الباب الثالث

3

الآلات القاطعة

CUTTING TOOLS

مبادئ الخراطة

تمهيد

يتناول هذا الباب شرح مبسط للآلات القاطعة المستخدمة في ورشة الخراطة التي تعتبر من العناصر الأساسية لعمليات التشغيل، حيث يتعرض للمواد المختلفة التي تصنع منها الآلات القاطعة، ولأنواع أقلام الخراطة وأشكالها المختلفة، والزوايا الرئيسية للحد القاطع لقلم المخرطة وأهمية هذه الزوايا ، والأوضاع الصحيحة والخاطئة لقلم المخرطة ، والعوامل التي تؤثر بالحد القاطع أثناء عمليات التشغيل.

كما يتعرض لشرح مبسط للثقابات (البنط) والمواد التي تصنع منها، وأنواعها وأشكالها واستخداماتها.

أقلام الخراطـــة

TURNING TOOLS

القلم العادي يستخدمه العامة لتشكيل الحروف والكلمات على الورق، أما أداة القطع علـــى المخرطة فيستخدمها الفنيين لقطع وتشكيل المعادن حسب المواصفات المطلوبة، لذلك فقد سُميت هذه الآلة القاطعة بقلم المخرطة.

يعتبر القلم هو الأداة القاطعة الرئيسية للمخرطة، أما أشكاله وأحجامه فهي متعددة، ويختلف استخدام كل منها عن الآخر باختلاف عملية القطع المطلوبة.

يتأثـــر الحد القاطع لقلم المخرطة أثناء عمليات قطع المعادن المختلفة لضغوط عليه تصل إلى 400 كجم/ مم^2 ودرجات حرارة مرتفعة تصل إلى 800^{0}م ،الأمر الذي يؤدي إلى تغير شكل الحد القاطع نتيجة للتآكل ويصبح القلم بعد فترة غير صالح للاستمرار للقطع، ويلزم لذلك نزعه وإعادة تجليخه وهذا يضيع في الوقت ويؤثر على الاستهلاك السريع لعدد القطع، لذلك تصنع الآلات القاطعة بصفات وعناصر أساسية تجعلها قادرة على التحمل والصمود أمام المعادن المختلفة المطلوب تشغيلها.

المواد المستخدمة لصناعة آلات القطع :

CUTTING TOOLS MATERIAL'S

تختلف المواد التي تصنع منها الآلات القاطعة عن بعضها البعض باختلاف المعادن المـــراد تشـــغيلها . وعلـــى ســـبيل المثال (الأجنة ــ سلاح المنشار ــ المبرد ــ قلم المخـــرطة ــ البـــنطة ــ ذكور ولقم القلاووظ ــ البرغل) كلها آلات قاطعة، تختلف ســـرعة القطـــع المستخدمة لكل منها عن الأخرى باختلاف معدن صنعها والعمليات المـــراد تشغيلها، كما تتدخل عوامل أخرى مثل (عمر آلة القطع ــ القدرة الإنتاجية ــ الـــتكلفة). لـــذلك تصنع بعض الآلات بحدود قاطعة ذات صلادة بحيث تختلف صلادة الـــرأس عـــن البدن، وذلك للتداول بالأسواق التجارية بأسعار معتدلة. ويمكن تلخيص المواد التي تصنع منها الآلات القاطعة في المعدن التالية :-

1-الصلب الكربوني :

CARBON STEEL

يحتوي على نسبة 0.9 ــ 1.4 % من وزنه كربون ويعتبر من أرخص أنواع الصلب.

من عيوبه أنه لا يتحمل سرعات القطع العالية، لذلك يستخدم في صناعة البراغل وذكور ولقم القلاووظ والمبارد وأسلحة المنشار.

2- الصلب المخلوط بنسبة منخفضة :

Low Alloy Steel

يحتوي على خليط بنسب منخفضة من العناصر الأساسية. يتحمل سرعات قطع أعلى من الصلب الكربوني.. لذلك فهو أصلد وأمتن وبالتالي، وبالتالي فإن ثمنه يزيد عن ثمن الصلب الكربوني.

يستخدم الصلب المخلوط بنسبة منخفضة في صناعة البنط وأقلام المخارط.

3- الصلب المخلوط بنسبة عالية (الصلب السبائكي) :

High Alloy Steel

يسمى أيضاً بصلب السرعات العالية. يحتوي على نسبة كبيرة من العناصر الأساسية للخليط الذي يصل إلى 25 % من وزنه. من مميزاته أنه يتحمل سرعات القطع العالية أكبر بنسبة 3 مرات عن سرعة القطع بالصلب الكربوني. لذلك فإنه أغلى أنواع الصلب. يستخدم في صناعة أقلام المخارط وسكاكين الفرايز.

