الباب السادس
6

المخارط

TURNING MACHINES .. (LATHE)

تمهيد

المخارط هي إحدى ماكينات التشغيل بالقطع التي تعمل بحركة قطع دائرية ، وهي من الماكينات المتعددة الأغراض ، حيث ينتج عليها المشغولات ذات العمليات الصناعية المختلفة مثل الأسطح الأسطوانية ــ المخروطية ــ قطع اللوالب .. سواء كانت خارجية أو داخلية ، بالإضافة إلى عمل التجاويف الأسطوانية وتخويش وبرغلة الثقوب ــ والنوابض اللولبية (الياءات) ..... وغيرها.

يناقش هذا الباب تاريخ وتطور المخرطة على مر العصور، والوصف التفصيلي للمخرطة الأفقية العمة من حيث أجز ئها ، وشرح طريقة عمل كل جزء بها وعلاقته بالأجزاء الأخرى.

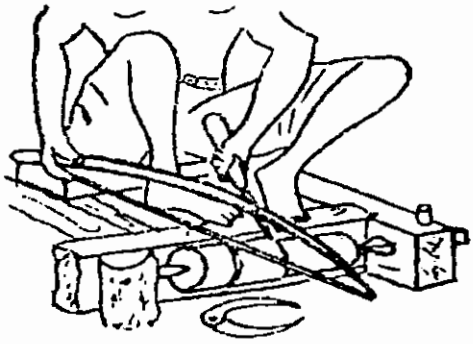
ويتناول أقلام الخراطة وأنواعها وأشكالها المختلفة ومواد صناعتها ، وزوايا الحد القاطع ، والأوضاع الصحيحة والخاطئة لأقلام الخراطة ، والصفات التي يجب أن تتوفر بها ، ومعدات الربط والقمط والتثبيت مثل أظرف المخارط والصواني ومعدات القمط المرنة والأدوات المساعدة لها.

ويتعرض إلى الجانب العملي وهو تطبيق للجانب النظري من خلال بعض التمرينات المتدرجـــة في الصعوبة التي تحتوي على عمليات صناعية مختلفة مثل الخرط الطولي والعرضي – الخرط المدرج – تشغيل الأسطح المخروطية – قطع اللولب (القلاووظ) .. وخطوات العمل النموذجية لكل منهم على حدة ، هذا بالإضافة إلى شرح عناصر القطع الأساسية على المخرطة مثل سرعة القطع – عمق القطع – مقدار التغذية ، مع عرض المعادلات ذات العلاقة والتطبيق عيها بالأمثلة المحلولة.

نبذة تاريخية :

تعتبر المخرطة من أقدم آلات القطع التي صممها الإنسان ، حيث عرفت منذ أكثر من 2000 عام قبل الميلاد ، أى في عهد قدماء المصريين ، وقد دل على ذلك وجـود كتابة ورسـوم على جدران المعابد وبين أنقاض ومخلفات الفراعنة .

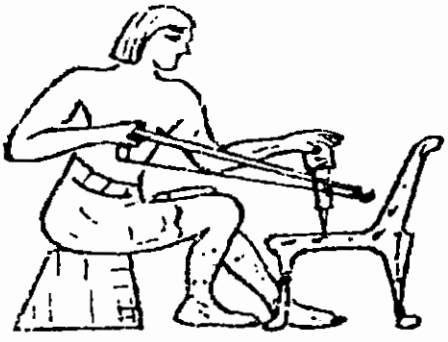
يوضح شكل 6 – 1 عامل فرعوني يستعمل مخرطة بدائية صغيرة .. (وهى مازالت تستعمل حتى الآن في بعض الصناعات التقليدية البسيطة).



