الفصل الثامن

اللحام بالسبائك الرخوة
(اللحام بالقصدير)

مقدمة :

تستعمل اللحامات الرخوة المؤداة بواسطة الكاوية ، فى كثير من أشغال الألواح المعدنية الرقيقة ، لوصل معظم أنواع الألواح ، والحصول على دسرات ووصلات صامدة للماء (أى لا يتسرب الماء من خلالها) .

ولكى يستطيع الصانع المبتدئ ، إنجاز لحام جيد ، عليه أن يعرف نوع المعدن المراد لحامه ، ونوع سبيكة اللحام اللازمة ، ونوع المنظف (مساعد الصهر) المناسب للعملية ، وأخيراً شكل وحجم الكاوية التى تستخدم فى أداء عملية اللحام .

وقد يرتكب الصناع المبتدئون ، خطأ فاحشاً باستعمال كمية زائدة من

سبيكة اللحام أثناء العمل ، فتكون النتيجة وصلة مشوهة وضعيفة . ولذلك قدمت المعلومات الكافية فى هذا الفصل ، لا لكى ترشد الصانع إلى طريقة اللحام الصحيحة فقط ، بل وتعرفه بالغرض من أداء كل خطوة .

سبائك اللحام الرخوة

يشير التعبير « لحام رخو » إلى وصل أو اتحاد أو التحام قطعتين أو أكثر من المعدن ، بواسطة سبيكة تنصهر فى درجة حرارة منخفضة عن درجة انصهار المعدن الأصلى (أى معدن الوصلة أو المعدن المراد لحامه) .

ويمكن تقسيم اللحام بالسبائك ، بصفة عامة ، إلى نوعين ، لحام رخو ، ولحام صلد ، وحيث إن اللحام الرخو هو الأكثر استعمالاً فى مجال تصنيع الألواح المعدنية ، فإن هذا الفصل سوف يتناول طرق اللحام الرخو فقط . الاسم المتداول بين الصناع هو « اللحام بالقصدير » .

وتتكون سبيكة اللحام الرخو ، أو السبيكة الرخوة من عنصرين هما القصدير والرصاص ، وتتوقف درجة انصهارها على نسب مكوناتها من هذين العنصرين . فالسبيكة المكونة مثلا ، من النصف قصدير والنصف رصاص (تعرف عادة بسبيكة نصف ونصف) ، تنصهر فى درجة حرارة حوالى ١٨٥ درجة مئوية . بينما السبيكة المكونة من (١٠٪ قصدير + ٩٠٪ رصاص) — تنصهر فى درجة حرارة حوالى ٢٩٥ درجة مئوية .

ملحوظة :

درجة انصهار القصدير النقى = ٢٣٢ درجة مئوية .

درجة انصهار الرصاص النقى = ٣٢٧ درجة مئوية .

ومن الجدير بالذكر ، أنه كلما تغيرت نسبة الرصاص إلى القصدير ، تغيرت تبعاً لها درجة انصهار السبيكة . علماً بأن قوة تماسك الوصلة الملحومة لا ترتبط كلية بدرجة انصهار السبيكة . فالكاوية الرديئة ، قد تسخن إلى درجة ٣٧٠ درجة مئوية ، ومع ذلك لا تصهر السبيكة وتجعلها تنساب بين سطحى الوصلة المطلوب لحامها .

أسياخ اللحام :

تستعمل سبيكة اللحام على شكل أسياخ ، يمكن إعدادها فى الورشة ، بصهر الرصاص والقصدير بالنسبة المطلوبة وهى عادة (٥٠ ٪ قصدير + ٥٠ ٪ رصاص) . ويلاحظ أنه كلما ارتفعت نسبة القصدير . انخفضت تبعاً لذلك درجة انصهار السبيكة .

ملحوظة :

عند تكوين السبيكة فى الورشة ، يصهر المعدن الذى درجة انصهاره مرتفعة أولا وهو الرصاص وبعد أن ينصهر تماماً ، يضاف إليه المعدن الأقل منه فى درجة الانصهار وهو القصدير ، وليس العكس .