4- اللقم الكربيدية :

CARBIDE TIPS

تمتاز اللقم الكربيدية بقوة صلادتها وصمودها لدرجات الحرارة العالية التي تصل إلى 900°م ، وأيضاً عدم تآكلها رغم ارتفاع سرعة القطع التي تصل إلى 4 مرات عن سرعة القطع بالصلب الكربوني.

تستخدم اللقم الكربيدية بتثبتها بأقلام المخارط والبنط. حيث تثبيت اللقمة الكربيدية بجسم القلم المصنوع من الصلب المتوسط الصلادة بواسطة لحام النحاس، كما تثبت هذه اللقم ميكانيكياً بالربط وذلك لسهولة استبدالها عند كسرها.

من عيوب اللقم الكربيدية أنها لا تتحمل التبريد المفاجئ حيث إنها تشقق وتقصف، كمـــا إنها معرضة للكسر عند الخراطة الغير منتظمة والتي يكثر بها الصدمات، لذلك يجب التعامل معها بحرص شديد.

الصفات الواجب توافرها في الآلات القاطعة:

الآلات القاطعـــة بصـــفة عامـــة وأقلام الخراطة بصفة خاصة يجب أن تتوفر بها صفات أساسية، لكي تكون قادرة على قطع المعادن المختلفة أكبر مدة ممكنة دون أن يتغير شكلها أو تفقد صلابتها وخواصها وهي كالآتي:-

1- الصلادة.

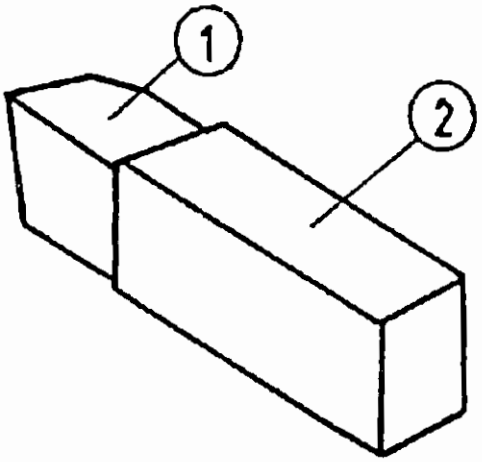
2- المتانة.

3- التحمل.

4- مقاومة التآكل.

الأجزاء الرئيسية لقلم المخرطة:

تخـــتلف أشكال وأحجام أقلام الخراطة ، وبصفة عامة فإن قلم المخرطة الموضح بالرسم التخطيطي بشكل 30 يتكون من جزأين أساسيين هما:-



شكل 30

الأجزاء الرئيسية لقلم المخرطة

1-الرأس :

HEAD

هو الجزء الأمامي (الجزء القاطع) وهو أهم أجزاء القلم حيث توجد به زوايا القطع المختلفة التي توضح شكل القلم واتجاهه، يستعمل الرأس لقطع المشغولات المعدنية المختلفة.

2-النصاب :

SHANK

هو الجزء الخلفي للقلم، يستعمل للتثبيت في الحامل بالمخرطة.

أشكال أقلام المخرطة

SHAPE OF TURNING TOOLS

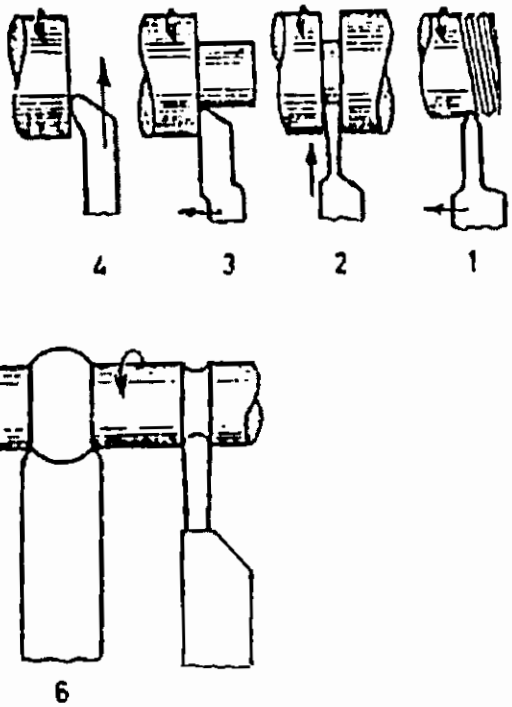
تختلف أشكال وأنواع أقلام الخراطة باختلاف نوع العمل المطلوب من أجله واتجاه التغذية، وأيضاً معدن القطعة المطلوب تشغيلها.