شكل 6 – 1

عامل فرعوني يستعمل مخرطة بدائية بسيطة

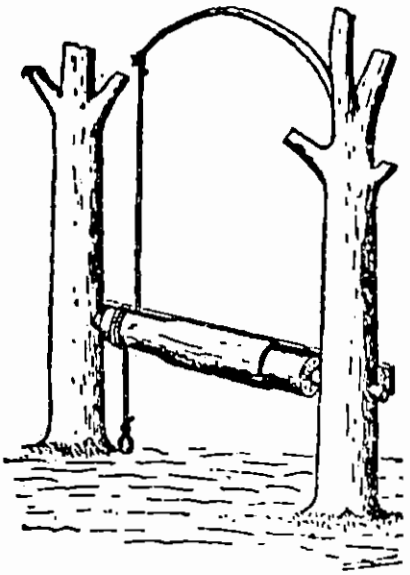
كما يوضح شكل 6 – 2 عاملا مصريا في القرن التاسع عشر قبل الميلاد يستعمل القوس والثاقب في صنع بعض الأثاث.



شكل 6 – 2

عامل مصري يستعمل القوس والثاقب في صنع الأثاث

وتشير المراجع إلى أن أحد الميكانيكيين الأوائل قد صمم أول مخرطة لتشغيل القطع الخشبية الكبيرة كما هو موضح بشكل 6 – 3 ، حيث اختار شجرتين كبيرتين بينهما مسافة مناسبة (مسافة تكفى للوفاء بأغراض عمليات الخراطة اللازمة) ، ثم ثبت ذنبة في كل من الشجرتين ، وعين مركزين على جانبي القطعة الخشبية المراد خراطتها لتثبيتها بين الذنبتين.



شكل 6 – 3

تصميم أول مخرطة لتشغيل القطع الخشبية الكبيرة

ثم ثبت حبل بأحد الفروع القوية بإحدى الشجرتين ، ولف الطرف الآخر حول المشغولة المراد خراطتها، وجعل في نهاية الحل عروة لتوضع فيها قدم العامل ، لإمكان دوران المشغولة أثناء عمليات القطع.

وكان يلزم لتشغيل هذه المخرطة رجلان ، أحدهما لإدارتها بقدمه والآخر يستخدم عدد وأدوات القطع التي تشبه الأزميل ، حيث يتطلب مسكهما بالأيدى لتشغيل عمليات الخراطة المطلوبة . ولم يكن العمل بهذه الطريقة إنتاجياً بقدر ما كان مرهقاً وغير دقيق.

تطور المخرطة

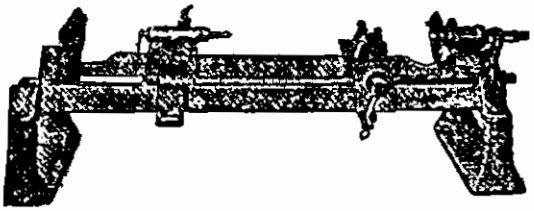
The development of lathe

تطورت المخرطة مع ظهور الآلة البخارية ، حيث استخدم لنقل الحركة إليها أعمدة توصيل وبكرات مدرجة (طنابير) وسيور، لتصل إليها القوى المحركة من الآلة البخارية بدلا من استخدام القدم في إدارتها.

أضيف إلى هذا التطور اختراع الراسمة الميكانيكية التي قام بتصميمها وتنفيذها الميكانيكي الروسي نارتوف ، الذي كان يعمل في خدمة القيصر بطرس الأول في الأعوام 1712 – 1725م ، واستخدام لأول مرة في التاريخ قلم مخرطة لتنفيذ عمليات القطع ، حرر هذا الاختراع أيادي فنيين المخارط من ضرورة مسك الأزاميل أثناء عمليات القطع ، وبذلك أصبح هذا الاختراع بداية لعصر جديد لا في تطور ماكينات الخراطة فحسب بل في ماكينات قطع المعادن الأخرى أيضاً.

ومع الحاجة المتزايدة إلى الصناعات المختلفة الأخرى ، فقد ظهر بفرنسا في حوالي عام 1740م أول مخرطة لقطع القلاووظ (علما بأن مخترعها غير معلوم) وكانت مخرطة صغيرة (مجال انزلاق العربة على الفرش 100 – 125مم). استخدمت هذه المخرطة في صنع الأجهزة الصغيرة.

