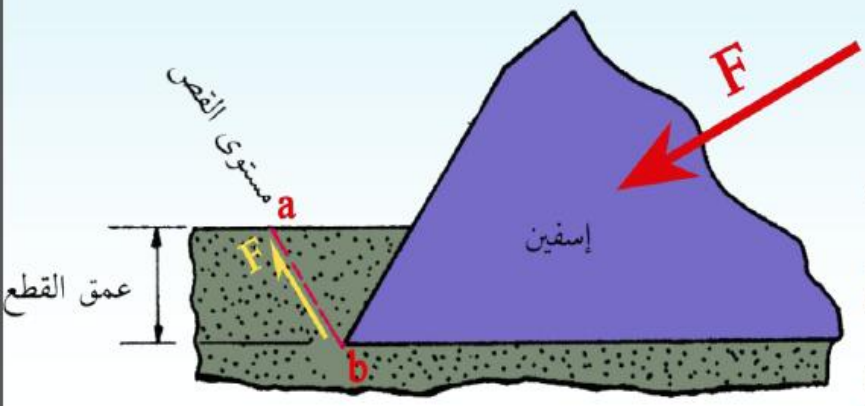
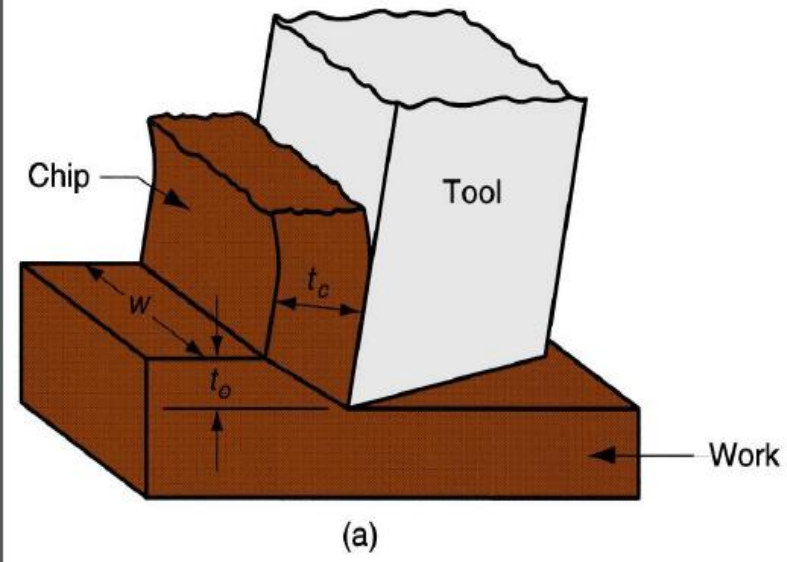
أساسيات القطع



- نفرض عملية قطع بواسطة أزميل.
- أذا طرق الأزميل على طرفه المخصص لذلك، فإن القوة الناتجة عن ذلك ستنتقل إلى المشغولة محدثة بها قص عبر الخط (ab). بذلك يكون المعدن الموجود على إمتداد هذا المستوى معرض لقوة قص Shear Force.

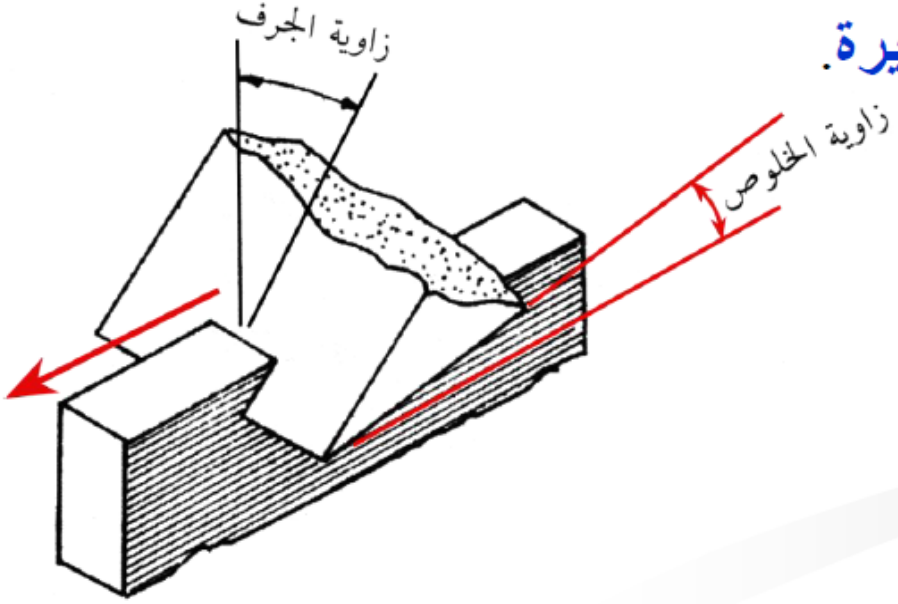


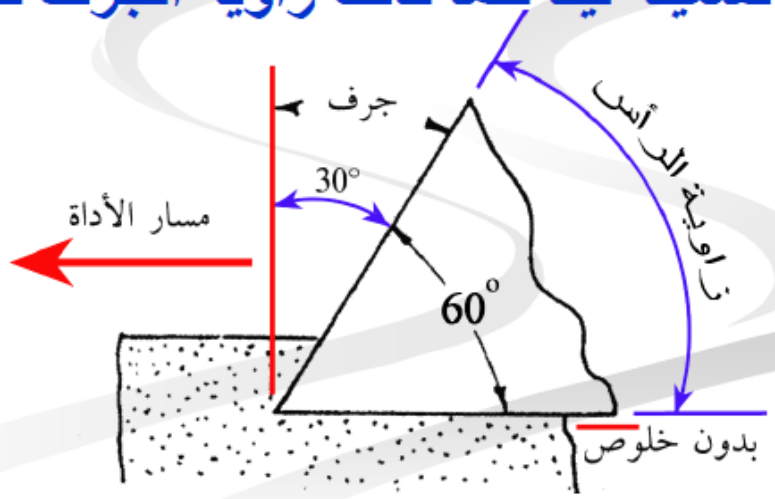
(a)

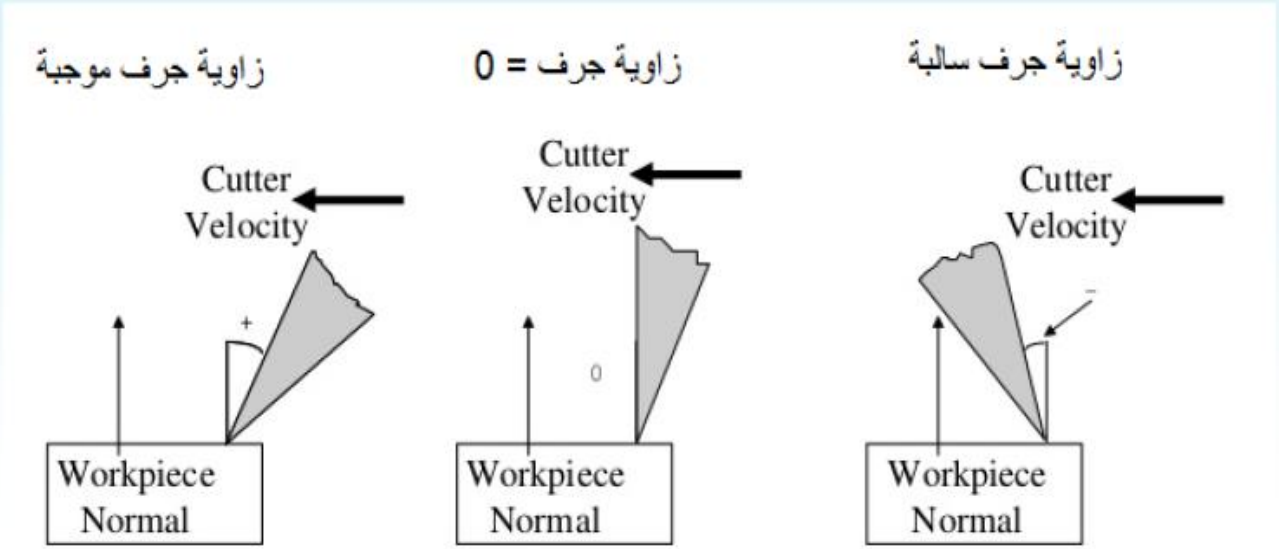
زوايا أداة القطع الأساسية

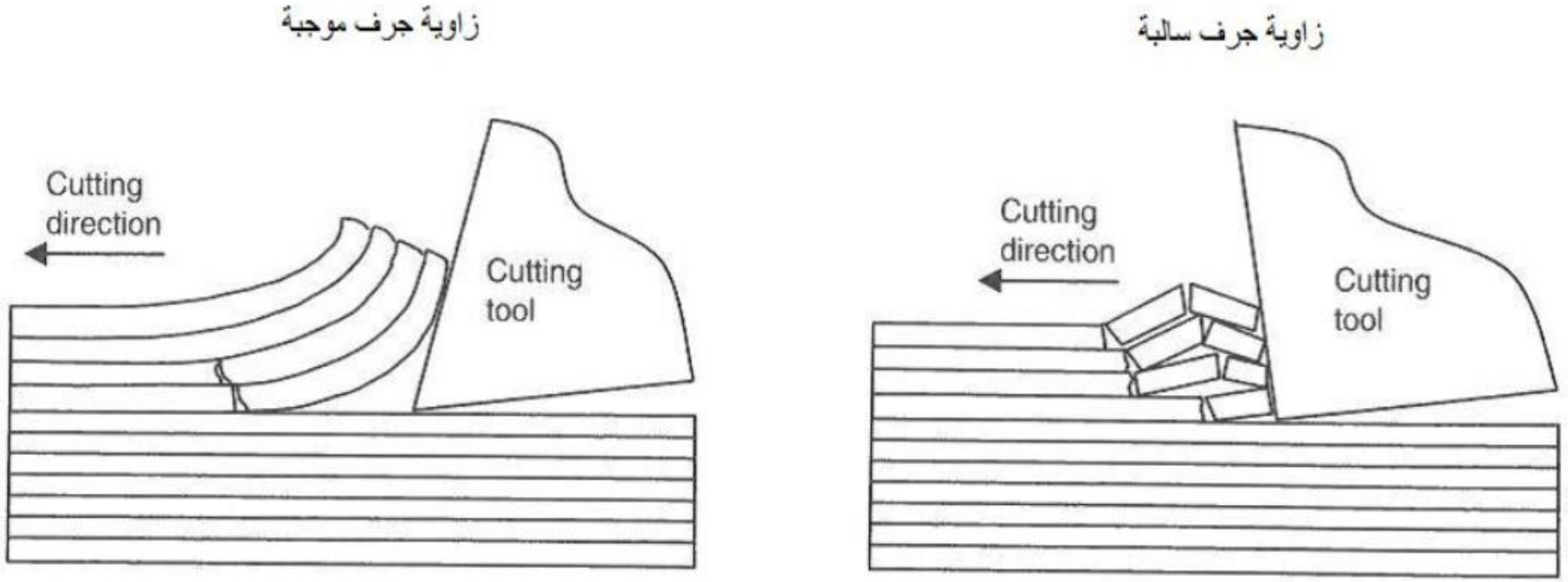
1) زاوية الجرف Rake angle:

- ✓ هي الزاوية التي يميل بها وجه أداة القطع (أو الحد القاطع) عن الخط العمودي على مسار الأداة أو إتجاه التغذية.
- ✓ الزاوية المناسبة لرأس الأزميل لقطع الصلب الطري تساوي 60°. بذلك تكون زاوية الجرف لهذه الأداة تساوي 30° في حالة ما لم يتغير وضع الأداة بالنسبة للمشغولة.
- ✓ تعتمد زاوية الجرف نوع مادة المشغولة، وبصورة عامة **كلما كان المعدن المراد تشغيله ليناً كلما كانت زاوية الجرف كبيرة**.



