القسم الخامس

لحام وقص المعادن

obeikandl.com

obeikandl.com

الباب الخامس والعشرون
اللحام بالقوس الكهربائى

obeikandl.com

obeikandl.com

اللحام عبارة عن عملية الحصول على وصلة غير قابلة للفك بالتسخين الموضعى لحروف الاجزاء الموصلة . و يمتاز اللحام بتحقيقه لوفر كبير فى المعدن و تبسيطه لانشاء و تصميم المنشأت و توفير للوقت و القوة العاملة و بالتالى بخفضه لتكاليف المصنوعات . و تلعب وسائل اللحام الاوتوماتيكية دورا هاما فى ظروف الانتاج بالمجموعات، اذ تسمح بتشغيل عمال منخفضى الكفاءة المهنية و تحقق انتاجية عالية جدا، وقد حل اللحام محل البرشمة حلولا تاما تقريبا و فى الوق ت الحاضر بدأت الانشاءات الملحومة تحتل بنجاح محل الاجزاء المطروقة و المسبوكة . و يمكن ان يكون المعدن عند اللحام فى حالة عجينية تشبه العجين و تلحم معا باستعمال قوة خارجية، و يمتاز اللحام العجينى بثبات التركيب الكيميائى لمكان اللحم و تغيرات غير خطيرة مذكورة فى بنيته .

و يجرى اللحام بالصهر بتسخين حروف الاجزاء الموصلة الى حالة الانصهار ثم يتكون اللحام بتجمد حمام المعدن السائل . و فى اللحام بالصهر يتغير التركيب الكيميائى و بنية مكان اللحام مما يؤدى الى اختلاف خواص المعدن الاصلى و المعدن المصهور، ومع ذلك فقد حظى هذا النوع من اللحام بأوسع انتشار نتيجة لاقتصادية العملية و امكان لحام الاجزاء مهما كان شكلها، وقد يكون مصدر التسخين عند اللحام منطاقة كهربائية او كيميائية .

و عند استعمال الطاقة الكهربائية يمكن ان يكون اللحام بالقوس الكهربائى او بالتلامس . و من وسائل اللحام الكيميائي اللحام الغازى و الترميتى .

obeikandl.com

و سنوضح فى هذا القسم لحام بالقوس الكهربائي و لحام بالتلامس الكهربائى و اللحام الغازى و الترميتى، وكذلك سنشرح قص و لحام المعادن لاقصدير و المونة

1- **انواع الوصلات الملحومة** :

تستعمل حسب وضع الاجزاء الملحومة، و الاشكال التالية توضح الوصلات المحلومة :

1) الوصلات التناكبية (قورة على قورة) .

2) الوصلات التراكبية (شفة على شفة) .

3) الوصلات على شكل حرف T .

4) الوصلات الزاوية .

5) الوصلات الجانبية .

و بالوصلات التناكبية توضل الاجزاء الملحومة بسطوحها الطرفية و عندئذ يمكن ان يكون شكل الحروف مختلفا حسب سمك المادة (شكل 163، b) : 1- فتنشى حروف الالواح التى يقل سمكها عن 3 مم بحيث يكون ارتفاع الحرف المثنى ضعف سمك اللوح و تكون المادة المرسبة هى الحروف المثنية نفسها عندما تنصهر . 2- و تستعمل الحرزف العدلة للالواح ذات السمك من 3 – 6 مم .

3- و تلحم الالواح ذات السمك من 5 – 30 مم بعد تجهيز حروفها بالشطف على شكل V . 4- و يوصى عند زيادة سمك المعدن عن 30 مم بتجهيز الحروف بالشطف من الجهتين على شكل X .

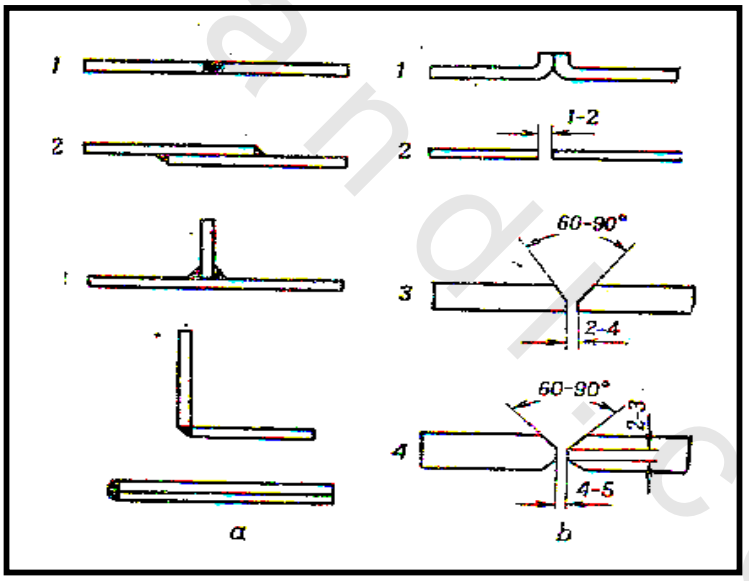
obeikandl.com

و فى اللحام التراكبى تطبق اطراف الالواح الملحومة احدهما على الاخر بمقدار 3 – 5 امثال سمك الالواح الملحومة، ويجرى التوصيل على شكل حرف T بلحام احد اللوحين الى الاخر بحيث تكون الزاوية بينهما قائمة، و تشبه الوصلات الزاوية الوصلات على شكل حرف T . اما الوصلات الجانبية فيجرى اللحام فيها بطرفين مجاورين، ويمكن ان يكون المقطع العرضى لدرزة (خط) اللحام :

1- عاديا . 2- مقعرا . 3- محدبا . (شكل 164، a)

و فى الاول يكون الارتفاع الحقيقى للحام مساويا للارتفاع المحسوب، وتنقسم درزات اللحام حسب وضع درزة اللحام بالنسبة لقوى المؤثرة الى :

1- عمودية . 2- جانبية . 3- مائلة. شكل (164، b) .



شكل رقم 163 ، الوصلات الملحومة :

a- انواع الوصلات الملحومة . b-تجهيز اطراف الالواح عند اللحام التناكبى .

obeikandi.com

و قد تكون الدرزات حسب وضع درزة اللحام فى الفراغ : 1) ارضية . 2) افقية. 3) رأسية . 4) علوية . شكل (164، c) و يوصى باستخدام الحام فى الوضع الارضى، اذ ا ن المعدن المنصهر يملأ بسهولة الانفصال بين اللوحين . و اصعب انواع اللحام هو العلوى و يجب قبل اللحام تجهيز الاجزاء الملحومة فى ورش التحضير .

ومن عمليات التجهيز الاستعدال و الثنى و الشنكرة و القص وتجهيز الحروف، ويجرى استعدال و ثنى الالواح على البارد على درافيل استعدال الالواح و الزوايا او على مكابس الاستعدال و الثنى، وبعد ذلك ترسل الاجزاء المجهزة للشنكرة لرسم الخطوط الخارجية و المقاسات عليها حسب الرسم التشغيلى .

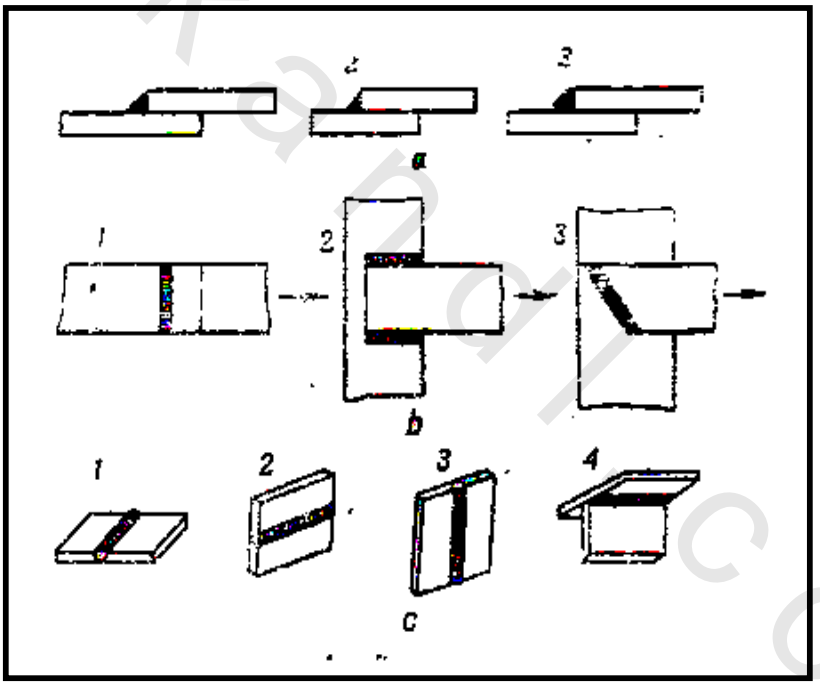
و تجرى الشنكرة بنسخ مقاسات الجزء و خطوطه الخارجية باستعمال طبعة، او بالرسم على الجزء رسما هندسيا حسب الرسم التشغيلى . و بعد الشنكطرة ترسل الاجزاء الى القص، وتقص الالواح على المقصات الجيلوتينية و القرصية، وتقطع الكمرات و المجارى و الموسير على المناشير الاحتكاكية . و تستعمل بنجاح للقطع القطعات اللهبية الغازية و تحرك على خط القطع يدويا باستعمال تركيبة خاصة، وللحصول على الابعاد النهائية المبينة بالرسم التشغيلى تشغل الحروف على مكاشط الحروف او تشذب بالمقطع المشغل بالهواء المضغوط ،وفى القطع بالقطاع الغازى تنطبق عمليتا القطع و تشذيب الحروف .

و تعتبر دقة المسافة الفاصلة بين الحروف و مراعاة الخلوص بينهما شرطا ضروريا لاتمام عملية اللحام الصحيح، وبعد فصل الحروف تنظف الاماكن المعدة للحام من الصدأ و الاكاسيد و القاذورات والبوية ثم ترسل للتجميع .

obeikandl.com

2- قابلية المعادن و السبائك للحام :

قابلية اللحام تختلف من معدن او سبيكة لاخرى و تتوقف على خواصها الطبيعية و تركيبها الكيميائي و الطريقة المستعملة فى اللحام. و لضمان لحام جيد للمعدن يجب ان يكون المعدن جيد التوصيل للحرارة، قليل الانكماش و ان يكون معامل التمدد الطولى له صغيرا . و تؤدى رداءة التوصيل الحرارى الى تركيز الحرارة فى مكان صغير و تعطل و تساوى درجة حرارة الصنوعة كلها ، وتكون الاجهادات الداخلية لالمتكونة اشد كلما كان معامل التمدد الطولى للمعدن و انكماشه اكبر .



شكل رقم 164 ، اشكال درز اللحام :

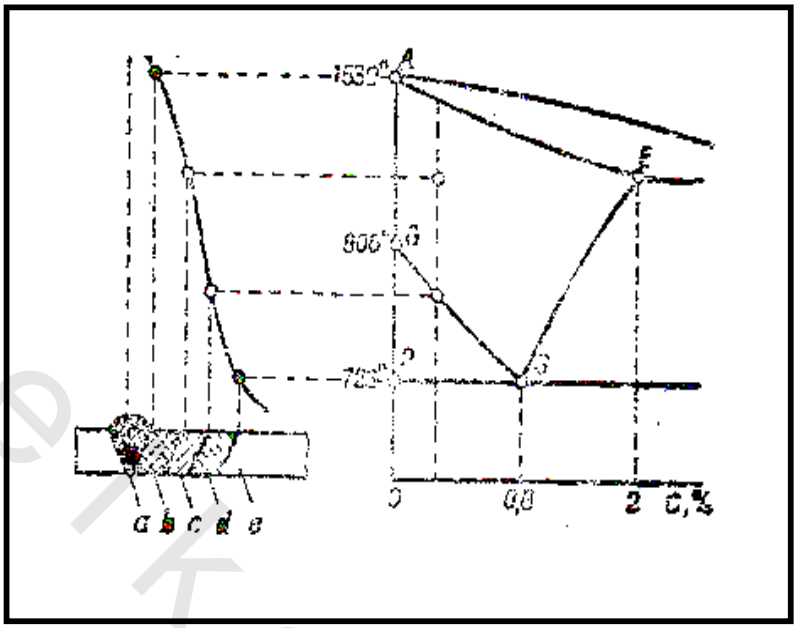
a- مقطع مستعرض للدرزة . b- وضع الدرزة بالنسبة للقوى المؤثرة .

c- الدرزات الفراغية .

obeikandl.com

و بشكل (165) اوردنا رسما تخطيطيا لمقطع اللحام و المنطقة المجاورة له و التى يظهر بها التأثير الحرارى للحام، وتتكون بنية اللحام من المنطقة a و هى ذات بنية كبيرة الحبيبات كالتى يتميز بها المعدن المسبوك، وتلى هذه المنطقة منطقة المعدن المتجاو التسخين b و تتكون نتيجة لتأثير درجة الحرارة العالية، ويخفض تجاوز التسخين الى حد كبير من لدونة الصلب و مقاومته للصدمات، وتتكون بالمنطقة c المسخنة الى درجة اعلى قليلا من الخط GS عند التبريد فى الهواء بنية من السوربيت، وتتحول هذه المنطقة بالتدريج الى المنطقة d المسخنة الى درجة اسفل من الخط GS مما يؤدى تبرديها تبريدا بطيئا الى حدوث تليين غير تام، وبالمنطقة c لا تصل درجة حرارة المعدن المسخن الى منطقة اعادة التبلور الطورية للصلب، ولذلك فان بنية المعدن الاصلى بها لا تتأثر بالتسخين الناتج عن اللحام، وهكذا فان اللحام يصنع بنيات مختلفة بالمناطق المجاورة له فتسوء خواصها الى حد كبير، وتساعد التحولات فى بنية المناطق a, b، c على تكون الاجهادات الداخلية بها و التى تؤدى الى اعوجاج درزة اللحام و قد تؤدى الى ظهور الشقوق بها . فمن الواضح ان جودة اللحام تكون افضل كلما كانت المنطقة المجاورة لدرزة اللحام اصغر، وقابلية الصلب المنخفض نسبة الكربون به (حتى 0.2 ٪) للحام جيدة جدا . و بزيادة نسبة الكربون يقل توصيل الصلب للحرارة ز تزداد الاجهادات الداخلية به .

obeikandl.com



شكل رقم 165 ، بنيان الوصلة الملحومة

و عند وجود الكربون بنسبة تزيد على 0.6 ٪ يصبح اللحام صعبا ، وتؤثر الشوائب الفوسفورية و الكبريتية على قابلية الصلب للحام تأثيرا سيئا : فالفوسفور يجعل اللحام قصفا و الكبريت يسبب ضعف الصلب عند درجات الحرارة العالية و ظهور الشقوق، والصلب المنخفض السبيكة المحتوى على الكبرون بنسبة صغيرة يلتحم جيدا و بزيادة نسبة العناصر الخاصة بالصلب يصبح الصلب ردىء التوصيل للحرارة، ويؤثر ميل الصلب للتقسية الذاتية عند ظهوره تأثيرا سيئا للغاية اذ يزيد من الاجهاد باللحام و يساعد على ظهور الشقوق .

و تصل منطقة التأثير الحرارى للحام على جانبى درزة اللحام عند اللحام بالقوس الكهربائى الى 12 مم، وتصل عند اللحام الغازى الى 30 مم، وقد دعمت هذه الخاصية للحام الكهربائى استخدامه فى

obeikandl.com

الصناعة على نطاق واسع و تزال الاجهادات الداخلية بالمعاملة الحرارية و الاستعدال للصلب الكربونى و التصليد مع المراجعة العالية لانواع الصلب الخاصة .