ثم ظهرت في بريطانيا عام 1797م مخرطة لقطع القلاووظ الموضحة بشكل 6 – 4 التي قام بتصميمها وبنائها رجل إنجليزي اسمه هنري ماودسلي (مجال انزلاق العربة على الفرش 250 مم).



شكل 6 – 4

مخرطة قطـــع قلاووظ

صممت هذه المخرطة بعمود مرشد رئيسي ، بالإضافة إلى مجموعة أعمدة قلاووظ مختلفة ، يختلف كل منها عن الآخر في الخطوة .

استخدام العمود المرشد الرئيسي في نقل الحركة إلى العربة ، كما استخدمت أعمدة القلاووظ الأخرى في قطع اللوالب (القلاووظات) المختلفة الخطوة والتي كانت تنتقل الحركة إلى إحداها عن طريق تروس تغيير .

اعتبرت هذه المخرطة هى حجر الأساسي الذي بنى عليه تطور المخرطة على مر السنين ، حيث أعطى هنرى ماودسلي بتصميمه لهذه المخرطة القواعد الأساسية لتصميم مخارط قطع القلاووظ التى ما تزال متبعة حتى الآن وتتطور بمقتضاها .

مخرطة قطع القلاووظ وأثرها في التطور الصناعي

Lathe of cutting screw thread
and its effect on the industrial development

تعتبر ماكينة الخراطة القاطعة للوالب (القلاووظات) هى أقدم تطور وأعظم ماكينات العدد أهمية.

ومع تطور المخرطة إلى الحد الذي وصلت إليه ، جعل في الإمكان صناعة جميع أنواع ماكينات الفروع الأخرى ، التي قامت بصناعة القاطرات والمحركات الكهربائية والسيارات وبناء السفن ..... الخ.

ومن الطبيعي أنه كان من المستحيل الوصول إلى التقدم الهائل الذي أحرزته الصناعة في القرن الماضي بدون تطور المخرطة.

المخرطة الأفقية العامة (مخرطة الذنبة)

Universal horizontal turning machine
Center Lathe

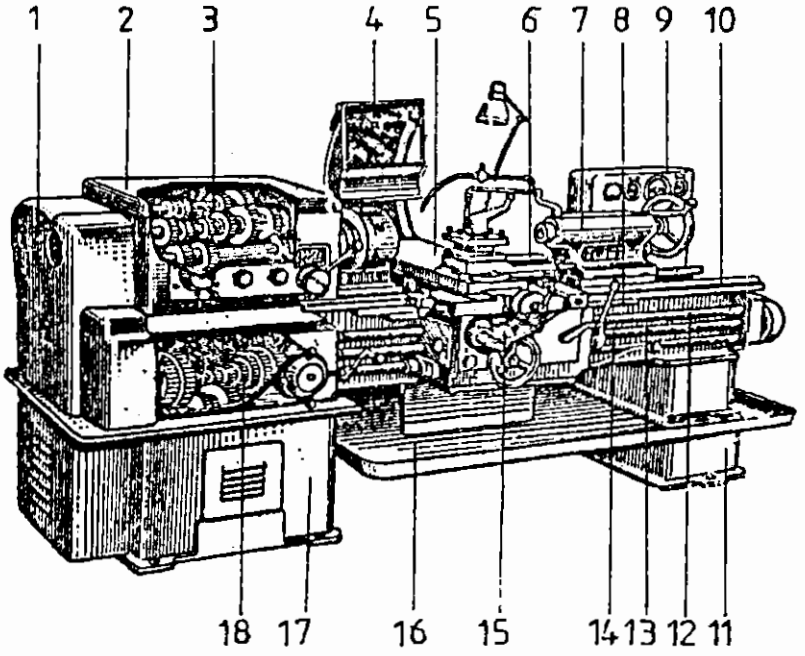
صناعة الخراطة من الصناعات الميكانيكية الهامة التي تمثل أهمية كبرى للصناعات الميكانيكية الأخرى.

