

الباب الثالث

# الآلات القاطعة

## CUTTING TOOLS

مبادئ الخراطة

## مهيد

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 الخراطة

### TURNING TOOLS

القلم العادي يستخدمه العامة لتشكيل الحروف والكلمات على الورق، أما أداة القطع على 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.

يتأثر الحد القاطع لقلم المخرطة أثناء عمليات قطع المعادن المختلفة لضغوط عليه تصل إلى 400 كجم/م<sup>2</sup> ودرجات حرارة مرتفعة تصل إلى 800<sup>0</sup> م، الأمر الذي يؤدي إلى تغير شكل الحد القاطع نتيجة للتآكل ويصبح القلم بعد فترة غير صالح للاستمرار للقطع، ويلزم لذلك نزع 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 المراد تشغيلها . وعلى سبيل المثال (الأجنحة . سلاح المنشار . المبرد . قلم المخرطة . البنطة . ذكور ولقم القلاووظ . البرغل) كلها آلات قاطعة، تختلف سرعة القطع المستخدمة لكل منها عن الأخرى باختلاف معدن صنعها والعمليات المراد تشغيلها، كما تتدخل عوامل أخرى مثل (عمر آلة القطع . القدرة الإنتاجية . التكلفة). لذلك تصنع بعض الآلات بحدود قاطعة ذات صلادة بحيث تختلف صلادة الرأس عن البدن، وذلك للتداول بالأسواق التجارية بأسعار معتدلة. ويمكن تلخيص المواد التي تصنع منها الآلات القاطعة في المعدن التالية :-

## ١-الصلب الكربوني :

### CARBON STEEL

يحتوي على نسبة 0.9 . 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 البنت 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 مميزاتة أنه يتحمل سرعات القطع العالية أكبر بنسبة 3 مرات عن سرعة القطع بالصلب الكربوني. لذلك فإنه أعلى أنواع الصلب. يستخدم في صناعة أقلام المخارط وسكاكين الفرايز.

## 4- اللقم الكريبيدية :

### CARBIDE TIPS

تمتاز اللقم الكريبيدية بقوة صلابتها وصمودها لدرجات الحرارة العالية التي تصل إلى 900<sup>o</sup> م ، وأيضاً عدم تأكلها رغم ارتفاع سرعة القطع التي تصل إلى 4 مرات عن سرعة القطع بالصلب الكربوني.

تستخدم اللقم الكريبيدية بثنيتها بأقلام المخارط والبنت. حيث تثبت اللقمة الكريبيدية 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، كما إنها معرضة للكسر عند الخراطة الغير منتظمة والتي يكثر بها الصدمات، لذلك يجب التعامل معها بحرص شديد.

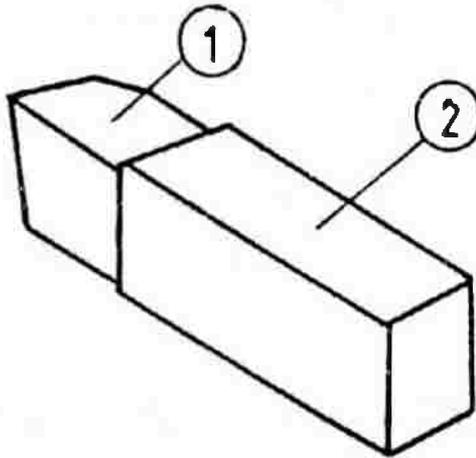
### الصفات الواجب توافرها في الآلات القاطعة:

الآلات القاطعة بصفة عامة 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 كالاتي:-

- 1- الصلادة.
- 2- المتانة.
- 3- التحمل.
- 4- مقاومة التآكل.

