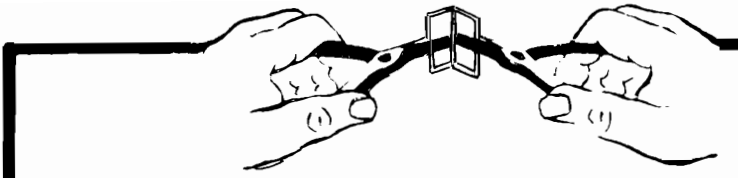


الباب الثالث

الأساليب الفنية الأساسية
لتشكيل المعادن

أولا : القطع :

القطع بواسطة المقصات اليدوية .

الخطوات المتبعة فى عملية القص .

كيفية استخدام المقصات اليدوية .

النشر بواسطة منشار المعادن اليدوى ومنشار الصائغ .

كيفية تثبيت وشد سلاح المنشار .

كيفية استعمال المنشار .

احتياطات وقائية لاستعمال المنشار اليدوى .

عملية التفريغ بالمنشار الأركت (منشار الصائغ) .

القطع بواسطة المبارد .

كيفية استخدام المبرد .

القطع بواسطة المثاقيب .

ثانيا : التشكيل بالاستعدال والطرق :

طرق الأسلاك والقضبان ـ طرق الطرف ـ الطرق لفرطحة أجزاء السلك .

الطرق على السلك كله .

التشكيل بالتسطيح .

التشكيل العميق وأدواته .

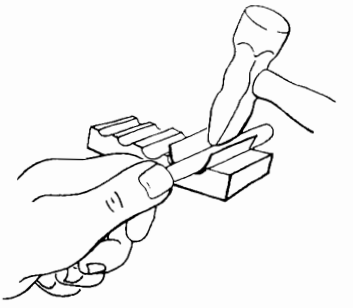
التشكيل بالحنى .

عملية التخمير للمعدن .

العمل باستعمال الزرادية (البنسة) .

الأساليب الأساسية للتشكيل بالسلك .

التشكيل فى الألواح المعدنية .



الأساليب الفنية الأساسية لتشكيل المعادن

أولا : ، قطع المعادن ،

١ ـ القطع بواسطة المقصات اليدوية :

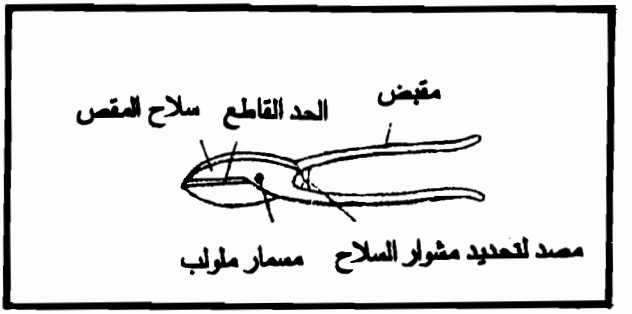
يمكن فصل المعادن بواسطة مقص الألواح اليدوى دون التسبب فى فقد نسبة كبيرة من الخامة أو الحاجة إلى جهد كبير فى التشطيب ، وهى تستخدم فى قص الألواح التى يستجيب سمكها للقص بيد واحدة، مثل الألواح المعدنية الرقيقة فى صناعة المعادن والصياغة بعد عملية الشنكرة الدقيقة فى صناعة المعادن والصياغة بعد عملية الشنكرة والعلام حيث تقوم بقص خطوط مستقيمة أو منحنية أو زوايا .

١ ـ مقص الألواح اليدوى :

يستخدم هذا النوع من المقصات فى قص الألواح المعدنية الرقيقة إلى مختلف الأشكال .

تصميم مقص الألواح اليدوى :

يصنع المقص من ذراعين من الصلب يشكلان من نهايتيهما على هيئة مقابض وعند الأطراف تشكل الأسلحة القاطعة ـ ويجب أن يتناسب طول المقبض مع سمك ونوع المعدن المقطوع حتى يقل الجهد المبذول فى عملية القطع ـ ويثقب كل ذراع عند نهاية السلاح ويجمعان معا بمسمار محوّى ليشكل محور الارتكاز .

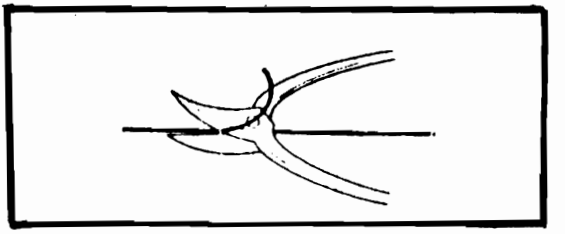


مقص ألواح يدوى

نظرية عمل المقص :

تعتمد نظرية عمل المقص على نظرية عمل السكين حيث يكون السكين مشطوفا بزاوية معينة وعند إمراره على المادة المراد قطعها بقوة معينة فإنه يؤثر بإجهاد قص نتيجة للشطف على جزيئات المادة فيقوم بفصل المادة عن بعضها .

وفى المقص يكون السلاحان مشطوفين إلى الخارج وعند غلقهما على المادة المراد قطعها فإن كل سلاح يؤثر على الجزء المقابل له فتنفصل المادة من بعضها وتتوقف زاوية الشطف على نوع المادة المراد قصها .



القطع بمقص قص الدوائر

هذا ويلزم أن تكون زاوية وصول المقص إلى الخام حادة حتى يتم القص بأقل قوة ممكنة ويجب أن يتطابق خط قطع السلاحين حتى لا يتلف المادة وينتج سطح نظيف مع مراعاة تعامد السلاحين مع سطح المعدن المراد قطعه .

كيفية استخدام المقصات اليدوية :

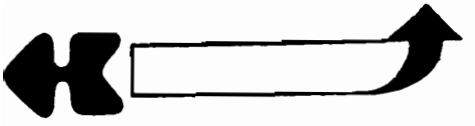
يلاحظ عند استخدام المقصات اليدوية ضرورة رفع الخامة المراد قصها قليلا إلى أعلى باليد اليسرى .

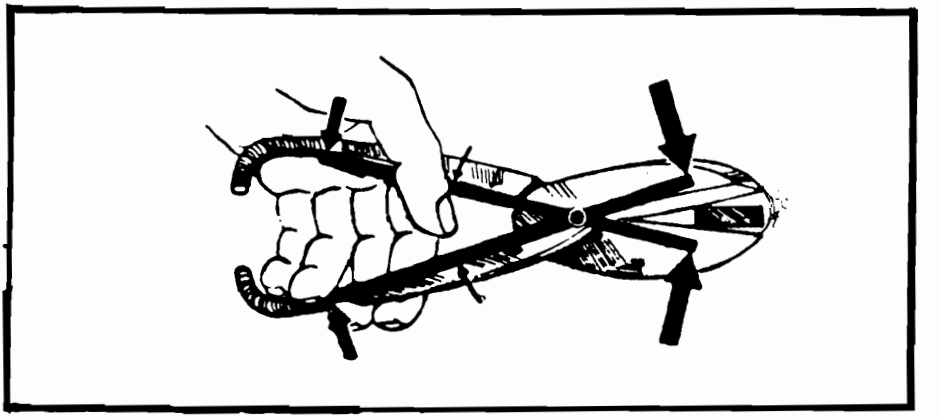
وفى نفس الوقت تقبض اليد اليمنى على المقص وتوجهه . ويجب الانتباه الشديد عند بداية القص للتأكد من أن المقص يتقدم فى الاتجاه الصحيح ، وطبقا لخط العلام . كما يراعى عدم انفراج الزاوية بين فكى المقص أكثر من الضرورى حتى تتفادى عدم انطباقهما مباشرة على الخامة واحتمال دفعها للأمام مما قد يتسبب عنه انحراف المقص عن خط العلام ولا يمكن لحدى المقص أن يقوما بعملهما على الوجه الأكمل قبل أن تصل الزاوية بينهما إلى ١٥° .

ومن الممكن استخدام المقصات اليدوية فى القص المستقيم (العدل) أو المنحنى على حد سواء .

القص المستقيم (العدل) :

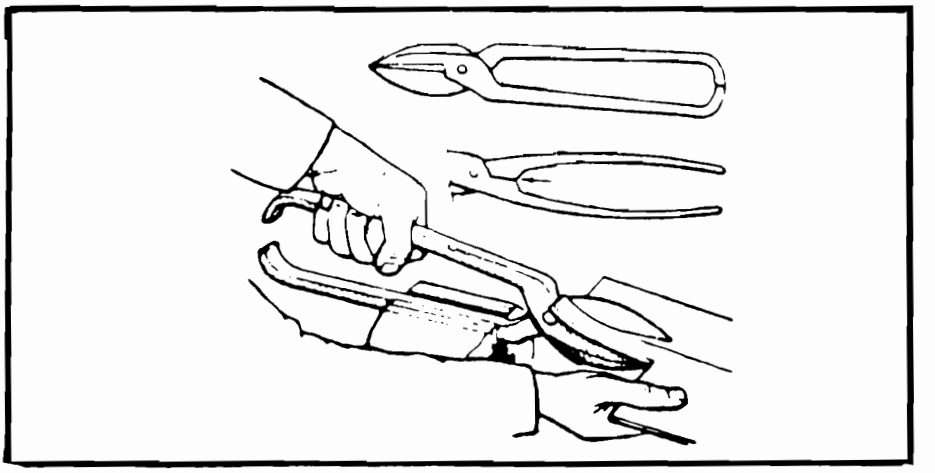
تؤدى محاولة قص لوح من المعدن وهو ممسوك باليد فى الهواء إلى دوران الطرف الحر مما قد ينشأ عنه حدوث إصابات لذلك يوضع اللوح المراد قصه قصا مستقيما على التزجة ويضغط عليه باليد اليسرى ويراعى عدم انطباق طرفى السلاحين ، بل يجرى المقص فى حركة قصيرة المدى لا تنفرج منها الزاوية بينهما ولا تضيق عن الحد المعقول . مع مراعاة رفع المقص قليلا إلى أعلى ثم دفعه للأمام .



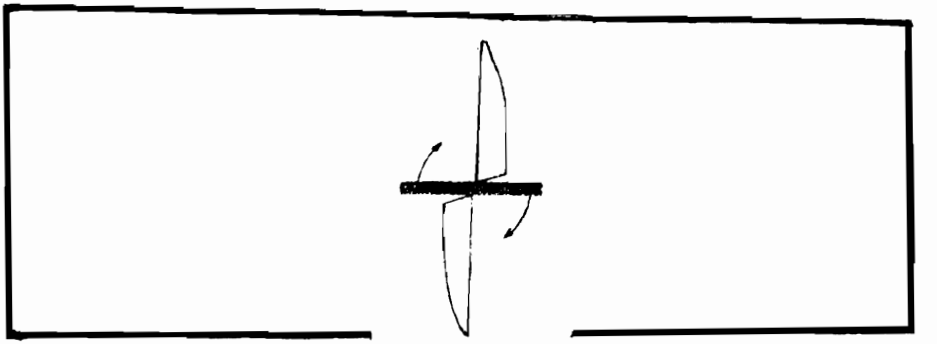


الطريقة الصحيحة لإمساك المقص

مع الزاوية الصحيحة بين سلاحى المقص عند بدء القص

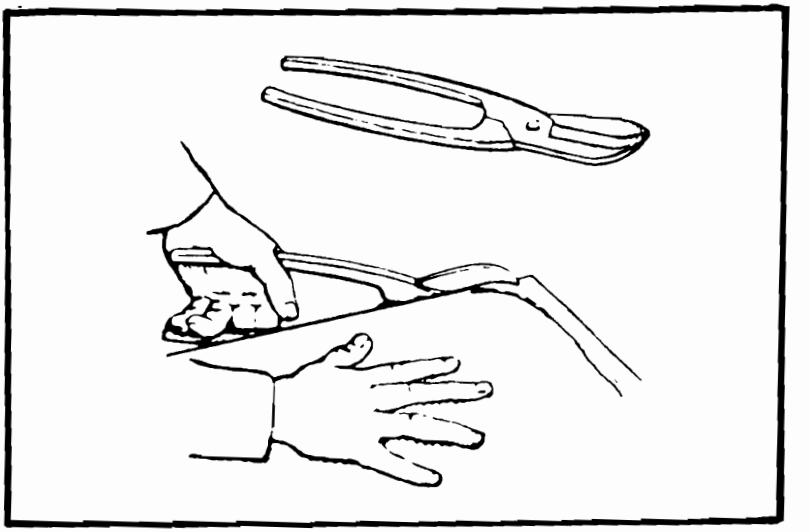


طريقة استعمال مقص الألواح اليدوى

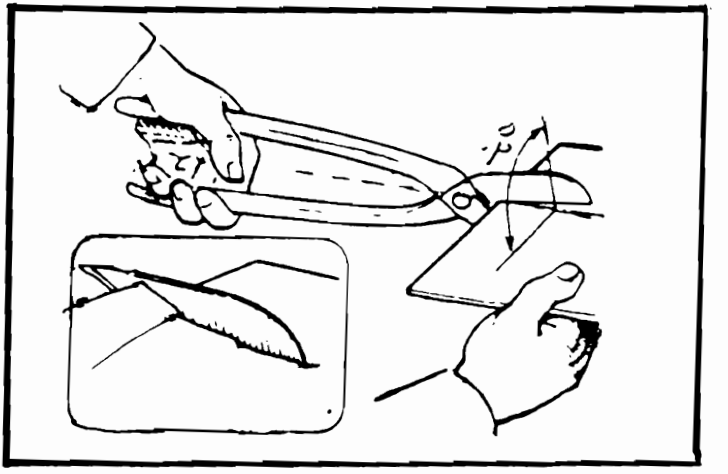


القص المستقيم (العدل)

حركة دائرية تحدث نتيجة استعمال مقص الألواح اليدوى



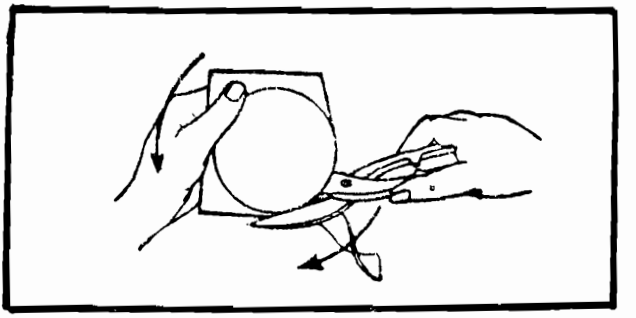
يوضع اللوح المراد قصه قصا مستقيما على الدزجة ويضغط عليه باليد اليسرى



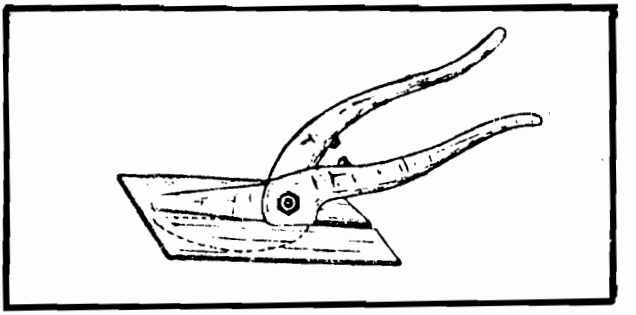
تعامد المقص مع الشريحة

القص المنحنى :

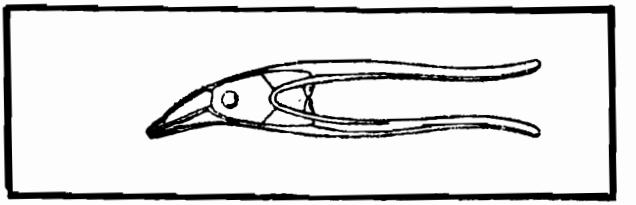
لعمل قص منحنى عند قطع الخطوط المنحنية والدوائر يستخدم المقص المنحنى حيث يصنع سلاحه خطوطا منحنية ويستعمل أيضا المقص الدائرى اليدوى أو الآلى .



قص الدوائر فى لوح معدنى



استعمالات المقصات اليدوية يستعمل هذا النوع فى قص شرائط طويلة

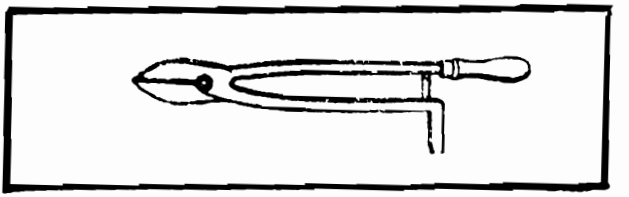


مقص الثقوب ويصلح كذلك لقص المنحنيات ذات الأقطار الصغيرة

الأنواع السابق ذكرها من المقصات يمكن تشغيلها بيد واحدة فى قص ألواح معدنية بالتخانات الآتية : صلب ٠,٧ مم ـ نحاس أحمر ١,٠ مم ـ نحاس أصفر ٠,٨ مم ـ ألومنيوم (حسب درجة الصلابة) من ١,٠ مم إلى ٢,٥ مم .

