جمهورية مصر العربية
وزارة التجارة والصناعة
مصلحة الكفاية الانتاجية والتدريب المهنى

تكنولوجيا اللحام والمقاييس

الصف الثالث

نظام التلمذة الصناعية

تأليف
مهندس / محمود خضر

مراجعة
مهندس / مدحت أبو الحسن

الفهرس

الباب	الفصل	الموضـــــــــــــــــوع	رقم الصفحة
الأول	١	ميتالورجيا اللحام :	
		- تعريف بكلمة ميتالورجيا اللحام .	٧ – ١٠
		- لحامات المعادن الحديدية (صلب كربوني – سبائكي)	١١ – ٢١
		- لحامات الحديد الزهر بالقوس الكهربائي ولهب الغازات	٢١ – ٢٦
		- الخواص الهامة لبعض المعادن وقابليتها للحام	٢٦ – ٢٨
		- لحامات المعادن الغير حديدية (النحاس – الألومنيوم)	٢٩ – ٣٢
	٢	العوامل التي تؤثر على جودة اللحام :	
		- إعداد حواف الوصلة قبل البدء في الحام	٣٢
		- نوع وشدة التيار المستخدمة في اللحام	٣٢ – ٣٦
		- القطبية المستعملة أثناء اللحام	٣٦ – ٣٧
		- مقدار طول القوس الكهربي أثناء اللحام	٣٧ – ٣٨
		- مقدار سرعة سير الاكترود أثناء اللحام	٣٨ – ٣٩
		- نوع معدن الاكترود المستخدم ونوع الغلاف الكاسي له	٣٩ – ٤٠
		- ما يجب مراعاته عند اللحام في مستوى النظر	٤٠
		- هبة (أنحراف) القوس الكهربائي	٤١
		- زوايا ميل الاكترود على خط اللحام	٤١ – ٤٢
		- حركة أرجحة الاكترود على خط اللحام	٤٢
		- خبرة ومهارة الفني المشتغل في اللحام	٤٣ – ٤٤
		- الحالة الصحية والنفسية للفني أثناء اللحام	٤٤
	٣	صناعة أسياخ اللحام بالقوس الكهربائي المغلفة :	
		- كيفية إعداد الأسياخ قبل التغليف	٤٦
		- كيفية إعداد مكونات الغلاف الخارجي وطرق خلطها	٤٦
		- طريقة تغليف الأسياخ (بالغمس / البثق)	٤٧
		- طريقة تجفيف الغلاف الخارجي وتعبئة الاكترودات	٤٧ – ٤٨
		- المقاسات الدولية للاكترودات اللحام المغلفة	٤٨
		- العيوب المختلفة لاكترودات اللحام	٤٩
		- طرق تخزين الكترودات اللحام	٥٠
	٤	خواص وتفاصيل الأغلفة الكاسية لاكترود اللحام :	
		- الغلاف السليولوزي – الروتيلي	٥٢ – ٥٣
		- الغلاف القاعدي – الحامضي	٥٣ – ٥٤
	٥	توصيف أسياخ اللحام محليا ودوليا :	
		- توصيف الأسياخ محليا .	٥٦ – ٥٩
		- توصيف الأسياخ دوليا .	٥٩ – ٧٠

الفهرس

الباب	الفصل	الموضـــــــــــــــــوع	رقم الصفحة
الأول	٦	اختبارات التفتيش على جودة شريط اللحام :	
		- اختبارات غير اتلافية .	٧٢ – ٧٩
		- اختبارات اتلافية .	٨٠ – ٨٤
	٧	الرموز والمصطلحات الفنية في اللحام :	
		- المصطلحات الفنية في اللحام والتعريف التكنولوجي لها .	٨٦ – ٨٨
		- الرموز الأساسية والرسومات المتفق عليها دوليا في اللحام .	٨٩ – ٩٤
	٨	تصميمات أعصاب الدعم والتقوية لوصلات اللحام :	
		- بعض أشكال أعصاب الدعم للوصلات التي تتعرض للحركة .	٩٦ – ٩٧
		- بعض تصميمات لحواف المنصات والعتبات وحوامل الأشياء .	٩٨ – ١٠١
		- بعض تصميمات حوامل الكراسي (الكابولي)	١٠٢–١٠٤
		- بعض تصميمات لطرق ربط الآلات والمعدات	١٠٤–١٠٥
	٩	حساب الاجهادات المؤثرة على وصلات اللحام :	
		- متانة اللحامات .	١٠٧
		- المتانة القصوى .	١٠٧
		- إجهادات التشغيل .	١٠٨
		- الأحمال الإستاتيكية والديناميكية .	١٠٨–١١١
		- الرموز المستعملة في حسابات الإجهادات .	١١٢
		- بعض أشكال التصميمات وحسابات جهدها .	١١٣–١١٦
	١٠	كروت الصيانة الدورية لمعدات اللحام :	
		- تعريف الصيانة بصفة عامة .	١١٨
		- الصيانة الدورية – الصيانة الوقائية – الصيانة العلاجية	١١٨–١٢٠
		- مستندات الصيانة	١٢٠
		- كارت الصيانة	١٢٠
		- كارت الأعطال	١٢٠
		- كارت قطع الغيار	١٢٠
		- مستندات الاختبار	١٢١
		- الصيانة الشاملة	١٣٥–١٣٦
		- الصيانة الوقائية	١٣٧–١٣٨
		- تمرين على القدرة لعمل خطة صيانة	١٣٩

الفهرس

الباب	الفصل	الموضـــــــــــــــــوع	رقم الصفحة
الأول	١١	القطاعات المعدنية الهامة شائعة الاستخدام : - القطاعات (خوصة – زاوية متساوية – حـــرف Z – T – I – Y) - أشكال المجسمات الهندسية الهامة - جداول أشكال وأوزان القطاعات المعدنية	١٤١ ١٤١ ١٤٨-١٥١
	١٢	تخطيط المصانع ومناولة المواد : - تخطيط الورش النوعية - تخطيط الورش بنظام الإنتاج - تخطيط بنظام العمل خارج المصنع	١٥٣-١٥٤ ١٥٥ ١٥٥
	١٣	المواصفات الفنية والأمنية لورشة اللحام : - المواصفات الفنية لورشة اللحام - المواصفات الأمنية لورشة اللحام	١٦٠-١٦٧
	١٤	المصطلحات الأجنبية المستخدمة في أعمال اللحام : – المصطلحات الفنية الإنجليزية الخاصة باللحام	١٦٩-١٧٥
الثاني	١	المقايسات : – حسابات حجوم غازات اللحام - حساب حجم غاز الأكسجين داخل الإسطوانة - حساب حجم غاز الأكسجين أثناء اللحام - حساب حجم غاز الاستيلين داخل الاسطوانة - حساب حجم غاز الاستيلين المستهلك أثناء اللحام	١٧٧ ١٧٧-١٧٨ ١٧٩ ١٧٩-١٨٠
	٢	حسابات الطاقة الكهربائية والحرارية للقوس : - حساب الطاقة الكهربائية المستهلكة أثناء اللحام - حساب الطاقة الحرارية للقوس الكهربي - حسابات ثمن الاكترودات المستهلكة في اللحام	١٨٢ ١٨٣ ١٨٣
	٣	تقدير الزمن اللازم لإنتاج مشغولات اللحام : - تقدير زمن التجهيز للمشغولات - تقدير زمن عملية اللحام في المشغولات - تقدير زمن التشطيب للمشغولات بعد عملية اللحام	١٨٦ ١٨٦-١٨٧ ١٨٧

الفهرس

الباب	الفصل	الموضـــــــــــــــــوع	رقم الصفحة
الباب الثاني	٤	حسابات المقايسات التثمينية للمشغولات :	
		- العناصر الرئيسية للمقايسة	١٨٩
		- تقدير ثمن الخامات	١٨٩
		- تقدير أجور العمال	١٩٠-١٩١
		- قيمة استهلاك الماكينات والعدد	١٩١
		- تكلفة الطاقات المستخدمة	١٩١-١٩٢
		- المصاريف الغير مباشرة	١٩٣
		- الأرباح المنتظرة	١٩٣
		- نموذج لمقايسة محلوله لمنتج كامل .	١٩٦
	٥	أمثلة تطبيقية لمقايسات فنية وحلها :	
		- عدد من المقايسات في لحامات الأكسي استلين وحلها	٢١٣
		- عدد من مقايسات في لحامات القوس الكهربي وحلها	٢١٤-٢٢٣
		أسئلة واختبارات ومراجعة	٢٢٧
		جداول تحويل الأوزان والأطوال والقدرات ودرجات الحرارة من النظام الإنجليزي إلى النظام المتري	٢٢٩-٢٣٥

** مقدمة **

إن من أهداف التشكيل هو وصل المعادن بصفة دائمة وهو ما يعبر عنه ميتالورجيا بلحام دائم والوصل الدائم بين الأجزاء يتم بأسلوب الميتالورجي بدمج أطراف الوصل بعضها ببعض والطرق المعروفة للحام الدائم تنقسم إلى مجموعتين رئيسيتين هما اللحام بالضغط واللحام بالصهر .

واللحام هو المهنة الميكانيكية الوحيدة التي تجرى فيها الأبحاث للتغلب على مشكلها والوصول إلى طرق لحام أقرب إلى المثالية حيث يعتبر اللحام أحد دعائم الصناعة الحديثة .

ومن حين لآخر تظهر اكتشافات جديدة في هذه المهنة من معدات وأجهزة حديثة متطورة تؤدي إلى تقنية عالية في عملية اللحام .

ولقد روعي في هذا الكتاب الشرح المبسط لجميع الموضوعات التي تشمله حيث ذودت هذه الموضوعات بالرسومات والجداول التوضيحية حتى يتسنى للطلاب تفهم كل الصعاب ونفتح أمامهم كل الفرص لتأخذ طريق النجاح .

وأملنا من الله أن يكون هذا الكتاب عونا لأبنائنا الطلاب ونسأل الله العلي القدير التوفيق والسداد .

(ربنا لا تؤاخذنا إن نسينا أو أخطأنا ربنا ولا تحمل علينا أصرا كما حملته على الذين من قبلنا)

صدق الله العظيم

المؤلف

مهندس / محمود خضر

الباب الأول

الفصل الأول

ميتالورجيا اللحام Metallurgy of Welding

****

الميتالورجيا : هو كيفية استخلاص المعادن من خاماتها وتهيئتها للاستعمال في الصناعات المعدنية ويشمل كل أطوار الاشتغال بالمعادن وهي مواد خام بما في ذلك انتاجها وإعدادها وتجهيزها .

بعض مبادئ عامة لعلم الميتالورجيا

****

يلزم لفهم ميتالورجيا اللحام تعرف بعض المبادئ الرئيسية لعلم الميتالورجيا على وجه العموم

تعريف الفلزات والسبائك

****

تنقسم العناصر الكيماوية إلى فلزات ولا فلزات ومعظم الـ ٩٦ عنصرا المعروفة في الطبيعة فلزات يستعمل ٤٠ % منها في الأغراض التجارية .

والفلزات : هي العناصر التي لها لمعان فلزي والتي تكون شحنتها في سوائل التحليل الكهربي موجبة .

****

واللا فلزات : هي العناصر التي ليس لها لمعان معدني والتي تكون شحنتها في سوائل التحليل الكهربي سالبة .

****

والسبائك : هي خليط له خواص فلزية وتتكون من عنصرين أو أكثر يكون علي الأقل أحدهما فلز فمثلا يتحد الحديد مع الكربون مكونا سبيكة تسمى الصلب .

****

التجمد والبنية البلورية للفلزات والسبائك:

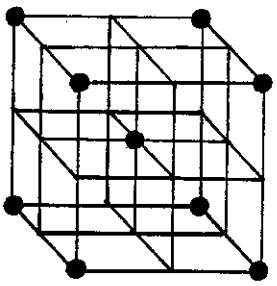
****

تنتج البنية البلورية للمواد الفلزية من تولد ونشؤ الفلزات والسبائك في الحالة السائلة ولمعرفة الكيفية التي تتكون بها البلورات نذكر أولا أن كل شيء في الطبيعة يتكون من ذرات وفي الحالة السائلة تتحد غالبا كل ذرتين أو أكثر معا لتكوين جزيئات .

السيولة : طوال بقاء الفلز في الحالة السائلة تتحرك ذراته تحركا حرا فيما بينها داخل نطاق السائل وتنجذب الذرات بعضها إلى بعض بدرجة معينة ممثلة في تلك الحالات خواص التوتر السطحي واللزوجة ولكنها تنتقل بحيث يخضع الفلز السائل بسهولة لأقل ضغط مسلط كما أنه يتشكل فورا بشكل الإناء الذي يحتويه . ويعزى تنقل الذرات إلى الطاقة الحرارية الممتصة في أثناء عملية الصهر وعلى ذلك في الحالة السائلة لا تتحد الذرات لنفسها أي ترتيب منظم .

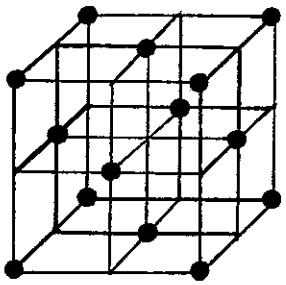
****

حالة التجمد : عندما يبرد معدن منصهر فإنه يصل إلى درجة حرارة يبدأ عندها حـــدوث التصلـــب أو التجمد ومع انخفاض درجة الحرارة تتناقص الطاقة الحرارية للذرات التي تكـــون المعـــدن السائل ولا تصير الذرات حرة التحرك ويحدث في النهاية أن تتغلب قوى التجاذب التي بين الذرات علـــى عدم مقدرتها على التحرك وتبدأ الذرات في الترابط على هيئة أشكال منتظمة أو أنماط محدده وتتكون هـــذه الأنماط المحددة من تشابكيات ثلاثية الأبعاد تعرف باسم التشابكيات الخياريه تنظم في خطوط تخيلية تصـــل بين الذرات في ترتيب متماثل ويمكن تصور الخطوط التخيلية على أنها قيود القوة التي تحفظ الذرات علـــى مسافات متساوية تقريبا بعضها ببعض وهذا الطور الجامد ذو الترتيب المنظم يسمى بالبلورة وكل الفلـزات والسبائك المعدنية بما في ذلك الصلب لها بنية بلورية شكل (١-١)



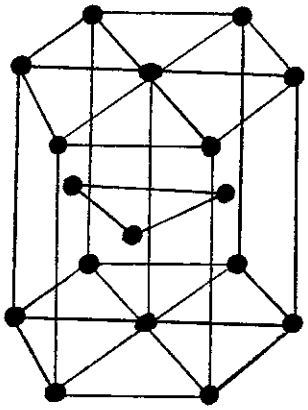
شكل (١ -١أ)

تشابكية مكعبة مركزة الجسم



شكل (١ - ١ب)

تشابكية مكعبة مركزة الوجه



شكل (١ - ١جـ)

تشابكية سداسية

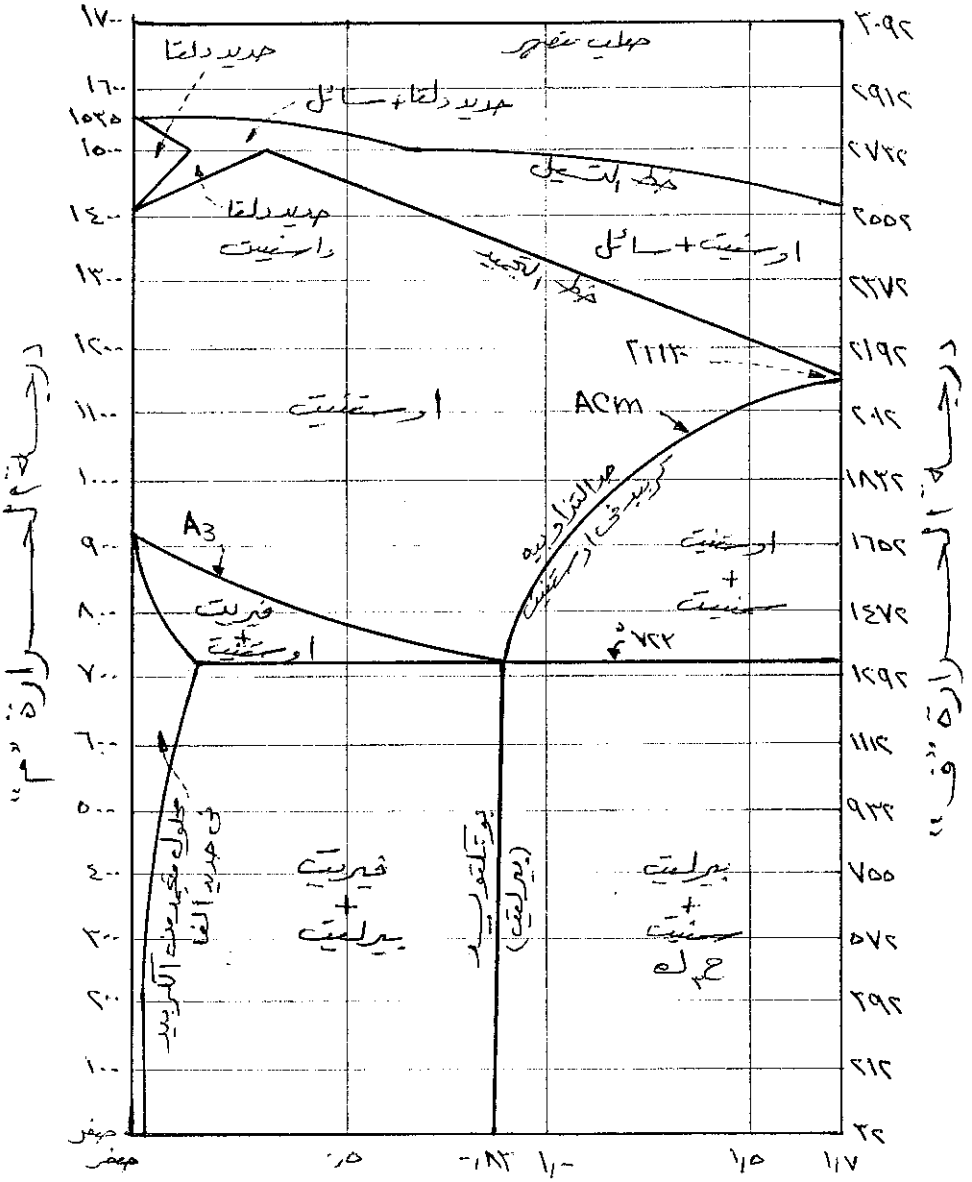
شكل (١ - ١)

بلورات السبائك : التشابكيات التي سبق ذكرها تخص الفلزات النقية لذلك فهي تتكون مـــن نـــوع واحد من أنواع الفلزات وعند خلط فلزين أو أكثر في حالة منصهرة يتغـــير الوضـــع طبقا لنوع الذرات .

المنحنى الحراري - *Heating Balance Curve*

****

هو عبارة عن لوحة بيانية تسجل فيها كافة المعلومات الأساسية المتعلقة بكيفية تجمد السبيكة والأطوار التي



* منحنى التوازن الحرارى للحديد والكربون *

شكل (١-٢)

تتكون أثناء التجمد وأي تغيرات ممكن أن تحدثها هذه الأطوار الجامدة في أثناء التبريد والتسخين وسنتناول المنحنى الحراري للحديد والكربون وهو يلخص الأطوار التي تتكون في سبائك الحديد والكربـــون كمـــا يحددها مقدار الكربون الموجود ودرجة الحرارة التي تسخن إليها السبيكة .

ويمكن تبويب سبائك (الحديد + الكربون) طبقا لنسبة الكربون .

فالسبائك التي تحتوي على نسبة أقل من ١,٧ % كربون تسمى أنواع الصلب

والسبائك التي تحتوي على نسبة أكبر من ١,٧ % تسمى أنواع الحديد الزهر

والشكل (١-٢) هو منحنى التوازن الحراري للحديد والكربون والذي يبين العلاقة ويبين النسبة المئويـــة للكربون ودرجة الحرارة والأطوار التي تتكون في سبائك الحديد والكربون طبقا لنسبة الكربـــون ودرجـــة الحرارة .

ميتالورجيا اللحام :

********** بعد دراسة التركيب الداخلي للعناصر والسبائك ودراسة المنحنيـــات الحراريـــة للسبائك يمكن تعريف ميتالورجيا اللحام على أنها معرفة التأثيرات الكيميائية والفيزيائية والتغيرات الحراريـة المتعلقة بانصهار معدن اللحام في منطقة اللحمة .

لحام المعادن الحديدية

****

أ – لحام الصلب الكربوني

****

ينقسم الصلب الكربوني إلى ثلاث أنواع حسب النسبة المئوية للكربون وهي : –

- صلب منخفض الكربون Low carbon steels
- صلب متوسط الكربون Medium carbon steels
- صلب عالي الكربون Hight carbon steels

وقابلية الصلب الكربوني للحام يتوقف على نسبة الكربون فيه ويمكن لحام جميع أنواع الصلب بأسلوب واحد وكلما زادت نسبة الكربون زادت صعوبة لحامها ويلزم اتخاذ احتياطيات معينة

أولا : لحام الصلب المنخفض الكربون : *low carbon steels welding*

****

الصلب المنخفض الكربون هو صلب يحتوي على نسبة كربون لا تزيد عن ٠,٢٥ % ويستعمل على نطاق واسع في الأغراض الصناعية .

طرق اللحام : *Welding Methods*

****

جميع أنواع الصلب المنخفض الكربون من السهل لحامها بكل وسائل اللحام

١ – اللحام بالغاز Gas Welding:

********** يكاد يقتصر لحام أنواع الصلب المنخفض الكربون بالغاز على اللحام بالأكسي استيلين ويستعمل عادة لهب متعادل للحام ويمكن زيادة سرعة اللحام باستعمال لهب مختزل بمقدار طفيف وهذا اللهب يكربن أسطح الحافات الجاري لحامها والوصلات الملحومة بهذه الكيفية تكون عالية الجودة ويفضل استعمال أسياخ للحام والمسماة بـ (High test) معدنا للحشو وهو صلب يحتوي على نسبة كربون من (٠,١٥ – ٠,٢٠) في المائة وبعض عناصر معدنية معينة تؤكد خلو اللحمة من الأكاسيد وتعطي المعدن المنصهر السيولة المناسبة .

٣ – اللحام بالقوس المحجب Inert Gas Shieded Welding

****

يمكن بسهولة لحام أنواع الصلب الكربوني منخفض الكربون بطريقة القوس المحجب وتتوقف الطريقة الفنية التي تؤكد الحصول على تغلغل وصهر كافيين على تخانة المعدن المراد لحامه ويمكن استعمال الكتردات الصلب الطري من المجموعة حسب تصنيفات (ASTM–AWS) للحام أنواع الصلب المنخفض الكربون والكتردات منخفضة الأيدروجين .

٣ – اللحام بالقوس المغمور : Sub Merged Arc Welding

****

لا توجد صعوبات في لحام الصلب المنخفض الكربون بطريقة القوس المغمور

٤ – اللحام بالقوس الكربونية Carbon Arc Welding :

****

من الممكن لحام أنواع الصلب المنخفض الكربون بهذه الطريقة ولكن تتوقف النتائج على الطريقة الفنية المستخدمة وقد تنتج لحامات قصفه إذا أجري اللحام بالقوس الكربوني دون استخدام مساعد صهر خاص أو إدخال مساعد صهر مناسب في مجرى القوس نحصل على لحامات عالية الجودة .

٥ – لحام الثرميت :Thermit Welding

****

يعطى لحام الثرميت بالصهر نتائج ناجحة مع أنواع الصلب المنخفض الكربون باستعمال ثرميت التطريق (الحدادة) ويجب قبل إجراء اللحام تسخين سطوح الوصلة تسخينا سابقا بين (١٦٠٠ ف – ١٧٠٠ ف) ونقاوة اللحمة المترسبة تغني عن الحاجة إلى تطريق أو معاملة حرارية تالية لإكساب اللحمة خواص فيزيائية جيدة .

٦ – لحام المقاومة : Resistance Welding

****

تستخدم هذه الطريقة في لحام جميع أنواع الصلب المنخفض الكربون وأنسب أنواع الصلب المنخفض الكربون في اللحام هو الذي يحتوي على نسبة ٠,١٥ % كربون أو أقل من ذلك .

٧ – اللحام بالضغط مع التسخين بلهب الغاز : Pressure Welding with Gas Heating

****

يمكن لحام قطاعات الصلب منخفض الكربون بطريقة اللحام بالغاز مع الضغط ويسمح بتفاوت ملحوظ في جودة إعداد وجهي التلاحم ولكن يلزم تنظيف السطوح تنظيفا جيدا ويسلط عموما ضغط ابتدائي مقداره ١٠٠٠ رطل / بوصة^{٢} من المقطع المستعرض في أثناء التسخين السابق يعقبه ضغط فلطحه مقداره ٤٠٠٠ رطل / بوصة^{٢} من المقطع المستعرض وتكون متانة الوصلات معادلة لمتانة معدن الأساس .

٨ – اللحام بالمونة : *Brazing*

****

يمكن لحام أنواع الصلب المنخفض الكربون بلحام المونة وتقصدر سطوح الوصلة باستعمال مادة مساعدة مناسبة وسيخ لحام من سبيكة نحاسية ثم يصهر السيخ في داخل الحيز الموجود بين السطوح المقصدرة والمطلوب وصلها .

ثانيا : لحام الصلب المتوسط الكربون : *Medium Carbon Steels Welding*

****

الصلب المتوسط الكربون هو الذي يحتوي على نسبة كربون ما بين (٠,٣ – ٠,٥) % كربون

طرق اللحام : *Welding Methods*

****

يمكن لحام أنواع الصلب متوسط الكربون بمختلف أساليب الصهر والخصائص الميتالورجيه لمعدن الأساس

هي التي يتوقف عليها اختيار الأسلوب الفني . والمواد المستعملة في اللحام وفي بعض الحالات يلزم تسخين سابق وتسخين لاحق للوصول إلى الجودة المطلوبة في اللحام ومن هذه الطرق :

١ - اللحام بالغاز : Gas Welding

****

في اللحام بالاكسي استيلين يمكن الحصول على لحام جيد إذا استعمل استيلين زيادة في لهب اللحام والصعوبة الناشئة في هذا النوع من اللحام تكون مركبات صلده مصنعة لكن يمكن معالجتها بالمعاملات الحرارية بعد اللحام .

٢ - اللحام بالقوس المحجب : Inert Gas Shieded Welding

****

نسبة الكربون الموجودة في معدن الأساس والصلب متوسط الكربون يتوقف عليها تقبل هذا النوع من اللحام وإذا كانت عملية اللحام متبوعة بتبريد سريع ينتج عنها مناطق صلدة ومصنعة .

٣ - اللحام بالقوس المغمور : Sub merged Arc Welding

****

يتم لحام الصلب المتوسط الكربون بهذه الطريقة بسهولة .

٤ - لحام الثرميت : Thermit Welding

****

يتم بنجاح لحام الصلب متوسط الكربون بهذه الطريقة كما هو الحال في الصلب منخفض الكربون ويستعمل عادة ثرميت التطريق ولكن زيادة الكربون الآتية من معدن الأساس تنتج مقاومة شد أعلى ومطيليه أقل .

٥ - لحام المقاومة : Resistance Welding

****

يتم لحام الصلب متوسط الكربون بهذه الطريقة ولكن بأساليب فنية خاصة .

٦ – اللحام بالضغط مع التسخين بلهب الغاز : Pressure Welding with Gas Heating

****

يجري في هذا النوع من اللحام على الصلب متوسط الكربون بنفس الخطوات التي تجري على الصلب منخفض الكربون .

ثالثا : لحام الصلب عالي الكربون : *Hight carbon steels Welding*

****

الصلب عالي الكربون هو الصلب الذي يحتوي على نسبة أعلى من ٠,٥ % وهذا النوع من الصلب يستخدم في صناعة (العدد – القوالب – الأسطمبات – اليايات – أسلحة المناشير)

طرق اللحام : *Welding Methods*

****

اللحام في هذا النوع من الصلب يكون أصعب من اللحام في الأنواع الأخرى من الصلب نظرا لارتفاع نسبة الكربون فيه ويكون تطبيقات اللحام فيه قليلة مثل إصلاح الأجزاء المشروخة ومن هذه الطرق .

١ – اللحام بالغاز : Gas Welding

****

ويجب أن يكون غاز الاستيلين المستخدم في اللحام زائد في لهب اللحام للحصول على وصلة لحام متينة وتستخدم أسياخ لحام عالية الكربون ونتيجة حرارة اللحام تنتج وصلة لحام خواصها تختلف عن خواص معدن الأساس وذلك لارتفاع نسبة الكربون في هذا النوع من الصلب .

٢ – اللحام بالقوس المحجب : Inert Gas Shieded Welding

****

في هذا النوع من اللحام يتم تسخين الجزءين المراد لحامهما تسخينا سابقا تسخينا إلى درجة حرارة (٤٠٠ ف) على الأقل قبل اجراء اللحام ثم التسخين بعد اللحام إلى درجة ما بين (١٣٥٠ – ١٤٥٠ ف) للحصول على نتائج جيدة ولتلاشي الصلادة و القصافة التي تنتج دون اجراء عملية التسخين في الوصلة ولكن يتم تشغيل معدن اللحمة على الماكينات يجب تخميره أو تبريده ببطيء أثناء اللحام وهذا النوع من اللحام يستخدم في تكسية سطح متآكل أو تكوين سطح صلد .

٣ – اللحام بالقوس المغمور : Submerged Arc Welding

نادرا ما تستخدم هذه الطريقة في لحام الصلب عالي الكربون .

٤ – لحام الثرميت : Thermit Welding

****

يتم اللحام بهذه الطريقة في الصلب عالي الكربون بسهولة وذلك لانخفاض درجة حرارة معدن الأساس .

٥ – لحام المقاومة : Resistance Welding

****

يمكن لحام الصلب عالي الكربون بهذه الطريقة وخاصة طريقة الوميض والفلطحة .

٦ – اللحام بالضغط مع التسخين بلهب الغاز : Pressure Welding with Gas Heating

****

للحصول على وصلة عالية الجودة عند لحام أنواع الصلب عالي الكربون بلحام الغاز مع الضغط . يلـزم وضع الجزئين المراد لحامها في وضع تقابلي مسطح وتشطيب أملس للسطحين المتقابلين . كذلك يلزم تجنـب تسخين أنواع الصلب هذه تسخينا زائدا عن الحد وإلا فقد تنتج شدوخ على الساخن والقاعدة العامة هـي استعمال ضغوط عالية لإجراء الفلطحة عند درجات حرارة منخفضة نسبيا .

ب – لحام الصلب السبائكي : –

****

هو الصلب الذي يحدد خواصه وجود عنصر أو أكثر علاوة على العناصر التي توجد في الصلب الكربـــوني مثل وجود عنصر المنجنيز أو السيليكون .

أنواع الصلب السبائكي

****

توجد الأنواع الآتية من الصلب السبائكي المنخفض التسابكية : –

١ – الصلب السبيكي النيكلي العادي .

٢ – الصلب السبيكي النيكل النحاس .

٣ – الصلب السبيكي المنجنيزي المولبديني .

٤ – الصلب السبيكي الكربوني المولبديني .

٥ – الصلب السيكي النيكل الكرومي .

٦ – الصلب السيكي الكرومي المولبديني .

٧ – الصلب السيكي النيكل الكرومي المولبديني .

٨ – الصلب السيكي الكرومي .

٩ – الصلب السيكي الكرومي الفناديومي .

١٠ – الصلب السيكي المنجنيزي .

طرق اللحام :

****

وسنستعرض فيما يلي مدى استجابة هذه السبائك للحام بالطرق المختلفة :

١ – اللحام بالغاز :

****

في هذا النوع من اللحام (الأكسي استيلين) يجب استعمال أسياخ لحام تركيبها الكيميائي يختلف عن المعدن المراد لحامه وذلك للتعويض عن بعض الفقد الذي يحدث أثناء اللحام وللحصول على متانة في اللحام تستخدم أسياخ لحام من الصلب عالي الكربون وللحصول على مقاومة عالية للتآكل تستخدم أسياخ من نفس المعدن المراد لحامه .

٣ – اللحام بالقوس المحجب بالفلكس :

****

تستخدم هذه الطريقة في لحام الصلب السيكي المنخفض على نطاق كبير ويوجد في الأسواق أنواع متعددة من الاكترودات تستخدم في هذا النوع من اللحام منها قليلة التغلغل وعميقة التغلغل ومنخفضة الأيدروجين ، والاكترودات منخفضة الأيدروجين تستخدم في اللحامات التقابلية .

٣ ـ اللحام بالقوس المحجب بغاز خامل :

****

تستخدم هذه الطريقة من اللحام في أنواع معينة من الصلب السبائكي والمعامل حراريا وإذا استعمل معدن إضافة يجب أن يوضع في الاعتبار التركيب الكيميائي لهذا المعدن حتى تكون اللحمة بالخواص الفيزيائية المناسبة والشكل (١-٣) يوضح مشعل لحام لأسلوب اللحام بالتنجستين في غاز واق (TIG)والشكل (١-٤) يوضح مشعل لحام لأسلوبي لحام المعادن في غاز خامل وغاز فعال مع رسم تخطيطي لتجهيزة اللحام (MIG/MAG) .

٤ ـ اللحام بالقوس المغمور :

****

الطريقة المستخدمة في هذا النوع من اللحام تشبه إلى حد كبير الطريقة المستخدمة في لحام الصلب منخفض الكربون والشكل (١-٥) يوضح رسم تخطيطي لأسلوب اللحام بالقوس المغمور .

٥ ـ لحام الأيدروجين الذري :

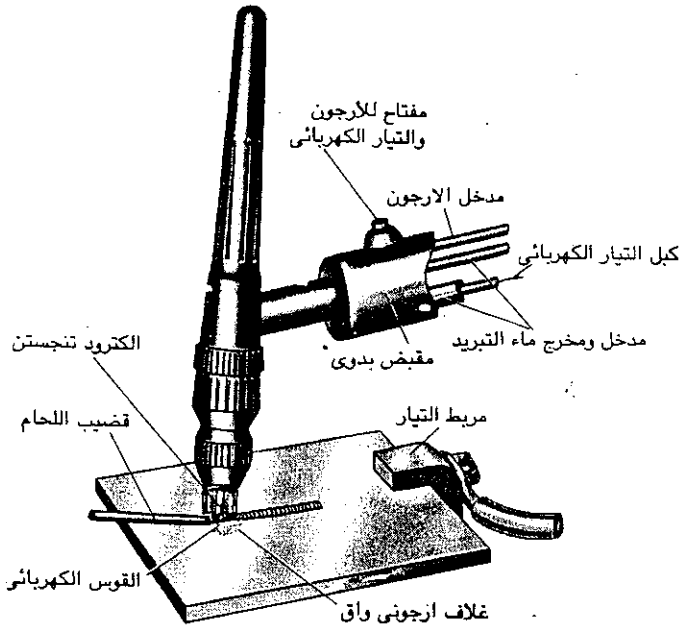
****

يقتصر استعمال هذه الطريقة في لحام المعادن رقيقة التخانه .

٦ ـ لحام الثرميت :

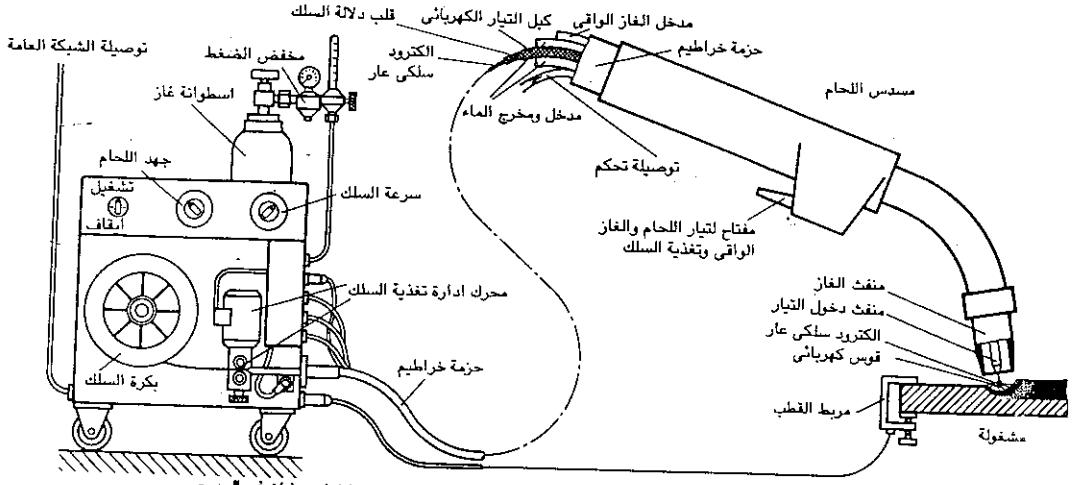
****

يمكن إضافة عناصر فلزية إلى خليط الثرميت على هيئة قطع معدنية تصهر أثناء التفاعل أو على هيئة توليفات من أكاسيد العناصر المطلوبة مخلطة مع الألومونيوم للحصول على تشكيلة كبيرة من التركيبات الكيماوية لعدة أنواع من الصلب السبائكي والشكل (١- ٦) يوضح لحام الثرميت .



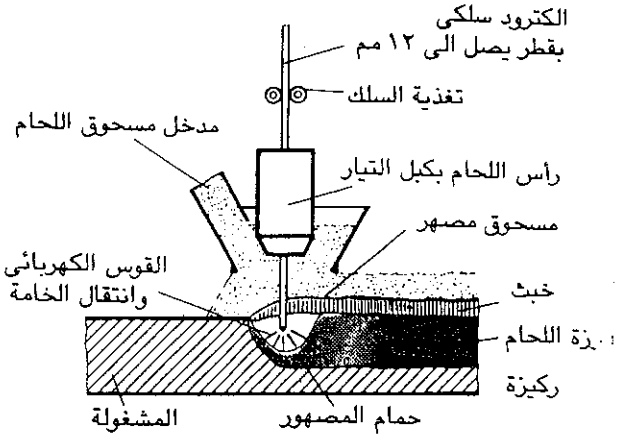
: مشعل لحام لأسلوب
اللحام بالتنجستن فى غاز واق

شكل (١-٣)



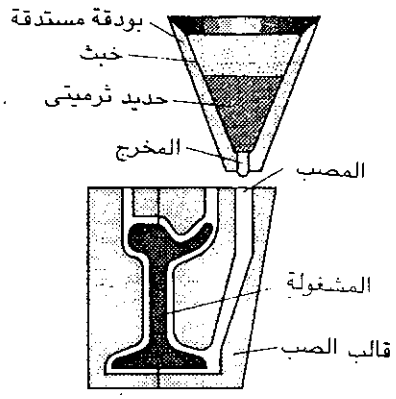
: مشعل لحام لأسلوبي لحام المعادن فى غاز خامل وغاز فعال مع
رسم تخطيطى لتجهيزة اللحام

شكل (١-٤)



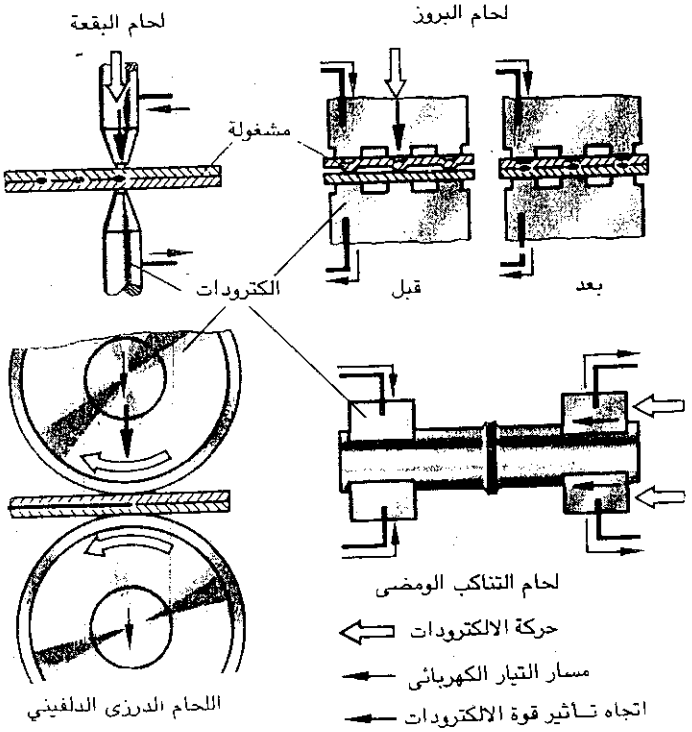
: رسم تخطيطى لأسلوب اللحام بالقوس المغمورة

شكل (١-٥)



: لحام الثرميت

شكل (١-٦)



: رسم تخطيطى
لأسلوب اللحام بالمقاومة الكهربائية
شكل (١-٦)

٧ – اللحام بالمقاومة :

****

يستخدم لحام البقعة في لحام أنواع الصلب السبائكي المنخفض للحصول على نتائج ناجحة والشكل (١– ٧) يوضح رسم تخطيطي لأسلوب اللحام بالمقاومة الكهربائية .

٨ – اللحام بالمونة :

****

تلحم في هذا النوع من اللحام الألواح المدلفنة على الساخن المصنعة من أنواع الصلب السيكي المنخفض

** لحام الحديد الزهر **

****

قبل لحام الحديد الزهر يجب إجراء دراسة دقيقة للشغلة لتلافي التمدد أو التقلص الغير متساوي للمصبوبة إذ أنه عند تسخين جزء معين في مصبوبة ما يتمدد هذا الجزء وعندئذ قد يتعرض جزء آخر منها لانفصال ملحوظ وحيث أن مطيلية المعدن (الزهر) منخفضة فقد يكفي الانفعال لكسر الجزء الغير مسخن عند لحام الحديد الزهر مع استعمال معدن حشو تركيبة الكيميائي يختلف عن التركيب الكيميائي لمعدن الأساس .

ويجب أن يؤخذ في الاعتبار أن معامل تمدد المعدنين قد يختلفان كذلك بعضهما عن بعض وإذا كان الأمر كذلك فقد تنتج شروخ أو قد تنشأ اجتهادات أو انفعالات داخلية .

أنواع الحديد الزهر : –

****

١ – الحديد الزهر الأبيض : وهو أكثر الأنواع قصافة ولذا فهو صعب اللحام .

٢ – الحديد الزهر الرمادي : وهو يلي الحديد الزهر الأبيض في القصافة .

٣ – الحديد الزهر اللدن : بنوعية الفريتي والبيرلتي .

٤ – الحديد الزهر متكور الجرافيت : وهو أفضل أنواع الحديد الزهر قابلية للحام ومقاومة للتصدع والاجتهادات الحرارية المتولدة أثناء اللحام .

لحام الحديد الزهر بالقوس الكربوني : -

****

يقتصر لحام الحديد الزهر على إصلاح الأجزاء المصبوبة وذلك بسبب صعوبة إجراء لحامه وبسبب الاجتهادات الحرارية التي يتعرض لها أثناء اللحام وهذه الإصلاحات تقتصر على الكسور أو شروخ أو مليء فراغات وتختلف خواص الحديد الزهر باختلاف أنواعه .

وعند لحام الكسور والشروخ في الحديد الزهر بالقوس الكهربي يتبع الآتي : -

١ – يتم عمل ثقوب بقطر ٣ مم على جانبي الشرخ بمسافة ١٠ مم ويحظر البدء مباشرة في لحام الشروخ

٢ – تجلخ الأسطح عند منطقة اللحام لإزالة الشوائب السطحية .

٣ – يتم عمل مجرى على شكل حرف (V) على طرفي الشرخ بطول خط اللحام وتبلغ زاوية الشطف ستون درجة ليسهل تغلغل اللحام .

ويمكن أن يتم التشكيل بالتجليخ أو بالاجنه ذات الطرف الماسي وإذا تعذر التعرف على موضع الشرخ يدهن السطح بالكيروسين ثم يمسح تماما بعد خمسة دقائق ثم يحك السطح بالطباشير فيبدأ الشرخ في الظهور

أولا : لحام الحديد الزهر على الساخن : -

****

لتقليل الاجهادات الحرارية التي يمكن أن تحدث أثناء اللحام يجب اتخاذ احتياطات معينة حيث يفضل تسخين الجزء إلى درجة متوسطة ما بين (٦٠٠ – ٦٥٠) درجة مئوية حسب تخانة وشكل الجزء المطلوب لحامه ولا يمكن تجاوز هذه الحدود حيث أن الدرجة الحرجة لتحول الحديد الزهر ٨٠ ٧ويمكن التوصل إلى هذه الدرجة عن طريق أفران خاصة بالغاز أو المقاومة الكهربائية وفي الأجزاء الكبيرة يتم التسخين في أفران مبطنة بالطوب الحراري ومكسية من الخارج بالطوب العادي وفي هذه الحالة تسخن الشغلة من كل أرجائها بانتظام وبمعدل تسخين ١٥ درجة مئوية في الساعة وتستخدم الكترودات بقطر يتراوح بين (٥ – ٢٠) مم بنسبة سيليكون تزيد عن نسبة السليكون في الشغلة بمقدار ٠,٧ % ليساعد على انفصال الجرافيت من الحديد الزهر ويستخدم قوس تيار مستمر تمثل الاكترودات فيها القطب الموجب للمحافظة على برودة الشغلة ويختار تيار شدته حوالي ١٢٠٠ أمبير وجهد ٥٠ فولت مع

استخدام الكترودات خاصة ويتم توصيل التيار على قضبان من الجرافيت أو النحاس على حافة الفرن تعزله بطبيعة الحال عن الشغلة في هذه الحالة تظل البركة المنصهرة على طول خط اللحام الذي يجب أن يحدد بقوالب من الفحم على طول موضع اللحام مكونا حوضا يحوي المعدن المنصهر ويمكن أيضا استخدام لهب الأكسي استيلين باستخدام البواري المؤمنة ضد الفرقعة بعزل مقدمتها حراريا بصورة جيدة ويستخدم اللهب المتعادل كيميائيا وبعد انتهاء اللحام يغطى موضع اللحام برماد الفحم أو الرمل الساخن لتأخير التبريد قدر المستطاع ويمكن إجراء معاملة حرارية لاحقة للشغلة إذا كانت كبيرة أو معقدة الشكل

ثانيا : لحام الحديد الزهر بالتسخين الموضعي : -

****

يستخدم هذا النوع من اللحام في المشغولات التي يصعب تسخينها كليا ويشترط في هذه الحالة أن يتمكن هذا الجزء من التمدد والإنكماش بحرية عند موضع اللحام ويتم التسخين ببطيء بواسطة لهب الأكسي استيلين حتى درجة ٦٠٠ ° مع الحفاظ على عدم تعرض الموقع الساخن لتيار الهواء البارد أثناء اللحام كما يتم التبريد ببطيء شديد بعد انتهاء عملية اللحام .

ثالثا : لحام الحديد الزهر على البارد : -

****

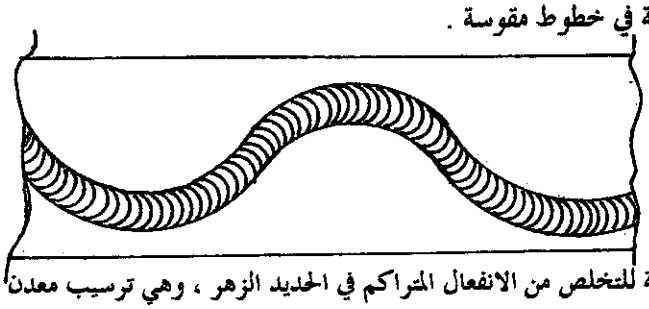
يتم اللحام باستعمال اكترودات خاصة يطلق عليها تجاريا (الكترودات باردة) .

ويمكن الاحتفاظ بالشغلة باردة عن طريق أجراء عملية اللحام بصورة متقطعة لأطوال تتراوح ما بين (٥٠ – ٧٠) مم حيث يجري اللحام لفترة ثم تترك الشغلة لتبرد أي يتم اللحام على مراحل كذلك يتم اختيار الكترود ذو قطر صغير حتى يتم الاحتفاظ بالشغلة باردة حيث لا يتجاوز القطر عن ٣ مم ويميل الاكترود بمقدار ١٥ ° في اتجاه التقدم في اللحام ويكون القوس طويلا نسبيا وإذا احتاج اللحام إلى عدة طبقات متراكمة فيتبع أسلوب الحركة النسيجية أثناء التقدم بعد انتهاء خط اللحام الأول .

ويبدأ خط اللحام الأول في حالة لحام الشروخ قبل موقع الثقب بنحو عشرين مم ثم يستمر اللحام عبر الثقب الطرفي الأول والشرخ والثقب الطرفي الثاني ثم بعد ذلك بنحو عشرين مم وبصورة متقطعة ويستمر هذا في الخطوط التالية .

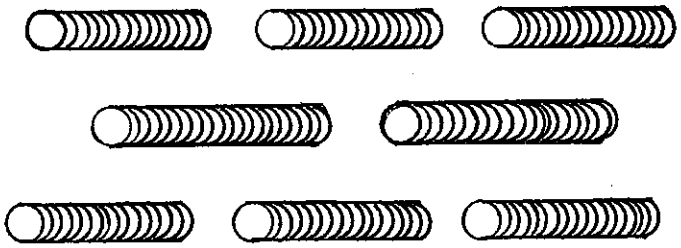
وفي كل الأحوال يجب الطرق بمطرقة برفق على موضع اللحام أثناء التبريد حيث أن ذلك يساعد على تماسك اللحام والإقلال من الاجهادات الحرارية المتخلفة عن التبريد الموضعي ويستخدم في لحام الحديد الزهر بصفة عامة الكترودات خاصة إما أن تكون قابلة للتشغيل تحتوي على قلب من سبيكة النحاس والنيكل أو من النيكل النقي وتعطي معدنا مرسبا يمكن تشغيله وتصلح هذه الاكترودات لإصلاح كل

المسبوكات المكسورة والشكل رقم (١-٨) يوضح طريقة التخلص من الإنفصال في الحديد الزهر وهي ترسيب معدن اللحمة في خطوط مقوسة .



شكل (١- ٨) طريقة للتخلص من الانفعال المتراكم في الحديد الزهر ، وهي ترسيب معدن اللحمة في خطوط مقوسة

والشكل رقم (١- ٩) يوضح تتابع لحمات قصيرة تستعمل للمساعدة في التخلص من الانفعالات التراكمية أثناء ترسيب اللحام .



شكل (١- ٩) تتابع لحمات قصيرة تستعمل للمساعدة على التخلص من الانفعالات التراكمية التي تنشأ أثناء ترسيب اللحام .

رابعا : ـ اللحام بالقوس الكهربائي وغاز أكسيد الكربون (MAG) :

****

في هذه الطريقة من اللحام يستخدم سلك اللحام (الحشو) في صورة سلك ملفوف على بكـــرة حيـث يسحب السلك في أنبوبة مرنة بها غاز ثاني أكسيد الكربون وينتهيا معا بفوهة مسدس اللحام (البـــوري) المتصل بتيار اللحام والذي يبلغ ١٠٠ أمبير وقد يصل إلى ٤٠٠ أمبير كحد أقصى دون أن يترتب علـــى ذلك ارتفاع مفرط في درجة الحرارة .