### الأجزاء الرئيسية لقلم المخرطة:

تختلف 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

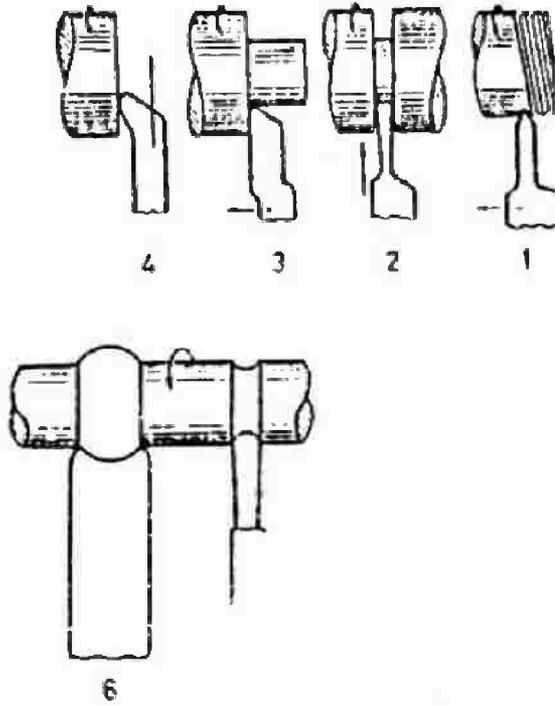
تختلف أشكال وأنواع أقلام الخراطة باختلاف نوع العمل المطلوب من أجله واتجاه التغذية، وأيضاً معدن القطعة المطلوب تشغيلها.

### أولاً : الأقسام الخارجية

#### OUTER TOOLS

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

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



شكل 31

بعض أشكال أقلام الخراطة

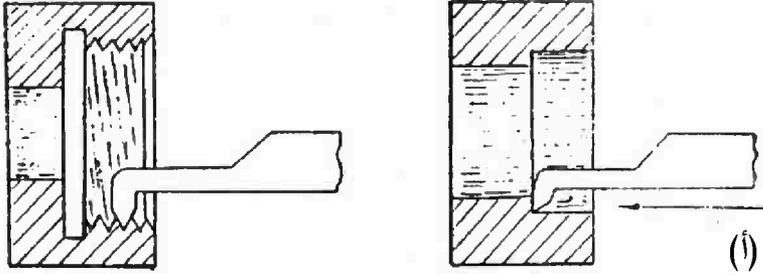
- 1- قلم قلاووظ مثلث خارجي بزاوية قدرها  $60^{\circ}$  أو  $55^{\circ}$ .
- 2- قلم فصل (قطع).
- 3- قلم جنب يمين.
- 4- قلم جنب يمين للتسوية.
- 5- قلم قوس داخلي (محدب).
- 6- قلم قوس خارجي (مقعر).

### ثانياً : الأقلام الداخلية

#### INTERNAL TOOLS

توجد أقلام للتشغيل الداخلي مثل قلم الخرط الداخلي وقلم القلاووظ المثلث الداخلي

60° أو 55° الموضحة 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°

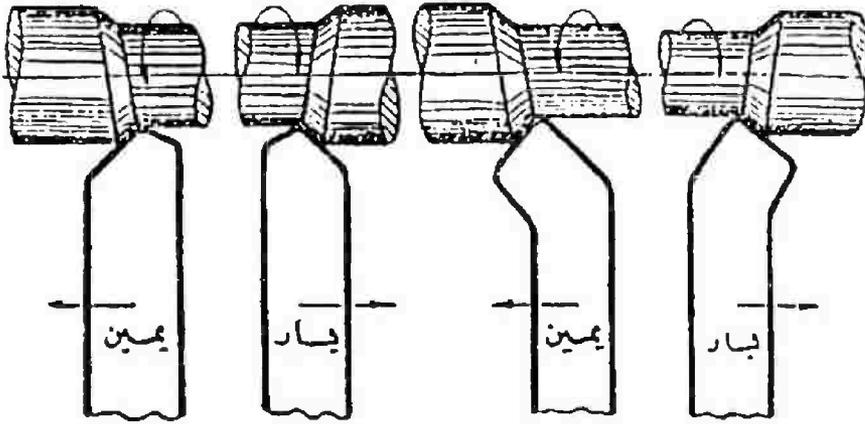
شكل 32

الأقلام الداخلية

## اتجاه قلم الخراطة

تختلف أقلام الخراطة بعضها عن بعض بالنسبة لاتجاه التغذية (يمين أو يسار) كما

هو موضح بشكل 33 .