تعتبر المخرطة الأفقية العامة هى الماكينة الأولى في المصانع ، حيث تتضح أهميتها فيما ينتج منها من قطع غيار ، وعلى سبيل المثال لا الحصر ، يتم على المخرطة إنتاج جميع المشغولات الأسطوانية والمخروطية والكروية وتشكيل الأقواس والثقوب بجميع قياساتها والأسطوانات والمكابس وقطع أسنان القلاووظ بأشكاله وأنواعه وأيضا النوابض (الياءات) ..... وغيرها.

لذلك تسمى بالمخرطة العامة لكثرة ما ينتج منها ، كما تسمى أيضا بمخرطة الذنبة (Center Lathe).

توجد المخارط بأنواع وأشكال متعددة ، تختلف كل منها عن الأخرى باختلاف المنتج منها ، إلا أنها تتفق جميعها من حيث أساسياتها.

المخرطة الأفقية العامة (مخرطة الذنبة) الموضحة بشكل 6 – 5 تتكون من الأجزاء الآتية:-



شكل 6 – 5

المخرطة الأفقيـــة العامة (مخرطة الذنبة)

1- صندوق مجموعة التروس المتغيرة.
2- الرأس الثابت .. (الغراب الثابت).
3- مجموعة تروس السرعات.
4- ساتر وقائي.
5- الراسمة العرضية.
6- الراسمة الطولية.
7- الرأس المتحرك .. (الغرب المتحرك).
8- جريدة مسننة.
9- صندوق المعدات الكهربائية.
10- الفرش.
11- قاعدة معدنية.
12- العمود المرشد .. (عمود القلاووظ).
13- عمود التغذية .. (عمود الجر).
14- عمود التشغيل .. (عمود التحكم).
15- مجموعة تروس العربة.
16- وعاء تجميع الرايش.
17- قاعدة معدنية.
18- مجموعة تروس التغذية.

الأجزاء الأساسية بالمخرطة The basic parts at lathe :

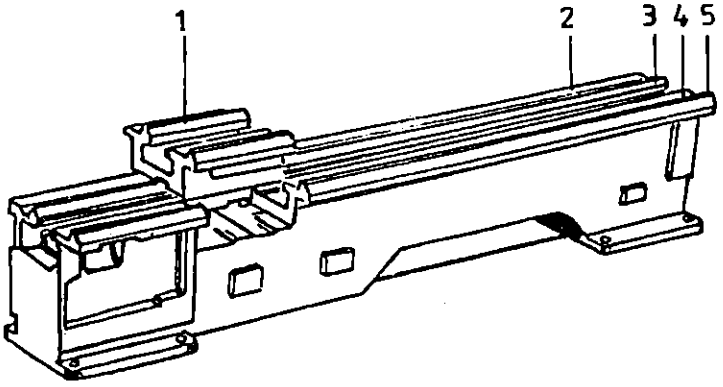
المخرطة الأفقية العامة (مخرطة 'لذنبة) باختلاف أشكالها وأحجامها، تتكون من أجزاء أساسية هامة لتكون الشكل أو الهيكل العام لها .. كما توجد أجزاء مساعدة أو مكملة للأجزاء الأساسية وهي لا غنى عنها ، بحيث تقوم المخرطة بوظيفتها على أكمل وجه.

الفرش Bed :

هو الهيكل الرئيسي والعمود الفقري للمخرطة ويعتبر من العوامل الأساسية لدقتها ، وهو عبارة عن جسم مسطح طويل بارتفاع مناسب . سطحه العلوي بمثابة دلائل انزلاق للعربة والرأس المتحرك . روعي عند تصميمه إمكانية حمل جميع أجزاء المخرطة وأيضاً أقصى وزن للمشغولات التي يتم إنتاجها وذلك دون أى تأثير عليه.

يصنع فرش المخرطة من حديد الزهر المحتوى على نسبة 3% كربون تقريباً. يتم تشغيله وتجليخ أسطح الانزلاق بعناية فائقة وذلك لسهولة انزلاق العربة والرأس المتحرك عليه.