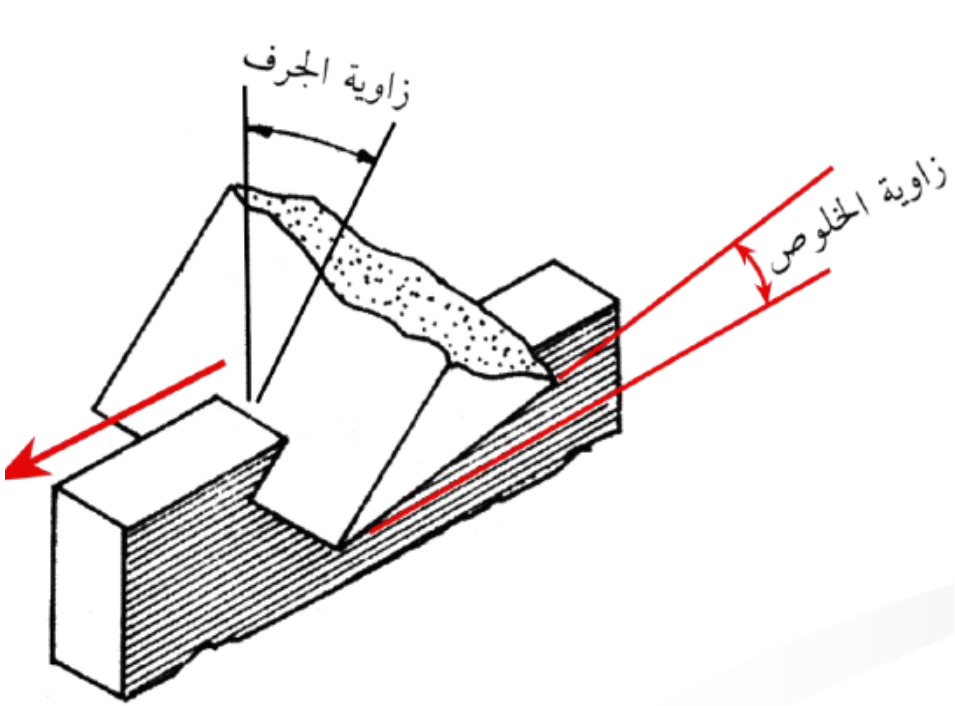


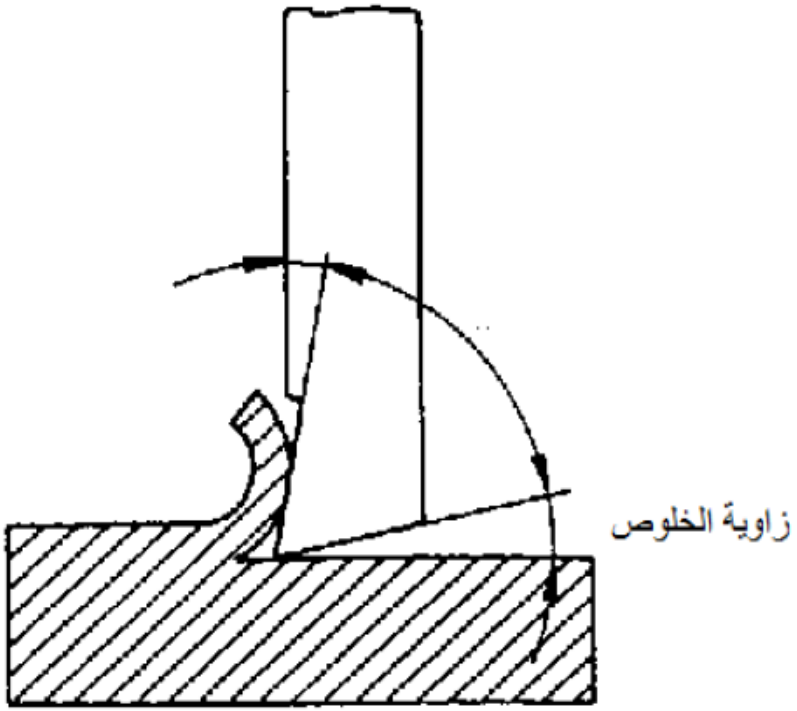

زاوية جرف موجبة
زاوية جرف = 0
زاوية جرف سالبة
Cutter Velocity
Cutter Velocity
Cutter Velocity
+
0
-
Workpiece Normal
Workpiece Normal
Workpiece Normal


زاوية جرف موجبة
زاوية جرف سالبة
Cutting direction
Cutting tool
Cutting direction
Cutting tool

2) زاوية الخلوص Clearance angle:

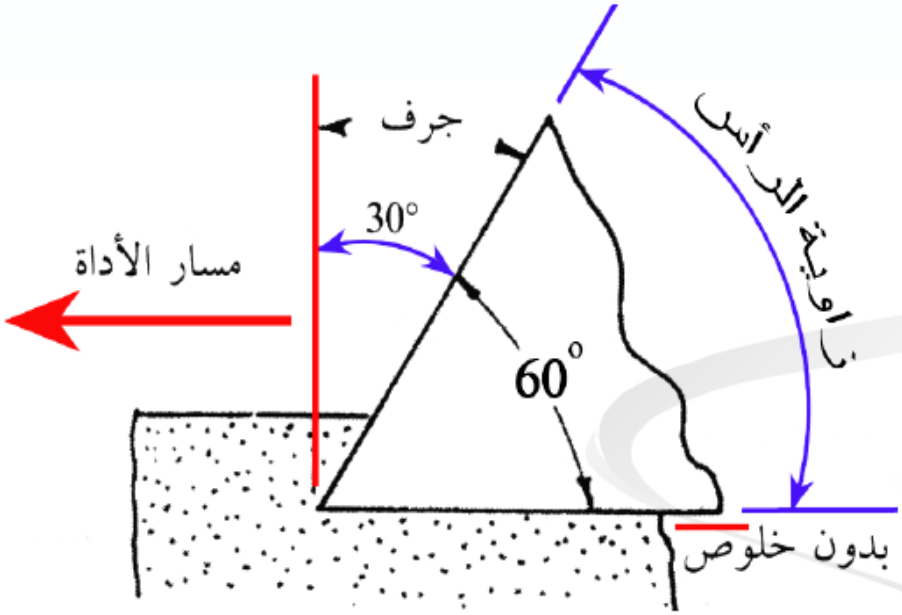
- زاوية الخلوص هي الزاوية المحصورة بين جانب أداة القطع tool flank والجزء الذي يتم تشغيله من المشغولة.
- الغرض من زاوية الخلوص هو تخفيض الإحتكاك الناتج بفعل حفّ أداة القطع مع المشغولة، وكنتيجة لذلك تقل الطاقة المصروفة في قص المعدن.
- تكون دائما زاوية الخلوص صغيرة ولا تزيد عن 10 درجات.





3) زاوية الرأس (زاوية الأسفين) Wedge angle:

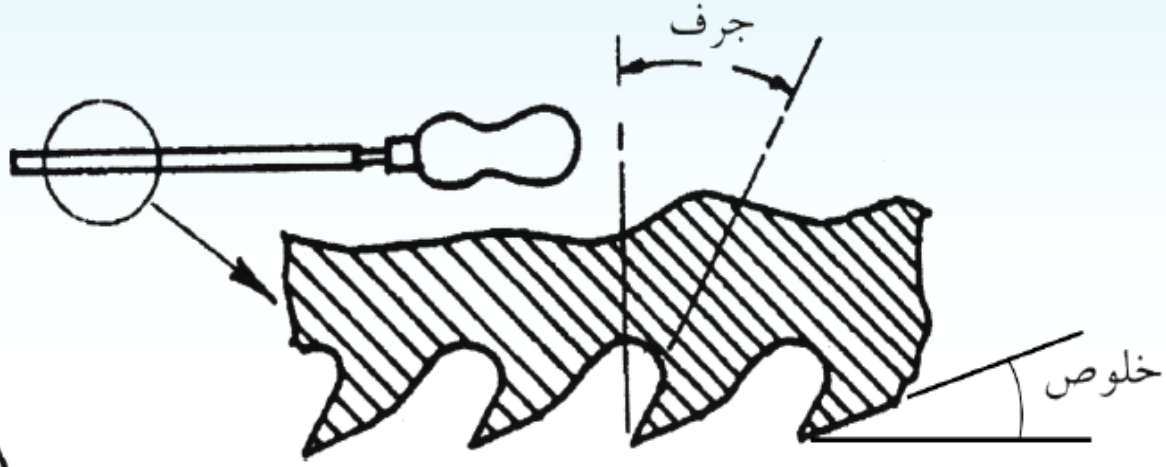
- هي الزاوية المحصورة بين وجه الأداة وجانبها.
- كلما كانت هذه الزاوية صغيرة كلما سهل تغلغلها بالمشغولة، إلا أن الإفراط في صغر هذه الزاوية يجعل رأس الأداة ضعيفاً.

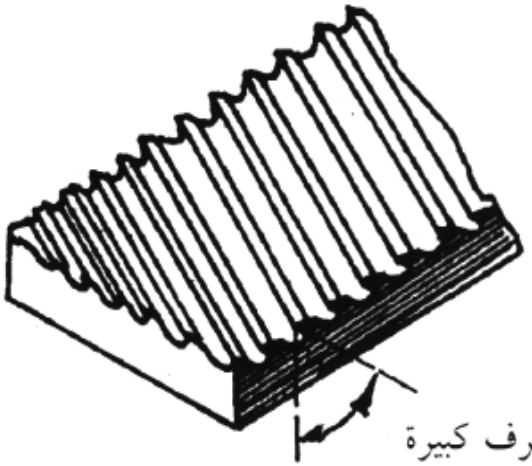


- تعتبر زاوية الجرف (γ) وزاوية الرأس (β) وزاوية الخلوص (α) زوايا أساسية لأداة القطع، ويكون مجموعها في عمليات القطع مساوياً لـ 90 درجة.

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$

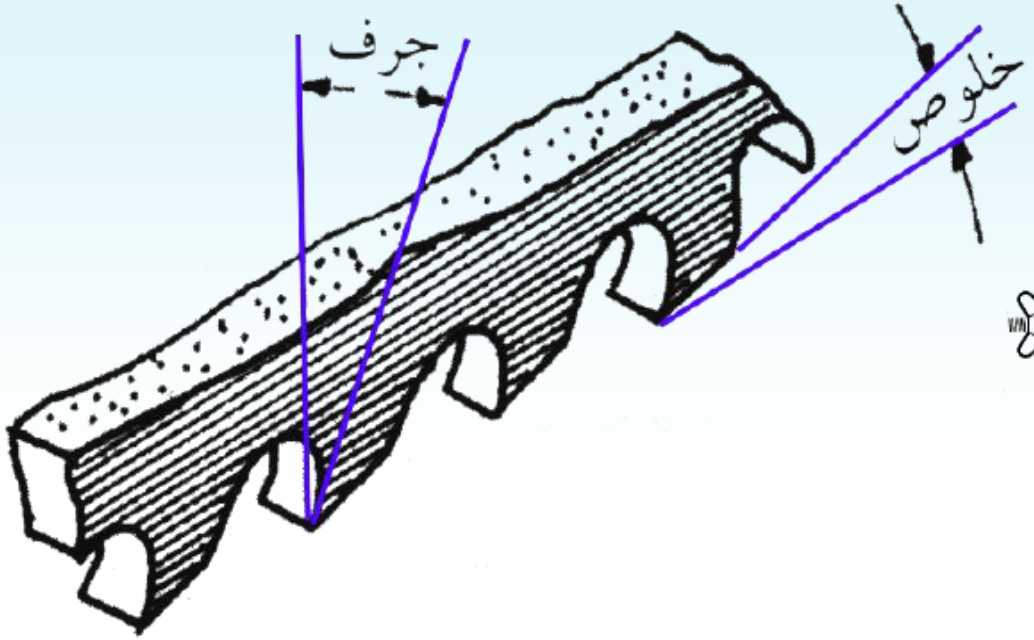
زوايا الجرف والخلوص في الأدوات اليدوية

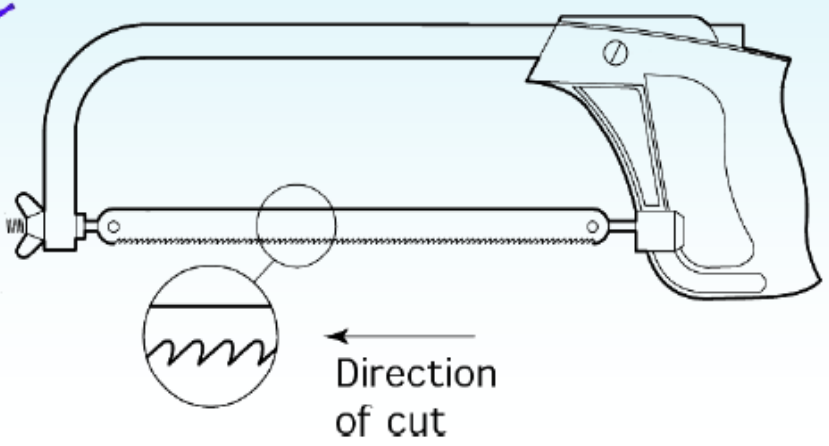



زاوية جرف كبيرة

المبارد اليدوية Hand Files:

- تعتبر كل المبارد اليدوية أدوات قطع متعددة الحواف.
- رغم أن المبرد بطئ الحركة إلا أن زوايا الخلوص ضرورية بسبب كثرة الأسنان، حيث يكون الإحتكاك كبير إذا لم تزود الأسنان بزوايا الخلوص.
- بالنسبة لزاوية الجرف فهي تعتمد على نوع مادة المشغولة، وبصورة عامة **كلما كان المعدن المراد تشغيله ليناً كلما كانت زاوية الجرف كبيرة**.





شفرات منشار المعادن Hacksaw Blades:

- تعتبر كل المناشير أدوات قطع متعددة الحواف.
- تعتبر زوايا الخلوص ضرورية بسبب كثرة الأسنان، حيث يكون الإحتكاك كبير إذا لم تزود الأسنان بزوايا الخلوص.
- بالنسبة لزاوية الجرف فهي تعتمد على نوع مادة المشغولة، وبصورة عامة **كلما كان المعدن المراد تشغيله ليناً كلما كانت زاوية الجرف كبيرة**.

تصنيف عدد القطع بالنسبة لطرق التشغيل

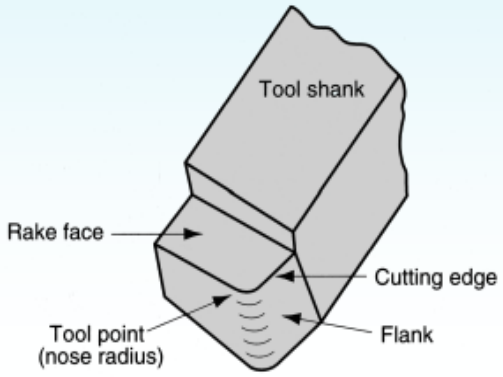
1) عدد يدوية Hand tools:

- ✓ ويقصد بها العدد التي تستعمل بواسطة اليد لتنفيذ الشغلة المطلوبة مثل المبارد Files والأزاميل Chisels.
- ✓ لكل من هذه العدد حدود قاطعة لملائمة الغرض الذي ستستعمل من أجله.