قلم تنعيم مستقيم

الباب الثالث

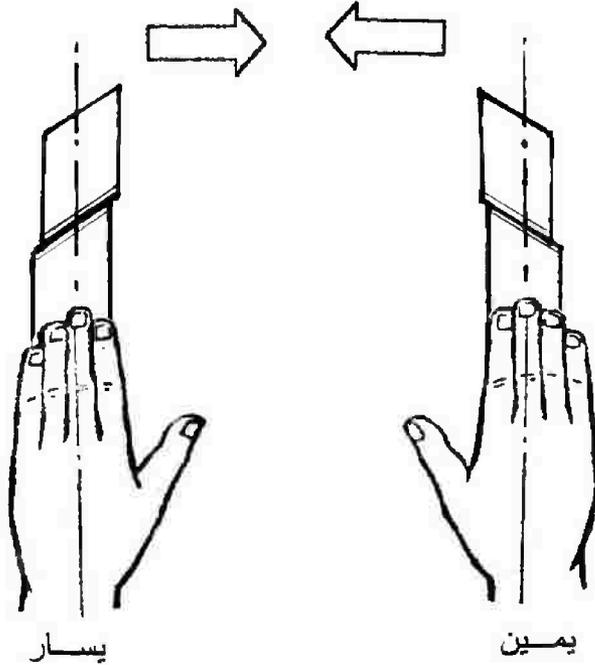
قلم تخشين منحنى 45°

الآلات القاطعة

شكل 33

اختلاف شكل الحد القاطع واتجاه القطع

لذلك فإن اتجاه التغذية من الأشياء الهامة التي يجب مراعاتها عند اختيار القلم الملائم للتشغيل (يمين أو يسار)، ويمكن التعرف على اتجاه الأقلام باتباع الطريقة الموضحة بشكل 34 .



شكل 34

طرق التعرف على اتجاه الأقلام

- 1- يوضع كف اليد اليمنى على القلم بحيث تكون الأصابع باتجاه قمة القلم، فإذا كان الحد 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

الحد القاطع في نفس اتجاه إصبع الإبهام يكون القلم يساراً (السهم يشير إلى اتجاه التغذية).

### تذكر أن :

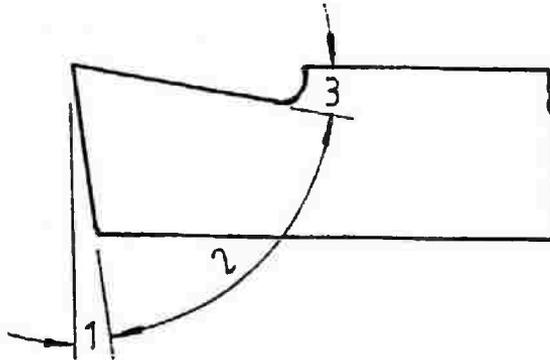
- 1- أقلام الخراطة بصفة عامة مهما كان نوعها أو شكلها يجب استخدامها بالطريقة الصحيحة بحيث تكون التغذية من الجهة الأمامية للحد القاطع.
- 2- لا يوجد اختلاف بين أقلام الخراطة (التخشين والتنعيم) إلا في حالة واحدة فقط وهي تجليخ الحد القاطع لقلم التنعيم بشكل قوس.

## الزوايا الرئيسية

### للحد القاطع لقلم المخرطة

#### PRINCIPAL ANGLES OF TOOL CUTTING EDGE

تختلف أقلام الخراطة باختلاف نوع العمل المطلوب من أجله، ومهما كان الاختلاف في شكل الأقسام، 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.

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

زوايا الجرف 3	زوايا التحميل 2	زوايا الخلوص 1	نوع معدن قطعة التشغيل
40°	40°	10°	ألمونيوم نقي
صفر	87°	3°	زهر

مما سبق نستنتج الآتي :-

مجموع الزوايا الرئيسية للحد القاطع لقلم المخرطة = زاوية الخلوص + زاوية التحميل

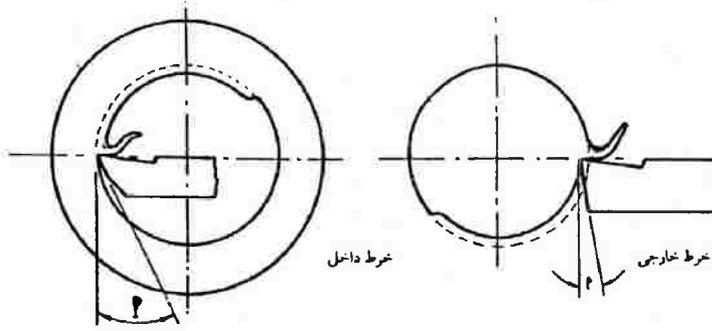
+ زاوية الجرف = 90°

## زوايا الحد القاطع

### لقلم المخرطة الداخلي

#### ANGLES OF INTERNAL TOOL CUTTING EDGE

تختلف الأرقام الداخلية عن الأرقام الخارجية في زوايا الحد القاطع، حيث أن زاوية الخلوص (أ) بالرقم الداخلي أكبر منها في القلم الخارجي كما هو موضح بشكل ٣٦ ، وذلك لعدم احتكاك فخذ القلم بالسطح المنحني الداخلي لقطعة التشغيل.