وتصبح بنية درزة اللحام و منطقة التأثير بعد المعاملة الحرارية الصحيحة صغيرة الحبيبات، وتقل الاجهادات الداخلية بها الى حد ادنى، ولحام المعادن غير الحديدية و سبائكها سهل للغاية، ومع ذلك فيجب ان يؤخذ فى الاعتبار سهولة تأكسد هذه المعادن و ارتفاع معامل تمددها الطولى و صعوبة انصهار الاكاسيد المتكونة .

3- لحام القوس الكهربائى :

و قد حظى اللحام بالقوس الكهربائى بأوسع انتشار بين طرق اللحام الحديثة، ويعتمد على استعمال حرارة القوس الكهربائى الذى اكتشف عام 1802 م و تطور عام 1882 باللحام بقطب كربونى و تطور مرة اخرى عام 1888 باللحام بقطب معدنى . و بلحام القوس يجرى تسخين و صهر الحروف بواسطة الحرارة الناتجة عن القوس الكهربائى المتكون بين القطب و الجزء الملحوم . و تضمن درجة حرارة القوس العالية (6000 °) تسخينا سريعا و مركزا فينصهر المعدن و يلتحم عند تبريده دون التاثير عليه بقوة خارجية، ويمكن ان يكون اللحام بالقوس يدويا او نصف اوتوماتيكيا او اوتوماتيكيا .

4- ماكينات و اجهزة و مستلزمات لحام القوس :

و يجرى اللحام بالقوس بالتيار المتغير او المستمر، و قد حظى اللحام بالتيار المتغير بانتشار واسع و السبب فى ذلك ان معدات هذه الطريقة للحام ارخص بكثير من معدات التيار المستمر، كما ان وزنها و

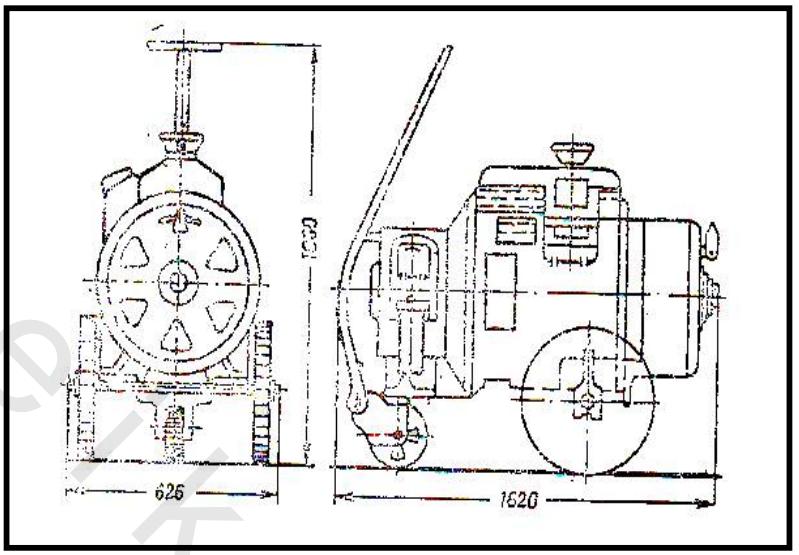
ابعادها الخارجيو اقل و استعمالها و صيانتها ابسط، و بالاضافة الى ذلك فان استهلاك الطاقة الكهربائية عند اللحام بالتيار المستمر اكثر بـ 40 – 50 ٪ منه عند اللحام بالتيار المتغير .

و مصادر التغذية لقوس اللحام هى : 1) مولدات اللحام الكهربائية ذات التيار المستمر . 2) اجهزة اللحام بالتيار المتغير . و يمكن ان تكون مولدات و اجهزة اللحام ذات مخرج واحد لتغذية قوس واحد او عدة مخارج لتغذية عدة اقواس .

و تعمل مولدات الحام المنتجة بالاتحاد السوفييتى بمبدأ الحث الذاتى، ومنها ماكينة اللحام CYT-2P التى تتركب من مولد تيار مستمر للحام و محرك بثلاثة اطوار (اوجه) تصلهما وصلة مرنة .

و الماكينات المركبة على هيكل عربة ليمكن نقلها (شكل 166) وقدرة المولد 6.25 كيلوات و شدة التيار 280 امبير و جهد التشغيل 30فولت . و الماكينة معدة لتغذية قوس واحد، وتتركب ماكينة اللحام CAK-2 من مولد للحام بالتيار المستمر و محرك بالاحتراق الداخلى، وتصل المولد بالمحرك وصلة مرنة و يركبان على اطار واحد، وتمتاز هذه الماكينة بعدم حاجتها لشبكة كهربائية و امكان استخدامها للحام بقوس واحد فى الظروف الحقلية . و خواصها الاستعمالية مماثلة كخواص الماكينة CYT-2P تقريبا، و ماكينة اللحام JICM-100 الكثيرة المخارج ذات محرك كهربائى . و الجهد الاسمى للمولد 60 فولت عند شدة تيار 1000 امبير، وعدد المخارج المستخدمة يصل الى 9 . و يمكن التحكم فى شدة التيار عند اللحام بتحريك الفرش (تحكما خشنا) و بتحريك الريوستات فى دائرة الملف المتغير (تحكما دقيقا) .

obeikandl.com



بشكل رقم 166 ، ماكينة اللحام CYT-2P

و توصل ماكينات اللحام بالتيار المتغير بالشبكة الكهربائية الصناعية ذات الجهد المعتاد 220 – 380 او 500 فولت و ماكينات اللحام المنتجة بالاتحاد السوفييتى قد تكون : 1) ذات جهاز للتحكم (مفاعل) منفصل عن المحول . 2) مصنوعة بجسم واحد و فيها يكون للمحول و المنظم قلب واحد .

و بشكل (167) رسم تخطيطى لماكينة لحام بوجه واحد ، تتركب من المحول المنخفض و المفاعل المستخدم لتغيير شدة تيار اللحام . و يوصل الملف الابتدائى 1 للمحول الى الشبكة 2، ويوصل ملف المفاعل 3 على التوالى مع الملف الثانوى 4 للمحول و يتصل بماسك سلك اللحام 5 و يتصل الطرف الاخر للملف الثانوى بالجزء الملحوم 6، ويتكون قلب المنظم 3 من جزئية يكونان دائرة مغناطيسية مقفلة خلال الفراغ الهوائى

obeikandl.com

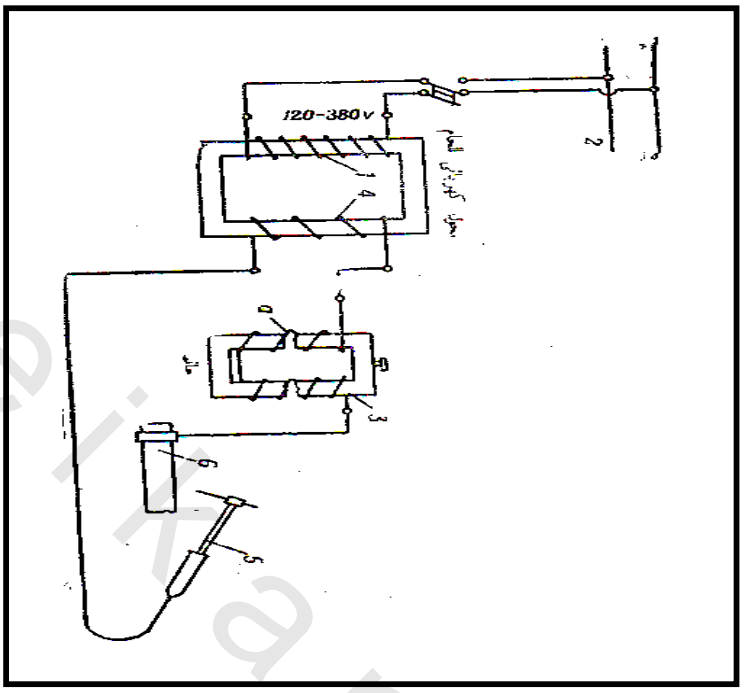
a الذى يمكن تغييره بتحريك النصف المتحرك من القلب . وبزيادة الفراغ تزداد شدة تيار اللحام و العكس بالعكس .

و بجدول (19) لوردنا الخصائص الرئيسية لمحولات اللحام .

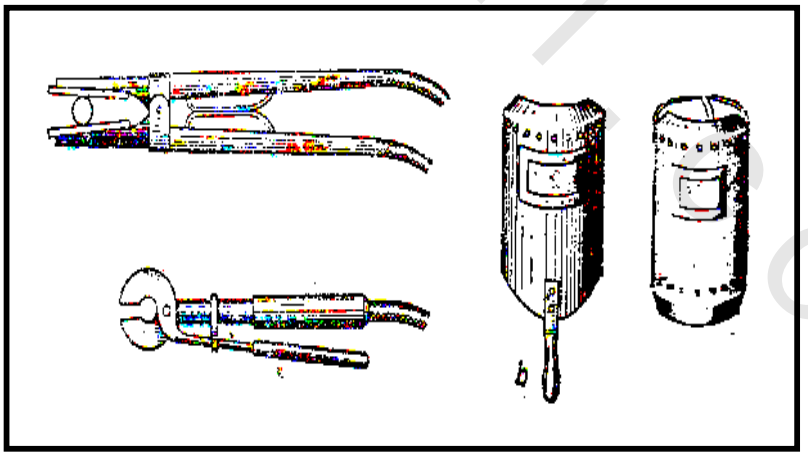
نوع المحول	الجهد الثانوى بالفولت	شدة التيار الاسمية بالامبير	حدود التحكم فى شدة التيار بالامبير	نسبة الكفاءة	وزن المحول بالكيلو جرام
СТЭ-22	65 – 55	200	350 – 30	0.6–0.4	117
CT-AH-1	70 – 60	350	480 – 60	0.83	185
TC- 1000	65	1000	1200 -400	-	300

ومن مستلزمات اللحام اليدوى الماسك لتثبيت قطب اللحام وتغذيته باليتار (شكل 168 ، a) و تتم تغذية التيار بكابل معزول مرن يتوقف مقطعه على اكبر شدة مسموح بها للتيار (من 25 – 90 مم2) . و يجب الا يزيد طول الكابل عن 30 متر و لحماية عينى و وجه عامل اللحام من تناثر المواد الساخنة و تأثير الطاقة الاشعاعية لقوس تستعمل الاقنعة الوجهية التى تمسك باليد و التى تثبت على الرأس (شكل 168 ، b,c) ومن مستلزمات لحام القوس كذلك مائدة اللحام والكابينة و ادوات و تجهيزات اللحام .

obeikandl.com



شكل رقم 167 ، رسم تخطيطى لجهاز اللحام ذو الوجه الواحد



obeikandl.com

شكل رقم 168 ، معدات لحام القوس :

a- انواع ماسك السلك . b- القناع الواقى . c- قناع بحزام .

5- **اقطاب اللحام بالقوس** :

تستعمل للحام بالقوس اقطاب كربونية او معدنية، و الاقطاب الكربونية و الجرافيتية عبارة عن قضبان قطرها من 8 – 30 مم و طولها من 200 – 300 مم و تؤخذ شدة التيار عند اللحام بالاقطاب الجرافيتية 2 – 3 امثالها عند اللحام بالاقطاب الكربونية .

و تورد الاقطاب المعدنية (اسلاك اللحام) على شكل قضبان قطره من 1 – 12 مم و طولها يصل الى 500 مم للحام اليدوى، او على شكل لفات من الاسلاك للحام الاوتوماتيكى .

و تكون اسلاك اللحام اليدوى عارية او مغطاة و يستعمل للحام الصلب الكربونى سلك من الصلب الطرى يحتوى على 0.1 – 0.18 ٪ من الكربون و يسمح بوجود الفوسفور و الكبريت به بنسبة تقع فى الحدود من 0.025 – 0.04 ٪ و يستعمل اللحام الصلب السبيكى سلك من انواع الصلب المنخفضة السبيكية لا تزيد نسبة احتوائه على الكربون على 0.25 ٪ .

و تستعمل الاسلاك العارية نادرا لا تحقق الحصول على لحام جيد ، ولذلك فان اللحام بالقوس يجرى عادة باسلاك مغطاة و قد تكون الاسلاك رقيقة التغطية او سميكة التغطية و يتراوح سمك تغطية الاولى من 0.1 – 0.25 مم و الثانية من 0.6 مم و اكثر . و تنقسم الاسلاك حسب طريقة تغطيتها الى اسلاك مدهونة او مضغوطة او ملفوفة، وقد تكون التغطية حسب الغرض منها مؤينة او لضبط الخواص . و التغطية المؤينة عبارة عن دهان يتكون من الطباشير و الماء و الزجاج السائل و

obeikandi.com

يضمنمثل هذا الدهان استقرار القوس فقط و لايقى المعدن المصهور من تأثير الهواء المحيط به .

تقوم التغطيات الضابطة للخواص بالاضافة الى تثبيت القوس بوقاية المعدن المصهور من التأكسد و النتردة، كما تضيف الى اللحام العناصر السبيكية المطلوبة، ويدخل فى تركيب التغطيات الضابطة للخواص مواد مؤينة (الطباشير) و مكونة للخبث (الكاولين) و مكونة للغازات (النشاء) و مختزلة (الالومنيوم الفيرومنجنيز) و مواد سبكية و مواد رابطة . و تتحول التغطيات الضابطة للخواص عند ضهرها مع المعدن الى خبث يغطى اللحام بطبقة منتظمة، ويحقق وجود الخبث بالاضافة الى وقايته للحام من تأثير نيتروجين و اكسجين الهواء – ابطاء تبريد المعدن المنصهر مما يساعد على اتمام خروج الغازات الذائبة به فيزيد من كثافة درزة اللحام . و تستعمل للحام تغطيات مختلفة تضمن لحاما جيدا لانواع الصلب من مختلف الماركات، و قد حظيت اسلاك اللحام المغطاة بتغطية ماركة OMM-5 بانتشار واسع لتحقيقها لخواص ميكانيكية مرتفعة للوصلة الملحومة، والاسلاك УОНИ-13 المستعملة عند لحام الانشاءات الالهامة المصنوعة من انواع الصلب المختلفة ، والاسلاك ЦМ-7С التى تسمح باجراء اعمال اللحام بسرعة كبيرة، و الاسلاك MT المستعملة عند لحام الانشاءات الرقيقة الجدران الملحومة مما يسمح بالاستعاضة عن اللحام الغازى للاجزاء الرقيقة بلحام بالقوس الاقل منه تكاليفا .

اللحام اليدوى بالاقطاب المعدنية :

و يجرى فى اغلب الاحوال بالتيار النتغير و بشكل (169 ، a) رسم تخطيطى لهذا اللحام، ويوصل احد كابلات ماكينة اللحام

بماسك 1 مثبت فى يد عازلة 2 و يثبت بالماسك قطب معدنى 3 و يوصل الكابل الاخر بالجزء 3 .