المنظفات (مواد التنظيف)

تتوقف درجة انسياب سبيكة اللحام على سطح المعدن ، إلى حد كبير ، على قدرة مادة التنظيف (تعرف أيضاً بمساعد الصهر) ، على إزالة طبقة الأكسيد كلما ارتفعت درجة حرارة المعدن ، ومنعت الالتحام ، (أى التحام جزئى الوصلة) .

ويوجد نوعان أساسيان من المنظفات ، أحدهما مؤكسد والآخر غير مؤكسد . فجميع الحوامض مؤكسدة ويجب غسل الوصلة جيداً بالماء أو غمرها فى محلول قلوى مخفف مثل محلول الأمونيا (النشادر) المخفف لكى يتعادل مع الحامض ، وذلك عقب الانتهاء من عملية اللحام . أما الراتينجات مثل القلفونية ، فهى غير مؤكدة .

وتوجد المنظفات على هيئة جسم صلب أو مسحوق أو عجينة أو سائل .

حامض الأيدروكلوريك :

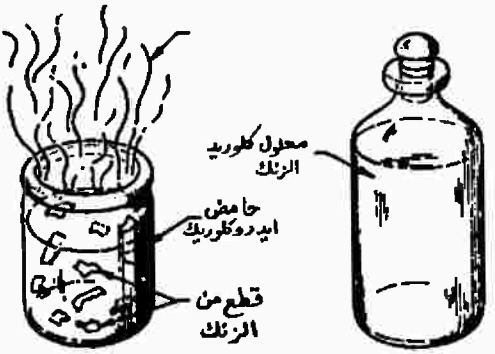
يستعمل حامض الأيدروكلوريك المخفف ، كمنظف جيد بمفرده فى لحام الحديد المجلفن أما الاسم التجارى لهذا الحامض ، فهو حامض المورياتيك .

كلوريد الزنك :

يستعمل كلوريد الزنك كمنظف جيد فى عمليات اللحام للحديد المجلفن والزنك والحديد المقصدر (الصفيح) إذا كان قد فقد لمعانه من طول تعرضه لهواء رطب .

تحضير كلوريد الزنك :

يحضر كلوريد الزنك بوضع حامض الأيدروكلوريك فى إناء زجاجى متسع الفوهة ، كالمبين فى الشكل رقم (٨ – ١) ، حتى لا يفور الحامض أثناء التفاعل الكيماوى الشديد فينسكب من الإناء . ثم يضاف إلى الحامض قطع صغيرة من معدن الزنك (اللفظة العربية هى الخارصين) غير أن الاسم المعروف به هذا المعدن والاسم المتداول فى المصانع هو ا(الزنك) . فيتفاعل الحامض مع الزنك مكوناً كلوريد الزنك . ويتصاعد من الإناء غاز خانق



٨ – ١ تحضير كلوريد الزنك

أخضر اللون ، هو غاز الكلور . ولذلك يفضل وضع الإناء فى مكان متجدد الهواء حتى يتبدد الغاز المتصاعد منه أولا بأول . وعندما يهبط الغليان ، يكون التفاعل قد ضعف ويصبح لا لزوم لإضافة المزيد من قطع الزنك لأنها لن تتفاعل مع الحامض . وبعد ذلك يرشح السائل من خلال مصفاة من النحاس الأحمر ، أو قطعة من القماش لحجز المواد التى قد تكون عالقة بالزنك ، عند إسقاطه فى الحامض . ثم يحفظ السائل المرشح ، وهو كلوريد الزنك ، فى زجاجة جيدة الغلق ويصبح معدًّا للاستعمال .