شكل 36

اختلاف زاوية الخلوص

#### أهمية زوايا الحد القاطع لقلم المخرطة :

الغرض من زوايا الحد القاطع التي تحدد قيمتها عند تجليخ القلم، هو التغلغل بالسطح الخارجي أو الداخلي لقطعة التشغيل ليقطع منها جزء على هيئة رايش لتشكلها حسب الرسم المطلوب، ويتضح أهمية 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).

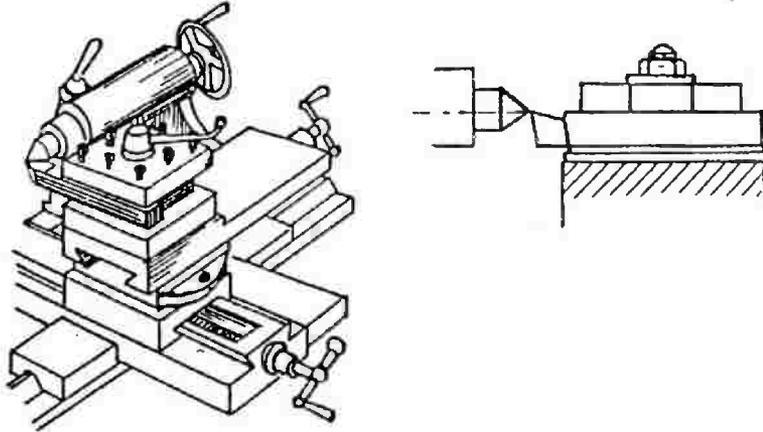
**تذكر أن :**

تزيد زاوية التحميل عند التعامل مع المشغولات الصلدة وتخفض 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 بحيث يكون الحد القاطع له بمستوى محور الذنبتين تماماً شكل 37 .

الغرض من تثبيت القلم بشكل أفقي مستوٍ هو عدم تغيير زوايا الحد القاطع السابق ذكرها.



شكل 37

الوضع الصحيح لقلم المخرطة

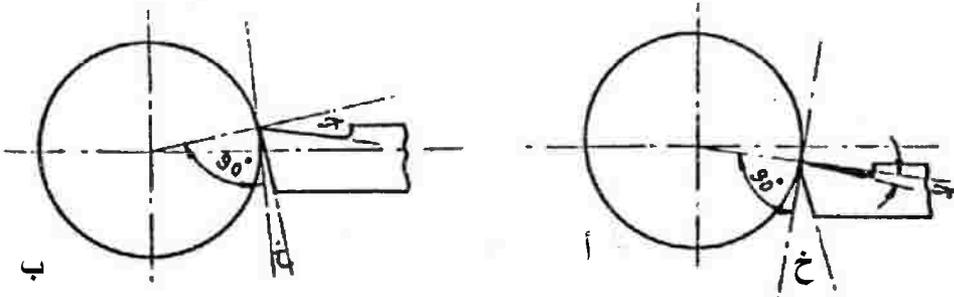
## تذكر أن :

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

## الأوضاع الخاطئة لقلم المخرطة

عند انخفاض الحد القاطع لقلم المخرطة عن محور الذنبتين شكل 38 (أ) ينتج عنه صِغَر 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.