2) عدد المكائن Machine tools:

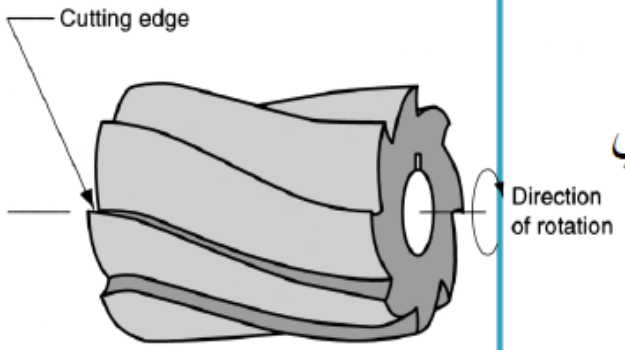
- ✓ وهي العدد التي تثبت على آلة تشغيل مخصصة لإستعمالها حتى تقوم بعملية القطع المطلوبة مثل أقلام الخراطة Turning tools والمثاقب الإلتوائية Twist drills وعدد التوسيع Boring والكشط Shaping وسكاكين التفريز Milling cutters.
- ✓ من الملاحظ إن هذه العدد تتعرض إلى قوى قطع كبيرة.

تصنيف عدد القطع بالنسبة لعَدد الحدود القاطعة



1) عدد احادية الرأس Sinle-point tools:

✓ وهي عدد تحتوي على حد قاطع مستقيم واحد يتغلغل في الشغلة ويزيل منها الرايش. تعتبر أقلام الخراطة والكشط وعدد التوسيع مثال على ذلك.

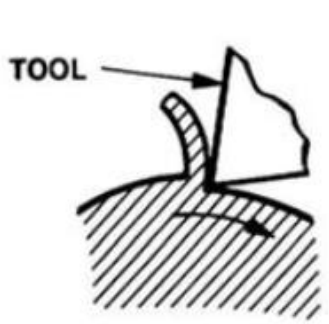


2) عدد متعددة الحدود القاطعة Multi-points tools:

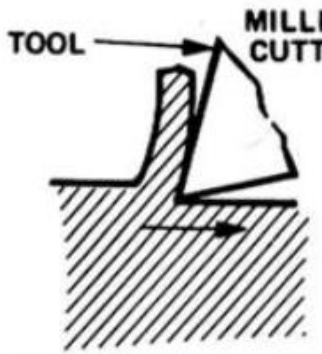
✓ هي عبارة عن تجميع عَدد من العُدد مفردة الحد القاطع على جسم واحد مثل سكين التفريز التي يمكن إعتبار اي سن من أسنانها عبارة عن قلم خراطة، أي أن السن الواحدة تمثل عدة مفردة الحد القاطع بكافة تفاصيلها من حيث زوايا القطع والجرف والخلوص. تعتبر المثاقب وعدد الفرائز مثال على ذلك.

تصنيف عمليات القطع بالنسبة لنوع أداة القطع

ذات حد واحد	ذات حدين	ذات عدة حدود	لا نهائية الحدود
• الخراطة • الكشط	• الثقب	• التفريز • التجويف • التثقيب • القص	• التجليخ

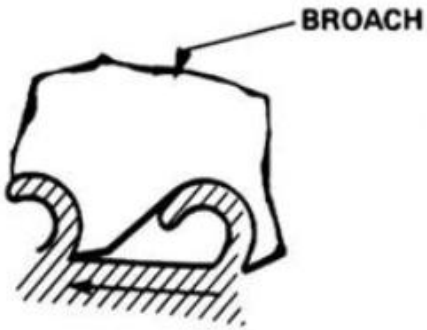


الخراطة



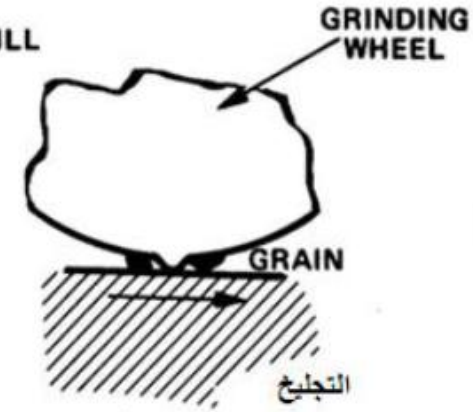
الكشط

التفريز



التخويش

الثقب



التجليخ

إستعمالات أداة القطع أحادية الحد القاطع

- تشغيل الأسطح الإسطوانية الخارجية بالمخروطة.
- تجويف الأسطح الأسطوانية الداخلية بالمخرطة.
- تسوية الأسطح الدائرية بالمخرطة (الخراطة الوجهية).
- إنتاج الأسطح المستوية بالمقشطة.

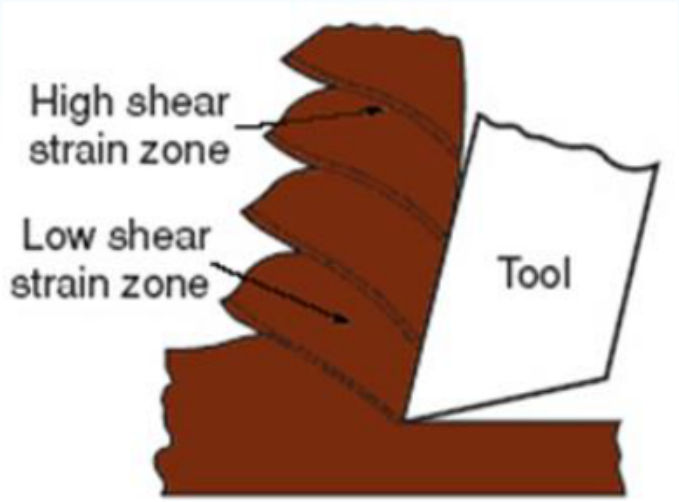
المواد المصنعة لعدد القطع

تتميز المواد المصنعة للعدد بالصلادة التي تمكن الحد القاطع من الإحتفاظ بدرجة حدته لفترة طويلة، والمتانة لتحمل الصدمات والقوى الكبيرة المعرضة لها، ومقاومة الحرارة وقلة التآكل. وعادة تصنع من المعادن الآتية:

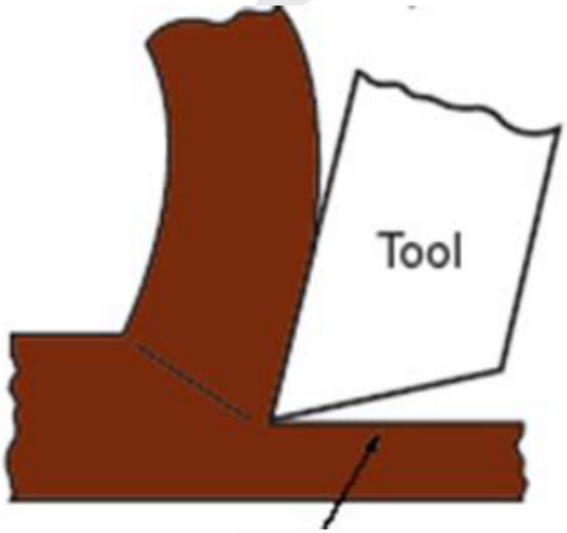
- **الصلب الكربوني:** ويمتاز بنسبة الكربون العالية (0.5% - 1.5%C)، وتفقد صلابتها عند 250 درجة مئوية لذلك فإن تطبيقها محدود.
- **صلب السرعات العالية:** وتحتوي على التنجستن، كوبلت، كروم، فانديوم، موليوبديوم.
- **الكربيدات (مثل كربيد التنجستن) والدايموند:** حيث تصنع على شكل لقم صغيرة تلحم أو تركب على ساق العدة المصنع من الصلب. تسمح هذه المواد لعدد القطع بالوصول إلى سرعات قطع أكبر من تلك المستخدمة للصلب ذي السرعات العالية.

أنواع الرايش

- إذا كان المعدن قصفاً (مثل الحديد الزهر أو النحاس الأصفر) فسينتج حينئذ رايش منفصل أو متقطع.

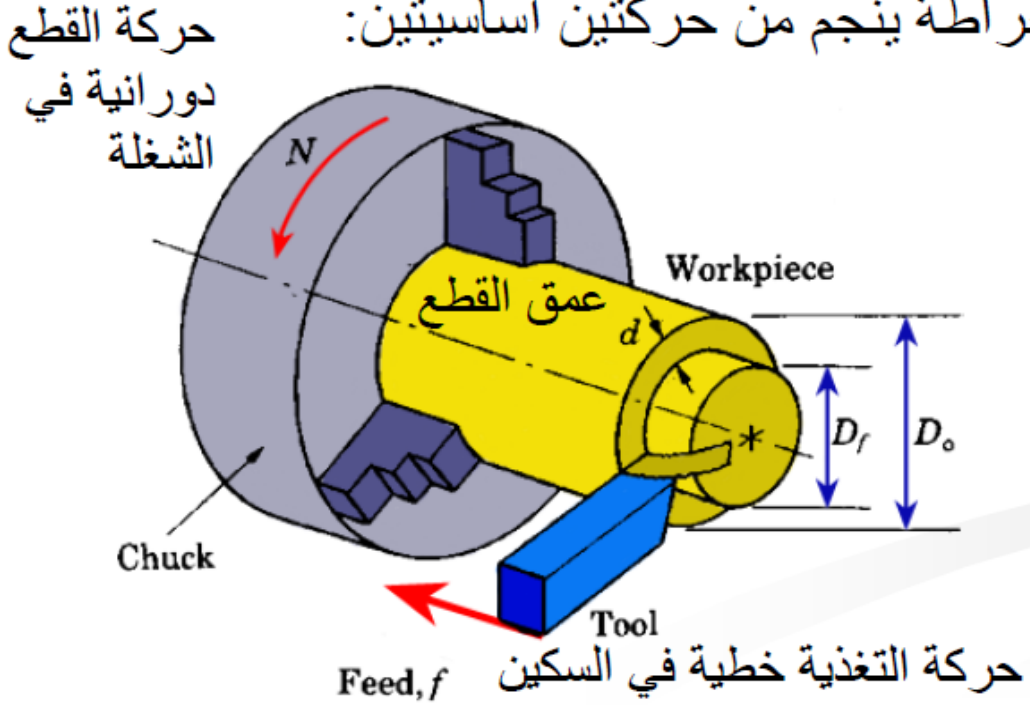


- إذا كان المعدن مطيلي أو طري فسينتج حينئذ رايش مستمر.



عمليات الخراطة
Turning Process

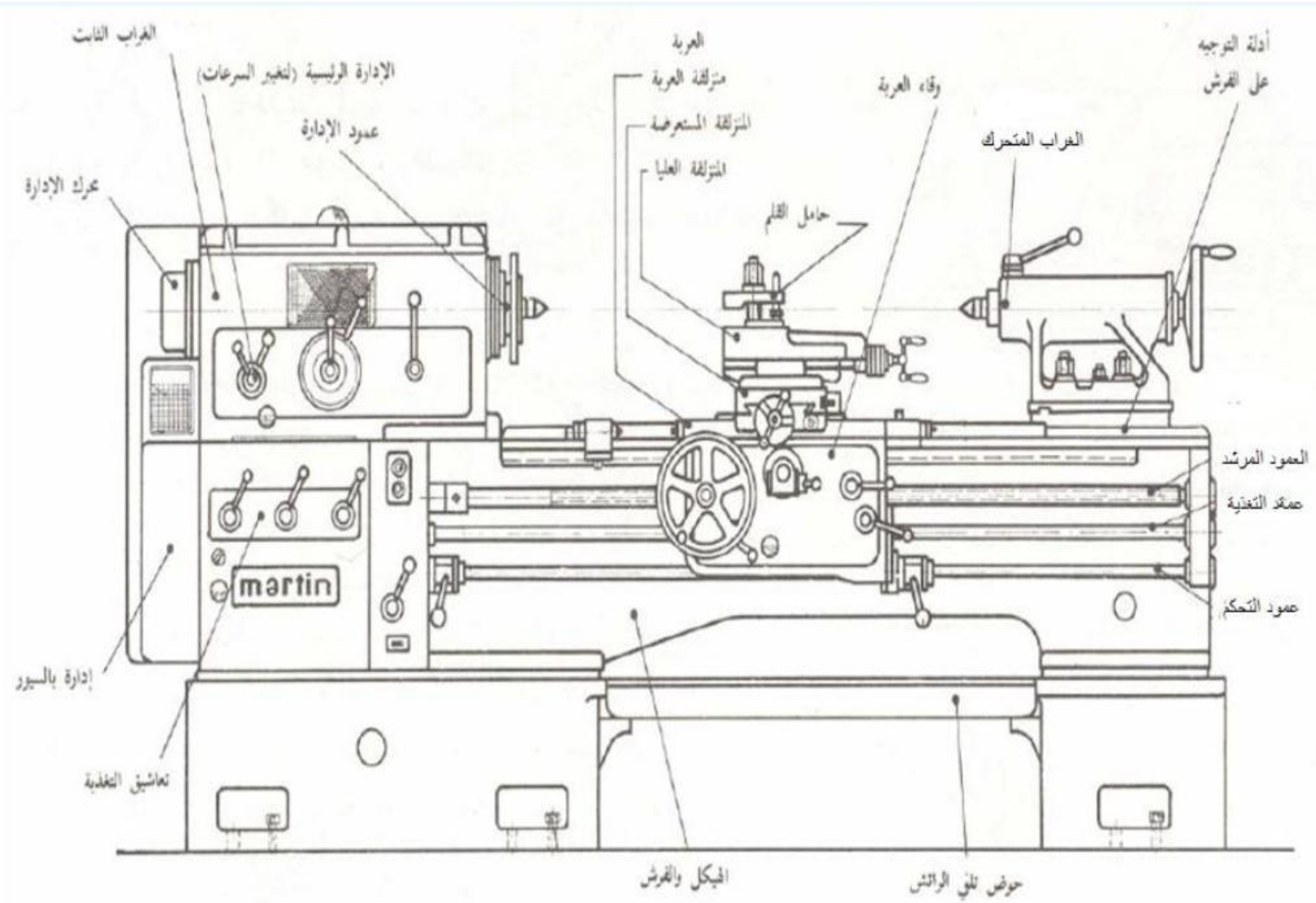
- يقصد بعملية الخراطة إنتاج مشغولات ذات أسطح أسطوانية سواء كانت داخلية أو خارجية وذلك بواسطة أداة أحادية الرأس.
- يتم ذلك على آلة الخراطة التي تقوم بحركة دائرية للشغلة حول محورها ضد حركة العدة الطولية . ينتج عن ذلك إزالة (تشغيل) سلسلة من الدوائر المتحدة المركز من القطعة أثناء تقدم الأداة عبر مسار معين (يعرف بالتغذية).
- إن إنتاج أي قطعة بإستخدام آلة الخراطة ينجم من حركتين أساسيتين:
  - **حركة التغذية: مسار الأداة.**
  - **حركة القطع: حركة دوران القطعة.**