راتينج القلفونية :

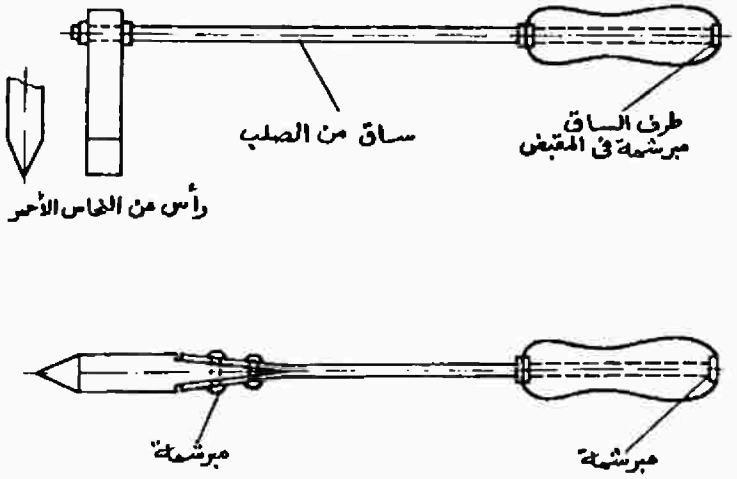
القلفونية مادة معروفة للمشتغلين بالصناعة ، وهى من المنتجات الثانوية للتربنتين وهى مادة غير مؤكسدة ، وتستعمل كمنظف عند لحام المعادن مثل الصفيح . ويمكن استعمالها على هيئة مسحوق ينصهر تحت تأثير درجة حرارة الكاوية ، أو تضاف على هيئة عجينة مكونة من القلفونية وزيت النخيل .

كاويات اللحام

تصنع كاويات اللحام من النحاس الأحمر لموصليته الجيدة للحرارة ، فتنتقل حرارتها بسرعة إلى معدن الوصلة ، كما تصهر سبيكة اللحام . وهى على أشكال وأحجام مختلفة ، كما فى الشكل رقم (٨ – ٢) .

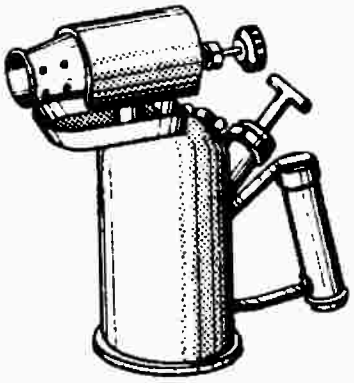
وتتكون الكاوية من الرأس المصنوع من النحاس الأحمر ، مثبت به ساق من الصلب لها طرف مدبب ، يدخل فى مقبض خشبى بالطرق عليه ، أو يبرز منه ويبرشم تبعاً لحجم الكاوية .

وتستخدم الكاوية فى صهر سبيكة اللحام (المعروفة بالقصدير) ونقله إلى مكان الوصلة وتسخينها حتى يظل القصدير سائلا وينساب بينها .



٨ – ٢ كاويات اللحام

وتسخن كاوية اللحام بتعريضها إلى لهب من موقد كيروسين مثلا ، كالمبين فى الشكل رقم (٨ – ٣) ، أو تعريضها إلى أى مصدر حرارى آخر



٨ – ٣ موقد كيروسين (وابور لحام)

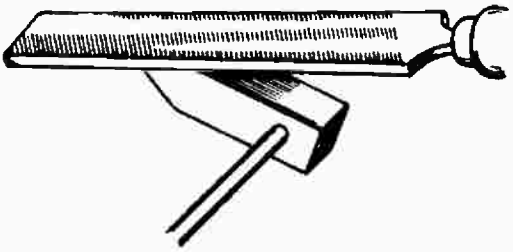
ويوجد نوع آخر من الكاويات يسخن ذاتيًّا بواسطة ملف كهربائى بداخلها ، كالمبين فى الشكل رقم (٨ – ٤) .

إعداد الكاوية لعملية اللحام :

تقصدر الكاوية ، أى يطلى طرفها بطبقة رقيقة من القصدير (سبيكة اللحام) ، وبذلك يمكنها التقاط حبات القصدير أو قطرات منصهرة منه إلى الوصلة المراد لحاملها .