وتتميز هذه الطريقة بالآتي : -

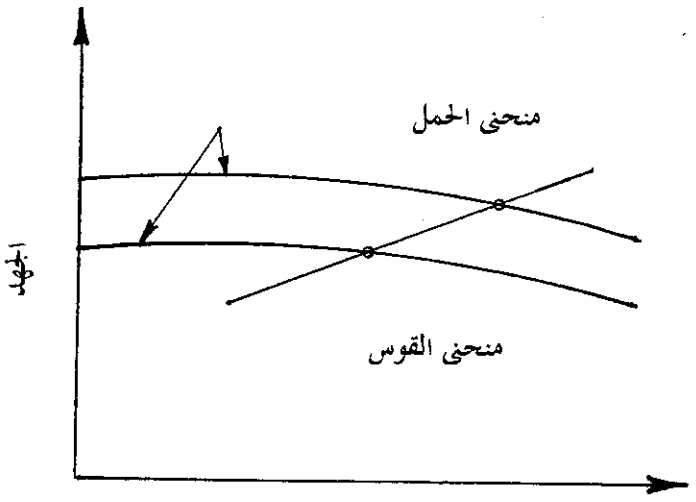
****

١ - ازدياد معدل صهر سلك الحشو بمقدار الضعف عن اللحام بطريقة القوس الكهربائي المكشوف .

٢ - التحكم في طول القوس مع بقائه ثابتا وقصيرا .

ويتراوح قطر السلك عادة بين ٠,٨ ، ٢,٤ مم مع استخدام تيار كهربائي مستمر ذو جهد منخفض .

ويجب أن تكون وحدة تغذية التيار ذات خط تحميل ثابت والشكل رقم (١-١٠) يبين العلاقة بين الحمل وشدة التيار .



شكل رقم (١-١٠)

وعادة ما تكون تغذية التيار عبارة عن محول التيار الكهربائي ومعه موحد للتيار لتحويله إلى تيـــار مســـتمر ويجب أن يتحمل الموحد شدة تيار لا تقل عن ٢٧٠ أمبير .

أما إذا زادت الحاجة لاستعمال تيار مستمر يفوق ذلك كما هو الحال عند استخدام سلك ٢ مـــــم فـــإن مولدات التيار المستمر تكون هي مصدر التيار المفضل .

الخواص الهامة لبعض المعادن وقابليتها للحام

****

يمكن تقسيم خواص المعادن إلى مجموعتين : –

١ – خواص فيزيائية وتشمل المغناطيسية – درجة الانصهار – والثقل النوعي

٢ – خواص ميكانيكية وتشمل المتانة – الصلابة – القصافة – الصلادة – المرونة – اللدونة

وفيما يلي خواص بعض المعادن : –

أ – الحـــديد المطـــاوع : ■

****

١ – كثافته النوعية ٧,٨ جرام / سم^{٣} ودرجة انصهاره ١٥٠٠ °

٢ – قابل للمغناطيسية

٣ – موصل جيد للحرارة والكهرباء

٤ – قابل للسحب والطرق والتشكيل

٥ – لونه رمادي فاتح

ب – النحـــاس الأحمـــر : ▪

****

١ – كثافته النوعية ٨,٩ جرام / سم^{٣} ودرجة انصهاره ١٠٨٣ °

٢ – قابل للسحب والطرق والتشكيل

٣ – موصل جيد للحرارة والكهرباء

٤ – لونه أحمر وردي

جـ – الألومنيـــــوم : ▪

****

١ – كثافته النوعية ٢,٧ جرام / سم^{٣} ودرجة انصهاره ٦٦٠ °

٢ – قابل للسحب والطرق والتشكيل

٣ – موصل جيد للحرارة والكهرباء

٤ – لا يقبل لحام القصدير

د – الزنـــــك : ▪

****

١ – كثافته النوعية ٧,١ جرام / سم^{٣} ودرجة انصهاره ٤٢٠ °

٢ – موصل جيد للحرارة والكهرباء

٣ – قابل للسحب والطرق والتشكيل

٤– يحترق بلهب أزرق إذا سخن إلى درجة أعلى من درجة انصهاره

قابلية المعادن للحام : ▪ Weldability Of Metals

****

تعرف قابلية المعادن للحام بأنها مقدرة المعدن على التلاحم تحت ظروف التصنيع المهيأة لمنشـــأ معـــين وأن يؤدي هذا المعدن الغرض منه أداء مرضيا في أثناء الخدمة الفعلية وإذا كان المعدن جيد التقبل إلى اللحـــام

فيجب أن يتلاحم بسهولة ليؤدي الغرض منه ويجب الا يتطلب أساليب معقدة أو مرتفعة التكاليف وهناك تشابهات وفروق معينة بين مختلف أساليب اللحام فيما يتعلق بتقبل المعادن للحام ويصرف النظر عن الاسلوب المستخدم نجد أن عملية اللحام تتضمن دورة حرارية يتم فيها تسخين المعدن في نطاق من درجات الحرارة تصل إلى درجة انصهاره يعقب ذلك تبريده إلى درجات الحرارة العادية – أي يكون هناك تسخين متباين يكون فيه المعدن البعيد عن منطقة اللحام دافئا ولكن بالاقتراب إلى منطقة اللحام نحصل على درجات حرارة أعلى وينتج عنها خليط معقد من البنيات المجهرية وقد ينشأ من التسخين والتبريد اجهادات وانفعالات تعجينية بالقرب من منطقة اللحام .

وتمثل طرق اللحام بالقوس المحجبة بغاز خامل والقوس المعدنية المحجبة والقوس المغموس نطاقا واسعا في لحام المعادن .

وإذا كانت الخصائص الميثالوجية أو الكيميائية أو الفيزيائية أو الحرارية لا تلائم عملية اللحام فيمكن تصحيح الحالة باستعمال العوامل المناسبة من جو التحجيب الوقائي ومساعد صهر والأسلوب الفني للحام

لحامات المعادن غير الحديدية

****

أولا : النحاس

****

النحاس له أهمية تجارية كبيرة وهو يأتي بعد الحديد من حيث الأهمية ويخلط النحاس مع فلـــزات أخـــرى مكونا سبائك يمكن استخدامها في الأغراض الصناعية وهذه العناصر (الزنك – القصديـــر – النيكـــل – السليكون – الألومنيوم – المنجنيز – الفسفور – ..... إلخ)

** أنواع النحاس :

****

يصنف النحاس إلى مجموعتين رئيسيتين هما النحاس الذي يحتوي على أوكسجين والنحـــاس الخـــالي مـــن الأوكسجين .

طـــرق لحـــام النحـــاس

****

١ – اللحام بالقوس المعدنية المحجبة :

****

تستخدم طريقة القوس المعدنية المحجبة في لحام الألواح الرقيقة دون تسخين سابق نظـــرا لجـــودة توصيـــل النحاس للحرارة ولقد انتجت لحامات نحاسية لها متانة مرضية باستخدام الكترودات مغلفة إلا أن مطيليتـــها ضعيفة بسبب المسامية الدقيقة فيها ويمكن الحصول على نتائج أفضل باستعمال الكترودات سبيكية مثـــل أنواع البرونز الفسفوري ويفضل دائما استعمال معدن الأساس مختزل بالفسفور .

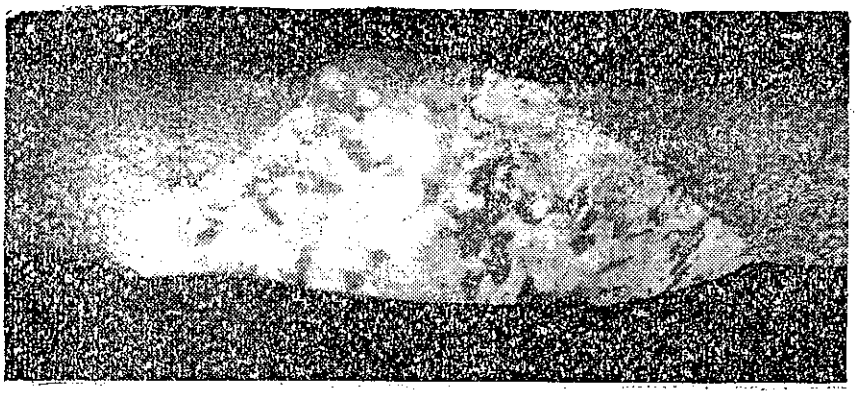
٢ – اللحام بالقوس المعدنية في غاز خامل : –

****

يمكن استخدام القوس المعدنية المحجبة بغاز خامل في لحام النحاس الخالي من الأوكسجين الذي تصل تخانـــة

إلى ١٢ مم ويمكن استخدام سبخ لحام عارى به مقادير سبيكية صغيرة من السيليكون والمنجنيز والقصدير أو سبخ لحام من النحاس السليكوني .

والشكل رقم (١-١١) يوضح مقطع مستعرض في لحمة بالقوس المعدنية المحجبة بغاز خامل



شكل (١- ١١)

٣ ـ اللحام بالقوس المغمور : -

****

يستخدم في لحام النحاس الخالي من الأوكسجين ويجب تسخين الوصلات تسخينا سابقا إلى درجة (٦٠٠ – ١٠٠٠) ف حسب التخانة وعموما يكون معدن الاضافة من النحاس المختزل مع نسبة متفاوتة من القصدير والفسفور .

ثانيا : الألومنيوم وسبائكه

****

يمكن تقسيم سبائك الألومنيوم إلى مجموعتين هما : -

- السبائك المشكلة
- السبائك المصبوبة

وتنتج سبائك الالمونيوم على هيئة رقائق وألواح وأنابيب وأشكال منتجة بالبثق كما تنتج سبائك ألمونيـــوم على هيئة مصبوبات في قوالب من الرمل أو قوالب معدنية تحت ضغط .

والجدول رقم (١-١) يبين التركيب الكيميائي لسبائك الألمونيوم كما توصف سبائك الألمونيوم حســـب المعاملات الحرارية فمنها التي يتقبل المعاملات الحرارية ومنها ما لا يتقبل المعاملات الحرارية .

طـــرق اللحـــام :

****

يتم لحام وصلات الألمونيوم بأساليب اللحام المختلفة مثل اللحام بـــالقوس الكـــهربي وبالغـــاز وبالمقاومـــة الكهربائية .

العوامل التي يتم أخذها في الاعتبار عند لحام سبائك الألمونيوم : -

****

١ – مساعدات الصهر

٢ – معدن الإضافة (معدن الملو)

٣ – الاعوجاج

والألمونيوم يتحد مع الأوكسجين بسهولة وفي الظروف العادية مكونا طبقة رقيقة من أكسيد الألمونيوم وهـو ما يجعل عملية اللحام صعبة حيث ترتفع درجة حرارة الانصهار إلى أكثر من ٢٠٠٠° مئويـــة وفي هـــذه الحالة يفضل التيار المتردد ويستخدم وحدتان كهربائيتان إضافيتان لتحسين خـــــواص القـــوس الكـــهربي والمساعدة على قدحة واستمراره وهما وحدة الذبذبة العالية ووحدة موازنة التيار ويمكن اللحـــام بأســـلاك تبلغ قطرها ٤ مم بدون شطف .

أما إذا زاد عن ذلك فيلزم عمل شطف حرف (V) بزاوية ٦٠° .

جدول ـ التركيب الكيميائي الأسمي لسبائك الألمونيوم

رقم	الرمز التجاري**	النسبة المئوية للعناصر التسابكية ، الباقى هو النسبة المئوية للألومنيوم والشوائب العاديه					
		نحاس	سليكون	منجنيز	مجنزيوم	زنك	كروم
السبائك المشكلة							
A 2	2 S			١ر٢			
M 1	3 S			١ر٢	١ر٠		
MG 1	4 S	....	....	١ر٢	١ر٠		
CS 41	14 S	٤ر٤	٠ر٨	٠ر٨	٠ر٤		
CM 21	17 S	٤ر٠	....	٠ر٥	٠ر٥		
CG 21	24 S	٤ر٥	....	٠ر٦	١ر٥		
....	43 S	....	٥ر٠٠				
GR 1	52 S	....	....	....	٢ر٥	....	٠ر٢٥
GS 22	53 S , R 353	....	٠ر٧	....	١ر٣	....	٠ر٢٥
GS 21	61 S , R 361	٠ر٢٥	٠ر٦	....	١ر٠	....	٠ر٢٥
GS 2	63 S	....	٠ر٤	....	٠ر٧		
ZG 42	75 S	١ر٦	....	....	٢ر٥	٥ر٦	٠ر٣
سبائك مصبوبات الرمل							
SI, S2	43	....	٥ر٠				
CS 5	108	٤ر٠	٣ر٠				
....	112	٧ر٠	....	....	....	١ر٧	
C I	195	٤ر٥	٠ر٨				
SC 9	319	٣ر٥	٦ر٣	....			
SC 21	355	١ر٣	٥ر٠	....	٥ر٠		
SG I	356	....	٧ر٠	....	٣ر٠	..	
سبائك مصبوبات القوالب الدائمة							
SI, S2	43	....	٥ر٠				
SC 1	A 108	٤ر٥	٥ر٥				
....	C 113	٧ر٠	٣ر٥				
CS 4	B 195	٤ر٥	٢ر٥				
SC 8	319	٣ر٥	٦ر٣				
SC 21	355	١ر٣	٥ر٠	....	٥ر٠		
SG 1	356	....	٧ر٠	....	٣ر٠		

• من (AWS Welding Handbook) ، الطبعة الثالثة ، ١٩٥٠ ، الفصل ٣٢

** حذفت رموز المعاملات الحرارية حيث ان التفاوت الكيموى لا يتغير باختلاف أساليب المعاملات الحرارية .

+ ملحوظة : الحد الأدنى للألومنيوم ٩٩٪ فى السبيكة (2S) .

الفصل الثاني

العوامل التي تؤثر على جودة اللحام

****

إعداد حواف الوصلة قبل البدء في اللحام

****

الوصلة اللحامية هو موضع اتحاد الجزئين باللحام ويعطي الوضع النسبي للجزئين نوع الوصلة اللحامية وأهم أنواع الوصلات هي الوصلة التناكبية (التقابلية) والتراكبية والمتعامدة والركنية والتصالبية وعند عدم الإعداد الجيد لحواف هذه الوصلات فإن ذلك سوف يؤثر على جودة شريط اللحام ويتمثل عدم الإعداد الجيد لحواف الوصلات في الآتي : -

١ - عدم تنظيف الحواف من الشوائب كالصدأ والقشور أو الزيت أو الشحم أو الطلاء .

٢ - عدم تماثل شكل طرفي الوصلة .

٣ - ابتعاد أو اقتراب طرفي الوصلة بمقدار مبالغ فيه .

٤ - عدم استواء طرفي الوصلة .

٥ - عدم القيام بتثبيت المسافة المتروكة بين الحواف بالتنبيط .

نوع وشدة التيار المستخدم في اللحام

****

يستخدم كل من التيار المستمر والتيار المتردد في اللحام وتتراوح شدة التيار في العادة بين ٨٠، ٥٠٠ أمبير . أما المصانع التي تستخدم اللحام على نطاق واسع فتلزمها تيارات تزيد عن ١٠٠٠ أمبير ويمكن استخدام التيار المستمر في اللحام و يمتاز التيار المستمر عن التيار المتردد من الناحية الفنية ولأسباب تتعلق بالأمان إلا أن التيار المتردد يمتاز عن التيار المستمر من الناحية الاقتصادية إذا سمحت الظروف بذلك .

وتتوقف شدة التيار المستخدم في اللحام على قطر الاكترود المستخدم والجدول التالي يبين تيارات اللحـــام اللازمة للاكترودات المختلفة .

الجدول (٢ – ١) تيارات اللحام اللازمة للاكترودات المفردة التي تشغل باليد

قطر الاكترود (مم)	مساحة المقطع المستعرض للاكترود (مم^{٢})	القيمة المتوسطة لشدة التيار	
		(أمبير)	(أمبير/مم^{٢})
٢	٣,١٤	٤٥	١٤,٣
٢,٥	٤,٩٠	٧٠	١٤,٣
٣,٢٥	٨,٢٩	١٠٥	١٢,٧
٤	١٢,٥٦	١٤٠	١١,١
٥	١٩,٦٣	١٨٠	٩,٤
٦	٢٨,٢٧	٢٣٥	٨,٣
٨	٥٠,٢٦	٣١٠	٥,٩

جدول (٢ – ١)

نوع التيار : ويتحدد نوع التيار المستخدم حسب المعادن المراد لحامها فمعظم المعادن الهندســـية يتـــم ********** لحامها بالتيار المستمر المباشر القطبية (الاكترود سالب والشعلة موجب) أما الالمونيـــوم والمغنسيوم وسبائكهما فتستخدم التيار المتردد في اللحام وإذا استخدم نوع تيار مخالف فإن ذلك يـؤدي إلى فقد انتظام واتزان القوس الكهربي وبالتالي يؤدي إلى ضعف خط اللحام .

شـــــدة التيـــار :

****

يجب ضبط شدة التيار اللازمة للحام بحيث تكون مناسبة حيث أنه إذا كانت شدة التيار أقل من اللازم فهذا يؤدي إلى عدم انصهار حواف الوصلة كما ينتج عنه شريط لحام متقطع ورفيع وليس له نفاذ جيد وعند استعمال شدة تيار أكبر من اللازم فيتعرض الاكترود إلى التوهج ويتبعثر معدن الاكترود المنصهر على جانبي الوصلة المراد لحامها كما ينتج عنه شريط لحام غير منتظم كما تؤدي شدة التيار المرتفعة إلى وجود نحر في وصلة اللحام .

القطبية المستعملة أثناء اللحام

****

عند اللحام بالتيار المستمر يوصل المنتج المراد لحامه بكابل متصل مع القطب الموجـــب بماكينـــة اللحـــام ويسمى مثل هذا التوصيل لدائرة اللحام بالتوصيل ذي القطبية المباشرة كما يوصل الاكـــترود بـــالقطب السالب أما التوصيل العكسي لأسلاك اللحام (توصيل الاكترود بالقطب الموجب لماكينة اللحام والشـــغلة بالقطب السالب) فيسمى بالتوصيل ذي القطبية العكسية .

وغالبا ما يستخدم القطبية المباشرة عند لحام الصلب قليل الكربون بالتيار المستمر . ويفسر هذا بأنه عنـــد استخدام التيار المستمر تتولد عند القطب الموجب كمية كبيرة من الحرارة لذا فعنـــد توصيـــل القطـــب الموجب بالمشغولة فإنه تتولد فيها كمية ضخمة من الحرارة أكبر من الكمية التي تتولـــد عنـــد الالكـــترود (القطب السالب) وهذا ضروري إذ أن حجم المشغولة الملحومة يكون عادة أكبر بكثـــير مـــن حجـــم الاكترود اللحام ولذا فإن الشغلة تتطلب كمية أكبر من الحرارة وهو ما تعطيه القطبية المباشرة وتســـتعمل القطبية العكسية في حالة لحام بعض أنواع الصلب الخاصة ولحام الألواح الرقيقة المصنوعة مـــن الصلـــب وكذلك في حالة استخدام بعض أنواع الاكترودات . وفي حالة اللحام باستخدام التيـــار المـــتردد تتغـــير القطبية طوال الوقت (١٠٠ مرة في الثانية) ولا توجد أية أهمية لاختيار أي طرف لماكينة اللحام لتوصيلـــة

بالاكترود وأيهما لتوصيلة بالمنتج وذلك لأن كمية الحرارة المتولدة في الاكترود وفي الشغلة تكون متساوية وفي حالة استخدام التيار المستمر تكون كمية الحرارة المتولدة عند القطب الموجب ضعف المتولدة عند القطب السالب وعليه يتوقف اختيار نوعية التوصيل بالشغلة سواء كانت قطبية موجبة (الاكترود سالب والشغلة موجبة) أو قطبية سالبة (الاكترود موجب والشغلة سالبة) وبالتالي تتمدد سمك الشغلة حيث أنه من الممكن انصهار حواف الشغلة نتيجة تأثير درجة الحرارة المتولدة بتوصيل القطبية الغير مناسبة .

والجدول (٢ – ٢) يوضح الفولطيات المعتادة اللازمة لماكينات اللحام بالقوس الكهربي

شدة التيار (أمبير)	الفولطية (فولت)
حتى ١٠٠٠ أمبير	١٥
أعلى من ١٠٠ أمبير وحتى ٢٠٠	٢٠
أعلى من ٢٠٠ وحتى ٢٥٠	٢٥
أعلى من ٢٥٠ وحتى ٣٥٠	٣٠
أعلى من ٣٥٠ وحتى ٥٠٠	٣٥
أعلى من ٥٠٠	٤٠

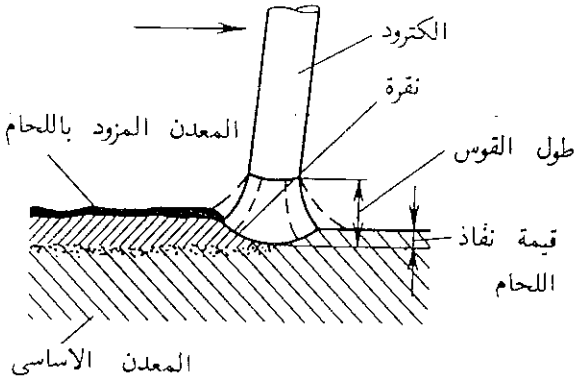
جدول (٢ – ٢)

مقدار طول القوس الكهربائي أثناء اللحام

****

يعرف طول القوس بأنه المسافة بين طرفي الاكترود وقاع الثغرة كما بالشكل (٢ – ١) ولطول القوس أهمية كبرى في عملية اللحام ويجب ألا يزيد عن ٣ – ٤ مم فإذا زاد طول القوس عن المعدل المسموح به

فإننا نحصل على وصلة غير منتظمة السطح كما أن القوس الطويل أقل استقرار وهذا يؤدي إلى انحراف القوس وتذبذبه مما ينشأ عنه انتشار التسخين على مساحات كبيرة مما يؤدي إلى تبدد الحرارة وسوء الانصهار وتتساقط القطرات من الاكترود على أماكن غير مسخنة جيدا من سطح المعدن مما يؤدي إلى عدم التلاحم مع المعدن الجاري لحامه وبالتالي ينشأ نقص في جودة اللحام فإذا قل طول القوس عن المعدل المسموح به فإن درجة الحرارة التي تتولد لا تكون كافية لانصهار حواف الوصلة كما أنه لا تحصل على ترسيب جيد لشريط اللحام والشكل (٢ – ١) يبين الرسم التخطيطي لقوس اللحام .



شكل (٢ – ١) رسم تخطيطي لقوس اللحام

مقدار سرعة الاكترود أثناء اللحام

****

تعتمد سرعة الاكترود على مقدار التيار وقطر الاكترود ونوع الوصلة فإذا كانت سرعة الاكترود كبيرة لا ينصهر المعدن المراد لحامه بكمية كافية مما يقلل من نفاذ اللحام وتكون وصلة اللحام في هذه الحالة منخفضة وصغيرة المقطع أما إذا كانت سرعة الاكترود صغيرة فإن وصلة اللحام تكون في هذه الحالة كبيرة المقطع وذات تقوية كبيرة وتكون ذات تكلفة عالية . أما عند الاختبار الصحيح لسرعة حركة الاكترود تأخذ حشوة اللحام المتكونة من المعدن المزود باللحام مقطعا مثل المقطع المبين بالشكل رقم (٢ – ٢) .

الشكل (٢ – ٢) مقطع الحشوات (اللينات) المزودة باستخدام تيار لحام وسرعة لحام مناسبين

وعادة ما يكون عرض الحشوة الناتجة عن حركة الأكترود بطول الوصلة بدون حركات عرضية أكبر من قطر الأكترود بمقدار ١ – ٢ مم وتسمى الحشوة الناشئة بالحشوة الخيطية .

نوع معدن الأكترود المستخدم ونوع الغلاف الكاسي

****

الاكترود المفضل في الاستخدام هو الاكترود الذي يكون القوس الكهربائي ويترسب في درنة اللحام وتوجد الكترودات من الكربون لا تنتج القوس الكهربي الا حينما تحترق وتتلاشى . والاكترودات تستنفذ بمعدل ضئيل أثناء حدوث القوس الكهربائية وتوجد الكترودات للحام الصلب والحديد الزهر وتصنف الاكترودات حسب الغرض المقصود منها فتوجد الكترودات تستخدم في الوصل أو التكسية أو التصليد السطحي أو القطع .

ومن هنا يجب الاختيار المناسب لنوع معدن الاكترود ونوع المعدن المراد لحامه وإذا حدث اختلاف في اختيار معدن الاكترود فإننا لا نحصل على جودة اللحام المطلوبة كما يتوقف استقرار القوس الكهربي على نوع المواد التي تغلف الاكترود .

فالاكترودات المغلفة بأكسيد التيتانيوم وأكسيد الألمونيوم وأكسيد الحديد تعمل على سهولة قابلية القوس للاشتعال والاحتراق الثابت وبالتالي يؤدي إلى استقرار القوس الكهربي والحصول على جودة لحام عالية والاكترودات المغلفة بالسبائك الحديدية المكونة من حديد مخلوط بالمنجنيز والسيلكون أو الكروم أو الفانديوم فإنها تمنع وصول الأكسجين إلى اللحمة حيث يؤدي الأكسجين إلى إفساد خواص اللحمة الميكانيكية . كما يجب اختيار قطر الاكترود حسب سمك المعدن الجاري لحامه ويبدأ ترسيب الجذر باستخدام الكترود قطره صغير (٣,٢٥ مثلا) أما التمريرات التالية واللازمة لاستكمال اللحمه فتتطلب استخدام الكترودات أقطارها متزايدة وفي العادة فإن معدل الترسيب إذا أجرى هذا اللحام بأليد ٧٠٠ جرام في الساعة والجدول الاتي يبين العلاقة بين سمك المعدن وقطر الاكترود جدول (٢ – ٣) .

سمك المعدن مم	قطر الاكترود مم	تيار متردد	تيار مستمر
		شدة التيار (أمبير)	شدة التيار (أمبير) الاكترود ( )
حتى ١ مم	٢	١٠٠ – ١٥٠	١٥٠ – ٢٥٠
١ – ٣	٣	١٥٠ – ٢٤٠	٢٥٠ – ٢٧٥
٣ – ٥	٤	١٧٥ – ٣٠٠	٢٨٠ – ٤٥٠
٥ – ٨	٥	٢٠٠ – ٣٥٠	٣٠٠ – ٦٠٠

جدول (٢ – ٣)

ما يجب مراعاته عند اللحام في مستوى النظر

****

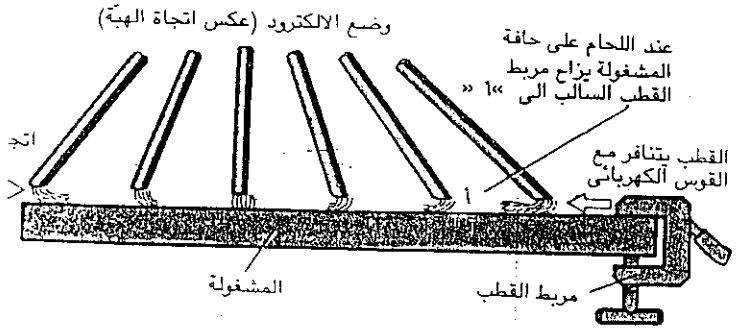
عند اللحام في وصلة بالنسبة لمستوى النظر حيث تنساب قطرات المعدن المنصهر من الاكترود ومن ثغرة اللحام إلى أسفل لذا يستخدم في هذا النوع من اللحام قوس صغير بحيث تكون المسافة بين قطرات المعدن المنصهرة على الاكترود والمعدن المنصهر في ثغرة اللحام صغيرة فينشأ بينهما تجاذب متبادل وتمتزج نتيجة لذلك قطرات الاكترود مع المعدن الموجود في الثغرة وتزداد كمية المعدن المنصهر الموجود في ثغرة اللحام نتيجة لانتقال قطرات المعدن من الاكترود إليها ويمكن عند ذلك ينساب المعدن من الثغرة تحت تأثير قوة الجاذبية الأرضية وللحد من هذا يجب إبعاد الاكترود بسرعة إلى أعلى أو إلى أحد الجانبين فيتجمد المعدن في الثغرة ولا ينساب إلى أسفل .

لذا فإن جودة شريط اللحام تتوقف على طول أو قصر القوس وعلى حركة الاكترود .

هبـــة (انحراف) القـــوس : Arc Blow

****

يقصد بها إنحراف القوس الكهربائي عند لحام الصلب خاصة بتأثير المجالات المغناطيسية المتولدة في الاكترود والشغلة وقد تبلغ هبه القوس درجة من الشدة يستحيل معها اللحام لاحتراق الغـــازات المنطلقـــة نتيجـــة إنصهار الاكترود من غلافه بلهب مرئي ويستدل من انحراف اللهب على اتجاه إنحراف القـــوس الكـــهربي ويمكن تلافي هذا العيب بتثبيت الاكترود في الاتجاه العكسي للهبه وبتعديل موضع تثبيت مربـــط القطـــب على المشغولة ولا تسـب الهبه أي مضايقات عند استخدام الكترودات سميكة الغلاف ويضعف تأثيرهـــا إلى حد كبير عند استخدام التيار المتردد بدلا من التيار المستمر والشكل رقم (٢ – ٣) يبين ذلك .



شكل (٢ – ٣) تأثير المجال المغناطيسي

زوايا ميل الاكترود على خط اللحام

****

يميل الاكترود على خط اللحام بزاويتين في اتجاهين مختلفين هما : –

١ – زاوية الارتكاز الطولية :

****

وهي المحصورة بين الاكترود وخط اللحام وتتراوح ما بين (٦٥ – ٧٠) درجة والهدف من هذه الزاوية يتقدم الخبث وينصهر داخل القوس وفي حالة نقصان الرؤية لموضع اللحام غير واضحة .

٢ – زاوية الارتكاز العرضية :

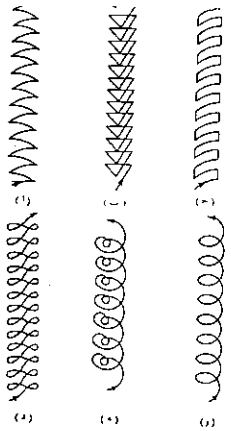
****

يتوقف مقدار هذه الزاوية حسب وصلة اللحام ووضع اللحام وعدم ضبط هذه الزاوية ينتج عنه وصلة لحام غير جيدة .

حركة أرجحة الاكترود على خط اللحام

****

تستخدم هذه الحركة الاضافية للاكترود بقصد زيادة عرض وحجم درزه اللحام في حالة قنوات (فجوات) اللحام العميقة والأركان والتي تحتاج إلى عدة مسارات لملئها وتأخذ هذه الحركة أشكال مختلفة ويجب أن تكون هذه الحركة منتظمة الأداء من بداية خط اللحام إلى نهايته وفي حالة عدم الانتظام لا نحصل على شريط لحام جيد والشكل رقم (٢ – ٤) يوضح أنواع هذه الأرجحة .



شكل (٢ – ٤) أرجحة الاكترود

خبرة ومهارة الفني المشتغل باللحام

****

عند اللحام يحرك عامل اللحام الاكترود عادة في ثلاثة اتجاهات : -

الاتجاه الأول :

****

يحرك عامل الاكترود في اتجاه القوس بطول محور الاكترود أي يقرب عامل اللحام الاكترود من سطح اللحام وتعتمد سرعة اقتراب الاكترود على سرعة انصهار الاكترود ويجب أن يكون عامل اللحام ذو خبرة جيدة لتحديد هذه السرعة فإذا اكتسب الاكترود سرعة أقل من سرعة الانصهار زاد طول القوس مما يؤدي إلى انطفائه أما إذا اكتسب الاكترود سرعة أكبر فمن المحتمل أن يلتحم مع المعدن الجاري لحامه وبالتالي تغلق الدائرة ولا يحدث استقرار للقوس وهذا يؤدي إلى وصلة لحام غير جيدة .

الاتجاه الثاني :

****

يحرك العامل الاكترود بطول الوصلة ولسرعة هذه الحركة أهمية كبرى لجودة الوصلة وتعتمد هذه السرعة علي مقدار التيار وقطر الاكترود ونوع الوصلة وعند انتقال الاكترود بسرعة كبيرة بطول الوصلة لا ينصهر المعدن المراد لحامه بكمية كافية ولا يحدث تغلغل للحام والوصلة تكون صغيرة المقطع أما إذا كانت سرعة الاكترود صغيرة فإن وصلة اللحام تكون كبيرة المقطع وذات تقوية كبيرة وتكون غير اقتصادية .

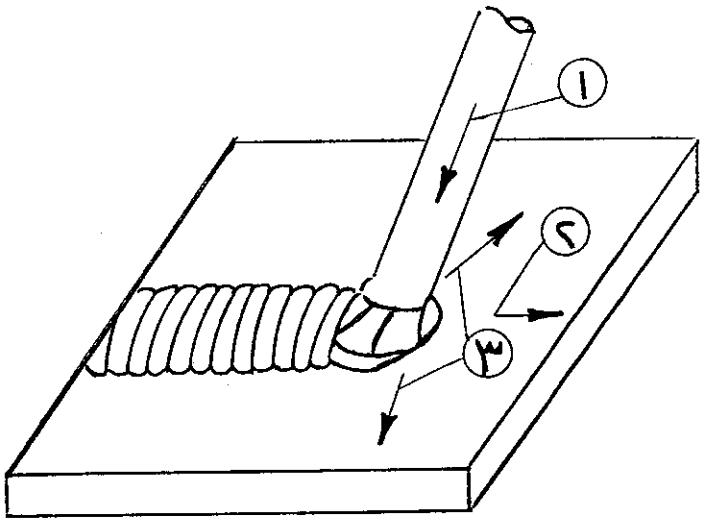
الاتجاه الثالث :

****

هو الاتجاه العمودي في الوصلة بعرض الوصلة ويكسب الاكترود مثل هذه الحركة للحصول على حشوة لحام عريضة وتستعمل هذه الحشوات العريضة في وصلات اللحام التناكبي واللحام الزاوي ويمكن اكساب الاكترود حركته التذبذبية لتنفيذ حشوات اللحام العريضة وذلك بطرق مختلفة تعتمد على نوع الوصلة وعلى طريقة تجهيز الأطراف المعدة للحام .

والتحكم في سرعات الاكترودات في جميع الاتجاهات تعتمد على مهارة العامل وخبرته العملية في الحصـــول على شريط لحام جيد .

والشكل رقم (٢ – ٥) يوضح الاتجاهات الثلاثة للاكترود .



شكل (٢ – ٥) رسم تخطيطي لحركة الاكترود عند اللحام

الحالة الصحية والنفسية للفني أثناء اللحام

****

تلعب الحالة الصحية والنفسية لفني اللحام دورا مهما أثناء عملية اللحام فعندمـــا يكـــون الفـــني هـــادئ الأعصاب وفي حالة نفسية وصحية طيبة تتم عملية اللحام بثبات حيث لا تهتز بنسة اللحام في يـــد الفـــني وبالتالي يحصل على لحام جيد .

أما إذا كانت الحالة النفسية والصحية غير طيبة فتهتز بنسة اللحام وتتأرجح خطوط اللحام بطريقـــة غـــير منتظمة وبالتالي يحصل على جودة لحام أقل .

الفصل الثالث

صناعة أسياخ لحام القوس الكهربي المغلفة

****

كيفية إعداد الأسياخ قبل التغليف : -

****

يتلخص إعداد الأسياخ قبل التغليف في الآتي : -

١ - تنظيف الأسياخ من الزيت والأتربة والمواد العالقة بغسلها بالماء الساخن الذي يحتوي على ٥ % صودا كاوية .

٢ - تقطع الأسياخ بواسطة ماكينات تقطيع يصل انتاجها إلى ٢٠٠ سيخ / دقيقة حسب الأطوال المناسبة

٣ - تسخن الأسياخ للتجفيف حتى ٨٠° - ٩٠٠° .

٤ - تصنف الأسياخ وتحفظ في مكان جاف لحين تغليفها .

كيفية إعداد مكونات الغلاف الخارجي وطرق خلطها : -

****

تحضر العناصر المكونة للغلاف الخارجي كالآتي : -

١ - تجفف العناصر المكونة للغلاف الخارجي إلى درجة حرارة ١٠٠° - ١٢٠° على موقد أو أفران ذات رفوف .

٢ - تكسر العناصر إذا كانت على هيئة كتل كبيرة (الفلسبار - الكوارتز) .

٣ - تطحن العناصر الموجودة على هيئة قطع رقيقة (بيرلوزيت - أكاسيد الحديد) مع العناصر المكسرة في طاحونات كروية ثم تنخل .

٤ - تحفظ في مخازن في صناديق منفردة .

طريقة الخلط:

****

تخلط العناصر المنخولة والمكونة للغلاف حسب المواصفات المطلوبة والمناسبة ثم تتم عملية المزج الشديد والتام في الخلاطات في الحالة الجافة أولا ثم مع محلول الزجاج السائل في الماء (سليكات الصوديوم) في قلابات خاصة وتستمر عملية الخلط من نصف ساعة إلى عدة ساعات معينة حسب نوع الغلاف وبعد

الخلط تمرر الكتلة عبر شبكة فيها ١٢٠٠ ثقب في السنتيمتر المربع لإزالة المواد غير الممتزجة أو الشـــوائب التي تدخل عن طريق الصدفة .

طريقة تغليف الأسلاك : -

****

يتم تغليف الأسياخ بطريقتين : -

١ - طريقة التغطيس (الغمس)

****

تضغط الأسياخ في وضع رأسي في إطارات خاصة في مجموعات مكونة من ٢٥ - ٣٠ قطعة وتغمـــــس في حوض محتوي على مادة التغطية وتحدد سرعة إخراج الأسياخ من الحوض حسب تخانة مادة التغطية بحيـــث تتوزع طبقة الغطاء بالتساوي على الأسياخ بحيث يكون سمكها هو السمك المطلوب ولكن هذه الطريقـــة غير إنتاجية ولا تعطي أسياخ جيدة .

٢ - طريقة البثق : -

****

يتم التغليف في هذه الطريقة بتغطية الأسياخ باستخدام مكابس خاصة تمرر فيها الأسياخ خلال إســـطوانة خاصة تحتوي على مواد التغليف تحت ضغط ٤٠٠ - ٩٠٠ جوي .

ويتم تغليف السيخ في أنبوب ذي ثقوب محكمة يكون قطر ثقب المدخل مساويا لقطر السيخ قبل التغليـــف وثقب المخرج مساويا لقطر السيخ المغلف وبتغيير هذا الأنبوب يمكن تغيير قطر السيخ وسمك التغليف .

** وتمتاز هذه الطريقة بالآتي : -

****

١ - يكون سمك طبقة التغليف متساوية بطول السيخ الجانبي .

٢ - يكون التغليف أكثر متانة .

٣ - تكاليف هذا النوع أقل من الأنواع الأخرى .

طريقة تجفيف الغلاف الخارجي وتعبئة الاكترودات

****

طريقة التجفيف : يتم تجفيف الغلاف الخارجي كالآتي : -

١- يتم تجفيف الغلاف في الهواء أو في حجرات ذات تهوية جيدة ويستمر ذلك حتى التجمد التام للغـــلاف ويستغرق ذلك من (١٢ - ٢٠) ساعة .

٢ – تسخن الاكترودات المجففة سواء كانت بطريقة الغمس أو البثق حتى الاحمرار حسب مواصفاتها عند درجة حرارة ٣٥٠° لمدة من ساعة إلى ساعتين لإزالة الرطوبة من الغلاف ويتم ذلك في أفران التجفيف أو في الدواليب الكهربائية .

طريقة التعبئة : تعبأ الالكترودات حسب الخطوات الآتية : –

١ – تدهن أطراف الالكترودات الغير مغطاة بدهان ملون لتفريقها للتمييز بينها .

٢ – تغلف الاكترودات في ورق عازل للماء والرطوبة وفي صناديق خشبية ويزن الصندوق من ٢٥ – ٤٠ كجم .

٣ – يوضع جدول على كل صندوق يدون فيه (اسم المصنع – المنتج – الماركة – النوع – القطر – رقم الشحنة – وزن الشحنة – ماركة السلك – رقم مواصفة السلك – تاريخ الإنتاج – نتائج الاختبار) .

المقاسات الدولية لاكترودات اللحام

****

تنتج الكترودات اللحام بأقطار وأطوال مختلفة ١,٥ ، ٢ ، ٢,٥ ، ٣,٢٥ ، ٤ ، ٥ ، ٨ مم بأطوال مختلفة فإذا كان قطر الالكترود (١,٥ – ٢,٥) فيكون الطول المناسب ٣٥٠ مم وإذا كان قطر الالكترود (٣,٢٥ – ٤ ، ٥ ، ٨) فيكون الطول المناسب ٤٥٠ مم وعموما يتوقف طول وقطر الالكترود على سمك أو تخانة الجزء المراد لحامه وكذلك وضع وصلة اللحام .

العيوب المختلفة لالكترودات اللحام

****

توجد بعض العيوب في الكترودات اللحام المغلفة تؤثر على كفاءتها وبالتالي على جودة اللحامات المنجزة بها وهذه العيوب يمكن حصرها فيما يأتي : -

أ - عيوب الإنتاج : -

وأهم هذه العيوب ما يأتي :

١ - عدم تساوي وانتظام سمك الغلاف للاكترود وهذا يؤدي إلى عدم انصهار الغلاف وانحراف القوس .

٢ - وجود نسبة عالية من الرطوبة في مادة الغلاف بسبب عدم التجفيف الجيد للأسياخ بعد تغليفها .

٣ - تغليف الالكترود كله من الجهتين بحيث لا يوجد طرف عار من الالكترود والذي يمسك في بنسة اللحام وهذا يؤدي على عدم وصول التيار الكهربي إلى معدن قلب الالكترود وكذلك تغطية البودرة لمقطع معدن القلب بالطرف الآخر مما يؤدي إلى صعوبة بدء القوس .

ب - عيوب بسبب التخزين :

وتتلخص هذه العيوب فيما يأتي :

١ - عدم وضع الإلكترود في مكان جاف خال من الرطوبة حيث يتلف الغلاف ويقلل من جودة اللحام .

٢ - تكثف بخار الماء الموجود بالمخزن والذي يترتب عليه التقليل من جودة هذه الأسياخ وبالتالي يوصى بوضع الالكترودات في مخازن درجة حرارتها تزيد عن درجة حرارة الجو الخارجي للمخزن بـ ٥ درجات

٣ – وجود شروخ أو كسر في الغلاف نتيجة لعدم ترتيب الالكترودات بالمخازن ترتيبا جيدا .

طرق تخزين الالكترودات

****

تراعى النقاط الآتية عند تخزين الالكترودات : –

١ – أن تخزن وهي محفوظة داخل العلب الخاصة بها مع التأكد من سلامة هذه العلب وعدم وجود تمزقات بها تؤدي إلى سقوط الأسياخ .

٢ – أن توضع العلب مرتبة في أرفف مناسبة ومصنفة بحيث يسهل تداولها دون خطأ يذكر ودون أن تكون عرضه للسقوط .

٣ – أن توضع في جو جاف خالي من الرطوبة التي تتلف الغلاف وتؤثر على جودة اللحام .

وفي أسوأ الظروف فإذا لم تتوفر هذه الإمكانيات فإنه يلزم حفظ علب الالكترودات في مكان مغلق جيد كدولاب خشبي حتى يقلل من نسبة امتصاص بخار الماء .

الفصل الرابع

خواص وتفاصيل الأغلفة الكاسية لاكترود اللحام

****

١ – غلاف سليلوزي :

****

هذا الغلاف يحتوي على نسبة كبيرة من مادة سيليلوزية تصل إلى ٥٠ % مع مادة أخرى هي التيتانيا بنسبة ٣٠ % روتيل .

مميزات الأسياخ المغلفة بالغلاف السيليوزي : –

****

- معدل الانصهار سريع .
- ذو قوس عميق التغلغل .
- تتولد غازات وأبخرة كثيفة تقي منطقة اللحام من الغلاف الخارجي .
- الخبث الناتج رقيق وهش وسهل الإزالة .

وتستخدم أسياخ هذا النوع في لحام الصلب الطري وهذا السيخ يصلح للاستعمال مع التيار المستمر بقطبية موجبة .

٢ – غلاف روتيلي :

****

غلاف يحتوي على نسبة عالية من التيتانيا على هيئة روتيل وينتج عنه خبث متوسط اللزوج .

مميزات الأسياخ المغلفة بهذا النوع : –

****

- للسيخ خصائص قوس سلسلة ورزاز متناثر بسيط .
- الخبث الناتج كثيف ويغطي المعدن المترسب .
- سهل الإزالة .

وتستعمل هذه الأسياخ في لحام الوصلات التقابلية والوصلات الزاوية ويصلح هذا السيخ للاستعمال مع التيار المتغير أو المستمر .

٣ – غلاف روتيلي مع بعض المواد القاعدية : –

****

غلاف يحتوي على نسبة ملحوظة من التيتانيا على هيئة روتيل وينتج خبث مائع ومضاف إليها بعض المواد القاعدية .

مميزات الأسياخ المغلفة بهذا النوع : -

****

- الأسياخ لها خصائص قوس سلسة .
- تغلغل متوسط .

وتستعمل هذه الأسياخ في لحام الوضعين العلوي والرأس الصاعد ويصلح هذا السيخ للاستعمال مع التيار المستمر بنوعي القطبية والتيار المتغير بجهد يصل إلى ٤٥ فولت .

٤ - غلاف قاعدي ذو خبث نافش : -

****

هو غلاف يحتوي على نسبة عالية من أكاسيد أو سليكات الحديد والمنجنيز أو كليهما وينتج عنه خبث نافش .

مميزات هذا النوع : -

****

- ينتج عن هذا الغلاف خبث غزير ومائع وتتكون به ثقوب على شكل خلايا النحل لذلك فهو سهل الإزالة .
- الشكل العام للحام منظم وتموجاته أقل وضوحا .

ويستخدم هذا الصنف في لحام التجاويف العميقة في الألواح السميكة ويصلح هذا السيخ مع التيار المستمر بقطبية موجبة كما يمكن استعماله مع التيار المتردد .

٥ - غلاف قاعدي ذو خبث ثقيل مصمت : -

****

هو غلاف يحتوي على نسبة عالية من أكاسيد وسليكات الحديد والمنجنيز أو كليهما وينتج عنه خبث ثقيل مصمت .

مميزات هذا النوع : -

****

- الخبث الناتج عنه مصمت وصغير وينفصل تلقائيا .

- يعطي في حالة اللحام الزاوي شكلا مقعرا منتظما .

ويصلح السيخ للاستعمال مع التيار المستمر بنوعي القطبية وكذلك مع التيار المتردد مع جهد قد يصـــل إلى ٤٥ فولت تقريبا .

٦ – غلاف حامضي : –

****

هو غلاف يحتوي على نسبة كبيرة من كربونات الكالسيوم والفلوسبار .

مميزات هذا النوع : –

****

- الخبث الناتج يتميز بمظهر لامع .
- معدن اللحام المترسب له خواص ميكانيكية جيدة (زيادة في المطولية – مقاومة الصدأ) ويســـتخدم هذا النوع في لحام الصلب الإنشائي .

وتستعمل هذه الأسياخ مع التيار المتردد ولكن يفضل التيار المستمر بقطبية موجبة .

الفصل الخامس

توصيف أسياخ اللحام

****

أولا : توصيف أسياخ اللحام محليا :

****

قامت الهيئة المصرية للتوحيد القياسي بعمل مواصفة أسياخ اللحام المغلفة ورقمها م . ق ١٩٦٢/٤٣٥ للاستخدام في جمهورية مصر العربية . وفيما يلي تصنيف هذه المواصفة على أنه يمكن الرجوع إلى المواصفة في حالة الحصول على بيانات وتفاصيل تختص بتوصيف أسياخ اللحام .

١ – المجال : –

****

تختص هذه المواصفات القياسية بأسياخ اللحام المغلفة للحام الصلب الطري بالقوس الكهربائي ويتضمن الأنواع المختلفة لهذه الأسياخ والاشتراطات الواجب توافرها فيها والاختبارات اللازمة لبيان صلاحيتها .

٢ – تصنيف أسياخ اللحام : –

****

يكون تصنيف أسياخ اللحام عن طريق بيان ما يلي : –

أولا : طريقة الصنع .

ثانيا : نوع الغلاف الكاسي لسلك القلب .

ثالثا : أوضاع اللحام المناسبة لاستخدام الأسياخ .

رابعا : التيار الكهربائي المناسب لعملية اللحام .

خامسا : إمكانية استخدام الأسياخ في اللحام عميق التغلغل .

ويستعان برموز خاصة لتوضيح كل من البيانات السابقة ، والتي تكون مجتمعة الدليل لنوع السيخ كمايلي

الحرف الأول	رقم الاحاد	رقم العشرات	رقم المئات	الحرف الأخير

ويعبر الحرف الأول عن طريقة الصنع .

ورقم المئات عن الغلاف الكاسي .

ورقم العشرات عن أوضاع اللحام المناسبة .

ورقم الأحادي عن خواص التيار الكهربائي المناسب لعملية اللحام .

والحرف الأخير يضاف في حالة مناسبة لسيخ الحام عميق التغلغل .

أولا : الحرف الأول : (طريقة الصنع)

****

الحرف الدال	طريقة الصنع
ص	البثق المصمت
ق	البثق مع التقويه
س	الغمس (التغطيس)

ويراعى أنه في حالة صنع سيخ اللحام بطريقتين معا أن يرمز لطريقة صنعة بالرمز الدال على الطريقة الرئيسية وهي طريقة البثق .

ثانيا : رقم المئات : (نوع الغلاف الكاسي لسلك القلب)

****

رقم المئات الدال	نوع الغلاف
١	يحتوي على نسبة كبيرة من مادة سيليوزية
٢	يحتوي على نسبة كبيرة من التيتانيا ، وينتج خبثا متوسط اللزوجة .
٣	يحتوي على كمية ملحوظة من التيتانيا ، وينتج خبثا مائع القوام .
٤	يحتوي على نسبة عالية من أكاسيد أو سليكات الحديد والمنجنيز أو كليهما معا ، وينتج خبثا ثقيلا نافشا .
٥	يحتوي على نسبة عالية من أكاسيد أو سليكات الحديد أو المنجنيز أو كليهما معا ، وينتج خبثا ثقيلا ومصمتا .
٦	يحتوي على نسبة كبيرة من كربونات الكالسيوم وكلوريد الكالسيوم .
٩	أي نوع آخر من الغلاف غير السابق ذكرها .

ثالثا : رقم العشرات : (أوضاع اللحام المناسبة لاستخدام سيخ اللحام) : -

****

رقم العشرات الدال	أوضاع اللحام المناسبة
١	سفلي – مائل – أفقي – رأسي – علوي (أي يصلح لجميع أوضاع اللحام) .
٢	سفلي – أفقي .
٣	سفلي .
٤	سفلي – مائل – أفقي .
٥	سفلي – أفقي – رأسي – علوي .
٦	رأسي – علوي
٩	مجموعة أوضاع أخرى غير السابق ذكرها .

ويراعى أنه عندما يرمز للسيخ بأي رقم من الأرقام السابقة فإن ذلك يعني صلاحية السيخ للاستعمال في أوضاع اللحام المرادفة له ،

ويلاحظ أنه إذا رمز للسيخ بأرقام تدل على صلاحية لأوضاع تتضمن الرأسي أو العلوي فإن هذه الصلاحية تكون قاصرة على مقاسات أقصاها قطر ٥ مم فقط .

كما يلاحظ أنه إذا رمز للسيخ بأرقام تدل على صلاحيته لأوضاع تتضمن اللحام المائل أو اللحام الراسي فإن هذه الصلاحية تكون قاصرة على اللحام في الاتجاه الصاعد إلا إذا نص على غير بطاقة السيخ .

رابعا : رقم الآحاد : (التيار الكهربائي المناسب)

****

رقم الآحاد الدال	التيار الكهربائي المناسب
صفر	مستمر +
١	مستمر + أو متردد ٩٥ فولت
٢	مستمر – أو متردد ٧٠ فولت

٣	...	...	مستمر – أو متردد ٤٥ فولت
٤	...	...	مستمر + أو متردد ٧٠ فولت
٥	...	...	مستمر ≠ أو متردد ٩٥ فولت
٦	...	...	مستمر ≠ أو متردد ٤٥ فولت
٩	...	...	غير المذكورة عالية

خامسا : الحرف الأخير : (مناسبة السيخ للحام عميق التغلغل) :

****

يضاف الحرف (ع) بعد رقم المئات في حالة مناسبة السيخ للحام عميق التغلغل .

