معدات الحفر، القطارات، السيارات، صهاريج التخزين، وأوعية الضغط وتشمل المواد الأم المستخدمة ٥٠٨٣، ٥٠٨٦، ٥٤٥٦، ٥٠٥٢، ٥٦٥٢

و٥٠٥٦. لون ER5183 بعد أن تكون أنودة أبيض، درجة حرارة نقطة الانصهار هي ١١٨٠:١٠٧٥°F، وقوة الشد للحام ٢٩٤ ميجابكسل.

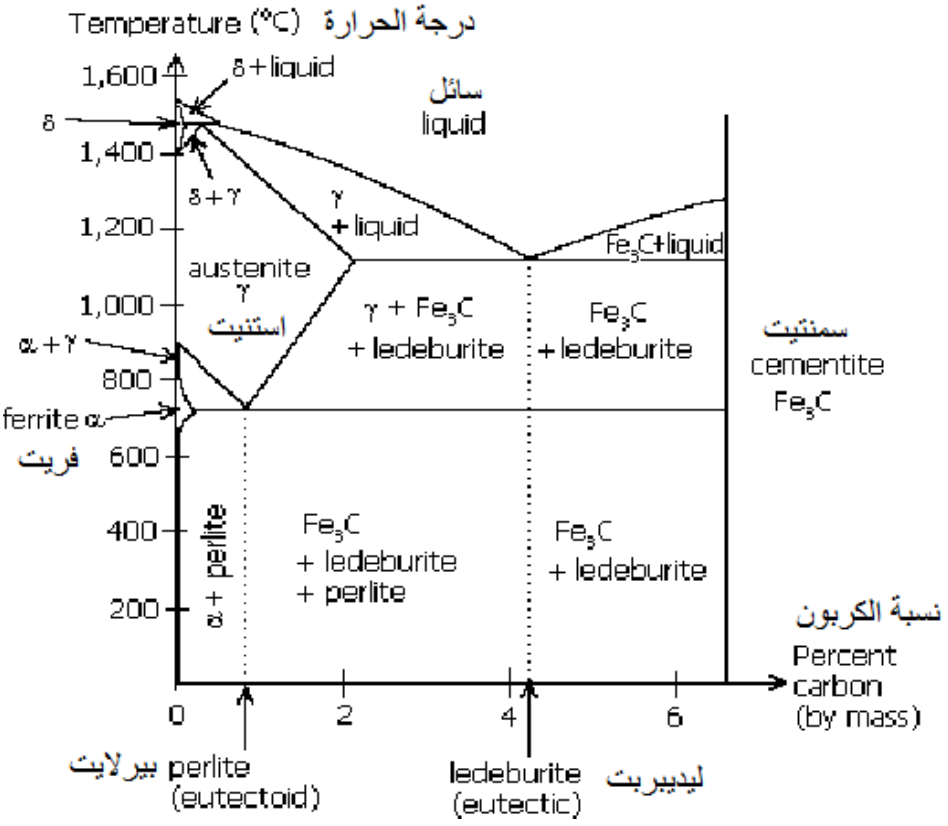
للحام ألومنيوم ER5356

ER5356، عادة ما يكون ALMg5، هو عبارة عن سبيكة من الألومنيوم مليئة بالمغنيسيوم ٥ ٪ ويمكن استخدامها في لحام MIG أو TIG لديها مقاومة جيدة للتآكل لمياه البحر. يطبق عادة على ٥٠٥٠، ٥٠٥٢، ٥٠٨٣، ٥٣٥٦، ٥٤٥٤، ٥٤٥٦ كمادة الأم لونه أبيض بعد الطلاء بأكسيد الألمنيوم وقوة الشد فيه ٢٩٠ ميجابكسل.

ثانيا: الحديد الزهر

أنواع الحديد الزهر

الحديد الزهر يسمى أيضا حديد السبك أو حديد الصب (Cast Iron)، يعرف بالحديد الناتج من الأفران العالية وتبلغ كثافته 7.86 جم/سم^3، ودرجة انصهاره ما بين ١٢٧٥ إلى ١٥٠٥م، وهو سهل الكسر ولا يقبل التشكيل. أو هو حديد يحتوي على نسبة كربون تفوق حد ذوبانه في طور الأوستنيت عند درجة حرارة اليوتكتي فينفصل الكربون في صورة قشور أو شبه كريات (حديد زهر رمادي) أو قد يكون سمنتيتا (حديد زهر أبيض). و هو نوع من الحديد غير النقى ينتج بصهر حديد الزهر مع الجير ثم صبه في قوالب، وهو قصيف ولكنه يتميز بصلادته.



شكل رقم ١٣١: رسم بياني لكربيد الحديد (سمنتيت)، شبه مستقر

١. **حديد زهر رمادى**

الحديد الرمادي أو Grey iron هو "الحديد الزهر" الأكثر شيوعا. وهو سبيكة من الكربون والسليكون والحديد، ويحتوي على ١,٧ إلى ٤,٥% كربون و١ إلى ٣% سليكون، وهو نسبيا سهل الصنع ورخيص. ومقارنة بالحدائد المصنوعة بطرق هندسية أكثر حداثة، فإن الحديد الرمادي له مقاومة شد أقل وكذلك مطيلية أقل. أي أنه ينهار بسهولة عند أحمال ميكانيكية أصغر، ونمط انهياره يكون كسر مفاجئ (فهو لا ينثني، بسبب انخفاض المطيلية). ويستخدم في عمل تقفيصات حيث تكون قوة الشد العالية ليست مطلوبة، مثل هياكل المضخات والصمامات وكتل المحركات ومسبوكات الزينة، وغيرها.

٢. **حديد زهر طروق (Malleable Cast Iron)**

هو حديد زهر طروق أسود القلب (Blackheart Malleable Cast Iron)، وهو أحد أنواع حديد الزهر الملدن انتقص كربونه (جرافيته) من السطح دون القلب فيصبح أبيض السطح أسود القلب وذلك عن طريق المعالجة الحرارية.

يبدأ الحديد القابل للطرق كحديد أبيض، ثم يتم معالجته بالحرارة عند حوالي ٩٠٠ درجة مئوية. يفصل الجرافيت ببطء أكبر في هذه الحالة، بحيث يكون للتوتر السطحي وقتا لتشكيله إلى جسيمات كروية spheroidal بدلا من رقائق. نظرا لانخفاض نسبة العرض إلى الارتفاع، تكون الأجسام الشبه الكروية قصيرة نسبيا وبعيدة عن بعضها البعض، ولها مقطع عرضي منخفض مقابل امتداد الشرخ الحادث. لديهم أيضا حدود حادة، بدلا من رقائق، مما يخفف من مشاكلات تركز الإجهاد التي يواجهها الحديد الزهر الرمادي. بشكل عام، خصائص الحديد الزهر القابل للطرق هي أشبه بالفولاذ المعتدل. يوجد حد لمدى امكانية تشكيل الجزء من الحديد الزهر القابل للطرق، حيث أنه مصنوع من الحديد الزهر الأبيض.

ينقسم لنوعين:

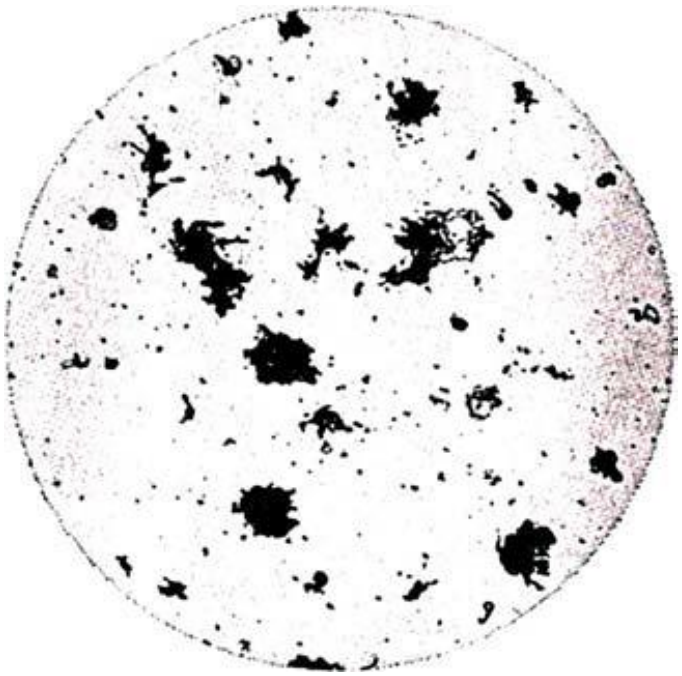
أ. **حديد زهر طروق أبيض (GTW White Malleable Cast iron)**

بعد صبه بقوالب، يمكن إزالة الكربون بنسبة كبيرة منه، ويترك بعد صبه مباشرة فى أفران حرارية تحت درجة حرارة ٩٠٠ درجة لمدة ٤-٥ أيام، ثم يترك ليبرد ببطء فى الهواء الطلق. ومقطعه بعد إزالة الكربون منه يكون فاتحا معدنى اللون، وله مواصفات الفولاذ. ومتانة الشد فيه من ٣٠٠-٤٠٠ نيوتن/ملم٢.

شكل رقم ١٣٢: البنية المجهرية للحديد الزهر الطروق الأبيض

ب. **حديد زهر طروق أسود (GTS Black Malleable cast iron)**

بعد صبه يخمر، وذلك بوضعه فى صناديق مملوءة بالرمل تحت درجة حرارة من ٨٠٠ إلى ٩٠٠ درجة مئوية من ٣-٤ أيام بعدها يتفكك السمنتيت على شكل فريت، وكربون على هيئة بقع، ومقطعه يكون ذا تركيبة حبيبية سوداء. ومتانة الشد فيه من ٣٥٠ إلى ٧٠٠ نيوتن/ملم٢ وهو غير قابل للتشكيل أو اللحام.



شكل رقم ١٣٣: فريت على شكل بقع فى الحديد الأسود

٣. **<u>حديد زهر لدن (Ductile Iron)</u>**

حديد زهر لدن أو يسمى حديد زهر كروى الجرافيت (Spheroidal-Graphite Cast Iron) أو حديد زهر عقدى (Nodular Cast Iron) وهو حديد زهر متكور ما فيه من الجرافيت، ينتج بإضافة عناصر كالمغنسيوم أو البريوم إلى مصهوره فتساعد هذه العناصر على تكور الجرافيت

المنفصل، فيكتسب الحديد نسبيا لدونة ومتانة. حيث تصل المتانة إلى ٤٠٠ إلى ٨٠٠ نيوتن / ملم٢، بسبب المتانة العالية يستخدم لصناعة التروس والمولدات والعدد اليدوية.

إن الكميات الضئيلة من المغنيسيوم أو السيريوم المضاف إلى هذه السبائك تبطئ من نمو رواسب الجرافيت عن طريق الربط بحواف مستويات الجرافيت. إلى جانب التحكم الدقيق بالعناصر الأخرى والتوقيت، فإن هذا يسمح للكربون بالانفصال كجسيمات كروية اثناء تجمد المعدن. الخصائص مشابهة للحديد القابل للطرق malleable iron ولكن الأجزاء يمكن أن تصب بمقاطع أكبر.

بنيته المجهرية

الحديد الزهر المرن ليس سبيكة واحدة، ولكنه مجموعة من السبائك التي يمكن أن تنتج للحصول على خصائص معينة عن طريق التحكم في البنية المجهرية. السمة المشتركة المميزة لهذه السبائك هو الهيئة التي يتواجد عليها الجرافيت. ففي الحديد الزهر المرن، يتواجد الجرافيت على شكل عقيدات كروية بدلا من شكل الرقائق (كما في الحديد الزهر الرمادي)، مما يقلل من فرص تكون الشروخ ويحسن مرونتها. تتكون العقيدات الكروية بإضافة عناصر تعمل كأنوية للعقيدات، أكثر شيوعا الماغنيسيوم وفي بعض الأحيان، السيريوم أثناء عملية الصهر.

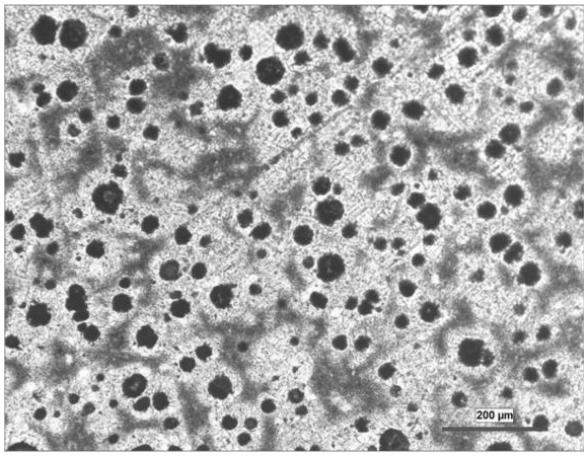
بالإضافة إلى إمكانية التحكم في جعل الجرافيت كروي الشكل، يمكن أيضا التحكم في نسبة الفيريت إلى نسبة البيرليت عن طريق التحكم فى العناصر السبائكية المضافة والتحكم في درجات الحرارة أو بمعالجة السبيكة حراريا بعد الصب، لتعديل نسب البيرليت والفيريت. التحكم في نسبة الفيريت إلى نسبة البيرليت، يغير من قيمة إجهاد الشد وإجهاد الخضوع والاستطالة للحديد الزهر المرن، وبالتالي يمكن إنتاج كم هائل من سبائك الحديد الزهر المرن تختلف عن بعضها في الخصائص.

تركيبه

التحليل الكيميائي النموذجي لسبائك الحديد الزهر المرن، يتكون من حديد به نسب ٣,٣ - ٣,٤% كربون و٢,٢ - ٢,٨% سيليكون و٠,١ - ٠,٥% منجنيز و٠,٠٣ - ٠,٠٥% ماغنيسيوم و٠,٠٠٥ - ٠,٠٤% فوسفور و٠,٠٠٥ - ٠,٠٢% كبريت. يمكن إضافة عناصر أخرى مثل النحاس أو القصدير لزيادة قوة الشد وإجهاد الخضوع، إلا أنها تقلل من الاستطالة. ولزيادة مقاومة الحديد الزهر المرن للتآكل يستبدل ١٥ – ٣٠% من الحديد في السبيكة بكميات من النيكل أو النحاس أو الكروم.

استخداماته

جزء كبير من الإنتاج السنوي للحديد الزهر المرن يكون في شكل أنابيب، تستعمل لمياه الشرب وخطوط الصرف الصحي. وتعد خيارا أفضل في بعض المناطق الوعرة من مواسير الـ PVC أو الخرسانة أو البولي إيثيلين أو الصلب. كما يستخدم الحديد الزهر المرن في إنتاج الكثير من مكونات السيارات وشاحنات الديزل والجرارات الزراعية ومضخات آبار النفط.



شكل رقم ١٣٤: البنية المجهرية للحديد الزهر المرن

الاسم	التركيبة الاسمية % بالوزن	التكون	إجهاد الخضوع [ksi](0.2% offset)	إجهاد الشد [ksi]	الاستطالة % (بوصة)	الصلادة (مقياس برينل)	الاستخدامات
حديد زهر رمادى (ASTMA48)	C 3.4, Si 1.8, Mn 0.5	مسبوك	—	25	0.5	180	جسم المحرك، التروس، قواعد الماكينات
أبيض	C 3.4, Si 0.7, Mn 0.6	مسبوك	—	25	0	450	اسطح كراسى التحميل
حديد زهر طروق (ASTM A47)	C 2.5, Si 1.0, Mn 0.55	مسبوك (تخمير)	33	52	12	130	كراسى التحميل والطارات واعمدة الكردان
حديد زهر لدن أو عقدى	C 3.4, P 0.1, Mn 0.4, Ni 1.0, Mg 0.06	مسبوك	53	70	18	170	التروس والكامات وأعمدة الكردان.
حديد زهر لدن أو عقدى (ASTM A339)	—	مسبوك (quench tempered)	108	135	5	310	—

الاسم	التركيبة الاسمية % بالوزن	التكون	إجهاد الخضوع [ksi](0.2% offset)	إجهاد الشد [ksi]	الاستطالة % (بوصة)	الصلادة (مقياس برينل)	الاستخدامات
Ni-hard type 2	C 2.7, Si 0.6, Mn 0.5, Ni 4.5, Cr 2.0	مسبوك فى الرمل	—	55	–	550	القوة
Ni-resist type 2	C 3.0, Si 2.0, Mn 1.0, Ni 20.0, Cr 2.5	مسبوك	—	27	2	140	يقاوم الحرارة والتآكل

جدول رقم ٣٣: مقارنة بين أنواع الحديد الزهر

ملاحظات:

١. يتميز الحديد الزهر بانخافض درجه انصهاره وهي تتروا بين ١١٥٠ مئويه الى ١٢٥٠ مئويه ونتوقف على نسبه الكربون والشوائب الأخرى التى يحتويها.

٢. يتحمل الضغط ولا يتحمل الصدمات ولهذا السبب فهو قليل الاهميه لاغراض البناء.

٣. إذا تم تسخينه ينصهر ولا يلين ولدا لايمكن تشكيله الا باعاده صهره من جديد وصبه وهو فى حاله انصهار.

٤. ينكمش حديد الزهر الابيض بالتبريد بينما يتمدد حديد الزهر الرمادى اثناء الانكمش ولهدا يفضل النواع الاخير فى عمليات الصب فى القوالب.

٥. الزهر الأبيض يقاوم التاكل والزهر الرمادى تزداد قوه شده عند تسخينه الى درجه ٩٠٠ مئويه.

٦. الحديد الزهر لا يتمغنط نظرا لوجود عنصر الكربون والشوائب الاخرى فيه بنسبه عاليه.

٧. سبائك بين الحديد والكربون بنسبة ٢,٥-٤,٥ % عادة.

٨. ان اهم خواص حديد الزهر والتي جعلت منه مادة صناعية مهمة: أن درجة انصهار منخفضة مقارنة بالصلب مع سيولة عالية جعلته مناسبا للسباكة.

٩. رخيص الثمن.

١٠. له خاصية اخماد الاهتزازات لذا يستخدم لصناعة هياكل الماكينات.

١١. ممكن تحسين خواصه الميكانيكية بالمعالجات الحرارية والاضافات السبائكية.

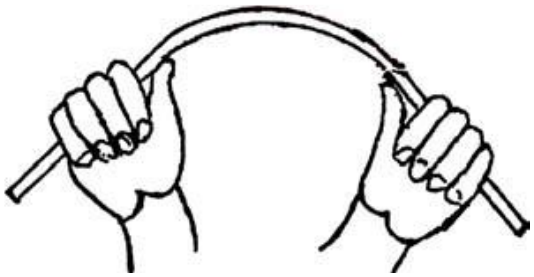
١٢. أكثر انواعه قابلة للتشغيل على الماكينات.

طرق فحص الحديد الزهر

من طرق فحص الحديد الزهر فى الورشة:

١. الفحص بواسطة الثنى

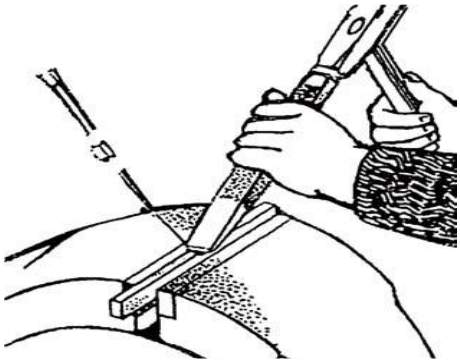
فى حالة المشغولة بشكل صفائح رقيقة أو أسياخ نقوم بمحاولة ثنيها، فإذا انثنت تكون من الصلب الإنشائى، وليست حديد زهر، أما إذا انكسرت فتكون من الحديد الزهر.



شكل رقم ١٣٥: الفحص بواسطة الثنى

٢. الفحص باستخدام الأزميل أو الأجنة

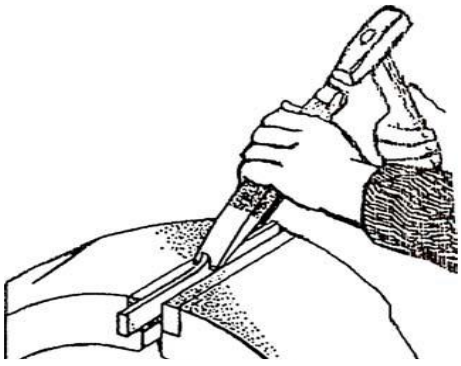
نربط الشغلة على الملزمة ونطرق عليها بالأزميل، إذا تطايرت منها شظايا تكون من الحديد الزهر، ولو حدث بها حز تكون صلب إنشائى.



شكل رقم ١٣٦: الفحص باستخدام الأزميل أو الأجنة

٣. الفحص بواسطة الطرق

يتم الطرق على الشغلة المربوطة على الملزمة بواسطة مطرقة فإذا انكسرت فهى من الحديد الزهر.



شكل رقم ١٣٧: الفحص بواسطة الطرق

لحام الحديد الزهر

١. مقدمة

الحديد الزهر هو سبيكة من الحديد والكربون. يجب أن يتجاوز محتوى الأخير ٢ في المئة. اعتمادا على حالة الكربون في سبيكة، وتتميز أنواع الرمادي والأبيض من الحديد الزهر. في الشكل الأول، يكون الكربون على شكل غرافيت، في حالة حرة، وهذا يؤدي إلى قابلية التشغيل الجيدة. وبما أن الحديد الأبيض يصب في هذه الحالة، فإنه يكاد يكون من المستحيل اللحام به.

عند لحام الحديد الزهر يتشوه وتتشكل بسهولة الشقوق فيه. هذا يرجع إلى الهيكل الخاص للكربون في مقطعه. ولهذا يصعب لحام الحديد الزهر، ومع ذلك، فإن الأنواع التي لديها بنية دقيقة الحبيبات ولون رمادي فاتح هي الأمثل لعملية اللحام. لحام الحديد الزهر له آثار جانبية: التبييض، ونتيجة لذلك، ظهور طبقة من الحديد الزهرالأبيض في موقع اللحام، والتي لا يمكن معالجتها؛ كما سبق الذكر، وتشكيل الشقوق. تركز الإجهادات في منطقة اللحام. ويمكن أن تصبح بركة اللحام المعدنية مسامية بسبب حرق الكربون مع التكوين المتزامن لثاني أكسيد الكربون. لذلك، هذه العملية تسبب الكثير من الصعوبات. ومع ذلك، يستخدم لحام الحديد الزهر على نطاق واسع.

٢. طرق لحام الحديد الزهر

يمكن لحام الحديد الزهر بثلاث طرق رئيسية:

أ. طريقة اللحام الباردة،

ب. وطريقة اللحام نصف الساخنة،

ج. وطريقة اللحام الساخنة.

فى طريقة اللحام الباردة لا يوجد التدفئة مسبقة للمشغولة. يصنع اللحام البارد من الحديد الزهر بالصلب والحديد المصبوب والمصنوع من المعادن غير الحديدية والسبائك بواسطة الأقطاب الكهربائية (اللحام بالقوس الكهربى). الشيء الرئيسي هنا هو تجنب التدفئة القوية في منطقة التأثير الحراري. لهذا، عند استخدام أقطاب الصلب، يتم تطبيق الطبقة الأولى مع أقطاب صغيرة القطر مع محتوى منخفض الكربون، وطبقة رقيقة. شدة التيار الحالية في هذه المرحلة من العملية يجب ألا تتجاوز ٩٠ أمبير. يتم تطبيق الطبقات اللاحقة بأقطاب ذات قطر أكبر، ويمكن أن يكون التكسية إما رقيقة أو سميكة.

يتم لحام الزهر في المنزل بطريقة باردة. في هذه الحالة، يمكن استخدام أي نوع من أنواع الأقطاب الكهربائية (اللحام بالقوس الكهربى).

فى طريقة اللحام الساخنة للحديد الزهر يتم تدفئة الشغلة قبل العمل عليها. هذه الطريقة تقلل من الضغط على الهيكل المعدني.

طريقة اللحام النصف ساخنة هي طريقة ساخنة معدلة. وهو يتألف من الجرافيت المعدني والتدفئة العامة أو المحلية حتى درجة حرارة معينة. ثم يتم تطبيق هذه الطرق بطرق مختلفة.

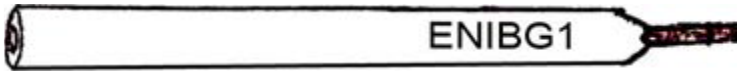
إذا كان من الضروري لحام الأجزاء الفردية من الحديد الزهر، فيتم استخدام طريقة اللحام البارد. لكن إذا تم تنفيذ العمل في المؤسسة، على نطاق صناعي، يتم استخدام الطريقة الساخنة.

٣. أنواع الكترودات لحام الحديد الزهر

يستخدم لحام الحديد الزهر للإصلاحات، لذا يكون الكترود اللحام الخاص به غالى الثمن، ويصنع من النيكل والحديد والنحاس وسبائكه، وهي ثلاثة أنواع:

أ. **الكترود لحام ذو التركيب القاعدى بالجرافيت (E-Ni):**

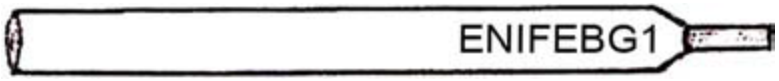
وهو ذو قضيب معدنى من النيكل الصافى ويستخدم للحام الحديد الزهر بصفائح الجرافيت بدون تحمية مسبقة للمشغولة. ويكون أثناء إنصهاره قطرات لحام كبيرة، ويلحم إما بالتيار المتردد أو بالتيار المستمر، بحيث يكون الإلكترود بالقطب السالب، وبعد اللحام مباشرة يجب طرقه وهو ساخن، وذلك لتجنب حدوث تشقق للمشغولة.



شكل رقم ١٣٨: إلكترود لحام للحديد الزهر بصفائح الجرافيت

ب. **إلكترود اللحام ذو التركيب القاعدى بالجرافيت (E-NiFe):**

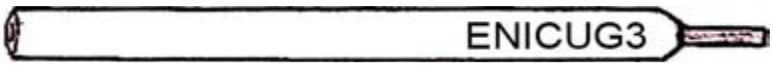
وهو ذو قضيب معدنى من النيكل والحديد، ويستخدم للحام الحديد الزهر بكريات الجرافيت بدون تحمية مسبقة للمشغولة. كما يجب أن يكون طول القوس الكهربى قصيرا قدر الإمكان، وذلك لتجنب التسخين الزائد للمشغولة، ويلحم إما بالتيار المتردد أو بالتيار المستمر، بحيث يكون الإلكترود بالقطب السالب، ولا يطرق بعد اللحام.



شكل رقم ١٣٩: إلكترود لحام الزهر بكريات الجرافيت

ج. **إلكترود لحام ذو قلب من النيكل والنحاس (E-NiCu):**

وهو ذو قضيب سبائكى من النيكل والنحاس، ويعطى درزة لحام متماسكة بدون مسامات، وتسمح بالتشغيل الميكانيكى عليها، ويوصى بتحمية الإلكترود ما بين ١٠٠ إلى ١٥٠ قبل اللحام. كما أنه يلحم بالتيار المتردد، أو المستمر والإلكترود بالقطب الموجب، ويمكننا بهذا النوع لحام الأنواع الثلاثة للحديد الزهر (حديد زهر بصفائح الجرافيت GG Lamellar grey cast iron - حديد زهر بكريات الجرافيت Nodular cast iron GGG - الحديد الزهر الطروق Malleable cast iron GT).



شكل رقم ١٤٠: إلكترود لحام لأنواع الزهر الثلاثة

خصائص لحام الحديد الزهر

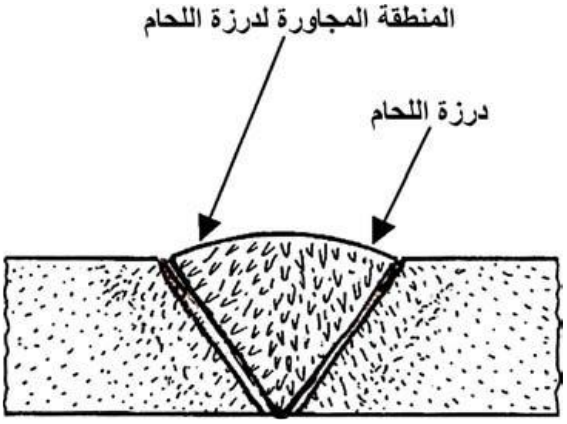
بسبب نسبة الكربون الكبيرة فيه يعتبر لحام الحديد الزهر محصورا للصيانه والإصلاحات، وله خصائص تختلف عن لحام الفولاذ.

١. **خاصية عدم المرور بالحالة العجينية**

وذلك يعنى أن الحديد الزهر المصهور لا يمر بمرحلة عجينية وإنما يتحول من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة مباشرة. وهذا يجعل من الصعب لحام الحديد الزهر فلا أى وضع إلا فى الوضع الأفقى ولا يسمح ابدا بلحامه بالوضع الرأسى.

٢. **خاصية القدرة على التصلد**

يصبح الحديد الزهر صلدا عند التبريد السريع لمكان اللحام حيث يؤدى التبريد السريع إلى تشكل طبقة رقيقة مصلدة على حدود الدرزة مع المعدن الأساسى. وهذه الطبقة تتمتع بلدونة منخفضة، ولذا فإنها تنفصل مع المعدن المضاف عن المعدن الأساسى. أو تتشكل شقوق على الحدود الواقعة بين الدرزة والمعدن الأساسى.



شكل رقم ١٤١: إنفصال الطبقة المجاورة لدرزة اللحام مع المعدن المضاف

٣. **خاصية التسخين المسبق**

يجب تسخين المشغولة إذا كانت صلدة، ورفيعة بجانب خط اللحام، وذلك قبل البدء فى عملية اللحام. حيث يخفف التسخين المسبق من التغير الفجائى لتكوين البنية الأساسية للمعدن، لكن التسخين المسبق لا ينطبق على الحديد الزهر الرطب.

٤. **خاصية الطرق**

عند اللحام بإلكترود قاعدى نوع E-Ni يطرق بخفة على سطح درزة اللحام بعد كل عملية لحام لمسافة ٣-٤ سم. حيث أن الإجهادات المتولدة بتقلص اللحام أثناء التبريد تؤدى إلى التشقق. ولكن يستطيل المعدن بالطرق الخفيف على سطح درزة اللحام وهي ساخنة لتعويض إجهادات التقلص ولا يحدث التشقق.

<u>لحام الحديد الزهر بالقوس الكهربى</u>

تستخدم وحدة لحام القوس الكهربى، ويتم ضبط التيار بحيث لا يقل عن ٧٠ أمبير ولا يزيد عن ١١٠ أمبير، عند لحام التكسية يكون ميل الكترود اللحام بزاوية ٧٥ درجة، ويتم التوقف بعد كل درزة لحام طولها ٥ سم لمدة تزيد عن نصف دقيقة. وتترك المشغولة لتبرد ببطء.

عند لحام الوصلة التقابلية يتم إمالة الإلكترود بزاوية ٧٠ درجة باتجاه خط اللحام وزاوية ٩٠ درجة ما بين الإلكترود وخط المشغولة. ويتم التوقف بعد كل درزة لحام طولها ٥ سم ثم يتم الطرق على الدرزة طرقا خفيفا ليستطيل معدن اللحام. وتترك المشغولة لتبرد ببطء.

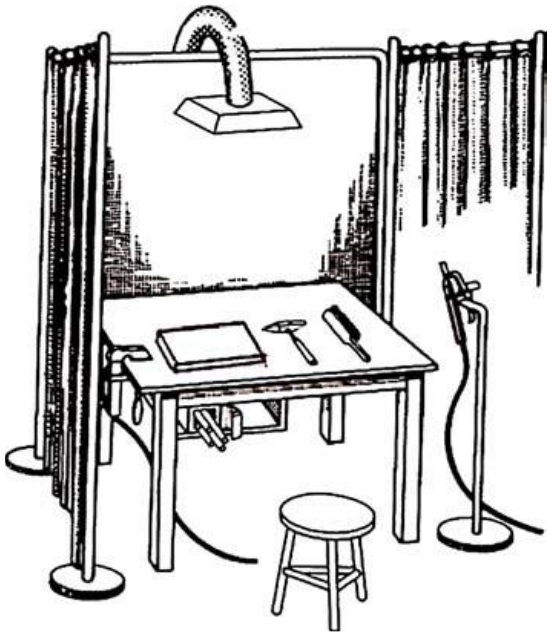
مثال: لحام خطوط تكسية للقطع المسطحة.

التجهيزات المطلوبة:

١. وحدة لحام بالقوس الكهربى.
٢. طاولة لحام مع مروحة شفط الدخان.
٣. قطعة حديد زهر.
٤. ملابس الوقاية الشخصية.
٥. عدد اللحام اليدوية.
٦. إلكترود لحام حديد زهر.

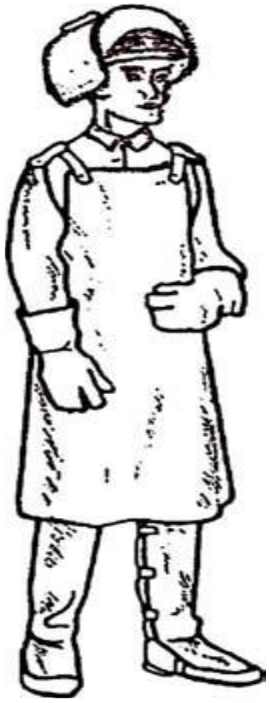
الخطوات:

١. جهز التسهيلات التدريبية اللازمة لتنفيذ التمرين.



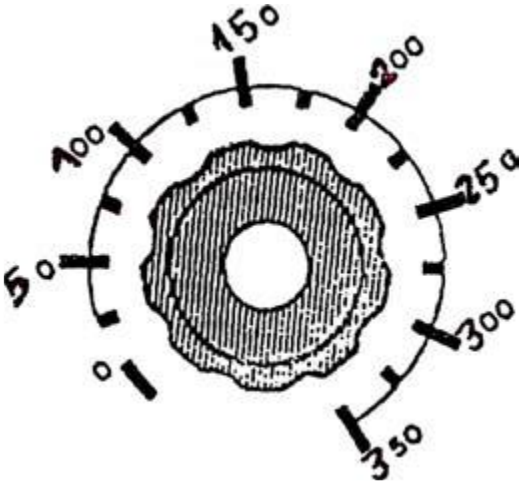
شكل رقم ١٤٢: تجهيز المعدات المطلوبة للحام

٢. ارتداء ملابس الوقاية الشخصية.
٣. تنظيف المشغولة من الأوساخ والأكاسيد.