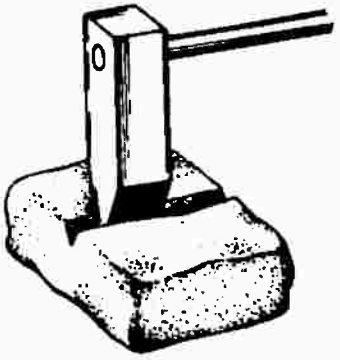
٨ – ٤ كاوية كهربائية

وتسبق عملية القصدرة ، عملية هامة ، وهى نظافة الكاوية . وتتم هذه العملية بتسخين الكاوية إلى درجة الاحمرار ، ثم برد الأسطح المستخدمة فى عملية اللحام ، بواسطة مبرد خشن كما هو مبين الشكل رقم (٨ – ٥) ، لإزالة الأكسيد والحفر التى نتجت عن تسخينها تسخيناً زائداً .



٨ – ٥ برد الكاوية

وبعدالانتهاء من برد الكاوية ، يعاد تسخينها إلى درجة تكفى لصهر القصدير ثم تدلك فى قطعة من ملح النشادر ، كما فى الشكل رقم (٨ – ٦) ، مع إضافة قليل من القصدير على سطحها . ويستمر التدليك إلى أن يغطى سطح الكاوية بطبقة من القصدير اللامع ، وتصبح معدة للعمل ، غير أنه

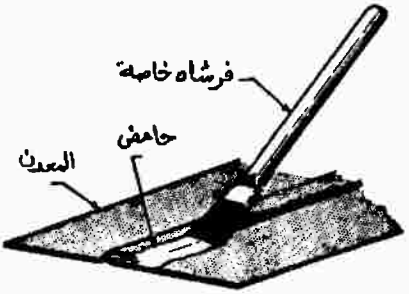


٨ – ٦ دلك الكاوية فى النشادر

يحذر تسخينها أكثر من اللازم وإلا احترق القصدير الذى يغطى سطحها ويصبح من اللازم إعادة بردها ، كما سبق .

إعداد الوصلة لعملية اللحام :

يصنفر سطحى التماس فى معدن الوصلة مكان اللحام ، لإزالة ما بها من صدأ أو أكسيد ، ثم تطلى بالمادة المنظفة . فإذا كان هذا المنظف سائلا مثل كلوريد الزنك ، يفضل إضافته بفرشاة من النحاس الأحمر ، كما فى الشكل رقم (٨ – ٧) .



٨ – ٧ إضافة السائل المنظف بالفرشاة

وإذا كان المنظف هو القلفونية ، تطحن وتذر على مكان اللحام ، أو تصهر بواسطة الكاوية الساخنة .

ويوجد فى الأسواق أنواع متعددة من المنظفات على هيئة عجينة تباع تحت أسماء تجارية .

إجراء عملية اللحام :

بعد إعداد كل من الكاوية والوصلة ، يصبح من الميسور إجراء عملية

اللحام ، بإضافة قصدير اللحام إليها سواء من السيخ مباشرة بصهره بالكاوية الساخنة ، أو بالتقاط بعض منه بالكاوية وإضافته إلى الوصلة ، ثم تحريك الكاوية ببطء على طول الوصلة لتسخينها وصهر القصدير ، الذى ينتشر سريعاً متخللا الوصلة ، وعندما ترفع الكاوية ، يبرد القصدير ويتجمد ، فيلتحم جزءا الوصلة تماماً .

ويلاحظ أن بريق طبقة القصدير التى تغطى سطح الكاوية ، ينطفئ من كثرة التسخين والعمل ، فيفضل نظافتها قبل كل عملية ، بغمس طرفها فى محلول ملح النشادر بنسبة ١٥ جم من الملح إلى كوب ماء نظيف .