أولا : الأقلام الخارجية

OUTER TOOLS

توجد أقلام مختلفة متعددة تستخدم للخرط الخارجي ، تختلف أشكلها باختلاف العمليات الصناعية المطلوب تشغيلها.

شكل 31 يوضح رسم تخطيطي لبعض أقلام الخراطة التي تستخدم للخرط الخارجي وهي في وضع التشغيل.



شكل 31

بعض أشـــكال أقلام الخراطة

1- قلم قلاووظ مثلث خارجي بزاوية قدرها 60^0 أو 55^0.

2- قلم فصل (قطع).

3- قلم جنب يمين.

4- قلم جنب يمين للتسوية.

5- قلم قوس داخلي (محدب).

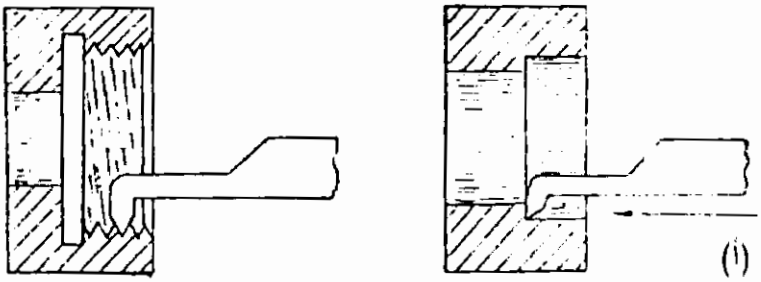
6- قلم قوس خارجي (مقعر).

ثانيا : الأقلام الداخلية

INTERNAL TOOLS

توجد أقلام للتشغيل الداخلي مثل قلم الخرط الداخلي وقلم القلاووظ المثلث الداخلي 60^0 أو 55^0 الموضـــحة بالرسم التخطيطي بشكل 32 ، كما توجد أقلام أخرى لقطع

القلاووظات المختلفة وقطع المجاري الداخلية وغيرها.



(أ) قلم خرط داخلي

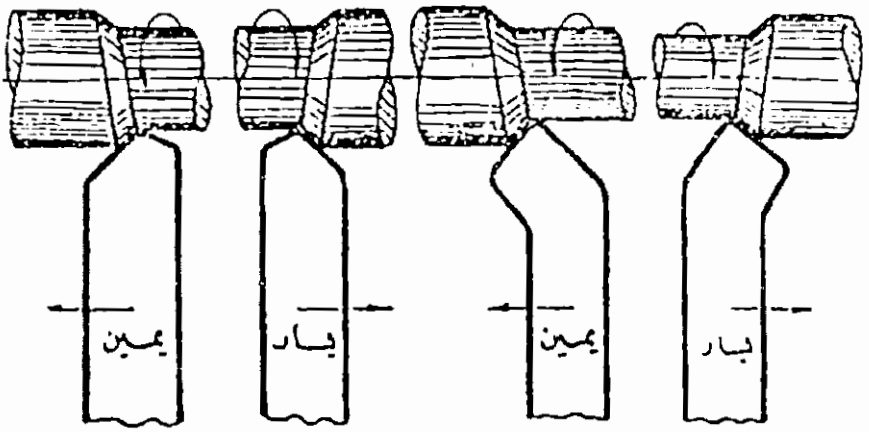
(ب) قلم قلاووظ مثلث داخلي 60°

شكل 32

الأقلام الداخلية

اتجـاه قلم المخرطـة

تختلف أقلام الخراطة بعضها عن بعض بالنسبة لاتجاه التغذية (يمين أو يسار) كما هو موضح بشكل 33 .



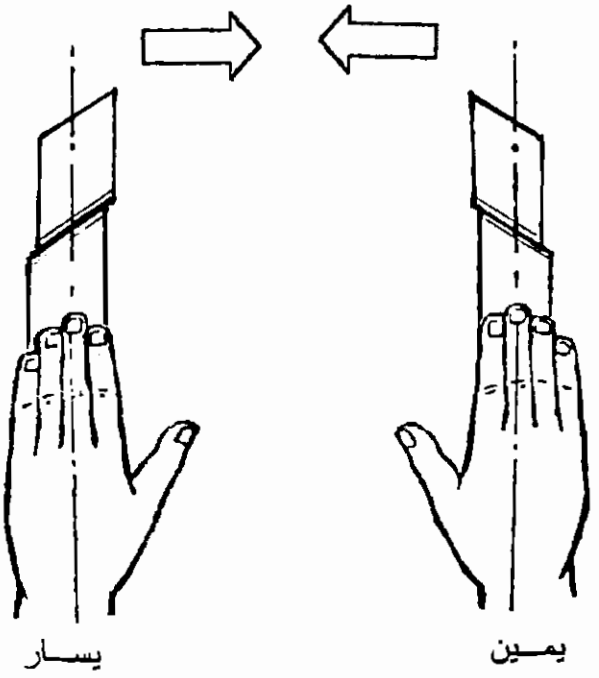
قلم تخشين منحنى 45°

قلم تنعيم مستقيم

شكل 33

اختلاف شكل الحد القاطع واتجاه القطع

لـــذلك فـــإن اتجاه التغذية من الأشياء الهامة التي يجب مراعاتها عند اختيار القلم الملائـــم للتشـــغيل (يمين أو يسار)، ويمكن التعرف على اتجاه الأقلام باتباع الطريقة الموضحة بشكل 34 .