و يحدد عامل اللحام مكان اللحام ثم يقرب السلك اليه، وبعد تغطية وجهه بالقناع الواقى يلمس الجزء بطرف السلك ثم يبعد السلك قليلا عنه. و يصهر القوس المتولد الحروف و السلك المعدنى وهو فى هذه الحالة مصدر المادة المرسبة، ويختلط المعدن المنصهر فى الحمام المعدنى المتكون و يكون عند تجمده درزة التحام، **ويقابل عامل اللحام السلك فى عملية اللحام بثلاث حركات :**

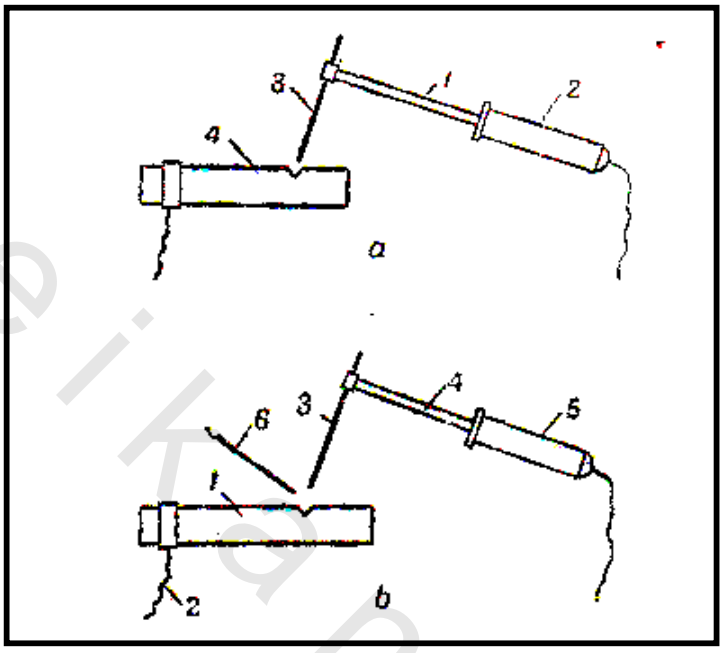
أ) الى اسفل باتجاه محور السلك، وهذه الحركة لازمة للاحتفاظ بطول القوس ثابتا (2 – 4 مم) و تتم بنفس السرعة التى ينصهر بها السلك .

ب) بطول خط اللحام – لملء الفراغ الفاصل بين الحرفين .

جـ) عرضا عموديا على خط اللحام للحصول على التحدب البسيط الذى تجرى به معظم عمليات اللحام .

و يستعمل عند لحام المواد الرقيقة اللحام المسمى بالخيطى و فى هذه الحالة يحرك السلك فى اتجاه خط اللحام و الى اسفل باتجاه محوره فقط، ويجرى انتقال المعدن عند اللحام بقطب معدنى على شكل نقط كروية قطرها 0.01 – 2.5 مم بسرعة من 2 – 40 مم/ ثانية، وتظهر نتيجة لنفخ القوس للمعدن المنصهر على سطح الجزء تجوف يشبه فوهة البركان (شكل 170) .

obeikandi.com



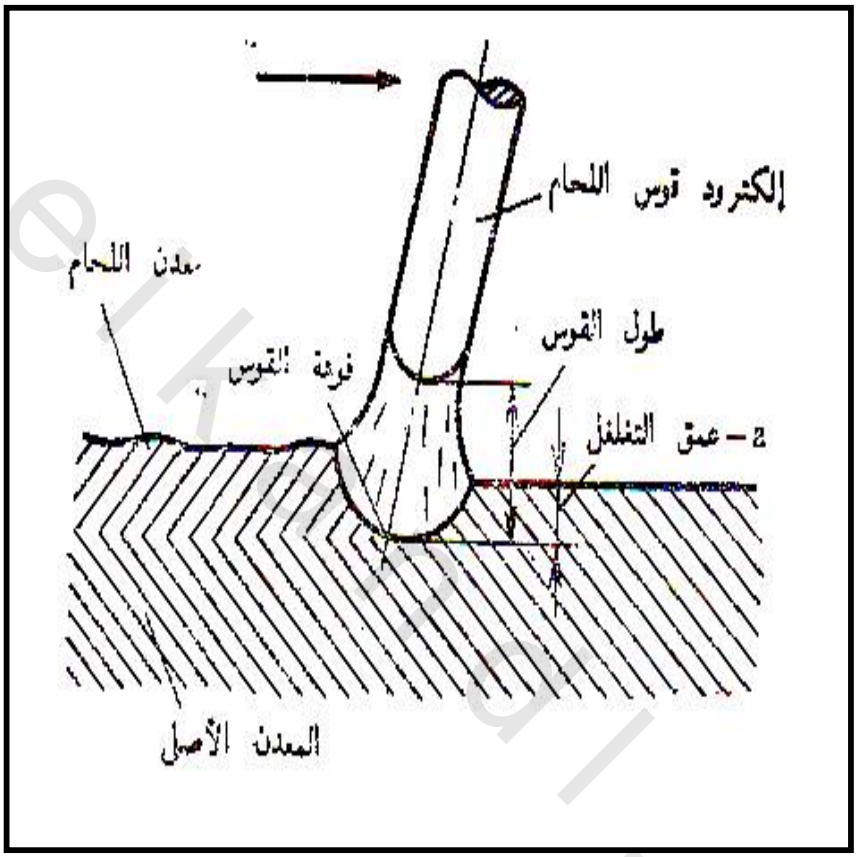
شكل رقم 169 ، رسم تخطيطى للحام القوس :
a- بقطب معدنى . b- بقطب كربونى .

و يحدد عمق التجويف الشكل مدى انصهار المعدن الاصلى (عمق الالتحام) و عمق تغلغل المعدن المرسب a و تسمى المسافة بين طرف القطب و قاع التجوف البركانى بطول القوس .

و تتوقف جودة اللحام اساسا على الاختيار الصحيح لنظام اللحام، و يختار تيار اللحام حسب قطر القطب و نوع التغطية و سمك المعدن الملحوم، ثم تعدل هذه القيمة حسب نوع درزة اللحام و وضعه

obeikandl.com

الفراغى، وبجدول (20) امثلة لنظم لحام الصلب ذى نسبة الكربون الكربون المنخفضة .



شكل رقم 170 ، رسم تخطيطى لقوس اللحام

جدول (20) نظم اللحام النقطى للصلب المنخفض نسبة الكربون

سمك المعدن مم	اللحام التتاكبي		اللحام التراكبى و حرف T	
	قطر القطب مم	شدة التيار أمبير	قطر القطب مم	شدة التيار أمبير
1.5	2.0	50 - 30	2.5	75 – 40
2.0	2.5	70 – 45	3.0 – 2.8	80 – 50
3.0	3.0	100 - 70	4.0 – 3.0	135 – 80
4.0	4.0 – 3.0	130 – 90	4.0	150 – 100
5.0	4.0	160 – 115	5 - 4	190 – 150

و تستعمل لزيادة انتاجية اللحام اليدوي بالقوس اقطاب ذات قطر كبير (6 – 8 بدلا من 4 – 5 مم) مع زيادة شدة التيار بما يتناسب مع ذلك، مع تنظيم عمل عامل اللحام تنظيما صحيحا و استعمال التجهيزات و غير ذلك .

و قد حظى لحام القوس اليدوى بسلك معدنى باستعمال واسع النطاق فى تكنولوجيا اللحام، وتلتحم بهذه الطريقة الاجزاء و المركبات من الصلب الكربونى و المنخفض السبيكية و الغير قابل للصدأ ، كما يلحم بها الزهر فى اعمال الاصلاح، ومن عمليات اللحام المبتكرة لحام الزهر دون تسخين سابق اللحام، وفى هذه العملية يفصل مكان اللحام استعدادا للحام و تثبت بحروف اللحام مسامير جاويط من الصلب بحيث يقابل كل منها منتصف المسافة بين المسمارين المثبتين بالحرف المقابل، وبعد ذلك يكون قوس بقطب معدنى و تصهر المسامير مع اجزاء اللحام بحيث يمتلأ الفراغ الفاصل بين الحرفين بالمعدن المنصهر ، ولتجنب حدوث اجهادات داخلية بالجزء يجرى اللحام مع

openkandil.com

فترات للراحة و بشدة منخفضة التيار، ويضمن وجود المسامير اتصالا محققا للمعدن الاصلى بالمعدن المصهور، وينصح باستعمال اسلاك صلب مغطاة بالتغطية УОНИ-13 للحام.

اللحام بالقوس اليدوى بقطب من الكربون :

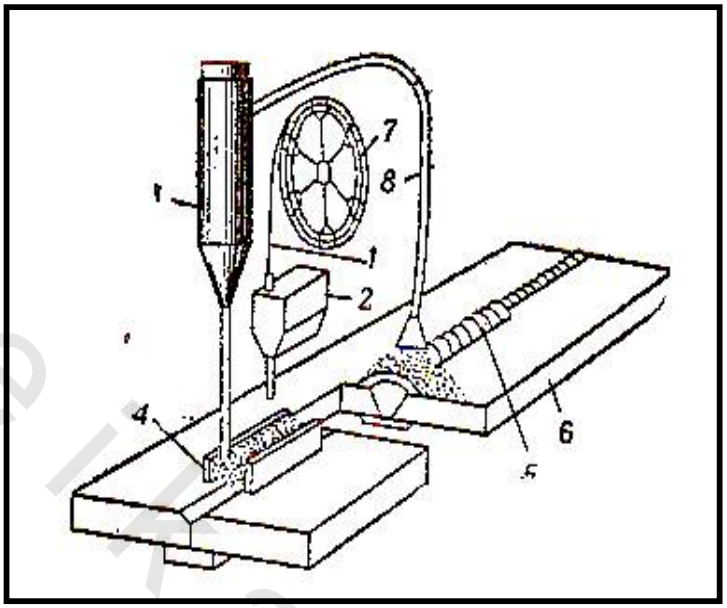
و يجرى عادة بالتيار المستمر (169، b) و يتصل الجزء الملحوم 1 بواسطة كابل مرن 2 بالقطب الموجب للمولد (التوصيلة المباشرة) و يوصل القطب السالب له بالقطب الجرافيتى او الكربونى 3 المثبت فى الماسك 4 ذى اليد العازلة 5، و يلمس عامل اللحام طرف القطب بالجزء الملحوم فتتصل الدائرة ثم يبعده بسرعة عنه فيتكون القوس، ويشتعل هذا القوس بسهولة و يستمر فى الاشتعال بهدوء، وطول القوس يساوى قطر القطب تقريبا، وتصهر درجة حرارة القوس العالية حروف الاجزء الملحومة و المادة المرسبة الممدودة الى القوس 6، وعند انتقال القوس يبرد المعدن المنصهر مكونا درزة متينة . و يجرى لحام الاجزاء الرقيقة دون مادة مرسبة بصهر الحروف المثنية، ويستعمل للحام الاجزاء االكبيرة السمك مادة مرسبة على شكل قضبان مستديرة او مربعة المقطع توضع فى الفراغ الفاصل بين حروف اللحام . و ينصح باستخدام اللحام بالقطب الكربونى عند لحام الاجزاء المصنوعة من الصلب القليلة السمك و السبائك غير الحديدية و التغطية بالسبائك الصلدة باللحام و لحام الضقوق و الفجوات بالمسبوكات، ويستعمل عند لحام المعادن غير الحديدية الفلكس او التغطيات لحماية الحمام المنصهر منتأثير الهواء و ذوبان الاكاسيد الصعبة الانصهار . فيستعمل للحام النحاس و سبائكه مثلا فلكس تركيبه 50 ٪ طباشير، 20 ٪ بورق، 30 ٪ فوسفات صوديوم . و عند لحام السبائك على اساس الالومنيوم او

الماغنسيوم يستعمل فلكس خاص تركيبه 3٪ NaHSO4، 30 ٪ NaCl، 7٪ KF، 45 ٪ KCl، ويزال الخبث الناتج بعد اللحام بعناية لتجنب حدوث صدأ لدرزة اللحام، ويحقق اللحام بالقوس الكربونى متانة كافية و مظهرا جيدا للحام .

6- لحام القوس الاوتوماتيكى تحت طبقة من الفلكس :

تستعمل هذه الطريقة للحام لتوصيل الاجزاء و المركبات من الصلب الكربونى و الصلب قليل السبيكية ذات اللحام المستقيم الطويل الحلقى . و تتركب ماكينة لحام بالقوس الاوتةماتيكى (شكل 171) من مصدر للتغذية (مولد و محول) و رأس لحام اوتوماتيكى، وصندوق تغذية الفلكس و بكرة عليها سلك اللحام، ويشتعل القوس المتكون بين طرف السلك العارى و الجزء الملحوم الموجود تحت طبقة من الفلكس الحبيبى الذى ينزل بواسطة خرطوم من الصندوق . و تتكون درزة اللحام بحركة رأس اللحام او المصنوعة بواسطة تركيبة التغذية . و يضمن اللحام الاوتوماتيكى تحت طبقة من الفلكس الحصول على جودة متساوية لدرزة اللحام و يزيد انتاجية اللحام من 5 – 10 مرات بمقارنته بلحام بالقوس اليدوى، ويتطلب التركيز العالى للحرارة الناتج عن استعمال قوس قوى فصلا خاصا للحروف الملحومة، ويستعمل سلك من الصلب المنجنيزى او السليكونى قطره من 2 – 10 مم كمادة للاقطاب .

obeikandl.com



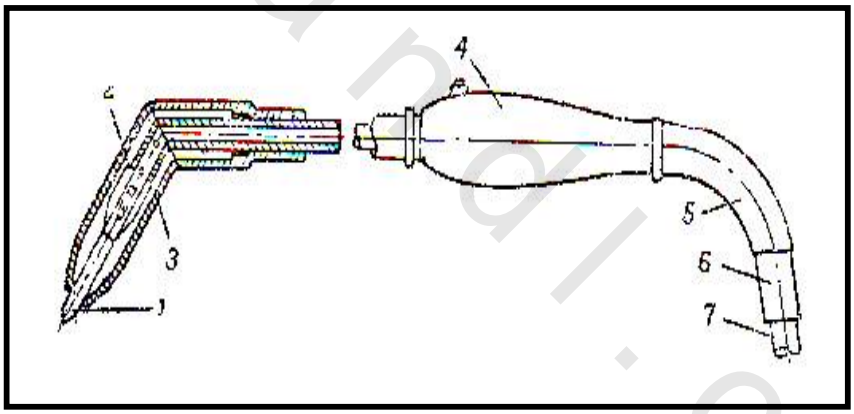
شكل رقم 171 ، رسم تخطيطى للحام القوس الاوتوماتيكى تحت طبقة من الفلكس :1 - سلك اللحام . 2 – رأس اللحام . 3- صندوق الفلكس 4- الفلكس. 5- اللحام .6- الجزء . 7- بكرة عليخا السلك . 8- خرطوم يمتص بوافى الفلكس .

ويمكن اجراء لحام بالقوس الاوتوماتيكى بواسطة (جرارات) لحام عبارة عن ماكينة اوتوماتيكية متحركة تتحرك بالنسبة للجزء الملحوم على قضبان خاصة . وتعمل جرارت اللحام بسرعة من 6 – 32 متر/ ساعة ، وتستعمل شدة تيار من 300 – 1000 أمبير . و يستعمل اللحام الاوتوماتيكى على نطاق واسع فى انشاء القزانات و صناعة الالآت و الاجهزة الكيميائية و صناعة الفسن و غيرها من الصناعات الميكانيكية و الانشاءات .

obeikandl.com

7- **لحام القوس الارجونى** :

يستعمل للحام الصلب الغير قابل للصدأ و المقاوم للحرارة و سبائك الالومنيوم و المنجنيز و كذلك للحصول على لحام عالى المقاومة للصدأ – لحام بالقوس الارجونى بقطب من الولفرام، ويستعمل القوس المتكون عند اللحام فى وسط واق من الارجون، و يستعمل للحام مشعل خاص (بورى) (شكل 172) يقوم بامساك القطب الولفرامى و توصيل التيار اليه و توجيه تيار الارجون الواقى . وتؤخذ المادة المرسبة بنفس تركيب المادة الاصلية، ويستعمل كمصدر لتغذية القوس ماكينات و اجهزة اللحام، ولا يتطلب لحام بالقوس الارجونى استعمال تغطية، ويحقق خواصا ميكانيكية مرتفعة للحام و يعطى اقل اعوجاج ممكن، ومن السهل مكننته .