وتوجد طريقة أخرى أقل منها كفاءة ، وهى مسح طرف الكاوية بقطعة من القماش (والحذر من مسحها بقطعة من الصوف لأنه يتلف طبقة القصدير) .

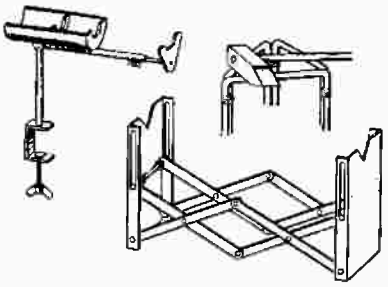
ويراعى عدم وضع الوصلة المعدنية على سطح معدنى أثناء إجراء عملية اللحام ، لأن هذا المعدن سوف يمتص حرارة الوصلة بسرعة ، فتبرد ولا يتحد القصدير معها .

وبعد الانتهاء من عملية اللحام ، تكون الكاوية مازالت ساخنة ، فيفضل وضعها على حامل معدنى لحين طلبها . ويبين الشكل رقم (٨ – ٨) ، بعض تصميمات هذه الحوامل .

لحام المعادن المختلفة

لحام الحديد المجلفن :

عند لحام الحديد المجلفن ، يثار سؤال دائماً . هل يستعمل حامض الأيدروكلوريك بمفرده كمنظف ، أو يستعمل كلوريد الزنك ؟



٨ – ٨ بعض تصميمات لحوامل الكاوية

والواقع أن الحديد المجلفن يكون لامعا ونظيفا ، فاستعمال كلوريد الزنك يناسبه للحصول على وصلة لحام جيدة ، أما إذا كان صدئاً ومتسخاً ، فالأفضل استعمال حامض الأيدروكلوريد المخفف بمفرده .

لحام الصفيح :

يمكن لحام الصفيح ، أى ألواح الحديد المقصدرة ، باستعمال العديد من المنظفات ولكن أفضلها راتينج القلفونية ؛ لأنه ليس له تأثير مؤكسد على المعدن الملحوم . أما إذا كان الصفيح قديماً وصدئاً ، فيناسبه كلوريد الزنك ، ولكن تغسل الوصلة بعد اللحام بالماء أو تعادل بمحلول النشادر القلوى ؛ لحمايتها من الصدأ .

لحام النحاس الأحمر والأصفر :

إذا كان سطح المعدن خالياً من الأكسيد ، فيمكن لحامه باستعمال كلوريد الزنك ، أما إذا كان صدئاً ، فينظف بفرشاة مغموسة فى حامض الأيدروكلوريك ، ثم تمسح بقطعة قماش مبللة بالماء ، ثم يضاف ، بعد ذلك ، كلوريد الزنك :

لحام الألومنيوم :

يعتبر الألومنيوم من أصعب المعادن عند لحامه بالقصدير نظراً لسرعة تأكسده ، غير أنه يوجد الآن أنواع من المنظفات التجارية ، يمكنها إزالة طبقة الأكسيد وحماية المعدن من الأكسدة أثناء اللحام فيتيسر بذلك لحامه مثل المعادن الأخرى .

لحام الصلب الذى لا يصدأ :

يمكن لحام جميع أنواع الصلب الذى لا يصدأ ، إذا ما توافرت المنظفات المناسبة ، أما إذا لم يتوافر وجودها ، فتعد الوصلة كما هو متبع فى حالة النحاس ، كالآتى .

يصنفر السطح ثم يضاف حامض النيتريك إلى مكان اللحام بواسطة فرشاة خاصة ، ويترك الحامض لفترة تتوقف على نوع الصلب ودرجة تركيز الحامض . ثم يمسح بقطعة قماش مبللة بالماء .

وبعد ذلك ، يلحم بالطريقة المتبعة مع النحاس الأحمر . أى باستعمال سبيكة لحام (٥٠/٥٠) مع إضافة كلوريد الزنك كمنظف .