يوجد بأعلى فرش المخرطة الموضح بشكل 6 – 6 قضيبتين متوازيين ، إحداهما مسطح والآخر هرمي الشكل ، وقد عدل هذا التصميم بالمخارط الحديثة ، بحيث يكون كلا القضيبين مسطح وهرمي.



شكل 6 – 6

فرش المخـــرطة

1- القنطرة.

2- سطح انزلاق مسطح.

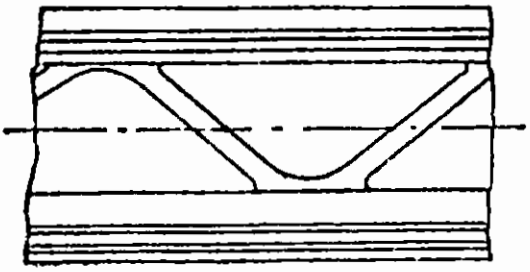
3- سطح انزلاق هرمي.

4- سطح انزلاق مسطح.

5- سطح انزلاق هرمي.

يرتكز الفرش على أرجل على هيئة قواعد معدنية تثبت بالأرض ، تختلف شكل هذه القواعد من مخرطة إلى أخرى حسب نوع وحجم المخرطة . عموما فإن معظم المخارط الحديثة بل جميعها صممت بحيث يكون الفرش والقواعد المعدنية مثبتين مع بعضهما على هيئة قطعة واحدة بشكل إنسيابي يعطيها صفة المتانة والجمال.

يوجد بين قضيبي الفرش المتوازيين أعصاب شكل 6 – 7 الغرض منها هو تقويته ، بالإضافة إلى أنها تكون مساحات فارغة لسهولة تساقط الرايش وسائل التبريد بالحوض.



شكل 6 – 7

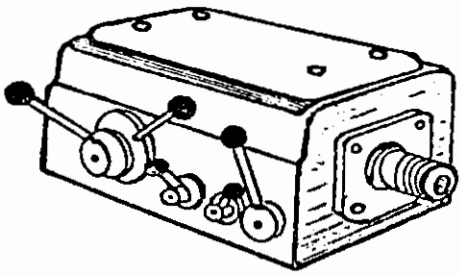
أعصاب لتقــوية فرش المخرطة

للعناية والدقة الفائقة التي تم بها تصنيع أدلة انزلاق الفرش وللمحافظة عليه، لذا يجب ضرورة تنظيفه جيداً وتزييته بعد الانتهاء من التشغيل على المخرطة يومياً.

الرأس الثابت Head Stock :

يسمى أيضا بالغراب الثابت أو بصندوق تروس السرعات ، نظراً لاحتوائه على مجموعات متعددة من التروس.

يوجد الرأس الثابت الموضح بشكل 6 – 8 بالجانب الأيسر للفرش ، ويعتبر من الأجزاء الأساسية الهامة في تكوين المخرطة ، نظراً لاحتوائه على عمود الدوران الرئيسي ، ومجموعات تروس السرعات التي يمكن التحكم عن طريقها في اختيار السرعات المناسبة لعمليات القطع المختلفة.



شكل 6 – 8

الرأس الثابـــت

المحركات الكهربائية Electric motors لها نطاقات قياسية من السرعات ، لا

تتناسب مع أى دورة لأى ماكينة إنتاج . لهذا الغرض صممت صناديق التروس المختلفة لتغيير سرعات المحركات الأساسية تدريجياً.

وعادة تزود أى ماكينة بصندوق تروس واحد أو أكثر ، بحيث يمكن تغيير سرعاتها بسهولة ويسر.