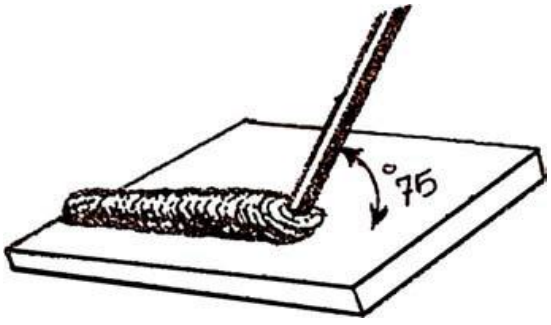
شكل رقم ١٤٣: إرتداء مهمات الأمن والسلامة

٤. ضبط شدة التيار الخاصة باللحام بحيث لا تقل عن ٧٠ أمبير ولا تزيد عن ١١٠ أمبير.



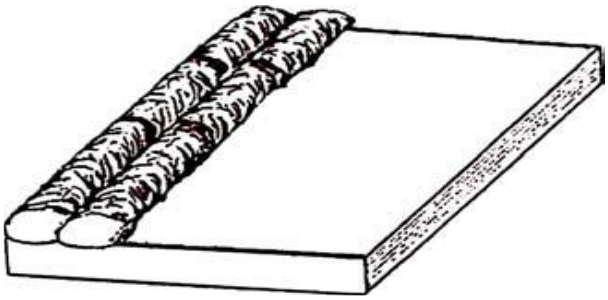
شكل رقم ١٤٤: ضبط شدة التيار

٥. لحام الخط الأول من خطوط لحام التكسية، بحيث يكون مستقيما ومحاذيا لحافة المشغولة مراعيا الحفاظ على زاوية ميل إلكترود اللحام بحيث تكون ٧٥ درجة.



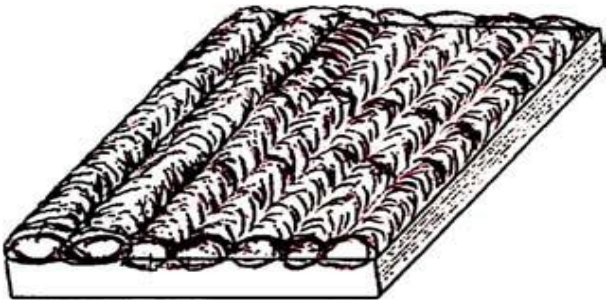
شكل رقم ١٤٥: لحام الخط الأول من خطوط لحام التكسية

٦. لحام الخط الثانى بحيث يكون جزء منه على خط اللحام الأول والجزء الآخر على سطح المشغولة.



شكل رقم ١٤٦: لحام الخط الثانى من خطوط لحام التكسية

٧. متابعة عملية اللحام حتى اكتمال تكسية سطح المشغولة. والتوقف بعد كل درزة لحام طولها ٥ سم لمدة لا تزيد عن نصف دقيقة.



شكل رقم ١٤٧: اكتمال تكسية سطح المشغولة

٨. أطفىء ماكينة اللحام.

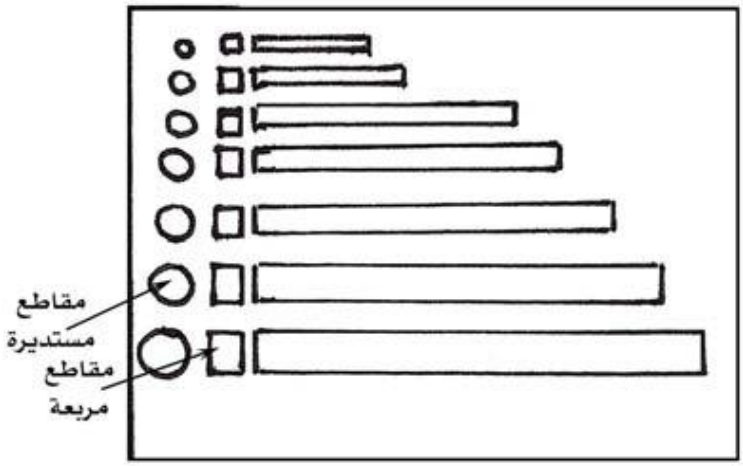
٩. نترك المشغولة تبرد ببطء.

١٠. ترتيب مكان العمل وإعادة العدد إلى مكانها.

لحام الحديد الزهر بالأكسى استيلين:

١. أسياخ لحام الحديد الزهر

أسياخ ملء الحديد الزهر الرمادى تتوفر بسماكات وأطوال مختلفة وهي ذات مقاطع مستديرة أو مربعه.



شكل رقم ١٤٨: أسياخ ملء الحديد الزهر الرمادى ذات مقاطع مستديرة و مربعه

أ. **أسياخ لحام الحديد الزهر منخفضة الجودة:**

تنفصل أكاسيد كثيرة من السيخ وتكون المادة المنصهرة فى هذه الحالة ذات لون فاتح، كما تتساقط من السيخ قطرات من الحديد الزهر الرمادى مع بقاء أجزاء من طبقة الأكسيد عليه.

ب. **أسياخ لحام الحديد الزهر عالية الجودة:**

تمتاز هذه الأسياخ بعدم انفصال أى أكاسيد منها أو انفصال كمية ضئيلة للغاية، وتكون المادة المنفصلة فى هذه الحالة رائقة أو داكنة اللون، ويراعى الإحتفاظ بأسياخ اللحام من الحديد الزهر فى أمكنه جافة لوقايتها من الصدأ، وينبغى قبل اللحام أن تنظف الأسياخ شديدة الصدأ جيدا. حيث أن طبقة الصدأ على الأسياخ تؤدى لظهور مسام كثيرة فى منطقة اللحام بسب تكون الخبث وتبخر الرطوبة.

٢. بودرة اللحام

من خواص بودرة اللحام الجيد أن تكون سريعة القابلية للتوزيع وبانتظام فوق منطقة اللحام وأن يكون غير متكتل او قابل للإنتفاخ، وأن يذوب بسرعة فى البركة المنصهرة متغلغلا فى المعدن الأصلى ومن أنواعها:

أ. **بودرة لحام جاف دقيق الحبيبات**

يغمس سيخ الملء فى بودرة اللحام، وتعتبر الكمية التى تعلق منه بالسيخ بعد غمسه كافية، وفى حالة المواد ضئيلة التقبل للحام فينبغى إضافة كمية أكبر من بودرة اللحام.

ب. **بودرة اللحام فى أسياخ ملء من الحديد الزهر:**

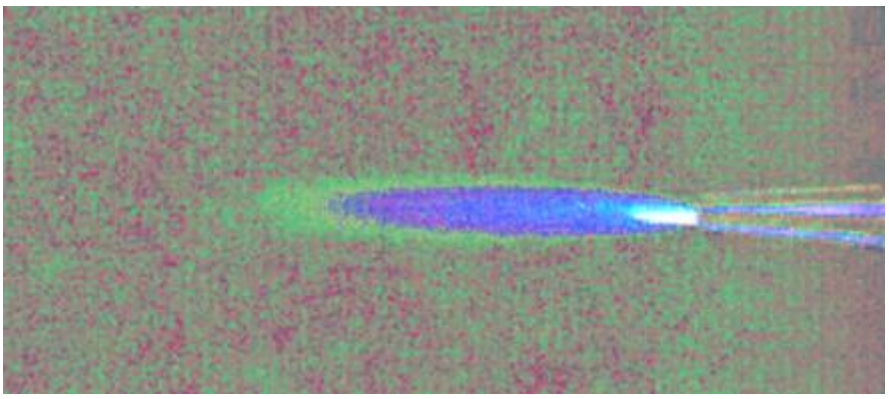
فى هذه الحالة تكون البودرة موضوعة فى حز بها، ولهذا النوع من الأسياخ مقاطع على شكل شبه منحرف أو غيره من الأشكال، وهي متاحة باطوال وتخانات مختلفة، وعند استخدام هذه الأسياخ يراعى أن تكون الحزوز المحتوية على مساعد الصهر مواجهة للبركة، ويراعى الا يلمس اللهب جانب السيخ المحتوى على مساعد الصهر وأن يكون هذا الجانب مواجها لبركة المعدن الأصلى المنصهر.

٣. أنواع اللهب المستخدم فى لحام الحديد الزهر

ينقسم اللهب لثلاثة أنواع كما يلي:

أ. اللهب المتعادل Natural Flame

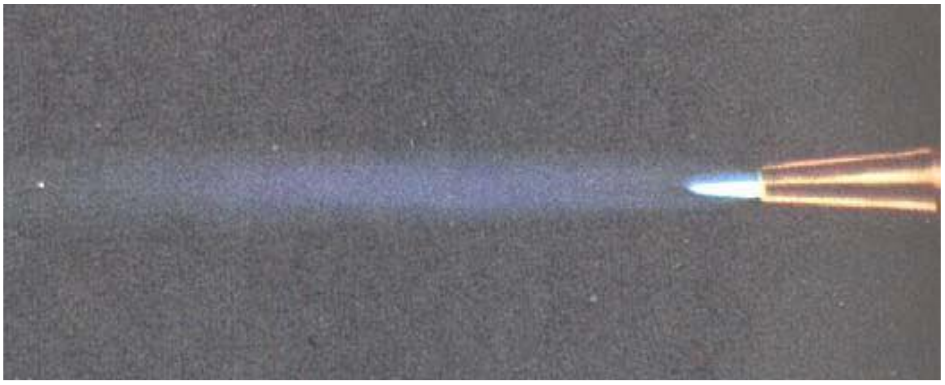
فى هذا النوع من اللهب تكون كمية غاز الأكسجين مساوية لكمية غاز الأستيلين، ويكون المخروط أزرق فاتح جدا وقريبا من اللون الأبيض داخل اللهب محاطا بغلاف لونه أزرق قاتم بسبب اشتعال أول أكسيد الكربون، واللهب المتعادل يمتاز بأنه لا يترك أى أثر كيميائى على المعدن بعد عملية اللحام.



شكل رقم ١٤٩: اللهب المتعادل

ب. اللهب المؤكسد Oxidized Flame

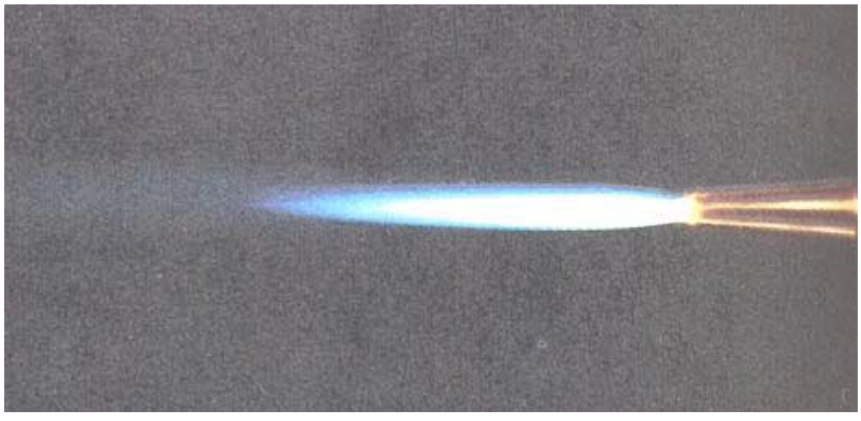
فى هذا النوع من اللهب يكون المخروط الداخلى أقصر ويكون لونه أكثر زرقة ورأسه مدبب، أما غلافه الخارجى فهو أيضا أقصرمن غلاف اللهب المتعادل وأن زيادة نسبة الأكسجين تسبب ارتفاع درجة حرارة اللهب لتصل إلى ٣٤٨٠ درجة مئوية.



شكل رقم ١٥٠: اللهب المؤكسد

ج. اللهب المكربن carbonized Flame

يظهر فى المنظر العام للهب أثر زيادة نسبة الأستيلين فى المزيج على تكوين ريشة الأستيلين فى اللهب الذي يحيط بالمخروط الداخلى، وتقاس زيادة الأستيلين عن طريق العلاقة بين طول المخروط الداخلى وطول ريشة الأستيلين، وفى هذا النوع من اللهب يكون طول ريشة الأستيلين.



شكل رقم ١٥١: اللهب المكربن

واللهب المتعادل مناسب للحام الصب واللحديد الزهر، بينمه اللهب المؤكسد يناسب لحام النحاس، أما الهب المكربن يناسب لحامات الألومونيوم.

التنقيط لوصلات اللحام

هى عملية تسبق عملية اللحام وفيها يتم ربط قطعتى العمل ببعض بواسطة نقط اللحام وتستخدم لغرض تفادى انفراج وإزاحة القطع عن موقعها الأصلى بفعل الحرارة الناتجة أثناء عملية اللحام.

مثال: لحام الحديد الزهر بالأكسى استيلين (وصلة تراكبية – وضع افقى):

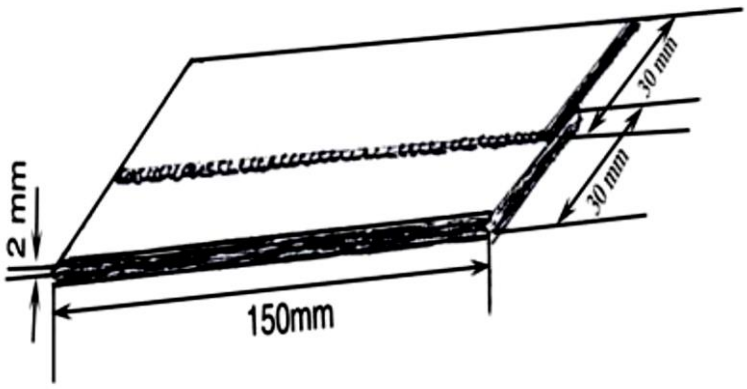
يهدف المثال إلى: (تجهيز قطعة العمل – تشغيل مشعل اللحام – ضبط اللهب للحام الحديد الزهر – تنقيط الوصلة التراكبية – لحام الوصلة التراكبية بالوضع الأفقى).

التجهيزات اللازمة:

١. طاولة عمل.
٢. معدات اللحام بالأكسي أستيلين كاملة.
٣. صندوق عدة عمل فني لحام.
٤. أدوات الوقاية الخاصة باللحام.
٥. أسياخ لحام الحديد الزهر.
٦. قطعتى حديد الزهر المراد لحامهما.

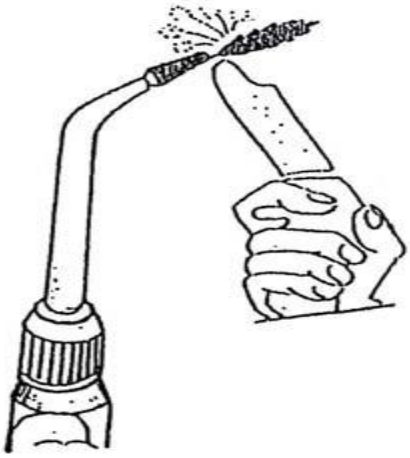
الخطوات:

١. ارتداء ملابس الوقاية والسلامة المهنية.
٢. تجهيز مكان العمل بتهوية جيدة وتوفير أدوات الإطفاء.
٣. قراءة الرسم التنفيذى.



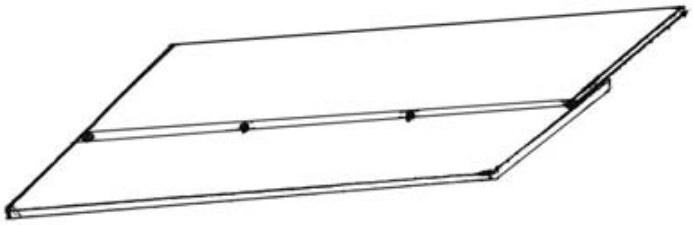
شكل رقم ١٥٢: الرسم التنفيذى

٤. التأكد من جاهزية قطعة العمل ومعدات اللحام.
٥. إشعال مشعل اللحام وضبط اللهب المناسب.



شكل رقم ١٥٣: إشعال مشعل اللحام

٦. تبنيط قطعة العمل حسب المسافة المطلوب لحامها ومراعاة وضع القطعتين التراكبى.

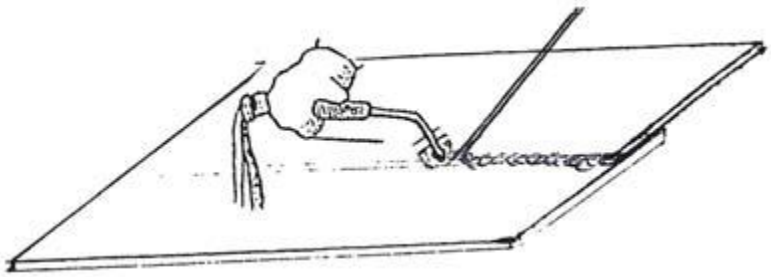


شكل رقم ١٥٤: تبنيط قطعة العمل فى الوضع التراكبى

٧. غمر سلك لحام الحديد الزهر بعد تسخينة فى علبة بودرة اللحام (مساعدة الصهر).

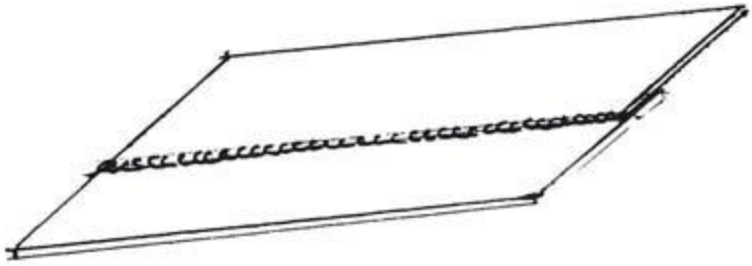
شكل رقم ١٥٥: غمر سلك اللحام فى بودرة اللحام

٨. إجراء عملية اللحام للوصلة التراكبية من اليمين إلى الشمال مع مراعاة زوايا ميل مشعل اللحام وسلك اللحام وارتداء ملابس الوقاية الشخصية.



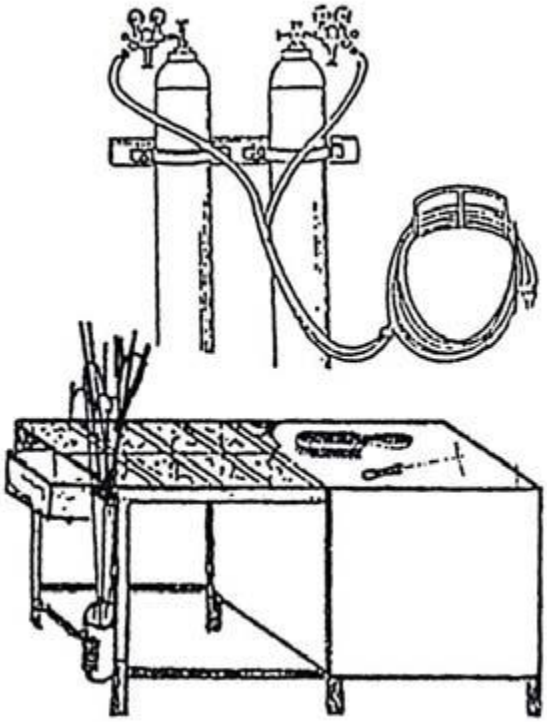
شكل رقم ١٥٦: عملية اللحام

٩. ترك الوصلة تبرد طبيعيا مع مراعاة وضعها فى مكان بعيد عن متناول يد الآخرين.



شكل رقم ١٥٧: الوصلة بعد اللحام

١٠. تنظيف موقع العمل وإعادة أدوات اللحام إلى أماكنها المخصصة مع مراعاة فتح مشعل اللحام من مقبضة وربط صامولة المقبض ولف الخرطوم.



شكل رقم ١٥٨: إعادة و ترتيب أدوات اللحام

الباب الثامن: مقايسات اللحام

مقدمة عامة عن الرياضيات المستخدمة في اللحام

ان الرياضيات المستخدمة في عالم اللحام تتعلق بالعمليات الحسابية لوحدات القياس مثل الابعاد والقياسات والحجم والوزن وحساب التكاليف او مقايسة الاسعار وبالنسبة للوحدات القياسية يتم استخدام الرياضيات حسب الاتي:

- النظام الامريكي بالانجليزية Imperial – US والمستخدم لوحدات القياس مثل البوصة – القدم – الكسور بالانجليزية fractions – feet- inches وهذا ما سيتم التركيز عليه اليوم باذن الله تبارك وتعالى
- النظام الدولي القياسي المعروف لدينا في الشرق الاوسط والاتحاد الاوربي بالانجليزية metric system وقد يعرف ايضا في فرنسا باسم Système International d'unités ويشار اليه باختصار SI.

وتتكون هذه الانظمة من سبعة وحدات اساسية للقياس مثل وحدات الطول، درجات الحرارة، الوزن وما الى ذلك ويبين الجدول التالي الوحدات القياسية:

الوحدة	النظام المتري (الدولي) Metric IS		النظام الإنجليزي Imperial US	
	الاسم	متري Metric	الاسم	الرمز
درجة الحرارة Temperature	سليزيوس (درجة مئوية) Celsius	°C	فهرنهيت Fahrenheit	F
الطول Length	متر، سم، مم meter centimeter millimeter	m, cm, mm	اليارد أو القدم أو البوصة Yard or feet or inches	yd
الوزن Weight	الكيلو جرام والجرام Kilogram, grams	Kg, g	الرطل والوقية Pounds or ounces	Lb , oz
الضغط Pressure	كيلو باسكال kilopascal	kPa	رطل/بوصة مربعة pounds per square in.	psi
الحجم Volume	متر مكعب، لتر liters	m^3, L	جالون gallons	gal

اما بخصوص التكاليف والمقايسات تشمل على سبيل المثال العمليات الحسابية للأيدي العاملة، تكلفة المواد الاساسية او مواد استهلاكية، تكاليف عامة، تكاليف شركات التأمين، الايجارات، الكهرباء وهلما جرا.

على الرغم من ذلك فإن اغلب الدول تستخدم النظام الدولي metric system في جميع حالات الرياضيات مثل الجمع والطرح والتقسيم نظرا لسهولته لان النظام المتري عبارة عن وحدة قياس عشرية وما يميز النظام العشري وجود العديد من الآلات الحاسبة التي يمكن استخدامها بسهولة مع نظام متريك على النقيض بينه وبين النظام الامريكي الذي يستخدم الكسر العددي (الاعتيادي).

كما ان اغلب الرسومات الهندسية الامريكية تستخدم وحدات قياس مختلطة او مشتركة على سبيل المثال يستخدم القدم والبوصة معا وبما ان القدم يساوي ١٢ بوصة فان اكبر عدد لاستخدام كلمة بوصة على الرسم الهندسي تساوي ١١ واذا اضفت عليها ١ بوصة سيعبر الرسم الهندسي الان عن ١ قدم ويعبر هذا المثال ايضا عن الوحدات المشتركة في وحدة الباوند والاونصة (الوقية) او الساعات والدقائق وفي النهاية استخدام الامريكان لهذا الاسلوب يخلق مشاكل فريدة من نوعها عند عمليات الجمع والطرح لان كل نوع من الوحدات يجب حسابه بشكل منفرد ومنفصل.

على سبيل المثال لا يمكن اضافة فاصل رقمي بين عدد من القدم الى عدد من البوصة دون تحويل القدم الى بوصة اولا، لذلك فمن المفضل استخدام الآلات الحاسبة للقضاء على الاخطاء والمشاكل عند اجراء العمليات الحسابية والحقيقة هناك عدد قليل جدا من الآلات الحاسبة التي تدعم ضرب وطرح وتقسيم الكسور الاعتيادية ، لذلك فان معظم الرياضيات المستخدمة للكسور العددية يجب ان تتم يدويا عند اجراء اعمال اللحام والسبب يعود الى ان يكون مالك المشروع قادر على الرؤية واتخاذ قرارات مستنيرة من حيث تكاليف انتاج اللحامات واليك العوامل المؤثرة على تكلفة الانتاج حسب الاتي:

- المواد Material
- تصميم اللحام Weld design
- عمليات اللحام Welding processes
- تشطيب اللحام Finishing

- تكاليف العمالة Labor
- النفقات العامة Overhead

المقايسة هي مصطلح علمي يدل على حساب جميع انواع التكاليف الخاصة بالمنتج من تكاليف أولية وقياس للابعاد وقياس للخامات وقياس للوقت اللازم لإنهاء عمليات إنتاجه وقياس أجور العمال. وبصورة أعم وأشمل هي قياس عناصر العمل. أى هي تقدير ثمن المنتج قبل البدء في عملية إنتاجه.

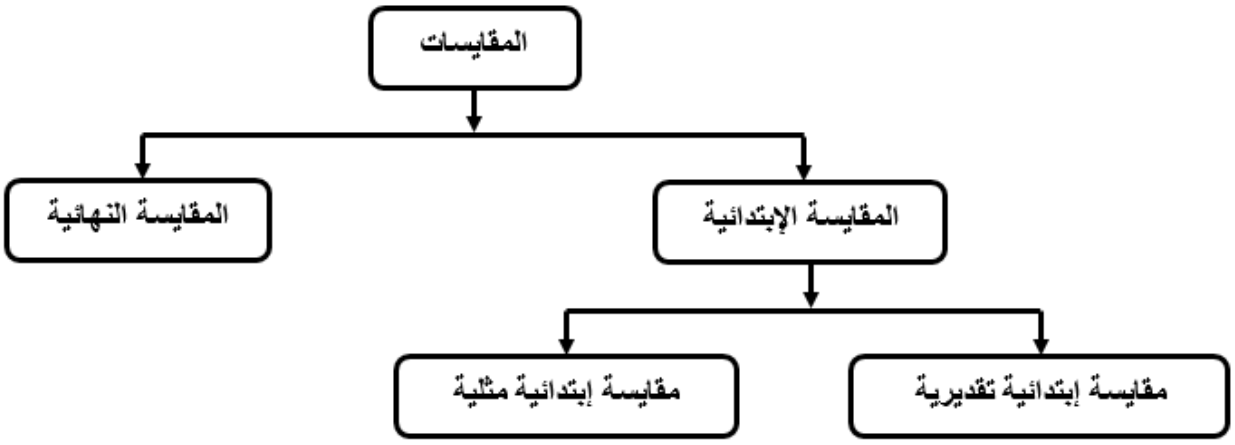
الشروط اللازم توفرها فى من يقوم بعمل المقايسة

وهناك بعض الشروط الواجب توافرها فى الشخص الذى يقوم بعمل المقايسه منها أن يكون على اضطلاع دائم على الاكتشافات الجديده الخاصه بالعمل، وأن يكون ملما بمواصفات الخامات والمعدات وقطع الغيار، وأن يكون متابع لتطور الأسعار بالأسواق، و ذلك حتى تكون مقايساته و تقديراته موضوعيه، فلا يضطر لتعويض النقص بعمل مقايسه إضافيه ويتعطل الإنتاج، أو يضيف عناصر فتصبح الزيادة خامه راكده وفى كلا الحالتين يوجد خسارة.

أنواع المقايسات

تنقسم المقايسات إلى نوعين رئيسين الأول يسمى بالمقايسة الإبتدائية لأنها تتم قبل إنتاج المنتج والتى قد تتم بناءا على خبرة التقنيين المتواجدين بمؤسسة العمل فتسمى بالمقايسة الإبتدائية التقديرية، وقد تتم بناء على مقايسة منتج مشابه للمنتج المطلوب فتسمى مقايسة تقديرية مثلية.

والنوع الثانى من المقايسات ويسمى بالمقايسة النهائية. كما هو موضح في (شكل رقم ١٥٩).



شكل رقم ١٥٩: أنواع المقايسات

كيفية إعداد المقايسات

لإتمام أى مقايسة يجب حساب سعر الخامات مضاف إليه قيمة أجور العمال ويمثل هذا قيمة التكلفة الأولية، ثم تضاف المصاريف الغير مباشرة إلى قيمة التكلفة الأولية فنحصل على تكلفة الإنتاج. وبعد ذلك تضاف

الأرباح إلى تكلفة الإنتاج مما يعبر عن السعر النهائى للمنتج كما هو موضح في (شكل رقم ١٦٠) الذى يمثل مخطط بسيط لإعداد المقايسة.

العناصر الرئيسية للمقايسة

تحتوى المقايسة على مجموعه من العناصر الرئيسية المكونه لها هى ثمن الخامات وأجور العمال والمصاريف الغير مباشرة والأرباح.

١. الخامات (بإضافة الهالك والتالف والفاقد والمرفوض)

تمثل الخامات عنصر من أهم العناصر التى تدخل فى إعداد المقايسة. ويتم إحتساب الخامات بإضافة كل من الهالك والتالف والفاقد والمرفوض. وتعتمد نسبة الفقد اثناء التشغيل على نوعية معدات النقل والتشغيل وكذلك الخام المتبقى، وتهمل هذه النسبة فى المشغولات الصغيرة، أما فى المشغولات الكبيرة تقدر بحوالى ١٠% من وزن الخام، وأيضا تتوقف نسبة الفقد فى الخامات المرتجعة (التالف والفاقد والمرفوض) على الطرق المستخدمة فى التشغيل (قطع وإزالة المصبات) وهى فى حدود ٢٠% إلى ٢٥% من وزنها أى أن وزن الخام المرتجع من المصبات وممرات ومجارى الصب فى حالة السباكة يقدر بحوالى ٧٥% الى ٨٠% من وزنها بسعر الخردة ويخصم من ثمن الخام اللازم للمقايسة.

٢. مقابل عناصرالمخاطرة (نتيجة متعلقات السوق)

تجنب الوقوع فى خطأ إتخاذ القرار بإلغاء المنتجات الخاسرة من ضغوط الإنتاج دون تحليل متعمق فقد تظهر الحسابات الختامية بأن منتج ما يحقق خسائر ظاهرة ولكن من المفضل الإستمرار فى تشغيله لأنه أفضل البدائل المتاحة.

٣. إضافة الضرائب

تعتبرالضرائب ضمن المصروفات غير المباشرة مثلها مثل مصاريف النقل وقيمة المبانى، ومستلزمات الأمن الصناعى، ومصاريف المياه والكهرباء ومصاريف صيانة المرافق والشبكات، والتأمينات والتعويضات التى تدفع للعاملين بالمنشأة بسبب ما يحدث لهم من إصابات وأمراض المهنة أثناء العمل وبسببه، والضرائب هى نسبة معينة حسب نوعها تضاف إلى المصاريف غير المباشرة حيث أنها تعود إلى خزينة الدولة للإنفاق منها على المشروعات القائمة واستحداث مشروعات أخرى جديدة لخلق فرص عمل للخريجين والعاملين.

٤. مصروفات عامة

تنقسم هذه المصروفات الى القسمين الآتيين:

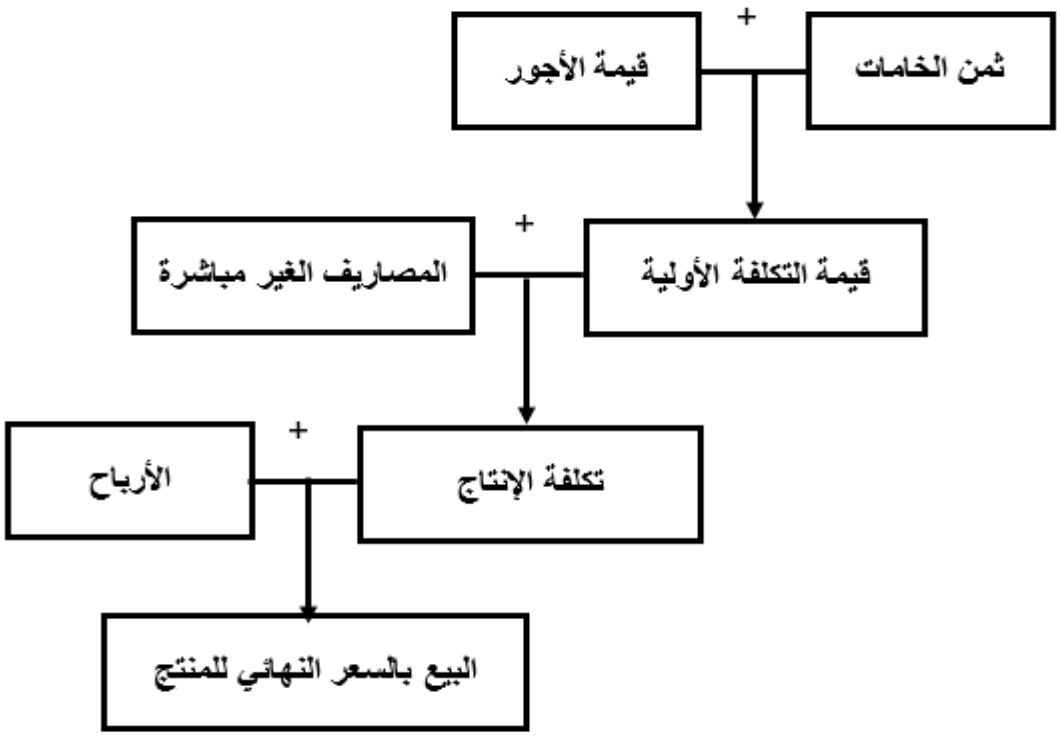
- مصاريف إدارة المصنع.
- المصاريف التجارية.

أ. المصاريف الخاصة بإدارة المصنع:

تشتمل هذه المصاريف الخاصة بإدارة المصنع على خامات غير مباشرة وكذلك مصاريف أخرى غير مباشرة أيضا مثل مصاريف الصيانة للمبانى والمعدات، القوى المحركة للمعدات والآلات، الوقود السائل أو الصلب، مصاريف الإيجارإن وجدت، مصاريف واشتراكات تأمين الأفراد والمعدات والمخازن والمكاتب، مصاريف استهلاك الإضاءة والمياه والتدفئة، مصاريف التخزين (صيانة، فائدة رأس المال المستثمر فى المخازن)، مصاريف الأدوات الاستهلاكية للنظافة، مصاريف الفحص والتفتيش على الخامات، الخامات المتصلة بالمنتج مثل الجرافيت والطوب الحرارى ومساعدات الصهروالرمل وسلك التقوية والفحم والطلاء والمسامير والصواميل، المواصلات الداخلية وتكاليف النقل، مصاريف الانشطة الاجتماعية والطبية.