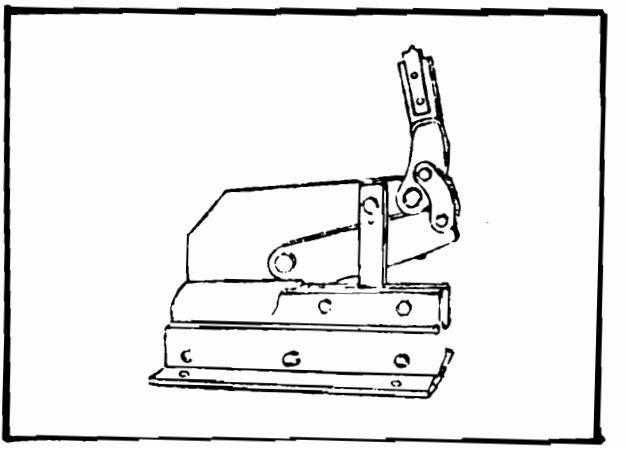
أما الألواح التى تزيد تخانتها على ذلك فيستخدم فى قصها أنواع المقصات المبينة فيما يلى :

مقص التزجة : ويثبت الجزء السفلى منه فى منجلة وهو أكثر ثباتا من المقصات اليدوية المعتادة كما أن مقبضه أطول



المقص ذو القاعدة :

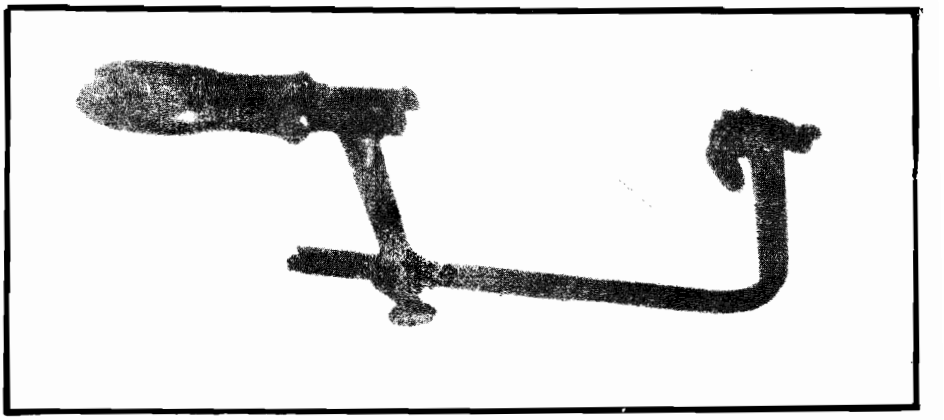
وهو مزود بوسيلة لحمل اللوح المراد قصه ، وليس على العامل إلا توجيه اللوح فقط ، والسلاح العلوى للمقص مقوس بحيث تكون الزاوية بين السلاحين ١٥° دائما ، بصرف النظر عن وضع السلاح العلوى .



وعند استعمال المقصات اليدوية يجب مراعاة ما يلى لتفادى الحوادث والإصابات :

ـ أن المادة يمكن قصها بمقص يدوى يمسك بكلتا اليدين ، مراعاة ارتداء قفاز واق من الجلد لحماية اليد التى تقبض على المعدن المقصوص .

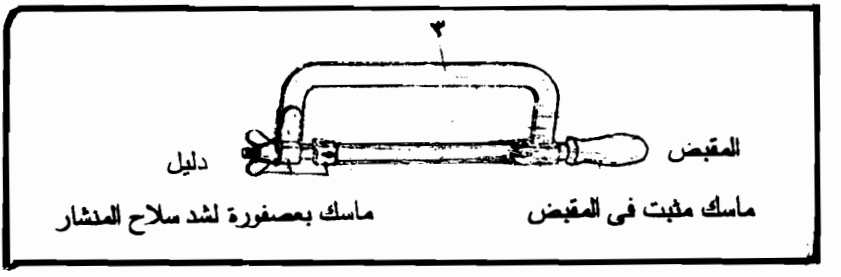
٢ ـ النشر :



منشار الصائغ وسلاحه

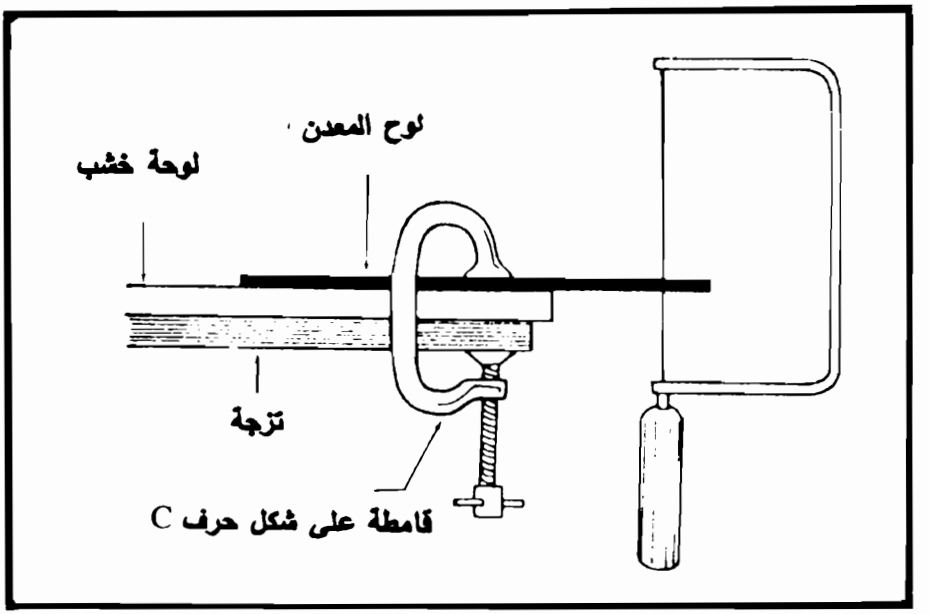
لعمل قطع مستقيم حاد خلال لوح سميك من المعدن يمكن استعمال منشار المعادن مع اختيار سلاح مناسب للخامة التى تقوم بنشرها ، وبالرغم من أن مظهر منشار الصائغ يوحى بسهولة كسره إلا أنه يمكن استخدامه فى أعمال القطع المتنوعة أيا كان نوع المعدن المقطوع حتى أنه يمكنك تفريغ دائرة فى منتصف لوح معدنى باستخدام هذا المنشار .

وهو لا يشبه الأنواع الأخرى من المناشير حيث أن موضع أسنانه تتجه إلى الخلف ناحية المقبض لذلك يتم القطع فى مشوار الهبوط وبناء على ذلك فلابد من تركيب السلاح دائما بحيث تكون الأسنان غير مواجهة للإطار ومتجهة تجاه المقبض .



منشار قطع المعادن اليدوى (المنشار الحدادى)

وتفك الصامولة العصفورة التى فى كل طرف من أطراف إطار منشار الصائغ أو الأركيت ويثبت السلاح فى الماسك العلوى مع وضع طرف الإطار تجاه حافة التزجة مع إمساكه من المقبض باليد اليسرى والدفع بإحكام تجاه التزجة (المنضدة) حتى ينثنى الإطار خفيفا ثم يثبت السلاح فى الماسك السفلى وفى حالة التثبيت السليم للسلاح فإنه سيحدث أزيزا موسيقيا عند طرقه بالإبهام .

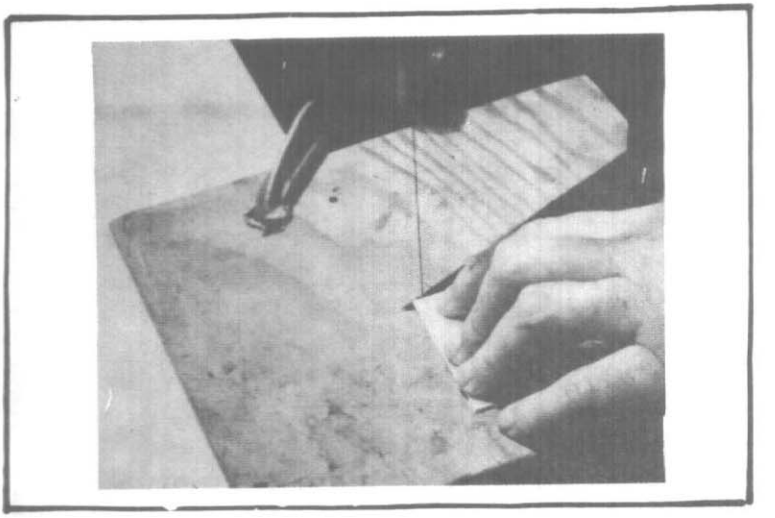


التجهيز لعملية النشر

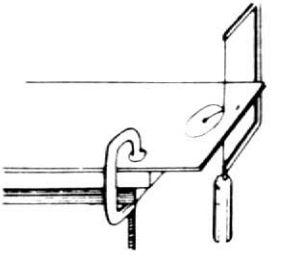
وعند تجهيز التزجة يجب أن تضع نوع المعدن الذى ستقوم بنشره فى الاعتبار فإذا كان اللوح سميكا ومتماسكا بدرجة تمنعه من الانثناء تحت ضغط المنشار ، فإن تجهيزك يجب أن يكون بالصورة الموضحة عاليه ولابد من ربط الشغلة أفقيا ، حتى يتحرك المنشار لأسفل فى حركة القطع وليس من جانب لآخر .

أما إذا كنت تقوم بنشر لوح رقيق من المعدن فلابد أن يستبدل

اللوح الخشبى الذى بين التزجة واللوح المعدنى بوتد التزجة الذى سبق شرح إعداده فى فصل الأدوات والمعدات ، ولا تنحن على المنشار واجعل الأسنان تقطع خفيفا فى المعدن ، ولا تحاول مجرد هزهزة المنشار لأعلى ولأسفل فربما يسبب هذا كسر السلاح . اقطع المعدن فى مشوار الهبوط ثمّ أبعد المنشار إلى الوراء بحيث لا يلمس المعدن ثم ارفعه واقطع مرة أخرى وهكذا أما إذا سحبت المنشار على المعدن فى مشوار الصعود فسيتسبب ذلك فى ثلمها بسرعة .



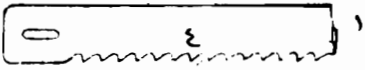
وإذا أردت تفريغ جزء من وسط لوح المعدن ابدأ بتخريم ثقب يسمح لصفيحة المنشار بالمرور خلاله ، مرر السلاح على أن يكون اتجاه الأسنان لأسفل وتثبت بالإطار وإذا حدث أن تعرضت قطعة للتعرج فعالجها بالتسطيح .



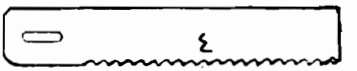
منشار المعادن اليدوى (المنشار الحدادى) :

يمكن باستخدام منشار المعادن قطع خامات معدنية مختلفة التخانات والقطاعات ، كما يمكن علاوة على ذلك استخدامه فى عمليات الشق المختلفة .

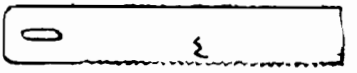
وباستعمال المنشار الحدادى يتحول المعدن المقطوع إلى رائش عند نقطة عمل المنشار ، ونحصل بهذه الكيفية على قطع نظيف لا يحتاج إلا إلى قدر بسيط من التشطيب ، وفى نفس الوقت لا يضيع إلا قدر ضئيل من المادة ، ويؤدى المنشار الحدادى عمله بواسطة قواطع مشكلة الواحدة تلو الأخرى على حافة الصفيحة وتعرف بأسنان المنشار ، وتعمل أسنان المنشار على إزالة المادة على هيئة رائش دقيق ، فتتغلغل أعمق وأعمق فى داخل المادة ، ويفضل اختيار نوع السلاح وفقا لنوع المعدن المطلوب قطعه حتى يمكن للمنشار أن يقوم بعمله خير قيام ، وتستخدم المناشير ذات الأسنان الخشنة بوجه عام فى قطع المعادن الطرية والبلاستيك والمواد الاصطناعية ، بينما تستخدم المناشير ذات الأسنان المتوسطة فى قطع صلب العدة والصلب متوسط الصلادة ، والسبائك الصلدة الخفيفة ، وسبائك النحاس الأحمر ، والمواسير والمعادن السميكة المقطع ، أما المناشير ذات الأسنان الدقيقة فتستخدم فى قطع المواد الرقيقة السمك ، مثل المواسير ذات الجدران الرقيقة .



١ ـ صفيحة ذات أسنان خشنة من ١٤ إلى ١٦ سن فى كل ٢٥ مم .



٢ ـ صفيحة ذات أسنان متوسطة ، ٢٢ سن فى كل ٢٥ مم .



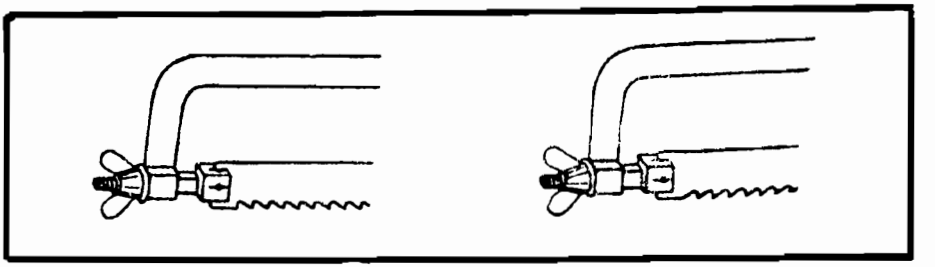
٣ ـ صفيحة ذات أسنان دقيقة ٣٢ سن فى كل ٢٥ مم .

٤ ـ خطوة السن (المسافة بين الأسنان) .

ويتطلب استخدام المنشار الحدادى شيئا من الخبرة للتمكن من تحقيق درجة ملحوظة من الدقة فى قطع المعادن وبخاصة ما كان منها سميكا ، ويجب بصفة عامة مراعاة استخدام السلاح بكامل طوله أثناء حركتى الدفع والجذب مع عمل نوع من التأرجح البسيط .

كيفية تثبيت وشد سلاح المنشار :

تتغلغل أسنان المنشار فى المادة أثناء حركة الدفع ويصبح ذلك ممكنا فقط إذا كان اتجاه طرف السن مع اتجاه تلك الحركة ، وفى حالة تركيب سلاح المنشار فى غير اتجاهه الصحيح ، فإن خروج الرايش يحدث أثناء حركة الجذب مما يستحيل معه الحصول على قطع دقيق نظرا لصعوبة أداء العمل فى مثل ذلك الوضع فضلا عن افتقار الصانع عندئذ إلى الإحساس الكامل بالحركة المنتظمة للمنشار .

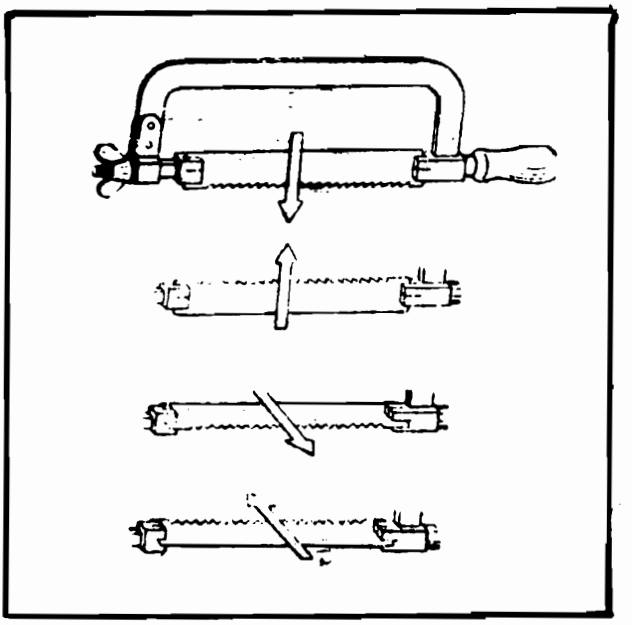


صفيحة مثبتة بالكيفية الصحيحة وأسنانها فى اتجاه حركة الدفع

صفيحة مثبتة بكيفية خاطئة

ويلزم تغيير وضع سلاح المنشار بالنسبة لوضع الإطار تبعا لاختلاف أشغال الشغلة المراد قطعها ، وفى المناشير النمطية المعروفة تكون قامطتا التثبيت مشقوقتين شقين متعامدين مما يسمح بتثبيت السلاح فى أربعة أوضاع مختلفة .

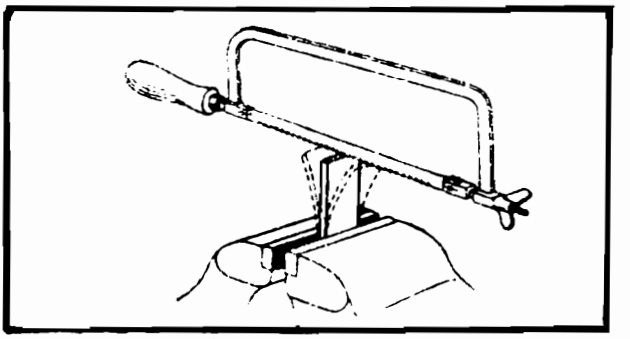
وبعد تثبيت السلاح فى قامطتى التثبيت ، يجب التأكد من عدم بروز أى من وسائل التثبيت الموجودة فى هاتين القامطتين ، مثل : المسامير والبرشام والمشابك منعا لحدوث إصابات .