شكل 34

طرق التعرف على اتجاه الأقلام

1- يوضـــع كف اليد اليمنى على القلم بحيث تكون الأصابع باتجاه قمة القلم، فإذا كان الحـــد القاطع في نفس اتجاه إصبع الإبهام يكون القلم يميناً (السهم يشير إلى اتجاه التغذية).

2- يوضع كف اليد اليسرى على القلم بحيث تكون الأصابع باتجاه قمة القلم، فإذا كان الحـــد القاطع في نفس اتجاه إصبع الإبهام يكون القلم يساراً (السهم يشير إلى اتجاه التغذية).

تذكر أن :

1- أقــلام الخراطة بصفة عامة مهما كان نوعها أو شكلها يجب استخدامها بالطريقة الصحيحة بحيث تكون التغذية من الجهة الأمامية للحد القاطع.

2- لا يــوجد اخــتلاف بين أقلام الخراطة (التخشين والتنعيم) إلا في حالة واحدة فقط وهي تجليخ الحد القاطع لقلم التنعيم بشكل قوس.

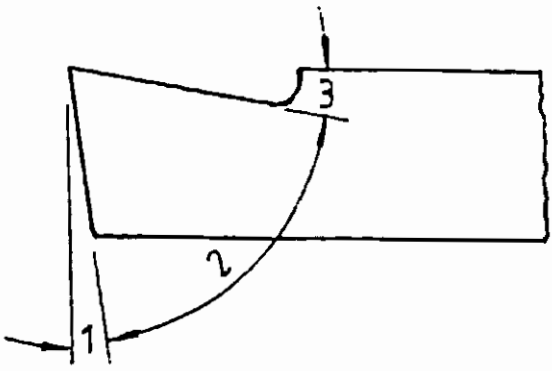
الزوايا الرئيســية

للحد القاطع لقلم المخرطة

PRINCIPAL ANGLES OF TOOL CUTTING EDGE

تخــتلف أقــلام الخــراطة باخــتلاف نوع العمل المطلوب من أجله، ومهما كان الاختلاف في شكل الأقلام، فإنها تتحد جميعاً في تكوين الزوايا الأساسية للحد القاطع.

شكل 35 يوضح الزوايا الرئيسية للحد القاطع لقلم المخرطة.



شكل 35

الزوايا الرئيسية للحد القاطع لقلم المخرطة

1- زاوية الخلوص.

2- زاوية التحميل .. زاوية القلم أو زاوية الآلة.

3- زاوية الجرف.

تخـــتلف هذه الزوايا من قلم لآخر باختلاف نوع معدن قطعة التشغيل، فعلي سبيل المـــثال .. الزهر ، الصلب ، النحاس الأحمر ، النحاس الأصفر ، الألمونيوم .. كلها معـــادن تختلف خصائص كل منها عن الأخرى، وبصفة عامة تزيد زاوية التحميل أو زاويـــة القلم وتنخفض زاوية الجرف كلما زادت صلادة معدن قطعة التشغيل، وأقرب مـــثال لـــذلك هو عند قطع معدن طري مثل الألمونيوم ومعدن آخر ذي قوة وصلادة عالية مثل الزهر الناشف .. تكون زوايا الحد القاطع للقلم لكل منهما كالآتي:-

نوع معدن قطعة التشغيل	زاوية الخلوص 1	زاوية التحميل 2	زاوية الجرف 3
ألمونيوم نقي	^{0}10	^{0}40	^{0}40
زهر	^{0}3	^{0}87	صفر

مما سبق نستنتج الآتي :-

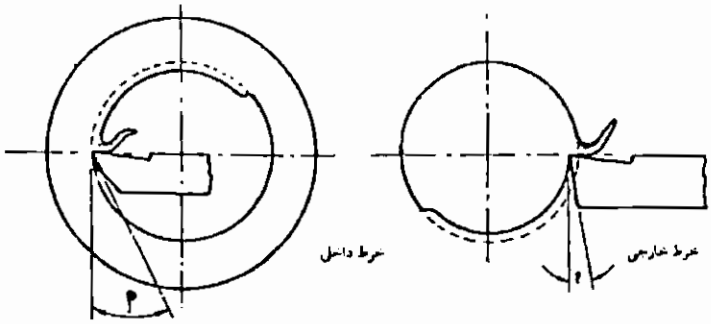
مجمـــوع الـــزوايا الرئيسية للحد القاطع لقلم المخرطة = زاوية الخلوص + زاوية التحميل + زاوية الجرف = 90 ^{o}