شكل رقم 172 ، بورى للحام الارجون :

1- قطب تنجستين . 2- ثقب لتغذية الغاز . 3- ماسك القطب .

4- يد معزولة . 5- عازل . 6- موصل تيار . 7- تغذية الغاز .

obeikandl.com

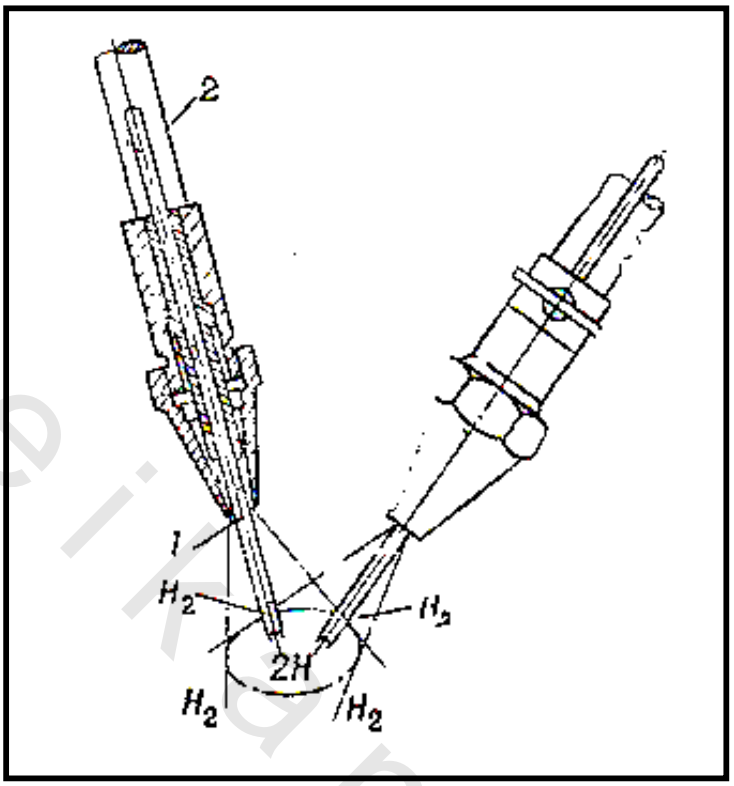
8- **اللحام بالهيدروجين الذرى** :

و فى هذه الطريقة يشتعل قوس كهربائى مستقل للتيار المتغير فى وسط من الهيدروجين بين قطبين من الولفرام 1 (شكل 173) ويوجه الهيدروجين فى قنوات خاصة بالماسك 2 الى القوس حيث تتشطر جزيئاته الى ذرات، ممتصة فى هذه العملية كمية كبيرة من الحرارة، وتبرد ذرات الهيدروجين فى مكان اللحام عند تلامسها بالمعدن البارد فتكون من جديد جزيئات من الهيدروجين و نطلق عندئذ الحرارة التى امتصتها من قبل . و تخلق الحرارة التى يطلقها هذا التحول مع حرارة احتراق الهيدروجين الذى يتفاعل مع اكسجين الهواء بؤرة مركزة سرعان ما تصهر الحروف الملحومة و المادة المرسبة المقربة اليها .

و بالاضافة الى ذلك يحمى الهيدروجين المعدن المنصهر من تأثير الهواء و كثيرا ما يستعمل بدلا من الهيدروجين النقى خليط من الهيدروجين و النيتروجين يحصل عليه بتحلل الامونيا ، و لا يسبب وجود النيتروجين نتردة المعدن المصهور اذ ان نتريد الحديد فى وجود الهيدروجين حسب التفاعل :

$$2FeN + 3H2 = 8Fe + 2NH3$$

obeikandi.com



شكل رقم 173 ، رسم تخطيطى للحام بالهيدروجين الذرى

و يتطلب اجراء اللحام بالهيدروجين الذرى استهعمال محول خاص يعطى شدة للتيار من 20 – 70 أمبير بجهد قدره 35 – 120 فولت ،ويرتفع الجهد عند تكون القوس الى 300 فولت، ويجرى اللحام ببورى خاص، ويمكن بلحام الهيدروجين الذرى لحام الصلب من مختلف الماركات و الحصول على وصلة ملحومة عالية الجودة . و مع ذلك فلم تحظى هذه الطريقة باستعمال كبير لتعقيد معداتها و عيوب تصميم البورى و خطورة استعمال التيار العالى الجهد على حياة عامل اللحام .

obeikandl.com

9- **تكنيك الامان عند لحام القوس** :

لتجنب الحوادث عند الحام بالقوس يجب مراعاة قواعد تكنيك الامان بدقة، فعلى سبيل المثال

1- يجب الا يزيد جهد تيار اللحام عن 80 فزلت عند اللحام بالتيار المتغير، ولا يزيد عن 100 فولت عند استعمال التيار المستمر، ويجب توصيل ابدان و اغطية اجهزة اللحام و كذلك مائدة اللحام بالارض جيدا .

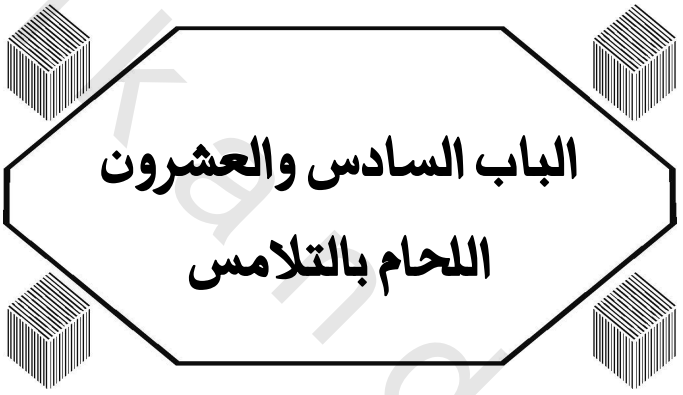
2- و من الضرورى استعمال الزجاج المدخن المثبت فى اقنعة وجهية لحماية اعين عامل اللحام،

3- ويجب ان يرتدى عامل اللحام ملابس من التاربولين تقى جسمه من الحروق، واحذية من المطاط لتجنب اصابته بصدمة كهربائية .

4- و يجب ان يكون مكان اللحام جيد التهوية لامكان العمل السليم لعامل اللحام . 5- ويمنع القيام باللحام على بعد اقل من 5 متر من المواد القابلة للاشتعال او المتفجرة .

obeikandl.com

obeikandl.com



obeikandl.com

obeikandl.com

يعتمد اللحام بالتلامس او لحام المقاومة على استعمال الحرارة الناشئة عن مرور التيار الكهربائى خلال الموضع الملحوم من الجزء، وتحدد كمية الحرارةاللازمة للحام و المتولدة عند مرور التيار الكهربائى من قانون لنز- جول :

$$Q = 0.24\ I^2\ Rt$$

حيث Q – كمية الحرارة المطلوب تحديدها بالكالورى .

I – شدة تيار اللحام بالامبير .

R – المقاومة بالاوم .

t – زمن اللحام بالثانية .

0.24 - معامل .

و تسخن الاجزاء الملحومة عند الشدة المعطاة للتيار فى موضع التلامس حتى درجة اللحام، وبعد ذلك تؤثر عليها بقوة خارجية للحصول على وصلة غير قابلة للفك . و اللحام بالتلامس يعتبر اكثر عمليات اللحام انتاجية و ميكانيكية، و لذلك فقد اتخذ اهمية عاية فى الانتاج بالمجموعات و بالجملة للاجزاء المختلفة للاجهزة و الماكينات و غيرها .

و تتركب ماكينات اللحام بالتلامس من محول اللحام و معدات التشغيل و التحكم بالضبط، والتركيبات الميكانيكية اللازمة لتثبيت الاجراء و لبذل القوى المطلوبة، و تنقسك عمليات اللحام بالتلامس حسب طريقة اجرائها الى لحام نقطى و درزى وتناكبى .

obeikandi.com

1- **اللحام النقطى** :

و يمكن ان يكون اللحام النقطى من جهة واحدة او من الجهتين، و اللحام من جهتين (شكل 174 ، a) يوضع الجزءان 1 بحيث تنطبق اطرافهما و يضغطان بواسطة القطبين المعدنيين 2 لماكينة اللحام النقطى بقوة P، ويتصل القطبان بالملف الثانوى لمحول اللحام 4 وعند توصيل التيار تسخن الاجزاء موضعيا و تصهر الحرارة المتكونة الطبقة السطحية من المعدن فى المنطقة الوسطى التى تصل الى اعلى درجة حرارة، وتلين الطبقات الاخرى حتى تصبح فى حالة عجينية .

و بعد ايقاف التيار و رفع القوة تتكون فى مكان التالمس نقطة لحام 3 ذات نواة عدسية الشكل من المعدن المسبوك و يستعمل اللحام النقطى من جهة واحدة (الشكل 174 ، b) فى الحالات التى لا يمكن فيها تقريب القطبين من الجهتين، ويجب ان تكون اقطاب اللحام النقطى جيدة التوصيل الكهربى و الحرارى و ان تحتفظ بالصلادة المطلوبة حتى درجة 400 ° و يستعمل لصناعة الاقطاب النحاس المنتج بالتحليل الكهربائى و المدرفل على البارد و البرونز الكادميومى و غيرهما.

اللحام البارز من اشكال اللحام النقطى، وفى هذه الحالة تكبس بواسطة اسطمبة بروزات على احد جانبى الجزء الملحوم، ثم توضع الاجزاء بحيث تنطبق اطرافها بين لوحتين نحاسيتين توصلان بالملف الثانوى للمحول .

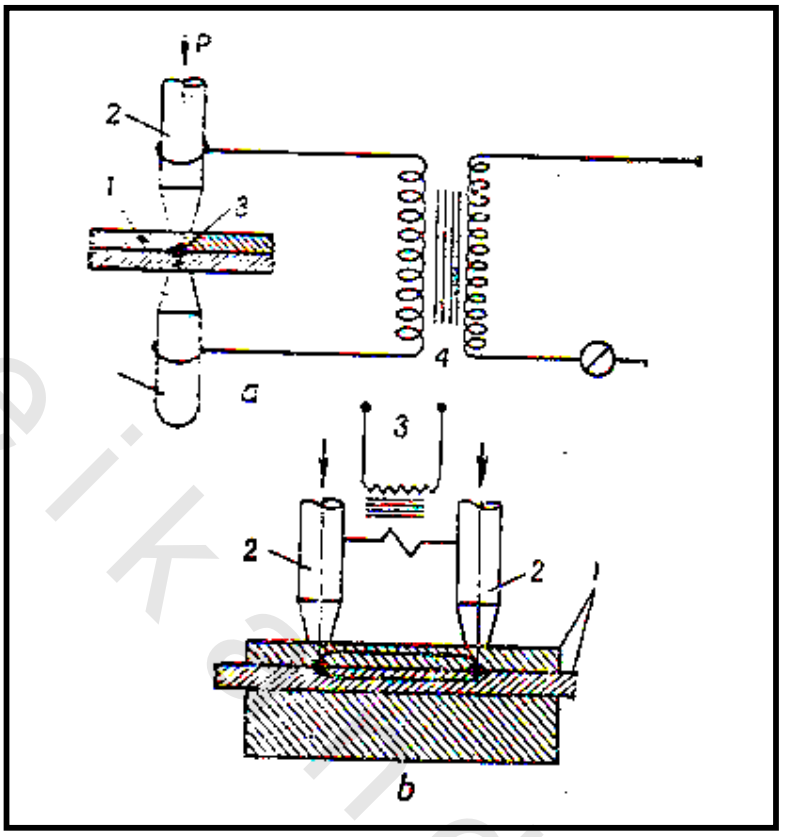
و تسخن البروزات بعد توصيل التيار الكهربائى ثم يوقف التيار و تضغط الاجزاء، وتجهز ماكينات اللحام النقطى بحركة قوسية او

obeikandi.com

مستقيمة للقطب العلوى، وقد تكون هذهالماكينات حسب طريقة عملها ميكانيكية او اوتوماتيكية، وبالاضافة الى ذلك فهذه الماكينات تنقسم الى ثابتة و نقالة . و هناك ماكينات تستطيع لحام 50 نقطة فى كل وضع للجزء، وتقوم هذه الماكينات (العديدة النقط) بلحام ما يصل الى 10000 نقطة فى الساعة، فى حين لا تزيد انتاجية الماكينات الوحيدة النقطة عن 2000 نقطة فى الساعة .

و تصل قدرة الماكينة اللحام النقطى الى 400 كيلوات و كثافة التيار الى 80 امبير / مم2 . و يتراوح جهد الملف الثانوى من 1 – 12 فولت، وتقوم تركيبة خاصة يبذل الضغط على القطبين . و يمكن ان يكون هذه التركيبة يالبدال او هيدروليكية او بالهواء المضغوط، ويتوقف مقدار الضغط على الاقطاب على التركيب الكيميائى للمادة الملحومة و سمكها و يؤخذ من 2 – 25 كجم / مم2، ويصبح بأخذ المسافة بين النقط اكثر من ضعف القطر العامل للاقطاب، و يجرى توصيل التيار و قطعه بواسطة قاطعات للتيار مختلفة التصميم .

obeikandl.com



شكل رقم 174 ، رسم تخطيطي للحام النقطي :

a- اللحام النقطي من جهتين .1- المادة الملحومة . 2- الاقطاب .

3- نقطة اللحام . 4- محول التيار .

b- اللحام النقطي من جهة واحدة . 1- المادة الملحومة . 2- الاقطاب .

3- محول التيار .

obeikandl.com

و يتفق عمل قاطع التيار مع تركيبة ضغط الاقطاب بحيث يضمن تحقيق الوقت اللازم لابقاء الاجزاء بين الاقطاب، وقاطعات التيار يمكن ان تكون ميكانيكية او حثية او الكترونية، وغير ذلك .

و بجدول (21) بيان اللحام النقطى للصلب ذى نسبة الكربون النتخفضة على الماكينات الاوتوماتيكية للانتاج بمجموعات .