ب. المصاريف التجارية وتمثل مجموع المصاريف التالية:

المطبوعات والأدوات الكتابية، المكالمات التليفونية والبريد والتلكس والفاكس، مكافأة مكاتب المحاسبين، الضرائب والتأمينات، مكافأة المستشار القانوني، مصاريف السفر لمندوبى المصنع، إهلاك الأثاث.



شكل رقم ١٦٠: مخطط إعداد المقايسة

أمثلة وتطبيقات

مثال (١)

تبلغ مبيعات احدى الشركات مليون جنيه موزعة على ثلاثة منتجات (أ،ب،ج) تنتج فى مصنع واحد بنسب مئوية٣٠, ٥٠ ،٢٠ ، وبنسب مساهمة ٥٠, ٢٠,٤٠

وبتكاليف ثابتة بالالف جنيه ٥٠ – ١١٠ – ٧٠ على التوالى. تبحث إدارة الشركة إلغاء المنتج الخاسر، وإذا حدث ذلك ستنخفض المبيعات الاجمالية الى ٦٠٠ الف جنيه تقسم بالتساوى على المنتجين الباقيين وتعدل التكاليف الثابتة المحملة الى مائة الف جنيه لكل منهما.

مطلوب معرفة ماهو المنتج الخاسر الذى تبحث الشركة إلغاؤه ؟ وهل توافق على قرار الإلغاء؟

ولماذا ؟ وماهو تفسيرك لانخفاض التكاليف الثابتة بمبلغ يقل عن نصيب المنتج الخاسر؟

الحل :

لتقرير ماهو المنتج الخاسر لابد من حساب ارباح وخسائرالمنتجات اعتمادا على القانون

الربح = المساهمة الكلية – التكاليف الثابتة

ر=حر×هـ - ت ث

ونقوم باعداد الجدول التالى-:

*الوضع قبل الإلغاء

"حرالكلية = مليون جنيه "

المنتج	نسبة المبيعات	ح ر	هـ	ح ر × هـ	ت ث	ارباح وخسائر
أ	%٢٠	٢٠٠،٠٠٠	%٥٠	١٠٠،٠٠٠	٥٠،٠٠٠	٧٠،٠٠٠ "ربح"
ب	%٥٠	٥٠٠،٠٠٠	%٢٠	١٠٠،٠٠٠	١١٠،٠٠٠	١٠،٠٠٠ "خسارة"
ج	%٣٠	٣٠٠،٠٠٠	%٤٠	١٢٠،٠٠٠	٧٠،٠٠٠	٥٠،٠٠٠ "ربح"

المنتج الذى تسعى الشركة لالغاؤه هو المنتج "ب" وتكون اجمالى الارباح قبل الالغاء

٥٠٠٠٠+٥٠٠٠٠-١٠٠٠٠= ٩٠٠٠٠ ج

* الوضع بعد الالغاء :

(ح ر) الكلية = ٦٠٠ الف جنيه

المنتج	نسبة المبيعات	ح ر	هـ	ح ر × هـ	ت ث	ارباح و خسائر
أ	%٥٠	٣٠٠٠٠٠	%٥٠	١٥٠٠٠٠	١٠٠٠٠٠	٥٠٠٠٠ ربح
ب	%٥٠	٣٠٠٠٠٠	%٤٠	١٢٠٠٠٠	١٠٠٠٠٠	٢٠٠٠٠ ربح

ويلاحظ انها ثابتة لاتتغير قبلاً وبعد الالغاء، ويكون اجمالى الارباح بعد الالغاء

الأرباح الكلية =٢٠٠٠٠ +٥٠٠٠٠=٧٠٠٠٠ ج

القرار:

ننصح الشركة بعدم الاقدام على الغاء المنتج (ب) بالرغم من تحقيقه لخسائر قدرها ١٠٠٠٠جنيه لان اجمالى الربح قبل الالغاء أكبر من بعد الإلغاء.

وللاجابة على المطلوب الثالث نتبع مايلى:

* مجموع التكاليف الثابتة قبل الالغاء= ٧٠٠٠٠ +١١٠٠٠٠ + ٥٠٠٠٠=٢٣٠٠٠٠

*مجموع التكاليف الثابتة بعد الالغاء=١٠٠٠٠٠ +١٠٠٠٠٠=٢٠٠٠٠٠ج

*مقدار الانخفاض فى التكاليف الثابتة بسبب الغاء المنتج (ب) يساوى ٣٠٠٠٠ ج: بينما يخص المنتج الخاسر ١١٠٠٠٠ جنيه والتفسير هو:

٣٠٠٠٠ ج: تكاليف ثابتة خاصة بالمنتج الخاسر فقط تلغى بالغاؤه.

٨٠٠٠٠ ج: تكاليف ثابتة مرتبة بالمنتجات الاخرى أ، ج فعند الغاء ب تحملتها المنتجات أ، ج بالارقام التالية:

المنتج أ تحمل ٥٠٠٠٠ ج (١٠٠٠٠٠-٥٠٠٠٠)

المنتج ب تحمل٣٠٠٠٠ ج (١٠٠٠٠٠-٧٠٠٠٠)

ومن التحليل الرقمى السابق اتضح لنا ان قرار مدير الانتاج لايكون دائما قرارا بالغاء كل منتج تظهر الحسابات الختامية انه خاسر فقد يكون البديل الافضل هو استمرار التشغيل فيه بالرغم من خسائره طالما تغطى ايراداته التكاليف المتغيرة "الحدية" وساهم بقدر معين فى تغطية التكاليف الثابتة، وقد تكون السياسة التى تنتهجها المنظمة ليس سياسة الالغاء بل سياسة الاستبدال، بمعنى استبدال المنتج الخاسر بمنتج جديد فما القرار الادارى الناتج فى هذا الشأن؟ دعونا نأخذ المثال التالى لتوضيح هذا الأمر:

مثال (٢)

لو فرض ان المنظمة السابقة رأت استبدال المنتج ب بالمنتج ه، وإذا حدث ذلك ستزداد المبيعات الاجمالية الى مليون ومائتى ألف جنيه وتظل بيانات المنتج أ كما هى أما المنتج ج ستصبح نسبة المبيعات ٤٠ % ونسبة

المساهمة ٤٥ % وتعدل تكاليفه ا لثابتة الى ١٣٠٠٠٠ ج، وتصبح مساهمة المنتج ه الجديد ١٥ % وتكاليفه الثابتة ١٠٠٠٠٠ جنيه

الحل

الوضع قبل الاستبدال: اجمالى الربح = ٩٠٠٠٠ ج

الوضع بعد الاستبدال: ح ر الكلية = ١٢٠٠٠٠٠ ج

المنتج	نسبة المبيعات	ح ر	هـ	ح ر ×هـ	ت ث	أرباح وخسارة
أ	%٢٠	٢٤٠٠٠٠	%٥٠	١٢٠٠٠٠	٥٠٠٠٠	٧٠٠٠٠ربح
هـ	%٤٠	٤٨٠٠٠٠	%١٥	٧٢٠٠٠	١٠٠٠٠٠	٢٨٠٠٠ خسارة
ج	%٤٠	٤٨٠٠٠٠	%٤٥	٢١٦٠٠٠	١٣٠٠٠٠	٨٦٠٠٠ربح

اجمالى الربح بعد الاستبدال = ٧٠٠٠٠ + ٨٦٠٠٠ -٢٨٠٠٠ =١٢٨٠٠٠

القرار:

يفضل اتباع سياسة استبدال المنتج ه بالمنتج ب لأن اجمالى ربحية المنظمة سوف يزداد بمقدار ٣٨٠٠٠ ج.

اسئلة اضافية (تحل بواسطة الطالب)

١. عرف ما هى عناصر المقايسة؟ اشرح عناصرها.
٢. ما هى أنواع المقايسات؟
٣. تعتبر الضرائب من العناصر غير المباشرة وضح ذلك؟
٤. ما هى المصاريف الخاصة لإدارة المصنع؟
٥. ما هى المصاريف التجارية؟

المقايسات الخاصة بعملية اللحام

يتم في هذا الجزء حسابات الطاقات الكهربائية والحرارية للقوس، وحساب حجوم الغازات المستخدمة فى اللحام، وتقدير الزمن اللازم لإنتاج المشغولات، يلي ذلك حسابات المقايسات التثمينية للمشغولات، ثم يتم تقديم مقايسة لتقدير تكاليف شغلة تنفذ بلحام الأوكسى أستيلين، بعدها نقدم نموذج محلول لمقايسة لمنتج كامل، ثم أمثلة على مقايسات لحام الأكسى أستيلين، واخيرا أمثلة مقايسات محلولة على اللحام بالقوس الكهربى.

١. حساب حجوم الغازات المستخدمة فى اللحام

حساب حجم غاز الأكسجين داخل الأسطوانة

تسع أسطوانة الأكسجين ٤٠ لتر من غاز الأكسجين تحت ضغط ١٥٠ ضغط جوى و بالتالى تسع الأسطوانة (١٥٠*٤٠) = ٦٠٠٠ لتر, أى ٦ م٣ غاز أكسجين تحت الضغط الجوى.

حساب حجم غاز الأكسجين المستهلك أثناء اللحام

تتوقف كمية غاز الأكسجين المستهلكة أثناء اللحام على تخانة الخامة المراد لحامها كما يظهر فى الجدول التالى:

تخانة اللوح (مم)	كمية الأكسجين المستهلكة (لتر/ساعة)
٠,٥	٥٠
٣,٥	٣٢٥
١٠	١٢٠٠

جدول رقم ٣٤: حساب حجم غاز الأكسجين المستهلك أثناء اللحام

يمكن حساب كمية غاز الأكسجين المستهلك عن طريق حساب كمية الغاز المتبقية فى الاسطوانة بعد اتمام عملية اللحام وطرحة من الكمية الموجودة قبل اللحام فيمثل الفارق القيمة المستهلكة من الغاز.

$$\frac{ح}{ض} = \frac{ح١}{ض١}$$

حيث

ح: حجم الأسطوانة فارغة

ح١: حجم الغاز الموجود فى الأسطوانة

ض: مقدار الضغط الجوى

ض١: مقدار الضغط فى الأسطوانة

مثال:

إذا كانت تسع أسطوانة الأكسجين ٤٥ لتر من غاز الأكسجين تحت ضغط ١٥٠ ضغط جوى .

إذن حجم الغاز الموجود بالإسطوانة = (٤٥*١٥٠) = ٦٧٥٠ لتر، أى ٦,٧٥ م٣ غاز أكسجين تحت الضغط الجوى. وإذا كان ضغط الغاز بالإسطوانه قبل الإستعمال هو ض١ وضغط الغاز بالإسطوانه بعد الإستعمال هو ض٢, إذن حجم الغاز المتبقي فى الأسطوانة بعد الاستعمال يحسب من العلاقة التالية بفرض أن ض٢= ١٠٠ ضغط جوى.

$$\frac{\text{ح١}}{\text{ض١ – ض٢}}$$

ح * (ض١- ض٢)=ح * ض

٤٥ * (١٥٠-١٠٠) = ح*١

ح = ٤٥ *٥٠ = ٢٢٥٠ لتر= ٢,٢٥ م٣

حساب حجم غاز الأستيلين داخل الأسطوانة

يعبأ الأستيلين فى اسطوانات من الصلب تحت ضغط ١٥ ضغط جوى ممتلئة عن آخرها بمادة مسامية مشربة باسيتون سائل بنسبة ٤٠% من سعة الأسطوانة. هذا الأسيتون السائل هو الذي يطلق الأستيلين واللتر الواحد منه يطلق ٢٤ لتر من الغاز مقابل كل كل ازدياد فى الضغط مقداره ضغط جوى واحد، وعند ضغط ١٥ جوى فإنه يطلق (١٥*٢٤) = ٣٦٠ لتر. وبما أن سعة الأسطوانة ٤٠ لتر يحتوي على ٤٠% من سعتها اسيتون لذلك فأنها تستطيع أن تعطى ٠,٤٠ *٣٦٠*٤٠= ٥٧٦٠ لتر استيلين تحت الضغط الجوى.

حساب حجم غاز الأستيلين المستهلك أثناء اللحام

تتوقف كمية غاز الأستيلين المستهلكة أثناء اللحام على تخانة الخامة المراد لحامها كما يظهر فى الجدول التالى:

تخانة اللوح (مم)	كمية الأستيلين المستهلكة (لتر/ساعة)
٠,٥	٥٠
٣,٥	٣٠٠
١٠	١١٠٠

جدول رقم ٣٥: حساب حجم غاز الأستيلين المستهلك أثناء اللحام

يكتب على اسطوانة الأستيلين وزنها وهي فارغة مما يسهل حساب كمية الاستيلين التى بها عن طريق وزنها بعد ملئها وطرح الوزن وهي فارغة. وبمعلومية أن المتر المكعب من الاستيلين يزن ١,١١٠ كيلو جرام لذلك يسهل تقدير حجم الغاز الموجود بها.

ك=ح*ث

ك: وزن الغاز فى اسطوانة الاستيلين

ح: حجم غاز الاستيلين م٣

ث: كثافة غاز الاستيلين كجم/متر٣

إذن يمكن حساب كمية غاز الأستيلين المستهلك من القانون

(ك١- ك٢/)= ح ث

ك١: وزن الاسطوانة قبل الاستعمال

ك٢/: وزن الاسطوانة بعد الاستعمال

بفرض أن وزن الاسطوانة قبل الاستعمال ١٥٠ كجم , و وزن الاسطوانة بعد الاستعمال ١٤٦,٦٧

كثافة غاز الاستيلين ث = ١,١١ كجم / م٣

كمية غاز الاستيلين = ١٥٠- ١٤٦,٦٧ =٣,٣٣ كجم

حجم غاز الاستيلين = الوزن/ الكثافة = ١,١١/٣,٣٣= ٣ متر٣

٢. حسابات الطاقات الكهربائية والحرارية للقوس

حساب الطاقة الكهربائية اثناء اللحام :

لمعرفة حساب الطاقة الكهربائية اثناء اللحام يجب توضيح التعاريف التالية بهدف المام فني اللحام بها:

١. التيار الكهربى: عبارة عن تدفق الالكترونات فى موصل نتيجة لوجود فرق جهد على طرفى الموصل.
٢. الجهد الكهربى (ج): هوالمسئول عن د فع التيار الكهربى من خلال المقاومة ويقاس (بالفولت).
٣. شدة التيار (ت): كمية الكهرباء المارة فى الثانية وتقاس (بالامبير).
٤. المقاومة (م): مقدارمقاومة الموصل للسماح بمرور التيار الكهربى وتقاس (بالاوم).
٥. القدرة الكهربائية (ق): هى حاصل ضرب شدة التيار الذي يسببه الحمل * فرق الجهد الكهربى.
٦. الطاقة الكهربية (ط): تعرف كمية الشغل المبزور فى الثانى.
٧. القوس الكهربى: عبارة عن مرور التيار الكهربى عبر ثغرة هوائية على هيئة شرارة متصلة.

مثال:

فإذا كانت الجهد (ج) يساوى ٤٠ فولت وشدة التيار (ت) =٢٥٠ امبير

القدرة الكهربائية = الجهد *شدة التيار

= ج * ت

=٤٠* ٢٥٠ = ١٠٠٠٠ وات

= ١٠ كيلو وات

واذا كان الزمن ن = ١ ساعة , فإن:

الطاقة الكهربائية = القدرة * الزمن = ت * ج * ن

ط =١٠ كيلو وات. ساعة.

حساب الطاقة الحرارية للقوس الكهربائى :

تحسب الطاقة الحرارية المستهلكة فى القوس الكهربى اثناء اللحام بالتيار المستمر حسب القانون التالى:

الطاقة الكهربائية = الجهد * شدة التيار * الزمن

ط = ج * ت * ن

حيث أن:

ط = الطاقة الكهربائية .

ج= الجهد بالفولت.

ت= شدة التيار بالأمبير.

ن= الزمن بالثانية.

مثال:

احسب الطاقة الحرارية بالجول المستهلكة فى دائرة اللحام بالقوس الكهربى إذا علمت أن جهد القوس ٤٥ فولت وشدة التيار ١٥٠ أمبير وزمن اللحام ساعة واحدة.

الحل

ط=ج*ت*ن

= ٤٥*١٥٠*١

= ٦٧٥٠ وات.ساعة

الطاقة = ٦,٧٥ كيلو وات.ساعة

حساب ثمن الإلكترودات المستهلكة فى اللحام

لحساب ثمن الإلكترودات المستهلكة فى اللحام يجب معرفة الآتى:

١. أطوال خطوط اللحام المطلوبة فى عملية اللحام
٢. نوع وصلة اللحام
٣. مقاس الإلكترود
٤. تخانة اللوحين المطلوب لحامهما
٥. معدل استهلاك المتر الطولى من الإلكترودات فى الوضع المطلوب للحام.
٦. ثمن الإلكترود الواحد

مثال:

الشكل المبين بالرسم على شكل كمرة حرف آى I ومكون من الأجزاء (أ، ب، ج) ومصنوعة من الصلب منخفض الكربون سمك ١٠ مم، وقد تم اللحام الكمرة I فى جسم العمود الرئيسى (ع) وذلك فى المواضع المبينة بالرسم ولزيادة التقوية تم إضافة عصب (د) أسفل الكمرة ثم اللحام معها وكذلك فى جسم العمود

(ع) والمطلوب حساب ثمن الإلكترودات المستخدمة فى لحام الوصلات حسب الأبعاد الموجودة بالرسم إذا كان المتر اللحام الطولى ٢٥ إلكترود وثمن السيخ ١٥ قرش.

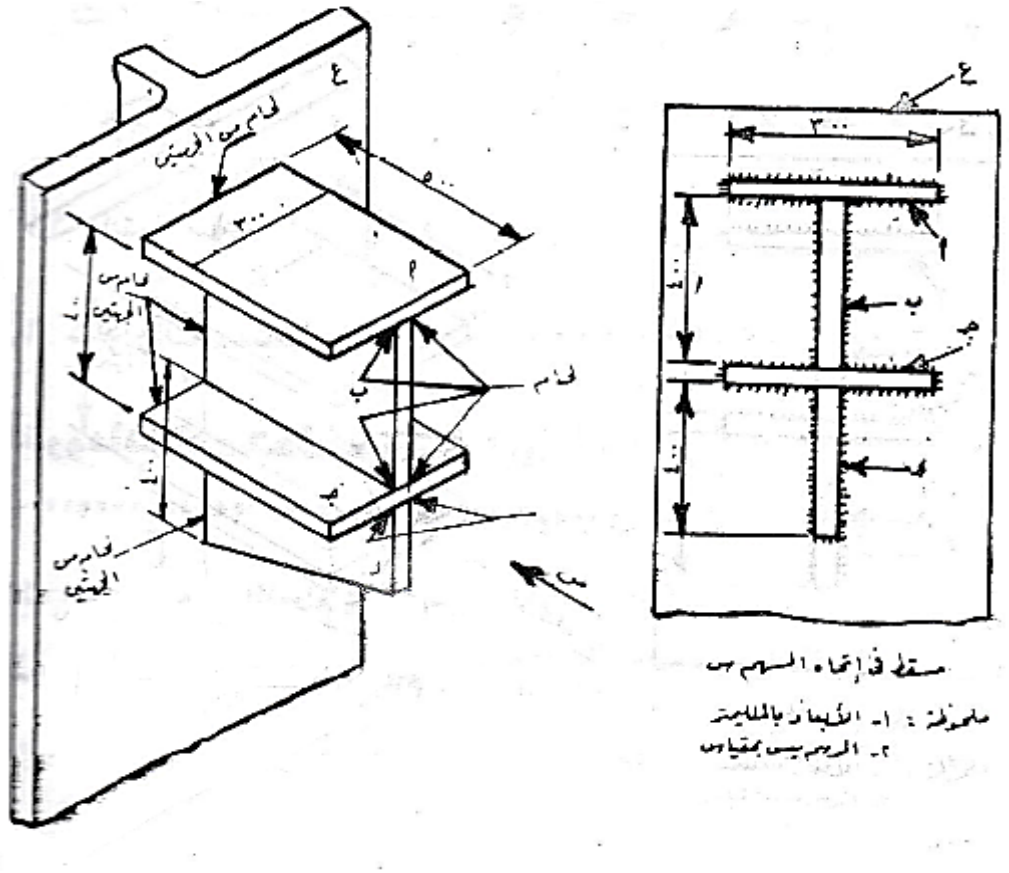
الحل

مجموع أطوال خطوط اللحام = ٦*٥٠٠ +٤*٣٠٠+٤*٤٠٠

= ٣٠٠٠+١٢٠٠+١٦٠٠= ٥٨٠٠ مم= ٥,٨ متر

عدد الإلكترودات المستخدمة فى اللحام = ٢٥*٥,٨ = ١٤٥ إلكترود

ثمن الإلكترودات = ١٤٥* ١٥= ٢١٧٥ قرش= ٢١,٧٥ جنيه.



شكل رقم ١٦١: مشغولة رقم ١

٣. تقدير الزمن اللازم لإنتاج المشغولات

تحتاج عمليات إنتاج مشغولات اللحام إلى تقدير الأزمنة التالية:

تقدير زمن التجهيز للمشغولات

زمن التجهيز للمشغولات هو الزمن المستغرق في:

أ. دراسة الرسومات الفنية ولوحات التشغيل وخطة الإنتاج ومساعدات الإنتاج للشغلة.

ب. دراسة الوصلة المراد لحامها من حيث نوع الخامة وسمكها ومساحة سطحها حتى يمكن إختيار طريقة اللحام المناسبة.

ج. تحديد نوع وقطر الإلكترود المناسب لعملية اللحام.

د. حساب خطوط اللحام المطلوبة وتحديد كمية الإلكترودات اللازمة.

ه. إعداد معدات اللحام المطلوبة لتنفيذ المشغولات للعمل.

تقدير زمن اللحام

زمن اللحام هو الزمن الذي يشمل الأزمنة التالية:

أ. زمن اللحام الأساسى: هو زمن إشعال القوس أو اللهب عند اللحام.

ب. زمن مساعد: الزمن المستغرق فى تبديل الإلكترود وتنظيف الحواف والوصلات.

ج. زمن إضافى: الزمن المستغرق فى صيانة مكان العمل مثل تبديل الأسطوانات وتبريد بورى اللحام.

ويقدر زمن اللحام بالمعادلات الآتية:

زمن اللحام = طول خطوط اللحام بالمتر* زمن لحام المتر الواحد

مثال

احسب زمن اللحام لمشغولة طول خطوط اللحام فيها ٩ متر و سرعة إنجاز اللحام متر لكل ٢٥ دقيقة.

الحل

زمن اللحام = طول خطوط اللحام بالمتر* زمن لحام المتر الواحد

= ٩٠* (٦٠/٢٥)= ٣,٧٥ ساعة

زمن اللحام= طول خطوط اللحام بالمتر/ متوسط زمن اللحام متر لكل ساعة

مثال

احسب زمن اللحام لمشغولة طول خطوط اللحام فيها ١,٦ متر وسرعة إنجاز اللحام ٤ متر لكل ساعة.

الحل

زمن اللحام = طول خطوط اللحام بالمتر/ متوسط زمن اللحام متر لكل ساعة

= ٤/١,٦= ٠,٤ ساعة

زمن اللحام = عدد أسياخ اللحام * زمن صهر السيخ الواحد

تقدير زمن التشطيب للمشغولات بعد عملية اللحام

ويقدر زمن التشطيب للمشغولات بالزمن المستغرق فى العمليات الآتية:

- تنظيف المشغولات وإزالة ما ينتج من عملية اللحام من خبث وخلافة
- مراجعة اللحاما ومراجعة أى عيوب قد تظهر بعد اللحام مثل التشوهات وخلافه
- فحص المشغولات واختيارها حسب المواصفات المطلوبة
- معالجة السطوح التى تم إجراء اللحام بها بالخراطة أو القشط حسب نوع الشغلة حتى تأخذ شكلا لامعا
- مطابقة الأبعاد بعد اللحامات حسب الرسومات الفنية الخاصة بالمشغولات

وبشكل عام يمكن تقدير هذة الأزمنة المذكورة بإحدى الوسائل الآتية:

١. الإعتماد على الخبرة كما فى الورش الصغيرة (الأعمال اليدوية والصغيرة وأعمال الصيانة).
٢. تحليل عمليات إلى عناصر انتاجية صغيرة يمكن تقدير كل منها على حدة ثم تجميع هذة الآزمنة للحصول على الزمن الكلى.
٣. الإستفادة باسلوب المقارنة بين المشغولة ومشغولات قياسية نمطية معروف أزمنة تنفيذها.

٤. حسابات المقايسات التثمينية للمشغولات

العناصر الرئيسية للمقايسة:

١. ثمن الخامات
٢. أجور العمال والآلات.
٣. المصاريف الغير مباشرة
٤. الأرباح

تقدير ثمن الخامات

يتم فيها حساب ثمن الخامات التى تدخل فى إنتاج المشغولة وهي تشمل:

١. حساب ثمن الخامات الأساسية التى تتكون منها المشغولة.
٢. حساب ثمن الإلكترودات المستهلكة أثناء عملية اللحام.
٣. حساب تكاليف استهلاك الآكسجين والأستيلين أثناء عملية اللحام بطريقة الأكسى أستيلين.
٤. حساب تكاليف استهلاك الكهرباء أثناء عملية اللحام بطريقة القوس الكهربى.

مثال:

عند لحام مشغولة بالأوكسي استيلين وجد أن طول خطوط اللحام ٣٠ متر احسب ثمن الخامات المستهلكة إذا علمت أن:

أ. معدل استهلاك الأكسجين ٢٠٠ لتر / متر وثمن المتر المكعب ٢,٥ جنيه
ب. معدل استهلاك الاستيلين ١٥٠ لتر / متر وثمن المتر المكعب ١٠ جنيه
ج. معدل استهلاك سلك اللحام ٣٠٠ جرام / متر وثمن الكيلو جرام ٢,٥ جنيه

الحل

الاكسجين المستهلك = طول خط اللحام × (معدل الاستهلاك باللتر ÷ ١٠٠٠)

= ٣٠ × (٢٠٠ ÷ ١٠٠٠) = ٦ متر مكعب

ثمن الاكسجين = استهلاك الاكسجين بالمتر × ثمن المتر المكعب

= ٦ × ٢,٥ = ١٥ جنيه

الاستيلين المستهلك = طول خط اللحام × (معدل الاستهلاك باللتر ÷ ١٠٠٠)

= ٣٠ × (١٥٠ ÷ ١٠٠٠) = ٤,٥ متر مكعب

ثمن الاستيلين = ٤,٥ × ١٠ = ٤٥ جنيه

السلك المستهلك = طول خط اللحام × (معدل الاستهلاك باللتر ÷ ١٠٠٠)

= ٣٠ × (٣٠٠ ÷ ١٠٠٠) = ٩ كيلو جرام

ثمن السلك = ٩ × ٢,٥ = ٢٢,٥ جنيه

جملة ثمن الخامات = ١٥ + ٤٥ + ٢٢,٥= ٨٢,٥ جنيه.

تقدير اجور العمال:

يتم تحديد أجر العامل بحساب زمن العملية

زمن العملية = طول خط اللحام بالمتر÷ سرعة اللحام بالمتر/ ساعة

إذا علم زمن اللحام للمتر الطولى بالدقيقة.

زمن اللحام (دقيقة) = طول خطوط اللحام بالمتر÷ زمن لحام المتر الطولى بالدقيقة

إذا علم زمن القطع للمتر الطولى بالدقيقة.

زمن القطع (دقيقة) = طول خطوط القطع بالمتر÷ زمن قطع المتر الطولى بالدقيقة

إذن:

زمن دورة التشغيل = زمن اللحام + زمن القطع+ زمن التجهيز

الزمن الذي يؤجر عليه العامل = زمن دورة التشغيل ÷ (معدل الإنتاج (٠,٧-٠,٩))

أجر العامل = الزمن الذي يؤجر عليه العامل * أجرة العامل فى الساعة

قيمة استهلاك الماكينات والعدد

يدخل فى حساب المقايسة قيمة استهلاك الماكينات والعدد المستعملة فى الإنتاج حيث ان هذه المعدات تتقادم مع مرور الوقت. ولذا تجرى اثناء عملية حساب التكلفة تقدير القيمة المخصصة لهذا الإستهلاك سنويا حتى يتم توزيعه على تكاليف الإنتاج وبعد معرفة الإنتاج السنوى للماكينة يمكن حساب الإستهلاك اليومى للماكينة وبالتالى فى الساعة الواحدة.

مثال:

إذا كان ثمن الماكينة ٣١٥٠٠ جنيه والعمر الإفتراضى لها عشر سنوات والسنة ٣٠٠ يوم عمل وعدد ساعات العمل اليومى ٧ ساعات، احسب نسبة استهلاك الماكينة في الساعة الواحدة.

الحل

نسبة استلاك الماكينة فى الساعة الواحدة = ٣١٥٠٠ / (١٠*٣٠٠*٧) = ١,٥ جنية

تكلفة الطاقة المستهلكة

يتم حساب تكلفة الطاقة المستهلكة بمعرفة شدة التيار المستخدمة أثناء اللحام (ت) ومقدار فرق الجهد بالفولت (ج) والزمن اللازم لعملية اللحام (ن).

مقدار الطاقة المستهلكة = ت*ج*ن÷ (١٠٠*معامل الجودة)

معامل الجودة يتراوح من ٧٠% إلى ٩٠%

ثمن الطاقة المستهلكة = مقدار الطاقة المستهلكة * ثمن الكيلو وات الواحد

مثال:

احسب قيمة الطاقة الكهربية المستهلكة اثناء عملية اللحام إذا كان الزمن الذي يؤجر عليه العامل هو ٨ دقيقة. وشدة التيار المستخدمة أثناء اللحام ت ٢٢٠ أمبير ومقدار فرق الجهد ٣٠ فولت ومعامل الجودة ٧٥% وسعر الكيلو وات /ساعة ٥٠ قرش.

الحل

مقدار الطاقة المستهلكة = ت * ج * ن÷ (١٠٠*معامل الجودة)

= ٢٢٠*٣٠*٨*١٠٠ ÷ (٦٠*٧٥*١٠٠)= ١,١٧٣

ثمن الطاقة المستهلكة = مقدار الطاقة المستهلكة * ثمن الكيلو وات الواحد

= ١,١٧٣ * ٥٠ = ٥٨,٦٥ قرش

المصاريف غير المباشرة

وهي تشمل المواد الغير مباشرة والأجور الغير مباشرة والتكاليف الأخرى الغير مباشرة التى صرفت أو تصرف بصفة دائمة فى المصنع أو الورشة سواء أنتجت السلعة أو لم تنتج.

والمصاريف الغير مباشرة لوحدة الإنتاج تتكون من:

١. أجور الإدارة الفنية ف وحدات الإنتاج والعمال غير المباشرة كالنظافة وضبط الوقت.
٢. مصاريف استهلاك الآلات والماكينات والمعدات ومصاريف تامين الإصلاح والصيانة.
٣. إيجاز أرض ومبانى وربح رأس المال لها ومصاريف وتأمين للمبانى والآلات.
٤. مصاريف إضاءة وتدفئة وتهوية وتكييف ووقود وطاقة مستهلكة وزيوت وشحوم.
٥. مصاريف الرقابة على الإنتاج.
٦. مصاريف مشتريات ومخازن.
٧. مصاريف عادم ضرورى للمواد ونقلها.
٨. مصاريف مطبوعات وأدوات كتابية وتليفونات.
٩. مصاريف خدمات ورعاية صحية وترفيهية.

الأرباح المتوقعة

تقدر بطريقة غير مبالغ فيها وبنسبة معينة من التكاليف بحيث تلقى السلعة رواجا فى الأسواق.

٥. مقايسة لتقدير تكاليف شغلة تنفذ بلحام الأوكسى أستيلين

يجب قبل البدء في عمل مقايسة اللحام أو القطع أتباع الآتي:

١. دراسة الرسم جيدا من حيث أشكال الأجزاء وتجميعها حيث أن معظم المشغولات يتم تجميعها باللحام من ألواح الصاج.
٢. دراسة أماكن اللحام أو القطع لحساب أطوال خطوط اللحام أو القطع.
٣. بمعرفة أطوال خطوط اللحام أو القطع يمكن حساب استهلاك خامات القطع أو اللحام.
٤. بعد دراسة العناصر السابقة في ١، ٢، ٣ يمكن حساب ثمن خامات القطع أو اللحام.
٥. حساب زمن اللحام أو القطع (زمن الإنجاز).
٦. حساب أجور العمال.
٧. حساب المصاريف الغير مباشره.
٨. حساب الأرباح.
٩. حساب التكاليف الكلية.
١٠. حساب ضريبة المبيعات.
١١. جدول ملخص المقايسة (جدول التكاليف).