أجزاء آلة الخراطة
Lathe Machine Components

تتألف جميع آلات القطع بما فهيم المخرطة من الأجزاء الرئيسية التالية:

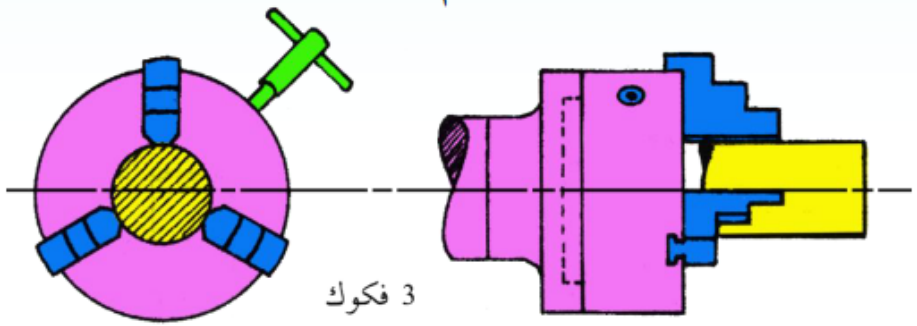
1) وسيلة تثبيت المشغولة.
2) وسيلة تثبيت أداة القطع.
3) آلية لتدوير أو تحريك أداة القطع أو المشغولة.
4) آلية لتنسيق حركة أداة القطع بالنسبة لقطعة العمل.


الغراب الثابت
الإدارة الرئيسية (لتغيير السرعات)
عمود الإدارة
محرك الإدارة
العربة
متزلقة العربة
المتزلقة المستعرضة
المتزلقة العليا
حامل القلم
وقاء العربة
الغراب المتحرك
أداة التوجيه
على الفرش
martin
العمود المرشد
عمود التغذية
عمود التحكم
إدارة بالسير
تعاشيق التغذية
الهيكل والفرش
حوض تلقي الرائش

تثبيت قطعة العمل على آلة المخرطة

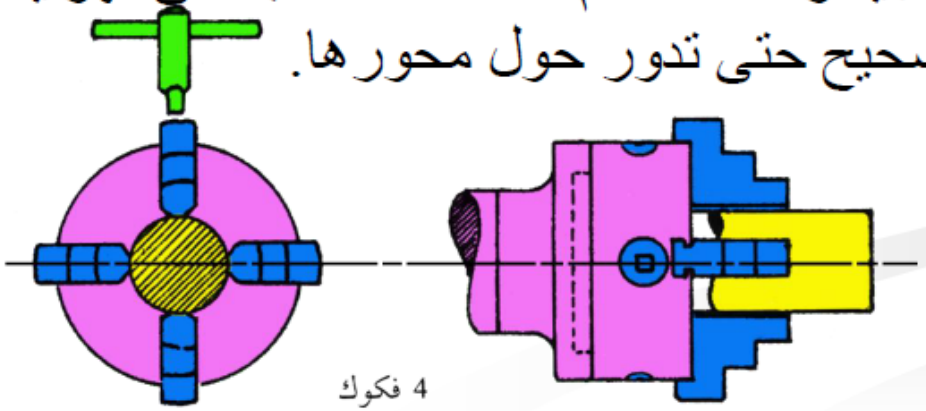
تثبت المشغولة على المخرطة وذلك بإستخدام إما الظرف الثلاثي أو الظرف الرباعي.

- **الظرف ثلاثي الفكوك (Three–jaw chuck):** يعتبر هذا الظرف ذاتي التمركز حيث يجعل المشغولة تدور حول مركزها، ويستخدم لتثبيت المشغولات المستديرة والمثلثة والمسدسة المقطع.



3 فكوك

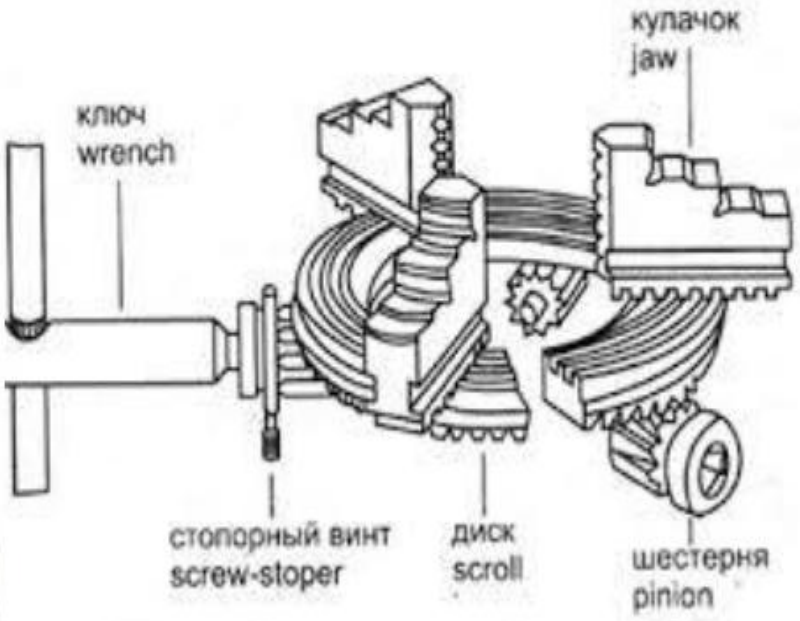
- **الظرف رباعي الفكوك (Four–jaw chuck):** ويستخدم لتثبيت المشغولات المربعة والمثمنة المقطع. يعتبر هذا الظرف غير ذاتي التمركز، حيث إن لكل فك حركة مستقلة مما يتيح تثبيت جيد ومسك محكم لقطعة العمل. بالتالي فهو يحتاج إلى مهارة لوضع القطعة بشكل صحيح حتى تدور حول محورها.



4 فكوك

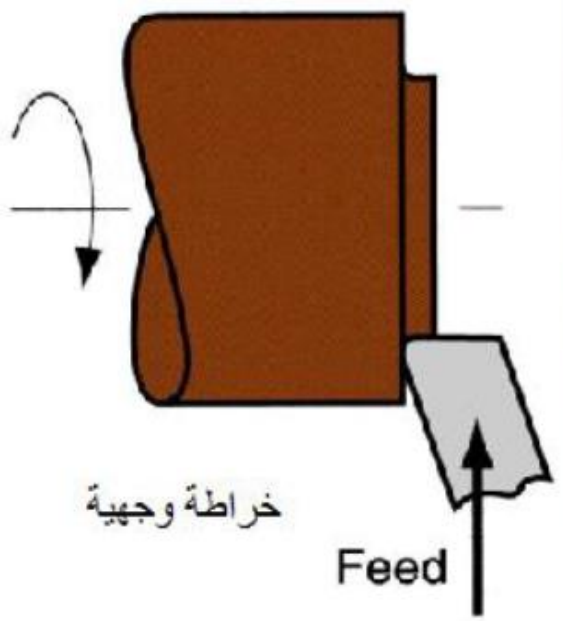
- الاظرف الثلاثية والرباعية :

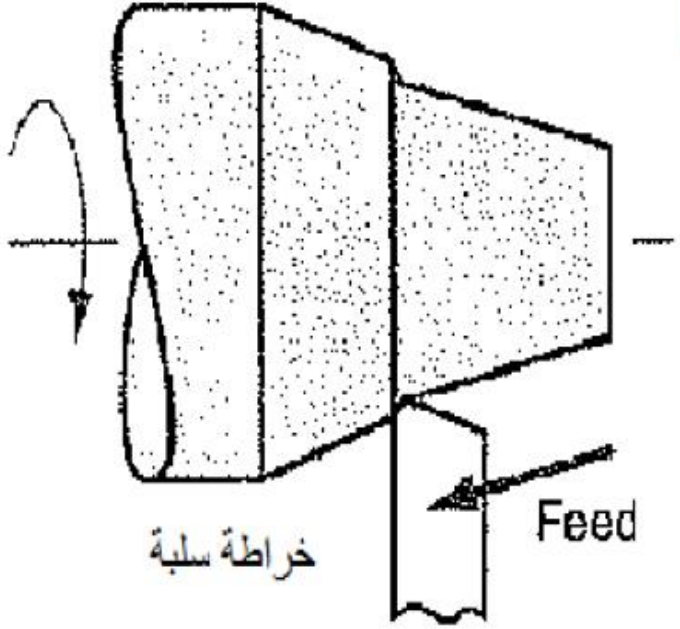
3 Jaws Chuck & 4 Jaws Chuck

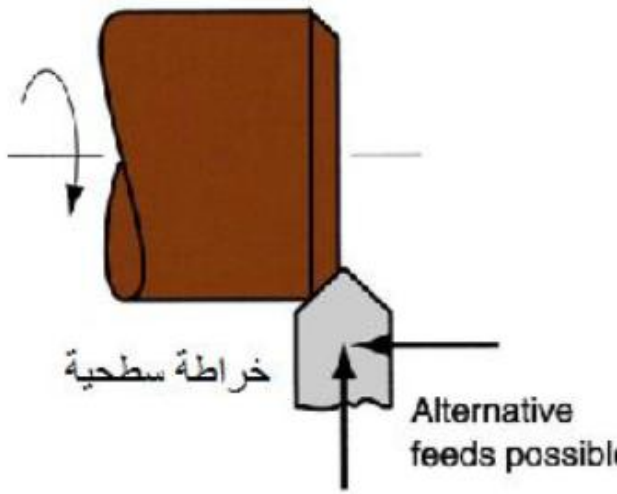


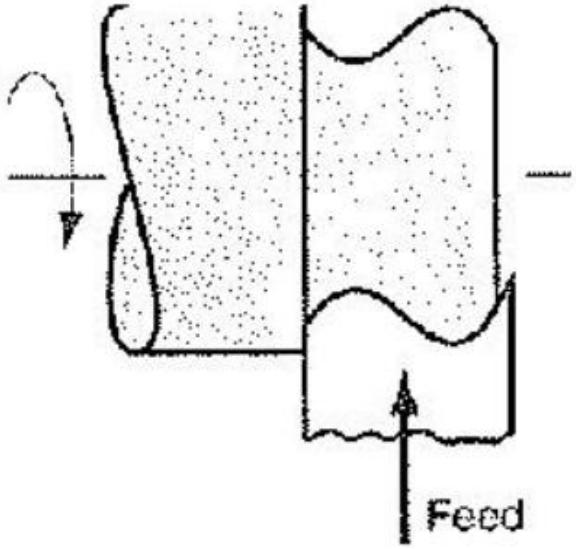
أنواع عمليات الخراطة

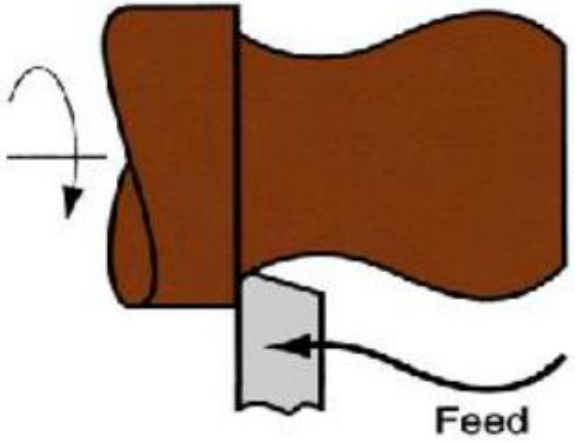
- تستخدم المخرطة في تشغيل السطوح بواسطة عمليتي الخراطة السطحية أو الوجهية ، كما تستعمل لإنتاج السطوح المسلوبة – اللوالب الحلزونية – توسيع الثقوب – تنفيذ المنحنيات – كذلك يمكن إجراء عمليات متعددة أخرى من خلال تبديل (عكس) موقع أداة القطع والشغلة، فتدور أداة القطع بينما تربط المشغولة على العربة.