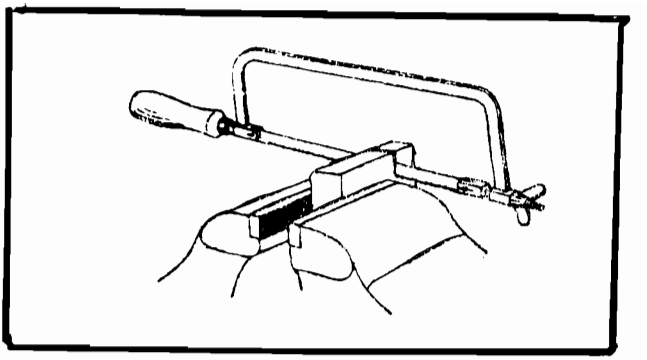
أوضاع سلاح المنشار (الصفيحة) بالنسبة للإطار

زنق (تثبيت) الشغلة :

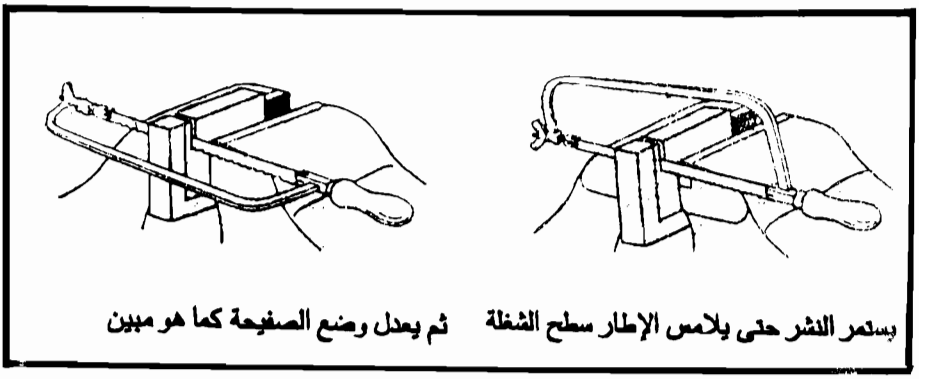
يجب تثبيت الشغلة تثبيتا محكما فى المنجلة قبل البدء فى العمل ، فالشغلة غير الثابتة لا تتيح إجراء قطع نظيف ، كما تؤدى إلى كسر سلاح المنشار أثناء العمل ، والقاعدة المتبعة فى تثبيت الشغلة أن يكون العلام ظاهرا إلى يسار فكى المنجلة ويبعد عنهما بضعة ميللمترات ، وإذا كان طول القطع كبيرا ، فمن الضرورى فك الشغلة وإعادة تثبيتها عدة مرات منعا لاهتزازها .



تثبيت خاطئ للشغلة يؤدى إلى اهتزازها أثناء عملية القطع



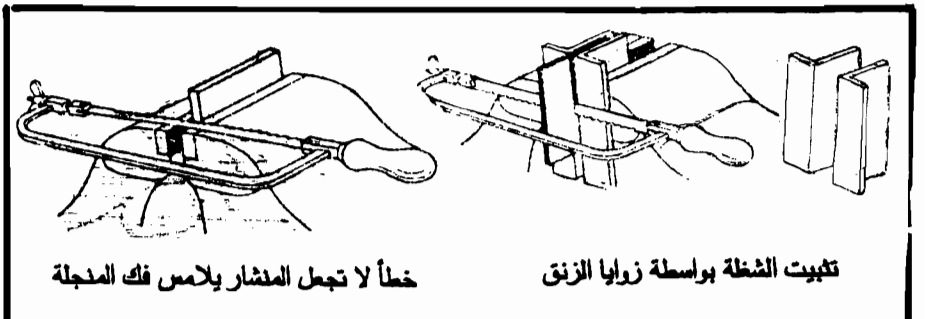
تثبيت جيد للشغلة ، ويراعى أن يكون العلام إلى يسار المنجلة .



يستمر النشر حتى يلامس الإطار سطح الشغلة ثم يعدل وضع الصفيحة كما هو مبين

المنشار فى الوضع السليم للقطع الطويل

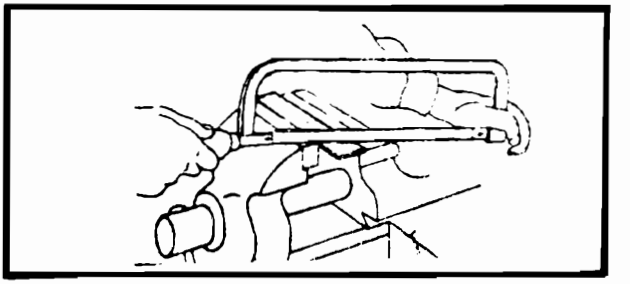
وفى حالة استخدام المنشار الحدادى لقطع الألواح ، يستعان فى تثبيتها بزوايا إضافية من الحديد تستعمل كدليل للقطع ومن غير المستحسن عند نشر قطعة من المعدن مربوطة إلى منجلة ، أن يلامس سلاح المنشار سطح هذه المنجلة فإن ذلك يؤدى إلى سرعة تآكل أسنان المنشار .



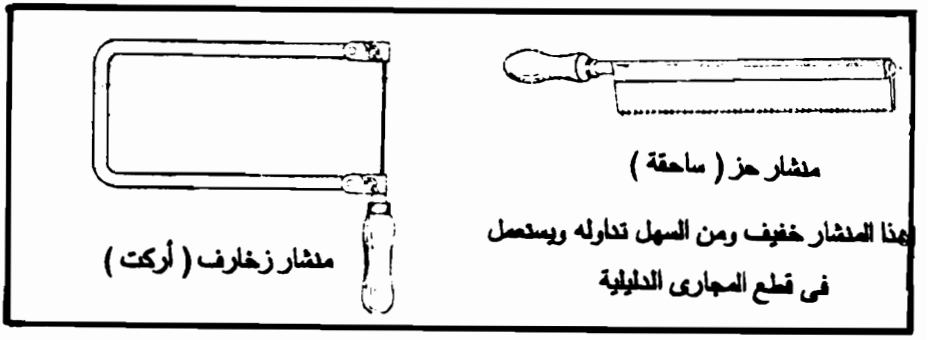
تثبيت الشغلة بواسطة زوايا الزنق خطأ لا تجعل المنشار يلامس فك المنجلة

بدء عملية القطع :

يتعين على الصانع توجيه المنشار بعناية فائقة وحرص بالغ عند البدء فى عملية النشر ، حيث ينزلق السلاح حينئذ على خدش غير غائر ولا يثبت عليه مما يعرضه للإنحراف عن العلام المرسوم ، وعدم التزام الحرص فى هذه الخطوة الأولية يترتب عليه الوقوع فى الخطأ ، أو ظهور خدوش سيئة على جانبى القطع . وتفاديا لذلك يستخدم المبرد المثلث لإحداث خدش على خط العلام ولا يزيد عرضه عن ٠,٠٥ م فى الجزء المستبعد من الشغلة ويستغل هذا الخدش كدليل ييسر توجيه سلاح المنشار فى الاتجاه المطلوب ويجب فى البداية أن يكون مشوار المنشار قصيرا بين حركتى الدفع والجذب ، كما يجب أن يميل السلاح قليلا على سطح الشغلة لتسهيل خروج الرابش والأسلوب الصحيح للنشر أن نبدأه من حافة الشغلة القريبة من العامل .



الزاوية الصحيحة لبدء عملية النشر



أنواع المناشير المختلفة واستعمالاتها

أحد أنواع المناشير الخفيفة سهلة الاستعمال يستخدم
فى عمل الخدوش والثقوب (المشقبيات)

منشار الأركت :

لما كان هذا النوع من المناشير يستخدم بيد واحدة ، لذلك يجب أن يكون سلاحه مشدودا تماما حتى يمكن توجيهه بسهولة تحت تأثير القوة التى تبذلها اليد ، وتتيح المسافة الكبيرة نسبيا بين سلاح المنشار وظهر الإطار ، إمكان استغلاله فى عمل نماذج وثقوب مختلفة الأشكال فى المواد ذات التخانات الرقيقة .

احتياطات وقائية لاستعمال المنشار اليدوى :

١ ـ يجب ملاحظة عدم ضغط أو لى سلاح المنشار حتى لا ينكسر ويصاب العامل .

٢ ـ يجب ربط المشغولة جيدا بالمنجلة بحيث لا يسمح لها بالتحرك وأن يكون المكان المراد نشره قريبا من فكى المنجلة منعا لتذبذب المشغولة وكسر السلاح .

٣ ـ إجراء القطع على يسار المنجلة .

٤ ـ عدم بروز أطراف البرشام أو المشابك خارج قامطة الشد .

٥ ـ شد سلاح المنشار بقوة .

عملية التفريغ بمنشار الأركت أوالصائغ :

وسيلة من وسائل قطع لوح المعدن من الداخل إلى أجزاء وهى عملية فنية تنفرد بها لعمل فراغات لا يمكن تنفيذها بطريقة القص حيث يتم النشر بواسطة أسلحة أو ريش المنشار وهى ذات تخانات وأرقام مختلفة حسب دقة عملية النشر .

التفريغ بمنشار الأركت :

١ ـ تتم هذه العملية بواسطة منشار الأركت على أن ينقل العلام على المعدن بوضع الكربون والشفاف المرسوم والضغط على الخطوط

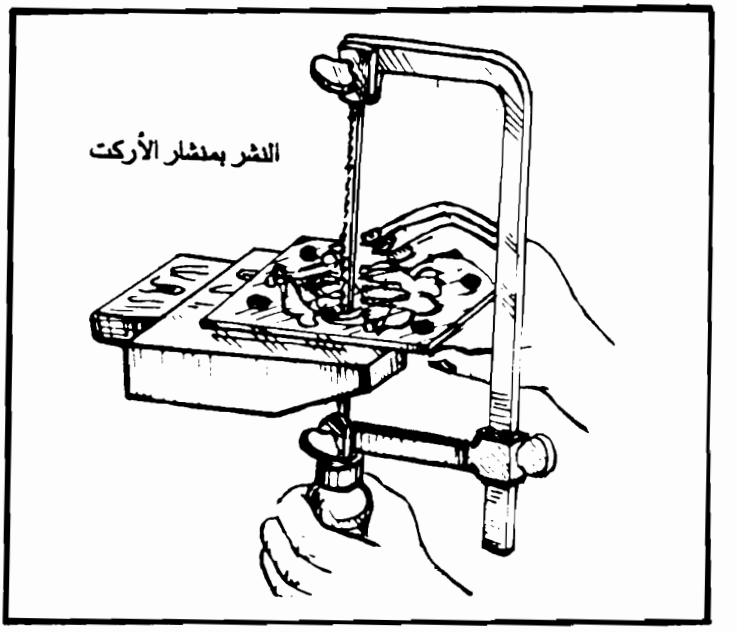
بشوكة علام لشنكرة الخطوط لعدم إزالتها أثناء التشغيل ثم تزنب وتثقب وتفرغ الفراغات .

٢ ـ تركب ريشة المنشار فى الثقب المشار إليه وتركب بالبرواز على أن يكون السن إلى أسفل .

٣ ـ يحرك البرواز حركة ترددية إلى أعلى وإلى أسفل بحيث يكون الضغط إلى أسفل وأن يحافظ على وضعه عموديا وعدم الميل المفاجئ تفاديا لكسر السلاح مع استخدام الشمع الإسكندرانى لتسهيل عملية النشر وعدم سخونة السلاح .

٤ ـ يراعى أثناء التشغيل الانتباه والهدوء والأعصاب الهادئة والتركيز حتى تتم عملية التفريغ بنجاح على أن يكون خط سير السلاح بجوار الخطوط وعدم الخروج عنها حتى لا تفقد شكلها ويكون بها تخانة يمكن بردها أو تهذيبها بواسطة سلاح المنشار أوالمبرد .

ويلاحظ استخدام البرواز المناسب لحجم المشغولة كبيرة كانت أم صغيرة فيستخدم للأولى برواز المعادن والحالة الثانية يستعمل برواز الصياغة .



٣ ـ عملية البرادة :

الغرض الأساسى لاستعمال المبرد هو تشطيب وتهذيب المشغولة بعد النشر أو القص لإزالة الزوائد من حواف المعدن وتصحيح أخطاء القطع ، ولن تحتاج فقط المبارد المبططة أو المثلثة أوالدائرية أو النصف دائرية ، بل ستحتاج أيضاً المبرد الإبرى (لسان العصفور) والذى سيمكنك من برد أصغر شرشرة وتوجد المبارد الإبرية فى مجموعات تضم الأشكال النافعة لأغراض الصياغة والتى تستعمل لعمل تأثير الملمس المميز عند صياغة الحلى الفضية .

خطوات العمل بالمبرد :

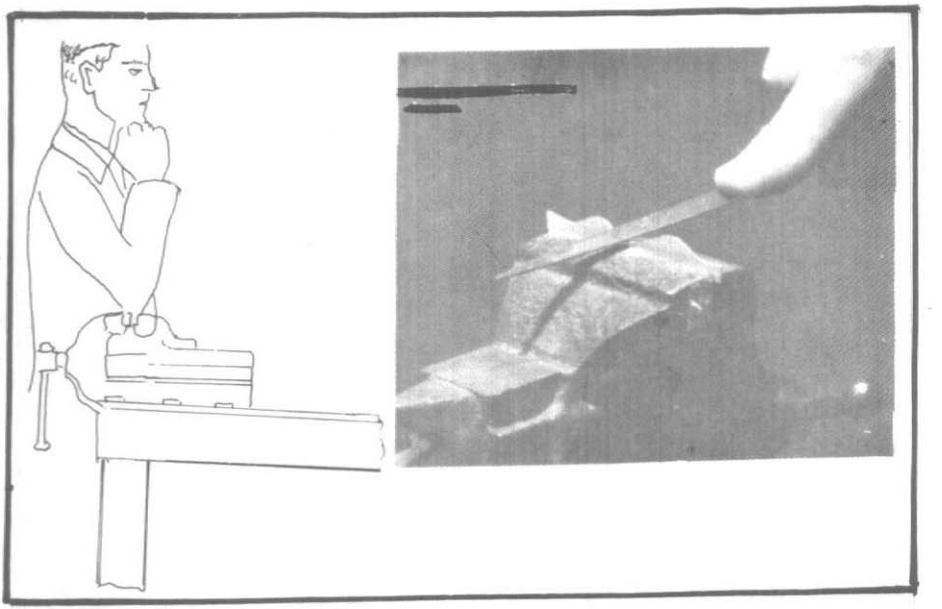
١ ـ ربط المشغولة المراد بردها بمنجلة البراد على أن يراعى تجليدها بقطعتين من الرصاص أو الخشب إن كان معدنها من النوع الذى يتأثر بفكى المنجلة ويمكن تكسية فكى المنجلة بالرصاص وتركهما على هذه الصورة بصفة دائمة .

٢ ـ يجب أن يكون المبرد متعامدا على سطح الشغلة ويمسك على زاوية ٤٥° مع حافة الشغلة ، كما يجب أن يكون سطح المشغولة أعلى قليلا من فك المنجلة بحيث لا يلمس المبرد المنجلة كما يجب ألا يكون ارتفاعها زائد حتى لا تتعرض للتذبذب والتلف

٣ ـ يجب أن يكون السطح العلوى للجسم المراد برادته فى مستوى مرفق الصانع تقريبا ويبرد بكامل الطول الحى ويتوالى البرد من اليسار لليمين ومن اليمين لليسار .

٤ ـ يراعى الضغط بالمبرد بدرجة كافية عند بدء البرد حتى يبدأ المبرد فى إزالة المعدن إلا أنه يجب استمرار انتظام الضغط حتى نتجنب عدم انتظام الحافة .

٥ ـ عند برد أحد جانبى مشقبية يستخدم المبرد المبطط بحيث يكون الجانب عديم الأسنان إلى أسفل حتى لا يؤثر فى السطح السفلى .



يمسك بالمبرد متعامدا مع سطح الشغلة

الارتفاع الصحيح للمنجلة بحيث يكون السطح العلوى للجسم المراد برادته فى مستوى مرفق الصانع تقريبا

٦ ـ وفى عمليات البرد لأعمال الصياغة والمجوهرات تستبدل منجلة البرد بأخرى (منجلة اليد) ويكون وضع العامل جالسا حيث أن برادة المعدن يجب الاحتفاظ بها لإعادة صهرها لغلو ثمنها .

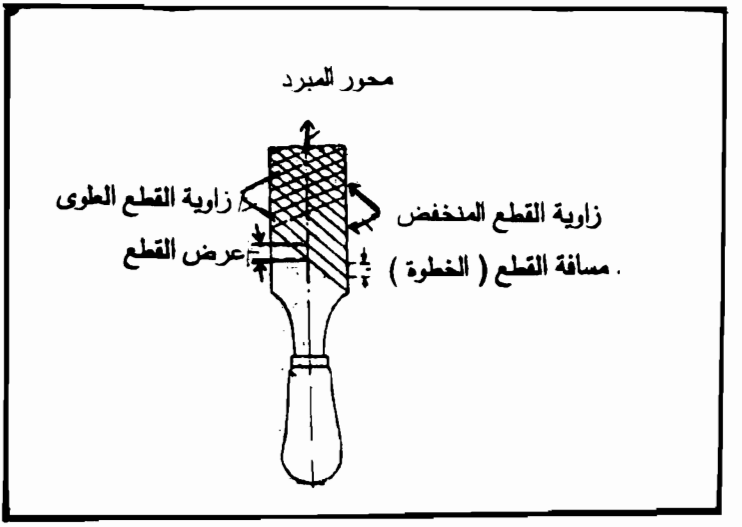
حركة المبرد :

تعطى المبارد ذات الأسنان المحفورة حركة كشط فى حين تعطى المبارد ذات الأسنان البارزة حركة قطع وللحصول على أحسن النتائج فى عمليات البرد ، تستخدم مبارد النوع الأول لبرد المعادن الصلبة ، ومبارد النوع الثانى لبرد المعادن الطرية .