زوايا الحد القاطع

لقلم المخرطـــة الداخلي

ANGLES OF INTERNAL
TOOL CUTTING EDGE

تختلف الأقلام الداخلية عن الأقلام الخارجية في زوايا الحد القطع، حيث أن زاوية الخلـوص (أ) بالقلم الداخلي أكبر منها في القلم الخارجي كما هو موضح بشكل 36 ، وذلك لعدم احتكاك فخذ القلم بالسطح المنحنى الداخلي لقطعة التشغيل.



شكل 36

اختـلاف زاوية الخلـوص

أهمية زوايا الحد القاطع لقلم المخرطة :

الغـرض مـن زوايـا الحـد القاطـع التي تحـدد قيمتها عند تجليـخ القلم، هو التغلغل بالسطـح الخارجي أو الداخلي لقطعـة التشغيل ليقطع منه جزء على هيـئة رايـش لتشكيلها حسـب الرسم المطلوب، ويتضح أهمـية هذه الزوايا والغرض منها فيما يلي:-

زاوية الخلوص :

الغرض منها هو تجنب الاحتكاك بين فخذ القلم وقطعة التشغيل.

زاوية الجرف :

الغرض منها هو سهولة انسياب الرايش المنزوع من سطح قطعة التشغيل.

زاوية التجميل :

هي الزاوية المحصورة بين زاوية الخلوص وزاوية الجرف ، وتحدد قيمتها حسب معدن المشغولة التي تتعامل معها والمواد المصنوعة منها أداة القطع (القلم).

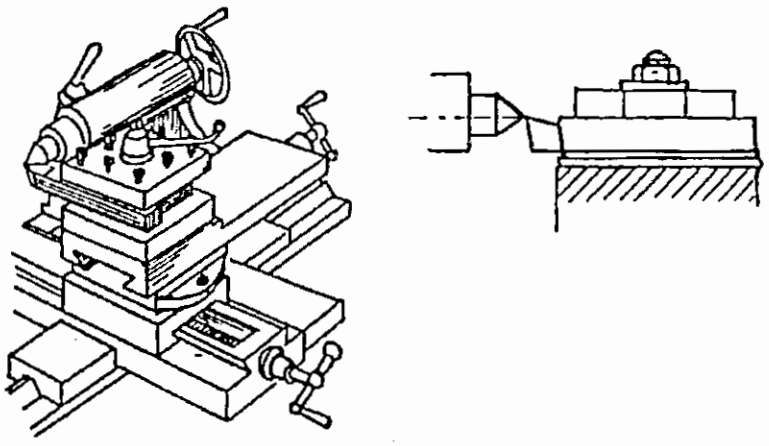
تذكر أن :

تـــزيد زاويـــة التحميل عند التعامل مع المشغولات الصلدة وتنخفض تدريجياً عند التعامل مع المشغولات الأقل صلادة أو الطرية.

الوضع الصحيح لقلم المخرطة

عند تثبيت قلم المخرطة بالبرج (حامل القلم) المثبت بأعلى الراسمة الطولية، يجب أن يكون القلم بشكل أفقي مستوٍ بحـــيث يكون الحد القاطع له بمستوى محور الذنبتـــين تماماً شكل 37 .

الغـــرض من تثبـــيت القلم بشكل أفقي مستوٍ هـــو عدم تغـــيير زوايا الحد القاطع السابق ذكرها.



شكل 37

الوضع الصحـــيح لقلم المخرطة

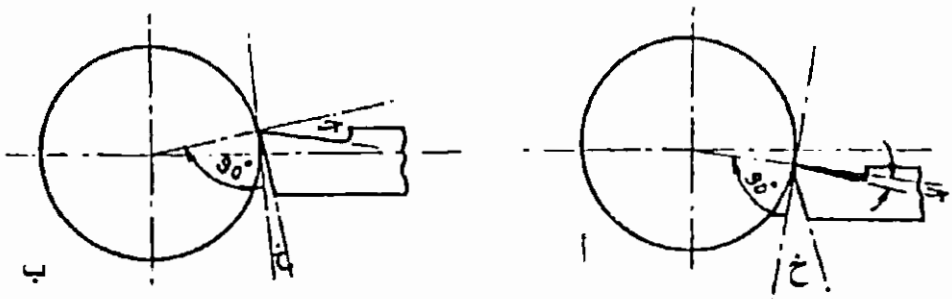
تذكر أن :

أي ارتفاع أو انخفاض بالحد القاطع للقلم يؤدي إلى زيادة أو نقص في زواياه التي تنعكس على أسطح المشغولات المصنعة وتخفض من جودتها.