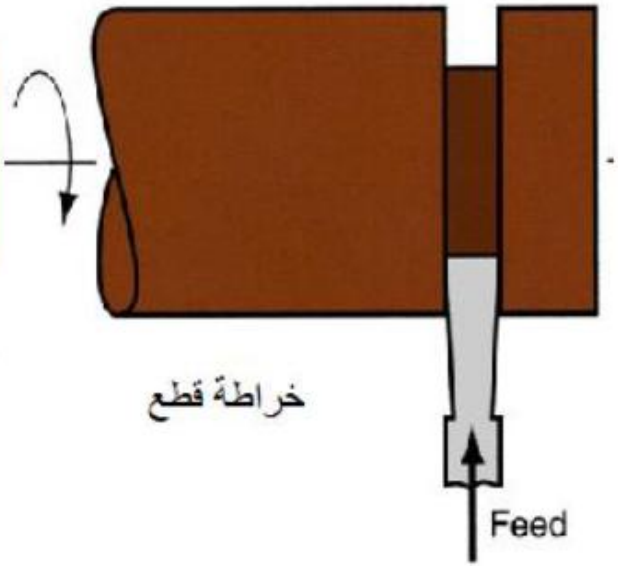

خراطة وجهية
Feed

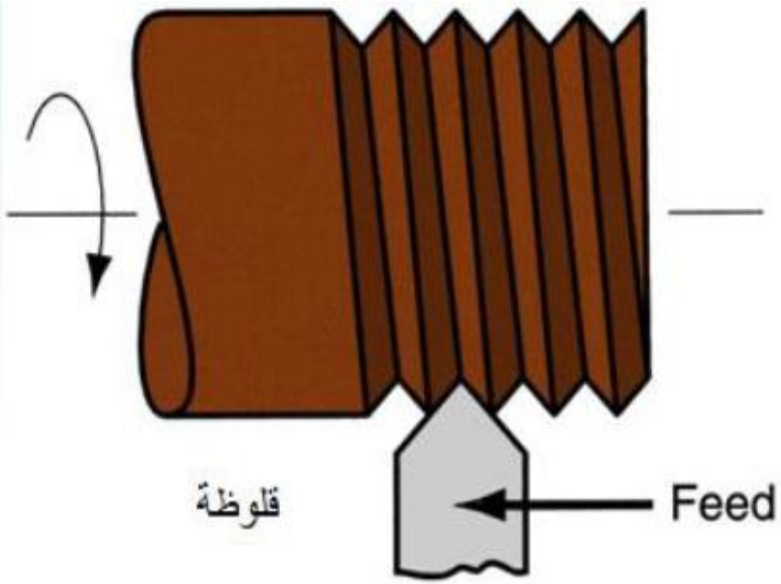

خراطة سلبة
Feed

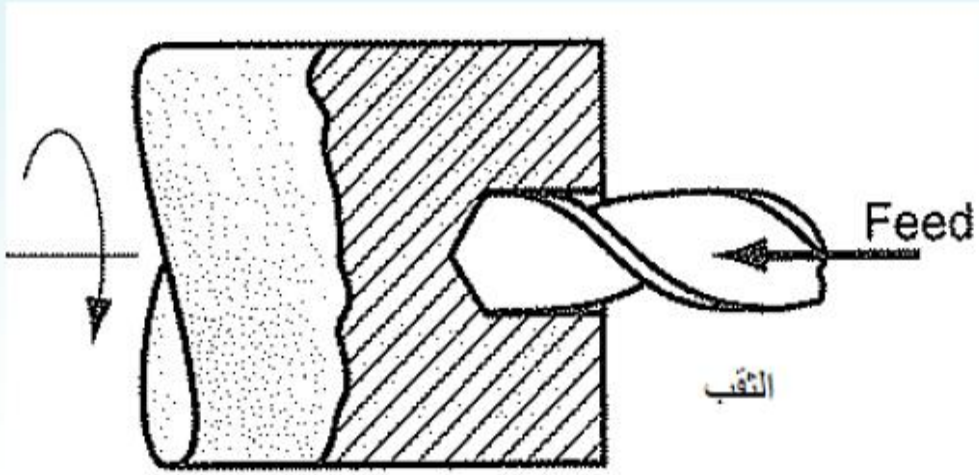

خراطة سطحية
Alternative
feeds possibl

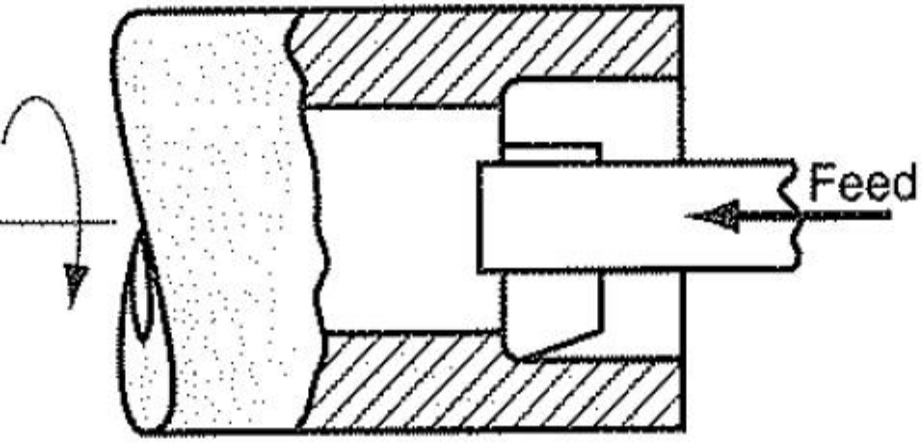

Feed
خراطة تشكيل منحيات

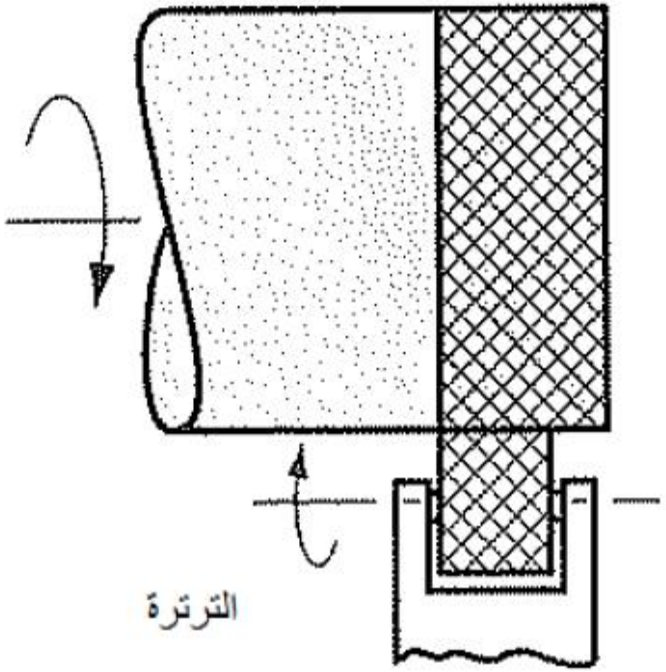

Feed


خراطة قطع
Feed


قلوظة
Feed

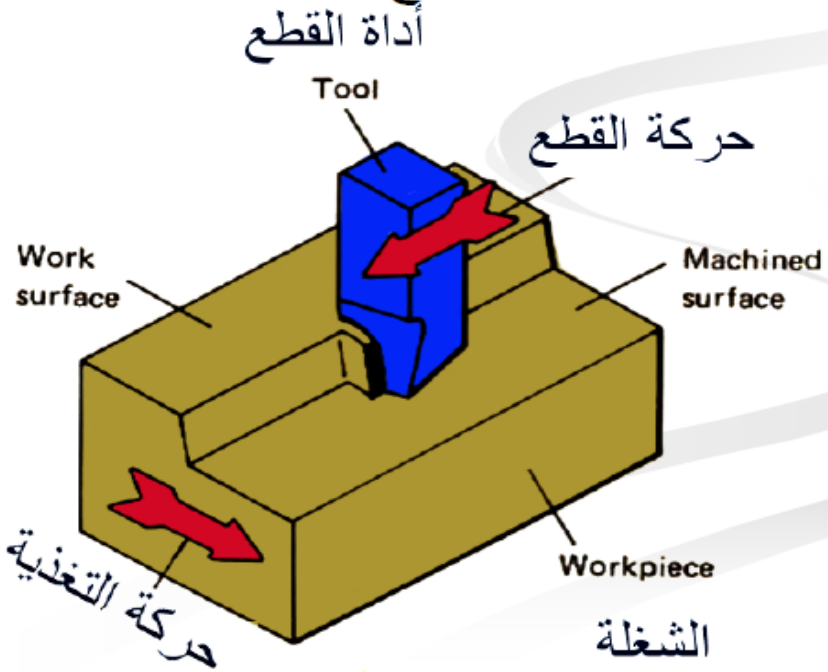

Feed
الثقب


Feed
الخراطة الداخلية


الترترة

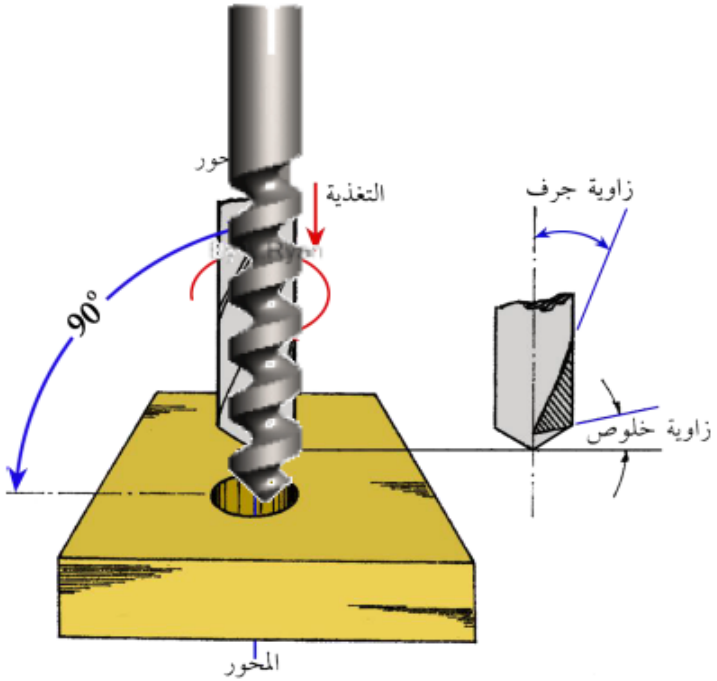
الكشط Shaping

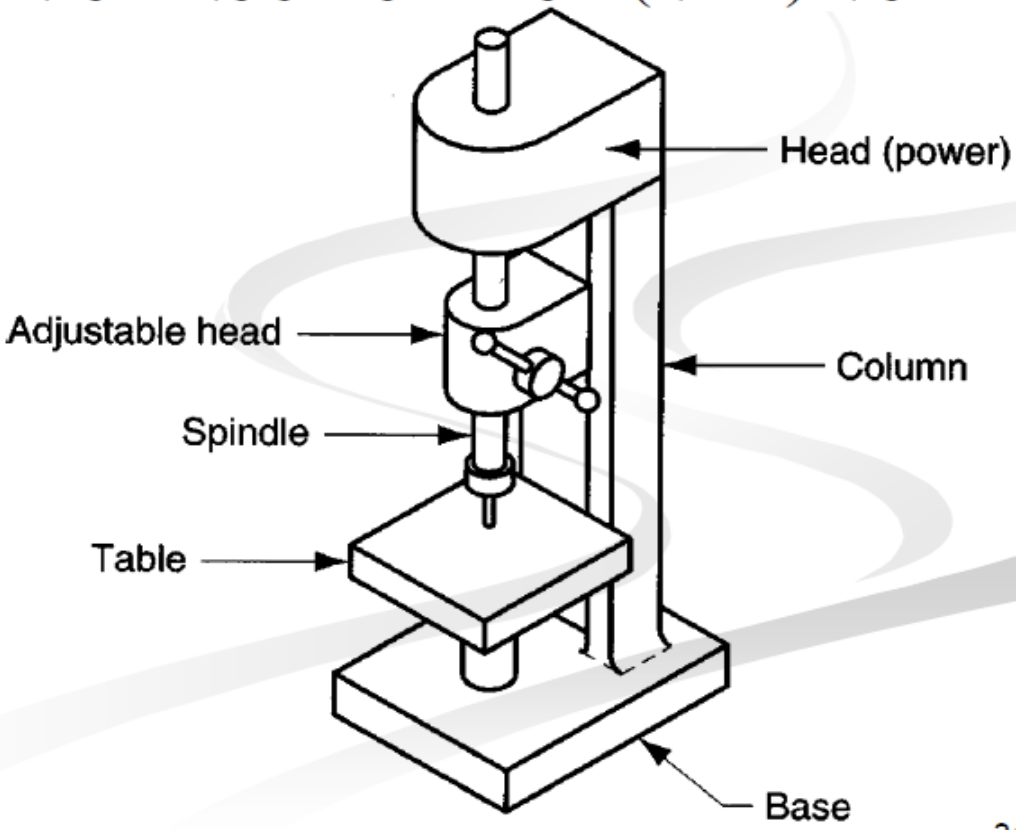
- آلة الكشط من عائلة آلات القطع بواسطة إزالة الرايش بحركة خطية مستوية، ويعتمد عليها لإنتاج أسطح مستوية بدقة عالية.
- كذلك تستخدم المكشطة في فتح المجاري أو التجاويف في المشغولات.
- تستخدم آلة الكشط أداة قطع ذات حد واحد (Single point tool) فقط.
- يتم إنتاج السطح المستوي عن طريق تجميع حركتي الأداة والطاولة التي تثبت عليها المشغولة. حيث تكون حركة أداة القطع ترددية بينما الطاولة فتكون حركتها خطية.



عملية الثقب
Drilling Operation

هي عملية تشغيل بحركة قطع دائرية من أجل إنتاج أسطح أسطوانية داخلية (ثقوب)، حيث يتم تثبيت المشغولة بينما تقوم أداة القطع بالدوران حول محورها أثناء حركتها الطولية (التغذية) نحو المشغولة بزاوية عمودية على سطح المشغولة.