مثال :

******

يرمز للسيخ بالرمز (ص ٢١٧) إذا كان مصنوعا بطريقة البثق المصمت ويحتوي غلافة على كمية كبيرة من التيتانيا وينتج خبثا متوسط اللزوجة ، ويكون استخدامه في جميع أوضاع اللحام باستخدام تيار كهربائي مستمر أو تيار كهربائي متردد جهده ٤٥ فولت ، ولا يصلح للحام عميق التغلغل .

ثانيا : توصيف أسياخ اللحام دوليا

****

تقوم كل دولة منتجة لأسياخ اللحام بعمل مواصفات تغطي جميع أنواع واستخدامات أسياخ اللحام .

وتخص بالذكر المواصفات البريطانية والأمريكية والمواصفة الخاصة بالمنظمة الدولية للتوحيد القياسي .

أولا – توصيف أسياخ اللحام طبقا للمواصفات الفنية البريطانية

****

تصنف أسياخ اللحام (الاكترودات) المغطاة بطبقة من الكربون أو بطبقة من كربون المنجنيز والخاصة بعمليات لحام القوس الكهربي اليدوي طبقا للمواصفات البريطانية (B S) لعام ١٩٨٦ وذلك للمعادن التي لها قوة شد لا تزيد عن ٦٥٠ نيوتن / مم^{٢} .

وتتكون المواصفة البريطانية من جزئين : –

١ – التكويد العام .

٢ – التكويد الملحق .

مثال :

****

E 4322 R R (21)

حيث : التكويد العام يمثل

E 4322 R R

بينما الملحق يمثل

(21)

** أولا التكويد العام : –

****

وتنقسم إلى خمس عناصر : –

١ – الحرف الأول E يشير إلى أن الاكترود (السيخ) يستخدم في لحام القوس الكهربي اليدوي .

٢ – الرقمين الأول والثاني يشيران إلى مقاومة اجهاد الشد وخصائص الاستطالة لمعدن كما في جدول رقم (٥ – ١)

التكويد	مقاومة اجهاد الشد N / mm^2	أقل اجهاد شد N / mm^2
E 43 - - -	430 – 550	330
E 51 - - -	510 - 650	360

جدول (٥ – ١)

٣ – الرقم الثالث يشير إلى أقل قيمة لدرجة الحرارة اللازمة لمتوسط قيمة الصدمة أو الكبس الذي يتعرض إليه الاكترود بقوة ٢٨ جول وذلك موضح بالجدول رقم (٥ – ٢)

التكويد	درجة الحرارة (C°) عند قيمة صدمة مقدارها ٢٨ جول لقطر ٤ مم
E - - 0 - -	غير موصفه
E - - 1 - -	+ 20
E - - 2 - -	0
E - - 3 - -	- 20
E - - 4 - -	- 30
E - - 5 - -	- 40

جدول (٥ – ٢)

٤ – الرقم الرابع يشير إلى درجة الحرارة اللازمة لمتوسط قيمة صدمة يتعرض إليها الاكترود مقدارها ٤٧ جول كما هو موضح بالجدول (٥ – ٣)

التكويد	درجة الحرارة (C°) عند قيمة صدمة مقدارها 47 جول لقطر ٤ مم
E - - 0 - -	غير موصفه
E - - 1 - -	+ 20
E - - 2 - -	0
E - - 3 - -	- 20
E - - 4 - -	- 30
E - - 5 - -	- 40
E - - 6 - -	- 50

جدول (٥ – ٣)

٥ – الحرفين أو الحرف المتبقي يشير إلى نوع الغلاف أو الكسوة

A : حامض (أكسيد الحديد)

A R : حامض (روتايل) .

B : قاعدي .

C : سليلوزي .

O : مؤكسد .

R : روتايل (كسوة متوسطة) .

R R : روتايل (كسوة سميكة) .

S : أنواع أخرى .

وبهذا ينتهي التقسيم العام أو الأساس للنظام البريطاني والذي يحدد المعالم الرئيسية لأسلاك اللحام ذات القوس الكهربي اليدوي .

** ثانيا : التكويد الملحق : –

****

١ – يتكون من ثلاث أرقام تشير إلى كفاءة الاكترود الاسمية ويتم ذكر هذا الرقم إذا تجاوزت الكفاءة (110) ويتم تقريب هذا الرقم لأقرب رقم عشري .

٢ – وبعد هذا الرقم يكون هناك رقم آخر يشير إلى بعض التوصيات اللازمة لتحديد أوضاع اللحام وذلك كالتالي : –

الكود	وضع اللحام
١	لجميع أوضاع اللحام
٢	جميع أوضاع اللحام ما عدا الحركة الرأسية المتجهة لأسفل (التنازلي)
٣	اللحام المسطح – لحام الأركان – والأفقي المتجه إلى الرأسي (تصاعدى)
٤	مسطح فقط
٥	مسطح ورأسي متجهة إلى أسفل للحام الأركان
٦	أي وضع آخر غير موضح في النقاط السابقة

٣ – الرقم التالي يشير إلى مصدر القدرة ومواصفاته اللازمة كما في جدول رقم (٥ – ٤)

الرقم	تيار مستمر مع قطبية مناسبة للاكترود	الجهد الأدنى للدائرة المفتوحة لتيار متغير
0	تحديد القطبية مع الشركة المصنعة	غير مناسب للتيار المتغير
1	– أو +	50
2	–	50
3	+	50
4	+ أو –	70
5	–	70
6	+	70
7	+ أو –	80
8	–	80

٤ – الحرف H يضاف للاكترودات التي لا يوجد فيها ترسيب للهيدروجين يزيد عن ١٥ ملي لكل ١٠٠ جرام من المعدن .

مثال تطبيقي على استخدام المواصفات البريطانية : –

****

عين المواصفات البريطانية للاكترود ذات المواصفة التالية : –

E 4322 R R (21)

الإجابة : -

****

E : الاكترود يستخدم في لحام القوس الكهربي

43 : قوة الشد ٤٣٠ - ٥٥٠ نيوتن / مم^{٢}

2 : درجة الحرارة عند قيمة صدمة مقدارها ٢٨ جول هي ($0\ C^{0}$)

2 : درجة الحرارة عند قيمة صدمة مقدارها ٤٧ جول هي ($0\ C^{0}$)

R R : الكسوة المستخدمة هي روتايل ذات طبقة سميكة

التكويد الملحق : -

****

2 : جميع أوضاع الحام ما عدا الحركة الرأسية المتجهة لأسفل .

1 : يتم استخدام جهد متغير يساوي ٥٠ فولت أو تيار مستمر ذات قطبية سالبة أو موجبة .

ثانياً: تصنيف الالكتروذات (تبعا للنظام الأمريكي) : -

****

- وضعت هذه المواصفات جمعية اللحام الأمريكية (A W S) بالاشتراك مع الجمعية الأمريكية لاختبار المواد (A S T M) .
- وفي هذا النظام يتكون الكود من أربع أرقام تبدأ بحرف E ليدل على أن الاكترود يستخدم في اللحام بالقوس الكهربي اليدوي .

ويدل الرقمين المتواجدين في خانتي الآلاف والمئات على أقل قيمة لقوة الشد بوحدات ألف رطل لكل بوصة مربعة (1000 Psi) .

ومثال لذلك - - E 70 فإن هذا الاكترود يصحبه أقل أجهاد شد يساوي 70000 رطل / بوصة مربعة

أما الرقم في خانة العشرات فيدل على وضع اللحام المناسب له هذا الاكترود كما يلي :

1 : يصلح الالكترود لكافة أوضاع اللحام .

2 : يصلح للحام الأفقي على مستوى أفقي ولحام أفقي على مستوى رأسي فقط .

3 : يصلح للحام الأفقي على مستوى أفقي فقط .

* أما الرقم في خانة الآحاد فإنه يدل على خواص الالكترود وهو كما يلي : -

0 : كسوة الالكترود غنية بالسليلوز ويستخدم مع التيار المستمر فقط .

1 : كسوة الالكترود غنية بالسليلوز ويستخدم مع التيارين المتردد والمستمر بقطبية مباشرة وعكسية

2 : كسوة الالكترود غنية بالتيتانيا (أكسيد التيتانيوم) ويستخدم مع التيار المستمر بقطبية مباشرة فقط .

3 : مثل السابق في الكسوة ويستخدم مع التيار المستمر والمتغير .

4 : تحتوي كسوة الالكترود على أكسيد أو كربونات كل من المنجنيز والحديد ويستخدم مع التيارين المتغير والمستمر .

5 : تتميز الكسوة بإنخفاض الهيدروجين – يصلح للتيار المستمر بقطبية عكسية فقط .

6 : يشابه رقم (5) باستثناء أماكن استخدام التيار المتردد .

7 : تحتوي الكسوة على مسحوق الحديد ويعمل على التيارين المستمر والمتغير .

8 : تحتوي كسوته على مسحوق الحديد والتيتانيا مع انخفاض الهيدروجين مع التيارين .

** ثالثا : التوصيف الخاص بالمنظمة الدولية للتوحيد القياسي : -

****

تنقسم هذه المواصفات إلى ثلاثة أجزاء هي : -

الجزء الأول : يعرف بالحرف E وهي تحدد نوع السلك من جهة التغليف .

الجزء الثاني : وهو يحدد الخواص الميكانيكية لمعدن اللحام ويتكون من ثلاث أرقام

والرقم الأول يعبر عن مقاومة الشد كجم / مم^{٢} .

الرقم الثاني يعبر عن نسبة الاستطالة %

الرقم الثالث يعبر عن مقاومة الصدمة كجم / مم^{٢} .

والجدول الآتي يبين البيانات الخاصة بالجزء الثاني : -

(١) مقاومة الشد		(٢) الاستطالة		(٣) مقاومة الصدمة	
الرقم	مقاومة الشد كجم/ مم^{٢}	الرقم	الاستطالة	الرقم	مقاومة الصدمة
0	-	0	-	0	-
1	41	1	14	1	5
2	44	2	13	2	7
3	48	3	22	3	6
4	52	4	26	4	11
5	56	5	30	5	13

الجدول الخاص بالجزء الثاني

ملاحظات : -

****

١ – القيم المذكورة بالجدول تبين الحد الأدنى لها .

٢ – اختبار مقاومة الصدمة أجرى على بيّ أم اختبار ايزود .

الجزء الثالث :-

****

ويتكون من حرف ورقمين

١-الحرف يبين نوع الغلاف .

٢-الرقم الأول يبين أوضاع اللحام .

٣-الرقم الثاني يبين قطبية التيار علي السلك .

والجدول التالي يبين نوع الغلاف حسب الحرف

الحرف	نوع الغلاف	الحرف	نوع الغلاف
A	حامضى	R	روتيل
B	قاعدي	T	تيتانيا
C	سليلوز	V	أنواع أخرى
O	مؤكسد		

الرقم الأول :

يبين الرقم الأول وضع اللحام كما في الجدول التالي :

الرقم	وضع اللحام
1	جميع أوضاع اللحام
2	جميع الأوضاع ما عدا الرأسي
3	اللحام الأفقي في مستوى رأسي – اللحام التصاعدي
4	اللحام الأفقي الي اليمين (قورة × قورة – زوايا)

الرقم الثاني :

يبين الرقم قطبية التيار (متردد أو مستمر) بحيث لا تظهر أي صعوبات ملحوظة في قدح القوس والمحافظة على استمراره : -

تيار مستمر فقط	تيار متردد أو مستمر الحد الأدنى لجهد الدائرة المفتوحة			قطبية التيار + أو -
	٩٠ فولت	٧٠ فولت	٥٠ فولت	
	٧	٤	١	+ أو -
	٨	٥	٢	-
٥		٦	٣	+

ملاحظة :

****

إذا وجد الحرف Fe مع التوصيف فإن هذا يعني احتواء الغلاف على نسبة مرتفعة من الحديد وتعرف هذه الأنواع بالأسياخ مرتفعة الكفاية وقد قيس هذا بالنسبة لمتوسط وزن المعدن المنصهر من السيخ فمثلا Fe 160 يعني أن وزن المعدن المترسب يعادل ١٦٠ % من وزن معدن السيخ وكذلك Fe 120 يعني أن وزن المعدن المترسب يعادل ١٢٠ % من وزن معدن السيخ .

الأسياخ عميقة التغلغل : -

****

لا توصف هذه الأسياخ طبقا لخواصها الميكانيكية وذلك بسبب اتحاد كثير من عناصر معدن الأساس مع معدن السيخ أثناء عملية اللحام ولا يوصف أيضا هذا النوع من الأسياخ إلا ابتداء من ٤ مم لقطر معدن السيخ ويوصف هذا النوع تبعا لجهد التيار فمثلا F 45 تعني أن الجهد اللازم = ٤٥ فولتا .

أمثلة على التوصيف بالمنظمة الدولية للتوحيد القياسي

****

مثال (١) : iso El ctrode E 355 B10

الجزء الأول : الحرف E

وهو يعني سيخ مغلف .

الجزء الثاني :

١ – الرقم 3 يعبر عن مقاومة الشد وهذه تقابل في الجدول ٤٨ كجم / مم٢

٢ – الرقم 5 يعبر عن الاستطالة وهذه تقابل في الجدول ٣٠ % .

٣ – الرقم 5 يعبر عن مقاومة الصدمة وهذه تقابل في الجدول ١٣ كجم / مم٢ .

الجزء الثالث :

١ – الحرف B يعني غلاف قاعدي .

٢ – الرقم 1 تقابل في الجدول اللحام لجميع الأوضاع .

٣ – الرقم 0 تقابل في الجدول اللحام التيار المستمر بالقطبية الموجبة فقط لسيخ اللحام .

مثال (٢) : E 343 T 42 Fe 190

١ – الحرف E يعني سيخ مغلف

٢ – الرقم 3 يعني أن مقاومة الشد = ٤٨ كجم / مم٢ .

٣ – الرقم 4 يعني الاستطالة = ٢٦ % .

٤ – الرقم 3 يعني مقاومة الصدمة = ٩ كجم / مم٢ .

٥ – الحرف T يعني أن الغلاف من النوع المحتوي على التيتانيا أساسا .

٦ – الرقم 4 يعني أن السيخ يستخدم فقط للحام في مستوى أفقي تحت مستوى النظر (قورة × قورة أو زاوية) .

٧ – الرقم 2 يعني استخدام تيار مستمر مع توصيل السيخ إلى القطب السالب أو تيار متردد على أن يكون الحد الأدنى لجهد الدائرة المفتوحة = ٥٠ فولت .

٨ – Fe 190 يعني أن وزن المعدن المترسب = ١٩٠ % من وزن معدن السيخ .

مثال (٣) :

ESO Electrode 45

يعني أسياخ عميقة التغلغل وجهد التشغيل اللازم لها ٤٥ فولت .

ملحوظة :

****

الأسياخ التي تغلف من النوع **RT** توصف حسب النظام الألماني (**DIN 1913**) تحت الحـــرف **T** إذ أنه في النظام الألماني لا يفرق بين النوعين .

الفصل السادس

اختبارات التفتيش على جودة وصلات اللحام

****

خلال عمليات اللحام يكون هناك بعض الأخطاء المختلفة التي تؤدي إلى ضعف جودة ومتانة وصلات اللحام تتوقف هذه الجودة على كلا من كفاءة العامل ومهارته وجودة المواد والمعدات المستخدمة وسوف نختص في هذا الجزء بتعيين كيفية فحص واختبار وصلات اللحام والتفتيش عليها .

* الفحص بمجرد النظر : Visual test

****

ويجري هذا الفحص أثناء عملية اللحام وبعد عمليات اللحام بحيث يعطي تصورا مبدئيا عن قوة وصلة اللحام ولكن هذا الاختبار يعتمد بدرجة كبيرة على خبرة المختبر بإجراء عملية الفحص .

أولا : الفحص أثناء اللحام : -

****

لحام القوس الكهربي : -

****

ويتم ملاحظة النقاط الأساسية الآتية : -

١ - معدل انصهار الالكترود وانسيابية اللحام .

٢ - مقدار تخلل واندماج قضيب الألكترود المنصهر .

٣ - مسار خط اللحام وتضمنه وصلتي اللحام .

٤ - الصوت الصادر أثنا اللحام ويشير إلى صحة التيار والجهد التي تعمل عليه معدة اللحام .

لحام الأكسي أسيتلين : -

****

ويتم ملاحظة النقاط الأساسية الآتية : -

١ - صحة اللهب المنبعث من بوري اللحام .

٢ - صحة الزاوية المحصورة ما بين اللهب والشعلة .

٣ - عمق وتخلل المعدن المنصهر داخل وصلة اللحام .

٤ - معدل انسيابية اللحام على طول الوصلة .

وهذه الملاحظات السابق ذكرها تشير بشكل كبير إلى مدى جودة عمليات اللحام ولكنها تعتمد اعتمـــادا كبيرا على خبرة العامل .

ثانيا : الفحص بعد اللحام : -

****

وتتم عملية الفحص لوصلات اللحام من خلال النقاط الآتية : -

١ – صحة مقدار الإندماج ما بين المعدن المنصهر والشغلة .

٢ – أن يشمل خط اللحام الوصلة بدون ترك فجوات .

٣ – أن يتخلل المعدن الوصلة على شكل حرف U أو V .

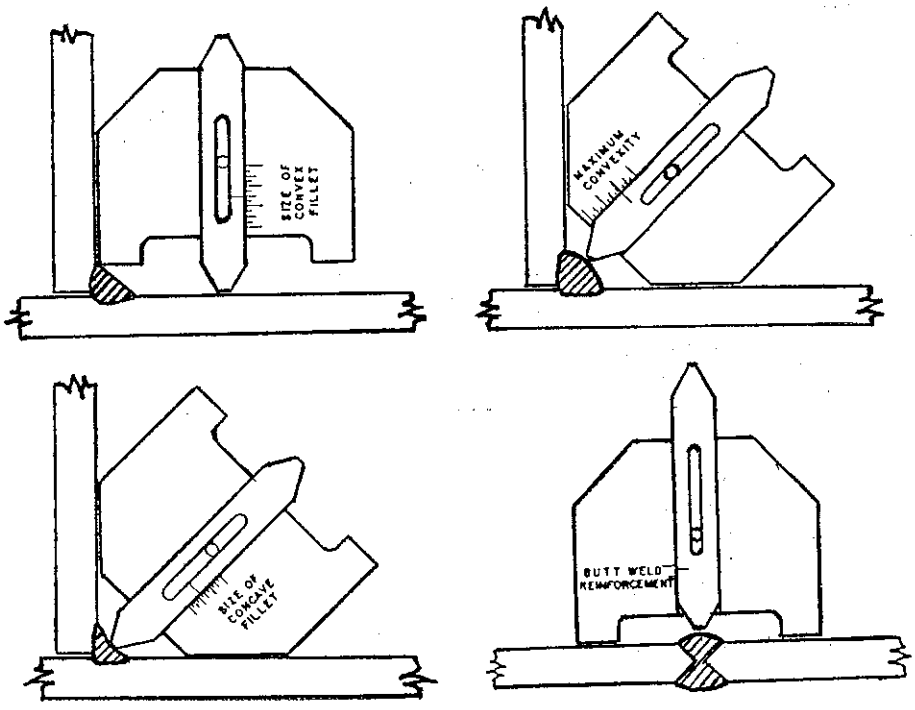
٤ – ياخذ خط اللحام الشكل المطلوب في التصميم (محدب – مقعر – مستوي) .

٥ – عدم وجود نتوءات داخل خط اللحام .

٦ – عدم وجود تبعثر أو طرطشة في خط اللحام لأنه يدل على أن الجهد والتيار التي تعمل عليـــه المعـــدة أكبر من القيمة المقننة .

٧ – أبعاد وسمك اللحام ذات بعد مناسب ويتم قياسه بأجهزة القياس المختلفة .

كما في الشكل الموضح رقم (٦ – ١)



شكل (٦ – ١) محدد قياس درزة اللحام

ومن أهم الخواص التي يجب أن تتوافر في وصلات اللحام هي أن تتحمل أحمالا مناسبة أو أحكام تسـرب مائع أو مقاومة التآكل بفعل الظروف الموجودة بها الشغلة .

وعلى هذا الأساس يجب تقييم وصلات اللحام بالاختبار والتفتيش عليها ولذلك سوف يتم الاهتمام بالخواص الميكانيكية وسلامة الوصلات من العيوب الظاهرية والمختفية وذلك من خلال اختبارات إتلافية واختبارات غير إتلافية .

أولا : الاختبارات الغير إتلافية : - Non Destructive Tests

****

ويعني هنا أن الوصلة يمكن تشغيلها بعد إجراء الاختبارات الغير إتلافية كالتالي : –

١ – اختبار التغلغل بمجرد النظر .

٢ – الاختبار المغناطيسي .

٣ – الاختبار بأشعة X .

٤ – الاختبار بأشعة جاما .

٥ – الاختبار بالموجات الفوق صوتية .

٦ – اختبار الصبغات المتغلغلة .

١ – اختبار التغلغل بمجرد النظر : – Visual Test

****

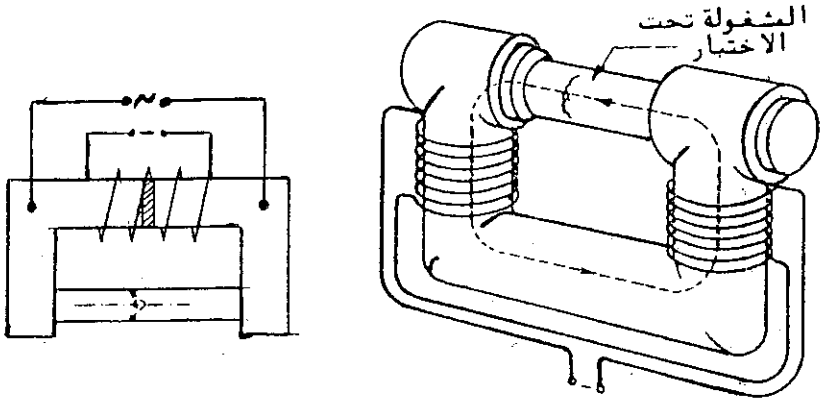
ويتم هذا الاختبار عن طريق إزالة القشرة الخارجية لخط اللحام والتفتيش على مدى النفاذ الجيد لمعدن اللحام (في حالة الوصلات التقابلية) وقد يكون هذا الاختبار تمهيدا لإجراء اختبارات بعد ذلك أكثر تعقيدا وقد ترفض الشغلة بمجرد النظر إليها وذلك لظهور عيوب جسيمة في خط اللحام مثل النحر أو الشروخ أو النتوءات .

٢ – الاختبار المغناطيسي : Nmagnaflux Test

****

وفي هذا الاختبار يتم تعريض وصلة اللحام إلى مجال مغناطيسي قوي باستخدام مغناطيس دائم أو بملف تيار متردد لتمر هذه الخطوط عبر منطقة اللحام المراد اختبارها والكشف على عيوبها الداخلية التي تقع بالقرب من السطح الخارجي فإذا تعارض هذا المجال مع فجوات أو شروخ فإنه يتحول إلى مغناطيس له قطبين .

وعند وضع مسحوق الحديد أو أكسيد حديد عادي أو فلورستي إما جاف أو معلق في مـــاء أو في زيـــت معدني فإن هذا المسحوق سوف يتجمع بكثافة عالية ومزدحمة حول هذا العيـــب (الفجـــوة أو الشـــرخ)مباشرة نظرا لإنجذابة إلى المغناطيس المتكون وتوضح الشكل الأتي إجراء هذا الاختبار شكل (٦ – ٢)



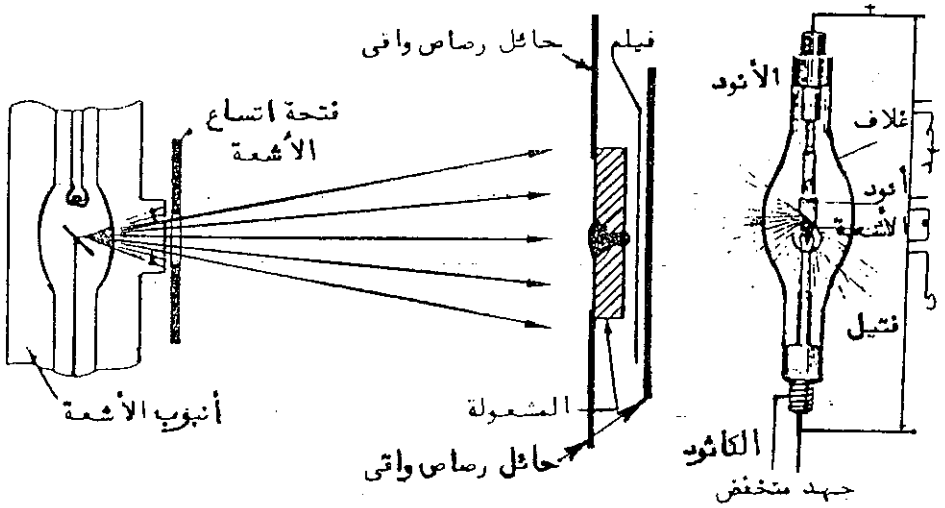
شكل (٦ – ٢) الاختبار المغناطيسي

٣ – الاختبار بأشعة X : X- Ray Radiography –

****

تتصف الأشعة السينية بشكل عام بمدى نفاذيتها العميقة في المواد المختلفة وهي أشعة كهرومغناطيسية غير مرئية ذات موجات قصيرة وهي تستخدم بتسليطها على الجزء أو الوصلة المراد الكشف عليها . ويتم استقبال هذه الأشعة بعد مرورها في الوسط المراد الكشف عليه أما على شاشة فلورسنتية أو لوح حساس للضوء لتصوير مدى تباين شدة الأشعة حسب سمك العينة ووجود أجسام أو مواد غريبة أو عيوب مثل الفجوات أو الشروخ أو مسامات فإن الأشعة سوف تنفذ في هذه المنطقة بدرجة أكبر وتظهر على اللوح الحساس أكثر سوادا ويتم إجراء وتسليط هذه الأشعة على المساقط الثلاثية لتحديد موقع العيب .

ويتم توليد هذه الأشعة باستخدام أنبوبة تعمل مخصصة لهذا الغرض تعمل على جهد عالي يتراوح ما بين 60 – 600 kv والشكل الموضح يبين طريقة إجراء هذا الاختبار شكل (٦ – ٣)



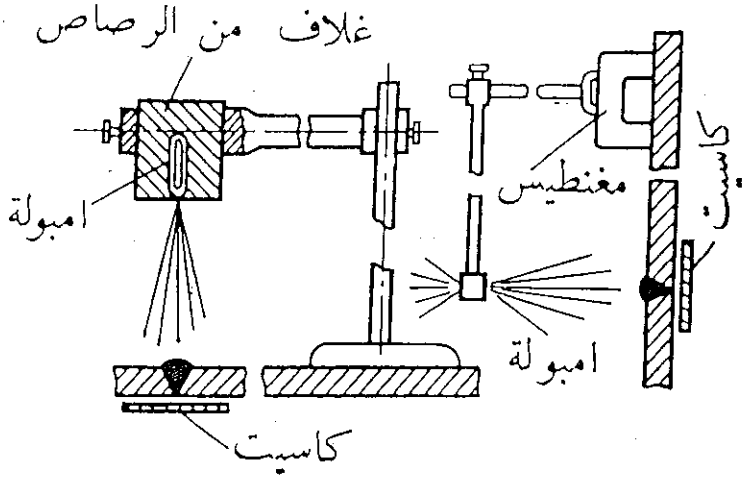
شكل (٦ – ٣) الاختبار بأشعة X

٤ – الاختبار بأشعة جاما : – Gamma Ray Test

****

أشعة جاما وهي تشبه أشعة X ولكن الاختلاف هو في الطول الموجي للأشعة وهذا النوع من الأشعة ينبعث منه بعض المواد المشعة كالراديوم والثوريوم والبرلونيوم أو بعض النظائر المشعة وأشعة جاما هي أشعة كهرومغناطيسية ذات موجات قصيرة جدا تنبعث بسرعة تعادل الضوء وبالتالي فإن لها قدرة عالية على النفاذية داخل الأجسام .

ولا تختلف عمليه التصوير بهذه الطريقة عن طريقة التصوير بأشعة X ولكن يتم تفضيل إحداهما على الأخرى طبقا لنوع التطبيق والاستخدام وعلى سبيل المثال فإن التخانات التي تقل عن ٥٠ مم يتم استخدام أشعة X وذلك للكشف عن المسام التي يبلغ قطرها ١,٥ % من سمك المعدن وهذه الأرقام السابقة تختلف باختلاف نوع المعدن المراد اختباره . و أشعة جاما هي خطرة على الإنسان ولذلك توضع داخل أنبوبة من الرصاص وذلك لأن الرصاص أكثر المعادن مقاومة لنفاذ الأشعة ويجري هذا الاختبار تحت وسائل وقاية وأمان مناسبة لهذا الغرض كما في شكل (٦ – ٤)

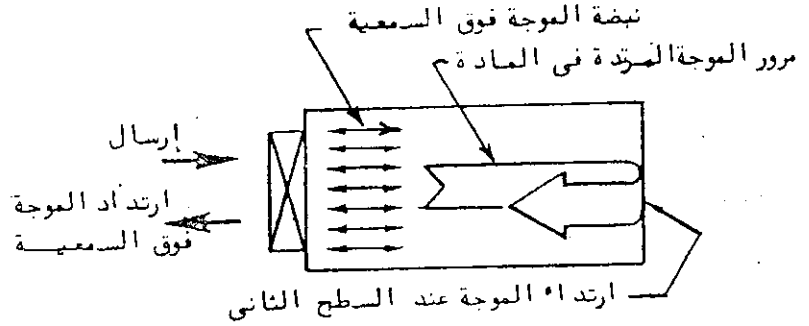


شكل (٦ – ٤) الاختبار بأشعة جاما

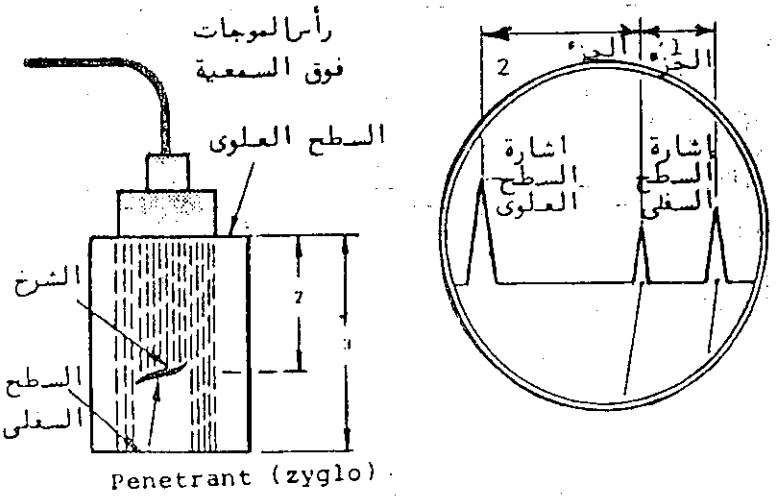
٥ – الاختبار بالموجات الفوق صوتية : – Ultrasonic Testing

****

وهي موجات لها ترددات تتراوح ما بين ٠,٦ — ٥ ميجا هرتز وهو تردد خارج الحدود التي يمكن أن تسمعها الأذن العادية ولا تستجيب لها طبلة الأذن وإنما يتم استقبال الموجات المرتدة منها على جهاز مبين للذبذبات . وهذه الموجات يمكنها أن تنفذ إلى داخل المعادن ويستخدم التأثير البيزوكهربائي في توليد الموجات الصوتية القصيرة التي توصل برأس إرسال الموجات وسطح الشغلة تحت الاختبار اتصالا محكما ويستخدم في هذا وسيط أحكام مثل زيت التزليق ويتم استقبال هذه الأشعة إما برأس استقبال أخرى أو بنفس رأس الإرسال ويتم تسجيل الموجات المرسلة والموجات المرتدة على شاشة مبين ذبذبات كما في الشكل الآتي : –



شكل(٥-٣٧)



شكل (٦ — ٥) الاختبار بالموجات فوق الصوتية

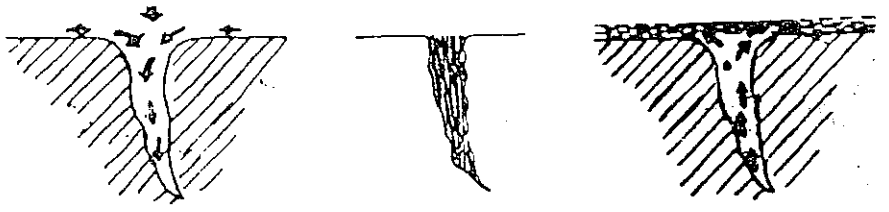
فإذا اصطدمت هذه الموجات بفجوة مسامية أو شرخ أو بجزيئات من الجلخ فإنها تنعكس قبل أن تصل إلى السطح الآخر حيث تستقبل لتحديد العمق التي انعكست من عنده الموجات وتتحول هذه النبضات الصوتية إلى نبضات كهربية ثم تظهر ممثلة على شاشة حيث يمكن بدراسة هذا الرسم تعيين العيوب التي يحتويها خط اللحام .

٦ - اختبار الصبغات المتغلغلة Dye Penitent : -

يقتصر استخدام هذه الطريقة على الكشف عن الشروخ السطحية من المشغولات أو اللحامات ويستخدم فيها مبدأ نفاذ السوائل منخفضة الشد السطحي (مثل الكيروسين) بالخاصية الشعرية **Capiliarity** ويمكن أن يكون للسائل المتغلغل خواص فلوسنتيه ليسهل الكشف عنه وتتلخص الطريقة في الخطوات الآتية :

- تغسل المشغولات جيدا لإزالة التلوثات والشحوم باستخدام بخار مزيل للشحوم ثم تترك لتبرد .
- تغمر المشغولات في السائل الفلوسنتي المتغلغل لنحو ٢٠ دقيقة ثم ترفع وتترك برهه ليتساقط السائل الزائد .
- يزال السائل المتغلغل من سطح المشغولات بالغسيل بالماء ثم التجفيف في الهواء الساخن .
- تعرض المشغولات لتيار هواء مغبر بمسحوق ماص ولن يلتصق هذا المسحوق بسطح المشغولة إلا في المواقع التي بها شروخ التي تغلغل فيها السائل الفلوسنتي وتفحص الأسطح للكشف عن المواقع التي تغلغل فيها السائل (الشروخ) بالخاصة الشعرية والتي غطاها المسحوق وتفحص بمصباح الأشعة فوق البنفسجية لتسهيل الرؤية .

ويمكن تبسيط هذه الطريقة باستخدام الكيروسين العادي بعد تلوينه بلون أحمر أو أزرق كسائل تغلغل واستخدام سائل طباشيري تدهن به الأسطح بعد انتهاء عملية التغلغل بالكيروسين الملون وإزالة السائل المبلل للأسطح بالغسيل والتجفيف فتظهر مواقع الشروخ بلون الكيروسين في مواقعها وحجمها كما في الشكل (٦ – ٦)



شكل (٦ – ٦) الاختبار بالصبغات المتغلغلة

ثانيا الاختبارات الاتلافية :- Destructive Tests

****

قد تتضمن الاختبارات الاتلافية تحطيم الوصلة الملحومة بأكملها أو تتطلب عينات مقطوعة من وحدة الوصلة الملحومة يتم اختبارها لتمثل باقي الوحدات وبالتالي لا يمكن تشغيل الوصلة الملحومة مرة ثانية ومن أهم الاختبارات الاتلافية :

١ – الاختبارات الميكروسكوبية .

٢ – الاختبارات الميكانيكية .

٣ – الاختبارات الكيميائية .

١ – الاختبارات الميكروسكوبية : –

****

وهو إحدى الاختبارات المعملية الهامة والذي بواسطته يمكن تحديد حالة حبيبات معدن اللحام ومنطقة التغلغل والمنطقة المتأثرة بحرارة اللحام .

وقد يبدو مقطع اللحام متجانسا تماما بعد عمليات الصقل ولكن عند اختباره ميكروسكوبيا .

قد نجد أن حجم الحبيبات يوجد به اختلاف وغير متجانسة وقد نجد أيضا أن معدن اللحام يحتوي على بعض الأكاسيد أو بعض الشروخ الدقيقة ولإظهار التكوين البللوري للمعدن تعالج القطعة بسائل كيميائي خاص باختلاف نوع المعدن ويؤثر هذا السائل على البللورات المختلفة والحدود التي تفصلها عن بعضها بدرجات مختلفة ويؤدي هذا إلى إظهارها أثناء عمليات الفحص الميكروسكوبي .

٢ – الاختبارات الميكانيكية : –

****

ونهتم هنا بجميع الخواص الميكانيكية المعروفة حيث يتم اختبار ما يناسب منها للاجهادات وظروف التحميل الذي تتعرض له الوصلة ويتم تقسيمها كالتالي : –

١ – اختبار الشد

٢ – اختبار الثني

٣ – اختبار الصدمة

٤ – اختبار الكلال

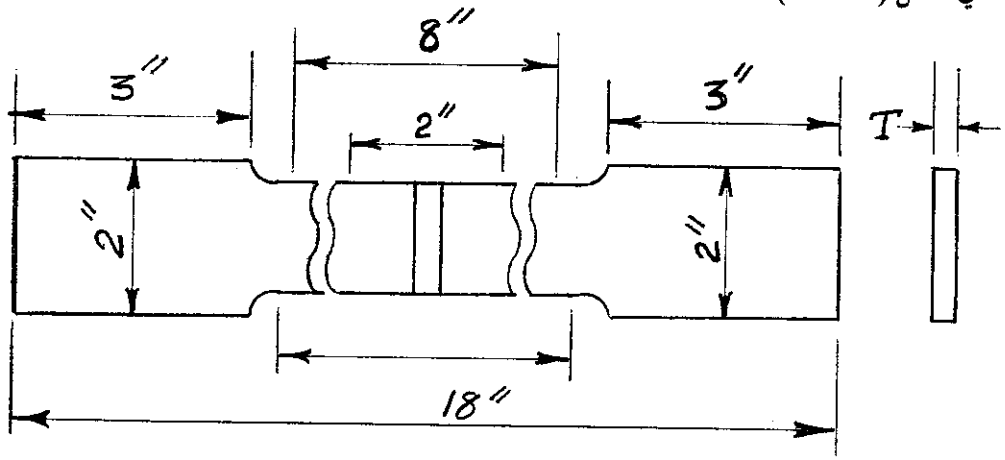
٥ – اختبار الكسر

* اختبار الشد :- Tensile Test

****

ويجري هذا الاختبار على العينات الملحومة طوليا أو عرضيا لاستخلاص معظم الخواص الميكانيكية الهامة مثل حد المرونة وحد الخضوع وأقصى جهد شد وجهد الكسر والمتانة وغيرها من الخواص الهامة .

ويتم تسليط اجهاد شد مرتفع على العينة المراد اختبارها يتوقف هذا الاجهاد على خواص ونوع المعدن المستخدم وأيضا على أبعاد العينة ويعتبر اللحام سليما إذا حدث الكسر خارج منطقة اللحام كما في شكل (٦ – ٧) .



شكل (٦ – ٧) اختبار الشد

* اختبار الثني :- Bend Test

****

ويهدف هذا الاختبار إلى معرفة وتحديد مدى مطولية الوصلات الملحومة ويجري على قطعة اختبار ذات وصلة ملحومة ويتم على مرحلتين وهما :

المرحلة الأولى : –

****

ثني قطعة الاختبار ثنيا تدريجيا ابتدائيا بأي طريقة مناسبة (بواسطة مكبس يدوي مثلا) دون تعريضها

للطرق على أن يكون وجه اللحام المحدد عليه طول القياس في السطح المعرض للشد أثناء عملية الثني بمعنى أن تكون قوة الثني من جهة اللحام .

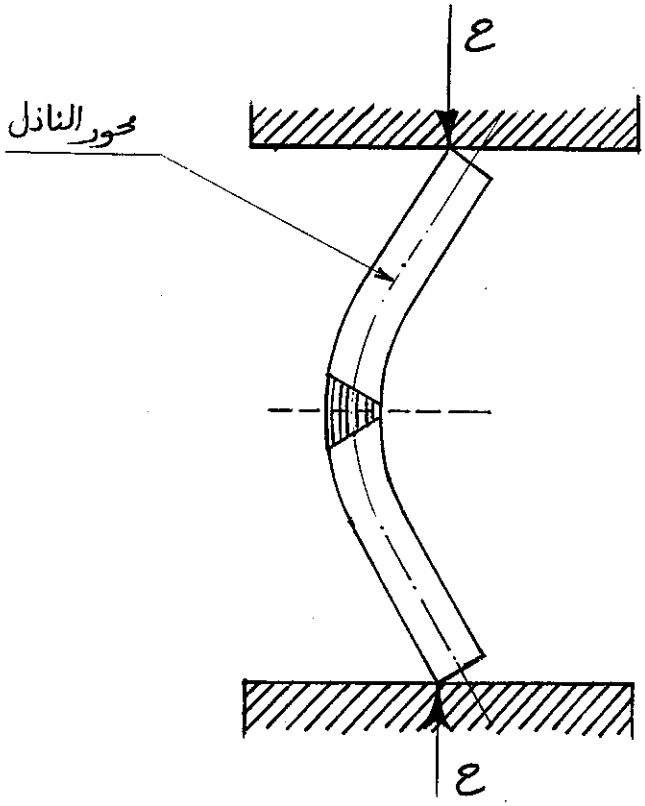
المرحلة الثانية : -

****

توضع قطعة الاختبار بين فكي أو ماكينة ضغط لتكمل عملية الثني على البارد كما هو مبين بالرسم حتى تظهر شروخ أو هبوط مفاجئ في منطقة اللحام ناتجة عن وجود فجوة أو شوائب داخل معدن اللحام وعندئذ يمكن تعيين النسبة المئوية للاستطالة باستخدام القانون :

$$\text{النسبة المئوية للاستطالة} = \frac{\text{طول القياس بعد الاختبار} - \text{طول القياس قبل الاختبار}}{\text{طول القياس قبل الاختبار}} \times ١٠٠$$

والشكل (٦ – ٨) يوضح ذلك .



شكل (٦ – ٨) اختبار الثني

* اختبار الصدمة : - Impact Test

****

ويجري اختبار الصدمة لتقدير الشغل المبذول في كسر العينات الملحومة والذي يعتبر مقياسا للمتانة (الديناميكية) بجانب المتانة التي يمكن الحصول عليها من اختبار الشد يتعين المساحة تحت منحنى الاجهاد والانفعال (المتانة الاستاتيكية) .

كما يمكن أن يتم اختيار الصدمة مع عمل حز في وصلة اللحام وذلك بتغيير نمط توزيع الاجهادات عند الحز بتركيزها عنده ويجري هذا الاختبار باستخدام طريقتي ايزود أو شاربي .

* اختبار الكلال : Fatigue Test

****

كما يهمنا في الخواص الميكانيكية لوصلات اللحام خواص الكلال (التعب) أي مقاومة الوصلة للاجهادات الديناميكية المترددة سواء كانت في اتجاه الشد المطلق أو الضغط المطلق أو التردد دوريا بين الشد والضغط بصورة متماثلة . وقد يجري هذا الاختبار لتعيين حد الصمود وهو الأجهاد الذى تتعرض الية العينة بشك متردد لعدد غير محدود من الدورات دون حدوث كسر في وصلة اللحام ثم يتم تعيين أثر هذه الاجهادات على وصلة اللحام .

* اختبار الكسر : Nick Test

****

وهو اختبار الهدف منه معرفة سلامة اللحام نفسه ولضمان حدوث الكسر في معدن اللحام فإنه يعمل حزين في اللحام على جانبي الوصلة مع مراعاة عدم تسوية اللحام وتفحص منطقة اللحام للكشف عما قد يكون بها من عيوب مثل الشوائب والمسام ويعتبر اللحام مقبولا إذا كان متوسط عدد الفجوات المحتوية على أجزاء من الجلخ أو عدد المسام لا يزيد عن واحد من السنتيمتر المربع كما يجب ألا يزيد مقاس أي فجوة في أي اتجاه عن ١,٥ مم وإلا يعتبر اللحام مرفوضا بالإضافة إلى الفحص بمجرد النظر لمقطع اللحام بعد الكسر .

الاختبارات الكيميائية : - Chemical Test

****

يستخدم هذا الاختبار إذا كانت وصلات اللحام ستتعرض أثناء التشغيل لمعالجة كيميائية مثل هياكل السفن التي تتعرض لأمواج المحيطات التي تحتوي على أملاح مختلفة وكذلك مستودعات السوائل الكيميائية .

ويتم هذا الاختبار بتعريض الوصلة لنفس ظروف عملها مع استخدام المواد الكيميائية التي ستتعرض لها بدرجة تركيز أكبر بحيث تظهر في ساعات وأيام ما يمكن أن يظهر على القطعة بعد سنوات .

ومن الضروري أن تكون لخط اللحام نفس مقاومة معدن الأساس لتأثيرات هذه المادة ، لذلك فإنه تلحم مجموعة من العينات كل منها بنوع من الأنواع المقترحة لأسياخ اللحام ثم تصقل ويجري إدارتها في محلول يتوقف اختياره وتركيزه على نوع السائل المراد حفظه وتتم دراسة هذه العينات كل فترة زمنية لمقارنة مدى مقاومتها للتآكل الكيميائي الذي على أساسه نختار نوع أسياخ اللحام أو اقتراح أنواع بمواصفات خاصة .

الفصل السابع

الرموز المصطلحات الفنية في اللحام

****

* المصطلحات الفنية في اللحام والتعريف التكنولوجي لها :-

****

من أهم المصطلحات الفنية في اللحام ما يأتي :-

١- **إجراءات اللحام** : والمقصود به هو الأعمال التي تتبع في عملية اللحام بما في ذلك قائمة المواد والأدوات والعدد التي تستعمل .

٢- **تقنية اللحام** : الكيفية التي يحرك بها عامل اللحام الأكترود أو المشعل مع الأخذ في الاعتبار وضع اللحام والأجهزه والمعدات المستخدمة ووسيلة تحجيب اللحمة .

٣- **لحام** : وهو انتاج لحمة ما بوصل معدنين معا بطريقة مناسبة من طرق اللحام

٤- **قابلية اللحام** : مقدرة معدن ما علي التلاحم أو تقبل اللحام تحت ظروف التصنيع المهيأة لمنشأ معين ذي تصميم مناسب بحيث يؤدى هذا المعدن الغرض الوظيفي منه أداءا مرضيا في أثناء استخدامه الفعلي .

٥- **عامل اللحام** : العامل الفني الذي يؤدى عملية اللحام .

٦- **محول لحام بالقوس** : محول مصمم لإمداد قوس لحام واحدة او أكثر بالطاقة الكهربائية

٧- **معدن الأساس** : المعدن المطلوب لحامه تمييزا له عن معدن الإضافة وفي اللحام بالمونة وصلة بواسطة معدن الإضافة .

٨- **سلك اللحام** : هو علي شكل عود أو لفة سلك .

٩- **سيخ اللحام** : سيخ أضافة مغطى بمساعد صهر .

١٠- **طول القوس** : المسافة بين طرف الأكترود وبين قاع ثغرة القوس أثناء اللحام .

١١- **الثغرة** : هي أدنى مسافة عند أى مقطع مستعرض بين حافتين أو طرفين أو سطحين يراد وصلهما معا .

١٢- سرعة اللحام : طول لحمة مفردة الإمراره أو متعددة الإمرارات الذي يستكمل في وحدة زمن .

١٣- الكترود : سيخ أو سلك أو أنبوب من المعدن أو قضيب من الكربون تنشأ القوس بين أحد طرفية وبين الشغلة أو بينه وبين الكترود آخر .

١٤- بركة اللحام : بركة المعدن المنصهر المتكونة أثناء اللحام .

١٥- تتابع اللحام : النظام والاتجاه المتبعان عند عمل الوصلات .

١٦- تحضير اللحمة : هي المعلومات اللازمة للتمكن من تحضير قطعتي الشغل وضبط وضعهما حتى يمكن انجاز الوصلة انجازا مرضيا وكذلك تحضير قطعتي الشغل وضبط وضعهما لتكونا جاهزتين للحام .

١٧- تيار اللحام : التيار المستعمل في رفع درجة الحرارة للشغلة الي درجة اللحام والإبقاء عليها عند هذه الدرجة .

١٨- المعدن المرسب : هو معدن الإضافة بعد أن يصير جزءا من اللحمة .

١٩- معدل الترسيب : وزن المعدن المرسب في وحدة الزمن .

٢٠- انحراف القوس (هبة القوس) : انحراف أو استطالة قوس اللحام بسبب توزيع غير متماثل للتدفق المغناطيسي حول القوس ينتج عنها نقص الانصهار وتناثر (طرطشة) المعدن وتكون مسام في اللحمة .

٢١- وجهة اللحمة : سطح اللحمة الظاهر علي الجانب الذي عملت منة اللحمة .

٢٢- وجهة الصهر : الجزء من سطح أو حافة وصلة الذى يراد صهرة لعمل اللحمة .

٢٣- وجهة الجذر : الجزء من وجهة الصهر الواقع عند جذر اللحمة .

٢٤- أرجحة اللحام : حركة تذبذبية مستعرضة الأكترود او فوهة مشعل اللحام أثناء ترسيب معدن اللحمة .

٢٥- الخبث : نفاية لا معدنية منصهرة تنتج من بعض أساليب اللحام بالصهر وتتجمد قبل معدن اللحمة وتحمي منطقة اللحام .

٢٦- زمن إدامة القوس : هو المدة التي يحافظ أثنائها علي إبقاء القوس مشتعلة .

٢٧- كفاية الترسيب : نسبة وزن المعدن المرسب الى الوزن الصافي للإكترودات المستنفذة باستثناء أعقابها .

٢٨- **اللحام بالقوس** : اسلوب من أساليب اللحام بالصهر تحصل منه علي الحرارة اللازمة للحام من قوس كهربي .

٢٩- **انفصام اللهب** : انقطاع غير مقصود للهب خارج فتحة الفوهة .

٣٠- **البعد عن الحافة** : المسافة بين منتصف اللحمة وبين أقرب حافة للشغلة

٣١- **زجاج اللحام** : مرشح ضوئي لوقاية العينين من الإشاعات الضارة المنبعثة من القوس الكهربائية أو لهب الغاز .

٣٢- **اللحام بالقوس في غاز خامل** : لحام بالقوس تحجب فيه القوس والبركة المنصهرة عن الجو بواسطة غاز خامل .

٣٣- **معدن اللحمة** : المعدن الذي ينصهر أثناء عمل لحمة معينة .

٣٤- **ميل اللحمة** : الزاوية المحصورة بين خط جذر اللحمة وبين المستوى الأفقي .

٣٥- **لهب مؤكسد** : لهب نسبة الأكسجين فيه زائدة وتنتج عنة منطقة غنية بالأكسجين أمام مخروط اللهب مباشرة .

٣٦- **لهب متعادل** : لهب يكون فيه مرحلة الاحتراق الأولى كاملة مع عدم وجود أكسجين زائد في المخروط المرئي عند فتحة فوهة المشعل .

٣٧- **لهب مختزل** : لهب يكون القسم المستعمل فيه ذو تأثير مزيل للأكسدة

٣٨- **لهب مكربن** : لهب توجد فيه نسبة زائدة من وقود غازي حاو علي الكربون وتنتج عنة منطقة غنية بالكربون حول مخروط اللهب .

الرموز الأساسية والرسومات المتفق عليها دوليا في اللحام

****

يعبر عن اللحام في الرسومات الهندسية برموز أساسية متفق عليها دوليا وفيما يلي بعض الرموز والرسومات المعبرة عنها والمستخدمة في العمليات الفنية للحام .