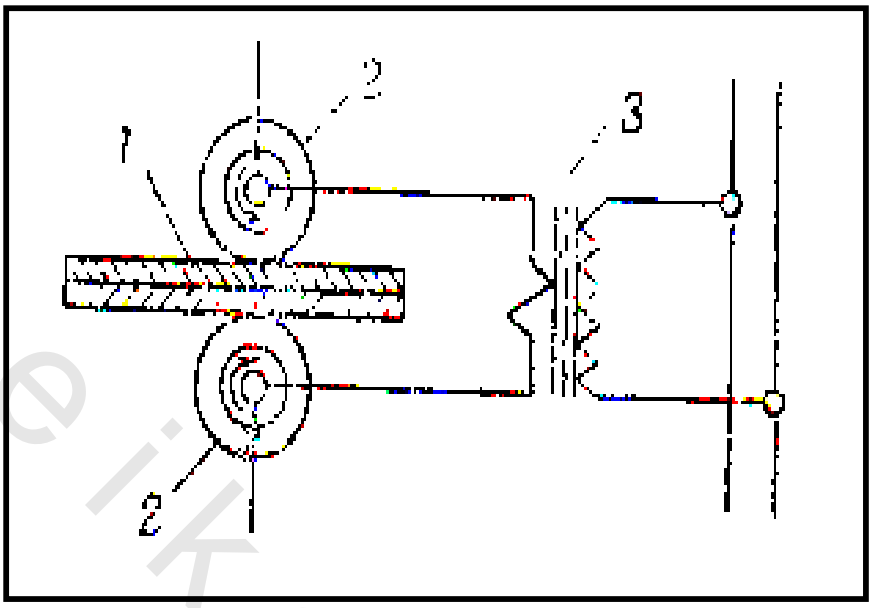
جدول (21) نظم اللحام النقطى للصلب المنخفض نسبة الكربون

سمك الجزء، مم	قطر سكح تلامس القطب، مم	مدة الابقاء تحت التيار ، ثانية	الضغط على الاقطاب، كجم/سم2	شدة التيار، امبير
0.5+0.5	5	0.3 – 0.2	40 – 30	5000 -4000
1+1	5	0.35 – 0.2	120 – 80	7000 -6000
2+2	8	0.35–0.25	250 – 150	10000 -9000
4+4	12	1.1 – 0.8	800 – 600	18000 -14000
6+6	14	1.5 – 1.1	1200– 900	25000 -20000

و يعتبر اللحام النقطى اوسع طرق اللحام بالتلامس انتشارا ويستعمل على نطاق واسع فى صناعات الطارئرات و السيارات و عربات السكك الحديدية و الالآت الزراعية و الاجهزة و العدادات و غيرها .

2- **اللحام الدرزى (الخطى)** :

يستعمل اللحام الدرزى (الخطى) للحصول على درزة لحام متصلة متكاسفة سميكة، وبشكل (175) رسم تخطيطى للحام الدرزى، ويضغط الجزءان 1 اللذان ينطبق طرفاهما بين القطبين البكريين 2 المتصلين بمجول اللحام 3 .



شكل رقم 175 ، رسم تخطيطى اللحام الدرزى

و تدار البكرة العلوية عادة ادارة اجبارية فى حين تكون البكرة السفلية حرة الدوران حول محورها . وبعد ضغط البكرتين على المادة الملحومة يوصل التيار فيحدث اللحام على طول خط التماس، ويمكن ان يكون اللحام مستمرا او متقطعا ، وفى اللحام المتقطع تستعمل قاطعات التيار، ويعطى اللحام المتقطع جودة عالية للوصلة الملحومة و لكن درزة اللحام تكون اقل ملامسة منها فى اللحام المستمر . و تصنع البكرات من نفس المادة التى تصنع منها اقطاب اللحام النقطى.

و يؤخذ قطر البكرات فى الحدود من 50 – 350 مم و البكرات الاكبر قطرا اكثر استقرارا فى العمل، وتبرد البكرات اثناء العمل بالماء المستمر، وتتراوح سرعة اللحام الدرزى من 0.5 – 3.5 متر/

obeikandi.com

الجقيقة ، وتؤخذ شدة تيار اللحام فى الحدود من 2000 – 20000 امبير، ويمكن ان يصل الضغط على البكرات الى 500 كجم .و يجرى اللحام الدرزى على ماكينات ثابتة اةنقالى مزودة بتركيبة خاصة لضغط البكرتين، وبجدول (22) نظم تقريبية للحام الدرزى للصلب ذى نسبة الكربون المنخفضة .

و يعطى اللحام الدرزى التحاما متينا و يمكن استعماله لصناعة المنشئات المعرضة للضغوط، و الميزة الاساسية لهذه الطريقة هى الحصول على درزة لحام عالية المتانة و الكثافة .

و يستعمل اللحام الدرزى للحام خزانات الزيت و البنزين و الماء والمواسير و عدد من الاجزاء المصنوعة من الصلب و المعادن الغير حديدية .

جدول (22) النظام التقريبى للحام الدرزى للصلب المنخفض نسبة الكربون

سمك كل من اللوحين، مم	مقاسات البكرات، مم		قوة الضغط على البكرات، كجم	سرعة اللحام، متر/ الدقيقة	شدة التيار، امبير
	عرض الجزء العامل	القطر المفصل			
0.25	4.0 -3.5	180 -150	120 -80	3.5 -2.5	6000-4000
0.50	5.0 -4.5	180 -150	200-130	3.0 -1.0	8000-5000
1.0	7.0 -6.0	220 -180	300-180	3.0 -1.0	15000-6000
1.5	8.0 -7.0	250 -220	375-250	1.5 -0.6	18000-10000
2.0	9.0 -8.0	260 -240	450-320	1.0 -0.5	30000-18000

obeikandi.com

3- **اللحام التناكبى** :

باللحام التناكبى (شكل 176) يثبت الجزاءن الملحومان 1و2 بالماسكين النحاسين لماكينة اللحام، والماسك 3 مركب فى المسند المتحرك 4 و يمكن ان يتحرك فى مقبيات التوجيه بالزهرة 5، ويثبت الماسك 6 على الزهرة الثابتة 7 و يوصل الملف الثانوى للمحول 8 بماسكى ماكينة اللحام بكابلات مرنة و يوصل الملف الاولى له بشكبة التيار المتغير و يجرى كبس الاجزاء المسخنة بواسطة تركيبة خاصة بتحريك المسند 4 .

و هناك ثلاث طرق للحام التناكبى :

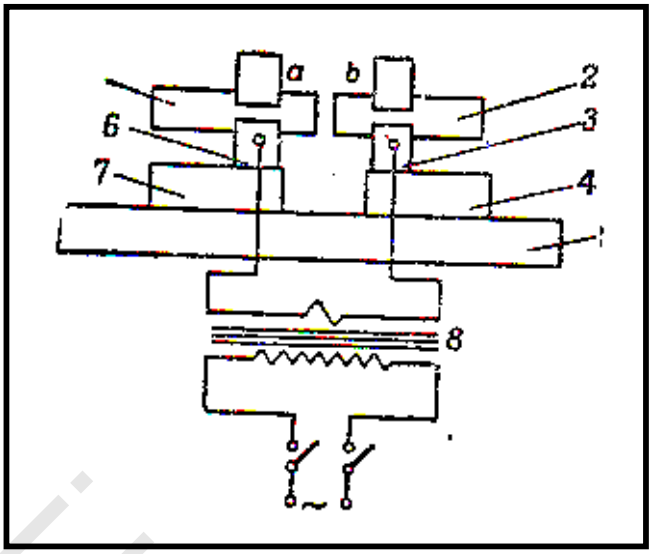
1) لحام المقاومة .

2) اللحام بالصهر .

3) اللحام بالصهر المقطع .

و فى لحام المقاومة يحرك الجزءان المثبتان فى الماسكين حبحيث يتلامس طرفاهما جيدا ثم يوصل التيار، وبعد تسخين الاطراف الملحومة الى الحالة العجينية يوقف التيار و يكبس الجزءان .

obeikandi.com



شكل رقم 176 ، رسم تخطيطى للحام التناكبى

و يستعمل لحام المقاومة لتوصل الاجزاء المصنوعة من انواع الصلب ذى نسبة الكربون المنخفضة و المعادن غير الحديدية التى تصل مساحة مقطعها الموصل الى 1000 مم2 .

و فى اللحام بالصهر يوضل التيار قبل تماس الجزئين ثم يبدأ فى تقريبهما ، وعندما تصل المسافة بين الطرفين الى قيمة معينة تبدأ الشرارات فى التكون فتصهر طرفى الجزئين، وللحصول على الوصلة الملحومة يوقف التيار و يجرى الكبس تحت ضغط من 250 – 550 كجم/ مم2، و يستعمل اللحام بالصهر لتوصيل السلاسل و القضبان والمواسير و الالآت و الاجزاء المجهزة بالكبس من الالواح، وكذلك لتوصيل مختلف المواد معا : كالصلب و النحاس، و الصلب و النحاس الاصفر، و الالومنيوم و النحاس و الصلب الكربونى و غيرهما ، وتتميز

هذه الطريقة بانتاجية عالية و بجودة عالية للوصلات الملحومة، واهم عيوبها فقد المعدن بالاحتراق .

ويجرى اللحام بالصهر المتقطع بلمس الاطراف الملحومة لمسا جيدا ثم اضعاف درجة التلامس و هكذا، ويسبب التعرض للكهرباء عند تسخين الاجزاء الى درجة معينة انصهار الاطراف، وعند الوصول الى الدرجة المطلوبة للانصهار تكبس الاطراف الملحومة بشدة و ينصح باستعمال اللحام بالصهر المتقطع فى الحالات التى لا تكفى فيها قدرة الماكينات على اللحام بالصهر . و تؤخذ قدرة ماكينات اللحام التناكبى بمعدل - 15 كيلوات لكل سم2 من مقطع الاجزاء الملحومة و تزداد القدرة عند لحام المصنوعات ذات الكونتزر المقفل الى الضعف. و يتراوح جهد تيار اللحام من 5 – 15 فولت .

و يكون ماكينات اللحام التناكبى حسب استعمالها يدويا او اوتوماتيكية، وللحصول على وصلة جيدة يجب ان تكون الاطراف الملحومة متساوية المساحة و متوازية، ويؤخذ طول الاطراف a، b البارزة من الماسكين (شكل 176) فى الحدود من 0.6 – 0.7 ق (d) لكل مرور، وعند تختلاف توصيل المعدنين الموصلين للكهرباء يؤخذ طول البروزللمعدن الاكثر توصيلا للكهرباء اكثر منه للمعدن الاقل توصيلا، وتؤخذ علاوة الانصهار و الكبس فى الحدود من 0.35 – 0.75 من طول الطرف البارز .

obeikandl.com

الباب السابع و العشرون
اللحام الغازى

obeikandl.com

obeikandl.com

تتلخص عملية اللحام الغازى فى صهر حروف الاجزاء الملحومة و المادة المرسبة المضافة بالحرارة الناتجة عن احتراق خليط غازى، و عند تجمد المعادن المنصهر تتكون درزة لحام متينة، وتتكون الحرارة اللازمة للحام باحتراق الغاز المشتعل – الاستيلين او الهيدروجين او الغاز الكبيعى او الكيروسين او غاز الاستصباح و غازات و غيرها فى تيار من الاكسجين .

و بجدول (23) خواص بعض الغازات المستعملة للحام، ومن اشكال اللحام الغازى بالضغط، قد حظى لحام الاكسى استيلين بانتشار واسع فى تكنيك اللحام .

جدول (23) الغازات المستعملة للحام

اسم الغاز	الرمز الكيميائى	الوزن النوعى بالنسبة للهواء	كمية الاكسجين اللازمة لاحتراق م3 من الغاز احتراقا تاما . م3	درجة حرارة اشتعال فى الاكسجين تقريبا، م°
الاستيلين	C2H2	0.8056	2.5	3150
الهيدروجين	H2	0.06952	0.5	3182
الميثان	CH4	0.056	2	2000

و يحصل على الاستيلين (C2H2) فى مولدات الغاز بالتفاعل بين الماء و كاربيد الكالسيوم (CaC3) و يجرى التفاعل حسب المعادلة :

$$CaC3 + 2H2O = Ca(OH) + C2H2$$

obeikandl.com

يصل متوسط حجم الاستيلين الناتج عن تفاعل 1 كجم من كاربيد الكالسيوم الى 270 لتر ماء، و يورد كاربيد الكالسيوم الى المستهلكين حسب نوع و انتاجية المولد المستعمل بدرجة مختلفة للحبيبة، وتتراوح مقاسات القطع الحبيبية من 2 – 80 مم فى المقطع .

و يفظ كاربيد الكالسيوم فى براميل من الصلب وزنها من 50 – 100 كجم، والاستلين الصناعى ذو رائحة مميزة يكتسبها من الشوائب الموجودة به مثل الهيدروجين و الامونيا و سليكات الهيدروجين وفوسفيد الهيدروجين .

و تسبب الشوائب المذكورة تآكل المعدات و تسئ الى جودة اللحام، وتزداد الشوائب الثلاثة الاولى بتمرير الاستلين خلال الماء، ويستعمل لازالة غاز فوسفيد الهيدروجين مادة خاصة (الهيراتول) .

أسباب انفجار الاستلين :

1) دون لهب خارجى تحت ضغط 2 ض.جـ تقريبا .

2) عند اختلاطه بالهواء و الاكسجين عند وجود شرارة .

3) عند تماسه لمدة طويلة مع النحاس و الفضة و يذوب الاستلين جيدا فى الاسيتون و تزداد هذه القابلية للذوبان مع ارتفاع الضغط و تستعمل هذه الخاصية من خواص الاستلين لحفظه فى انابيب .

1- مولدات الاستلين :

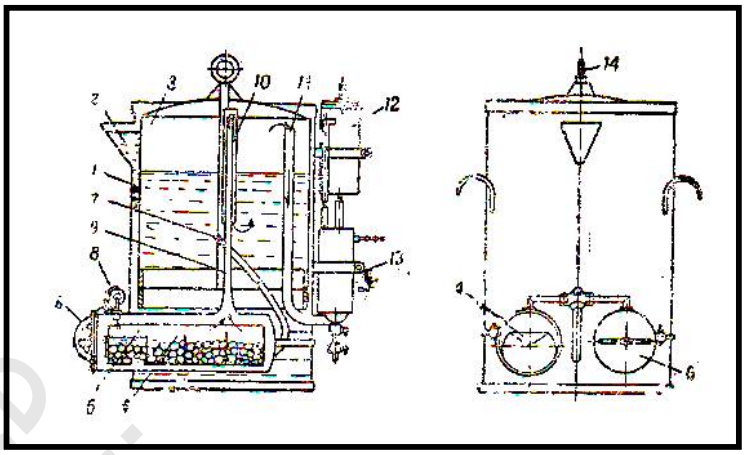
و هى عبارة عن اجهزة للحصول على الاستلين من كاربيد المالسيوم، وقد تكون المولدات ثابتة او نقالة، و المولدات النقالة ذا تابعاد صغيرة و تصل انتاجيتها الى 3000 لتر فى الساعة، ويستعمل اللحام ببورى و تصل انتاجية المولدات الثابتة الى 50000 لتر فى الساعة

obeikandl.com

والغرض من المولدات الثابتة هو تغذية ورش اللحام و تضع هذه المولدات فىاماكن خاصة و تزود بتركيبات لشحن الكاربيد و التغذية بالماء و تفريغ الرواسب اوتوماتيكيا ، ومولدات الاستلين اما منخفضة الضغط (حتى 500 مم من عمود الماء) او متوسط الضغط (500 – 5000 مم من عمود الماء) او عالية الضغط (5000 – 15000 مم من عمود الماء) و تنقسم المولدات حسب طريقة تفاعل الماء مع الكاربيد الى نوعين (الماء على الكاربيد – او الكاربيد على الماء) و بشكل (177) رسم تخطيطى لمولد نقالى للاستلين تعمل بمبدأ الماء على الكاربيد و يملأ جسم المولد 1 بالماء عن طريق القمع 2 و يحلق الناقوس 3 العائم فى الماء الضغط على الغاز بثقله، ويجرى شحن الكاربيد فى الخزان 4 المركب بالوعاء 5 المغلق اغلاقا محكما بواسطة الباب 6 و ينظم كمية الماء الداخل الى الوعاء خلال الماسورة 7 بواسطة المحبس 8 و يتصرف الاستلين المتكون بالوعاء خلال الماسورة 9 تحت الناقوس و خلال الغطاء 10 و يتجه خلال الماسورة 11 الى منظف الغاز 12 ثم الى الصمام المائى 13 .

و يسرى الاستلين من الصمام المائى الى الخرطوم المتصل ببورى اللحام و تتصل بالناقوس ماسورة الامان 14 و يقوم بتصريف الاستلين الى الجو عند امتلاء الناقوس بالاستلين اكثر من اللازم .