وللحصول على سطح أملس جدا نستخدم المبارد مفردة القطعية (القطيفة) وعلى أية حال فمن العسير تغلغل هذا النوع من المبارد فى المادة .

لهذا السبب تشكل فى المبارد الأخرى مجار لتفتيت الرايش . مما يسمح بالحصول على نفس جودة تشطيب سطح الشغلة ، إذا بذل نفس المجهود .

ومعظم أنواع المبارد الشائعة الاستعمال من النوع مزدوج القطعية (الخشن) .



المبرد المزدوج القطعية

وتتوقف درجة ملامسة السطح على نوع المبرد المستعمل ، وتتحدد هذه الدرجة بوجه عام فى الرسومات الفنية وتستخدم رموز قياسية فى الرسومات الفنية لتحديد جودة التشطيب للأسطح .

الرموز المستعملة فى تشطيب الأسطح :

١ ـ سطح خشن .

٢ ـ سطح أملس (ناعم) .

٣ ـ سطح شديد الملامسة (ناعم جدا) .

كيفية استخدام المبرد :

يحتاج استخدام المبرد إلى شئ من المهارة وعن طريق التدريب المتكرر يمكن اكتساب الخبرة اللازمة لتنفيذ الشغلة وتشطيبها طبقا للرسومات الفنية بأقل التكاليف ، وللعوامل التالية أهمية بالغة عند استعمال المبرد فى أعمال البرد المختلفة .

(أ) ارتفاع المنجلة .

(ب) وضع القدمين .

(جـ) كيفية تداول المبرد .

(د) طريقة تثبيت الشغلة وزنقها بالفكوك الواقية .

(هـ) زنق الشغلة (ربطها) بواسطة المنجلة (منجلة سن المناشير) .

(و) تركيب الشغلة على لوحة البرد .

(ز) البرد على الدليل الخشبى .

١ ـ ارتفاع المنجلة :

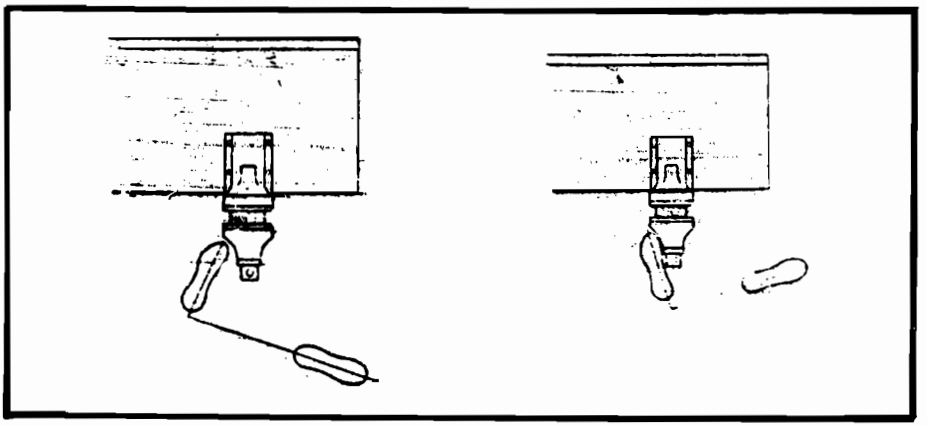
لارتفاع المنجلة أهمية خاصة بالنسبة لعملية البرد لأنها قد تؤثر على مقدرة البراد فى أداء عمله ، وأنسب ارتفاع ، ذلك الذى يسمح للعامل بالوقوف والاستناد بمرفقه على سطح المنجلة ويده تحت ذقنه وهو منتصب القامة دون ما جهد .

وتجاهل هذه القاعدة يؤدى إلى سرعة إرهاق البراد ، كما يمنعه من ملاحظة الشغلة بدقة أثناء قيامه بعملية البرد بسبب وضعه غير المريح .

(ب) وضع القدمين :

هناك علاقة تربط بين طريقة وقوف الصانع أمام المنجلة وزوايا ميل

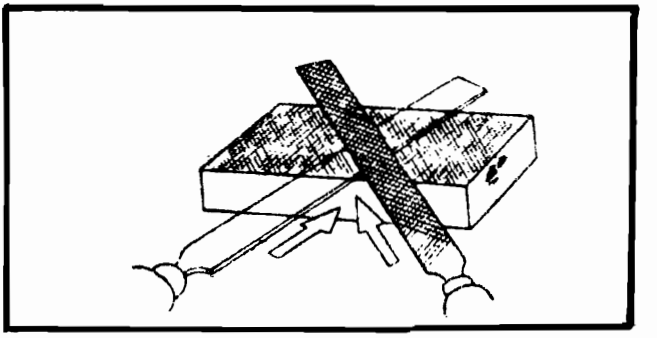
أسنان المبرد المتقاطعة ، فإذا كان ممن يستعملون اليد اليمنى فيجب أن يقف وقدمه اليسرى فى اتجاه موازٍ لخط عمل المبرد ، بينما تكون قدمه اليمنى متعامدة مع القدم الأولى أى تصنع معها زاوية قدرها ٩٠° .



وضع القدمين عند البرد من اليسار إلى اليمين

وضع القدمين عند البرد من اليمين إلى اليسار

ويمكن الحصول على سطح مستو بطريقة البرد المستعرض ، أى البرد بالتناوب من اليسار إلى اليمين وبالعكس .

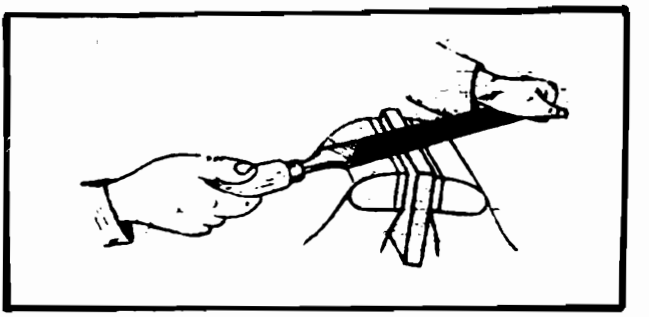


البرد المتعامد (فى اتجاهين متضادين)

(جـ) كيفية تداول المبرد :

تؤدى الطريقة الصحيحة لاستخدام المبرد إلى نتائج مرضية فى عملية البرد وأساس هذه الطريقة أن يقبض البراد إذا كان ممن يستعملون اليد

اليمنى على المقبض بيده اليمنى التى تتولى توجيه المبرد ، وفى حالة استخدام مبرد كبير الحجم تقبض أصابع اليد اليسرى على طرفه الأمامى بينما تستقر نهاية الإبهام السفلى على السطح العلوى للمبرد ، وتضغط اليد اليسرى ضغطا متزايدا أثناء حركة الدفع ، ثم يخف هذا الضغط أو يكاد يزول أثناء حركة الجذب ويجب أن تتكيف حركة المبرد مع سطح المشغولة سواء الدفع أوالجذب .

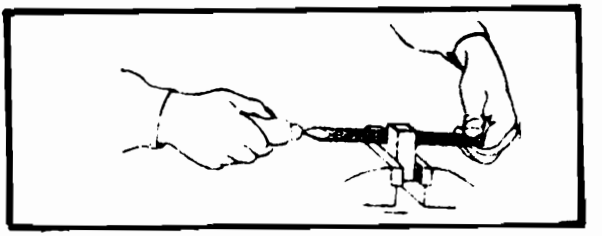


الكيفية الصحيحة لإمساك المبرد أثناء الاستعمال

ويجب أن يشوب حركة المبرد أثناء الدفع والجذب قليل من التأرجح كما هو الحال مع منشار المعادن .

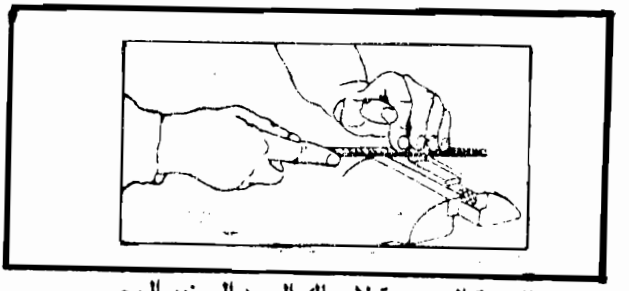
وعلى العموم يجب أن يستمر البرد فى اتجاه واحد حتى تظهر آثار المبرد على السطح كله بوضوح وعندئذ يغير اتجاه البرد حتى يتحقق البراد أنه قد وصل إلى الشكل أو التشطيب السطحى المطلوب .

وفى حالة استعمال مبارد متوسطة الحجم تقوم اليد اليمنى بتوجيه المبرد ، بينما يقوم إبهام وأصابع اليد اليسرى بتسليط الضغط المطلوب على مقدمة المبرد .



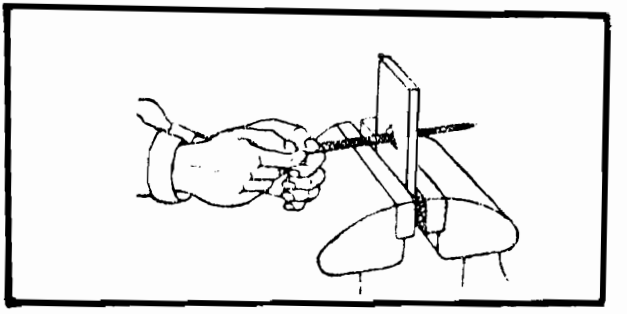
الكيفية الصحيحة لإمساك المبرد متوسط الحجم

وعند العمل بمبارد صغيرة الحجم يضغط على مقدمة المبرد ببعض أصابع اليد اليسرى وفى اتجاه الشغلة .



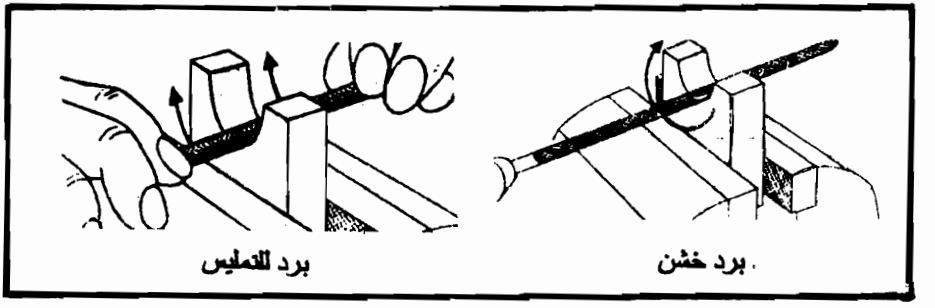
الكيفية الصحيحة لإمساك المبرد الصغير الحجم

ولبرد الفتحات الصغيرة يقبض على مؤخرة المبرد بكلتا اليدين .



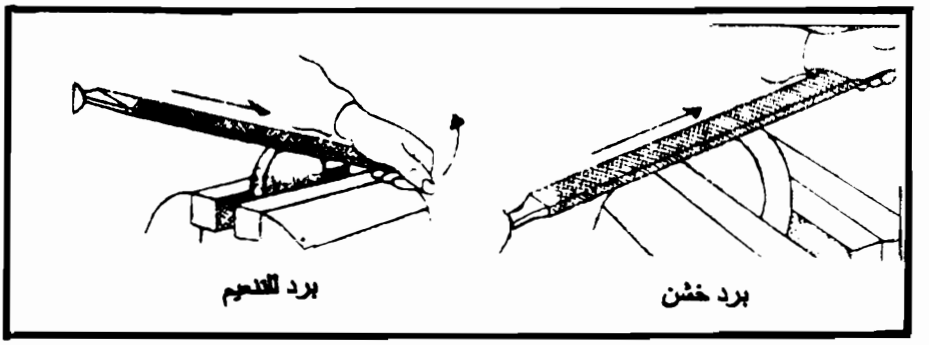
الكيفية الصحيحة لامساك المبرد عند برد فتحات صغيرة

ولبرد الأسطح المقعرة تستخدم المبارد الدائرية ونصف الدائرية ، ومن الضرورى لف المبرد قليلا فى الاتجاه الجانبى عند دفعه إلى الأمام ، وذلك للحصول على استدارة منتظمة .



كيفية برد سطح مقعر

أما الأسطح المحدبة فيتم بردها بالمبرد الخشن فى حركة عرضية متعامدة على الشغلة ، وهذا يتيح للبراد رؤية العلام الموجود على السطح الأمامى للشغلة أما البرد الناعم فيتم فى الاتجاه الطولى وفى حركة تأرجحية .

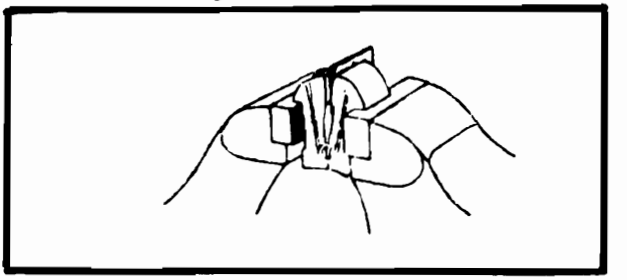


كيفية برد سطح محدب

(د) تثبيت الشغلة وزنقها بالفكوك الواقية :

التعليمات العامة المتعلقة بتثبيت وزنق الشغلة فى حالة القطع تنطبق على حالة البرد أيضا فمن الواجب عدم السماح للشغلة بالاهتزاز أثناء عملية البرد . كما يجب مراعاة تأثير أسطح الشغلة نتيجة زنقها بين فكى المنجلة .

لذلك يفضل فى كثير من الأحيان استخدام كلابة قامطة من الخشب وذات يای لتكون حاجزا واقيا بين أسطح الشغلة وفكوك المناجل.



تثبيت الشغلة على المنجلة بمساعدة كلابة خشبية قامطة

(منجلة يدوية صغيرة بمسننة)

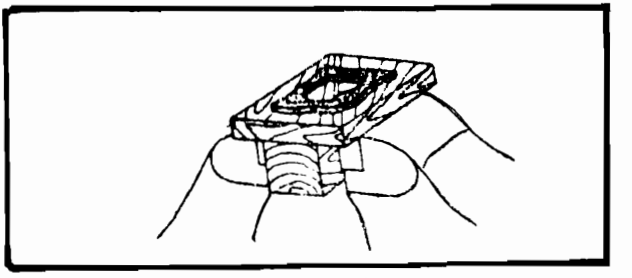
(هـ) زنق الشغلة بواسطة منجلة سن المناشير :

تدعو الحاجة فى كثير من أشغال المعادن إلى برد حواف الشغلة لشطفها ويكون الشطف عادة مائلا على أسطح الشغلة بزاوية ٤٥° وتربط منجلة سن المناشير فى منجلة التزجة بنفس الكيفية المتبعة فى الكلابة القامطة ذات الياى ، غير أن للأولى حلقا يركب بزاوية مقدارها ٤٥° على المحور الرأسى للمنجلة .

تثبيت الشغلة على المنجلة بمساعدة منجلة سن المناشير

(و) تركيب الشغلة على لوحة البرد :

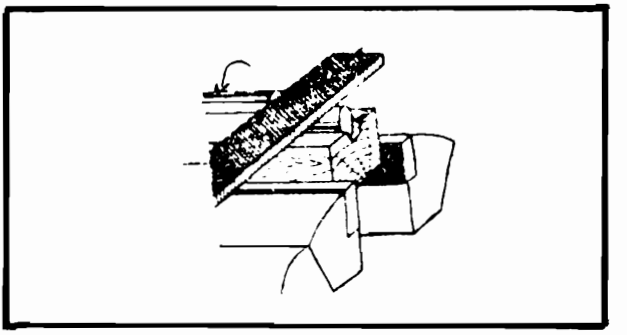
لا يتسنى برد الألواح المعدنية الرقيقة السمك برداً صحيحا بدون الاستعانة بوسيلة إضافية يسهل تثبيتها بين فكى المنجلة ، ويستخدم لهذا الغرض ما يعرف بلوحة البرد التى تتكون من جزئين ويثبت الجزء الأسفل طوليا بين فكى المنجلة . وهذا الجزء هو الذى تركب عليه الشغلة ، وقد تدعو الضرورة إلى تغيير وضع الشغلة فوقها عدة مرات طبقا لدرجة تشطيب السطح المطلوبة .



كيفية تركيب القطع المعدنية الرقيقة على لوحة البرد

ويعطى السطح لمسة التشطيب النهائية باستخدام مبرد مناسب فى الاتجاه المتعامد على المحور الطولى للمبرد .

وللحصول على سطح شديد الملاسة ، فإنه يبرد بردا مستعرضا بواسطة الطباشير والزيت ومبرد قطيفة قديم . ولا يصلح المبرد الجديد لهذه المهمة لأن آثار أسنانه تظل على السطح برغم دهانه بالزيت والطباشير .