الأوضاع الخاطئة لقلم المخرطة

عند انخفاض الحد لقاطع لقلم المخرطة عن محور الذنبتين شكل 38 (أ) ينتج عنه صغر زاوية الجرف وزيادة زاوية الخلوص، الذي يترتب عليه رداءة سطح قطعة التشغيل بالإضافة إلى تعرض الحد القاطع للكسر.

وعندما يكون الحد القاطع أعلى من مستوى محور الذنبتين شكل 38 (ب) ينتج عنه زيادة زاوية الجرف وانخفاض زاوية الخلوص، الذي يترتب عليه رداءة سطح قطعة التشغيل نتيجة لاحتكاك فخذ القلم مع سطح المشغولة.



شكل 38

تأثير زوايا الحد القاطع عند ارتفاع وانخفاض القلم

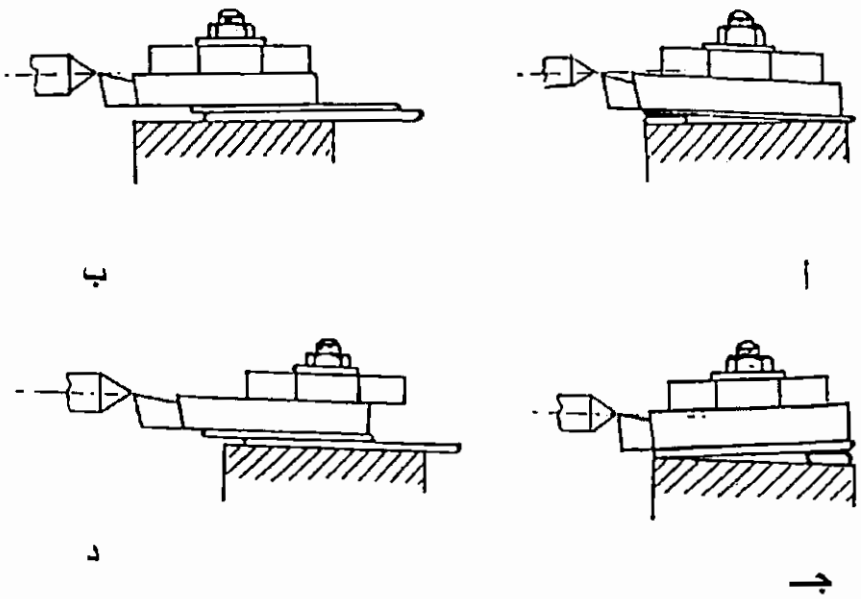
هناك حالات يثبت قلم المخرطة بأوضاع خاطئة علي الرغم من أن الحد القاطع للقلم علي مستوى محور الذنبتين كما هو موضح بشكل 39 ودلك للأسباب التالية :-

(أ) وضع قطعة من الصاج أسفل مقدمة القلم الذي يؤدي الي عدم أفقيته، الأمر الذي يؤدي إلى تغيير زوايا الحد القاطع.

(ب) وضع قطعة من الصج أسفل مؤخرة القلم مما يعرضه للاهتزاز، ويعرض الحد القاطع لكسر وينتج عنه رداءة سطح قطعة التشغيل.

(ج) وضع قطعة من الصاج أسفل مؤخرة القلم، ينتج عنه عدم أفقيته، الأمر الذي يؤدي إلى تغيير زوايا الحد القاطع.

(د) تثبيت القلم على قطع من الصاج بطريقة غير منتظمة، وبروز الحد القاطع للقلـــم أكثر من اللازم، يؤدي إلى ذبذبة القلم تحت ضغط نزع الرايش من الســـطح الخارجـــي لقطعة التشغيل، ويتسبب في تلف الحد القاطع ورداءة سطح المشغولة.



شكل 39

الأوضاع الخاطئة عند تثبيت قلم المخرطة

تذكر أن :

لجودة المشغولات المصنعة على المخرطة .. يجب استخدام قلم بزوايا حادة وتثبيته بالبـــرج حامـــل القلـــم بوضع أفقي مستوٍ وربطه جيداً بعد التأكد من مطابقته لمحور الذنبتـــين تماماً.