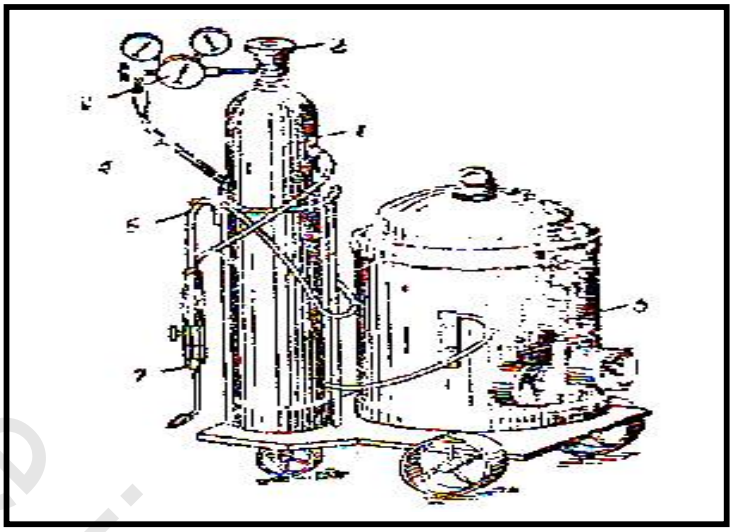
obeikandi.com



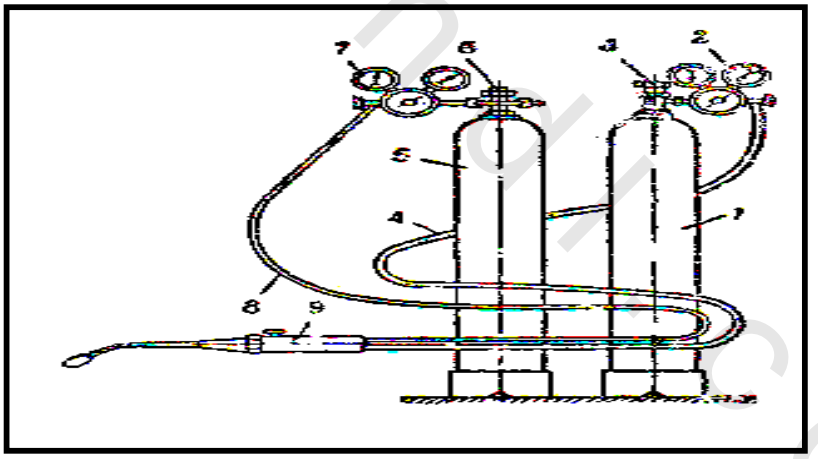
شكل رقم 177 ، رسم تخطيطى لمولد نقالى للاستيلين

و الصمام المائى ضرورى لتجنب انفجار الاستلين بالناقوس عند سريان الهب فى الاتجاه العكسى لحركة تيا الاستلين . و انتاجية المولد ذى التصميم المذكور نحو 1000 لتر/ الساعة ، ويعد من الاجهزة المنخفضة الضغط ، وتجرى تغذية الاستلين الى بوريات اللحام عادة من المولد مباشرة . وفى بعض الاحيان ينقل الاستلين الى مكان العمل فى انابيب و بشكل (178 و 179) بينا رسما تخطيطيا لتغذية اماكن اللحام .

obeikandi.com



شكل رقم 178 ، رسم تخطيطى لجهاز اللحام بالاكسجين و الاستلين :
1- انبوبة الاكسجين . 2- محبس الانبوبة . 3- مخفض للضغط .
4- خرطوم الاكسجين . 5- مولد الاستلين . 6- خرطوم الاستلين .
7- بورى اللحام .



شكل رقم 179 ، رسم تخطيطي لجهاز اللحام بتغذية الاكسجين والاستلين من انابيب :1 - انبوبة الاكسجين . 2- محبس انبوبة الاكسجين . 3- المخفض . 4- خرطوم الاكسجين . 5- انبوبة الاستلين . 6- محبس انبوبة الاستلين . 7- مخفض ضغط الاستلين .
8- خرطوم الاستلين . 9- بورى اللحام .

obeikandl.com

الاكسجين :

يحصل على الاكسجين للاغراض الصناعية من الهواء او بتحليل الماء كهربيا ، ويجب الا تقل نقاوة الاكسجين المستعمل للحام عن 99 ٪ ، و ينقل الاكسجين الى مكان اللحام فى الحالة الغازية (فى انابيب) او فى الحالة السائلة (فى خزانات الاكسجين) و يحول الاكسجين السائل الى غاز فى المحولات الغازية ، ويستعمل محول الاكسجين الحرارى لشحن الانابيب بالاكسجين الغازى بمحطات الشحن ، وتستعمل محولات الاكسجين الباردة بورش اللحام لتغذية اماكن اللحام مباشرة .

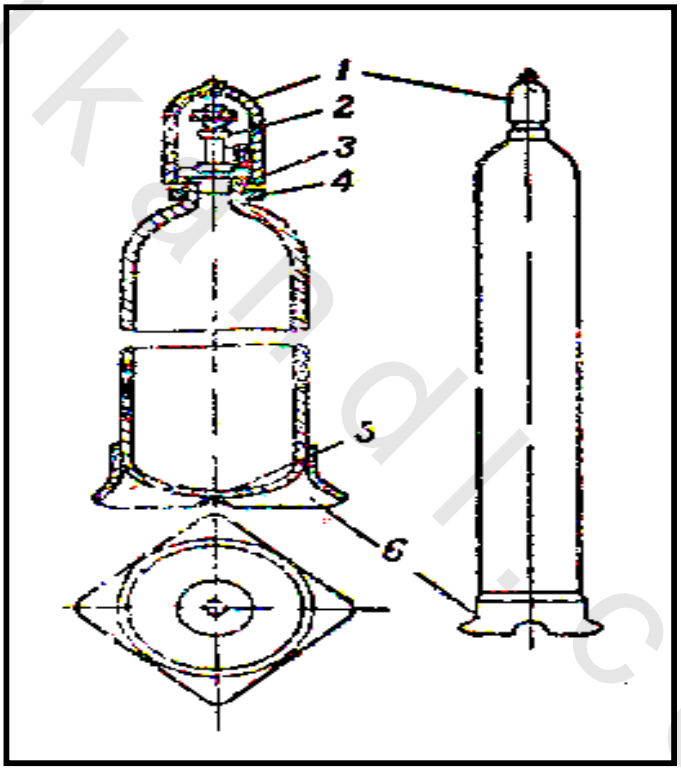
انابيب الغاز :

و هى عبارة عن اسطوانات مسحوبة من الصلب دون لحام ، تستعمل لحفظ و نقل الغازات المضغوطة ، وبشكل (180) انبوبة الاكسجين و بالجزء السفلى منها مثبتا للتسخين و للانمكاش قاعدة من الصلب ، و يتحول الجزء العلوى من الاسطوانة تدريجيا الى عنق عليه قلاووظان احدهما داخلى و الاخر خارجى ، ويركب على القلاووظ الخارجى (وهواسطوانى) غطاء الامان و على الداخلى (وهو مخروطى) محبس يستعمل لادخال و اخراج الغاز . و يجب قبل اللحام فك غطاء الامان و توصيل مخفض الضغط الى المحبس ، ويستعملمخفض الضغط لتخفيض الغاز عند مخرج الانبوبة و يغذى الغاز الخارج من المخفض بواسطة خرطوم من المطاط و الى بورى اللحام ، وتسع انبوبة الاكسجين ذات السعة المعتادة (40 لتر) حوالى 6000 لتر من الاكسجين عنط الضغط 150 ض.جـ و تطلى انابيب الاكسجين باللون الازرق الغامق .

obeikandl.com

انابيب الاستلين :

و تملأ من الداخل بمادة مسامية (كالفحم الخشبى و الطين المسامى و الاسبستوس و غيرها) و تشبع هذه المادة بالاسيتون الذى يذاب فيه الاستلين، و تحتوى انبوبة الاستلين المشحونة تحت ضغط 15 ض.جـ على 6000 لتر من الغاز . و يستعمل لاخراج الغاز محبس يتصل بالمخفض الذى يتوجه منه الغاز تحت الضغط العامل بواسطة الخرطوم الى البورى و تطلى باللون الابيض .



شكل رقم 180 ، انبوبة الاكسجين :

1- غطاء. 2- محبس. 3- عنق . 4- حلقة . 5- القاع . 6- القاعدة .

obeikandi.com

بورى اللحام :

عبارة عن جهاز لتكوين المخلوط الغازى للاحتراق و للحصول على لهب لحام مركز مستقر ، **وتنقسم بوارى اللحام حسب طريقة عملها الى نوعين :**

1) البوريات الحقنية او بوريات الضغط المنخفض .

2) البوريات غير الحقنية او البوريات ذات الضغط المتوسط و العالى و الاجزاء الرئيسية للبورى هى :

1) جسم او ساق البورى و به تركب النبل المستعملة لتوصيل الغازات و محابس التحكم فى كمية الغاز .

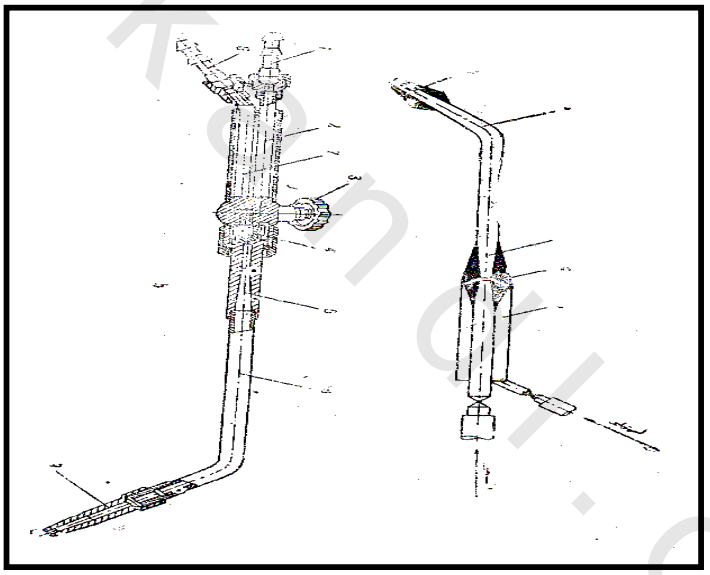
2) غرفة الخلط للحصول على المخلوط العامل .

3) فونية الخروج و يغذى الخليط العامل خلالها الى مكان اللحام .

وبشكل (181 ، a) بينا رسما تخطيطيا لتركيب بورى حقنى، ويمر اكسجين التغذية الى البورى تحت الضغط من 2 – 3.5 ض.جـ خلال محبس التحكم الى الحاقن و به قناة ضيقة، وعند خروج تيار الاكسجين من الحاقن تتسع نافورته، وتتجه بشرعة كبيرة الى غرفة الخلط و بها ينخفض الضغط بشدة نتيجة لاتساع النافورة، ويسبب الضغط المنخفض بغرفة الخلط امتصاص الاستلين الذى يغذى تحت ضغط منخفض فيمر خلال القناة الحلقية المتكونة بين ساق البورى و الحاقن الى غرفة الخلط حيث يكون مع الاكسجين خليط الاحتراق، ويندفع الخليط الناتج خلال فتحة الفونية فيكون اشتعاله لهب اللحام .

obeikandl.com

و بشكل (181 ، b) بينا رسما لبورى حقنى من الطراز CY-48 (بورى لحام عام) و يستعمل للحام المعادن التى يصل سمكها نمن 0.5 – 30 مم . و يزود البورى بمجموعة من الفونيات الاضافية القابلة للفك حتى يمكن اختيار الطاقة المطلوبة للهب اللحام، و فى بوريات الضغط العالى يغذى الغاز المشتعل و الاكسجين فى غرفة الخلط تحت ضغط عالى، ولزيادة انتاجية اللحام و تحسين جودته تستعمل بوريات اللحام الكثيرة الفونيات و تزيد بوارى اللحام الكثيرة الفونيات من سرعة اللحام بالمقارنة مع البوريات المعتادة بمقدار 20 – 50 ٪ فى حين تخفيض استهلاك الخليط الغازى بمقدار 15 – 20 ٪ . و تستعمل هذه البوريات للحام المصنوعات التى يزيد سمكها عن 4 مم .



شكل رقم 181 ، بورى لحام :

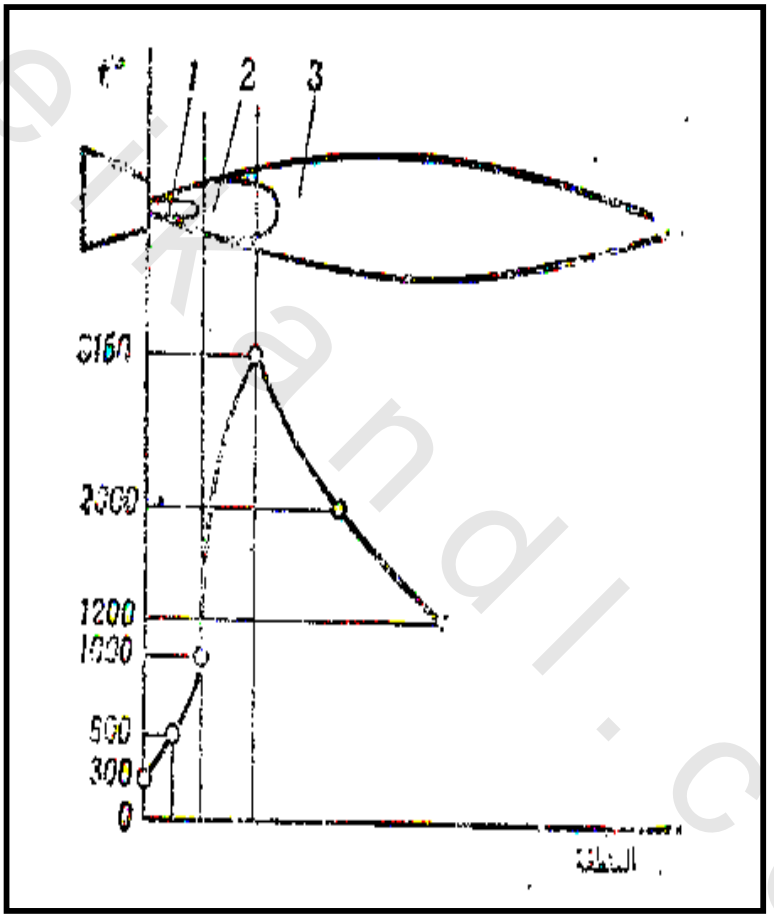
a- رسم تخطيطى لبورى اللحام الحقنى . 1- فونية . 2- ماسورة الفونية . 3- غرفةالخلط . 4- الحاقن . 5- قناة الاستلين .

b- بورى لحام من الطراز CY – 48 . 1- نبل الاكسجين . 2- ماسورة . 3- محبس الاكسجين . 4- الحاقن . 5- غرفة الخلط . 6- نبل الاستلين . 7- ماسورة الاستلين . 8- طرف. 9- فونية .

obeikandl.com

2- **لهب اللحام** :

تتكون عند اشعال الخليط الغازى شعلة من لهب اللحام، وقد يكون هذا اللهب معتادا او مؤكسدا او مكربنا حسب نسبة الاكسجين الى الاستلين به، و بشكل (182) رسم تخطيطى لبنية لهب اللحام المعتاد و يتركب من ثلاث مناطق :



شكل رقم 182 ، رسم تخطيطى للهب اللحام :

1- النواة. 2- المنطقة المختزلة . 3- المنطقة المؤكسدة .

obeikandl.com

النواة و المنطقة المختزلة و المنطقة المؤكسدة، و منطقة النواة عبارة خليط من الجزيئات المتوهجة للاستلين و الاكسجين تتميز بوهج ابيض خاطف، و تحيط المنطقة المختزلة بالنواة على شكل هالة مزوقة اللون، وبهذه المنطقة على بعد 3 – 5 مم من المركز تتولد اقصى درجة باللهب و تستعمل لصهر المعدن، ويسمى اللهب المحيط بالمتطقتين الداخليتين باللهب المؤكسد .