أولا : حسب المواصفات القياسية البريطانية : -

****

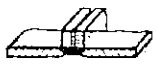
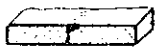
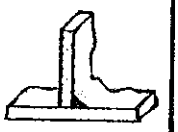
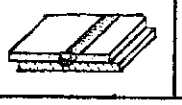
والجداول رقم (٧ - ١) ، (٧ - ٢) ، (٧ - ٣) ، (٧ - ٤) توضح الرموز والرسومات الهندسية المعبرة عن ذلك .

رموز اللحام

(عن المواصفات القياسية البريطانية B. S. 499 : 1980)

جدول (٧-١)

الرموز الأساسية

رقم	الاصطلاح	الرسم	الرمز
١	لحمة تقابلية بين لوحين مشفهين (الشفتان مصهورتان تماما)		⅄⅃
٢	لحمة تقابلية مربعة الحافة		‖
٣	لحمة تقابلية ذات حز V مفرد		V
٤	لحمة تقابلية ذات شطب مفرد		V
٥	لحمة تقابلية ذات حز V مفرد مع وجه جذر عريض		Y
٦	لحمة تقابلية ذات شطب مفرد مع وجه جذر عريض		Y
٧	لحمة تقابلية ذات حز U مفرد		Y
٨	لحمة تقابلية ذات حز J مفرد		Y
٩	إمرارة إحكام (إمرارة مساعدة)		⌓
١٠	لحمة زاوية		△
١١	لحمة سدادية (ثقب مستدير أو مستطيل ، مملوء تماما)		⊓
١٢	لحمة بقعة (لحام بالمقاومة أو بالقوس) أو لحام بروز		○
١٣	لحمة درزية		⊖

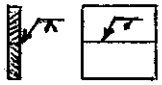
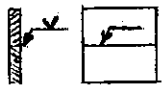
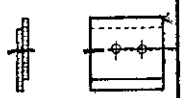
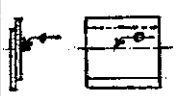
الجدول ٧-٢- رموز تكميلية

شكل سطح اللحمة	الرمز
(أ) مسطح	———
(ب) محدب	⌒
(ج) مقعر	⌣

الجدول ٧-٣ - أمثلة لتطبيق الرموز التكميلية

الاصطلاح	الرسم	الرمز
لحمة تقابلية ذات حز مفرد ، مسطحة		
لحمة تقابلية ذات حز V مزدوج ، محدبة		
لحمة زاوية مقعرة		
لحمة تقابلية ذات حز V مفرد ، مسطحة ، مع إمرارة إحكام مسطحة .		

الجدول ٧-٤- موضع الرمز

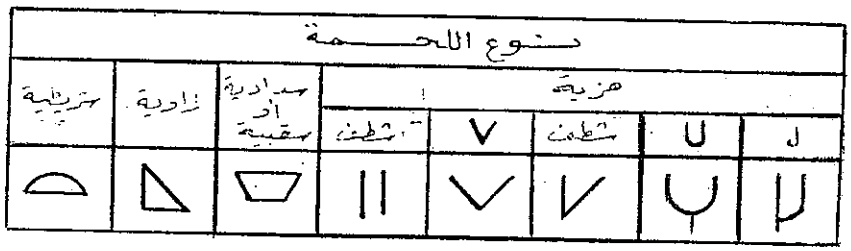
وصف الموضع	الرسم	رسم تخطيطي	تمثيل بالرمز
تحت خط الإسناد اذا كان السطح الخارجي للحمة (وجه اللحمة) على جانب السهم للوصلة			
فوق خط الإسناد اذا كان السطح الخارجي للحمة (وجه اللحمة) على الجانب الآخر للوصلة			
عبر خط الإسناد في حالة اللحمات المؤداة في مستوى الوصلة			

ثانيا : حسب جمعية اللحام الأمريكية رقم (A 20 – 47) : –

****

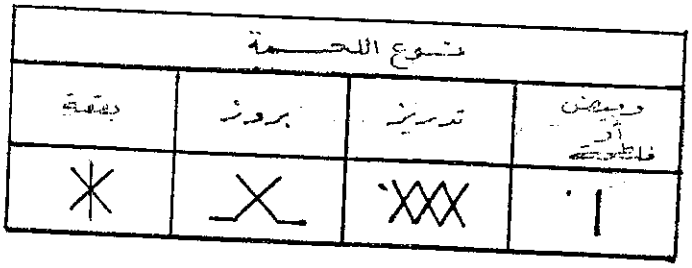
كذلك تصنف الرموز اللحام حسب جمعية اللحام الأمريكية (A20 – 47) .

أ – **رموز لحامات القوس والغاز** :وتكون رموز لحمات القوس والغاز كالمبين بالشكل رقم (٧ – ١)



شكل (٧ – ١)

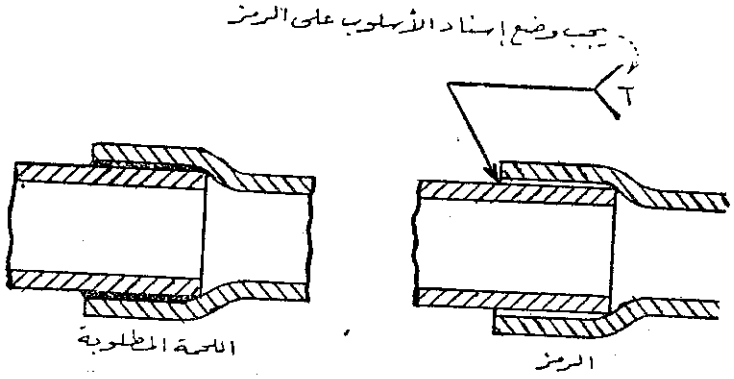
ب – **رموز لحمات المقاومة :** وتكون رموز لحمات المقاومة كالمبين بالشكل رقم (٧ – ٢)



شكل (٧ – ٢)

جـ – رموز لحام المونة والتطريق والثرميت والحث الكهربي والتدفق :

يبين أسلوب لحام المونة أو التطريق أو الثرميت أو الحث الكهربي يستعمل الرمز الذي يشير إلى الأسلوب أو المواصفة ويكتب الرمز في ذيل رمز اللحام كالمبين في الشكل رقم (٧ – ٣) .



شكل (٧ – ٣)

د – الرموز التكميلية :

ويبين الشكل رقم (٧ – ٤) الرموز التكميلية التي تستعمل مع رموز اللحام .

لحمة محيطية	لحمة بالموقع	الكنتور	
		مسطح	محدب
○	●	—	⌒

شكل (٧ – ٤)

هـ عناصر رمز اللحام : تميز هذه المواصفة بين المصطلحين رمز اللحمة

ورمز اللحام ورمز اللحمة هو الدلالة المكتوبة لبيان نوع اللحمة المطلوب ويتكون رمز اللحام في مجموعة من العناصر الثمانية الآتية أو مما يلزم

منها :

١-خط الأسناد

٢-السهم

٣-رموز اللحمة الأساسية

٤-الأبعاد والمعطيات الأخرى

٥-الرموز التكميلية

٦-رموز التشطيب .

٧-الذيل

٨-المواصفة أو أسلوب اللحام .

الفصل الثامن

تصميمات أعصاب الدعم والتقوية لوصلات اللحام

****

أ - أشكال أعصاب الدعم للوصلات التي تتعرض للحركة : -

****

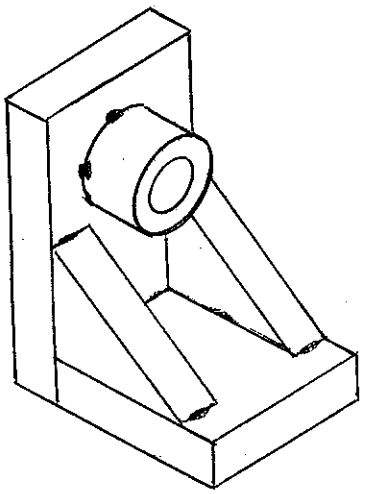
الرسومات الموضحة بالأشكال (٨ - أ١) ..... (٨ - أ٤) توضح بعض أشكال أعصاب الدعم للوصلات التي تتعرض للحركة والتي تم تجميعها عن طريق اللحام .

(٨ - أ١) : عصب لجلبة تتعرض لحركة دائرية .

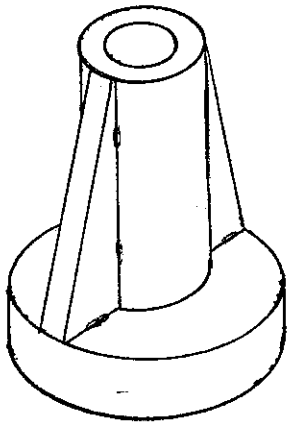
(٨ - أ٢) : عصب لقائم حامل جلبة .

(٨ - أ٣) : أعصاب طارة سير نقل حركة .

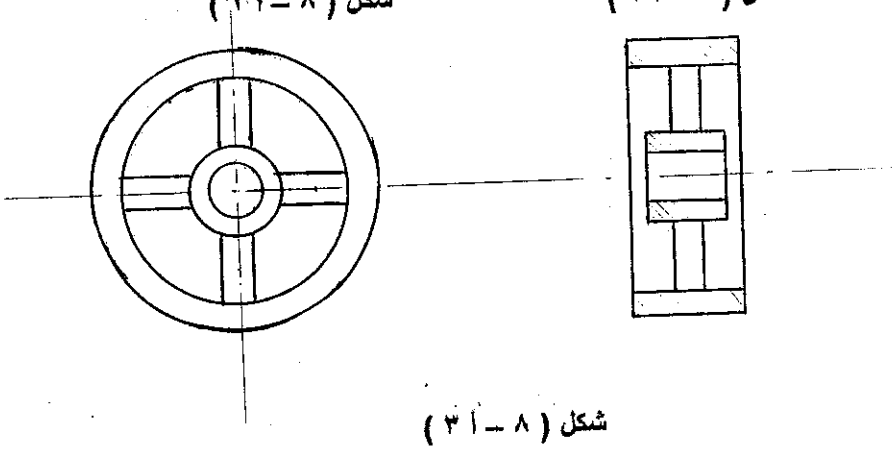
(٨ - أ٤) : لعصب ذراع توصيل .



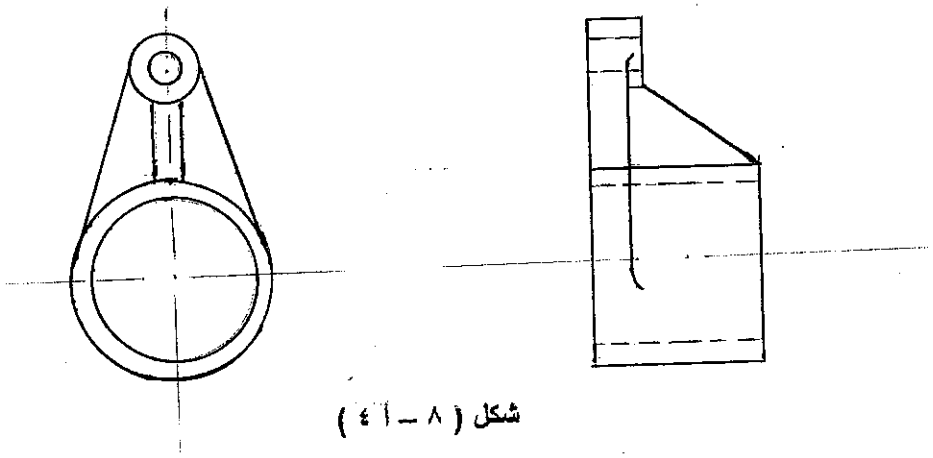
شكل (٨ ـ أ ٢)



شكل (٨ ـ أ ١)



شكل (٨ ـ أ ٣)

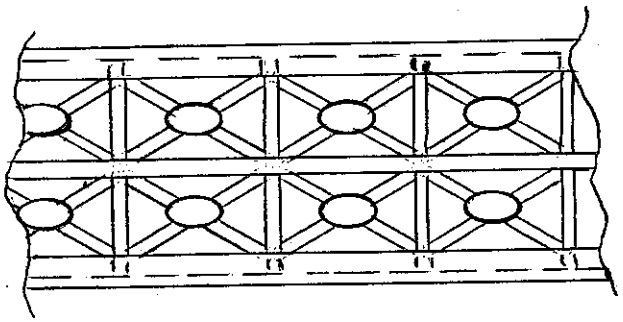


شكل (٨ ـ أ ٤)

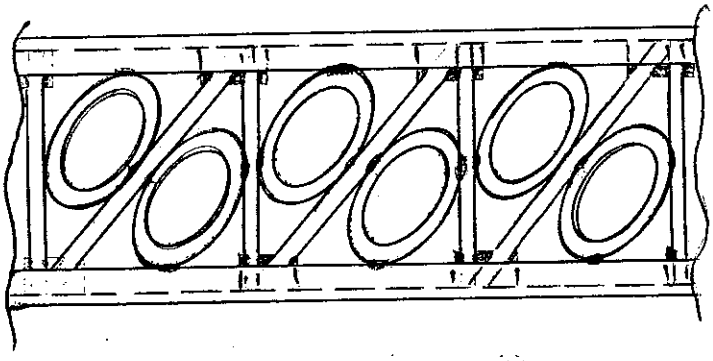
ب – تصميمات لحواف المنصات والعتبات وحوامل الأشياء : –

****

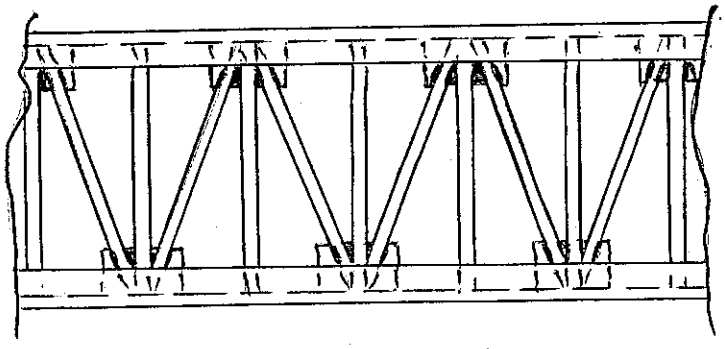
- يمثل الشكل (٨ – ب١) ..... (٨ – ب٣) بعض تصميمات لحواف منصات بأشكال هندسية مختلفة .
- كما يمثل الشكل (٨ – ب٤) ..... (٨ – ب٩) بعض التصميمات المختلفة لحواف العتبات التي تستخدم في الإنشاءات المعدنية .
- الشكلين (٨ – ب١٠) ، (٨ – ب١١) يوضحان تصميمين لحاملين مجتمعين باللحام .



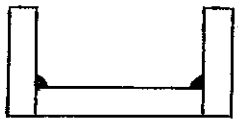
شكل (٨ ــ ب١)



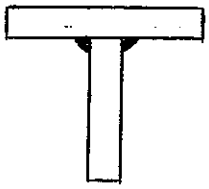
شكل (٨ ــ ب٢)



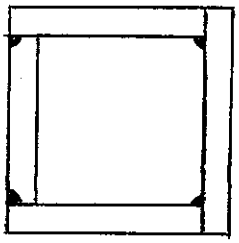
شكل (٨ ــ ب٣)



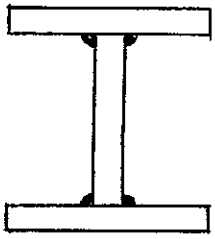
شكل (٨ ـ ب٤)



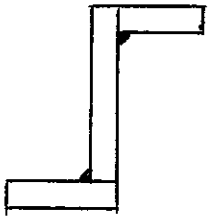
شكل (٨ ـ ب٥)



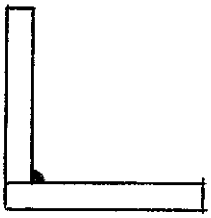
شكل (٨ ـ ب٦)



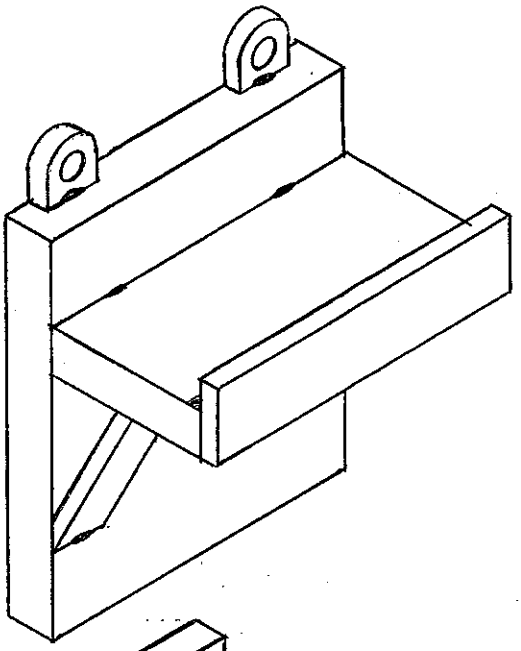
شكل (٨ ـ ب٧)



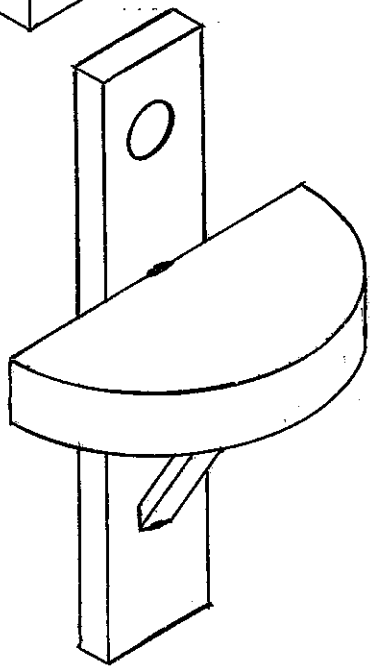
شكل (٨ ـ ب٨)



شكل (٨ ـ ب٩)



شکل (٨ ــ ب١٠)



شکل (٨ ــ ب١١)

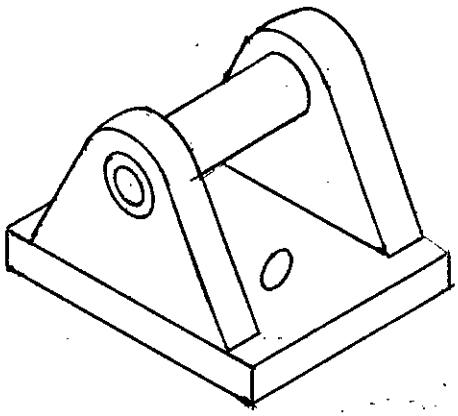
جـ - تصميمات حوامل الكراسي (الكابولي) : -

****

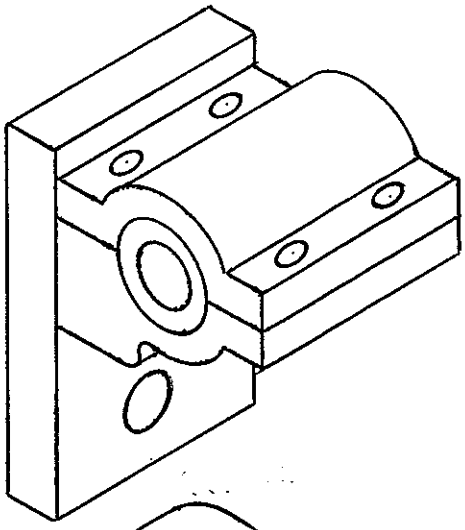
الشكل (٨ – جـ١) يمثل حامل كرسي محور حركة عادية .

الشكل (٨ – جـ٢) يمثل حامل كرسي محور معلق .

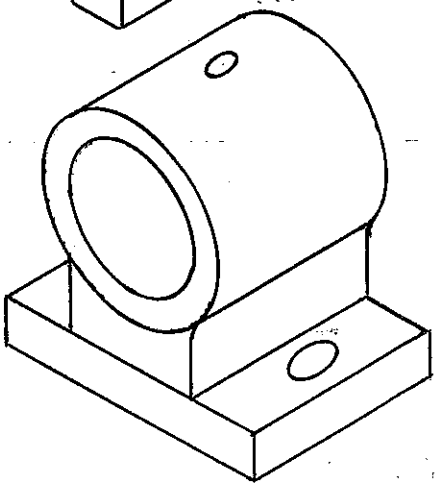
الشكل (٨ – جـ٣) يمثل كرسي محور نهاية عمود .



شكل (٨ – جـ١)



شكل (٨ – جـ٢)



شكل (٨ – جـ٣)

د – تصميمات لطرق وصل المعدات والآلات : –

****

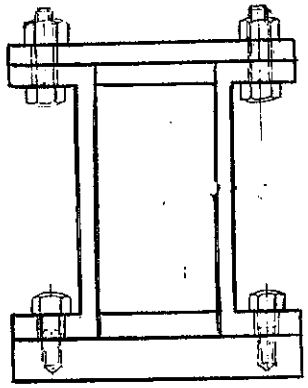
شكل (٨ – د١) يوضح طريقة الوصل باستخدام مسمار قلاووظ بصامولة .

شكل (٨ – د٢) يوضح طريقة الوصل باستخدام مسامير البرشام .

الاشكال (٨ – د٣) ..... (٨ – د٥) توضح طرق الوصل باللحام بأنواعه المختلفة .

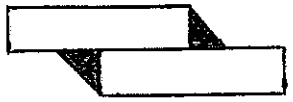
شكل (٨ – د٦) يوضح طريقة الوصل بالتسخين والضغط (حدادة) .

بعض التصميمات لطرق وصل المعدات والآلات

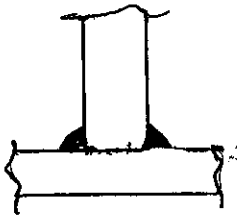


شكل (٨ ــ د١)

شكل (٨ ــ د٣)

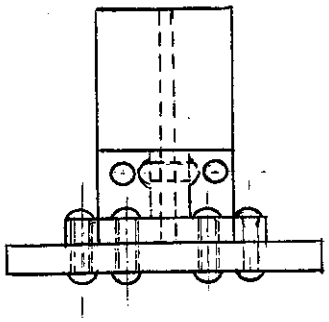


شكل (٨ ــ د٤)



شكل (٨ ــ د٥)

شكل (٨ ــ د٦)



شكل (٨ ــ د٢)

الفصل التاسع

حساب الإجهادات المؤثرة على وصلات اللحام

****

متانة اللحامات :

****

يجب أن تصمم جميع اللحامات بأقل مقدار ممكن من معدن الإضافة على أن يفي بتطلبات الشغلة الملحومة ويجب عمل المقاس الملائم للحمة حتى لا يكون هناك تكلفة غير مطلوبة في الوصلة .

ومن العوامل التي تؤثر على متانة الوصلة الملحومة ما يأتي : -

١ - متانة معدن اللحمة المرسب

٢ - نوع الوصلة واللحمة

٣ - مقاس اللحمة

٤ - موضع اللحمة بالنسبة للجزئين الموصلين

٥ - نوع الاجهادات التي ستتعرض لها اللحمة

٦ - الظروف التي تحيط بأداء اللحام

٧ - مهارة العامل الذي يقوم باللحام

٨ - نوع المعدات المستعملة في اللحام

المتانات القصوى : -

****

تتراوح المتانة القصوى لمعدن اللحمة المرسب بالكترودات الصلب الطري العارية والمغلفة ٤٠٠٠٠ إلى ٥٥٠٠٠ رطل / بوصة^{٢} .

وتسمح توصيات الجمعية الأمريكية للحام (AWS) للحام بالقوس والغاز في انشاءات المباني (١٩٤٦) بمقاومة شد متوسطة ٤٥٠٠٠ رطل / بوصة^{٢} . وتتراوح مقاومة الشد القصوى للحامات المؤداة بأسلوب القوس المحجب من ٦٠٠٠٠ إلى ٧٥٠٠٠ رطل / بوصة^{٢} .

ويمكن مقارنة هذه القيم بمقاومة الشد القصوى للصلب الطري المدلفن التي قد تتراوح من ٤٥٠٠٠ إلى ٧٢٠٠٠ رطل / بوصة^{٢} . ولكنها لا تتعدى في معظم الحالات من ٥٥٠٠٠ إلى ٦٥٠٠٠ رطل / بوصة^{٢}

اجهادات التشغيل :

****

يعطي الجدول (٩ – ١) اجهادات التشغيل للحمات المرسبة بالكتروودات الصلب الطري على منشـآت الصلب الطري .

الخواص الميكانيكية	الالكتروودات العارية		الالكتروودات المغلفة	
	أحمال استاتيكية	أحمال ديناميكية أو تذبذبية	أحمال استاتيكية	أحمال ديناميكية أو تذبذبية
اللحمات التقابلية				
الشد ، رطل / بوصة^2	١٣٠٠٠	٥٠٠٠	١٦٠٠٠	٨٠٠٠
الانضغاط ، رطل / بوصة^2	١٥٠٠٠	٥٠٠٠	١٨٠٠٠	٨٠٠٠
القص ، رطل / بوصة^2	٨٠٠٠	٣٠٠٠	١٠٠٠٠	٥٠٠٠
اللحمات الزاوية				
اللحمات المستعرضة والطولية المتوازية (القص) ، رطل / بوصة^2	°١١٣٠٠	°٣٠٠٠	°١٤٠٠٠	°٥٠٠٠

جدول (٩ – ١) اجهادات التشغيل للحمات المرسبة بالكتروودات الصلب الطري

الأحمال الاستاتيكية والديناميكية : –

****

الأحمال الاستاتيكية :

****

يناظر اجهادات التشغيل الساكن للحمات الزاوية المرسبة بالكتروودات الصلب العارية (١١٣٠٠)

١

رطل / بوصة^2 قدرة تحمل قدرها ١٠٠٠ رطل لكل بوصة طولية لكل ـــــ بوصة من طول اللحمة .

٨

وعلى ذلك فاللحمة الزاوية التي مقاسها $\frac{1}{8}$ من البوصة وطولها بوصة واحدة يمكنها تحمل ١٠٠٠ رطل

واللحمة $\frac{3}{8}$ من البوصة والتي طولها بوصة واحدة يمكن أن تتحمل ٣٠٠٠ رطل والجدول (٩ – ٢) يبين قيم التشغيل المأمونة لعدة لحامات زاوية في حالة القص ولعدة لحامات تقابلية في حالتي الشد والإنضغاط .

جدول (٩ – ٢) الأحمال الاستاتيكية المأمونة المسموح بها للحمات بالكتروودات الصلب الطري العارية والمغلفة

مقاس اللحمة بوصة	لحمة تقابلية معرضة للشد		لحمة تقابلية معرضة للانضغاط		لحمة تقابلية معرضة للقص	
	عارية	مغلفة	عارية	مغلفة	عارية	مغلفة
١/٨	١٦٢٥	١٩٥٠	١٨٧٥	٢٢٥٠	١٠٠٠	١٢٠٠
٣/١٦	٢٤٣٨	٣٩٢٥	٣٨١٣	٣٣٧٥	١٥٠٠	١٨٠٠
١/٤	٣٢٥٠	٣٩٠٠	٣٧٥٠	٤٥٠٠	٢٠٠٠	٢٤٠٠
٥/١٦	٤٠٦٢	٤٨٧٥	٤٦٨٧	٥٦٢٥	٢٥٠٠	٣٠٠٠
٣/٨	٤٨٧٥	٥٨٥٠	٥٦٢٥	٦٧٥٠	٣٠٠٠	٣٦٠٠
١/٢	٦٥٠٠	٧٨٠٠	٧٥٠٠	٩٠٠٠	٤٠٠٠	٤٨٠٠
٥/٨	٨١٢٥	٩٧٥٠	٩٣٧٥	١١٢٥٠	٥٠٠٠	٦٠٠٠
٣/٤	٩٧٥٠	١١٧٠٠	١١٢٥٠	١٣٥٠٠	٦٠٠٠	٧٢٠٠

واجهاد التشغيل الساكن للحمات الزاوية المرسبة بالكتروودات مغلفة (١٤٠٠ رطل / بوصة^2) يساوي

تقريبا طول اللحمة مضروبا الكسر العشري لمقاس اللحمة مضروبا ١٠٠٠٠ وعلى ذلك اللحمة الزاوية $\frac{1}{8}$

بوصة بطول بوصة واحدة تتحمل

١ × ٠,١٢٥ × ١٠٠٠٠ = ١٢٥٠ رطل .

اللحمة الزاوية $\frac{3}{8}$ بوصة بطول بوصتين

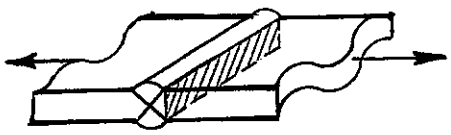
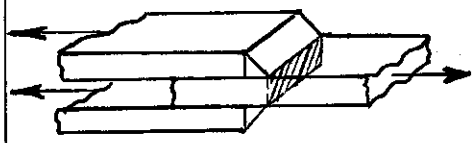
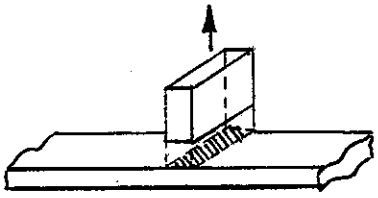
٢ × ٠,٣٧٥ × ١١٠٠٠٠ = ٧٥٠٠ رطل .

الأحمال الديناميكية : -

****

عندما يكون المنشأ محملا بأحمال حركية (ديناميكية) ينتج عن أي انقطاع في تواصل اللحمات تركيزات اجهادية وتؤخذ هذه التركيزات في الاعتبار بضرب متوسط الاجهاد المحسوب في معامل تركز الاجهادات وفي معظم الحالات تحتوي الوصلات الملحومة على انقطاعات في تواصلها .

ويعطي الجدول (٩ – ٣) بعض أمثلة شائعة لهذه الحالة ومعاملات تركز الاجهادات المناظرة للحمات المؤداة في الصلب الطري .

نوع الوصلة		معامل تركز الاجهادات (الاجهاد الفعلي = الاجهاد المحسوب)
رسم تخطيطي للوصلة (المقاطع الحرجة مهشرة)	اسم الوصلة	
	لحمات تقابلية مقواة	١,٢
	طرف لحمة زاوية مستعرضة	١,٥
	نهاية لحمة زاوية طولية	٢,٧
	وصلة تقابلية متعامدة لها أركان حادة	٢,٠

جدول (٩ – ٣) معملات تركز الاجهادات لوصلات الصلب الطري الملحومة

ومعاملات تركز الاجهادات له أهمية قصوى في ظروف التحميل الحركي (الديناميكي) وفي الحالات الـتي تتعرض فيها الوصلة الملحومة لحمل ساكن (استاتيكي) مع حمل حركي مراكب عليه ويمكـــن اســتعمال الصيغة التالية : -

$$\frac{(\text{ح أقصى} - \text{ح أدنى})}{2\,\text{ح ر}} + \frac{(\text{ح أقصى} + \text{ح أدنى})}{2\,\text{ح ن}} = ١$$

حيث أن : -

ح ر حمل أو اجهاد التشغيل الحركي .

ح ن حمل أو اجهاد التشغيل الاستاتيكي .

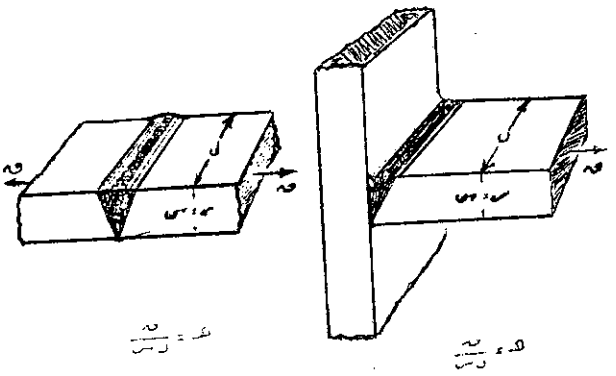
الرموز المستعملة في حساب الاجهادات

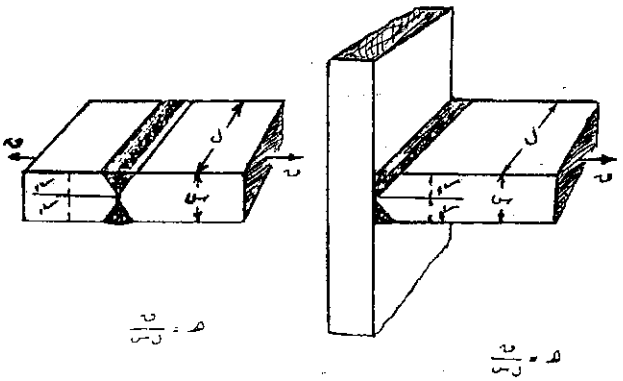
****

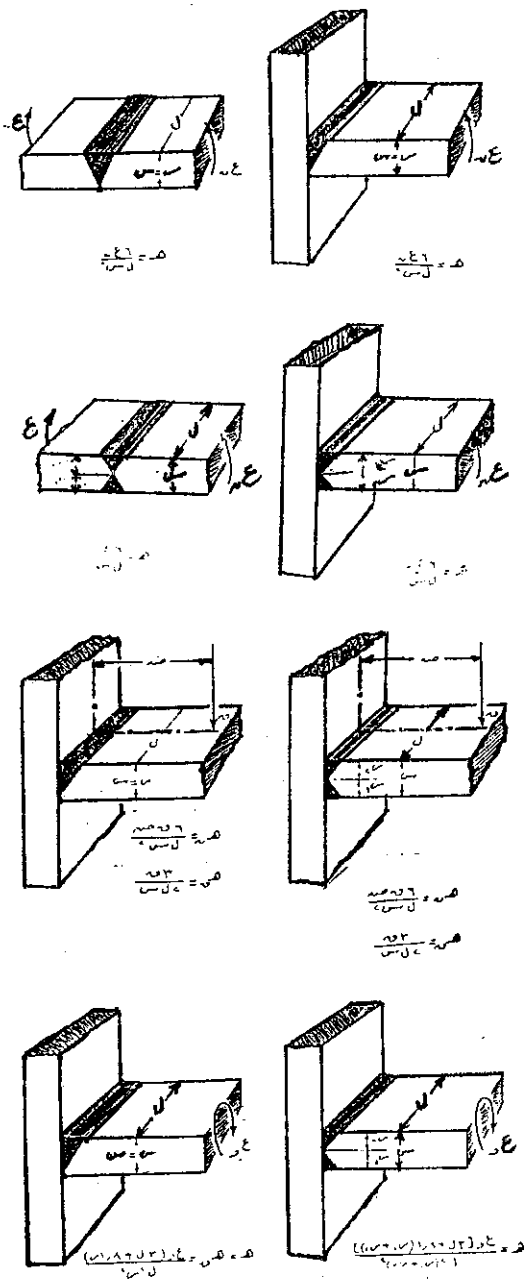
ق	= القوة المؤثرة	رطل
ص	= ذراع فعل القوة	بوصة
ل	= الطول الفعال للحمة	بوصة
س	= تخانة اللوح	بوصة
ر	= مقاس اللحمة	بوصة
ع ن	= عزم الانحناء	رطل . بوصة
ع د	= عزم الالتواء	رطل . بوصة
هـ	= الاجهاد العكسي	رطل / بوصة ^{٢}
هـ ن	= اجهاد الخني	رطل / بوصة ^{٢}
هـ ق	= اجهاد القص	رطل / بوصة^{٢}
هـ م	= الاجهاد العمومي	رطل / بوصة ^{٢}
وفي حالة اللحمات التقابلية		ر = عمق العنق
وفي حالة اللحمات الزاوية		ر = طول ساق اللحمة

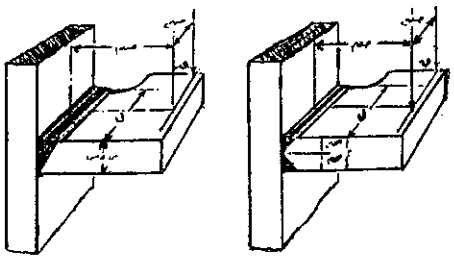
بعض أشكال التصميمات وحسابات جهدها

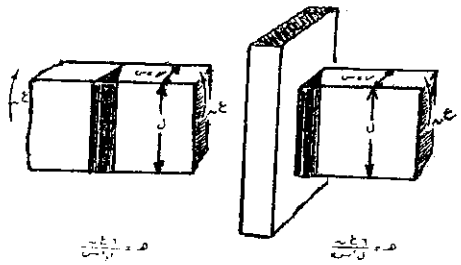
****

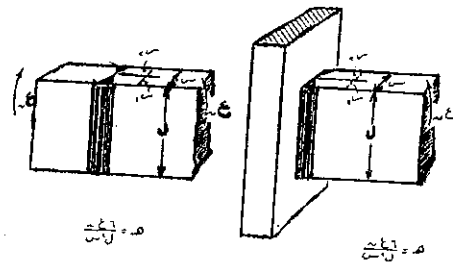


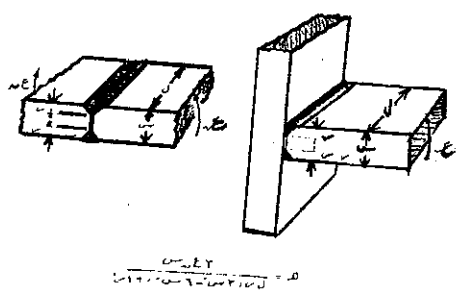


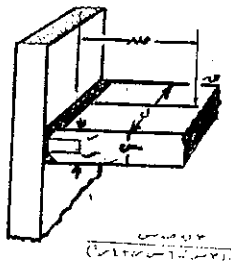


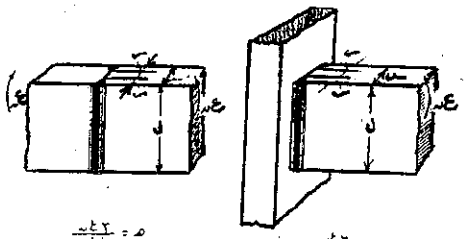


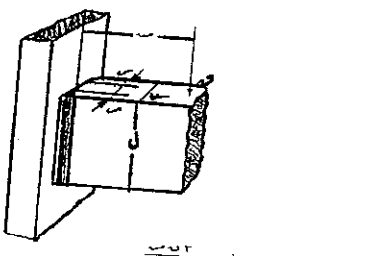












الفصل العاشر

كروت الصيانة الدورية لمعدات اللحام

****

تعريف الصيانة بصفة عامة :

****

هي المحافظة على معدات اللحام ومصادر القوى الكهربائية في حالة جيدة تسمح بتحقيق الأهداف المرجـوة منها بتكلفة قليلة وإنتاجية مرتفعة .

ويمكن أن تتم الصيانة عن طريق فني اللحام أو مدرب القسم أو المختصين بالصيانة في هذا المجال وذلـك إذا تعذر على العامل الفني أو مدرب القسم القيام بهذه الصيانة وماكينات اللحام بالقوس الكهربي دائما يتـــم صيانتها كما تتم صيانة وحدات الكهرباء داخل المصانع . وتكون محولات اللحام الكهربائية أكثر ســـهولة عند إجراء عمليات الصيانة عليها وذلك نظرا لعدم وجود أجزاء متحركة .

أنواع الصيانة

****

الصيانة الدورية :

****

وهي الصيانة التي يتم فيها إجراء العمليات الآتية وبصفة دورية :

١ – النظافة الدورية لمعدات اللحام من الأتربة .

٢ – الكشف على مروحة التبريد والتأكد من عدم ارتخاء السيور في ماكينات اللحام التي تبرد بالهواء .

٣ – الكشف على ماسك الاكترود من ناحية العزل للحرارة والكهرباء حتى لا يصل تأثيرهما إلى يد فـــي اللحام وكذلك من ناحية القبض على الاكترود بإحكام حتى لا يحدث اهتزاز للاكترود أثناء العمل .

٤ – الكشف على ماسك الشغلة والتأكد من إحكام تثبيته وذلك حتى نضمن وصول التيار الكهربي مـــن الكابل إلى الشغلة .

٥ – الكشف على الكابلات والتأكد من عزلها عزلا تاما .

٦ – الكشف على شدة التيار المسحوبة من المنبع على ماكينة اللحام أو ترانس اللحام في حالة اللا حمل .

٧ – الكشف على محابس ومنظمات الغاز ومانومترات الضغط وصمام عدم الرجوع .

٨ – الكشف على سلامة خراطيم الغاز وخلوها من التشققات وإحكام ربطها مع إسطوانة الغاز وبـــوري اللحام .

٩ – الكشف عن أي تسرب في محابس البوري .

١٠ – الكشف عن جميع التوصيلات الكهربائية .

١١ – الكشف على سلامة إسطوانات الغاز من الشروخ أو التآكل أو غير ذلك من العيوب .

الصيانة الوقائية :

****

وهي التي تجري في مكان وجود المعدات الخاصة باللحام المطلوب صيانتها وتجري حسب برنامج زمني محـدد لإجراء عملية الصيانة وكذلك لتلافي حدوث أعطال مفاجئة . ويتم فيها إجراء العمليات الآتية : –

١ – استبدال أجزاء تالفة مثل سير مروحة التبريد أو رولمان بلي أو بعض أجزاء من ماسك الشغلة .

٢ – استبدال أجزاء بسيطة مثل قطع النحاس التي تصل كابل اللحام بماكينة اللحام (كوس) .

٣ – استبدال منظم التحكم في ضبط شدة التيار في حالة عدم التحكم في شدة التيار بالقدر المناسب .

٤ – تغيير الوحدات التالفة في ماكينات لحام التيار المستمر .

٥ – استبدال محول الرفع في ماكينة اللحام أو ترانس اللحام في حالة تلفه أو احتراقه .

وفي حالة الصيانة الوقائية يتم ضبط ماكينة اللحام بحيث تعمل بكفاءة عالية .

الصيانة العلاجية : -

****

وهي الصيانة التي لا يتم التخطيط أو التجهيز لها من حيث وقت الحدوث أو الوقت اللازم للصيانة . وإنما يتم الإصلاح للأعطال بعد حدوثها مباشرة وبالتالي يتم الإصلاح أثناء فترة العمل أو الراحة .

مستندات الصيانة : -

****

عند إجراء الصيانة لمعدات اللحام في المصانع أو الشركات يتم استخدام النماذج الآتية والتي تعتبر من مستندات الصيانة :

* أمر التشغيل — شكل (١٠ – ١)
* نموذج أمر إصلاح — شكل (١٠ – ٢)
* مقايسة ورشة — شكل (١٠ – ٣)
* مستند صرف قطع غيار — شكل (١٠ – ٤)
* مستند ارتجاع أصناف — شكل (١٠ – ٥)
* مستند إضافة عن ارتجاع أصناف — شكل (١٠ – ٦)

كارت صيانة : -

****

يوضح الشكل (١٠ – ٧) نموذج لكارت صيانة .

كارت أعطال : -

****

يوضح الشكل (١٠ – ٨) نموذج لكارت أعطال ماكينة .

كارت قطع الغيار : -

****

يوضح الشكل (١٠ – ٩) نموذج لكارت قطع الغيار .

مستندات الاختبار : -

****

عند إجراء فحص معدات اللحام أو فحص واختبار وصلة اللحام تستخدم المستندات الآتية :

* طلب فحص اختبار معدات اللحام — شكل (١٠ – ١٠)
* مستند اختبار ماكينة / معدة لحام — شكل (١٠ – ١١)
* مستند اختبار وصلة لحام — شكل (١٠ – ١٢)

خطة الصيانة الشاملة : -

****

تبين الأشكال (١٠ – ١٣) (١٠ – ١٤) نماذج لكارت خطة الصيانة الشاملة .

خطة الصيانة الوقائية : -

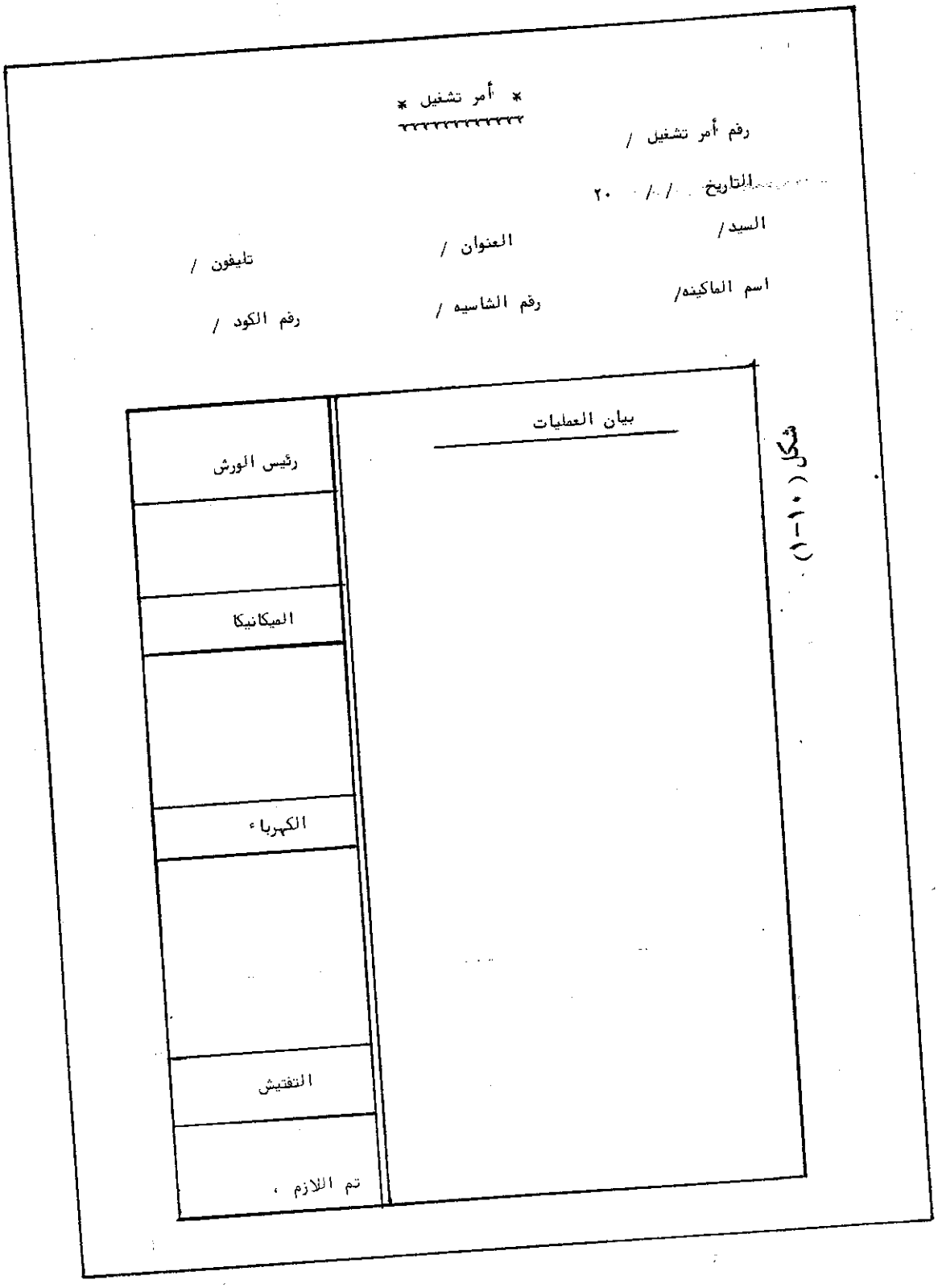
****

يبين الشكل (١٠ – ١٥) نموذج لكارت خطة الصيانة الوقائية .

تمرين على القدرة لعمل خطة صيانة : -

****

النماذج السابقة توضح خطة الصيانة الشاملة لماكينة لحام قوس كهربي .