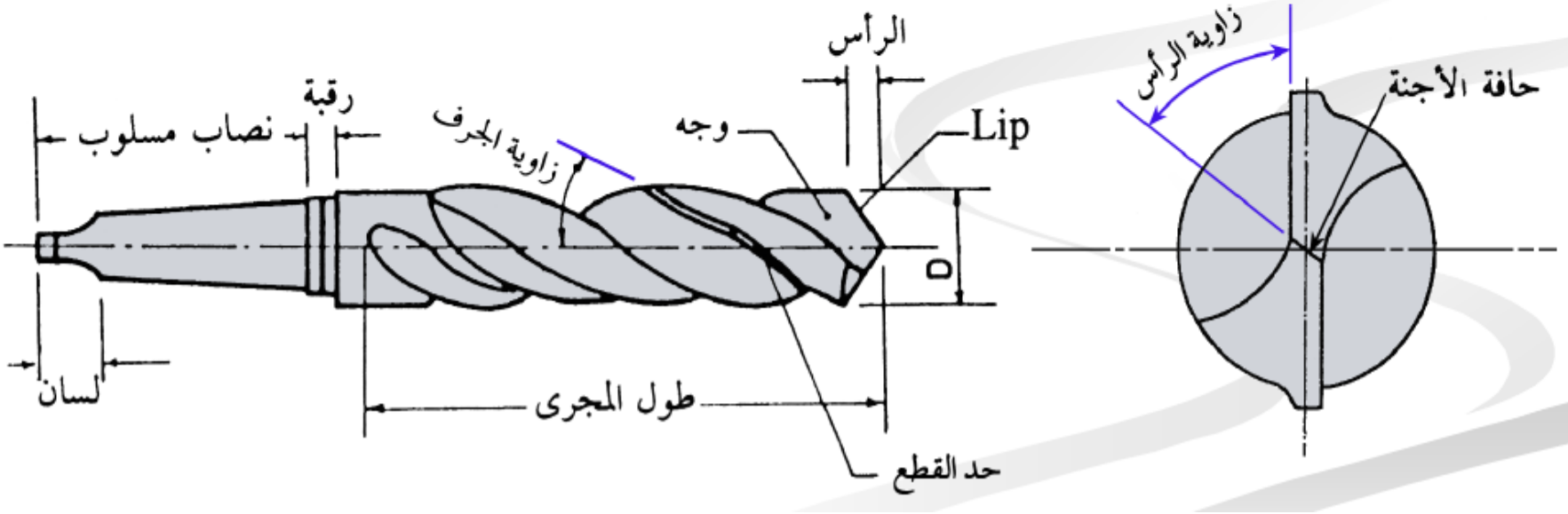




عناصر المثقاب الإلتوائي

يتكون أداة القطع من العناصر التالية:

- لسان المثقاب.
- نصاب المثقاب.
- رقبة المثقاب.
- طول المجاري الحلزوني.
- رأس المثقاب.

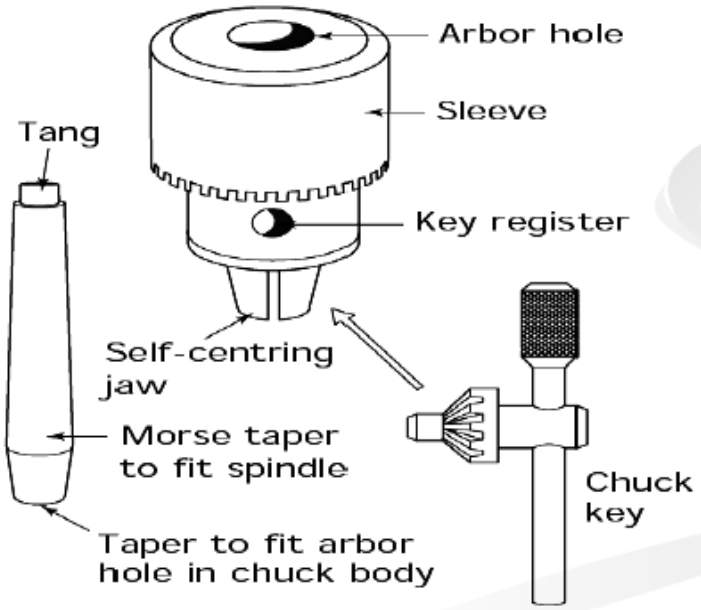


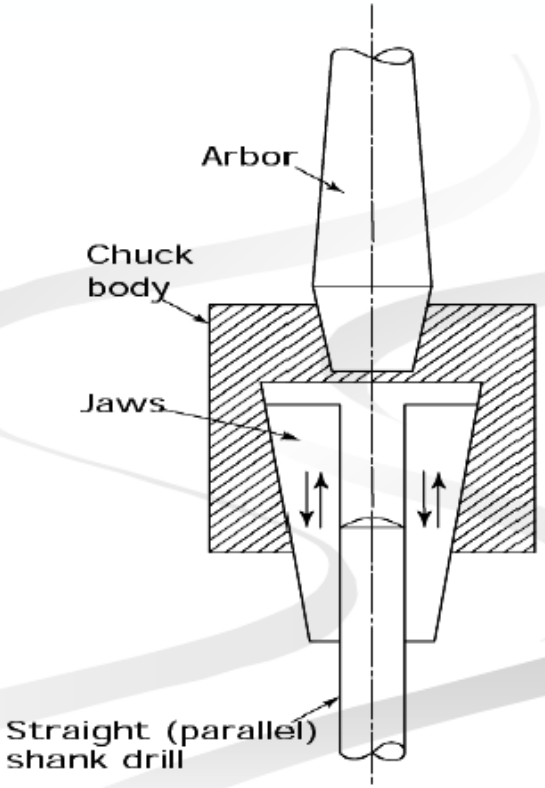
أنواع المثقاب

1) مثقاب بنصاب عدل (أو ذي الجذع المتوازي):

- وهي أدوات قطع ذات مقاسات صغيرة يصل قطرها إلى 20مم.
- تثبت هذه المثاقب بآلة الثقب بواسطة إستخدام الظرف ذاتي التمركز (ذو ثلاثة الفكوك).

مثقب بنصاب عدل





2) مثقاب بنصاب مسلوب (سلبة مورس):

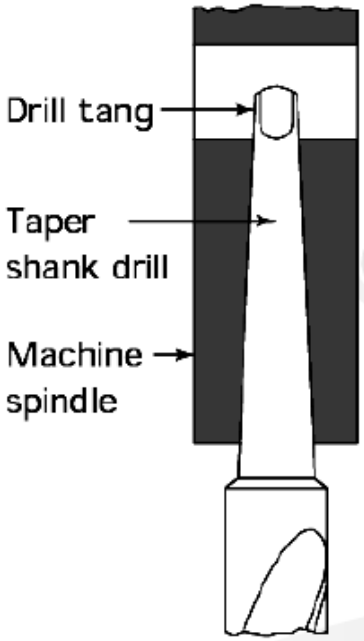
- وهي أدوات قطع ذات مقاسات كبيرة يصل قطرها إلى 60مم.
- تثبت هذه المثاقب بآلة الثقب مباشرةً بإستخدام جلبة مورس المخروطية التي تؤمن تثبيت ذاتي عند إدخال الجزء المسلوب من المثقاب بها. تزود هذه الجلب بثقب جانبي الغرض منه هو إزالة المثقاب منها بواسطة إستخدام إزميل خاص (drift) لذلك كما هو موضح في الشكل.

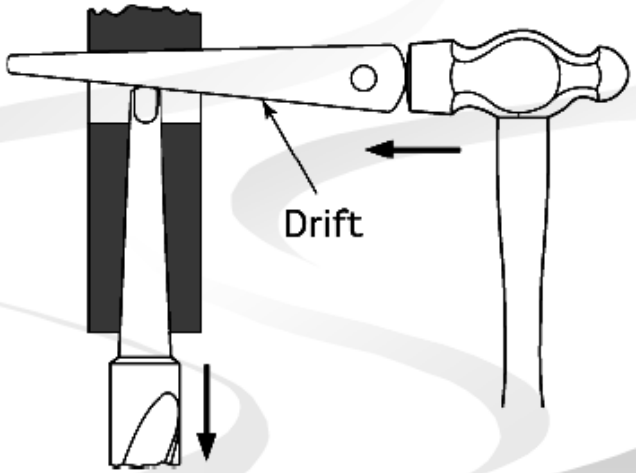
وصلة مخروطية مباشرة

١- النصاب المسلوب

٢- اللسان

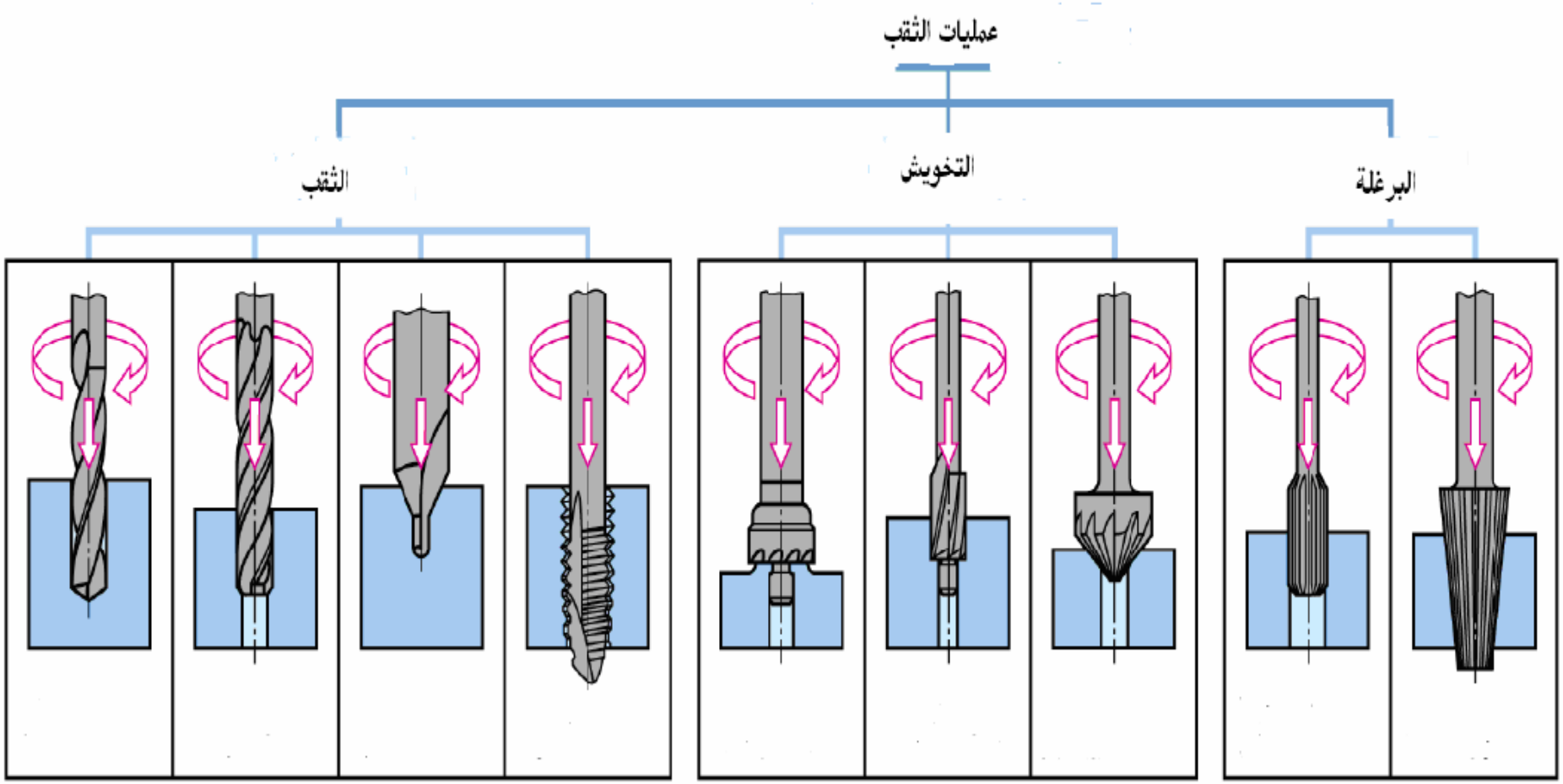
مثقب بنصاب مسلوب وجلبة وسيطة





طريقة إخراج المثقاب المسلوب.

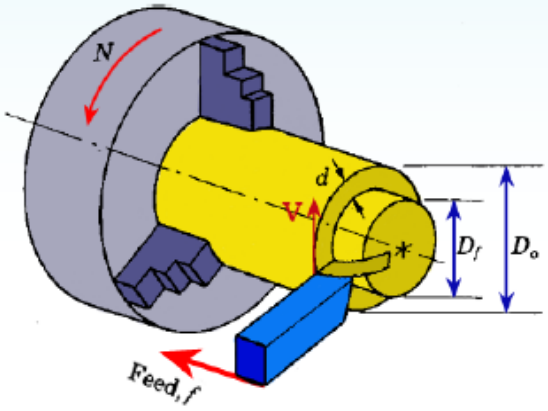
عمليات الثقب



الالة	حركة القطع	حركة التغذية
المخرطة	دورانية في الشغلة	خطية في السكين
المكشطة النطاحة	خطية في السكين	خطية في الشغلة
الثقب	دورانية في السكين	خطية في السكين

حساب سرعة القطع Cutting Speed

- تعرف سرعة القطع بأنها المسافة التي تقطعها العدة مقدرة بالمتر لكل الدقيقة (m/min).



$$V = \frac{\pi D N}{1000} \quad (m/\min)$$

V = سرعة القطع (m/min).

D = قطر الشغلة (mm).

N = عدد لفات الشغلة في الدقيقة (rpm).

- **تتوقف سرعة القطع على العوامل التالية:**

1) **نوع مادة المشغولة:** كلما زادت صلادة المشغولة أنخفضت سرعة القطع نتيجة لمقاومتها.

2) **نوع مادة أداة القطع:** العدد المصنعة من السبائك المطورة تقطع بسرعات عالية.