و لونه اصفر مائل الى الحمرة، ويتكون اللهب المعتاد عندما تكون نسبة $O2 / C2H2 = 1 : 1.2$، تستطيل النواة و يفقد اللهب شكله الحاد و يسمى مثل هذا اللهب مكربنا، ويستعمل للحام السبائك الصلدة للصلب ذى نسبة الكربون المرتفعة و الزهر، وعندما تكون النسبة $O2 / C2H2 < 1.2$ يتميز اللهب بقصره وحدة طرف النواة، التى تكاد تختفى و يصبح اللهب مزرق اللون و يشنعل بصوت عالى، ويسمى مثل هذا اللهب مؤكسدا، ويستعمل اللهب المؤكسد للحام النحاس الاصفر، ويجب فى البورى ان تكون سرعة خروج الخليط المشتعل منه اكبر من سرعة اللهب به، اذ ان عدم تحقق هذا الشرط يؤدى الى سريا اللهب الى الوراء فى البورى .

المادة المرسبة :

المضافة الى حمام اللحام، وتختلط بعد انصهارها بالمعدن المنصهر الاصلى و تساعد بملأها للفراغ بين الحروف الملحومة على تقوية اللحام، وتورد المادة المرسبة على شكل سلك او قضيب مختلفة القطر . ويستعمل للحام الصلب سلك كربونى، ويجب ان يكون سطح سلك اللحام نظيفا و ان ينصهر بهدوء دون تناثر او تكون فقاقيع، و يستعمل عند لحام المعادن و السابئك غير الديدية سلك ترسب من مادة يقارب تركيبها الكيميائى تركيب المادة الملحومة .

obeikandl.com

3- **تكنولوجيا اللحام الغازى** :

للحصول على لحام جيد يجب اختيار الطاقة المناسبة للبورى و ضبط لهب اللحام ضبطا صحيحا و اختيار الطريقة المناسبة لتحريك البورى على خط اللحام و الزاوية الصحيحة لميله و اختيار المادة المرسبة بما يتناسب مع سمك المصنوعات الملحومة، ويؤخذ قطر سلك الترسيب عادة اكثر بقليل من نصف سمك المادة الملحومة.

ويمكن عند لحام المصنوعات من الصلب ذى السمك المختلف الاسترشاد بالمعلومات المبينة بجدول 24 .

جدول (24) نظام اللحام الغازى للصلب

رقم الفونية	سمك الصلب الملحومة، مم	استهلاك الاستلين لتر/ الساعة	استهلاك الاكسجين لتر / الساعة
00	0.5 – 0.2	50	55
0	1.0 – 0.5	85	85
1	2 – 1	150	165
2	4 – 2	300	330
3	6 – 4	500	550
4	9 – 6	850	815
5	14 - 9	1300	1300
6	20 – 14	1900	1850
7	30 - 20	2500	2750

و تؤخذ زاوية ميل البورى من 20 – 90 °، وكلما زاد سمك المادة الملحومة كاما وجب زسادة ميل البورى، ويقرب سلك الترسيب عادة بزاوية من 30 – 40 ° و تستعمل عند اللحام الغازى طريقتان لتحريك البورى .

الطريقة اليسارية و الطريقة اليمينية، وبالطريقة اليسارية يحرك اللهب من اليمين الى اليسار و يحرك سلك الترسيب امام اللهب

obeikandi.com

(شكل 183 ، a) و تستعمل الطريقة اليسارية عند لحام الاجزاء ذات المقطع الصغير . و بالطريقة اليمينية للحام يحرك اللهب من اليسار الى اليمين و يحرك سلك الترسيب خلف اللهب و يجرى لحام الاجزاء التى يزيد سمكها عن 5 مم بالطريقة اليمينية للحام (شكل 183 ، b) ويمتاز اللحام اليمينى بزيادة سرعة اللحام بالمقارنة مع اللحام اليسارى بـ 18 ٪ و تقليل استهلاك الاستلين و الاكسجين بـ 15 ٪ و ترفع الخواص الميكانيكية للحام و بتقليل الاعوجاج و بامكان لحام الواح يصل سمكها الى 6 مم دون شطف و مع ان اللحام الغازى يمكن ان يستعمل للحصول على نفس الوصلات التى تلحم بلحام القوس فانه يستعمل فى الوصلات التناكبية (قورة على قورة) و الجانبية، ويجب عند لحام الاجزاء الكبيرة السمك بالغاز تسخن الاجزاء الملحومة قبل اللحام .

لحام الصلب :

يمكن لحام جميع انواع الصلب ذات نسبة الكربون المنخفضة و القليل السبيكية جيدا و للحام الغازى، ويجرى اللحام باللهب المعتاد مع استعمال بورى بالطاقة المناسبة، ويجب اثناء عملية اللحام مراعاة عدم حدوث تجاوز التسخين مما يسبب انخفاض المقاومة الميكانيكية لدرزة اللحام . وعند لحام انواع الصلب العالية السبيكية (كالصلب الغير قابل للصدأ و المقاوم للحرارة و غيرهما) يجرى اللحام بسرعة و بدون توقف لتلاقى حدوث اعوجاج .

لحام الزهر :

و يجرى مع تسخين المادة قبل اللحام اى درجة 700 °، ويمكن ان يكون التسخين كاملا و موضعيا، ويجب ان يكون لهب اللحام مكربنا قليلا، وتستعمل الاقطاب من الزهر او السائك النحاسية . و فى الحالة الاخيرة لا يتطلب التسخين و يجرى اللحام م استعمال فلكس، ويجب بعد اللحام تبريد المصنوعة ببطء .

obeikandi.com

لحام النحاس و سبائكه :

و يجرى ببوارى عالية الطاقة ، و يجب عند لحام النحاس و البرونز ان يكون لهب اللحام معتادا و عند لحام النحاس الاصفر ان يكون مؤكسدا قليلا . و تؤخذ زاوية ميل البورى نحو 90 °، ويستعمل خليط من البورق و كلوريد الصوديوم و حامض البوريك كفلكس، وتصنع الاقطاب من نفس مادة الاجزاء الملحومة .

لحام الالومنيوم و الكاغنسيوم و سبائكهما :

و يجرى ببورى عالى الطاقة نظرا لجودة توصيل هذه المعادن للحرارة و ترسب عادة المادة الاصلية نفسها و يجب ان يكون لهب اللحام مختزلا ، ويحرك البورى بزاوية 30 – 45 °، و يستعمل مركب من كلوريد و فلوريد البوتاسيوم و الليثيوم كفلكس . ويجب بعد اللحام ازالة بواقى الفلكس و الخبث بعناية .

لحام الكبس الغازى :

و يجرى بتسخين حروف الاجزاء الملحومة حتى الحالة العجينية او حتى الانصهار، وفى اللحام فى الحالة العجينية تسخن حروف المصنوعات الى درجة 1250 ° بلهبالاكسى استلين ثم نضغط، فيؤدى ذلك الى تكون الوصلة الملحومة .

وهذه الطريقة للحام منتشرة جدا . و فى اللحام بالضهر تسخن حروف الاجزاء حتى الحالة السائلة و بعد ذلك توضل الاجزاء معا بالضغط . و اهم ميزة للحام الكبس الغازى بالاضافة الى بساطة معداته هى امكانية توصيل كل المعادن المستعملة عمليا ، وقد أدت الانتاجية العالية للحام الكبس الغازى الى استعماله الواسع النطاق لتوصيل جميع

obeikandl.com

خطوط مواسير الغاز و البترول و المحاور و السلاسل و الألآت و مختلف الاجزاء بالصناعات الميكانيكية العامة .

4- **اللحام الثرميتى** :

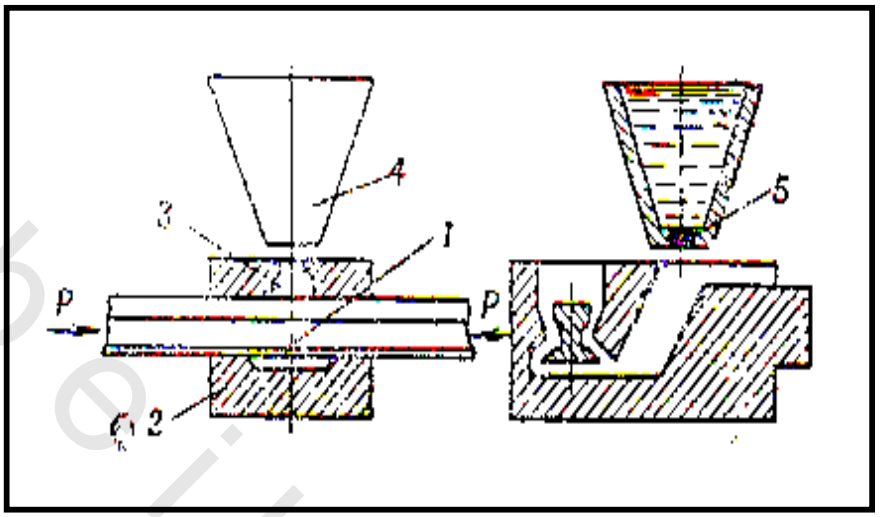
يستعمل اللحام الثرميتى لتوصيل القضبان و المواسير و لاصلاح الاجزاء الضخمة . و الثرميت عبارة عن خليط من مسحوق الالومنيوم و اكاسيد الحديد ، ويجرى احتراق الثرمبتا حسب التفاعل الاتى :

$$Fe_2O_3 + 2Al = Al_2O_3 + 2Fe + 185000\ cal$$

و قد تصل درجة الحرارة الناتجة عند الاحتراق الى 3000 ^{o} .

وبشكل (184) رسم تخطيطى للحام الثرميتى للقضبان، وتنظف الاطراف الموصلة بعناية من القذارة و الصدأ و توضع فى ركاب مكبس الضغط بحيث تتقابل اطرافها . وبعد ذلك يهذب الطرفان 1 و تركب عليها الروازق 2 المملوءة برمل المسبك . وتربط الروازق بقامطات و توضع باعلاها فوق فتحة نظام الصب 3 بودقة 4 بقاعها سدادة 5 . و يشعل الثرميت المصبوب فى البودقة . وبعد احتراق الثرميت تخرج السدادة 5 فيملأ الحديد المنصهر القالب . و يمنع التهذيب للاطراف تخلل المعدن المنصهر الى سطح اللحام فيسخن المعدن بحروف القضبان حتى الانصهار، وبعد ذلك تضغط القضبان باستعمال مكبس الضغط فتتكون فى مكان تقابلها وصلة ملحومة متينة . و عندما يبرد المعدن الى درجة 400 ^{o} ينزع القالب و يشذب مكان اللحام .

obeikandl.com



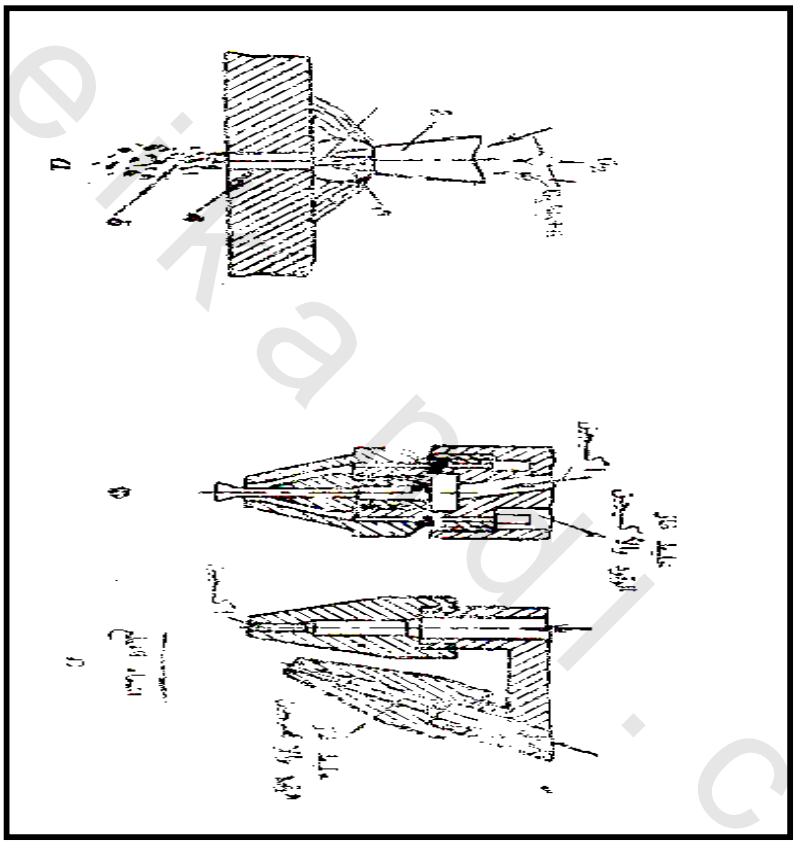
شكل رقم 184 ، رسم تخطيطى للحام الثرميتى

5- **القطع الغازى** :

يقوم القطع الغازى على استغلال قدرة المعدن المسخن على الاحتراق فى جو من الاكسيجن، ويمكن قطع المعادن التى تقل فيها درجة الاحتراق عن درجة الانصهار كالحديد و الصلب الكربونى المحتوى على كربون بنسبة حتى 0.7 ٪ و الصلب المنخفض السبيكية و بعض انواع الصلب العالى السبيكية فقط. و لايمكن قطع الزهر و المعادن غير الحديدية و سبائكها اذ ان درجة انصهارها اقل من درجة احتراقها ، ولان الخبث المتكون طثيف و لا يزال بالنفخ .

و هناك طريقتان للقطع : القطع الفصلى ة القطع السطحى . القطع الفصلى (شكل 185 ، a) يسخن مكان القطع بلهب غازى حتى درجة احتراق الصلب ثم يشعل الجزء المسخن بتيار اضافى من الاكسجين النقى مع نفخ الاكاسيد المتكونة . و عند القطع تسخن

الطبقات السفلى بواسطة الحرارة الناتجة عن احتراق الحديد و لا تسخن بلهب القاطع الا جزئيا ، و يستعمل كوقود للتسخين عند القطع الغازى الاستلين و الهيدروجين و بخار البنزين و الكيروسين و الغاز الطبيعى . ويجرى القطع بقاطع خاص يختلف عن بورى اللحام المعتاد بوجود قناة خاصة لمرور تيار الاكسجين القاطع .



شكل رقم 185 ، القطع بالغاز :

a- رسم تخطيطى للقطع بالغاز : 1- الاكسجين القاطع . 2- فونية .

3- الخليط المشتعل . 4- المعجن المقطوع . 5- نواتج الاحتراق .

b- قاطع ذو فونية مركزية . c- قاطع بوضع الفونيات على التوالى .

obeikandi.com

و قد يكون وضع فوميات القاطع متمركزا (شكل185، b) او على التوالى شكل (185، c) و يسمح تصميم القواطع من النوع الاول بالقطع فى جميع الجهات و عيبه هو الاستهلاك الكبير للخليط الغازى المحترق، وقواطع النوع الثانى اكثر اقتصادا بكثير، ولكنها لا تسمح بالقطع الا فى اتجاه واحد .