* أمر تشغيل *
رقم أمر تشغيل /
التاريخ / / ٢٠
السيد/
العنوان /
تليفون /
اسم الماكينه/
رقم الشاسيه /
رقم الكود /
بيان العمليات
رئيس الورش
الميكانيكا
الكهرباء
التفتيش
تم اللازم ،

شكل (١٠-١)

أمر تشغيل

التاريخ / /

السيد / العنوان / تليفون /

اسم الماكينة / الشاسية / رقم الكود /

بيان العمليات			
فقط وقدرة		المصنعيات	
سدد بتاريخ	توقيع الخزينه	قطع الغيار	
		الاعمال الخارجيه	
		المجموع	

جنيه	فرش

شكل (١٠ - ١)

شكل (١٠-٢)

** نموذج أمر الأصلاح **

مركز /	أمر الأصلاح										تسلسل رقم/ التاريخ / /
الجهة الطالبة/	أمر صيانة داخلي										بيانات المعدات
تاريخ / /	أنواع الصيانة	الوقت	الوقت الفعلي	وقت التشغيل	بدء التوقف						أسم الماكينة /
تاريخ بدء الاصلاح / /	كهربائية										رقم الماكينة/
تاريخ انتهاء الاصلاح / /	ميكانيكية										رقم الرسم /
تاريخ الأمر السابق / /	أجهزة أخري										القسم /
تاريخ التسليم والتسلم / /											

بيان الأعمال المطلوبة وخطوات التنفيذ :

النموذج		انتهاء الأصلاح وأعادة التشغيل			الشهر الجديد	الشهر السابق
		تاريخ انتهاء الاصلاح		ساعات التشغيل		
		تاريخ اعادة التشغيل		العمالة		
رجل / ساعة		المسئول عن الصيانة		الخامات		
قيمة قطع الغيار				قطع الغيار		
				أخري		

مسئول الصيانة/	مهندس الصيانة/	التاريخ / /

مغايسة ورشة

الي /

ايضاح العمل /

اذن صرف الورشة رقم /

الخامات والاجور	الوحدة	المقدار المطلوب	التكاليف المقدرة						استعمل	مرتجع	التكاليف الحقيقيه	
			أدوات المخزن		أدوات مشتراه		أجر عمل				الكليه	
			فرش	جنيه	فرش	جنيه	فرش	جنيه			قرش	جنيه

شكل (١٠-٣)

** مستند صرف قطع غيار للورشه **

كود الحركة رقم المخزن	م .الصرف تاريخ الصرف	كود رقم	اسم العميل / عنوانة/	أمر شغل رقم / تاريخة / /

مسلسل	رقم الصنف		كود التوريد	اسم الصنف	الوحدة	الكمية الأمطوبة	الكمية المنصرفة	السعر		الفيمه	
								قرش	جنيه	قرش	جنيه
اجمالي الكمية المنصرفة								الفيمة			

رقم مستند اضافة المرتجع رصدت الاسعار بمعرفتي : روجعت الاسعار والفيمة :	تاريخة	مندوب الورشه	رئيس الورشه	يعتمد

استلمت الأصناف الموضحة عاليةكاملةوسليمة
مندوب الاستلام :
توقيعه
توقيع امين المخزن /

شكل (١٠-٤)

مستند ارتجاع لحساب العميل

اذن رقم

أمر تشغيل
رقم

مسلسل	رقم الصنف	اسم الصنف	الوحدة	الكمية		سعر الوحدة		الجملة	
				المطلوب	المصرف				
فقط وقدرة (		لاغير)		الاجمالي					

المستلم المباشر أمين المخزن المثمن المراجعة

شكل (١٠-٥)

شكل (١٠-٦)

* * مستند اضافة عن ارتجاع * *

كود الحركة رقم المخزن		م الاضافة تاريخة		كود جهة الارتجاع		اسم جهة الارتجاع اسم العميل			رقم الفاتورة رقم امر الشغل		رقم م .الصرف نوعة		تاريخة		
مسلسل	رقم الصنف	كود التوريد	اسم الصنف		الوحدة	الكمية المضافة	السعر		الفيمة		أسباب الأرتجاع				
							فرش	جنية	فرش	جنية					
اجمالي الكمية المقبولة للاضافة (				)			الفيمة				فقط				
رصدت الاسعار بمعرفتي :				تقرير التفتيش :											
روجعت الاسعار بمعرفتي :				توقيع :							أمين المخزن المستلم /				
											مندوب الارتجاع /				

* كارت صيانة *

ماكينة / رقم /	ادارة /	قسم /
الماكينة نوع العمل التاريخ الساعة ملاحظات توقيع		
مسلسل	طبيعة العمل	

شكل (١٠-٧)

كارت أعطال ماكينة

اسم الماكينة / رقم الشاسية/ رقم الكود / القسم /

التاريخ	الاعطال	تكلفة الاصلاح		جهة الاصلاح	الجهة التي تحملت تكلفة الاصلاح	توقيع المسئول باتمام الاصلاحات	توقيع صاحب العهده
		فرش	جنية				

شكل (١٠-٨)

* كارت قطع الغيار *

التاريخ	امر صرف رقم	الصنف	القيمة	
			قرش	جنيه

شكل (١٠-٩)

طلب فحص اختبار معدات اللحام

اسم المعدة / الماكينة

الطراز /

سنة التصنيع /

رقم الشاسية /

تاريخ الصرف /

عدد ساعاتالتشغيل/

م	أسم الجزء	رقم الجزء	القسم	مظاهر العطل	تاريخ اخرفحص اختبار	الملاحظات

شكل (١٠-١٠)

مستند اختبار ماكينة/ معدة لحام

أسم الماكينة / المعدة

طراز الماكينة /

رقم الشاسية/
تاريخ الصرف /

م	اسم الجزء المراد اختبارة	القسم	تاريخ آخر أختبار	طريقة الاختبار	نوع الاختبار		نتيجة الاختبار		الملاحظات
					ميكانيكي	كهربائي	مقبول	مرفوض	

القائم بالفحص / الاختبار /

التوقيع /

شكل (١٠-١١)

مستند أختبار لوصلة لحام

م	نوع وصلة اللحام	نوع اللحام	مظاهر العيوب	نوع الاختبار	طريقة الاختبار	نتيجة الاختبار	المطابقة بلوحة الأختبار	الملاحظات

القائم بالفحص / الاختبار /

التوقيع /

شكل (١٠-١٢)

كارت الصيانة

اسم الماكينة : ماكينة لحام قوس كهربي

عدد الماكينات : ١

م	اسم الجزء	العدد	نوع الصيانة	دورة الصيانة	زمن الجزء	زمن الأجزاء
١	الجسم الخارجي	١	فحص وتفتيش	سنويا	٦,٠	٦,٠
٢	كابلات اللحام	٢	فحص وتفتيش	يوميا	٠,٢٥	٠,٢٥
٣	كابلات اللحام	٢	استبدال	سنويا	٤,٠	٨,٠
٤	ماسك الاكترود	١	فحص وتنظيف	اسبوعيا	١,٠	١,٠
٥	كابلات التغذية	١	فحص	شهريا	١,٠	١,٠
٦	كابلات التغذية	١	استبدال	سنويا	٤,٠	٤,٠
٧	مربط القطب الأرضي	١	فحص وتنظيف	يوميا	٠,٥	٠,٥
٨	مربط القطب الأرضي	١	استبدال	سنويا	٢,٠	٢,٠
٩	ماسك الاكترود	١	استبدال	سنويا	٢,٠	٢,٠
١٠	مفتاح التشغيل	١	فحص	٣ أشهر	٣,٠	٣,٠
١١	تراميل التوصيل الخارجية	٢	فحص وتنظيف	أسبوعين	٠,٢٥	٠,٥
١٢	مسامير وصواميل الترامل	٢	فحص وتنظيف	أسبوعين	٠,٥	٠,٥
	محول اللحام					
	**********					
١٣	الملفات النحاسية	٢	فحص وتفتيش	٦ أشهر	٢,٠	٤,٠
١٤	القلب الحديدي الثابت	١	فحص وتنظيف	٦ أشهر	٢,٠	٢,٠
١٥	العوازل الكهربية	ـــ	فحص وتنظيف	٣ أشهر	ـــ	٣,٠
١٦	أطراف التوصيل الداخلية	٢	فحص وتنظيف	٣ أشهر	٠,٢٥	٠,٥
١٧	مسامير التثبيت	٤	فحص وتفتيش	٣ أشهر	٠,٠٥	٠,٢٠
	منظم التيار					
	**********					
١٨	القلب المتحرك	١	فحص وتنظيف	٣ أشهر	٠,٥	٠,٥

شكل (١٠ – ١٣)

م	اسم الجزء	العدد	نوع الصيانة	دورة الصيانة	زمن الجزء	زمن الأجزاء
١٩	الفتيل	١	فحص وتنظيف	٣ شهور	٠,٢٥	٠,٢٥
٢٠	حمولة الفتيل (الجشمة)	١	فحص وتقتيش	٣ شهور	٠,١٠	٠,١٠
٢١	ذراع المنظم	١	فحص وتقتيش	٣ شهور	٠,١٠	٠,١٠
٢٢	زجاجة البيان والتدريج	١	فحص وتقتيش	١ شهر	١,٠	١,٠
	مروحة التبريد					
	**********					
٢٣	الجسم الخارجي للمروحة	١	فحص وتقتيش	٣ شهور	٠,٥	٠,٥
٢٤	المروحة	١	فحص وتقتيش	٣ شهور	٠,٥	٠,٥
٢٥	كراسي المحاور	٢	تنظيف	شهر	٠,٥	١,٠
٢٦	رولمان البلي	٢	استبدال	سنويا	١,٠	٢,٠
٢٧	محرك المروحة	١	فحص وتقتيش	٣ شهور	١,٠	١,٠
٢٨	وحدة توحيد التيار	١	فحص وتقتيش	شهر	٢,٠	٢,٠
٢٩	ترموستات حرارية	١	فحص وتقتيش	شهر	٢,٠	٢,٠
٣٠	العجل	٢	فحص وتقتيش	٦ شهور	١,٠	٢,٠

بيان أعمال الصيانة الواجب إجرائها في عام

م	أنشطة الصيانة الواجب إجراءها	الزمن بالساعات
١	كل يوم	
	******	
	الفحص والتفتيش على كابلات اللحام	٠,٧٥
	فحص وتنظيف مربط القطب الأرضي	
٢	كل أسبوع	
	*********	
	فحص وتنظيف أجزاء ماسك الاكترود	١,٠
٣	كل أسبوعين	
	**********	
	فحص وتنظيف تراميل التوصيل الخارجية	
	فحص وتنظيف والتأكد من جودة ربط	٠,٧٥
	مسامير وصواميل التوصيل للتراميل	
٤	كل شهر	
	********	
	فحص وتنظيف زجاجة البيان والتدرج الخاص بمنظم التيار	
	تنظيف كراسي المحاور لمروحة التبريد	
	فحص وتفتيش وحدة التوحد للتيار	٦,٠
	فحص وتنظيف الثرموستات الحرارية	
٥	كل ٣ أشهر	
	**********	
	فحص وتنظيف العوازل الكهربية	
	فحص مفتاح التشغيل الكهربي	
	فحص وتنظيف التوصيلات الداخلية	

شكل (١٠ – ١٤)

م	أنشطة الصيانة الواجب إجراءها	الزمن بالساعات
	فحص وتأكد من سلامة ربط مسامير التثبيت	
	فحص وتنظيف كلا من القلب المتحرك والفتيل والجشمة	
	وذراع المنظم لمنظم التيار	٩,٢٠
	فحص وتفتيش على الجسم الخارجي للمروحة ومحرك المروحة	
٦	كل ٦ أشهر	
	**********	
	فحص وتفتيش على الملفات النحاسية	
	فحص وتنظيف القلب الحديدي الثابت	٨,٠
	فحص وتفتيش على العجل الحامل	
٧	كل سنة	
	********	
	فحص وتفتيش على الجسم الخارجي	
	استبدال كابلات اللحام التالفة	
	استبدال كابل التغذية إذا كان تالف	٢٤,٠
	استبدال ماسك الاكترود	
	استبدال رولمان البلي لمحرك المروحة	

خطة الصيانة الوقائية

الأسبوع دورة الصيانة	١/٦	١/١٣	١/٢٠	١/٢٧	٢/٣	٢/١٠	٢/١٧	٢/٢٤	٢/٣١	٣/٣	٣/١٠	٣/١٧	٣/٢٤	٤/٧	٤/١٤		
كل أسبوع	١/٢	١/٢	١/٢	١/٢	١/٢	١/٢	١/٢	١/٢	١/٢	١/٢	١/٢	١/٢	١/٢	١/٢	١/٢		
كل أسبوعين	٠,٧٥/٣			٠,٧٥/٣			٠,٧٥/٣			٠,٧٥/٣			٠,٧٥/٣				
كل شهر		٦/٤				٦/٤				٦/٤				٦/٤			
كل ٣ شهور			٩/٥												٩/٥		
كل ٦ شهور				٨/٦													
كل سنة					٢٤/٧												

شكل (١٠ – ١٥)

الفصل الحادي عشر

القطاعات المعدنية الهامة الشائعة الاستخدام

****

أ ـ القطاعات : ـ

****

عند تجهيز منشأ معدني فيكون من مكوناته بعض الكمرات والأعتاب بمقاطع مختلفة الأشكال

وفيما يلي بعض القطاعات المعدنية المستخدمة في هذه المنشآت : ـ

** قطاع لوح أو خوصة مستطيل الشكل ، قطاع لزاوية متساوية كما في الشكل (١١ ـ ١)

** قطاع لكمرة حرف Z ، قطاع لكمرة حرف I كما في الشكل (١١ ـ ٢)

** قطاع لكمرة حرف U ، قطاع لكمرة حرف T كما في الشكل (١١ ـ ٣)

بـ ـ أشكال المجسمات الهندسية الهامة : ـ

****

توضح الرسومات الموجودة بالشكل (١١ ـ ٤) والشكل (١١ ـ ٥) والشكل (١١ ـ ٦) نماذج لبعض الأشكال والقطاعات المجمعة باللحام .

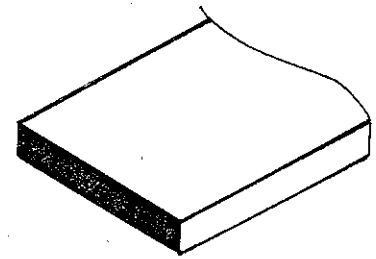
القطاعات المعدنية

* لوح أو خوصه

يكتب مقاسها هكذا

ع × ب

مثال" ٢٠٠ × ٢٥ مم

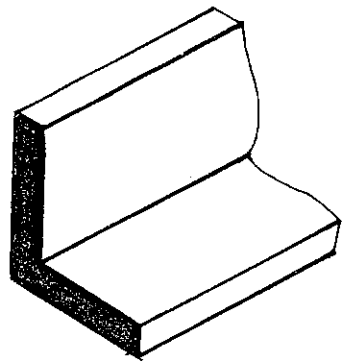


(١١ - ١٢)

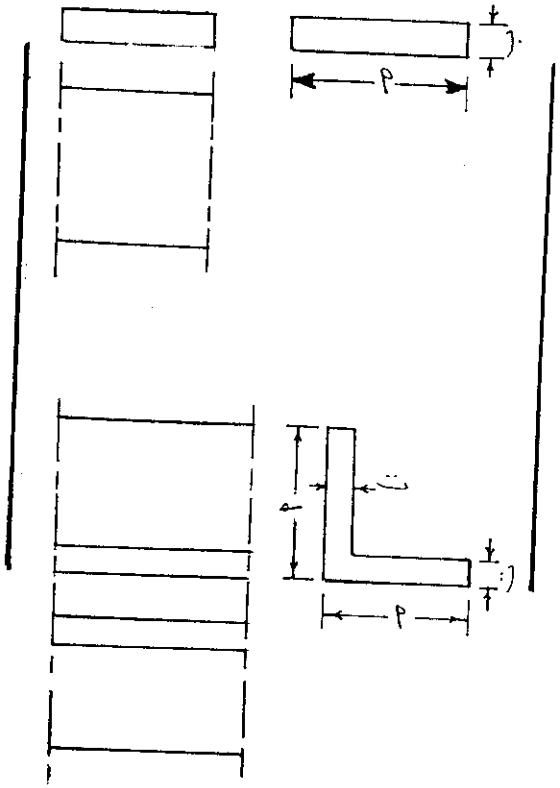
* زاوية متساوية

ع × ع
ت

مثال" أرسم زاوية ∟ متساوية ٥٠ × ٥٠ / ٨ مم



(١١ - ١٣)



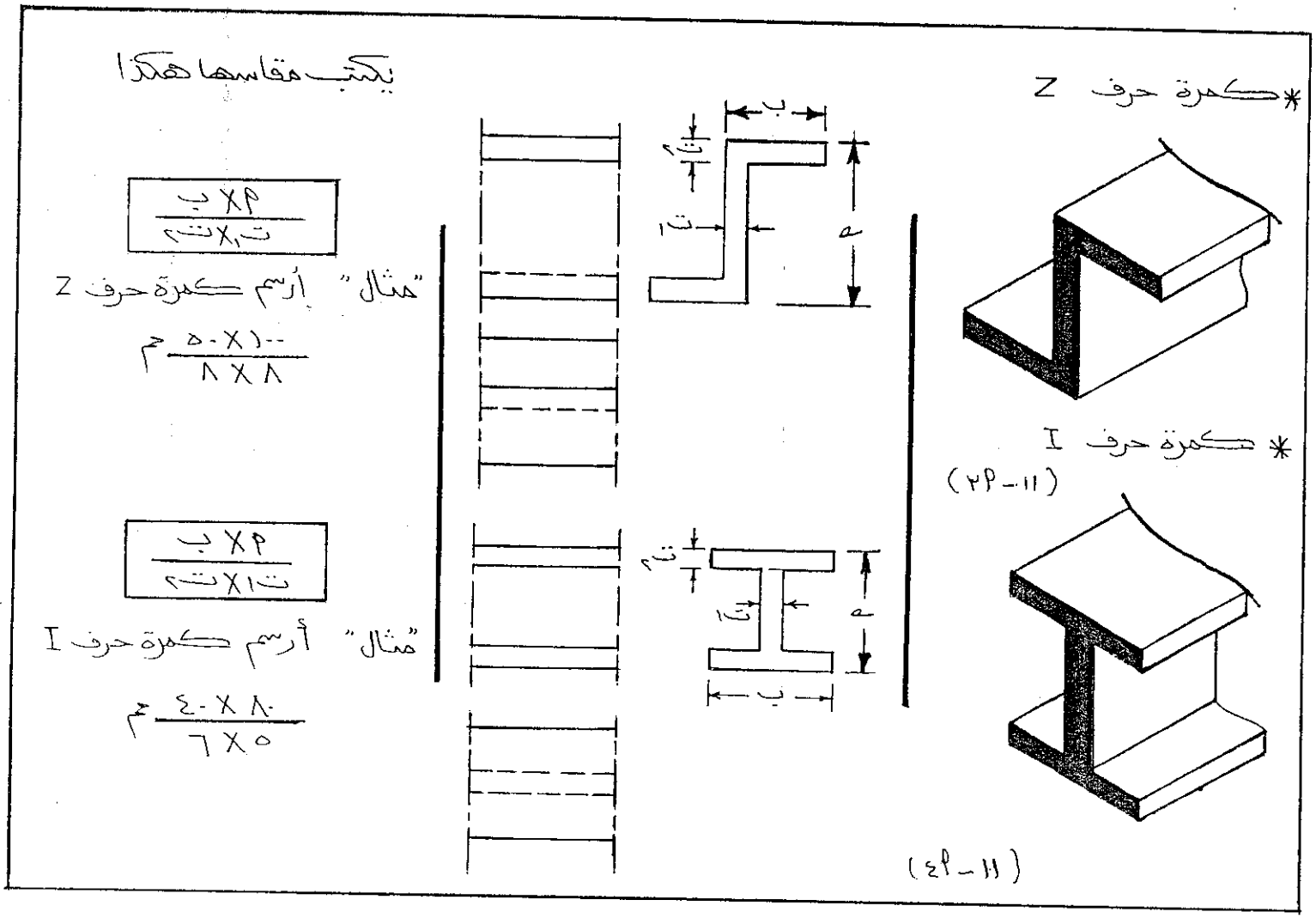
الشكل (١١ - ١)

* كمرة حرف Z

(١١-٢٢)

* كمرة حرف I

(١١-٢٤)



يكتب مقاسها هكذا

$$\frac{\text{ب} \times ٢}{\text{ت}_١ \times \text{ت}_٢}$$

"مثال" أرسم كمرة حرف Z

$$\frac{٥٠ \times ١٠٠}{٨ \times ٨}$$ سم

$$\frac{\text{ب} \times ٢}{\text{ت}_١ \times \text{ت}_٢}$$

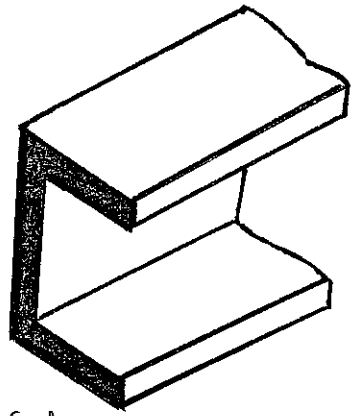
"مثال" أرسم كمرة حرف I

$$\frac{٤٠ \times ٨٠}{٦ \times ٥}$$ سم

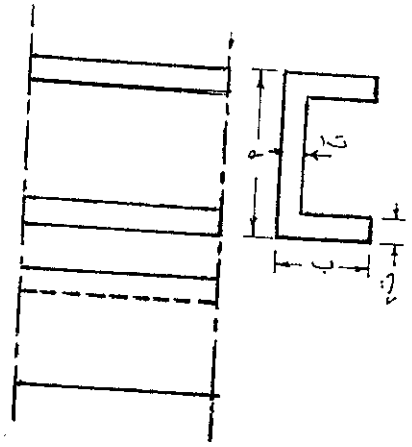
الشكل (١١ - ٢)

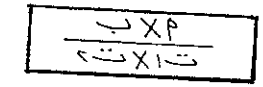
يكتب مقاسها هكذا

* كمرة ⊔ أو مجرى



(١١-٥ب)

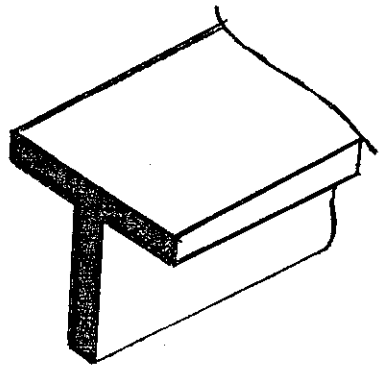




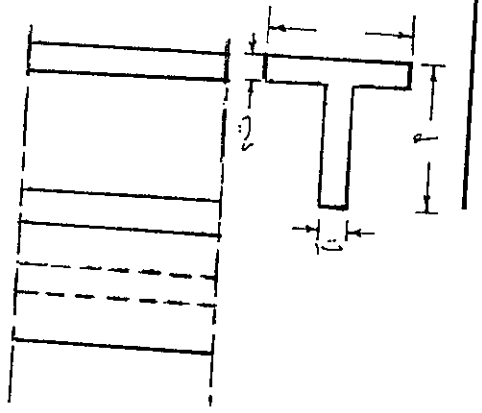
"مثال" أرسم كمرة مجرى ⊔

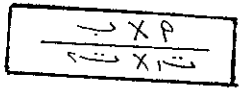
م ٥٠ × ١٠٠ / ٨ × ٥

* كمرة حرف T



(١١-٦ب)

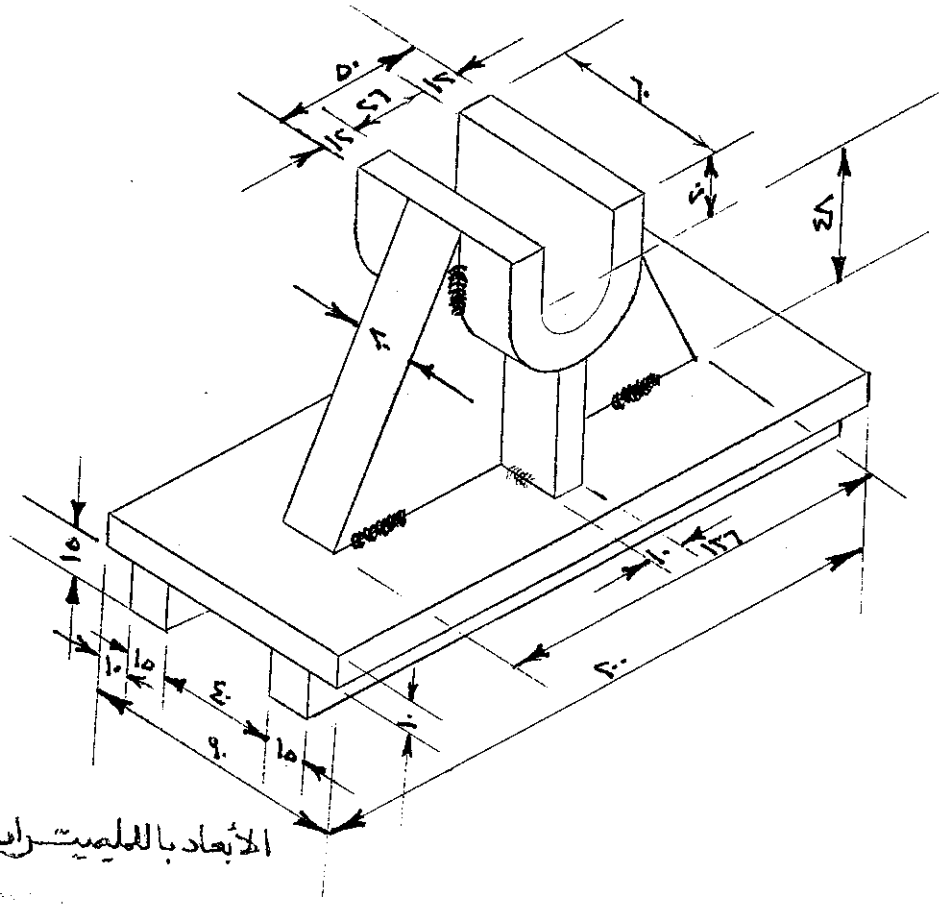




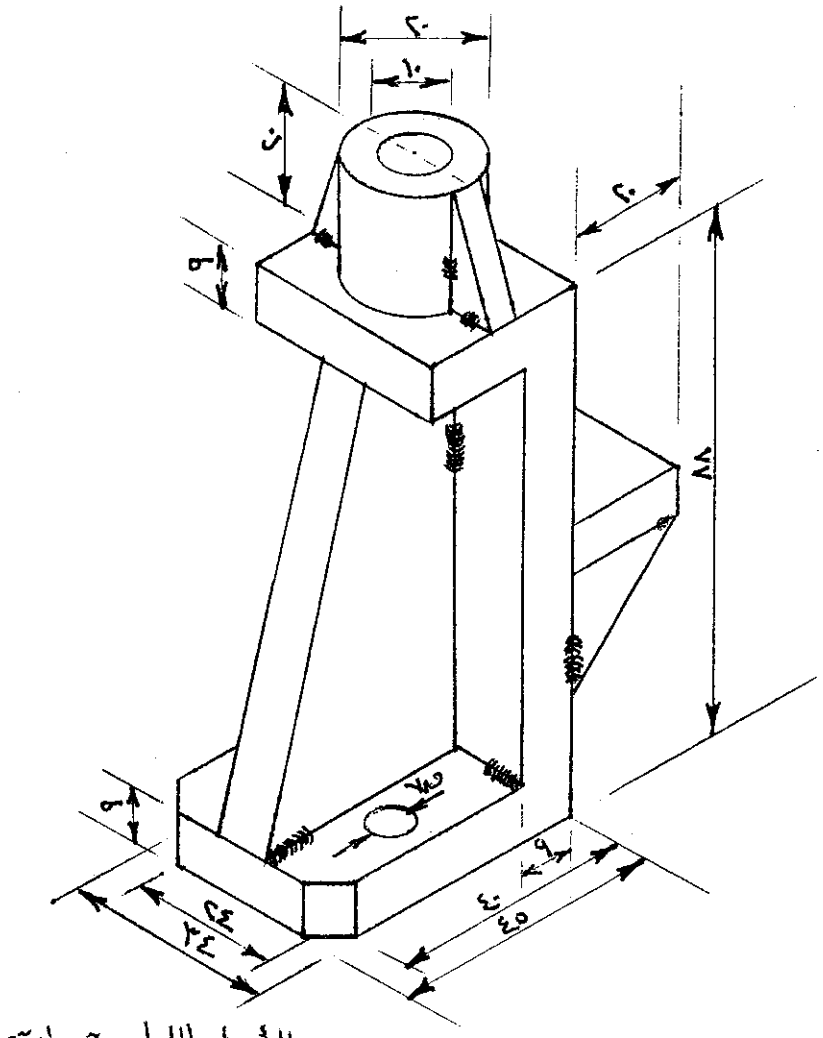
"مثال" أرسم كمرة حرف T

م ٥٠ × ١٠٠ / ٨ × ٨

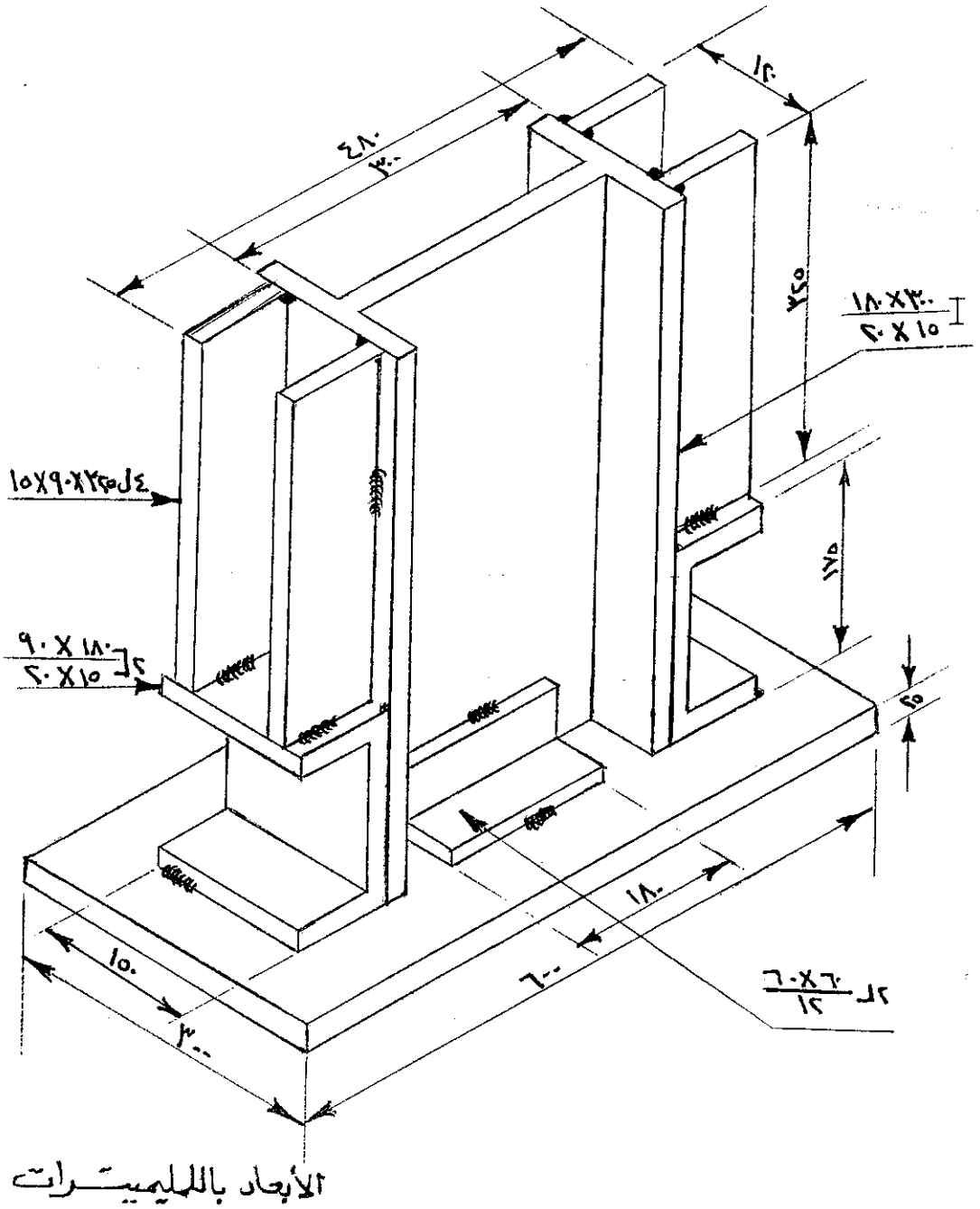
الشكل (١١ - ٣)


٥٠
١٤
١٤
٢٦
١٠
٤٠
٥٧
١٥
١٠
١٥
٤٠
٩٠
١٥
١٠
١٣٦
٢٠٠
الأبعاد بالملليمترات

الشكل (١١ - ٤)



الشكل (١١ - ٥)


٤٨٠
٣٠٠
١٢٠
٣٢٥
I ١٨٠X٣٠٠ / ١٥ X ٢٠
١٥X٩٠X٢٢٥ L ٤
L ١٨٠ X ٩٠ / ١٥ X ٢٠ ٢
١٧٥
٦٥
١٨٠
١٥٠
٣٠٠
٦٠٠
L ٦٠X٦٠ / ١٢ ٢
الأبعاد بالملليمترات

الشكل (١١ - ٦)

جـ – جداول أشكال وأوزان القطاعات المعدنية : –

****

توضح الجداول الآتية أشكال وأوزان القطاعات المعدنية : –

١ – جدول أسياخ الصلب (الخوصة) بالكيلو لكل متر طولي جدول (١١ – ١)

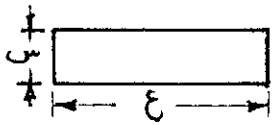
٢ – جدول كمرة زاوية حرف L جدول (١١ – ٢)

٣ – جدول كمرة حرف U جدول (١١ – ٣)

٤ – جدول كمرة حرف I جدول (١١ – ٤)

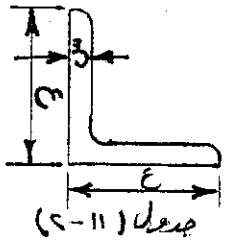
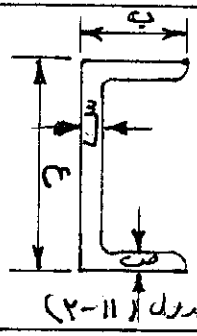
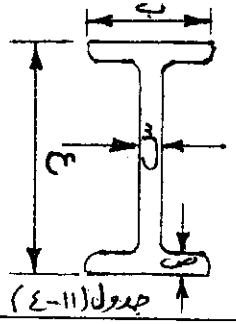
٥ – جدول كمرة حرف T جدول (١١ – ٥)

وزن القطاعات المستطيلة " اساس الصلب الخوصة" بالكيلو جرام لكل متر طولي



السمك بالمليمتر	العرض بالمليمتر														
	٥	١٢	٢٠	٢٥	٣٠	٤٠	٤٥	٥٠	٦٠	٧٠	٧٥	٨٠	٩٠	١٠٠	١٥٠
٥	٠ر٢٢٥	٠ر١٦٤٥	٠ر٧٢	٠ر٩٣	١ر٢	١ر٤٤	١ر٦٨	٢ر٤	١ر٩٥	٢ر٦٢	٢ر٨٥	٣ر١	٣ر٣٤	٣ر٨٢	٤ر٩
١٠	٠ر٤٥٠	٠ر٩٦	١ر٤٣	١ر٩٢	٢ر٤	٢ر٩٢	٣ر٣٥	٣ر٨٢	٤ر٧٣	٥ر٢٥	٥ر٧٥	٦ر٢١	٦ر٦٩	٧ر٦٥	١٤ر٦٥
١٢	٠ر٦٤٥	٠ر٨٢٥	١ر٩٥	٢ر٥٥	٣ر١٥	٣ر٩٩	٤ر٦٢	٥ر١	٦ر٣	٧ر٠٢	٧ر٦٥	٨ر٢٩	٨ر٩٢	١٠ر٢	١٥ر٩٧
١٥	٠ر٦٧٥	١ر٥	٢ر٣٢	٣ر١٥	٣ر٩٧	٤ر٧٨	٥ر٥٥	٦ر٣٧	٧ر٩٥	٨ر٧٦	٩ر٧٥	١١ر٣٥	١١ر١٠	١٢ر٧٥	١٨ر٣
٢٠	٠ر٧٢٠	١ر٩٥	٢ر٨٦	٣ر٨٢	٤ر٥٤	٦ر٠٠	٦ر٦٩	٧ر٦٥	٩ر٥٢	١٠ر٥٢	١١ر٤٧	١٢ر٤٣	١٣ر٤	١٥ر٣	٢٣ر٦
٢٥	٠ر٩٣٠	٢ر٥٥	٣ر٨٢	٥ر١	٦ر٣٧	٧ر٩٦	٩ر٢٤	١٠ر٢	١٢ر٧٥	١٤ر٠٢	١٥ر٣	١٦ر٥٧	١٧ر٨٥	٢٠ر٤	٣١ر٢٧
٣٠	١ر٢٠	٣ر١٥	٤ر٥٤	٦ر٣٧	٧ر٥	٩ر١٥	١٠ر٦	١٢ر١٢	١٥ر٠٠	١٦ر٦٥	١٨ر١٦	١٩ر٦٨	١٢ر١٩	٢٤ر٢	٣٧ر٠٢
٣٥	١ر٥٣	٣ر٥١	٥ر٢٥	٧ر٠٢	٨ر٧٦	١٠ر٣٥	١٢ر٣	١٤ر٠٢	١٧ر٤٧	١٩ر٢٩	٢٢ر٠٤	٢٢ر٨	٢٤ر٥٤	٢٨ر٠٥	٢٤ر٧٥
٤٠	١ر٤٤	٣ر٩٩	٦ر٠٠	٧ر٩٦	٩ر١٥	١١ر٩٥	١٣ر٨	١٥ر٣	٢٠ر٢	٢١ر٩	٢٣ر٩	٢٥ر٩٥	٢٧ر٩٥	٣١ر٨	٥٠ر٤
٤٥	١ر٦٨	٤ر٦٢	٦ر٦٩	٩ر٢٤	١٠ر٦	١٣ر٨	١٦ر١٧	١٨ر٥	٢٢ر٥	٢٤ر٦	٢٧ر٠٠	٣٠ر٠٠	٣٣ر٠٠	٣٦ر٠٠	٥٣ر٢٥
٥٠	٢ر٤	٥ر١	٧ر٦٥	١٠ر٢	١٢ر١٢	١٥ر٣	١٨ر٥٠	٢٠ر٤	٢٣ر٠٠	٢٥ر٥	٢٨ر٠	٣٣ر١٥	٣٥ر٧	٤٠ر٨	١٦ر٢

جدول (١١ - ١)

م	الاسم	شكل القطاع	جدول المقاسات والاوزان
١	كمرة زاويه حرف "L" متساويه	 جدول (١١-٢)	جدول (١١ - ٢)
٢	كمرة حرف "U"	 جدول (١١-٣)	جدول (١١ - ٣)
٣	كمرة حرف "I"	 جدول (١١-٤)	جدول (١١ - ٤)

جدول (١١ - ٢)

المقاس مم												
	ع	٧٠	٧٠	٨٠	٨٠	٩٠	٩٠	١٠٠	١٠٠	١٢٠	١٢٠	١٥٠
	س	٧	٩	٨	١٠	٩	١١	١٢	١٠	١٣	١١	١٦
الوزن كجم/متر		٧ر٤٨	٩ر٣٤	٩٩ر٦	١١ر٩	١٢ر٢	٤ر٧	١٧ر٨	١٥ر٠	٢٣ر٣	١٩ر٩	٣٥ر٩

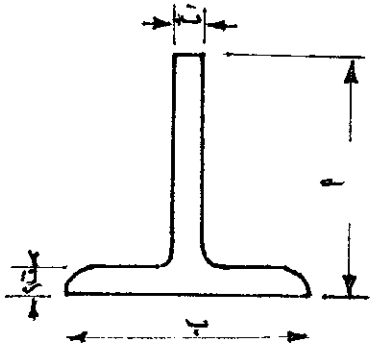
جدول (١١ - ٣)

المقاس مم												
	ع	١٠٠	١٢٠	١٤٠	١٦٠	١٨٠	٢٠٠	٢٢٠	٢٤٠	٢٦٠		
	ب	٥٠	٥٥	٦٠	٦٥	٧٠	٧٥	٨٠	٨٥	٩٠		
	س	٦	٧	٧	٧ر٥	٨	٨ر٥	٩	٩ر٥	١٠		
	ص	٨ر٥	٩	١٠	١٠ر٥	١١	١١ر٥	١٢ر٥	١٣	١٤		
الوزن كجم/متر		١٠ر٦	١٣ر٤	١٦ر٠	١٨ر٨	٢٢ر٠	٢٥ر٣	٢٩ر٤	٣٣ر٢	٣٧ر٩		

جدول (١١ - ٤)

المقاس مم												
	ع	١٠٠	١٢٠	١٤٠	١٦٠	١٨٠	٢٠٠	٢٢٠	٢٤٠	٢٦٠		
	ب	٥٠	٥٨	٦٦	٧٤	٨٢	٩٠	٩٨	١٠٦	١١٣		
	س	٤ر٥	٥ر١	٥ر٧	٦ر٣	٦ر٩	٧ر٥	٨ر٠	٨ر٧	٩ر٤		
	ص	٦ر٨	٧ر٧	٨ر٦	٩ر٥	١٠ر٤	١١ر٣	١٢ر٢	١٣	١٤ر١		
الوزن كجم متر		٨ر٣٢	١١ر٢	١٤ر٤	١٧ر٩	٢١ر٩	٢٦ر٣	٣١ر١	٣٦ر٢	٤١ر٩		

الكمرة	الابعاد مم ا	ب	ت١ ت٢	مساحة المقطع المستعرض سم٢	الوزن كجم/م
٢×٢	٢٠	٢٠	٣	١ر١٢	٠ر٨٨
٣×٣	٣٠	٣٠	٤	٢ر٢٦	١ر٧٧
٤×٤	٤٠	٤٠	٥	٣ر٧٧	٢ر٩٦
٥×٥	٥٠	٥٠	٦	٥ر٦٦	٤ر٤٤
٦×٦	٦٠	٦٠	٧	٧ر٩٤	٦ر٢٣
٧×٧	٧٠	٧٠	٨	١٠ر٦	٨ر٣٢
٨×٨	٨٠	٨٠	٩	١٣ر٦	١٠ر٧
٩×٩	٩٠	٩٠	١٠	١٧ر١	١٣ ر ٤
١٠×١٠	١٠٠	١٠٠	١١	٢٠ر٩	١٦ر٤
١٢×١٢	١٢٠	١٢٠	١٢	٢٩ر٦	٢٣ر٢
١٤×١٤	١٤٠	١٤٠	١٥	٣٩ر٩	٣١ر٣
٣×٦	٦٠	٣٠	٥ر٦	٤ر٦٤	٣ر١٤
٤×٨	٨٠	٤٠	٧	٧ر٩١	٦ر٢١
٥×١٠	١٠٠	٥٠	٨ر٥	١٢ر٠	٩ر٤٢
٦×١٢	١٢٠	٦٠	١٠	١٧ر٠	١٣ر٤
٧×١٤	١٤٠	٧٠	١١ر٥	٢٢ر٨	١٧ر٩
٨×١٦	١٦٠	٨٠	١٣	٢٩ر٥	٢٣ر٢
٩×١٨	١٨٠	٩٠	١٤ر٥	٣٧ر٠	٣٥ر١
١٠×٢٠	٢٠٠	١٠٠	١٦	٤٥ر٤	٣٥ر٦



جدول (١١ - ٥)

الفصل الثاني عشر

** تخطيط المصانع ومناولة المواد **

****

أولا : تخطيط الورش النوعية : -

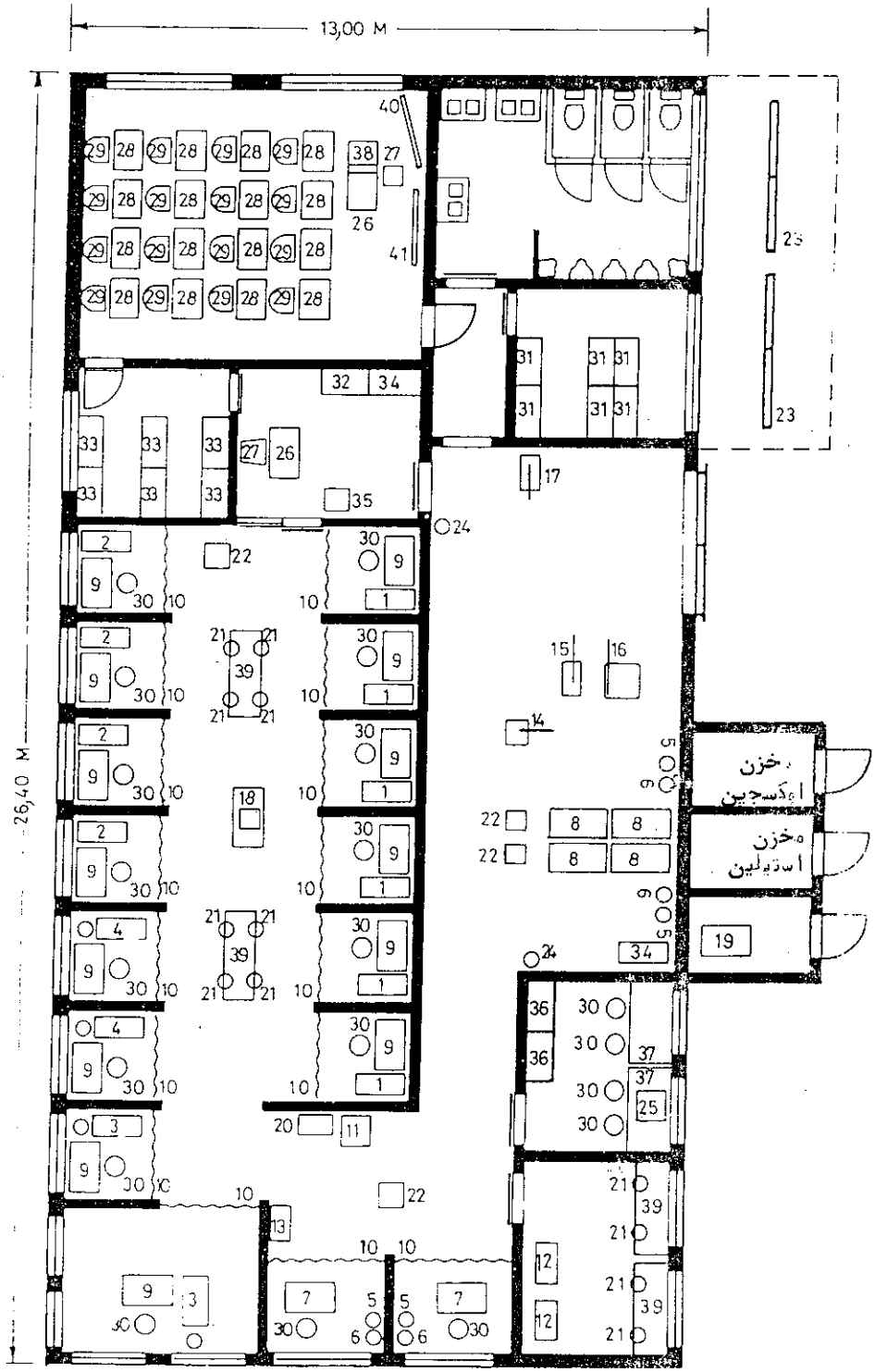
****

التخطيط المبين بالشكل (١٢ – ١) هو تخطيط لورشة تدريب اللحام ذات أبعـــاد ١٣ × ٢٦,٤ مـــتر وتحتوي على الأماكن التي توضع فيها المعدات والأدوات الخاصة باللحام وكذلك أماكن تواجد المتدربـــين وهي كالآتي : -

** مخطط لورشة اللحام **

****

١ – محول لحام .
٢ – محول لحام مزود بمقوم .
٣ – مجموعة لحام ميج / ماج .
٤ – مجموعة لحام تيج .
٥ – أسطوانة غاز استيلين .
٦ – أسطوانة غاز أكسجين .
٧ – منضدة لحام بالغاز .
٨ – منضدة للقطع بالغاز .
٩ – منضدة للحام القوس الكهربي .
١٠ – ستائر واقية .
١١ – كابينة لمعالجة الاكترودات حراريا .
١٢ – ماكينة تجليخ .
١٣ – مثقاب تزجة .
١٤ – مقص تزجة .
١٥ – ماكينة قص تزجة برافعة يدوية .
١٦ – ماكينة قص منضدية .
١٧ – منشار كهربي .
١٨ – مكبس هيدروليك .
١٩ – ضاغط هواء (كمبريسور) .
٢٠ – ماكينة تجليخ تزجة .
٢١ – منجلة تزجة .
٢٢ – سندان بالحامل .
٢٣ – حامل معدني .
٢٤ – طفاية حريق .
٢٥ – ماكينة اختبار الصلادة .
٢٦ – مكتب للمدرب .
٢٧ – كرسي للمدرب .
٢٨ – منضدة للمتدرب .
٢٩ – كرسي للمتدرب .
٣٠ – كرسي دائري .
٣١ – دواليب حفظ مهام للمتدرب .
٣٢ – كابينة لحفظ الملابس .
٣٣ – كابينة لحفظ الخامات .
٣٤ – كابينة حفظ العدد والأدوات .
٣٥ – كابينة لحفظ المستندات .
٣٦ – كابينة لتخزين التمارين .
٣٧ – منضدة تجارب .
٣٨ – منضدة لجهاز إسقاط ضوئي .
٣٩ – منضدة للعمل والتدريب .
٤٠ – ستارة لجهاز الإسقاط الضوئي .
٤١ – سبورة .



نموذج لمخطط ورشة تدريب لحام

شكل (١٢ - ١)

ثانيا : تخطيط الورش بنظام الإنتاج : -

****

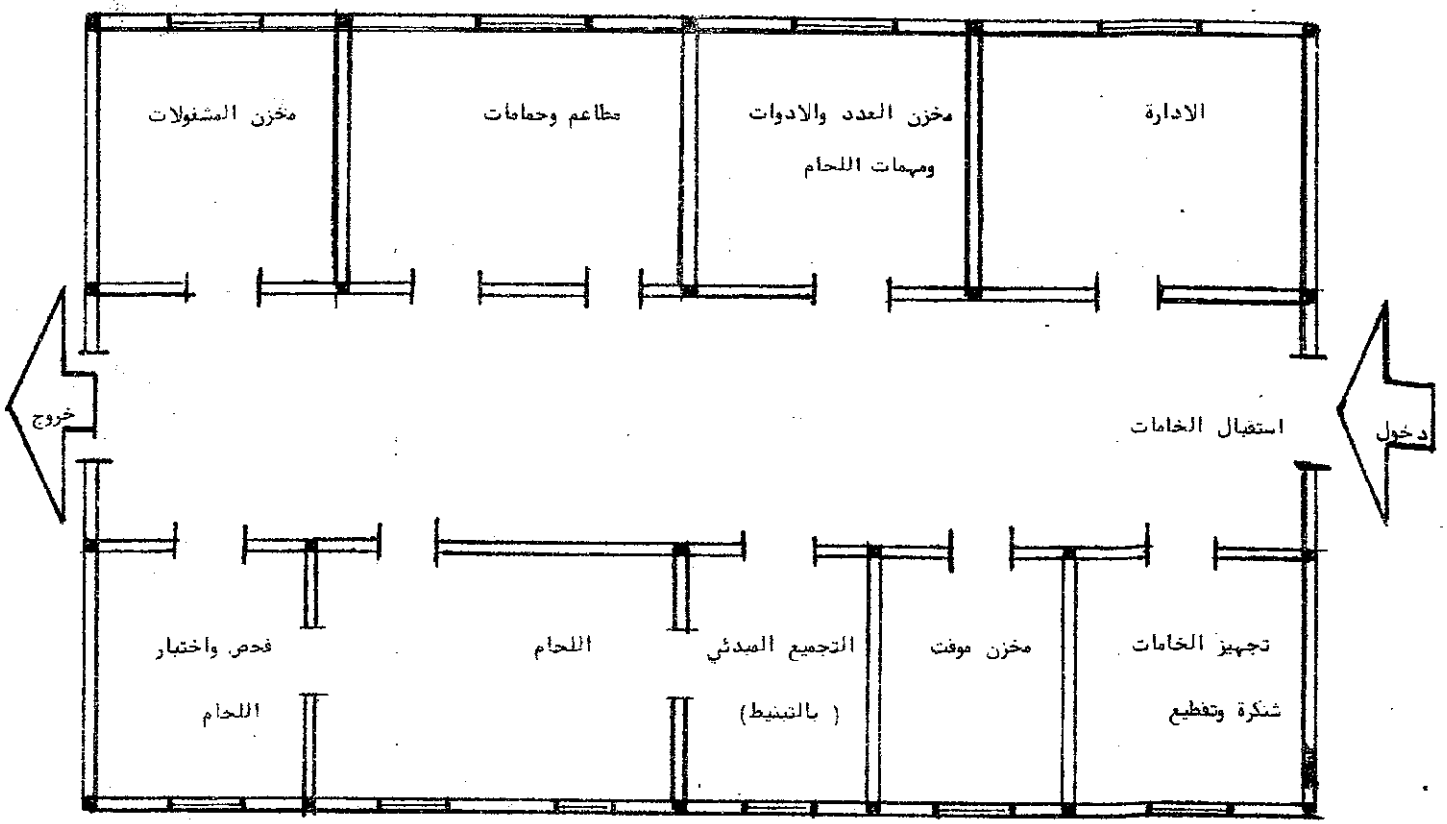
التخطيط المبين بالشكل (١٢ – ٢) (١٢ – ٣) هو تخطيط لورشة لحام إنتاجية ولم تحدد الأبعاد حيث أن هذا التخطيط لا يتلائم مع كل المباني لأنه يختلف من حيث الموقع والمساحة والشكل ويحتوي هذا التخطيط على الأماكن التالية : -

* الإدارة .
* مخزن العدد ومهمات اللحام .
* تجهيز الخامات (شنكرة وتقطيع) .
* مخزن مؤقت .
* التجميع المبدئي باللحام (التبنيط) .
* اللحام .
* اختبار وفحص وصلات اللحام .
* مخزن مشغولات اللحام .
* مطاعم وحمامات .