العوامل التي تؤثر بالحد القاطع لقلم المخرطة أثناء القطع

يتعرض الحد القاطع لقلم المخرطة أثناء عملية القطع لإجهادات كبيرة نتيجة لتغلغله بالمعدن المشغولة المراد قطعها، الذي ينتج عنه نزع جزء من سطح المعدن على هيئة رايش، وارتفاع كبير في درجة الحرارة بمنطقة القطع والحد القاطع، وتغيير لون الرايش نتيجة لقوة وشدة الاحتكاك وسرعة القطع من اللون الأبيض المعدني إلى الأصفر إلى الأزرق، يكون نتيجة ذلك هو رداءة سطح قطعة التشغيل وتلف الحد القاطع. وفي هذه الحالة يجب فك القلم وإعادة تجليخه ثم تثبيته بالوضع الصحيح، أو فكه وتثبيت قلم آخر.. وهذا يؤدي إلى ضياع الجهد والوقت.

ولمحافظة على الحد القاطع للقلم وعدم استهلاكه وللحصول على أسطح ملساء، فإنه يجب استخدام سائل التبريد أثناء التشغيل أو عند الحاجة إلى ذلك.

عِـدَدْ الثقـب

DRLLING TOOLS

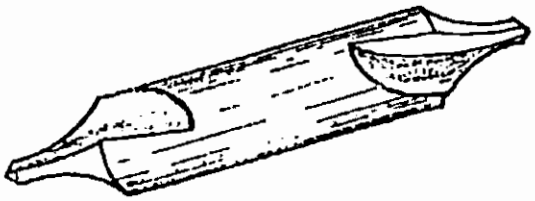
تصنع عدد الثقب من صلب العدة أو صلب السرعات العالية، كما تصنع عدد ثقب أخرى مزودة بلقم كربيدية مخصصة لاستخدامها في ثقب المعادن الصلدة.

عادة تسمى عدد الثقب بشكل نصابها.. وتتكون من الآتي:-

الثاقب المركزي :

CENTRE DRILL

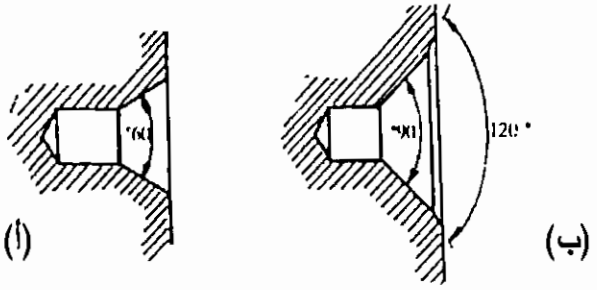
الثاقب المركزي الموضح بشكل 40 يسمى بهذا الاسم لكونه يقوم بثقب الأسطح الجانبية للمشغولات الأسطوانية بمركزها تماماً.



شكل 40

الثاقـــب المركـــزي

عـــادة تكون زاوية رأس الثاقب المركزي 60^0 شكل 41 (أ) وهي نفس زاوية رأس ذنـــبة الرأس المتحرك أو رأس ذنبة عمود الدوران، وذلك لضمان انطباق الذنبة داخل الثقوب المركزية، كما يوجد ثاقب مركزي آخر بزاوية قدرها 90^0 ، يستخدم في عمل الثقوب المركزية للمشغولات الثقيلة جداً أو الأسطح الغير مستوية.



شكل 41

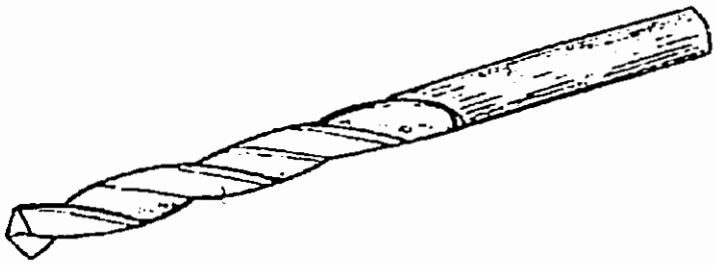
زوايـــا الثقوب المركزيـــة

يســـتخدم الـــثاقب المركـــزي فـــي عمـــل الثقوب المركزية بالمشغولات المختلفة لاستخدامها كساند لذنبة الرأس المتحرك وذنبة عمود الدوران، وكدليل للثقابات (البنط) عند ثقب المشغولات، وذلك لضمان محوريتها عند تشغيلها على المخرطة.

الثاقب ذو النصاب الأسطواني :

DRILL FOR CYLINDRICAL SHANK

الـــثاقب الأسطواني المستقيم شكل 42 يسمى بالوسط الفني (بالبنطة العدلة)، وذلك لاســـتقامة نصابها الذي على شكل أسطواني مستقيم. توجد الثقابات المستقيمة بقياسات صغيرة تبدأ من 0.1 إلى 20 ملليمتر بزيادة قدرها 0.05 أو 0.1 ملليمتر.