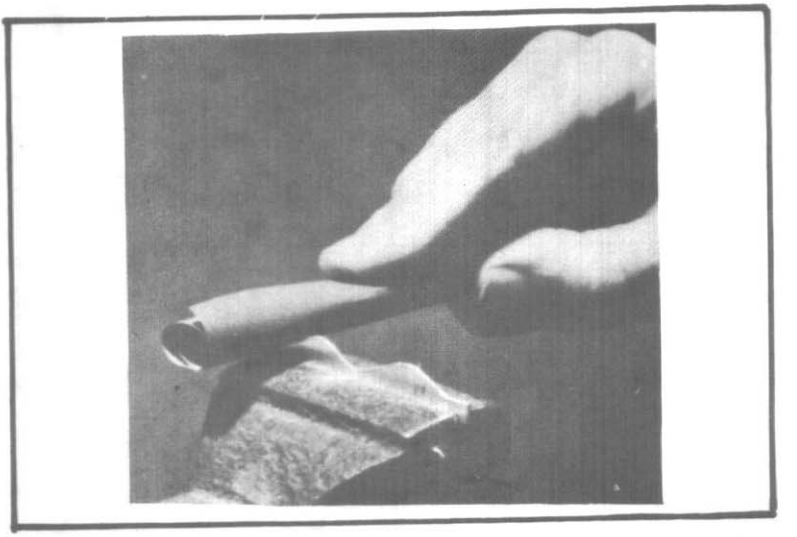
البرد بمساعدة دعامة خشبية

(ز) البرد على الدليل الخشبى :

تدعو الضرورة أحيانا إلى برد خامة مستديرة المقطع لتعذر وجود القطر المناسب للشغلة المطلوبة ، حينئذ تستخدم إحدى وسائل التثبيت الإضافية كالدليل الخشبى . وهو عبارة عن قطعة من الخشب مربعة المقطع بها تجويف يلائم الشغلة المراد بردها ، وتربط فى المنجلة . وعلى عكس المعتاد فى عمليات البرد الأخرى ، يتحتم هنا إمساك الشغلة باليد اليسرى وتدويرها فى اتجاه جسم البراد ، فى الوقت الذى تمسك فيه اليد اليمنى بالمبرد وتدفعه إلى الأمام مع الضغط عليه إلى أسفل .

وتشطب الشغلة بتنعيم العلامات الناتجة من أسنان المبرد باستعمال صنفرة من القماش مقطعة قطعاً صغيرة حوالى ٢ بوصة مربعة لسهولة مسكها . أو للمساحات الأكبر تلف على شكل ماسورة كما هو موضح فى الصورة ، وحاول أن تعالج حافة المعدن فقط وتجنب خدش السطح

ومع استمرار البرد ، سوف تلاحظ أن الحافة أصبحت ناعمة تماماً إذا ما مررت عليها بأصبعك .



الصنفرة القماش ملفوفة على شكل ماسورة ستساعد على تنعيم العلامات المتخلفة بعد البرد

ولتفادى الحوادث أثناء البرد تراعى الملاحظات الآتية :

قبل البدء فى عملية البرد يجب التأكد من :

١ ـ تثبيت المقبض فى سيلان المبرد تثبيتا محكما .

٢ ـ نظافة المبرد .

٣ ـ تثبيت الشغلة تثبيتا جيدا .

٤ ـ القطع بواسطة المثاقيب .

تحدث المثاقيب عند استخدامها ثقوبا دائرية فى المادة المثقوبة . وقد تكون تلك الثقوب نافذة أو غير نافذة والقطع باستخدام المثاقيب يعتبر أسلوبا عمليا واقتصاديا ولا يحتاج إلى جهد كثير فى التشطيب ، ويستعمل المثقاب فى إجراء عمليات الثقب وتشطيب الثقوب وتوسيعها وتخويشها بالدشالك (البراغى) الفرايز . وهى عملية تسبق عملية البرشمة والقلوظة وفتح المشقبيات والتفريغ .

وتتم عملية الثقب بالخطوات التالية :

أولا : تحديد مركز الثقب ثم تزنيبه بواسطة زنبة العلام .

ثانيا : إحضار البنطة المناسبة لقطر الثقب سواء كانت بلدية أم حلزونية .

ثالثا : تركيب البنطة الحلزونية فى طرف المثقاب وتمسك جيدا بواسطة اللقم بمفتاح خاص يسمى مفتاح الظرف حتى نضمن نجاح عملية الثقب وعدم فكها أثناء التشغيل .

رابعا : تثبيت المشغولات بوضعها على صينية المثقاب وتمسك جيدا مع مراعاة استعمال سائل التبريد ، حيث يسهل عملية الثقب ويمنع تسخين البنطة والمشغولة الناتج عن احتكاك البنطة بها أثناء الثقب .

يجب مراعاة الآتى لنجاح عملية الثقب :

١ ـ عند تركيب البنطة فى الظرف يراعى أن يكون محورها موازيا لعمود الحركة ومثبتة جيدا حتى لا يتلف الثقب وتفاديا لفك البنطة وكسرها أثناء الثقب .

ثانيا : التشكيل بالطرق :

١ ـ الاستعدال بالطرق للأسلاك والأسياخ المعدنية :

Hammering wires and Rods :

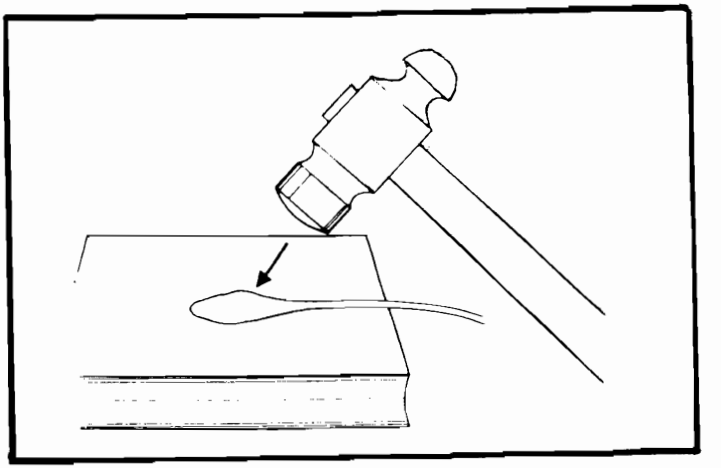
يتوقف اختيار أنواع العدد والأدوات اللازمة لعملية التشكيل بالطرق على نوع المادة المراد تشكيلها فتستخدم المطارق الخشبية أو تلك النحاسية أو المطاطية للألواح المعدنية . أما القطع المعدنية الكبيرة فيستخدم لاستعدالها شاكوش البراد .

وفى حالة الأسلاك والأسياخ المعدنية ستحتاج إلى :

سندان حدادى ، عدد ٢ قامطة على شكل حرف C ، زنبة استعدال ، مطرقة بسن كروى ، مطرقة تسطيح ، مشعل غاز (للتخمير) .

طرق الطرف : Hammering the End

ضع طرف السلك على زهرة الاستعدال وأمسكه بيد واطرقه بالوجه المبطط لمطرقة التسطيح مع إمالة رأس المطرقة فى كل خبطة بزاوية تجعل الخبطة تدفع المعدن نحو طرف السلك وليس فى اتجاه جسم السلك .



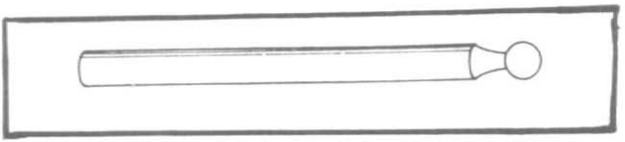
طرق طرف السلك

واستمر فى الطرق بضربات خفيفة متتابعة ، وحاول أن تحتفظ بنعومة السطح بقدر الإمكان .، وتجنب ظهور الأطر الخشنة المحددة والفاصلة بين كل خبطة مطرقة .

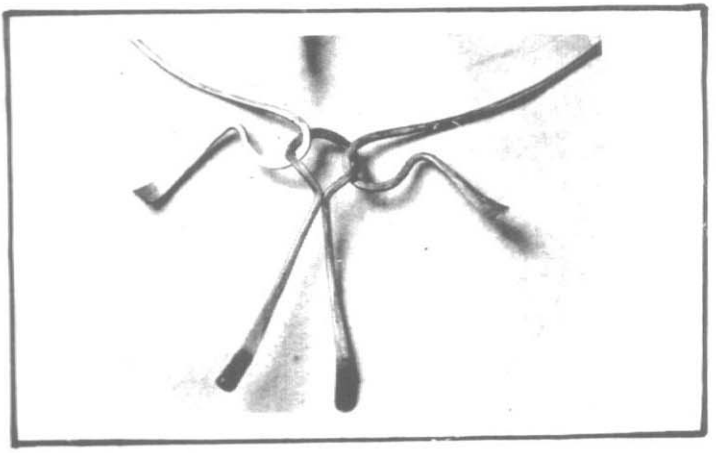
هذا الأسلوب الفنى أو هذه الطريقة تستعمل لمنع انزلاق الحبة خارج طرف السلك فى عمل العقود (الجزء المطرّق ينعم لجعله غير مرئى) وتستعمل أيضا هذه الطريقة أيضاً فى عمل المشابك كما سنرى فيما بعد ، وهى تعطى تماسكا جيدا عند القيام باللحام لسلك معدنى مع سطح مستو ، ويمكن الحصول على تأثيرات زخرفية عندما يشكل بعد ذلك الطرف المسطح بالمبرد .

طرق المسطحات فى السلك :

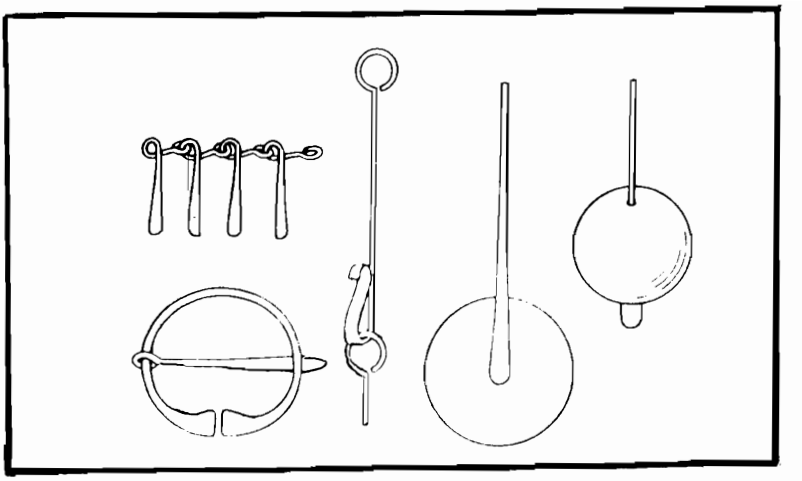
الفرطحة والتسطيح هى عبارة عن نقطة مسطحة صغيرة خلال السلك المعدنى تطرق فيه للزخرفة أو لإعطاء مساحة للثقب خلال السلك ، ويمكنك قمط السلك فى زهرة الاستعدال بواسطة زوج من القامطات على شكل حرف c ، أو يمكنك إمساكه بيدك . وضع الجزء الكروى للزنبة على السلك فى المكان الذى تريد تسطيحه ، واطرق عليه بخبطة محكمة رأسية من المطرقة لتجنب الانزلاق ، وإذا لم تكن لديك هذه الزنبة فيمكن الاستعاضة عنها برأس المطرقة الكروى ويطرق بها السلك مباشرة (ذلك إذا كنت متمكنا فى عملية الدق) أو أمسكها والكرة تجاه السلك وأخبط على الوجه المبطط بمطرقة أخرى ، وتجنب ترقيق المعدن أكثر من اللازم منعاً لكسره .



زنبة تستخدم فى تسطيح أجزاء خلال السلك المعدنى

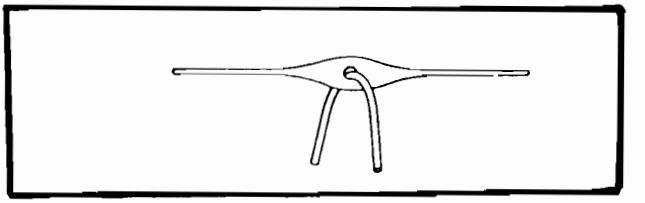


حلية بسيطة للرقبة مصنوعة من سلك من الفضة والنيكل وقد استعمل فى تشكيلها أسلوب الطرق والتسطيح من الأطراف ثم شكلت



بعض الاستعمالات للأطراف المطروقة فى أشغال الحلى

ويستعمل أسلوب الطرق هذا بوجه خاص فى فصل حبة على سلك معدنى أو عزلها عن بقية الحبات أو كما أشير قبل ذلك تستعمل هذه الطريقة لعمل ثقب فى السلك المبروم



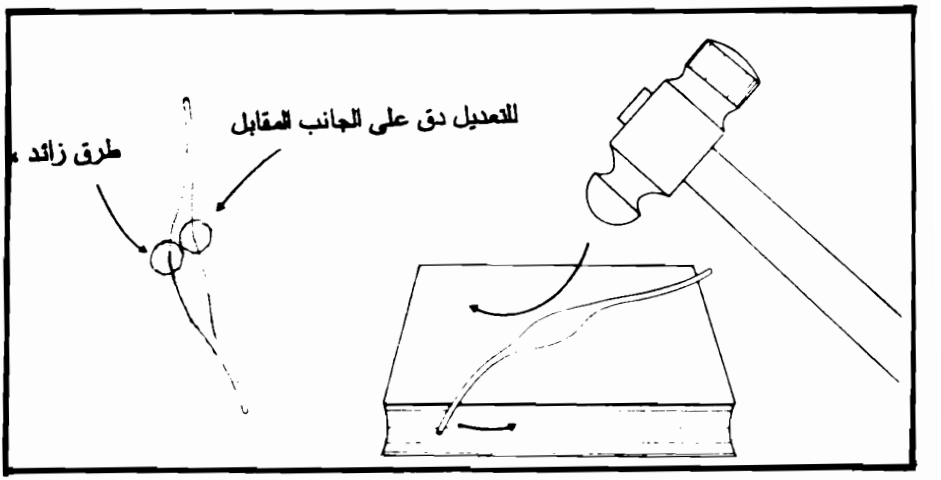
طريقة تسطيح مساحة صغيرة خلال السلك لعزل حبة من خلال ثقب فى هذه المساحة فى أشغال الحلى

الطرق على السلك بكامل طوله :

ربما تحتاج إلى تطريق طول السلك بالكامل لجعله شريطا . أو لتسطيح قطعة تكون قد شكلت فعلا ، لذلك استعمل الوجه المبطط للمطرقة أو الجاكوش ، مع مسك الشغلة بإحكام فى مكانها على زهرة الاستعدال .

ولجعل السلك مستقيماً فى عملية الطرق ، فبعد أن تطرق جانبا

من السلك لفترة ، اقلبه على الجانب الآخر ودق عليه فى نفس المكان المقابل وبنفس القوة .



صوب ضربات المطرقة للاحتفاظ بعرض منتظم

دق السلك بالتساوى على كل وجه

وإذا تصلد المعدن بعد عدد قليل من دقات المطرقة فستحتاج إلى تخميره .

يجب أن تعتنى عناية خاصة عندما تريد تسطيح قطعة تم تشكيلها حيث يجب أن توائم بين قوة ضرباتك وحالة السلك .

التشكيل بالتسطيح : Flattening

يعتبر التشكيل بالتسطيح ضروريا لمعالجة القطع التى تشوهت بالقطع أو أثناء أى عملية أخرى .

وستحتاج إلى الأدوات التالية لإجراء هذه العملية :

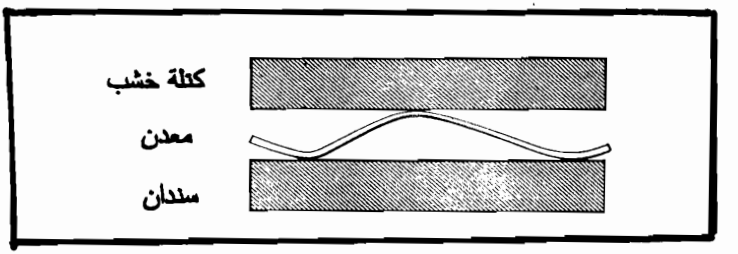
قرمة تزجة خشبية .

زهرة استعدال .

مطرقة أو جاكوش بوجه مسطح .

وعندما تثنى سلكاً لتنفذ به تصميما معينا فإنك تلويه فى ثلاثة اتجاهات وستحتاج غالبا لأن تسطح السلك بعد ليِّه متبعا التكنيك الآتى :

ضع اللوح المعدنى أو السلك المراد تسطيحه أو استعداله على زهرة الاستعدال وغطه بكتلة خشب وإذا كان أحد الأوجه قد تم تأجينه أو دقه لإحداث ملمس زخرفى معين فإن هذا الوجه هو الذى لابد أن يتلامس مع كتلة الخشب .



تركيبة لتسطيح لوح معدنى

وقم بالدق على قمة هذا التجميع حتى تتسطخ القطعة بين السطحين المستويين وتستقيم بينما تتطلب القطع الصغيرة الحجم الدق المباشر عليها بجاكوش ذى وجه مبطط لتسطيحها . وفى هذه الحالة لابد أن تدق بالوجه المبطط تماما .

التشكيل بالتقعير أو بالتقبيب فى المعدن :

عملية الطرق (التقبيب) :

تعتبر طريقة التقعير هى العملية التى تجعل المعدن يتقعر فى اتجاه ويتحدب فى الاتجاه الآخر ، وتحدث هاتان العمليتان فى آن واحد .