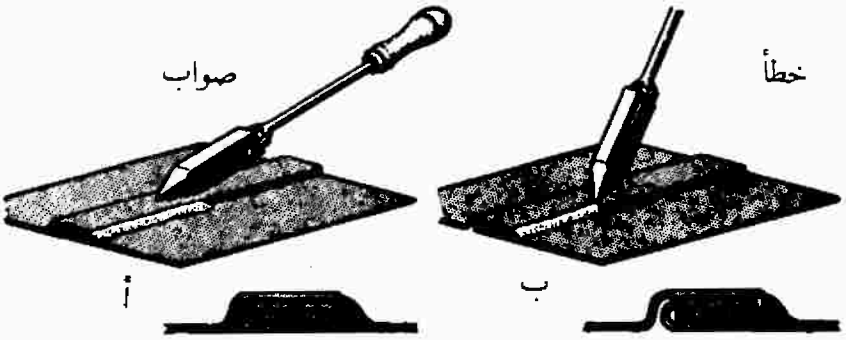
لحام الزنك :

يمكن استعمال كلوريد الزنك فى هذه الحالة ، مع سبيكة القصدير (٥٠/٥٠) كالمعتاد .

لحام الدسرات

لحام دسرة مسطحة :

يبين الشكل رقم (٨ – ٩) الطريقة الصحيحة والطريقة الخاطئة للحام دسرة مسطحة ، أى فى وضع أفقى .



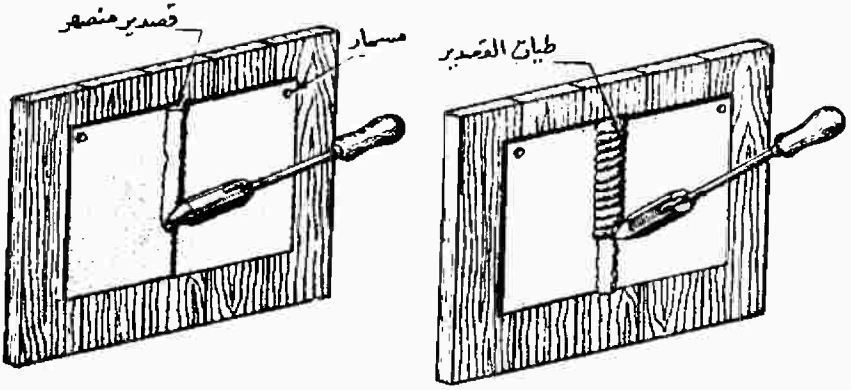
٨ – ٩ لحام دسرة مسطحة

فالدسرة المبينة فى المنظر (أ) قد استخدمت فى لحامها كاوية ساخنة ومقصدرة ، بدليل أن سبيكة اللحام المنصهرة قد انسابت بين طيات الدسرة .

أما الدسرة المبينة فى المنظر الآخر (ب) ، فيبدو أن الكاوية لم تكن ساخنة بالدرجة الكافية لتسخين الدسرة والمحافظة على القصدير فى حالة انصهار ، لأن القصدير قد تجمد عند حافة الدسرة ولم ينسب إلى داخلها .

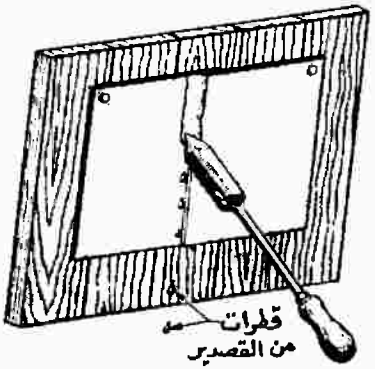
لحام دسرة رأسية :

هذه العملية تختلف تماماً عن العملية السابقة . والطريقة المتبعة فى لحام دسرة رأسية ، هى وضع إحدى أوجه الكاوية الساخنة ملاصقاً للمعدن عند طرف الدسرة العلوى مع جعل يد الكاوية مرتفعة عن رأسها قليلا ، ثم يبدأ فى قصدرة الدسرة (أى طلائها بالقصدير) بدلك الكاوية المحملة بالقصدير ذهاباً وإياباً بعرض الدسرة ، مع تحريك الكاوية إلى أسفل ، كما هو مبين فى المنظر (أ) من الشكل رقم (٨ – ١٠) . وبعد إتمام عملية القصدرة ، يعاد تسخين الكاوية ثم توضع على الطرف العلوى للدسرة أيضاً ، وفى وضع



٨ – ١٠ الطريقة المثلى للحام دسرة رأسية .