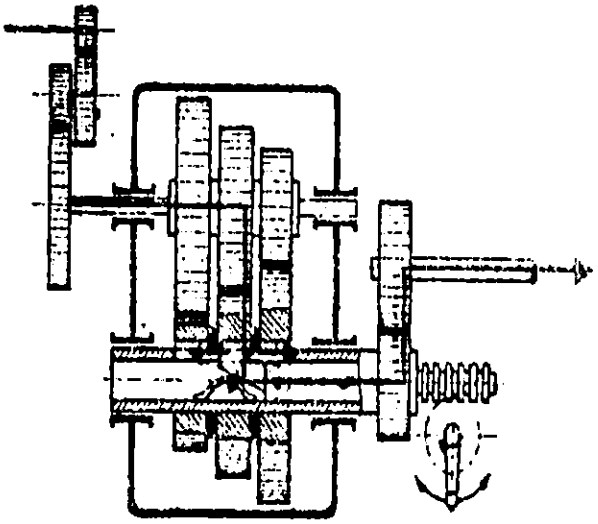
تنقسم وحدات التروس إلى مجموعتين أساسيتين هما:-

1. وحدة ذات تروس ثابتة.
2. وحدة ذات تروس قابلة للحركة.

فيما يلي عرض لأكثر أنواع وحدات التروس انتشاراً وهى كالآتي :-

مجموعة التروس ذات الخابور المنزلق Gearbox with sliding key :

يستعمل خابور (إسفين) منزلق لتثبيت أحد التروس المثبتة على العمود المنقاد ، وذلك لنقل الحركة من التروس المثبتة على العمود القائد كما هو موضح بشكل 6 – 9 .

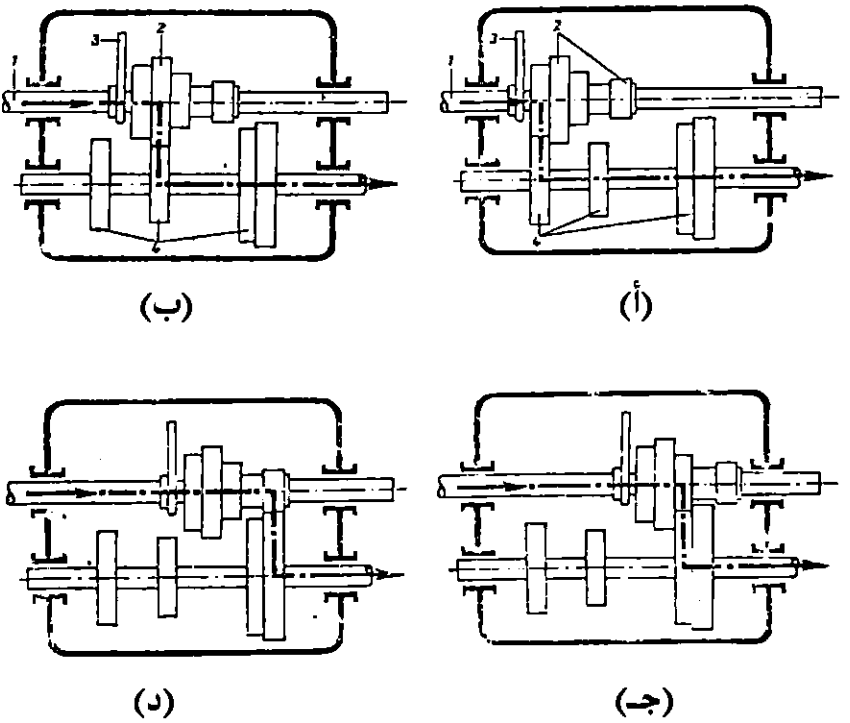


شكل 6 – 9

مجموعة التروس ذات الخابور المنزلق

مجموعة التروس المنزلقة Sliding gearbox :

يمكن تبسيط مجموعة التروس المنزلقة والسرعات المختلفة الممكن الحصول عليها من خلال الرسم التخطيطي بشكل 6 – 10 ، حيث وجود عدة تروس في مجموعة واحدة 2 يمكنها التحرك على العمود القائد 1 عن طريق ذراع أو رافعة 3 لتعشيقها بأحد التروس المقابلة لها 4 علي العمود المنقاد ، للحصول علي أربعة سرعات مختلفة كما هو موضح بشكل (أ ، ب ، ج ، د).



شكل 6 – 10

مجموعة تروس منزلقة بأربعة سرعات

1- العمود القائد.