ثالثا : تخطيط نظام العمل خارج المصنع : -

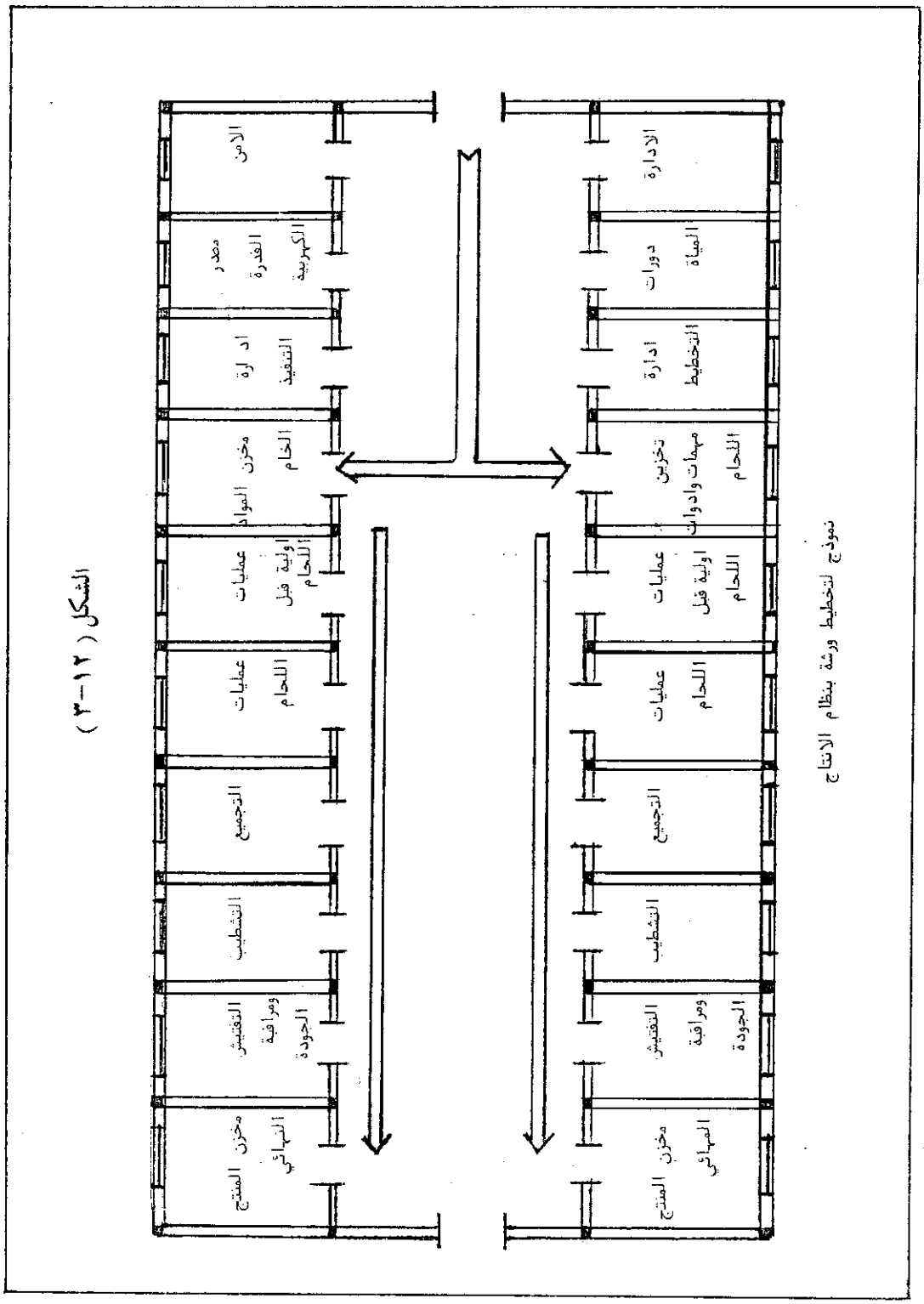
****

الشكل الموضح (١٢ – ٤) يوضح نموذج لتخطيط ورشة لحام متنقلة خارج المصنع وبموقع العمل المطلوب خارج المصنع .



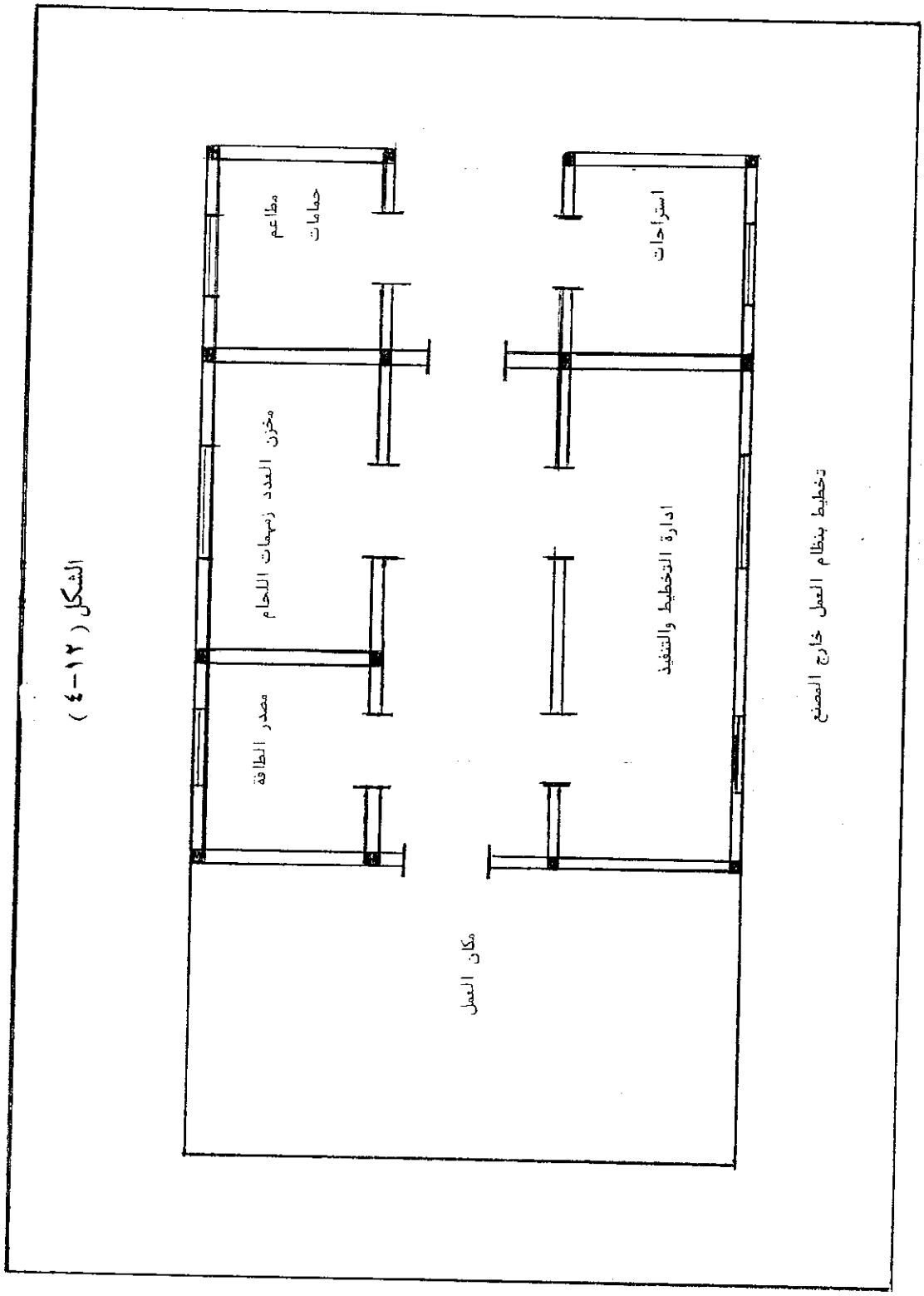
تخطيط ورشة بنظام الانتاج

شكل (١٢ - ٢)



الشكل (١٢-٣)

نموذج لتخطيط ورشة بنظام الانتاج


مطاعم
حمامات
مخزن العدد وسهمات اللحام
مصدر الطاقة
مكان العمل
استراحات
ادارة التخطيط والتنفيذ
تخطيط بنظام العمل خارج المصنع

الشكل (١٢-٤)

الفصل الثالث عشر

المواصفات الفنية والأمنية لورشة اللحام

****

لكل ورشة مواصفات خاصة بها يشترط فيها عدة تعليمات فنية وأمنية لضمان العمل فيها بنجـــاح كبـــير ودون وقوع أي حوادث أو أخطاء .

المواصفات الفنية لورشة اللحام : -

****

١ – أن يكون مبنى الورشة عموما بعيدا عن المناطق السكنية وقريبا من المناطق الصناعية .

٢ – أن تكون ذات مساحة وارتفاع مناسبين لجميع المعدات الموجودة بها .

٣ – أن تكون مزودة بوسائل لسحب نواتج اللحام من أدخنة وخلافة (شفاطات – ومراوح) .

٤ – أن تكون مزودة بعدة مصادر كهربائية وذات جهد كهربائي مناسب لتشغيل معدات اللحام .

٥ – أن تكون ذات إضاءة طبيعية .

٦ – أن تكون ضمن مساحة المبنى مكتب لإدارة الورشة وإعداد الرسومات التنفيذية للمشغولات .

٧ – أن يكون من ضمن مساحة المبنى مخزن صغير به خامات التشغيل اللازمة للتنفيذ وكذلك المشغولات بعد تنفيذها .

٨ – أن تكون مزودة بمصدر مياه وصرف .

المواصفات الأمنية لورشة اللحام : -

****

١ – أن تكون الورشة مزودة بعدد مناسب من طفايات الحريق وتوزيعها في أماكن مناسبة داخل الورشة وكذلك مصدر مياه للإطفاء .

٢ – أن تكون مزودة بمواد الإسعافات الأولية المناسبة للورشة .

٣ – أن تكون جميع الأجزاء الناقلة للتيار الكهربائي بالورشة معزولة عزلا تاما .

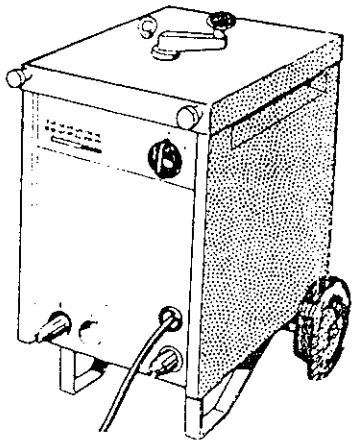
٤ – أن تكون جيدة التهوية .

التجهيزات الخاصة بورشة اللحام : -

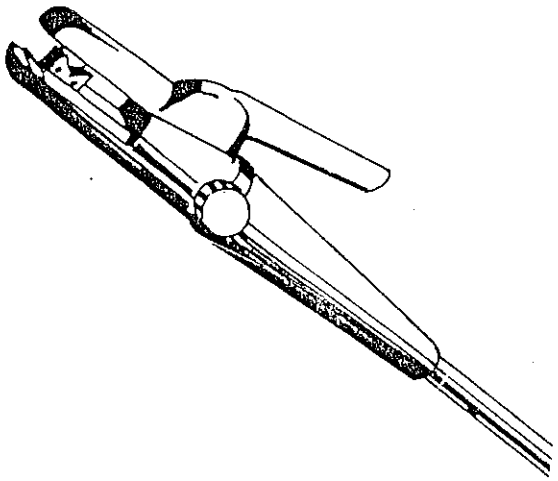
تجهز ورشة اللحام بالمعدات والأدوات الآتية حسب عدد المتدربين :

١ = ماكينات لحام قوس كهربي تيار متغير ٤٠ أمبير = ٣٠٠ أمبير .
٢ – مدخنة لإخراج نواتج الدخان والعادم حسب المواصفات المطلوبة .
٣ – حجرات لحام بالستائر (كبائن) ١٨٠ × ١٥٠ × ٢٥٠ سم .
٤ – صدادة للنيران ٩٠ × ١٨ سم .
٥ – تزج لحام ٩٠ × ٦٠ × ٨٠ سم .
٦ – مجموعة كماليات ماكينات اللحام (كابل أرضي – كابل الكترود – ماسك الكترود – حماية للرأس – نظارة للحام) .
٧ – مقص كهربي لقطع المعادن .
٨ – منشار كهربائي لقطع المعادن .
٩ – مجموعات لحام الغاز الأكسي استيلين بالكماليات .
١٠ – ماكينة قطع غاز .
١١ – ماكينة اختبار .
١٢ – مكبس هيدروليك ٣ طن .
١٣ – سنادين .
١٤ – مناجل تزجة ٦ بوصة
١٥ – صاروخ تجليخ يدوي .
١٦ – ماكينة تجليخ ثابتة .
١٧ – ميكرومترات (لقياس تخانات الصاج) .
١٨ – شريط قياس ٢ – ٥ متر .
١٩ – زاوية قياس متعددة المستويات والتدريج .
٢٠ – فرجار تقييم .
٢١ – أجن قطع على البارد .
٢٢ – سنابك للتخريم .
٢٣ – شوكة علام .
٢٤ – برواز منشار .
٢٥ – مطارق متعددة الأشكال والأوزان ٠,٥ كيلو جرام – ١,٥ كيلو جرام .
٢٦ – مرزبات ٤ – ٥ كيلو جرام .
٢٧ – ماسكات على شكل حرف C متعددة الأبعاد .

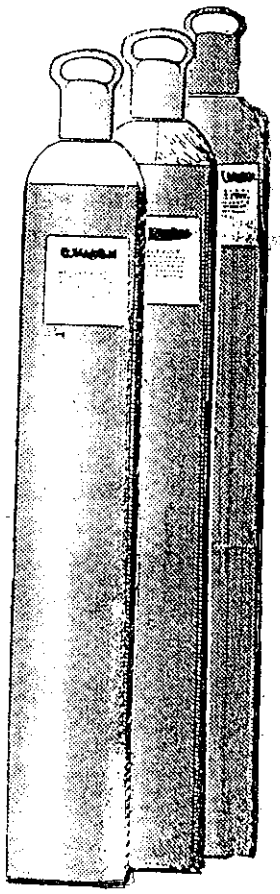
والأشكال الآتية توضح هذه الاحتياجات .



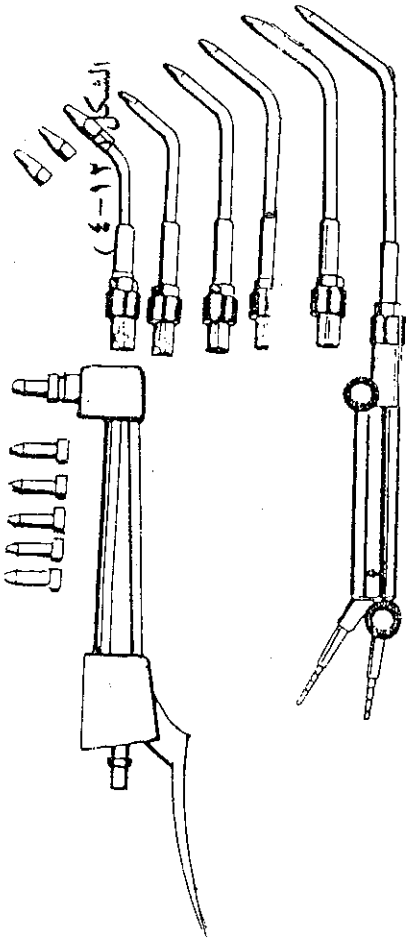
ماكينة لحام



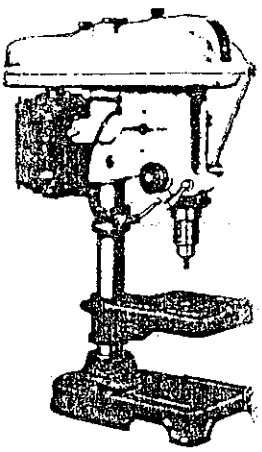
ماسك الكترود



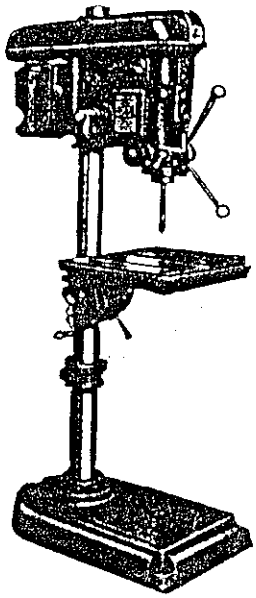
اسطوانات غازات اللحام



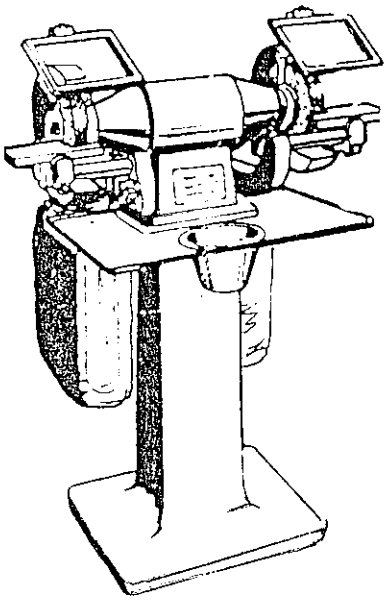
مجموعة بوارى اللحام بالغاز



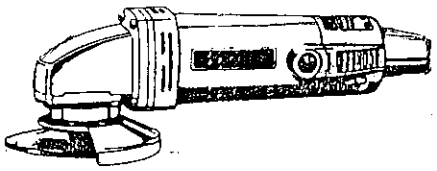
مثقاب تزجة



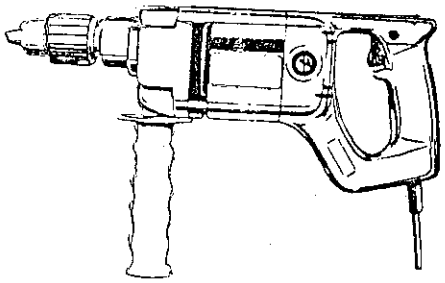
مثقاب تزجة



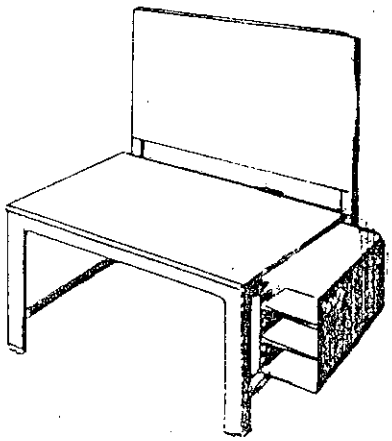
ماكينة تجليخ تزجة



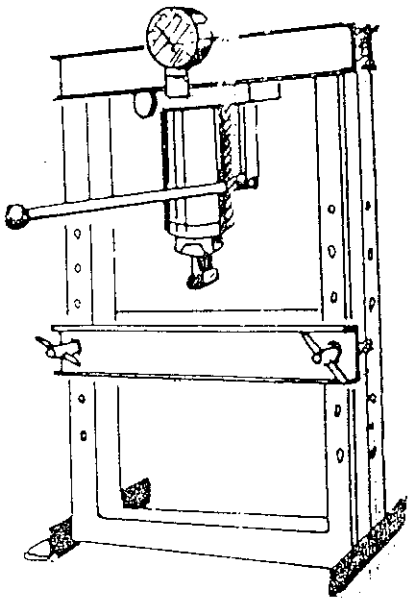
ماكينة قطع يدوية

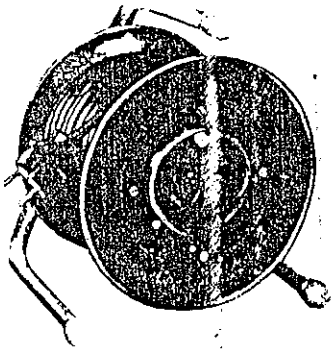


مثقاب يدوى



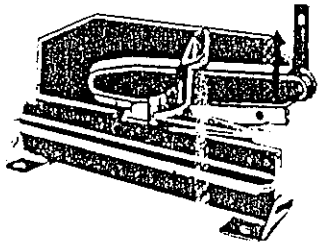
تزجة لحام



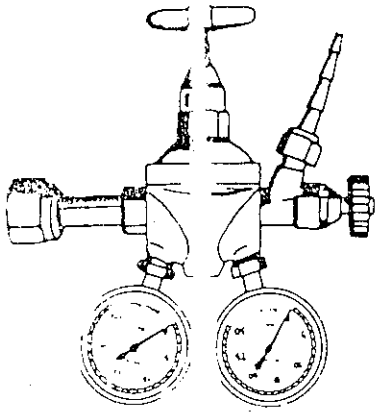


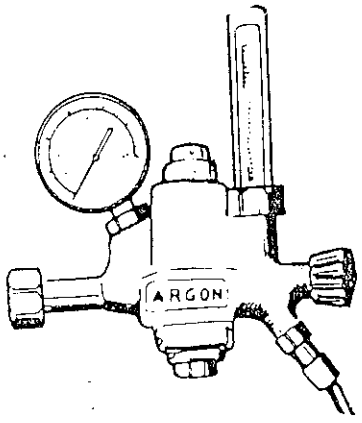
سلة كابل

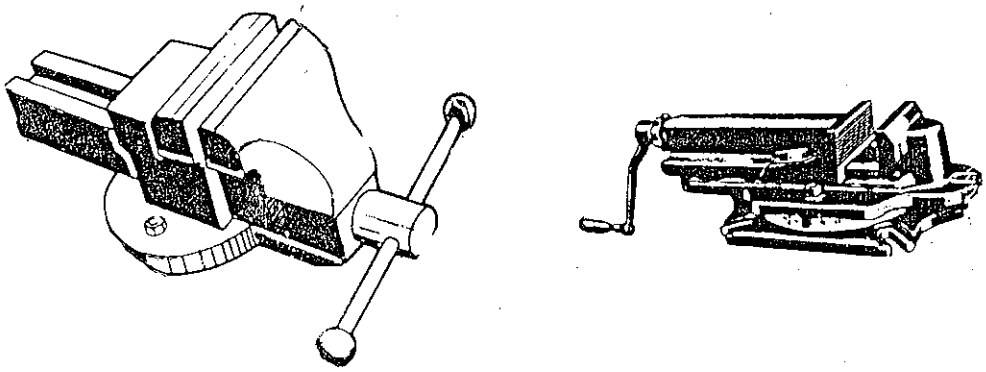
مكبس هيدروليك



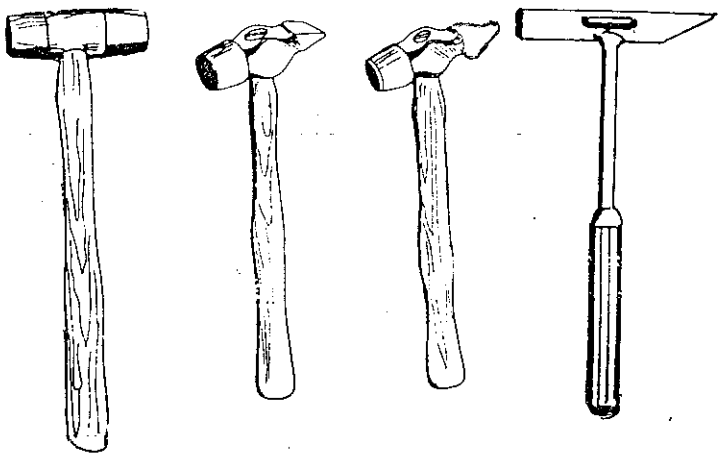
مفصل يدوى



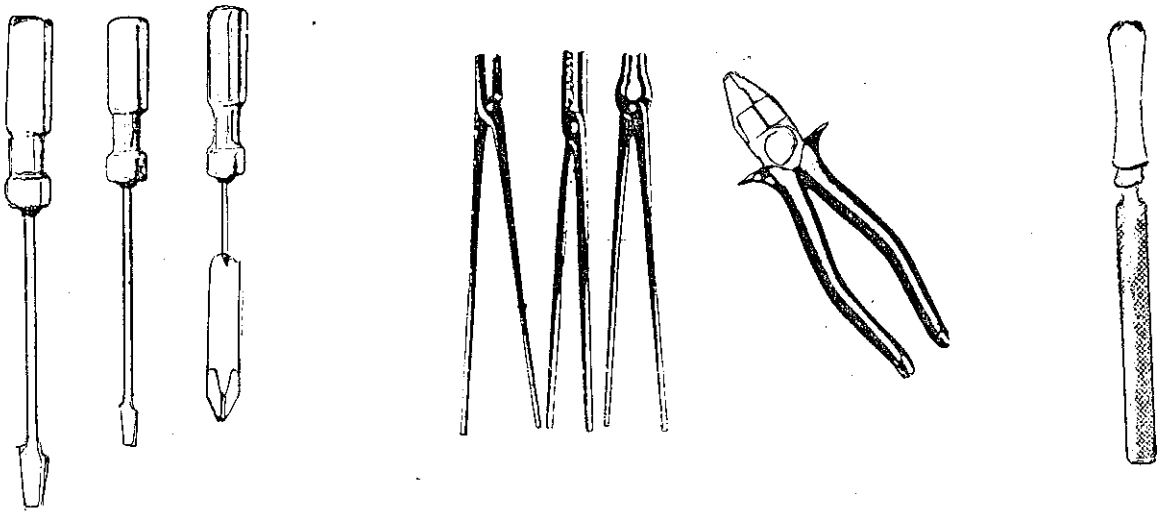




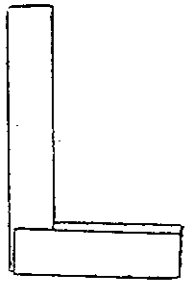
منجلة تزجة



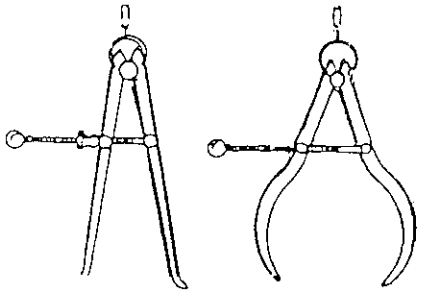
جاكوش



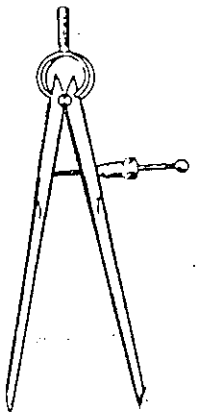
مفكات ملفات زرادية عازلة سرد

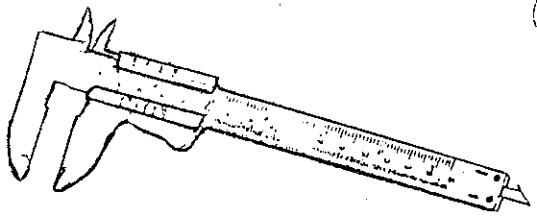


زاوية قياس

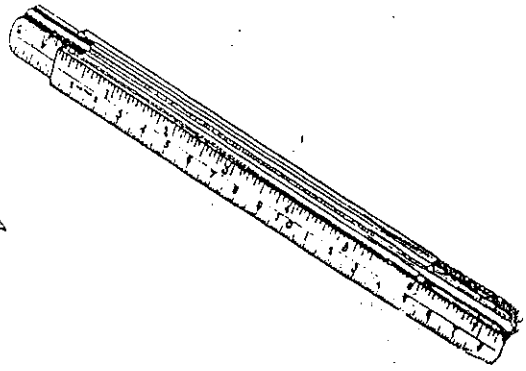


براجل قياس

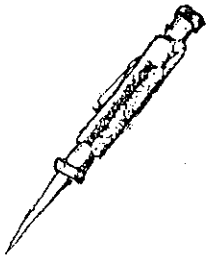




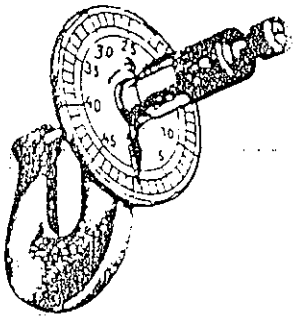
قدمة ذات وريدة



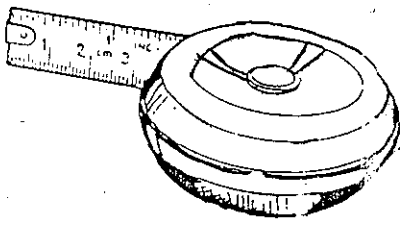
مسطرة قياس



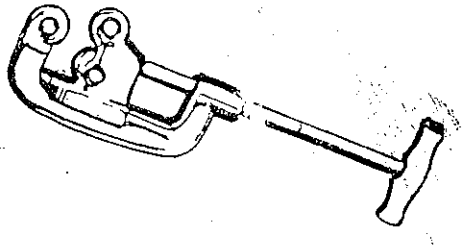
شوكة علام



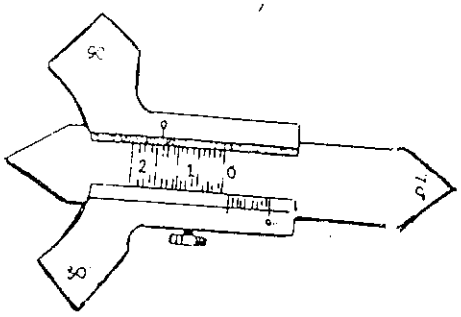
ميكروميتر



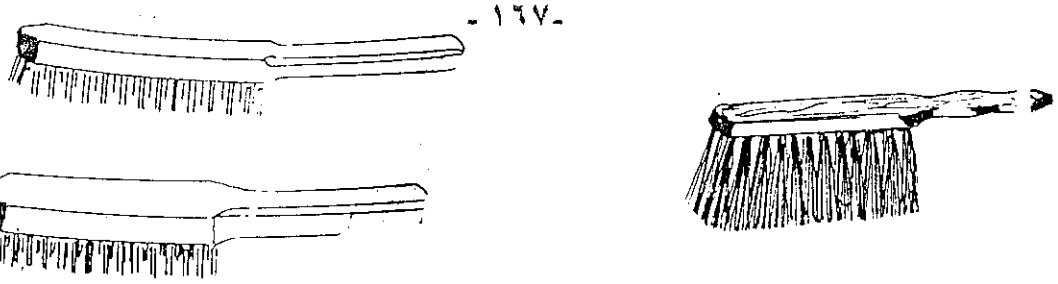
شريط قياس



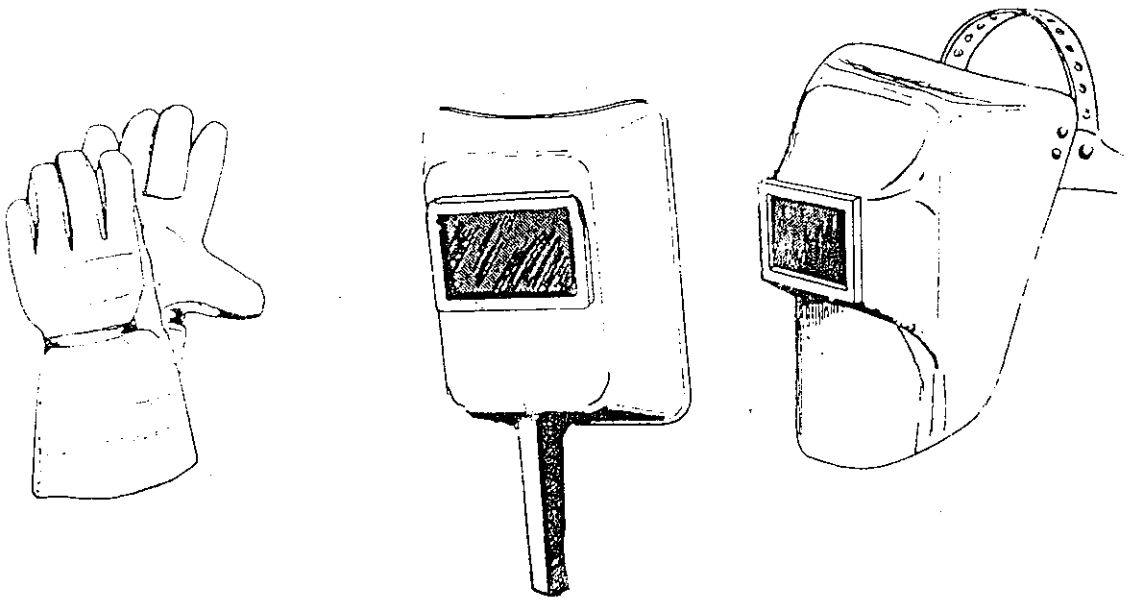
قطصم أنابيب



محددات قياس

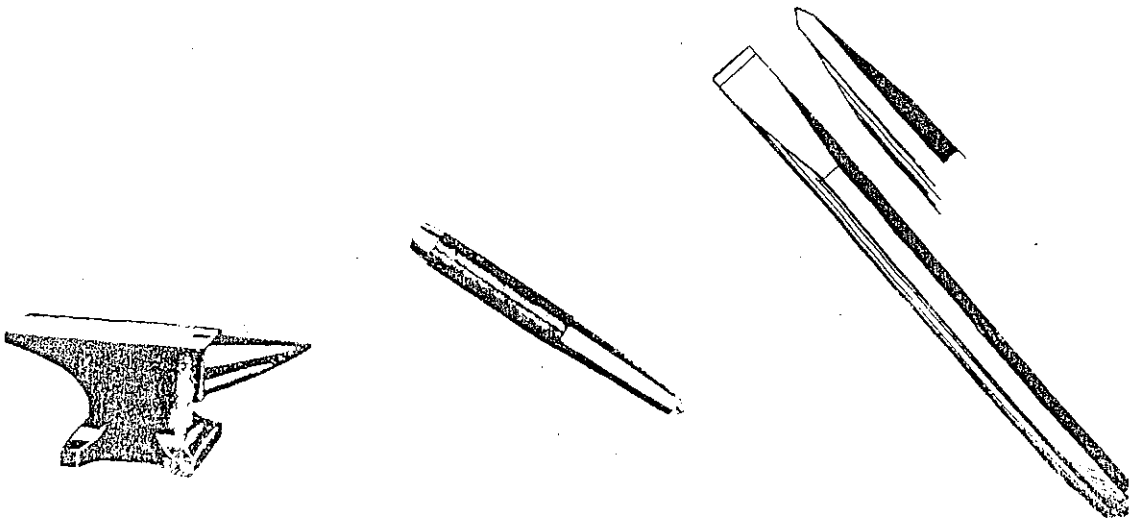


فرشاة



نظارات لحام

قفاز حرارى



اجنة قطع علي البارد

زنبة علام

سندان

الفصل الرابع عشر

المصطلحات الأجنبية المستخدمة فى أعمال اللحام

المصطلحات الفنية الإنجليزية

****

Testing of welds	إختبارات لحامات
Destructive tests	إختبارات متلفة
Nondestructive tests	إختبارات غير متلفة
Gamma ray test	إختبارات أشعة جاما
X-ray test	إختبارات أشعة سينية
Corrosion test	إختبارات التآكل
Chemical analysis test	إختبارات تحليل كيمائى
Bend test	إختبارات ثنى
Tensile test	إختبارات شد
Hardness test	إختبارات صلاده
Fatigue test	إختبارات كلال
Testing of gas welds	إختبارات لحامات الغاز
Argon	ارجون
Arc stability	استقرارية القوس
Cylinder	اسطوانة
Welding process	أسلوب لحام
Acetylene	إستيلين
Edge preparation	إعداد الحواف
Resistance welding electrodes	الكترودات لحام المقاومة
Spot welding	لحام البقعة

Seam welding	لحام التدريز
Electrodes function	وظائف الالكترودات
Electrodes mild steal	الكترودات صلب طري
Corrosion resisting electrodes	الكترودات مقاومة التآكل
Dust coated electrodes	الكترودات ترابية التغليف
Lightly coated electrodes	الكترودات خفيفة التغليف
Medium coated electrodes	الكترودات متوسطة التغليف
Semi coated electrodes	الكترودات نصف مغلفة
Bar electrodes	الكترود عار
Carbon electrodes	الكترود كربوني
Types of welds	أنواع اللحامات
Types of joints	أنواع الوصلات
Projection welding	لحام البروز
Roll-spot welding	لحام البقع المتجاورة
Thermit crucible	بودقة ثرميت
Chamfering	تحضير الشطف
Gas welding and cutting	اللحام والقطع بالغاز
Arc welding and cutting	اللحام والقطع بالقوس الكهربي
Cracking in welds	تشدخ اللحامات
Weld ability	تقبل اللحام
Aluminum and its alloys	ألمونيوم وسبائكه
Cast irons	حديد زهر

Gray cast iron	حديد زهر رمادى
Ingot iron	حديد صب
Malleable iron	حديد طروق
Low alloy steels	صلب سبيكى منخفض
Mild steel	صلب طرى
High carbon steels	صلب عالى الكربون
Tool steels	صلب عدد
Copper and its alloys	نحاس وسبائكه
Nickel and its alloys	نيكل وسبائكه
Welding costs	تكاليف اللحام
Surfacting	تكسية سطحية
Heat treatment	المعاملة الحرارية
Welding current	تيار اللحام
Root of weld	جذر اللحام
Root of joint	جذر الوصلة
Mechanical properties of metal and alloys	خواص ميكانيكية للمعادن والسبائك
Welding cycle	دورة لحام
Welding symbols	رموز اللحام
Fillet welds	لحامات زاوية
Groove welds	لحامات حزية
Pass	شريط لحام
Fusion	صهر

Complete fusion	صهر تام
Incomplete fusion	صهر غير تام
Welding pressure	ضغط اللحام
Welding Operator	عامل لحام
Electric Arc	قوس كهربي
Electric Arc phenomena	ظاهرة القوس الكهربي
Unshielded arc	القوس غير محجب
Shielded arc	القوس المحجب
Metal arc	القوس المعدني
Work lead	كابل الشغلة
Welding leads	كبلات اللحام
Deposition efficiency	كفاية الترسيب
Oxy acetylene welding	لحام الأكسي استلين
Atomic hydrogen welding	لحام أيدروجين ذري
Weld properaties	خواص اللحامات
Quality	الجودة
Weld methods	طرق اللحام
Die welding	لحام بالقوالب
Types of welds	أنواع اللحامات
Strength of joints	متانة الوصلات
Thermit welding	لحام ثرميت
Source of D. c welding	مصدر التيار المستمر للحام
Induction welding	لحام حث كهربي

Cleaning of surfaces	تنظيف الأسطح
Weaving of electrode	أرجحة الأسطح
Restriking of arc	إعادة قدح القوس
Temperature of welding arc	درجة حرارة قوس اللحام
Arc length	طول القوس
Welding current values	مقادير تيار اللحام
Ac – generators	مولدات التيار المتغير
Ds – generators	مولدات التيار المستمر
Arc crater	نقرة القوس
Arc blow	هبة القوس (إنحراف القوس)
Fluxes	مساعدات اللحام
Filler metals	معادن إضافية (معادن الملو)
Submerged arc welding	لحام القوس المغمور
Neutral flame	لهب متعادل
Reduction flame	لهب مختزل
Carburizing flame	لهب مكربن
Metallurgy of welding	ميتالوجي اللحام
Welding goggles	نظارات لحام
Lap joint	وصلة تراكبية
Butt joint	وصلة تقابلية
Corner joint	وصلة ركنية
Tee joint	وصلة متعامدة
Welded joint	وصلة ملحومة

Insulator	عازل
Rectifier	موحد
Filler rod	سلك اللحام
Blow pipe	بوري لحام
Oxidation	تأكسد
Composition	تركيب
Alloy	سبيكة
Nozzle	فونية
Hammer	مطرقة
Coated electrode	أسياخ مغلفة
Acidic	حامضي
Rutil	روتايل
Celluloss	سليولوز
Grinding	طحن
Basic	قاعدي
Specification	مواصفات
Electrode holder	ممسك الكترود (مساك)
Welding gun	مسدس لحام
Powder	بودره
Depth of penetration	عمق التغلغل
Thermal stresses	اجهادات حرارية
Flame shaping	الكشط باللهب
Ultra – sonic waves	موجات فوق صوتية

Valves	صمامات
Spark plug	شمعة الاشتعال
Block	يد
Heat	الحرارة
Cool	يبرد
Damage	التلف
Impurities	شوائب
Remove	يزيل

الباب الثاني

الفصل الأول

المقاييسات

****

حساب حجوم غازات اللحام

****

حساب حجم غاز الأكسجين داخل الأسطوانة :

****

تسع اسطوانة الأكسجين ٤٠ لتر من غاز الأكسجين تحت ضغط ١٥٠ ضغط جوي وبالتالي تسع الاسطوانة (٤٠ × ١٥٠) = ٦٠٠٠ لتر . أو ٦ م ٣ غاز أكسجين تحت الضغط الجوي .

حساب حجم غاز الأكسجين المستهلك أثناء اللحام : -

****

تختلف كمية غاز الأكسجين في اللحام حسب تخانة اللوح المعدني المراد لحامه

والجدول التالي يبين تخانة المعدن بالمليمتر وكمية الأكسجين باللتر / ساعة .

تخانة اللوح مم	كمية المستهلك من الأكسجين لتر / ساعة
٠,٥ مم	٥٠
٣,٥ مم	٣٢٥
١٠ مم	١٢٠٠

وتقدر كمية الغاز باسطوانة الأكسجين بالقانون الآتي : -

$$\frac{ح}{ص} = \frac{ح'}{ص'}$$

حيث ح حجم الاسطوانة فارغة

ص مقدار الضغط الجوي

$ح'$ حجم الغاز الموجود بالاسطوانة

$ص'$ مقدار الضغط بالاسطوانة

ويمكن حساب حجم الغاز الموجود بالاسطوانة كما يلي : -

* نفرض أن ضغط الغاز الموجود بالاسطوانة ١٥٠ جوي وأن حجم الاسطوانة فارغة ٤٥ لتر

$$\therefore ح \times ص' = ح' \times ص$$

$$٤٥ \times ١٥٠ = ح' \times ١$$

$$\therefore ح' = ٤٥ \times ١٥٠ = ٦٧٥٠ \text{ لتر} .$$

$$= \frac{٦٧٥٠}{١٠٠٠} = ٦,٧٥ \text{ م}^٣$$

فإذا كان $ص'$ هو ضغط الاسطوانة قبل الاستعمال

$ص'_١$ هو ضغط الاسطوانة بعد الاستعمال .

وإذا فرضنا بأن الضغط قبل الاستعمال $ص' = ١٥٠$ جوي

والضغط بعد الاستعمال $ص'_١ = ١٠٠$ جوي .

وبتطبيق القانون

$$ح (ص' - ص'_١) = ح' \times ص$$

$$٤٠ (١٥٠ - ١٠٠) = ح' \times ١$$

$$\therefore ح' = ٤٠ \times ٥٠ = ٢٠٠٠ \text{ لتر} = ٢ \text{ م}^٣$$

حساب حجم الاستيلين داخل الاسطوانة : -

****

يعبأ الاستيلين في إسطوانات من الصلب تحت ضغط ١,٥ جوي ممتلئة عن آخرها بمادة مسامية مشربة باسيتون سائل بنسبة ٤٠ % من سعة الاسطوانة .

وهذا الاسيتون السائل هو الذي يطلق الاستيلين واللتر الواحد منه يطلق ٢٤ لتر من الغاز مقابل كل ازدياد في الضغط مقداره ضغط جوي واحد وعند ضغط ١٥ جوي فإنه يطلق (٢٤ × ١٥) = ٣٦٠ لتر ولما كانت سعة الاسطوانة ٤٠ لتر يحتوي على ٤٠ % من سعتها اسيتون لذلك فإنها تستطيع أن تعطي ٠,٤٠ × ٤٠ × ٣٦٠ = ٥٧٦٠ لتر استيلين تحت الضغط الجوي .

حساب حجم غاز الاستيلين المستهلك أثناء اللحام : -

****

تختلف كمية استهلاك الاستيلين حسب تخانة الألواح المراد لحامها والجدول التالي يبين تخانة اللوح (مم) وكمية الغاز المستهلكة من الاستيلين .

تخانة اللوح مم	كمية غاز الاستيلين لتر / ساعة
٠,٥ مم	٥٠
٣,٥ مم	٣٠٠
١٠ مم	١١٠٠

وتقدر كمية الاستيلين المستهلكة أثناء عملية اللحام حسب الآتي : -

دائما يكتب على اسطوانة الاستيلين وزنها فارغا وبذلك يسهل حساب وزن كمية الاستيلين التي بها وذلك بوزنها بعد ملئها وطرح ما كتب عليها .

وإذا عرفنا أن المتر المكعب من الاستيلين يزن ١,١١٠ كيلو جرام لذلك يسهل تقدير حجم الغاز الموجود بها وذلك كما يلي : -

ك = ح × ث

حيث أن ك = وزن الغاز في إسطوانة الاستيلين .

ح = حجم غاز الاستيلين م^{٣}

ث = كثافة غاز الاستيلين كجم / متر^{٣}

وعليه تكون كمية غاز الاستيلين المستعملة كما يلي : -

(ك$_{١}$ – ك$_{١}^{/}$) = ح ث

ك$_{١}$ وزن الاسطوانة قبل الاستعمال .

ك$_{١}^{/}$ وزن الاسطوانة بعد الاستعمال .

فإذا فرضنا أن وزن الاسطوانة قبل الاستعمال ١٥٠ كجم وزنها بعد الاستعمال ١٤٦,٦٧

وكثافة الاستيلين ث = ١,١١ كجم / م^{٣} .

كمية غاز الأستيلين = ١٥٠ – ١٤٦,٦٧ = ٣,٣٣

$$\text{حجم غاز الأستيلين} = \frac{٣,٣٣}{١,١١} = ٣ \text{ متر}^{٣}$$

الفصل الثاني

حسابات الطاقات الكهربائية والحرارية للقوس

****

حساب الطاقة الكهربائية أثناء اللحام : -

****

لمعرفة حساب الطاقة الكهربائية أثناء اللحام يجب توضيح التعاريف التالية بهدف إلمام فني اللحام بها : -

١ – التيار الكهربائي : عبارة تدفق الالكترودات في موصل نتيجة لوجود فرق جهد على طرفي الموصل .

٢ – الجهد الكهربي (جـــ) هو المسئول عن دفع التيار الكهربي من خلال المقاومة ويقاس (بالفولت)

٣ – شدة التيار (ت) : كمية الكهرباء المارة في الثانية وتقاس (بالأمبير) .

٤ – المقاومة (م) : مقدار مقاومة الموصل للسماح بمرور التيار الكهربي وتقاس بالأوم .

٥ – القدرة الكهربائية (ق) : هي حاصل ضرب شدة التيار الذي يسببة الحمل × فرق الجهد الكهربي

٦ – الطاقة الكهربائية (ط) : تعرف كمية الشغل المبذول في الثانية .

٧ – القوس الكهربي : عبارة عن مرور التيار الكهربائي عبر ثغرة هوائية على هيئة شرارة متصلـــة

مثال : فإذا كانت الجهد (جـــ) يساوي ٤٠ فولت وشدة التيار (ت) = ٢٥٠ أمبير

. . القدرة الكهربائية = الجهد × شدة التيار

= جـــ × ت

= ٤٠ × ٢٥٠ = ١٠٠٠٠ وات

= ١٠ كيلو وات

وإذا كان الزمن ن = ١ ساعة

فإن الطاقة الكهربائية = القدرة × الزمن = ت × جـــ × ن

= ١٠ كيلو وات . ساعة .

حساب الطاقة الحرارية للقوس الكهربائي : -

****

تحسب الطاقة الحرارية المستهلكة في القوس الكهربي أثناء اللحام بالتيار المستمر حسب القانون التالي : -

الطاقة الكهربائية = الجهد × شدة التيار × الزمن

ط = جـ × ت × ن

حيث أن ط = الطاقة الكهربائية .

جـ = الجهد بالفولت .

ت = شدة التيار بالأمبير .

ن = الزمن بالثانية .

مثال : = أحسب الطاقة الحرارية بالجول المستهلكة في دائرة لحام بالقوس الكهربي

إذا علمت أن جهد القوس ٤٥ فولت وشدة التيار ١٥٠ أمبير وزمن اللحام ساعة واحدة .

الحل : -

ط = جـ × ت × ن

= ٤٥ × ١٥٠ × ١

= ٦٧٥٠ وات . ساعة

الطاقة = ٦,٧٥ كيلو وات . ساعة

حسابات ثمن الاكترودات المستهلكة في اللحام : -

****

لحساب ثمن الاكترودات المستهلكة في اللحام يجب معرفة الآتي : -

١ - أطوال خطوط اللحام المطلوبة في عملية اللحام .

٢ - نوع وصلة اللحام .

٣ - مقاس الاكترود .

٤ – تخانة اللوحين المطلوب لحامهما .

٥ – معدل استهلاك المتر الطولي من الاكترودات في الوضع المطلوب للحام .

٦ – ثمن الاكترود الواحد .

مثال : –

الشكل المبين بالرسم على شكل كمرة حرف I ومكونة من الأجزاء (أ ، ب ، جـ) ومصنوعة من الصلب منخفض الكربون سمك ١٠ مم وقد تم لحام الكمرة I في جسم العمود الرئيسي (ع) وذلك في المواضع المبينة بالرسم ولزيادة التقوية تم إضافة عصب (د) أسفل الكمرة تم لحامة معها وكذلك في جسم العامود (ع) والمطلوب حساب ثمن الاكترودات المستخدمة في لحام الوصلات حسب الأبعاد الموجودة بالرسم إذا كان المتر اللحام الطولي ٢٥ الكترود . وثمن السيخ ١٥ قرش .

الحل

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

= ٣٠٠٠ + ١٢٠٠ + ١٦٠٠

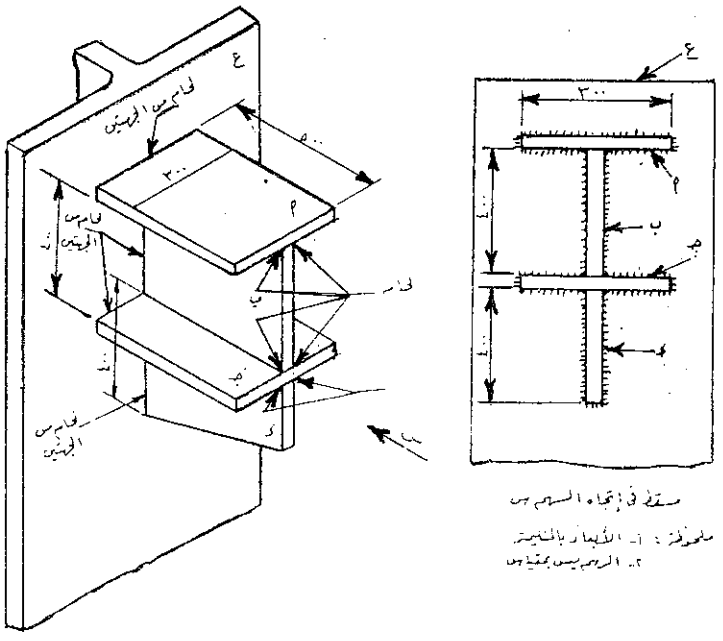
= ٥٨٠٠ مم

= ٥.٨ متر

عدد الاكترودات المستخدمة في اللحام = ٥.٨ × ٢٥ = ١٤٥ الكترود

ثمن الاكترودات = ١٤٥ × ١٥ = ٢١٧٥ قرش

= ٢١,٧٥ جنيه



منظر في إتجاه السهم س

ملحوظة : أ- الأبعاد بالمليمتر

ب- الرسم ليس بمقياس

الفصل الثالث

تقدير الزمن اللازم لإنتاج المشغولات

****

تحتاج عمليات إنتاج مشغولات اللحام إلى تقدير الأزمنة الآتية : -

١ - تقدير زمن التجهيز للمشغولات : -

****

هو الزمن المستغرق في الآتي : -

أ - دراسة الرسومات الفنية ولوحات التشغيل وخطة الانتاج ومساعدات الانتاج للشغلة .

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

جـ - تحديد نوع وقطر الاكترود المناسب لعملية اللحام .

د - حساب خطوط اللحام المطلوبة وتحديد كمية الأكترودات اللازمة .

هـ - إعداد معدات اللحام المطلوبة لتنفيذ المشغولات للعمل .

٢ - تقدير زمن اللحام : -

****

زمن اللحام هو الزمن الذي يشمل الأزمنة الآتية : -

أ - زمن اللحام الأساسي : هو زمن اشعال القوس أو اللهب عند اللحام .

ب - زمن مساعد : الزمن المستغرق في تبديل الاكترود وتنظيف الحواف والوصلات والانتقال من مكان لآخر أثناء اللحام .

جـ - زمن إضافي : الزمن المستغرق في صيانة مكان العمل مثل تبديل الاسطوانات وتبريد بوري اللحام .

ويقدر زمن اللحام بالمعادلات الآتية : -

١ - زمن اللحام = طول خطوط اللحام بالمتر × زمن لحام المتر الواحد .