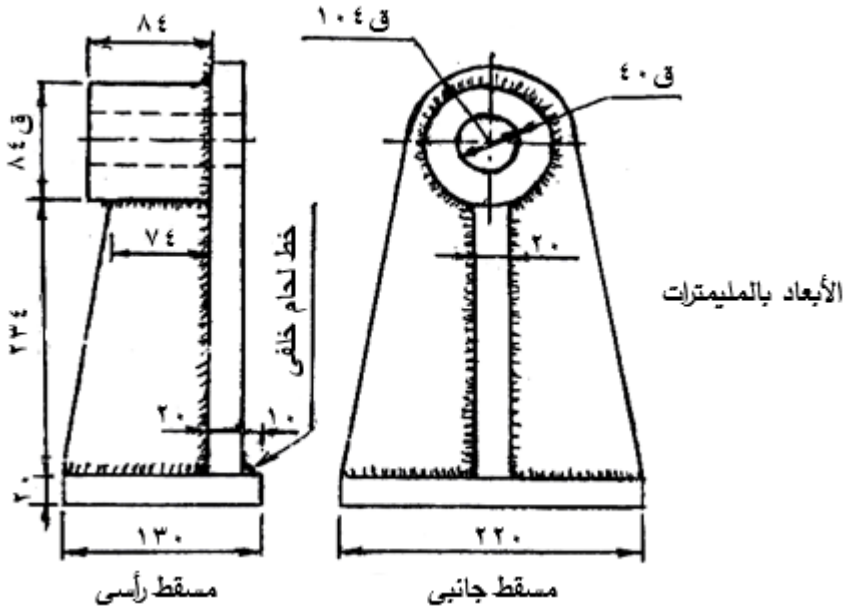
مع ملاحظة أن مقايسة اللحام قد يحسب فيها ثمن الخام المصنوع منه الجسم وفى هذه الحالة يضاف إلى استهلاك الصاج نسبه من (٥: ١٠%) من مساحة الصاج أو من وزن الصاج حسب المقايسة.

وقد تسلم الخامة (ألواح الصاج) مقطوعة وجاهزة للحام وفى هذه الحالة تحسب المقايسة لتكاليف خامات اللحام وباقي عناصر المقايسة ولا يحسب ثمن الخام المصنوع منه المشغولة كما أنه عند الإنتاج المتكرر لمشغولة ما باللحام يتم تقطيع الصاج بواسطة اسطمبات القطع للأشكال غير العادية.

وقد يستخدم القطع بماكينات القطع الأفقية أو ماكينات القطع ذات الاسطمبة أو القطع اليدوي في حالة الإنتاج القليل.

مقايسة (١): احسب تكاليف اللحام للجسم الموضح بالشكل مع العلم بأن:

١. معدل استهلاك غاز الأستيلين اللازم ٦٠٠ لتر/متر طولي وثمن المتر المكعب من الأستيلين ١٥ جنيه.



شكل رقم ١٦٢: مشغولة رقم (٢) الأبعاد بالمليمترات

٢. معدل استهلاك غاز الأكسچين اللازم (٩٠٠) لتر/متر طولي وثمن المتر المكعب من الأكسچين ٥ جنيه.

٣. معدل استهلاك سلك اللحام (٨٠٠) جرام وثمن الكيلو جرام خمسة جنيهات.

٤. سرعة اللحام $\frac{3}{4}$ متر/ساعة.

٥. أجر العامل في الساعة (٤,٥) جنيها ومعامل الإنتاج له (٨٠%).

٦. المصاريف غير المباشرة (١٠٠%) من التكاليف الأولية.

٧. الأرباح (٢٠%) من تكاليف الإنتاج (تكاليف اللحام).

٨. ضريبة المبيعات (١٠%).

الحل

طول خطوط اللحام.

طول الخط (٢) لحام الجزء أ مع ب من الخلف = ٢٢٠مم

طول الخط (٣) لحام الجزء جـ مع ب طوليا من الجهتين = ٢٣٤ × ٢ = ٤٦٨ مم

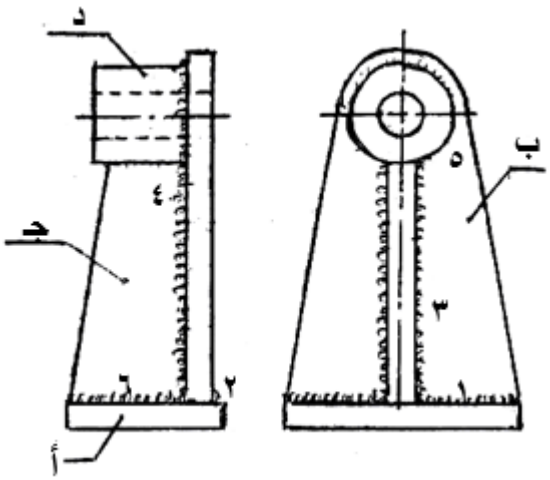
طول الخط (٥) لحام الأسطوانة د مع الجزء ب = π *ق - ٢٠ = π× ٨٤ – ٢٠

= ٢٦٤ – ٢٠ = ٢٤٤مم

لحام الخط (٤) لحام الجزء ج مع د = ٧٤ × ٢ = ١٤٨ مم

لحام الخط (٦) لحام الجزء أ مع ج = [١٣٠ – (١٠+٢٠)] × ٢ = ١٠٠ × ٢ = ٢٠٠ مم

لحام الخط (١) لحام الجزء أ مع ب = ٢٢٠ – ٢٠ = ٢٠٠ مم



مجموع أطوال خطوط اللحام:

٢٠٠ طول الخط (١)

٢٢٠ طول الخط (٢)

٤٦٨ طول الخط (٣)

٢٤٤ طول الخط (٤)

١٤٨ طول الخط (٥)

٢٠٠ طول الخط (٦)

١٤٨٠ مم /١٠٠٠ = ١,٤٨ متر

استهلاك وثمن خامات اللحام:

أولا: الأكسجين

∴ ثمن الأكسجين = استهلاك الأكسجين بالمتر المكعب × ثمن المتر المكعب

∴ استهلاك الأكسجين = طول خطوط اللحام بالمتر × استهلاك المتر الطولي $\frac{\text{لتر}}{١٠٠٠}$

= ١,٤٨ × ٩٠٠/١٠٠٠ = ١,٣٣٢ متر مكعب

ثمن الأكسجين = ١,٣٣٢ × ٥ = ٦,٦٦ جنيه ≈ ٧ جنيه

ثانيا: الأستيلين

استهلاك الأستيلين = ١,٤٨ × ٦٠٠/١٠٠٠ = ٠,٨٨٨ متر مكعب

ثمن الأستيلين = ٠,٨٨٨ × ١٥ = ١٣,٣٢ جنيه ≈ ١٣ جنيه

ثالثا: سلك اللحام

استهلاك سلك اللحام = ١,٤٨ × ٨٠٠/١٠٠٠ = ١,١٨٤ كجم

ثمن سلك اللحام = ١,١٨٤ × ٥ = ٥,٩٢ جنيه ≈ ٦ جنيه

ثمن خامات اللحام = ٧ + ١٣ + ٦ = ٢٦ جنيه

أجور العمال:

أجر العامل = الزمن الذي يؤجر عليه العامل بالساعات × الأجر بالساعة

الزمن الذي يؤجر عليه العامل = زمن اللحام × ١٠٠/معامل الإنتاج

زمن اللحام = طول خطوط اللحام بالمتر/سرعة اللحام بالمتر= ٣/١,٨٤= ١,٩٧٣ ساعة

الزمن الذي يؤجر عليه العامل = ١,٩٧٣ × ١٠٠/٨٠= ٢,٤٦٦ ساعة

أجر العامل = ٢,٤٦٦ × ٤,٥ = ١١,٠٩٧جنيه ≈ ١١ جنيه

التكاليف الأولية = ثمن الخامات + أجور العمال

ثمن الخامات = ٢٦ جنيه أجور العمال = ١١ جنيه

التكاليف الأولية = ٢٦ + ١١ = ٣٧ جنيه

المصاريف غير المباشرة = ١٠٠% من التكاليف الأولية = ٣٧ جنيه

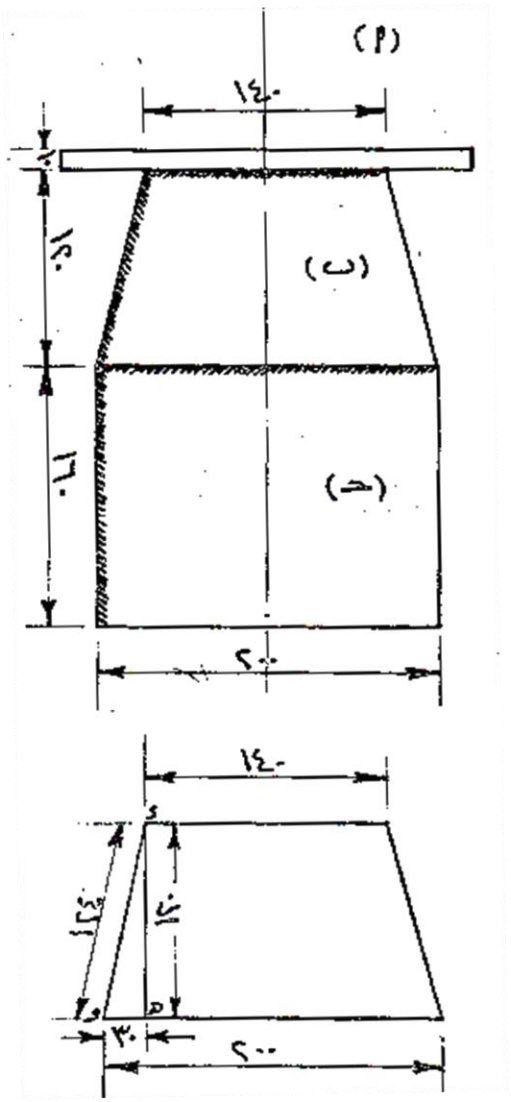
جملة		البيان	ملاحظات
قرش	جنيه		
	٢٦ ١١	ثمن الخامات أجور العمال	
	٣٧ ٣٧	التكاليف الأولية المصاريف الغير مباشره	
- ٨٠	٧٤ ١٤	تكاليف الإنتاج الأرباح ٢٠% من تكاليف الإنتاج	٧٤ × ١٠٠/٢٠= ١٤,٨ جنيه
٨٠ ٨٨	٨٨ ٨	التكاليف ضريبة المبيعات	٨,٨٨ = ١٠٠/١٠*٨,٨٨ جنيه
٦٨	٩٧	التكاليف النهائية	

جدول رقم ٣٦: ملخص المقايسة (جدول التكاليف)

مقايسة (٢): الرسم التالي يبين الجزء الذي يركب على ماسورة السحب فى طلمبات المياه ويتكون من القرص (أ) الفلانش والمخروط الناقص (ب) والجزء الإسطوانى (ج) وتصنع هذه الأجزاء من ألواح الصاج سمك ٣ مم وتجمع باللحام بالقوس الكهربى كما هو مبين بالرسم.

مطلوب إيجاد تكاليف اللحام لعدد ٥ قطع من هذا المنتج إذا علمت الآتى:

- شدة التيار ٢٢٠ أمبير، فرق الجهد ٣٠ فولت، معامل الجودة للمولد ٨٠%، وثمن الكيلو وات ساعة ١٥٠ قرش.
- الزمن اللازم لصهر السيخ الواحد ١٢٠ ثانية ومتوسط طول الكردون المتراكم ٢٥ سم/سيخ وثمن السيخ المستعمل ٥٠ قرش.
- أجرة العامل ١٠ جنيهات فى الساعة ومعامل الإنتاج ٧٥%.
- المصاريف غير المباشرة ١٥٠% من أجور العمال والأرباح ٢٥% من جملة التكاليف.



شكل رقم ١٦٣: مشغولة رقم (٤) الأبعاد بالمليميترات

الحل

حساب أطوال خطوط اللحام: محيط فتحة المخروط العلوية= ط ق١= ٣,١٤ *١٤٠= ٤٤٠ مم

محيط فتحة الإسطوانة = ط ق٢= ٣,١٤* ٢٠٠= ٦٢٨ مم

طول الخط دو= $\sqrt{120^2 + 30^2}$= ١٢٤ مم

طول خط اللحام فى الإسطوانة =١٦٠ مم

مجموع خطوط اللحام= ٤٤٠ + ٦٢٨+١٦٠+ ١٢٤ = ١٣٥٢ مم= ١٣٥,٢ سم

عدد أسياخ اللحام = $\frac{\text{طول الخطوط}}{\text{متوسط طول الكترود للسيخ}}$= ٢٥/١٣٥,٢ = ٥,٥ سيخ

زمن اللحام = زمن الصهر للسيخ* عدد الأسياخ

= ١٢٠*٥,٥= ٦٦٠/٦٠= ١١ دقيقة

الزمن الذى يؤجر عليه العامل= زمن دورة التشغيل/ (معدل الإنتاج (٠,٧-٠,٩))

=١١*١٠٠/ ٧٥= ١٥ دقيقة

أجرة العامل = الزمن الذى يؤجر عليه العامل * أجرة العامل فى الساعة

= (٦٠/١٥)*١٠ = ٢٥٠ قرش

الطاقة المستخدمة فى اللحام= ت * ج * ن/ (٦٠*١٠٠٠*معامل الجودة)

= ٢٢٠*٣٠*١٥*١٠٠ /(١٠٠٠*٦٠*٨٠) = ٢,١ كيلو وات

ثمن الكهرباء المستهلكة = مقدار الطاقة المستهلكة * ثمن الكيلو وات الواحد

=٢,١ * ١٥٠ = ٣١٥ قرش

ثمن أسلاك اللحام = ٥٠*٥,٥=٢٧٥ قرش

المصاريف الغير مباشرة = ١٥٠*٢٥٠/١٠٠= ٣٧٥ قرش

تكلفة اللحام = ثمن الكهرباء +أجور العمال +المصاريف الغير مباشرة +أسياخ اللحام

= ٣١٥ + ٢٥٠ + ٢٧٥ + ٣٧٥ = ١٢١٥ قرش

عنصر التكاليف	تكلفته بالجنيه
ثمن استهلاك الكهرباء	٣,١٥
أجور العمال	٢,٥٠
مصاريف غير مباشرة	٣,٧٥
ثمن أسياخ اللحام	٢,٧٥
جملة التكاليف	١٢,١٥
الأرباح	٣,٠٣٧٥
التكلفة النهائية	١٥,١٨٧٥

جدول رقم ٣٧: التكاليف للمشغولة رقم (٤)

التكلفة النهائية للقطعة الواحدة = ١٥,١٨٧٥ جنيه

التكلفة النهائية لعدد ٥ قطع = ٧٥,٩٣٧٥ جنيه

أمثلة على مقايسات لحام الأكسى أستيلين

مقايسة (١)

عند قطع مشغولة من الصلب بواسطة الأوسكي استيلين وجد أن معدل استهلاك الأكسجين ٩٥٠ لتر / متر وثمن المتر ٣ جنيه ومعدل استهلاك الاستيلين ٩٤ لتر / متر وثمن المتر المكعب ٢٠ جنيه أوجد ثمن الخامات المستهلكة إذا علمت أن طول خط القطع ٦,٤ متر

الحـل

كمية الأكسجين المستهلك = طول خط القطع × (معدل الاستهلاك ÷ ١٠٠٠)

= ٦٤ × (٩٥٠ ÷ ١٠٠٠) = ٩,٠٨ متر مكعب

ثمن الاكسجين = ٩,٠٨ × ٣ = ١٨,٢٤ جنيه

كمية الاستيلين المستهلكة = ٦,٤ × (٩٤ ÷ ١٠٠٠) = ٠,٩٠١ متر مكعب

ثمن الاستيلين = ٠,٩٠١ × ٢٠ = ١٨,٠٢ جنيه

ثمن الخامات المستهلكة = ١٨,٢٤ + ١٨,٠٢ = ٣٦,٢٦ جنيه

مقايسة (٢)

عند لحام مشغولة وجد أن معدل استهلاك سلك اللحام هو ٣٠٠ جرام / ساعة وزمن اللحام ٤ ساعات وثمن الكيلو جرام من السلك ٤ جنيه أوجد ثمن السلك المستهلك في اللحام

الحل

وزن السلك = زمن اللحام × (معدل استهلاك السلك ÷ ١٠٠٠)

= ٤ × (٣٠٠ ÷ ١٠٠٠) = ١,٢ كجم

ثمن السلك = وزن السلك × ثمن الكيلو جرام

= ١,٢ × ٤ = ٤,٨ جنيه

مقايسة (٣)

عند لحام مشغولة بالأوكسي استيلين وجد أن طول خطوط اللحام ٨ متر احسب ثمن الخامات المستهلكة إذا علمت أن

١. معدل استهلاك الأكسجين ١٥٠ لتر / متر وثمن المتر المكعب ٣ جنيه
٢. معدل استهلاك الاستيلين ١٢٠ لتر / متر وثمن المتر المكعب ٢٠ جنيه
٣. معدل استهلاك سلك اللحام ٢٠٠ جرام / متر وثمن الكيلو جرام ٥ جنيه

الحل

الاكسجين المستهلك = طول خط اللحام × (معدل الاستهلاك باللتر ÷ ١٠٠٠)

= ٨ × (١٥٠ ÷ ١٠٠٠) = ١,٢ متر مكعب

ثمن الاكسجين = استهلاك الاكسجين بالمتر × ثمن المتر المكعب

= ١,٢ × ٣ = ٣,٦ جنيه

الاستيلين المستهلك = طول خط اللحام × (معدل الاستهلاك باللتر ÷ ١٠٠٠)

= ٨ × (١٢٠ ÷ ١٠٠٠) = ٠,٩٦ متر مكعب

ثمن الاستيلين = ٠,٩٦ × ٢٠ = ١٩,٢٠ جنيه

السلك المستهلك = طول خط اللحام × (معدل الاستهلاك باللتر ÷ ١٠٠٠)

= ٨ × (٢٠٠ ÷ ١٠٠٠) = ١,٦ كيلو جرام

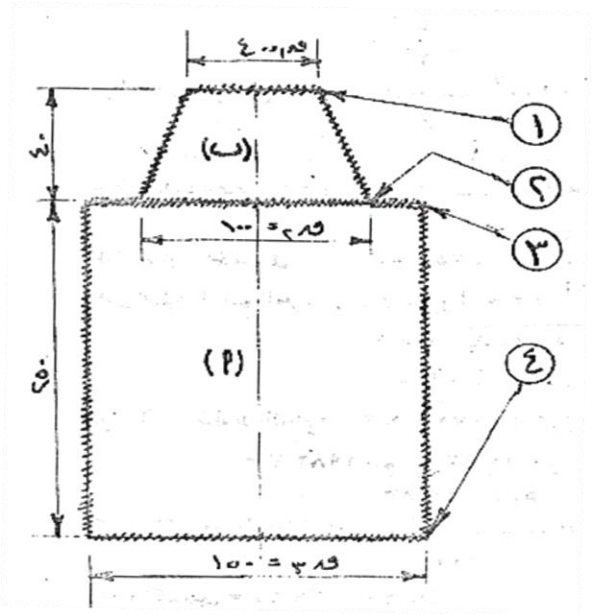
ثمن السلك = ١,٦ × ٥ = ٨,٠ جنيه

جملة ثمن الخامات = ٣,٦ + ١٩,٢٠ + ٨,٠ = ٣٠,٨٠ جنيه

مقايسة (٤)

الرسم يوضح خزان مصنوع من ألواح الصاج الأسود سمك ٨ مم الملحومة بالأكسى أستيلين والمطلوب تقدير ثمن بيع هذه المشغولة فإذا علمت الآتى:

١. يستهلك عملية اللحام من الأكسجين ٥٠٠ لتر/ متر طولى وثمن المتر المكعب منه ٥ جنيه.
٢. معدل استهلاك الأستيلين ٢٥٠ لتر/ متر طولى من خطوط اللحام وثمن المتر المكعب منه ٨ جنيه.
٣. استهلاك اسلاك اللحام ٤٠٠ جرام/متر طولى وثمن الكيلو منه ٦ جنيه.
٤. سرعة اللحام ٣ م/ ساعة والصاج المستهلك ٨ ألواح سعر اللوح ٥٠ جنيه.
٥. أجرة العامل ١٠ جنيهات فى الساعة ومعامل الإنتاج ٨٠%.
٦. المصاريف غير المباشرة ١٥٠% من أجور العمال والأرباح ٢٥% من جملة التكاليف.
٧. أضف ١٠% ضريبة.



شكل رقم ١٦٤: مشغولة رقم (٥) الأبعاد بالمليمترات

الحل

طول محيط الدائرة الكبري (٤) = ط ق = ٣,١٤ * ١٥٠ = ٤٧١,٤ مم

طول محيط الدائرة الكبري (٣) = ط ق = ٣,١٤ * ١٥٠ = ٤٧١,٤ مم

طول محيط الدائرة الوسطى (٢) = ط ق = ٣,١٤ * ١٠٠ = ٣١٤,٣ مم

طول محيط الدائرة الصغرى (١) = ط ق = ٣,١٤ * ٤٠ = ١٢٥,٦ مم

الطول الكلى لخطوط اللحام = (٢ * ٤٧١,٤)+٣١٤,٣+١٢٥,٦+١٠٠+٥٠٠

= ١٩٨٢,٧ سم = ١٩,٨٣ متر

كمية الأكسجين المستهلكة = ١٩,٨٣*٥٠٠÷١٠٠٠= ٩,٩١٥ م٣ = ١٠ م٣

ثمن الأكسجين = ١٠*٥ = ٥٠ جنيه

كمية الأستيلين المستهلكة = ١٩,٨٣ * ٢٥٠÷١٠٠٠= ٤,٩٥ م٣ = ٥ م٣

ثمن الأستيلين = ٥*٨ = ٤٠ جنيه

كمية الأسلاك المستهلكة = ١٩,٨٣ * ٤٠٠÷١٠٠٠= ٤,٩٣٢ كيلوجرام = ٥ كجم

ثمن أسلاك اللحام = ٥*٦ = ٣٠ جنيه

ثمن الصاج المستعمل فى العملية = عدد ألواح الصاج * ثمن اللوح الواحد

= ٨*٥٠= ٤٠٠ جنيه

ثمن الخامات = ثمن الصاج + ثمن الأكسجين + ثمن الأستيلين + ثمن أسلاك اللحام

= ٥٠+٤٠+٣٠+٤٠٠

= ٥٢٠ جنيه

زمن اللحام = طول خطوط اللحام ÷ سرعة اللحام = ١٩,٨٣ ÷ ٣ = ٦,٦١ ساعة

الزمن الذي يؤجر عليه العامل = زمن اللحام÷ (معامل الإنتاج) = ٦,٦١*١٠٠÷٨٠ = ٨,٢٦ ساعة

= ١١*١٠٠÷ ٧٥ = ١٥ دقيقة

أجرة العامل = الزمن الذى يؤجر عليه العامل * أجرة العامل فى الساعة

= ٨,٢٦ *١٠ = ٨٢,٦ جنيه

المصاريف الغير مباشرة =١٥٠*٨٢,٦÷١٠٠= ١٢٣,٩ جنيه

تكلفة اللحام = ثمن الخامات +أجور العمال +المصاريف الغير مباشرة

= ٥٢٠ + ٨٢,٦ + ١٢٣,٩ = ٧٢٦,٥جنيه

الأرباح= ٢٥*٢٦٢,٥÷١٠٠= ١٨١,٦ جنيه

التكاليف الكلية = تكاليف الإنتاج + الأرباح = ٧٢٦,٥+١٨١,٦= ٩٠٨ جنيه

ضريبة المبيعات= ١٠*٩٠٨÷١٠٠= ٩٠,٨

إجمالى التكاليف (سعر البيع) = التكاليف الكلية + ضريبة المبيعات

= ٩٠٨ + ٩٠,٨ = ٩٩٨,٨ جنيه

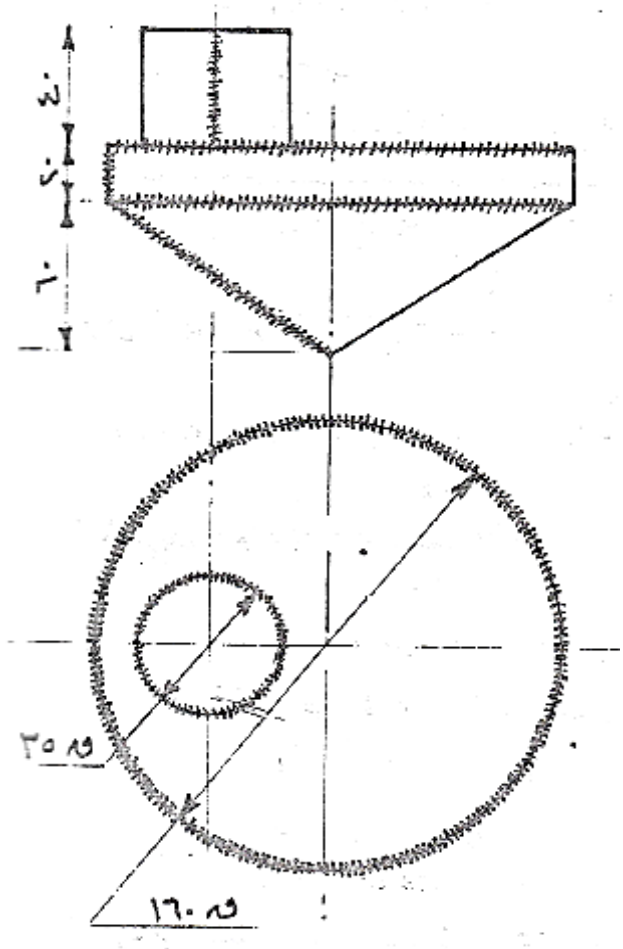
عنصر التكاليف	تكلفته بالجنيه
ثمن الخامات	٥٢٠
أجور العمال	٨٢,٦
مصاريف غير مباشرة	١٢٣,٩
الأرباح	١٨١,٦
جملة التكاليف	٩٠٨
الضريبة	٩٠,٨
التكلفة النهائية	٩٩٨,٨

جدول رقم ٣٨: التكاليف للمشغولة رقم (٥)

مقايسة رقم (٥)

الرسم الموضح عبارة عن مسقطين لخزان مصنوع من ألواح الصاج الملحومة بالأكسى أستيلين والمطلوب تقدير ثمن بيع هذه المشغولة فإذا علمت الآتى:

١. مقدار ضغط الأكسجين داخل الاسطوانة قبل اللحام ١٤٠ كجم/ سم٢ وبعد نهاية عملية اللحام أصبح ١٢٥ كجم/سم٢ وسعة الأسطوانة ٤٦,٤ لتر وثمن المتر المكعب منه ٥ جنيهات.
٢. معدل استهلاك الأستيلين ٩٠ لتر / متر طولى من خطوط اللحام وثمن المتر المكعب منه ٨ جنيه.
٣. استهلاك اسلاك اللحام ٨٠ جرام/متر طولى وثمن الكيلو منه ٤ جنيه.
٤. سرعة اللحام ٣ م/ ساعة.
٥. أجرة العامل ١٠ جنيهات فى الساعة ومعامل الإنتاج ٨٠%.
٦. المصاريف غير المباشرة ١٥٠% من أجور العمال والأرباح ٢٥% من جملة التكاليف.



شكل رقم ١٦٥: مشغولة رقم (٦)

الحل

طول محيط الدائرة الكبري (٤) = ط ق = ٣,١٤ * ١٦٠ = ٥٠٢,٤ مم

عدد ٢ محيط الدائرة الكبري (٣) = ط ق = ٢ * ٥٠٢,٤ = ١٠٠٤,٨ = ١٠٠٥مم

طول محيط الدائرة الصغرى (١)= ط ق = ٣,١٤ * ٣٥= ١٠٩,٩= ١١٠ مم

طول الوتر راسم المخروط = $\sqrt{60^2 + 80^2}$= ١٠٠ مم

الطول الكلى لخطوط اللحام = ١٠٠٥+١١٠+٢٠+٤٠= ١٢٧٥ = ١,٢٧ م= ١,٣ م

الضغط المستنفذ أثناء اللحام بالأكسجين = ١٤٠-١٢٥=١٥ كجم/سم٢

كمية الأكسجين المستهلكة أثناء اللحام =١٥*٤٦,٤/١٠٠٠= ٠,٦٩٦ م٣= ١٠ م٣

ثمن الأكسجين= ٠,٦٩٦*٥=٣,٤٨ جنيه

كمية الأستيلين المستهلكة =١,٣ * ٩٠/١٠٠٠= ٠,١١٧ م٣

ثمن الأستيلين =٠,١١٧*٨=٠,٩٣٦ جنيه

كمية الأسلاك المستهلكة = ١,٣ * ٨٠/١٠٠٠= ٠,١٠٤ كيلوجرام

ثمن أسلاك اللحام = ٠,١٠٤*٤= ٠,٤١٦ جنيه

ثمن الخامات = ثمن الأكسجين + ثمن الأستيلين + ثمن أسلاك اللحام

= ٣,٤٨+٠,٩٣٦+٠,٤١٦ = ٤,٨٣٢ جنيه

زمن اللحام= طول خطوط اللحام / سرعة اللحام= ١,٣/ ٣= ٠,٤٣ ساعة

الزمن الذى يؤجر عليه العامل= زمن اللحام/ (معامل الإنتاج) =٠,٤٣*١٠٠/٨٠=٠,٥٣٧ ساعة

أجرة العامل = الزمن الذى يؤجر عليه العامل * أجرة العامل فى الساعة

= ٠,٥٤*١٠ = ٥,٤ جنيه

المصاريف الغير مباشرة= ١٥٠*٥,٤/١٠٠= ٨,١ جنيه

تكلفة اللحام = ثمن الخامات +أجور العمال +المصاريف الغير مباشرة

= ٤,٨٣٢ + ٥,٤ + ٨,١ = ١٨,٣٣٢ جنيه

الأرباح= ١٨,٣٣٢*٢٥/١٠٠= ٤,٥٨٣ جنيه

التكاليف الكلية = تكاليف الإنتاج + الأرباح = ١٨,٣٣٢+٤,٥٨٣= ٢٢,٩١٥ جنيه

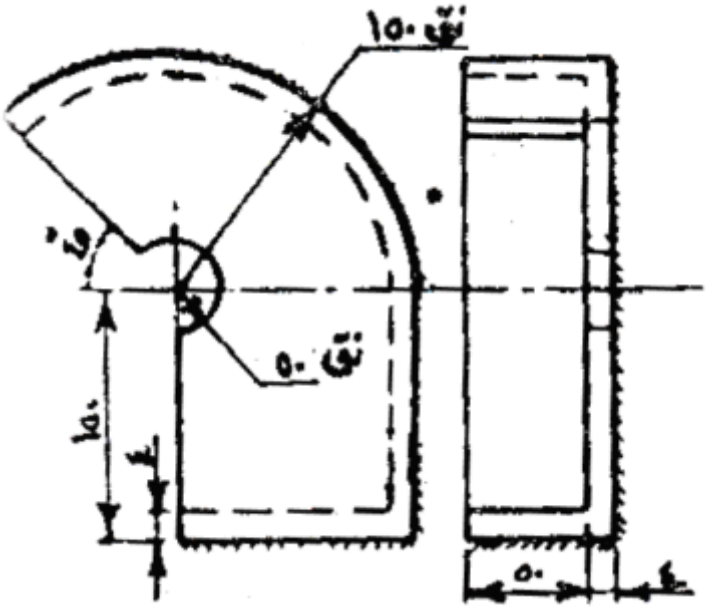
عنصر التكاليف	تكلفته بالجنيه
ثمن الخامات	٤,٨٣٢
أجور العمال	٥,٤
مصاريف غير مباشرة	٨,١
الأرباح	٤,٥٨٣
جملة التكاليف	٢٢,٩١٥

جدول رقم ٣٩: التكاليف للمشغولة رقم (٦)

مقايسة (٦)

الرسم الموضح عبارة عن غطاء حجر تجليخ ملحوم بالأكسى أستيلين والمطلوب تقدير ثمن هذه المشغولة إذا علمت الآتى:

١. زمن انجاز المتر الطولى فى اللحام ٤٥ دقيقة.
٢. زمن الإجهاد ١٥% من زمن اللحام.
٣. معدل استهلاك الأكسجين ٨٠٠ لتر/ متر طولى من خطوط اللحام وثمن المتر المكعب منه ٥ جنيه.
٤. معدل استهلاك الأستيلين ٥٠٠ لتر/ متر طولى من خطوط اللحام وثمن المتر المكعب منه ٨ جنيه.
٥. استهلاك اسلاك اللحام ٦٠٠ جرام/ متر طولى وثمن الكيلو منه ٣,٥ جنيه.
٦. المصاريف غير المباشرة ١٥٠% من أجور العمال والأرباح ٢٥% من جملة التكاليف. أضف ضريبة مبيعات ١٠%.



شكل رقم ١٦٦: مشغولة رقم (٧) الأبعاد بالمليمترات

الحل

طول القوس أ د = ٣,١٤ط ق *٥/٣٦٠ = ٣,١٤ * ٣٠٠*١٣٥/٣٦٠= ٣٥٣ مم

الطول الكلى لخطوط اللحام = ٣٥٣+١٥٠+١٥٠= ٦٥٣ مم= ٠,٦٥ متر

كمية الأكسجين المستهلكة أثناء اللحام =٠,٦٥*٨٠٠/١٠٠٠= ٠,٥٢٠ م٣

ثمن الأكسجين= ٠,٥٢٠*٥=٢,٦جنيه

كمية الأستيلين المستهلكة =٠,٦٥ * ٥٠٠/١٠٠٠= ٠,٣٢٥ م٣

ثمن الأستيلين =٠,٣٢٥*٨=٢,٦جنيه

كمية الأسلاك المستهلكة = ٠,٦٥ * ٦٠٠/١٠٠٠= ٠,٣٩ كيلوجرام

ثمن أسلاك اللحام = ٠,٣٩*٣,٥= ١,٣٧ جنيه

ثمن الخامات = ثمن الأكسجين + ثمن الأستيلين + ثمن أسلاك اللحام

= ٢,٦+٢,٦+١,٣٧ = ٦,٥٧ جنيه

زمن اللحام= طول خطوط اللحام / سرعة اللحام= ٠,٦٥/ ٤٥= ٢٩ دقيقة

الزمن الذى يؤجر عليه العامل= زمن اللحام/ (معامل الإنتاج) =٢٩*١١٥/١٠٠=٣٣,٤ دقيقة

أجرة العامل = الزمن الذى يؤجر عليه العامل * أجرة العامل فى الساعة

= ٣٣,٤*٦٠/١٠ = ٥,٥٦ جنيه

المصاريف الغير مباشرة= ١٥٠*٥,٥٦/١٠٠= ٨,٣٤ جنيه

تكلفة اللحام = ثمن الخامات +أجور العمال +المصاريف الغير مباشرة

= ٦,٥٧ + ٥,٥٦ + ٨,٣٤ = ٢٠,٤٧ جنيه

الأرباح= ٢٠,٤٧*٢٥/١٠٠= ٥,١ جنيه

التكاليف الكلية = تكاليف الإنتاج + الأرباح = ٢٠,٤٧ +٥,١= ٢٥,٥٧ جنيه

عنصر التكاليف	تكلفته بالجنيه
ثمن الخامات	٦,٥٧
أجور العمال	٥,٥٦
مصاريف غير مباشرة	٨,٣٤
الأرباح	٥,١
ضريبة ١٠%	٢,٥٥٧
جملة التكاليف	٢٨,١٢

جدول رقم ٤٠: التكاليف للمشغولة رقم (٧)

تمارين اضافية على المقايسات (تحل بمعرفة الطالب)

تمرين (١)

عند لحام شغلة بالأكسي إستيلين وجد أن:

أطوال خطوط اللحام (١٠) متر

إحسب ثمن الخامات المستهلكة في اللحام

إذا علم أن:

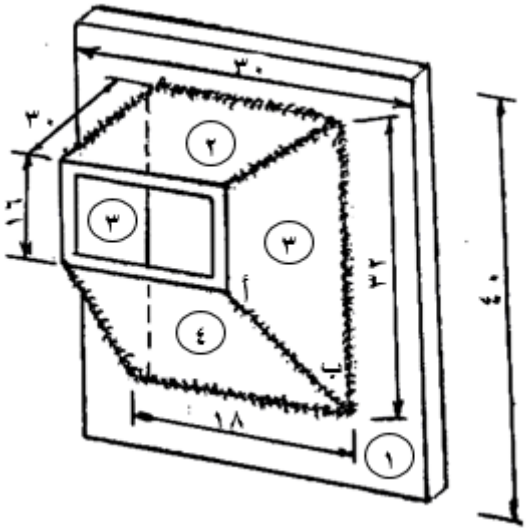
١. معدل إستهلاك الأكسجين (١٠٠ لتر /متر) وثمن المتر المكعب (٢) جنيه.