مائل ، أى أن يد الكاوية تكون مرتفعة عن رأسها . ثم يضاف قليلا من القصدير مع تحريك الكاوية بنفس الطريقة ، كما فى المنظر (ب) من الشكل السابق . ويستمر العمل إلى أن يكتمل لحام الدسرة . ويبين الشكل رقم (٨ – ١١) طريقة خاطئة للحام الدسرة الرأسية . إذ أن الكاوية ممسوكة فى وضع خاطئ ، يدها أسفل رأسها ، فيتساقط منها القصدير المنصهر .



٨ – ١١ طريقة خاطئة للحام دسرة رأسية

ويوضح الشكل فى هذه الحالة استحالة لحام الوصلة الرأسية واليد منخفضة عن رأس الكاوية .

متطلبات اللحام بالقصدير

تتوقف عملية اللحام الناجحة على عدة عوامل مثل نسبة خلط السبيكة ، نوع المنظف المستعمل ، جودة طلاء الكاوية ، نوع الكاوية وحجمها ، درجة حرارة الكاوية ، الإعداد الجيد للوصلة ، ثم مقدرة الشخص الذى يؤدى عملية اللحام . . . إلخ .

وفيما يلى البنود الواجب تجنبها للحصول على لحام جيد :

١ – رداءة سطح الكاوية ودرجة طلائها :

من المحال اللحام بكاوية بهذا الشكل .

٢ – التسخين الزائد للكاوية :

الحرارة الزائدة للكاوية تجعل من المحال احتفاظها بطبقة الطلاء (القصدير) .

٣ – اليد مكسورة :

من المتعذر التحكم فى عملية اللحام باستخدام كاوية يدها مكسورة .

٤ – استعمال حامض مباشر فى لحام الصفيح :

سبيكة اللحام لن تلتصق جيداً بسطح الصفيح فى هذه الحالة .

٥ – سبيكة اللحام متسخة :

من غير الممكن اللحام بسبيكة متسخة أو عليها شحم أو مواد دهنية .

٦ – سيخ اللحام قصير جدًّا :

إذا كان الجزء المتبقى من سيخ اللحام قصيراً ، يصعب مسكه باليد لسخونته الشديدة ، يمكن فى هذه الحالة لحامه فى سيخ طويل .

٧ – وضع معدن الوصلة على سطح معدنى أثناء عملية اللحام :

الجسم المعدنى أسفل معدن الوصلة ، يمتص منها الحرارة ، فتبرد سبيكة اللحام أثناء العملية ، وينتج عن ذلك وصلة لحام رديئة .

تدريبات تطبيقية

تدريب رقم (١)
(لحام مسطح لمعادن مختلفة)

الهدف :

التدرب على طريقة اللحام المسطح .

المادة :

سبيكة لحام (٥٠/٥٠)– حامض أيدروكلوريك– قطعة قماش مبللة بالماء – محلول نشادر – مسحوق قلفونية – كلوريد زنك (سائل) – فضلات من حديد مجلفن ونحاس أحمر تحتوى على دسرة مخصورة طولها حوالى ٢٠ سم تقريباً .

الأدوات :

مصدر حرارى – مبرد – فرشاة من سلك النحاس للحامض – كاوية لحام مدببة .

الطريقة :

أولا – لحام الحديد المجلفن :

١ – تسخين الكاوية وقصدرتها ، إذا كانت تحتاج إلى إعادة طلاء .