مثال : - احسب زمن اللحام لمشغولة طول خطوط اللحام فيها ٩ متر وسرعة انجاز اللحام متر لكل ٢٥ دقيقة .

الحل

زمن اللحام = طول خطوط اللحام × زمن لحام المتر الواحد

$$= 9 \times \frac{25}{60} = 3{,}75 \text{ ساعة}$$

ب – زمن اللحام = طول خطوط اللحام / متوسط سرعة اللحام م / ساعة

مثال : احسب زمن اللحام اللازم لمشغولة طول خط اللحام فيها ١,٦ متر وسرعة اللحام ٤ م / ساعة

الحل

******

زمن اللحام = طول خطوط اللحام / سرعة اللحام

= ١,٦ / ٤ = ٠,٤ ساعة

جـ – زمن اللحام = عدد أسياخ اللحام × زمن صهر السيخ الواحد .

٣ – تقدير زمن التشطيب للمشغولات بعد عملية اللحام

****

ويقدر زمن التشطيب للمشغولات بالزمن المستغرق في العمليات الآتية : –

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

وبصفة عامة يمكن تقدير الأزمنة المذكورة بإحدى الوسائل التالية : –

١ – الاعتماد على الخبرة كما في الورش الصغيرة (الأعمال اليدوية والصغيرة وأعمال الصيانة) ويقدر الزمن في هذه الحالة بالزمن الكلي .

٢ – تحليل العمليات إلى عناصر انتاجية صغيرة يمكن تقدير كل منها على حدة ثم تجميع هذه الأزمنة للحصول على الزمن الكلي .

٣ – الاستفادة بأسلوب المقارنة بين المشغولة ومشغولات قياسية نمطية معروف أزمنة تنفيذها .

الفصل الرابع

⚓ حسابات المقايسات التثمينية للمشغولات ⚓

****

العناصر الرئيسية للمقايسة : -

****

العناصر الرئيسية للمقايسة هي : -

١ - ثمن الخامات .

٢ - أجور العمال والآلات .

٣ - المصاريف الغير مباشرة .

٤ - الأرباح .

تقدير ثمن الخامات : -

****

يقصد بها ثمن الخامات التي تتشكل منها المشغولات (المقايسة) وفي مقايسات اللحام تقدر ثمن الخامات بالآتي : -

١ - حساب ثمن الخامات الأساسية التي تتكون منها المشغولة .

٢ - حساب ثمن الاكترودات المستهلكة أثناء عملية اللحام .

٣ - حساب تكاليف استهلاك الأكسجين والاستيلين أثناء عملية اللحام إذا كان اللحام بطريقة الأكسي استيلين .

٤ - حساب استهلاك الكهرباء إذا كان اللحام بطريقة القوس الكهربي .

مثال : أثناء عملية لحام بالأكسي الاستيلين

كان معدل استهلاك الاستيلين ١٥٠ لتر / متر .

معدل استهلاك الأكسجين ٢٠٠ لتر / متر .

معدل ترسيب سلك اللحام ٣٠٠ جرام / متر .

ثمن المتر المكعب من الاستيلين ١٠ جنيه .

ثمن المتر المكعب من الأكسجين ٢,٥ جنيه .

ثمن الكيلو جرام من سلك اللحام ٢.٥ جنيه .

طول خطوط اللحام ٣٠ متر .

احسب ثمن الخامات المطلوبة لإتمام عملية اللحام .

الحل

****

استهلاك الاستيلين = معدل استهلاك الاستيلين × طول الخطوط

= ١٥٠ × ٣٠ = ٤٥٠٠ لتر = ٤,٥ م^{٣} .

استهلاك الأكسجين = معدل استهلاك الأكسجين × طول الخطوط

= ٢٠٠ × ٣٠ = ٦٠٠٠ = ٦ م^{٣} .

استهلاك سلك اللحام = معدل الترسيب × طول الخطوط

= ٣٠٠ × ٣٠ = ٩٠٠٠ = ٩ كجم .

ثمن الاستيلين = ٤,٥ × ١٠ = ٤٥ جنيه .

ثمن الأكسجين = ٦ × ٢,٥ = ١٥ جنيه .

ثمن سلك اللحام = ٩ × ٢,٥ = ٢٢,٥ جنيه .

ثمن الخامات = ثمن الاستيلين + ثمن الأكسجين + ثمن أسلاك اللحام

= ٤٥ + ١٥ + ٢٢,٥ = ٨٢,٥ جنيه .

تقدير أجور العمال : -

****

يتم تحديد أجر العامل بحساب زمن العملية

$$\text{زمن العملية} = \frac{\text{طول خطوط اللحام بالمتر}}{\text{سرعة اللحام م / ساعة}} = \text{ساعة}$$

فإذا علم أن زمن اللحام للمتر الطولي بالدقيقة .

زمن اللحام = طول خطوط اللحام بالمتر × زمن لحام المتر الطولي = دقيقة .

وإذا علم أن زمن القطع للمتر الطولي بالدقيقة .

زمن القطع = طول خطوط القطع بالمتر × زمن قطع المتر الطولي .

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

$$\text{الزمن الذي يؤجر عليه العامل} = \frac{\text{زمن دورة التشغيل}}{\text{معدل الانتاج (٠,٧ – ٠,٩)}}$$

أجر العامل = الزمن الذي يؤجر عليه العامل بالساعة × أجرة العامل في الساعة

قيمة استهلاك الماكينات والعدد : –

****

يدخل في حساب المقايسة قيمة استهلاك الماكينات والعدد المستعملة في الإنتاج حيث أنه من المعروف أن الآلات والمعدات والماكينات المستعملة في الإنتاج لا تدوم بل تصبح بعد مدة معينة عديمة القيمة أي أنها بمضي الوقت تتلف بالتقادم وبذلك تفقد تدريجيا بمضي الزمن . لذلك تجرى في عملية حساب التكلفة تقدير القيمة المخصصة لهذا الاستهلاك سنويا حتى يمكن توزيعه على تكاليف الإنتاج وبعد معرفة الاستهلاك السنوي للماكينة يمكن حساب الاستهلاك اليومي للماكينة وبالتالي في الساعة الواحدة .

مثال : –

****

إذا كان ثمن الماكينة (٣١٥٠٠) جنيه والعمر الافتراضي لها ١٠ سنوات والسنة ٣٠٠ يوم عمل وعدد ساعات العمل اليومية ٧ ساعات .

فإن نسبة استهلاك الماكينة في الساعة الواحدة = $\frac{٣١٥٠٠}{١٠ \times ٣٠٠ \times ٧}$ = ١,٥ جنيه .

تكلفة الطاقة المستخدمة : –

****

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

$$\text{مقدار الطاقة المستهلكة} = \frac{\text{ت} \times \text{جـ} \times \text{ن}}{١٠٠ \times \text{معامل الجودة}} = \text{كيلو وات}$$

معامل الجودة يتراوح من ٧٠ % إلى ٩٠ % .

ثمن الطاقة المستهلكة = مقدار الطاقة المستهلكة × ثمن الكيلوات الواحد

مثال : -

****

أحسب قيمة الطاقة الكهربائية المستهلكة في عملية لحام إذا كان الزمن الذي يؤجر عليه عامل اللحام هـــو ٨ دقيقة في هذه العملية وكانت شدة التيار ٢٢٠ أمبير وجهد ٣٠ فولت ومعامل جودة ٧٥ % وســـعر الكيلو وات / ساعة ٥٠ قرش

الحل

****

$$\text{مقدار الطاقة الكهربائية المستهلكة} = \frac{\text{ت} \times \text{جـ} \times \text{ن}}{\text{١٠٠} \times \text{معامل الجودة}}$$

$$= \frac{٢٢٠ \times ٣٠ \times ٨ \times ١٠٠}{٦٠ \times ٧٥ \times ١٠٠٠} = ١,١٧٣ \text{ كيلو وات}$$

.. ثمن الطاقة الكهربائية المستهلكة = الطاقة المستهلكة × ثمن الكيلو وات

= ١,١٧٣ × ٥٠ = ٥٨,٦٥ قرش

المصاريف الغير مباشرة : -

****

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

والمصاريف الغير مباشرة لقطاع أو وحدة إنتاج تكون كالآتي : -

١ - أجور الإدارة الفنية في وحدات الإنتاج والعمال غير المباشرة كالنظافة وضبط الوقت ... إلخ .

٢ - مصاريف استهلاك الآلات والماكينات والمعدات ومصاريف تأمين الإصلاح والصيانة .

٣ - إيجار أرض ومباني وربح رأس المال لها ومصاريف تأمين للمباني والآلات .

٤ - مصاريف إضاءة وتدفئة وتهوية وتكييف ووقود وطاقة مستهلكة وزيوت وشحوم .

٥ - مصاريف الرقابة على الإنتاج .

٦ - مصاريف مشتريات ومخازن .

٧ - مصاريف عادم ضروري للمواد ونقلها .

٨ - مصاريف مطبوعات وأدوات كتابية وتليفونات .

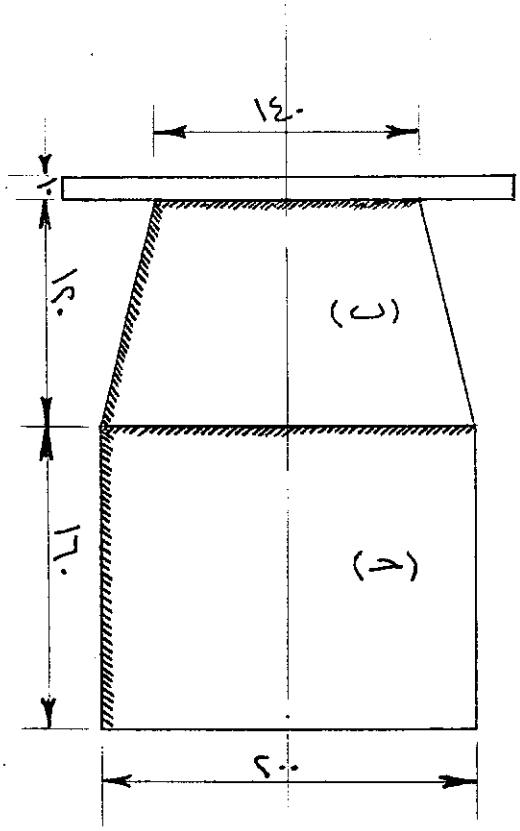
٩ - مصاريف خدمات ورعاية عامة صحية وترفيهية .

الأرباح المنتظرة : -

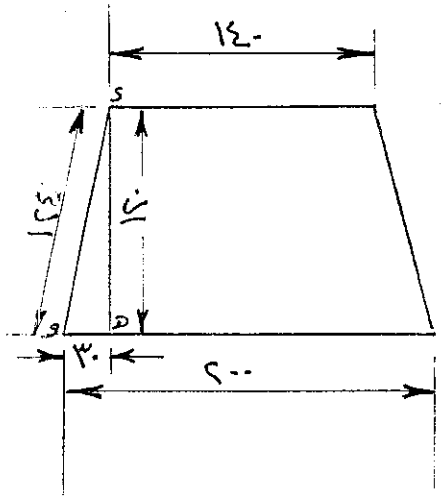
****

تقدر الأرباح بطريقة غير مبالغ فيها وبنسبة معينة من التكاليف بحيث تلقي السلعة رواجا في الأسواق وتتحدى المنافسة بالنسبة للسلع الأخرى المناظرة لها .

** نموذج لمقايسة محلولة نموذجيا لمنتج كامل : -



(أ)



الرسم يبين الجزء الذي يركب على نهاية ماسورة السحب في طلمبات المياه ويتكون من القرص (أ) (الفلانش) والمخروط الناقص (ب) والجزء الأسطواني (جـ) وتصنع هذه الأجزاء من ألواح الصاج سمك ٣ مم وتجمع باللحام بالقوس الكهربائي كما هو مبين بالرسم .

والمطلوب إيجاد تكاليف اللحام لعدد ٥ (خمس) قطع من هذا الجسم إذا علمت الآتي : -

١ - شدة التيار ٢٢٠ أمبير .

وجهده ٣٠ فولت تنتج من مولد معامل جودته ٨٠ %

وثمن الكيلو وات ساعة خمسون قرشا .

٢ - الزمن اللازم لصهر السيخ الواحد ١٢٠ ثانية . ومتوسط طول الكردون المتراكم ٢٥ سم للسيخ وثمن السيخ المستعمل ١٥ قرشا .

٣ - أجرة العامل جنيهان في الساعة ومعامل الإنتاج ٧٥ % .

٤ - المصاريف غير المباشرة ١٥٠ % من أجور العمال والأرباح ٢٥ % من جملة التكاليف .

الحل : -

****

محيط فتحة المخروط العلوية = ط ق$_{١}$ = ٣,١٤ × ١٤٠ ? ٤٤٠ مم .

محيط فتحة الأسطوانة = ط ق$_{٢}$ = ٣,١٤ × ٢٠٠ = ٦٢٨ مم .

طول الخط ء و = $\sqrt{(١٢٠)^{٢} + (٣٠)^{٢}}$ = ١٢٤ مم .

طول خط اللحام في الأسطوانة = ١٦٠ مم .

مجموع خطوط اللحام = ٤٤٠ + ٦٢٨ + ١٦٠ + ١٢٤ = ١٣٥٢ مم

= ١٣٥,٢ سم

$$\text{عدد أسياخ اللحام} = \frac{\text{طول الخطوط}}{\text{متوسط طول الكترود للسيخ}} = \frac{١٣٥,٢}{٢٥} = ٥.٥ \text{ سيخ}$$

زمن اللحام = زمن الصهر للسيخ × عدد الأسياخ

$$= ١٢٠ \times ٥.٥ = \frac{٦٦٠ \text{ ثانية}}{٦٠} = ١١ \text{ دقيقة}$$

$$\text{الزمن الذي يؤجر عليه العامل} = \frac{\text{زمن اللحام}}{\text{معامل الإنتاج}} = \frac{١١ \times ١٠٠}{٧٥} \text{ ? ١٥ دقيقة}$$

أجرة العامل = الزمن الذي يؤجر عليه العامل × أجرة العامل =

$$= \frac{١٥}{٦٠} \times ٢ = ٠,٥ \text{ جنيه} = ٥٠ \text{ قرش}$$

$$\text{الطاقة المستخدمة في اللحام} = \frac{\text{ت} \times \text{جـ} \times \text{ن}}{١٠٠٠ \times ٦٠ \times \text{معامل الجودة}}$$

$$= \frac{٢٢٠ \times ٣٠ \times ١٥ \times ١٠٠}{١٠٠٠ \times ٦٠ \times ٨٠} = ٢,١ \text{ ك وات}$$

ثمن الكهرباء المستخدمة = ٢,١ × ٥٠ = ١٠٥ قرش .

ثمن أسلاك اللحام = ٥.٥ × ١٥ = ٨٢,٥ قرش .

$$\text{المصاريف الغير مباشرة} = \frac{١٥٠}{١٠٠} \times ٥٠ = ٧٥ \text{ قرش}$$

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

= ١٠٥ + ٥٠ + ٧٥ + ٨٢,٥ = ٣١٢,٥ قرش

بيان التكاليف : -

١٠٥ قرش	ثمن استهلاك الكهرباء
٥٠ قرش	أجور العمال
٧٥ قرش	مصاريف غير مباشرة
٨٢,٥ قرش	ثمن أسياخ اللحام
٣١٢,٥ قرش	جملة التكاليف
٧٩ قرش	٢٥ % أرباح من جملة التكاليف (٣١٢,٥)
٣٩١,٥ قرش	التكلفة النهائية

التكلفة النهائية للقطعة الواحدة = ٣٩١,٥ قرش

.. التكلفة النهائية لعدد خمس قطع = ٥ × ٣٩١,٥ = ١٩٦٠ قرش

= ١٩,٦ جنيه

الفصل الخامس

مقايسات محلولة للحام الأكسي اسيتيلين

****

مقايسة رقم (١) : -

****

الرسم يوضح حاملا مصنوعا من ألواح الصاج الملحومة بالأكسي استيلين والمطلوب تقدير ثمن بيع هذه المشغولة . فإذا علمت الآتي : -

١ - لوح الصاج المستخدم مقاس ١ × ٢ متر وسمكه ٥مم ويزن ٨٠كجم وثمن الكيلو جرام ٢١٠ قرشا ويضاف ٥ % من مساحة الصاج نظير التقطيع والتجهيز .

٢ - معدل استهلاك الاستيلين ٢٠٠ لتر / متر من خطوط اللحام وثمن المتر المكعب ٤ جنيهات .

٣ - معدل استهلاك الأكسجين ٢٥٠ لتر / متر من خطوط اللحام وثمن المتر المكعب ٣ جنيهات .

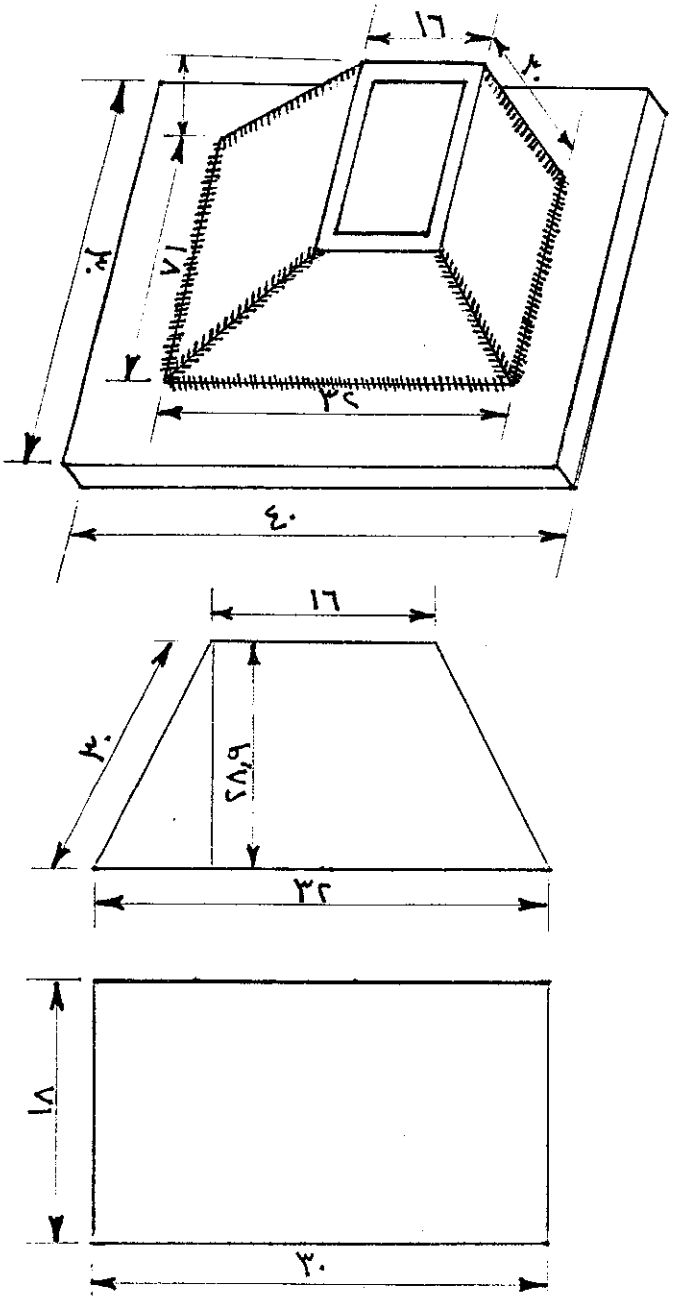
٤ - معدل استهلاك الأسلاك ٣٠٠ جرام / متر من خطوط اللحام وثمن الكيلو جرام جنيهان .

٥ - زمن لحام المتر الطولي ٣٠ دقيقة .

٦ - أجر عامل اللحام في الساعة جنيهان ومعدل الإنتاج ٨٠ % .

٧ - المصاريف الغير مباشرة ١٥٠ % من أجور العمال والأرباح بواقع ٢٥ % من تكاليف الإنتاج .

٨ - أضف ضريبة مبيعات ١٠ % .



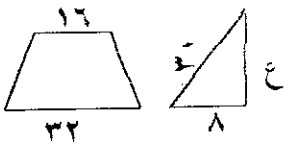
الابعاد بالسنتيمتر

حساب مساحة الخام : -

****

مساحة القاعدة = ٣٠ × ٤٠ = ١٢٠٠ مم^{٢}

مساحة الوجهين على شكل شبه منحرف = ($\frac{\text{القاعدة الصغرى + القاعدة الكبرى}}{٢}$) × ع × ٢



ع = $\sqrt{(٣٠)^{٢} - (٨)^{٢}}$ = ٢٨,٩ مم

مساحة الوجهين = ٢ × $\frac{١٦ + ٣٢}{٢}$ × ٢٨,٩ = ١٣٨٧,٣ مم^{٢}

مساحة الوجهين على شكل مستطيل = (٣٠ × ١٨) × ٢ = ١٠٨٠ مم^{٢}

المساحة الكلية = ١٢٠٠ + ١٣٨٧,٣ + ١٠٨٠ = ٣٦٦٧,٣ مم^{٢}

المساحة الكلية بعد إضافة ٥ % = ٣٦٦٧,٣ × ١,٠٥ = ٣٨٥٠,٥٦ مم^{٢}

= ٠,٠٠٣٨٥١ م^{٢}

مساحة اللوح = ١ × ٢ = ٢ م^{٢}

وزن المتر المربع = $\frac{٨٠}{٢}$ = ٤٠ كجم

وزن الصاج = ٠,٠٠٣٨٥١ × ٤٠ = ٠,١٥٤ كجم

ثمن الخام = ٠,١٥٤ × ٢١٠ = ٣٢,٣٤ قرش

* طول خطوط اللحام = ٣٢ × ٢ + ١٨ × ٢ + ٣٠ × ٤ = $\frac{٢٢٠}{١٠٠٠}$ = ٠,٢٢ م

* ثمن استهلاك الاستيلين = $\frac{٢٥٠}{١٠٠٠}$ × ٠,٢٢ × ٤ = ٠,١٧٦ جنيها

* ثمن استهلاك الأكسجين = $\frac{٢٥٠}{١٠٠٠}$ × ٠,٢٢ × ٣ = ٠,١٦٥ جنيها

* ثمن سلك اللحام = $\frac{٣٠٠}{١٠٠٠}$ × ٠,٢٢ × ٢ = ٠,١٣٢ جنيها

* ثمن الخامات = ٠,١٧٦ + ٠,١٦٥ + ٠,١٣٢ = ٠,٤٧٣ جنيها

زمن اللحام = ٠,٢٢ × $\frac{٣٠}{٦٠}$ = ٠,١١ ساعة

زمن العامل الذي يؤجر عليه = $\frac{٠,١١ \times ١٠٠}{٨٠}$ = ٠,١٤ ساعة

* أجر العامل = ٠,١٤ × ٢ = ٠,٢٨ جنيه

مصاريف غير مباشرة = $\frac{١٥٠}{١٠٠}$ × ٠,٢٨ = ٠,٤٢ جنيها .

* تكاليف الإنتاج = ثمن الخامات + أجور العمال + المصاريف غير المباشرة

= ٠,٣٢٣٤ + ٠,٤٧٣ + ٠,٢٨ + ٠,٤٢ ≈ ١,٥ جنيها

* الأرباح = $\frac{٢٥}{١٠٠}$ × ١,٥ = ٠,٣٧٥ جنيها

* التكاليف الكلية = ١,٥ + ٠,٣٧٥ = ١,٨٧٥ جنيها

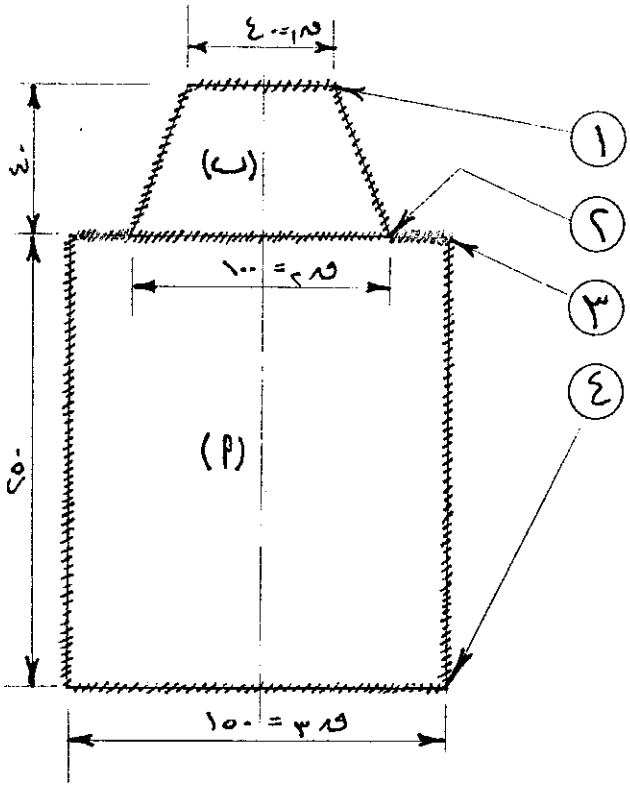
* الضرائب = $\frac{١٠}{١٠٠}$ × ١,٨٧٥ = ٠,١٨٧٥ جنيها

* التكاليف النهائية = ٠,١٨٧٥ + ١,٨٧٥ = ٢,٠٦٢٥ جنيه

≈ ٢,١ جنيها

مقايسة رقم (٣) : -

****



أحسب التكاليف النهائية لعملية اللحام للخزان الموضح بالرسم والمصنوع من صاج أسود سمك ٨ مم .

إذا علمت أن :

١ – يستهلك عملية اللحام من الأكسجين ٥٠٠ لتر / متر طولي وثمن المتر المكعب منه ٢ جنيه .

٢ – يستهلك الاستيلين ٢٥٠ لتر / متر طولي وثمن المتر المكعب منه ٤ جنيه .

٣ – استهلك أسلاك اللحام ٤٠٠ جرام / متر طولي وثمن الكيلو منه ٢ جنيه .

٤ – أجرة العامل ٢,٥ جنيه في الساعة ومعامل الإنتاج ٨٠ % والمصاريف الغير مباشرة ١٥٠ % من أجور العمال .

٥ – سرعة اللحام ٣ م / ساعة والصاج المستهلك ٨ ألواح وسعر اللوح ٢٠ جنيه .

٦ – الأرباح ٢٥ % من تكاليف الإنتاج .

٧ – أضف ١٠ % ضريبة مبيعات .

الحل

****

٢٢

* محيط الدائرة الكبرى (٤) = ط ق = ـــــ × ١٥٠ = ٤٧١,٤ سم

٧

٢٢

* محيط الدائرة الكبرى (٣) = ط ق = ـــــ × ١٥٠ = ٤٧١,٤ سم

٧

٢٢

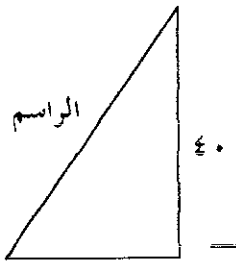
* محيط الدائرة الوسطى (٢) = ط ق = ـــــ × ١٠٠ = ٣١٤,٣ سم

٧

٢٢

* محيط الدائرة الصغرى (١) = ط ق = ـــــ × ٤٠ = ١٢٥,٦ سم

٧



* طول خطوط الجانب في الجزء (أ) = ٢٥٠ × ٢ = ٥٠٠ سم

* طول خطين الراسم للجزء (ب) المخروط = ٢ × $\sqrt{(٤٠)^{٢} + (٣٠)^{٢}}$

= ٢ × $\sqrt{١٦٠٠ + ٩٠٠}$ = ٢ $\sqrt{٢٥٠٠}$

= ٢ × ٥٠ = ١٠٠ سم

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

= ١٩٨٢,٧ سم = ١٩,٨٣ متر

٥٠٠ × ١٩,٨٣

* كمية الأكسجين المستهلكة = ـــــــــــــــ = ٩,٩١٥ م^{٣} = ١٠ م^{٣}

١٠٠٠

ثمن الأكسجين = ١٠ × ٢ = ٢٠ جنيه

٢٥٠ × ١٩,٨٣

* كمية الاستيلين المستهلك = ـــــــــــــــ = ٤,٩٥ م^{٣} = ٥ م^{٣}

١٠٠٠

ثمن الاستيلين = ٥ × ٤ = ٢٠ جنيه

٤٠٠ ×١٩,٨٣

* كمية الأسلاك المستهلكة = ـــــــــــــــ = ٤,٩٣٢ كيلو جرام = ٥ كيلو جرام

١٠٠٠

ثمن أسلاك اللحام = ٥ × ٢ = ١٠ جنيه

ثمن الصاج المستعمل في العملية = عدد ألواح الصاج × ثمن اللوح الواحد

= ٨ × ٢٠ = ١٦٠ جنيه

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

= ١٦٠ + ٢٠ + ٢٠ + ١٠

= ٢١٠ جنيه

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

الزمن الذي يؤجر عليه العامل = زمن اللحام / معامل الإنتاج = ٦,٦١ × ١٠٠ / ٨٠ = ٨,٢٦ ساعة

* أجرة العامل = ٨,٢٦ × ٢,٥ = ٢٠,٦٥ جنيه = ٢١ جنيه

* المصاريف الغير مباشرة = ١٥٠ / ١٠٠ × ٢١

= ٣١,٥ جنيه

* تكاليف الإنتاج = ثمن الخامات + أجور العمال + المصاريف الغير مباشرة

= ٢١٠ + ٢١ + ٣١,٥

= ٢٦٢,٥ جنيه

* الأرباح = ٢٦٢,٥ × ٢٥ / ١٠٠ = ٦٥,٦٢٥ جنيه = ٦٦ جنيه

* التكاليف الكلية = تكاليف الإنتاج + الأرباح = ٢٦٢,٥ + ٦٦ = ٣٢٨,٥ جنيه

ضريبة المبيعات = ٣٢٨,٥ × ١٠ / ١٠٠

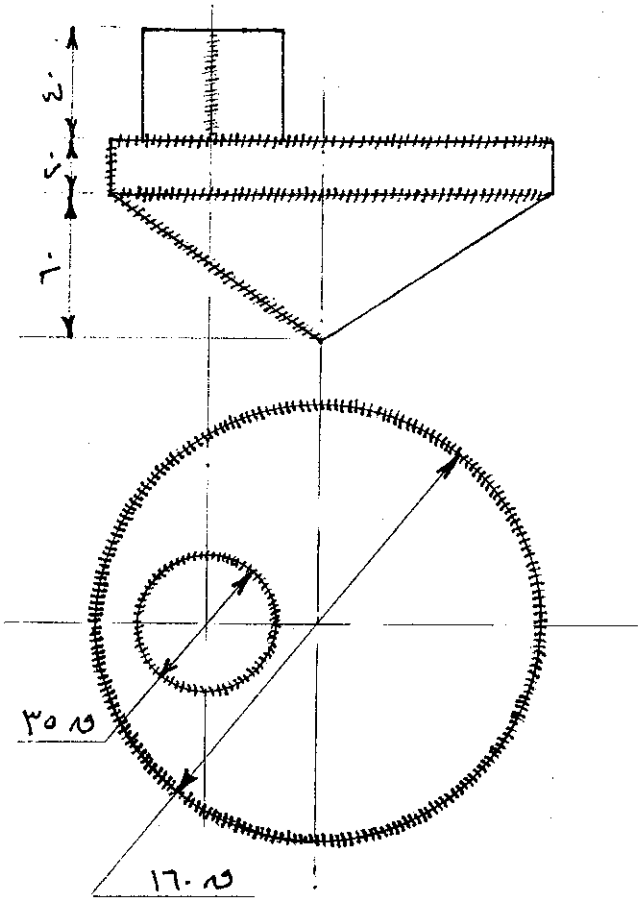
= ٣٢,٨٥ جنيه

إجمالي التكاليف (سعر البيع) = التكاليف الكلية + ضريبة المبيعات = ٣٢٨,٥ + ٣٢,٨٥

= ٣٦١,٣٥ جنيه

مقايسة رقم (٣) : -

****



الرسم الموضح عبارة عن مسقطين لخزان مصنوع من ألواح الصاج والملحومة بالأكسي استيلين والمطلوب تقدير تكاليف اللحام إذا علمت الآتي : -

١ - معدل استهلاك الاستيلين ٩٠ لتر / متر وثمن المتر المكعب منه ٤ جنيه .

٢ - معدل استهلاك سلك اللحام ٨٠ جرام / متر وثمن الكيلو منه جنيهان .

٣ - مقدار ضغط الأكسجين داخل الأسطوانة قبل اللحام ١٤٠ كجم / سم^{٢} وبعد نهاية عملية اللحام أصبح ١٢٥ كجم / سم^{٢} وسعة الأسطوانة ٤٦,٤ لتر وثمن المتر المكعب جنيهان .

٤ - سرعة اللحام ٣ م / ساعة .

٥ - أجر العامل جنيهان في الساعة ومعامل الإنتاج ٨٠ % .

٦ - المصاريف الغير مباشرة ١٥٠ % من أجور العمال والأرباح ٢٥ % من تكاليف الإنتاج .

طول اللحام : -

١ - طول محيط الدائرة الكبرى = ط ق = ٣.١٤ × ١٦٠ = ٥٠٢,٤ مم .

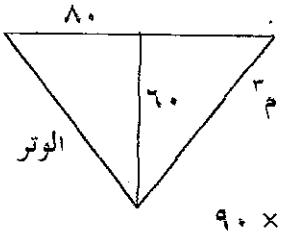
٢ - عدد ٢ محيط الدائرة الكبرى = ٢ × ٥٠٢.٤ = ١٠٠٤,٨ = ١٠٠٥ مم .

٣ - محيط الدائرة الصغرى = ط ق = ٣,١٤ × ٣٥ = ١٠٩,٩ = ١١٠ مم .

٤ - طول الوتر راسم المخروط = $\sqrt{(٦٠)^{٢} + (٨٠)^{٢}}$ = ١٠٠ مم

طول خطوط اللحام = ١٠٠٥ + ١١٠ + ١٠٠ + ٢٠ + ٤٠ = ١٢٧٥ مم = ١,٢٧ م = ١,٣ م

الضغط المستنفذ أثناء اللحام بالأكسجين = ١٤٠ - ١٢٥ = ١٥ كجم/سم^{٢} .



كمية غاز الأكسجين المستهلكة أثناء اللحام = $\frac{٤٦,٤ \times ١٥}{١٠٠٠}$ = ٠,٦٩٦ م^{٣}

* ثمن الأكسجين = ٠,٦٩٦ × ٢ = ١,٣٩٢ جنيه

كمية الاستيلين = $\frac{\text{طول خطوط اللحام} \times \text{معدل استهلاك الاستيلين}}{١٠٠٠} = \frac{١,٣ \times ٩٠}{١٠٠٠}$ = ٠,١١٧ م^{٣}

* ثمن الاستيلين = ٠,١١٧ × ٤ = ٠,٤٦٨ جنيه

كمية الأسلاك المستهلكة أثناء اللحام = $\frac{\text{طول خطوط اللحام} \times \text{معدل استهلاك السلك}}{١٠٠٠} = \frac{١,٣ \times ٨٠}{١٠٠٠}$

= ٠,١٠٤ كجم

* ثمن السلك = ٠,١٠٤ × ٢ = ٠,٢٠٨ جنيه

ثمن الخامات = ثمن الأكسجين + ثمن الاستيلين + ثمن السلك

= ١,٣٩٢ + ٠,٤٦٨ + ٠,٢٠٨ = ٢,٠٦٨ جنيه .

زمن اللحام = $\frac{\text{طول خطوط اللحام}}{\text{سرعة اللحام}} = \frac{١,٣}{٣}$ = ٠,٤٣ ساعة

الزمن الذي يؤجر عليه العامل = $\frac{\text{زمن اللحام}}{\text{معامل الإنتاج}} = \frac{٠,٤٣ \times ١٠٠}{٨٠}$ = ٠,٥٣٧ ساعة = ٠,٥٤ ساعة

* أجور العمال = ٠,٥٤ × ٢ = ١,٠٨ جنيه

* المصاريف الغير مباشرة = $\frac{١٥٠}{١٠٠}$ × ١,٠٨ = ١,٦٢ جنيه

التكاليف الأولية = ثمن الخامات + أجور العمال + المصاريف الغرير مباشرة

= ٢,٦٨ + ١,٠٨ + ١,٦٢ = ٤,٧٦٨ جنيه

الأرباح = $\frac{٢٥}{١٠٠}$ × ٤,٧٦٨ = ١,١٩٢ جنيه

التكاليف الكلية = ٤,٧٦٨ + ١,١٩٢ = ٥,٩٦ جنيه

مقايسة رقم (٤) : -

****

المطلوب عمل المقايسة التثمينية لتكاليف لحام غطاء حجر تجليخ الموضح بالشكل علما بأن :

١ – أجر العامل ٣ جنيه في الساعة

٢ – زمن إنجاز المتر الطولي في اللحام ٤٥ دقيقة

٣ – زمن الإجهاد ١٥ % من زمن اللحام

٤ – استهلاك الاستيلين ٥٠٠ لتر للمتر الطولي في اللحام وثمن المتر المكعب منه ٥ جنيهات

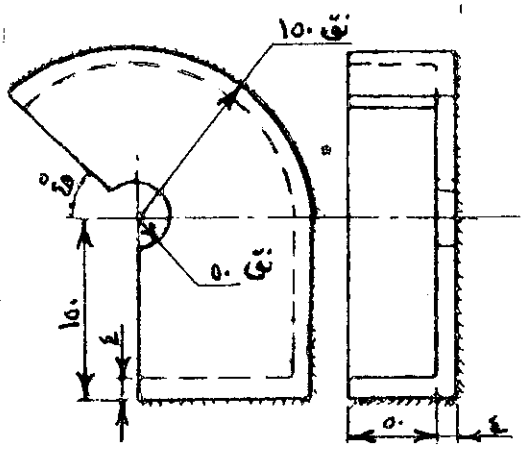
٥ – استهلاك الأكسجين ٨٠٠ لتر للمتر الطولي وثمن المتر المكعب منه ٤ جنيهات

٦ – استهلاك سلك اللحام للمتر الطولي ٦٠٠ جرام وثمن الكيلو منه ٣,٥ جنيه

٧ – المصاريف الغير مباشرة ١٥٠ % من التكاليف الأولية

٨ – الأرباح ٢٥ % من جملة التكاليف

٩ – أضف ١٠ % ضريبة مبيعات



الأبعاد بالمليمترات

الحل

****

$$\text{طول القوس أ ء} = \text{ط ق} \times \frac{\text{هـ}}{٣٦٠} = \frac{٢٢}{٧} \times ٣٠٠ \times \frac{١٣٥}{٣٦٠} = ٣٥٣ \text{ مم}$$

أطوال خطوط اللحام = ٣٥٣ + ١٥٠ + ١٥٠ = ٦٥٣ مم = ٠,٦٥ متر

زمن اللحام = ٠,٦٥ × ٤٥ = ٢٩ دقيقة

$$\text{كمية استهلاك الاستيلين} = \frac{\text{أطوال خطوط اللحام} \times \text{معدل استهلاك الاستيلين}}{١٠٠٠} = \text{م}^٣$$

$$= \frac{٠,٦٥ \times ٥٠٠}{١٠٠٠} = ٠,٣٢٥ \text{ م}^٣$$

ثمن الاستيلين = ٠,٣٢٥ × ٥ = ١,٦٣٠ جنيه

$$\text{كمية استهلاك الأكسجين} = \frac{\text{أطوال خطوط اللحام} \times \text{معدل استهلاك الأكسجين}}{١٠٠٠}$$

كمية استهلاك الأكسجين = $\frac{٨٠٠ \times ٠.٦٥}{١٠٠٠}$ = ٠,٥٢٠ م^{٣}

ثمن استهلاك الأكسجين = ٠,٥٢ × ٤ = ٢,٠٨ جنيه

وزن السلك المستهلك = $\frac{٦٠٠ \times ٠,٦٥}{١٠٠٠}$ = ٠,٣٩٠ كيلو جرام

ثمن السلك المستهلك = ٠,٣٩ × ٣,٥ = ١,٣٧ جنيه

ثمن الخامات = ثمن الاستيلين + ثمن الأكسجين + ثمن سلك اللحام

= ١,٦٣ + ٢,٠٨ + ١,٣٧ = ٥,٠٨ جنيه

الزمن الذي يؤجر عليه العامل = ٢٩ × $\frac{١١٥}{١٠٠}$ = ٣٣,٤ دقيقة

أجر العامل = $\frac{٣ \times ٣٣,٤}{٦٠}$ = ١,٦٧ جنيه

التكاليف الأولية = ثمن الخامات + أجور العمال

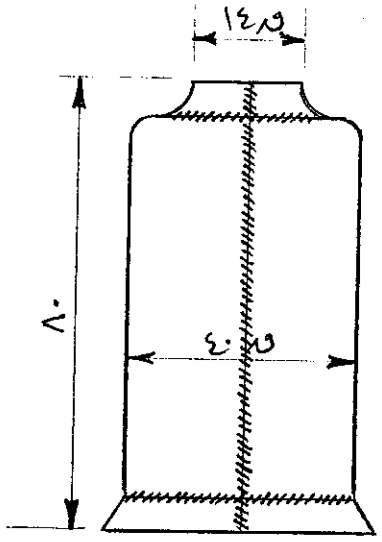
= ٥,٠٨ + ١,٦٧ = ٦,٧٥ جنيه

البيان	جملة	
	جنيه	قرش
ثمن الخامات	٥	٠٨
أجور العمال	١	٦٧
تكاليف أولية	٦	٧٥
مصاريف غير مباشرة	١٠	١٢٥
تكاليف الإنتاج	١٦	٨٧٥
٢٠ % أرباح	٣	٣٧٥
التكاليف النهائية	٢٠	٢٥٠
١٠ % ضريبة مبيعات	٢	٠٢٥
سعر البيع	٢٢	٢٧٥

مقايسة رقم (٥) : -

****

المطلوب عمل المقايسة التفصيلية لتكاليف لحام أسطوانة بوتاجاز والموضحة بالرسم علما بأن : -



أ) أجر العامل الماهر ٣ جنيه في الساعة .

ب) أجر العامل المساعد ١,٥ جنيه في الساعة .

جـ) زمن إنجاز المتر الطولي في اللحام ساعة واحدة .

د) استهلاك الاستيلين ٦٠٠ لتر / متر طولي من اللحام وثمن المتر المكعب منه أربعة جنيهات .

هـ) استهلاك الأكسجين ٩٠٠ لتر / متر طولي من اللحام وثمن المتر المكعب منه ٣ جنيهات .

و) استهلاك سلك اللحام للمتر الطولي ٩٥٠ جرام وثمن الكيلو جرام ٣ جنيهات .

س) المصاريف الغير مباشرة ١٢٠ % من التكاليف الأولية .

ح) الأرباح ٢٠ % من جملة التكاليف .

ط) معامل الإنتاج ٨٥ % .

الحل

******

أطوال خطوط اللحام = $\frac{٢٢}{٧} \times ١٤ + ٨٠ + \frac{٢٢}{٧} \times ٤٠ = ٢٤٩,٦$ سم

= ٢,٤٩٦ م

زمن اللحام = ٢,٤٩٦ × ١ = ٢,٤٩٦ ساعة .

الزمن الذي يؤجر عليه العامل = زمن اللحام × $\frac{١}{\text{معامل الإنتاج}}$

= ٢,٤٩٦ × $\frac{١}{٠,٨٥}$ = ٢,٩٣ ساعة

أجر العامل الماهر = ٢,٩٣ × ٣ = ٨,٨١ جنيه

أجر العامل المساعد = ٢,٩٣ × ١,٥ = ٤,٤٠ جنيه

جملة الأجور = ٨,٨١ + ٤,٤٠ = ١٣,٢١ جنيه

$$\text{كمية الاستيلين المستهلك} = \frac{\text{أطوال خطوط اللحام} \times \text{معدل الاستهلاك}}{١٠٠٠}$$

$$= \frac{٦٠٠ \times ٢,٤٩٦}{١٠٠٠} = ١,٥ \text{ م}^{٣}$$

ثمن الاستيلين المستهلك = ١,٥ × ٤ = ٦ جنيه

$$\text{كمية الأكسجين المستهلك} = \frac{\text{أطوال خطوط اللحام} \times \text{معدل الاستهلاك}}{١٠٠٠} = \text{م}^{٣}$$

$$= \frac{٩٠٠ \times ٢,٤٩٦}{١٠٠٠} = ٢,٢٥ \text{ م}^{٣}$$

ثمن الأكسجين المستهلك = ٢,٢٥ × ٣ = ٦,٧٥ جنيه

$$\text{وزن السلك المستهلك} = \frac{\text{أطوال خطوط اللحام} \times \text{معدل الاستهلاك}}{١٠٠٠} = \text{كجم}$$

$$= \frac{٩٥٠ \times ٢,٤٩٦}{١٠٠٠} = ٢,٣٧ \text{ كجم}$$

ثمن السلك المستهلك = ٢,٣٧ × ٣ = ٧,١١ جنيه

جملة ثمن الخامات = ٦ + ٦,٧٥ + ٧,١١ = ١٩,٨٦ جنيه

التكاليف الأولية = ثمن الخامات + أجور العمال

= ١٩,٨٦ + ١٣,٢١ = ٣٣,٠٧ جنيه

مصاريف غير مباشرة = ١٢٠ % من التكاليف الأولية

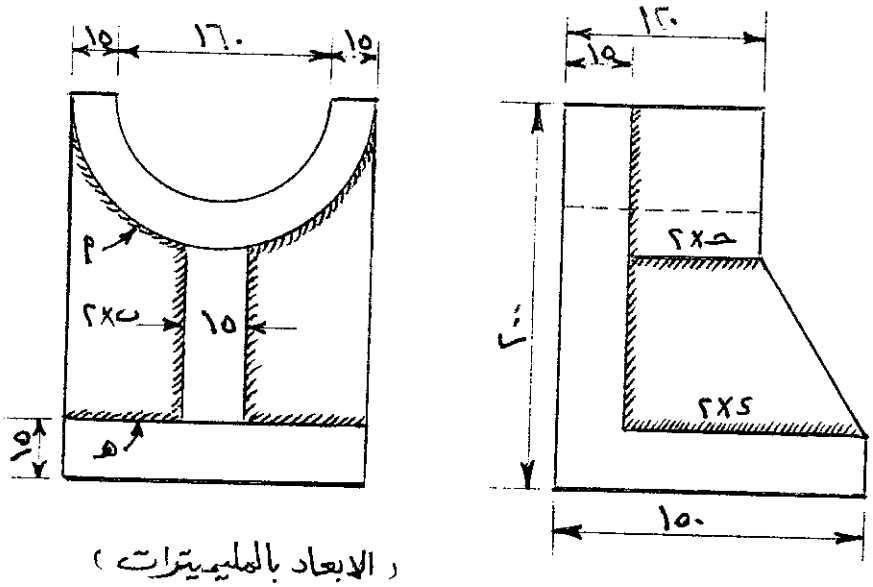
$$= \frac{١٢٠}{١٠٠} \times ٣٣,٠٧ = ٣٩,٧٠ \text{ جنيه}$$

جدول التكاليف

البيان	جملة	
	جنيه	قرش
ثمن الخامات	١٩	٨٦
أجور العمال	١٣	٢١
تكاليف أولية	٣٣	٠٧
تكاليف غير مباشرة	٣٩	٧٠
تكاليف الإنتاج	٧٢	٧٧
الأرباح ٢٠ %	١٤	٥٥
التكاليف النهائية	٨٧	٣٢

مقايسة رقم (٦) : -

****



(الابعاد بالملليمترات)

المطلوب عمل المقايسة التفصيلية لتكاليف اللحام للكرسي الموضح بالرسم علما بأن : -

١ - أجر العامل الماهر ٣ جنيهات في الساعة .

٢ - زمن لحام المتر الطولي ٤٥ دقيقة .

٣ - استهلاك الاستيلين ٨٠٠ لتر / متر طولي وثمن المتر المكعب منه ٤ جنيهات .

٤ - استهلاك الأكسجين ٩٠٠ لتر / متر طولي وثمن المتر المكعب منه ٣ جنيهات .

٥ - استهلاك سلك اللحام ٩٥٠ جرام / متر طولي وثمن الكيلو منه ٣ جنيهات .

٦ - المصاريف الغير مباشرة بواقع ١٥٠ % من التكاليف الأولية .

٧ - معامل الإنتاج = ٨٥ % .

٨ - الأرباح ٢٠ % من تكاليف الإنتاج .

الحل

****

طول الخط أ = $\frac{١}{٢}$ ط ق = $\frac{١}{٢}$ × $\frac{٢٢}{٧}$ × ١٩ = ٢٩,٨٦ سم .

طول الخط ب × ٢ = ٩ × ٢ = ١٨ سم

طول الخط جـ × ٢ = ١٠,٥ × ٢ = ٢١ سم

طول الخط د × ٢ = ١٣,٥ × ٢ = ٢٧ سم

طول الخط هـ = ١٧,٥ × ١ = ١٧,٥ سم

مجموع أطوال خطوط اللحام = ٢٩,٨٦ + ١٨ + ٢١ + ٢٧ + ١٧,٥ = ١١٣,٣٦ سم = ١,١٣٣٦ متر

زمن اللحام = $\frac{١,١٣٣٦ \times ٤٥}{٦٠}$ = ٠,٨٥٠ ساعة

كمية الاستيلين المستهلك = $\frac{\text{طول خطوط اللحام} \times \text{معدل الاستهلاك}}{١٠٠٠}$

= $\frac{١,١٣٣٦ \times ٨٠٠}{١٠٠٠}$ = ٠,٩٠٦ م^{٣}

ثمن الاستيلين المستهلك = ٠,٩٠٦ × ٤ = ٣,٦٣ جنيه

كمية الأكسجين المستهلك = $\frac{\text{طول خطوط اللحام} \times \text{معدل الاستهلاك}}{١٠٠٠}$

= $\frac{١,١٣٣٦ \times ٩٠٠}{١٠٠٠}$ = ١,٠٢ م^{٣}

ثمن الأكسجين المستهلك = ١,٠٢ × ٣ = ٣,٠٦ جنيه

وزن السلك المستهلك = $\frac{١,١٣٣٦ \times ٩٥٠}{١٠٠٠}$ = ١,٠٧٦ كجم

ثمن سلك اللحام = ١,٠٧٦ × ٣ = ٣,٢٣٠ جنيه

جملة ثمن الخامات = ٣,٦٣ + ٣,٠٦٠ + ٣,٢٣٠ = ٩,٩٢٠ جنيه

الزمن الذي يؤجر عليه العامل = زمن اللحام × $\frac{١}{\text{معامل الإنتاج}}$

= ٠,٨٥٠ × $\frac{١}{٠,٨٥}$ = ١ ساعة

أجر العامل = ١ × ٣ = ٣ جنيه

* م . غ . م = ١٥٠ % × التكاليف الأولية

التكاليف الأولية = ثمن الخامات + أجور العمال

= ٩,٩٢٠ + ٣ = ١٢,٩٢٠ جنيه

∴ م . غ . م = $\frac{١٥٠}{١٠٠}$ × ١٢,٩٢٠ = ١٩,٣٨ جنيه

البيان	جملة	
	جنيه	قرش
ثمن الخامات	٩	٩٢٠
أجور العمال	٣	ــــ
تكاليف أولية	١٢	٩٢٠
م . غ . م	١٩	٣٨٠
تكاليف الإنتاج	٤٥	٢٢
الأرباح ٢٠ %	٩	٠٤
التكاليف النهائية	٥٤	٢٦

مقايسات محلوله للحام القوس الكهربي

****

مقايسة رقم (١) : -

****

الشكل الموضح بالرسم تجميع حامل الأعمدة بلحام القوس الكهربي

والمطلوب : حساب تكاليف اللحام إذا علمت الآتي : -

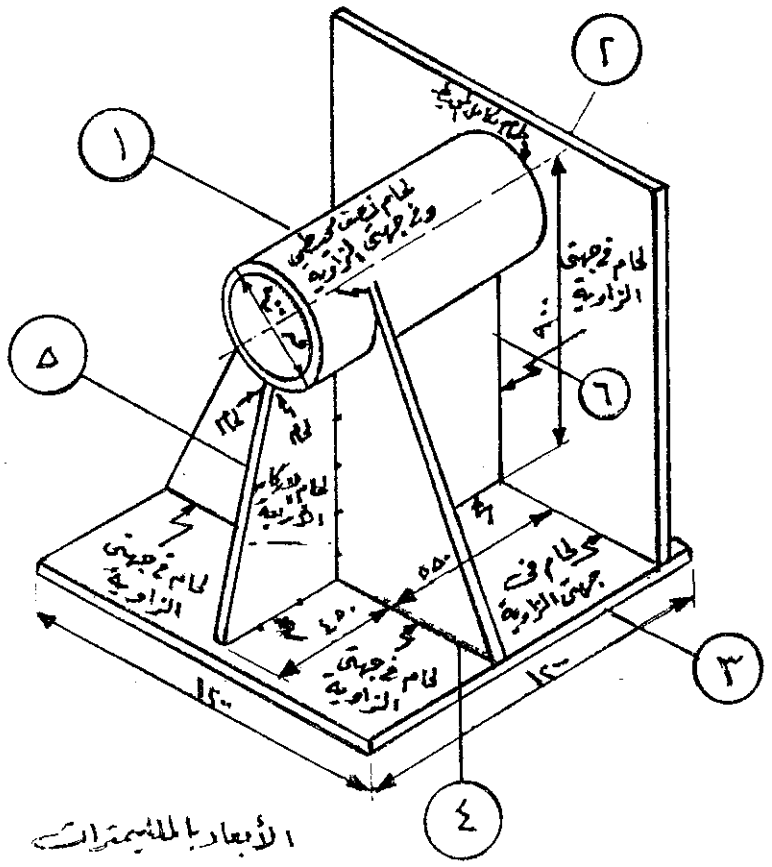
١ – إنجاز هذه الشغلة يحتاج إلى عامل لحام ماهر أجره في الساعة ٢,٥ جنيه ومساعد أجرة في الساعة ١ جنيه .