٢. معدل إستهلاك الإستيلين (١٥٠ لتر /متر) وثمن المتر المكعب (٤) جنيه.

معدل إستهلاك الأسلاك (٤٠٠ جرام /متر) وثمن الكيلو جرام (٤) جنيه.

تمرين مقايسة (٢)

الرسم يوضح حاملا مصنوعا من ألواح الصاج الملحومة بالأكسى أستيلين – والمطلوب تقدير تكاليف بيع هذه المشغولة إذا علمت الآتي:

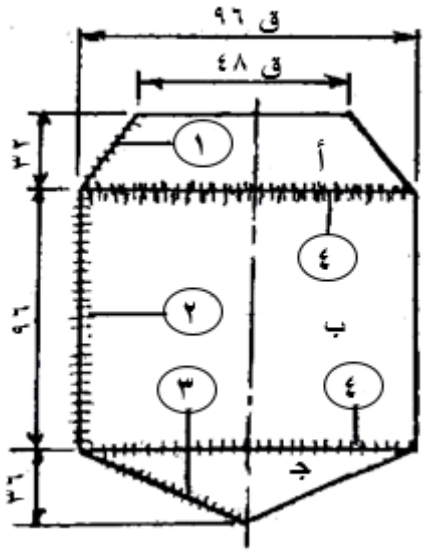


شكل رقم ١٦٧: مشغولة رقم (١٠) الأبعاد بالسنتيمترات

١. لوح الصاج المستخدم مقاس (١×٢ متر) وسمكه ٥ مم ويزن اللوح ٨٠ كجم – وثمن الكيلو جرام هو خمسة جنيهات ويضاف ٥% من مساحة الصاج اللازم نظير عمليات التجهيز والقطع.
٢. معدل استهلاك الأستيلين ٢٠٠ لتر/متر من خطوط اللحام وثمن المتر المكعب من الأستيلين ١٦ جنيه.
٣. معدل استهلاك الأكسچين ٢٥٠ لتر/متر من خطوط اللحام وثمن المتر المكعب من الأكسچين ٥ جنيه.
٤. معدل استهلاك الأسلاك ٣٠٠ جرام/متر من خطوط اللحام وثمن الكيلو جرام ٤,٥ جنيه.
٥. زمن لحام المتر الطولي ٣٠ دقيقة.
٦. أجرة العامل في الساعة ٥ جنيه ومعامل الإنتاج له ٨٠%.
٧. المصاريف الغير مباشره ١٥٠% من أجور العمال.
٨. الأرباح ٢٥% من تكاليف الإنتاج.
٩. أضف ١٠% ضريبة مبيعات

تمرين مقايسة (٣)

الرسم يبين المسقط الرأسي لعوامة مصنوعة من ألواح الصاج سمك ٥مم، وهي مجمعه من الأجزاء أ، ب، ج، بواسطة اللحام الأوكسى أستيلين والمطلوب حساب تكاليف اللحام إذا علمت الآتي:

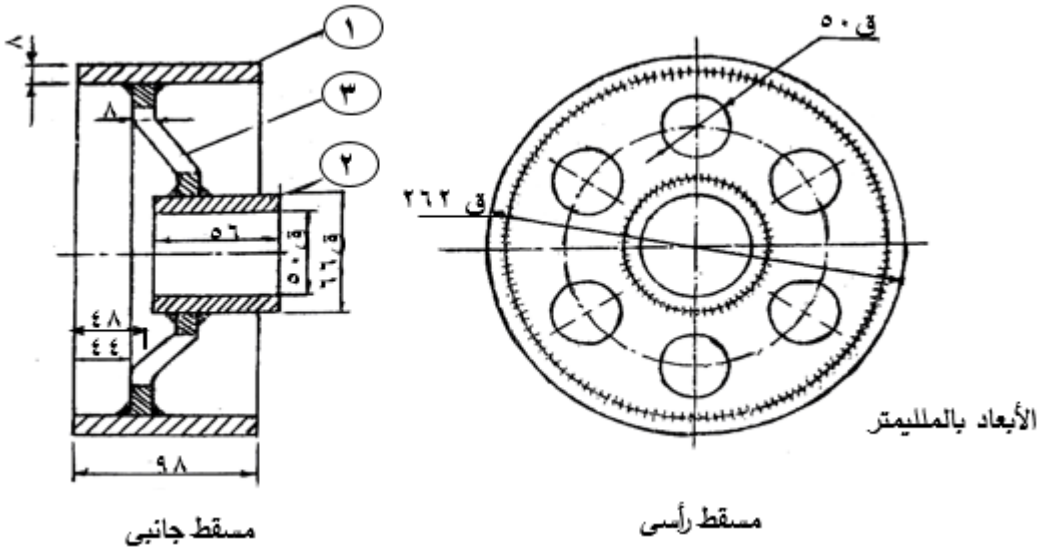


شكل رقم ١٦٨: مشغولة رقم (١١) الأبعاد بالسنتيمترات

١. استهلاك الأكسچين ٢٠٠ لتر/متر من خطوط اللحام وثمن المتر المكعب من الأكسچين ٤,٥ جنيه.
٢. استهلاك الأستيلين ١٦٥ لتر/متر طولي من خطوط اللحام وثمن المتر المكعب من الأستيلين ١٦ جنيه.
٣. استهلاك سلك اللحام لكل متر طولي من خطوط اللحام ٢٠٠ جرام وثمن الكيلو جرام ٥ جنيه.
٤. زمن لحام المتر الطولي ٢٠ دقيقة.
٥. أجر العامل في الساعة ٤ جنيه.
٦. أجرة وصهر اللحام في الساعة ٢,٥ جنيه.
٧. المصاريف الغير مباشره ١٢٠% من أجور العمال.
٨. زمن الإجهاد ١٥% من زمن اللحام.
٩. الأرباح ٢٠% من تكاليف الإنتاج.
١٠. يضاف ١٠% ضريبة مبيعات.

تمرين مقايسة (١٢)

الشكل يبين المسقطين الرأسي والجانبي بطنبور مكون من ثلاثة أجزاء ١، ٢، ٣ ويراد لحامهم في قسم التشكيل باللحام بالأوكسى أستيلين والمطلوب تقدير تكاليف اللحام لهذا الطنبور إذا علمت الآتي:



شكل رقم ١٦٩: مشغولة رقم (١٢) الأبعاد بالمليمترات

١. متوسط استهلاك الأكسجين ٨٠٠ لتر/متر من خطوط اللحام وثمن المتر المكعب ٤,٥ جنيه.
٢. متوسط استهلاك الأستيلين ٦٦٥ لتر/متر من خطوط اللحام وثمن المتر المكعب ١٥ جنيه.
٣. متوسط استهلاك سلك اللحام ٧٥٠ جرام/متر من خطوط اللحام وثمن الكيلو جرام ٤ جنيه.
٤. سرعة اللحام ١,٥ متر/ ساعة.
٥. زمن الإعداد والتجهيز ٣٠ دقيقة.
٦. أجر العامل في الساعة ٤,٥ جنيه ومعامل الإنتاج ٨٠%.
٧. المصاريف غير المباشرة ١٥٠% من أجور العمال.
٨. الأرباح ٢٥% من تكاليف الإنتاج.
٩. يضاف ١٠% ضريبة مبيعات.

أمثلة مقايسات محلولة على اللحام بالقوس الكهربى

مقايسة (١)

استخدمت ماكينة لحام قوس كهربي شدة التيار لها ١٩٠ أمبير والجهد ٣٠ فولت ومعامل الجودة للماكينة ٦٠% وطول خط اللحام ٤٨٠ سم وسرعة انجاز اللحام ٤ متر / ساعة أوجد ثمن التيار المستخدم في اللحام علما بأن ثمن الكيلو وات / ساعة ٥٠ قرش.

الحـل

زمن اللحام بالساعة = طول خط اللحام بالمتر ÷ سرعة الانجاز

= ٤,٨ ÷ ٤ = ١,٢ ساعة

مقدار التيار المستهلك = (ش × ض × ن) ÷ (١٠٠٠ × معامل الجودة)

= (١٩٠ × ٣٠ × ١,٢ × ١٠٠) ÷ (١٠٠٠ × ٦٠) = ١١,٤ ك وات / ساعة

ثمن التيار المستهلك = ١١,٤ × ٥٠ = ٢٧٠ قرش

مقايسة (٢)

أوجد ثمن أسياخ اللحام والتيار الكهربي المستخدام في لحام مشغولة إذا علمت أن :

١. طول خط اللحام ٤٨ متر وسرعة اللحام ٤ متر / ساعة
٢. شدة التيار ٢٢٠ أمبير والجهد ٣٠ فولت ومعامل الطاقة ٧٥% وثمن الكيلو وات من الكهرباء ٥٠ قرش
٣. ثمن الكيلو جرام من أسياخ اللحام ٨ جنيه ومعدل الاستهلاك ٣٠٠ جرام / متر طولي

الحـل

زمن اللحام بالساعة = ٤٨ ÷ ٤ = ١٢ ساعة

مقدار التيار المستهلك = (ش × ض × ن) ÷ (١٠٠٠ × معامل الطاقة)

= (٢٢٠ × ٣٠ × ١٢ × ١٠٠) ÷ (١٠٠٠ × ٧٥) = ١٠٥,٦ ك وات

ثمن التيار = ١٠٥,٦ × ٥٠ = ٥٢٨٠ قرش = ٥٢,٨٠ جنيه

وزن الأسياخ = (٤٨ × ٣٠٠) ÷ ١٠٠٠ = ٠,١٤٤ كجم

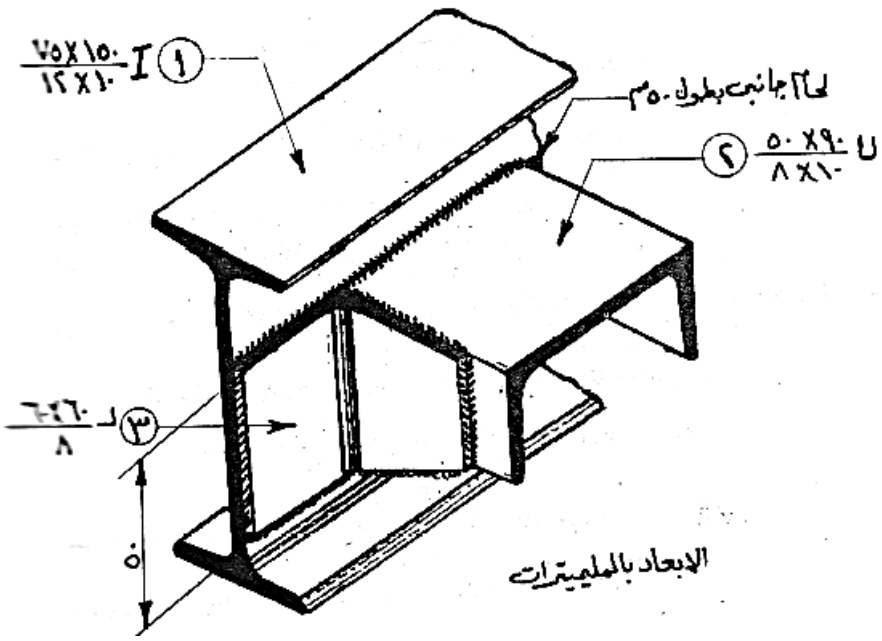
ثمن الأسياخ = ٠,١٤٤ × ٨ = ١,١٥٢ جنيه

ثمن الخامات = ٥٢,٨٠٠ + ١,١٥٢ = ٥٣,٩٥٢ جنيه

مقايسة (٣)

الرسم يبين إحدى وصلات أعصاب جمالون فى إحدى المصانع مكون من ١٠٠ وصلة عصب، والمطلوب حساب تكاليف اللحام إذا علمت الآتى:

- يتم اللحام فى جميع الكمرات باستخدام أسياخ لحام قطر ٥ مم.
- يحتاج متر اللحام الطولى ٢٠ سيخ لحام قطر ٥ مم و سعر الكيلو منه ٤,٥ جنيه (الكيلو جرام الواحد = ٢٢ سيخ).
- يستهلك سيخ اللحام طاقة كهربية ٢٠٠ وات / ساعة، و ثمن الكيلوات ٢٠ قرش.
- زمن لحام المتر الطولى ٧٥ دقيقة.
- يحتاج انجاز هذا اللحام إلى عامل ماهر أجره فى الساعة ٨٠٠ قرش، وعدد ٢ مساعدين أجر كل منهم ٦٠٠ قرش فى الساعة.
- زمن التجهيز للعملية كلها ٣٥ دقيقة.
- سعر ماكينة اللحام ٨٠٠٠ جنية وعمر الماكينة الأفتراضى ١٠ سنوات على أساس ٧ ساعات عمل يوميا بواقع ٣٠٠ يوم عمل فى السنة.



شكل رقم ١٧٠: مشغولة رقم (١٣)

الحل

حساب أطوال خطوط اللحام

طول خطوط اللحام فى الوصلة الواحدة = ٩٠+٥٠+(٦*٤)+٢*٥٠=٤٨٠ مم= ٠,٤٨ م

طول خطوط اللحام لعدد ١٠٠ وقلة عصب = ١٠٠*٠,٤٨٠=٤٨ م

زمن اللحام = زمن الصهر للسيخ* عدد الأسياخ

= ٧٥*٤٨/٦٠= ٦٠ ساعة

زمن اللحام و التجهيز= ٦٠+(٦٠/٣٠)= ٦٠,٥ ساعة

أجرة العامل = الزمن الذى يؤجر عليه العامل(زمن اللحام و التجهيز) * أجرة العامل فى الساعة

= ١٠*٦٠,٥ = ٦٠٥ جنيه

أجرة المساعدين= ٢*٦*٦٠,٥= ٧٢٦ جنيه

أجور العمال= ٦٠٥+٧٢٦=١٣٣١ جنية

عدد أسياخ اللحام = عدد الأسياخ اللازمة للحام المتر الطولى* طول خطوط اللحام

= ٢٠*٤٨= ٩٦٠ سيخ

وزن أسياخ اللحام = عدد الأسياخ /عدد الأسياخ فى الكيلو جرام= ٩٦٠/٢٢= ٤٣,٦ كجم= ٤٤ كجم

ثمن أسلاك اللحام= ٤٤*٤,٥=١٩٨ جنيه

الطاقة المستخدمة فى اللحام= ٩٦٠*٢٠٠/١٠٠٠= ١٩٢ كيلو وات

ثمن الكهرباء المستهلكة = مقدار الطاقة المستهلكة * ثمن الكيلو وات الواحد

= ١٩٢*٢٠/١٠٠= ٣٨,٤٠ جنيه

عمر ماكينة اللحام التشغيلى= ١٠*٣٠٠*٧=٢١٠٠٠ ساعة.

معدل استهلاك الماكينة / ساعة= ٨٠٠٠/٢١٠٠٠=٠,٣٨ جنيه

استهلاك ماكينة اللحام= ٦٠*٠,٣٨=٢٢,٨ جنيه

تكلفة اللحام = أجور العمال+ أسياخ اللحام + ثمن الكهرباء +استهلاك ماكينة اللحام

= ١٣٣١ + ١٩٨ + ٣٨,٤٠ + ٢٢,٨ = ١٥٩٠ قرش

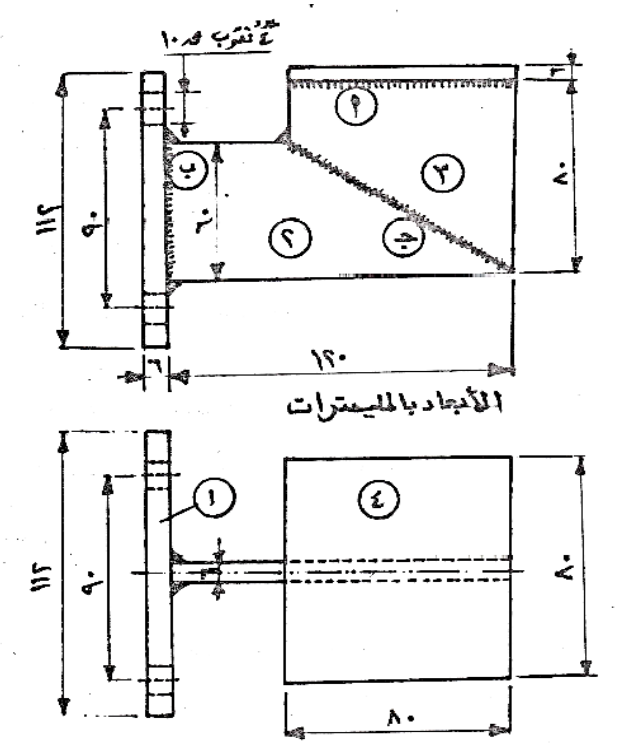
عنصر التكاليف	تكلفته بالجنيه
ثمن استهلاك الكهرباء	٣٨,٤
أجور العمال	١٣٣١
ثمن أسياخ اللحام	١٩٨
التكلفة النهائية	١٥٩٠

جدول رقم ٤١: التكاليف للمشغولة رقم (١٣)

مقايسة (٤)

الرسم عبارة عم كابولى من الصلب ومكون من ٤ أجزاء يتم تجميعهم بواسطة القوس الكهربى، والمطلوب حساب تكاليف النهلئية لعملية اللحام إذا علمت الآتى:

- شدة التيار ٢٢٠ أمبير وجهده ٣٥ فولت والفقد فى التيار ٣٥% وثمن الكيلو وات ٤٠ قرش.
- يستهلك متر اللحام الطولى ٢٥٠ جرام/متر من سيخ اللحام وسعر الكيلو منه ٥ جنيه، ومعامل الجودة ٧٠%.
- سرعة اللحام ٣ م/ساعة.
- زمن التجهيز للعملية كلها ٤٥ دقيقة.
- أجر العامل فى الساعة ١٠ جنيه، ومعامل الإنتاج ٨٠%.
- المصاريف الغير مباشرة ١٠٠% من أجور العمال والإرباح ٢٠%.



شكل رقم ١٧١: المشغولة رقم(١٤)

الحل

حساب أطوال خطوط اللحام

طول خط اللحام (أ) = ٢*٨٠= ١٦٠مم

طول خط اللحام (ب) = ٢*٦٠= ١٢٠مم

طول خط اللحام (ج) = $2 * \sqrt{60^2 + 80^2}$ =٢*١٠٠= ٢٠٠مم

طول خطوط اللحام = ١٦٠+١٢٠+٢٠٠=٤٨٠ مم= ٠,٤٨ م

زمن اللحام = طول خطوط اللحام/ سرعة اللحام= ٠,٤٨ /٣= ٠,١٦ ساعة

الطاقة الكهربية المستخدمة فى اللحام= ت ج ن /١٠٠(* معامل الجودة)

معامل الجودة = ٧٠% الفقد = ٣٠%

الطاقة الكهربية المستخدمة فى اللحام = ٢٢٠*٣٥*١٦*١٠٠*١,٣/ (٧٠*١٠٠٠*١٠٠)

=٢,٢٩ كيلو وات

ثمن الكهرباء المستهلكة = مقدار الطاقة المستهلكة * ثمن الكيلو وات الواحد

= ٢,٢٩*٤٠/١٠٠= ٠,٩٢ جنيه

زمن اللحام و التجهيز= ٠,١٦+(٤٥/٦٠)= ٠,٩١ ساعة

الزمن الذى يؤجر عليه العامل=زمن اللحام الكلى / معامل الإنتاج = ٠,٩١*١/٠,٨=١,١٣ ساعة

أجرة العامل = الزمن الذى يؤجر عليه العامل* أجرة العامل فى الساعة

= ١,١٣*١٠ = ١١,٣ جنيه

المصاريف الغير مباشرة = ١١,٣* ١٠٠/١٠٠= ١١,٣ جنيه

وزن أسياخ اللحام = طول خطوط اللحام /معدل استهلاك الأسلاك

= ٠,٤٨*٢٥٠/١٠٠٠ = ٠,١٢٠ كجم

ثمن أسلاك اللحام= ٠,١٢*٥ =٠,٦ جنيه

تكلفة اللحام = ثمن الكهرباء +أجور العمال+ المصاريف المباشرة+أسياخ اللحام

= ٠,٩٢ + ١١,٣ + ١١,٣ + ٠,٦ = ٢٤,١٢ جنية

عنصر التكاليف	تكلفته بالجنيه
ثمن استهلاك الكهرباء	٠,٩٢
أجور العمال	١١,٣
المصاريف الغير مباشرة	١١,٣
ثمن أسياخ اللحام	٠,٦
التكلفة النهائية	٢٤,١٢

جدول رقم ٤٢: التكاليف للمشغولة رقم (١٤)

أسئلة عامة محلولة على اللحام

مقدمة

فى هذا الباب نستعرض مجموعة من الأسئلة المتنوعة المحلولة على عمليات اللحام.

أسئلة عامة محلولة على اللحام

س١: تكلم باختصار عن أشكال وصلات اللحام والرموز الموضحة لها؟

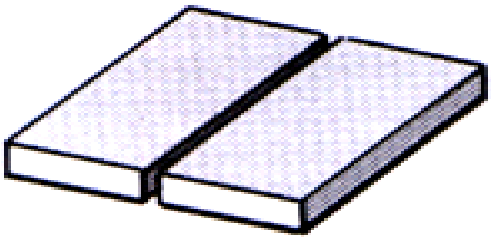
ج ١: أنواع وصلات اللحام والرموز الموضحة لها:

الوصلات الأساسية الملحومة

أنواع الوصلات

وصلة تناكبية " قورة x قورة " : وفيها تكون قطعتا وصلة اللحام متصلتين على طول حافتيهما

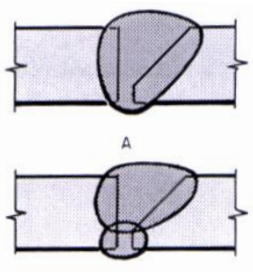
مسقط رأسي لوصلة اللحام " قورة x قورة "



توجد انواع عديدة من وصلات اللحام قورة x قورة

أ. حسب الزاوية

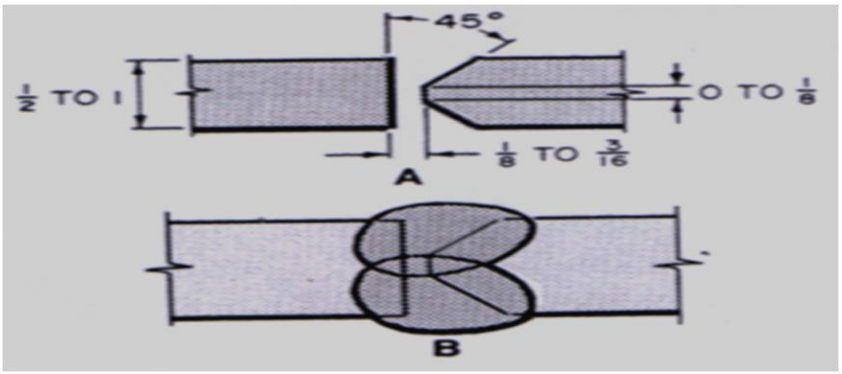
١. زاوية مائلة مفردة



لحام من جهة واحدة

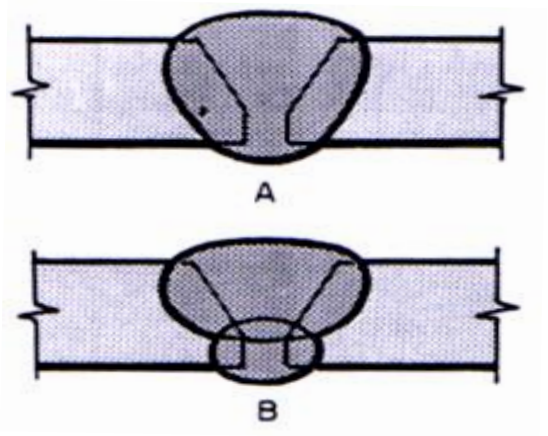
لحام من الجهتين

٢. زاوية مزدوجة مائلة.



ب. على حسب شكل القورة

١. على شكل حرف " V " مفردة

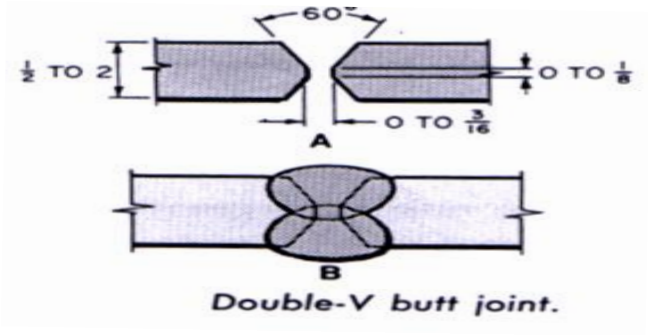


نفادية كاملة للحام
جهة واحدة

نفاذية كاملة للحام
من الجهتين

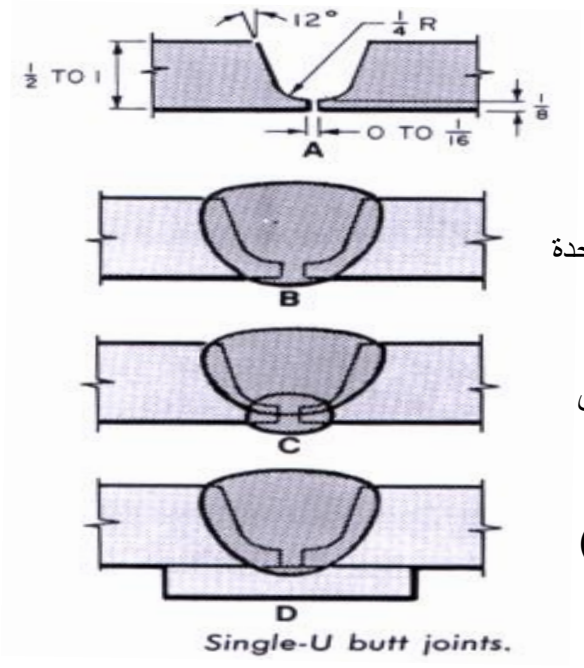
شكل رقم ١٧٢: وصلة قورة على شكل حرف " V " مفردة

٢. على شكل حرف " V " مزدوجة



شكل رقم ١٧٣: وصلة " قورة x قورة " حرف " V " مزدوجة

٣. شكل حرف " U " مفردة



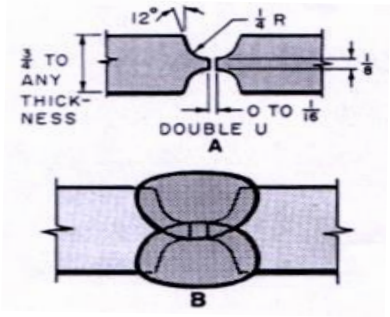
لحام من جهة واحدة

لحام من الجهتين

لحام تقوية (مسلح)

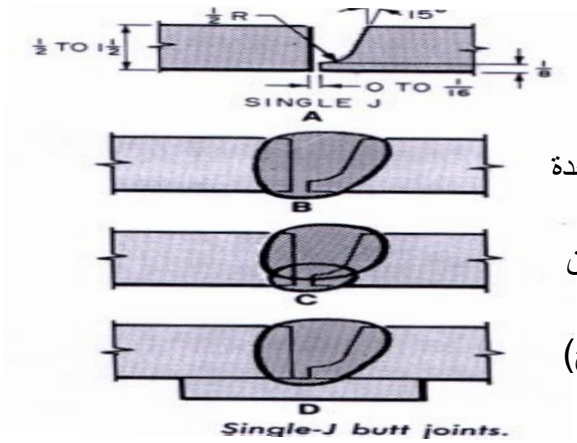
شكل رقم ١٧٤: وصلة قورة على شكل حرف " U " مفردة

٤. شكل حرف " U " مزدوجة



شكل رقم ١٧٥: وصلة لحام قورة على شكل حرف " U " مزدوجة

٥.على شكل حرف " J " مفردة

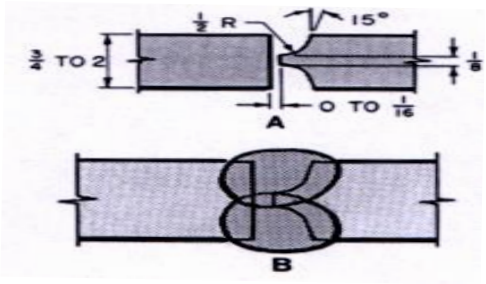


لحام من جهة واحدة

لحام من الجهتين

لحام تقوية (مسلح)

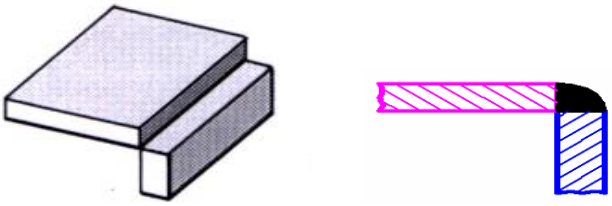
شكل رقم ١٧٦: وصلة قورة على شكل حرف " J " مفردة



شكل رقم ١٧٧: وصلة على شكل حرف " ل " مزدوجة

ت. على حسب تركيبة الوصلة

١. وصلة ركنية: وتكون فيه القطعتان بعد اللحام على شكل زاوية.



شكل رقم ١٧٨: المنظور الهندسي لوصلة ركنية Corner joint

المسقط الرأسي لوصلة ركنية

" A " وصلة لحام ركنية متساوية مع السطح

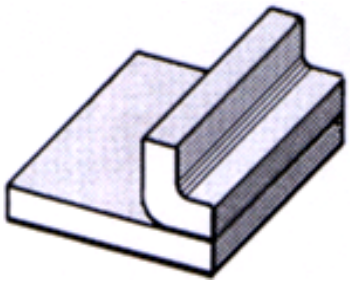
" B " وصلة لحام ركنية نصف مفتوحة

" C " وصلة ركنية مفتوحة

وصلة لحام ركنية متساوية مع السطح

وصلة لحام ركنية نصف مفتوحة

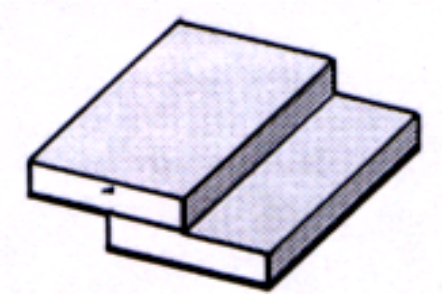
وصلة لحام ركنية مفتوحة



شكل رقم ١٧٩: وصلة حرفية

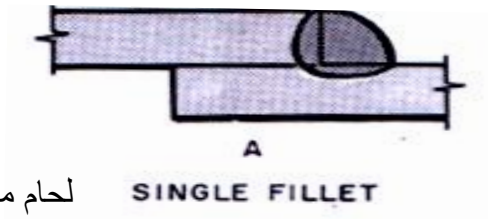
٢. وصلة تراكبية

شكل رقم ١٨٠: المسقط الرأسي لوصلة لحام تراكبية

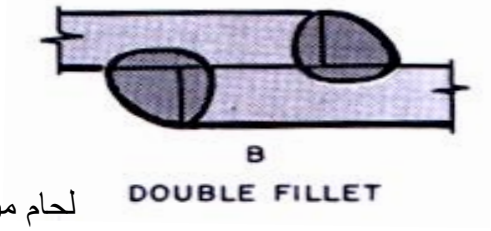


شكل رقم ١٨١: المنظور الهندسي لوصلة لحام تراكبية Lap joint

٣. وصلة لحام تراكبية مزدوجة

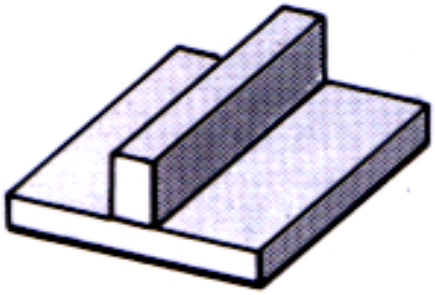


لحام مفرد



لحام مزدوج

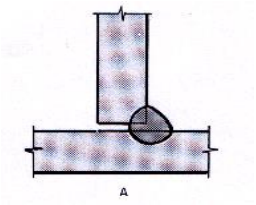
٤. وصلة حرف " T "



شكل رقم ١٨٢: وصلة حرف " T "

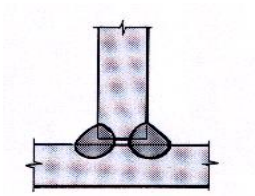
الشكل التالي يوضح المسقط الرأسي لوصلة لحام حرف " T " بدون شطف

وصلة لحام حرف " T " مفردة



وصلة حرف T
مربعة مفردة

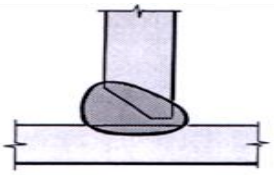
ووصلة لحام حرف " T " مربعة مزدوجة "



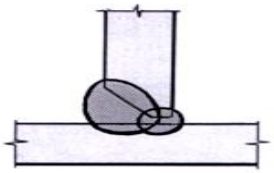
وصلة حرف T
مربعة مزدوجة

الشكل التالي يوضح وصلة لحام حرف " T " بزاوية مائلة مفردة

ووصلة لحام حرف " T " بزاوية مائلة مزدوجة



وصلة لحام حرف T
زاوية مائلة مفردة



وصلة لحام حرف T
زاوية مائلة مزدوجة

س٢: اذكر أنواع التيار المستخدم في لحام المقاومة؟

ج٢:

- اللحام بالمقاومة الكهربية ذات التردد المرتفع

يستخدم فيها التيار المتردد ذي التردد المنخفض المعتاد (٥٠ هرتز) إلا انه يستخدم في هذه الحالة التردد المرتفع الذي يبلغ نحو (٤٢٠ كيلو هرتز) مع زيادة الجهد إلى نحو (١٠٠ فولت).