3) **عمق القطع ومعدل التغذية:** تتطلب عمليات **التنعيم** والصقل السطحي سرعات قطع **عالية** حيث تكون التغذية وعمق القطع منخفضين، بينما في حالة الخرطة الخشنة تكون سرعات قطع منخفضة حيث تكون التغذية وعمق القطع عاليتين نسبياً.

4) **جساءة وحالة الآلة والأداة، وجساءة المشغولة:** لا تستطيع الآلة القديمة المستهلكة أن تقطع بنفس السرعة العالية التي تقطع بها الألة الجيدة الحديثة.

مثـــال 1

أحسب سرعة القطع لشغلة على آلة خراطة إذا علمت أن قطر الشغلة 50مم وعدد الدورات 160 rpm.

الحـــل

$$V = \frac{\pi D N}{1000} \quad (m/\min)$$

$$V = \frac{3.14 \times 50 \times 160}{1000} \quad (m/\min)$$

$$V = 25.12 \quad (m/\min)$$

مثـــال 2

أحسب عدد الدورات (rpm) لشغلة قطرها 125مم وسرعة قطعها تساوي (m/min) 20.

الحـــل

$$V = \frac{\pi D N}{1000} \quad (m/\min) \Rightarrow N = \frac{1000 V}{\pi D} \quad (rpm)$$

$$N = \frac{1000 \times 20 (m/\min)}{3.14 \times 125} \quad (rpm)$$

$$N = 51 \quad (rpm)$$

مثـــال 3

أحسب عدد الدورات (rpm) لشغلة قطرها 55مم وسرعة قطعها تساوي (m/min) 20.

الحـــل

$$N = \frac{1000V}{\pi D} \quad (rpm)$$

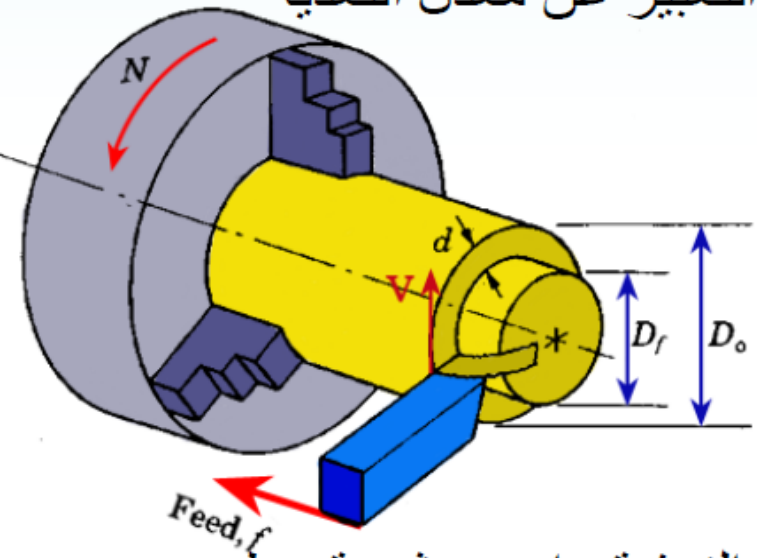
$$N = \frac{1000 \times 20\,(m/\min)}{3.14 \times 55} \quad (rpm)$$

$$N = 116 \quad (rpm)$$

نلاحظ من المثالين السابقين إنه عند **سرعات قطع متساوية** فإن القطر الأكبر يجب أن يدور بعدد دورات أقل بالنسبة للقطر الأصغر.

معدل التغذية Feed Rate

- يعرف معدل التغذية (f) بالمسافة التي تتحركها أداة القطع عند كل دورة من دورات المشغولة ويعبر عنها بـ(mm/rev.). ويمكن أيضاً التعبير عن معدل التغذية بـ(mm/min).



- **يعتمد مقدار التغذية على العوامل التالية:**

1) **درجة التنعيم المطلوبة لسطح المشغولة:** كلما زادت التغذية زادت خشونة سطح المشغولة. علماً بأن شكل الحد القاطع يؤثر على درجة التنعيم، فالأداة ذات مقدمة مذببة تعطي سطحاً أكثر نعومة.

2) **قدرة الآلة، وحالتها، ونوعية وسيلة التدوير:** قد يكون معدل التغذية المرتفع كبيراً على آلة غير جيدة مما قد يؤدي إلى إنزلاق آلية السواقة أو سير التشغيل.

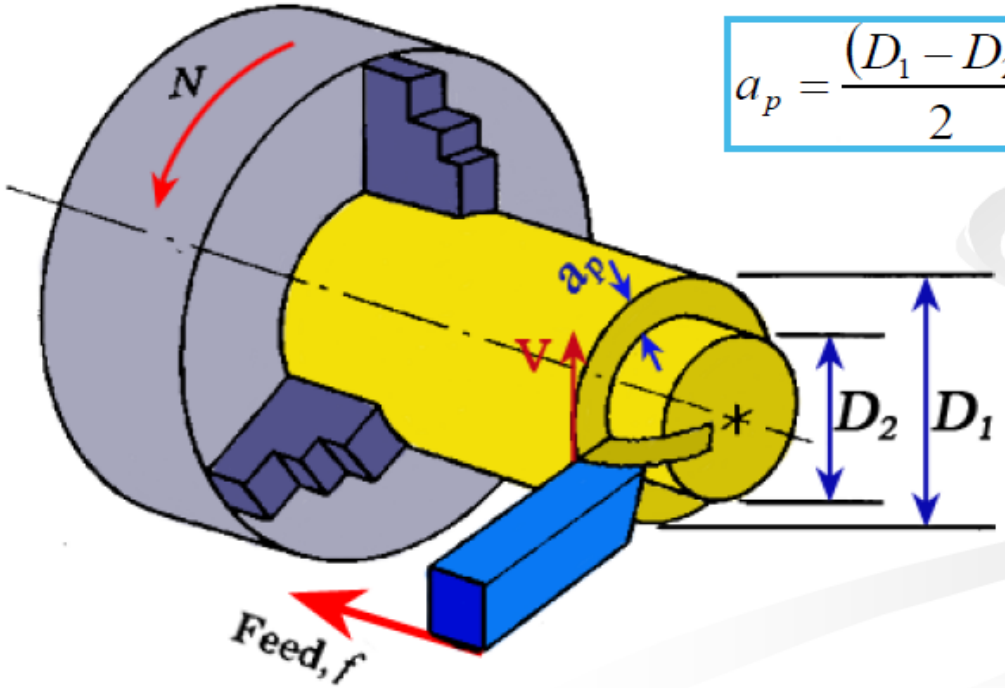
عمق القطع Depth of cut

- عمق القطع (a_p) هو المسافة بين السطح غير المشغل والسطح المشغل لقطعة العمل مقاسة في إتجاه عمودي على السطح المشغل.
- يمثل عمق القطع مقدار تغلغل أداة القطع بمعدن المشغولة.
- بالنسبة للخراطة الطولية، فإن عمق القطع يساوي:

$$a_p = \frac{(D_1 - D_2)}{2}$$

D_1 = القطر الخارجي قبل التشغيل.

D_2 = القطر الخارجي بعد التشغيل.



زمن القطع Cutting time

- وهو الزمن الذي تستغرقه عملية قطع المعدن للشكل المطلوب ويقاس بالدقيقة، ويمكن حسابه بموجب المعادلة التالية:

$$Tm = \frac{L}{f \times N} \cdot n$$

Tm = زمن القطع بالدقيقة.

L = طول مسافة القطع (mm).

N = عدد الدورات بالدقيقة (rpm).

f = معدل التغذية (mm/rev).

n = عدد المشاوير التي يتم بها القطع، وهي تحسب كالتالي:

$$n = \frac{\text{عمق القطع الكلي المطلوب (h)}}{\text{عمق القطع في كل شوط } (a_p)}$$

متغيرات القطع للخراطة بإستخدام أدوات القطع الكربيدية

مادة قطعة العمل	سرعة القطع (m/min.)		معدل التغذية (mm/rev.)		عمق القطع (mm)	
	تخشين	تنعيم	تخشين	تنعيم	تخشين	تنعيم
صلب كربوني سهل التشغيل	335 – 76	610 – 305	0.25 – 2.16	0.10 – 0.4	2.5 – 12.0	إلى 4.5
الصلب الكربوني **AISI 100**	244 – 61	488 – 213	0.25 – 2.16	0.10 – 0.4	2.5 – 12.0	إلى 4.5
الصلب السبائكي	183 – 53	366 – 168	0.25 – 2.16	0.10 – 0.4	2.5 – 12.0	إلى 4.5
الحديد الزهر	366 – 61	229 – 61	0.25 – 1.40	0.10 – 0.4	2.5 – 12.0	إلى 4.5
الصلب اللاصدؤ	137 – 53	259 – 137	0.25 – 1.05	0.10 – 0.4	2.0 – 10.0	إلى 4.5
السبائكة الفائقة	46 – 9	122 – 46	0.25 – 1.05	0.10 – 0.4	6.5 – 2.0	إلى 4.5
المعادن الغير حديدية	366 – 122	610 – 305	0.25 – 2.16	0.10 – 0.4	2.5 – 12.0	إلى 4.5
المواد غير المعدنية	244 – 107	457 – 244	0.25 – 1.05	0.10 – 0.4	2.0 – 10.0	إلى 4.5

مثـــــال 4

يراد خراطة قطعة من الصلب السبائكي أسطوانية الشكل قطرها 120مم بهدف تخفيض قطرها إلى 90مم. إذا أستخدمت في عملية الخراطة أداة قطع كربيدية أوجد الأتي:

- عدد الأشواط اللازمة لإتمام الخراطة.
- السرعة الدورانية في كل شوط.

- سرعة القطع: $V = 150\ m/min$
- معدل التغذية (تخشين): $f = 1.5\ mm/rev.$
- عمق القطع: $a_p = 3\ mm$

(يراعى اختيار عمق قطع مناسب للعملية حسب نوع عدة القطع ونوع المادة المشغلة وقدرة الالة)

حساب عدد الأشواط اللازمة لإتمام العملية:

نوجد أولاً عمق القطع الكلي (h) للمادة المراد إزالتها، ثم بعد ذلك نقسمه على عمق القطع في كل شوط.

- عمق القطع الكلي (h):

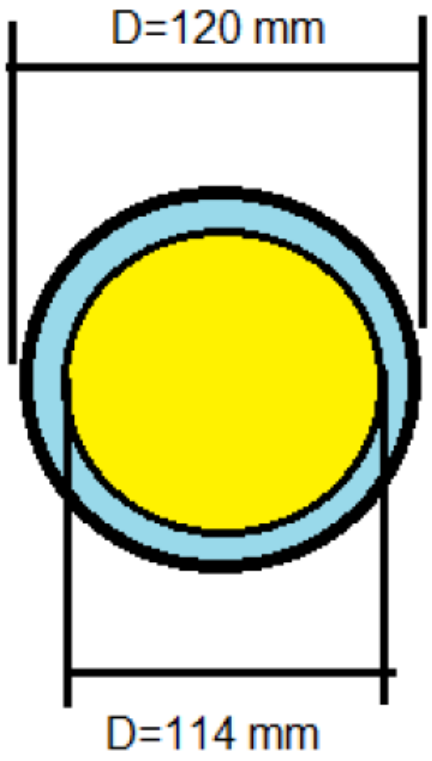
$$h = \frac{(Di - D_f)}{2} = \frac{(120 - 90)\ mm}{2} = 15\ mm$$

- إذاً يكون عدد الأشواط (n) اللازمة لإتمام العملية:

$$n = \frac{h}{a_p} = \frac{15}{3} = 5$$

حساب السرعة الدورانية في كل شوط:

- السرعة الدورانية في الشوط الأول (N_1) عندما كان القطر الإبتدائي = القطر النهائي = 120مم



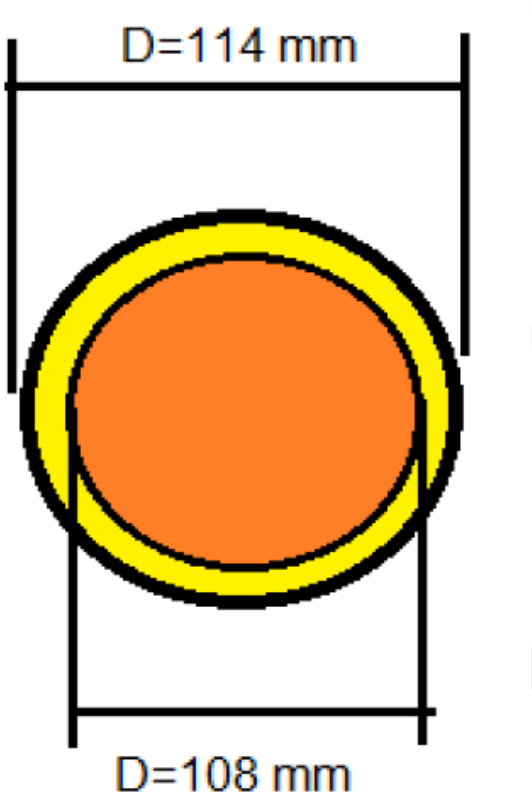
$$N_1 = \frac{1000\,V}{\pi\,D_1} = \frac{1000 \times 150}{120\,\pi} = 400\ \ rpm$$

- لإيجاد السرعة الدورانية في الشوط الثاني (N_2)، نجد قطر قطعة العمل الجديدة (D_2)، ثم نحسب السرعة الدورانية كالتالي:

$$a_p = \frac{(D_1 - D_2)}{2}$$

$$D_2 = D_1 - 2 \times a_p = 120 - 2 \times 3 = 114 \quad mm$$

$$N_2 = \frac{1000\,V}{\pi\,D_2} = \frac{1000 \times 150}{114\,\pi} = 420 \quad rpm$$