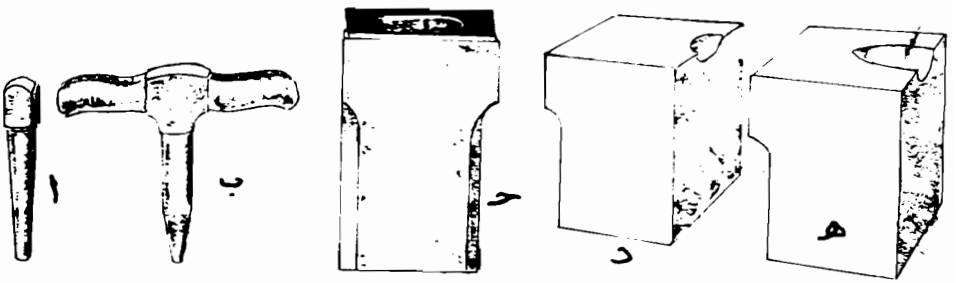
وتتضمن هذه العملية عمليتين هما الطرق للداخل والطرق للخارج بحيث يتم فرد المعدن والتقليل من سمكه ، وتلك العملية تتم على قرمة خشب بها تجويف وبالطرق المتتابع بالدقماق دائريا وحول المحيط وفى اتجاه مركز القرص مع ملاحظة تجنب أى تجاعيد تحدث على السطح

وإزالتها أولا بأول وبإعادة الطرق يزداد العمق للحصول على التقبيب أو التقعير المطلوب .

وتتم هذه العملية بحمل القرص بين إصبعى السبابة والإبهام ويدار ببطء وتتوالى الطرقات باليد الأخرى بانتظام فى اتجاه دائرى وبسرعة موحدة مع توحيد قوة الطرق بقدر الإمكان .

والتعليمات التالية لتنفيذ عمل فنجان صغير ستوضح أساسيات هذه الطريقة أو هذا الأسلوب الفنى فى التشكيل للمعادن .

الأدوات المطلوبة : دقماق تشكيل ـ دقماق تسطيح أو دقماق كروى ـ قرمة معدن أو سندان تزجة ـ وابور لحام ـ قرمة خشب ـ فرجار تقسيم ـ مقص قص الدوائر ـ مبرد رفيع نوعا ـ لوح من النحاس الأحمر .



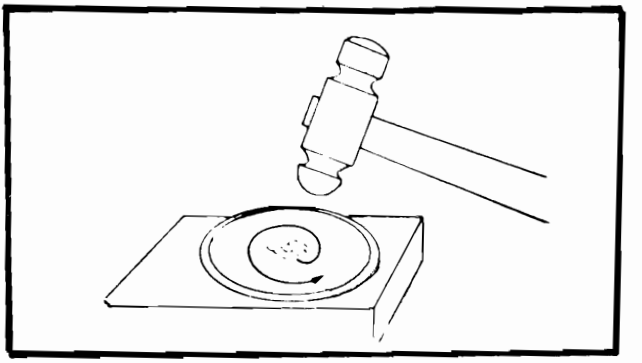
سندان تشكيل دقماق أو جاكوش بسط قرم خشب بتجويف تستخدم كقوالب

أولا شنكر دائرة ببرجل التقسيم بالقطر المرغوب على لوح من النحاس الأحمر سمك (٠,٦٤ ـ ٠,٨١) م باستعمال مقص قطع الدوائر وينعم المحيط باستعمال مبرد متوسط النعومة .

عملية الطرق إلى الداخل :

ضع الدائرة النحاسية على زهرة الاستعدال واطرق أربع أو خمس طرقات فى مركزها بالجهة الكروية بجاكوش الدق الكروى ثم استمر فى

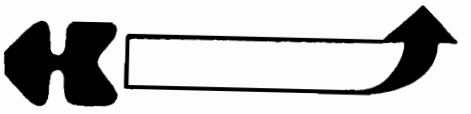
الدق من نهاية منطقة الدق هذه حتى الحافة الخارجية بطريقة حلزونية بحيث يفرد المعدن فى هذا الاتجاه ونظرا لأن الدق يعمل على تصلد المعدن فإنه تجرى له عملية تخمير وذلك بأن تسخنه إلى درجة الاحمرار بالمشعل ثم تبرده فى الماء بعد ذلك يمكنك تجويف فنجانك الصغير بعمق أكثر بالدق للخارج .

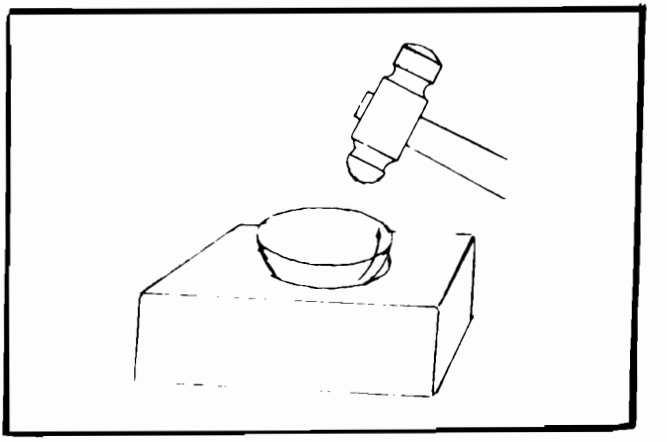


الدق على الدائرة النحاس باستعمال حركة حلزونية فى الدق

.الدق للخارج :

أولا لابد من تجويف نقرة فى كتلة خشبية أو « قرمة » والتى ستستخدم كقالب والنقرة أوالتجويف فى الخشب تكون على شكل وعاء صغير بقطر حوالى ٥ بوصة وبعمق من ٨/٣ إلى ٤/٣ بوصة ، ويمكنك أيضا استعمال القوالب الجاهزة الموضحة بالصورة السابقة ، وتمركز القطعة المعدنية المدقوقة والمخمرة فى التجويف أو النقرة التى بكتلة الخشب ، ثم باستعمال الطرف الكروى لجاكوش الدق ابدأ دق المعدن مبتدئا من الوسط وبمجرد ظهور أى تجاعيد تزال بالسحب أولا بأول وذلك بالدق من قاعدة الطية تجاه الحافة .





يبدأ الدق للخارج من المركز متجها جهة الحافة

وإذا أصبح المعدن متصلداً لدرجة لا يمكن معها استمرار العمل ولم يكن الوعاء بالعمق الكافى فإنه يلزم تكرار الخطوات مرة أخرى من دق للداخل ثم التغمير والدق للخارج ، وعندما يتم تجويف الوعاء أو الفنجان بما يناسبك تخلص من التعرجات والتقببات الصغيرة المتخلفة عن الدق باستخدام جاكوش التسطيح على قرمة خشب مع الحرص على أن تكون كل دقة على المعدن بالوجه المبطط للجاكوش ، والآن يمكنك إعادة قص الحافة للوعاء لاستعدالها إذا كان من الضرورى ذلك أو يمكنك برده حتى يتسطح وينعم .

الرفع أو تعلية سطح المعدن : Raising

وهو أسلوب شبيه بأسلوب التشكيل العميق للمعادن وتنسب عملية رفع المعدن إلى طريقة الدق للوح من المعدن تجاه قالب أو كتلة بغرض رفع جزء منه بالنسبة للخامة الأولى .

وفى المثال التالى يستعمل الرفع لتشكيل شفة قرص معدنىٰ لعمل طبق أو صينية .

الأدوات والمعدات المطلوبة :

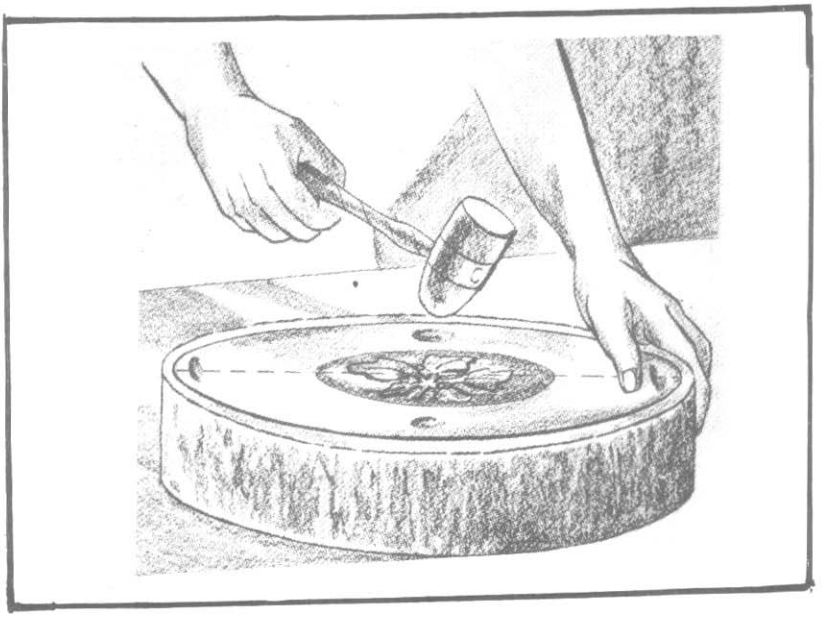
قرص من النحاس الأحمر قطر ١٢ بوصة سمك ١ م.

قالب قطر ١٢ بوصة بتجويف عمق ١٠ بوصة .

مطرقة خشب .

مطرقة مصنوعة من الجلد .

بعد طرق حافة القرص لأسفل يوضع فوق القالب بحيث تنطبق حافة القرص مع حافة القالب تماما . يدق على النحاس بالطرف البيضاوى للمطرقة الخشبية فى النقاط المقسمة للمحيط إلى أربعة أقسام وذلك عند الحافة الخارجية للقالب وهذا يطبع القرص على القالب . والرسم التالى يوضح الطبق داخل القالب وعلامات الطرق عليه . ولاحظ أيضا الزاوية التى تميل بها المطرقة عند الضرب على المعدن .

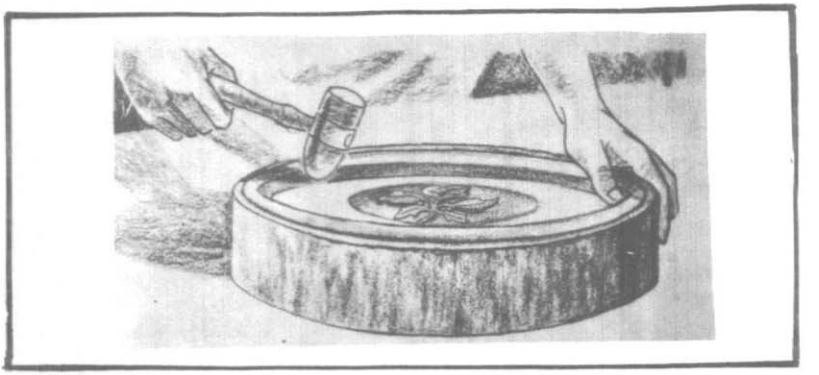


تبدأ طريقة رفع المعدن بدق الأربعة أركان لضم الطبق فى القالب

واستمر فى الدق على النحاس بضربات خفيفة . ولكن راع أن يكون الدق فى اتجاه واحد . وكل دقة لابد أن تتراكب مع الدقة السابقة قليلا ، واستمر فى الدق الخفيف لدورات عدة حيث أن ذلك أفضل من

محاولة رفع الحافة فى دورة واحدة ، ولا يتطلب وسط الطبق دقا فالعمل فى الحافة سيعطيك العمق المطلوب . وفى أثناء العمل ربما ينبعج الطبق وإذا حدث ذلك فيقلب الطبق ويوضع على سطح مستو وتستعدل الحواف باستعمال المطرقة الجلد والطريقة المناسبة للدق بهذه الأداة هو الطرق حتى تصبح المطرقة مسطحة فى نهاية مشوار الطرق .

وبعد اكتمال عملية التقعير يمكن تنعيم النقر والخدوش أيضا ، بالدق بالمطرقة الجلد على مواضعها على كتلة خشبية ممسوكة بمنجلة .



شكل الطبق ، أو الصينية باستعمال مطرقة خشب كما هو موضح بالرسم ويمكن تنعيم السطح واستعداله فى النهاية باستعمال المطرقة الكرياج

ثالثا : التشكيل بالحنى :

من الممكن تشكيل قطع المشغولات ذات التخانات المناسبة ، تشكيلا زاوياً أو دائريا عن طريق الحنى اليدوى .

١ ـ الخامات المعدنية الصالحة للحنى :

يمكن تشكيل معادن كثيرة وسبائكها بالحنى ، وهناك مجموعة من العوامل يجب أن توضع فى الاعتبار عند دراسة خواص المعادن القابلة للحنى . مثل مسلك المواد أثناء الحنى ، حساب طول الانحناء .

عمليات الحنى :

فى عمليات الحنى يمكن من حيث المبدأ التفرقة بين الحنى البارد

والحنى الساخن ويتوقف قرار ما إذا كان الحنى سيجرى والمادة فى حالة ساخنة أو باردة على صلادة المادة ومقاس المقطع المراد حنيه ، بصرف النظر عما إذا كان الحنى سيجرى يدويا أو بواسطة آلة حنى أو نضد (تزجة) حنى .

والأمثلة التالية تعتمد كلها على طريقة الحنى على البارد . وعند التفكير فى إجراء عملية حنى فإن العوامل التالية تكون لها أهمية خاصة :

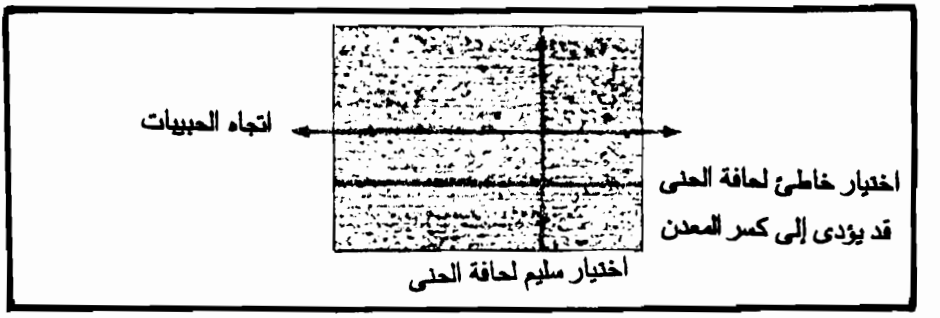
العدد المستعملة ، شكل الحنى (زاوى أو دائرى) .

العدد المستعملة :

إلى جانب أدوات الزنق والتثبيت والفكوك الواقية وأدوات العلام ، يلزم أيضا فى عمليات الحنى الدقماق والزرادية ذات الأنف المستدير ، الشنكار ويستخدم القلم الرصاص بدلا من شوكة العلام ذلك لأن خدش سطح الشغلة تمهيداً لحنيها يؤدى إلى شرخ أو كسر المشغولة إذا ما انطبق خط العلام مع خط الانحناء .

حنى الأشكال الزاوية :

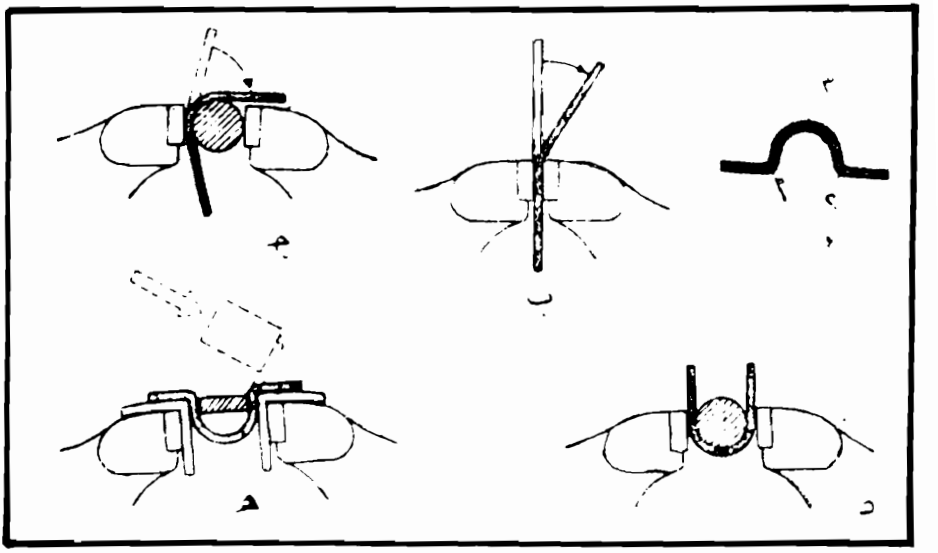
إذا أريد حنى الصاج المدرفل على البارد فإن اتجاه الحبيبات وهو ناتج عن اتجاه الدرفلة يجب أن يؤخذ فى الاعتبار ، لأن مثل هذا الصاج ينزع إلى الكسر عند نقطة الحنى ، وعلى الأخص لدى الحنيات ذات الزوايا الحادة، ذلك إذا كانت حافة الحنى تمتد فى نفس اتجاه الحبيبات.



اتجاه الحبيبات وخط الحنى

حنى الأشكال الدائرية :

بالإضافة إلى ما سبق ذكره من العدد المستخدمة فى حنى الصاج تستخدم كتل حنى لعمل الحنى الدائرى . وتكون هذه الكتل من الخشب أو المعدن ولها مقاطع مستديرة ، تتناسب خطوط استدارتها مع الخطوط المطلوبة فى الشغلة وتستخدم الزرادية ذات الأنف المستدير لحنى الأسلاك الرفيعة . وهناك عدة طرق لحنى المعادن دائريا ، نذكر منها مثالين على حنى القامطات (الأقفزة) نصف الدائرية ، وقطعة من السلك على شكل حلقة .