- اللحام بالصدم الكهربائي

تستخدم هذه الطريقة من اللحام بصفة خاصة في لحام المعادن أو السبائك الحساسة التوصيل للكهرباء مثل الفضة والنحاس، والتي لا يمكن لحامها بالمقاومة الكهربائية أو المعادن غير المتشابهة. لارتفاع درجة حرارتها (مثل القابلة للتصلد بالمعاملات).

- اللحام بالصدم الكهرومغناطيسي

يمكن لحام المعادن بصدم أجزائها بعضها مع البعض بقوة وسرعة فائقتين كما يحدث في اللحام بالمتفجرات.

س٣: اشرح طريقة اللحام بالموجات الصوتية فوق السمعية؟

ج٣: تشبه هذه الطريقة من اللحام طريقة الحام بالاحتكاك من ناحية المبدأ إذ يتم التسخين وإزالة الاكاسيد السطحية بالاحتكاك بالحركة النسبية بين سطحي الوصلة، في حالة اللحام بالاحتكاك كانت الحركة النسبية ورانية بينما تكون في اللحام بالموجات الصوتية فوق حد السمع حركة اهتزازية، والموجات الصوتية هي بصفة عامة موجات ميكانيكية تحتاج إلى وسيط لانتقالها على عكس الموجات الضوئية والكهرومغناطيسية التي يمكن أن تنتقل في الفضاء دون وسيط.

س٤: تكلم باختصار عن كل من: اللحام بالصدم الكهربائي الميكانيكي - الكهرومغناطيسي - اللحام بالمقاومة الكهربية ذات التردد المرتفع.

ج٤: اللحام بالصدم الكهربائي: تستخدم هذه الطريقة من اللحام بصفة خاصة في لحام المعادن أو السبائك الحساسة التوصيل للكهرباء مثل الفضة والنحاس، والتي لا يمكن لحامها بالمقاومة الكهربائية أو المعادن غير المتشابهة. لارتفاع درجة حرارتها (مثل القابلة للتصلد بالمعاملات الحرارية) والمعادن جيدة.

وفي هذه الطريقة يوصل طرف المشغولة بطرفي مكثف (مجموعة من المكثفات) المشحونة دون أن يدخل في الدائرة أي محول كهربائي، وبالتالي تتضاءل المقاومة والممانعة للدائرة، ومن الناحية الميكانيكية يكون تثبيت طرفي المشغولة عن طريق ساقطة تقع تحت ضغط هوائي أو ضغط نابض (ياي) لكي تعطى هذه حركة سريعة لطرفي المشغولة عند تحريك الساقطة، وبالتالي تفرغ شحنتي المكثف فينشأ قوس كهربائي بتردد عال عبر الثغرة التي تتكون قبيل لحظة التلامس بين طرفي المشغولة، ويتسبب هذا القوس في صهر سطحي طرفي المشغولة في فترة (٠,٠٠١ ث) بجانب تسبب ضغط الغازات المتمددة وبخار الصهر في التحكم في معدل الاقتراب النهائي (الصدم) وبالتالي يتم التحام سطحي المشغولة بصدمة ميكانيكية كهربائية دون أن تعطى فرصة لامتداد منطقة التسخين داخل المشغولة.

اللحام بالصدم الكهرومغناطيسي

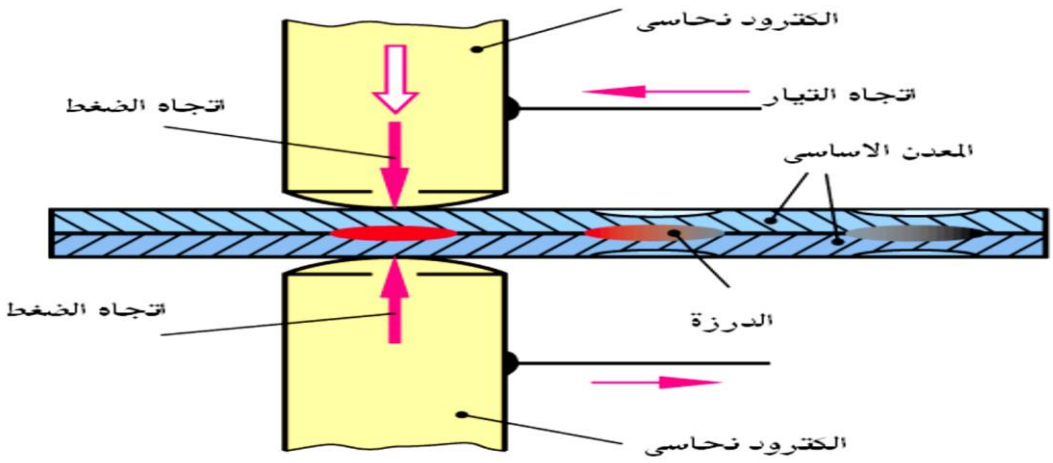
يمكن لحام المعادن بصدم أجزائها بعضها مع البعض بقوة وسرعة فائقتين كما يحدث في اللحام بالمتفجرات. وهذه الطريقة تستخدم أساسا في لحام الجلب والأنابيب والأعمدة المصمتة التي تمثل وصلات متراكبة، فيمرر تيار كهربائي شديد في ملف سلكي دقيق الشعيرات، ويغذي التيار الشديد من مجموعة مكثفات مشحونة فيمر التيار ويحرق الملف ويبخره وتنقطع الدائرة الكهربائية بعد (٠,٠٠١ ث) وينشأ عن هذا المجال المغناطيسي المتولد والمتلاشي فجأة توليد تيار شديد في المشغولة التي يتقلص جزءها الخارجي بصورة صدمة بالإضافة إلى موجة صدمة ميكانيكية إضافية عكسية بتأثير الملف المتبخر من الداخل، ويمكن أن يتم اللحام على البارد فنحصل على سطح التحام متجعد يشبه ذلك الناشئ عن اللحام بالمتفجرات. كما يمكن إتمام اللحام بهذه الطريقة على الساخن وحينئذ تشبه الوصلة اللحام بالانتشار دون أن يكون بسطح الالتحام تجعدت، ويمكن ان يتم التسخين بالتيارات الحثية باستخدام نفس الملف المسبب للصدمة الكهروماغنطيسية.

اللحام بالمقاومة الكهربية ذات التردد المرتفع

تشابه هذه الطريقة اللحام التناكبي بالمقاومة الكهربائية التي يستخدم فيها التيار المتردد ذي التردد المنخفض المعتاد (٥٠ هرتز) إلا انه يستخدم في هذه الحالة التردد المرتفع الذي يبلغ نحو (٤٢٠ كيلو هرتز) مع زيادة الجهد إلى نحو (١٠٠ فولت) وهذه الطريقة تستخدم أساسا في لحام الأنابيب وخاصة المعادن غير الحديدية والتي تكون اكاسيدها مقاومة للحرارة والتي تبصق خارج الوصلة أثناء اللحام مع ما قد يكون صهر من سطح المعدن، ويتم التسخين والضغط للمواسير بعد تشكيلها باللف من ألواح وإتمام اللحام في خط طولي ويوصل التيار مرتفع التردد عن طريق قطبين عند موقع اللحام والتردد المرتفع للتيار يسمح بتوليد الحرارة سطحيا ولعمق ضئيل جدا اذ ان العمق الذي بتغلغله التيار يتناسب عكسيا مع التردد المستخدم، ويمر التيار في مسار شق الوصلة الذي يشبه حرف (V) بنقطة التلاقي قبيل دلفيني الضغط، فبمجرد انغلاق الشق يبدأ الالتحام بالضغط منتجا لحاما فائق الجودة، ولا يسبب توصيل قطبي التوصيل مع المشغولة مشكلة ما في هذه الحالة حتى لو كانت الأسطح صدئة، وذلك بسبب ارتفاع جهد التيار والذي يمكن بدوره من استخدام طاقة كهربائية مرتفعة مع شدة تيار منخفضة نسبيا، وتتراوح شدة التيار المستخدمة بين (٢٠٠ : ٢٠٠٠ أمبير) بقدرة واحدة مقدارها (٦٠ كيلووات) حيث يتم لحام أنابيب رقيقة بسمك (٠,٦مم) بمعدل يصل إلى (١,٥ م / ث) وتتوقف سرعة اللحام على تخانة الأنبوبة، ولا يقتصر اللحام هنا على الأنابيب بل يمكن لحام وصلات متراكبة وأركان وزاوية مزدوجة.

س٥: اشرح فكرة لحام المقاومة الكهربية؟

ج ٥: فكرة اللحام بالمقاومة الكهربائية تتمثل في انه عند ضغط القطعتين المراد لحامهما بالالكترودين من النحاس يمر تيار كهربي مستمر خلال المعدن الأساسي ويلاقي اكبر مقاومة من الهواء الموجود عند الحد الفاصل بين القطعتين والناتج من عدم التصاقهما تماما وينتج عن ذلك تولد حرارة عالية تؤدي لتعجن المعدن، ويتم فصل التيار الكهربي ثم يضغط بالاكترودين في اتجاهين متضادين مما يؤدي لحدوث تلاحم في المنطقة المتعجنة ويتم اختيار شدة التيار وزمن مروره ومقدار الضغط على نوع مادة المعدن الأساسي وسمكه والشكل التالي يوضح فكرة لحام المقاومة الكهربائية.



شكل رقم ١٨٣: لحام المقاومة الكهربية

س٦: اذكر أنواع لحام المقاومة الكهربية؟

ج٦: ١- لحام المقاومة الكهربية المتناكب (قورة x قورة)

٢- لحام المقاومة الكهربية المتراكب (لحام البقعة والخطي).

٣- لحام المقاومة الكهربية الوميضي – لحام البروزات.

س٧: اذكر مزايا لحام المقاومة الكهربية؟

ج٧: مميزات لحام المقاومة الكهربية

١. تستخدم في لحام معظم المعادن الهندسية.
٢. لا تستخدم فيها أسلاك لحام لذلك فهي اقتصادية.
٣. تعطى معدلات إنتاج عالية.
٤. سهلة في أدائها.
٥. لا تقل جودة عن اللحامات الأخرى.

س٨: أذكر المعدات المستخدمة في لحام (TIG)؟

ج٨: معدات لحام الـ (TIG) هي:

١. ماكينة اللحام
٢. وحدة الغاز الخامل (اسطوانة الغاز – المنظم)
٣. وحدة التبريد
٤. ماسك الكترود التنجستن
٥. دواسة التشغيل
٦. كابلات – خراطيم – سلك اللحام

س٩: أشرح باختصار ماكينات اللحام بغاز الارجون والالكترود والتنجستين (TIG)؟

ج ٩: اللحام بغاز الارجون والكترود التجستين (TIG)

في هذه الطريقة من اللحام يستخدم قطب من مادة التنجستن ذات درجة الانصهار العالية (٣٤٠٠ درجة مئوية) ليكون مصدرا للحرارة فقط ولذا يجب توافر مادة الحشو حيث ينصهر سلك الحشو تحت تأثير درجة الحرارة العالية للقوس المتكون بين قطب التنجستن ومعدن الشغلة يراعى في لحام (TIG) استخدام قطبية مباشر (الكترود سالب) وذلك لضمان تسليط حرارة اكبر على منطقة اللحام وتقليلها على الالكترود حماية له من الانصهار كذلك يراعى في حالة استخدام تيار كهربي عالي (أعلى من ٢٠٠ أمبير) يجب حماية الالكترود بالتبريد بالماء، وعند استخدام ماكينات اللحام ذات التيار متردد يجب أن يكون التردد مرتفع.

س١٠: وحدات اللحام بتخزين الطاقة الكهربائية والكهرومغناطيسية والكهروستاتية والتخزين الكهروكيميائي؟

ج١٠: تنقسم هذه الوحدات إلى ثلاث أنواع هي:

١. التخزين الكهرومغناطيسي
٢. التخزين الكهروستاتي
٣. التخزين الكهروكيميائي

س١١: أشرح باختصار عملية التخزين الكهرومغناطيس؟

ج ١١: عند إمرار تيار مستمر في ملف بمقاومة معينة يتزايد التيار ويستغرق بعض الوقت حتى يصل إلى قيمته المستقرة والتي تساوي (الفولت ÷ المقاومة) وفي أثناء تلك الفترة نجد أن الملف قد استهلك قدرا من الطاقة يتحول جزء منه إلى حرارة والباقي يختزن في المجال المغناطيسي. وعند فتح الدائرة تصرف الطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي فجأة في صورة شرارة أو قوس كهربي. وللاستفادة القصوى بهذه الطاقة في اللحام يضاف ملف ثانوي إلى الملف الأول ثم يوصل بالمشغولة، وعند فتح الدائرة فإن بعض الطاقة المخزونة تتحول إلى الملف الثانوي بالتأثير الحثي المتعادل بين الملفين والبعض الآخر من هذه الطاقة يفقد في شرارة فتح الدائرة، وللاستفادة من الجزء المفقود من الطاقة يضاف مكثف ليمثل مع الملف دائرة تذبذب تنمح كل طاقتها الكهربائية.

س١٢: اذكر مميزات اللحام بالقوس المعدني المحجب بالغاز MIG (الميج)؟

ج١٢: مميزات اللحام بالقوس المعدني المحجب بالغاز MIG:

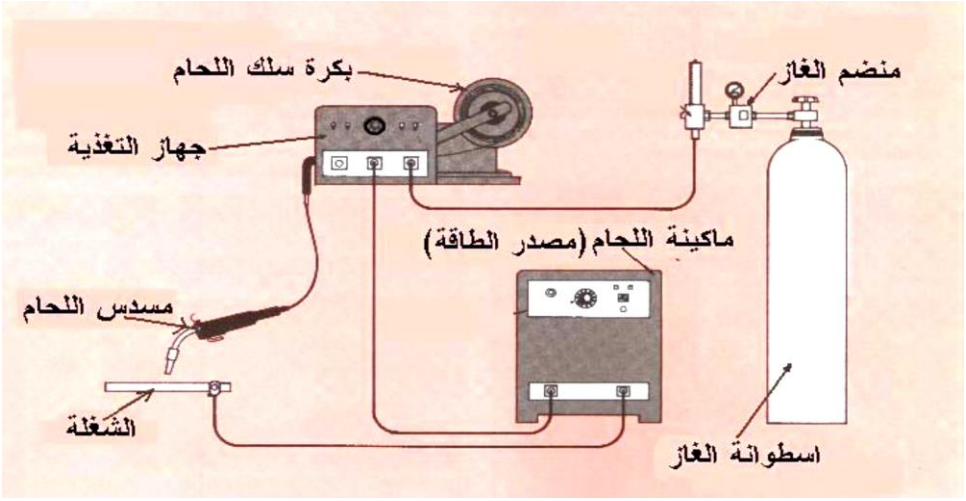
١. سهولة الاستخدام
٢. قليل الشرر ولا ينتج عنه خبث وينتج عنه لحام نظيف
٣. يعطى لحامات ذات دقة عالية وجودة عالية
٤. سريع الأداء خاصة عند مقارنته بعملية اللحام بالقوس الكهربي اليدوي حيث لا نحتاج إلى التوقف والبدء مددا لأجل إبدال سلك اللحام
٥. يمكن لحام الصفائح الرقيقة

س١٣: عرف الغاز الخامل؟

ج١٣: هي غازات تكتسب صفة خمولها من كون ذراتها مكتملة الالكترونات في أغلفتها الخارجية ومن ثم فليس لها ميل لتبادل الكترونات بينها بالارتباط مع ذرات أخرى أو بالتفاعل الكيميائي ولذلك فهي تلعب دورا هاما في المحافظة على عدم تأكسد أطراف الوصلات أثناء اللحام إلا أن تكاليف إنتاجها الباهظة.

س١٤: وضح على رسم تخطيطي العناصر الرئيسية لنظام اللحام بالقوس الكهربي والكترود معدني المحجب بالغاز (MIG)؟

ج١٤: الشكل يوضح الأجزاء الرئيسية للحام بالقوس الكهربائي والاكترود المعدني المحجب بالغاز (MIG).



س١٥: اذكر نوعين من الأسلاك المستخدمة للحام بالقوس المعدني المحجب بالغاز MIG (الميج)؟

ج١٥:

١. أسلاك لحام الفولاذ الكربوني: هذا السلك مقاوم للأكسدة بشكل كبير ويستخدم معه غاز الارجون وغاز ثاني أكسيد الكربون.
٢. أسلاك لحام الفولاذ المقاومة للصدأ: يستخدم هذا السلك عادة في لحام الفولاذ المقاوم للصدأ.

س١٦: أشرح بأختصارعملية اللحام باستخدام القوس الكهربائي والغازات النشطة (MAG)

ج١٦: تستخدم هذه الطريقة لأنواع الصلب الغير سبائكي أو منخفض عناصر السبائك ويستخدم فيها غاز واقي أما أن يكون ثاني أكسيد الكربون أو خليط من الارجون وثاني أكسيد الكربون والأكسجين، ومن عيوب هذا الغاز هو احتراق عناصر التسابك في وصلة اللحام.

س١٧: أشرح باختصار عملية لحام الحديد الزهر على الساخن؟

ج١٧: يقتصر لحام الحديد الزهر على إصلاحات الأجزاء المصنوعة منه وذلك بسبب صعوبة عمليات لحامه وبسبب الاجتهادات الحرارية التي يتعرض لها أثناء اللحام وتنشأ صعوبة لحام الحديد الزهر من رداءة خواصه الميكانيكية مقارنة بالمعادن والسبائك الأخرى فهو هش - غير لدن - موصل رديء للحرارة لذلك عند لحام الحديد الزهر ولمنع عملية التمدد الانكماش وللإقلال من الاجتهادات الحرارية المتوقعة من عمليات اللحام يجب أتباع الأتي:

١. عمل تسخين متقدم للمشغولة المراد لحامها حتى درجة ٦٥٠ م° وحسب تخانة.
٢. يجب الحرص على أن تكون المشغولة مثبتة ومستقرة في موقعها في الفرن.

س١٨: عرف التكسية السطحية؟

ج ١٨: يقصد بالتكسية إضافة طبقة أو عدة طبقات من معادن أو مواد إضافية على سطح معدن المشغولة بقصد إكساب الأسطح خواص معينة لا تتوافر في سطح معدن المشغولة الأصلي قبل التكسية أو لتغيير أبعاد المشغولة أو لتعويض ما يكون سطح المشغولة قد فقد بالبري أثناء العمل.

س١٩: أشرح اختصار عملية التكسية السطحية بالقوس المغمور؟

ج١٩: تشبه هذه الطريقة اللحام بالقوس المغمور، وتأخذ الالكترودات هيئة ملفات أسلاك مصمتة أو أنبوبية أو اشرطة مصمتة، ويغمر القوس بمجروش مساعد الصهر، وهذه الطريقة تستخدم بصفة خاصة في عمليات التكسية إلى زيادة كثافة التيار ومعدلات الترسيب بها وإمكان استخدام التيارين المتردد والمستمر والحصول على طبقة تكسيه جيدة وانعدام التناثر (الطرطشة) واختفاء الأشعة فوق البنفسجية الصادرة عادة من القوس، إلا انه بسبب كبر عمق تغلغل القوس وانصهار قدر كبير من سطح المعدن المطلوب كسوته فإن نسبة التخفيف ستزيد ويحتاج الأمر لخفضها إلى التكسية بعدة طبقات حتى يمكن التوصل إلى خواص الكسوة المرجوة دون أضرار بها بسبب تبادل عناصر التسابك (التخفيف).

س٢٠: أشرح باختصار عملية التكسية السطحية باستخدام قوس البلازمة؟

ج٢٠: يتميز قوس البلازما بارتفاع الشديد لدرجة حرارته قياسا بدرجة حرارة القوس الكهربي المعتاد إذ تتراوح درجة الحرارة بين (٥٥٠٠ : ٢٢٠٠٠) درجة مئوية بينما القوس الكهربي المعتاد لا تكاد تتجاوز ٣٠٠٠ درجة مئوية إلا بقليل. لذلك فان قوس البلازما يعتبر وسيلة جيدة للتكسية وخاصة بالمواد صعبة الانصهار مثل مركبات التنجستن والمواد الحرارية التي يتم ليس فقط صهرها بل تبخرها ويمكن حصر ميزات التكسية الأخرى كما يلي:

١. التكسية بالمواد صعبة الانصهار بسبب ارتفاع درجة الحرارة.
٢. إمكان التكسية بطبقات من مواد مختلفة التركيب ومن ثم الحصول على خواص متعددة للكسوة السطحية.
٣. التكسية بهذه الطريقة غير محدودة بشكل أو حجم المشغولات.
٤. انه بالتحكم في البعد بين فوهة البلازما وسطح المشغولة يمكن التحكم في درجة حرارة سطح المشغولة إما بتسخينه وصهر طبقة منه يمكن التحكم فيها ومن ثم التحكم في نسبة التخفيف وبالتالي الاحتفاظ بخواص الكسوة المستهدفة.

س٢١: أشرح باختصار عملية التكسية باستخدام القوس الكهربي؟

ج٢١: بينما يعتبر لهب الاكسي استلين وسيلة مفضلة لتكسيه المشغولات الصغيرة والتكسيات الدقيقة نجد أن القوس الكهربي على الجانب الآخر يعطى معدلا عاليا لترسيب كميات مواد التكسية للأسطح الكبيرة وبطريقة اقتصادية وبأقل تشويه للمشغولات. وهناك في هذا السبيل القوس الكهربي اليدوي ونصف الاتوماتي والاتوماتي، وتقدم التكسية بالقوس نصف الاتوماتي أفضلية اقتصادية على القوس اليدوي بسبب استمرار العملية دون انقطاع وإهدار الوقت والمواد، ولذلك فهي تستخدم في المشغولات المتعددة كما ان

المعدات اللازمة لها اقل من الطريقة الاتوماتية. وتتميز التكسية باستخدام القوس الكهربي اليدوي بانخفاض تكاليف المعدات اللازمة لها ولذلك فهي الأكثر شيوعا وخاصة اذ استخدم الغاز الحاجب لوقاية القوس واللحام.

س٢٢: ما هي الوسائل المستخدمة لتخفيف الاجتهادات المتخلفة عن عملية اللحام؟

ج٢٢: يمكن تخفيف الاجتهادات الداخلية المتخلفة عن اللحام بعدة طرق بعضها طرق حرارية وبعضها ميكانيكية. في احد الطرق الحرارية تسخن المشغولة كلها إلى درجة حرارة بدء تخفيف الاجتهادات تكون للصلب نحو ٦٥٠ م° والتي عندها ينخفض جهد حد الخضوع لمعدن المشغولة انخفاضا حادا يتراوح بين سدس وعشر قيمته في درجة حرارة الغرفة فتتلاشى كل الاجتهادات الداخلية التي تزيد قيمتها عن هذا الحد (وذلك بالتشكيل اللدن) ثم يتم تبريد المشغولة ببطء لتجنب وجود أي انحدار حراري في داخلها يتسبب في توليد اجتهادات حرارية جديدة .وفي طريقة أخرى يتم تسخين المشغولة من وجهيها أثناء اللحام فمثلا يمكن استخدام بوريين للحام كل واحد في وجه من أوجه المشغولة حتى يزيل كل بورى ما يخلفه الأخر من اجتهادات حرارية. أما الطريقة الميكانيكية فيتم فيها إجهاد المشغولة كلها فوق حد الخضوع وبانتظام ثم يزال الإجهاد ببطء وانتظام فتتلاشى الاجتهادات التي على المستوى الماكروسكوبي. كما يجب أتباع أسلوب اللحام بالتماثل في الاتجاه القطري في لحام القطاعات المستديرة.

س٢٣: ما هي الأساليب المستخدمة لإزالة الاكاسيد السطحية الناتجة عن اللحام؟

ج٢٣: يمكن إيجاز أساليب إزالة الاكاسيد فيما يلي:

١. رفع درجة الحرارة حتى درجة انصهار هذه الاكاسيد ذاتيا.
٢. بإضافة مواد تخفض من درجة انصهارها.
٣. بإضافة مواد تنصهر في درجة حرارة منخفضة وتذيب هذه الاكاسيد عند هذه الدرجة.
٤. باختزال الاكاسيد بإضافة مواد مختزلة أو بتسخين الأسطح المؤكسدة في جو مختزل (مثل الهيدروجين أو أول أكسيد الكربون) ولا يستخدم هذا الأسلوب في لحام الضغط على الساخن للصلب.

س٢٤: وضح بالشرح تأثير درجة الحرارة على جهد الخضوع والاجتهادات المرنة أثناء عمليات اللحام بالضغط على الساخن؟

ج٢٤: من المعروف أن إجهاد الخضوع للمعادن ينخفض بارتفاع درجة الحرارة وهذا يعنى أنه عند ضغط قطعتين من المعدن بقصد لحامها على الساخن فان الضغط اللازم للحامهما سينخفض، وبمعنى أخر انه إذا طبق ضغط مطابق للضغط اللازم للحامها على البارد فان مساحة التلاصق ستكون أكبر عند ارتفاع درجة الحرارة عن تلك المساحة عند درجة حرارة الغرفة وبالتالي تزداد المساحة الملتحمة. أما الاجتهادات المرنة فان مصيرها مثل مصير جهد حد الخضوع إذ تنخفض بارتفاع درجة الحرارة وبالتالي فان المتبقي من هذه الاجتهادات يكون ضئيلا بالإضافة إلى أن هذه البواقي الضئيلة تتلاشى وينتهي أثرها بفضل خواص

اللدونة العالية التي يتمتع بها المعدن عند درجات الحرارة العالية وكذلك يسبب ما يحدث من إعادة التبلور عند هذه الدرجات. وفي عمليات اللحام بالضغط على الساخن يتوقف الضغط اللازم للحام على درجة حرارة الوصلة.

س٢٥: ما هي أنواع وصلات اللحام ثم ارسم أشكال وصلات اللحام والرموز الموضحة لها؟

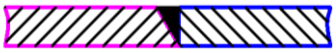
أ. وصلة تناكبية "قورة ×قورة"

ب. وصلة ركنية

ج. وصلة حرفية

د. تراكبية

ه. وصلة حرف"T"

البيان بالرمز	البيان بالرسم
	

س٢٦: اذكر أنواع التيار المستخدم في لحام المقاومة؟

ج٢٦: يستخدم التيار المتردد ذى التردد المنخفض المعتاد (٥٠ هرتز)

يستخدم التردد المرتفع الذي يبلغ نحو (٤٢٠ كيلو هرتز)

س٢٧: اشرح طريقة اللحام بالموجات الصوتية فوق السمعية؟

ج ٢٧: يتم تثبيت طرفا الوصلة بين سندال ورأس (قطب) مهتزة بتردد مرتفع وكان سطحا الوصلة متلامسين فان التحامهما يتم على السطح المشترك ويسمى القطب المهتز القطب الصوتي سونوترود Sonotrode (مثلما يسمى القطب الحامل للكهرباء في لحام القوس الكهربي بـالالكترود Electrode) وهو يودي اهتزازات الرقيقة عليها وتوليد الحرارة ينشأ عن ذلك التحام السطحين بالضغط على الساخن.

أما الضغط اللازم لإتمام اللحام فيتم بين طرفي السونوترود والسندال الساند للمشغولة بالضغط الهيدروليكي او الهواء المضغوط.

س٢٨: تكلم باختصار عن كل من:

(اللحام بالصدم الكهربائي الميكانيكي ــ اللحام بالمقاومة الكهربية ذات التردد المرتفع).

ج ٢٨:

اللحام بالصدم الكهربائي الميكانيكي

وفي هذه الطريقة يوصل طرف المشغولة بطرفي مكثف (مجموعة من المكثفات) المشحونة دون ان يدخل في الدائرة أي محول كهربائي، وبالتالي تتضاءل المقاومة والممانعة للدائرة، ومن الناحية الميكانيكية يكون تثبيت طرفي المشغولة عن طريق ساقطة تقع تحت ضغط هوائي او ضغط نابض (ياي) لكى تعطى هذه حركة سريعة لطرفي المشغولة عند تحريك الساقطة، وبالتالي تفرغ شحنتى المكثف فينشأ قوس كهربائي بترددعال عبر الثغرة التى تتكون قبيل لحظة التلامس بين طرفي المشغولة، ويتسبب هذا القوس في صهر سطحى طرفي المشغولة في فترة (٠,٠٠١ ث) بجانب تسبب ضغط الغازات المتمددة وبخار الصهر في التحكم في معدل الاقترابالنهائي (الصدم) وبالتالي يتم التحام سطحى المشغولة بصدمة ميكانيكية كهربائية دون ان تعطى فرصة لامتداد منطقة التسخين داخل المشغولة.

اللحام بالمقاومة الكهربية ذات التردد المرتفع

تشابه هذه الطريقة اللحام التناكبي بالمقاومة الكهربائية التى يستخدم فيها التيار المتردد ذى التردد المنخفض المعتاد (٥٠ هرتز) الا انه يستخدم في هذه الحالة التردد المرتفع الذي يبلغ نحو (٤٢٠ كيلوهرتز) مع زيادة الجهد الى نحو (١٠٠ فولت) وهذه الطريقة تستخدم اساسا في لحام الانابيب وخاصة المعادن غير الحديدية والتى تكون اكاسيدها مقاومة للحرارة والتى تبثق خارج الوصلة اثناء اللحام مع ما قد يكون صهر من سطح المعدن، ويتم التسخين والضغط للمواسير بعد تشكيلها باللف من الواح واتمام اللحام في خط طولي ويوصل التيار مرتفع التردد عن طريق قطبين عند موقع اللحام والتردد المرتفع للتيار يسمح بتوليد الحرارة سطحيا ولعمق ضئيل جدا اذ ان العمق الذي يتغلغله التيار يتناسب عكسيا مع التردد المستخدم، ويمر التيار في مسار شق الوصلة الذي يشبه حرف (V) بنقطة التلاقي قبيل دلفيني الضغط، فبمجرد انغلاق الشق يبدأ الالتحام بالضغط منتجا لحاما فائق الجودة.

س٢٩: ما هي أساليب إزالة الاكاسيد؟

ج ٢٩:

١. رفع درجة الحرارة حتى درجة انصهار هذه الاكاسيد ذاتيا.
٢. باضافة مواد تخفض من درجة انصهارها.
٣. باضافة مواد تنصهرفي درجة حرارة منخفضة وتذيب هذه الاكاسيد عند الدرجة.

٤. اختزال الاكاسيد باضافة مواد مختزله اوبتسخين الأسطح المؤكسدة في جو مختزل (مثل الهيدروجين او اول اكسيد الكربون) ولايستخدم هذا الأسلوب في لحام الضغط على الساخن للصب.

س٣٠: اكتب ما تعرفه عن اللحام الحدادة (اللحام بالطرق)؟

ج ٣٠:

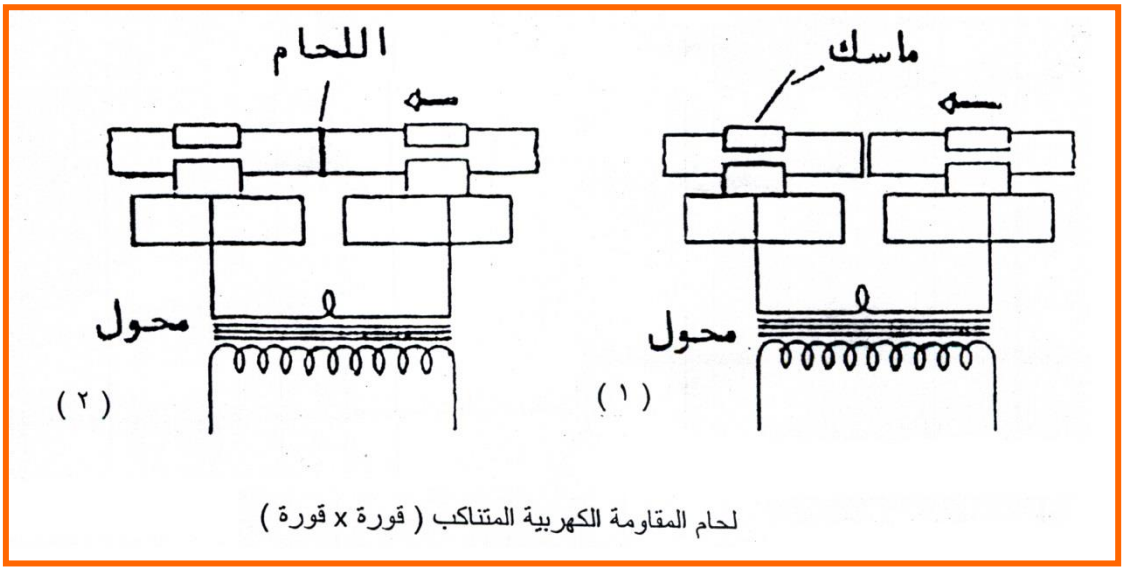
تعتبر هذه الطريقة من اقدم طرق اللحام علي الاطلاق، وفيها يتم تسخين طرفي الوصلة الي درجة حرارة مرتفعة تعرف بدرجة حرارة اللحام (تحدد حسب نوع الوصلة) وذلك باستخدام تفاعل كيميائي بين وقود ما والاكسجين او الهواء الجو، وفى ورشة الحدادة يتم التسخين فى كور الحداد باستخدام الفحم الحجرى كوقود والهواء المضغوط، ويستدل على درجة الحرارة الصحيحة المناسبة للحام بظهور طبقه رقيقه منصهرة على سطح الحديد لمتوهج فيما يشبه العرق وهذه الطبقه هى اكسيد الحديد المنصهر، ويتم تجهيز الوصلات باشكال مختلفة حسب نوع الوصلة هي اكسيد الحديد النصهر، ويتم تجهيز الوصلات باشكال مختلفة حسب نوع الوصلة الا ان المبد االعام الذي يشترك فيه جميع اطراف الوصلات سواء كانت تراكبية او تناكبية هو ان السطح التلامس الاولي يكون محدبا بحيث التلامس اولا عند بقعة صغيرة تتسع بالطرق او بالضغط وتتيح فرصة لطرد الاكاسيد للخارج فلا تحتوي في داخلها ويتم الطرق او الكبس في حدود درجات الحرارة المقرارة لعدن الوصلة

س٣١: ماهي استخدامات اللحام بالاحتكاك؟

ج ٣١: تستخدم طريقة اللحام هذا اساسا في لحلم أطراف الاعمدة الاسطوانية او لحام طرف عمود مع أي سطح اخرلمشغولة.