و يجرى القطع بالاكسى استلين بالطريقة الاتية : بعد ضبط الضغط المطلوب للاكسجيم بواسطة المخفض يفتح محبس الاستلين بالقاطع الى نهايته ثم يشعل اللهب و يضبط بفتح محبس الاكسجين المعد لقطع المعدن . و يبدأ قطع الاجزاء من حروفها ثم يحرك القاطع على الخط المشنكر، وتؤخذ المسافة بين المادة و نهاية الفونية من 3 – 6 مم، ويمكن ان يكون القاطع الغازى يدويا او بالماكينات، وقد حظت الماكينات النصف اوتوماتيكية و الاوتوماتيكية للقطع الغازى بانتشار واسع فى الصناعة . و فى الماتكنيات النصف اوتوماتيكية تكون حركة القاطع فى مستوى بواسطة تركيبة ميكانيكية و يوجه القاطع باليد او باستعمال طبعة . و فى الماكينات الاوتوماتيكية يكون تحريك القاطع و توجيهه اوتوماتيكيا ، ويحقق القطع الميكانيكى جودة عالية للقطع و انتاجية عالية، ويمكن عند القطع باستعمال الطبعة ان يحل القطع الميكانيكى محل الكبس و التفريغ و التشغيل على المكاشط و غيرها من العمليات .

القطع السطحى :

و هو عبارة عن احد اشكال التشغيل باللهب الغازى للمعادن، ويستعمل لاصلاح عيوب صبب الصلب و لازالة المعدن الزائد بدلا من تشغيل الاجزاء على المكاشط و حجر الجلخ و غير ذلك، وللقطع

obeikandl.com

السطحى توضع فونية القاطع بزاوية 30 º على السطح المشغل فيحرق الطبقة المطلوب ازالتها من المعدن، ويمتاز السطح الناتج للقطع بملامسة كافية .

القطع بالقوس :

و يستعمل لقطع الخردة و لازالة المصبات و المساعد بالمسبوكات و لقطع الزهر و سبائك المعادن غير الحديدية . و تتلخص العملية فى صهر المعدن فى مكان القطع بحرارة القوس الكهربائى .

و يجرى القطع فى وضع رأسى او مائل لتسهيل انياب المعدن المنصهر و يستعمل لقطع المواد التى لا يزيد سمكها عن 20 مم التيار المتغير و الاقطاب المعدنية . و يجرى القطع بالتيار المستمر باستعمال اقطاب من الكربون او الجرافيت، وعيب القطع بالقوس الكهربائى هو عدم استواء حروف القطع و كبر عرضه و تكون خيوط من المعدن المنساب على الجزء .

6- **طرق ضبط الوصلات الملحومة** :

يجرى ضبط الوصلات الملحومة بطرق مختلفة حسب الغرض من الجزء و ظروف عمله و خواص الوصلة الملحومة و عدد الاسباب الاخرى . و من اكثر طرق الضبط استعمالا :

1) المعاينة الخارجية . 2) الطريقة المغناطيسية . 3) الكشف بأشعة اكس و جاما. 4) الاختبارات المتالوجرافية . 5) الاختبارات الميكانيكية و غيرها .

و يمكن بالمعاينة الخارجية اكتشاف العيوب السطحية و ضبط شكل و مقاسات درزة اللحام و كثافة الوصلة المحومة، ومن

obeikandi.com

العيوب السطحية للحام عدم التحام الاجزاء تماما ، ازالة جزء من المادة الملحومة ، احتراق المعدن و المسامية و غيرها من العيوب الواضحة للعين المجردة . و يمكن اكتشاف الشقوق الصغيرة عند المعاينة الخارجية باستعمال عدسة تكبيرها 8 – 10 مرات .

و تراجع مقاسات درزة اللحام و شكلها بواسطة طبعات خاصة عبارة من لوحات من الصلب بها قطع بالشكل الصحيح لدرزة اللحام . و تكتشف كثافة اللحام بتجربته بالكيروسين و لهذا الغرض يطلى اللحام من الخارج بطلاء طباشيرى و يبلل من الداخل بالكيروسين ، وعند وجود مسام باللحام مهما كانت صغيرة يتخلله الكيروسين و يظهر من الخارج مكونا بقعة غامضة على سطح الطلاء الناصع .

و تسمح الطريقة المغناطيسية لضبط اللحام باكتشاف الشقوق و احتواءات الخبث و الفجوات و غيرها بالوصلة الملحومة . ويسمح الكشف بأشعة اكس و اشعة جاما يتحديد وجود الفقاقيع الغازية و طبقات الاكسيدية و شقوق عدم الالتحام و غيرها بالوصلة الملحومة .

وتجرى الاختبارات الميكانيكية على عينات من الالواح الملحومة خصيصا لذلك او من المصنوعة بنفسها .

و تجهز العينات لاختبارها بالشد و الصدمات و الثنى ، وغير ذلك و تؤخذ لكل نوع من انواع الاختبار عادة ثلاث عينات على الاقل .

و تجرى الاختبارات الميتلوجرافية بالتحليل الميكروسكوبى والماكروسكوبى ، وتقطع العينات المأخوذة للتجليخ فى مستوى مقطع اللحام العرضى ، وتجهز العينات بالطريقة المعتادة ، ويحدد التحليل الماكروسكوبى عمق الالتحام الانعزال و الفجوات و المسام و غيرها من العيوب ، و يحدد التحليل الميكروسكوبى بنية اللحام و الطبقات المجاورة له و افراز الكاربيدات و تجاور التسخين و غير ذلك .

obeikandi.com

الباب الثامن والعشرون
اللحام بالقصدير والمونة

obeikandl.com

obeikandl.com

اللحام بالقصدير او المونة هو عملية لحام الاجزاء المعدنية بادخال سبيكة منصهرة بينها و هذه السبيكة قد تكون سبيكة من القصدير و الرصاص او سبيكة نحاسية تسمى بالمونة و خلافا للحام بالصهر لا ينصهر المعدن الاصلى عند اللحام بالقصدير، ويجب انتكون درجة انصهار سبيكة اللحام اقل من درجة انصهار المعدن الملحوم و بالاضافة الى ذلك يجب ان تكون هذه السبيكة قادرة على اذابة سطحه و السريان عليه . و تتوقف متانة اللحام على درجة الانتشار المتبادل للمعدن الاصلى و سبيكى اللحام، والشرط الاساسى للحصول على لحام متين هو نظافة السطوح الملحومة . و لهذا الغرض ينظف سطح الجزء الملحوم اولا ميكانيكيا ثم ينظف كيمائيا باستعمال الفلكس، ويتوقف اختيار الفلكس على نوع سبيكى اللحام و المعدن الاصلى، ويمكن استعمال اللحام بالقصدير او المونة لجميع انواع الصلب الكربونى و السبيكى و للحام المعادن غير الحديدية و سبائكها و كذلك للحام المعادن المختلفة .

و يمتاز اللحام بالقصدير و المونة على اللحام الكهربائى و الغازى برخص العملية و بساطتها و امكان ابقاء التركيب الكيميائى و بنية الجزء و خواصه الميكانيكية ثابتة دون تغيير، و ينقسم اللحام بهذه الطريقة حسب درجة انصهار سبيكة اللحام و متانتها الى مجموعتين : 1) اللحام بالقصدير . 2) و اللحام بالمونة .

1- **لحام القصدير** :

و سبائك اللحام به عبارة عن سبيكة من القصدير و الرصاص و تمتاز هذه السبائك بانخفاض درجة انصهارها (حتى 350 ^{o}) وبسيولة جيدة و بقدرتها على السريان على سطح المعدن، و تحقق سبائك

القصدير مقاومة اللحام فى الحدود من3 – 10 كجم/ مم2، وبجدول (25)، اوردنا ماركات اكثر سبائك القصدير استعمالا للحام .

و ينظف سطح الجزء قبل اللحام من الدهون و الاكاسيد و الصدأ و البوية بالمبرد او بورق الصنفرة ثم ينظف كيميائيا ، ويستعل لهذا الغرض الفلكس . و يستعمل كلوريد الخارصين عادة كفلكس و يستعمل للحام النحاس و سبائكه القلفونية كفلكس و يستعمل للحام الخارصين و المصنوعات المجلفنة به محلول مائى بنسبة 10 ٪ لحامض الايدروكلوريك . وقبل لحام الاجزاء المنظفة ميكانيكيا و كيميائيا يجب ربطها بحيث لا تتحرك اثناء اللحم . و يمكن اجراء اللحام باستعمال مكواة اللحام او ابور اللحام او بغمر المصنوعة فى سبيكة اللحام المنصهرة و غير ذلك . و نصتع مكواة اللحام البسيطة من النحاس الاحمر على شكل خابور و تثبت على ساق من الحديد ذات يد خشبية ، وتتراوح وزنها من 100 – 1000 جم . وتعامل المكواة اولا بالقصدير لتحسين التصاق السبيكة بها . و تسخن المكواة لهذا الغرض ثم يسمح سطحها العامل بقطعة من ملح النشادر توضع فى تجويفها قطع من القصدير و تصب بضع قطرات من كلوريد الخارصين، وتنظف المكواة بواسطة ملح النشادر من اكاسيد النحاس التى تظهر على سطحها عند التسخين .

obeikandi.com

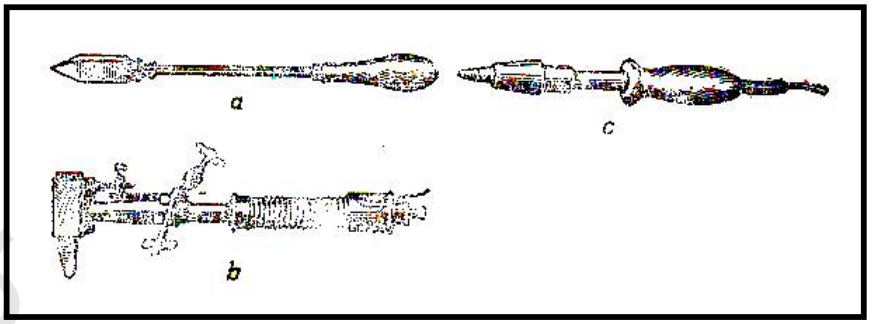
جدول (25)

تركيب و خواص واستعمال سبائك القصدير و الرصاص للحام

ماركة السبيكة	التركيب ٪			درجة الانصهار°م	امثلة الاستعمال
	قصدير	انتيمون	رصاص		
ЛОС-90	90 – 80	0.5 – 0.1	الباقى	222	للحام الداخلى للحلل المنزلية و الاجهزة الطبية
ЛОС-40	40 – 39	2 – 1.5	الباقى	235	للحام المصنوعات الحديدية و النحاسية
ЛОС-30	30 – 29	2 – 1.5	الباقى	256	لحام اجهزة و معدات الراديو و الصاج و غيرها
ЛОС-18	18 – 17	2.5 – 2	الباقى	277	لحام المصنوعات الاستهلاكية و الصفيح المطلى بالقصدير

و هناك مكوات غازية و كهربائية (شكل 186) و توضع المكواة المسخنة على مكان اللحام المجهز و فى نفس الوقت يقرب قضيب سبيكة اللحام بحيث يلمس المكواة، وتبدأ السبيكة فى الانصهار و فى السريان فى مكان اللحام، وبعد ذلك تسوى السبيكة الزائدة بالمكواة ز كثيرا ما يؤخذ القصدير اولا على الجزء العامل للمكواة ثم يوضع على مكان اللحام، ويجب عند اللحام بالقصدير ان نذكر ان الحصول على لحام جيد يتطلب تسخين مكان اللحام قبل اللحام .

obeikandl.com



شكل رقم 186 ، انواع مكاوى اللحام :

a- مكواة معتادة . b- مكواة غازية . c- مكواة كهربائية .

2- **لحام المونة** :

يعطى لحام المونة وصلات امتن و يستعمل للحام الصلب و الزهر و النحاس و البرونز و غيرها . وقد اوردنا فى جدول (26) ماركات و خواص انواع المونة. و تستعمل المونة على شكل قضبان و اشرطة حبيبات و ينصح للحام الاجزاء المصنوعة من الصلب باستعمال المونة التى لا تحتوى على كثير من الزنك، ويجب للحام سبائك النحاس ان تكون نسبة الزنك بالمونة عالية .

جدول (26) انواع المونة

ماركة المونة	النحاس	الزنك	الفضة	درجة الانصهار °م	اسم المونة
ЛМЦ-36	34- 38	الباقى	-	833	نحاسية زنكية
ЛМЦ-48	46- 50	الباقى	-	850	نحاسية زنكية
ЛМЦ-54	52- 56	الباقى	-	870	نحاسية زنكية
ЛМЦ-12	36	52	12	785	فضية
ЛМЦ-25	40	35	25	765	فضية
ЛМЦ-45	30	25	45	720	فضية

obeikandl.com

و انواع المونة الفضية ذات سيولة جيدة و مقاومة عالية للصدأ ، وتعطى هذه الانواع وصلات متينة تتحمل الصدمات الكبيرة و الاحمال الاهتزازية . وعند اللحام بالمونة تنظف السطوح الموصلة بعناية و تثبت فى تجهيزات بحيث يترك بينها خلوص لا يزيد عن 0.25 مم، وبعد ذلك يوضع على مكان اللحام الفلكس و المونة . وعند التسخين تبدأ المونة فى الانصهار و فى الانتشار و فى المعدن الاصلى مكونة وصلة متينة بعد التبريد . ويستعمل كفلكس البورق و حامض البوريك و مخلوطات منها . و يستعمل كفلكس عند لحام الالومنيوم و سبائكه محلول كحولى لخليط من 90 ٪ من كلوريد الزنك و 2 ٪ من فلوريد الزنك و 2٪ من فلوريد الصوديوم و 8 ٪ من كلوريد الالومنيوم بنسبة 30 ٪ ، ويستعمل كمصدر للحرارة للتسخين الموضعى عند اللحام بالمونة و ابور اللحام او بورى اللحام الغازى او الاجهزة العالية التردد ، ويمتاز اللحام مع التسخين بالتيار العالى التردد بانتاجية عالية و نظافة و متانة اللحام و امكان اتمتة العملية بسهولة عند اللزوم . و يستعمل بالانتاج بالمجموعات و الانتاج بالجملة على نطاق واسع لحام الاجزاء الصغيرة فى الافران، وتستعمل لهذا الغرض افران كهربائية ذات جو غازى واق (من الهيدروجين و النشادر المتحلل و غيرهما) . و تجهز الاجزاء المعدة للحام بمطابقة مقاساتها بالبرادة ثم تجميعها ، ويترك فى اماكن اللحام خلوص لا يزيد عن 0.1 مم و يوضع على كونتور اللحام المستقبل سلك او شريط من النحاس، وتوضع الاجزاء المجهزة بهذه الطريقة على صوانى تدخل فى الفرن المسخن الى درجة 1150 – 1200 °، ويتوقف زمن ابقاء الاجزاء بالفرن على سمك المادة و يكون عادة من 10 – 25 دقيقة .

obeikandi.com

و تساعد درجة الحرارة العالية على انصهار النحاس الذى يسرى داخل الخلوص و ينتشر فى حروف المصنوعة مكونا لحاما متينا ، وبعد انتهاء العملية تبرد الاجزاء الى درجة 250 º فى غرفة للتبريد ذات جو واق ثم تخرج من الفرن و تبرد فى الهواء ، وعند اجراء اللحام فى الافران ذات الحمامات الملحية تقى الاملاح المنصهرة المعدن من التأكسد مما يسمح بعدم استخدام الفلكس .

obeikandl.com