٢ – وضع الوصلة المطلوب لحامها ، على منضدة العمل .

٣ – إضافة قليل من الحامض إلى الوصلة ، بواسطة الفرشاة .

٤ – غمس طرف الكاوية فى محلول النشادر أو مسحها بقطعة القماش المبللة بالماء .

٥ – عمل نقط لحام متباعدة (بنط) فى فتحة الدسرة .

٦ – مسك الكاوية باليد اليمنى ، ثم وضعها فوق سطح الدسرة لتسخينها .

٧ – تحريك الكاوية بطول الدسرة ، مع إضافة قليل من القصدير عند اللزوم ، مبتدئاً من أحد طرفى الوصلة ومتجهاً نحو الطرف الآخر .

٨ – إعادة تسخين الكاوية من وقت لآخر حتى يتخلل القصدير جميع الفراغات فى الدسرة بانتظام .

٩ – غسل الحامض لتنظيف الدسرة بعد انتهاء العمل .

ثانياً – **لحام النحاس الأحمر** :

١ – إضافة قليل من حامض المورياتيك (الأيدروكلوريك) إلى الدسرة بواسطة الفرشاة وتركه لبضع دقائق ثم مسحها بقطعة من القماش المبللة بالماء .

٢ – تسخين الكاوية وقصدرتها .

٣ – إضافة مادة تنظيف (مساعد صهر) إلى الوصلة ، وهو كلوريد الزنك .

٤ – بدء اللحام بكاوية ساخنة من أول الدسرة إلى آخرها .

٥ – تكرار تسخين الكاوية عدة مرات للاحتفاظ بها ساخنة أثناء العمل .

٦ – غسل الحامض من وصلة اللحام .

ثالثاً – طلاء النحاس الأحمر بالقصدير (أى قصدرته) :

١ – تنظيف الأجزاء المراد لحامها بإضافة حامض أيدروكلوريك خالص .

٢ – غسل الحامض بمسح المعدن بقطعة القماش المبللة بالماء .

٣ – صهر قطعة صغيرة من القصدير على المعدن بواسطة الكاوية الساخنة بركها على المعدن بعض الوقت ، حتى تسيل ويدخل القصدير فى ثنايا الدسرة .

٤ – تحريك الكاوية بطول الدسرة ، فتعمل على طلائها .

٥ – إزالة الحامض بمسحه بالقماش .

تدريب رقم (٢)
(لحام دسرة فى وضع رأسى)

يتطلب لحام الدسرة فى وضع رأسى ، مهارة فائقة وصبراً . وعلى الصانع المبتدئ أن يعيد دراسة الشكل رقم (٨ – ١٠) جيداً .

الهدف :

تعلم طريقة لحام دسرة رأسية فى قطعة من الصفيح أو النحاس الأحمر أو الحديد المجلفن .

المادة :

فضلات من المعدن – سبيكة لحام (٥٠/٥٠) – منظف مناسب .

الأدوات :

فرشاة للحامض – كاوية لحام – مصدر حرارى – عدة لصنع الدسرة .

الطريقة :

١ – صنع الوصلات المسطحة ، استعمال الفضلات المتاحة من الصفيح أو النحاس الأحمر أو الحديد المجلفن ، ثم تقفيل الدسرة .

٢ – وضع الألواح الموصولة بالدسرة (المدسرة) فى وضع رأسى مستندة على مسطح مناسب غير معدنى .

٣ – إضافة المنظف ، أى طلاء الدسرة بالمنظف .

٤ – بل الدسرة من أعلى إلى أسفل بالقصدير .

٥ – إضافة مزيد من المادة المنظفة .

٦ – بعد إعادة تسخين الكاوية ، يبدأ العمل من أعلى إلى أسفل مع تحريك الكاوية بعرض الدسرة وإضافة قليل من القصدير أثناء حركة الكاوية إلى أسفل .

٧ – لحام باقى الوصلات .