س٣٢: اشرح مع الرسم لحام المقاومة الكهربية التناكب (قورة × قورة)؟

ج ٣٢: في هذه الطريقة من اللحام تواجة جبهتا القطعتين المطلوب لحامها (تناكبيا) بالضغط عليها محوريا بضغط يعادل (٠،١) جهد الخضوع ثم يمر تيار كهربائي بقدر يكفي لصهر سطح الانفصال، فتنخفض المقاومة انخفاضا كبيرا في اول الامر ويستمر ذلك بزيادة مساحه التلامس وتجمع وتكور الاكاسيد وانتشارها الي داخل المعدن، الا ان المقاومة الكلية للمعدن بالقرب من سطح النفصال تزداد (بارتفاع درجة الحرارة) وبالتالي فان تولد الحرارة سيكون مراكز اساسا في منطقة سطح الانفصال، ويستمر امرار التيار الكهربائي في هذة الطريقة لعدة ثواني لأكفي لاتمام انتشار الاكاسيد المنشود، ولكن يكفي لتسخين طول كافي من طرفي الأجزاء المطلوب لحامها يعادل ثلاثة القطر (او الثخانة) وبعد ذلك يقطع التيار وينطبق الضغط الرئيسي الذي يكفي للفلطحة حتي تتضاعف مساحة المقطع عند سطح الانفصال، وممكن الاستفادة من الفلطحة الحادقة لزيادة مقاومه الوصله للاجهادات بسبب زيادة مساحة المقطع او أزالتها ان وجدت ضرورة لذلك، وفي هذه الحالة تنخفض مقاومة وصلة اللحام الي نحو ٩% من مقاومة المعدن الأصلي بسبب بواقي الااسيد المكورة التي لم تتح لها فرصة الانتشار في هذا الزمن القصير ويسبب تغلط حبيبات المعدن في منطدقة اللحام والارتفاع درجة حرارة التسخين عندها وبالتالي فقد جزء من متطلبتها.



لحام المقاومة الكهربية المتناكب (قورة x قورة)

س٣٣: ما هي استخدامات اللحام بالصدم الكهربائي؟

ج٣٣: تستخدم هذه الطريقة من اللحام بصفة خاصة في لحام المعادن او السبائك الحساسة لارتفاع درجة حرارتها (مثل القابلة للتصلد بالمعاملات الحرارية) والمعادن جيدة التوصيل للكهرباء مثل الفضة والنحاس، والتى لايمكن لحامها بالمقاومة الكهربائية او المعادن غير المتشابهة.

س٣٤: أكمل ما يأتي:

أ. اللحام على البارد يمكن به لحام المعادن ..... دون استخدام ..... أو .....

ب. يستخدم اللحام على البارد فى وصل كثير من المعادن مثل ..... و ..... و .....

ج٣٤: (أ) اللحام على البارد يمكن به لحام المعادن اللذقه دون استخدام حرارة او تيار كهربى

(ب) يستخدم اللحام على البارد فى وصل كثير من المعادن مثل الالومنيوم وسبائكه والكاديوم والرصاص

س٣٥: اذكر بعض مجالات استخدام اللحام بالضغط على الساخن؟

ج٣٥: مجالات استخدام اللحام بالضغط على الساخن.

يستخدم اللحام بالضغط على الساخن فى لحام انواع الصلب منخفض وعالى الكربون. وفى لحام عده انواع من سبائك المعادن اللاحديديه. ويستعمل هذا الاسلوب فى لحام قضبان السكك الحديديه وفى تركيب مدارج الطائرات وفى صرر مراوحها وفى مد خطوط الانابيب المستخدمه فى نقل الزيت والغاز.

س٣٦: اذكر خمسه من مميزات لحام المقاومه الكهربائيه؟

ج٣٦: مميزات لحام المقاومه الكهربائيه:

١. سهله فى ادائها.

٢. تستخدم فى لحام معظم المعادن الهندسيه.

٣. لا تستخدم فيها اسلاك لحام لذلك فهى اقتصاديه.

٤. تعطى معدلات انتاج عاليه.

٥. ارتفاع جوده اللحامات المنتجه.

س٣٧: ما الفرق بين لحام البقعه المفردة ولحام البقعه المتعددة؟

ج٣٧: لحام البقعه المفرده

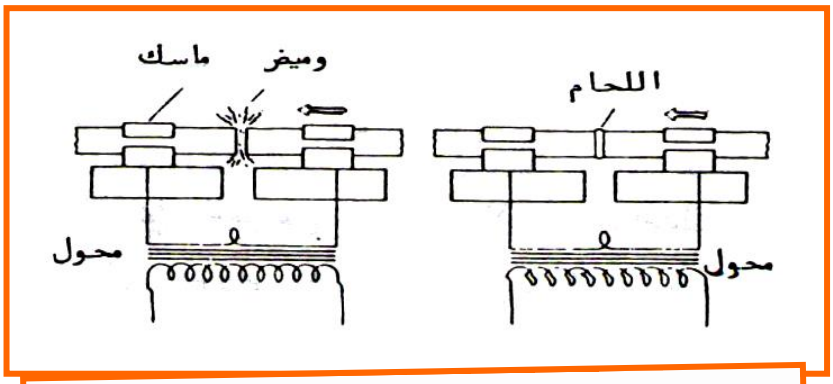
تتم هذه العمليه عندما يتدفق التيار الكهربى خلال بقعه لحام واحده فى فتره زمنيه معينه من تسليط التيار لحام البقعه المتقطع (المتعدد).

تتم هذه الطريقه عندما يتدفق التيار الكهربى فتلحم بقعتان او أكثر فى نفس الوقت فى اثناء فتره تدفق التيار ولحامات البقعه المتعدده قد تكون لحامات متوالية او قد تكون متوازيه حسب الترتيب المعين الموضوع.

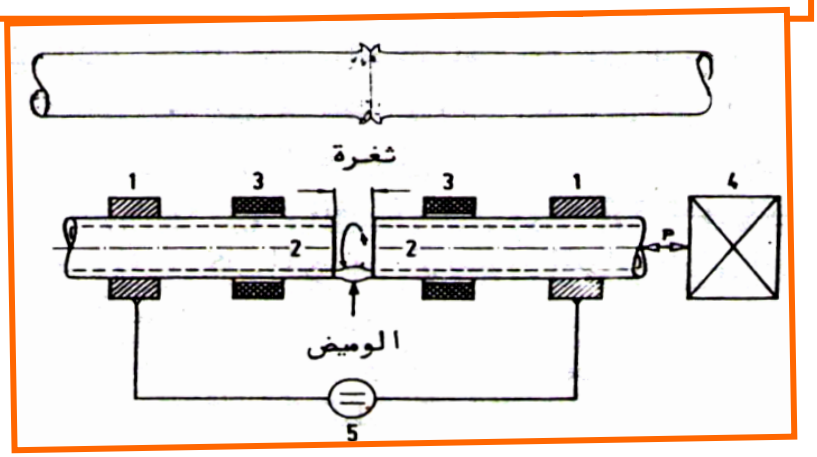
س٣٨: اشرح طريقه اللحام الواميضى بالمقارنه الكهربائيه (لحام التناكب الوميضى) ـ وضح اجابتك بالرسم التخطيطى؟

ج٣٨: فى هذه الطريقه يوضح الجزان المراد لحامهما فى دائره كهربيه متلاصقين ثم يسلط جهد كهربى ويتدفق تيار له شده عاليه تكفي لاحداث فعل وميضى عند تقريب السطحين من بعضهما وعندما يحدث الوميضى الكافى لتسخين المعدن الى درجه حرارة اللحام يسلط الضغط فتتم عمليه اللحام والرسم يوضح ذلك.

(أ)



(ب)



س٣٩: بفكره مبسطه اشرح معنى اللحام بالصدمه الكهربائى الميكانيكى واللحام بالصدمه الكهرومغناطيسى مع بعض مجالات استخدام كل منهما؟

ج٣٩:

<u>اللحام بالصدمه الكهربائى الميكانيكى</u>

خطوات اللحام:

١. يتم توصيل طرف المشغوله بطرفى مكثف مشحون دون ان يدخل فى الدائه محول كهربائى فنتضاء لالمقاومه والممانعه.
٢. من الناحيه الميكانيكيه: يثبت طرفى المشغوله بساقطه تقع تحت ضغط هوائى او ضغط يای الغرض منه اعطاء حركه سريعه لطرفى المشغوله الامر الذي يسهل تفريغ شحنتى المكتف.
٣. ينشأ قوس كهربائى بتردد عالى عبر الثغره التى تكون قبل لحظه التلامس بين طرفى المشغوله.
٤. يعمل هذا القوس على صهر طرفى المشغوله فى فتره زمنيه صغيره جدا (اقل من ثانيه).
٥. يتسبب ضغط الغازات الممتده وبخار الصهر فى معدل الاقتراب النهائى (الصدمه) وبذلك يتم التحام سطحى المشغوله بصدمه ميكانيكيه كهربائيه دون السماح بتمدد منطقه التسخين داخل المشغوله.

مجالات الاستخدام:

١. لحام المعادن غير المتشابهه.
٢. لحام المعادن والسبائك الحساسه لارتفاع درجه الحراره.
٣. لحام المعادن جيده التوصيل الكهرباء مثل النحاس والفضه والتى لا يمكن لحامها بالمقاومه الكهربائيه.

<u>اللحام بالصدمه الكهرومغناطيسى.</u>

مجالات الاستخدام

تستخدم هذه الطريقه فى لحام الجلب والانابيب والاعمده المصمته.

خطوات اللحام

١. يمر تيار كهربائى شديد فى ملف سلكى دقيق الشعيرات.
٢. يغذى التيار الشديد من مجموعه مكثفات مشحونه.
٣. يؤدى مرور التيار الى حرق الملف وتبخره وتنقطع الدائره الكهربائيه فى زمن قليل جدا (واحد ميكروثانيه) وينشأ مجال مغناطيسى ويتلاشى فجأه.
٤. يتولد تيار شديد فى المشغوله فيتقلص سطحها الخارجى من الصدمه بالاضافه الى الصدمه الميكانيكيه العكسيه بتأثير الملف المتبخر من الداخل وبذلك تتم عمليه اللحام وسطح اللحام يكون متجعد يشبه اللحام بالمتفجرات.

س٤٠: ضع علامة (√) امام العباره الصحيحه وعلامة (X) امام العباره الخاطئه.

أ. اللحام على البارد يطبق فى لحام المعادن الصلده ( )

ب. عند اللحام بالضغط على الساخن يقل الضغط بزياده درجه الحراره ( )

ج. فى لحام التدريز تكون الالكترودات دائريه المقطع ( )

ج٤٠:

أ. اللحام على البارد يطبق فى لحام المعادن الصلده (X)

ب. عند اللحام بالضغط على الساخن يقل الضغط بزيادة درجه الحراره (√)

ج. فى لحام التدريز تكون الالكترودات دائريه المقطع (X)

س٤١: اختر من عبارات المجموعه (ب) ما يتناسب عبارات المجموعه (أ) فى المعنى ثم اعد كتابه الجمله كامله:

المجموعه (ا)	المجموعه (ب)
١- مساحة سطح التشغيل فى اللقمه	لسهوله ادائها
٢- الغرض من عمليه التسخين قبل اللحام	يطبق فى لحام المعادن الحساسه مثل الفضه والنحاس
٣- كثرة استخدام لحام المقاومه	هو خفض جهد الخضوع للمعدن
٤- اللحام بالصدمه الكهربائى الميكانيكى	من العوامل التى يتوقف عليها الضغط عند اللحام على البارد

١. مساحة سطح التشغيل فى اللقمه من العوامل التى يتوقف عليها الضغط عند اللحام على البارد.

٢. الغرض من عمليه التسخين قبل اللحام هو خفض جهد الخضوع للمعدن.

٣. كثرة استخدام لحام المقاومه لسهوله أدائها.

٤. اللحام بالصدمه الكهربائى الميكانيكي يطبق فى لحام المعادن الحساسه مثل الفضه والنحاس.

س٤٢: اذكر انواع التيار الكهربائى المستخدم فى لحام المقاومه؟

ج ٤٢: تستخدم فى لحام المقاومه عده انواع من التيار الكهربائى حسب الاسلوب المستعمل اهمها.

١. التيار المتردد

٢. التيار المستمر

٣. نظم التيارات الكهربائيه المخزونه (وحدات اللحام يخزن الطاقه).

س٤٣: اذكر خطوات لحام الكهربائه بالتردد المرتفع. وما هى مجالات استخدامها؟

ج٤٣: خطوات اللحام:

١. يوصل تيار مرتفع التردد عن طريق قطبين عند موقع اللحام فوق الماسوره المراد لحامها والتى سبق تجهيزها.

٢. تتم عمليه التسخين بالتيارات الحثيه (سطحيا) وترتفع درجه الحراره حتى تصل الى درجه اللحام.

٣. يتم تحريك الماسوره بين دلفينى الضغط حيث يتم ضغط طرفى الوصله وتتم عمليه اللحام طوليا.

مجالات الاستخدام:

تستخدم هذه الطريقه فى لحام الانابيب وخاصه المعادن غير الحديديه والتى تكون اكاسيدها مقاومه للحراره والتى تبثق خارج الوصله اثناء اللحام مع ما قد يكون صهر من سطح المعدن.

س٤٤: اشرح بإيجاز مع الرسم التخطيطى طريقه اللحام بالموجات الصوتيه فوق حد السمع؟

ج٤٤: اللحام بالموجات الصوتيه فوق حد الصوتيه.

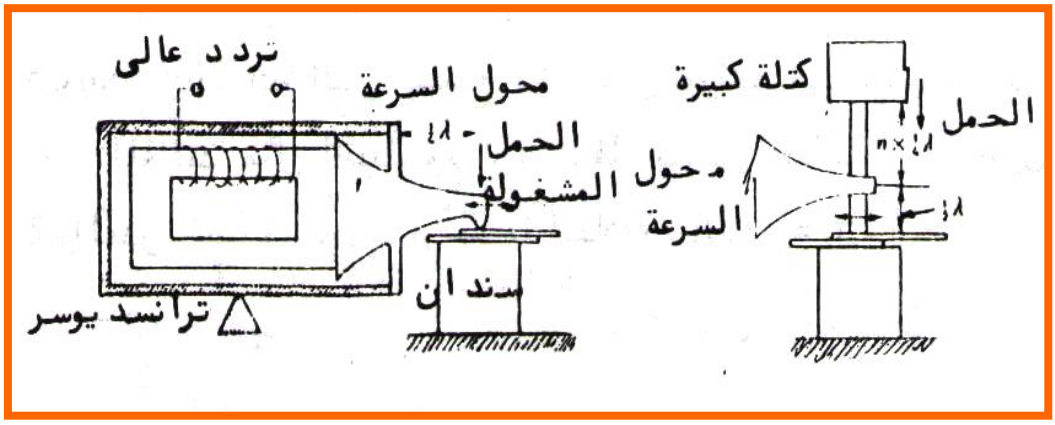
يوجد تشابه بين هذه الطريقه وطريقه اللحام بالاحتكاك حيث يتم التسخين وازاله الاكاسيد السطحيه بالاحتكاك الناشئ عن الحركه النسبيه بين سطحى الوصله والفرق بين الطريقتين ان الحركه النسبية فى طريقه الاحتكاك تكون دورانيه، بينما فى اللحام بالموجات الصوتيه فوق حد السمع تكون اهتزازيه.

خطوات اللحام:

١. يثبت طرفى الوصله المراد لحامها بين سندان ورأس (قطب) مهتزه بتردد مرتفع بحيث يكون طرفى الوصله متلامسين.

٢. تؤدى الحركات الاهتزازيه للقطب الى توليد الحراره عند سطحى التماس فى الوصله.

٣. الحركات الاهتزازيه للقطب المهتز تضغط على السطحين فيتم لحامها.



س٤٥: اشرح فكرة لحام المقاومة الكهربية؟

ج٤٥: فكرة اللحام بالمقاومة الكهربائية تتمثل في انه عند ضغط القطعتين المراد لحامهما بالالكترودين من النحاس يمر تيار كهربي مستمر خلال المعدن الاساسي ويلاقي أكبر مقاومة من الهواء الموجود عند الحد الفاصل بين القطعتين والناتج من عدم التاقهما تماما وينتج عن ذلك تولد حرارة عالية تؤدي لتعجن المعدن، ويتم فصل التيار الكهربي ثم يضغط بالاكترودين في اتجاهين متضادين مما يؤدي لحدوث تلاحم في المنطقة المتعجنة.

س٤٦: ماهي مهمة الغاز الخامل في لحام TIG ؟

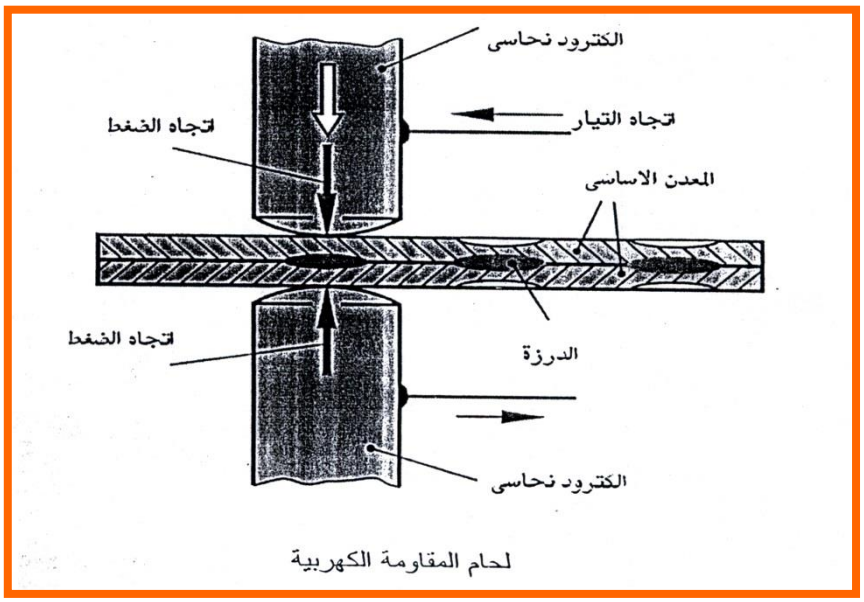
أ. توصيل التيار بين القطبين.

ب. عزل منطقة اللحام عن الهواء الجوي.

ج. ضمان تأين منطقة الغاز.

س٤٧: اشرح مع الرسم ماكينات اللحام بالمقاومة (البقعة والخط)؟

عند الضغط على القطعتين المراد لحامها بالالكترودين من النحاس يمر تيار كهربي مستمر خلال المدن الأساسي ويلاقي أكبر مقاومة من الهواء الموجود عند الحد الفاصل بين القطعتين والناتج من عدم ألتا قهم تماما وينتج عن ذلك تولد حرارة عالية تودي إلى تعجن المعدن، ويتم فصل التيار الكهربي ثم يضغط بالاكترودين في اتجاهين متضادين مما يودي إلى حدوث تلاحم في المنطقة المتعجنة ويتم اختير شدة التيار وزمن مروره ومقدار الضغط علي نوع مادة المعدن الأساسي وسمكه.



لحام المقاومة الكهربية

س٤٨: اذكر مكونات ماكينة اللحام بالمقاومة؟

١. مفتاح بدء التشغيل.

٢. مفتاح اتصال.

٣. ملف ابتدائي – ملف ثانوي (محول).

٤. حامل مرن.

٥. موصلين.

٦. ماسك الالكترود.

س٤٩: أكمل الجمل الآتية؟

تنقسم وحدات اللحام بخزن الطاقة الكهربائية إلى .....، ..... ، .....

التخزين الكهرومغناطيسي، التخزين الكهروستاتي، التخزين الكهروكيميائي.

س٥٠: ماهي الأجزاء التي يتكون منها معدات اللحام (TIG)؟

١. ماكينة اللحام

٢. اسطوانة الغاز – المنظم.
٣. وحدة التبريد.
٤. ماسك الكترود التنجسين.
٥. دواسة التشغيل.
٦. كابلات - خراطيم - سلك اللحام.

س٥١: فيما يستخدم اللحام اليدوي بالارجون TIG؟

يستخدم في إعمال الإصلاح والقطع المطلوبة بأعداد قليله وفيه يحرك العامل ماسك الاكترود وسلك اللحام.

س٥٢: علل لما يأتي يراعي في لحام (TIG) استخدام قطبية مباشرة (الكترود سالب)؟

لضمان تسليط حرارة أكبر علي منطقة اللحام وتقليلها على الكترود حماية من الانصهار.

س٥٣: اذكر مهام العناصر السبائكية؟

١. تحمل القطب للتيار العالي.
٢. ضمان انبعاث الكتروني جيد.
٣. حفظ الفوهة باردة.
٤. تقليل انحراف القوس لطرف الكترود.
٥. تسهل بداية القوس.
٦. تقليل انتقال التنجستن إلى المعدن عند لمسه.

س٥٤: اختار العبارة الصحيحة التي تناسب الجملة واعد كتابه الجملة كأمله؟

مهمه الغاز الخامل فى لحام (TIG) هى:

أ. توصيل التيار بين القطبين.
ب. عزل منطقه اللحام عن الهواء الجوى.
ج. ضمان تأمين الغاز فى منطقه اللحام.

مهمه الغاز الخامل فى لحام (IG) هى عزل منطقه اللحام عن الهواء الجوى.

س٥٥: اختار العبارة الصحيحة التي تناسب الجملة واعد كتابه الجملة كأمله؟

لحام الـ (TIG) هو:

١. لحام بقطب مستهلك بحمايه غاز خامل.
٢. لحام بقطب مستهلك بحمايه مساصيق.
٣. لحام بقطب غير مستهلك بحمايه غاز خامل.

لحام (TIG) هو لحام بقطب غير مستهلك بحمايه غاز خامل

س٥٦: اختار العبارة الصحيحة التي تناسب الجملة واعد كتابه الجملة كامله؟

لا تستخدم قطبيه عكسية فى لحام (TIG) من أجل:

١. تقليل استهلاك الكهرباء.
٢. لرفع الانتاجيه.
٣. لضمان سلامه العامل.
٤. لتقليل تضرر قطب اللحام.

لا تستخدم قطبيه عكسية فى لحام (IG) من اجل تقليل تضرر قطب اللحام

س٥٧: اختار العبارة الصحيحة التي تناسب الجملة واعد كتابه الجملة كامله؟

١- شده التيار فى لحام (TIG) تناسب مع سمك المعدن الاساسى:

أ. عكسيا
ب. طرديا
ج. لاعلاقة بينهما

٢- كميه الغاز الخامل المستهلك في لحام (TIG) تتناسب مع سمك المعدن الاساسى:

أ. عكسيا
ب. طرديا
ج. لا علاقة بينهما

ج٥٧:

١- شده التيار في لحام (TIG) تناسب مع سمك المعدن الاساسى طرديا.

٢- كميه الغاز الخامل المستهلك في لحام (TIG) تتناسب مع سمك المعدن الاساسى طرديا.

س٥٨: أكمل الاتى:

يعتبر غاز .....، ..... من الغازات الخامله، بينما غاز .....، ..... من الغازات المختزله ويعتبر ايضا خليط من .....، خليط من .... من الغازات المؤكسده

ج٥٨:

يعتبر غاز الارجون والنيون من الغازات الخامله، بينما غاز **اول اكسيد الكربون** و **الهيدروجين** من الغازات المختزله ويعتبر ايضا غاز خليط من الارجون والاكسجين، خليط من **الارجون وثانى اكسيد الكربون** من الغازات المؤكسده.

س٥٩: اذكر مميزات وعيوب اللحام بقوس كهربائى مع الكترود معدنى محجب بالغاز (MIG)؟

المميزات:

١. سهوله الاستخدام.
٢. قليل الشرر ولا ينتج عنه خبث وينتج عنه لحام نظيف.
٣. يعطى لحامات ذات دقه عاليه وجوده عاليه.
٤. سؤيع الاداء خاصه عند مقارنه بعمليه اللحام بالقوس الكهربى اليدوى حيث لا نحتاج الى التوقف والبدء مدد الاجل ابدال سلك اللحام.
٥. يمكن لحام الصفائح الرقيقه.

العيوب:

١. تعتبر معدات هذا النوع من اللحام باهظه التكاليف بالمقارنه بمعدات اللحام بالقوس الكهربى.
٢. يحتاج الى صيانة مستمره.
٣. صعوبه التنقل من مكان الى اخر.
٤. يتطلب وجود غازات غاليه الثمن.

س٦٠: اذكرنوعين من الاسلاك المستخدمه للحام بالقوس المعدنى المحجب بالغاز (m I g) الميج؟

اسلاك اللحام (MIG) الميج:

١. اسلاك لحام الفولاذ الكربونى هذا السلك مقاومه للاكسده بشكل كبير ويستخدم معه غاز الارجون وغاز ثانى اكسيد الكربون.
٢. اسلاك لحام الفولاذ المقاومه للصدأ يستخدم هذا السلك عاده فى لحام الفولاذ المقاومه للصدأ.

س٦١: ما هى أسباب صعوبة لحام حديد الزهر بالقوس الكهربائي؟

ج٦١: اسباب صعوبه لحام حديد الزهر بالقوس الكهربائى

وذلك بسبب الاجهادات الحراريه التى يتعرض لها اثناء اللحام وتنشأ صعوبه لحام الحديد الزهر من رداءه خواصه الميكانيكيه مقارنه بالمعادن والسبائك الاخرى فهو هش ـ غير لون ــ موصل رديء للحراره.

س٦٢: اذكر خطوات لحام الحديد الزهر على البارد؟

ج٦٢: لحام الحديد الزهر على البارد فى هذه الطريقه تستخدم الكترودات خاصه يطلق عليها الكترودات بارده مثل الانواع المعروفه باسم (يوتكتيك) وللاحتفاظ بالمشغوله بارده تمارس عمليه اللحام بصوره متقطعه لاطوال تتراوح بين ٥٠ ـ ٧٠ مم وتترك لتبرد ثم يكمل الخط على مراحل متقطعه.

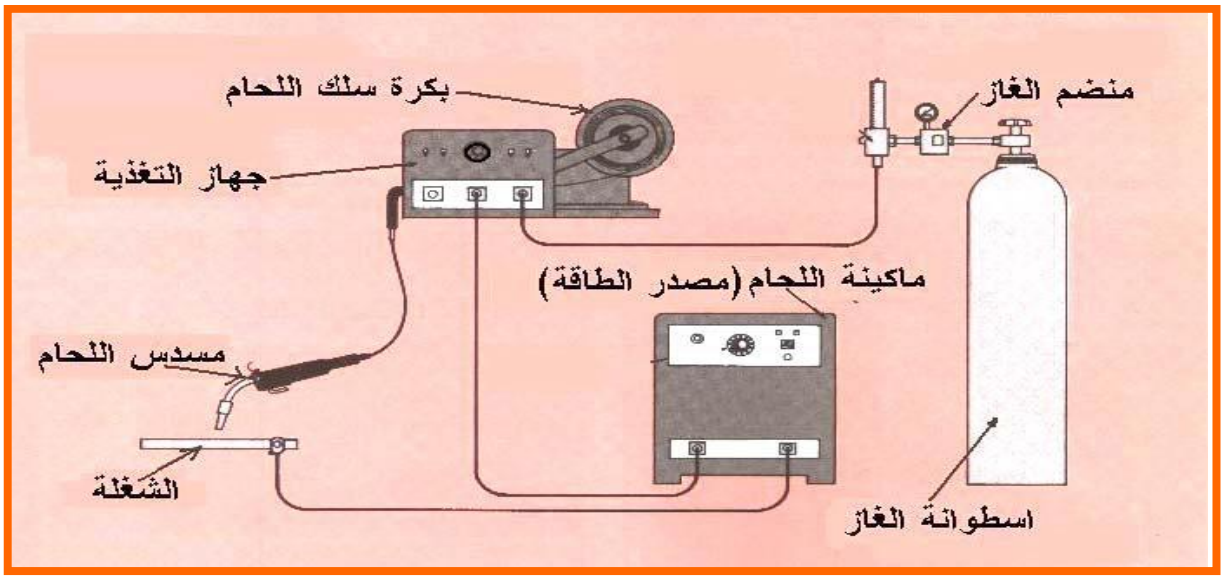
الخطوات:

١. ضبط مكنه اللحام على شده تيار مناسبه حسب توصيه المصنع المنتج للالكترود.
٢. تختار الكترودات ذات قطر صغير لامكان المحافظه على المشغوله بارده.
٣. يمال الالكترود بزاوية تتراوح من ٥ الى ١٠ فى اتجاه تقدم اللحام.
٤. يكون القوس طويلا نسبيا.

٥. بعد كل ترسيب لمسافه قصيره للحام يجب الطرق على معدن اللحام بمطرقه صغيره لكي يستطيل المعدن المترسب وبذلك نمنع تكون اجهادات داخليه.

س٦٣: وضح على رسم تخطيطي العناصر الرئيسية لنظام اللحام بالقوس المعدني المحجب بالغاز MIG (الميج)؟

ج٦٣:



س٦٤: اذكر نوعين من الاسلاك المستخدمة للحام بالقوس المعدني المحجب بالغاز MIG (الميج)؟

ج٦٤:

١. اسلاك لحام الفولاز الكربوني.
٢. اسلاك لحام الفولاذ المقاومة للصدأ.

س٦٥: فيما تستخدم الغازات الخاملة والمختزلة والموكسدة في اللحام؟

ج٦٥: تستخدم في إغراض ومجالات مختلفة في الصناعة مثل استخدام الارجون في لحام الالومنيوم وسبائكه وكذلك والصلب المقاوم للصد والسبائك المقاومة لفعل دراجات الحرارة المرتفعة.

س٦٦: ما هي مميزات اللحام بالقوس الكهربي وغاز ثاني اوكسيد الكربون؟

ج٦٦: تتميز هذه ألطريقه بزيادة معدل صهر سلك الحشو بما يزيد عن ضعف نظيرة في نظيره في طريقة اللحام بالقوس الكهربي اليدوي، يمكن التحكم فيه مع بقائه ثابتا وقصيرا.

س٦٧: ما هي واجبات الغازات الخاملة في لحام القوس الكهربي والغازات الخاملة؟

ج٦٧: هي منع الأكسدة للمناطق المنصهرة في وصلة اللحام إثناء اللحام لأنها تغلف وتحيط الوصلة لمنع دخول الأكسجين كما أن الغازات الخاملة تؤدي الي تنظيف وصلات اللحام أثناء اللحام.

س٦٨: ماهي مميزات وعيوب اللحام بالقوس الكهربائي والغازات الخاملة؟

ج٦٨

أولا مميزاتها:

١. سهولة الاستخدام
٢. قليل الشرر ولا ينتج عنه خبث وينتج عنه لحام نظيف
٣. يعطي لحامات ذات دقه عاليه وجوده عالية
٤. سريع الأداء خاصة عند مقارنتها بعملية اللحام بالقوس الكهربي اليدوي حيث لانحتاج الي التوقف مددا لأجل إبدال سلك اللحام
٥. يمكن لحام الصفائح الرقيقة

ثانيا عيوبها:

١. باهظة التكاليف مقارنة الأنواع الأخرى
٢. يحتاج أي صيانة مستمرة
٣. صعوبة التنقل من مكان ألي أخر
٤. يتطلب وجود غازات غالية الثمن

س٦٩: ما هي أنواع الغازات الرئيسية للحجب لعمليات MIG؟

ج٦٩

١. غاز الارجون (غاز خامل)
٢. غاز الهليوم (غاز خامل)
٣. غاز ثاني أكسيد الكربون (غاز شبه خامل)

س٧٠: ما هي العوامل التي يتأثر بها اختيار أسلاك اللحام (الميج) MIG؟

ج٧٠

١. التركيب الكيمائي لمعدن الشغله.
٢. الخواص الطبيعية لعدن الشغله.
٣. غازا لحجب المستخدم.
٤. نوعية وتصميم وصلة اللحام.

س٧١: اذكر الخطوات المتبعة في لحام حديد الزهر؟

ج٧١:

١. ضبط ماكينة اللحام علي شدة التيار المناسبة.
٢. اختيار الكترودات ذات أقطار صغيرة للمحافظة على الشغله باردة.
٣. إمالة الاكترود إثناء عملية اللحام بزاوية تتراوح بين ٥:١٠ درجة في اتجاه عملية اللحام.
٤. يكون القوس الكهربي طويل نسبيا.
٥. بعد كل ترسيب لمسافة قصيرة للحام يجب الطرق على المشغولة لإزالة الرواسب لمنع تكون الاجهادات الداخلية.