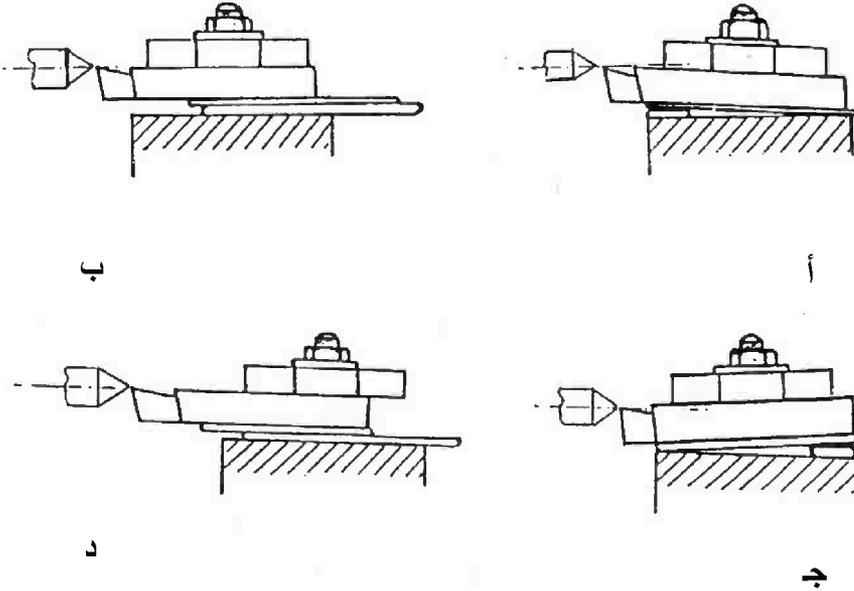


شكل 38

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 وذلك 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 الصاج 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 للقلم أكثر من اللازم، يؤدي إلىذبذبة القلم تحت ضغط نزع الرايش من السطح الخارجي 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 بالبرج حامل القلم بوضع أفقي مستوٍ وربطه جيداً بعد التأكد من مطابقته لمحور الذنبتين 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.

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

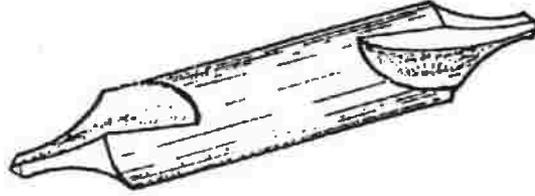
## عدد الثقب

### DRILLING TOOLS

تصنع عدد الثقب من صلب العدة أو صلب السرعات العالية، كما تصنع عدد ثقب أخرى مزودة بلقم كريدية مخصصة لاستخدامها في ثقب المعادن الصلدة. عادة تسمى عدد الثقب بشكل نصابها.. وتتكون من الآتي:-

## CENTRE DRILL

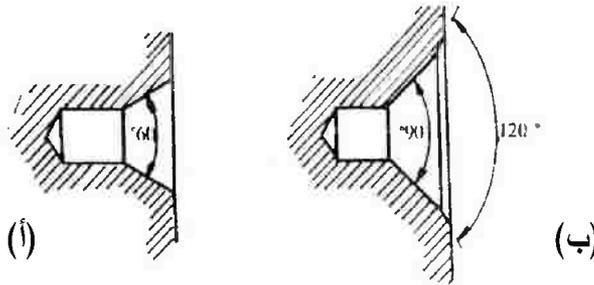
الثاقب المركزي الموضح بشكل 40 يسمى بهذا الاسم لكونه يقوم بثقب الأسطح الجانبية للمشغولات الأسطوانية بمركزها تماماً.



شكل 40

## الثاقب المركزي

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



شكل 41

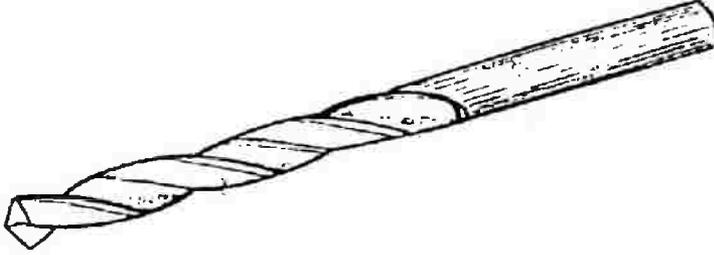
## زوايا الثقوب المركزية

يستخدم الثاقب المركزي في عمل الثقوب المركزية بالمشغولات المختلفة لاستخدامها كسائد لذنبة الرأس المتحرك وذنبة عمود الدوران، وكدليل للثقابات (البنت) عند ثقب المشغولات، وذلك لضمان محوريته عند تشغيلها على المخرطة.