2- مجموعة من التروس يمكنها الانزلاق على العمود القائد.

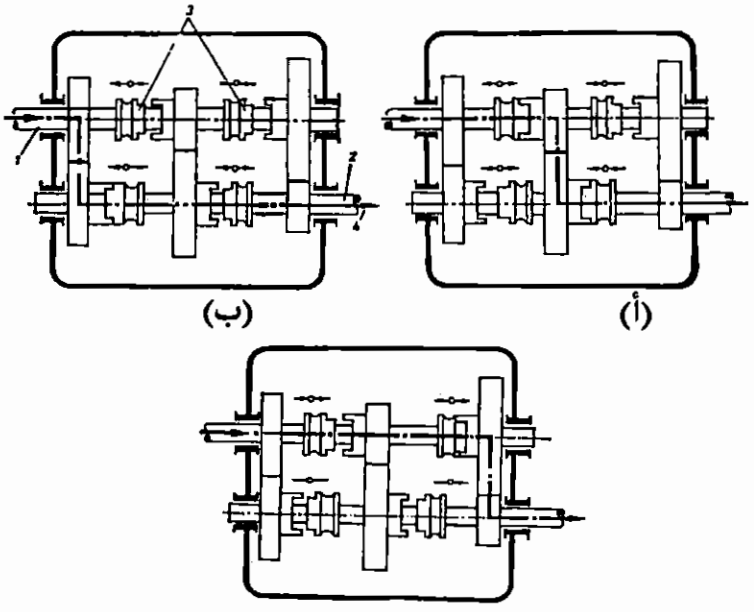
3- ذراع أو رافعة لنقل التروس.

4- التروس المثبتة على العمود المنقاد.

مجموعة التروس ذات القوابض المنزلقة Gearbox of sliding clutches :

تستعمل القوابض المنزلقة (Sliding clutches) لتثبيت التروس المثبتة على العمود القائد وذلك للحصول على نقل لحركة العمود المنقاد.

ويمكن تبسيط مجموعة التروس ذات القوابض المنزلقة والسرعات المختلفة الممكن الحصول عليها من خـــلال الرسم التخطيطى بشكل 6 – 11 ، حيث تثبيت مجموعة تروس على العمود القائد 1 ، كما تثبت مجموعة أخـــرى على العمود المنقاد 2 ، للحصول على سلسلة من السرعات المختلفة 4، التي تتوقف على أوضاع وتعشيق القوابض مع التروس والموضحة بشكل (أ ، ب ، ج).



شكل 6 – 11

مجموعة تروس ذات القوابض المنزلقة

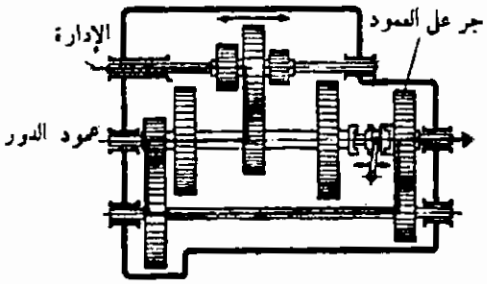
1- العمود القائد ومثبت عليه مجموعة تروس.

2- العمود المنقاد ومثبت عليه مجموعة تروس.

3- القوابض المنزلقة.

4- سلسلة نقل الحركة التي تتوقف على أوضاع التروس والقوابض.

كما توجد مجموعة تروس أخرى موضحة بشكل 6 – 12 تجمع بين مجموعة التروس المنزلقة ، ومجموعة التروس ذات القوابض.



شكل 6 – 12

الجميع بين التروس المنزلقة والتروس ذات القوابض

صندوق تروس التغذية Feed Gearbox :

صممت الرؤوس الثابتة بالمخارط القديمة ، بحيث تجمع بين مجموعات تروس تغيير السرعات (Speed Change Gears)، ومجموعات تروس أخرى تثبت أسفل المجموعات الأولى ، وتسمى بمجموعات تروس التغذية داخل صندوق واحد.