٢ – يحتاج متر اللحام في المتوسط ١٠ سيخ لحام قطره ٤ مم سعر السيخ ١٢ قرش ، عدد ٥ سيخ لحام قطره ٥ مم وسعر السيخ ١٥ قرش .

٣ – كل سيخ لحام يحتاج في المتوسط لزمن قدره ٥ دقيقة (شاملة زمن التجهيز والتبنيط والإجهاد)

٤ – قيمة استهلاك ماكينة اللحام في الساعة ٣ جنيه شاملة سعر الطاقة الكهربائية .

٥ – المصاريف الغير مباشرة ٥٠ % من التكاليف الأولية .



الحل

******

طول لحام رقم ١ = لحام نصف محيط وجهة الزاوية

$$= \text{ط نق} = \frac{٢٢}{٧} \times ٢٠٠ = ٦٢٨ \text{ مم}$$

طول لحام رقم ٢ = ١٢٠٠ × ٢ = ٢٤٠٠ مم

طول لحام رقم ٣ = (٥٥٠ + ٤٥٠) × ٢ = ٢٠٠٠ مم

طول لحام رقم ٤ = ١٢٠٠ × ٢ = ٢٤٠٠ مم

طول لحام رقم ٥ = لحام الأركان الأربعة ليس لها طول

طول لحام رقم ٦ = (٩٠٠ − ٢٠٠) × ٤ = ٢٨٠٠ مم

$$\text{طول لحام الماسورة مع القائم} = ٢ \text{ ط نق} = ٢ \times \frac{٢٢}{٧} \times ٢٠٠ = ١٢٥٦ \text{ مم}$$

الطول الكلي للحام = ٦٢٨ + ٢٤٠٠ + ٢٠٠٠ + ٢٤٠٠ + ٢٨٠٠ + ١٢٥٦ = ١١٤٨٤ مم
= ١١,٤٨٤ م

أسلاك اللحام المطلوبة = طول اللحام × أسلاك المتر الواحد

$$= ١١,٤٨٤ \times \frac{(١٠ + ٥)}{٥} = ١٧٣ \text{ سلك}$$

$$\text{زمن اللحام} = ١٧٣ \times \frac{\text{ـــــ}}{٦٠} = ١٤,٤٢ \text{ ساعة}$$

استهلاك الماكينة = ١٤,٤٢ × ٣ = ٤٢,٣ جنيه

أجور العمال = ١٤,٤٢ (٢,٥ + ١) = ٥٠,٥ جنيه

$$\text{ثمن أسلاك اللحام} = (١١,٤٨٤ \times \frac{١٠ \times ١٢}{١٠٠}) + (١١,٤٨٤ \times \frac{٥ \times ١٥}{١٠٠}) = ٢٢,٤ \text{ جنيه}$$

التكاليف الأولية = ثمن الأسلاك + استهلاك الماكينة مع ثمن الطاقة + أجور العمال

$$= ٢٢,٤ + ٤٢,٣ + ٥٠.٥ = ١١٥,٢ \text{ جنيه}$$

$$\text{المصاريف الغير مباشرة} = ١١٥,٢ \times \frac{٥٠}{١٠٠} = ٥٧.٦ \text{ جنيه}$$

التكاليف النهائية = ١١٥,٢ + ٥٧,٦ = ١٧٢,٨ جنيه

مقايسة رقم (٣) : -

****

الشكل الموضح بالرسم يبين إحدى وصلات أعصاب جمالون في أحدى المصانع مكون من ١٠٠ وصلة عصب ، والمطلوب حساب تكاليف اللحام إذا علمت الآتي : -

١ - يتم اللحام في جميع الكمرات باستخدام أسياخ لحام قطر ٥ مم .

٢ - يحتاج متر اللحام الطولي ٢٠ سيخ لحام قطر ٥ مم وسعر الكيلو جرام منه ٤,٥ جنيه (الكيلو جرام الواحد = ٢٢ سيخ) .

٣ - يتم حساب خطوط اللحام الكلي من الشكل الموضح بالرسم .

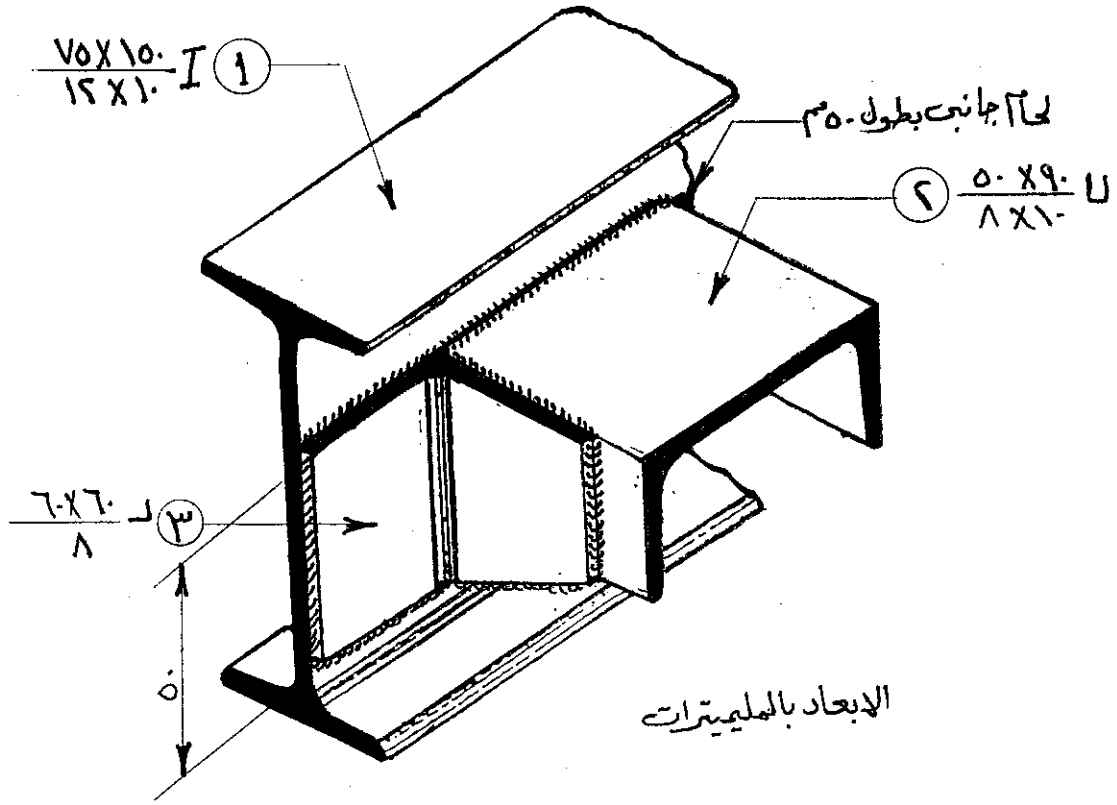
٤ - يستهلك سيخ اللحام طاقة كهربائية قدرها ٢٠٠ وات / ساعة ، وثمن الكيلو وات ٢٠ قرش .

٥ - زمن لحام المتر الطولي ٧٥ دقيقة .

٦ - يحتاج إنجاز هذا اللحام إلى عامل ماهر أجره في الساعة ٢٠٠ قرش وعدد ٢ مساعدين أجر كل منهم ١٢٥ قرش / ساعة .

٧ - زمن التجهيز للعملية كلها ٣٥ دقيقة .

٨ - سعر ماكينة اللحام ٨٠٠٠ جنيه وعمر الماكينة الافتراضي ١٠ سنوات على أساس ٧ ساعات عمل يوميا بواقع ٣٠٠ يوم عمل في السنة .



الحل

****

طول خطوط اللحام في الوصلة الواحدة = ٩٠ + ٥٠ +(٤ × ٦٠)+ ٢ × ٥٠ = ٤٨٠مم = ٠,٤٨ م
طول خطوط اللحام لعدد ١٠٠ وصلة عصب = ١٠٠ × ٠,٤٨ = ٤٨ متر .

زمن اللحام = $\frac{٤٨ \times ٧٥}{٦٠}$ = ٦٠ ساعة

زمن اللحام والتجهيز = ٦٠ + $\frac{٣٠}{٦٠}$ = ٦٠,٥ ساعة .

أجرة عامل اللحام = $\frac{٦٠,٥ \times ٢٠٠}{١٠٠}$ = ١٢١ جنيه

أجرة العاملان المساعدان = $\frac{٦٠,٥ \times ١٢٥ \times ٢}{١٠٠}$ = ١٥١,٢٥ جنيه

١ – أجور العمال = ١٢١ + ١٥١,٢٥ = ٢٧٢,٢٥ جنيه

ثمن أسياخ اللحام

عدد أسياخ اللحام = ٢٠ × ٤٨ = ٩٦٠ سيخ

وزن أسياخ اللحام = $\frac{٩٦٠}{٢٢}$ = ٤٣,٦ كجم = ٤٤ كجم

٢ – ثمن أسياخ اللحام = ٤٤ × ٤,٥ = ١٩٨ جنيه

الطاقة الكهربائية المستهلكة = $\frac{٩٦٠ \times ٢٠٠}{١٠٠٠}$ = ١٩٢ كيلو وات

٣ – ثمن الطاقة الكهربائية = ١٩٢ × $\frac{٢٠}{١٠٠}$ = ٣٨,٤٠ جنيه

عمر ماكينة اللحام التشغيل = ١٠ × ٣٠٠ × ٧ = ٢١٠٠٠ ساعة

معدل استهلاك الماكينة في الساعة = $\frac{٨٠٠٠}{٢١٠٠٠}$ = ٠,٣٨ جنيه

٤ – استهلاك ماكينة اللحام = ٦٠ × ٠,٣٨ = ٢٢,٨ جنيه

التكاليف الكلية للحام = أجور العمال + ثمن الأسياخ + ثمن استهلاك الكهرباء +استهلاك ماكينة اللحام

= ٢٧٢,٥ + ١٩٨ + ٣٨,٤ + ٢٢,٨ = ٥٣١,٧ جنيه

مقايسة رقم (٣) : -

****

الشكل عبارة عن كابولي مصنوع من الصلب ومكون من أربعة أجزاء ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ حيث يتم التجميع بواسطة لحام القوس الكهربي والمطلوب حساب التكاليف النهائية لعملية اللحام إذا علمت الآتي : -

١ - شدة التيار ٢٢٠ أمبير وجهده ٣٥ فولت والفقد في التيار ٣٠ % وثمن الكيلو وات ٤٠ قرش .

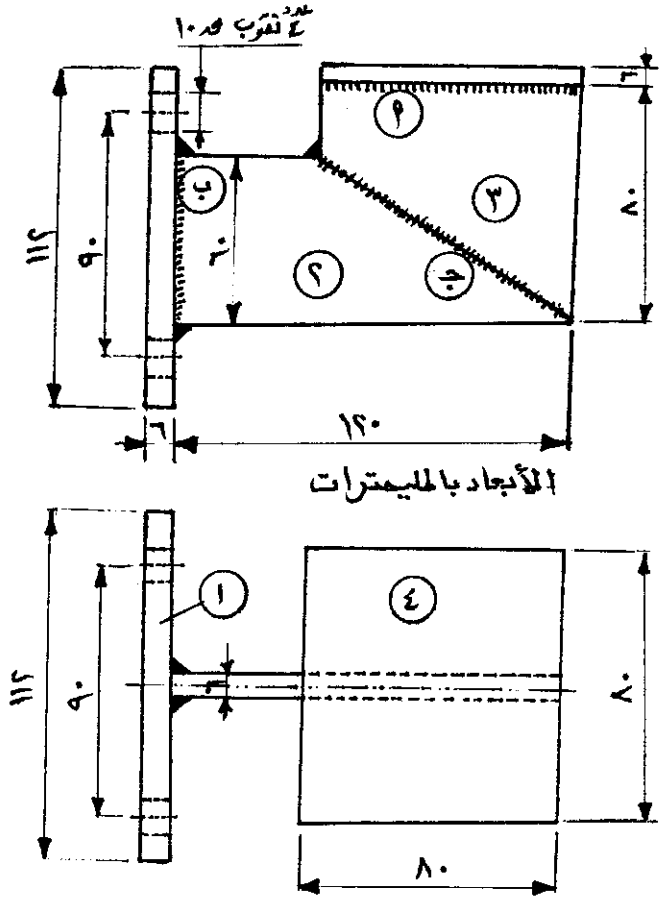
٢ - ثمن الكيلو من أسياخ اللحام ٣ جنيه ومعدل استهلاك الأسلاك ٢٥٠ جرام / متر طـــولي ومعـــامل الجودة ٧٠ % .

٣ - سرعة اللحام ٣ متر / ساعة .

٤ - زمن التجهيز ٤٥ دقيقة .

٥ - أجر العامل ٢,٥ جنيه في الساعة ومعامل الإنتاج ٨٠ % .

٦ - المصاريف الغير مباشرة ١٠٠ % من أجور العمال والأرباح ٢٠ % .



الحل

****

طول خط اللحام (أ) = ٨٠ × ٢ = ١٦٠ مم

طول خط اللحام (ب) = ٦٠ × ٢ = ١٢٠ مم

طول خط اللحام (جـ) = $\sqrt{(٨٠)^{٢} + (٦٠)^{٢}} \times ٢$

= ١٠٠ × ٢ = ٢٠٠ مم

١ – مجموع أطوال خطوط اللحام = ١٦٠ + ١٢٠ + ٢٠٠ = ٤٨٠ مم = ٠,٤٨ متر

$$\text{زمن اللحام} = \frac{\text{طول خطوط اللحام}}{\text{سرعة اللحام}} = \frac{٠,٤٨}{٣} = \frac{٤٨}{٣ \times ١٠٠} = ٠,١٦ \text{ ساعة}$$

$$\text{الطاقة الكهربائية المستهلكة} = \frac{\text{ت} \times \text{جـ} \times \text{ن}}{١٠٠ \times \text{معامل الجودة}}$$

معامل الجودة = ٧٠ %

.. الفقد = ٣٠ %

$$\text{.. الطاقة المستهلكة} = \frac{٢٢٠ \times ٣٥ \times ١٦ \times ١٠٠ \times ١,٣}{١٠٠ \times ١٠٠٠ \times ٧٠} = ٢,٢٩ \text{ كيلو وات}$$

٢ – ثمن الطاقة = ٢,٢٩ × ٠,٤٠ = ٠,٩٢ جنيه

الزمن الكلي للحام = زمن اللحام + زمن الإعداد والتجهيز

= ٠,١٦ + ٠,٧٥ = ٠,٩١ ساعة

$$\text{الزمن الذي يؤجر عليه العامل} = \frac{٩١ \times ١٠٠}{٨٠ \times ١٠٠} = ١,٤ \text{ ساعة}$$

٣ – أجور العمال = ١,٤ × ٢,٥ = ٣,٥ جنيه

٤ – المصاريف الغير مباشرة = ٣,٥ × $\frac{١٠٠}{١٠٠}$ = ٣,٥ جنيه

وزن سلك اللحام = طول خطوط اللحام × معدل استهلاك الأسلاك

= ٠,٤٨٠ × $\frac{٢٥٠}{١٠٠٠}$ = ٠,١٢٠ كجم

٥ – ثمن سلك اللحام = ٠,١٢٠ × ٣ = ٠,٣٦٠ جنيه

٦ – تكاليف اللحام = الطاقة الكهربائية المستهلكة + أجور العمال + المصاريف الغير مباشرة + ثمن أسلاك اللحام

= ٠,٩٢ + ٣,٥٠ + ٣,٥٠ + ٠,٣٦ = ٨,٣٠ جنيه

مقايسة رقم (٤) : -

****

يراد تجميع عدد ١٠٠ قطعة من الشكل المبين بالرسم بواسطة اللحام بالكهرباء والشكل مصنوع من ألواح من الصلب سمك ١٢ مم والودنتين الملحومتين في القائمين مصنوعتين من صلب طري مستدير المقطع قطره ٧٠ مم ويلحم كلا من القائمين من الداخل والخارج وتلحم الودنتين من الخارج فقط .

والمطلوب حساب تكاليف اللحام إذا علمت الآتي : -

١ - يتم اللحام بتيار كهربي شدته ٢٢٠ أمبير وضغط ٣٠ فولت ومعامل الجودة لمحول اللحام ٨٠ %

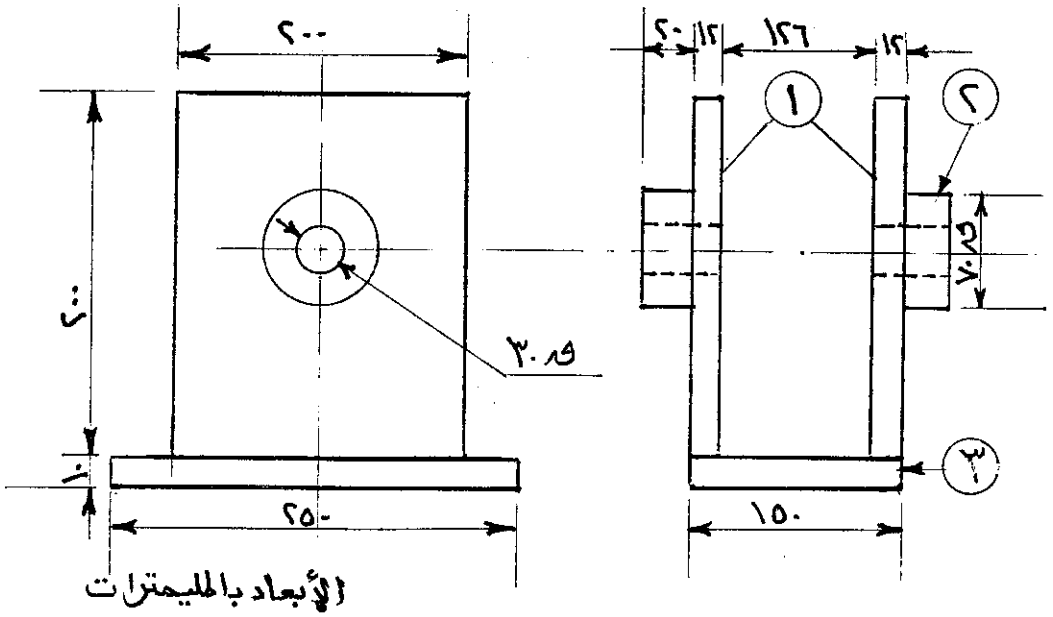
وثمن الكيلو وات / ساعة ٢٠ قرش .

٢ - يستغرق لحام المتر الطولي ٤٠ دقيقة .

٣ - متوسط استهلاك سلك اللحام ٧٠٠ جرام / متر وثمن الكيلو جرام ٤٥٠ قرش .

٤ - أجر العامل في الساعة ٥٠٠ قرش وأجر المساعد ٢٥٠ قرش في الساعة .

٥ - قيمة استهلاك محول اللحام ٢٥٠ قرش في الساعة .



الحل

******

طول الخط (١) = لحام القاعدة مع القائمين من الداخل والخارج (٤ خطوط)

طول الخط (١) = ٤ × ٢٠٠ = ٨٠٠ مم

طول الخط (٢) = لحام الودنتين مع القاعدتين من الخارج فقط .

طول الخط (٢) = ٢ × ط ق = ٢ × $\frac{٢٢}{٧}$ × ٧٠ = ٤٤٠ مم

أطوال خطوط اللحام = ٨٠٠ + ٤٤٠ = ١٢٤٠ مم

= ١,٢٤ م

زمن عملية اللحام = ١,٢٤ × ٤٠ = ٤٩,٦ دقيقة

القدرة الكهربية المستهلكة = $\frac{\text{جـ} \times \text{ت} \times \text{ن}}{\text{١٠٠٠} \times \text{معامل جودة}}$

= $\frac{٣٠ \times ٢٢٠ \times ٤٩,٦ \times ١٠٠}{١٠٠٠ \times ٦٠ \times ٨٠}$ = ٦,٨٢ ك . و . س

ثمن استهلاك الكهرباء = ٦,٨٢ × ٢٠ = ١٣٦,٤ قرش

= ١,٣٦٤ جنيه = ١,٤ جنيها

قيمة استهلاك محول اللحام = ٢٥٠ × $\frac{٤٩,٦}{٦٠}$ = ٢٠٦,٦٧ قرش = ٢,١ جنيه

قيمة استهلاك سلك اللحام = $\frac{٧٠٠ \times ١,٢٤ \times ٤٥٠}{١٠٠٠}$ = ٣٩٠,٦ قرش= ٣,٩ جنيه

أجر عامل اللحام = $\frac{٤٩,٦}{٦٠}$ × $\frac{٥٠٠}{١٠٠}$ = ٤,١٣ جنيه

أجر المساعد = $\frac{٤٩,٦}{٦٠}$ × $\frac{٢٥٠}{١٠٠}$ = ٢,٠٦٧ جنيه = ٢,١ جنيه

تكاليف اللحام = ثمن استهلاك الكهرباء + ثمن استهلاك اللحام + ثمن استهلاك محول اللحام + أجور العمال

تكاليف اللحام = ١,٤ + ٢,١ + ٣,٩ + ٤,١٣ + ٢,١ = ١٣,٦٣ جنيه / قطعة

تكاليف عدد ١٠٠ قطعة = ١٠٠ × ١٣,٦٣ = ١٣٦٣ جنيها

مقايسة رقم (٥) : -

****

الشكل الآتي يبين وصلة أعصاب لجمالون أحد المصانع . المطلوب حساب تكاليف اللحام إذا علمت أن : -

١ - يتم لحام جميع الكمرات باستخدام أسياخ اللحام ٦ مم .

٢ - يحتاج متر اللحام الطولي إلى ١٨ سيخ لحام قطره ٦ مم وسعر الكيلو جرام ٤,٥ جنيه

(الكيلو جرام الواحد = ١٥ سيخ)

٣ - طول خطوط اللحام الكلي ٩٥ متر .

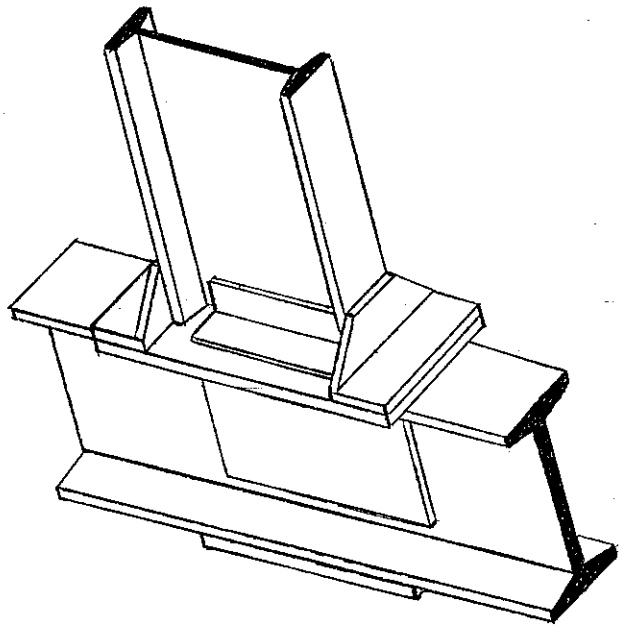
٤ - يستهلك سيخ اللحام طاقة كهربائية قدرها ٣٠٠ وات / ساعة وثمن الكيلو وات ساعة ٢٠ قرش

٥ - زمن لحام المتر الطولي ٤٠ دقيقة .

٦ - يلزم لإنجاز هذا اللحام عامل ماهر أجره في الساعة ٣٥٠ قرش وعدد ٢ مساعدين أجر كل منهم ١٧٥ قرش / ساعة .

٧ - زمن التجهيز للعملية كلها ٤٥ دقيقة .

٨ - ثمن ماكينة اللحام ٨٠٠٠ جنيه وعمر الماكينة الافتراضي ١٠ سنوات على أساس ٧ ساعات عمل يوميا بواقع ٣٠٠ يوم عمل في السنة .



الحل

****

طول خطوط اللحام = ٩٥ متر .

زمن اللحام = ٩٥ × ٤٠ / ٦٠ = ٦٣,٣٣ ساعة

زمن اللحام والتجهيز = ٦٣,٣٣ + ٤٥ / ٦٠ = ٦٤,٠٨ ساعة

* أجور العمال

أجر العامل الماهر = ٦٤,٠٨ × ٣,٥ = ٢٢٤,٢٨ جنيه

أجر عدد ٢ مساعدين = ٦٤,٠٨ × ١,٧٥ × ٢ = ٢٢٤,٢٨ جنيه

أجور العمال = ٢٢٤,٢٨ + ٢٢٤,٢٨ = ٤٤٨,٥٦ جنيه

* ثمن أسياخ اللحام =

عدد أسياخ اللحام = ١٨ × ٩٥ = ١٧١٠ سيخ

وزن أسياخ اللحام = ١٧١٠ / ١٥ = ١١٤ كيلو جرام

ثمن أسياخ اللحام = ١١٤ × ٤,٥ = ٥١٣ جنيه

عمر ماكينة اللحام التشغيلي = ١٠ × ٣٠٠ × ٧ = ٢١٠٠٠ ساعة

معدل استهلاك ماكينة اللحام في الساعة = ٨٠٠٠ / ٢١٠٠٠ = ٠,٣٨ جنيه

استهلاك ماكينة اللحام = ٠,٣٨ × ٦٣,٣٣ = ٢٤,١ جنيه

الطاقة المستهلكة = ١٧١٠ × ٣٠٠ / ١٠٠٠ = ٥١٣ كيلو وات / ساعة

ثمن استهلاك الطاقة الكهربية = ٥١٣ × ٢٠ / ١٠٠ = ١٠٢,٦ جنيه

* التكاليف الكلية للحام

= أجور العمال + ثمن أسياخ اللحام + ثمن استهلاك الماكينة + ثمن الطاقة الكهربية

= ٤٤٨,٥٦ + ٥١٣ + ٢٤,١ + ١٠٢,٦ = ١٠٨٨.٢٦ جنيه = ١٠٨٨,٣ جنيه

أسئلة للمراجعة والاختبارات

مراجعة واختبارات

****

١ – ما المقصود بميتالوجيا اللحام ؟

٢ – عرف ما يأتي : –

(الفلزات – اللا فلزات – السبائك) ؟

٣ – تكلم باختصار عن منحنى التوازن الحراري للحديد والكربون ؟

٤ – أذكر أنواع الصلب الكربوني ؟

٥ – تكلم باختصار عن طرق اللحام المختلفة لأنواع الصلب الكربوني ؟

٦ – أذكر أنواع الصلب السبائكي ؟

٧ – تكلم باختصار عن طرق اللحام للصلب السبائكي ؟

٨ – أذكر أنواع الحديد الزهر ؟

٩ – تكلم باختصار عن طرق لحام الحديد الزهر ؟

١٠ – ما هي خواص الحديد المطاوع ؟

١١ – ما هي خواص النحاس الأحمر ؟

١٢ – ما هي خواص الألومنيوم ؟

١٣ – ما هي خواص الزنك ؟

١٤ – تكلم باختصار عن طرق اللحام للنحاس ؟

١٥ – ما هي العوامل التي تؤدي إلى عدم الإعداد الجيد لحواف الوصلات ؟

١٦ – ما الفرق بين التيار المستمر والتيار المتغير ؟

١٧ – عرف طول القوس الكهربي ؟

١٨ – ما هي العوامل التي يتوقف عليها سرعة الاكترود ؟

١٩ – ما هي العوامل التي يتوقف على جودة شريط اللحام ؟

٢٠ – ما المقصود بانحراف القوس ؟

٢١ – يميل الاكترود على خط اللحام بزاويتين في اتجاهين مختلفين هما زاوية ..... ، زاوية .....

٢٢ – من مميزات الغلاف السليلوزي للاكترودات ..... ، ..... ، .....

٢٣ – ما هي فوائد تغليف أسلاك اللحام ؟

٢٤ – تكلم باختصار عن طرق تغليف أسلاك اللحام ؟

٢٥ – ما هي خطوات تجفيف الغلاف الخارجي لأسلاك اللحام ؟

٢٦ – ما هي العيوب المختلفة لأسلاك اللحام ؟

٢٧ – كيف يمكن تخزين أسلاك اللحام ؟

٢٨ – ما المقصود بالمواصفة البريطانية للاكترود ؟

٢٩ – ما المقصود بسيخ اللحام ذي المواصفة **E343T42Fe190** ؟

٣٠ – ما المقصود بالاختبارات الاتلافية والغير اتلافية ؟

٣١ – أذكر أنواع الاختبارات الغير اتلافية ؟

٣٢ – أذكر أنواع الاختبارات الاتلافية ؟

٣٣ – كيف يمكن حساب حجم غاز الأكسجين داخل الأسطوانة ؟

٣٤ – كيف يمكن حساب حجم الاستيلين المستهلك أثناء اللحام ؟

٣٥ – كيف يمكن حساب الطاقة المستهلكة أثناء لحام القوس الكهربي ؟

٣٦ – كيف يمكن تقدير ثمن الخامات المستهلكة في اللحام ؟

٣٧ – كيف يمكن تقدير زمن التجهيز للمشغولات ؟

٣٨ – كيف يمكن تقدير زمن عملية اللحام للمشغولات ؟

٣٩ – أذكر العناصر الرئيسية للمقايسة ؟

٤٠ – كيف يمكن تقدير ثمن الخامات ؟

٤١ – كيف يمكن تقدير ثمن استهلاك الماكينات والعدد أثناء عملية اللحام ؟

٤٢ – ما المقصود بالمصاريف الغير مباشرة ؟

٤٣ – حل المقايسة الآتية : –

احسب قيمة التكاليف النهائية للحام مشغولة تصنع انشائيا باللحام بالقوس الكهربي علما بأن : –

* طول خطوط اللحام بهذه المشغولة ١٢ متر .

* شدة التيار المستخدم ٢٢٠ أمبير وجهد ٣٠ فولت وجودة المولد ٧٠ % وثمن الكيلو وات / ساعة ٥٠ قرشا

* ثمن الكيلو جرام من أسياخ اللحام ٣٠٠ قرش ومعدل استهلاكها ٤٠٠ / متر طولي .

* أجر العامل جنيهان في الساعة ومعامل الإنتاج ٨٠ والمتر الطولي من اللحام يستغرق ٢٠ دقيقة .

* الأرباح ٢٥ % .

* أضف ضريبة المبيعات ١٠ % .

٤٤ – حل المقايسة الآتية : –

الشكل يبين صهريج مياه يتركب من جزئين

اسطوانتين (أ) ، (ب) بسمك ١٠ مم والمطلوب

إيجاد ثمن الخام وتكاليف صنعة إذا علمت الآتي :

(أ) ثمن المتر المكعب من الأكسجين ٣ جنيهات ،

والاستهلاك ٨٦٠ لتر / متر طولي .

(ب) ثمن المتر المكعب من الاستيلين ٤ جنيهات

والاستهلاك ١٠٠٠ جرام / متر طولي .

(جـ) ثمن الكيلو جرام من سلك اللحام ٢٠٠ قرش

والاستهلاك ١٠٠٠ جرام / متر طولي .

(د) زمن الإجهاد ١٥ % من زمن التشغيل .

(هـ) المصاريف غير المباشرة ١٥٠ % من أجور العمال .

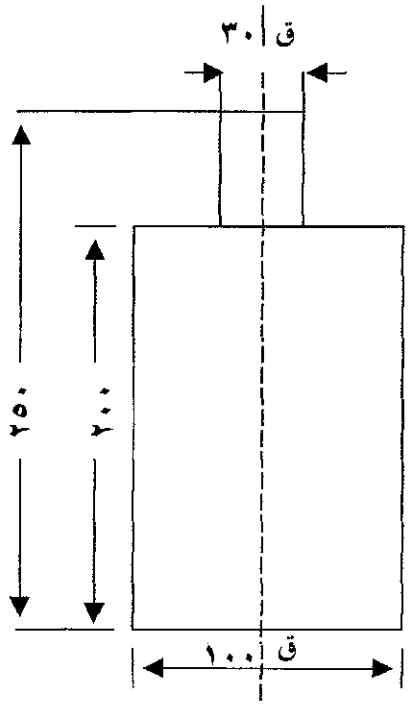
(و) ثمن المتر المربع من الصاج ٨,٤٠٠ جنيه .

(ز) سرعة اللحام ١,٥ متر / ساعة .

(ح) أجر العامل جنيهان / ساعة .

(ى) استهلاك الخام أثناء التفصيل ١٠ % من مساحة الصاج .

(ك) الأرباح ٢٥ % من تكاليف الإنتاج .



- **جداول تحويل الأوزان والأطوال من النظام الإنجليزي إلي النظام المتري**
- **جداول العلاقة بين درجات الحرارة المئوية و الفهرينهيتية**
- **جداول تحويل القدرة والشغل من النظام الإنجليزي إلي النظام المتري**

تحويل الأوزان البريطانية إلى أوزان مترية :	
١ طن بريطانى	= ١,٠١٦ طن = ١٠١٦,٠٦٤ كجم
١ طن أمريكى	= ٠,٩٠٧٢ طن = ٩٠٧,٢ كجم
١ هندردويت	= ٥٠,٨٠٢٣ كجم
١ رطل	= ٠,٤٥٣٦ كجم
١ أوقية	= ٢٨,٣٥ جم
١ حبة	= ٠,٠٦٤٨ جم

تحويل الأوزان المترية إلى أوزان بريطانية :	
١ طن	= ٠,٩٨٤٢ طن بريطانى
١ ديسى طن	= ٠,٠٩٨٤٢ طن بريطانى
١ كجم	= ٢,٢٠٤٦ رطل = ٣٥,٢٧٤ أوقية
١ جم	= ٠,٠٣٥٢٧ أوقية = ١٥,٤٣٢ حبة

جدول تحويل الأرطـــال إلى كجم ، والعكس

رطـــل	كجم	رطـــل	كجم	كجم	رطل	كجم	رطـــل
٠,٠١	٠,٠٥	٧,٠	٣,١٨	٠,١	٠,٢٢	٧,٠	١٥,٤٣
٠,٥	٠,٢٣	٨,٠	٣,٦٣	٠,٥	١,١٠	٨,٠	١٧,٦٤
١,٠	٠,٤٥	٩,٠	٤,٠٨	١,٠	٢,٢٠	٩,٠	١٩,٨٤
٢,٠	٠,٩١	١٠,٠	٤,٥٤	٢,٠	٤,٤١	١٠,٠	٢٢,٠٥
٣,٠	١,٣٦	١٠٠,٠	٤٥,٣٦	٣,٠	٦,٦١	١٠٠,٠	٢٢٠,٤٦
٤,٠	١,٨١	١٠٠٠,٠	٤٣٥,٥٩	٤,٠	٨,٨٢	١٠٠٠,٠	٢٢٠٤,٦٢
٥,٠	٢,٢٧	١٠٠٠٠,٠	٤٥٣٥,٩٢	٥,٠	١١,٠٢	١٠٠٠٠,٠	٢٢٠٤٦,٢٢
٦,٠	٢,٧٢			٦,٠	١٣,٢٣		

جدول تحويل الأوقيـــة إلى جم ، والعكس

أوقية	جم	أوقيـــة	جـــرام	جـــرام	أوقيـــة	جـــرام	أوقيـــة
٠,٠١	٠,٢٨	٥,٠	١٤١,٧٥	٠,٠٢	٠,٠٠١	٥,٠	٠,١٧٦
٠,٠٥	١,٤٢	٦,٠	١٧٠,١٠	٠,٠٥	٠,٠٠٢	٦,٠	٠,٢١٢
٠,١	٢,٨٤	٧,٠	١٩٨,٤٥	٠,١	٠,٠٠٤	٧,٠	٠,٢٤٧
٠,٥	١٤,١٧	٨,٠	٢٢٦,٨٠	٠,٥	٠,٠١٨	٨,٠	٠,٢٨٢
١,٠	٢٨,٣٥	٩,٠	٢٥٥,١٥	١,٠	٠,٠٣٥	٩,٠	٠,٣١٧
٢,٠	٥٦,٧٠	١٠,٠	٢٨٣,٥٠	٢,٠	٠,٠٧١	١٠,٠	٠,٣٥٢
٣,٠	٨٥,٠٥	١٠٠,٠	٢٨٣٤,٩٥	٣,٠	٠,١٠٦	١٠٠,٠	٣,٥٢٧
٤,٠	١١٣,٤٠			٤,٠	٠,١٤١		

المترية :

١ كيلو متر (كم) = ١٠٠٠ متر .

١ متر (م) = ١٠٠ سنتيمتر .

١ سنتيمتر (سم) = ١٠ مليمتر (مم)

تحويل الأطوال من النظام البريطانى إلى النظام المترى للقياسات

١ ميـــل	= ١,٦٠٩٣٤٧ كم
١ ياردة	= ٠,٩١٤٤ م = ٩١,٤٤ سم = ٩١٤,٤ مم
١ قـــدم	= ٠,٠٢٥٤ م = ٢,٥٤ سم = ٢٥,٤ مم

تحويل الأطوال من النظام المترى إلى النظام البريطانى للقياسات

١ كم	= ٠,٦٢١٣٧٠ ميل
١ م	= ٣,٢٨١ قدم = ٣٩,٤ بوصة
١ سم	= ٠,٠٣٣ قدم = ٠,٣٩٤ بوصة
١ مم	= ٠,٠٣٩٤ بوصـــة

جدول تحويل البوصة وكسورها العشرية إلى مليمترات ، والعكس

بوصـــة	م	بوصة	م	م	بوصـــة	م	بوصـــة
٠,٠١	= ٠,٢٥	٤,٠	= ١٠١,٦٠	٠,٠١	= ٠,٠٠٠٤	٤,٠	= ٠,١٥٧٥
٠,٠٥	= ١,٢٧	٥,٠	= ١٢٧,٠٠	٠,٠٥	= ٠,٠٠٢٠	٥,٠	= ٠,١٩٦٨
٠,١	= ٢,٥٤	٦,٠	= ١٥٢,٤٠	٠,١٠	= ٠,٠٠٣٩	٦,٠	= ٠,٢٣٦٢
٠,٥	= ١٢,٧٠	٧,٠	= ١٧٧,٨٠	٠,٥	= ٠,٠١٩٧	٧,٠	= ٠,٢٧٥٦
١,٠	= ٢٥,٤٠	٨,٠	= ٢٠٣,٢٠	١,٠	= ٠,٠٣٩٤	٨,٠	= ٠,٣١٥٠
٢,٠	= ٥٠,٨٠	٩,٠	= ٢٢٨,٦٠	٢,٠	= ٠,٠١٨٧	٩,٠	= ٠,٣٥٤٣
٣,٠	= ٧٦,٢٠	١٠,٠	= ٢٥٤,٠٠	٣,٠	= ٠,١١٨١	١٠,٠	= ٠,٣٩٣٧

مثـــال : ٤,٦٨٧ بوصة = ؟ م

٤,٠٠٠ بوصة = ١٠١,٦٠٠٠ م

٠,٦٠٠ بوصة = ١٥,٢٤٠٠ م

٠,٠٨ بوصة = ٢,٠٣٧٠ م

٠,٠٠٧ بوصة = ٠,١٧٧٨ م

٤,٦٨٧ بوصة = ١١٩,٠٤٩٨ م

جدول تحويل الكسور الإعتيادية للبوصة إلى ملليمترات

بوصة	م	بوصة	م	بوصة	مم	بوصة	م
$\frac{1}{2}$	١٢,٧٠٠	$\frac{1}{32}$	٠,٧٩٤	$\frac{1}{64}$	٠,٣٩٧	$\frac{33}{64}$	١٣,٠٩٧
$\frac{1}{4}$	٦,٣٥٠	$\frac{3}{32}$	٤,٣٨١	$\frac{3}{64}$	١,١٩١	$\frac{35}{64}$	١٣,٨٩١
$\frac{3}{4}$	١٩,٠٥٠	$\frac{5}{32}$	٣,٩٦٩	$\frac{5}{64}$	١,٩٨٤	$\frac{37}{64}$	١٤,٦٨٤
$\frac{1}{8}$	٢,١٧٥	$\frac{7}{32}$	٥,٥٥٦	$\frac{7}{64}$	٢,٧٧٨	$\frac{39}{64}$	١٥,٤٧٨
$\frac{3}{8}$	٩,٥٢٥	$\frac{9}{32}$	٧,١٤٤	$\frac{9}{64}$	٣,٥٧٣	$\frac{41}{64}$	١٦,٢٧٢
$\frac{5}{8}$	١٥,٨٧٥	$\frac{11}{32}$	٨,٧٣١	$\frac{11}{64}$	٣,٣٦٦	$\frac{43}{64}$	١٧,٠٦٦
$\frac{7}{8}$	٢٢,٢٢٥	$\frac{13}{32}$	١٠,٣١٩	$\frac{13}{64}$	٥,١٥٩	$\frac{45}{64}$	١٧,٨٥٧
$\frac{1}{16}$	١,٥٨٨	$\frac{15}{32}$	١١,٩٠٦	$\frac{15}{64}$	٥,٩٥٣	$\frac{47}{64}$	١٨,٦٥٣
$\frac{3}{16}$	٤,٧٦٢	$\frac{17}{32}$	١٣,٤٩٤	$\frac{17}{64}$	٦,٧٤٧	$\frac{49}{64}$	١٩,٤٤٧
$\frac{5}{16}$	٧,٩٣٢	$\frac{19}{32}$	١٥,٠٨١	$\frac{19}{64}$	٧,٥٤١	$\frac{51}{64}$	٢٠,٢٤١
$\frac{7}{16}$	١١,١١٢	$\frac{21}{32}$	١٦,٦٦٩	$\frac{21}{64}$	٨,٣٣٤	$\frac{53}{64}$	٢١,٠٣٤
$\frac{9}{16}$	١٤,٢٨٨	$\frac{23}{32}$	١٨,٢٥٦	$\frac{23}{64}$	٩,١٢٨	$\frac{55}{64}$	٢١,٨٢٨
$\frac{11}{16}$	١٢,٤٦٣	$\frac{25}{32}$	١٩,٨٤٤	$\frac{25}{64}$	٩,٩٢٢	$\frac{57}{64}$	٢٢,٦٢٢
$\frac{13}{16}$	٢٠,٦٣٨	$\frac{27}{32}$	٢١,٤٣١	$\frac{27}{64}$	١٠,٧١٦	$\frac{59}{64}$	٢٣,٤١٦
$\frac{15}{16}$	٢٣,٨١٢	$\frac{29}{32}$	٣٣,٠١٩	$\frac{29}{64}$	١١,٥٠٩	$\frac{61}{64}$	٢٤,٢٠٩
		$\frac{31}{32}$	٢٤,٦٠٦	$\frac{31}{64}$	١٢,٣٠٣	$\frac{63}{64}$	٢٥,٠٠٣

العلاقة بين الدرجات المئوية والفهرنهيتية والروميرية والكلفنية

°م	°ف	°ر	°كل
٤٠ −	٤٠,٠ −	٣٢,٠ −	٢٣٣
٣٥ −	٣١,٠ −	٢٨,٠ −	٢٣٨
٣٠ −	٢٢,٠ −	٢٤,٠ −	٢٤٣
٢٥ −	١٣,٠ −	٢,٠ −	٢٤٨
٢٠ −	٤,٠ −	١٦,٠ −	٢٥٣
١٩ −	٢,٢ −	١٥,٢ −	٢٥٤
١٨ −	٠,٤ −	١٤,٤ −	٢٥٥
١٧ −	١,٤ +	١٣,٦ −	٢٥٦
١٦ −	٣,٢ +	١٢,٨ −	٢٥٧
١٥ −	٥,٠ +	١٢,٠ −	٢٥٨
١٠ −	١٤,٠ +	٨,٠ −	٢٦٣
٩ −	١٥,٨ +	٧,٢ −	٢٦٤
٨ −	١٧,٦ +	٦,٤ −	٢٦٥
٧ −	١٩,٤ +	٥,٦ −	٢٦٦
٦ −	٢١,٢ +	٤,٨ −	٢٦٧
٥ −	٢٣,٠ +	٤,٠ −	٢٦٨
٤ −	٢٤,٨ +	٣,٢ −	٢٦٩
٣ −	٢٦,٦ +	٢,٤ −	٢٧٠
٢ −	٢٨,٤ +	١,٦ −	٢٧١
١ −	٣٠,٢ +	٠,٨ −	٢٧٢
صفر	٣٢,٠ +	٠,٠ −	٢٧٣
١ +	٣٣,٨ +	٠,٨ +	٢٧٤
٢ +	٣٥,٦ +	١,٦ +	٢٧٥
٣ +	٣٧,٤ +	٢,٤ +	٢٧٦
٤ +	٣٩,٢ +	٣,٢ +	٢٧٧
٥ +	٤١,٠ +	٤,٠ +	٢٧٨
٦ +	٤٢,٨ +	٤,٨ +	٢٧٩
٧ +	٤٤,٦ +	٥,٦ +	٢٨٠
٨ +	٤٦,٤ +	٦,٤ +	٢٨١
٩ +	٤٨,٢ +	٧,٢ +	٢٨٢
١٠ +	٥٠,٠ +	٨,٠ +	٢٨٣
٢٠ +	٦٨,٠ +	١٦,٠ +	٢٩٣
٣٠ +	٨٦,٠ +	٢٤,٠ +	٣٠٣
٤٠ +	١٠٤,٠ +	٣٢,٠ +	٣١٣
٥٠ +	١٢٢,٠ +	٤٠,٠ +	٣٢٣
٦٠ +	١٤٠,٠ +	٤٨,٠ +	٣٣٣
٧٠ +	١٥٨,٠ +	٥٦,٠ +	٣٤٣
٨٠ +	١٧٦,٠ +	٦٤,٠ +	٣٥٣
٩٠ +	١٩٤,٠ +	٧٢,٠ +	٣٦٣
١٠٠ +	٢١٢,٠ +	٨٠,٠ +	٣٧٣

- القدرة والشغل :

البريطانيـــة :

١ قدرة حصانية	= ٣٢٠٠٠,٠ قدم باوند / دقيقة
	= ٥٥٠ قدم باوند / ثانية
١ وحدة حرارية بريطانية (و . ح . ب)	= ٧٧٨ قدم باوند
١ قدرة حصانية ساعة	= ١٩٨٠٠٠٠ قدم باوند
	= ٢٥٤٥ و . ح . ب

المتريـــة :

١ قدرة حصانية مترية	= ٧٥ كيلو جرام متر / ثانية
١ كيلـــو واط	= ١٠٠٠ واط
١ كيلـــو واط	= ١٠٢ كجم متر / ثانية
١ كيلو واط	= ١,٣٦ قدرة حصانية مترية
١ كيلو واط ساعة	= ٣٦٠٠٠٠٠ واط ثانية

العلاقة بين وحدات مختلفة

١ قدرة حصانية	= ٧٤٦ واط = ٠,٧٤٦ كيلو واط = ١,٠١٤ قدرة حصانية مترية
١ قدرة حصانية	= ٧٦,٠٤ كجم م / ثانية
١ قدرة حصانية ساعة	= ٠,٧٤٦ كيلو واط ساعة
١ وحدة حرارية بريطانية	= ٠,٠٠٠٢٩٢ كيلو واط ساعة
١ قدم باوند	= ٠,١٣٨٣ كجم

١ كيلو واط	= ١,٣٤ حصان = ٤٤٢٢٠ قدم باوند / دقيقة = ٣٤١٥ و . ح . ب / ساعة
١ واط	= ٠,٠٠١٣٤ حصان = ٤٤,٢٢ قدم باوند / دقيقة = ٣,٤٢ و . ح . ب / ساعة

و . ح . ب = وحدة حرارية بريطانية (B.Th.U)

جدول تحويل القدرة الحصانية إلى كيلوواط ، والعكس

قدرة حصانية	كيلو واط	قدرة حصانية	كيلو واط	قدرة حصانية	كيلو واط	قدرة حصانية	كيلو واط
١,٠	٠,٧	٨,٠	٦,٠	١,٣	١,٠	١٠,٧	٨,٠
٢,٠	١,٥	٩,٠	٦,٧	٢,٧	٢,٠	١٢,١	٩,٠
٣,٠	٢,٢	١٠,٠	٧,٥	٤,٠	٣,٠	١٣,٤	١٠,٠
٤,٠	٣,٠	١٠٠,٠	٧٤,٦	٥,٤	٤,٠	١٣٤,١	١٠٠,٠
٥,٠	٣,٧	١٠٠٠,٠	٧٤٥,٧	٦,٧	٥,٠	١٣٤١,٠	١٠٠٠,٠
٦,٠	٤,٥	١٠٠٠٠,٠	٧٤٥٧,٠	٨,٠	٦,٠	١٣٤١٠,٠	١٠٠٠٠,٠
٧,٠	٥,٢			٩,٤	٧,٠		

السرعات :

١٠٠ قدم فى الدقيقة= ٣٠,٥ متر فى الدقيقة (م / ق)

= ٠,٥٠٨ متر فى الثانية (م / ث)

١ ميل فى الساعة= ١,٦٠٩ كم / ساعة

ويعبر عن سرعة أعمدة الإدارة (كما هى الحال فى المحركات مثلا) بعدد الدورات (اللفات) فى الدقيقة (r. p. m) .

درجات الحرارة :

يعبر عن درجات الحرارة بالدرجات على مقاييس درجات الحرارة .

وتوجد مقاييس للوحدات المختلفة الآتية :

درجة مئوية Centigrade (°م)

أو Celsius

درجة فهرنهيتية Fahrenheit (°ف)

درجة روميرية Raumur (°ر)

درجة كلفنية Kelvin (°كل)

العلاقة بين درجات الحرارة :

١٠٠°م = ٢١٢ °ف

= ٨٠ °ر

= ٣٧٣ °كل