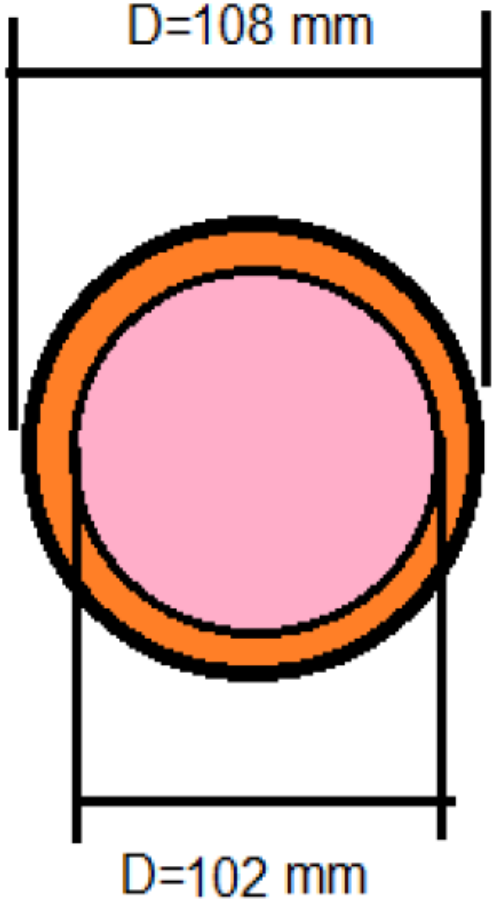


- لإيجاد السرعة الدورانية في الشوط الثالث (N_3)، نجد قطر قطعة العمل الجديدة (D_3)، ثم نحسب السرعة الدورانية كالتالي:

$$a_p = \frac{(D_2 - D_3)}{2}$$

$$D_3 = D_2 - 2 \times a_p = 114 - 2 \times 3 = 108 \quad mm$$

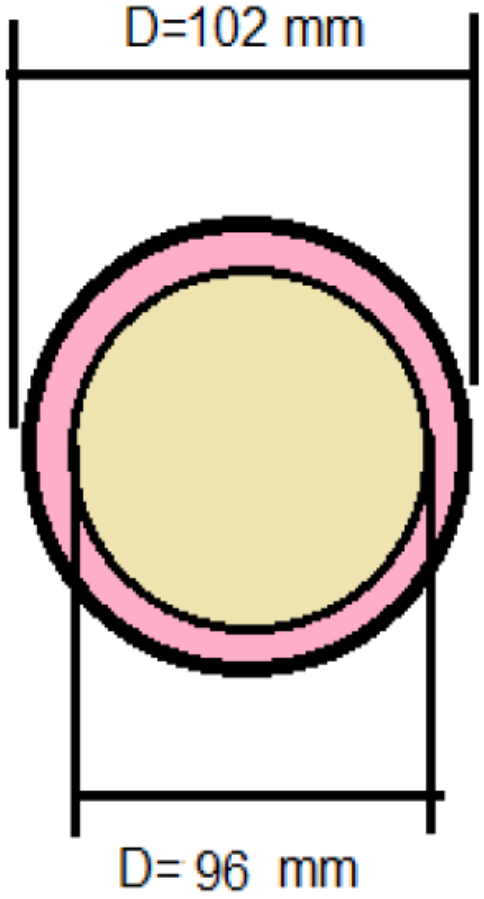
$$N_3 = \frac{1000\,V}{\pi\,D_3} = \frac{1000 \times 150}{108\,\pi} = 442 \quad rpm$$



- لإيجاد السرعة الدورانية في الشوط الرابع (N_4):

$$D_4 = D_3 - 2 \times a_p = 108 - 2 \times 3 = 102 \quad mm$$

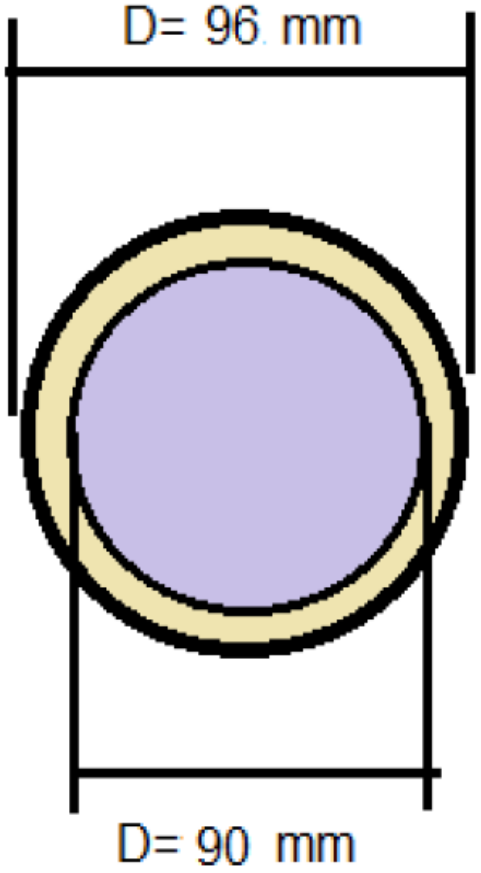
$$N_4 = \frac{1000\,V}{\pi\,D_4} = \frac{1000 \times 150}{102\,\pi} = 468 \ rpm$$



- لإيجاد السرعة الدورانية في الشوط الخامس (N_5):

$$D_5 = D_4 - 2 \times a_p = 102 - 2 \times 3 = 96 \quad mm$$

$$N_5 = \frac{1000\,V}{\pi\,D_5} = \frac{1000 \times 150}{96\,\pi} = 497.4 \quad rpm$$



مثـــــال 5

يراد خراطة قطعة اسطوانية بقطر 50 ملم الى قطر 44 ملم ، علما بأن عملية القطع سوف تنفذ في مشوار قطع واحد ، اوجد التالي :

D = 50 mm = القطر قبل التشغيل

L = 200 mm = طول الشغلة

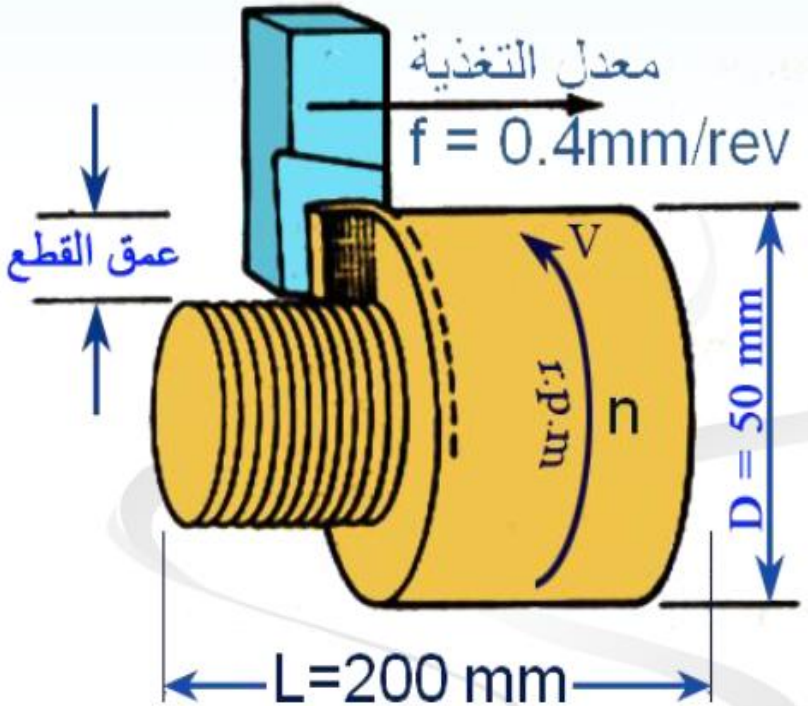
V = 45 m/min = سرعة القطع

f = 0.4 mm/rev. = معدل التغذية

ap = ???? mm =عمق القطع

N = ??? (rpm) = السرعة الدورانية

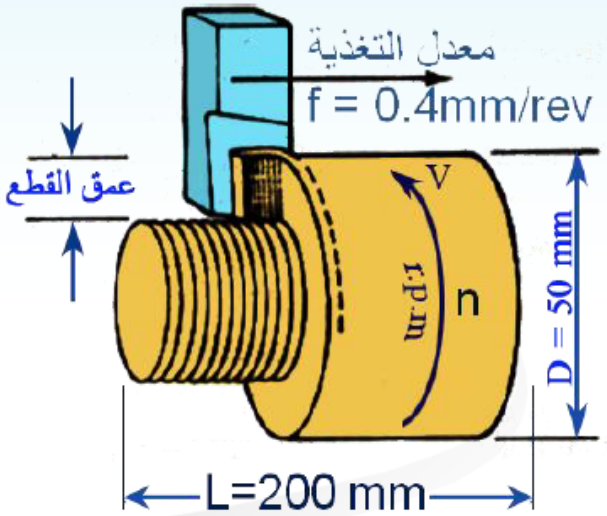
t = ??? (min) = زمن القطع



الحـــــــل

$$V = \frac{\pi D N}{1000}$$

$$N = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 45}{\pi \times 50} = 286 \quad rpm$$



$$a_p = \frac{(D_1 - D_2)}{2} = \frac{50 - 44}{2} = 3mm$$

$$t = \frac{L}{N \times f} \cdot n$$

$$t = \frac{200}{286 \times 0.4} * 1 = 1.75 \quad \text{min}$$

D = 50 mm = القطر قبل التشغيل

L = 200 mm = طول الشغلة

V = 45 m/min = سرعة القطع

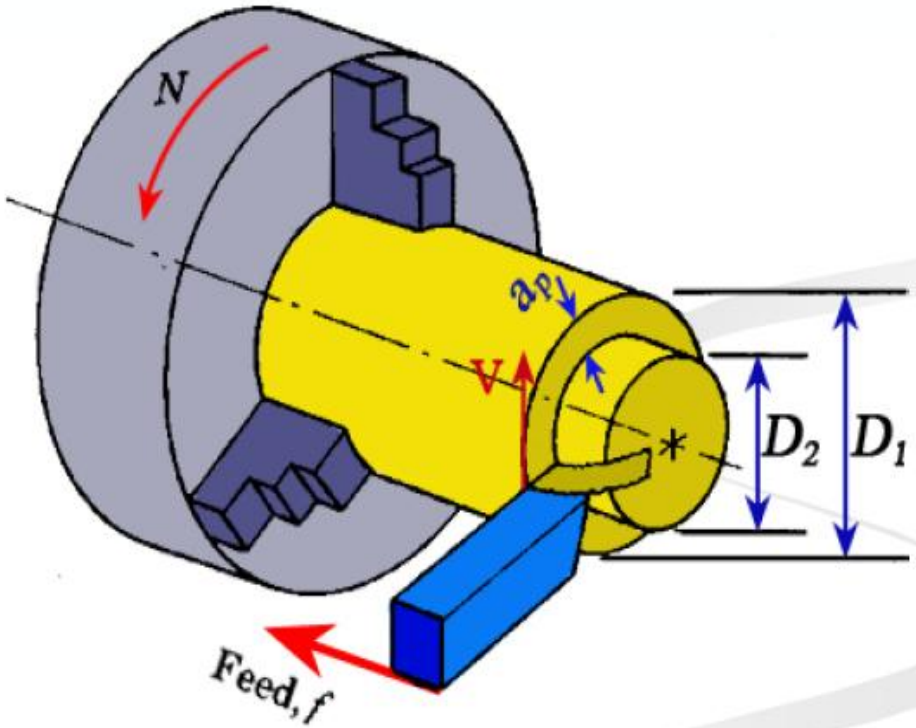
f = 0.4 mm/rev. = معدل التغذية

N = ??? (rpm) = السرعة الدورانية

t = ??? (min) = زمن القطع

مثـــــال 6

- أحسب زمن القطع اللازم لخراطة شغلة من معدن الحديد الطري من قطر أولي 50 (mm) لقطر 26 (mm) إذا كان طول الشغلة 100 (mm) وسرعة القطع 25 (m/min) والتغذية 0.2 (mm/rev.) وعمق القطع في كل شوط 2 (mm).



الحـــل

$$t = \frac{L}{N \times f} \cdot n$$

1) حساب عدد الدورات في الدقيقة (rpm):

$$V = \frac{\pi D N}{1000} \Rightarrow N = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 25}{\pi \times 50} = 159 \quad rpm$$

2) حساب عدد الأشواط:

$$n = \frac{\text{عمق القطع الكلي المطلوب (h)}}{\text{عمق القطع في كل شوط } (a_p)} = \frac{\left(\frac{D_i - D_f}{2}\right)}{a_p} = \frac{\left(\frac{50-26}{2}\right) mm}{2\,mm} = 6$$

3) بالتعويض في المعادلة الأولى لحساب زمن القطع:

$$t = \frac{100\,mm}{(159\,rpm) \times (2\,mm/rev.)} \cdot 6 \quad = 1.9 \quad \text{min}$$

معلومات هامة

1. عندما يطلب منك فقط احتساب عدد اللفات N لكل شوط يتم احتسابها لكل عمق قطع كما هو مبين في المثال 4 ، ولكن عندما لا تطلب فأنه يتم احتساب عدد لفات الخراطة الخشنة على القطر الاول فقط لكافة الاشواط .
2. اذا اعطيت معلومة بخصوص سرعات قطع للقطع الخشن وأخرى للقطع الناعم فاعلم بأنك سوف تستعمل القطر الاولي للخامة لاحتساب عدد اللفات N1 في القطع الخشن، وكذلك سوف تستعمل أخر قطر توصلت اليه في الخراطة الخشنة لاحتساب عدد اللفات في القطع الناعم N2 .