كيفية حنى قفيز نصف دائرى

(أ) منظر جانبى يبين الحافتين المنحنيتين ١ ، ٢ ونقطة منتصف القفيز ٣

(ب) البدء بالحنى الخفيف عند المنتصف .

(جـ) تدوير مبدئى لقطعة المعدن فوق قطعة مستديرة القطاع من الخشب .

(د) تكملة نصف الاستدارة بربط المنجلة .

(هـ) ولحنى الطرفين طبقا للطول المطلوب توضع ركيزة داخل القفيز وهو على شكل U ثم يربط فكى المنجلة بإحكام ثم تطرق الأطراف بانتظام حتى تشكل جناحى القفيز .

حنى قفيز نصف دائرى :

تقطع الشغلة بالطول المناسب ، ثم تشنكر بثلاثة خطوط ، الطرفيان منها يحددان حافتى الحنى والثالث يحدد محور القفيز ، والأشكال التالية تبين كيفية التنفيذ :

عمل حلقة مستديرة من السلك :

يحتاج عمل مثل هذه الحلقات إلى معرفة القطر المطلوب أولا . ولحساب الطول التقريبى للسلك اللازم لعمل الحلقة نطبق المعادلة الآتية :

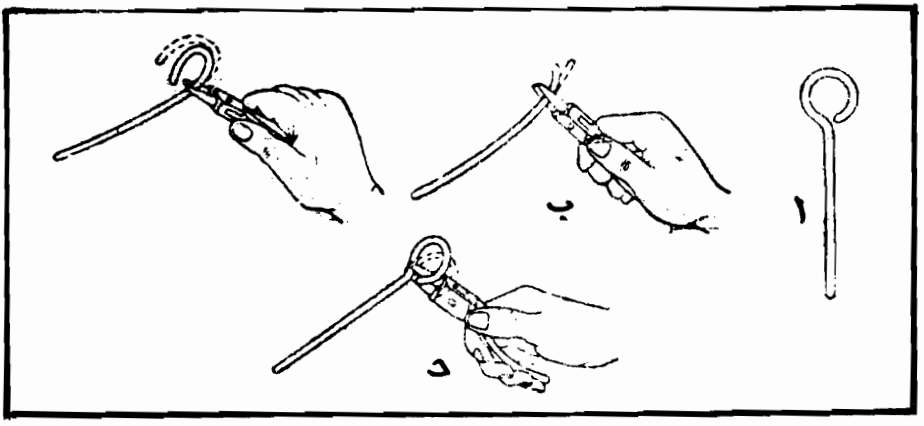
ل = ق × ط .

حيث ل = الطول التقريبى .

ق = القطر المطلوب للحلقة .

ط = النسبة التقريبية (٣,١٤) .

فإذا فرضنا أن قطر الحلقة المطلوبة ٤ مم ، فإن طول السلك اللازم لعملها يجب أن لا يقل عن ١٢,٧ مم ، ويعنى هذا أن نصنع من هذا الطول حلقة كاملة منتظمة قطرها ٤ مم بالضبط ، مستخدمين فى ذلك الزرادية ذات الأنف المستدير .



كيفية عمل حلقة من السلك

(أ) منظر جانبى للحلقة .

(ب) التمهيد لعملية الحدى بقرص السلك بواسطة البذسة على مسافات كبيرة .

(جـ) تشكيل الحلقة بقرصات من البذسة على مساحات قصيرة .

(د) ضبط استدارة الحلقة .

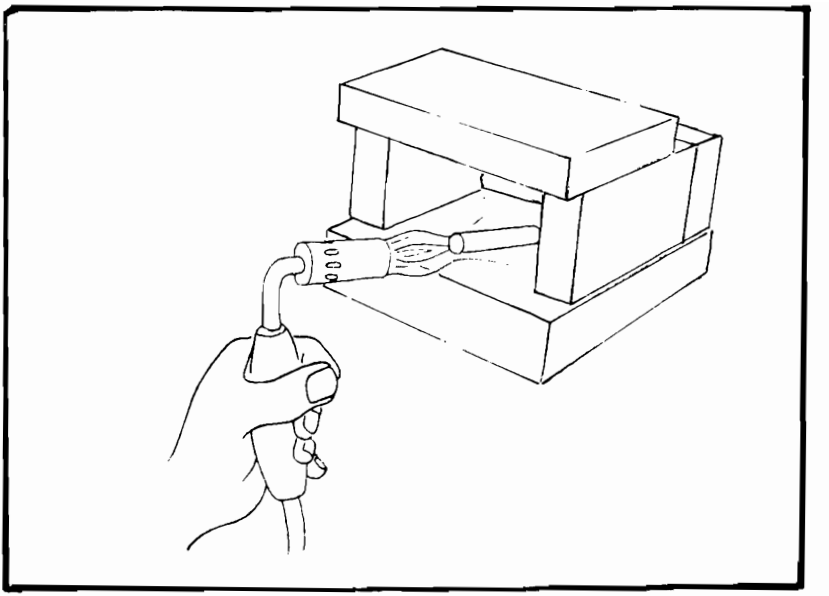
والجدول الآتى يبين العلاقة بين طول السلك وقطر الحلقة :

قطر الحلقة ق م	٢	٢,٦	٣	٤	٥	٦	٨	١٠
طول السلك ل م	٦,٣	٧,١	٩,٤٢	١٢,٦	١٥,٧	١٨٨٤	٢٥,١٤	٣١,٤

عملية التخمير للمعدن :

وهى الطريقة التى يسخن بها المعدن إلى درجة حرارة عالية ولكن دون درجة الانصهار بغرض إزالة إجهادات التشغيل لإجراء مزيد من العمل عليه ، فمعظم المعادن تتصلد انفعاليا بعد طرقها أو تشكيلها أو تجسيمها وتصبح صلبة وتفقد قابليتها للطرق والسحب ويصبح من الصعب تشكيلها أو تجسيمها أكثر من ذلك .

وعملية التخمير تعيد المعدن مرة أخرى إلى حالة قابلية التشغيل ، وستحتاج إلى مصدر حرارى (وابور) أو فرن للقيام بعملية التخمير هذه والسلك الذى تم حنيه وفرده لمرات عديدة يصبح صلبا قَصفا ، ولابد من تخميره بتسخينه إلى درجة الاحمرار باستعمال وابور الغاز كمصدر للحرارة ، ثم يغمس بعد ذلك فى الماء لتبريده (يستعمل لاقط نحاسى لهذا الغرض) ، ولابد من تخمير السلك النحاسى الأصفر دائما قبل تشغيله كما أن عيدان الأسلاك الغليظة نوعا (قطر أكبر من ٢ م) لا يمكن حنيها إلا بعد إجراء عملية تخمير للمعدن عدة مرات لجعلها قابلة للطرق بدرجة تكفى لتشغيلها .



مدفأة بسيطة تبنى من الطوب الحرارى وتستعمل لحفظ درجات الحرارة العالية فى عملية التخمير .

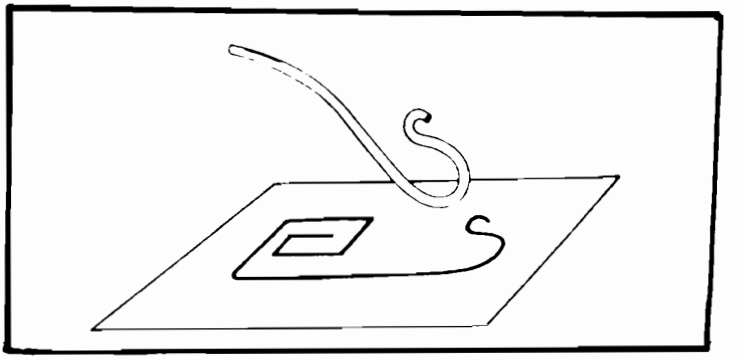
لاحظ الفتحة العليا فى مؤخرة السقف للمدفأة وهى للسماح بخروج الغازات الساخنة .

والجدول الآتى يوضح درجات الحرارة للتسخين والتبريد المناسبة للمعادن المختلفة

المعـــــدن	التسخين	التبريد
الفضة	ترتفع إلى (٣٠٠ ـ ٣٥٠)° م	يطفأ فى الماء
الذهب	ترتفع إلى ٦٥٠° م	تبريد فى الهواء ببطء حتى درجة ٢٠٠م° ويطفأ عندما
النحاس الأحمر	ترتفع حتى (٥٠٠ـ٦٠٠)° م	يطفأ فى الماء
الفولاذ (الصلب)	ترتفع الحرارة إلى ٨٠٠° م	تبريد ببطء فى الهواء

عملية القياس Measuring

نظرا لأنه لا يمكنك أن تحـدد الطول المطلوب من السلك وأنت تحمل لفة منه كما أنه لا يمكنك تحديد طول لوح المعدن المطلوب لعمل تصميم محنى معقد بمجرد النظر لذا فإنه عند قطع الخامة بمجرد النظر فإنك إما أن تقطع طولا أصغر أو أكبر مما يحتاجه التصميم وفى كلتا الحالتين يحدث تهدير للخامات ، والأفضل هو أن تضع فوق التصميم المرسوم طولا من السلك النحاسى الرفيع المطيل أو قطعة من الخيط مما يمكنك من قياس الطول المطلوب لكل جزء من أجزاء الشغلة بإحكام تام .

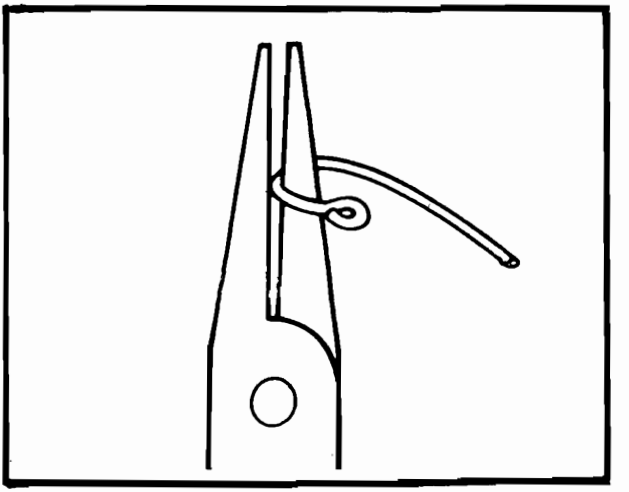


قم بمطابقة عملك على التصميم المرسوم باستمرار لمطابقته على الشكل المطلوب تنفيذه

واقطع من السلك طولا أكبر من المقاس المطلوب ببوصة أو أكثر للأمان باستخدام أداة قطع مناسبة ثم نعم الأطراف بمبرد نصف خشن وارجع إلى الرسم باستمرار لمضاهاة عملك به ، وإذا كنت تعمل فى عدة قطع متماثلة فيجب أن تطابق بينها وبين بعضها وكذلك مع النموذج .

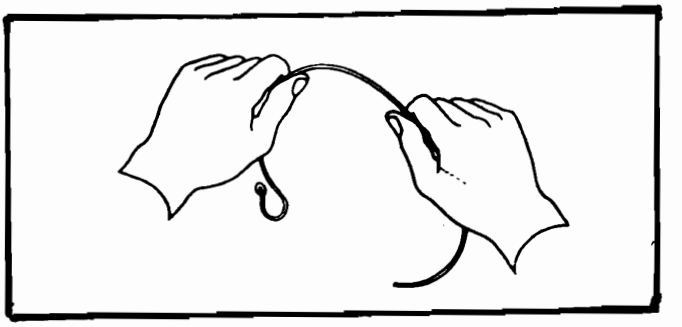
رابعا : العمل باستعمال البنسة (الزرادية) :

تشكل المنحنيات الضيقة بمقدمة أو طرف بنسة ، أما الانحناءات الكبيرة فتشكل بقاعدة الفكين لنفس البنسة .



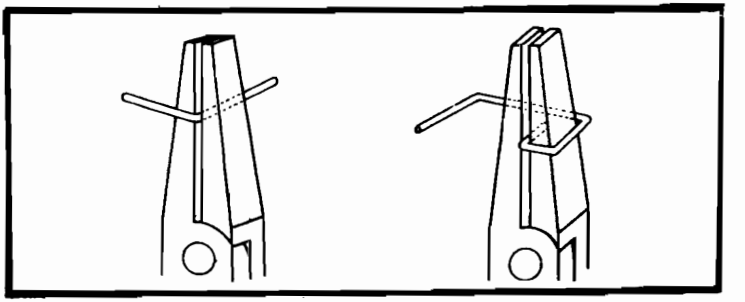
تشكيل المنحنيات الضيقة بالبنسة

أما المنحنيات الطويلة الرشيقة فمن الأفضل تشكيلها بالأصبع



تشكيل المنحنيات الكبيرة والثنيات فى السلك باليد

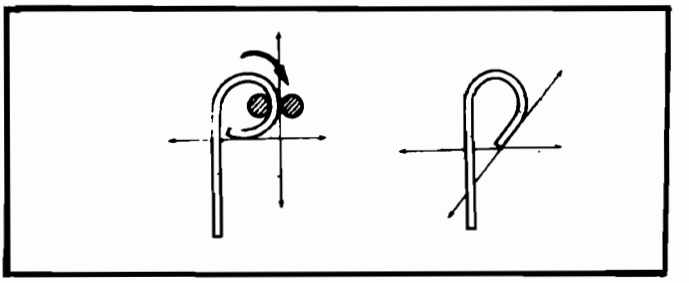
ويمكنك ثنى سلك أو شريحة رقيقة من لوح معدنى على زاوية قائمة بين فكى بنسة بنهاية مسطحة بثنيه لأسفل بينما يسحب لأعلى إما بالطرف الرفيع أو بالقاعدة الأكثر سمكا للفكين .



تشكيل زوايا قائمة باستعمال بنسة بفكين مربعين

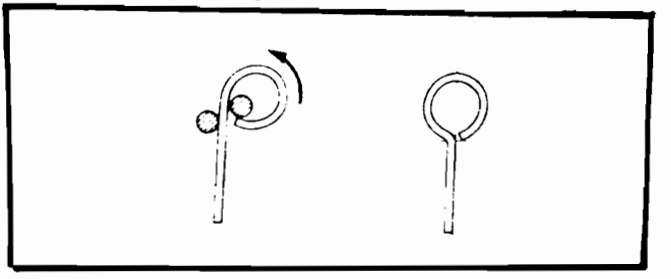
كيفية تشكيل حلقة بسيطة من السلك :

ابدأ بثنى طرف السلك على نفسه باستعمال بنسة بأنف مستديرة ، ولابد من ثنيه فى شكل دائرة وليس بشكل بيضاوى



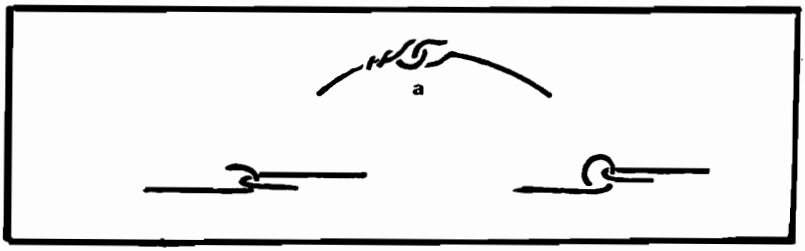
تشكيل حلقة دائرية من السلك المعدنى

واستمر فى العمل بعمل ثنيات متتابعة بالبنسة ثم اسحبها إلى محور الحلقة والتى كانت مشكلة فى جانب واحد من السلك وتشكيل هذه الفتحات هام جدا فى صناعة قطع الحلى أو تصميمات السلك فى النحت من الحلقات أو المشابك (الشناكل) .



طريقة ثنى شنكل بسيط :

من السهل تشكيل الشناكل للقلادات أو الأساور أو العقود ولتنفيذها اثن النهايتين المفتوحتين للسلك ببنسة بفك مستدير لتشكيل مشبك مناسب واقطع الأجزاء الزائدة من السلك بالقصافة ثم نعم الحواف بالمبرد .

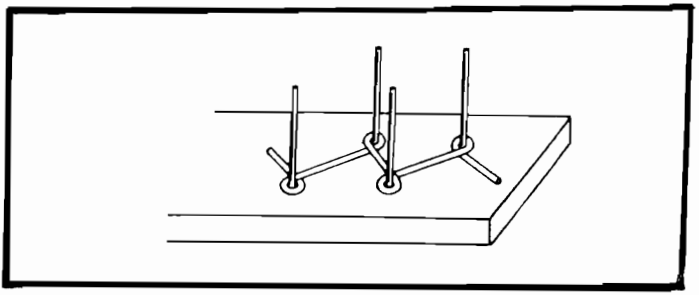


مشابك بسيطة من السلك (أ) لسلسلة رقبة ، (ب) ، (جـ) لأساور اليد

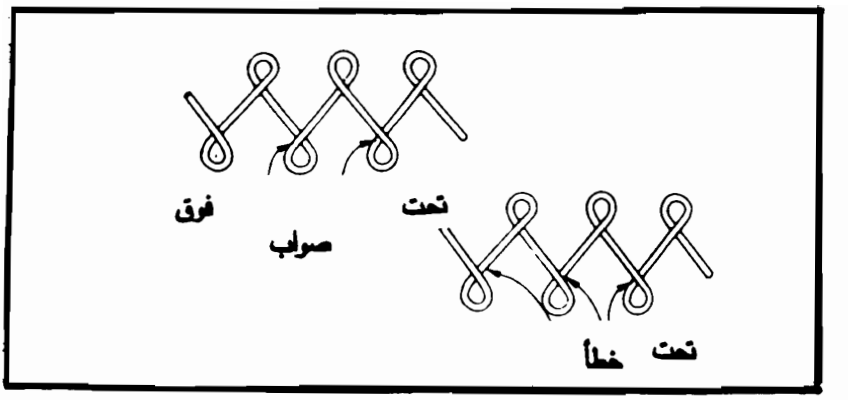
تشكيل تسلسل من عراوى السلك :

باستعمال وسيلة ثنى بسيطة معدة من لوح خشب متين أو قطعة خشب أبلاكاج سميكة وبعض المسامير المقطوعة الرأس ، يمكنك تشكيل تسلسلات من العراوى والتى تتوافق جيدا مع العديد من الطرز المختلفة للحلى .