## الثاقب ذو النصاب الأسطواني :

DRILL FOR CYLINDRICAL SHANK

الثاقب الأسطواني المستقيم شكل 42 يسمى بالوسط الفني (بالبنطة العدلة)، وذلك لاستقامة 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

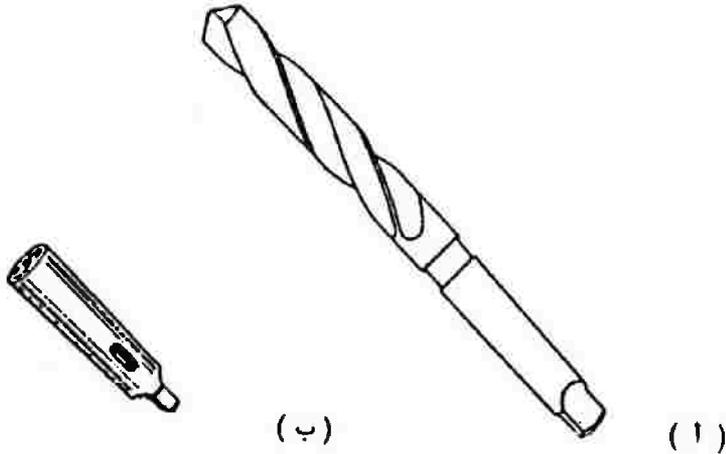
الثاقب المستقيم

يستخدم الثاقب المستقيم في ثقب المشغولات أو في توسيع ثقوبها التي تصل أقطارها إلى 20 ملليمتر.

## الثاقب ذو النصاب المخروطي :

DRILL FOR CONE SHANK

الثاقب ذو النصاب المخروطي الموضح بشكل 43 (أ) يسمى بالوسط الفني (بالبنطة المسلوقة) حيث نصابها على شكل مخروطي ، سلبة الثقابات (البنط) هي سلبة مورس. توجد الثقابات المخروطية بقياسات كبيرة التي تصل أقطارها إلى ٦٠ ملليمتر.

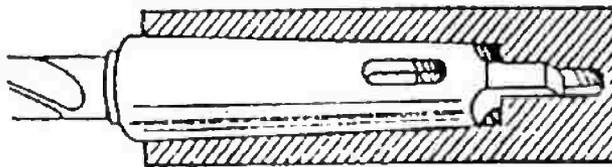


شكل 43  
الثاقب المخروطي

(أ) ثاقب مخروطي.  
(ب) وصلة مخروطية.

يستخدم الثاقب المخروطي لتقن المشغولات المختلفة بتقن ذات أقطار كبيرة. عند استخدام الثاقب المخروطي يثبت النصاب بمخروط الرأس المتحرك مباشرة أو بمخروط عمود إدارة الثقاب.

الثقابات المخروطية ذات الأقطار الصغيرة التي يتناسب نصابها مع مخروط الرأس المتحرك يستخدم لها وصلات مخروطية أو جلب مخروطية شكل ٤٣ (ب) وذلك لتثبيت نصاب الثاقب المخروطي بالجلية المخروطية التي تثبت بمخروط الرأس المتحرك كما هو موضح بشكل 44.



شكل 44  
الجلية المخروطية

## الأجزاء الرئيسية للثاقب:

### PARTS FOR DRILL MAIN

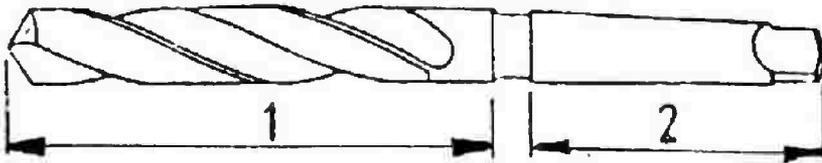
الثاقب (البنطة) الموضحة بشكل ٥٥ باختلاف أقطاره يتكون من جزأين أساسيين

هما:-

1- البدن :

### BODY

هو الجزء الذي يوجد به الحدين القاطعين. من أهم ما يتميز به هو قنواته الملتوية. تصمم القنوات الملتوية بحيث يسهل خروج الرايش المزال من المشغولات نتيجة الثقب. يوجد بالرأس الحدين القاطعين، وغالباً ما يكون زاويته  $118^{\circ}$ . تختلف زاوية الرأس باختلاف نوع المعدن المطلوب ثقبه.



شكل 45

أجزاء الثاقب

2- النصاب :

### SHANK

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