س٧٢: عرف الغاز الخامل واذكر فائده استخدام الغازات الخامله فى اللحام؟

ج٧٢:

الغاز الخامل هو الذي تكون ذراته مكتمله الالكترونات فى اغلفتها الخارجيه اى ليس لها ميل لتبادل الالكترونات او تفاعل كيميائى مع ذرات اخرى.

فائده استخدام الغازات الخامله فى اللحام.

١. المحافظه على عدم تأكسد أطراف الوصلات اثناء اللحام.
٢. اعطاء عمق تغلغل مناسب لخط اللحام.

س٧٣: ما المقصود بعملية التكسيه؟

ج٧٣:

هي إضافة طبقه أو عدة طبقات من معادن أو مواد اضافيه عل سطح معدن الشغله لإكساب الأسطح خواص معينه لا تتوافر في المشغولة الأصلي قبل عملية التكسيه أو تغير أبعاد المشغولة أو تعويض ما فقد في عمليات البري.

س٧٤: ما هي مبادئ أختبار المواد الكاسية على أساس مميزاتها؟

ج٧٤:

١. زيادة مقاومة البري والتآكل في الموقع التي تتطلب ذلك.
٢. سهولة استخدام السبائك الصلدة المقاومة للبري.
٣. استخدام طبقة كسوة صلدة تسند ها طبقة متينة تحتها لتتحمل الأحمال الواقعة عليها.
٤. الاستخدام الاقتصادي للسبائك.

س٧٥: اذكر المتغيرات السياسية التي يجب أخذها في الاعتبار في عملية التكسيه؟

ج٧٥:

١. تغير التركيب الكيمائي والخواص الميكانيكية للمادة الكاسية عن المادة المكسوة.
٢. تغطي الكسوة عادة مساحة كبيرة نسبيا من المشغولة.
٣. الحاجة الي اقل كميه من مادة الكسوة باللحام وللحصول على كسوة جيدة من الضروري التعرف على كل متغير من متغيرات اللحام بالقوس والاكترودات المستهلكة.

س٧٦: رتب أوضاع اللحام الآتية حسب تأثيرها على خفض نسبة التخفيف.

ج٧٦:

أفقي على مستوي راسي - أفقي مسطح – هبوط منخفض - صعود مرتفع - راسي صعودا؟

١. راسي صعودا
٢. أفقي على مستوي راسي
٣. صعود مرتفع

٤. أفقي مسطح
٥. هبوط منخفض

س٧٧: ما هي تأثيرات عناصرالتسابك في الكسوة ألسطحيه؟

ج٧٧:

حدوث شروخ أو تقليل مقاومة التآكل أو مقاومه الاجهادات أو ألمطيليه أو المتانة في الكسوة السطحية.

س٧٨: اكتب بإيجاز تصنيف مواد التكسيه؟

ج٧٨

١. مواد من الصلب الكربوني بنسب تتراوح بين ٠,٥ الي ١,٥% كربون.
٢. مواد من الصلب الكربوني نقي ألتسابك.
٣. صلب منجنيزي يحتوي على المنجنيز والسيلكون.
٤. صلب السرعات العالية.
٥. صلب برليتي.

س٧٩: ما هي استخدامات طريقة التكسيه السطحية باستخدام القوس المغمور؟

ج٧٩: تستخدم لتكسيه المشغولات من الصلب الكربوني والسبائكي والقاوم الصدا وحديد الزهر والنيكل وسبائكه.

س٨٠: ما المقصود بالتكسيه السطحيه؟

ج٨٠: يقصد بالتكسيه اضافيه طبقه او عده طبقات من معادن او مواد اضافيه على سطح معدن المشغوله بقصد اكساب الاسطح خواص معينه لا تتوافر فى سطح معدن المشغوله الاصلى قبل التكسيه او لتغيير ابعاد المشغوله او لتعريض ما يكون سطح المشغوله قد فقد اثناء العمل.

س٨١: اشرح كيف يتم عمل البطانة بسبيكة خاصة لأسباب متالورجيه. وما هو الغرض من عمل هذا النوع من التكسيه؟

ج٨١: التكسيه السطحية (البطانة) بسبيكة خاصة لأسباب متالورجيه.

يستخدم هذا النوع من التكسيه عند لحام سطحين غير متشابهين وكذلك لحام الصلب الكربونى للصلب السبائكى القفيز الذي يحتاج إلى متطلبات متالورجيه لامكان تخفيف الاجهادات الداخليه فى اللحام المنتهى.

فوائد بطانة التكسيه (الغرض منها).

١. تجنب او تقليل تسابك بعض عناصر ماده البطانه فى المعدن الاصلى للجزء الثانى من المشغوله.
٢. تعمل البطانه على عزل ومنع انتشار اى عناصر غير مرغوب فيها من المعدن الاصلى الى طبقه اللحام.
٣. حل مشكله بعض المواد التى تضار بالمعالجه الحراريه عند درجات الحراره المرتفعه.

س٨٢: اذكر مميزات التكسية السطحية باستخدام قوس البلازما؟

ج٨٢

١. التكسية بالمواد صعبة الانصهار بسب ارتفاع درجة الحرارة.
٢. امكان التكسية بطبقات من مواد مختلفة التركيب ومن ثم الحصول على خواص متعددة للكسوة السطحية.
٣. التكسية بهذة الطريقة غير محددة بشكل او حجم المشغولة.
٤. انه بالتحكم في البعد بين فوهة البلازما وسطح المشغولة يمكن التحكم في درجة حرارة سطح المشغولة اما بتسخين وصهر طبقة من التحكم فيها ومن ثم التحكم في نسبة التخفيف وبالتالي الاحتفاظ الكسوة المستهدفة.

س٨٣: اذكر أشكال مواد الكسوة، مع ذكر أهم المعادن التي تستخدم للتكسية؟

ج٨٣

اشكال مواد الكسوة.

تكون مادة الكسوة في اشكال اسلاك او اسياخ او انابيب محشوة او اشرطة او مجروش او مسحوق. وتتعدد مواد التكسية السطحية فتشمل نطاقا واسعا يبدا بمواد متشابهة للمشغولات المطلوب كسوتها في حالة تعويض نقص البري الي مدي واسع التركيب والخواص. وتتم الاختيار باعتبار الخواص المنشودة في السطح مثل الصلادة والتركيب الكيميائي وظروف التشغيل والمقاومة وغيرها من الخواص العامة والخاصة. اهم المعادن التي تستخدم للتكسية.

١. مواد من الصلب الكربوني بنسب تراوح بين ٠,١ : ١,٥% كربون.
٢. مواد من الصلب الكربوني ففي التشابك.
٣. صلب منجنيزي يحتوي على المنجنيز والسليكون.
٤. صلب السرعات العالية.
٥. صلب برليتي.

س ٨٣:

قبل إجراء عملية اللحام في إحدى المشغولات وجد أن ضغط الأكسجين داخل الإسطوانة ٧٥ كجم / سم٢ وبعد عملية اللحام أصبح ٦٠ كجم / سم٢ أوجد مقدار غاز الأكسجين المستهلك إذا كانت سعة الإسطوانة ٤٦,٤

الحل

فرق الضغطين = ٧٥ – ٦٠ = ١٥ كجم / سم٢

كمية الاكسجين المستهلكة = ١٥ × ٤٦,٤ = ٦٩٦ لتر

س٨٤

إسطوانة استلين وزنها قبل الاستعمال ٧٠ كجم وبعد اللحام ٦٧ كجم وسعة الإسطوانة ٥ متر مكعب ووزن المتر ١,١١ كجم أوجد حجم الاستيلين المستهلك في عملية اللحام

الحل

وزن الاستيلين المستهلك = ٧٠ – ٦٧ = ٣ كجم

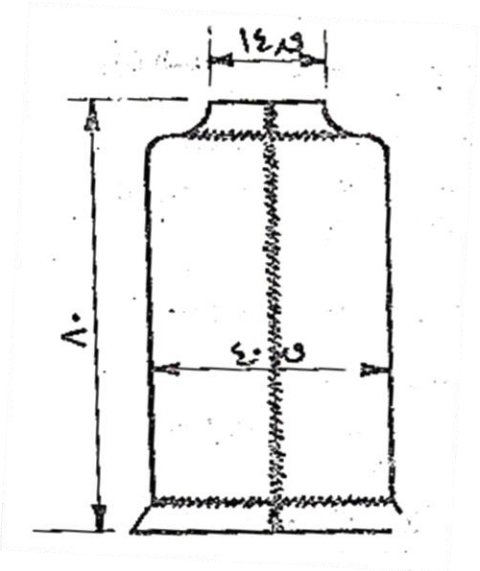
حجم الاستيلين المستهلك = الوزن ÷ كثافة الغاز

= ٣ ÷ ١,١١ = ٢,٧ متر مكعب

س ٨٥: مقايسة لحام اوكسى اسيتلين

المطلوب تقدير ثمن لحام اسطوانة بوتاجاز والموضحة بالشكل إذا علمت الآتى:

١. أجر العامل ١٠ جنيه فى الساعة.
٢. أجر العامل المساعد ٦ جنيه فى الساعة.
٣. زمن انجاز المتر الطولى فى اللحام ساعة واحدة.
٤. معدل استهلاك الأكسجين ٩٠٠ لتر / متر طولى من خطوط اللحام وثمن المتر المكعب منه ٦ جنيه.
٥. معدل استهلاك الأستيلين ٦٠٠ لتر / متر طولى من خطوط اللحام وثمن المتر المكعب منه ٩ جنيه.
٦. استهلاك اسلاك اللحام ٩٥٠ جرام/ متر طولى وثمن الكيلو منه ٣ جنيه.
٧. المصاريف غير المباشرة ١٥٠% من أجور العمال والأرباح ٢٥% من جملة التكاليف. أضف ضريبة مبيعات ١٠%.
٨. معامل الإنتاج ٨٥%.



شكل رقم ١٨٤: مشغولة رقم (٨) الأبعاد بالمليمترات

الحل

الطول الكلى لخطوط اللحام = ٣,١٤* *١٤*٨٠+٣,١٤*٤٠= ٢٤٩,٦ سم = ٢,٤٩٦ م

زمن اللحام= طول خطوط اللحام * زمن انجاز المتر الطولى= ٢,٤٩٦*١= ٢,٤٩٦ ساعة

الزمن الذى يؤجر عليه العامل= زمن اللحام/ (معامل الإنتاج) =٢,٤٩٦ /٨٥=٢,٩٣ ساعة

أجرة العامل = الزمن الذى يؤجر عليه العامل * أجرة العامل فى الساعة

= ١٠*٢,٩٣+٦*٢,٩٣= ٤٦,٨٨ جنيه

كمية الأكسجين المستهلكة أثناء اللحام =٢,٤٩٦*٩٠٠/١٠٠٠= ٢,٢٤ م٣

ثمن الأكسجين= ٦*٢,٦٤=١٣,٥ جنيه

كمية الأستيلين المستهلكة =٢,٤٩٦* ٦٠٠/١٠٠٠= ١,٤٩ م٣

ثمن الأستيلين =١,٤٩ *٩=١٣,٥ جنيه

كمية الأسلاك المستهلكة = ٢,٤٩٦ * ٩٥٠/١٠٠٠= ٢,٤ كيلوجرام

ثمن أسلاك اللحام = ٢,٤*٣= ٧,٢ جنيه

ثمن الخامات = ثمن الأكسجين + ثمن الأستيلين + ثمن أسلاك اللحام

= ١٣,٥+١٣,٥+٧,٢ = ٣٤,٢ جنيه

المصاريف الغير مباشرة= ١٥٠*٤٦,٨٨/١٠٠= ٧٠,٣٢ جنيه

تكلفة اللحام = ثمن الخامات +أجور العمال +المصاريف الغير مباشرة

= ٣٤,٢ + ٤٦,٨٨ + ٧٠,٣٢ = ١٥١,٤ جنيه

الأرباح= ١٥١,٤*٢٥/١٠٠= ٣٧,٩ جنيه

التكاليف الكلية = تكاليف الإنتاج + الأرباح = ١٥١,٤ +٣٧,٩= ١٨٩,٢٥ جنيه

عنصر التكاليف	تكلفته بالجنيه
ثمن الخامات	٣٤,٢
أجور العمال	٤٦,٨٨
مصاريف غير مباشرة	٧٠,٣٢
الأرباح	٣٧,٩
ضريبة ١٠%	٢,٥٦
جملة التكاليف	١٨٩,٢٥

جدول رقم ٤٣: التكاليف للمشغولة رقم (٨)

س ٨٦: مقايسة لحام اوكسى اسيتلين

المطلوب تقدير ثمن لحام للكرسى الموضح بالشكل إذا علمت الآتى:

١. أجر العامل ١٠ جنيه فى الساعة.
٢. زمن انجاز المتر الطولى فى اللحام ٤٥ دقيقة.

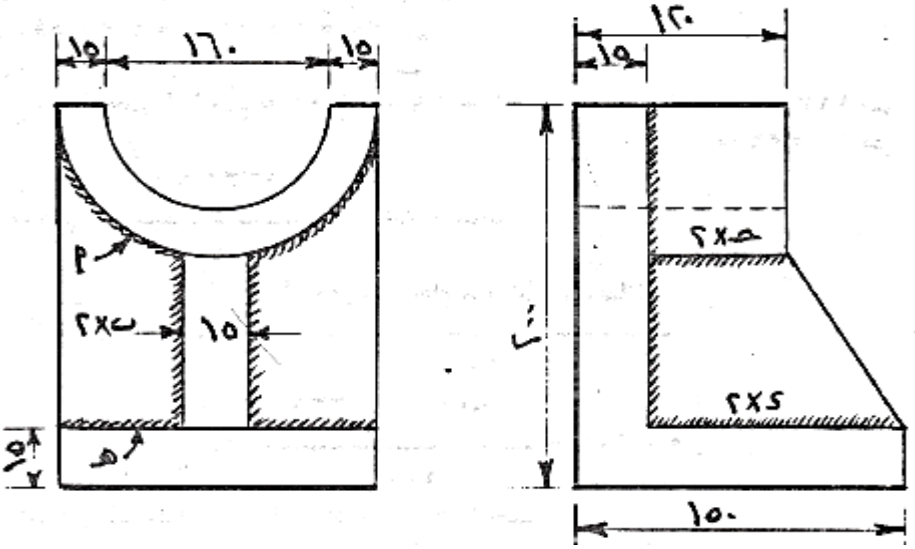
٣. معدل استهلاك الأكسجين ٩٠٠ لتر/ متر طولى من خطوط اللحام وثمن المتر المكعب منه ٦ جنيه.

٤. معدل استهلاك الأستيلين ٨٠٠ لتر/ متر طولى من خطوط اللحام وثمن المتر المكعب منه ٨ جنيه.

٥. استهلاك اسلاك اللحام ٩٥٠ جرام/ متر طولى وثمن الكيلو منه ٣ جنيه.

٦. المصاريف غير المباشرة ١٥٠% من التكاليف الأولية والأرباح ٢٠% من جملة التكاليف.

٧. معامل الإنتاج ٨٥%.



شكل رقم ١٨٥: مشغولة رقم (٩) الأبعاد بالمليمترات

الحل

طول الخط أ= ٠,٥ ط ق= ٠,٥*٣,١٤, ١٩ = ٢٩,٨٦ سم

طول الخط ب *٢= ٩*٢= ١٨ سم

طول الخط ج*٢= ١٠,٥*٢= ١٨ سم

طول الخط د*٢= ١٣,٥*٢= ٢٧ سم

طول الخط ه =١٧,٥*١= ١٧,٥سم

الطول الكلى لخطوط اللحام =٢٩,٨٦+١٨+ ١٨+٢٧+١٧,٥= ١١٣,٣٦ سم = ١,١٣٣٦ م زمن اللحام= طول خطوط اللحام * زمن انجاز المتر الطولى= ١,١٣٣٦*٦٠/٤٥= ٠,٨٥٠ ساعة

الزمن الذى يؤجر عليه العامل= زمن اللحام/ (معامل الإنتاج) =٠,٨٥٠ /٠,٨٥= ١ ساعة

أجرة العامل = الزمن الذى يؤجر عليه العامل * أجرة العامل فى الساعة

= ١*١٠= ١٠ جنيه

كمية الأكسجين المستهلكة أثناء اللحام =١,١٣٣٦*٩٠٠/١٠٠٠= ١ م٣

ثمن الأكسجين= ١*٦=٦ جنيه

كمية الأستيلين المستهلكة =١,١٣٣٦* ٨٠٠/١٠٠٠= ٠,٩ م٣

ثمن الأستيلين =٠,٩ *٨=٧,٣ جنيه

كمية الأسلاك المستهلكة = ١,١٣٣٦ * ١٠٠٠/٩٥٠= ١,٠٨ كيلوجرام

ثمن أسلاك اللحام = ٢,٤*٣= ٣,٢ جنيه

ثمن الخامات = ثمن الأكسجين + ثمن الأستيلين + ثمن أسلاك اللحام

= ٦+٧,٣+٣,٢= ١٦,٥ جنيه

التكاليف الأولية= ثمن الخامات + اجور العمال= ١٦,٥+١٠= ٢٦,٥

المصاريف الغير مباشرة = ١٥٠% من التكاليف الأولية = ١٥٠*٢٦,٥/١٠٠= ٣٩,٧٥ جنيه

تكلفة اللحام = ثمن الخامات +أجور العمال +المصاريف الغير مباشرة

= ١٦,٥ + ١٠ + ٣٩,٧٥ = ٦٦,٢٥ جنيه

الأرباح= ٦٦,٢٥*٢٠/١٠٠= ١٣,٢٥ جنيه

التكاليف الكلية = تكاليف الإنتاج + الأرباح = ٦٦,٢٥ +١٣,٢٥= ٧٩,٥ جنيه

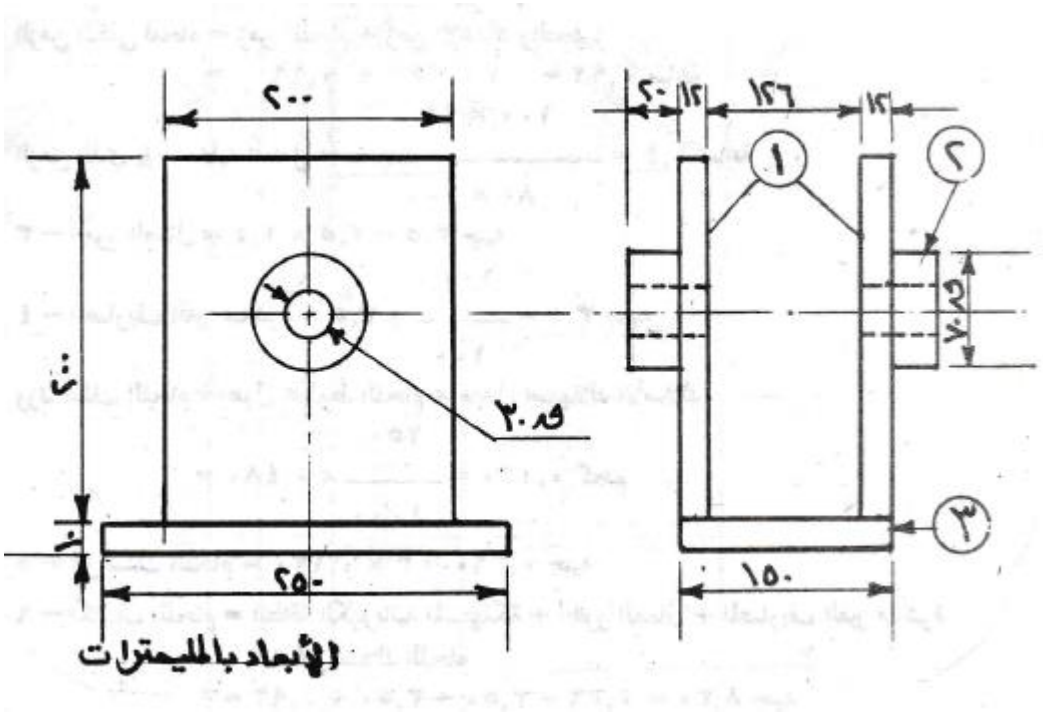
عنصر التكاليف	تكلفته بالجنيه
ثمن الخامات أجور العمال	١٦,٥ ١٠
التكاليف الأولية مصاريف غير مباشرة	٢٦,٦ ٣٩,٧٥
تكاليف الإنتاج الأرباح ٢٠%	٦٦,٢٥ ١٣,٢٥
جملة التكاليف	٧٩,٥

جدول رقم ٤٤: التكاليف للمشغولة رقم (٩)

س٨٧: مقايسة لحام قوس كهربي

يراد تجميع عدد ١٠٠ قطعة من الشكل المبين بالرسم بواسطة اللحام بالقوس الكهربى، والشكل مصنوع من ألواح من الصلب سمك ١٢ مم، والودنتين الملحومتين فى القائمين مصنوعتين من صلب طرى مستدير المقطع قطرة ٧٠ مم ويلحم كلا من القائمين من الداخل والخارج وتلحم الودنتين من الخارج فقط، والمطلوب حساب تكاليف النهائية لعملية اللحام إذا علمت الآتى:

- شدة التيار ٢٢٠ أمبير وجهده ٣٠ فولت والفقد فى التيار ٣٥% وثمن الكيلو وات ٢٠ قرش.
- يستغرق لحام المتر الطولى ٤٠ دقيقة.
- يستهلك متر اللحام الطولى ٧٠٠ جرام/متر من سيخ اللحام وسعر الكيلو منه ٤٥٠ قرش، ومعامل الجودة ٨٠% لمحول اللحام.
- أجر العامل فى الساعة ١٠ جنيه، والمساعد ٧ جنيه.
- قيمة استهلاك محول اللحام ٢٥٠ قرش فى الساعة.



شكل رقم ١٨٦: مشغولة رقم (١٥)

الحل

حساب أطوال خطوط اللحام

طول خط اللحام (١) = لحام القاعدة مع القائمين من الداخل و الخارج (٤ خطوط)

طول خط اللحام (١) = ٤*٢٠٠= ٨٠٠ مم

طول خط اللحام (٢) = لحام الودنتين مع القاعدتين من الخارج فقط

طول خط اللحام (٢) =٢ ط ق = ٢*٣,١٤* ٧٠= ٤٤٠ مم

طول خطوط اللحام = ٨٠٠+٤٤٠=١٢٤٠ مم= ١,٢٤ م

زمن اللحام = طول خطوط اللحام* زمن لحام المتر= ١,٢٤ *٤٠= ٤٩,٦ دقيقة

الطاقة الكهربية المستخدمة فى اللحام= ت ج ن /١٠٠(* معامل الجودة)

معامل الجودة = ٨٠%

الطاقة الكهربية المستخدمة فى اللحام = ٢٢٠*٣٠*٤٩,٦/ ١٠٠ /(١٠٠*٦٠*٨٠)

=٦,٨٢ كيلو وات. ساعة

ثمن الكهرباء المستهلكة = مقدار الطاقة المستهلكة * ثمن الكيلو وات الواحد

= ٦,٨٢*٢٠/١٠٠= ١٣٦,٤ قرش= ١,٣٦٤ جنيه

قيمة استهلاك سلك اللحام= ٧٠٠*١,٢٤*٤٥٠/١٠٠٠= ٣٩٠,٦ قرش = ٣,٩ جنيه

قيمة استهلاك محول اللحام = ٢٥٠*٤٩,٦/٦٠= ٢٠٦,٦٧ قرش = ٢,١ جنيه

أجرة العامل = ٤٩,٦/٦٠ * ١٠٠٠/١٠٠ = ٨,٢٦ جنيه

أجرة المساعد = ٤٩,٦/٦٠ * ٧٠٠/١٠٠ =٥,٨ جنيه

أجرة العمال= ٨,٢٦ + ٥,٨ = ١٤ جنيه

تكلفة اللحام = ثمن الكهرباء +أسياخ اللحام +ثمن استهلاك محول اللحام + أجور العمال

= ١,٣٦٤ + ٣,٩ + ٢,١ + ١٤ = ٢١,٣٦ جنية

عنصر التكاليف	تكلفته بالجنيه
ثمن استهلاك الكهرباء	١,٣٦٤
أجور العمال	١٤
استهلاك محول اللحام	٢و١
ثمن أسياخ اللحام	٣,٩
التكلفة النهائية للقطعه	٢١,٣٦

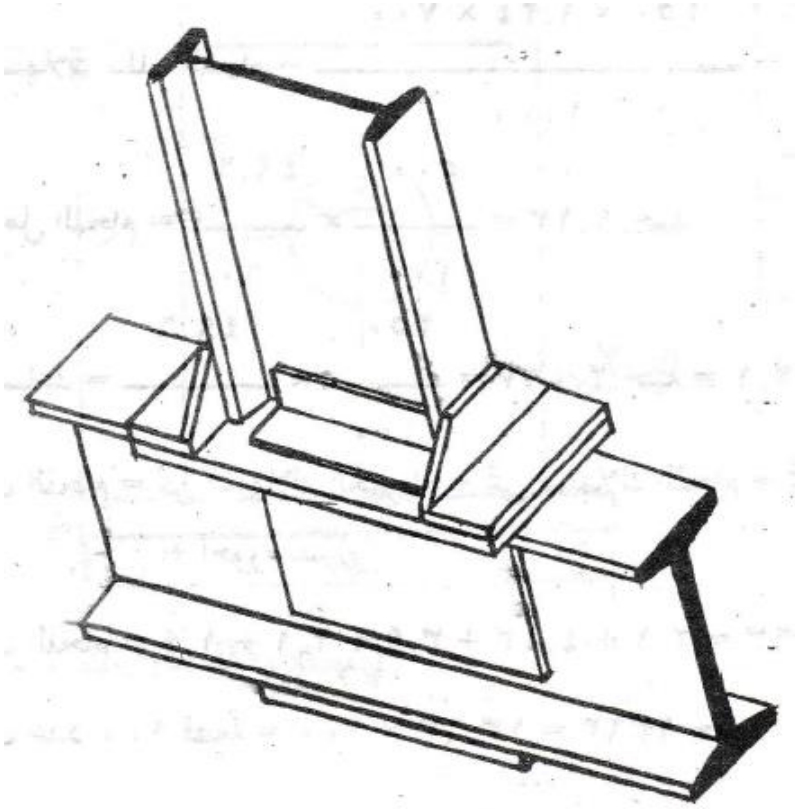
جدول رقم ٤٥: مشغولة رقم (١٥)

تكلفة مائة قطعة = ٢١,٣٦ * ١٠٠= ٢١٣٦ جنيه

س٨٨: مقايسة لحام قوس كهربي

الرسم يبين إحدى وصلات أعصاب جمالون فى إحدى المصانع، والمطلوب حساب تكاليف اللحام إذا علمت الآتى:

- يتم اللحام فى جميع الكمرات باستخدام أسياخ لحام قطر ٦ مم.
- يحتاج متر اللحام الطولى ١٨ سيخ لحام قطر ٦ مم و سعر الكيلو منه ٤,٥ جنيه (الكيلو جرام الواحد = ١٥ سيخ).
- طول خطوط اللحام الكلى ٩٥ متر.
- يستهلك سيخ اللحام طاقة كهربية ٣٠٠ وات / ساعة، وثمن الكيلوات ٢٠ قرش.
- زمن لحام المتر الطولى ٤٠ دقيقة.
- يحتاج انجاز هذا اللحام إلى عامل ماهر أجره فى الساعة ٧٠٠ قرش، وعدد ٢ مساعدين أجر كل منهم ٥٠٠ قرش فى الساعة.
- زمن التجهيز للعملية كلها ٤٠ دقيقة.
- سعر ماكينة اللحام ١٠٠٠٠ جنية وعمر الماكينة الأفتراضى ١٠ سنوات على أساس ٧ ساعات عمل يوميا بواقع ٣٠٠ يوم عمل فى السنة.



شكل رقم ١٨٧: مشغولة رقم (١٦)

الحل

طول خطوط اللحام =٩٥ متر

زمن اللحام= ٩٥*٦٠/٤٠= ٦٣,٣٣ ساعة

زمن اللحام و التجهيز= ٦٣,٣٣+ (٦٠/٤٠)= ٦٣,٩ ساعة

أجرة العامل = الزمن الذى يؤجر عليه العامل(زمن اللحام و التجهيز) * أجرة العامل فى الساعة

= ٧*٦٣,٩ = ٤٤٧,٩ جنيه

أجرة المساعدين٦٣,٩*٥*٢= ٦٣٩ جنيه

أجور العمال= ٤٤٧,٩+٦٣٩=١٠٨٧,٨ جنية

عدد أسياخ اللحام = عدد الأسياخ اللازمة للحام المتر الطولى* طول خطوط اللحام

= ١٨*٩٥= ١٧١٠ سيخ

وزن أسياخ اللحام = عدد الأسياخ /عدد الأسياخ فى الكيلو جرام= ١٥/١٧١٠= ١١٤ كجم

ثمن أسلاك اللحام= ٤,٥*١١٤=٥١٣ جنيه

الطاقة المستخدمة فى اللحام= عدد الاسلاك*الطاقة التى يستهلكها السلك الواحد

١٧١٠*١٠٠٠/٣٠٠= ٥١٣ كيلو وات

ثمن الكهرباء المستهلكة = مقدار الطاقة المستهلكة * ثمن الكيلو وات الواحد= ٥١٣*١٠٠/٢٠= ١٠٢,٦ جنيه

عمر ماكينة اللحام التشغيلى= ١٠*٣٠٠*٧=٢١٠٠٠ ساعة.

معدل استهلاك الماكينة / ساعة= ٢١٠٠٠/١٠٠٠٠=٠,٤٨ جنيه

استهلاك ماكينة اللحام= ٠,٤٨*٦٣,٩=٣٠,٤ جنيه

تكلفة اللحام = أجور العمال+ أسياخ اللحام + ثمن الكهرباء +استهلاك ماكينة اللحام

= ١٠٨٧,٨ + ٥١٣ + ١٠٢,٦ + ٣٠,٤ = ١٧٣٣,٨ جنيه

عنصر التكاليف	تكلفته بالجنيه
ثمن استهلاك الكهرباء	١٠٢,٦
أجور العمال	١٠٨٧,٨
ثمن أسياخ اللحام	٥١٣
استهلاك ماكينة اللحام	٣٠,٤
التكلفة النهائية	١٧٣٣,٨

جدول رقم ٤٦: مشغولة رقم (١٦)

قاموس المصطلحات

English	المعنى باللغة العربية
arc length	المسافة بين الالكترود او القطب ومابين سطح تجمع اللحام weld pool
base metal	هذا المصطلح غير صحيح بالمرة وهو يعبر عن جسم المعدن وهو يصف عادة خصائص ومكونات الوصلات الملحومة Joint ولكن الاسم الصحيح له هوparent metal
Bead	وهو يعبر عن حبه لحام واحدة تم وضعها علي جسم المعدن الام تعرف علي weld bead
burn – off rate	وهو يعبر عن سرعة الحرق وذوبان الاسلاك في كل خطوة او شوط طولي بالمتر / الدقيقة او البوصة / الدقيقة
deposited metal	وهي تعبر عن كمية المواد التي اضيفت في عمليات اللحام وعادة ما تكون سببها اسلاك اللحام والاقطاب
deposition rate	هذا المصطلح يستخدم في عمليات القياس بالكيلوجرام / الساعة وهو يعبر عن كميات اللحام التي تم انتقالها وانصهارها اثناء عملية اللحام كج/س في بعض الاحيان يستخدم عدد الاسلاك التي تم استهلاكها ليتم حساب كميات الانصهار ولكن هذا في الحقيقة غير صحيح لانه يقلل من المعادلات الحسابية للكفائة سواء لك او للحام نفسه
electrode	الالكترود او القطب هو يعبر عن سلك اللحام المغلف بمادة الفلكس flux وهو يختلف عن سلك اللحام في TIG او البلازما فيكون اسمه تنغستينtungsten
filler metal	وهو يعبر عن المعدن الذي اضيف في عمليات اللحام اما بالنسبة الي TIG بعض الاحيان يقال عنه cut lengths
interpass temperature	يعبر عن درجات الحرارة في كل شوط تم قطعه كما يجب عليك ان تتحري الحذر في ارتفاع درجات الحرارة اعلي من المعدلات الطبيعيه المطلوبة حتي لا يتم تغيير في خصائص المعدن
melt run	وهو يعبر عن الذوبان في عمليات لحام القوس الكهربائي TIG لسطح المعدن الام في كل شوط

English	المعنى باللغة العربية
nozzle	وهو يعبر في كل من لحام القوس الكهربائي TIG او MIG – MAG عن الفهوة التي يتدفق منها الغاز الي منطقة اللحام وهي تكون من السراميك او المعدن
parent metal	هو جسم المعدن الام وكما وضحت انه هو الاصح من كلمة base metal
pass or run	وهو الشوط التي تم قطعه اثناء عمليات اللحام
preheat temperature	هو يعبر عن عملية تسخين المعدن الام الي درجة حرارة معينة قبل البدء في عمليات لحام القوس الكهربائي وفي الواقع تتم هذه العملية لعدة اساب لتجنب المشاكل التي قد تحدث فعلي سبيل المثال التكسير للمعدن او الشروخ او عدم انصهار جسم المعادن الاساسية ظهور عيوب معينة في اللحام الخ ..... ولن نناقش هذا الان فسوف يآتي لاحقا
root run	وهو يعبر عن عملية الاشواط البدائية في ملئ اخدود الجذر او الغرز و تعني fill the groove

قائمة المراجع

١. هندسة اللحام: أ ٠د /محمد منير قورة - جامعة عين شمس
٢. ادارة العمليات: ا ٠د /اسامه محمود فريد – كلية التجارة جامعة عين شمس
٣. ادارة المشروعات الصناعية الصغيرة: أ ٠د / محمد انور صالح الهوارى - كلية التجارة جامعة عين شمس
٤. ٢٠٠٠ /ادارة انتاج العمليات: طبعة ١٩٩٩أ ٠د /حاتم قابيل – استاذ ادارة الاعمال جامعة عين شمس