ارسم نموذج وسيلة الثنى بالقلم الرصاص على لوح من الخشب طبقا لمقاسات تصميمك ثم دق المسامير منزوعة الرأس فى الخشب كما هو موضح بالرسم مباعدا بينهم كما فى التصميم وبعد ذلك لف السلك من الأمام والخلف حول المسامير .



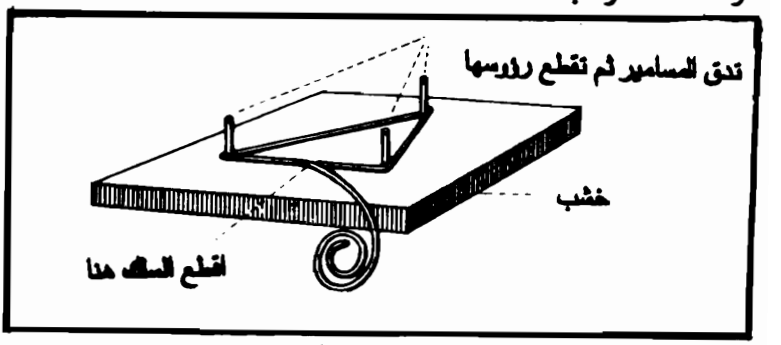
ولتجنب وجود نفس الخطوط دائما على القمة أو من أسفل والتى ستجعل قطعة الحلى سميكة أكثر من اللازم غيِّر تعاقب التقاطع للسلك حسب ما هو موضح فى الشرح التالى على الرسم .



تغاير التقاطعات

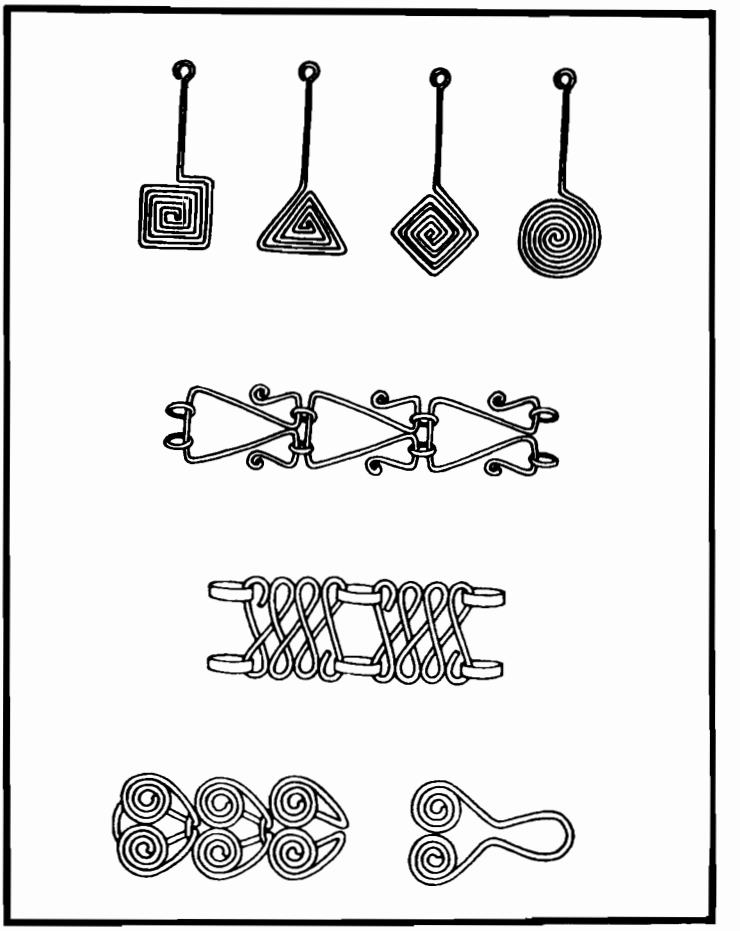
تشكيل نماذج متكررة فى السلك :

ستحتاج إلى أعداد كبيرة من القطع المشكلة بالسلك المثنى بنفس الشكل للعديد من الأعمال ، وستحصل على العناصر التكوينية بثنى السلك على طبعة ، ثم دق المسامير فى قطعة من الخشب عليها تصميم مسبق. ثم اثن السلك حول المسامير، حتى تأخذ الشكل المرغوب (كما هو موضح بالرسم) ، ولابد أن تكون المسامير قوية ومدقوقة لعمق كاف فى داخل الخشب حتى تقاوم الضغط الناتج من ثنى السلك ، ثم اقصف رؤوس المسامير ، حتى يمكنك رفع قطعة السلك المشكلة بسهولة وعندما يصل طرف السلك إلى نقطة البداية ، اقطعه ، والْحِمْ طرفيه المتلامسين معا وبهذه الطريقة يمكنك مضاعفة أى تصميم بأىَ عدد من المرات كما ترغب .



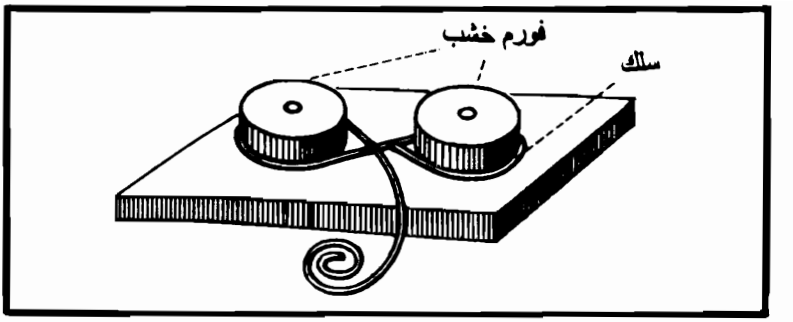
فورمة لثنى السلك

أساليب أخرى فى تشكيل السلك :



قطاعات من أقراط وأساور وسلاسل للعنق مشكلة من سلك معد بطريقة العراوى والحلزونات والتشكيل باللف

فى حالة تصميمات معقدة ، ينصح باستعمال فورم من الخشب المضغوط بدلا من المسامير ، لذا ثبت قطعا منشورة منه حسب التصميم على القاعدة واستعمل الغراء المتنوع الأغراض والمسامير الصغيرة فى التثبيت ثم اثن السلك حول محيط القطع الخشبية واستمر كما فعلت فى التشكيل حول المسامير .

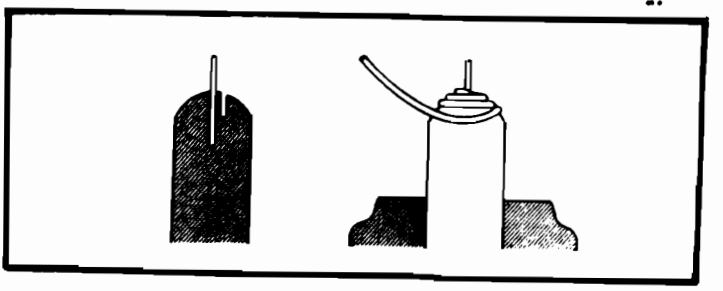


استعمال فورم من خشب الأبلكاج بدلا من المسامير عند تشكيل تصميمات أكثر تعقيدا من السلك

تشكيل الحلزونات :

بالإضافة إلى الأدوات الأساسية لثنى السلك ستحتاج إلى استعمال يد أداة خشبية بطرف مستدير (أو دسرة كبيرة) ، ومسمار بدون رأس ، ومثقاب يدوى ، وجاكوش ، ومنجلة تزجة ، وذلك لعمل حلزونات زخرفية بالسلك .

دق المسمار عديم الرأس فى وسط الطرف المستدير ليد الأداة الخشبية واستعمل مسمار 3d أو 4 d مع ترك ٤/١ بوصة بارزة خارج قمة اليد الخشبية .

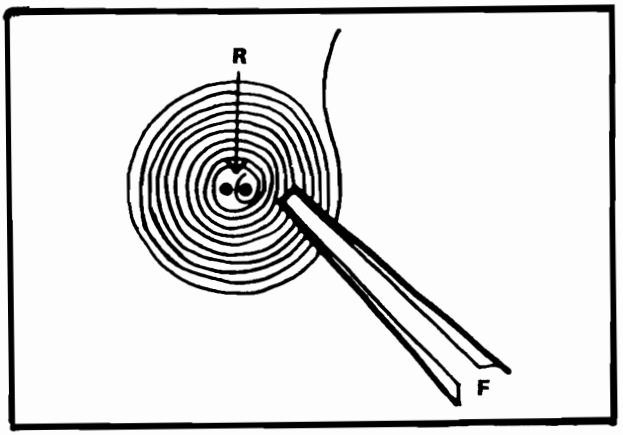


تشكيل الحلزون فى السلك

وعلى يمين المسمار مباشرة اثقب فتحة لها نفس قطر السلك بعمق ٨/٣ بوصة ، ثم اربط اليد الخشبية فى المنجلة مع جعل الطرف المستدير لأعلى ثم ضع طرف السلك فى الثقب ولفه بإحكام حول المسمار ، ثم

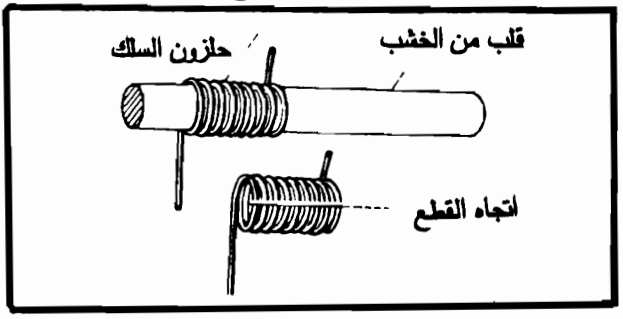
بعد ذلك لف كل دائرة بإحكام أسفل التى أعلاها ، وبعد رفع الحلزون المنتهى ، يقطع الطرف الداخلى للسلك والذى سيبدو متجها لأعلى .

ويمكن كذلك عمل الحلزونيات السلك ببساطة باستعمال البنسة مسطحة الرأس وكذلك البنسة مستديرة الفكوك ، وذلك بأخذ خيط وعمل شكل الحلزون بالطول المرغوب ، ثم يفك الخيط ويؤخذ المقاس . ثم يقطع جزء من سلك مستدير بزيادة عن طول الخيط قدرها ١ بوصة وأمسك السلك بالبنسة مستديرة الفك وبمساعدة البنسة مسطحة الفك يلف الحلزون حولها .



استعمل كلا من البنسة مستديرة الرأس (R) والأخرى المبطنة(F) لتشكيل الحلزون

أما الحلقات السلك ذات الحجم المنتظم فيمكن عملها بلف السلك حول جزء من كويلة خشب اسطوانية وبعد ذلك يسحب الدويل من قلب السلك ثم يقطع الحلزون طوليا بقاطع السلك .

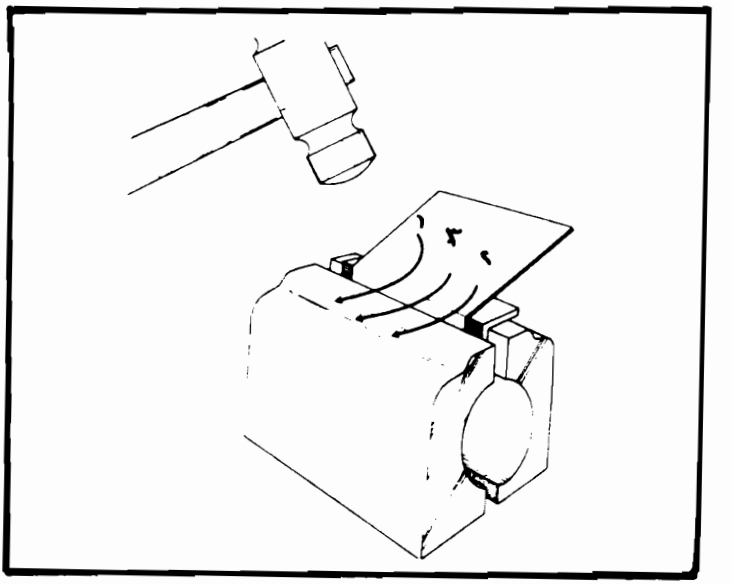


لف حلقات السلك

ثم بعد ذلك يلحم طرفا كل حلقة من السلك معا ، وربما يلف السلك أيضا حول قضيب من الخشب بنفس الأسلوب وينتج عن ذلك مربعات أو مثلثات ، ويشبه ذلك نفس الطريقة المستعملة لعمل حلقات وصل السلاسل .

حنى لوح معدنى على زاوية قائمة :

لتشكيل زاوية قائمة نظيفة واضحة فى قطعة من لوح معدنى ستحتاج إلى زوايا حديد لتحكم تشكيل اللوح المعدنى بين فكى المنجلة . وبثنى اللوح المعدنى بإحكام تجاه الزاوية الحديدية سابقة التشكيل ، ستحصل على زوايا قائمة منتظمة فى كل مرة .



تشكيل الزوايا القائمة بالدق على قطعة من لوح معدنى بالاستعانة بزوايا حديدية

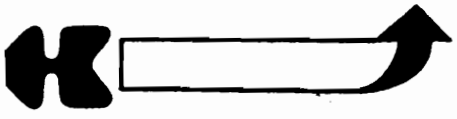
وباستخدام قلم علام ومسطرة ، حدد الخط الذى ستثنى اللوح بطوله ثم ضع الزاوية الحديدية بين فكى المنجلة . (فى حالة ثنى المعادن الخفيفة ، يمكن استعمال زوايا ألومنيوم تقوم بنفس العمل للزوايا الحديدية حيث تكون من الداخل مربعة بدلا من كونها مستديرة وبذلك ستعمل على تثبيت فكى المنجلة بإحكام أكثر) .

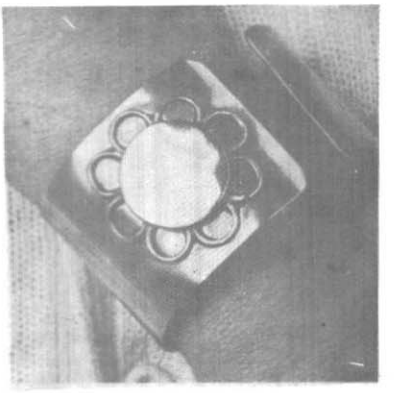
اضبط اللوح بين الزوايا بحيث يظهر خط الثنى فوق مستوى الزاوية مباشرة ، واجعل الطول الأقصر للثنية بين فكى المنجلة لتحصل على ذراع عزم انحناء أكبر مما يسهل عملية الثنى .

شطب الثنية بالدق بالجهة المسطحة لجاكوش التسطيح وابدأ الدق من الأطراف متجها إلى المنتصف ولتجنب إتلاف اللوح بالآثار المتخلفة عن الدق ، استعمل قطعة قماش سميك لحمايته .

ثنى لوح معدنى إلى أقواس :

إن كثيراً من المبادئ المستعملة فى ثنى السلك تستخدم لثنى لوح من المعدن فعند ثنى سلك بشكل متكرر فإنك تلفه على كويل مستدير وهذا يصلح مع الألواح الخفيفة (قليلة السمك) أما مع الألواح الأكثر سمكا (الأثقل) فإنه يمكن ثنيها حول ماسورة من الصلب كما فى طريقة ثنى مسامير حدوة الحصان حيث تربط الماسورة فى منجلة التزجة ويقبض على المسمار ببنسة كلابة على الماسورة ويثنى باليد إلى الانحناء المناسب أما إذا كان اللوح ثقيلا جدا فإنه يمكنك بدء تقويسه بطرقات قليلة من المطرقة والأساليب المذكورة فى طريقة التقعير والتقبيب (السحب والجمع) تمكنك من تشكيل الانحناءات المثالية للأوعية وعلى أية حال فإن معظم الأعمال المعدنية الواردة فى الكتاب يمكنك ثنيها بيديك إلى الشكل المرغوب وإذا تطلب الأمر إجراء تنعيم فإنه يمكن ضغطه أو الدق عليه برفق على ماسورة صلب أو وعاء معدنى أو أى قطعة صلبة مستديرة بشكل مناسب ويراعى دائماً ارتداء قفاز سميك لحماية الأصابع عند استخدام لوح بأحرف حادة .





شريحة من النحاس الأصفر مئذنية على شكل سوار وزخرفت بحلية من شرائح من السلك الملحوم لتشكل هذا التصميم