شكل 42

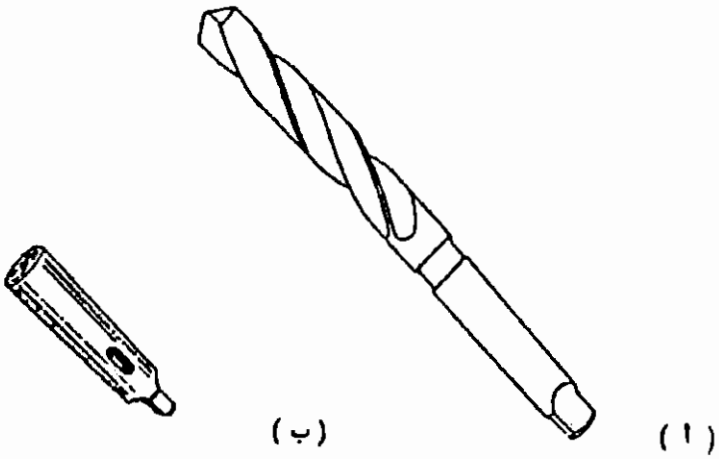
الثاقـــب المستقيـــم

يســتخدم الــثاقب المســتقيم في ثقب المشغولات أو في توسيع ثقوبها التي تصل أقطارها إلى 20 ملليمتر.

الثاقب ذو النصاب المخروطي :

DRILL FOR CONE SHANK

الــثاقب ذو النصــاب المخروطي الموضح بشكل 43 (أ) يسمى بالوسط الفني (بالبنطة المسلوبة) حيث نصابها على شكل مخروطي ، سلبة الثقابات (البنط) هي سلبة مورس. توجد الثقابات المخروطية بقياسات كبيرة التي تصل أقطارها إلى 60 ملليمتر.



شكل 43

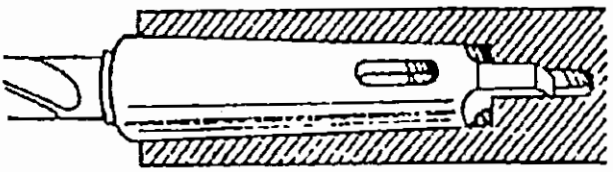
الثاقـب المخروطـي

(أ) ثاقب مخروطي.

(ب) وصلة مخروطية.

يستخدم الثاقب المخروطي لثقب المشغولات المختلفة بثقوب ذات أقطار كبيرة. عند اســتخدام الــثاقب المخروطـــي يثــبت النصاب بمخروط الرأس المتحرك مباشرة أو بمخروط عمود إدارة الثقاب.

الثقابات المخروطية ذات الأقطار الصغيرة التي يتناسب نصابها مع مخروط الرأس المتحــرك يســتخدم لهــا وصلات مخروطية أو جلب مخروطية شكل 43 (ب) وذلك لتثبــيت نصـــاب الــثاقب المخروطي بالجلبة المخروطية التي تثبت بمخروط الرأس المتحرك كما هو موضح بشكل 44.



شكل 44

الجلبـــة المخروطيـــة

الأجزاء الرئيسية للثاقب:

PARTS FOR DRILL MAIN

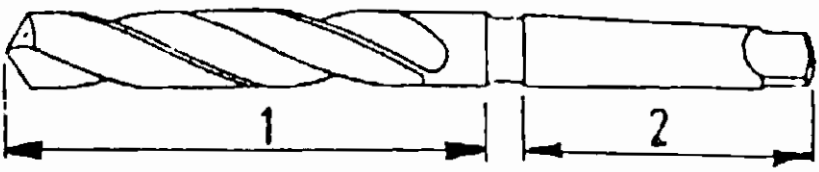
الثاقــب (البنطة) الموضحـــة بشكل 45 باختلاف أقطاره يتكون من جزأين أساسيين هما:-

1- البدن :

BODY

هو الجزء الذي يوجد به الحدين القاطعين. من أهم ما يتميز به هو قنواته الملتوية. تصـــمم القــنـــوات الملتوية بحيث يسهل خـــروج الرايــش المزال من المشغــولات نتيجة الثقب.

يوجد بالرأس الحدين القاطعين، وغالباً ما يكون زاويته 118°. تختلف زاوية الرأس باختلاف نوع المعدن المطلوب ثقبه.



شكل 45

أجزاء الثاقب

2- النصاب :

SHANK

هو الجزء الخلفي للثاقب. يكون أسطوانياً لاستعماله بتثبيته في ظرف المثقاب، أو مخروطياً بتثبيته في محروط عمود دوران ماكينة الثقب أو المخروط الداخلي بالرأس المتحرك (الغراب المتحرك) بالمخرطة.