أما المخارط الحديثة فقد صممت بحيث يكون كل مجموعة من المجموعتين السابق ذكرهما في صندوق مغلق ، ومن الطبيعي وجود زيت للتزليق ، حيث يحدد مقداره بداخل هذه الصناديق من خلال مبينات ذات أقراص زجاجية لتوضيح منسوبها.

تستخدم مجموعة تروس التغذية بالمخرطة لنقل الحركة من عمود الدوران Spindle وتنظيم مقدارها وإرسالها إلى عمود القلاووظ Lead Screw أو إلى عمود التغذية Feed Shaft للحصول على خطوة القلاووظ Lead, Pitch أو على التغذية المطلوبة بدقة فائقة.

مجموعة تروس نورتن Norten Type Gear Box :

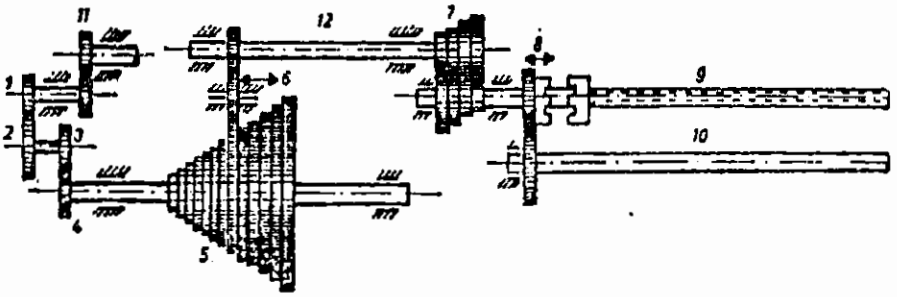
مجموعة تروس نورتن الموضحة بالرسم التخطيطي بشكل 6 – 13 عبارة عن

مجموعة مدرجة من التروس 5 يعشق على إحداها ترس لنقل الحركة .

حـيث تنتقل الحركة من المحرك الكهربائي Electric motor إلى مجموعة تروس تغيير السرعات Speed Change Gears بالرأس الثابتHead stock إلى الترس 11 إلى مجموعة التروس المتغير 1 – 2 – 3 – 4 إلى مجموعة التروس المدرجة 5.

الترس 6 مثبت على رافعة متأرجحة لإمكان تعشيقها على إحدى التروس المدرجة و المكونة من 13 ترس لتنتقل الحركة إلى العمود 12 إلي مجموعة التروس 7 لتنتقل الحركة إلى عمود التغذية Feed shaft 10 بالتغذية المطلوبة ، وبتعشيق القابض Clutch 8 يمكن تشغيل عمود القلاووظ Lead, pitch 9 لإمكان قطع اللولب بالخطوة المطلوبة بدقة فائقة .

من خلال هذه المجموعة يمكن الحصول على 52 سرعة تغذية ، أو 52 خطوة قلاووظ مختلفة.



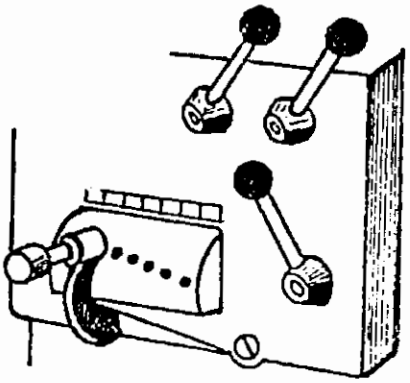
شكل 6 – 13

نقل الحركة من مجموعة تروس التغذية نورتن

إلى عمود التغذية وعمود القلاووظ

يمكن التعرف على مجموعة تروس التغذية نورتنNorten type gear box من خلال الشكل الخارجي لصندوق تروس التغذية كما هو موضح بشكل 6 – 14،

بوجود مجموعة ثقوب متتالية في اتجاه مائل ، كما توجد رافعة أسفلها تتحرك بمجرى مائل أيضا لارتكاز طرفها (مسمار الرافعة) في إحدى الثقوب المرقمة ، وذلك للتحكم في سرعة عمود التغذية أو عمود القلاووظ حسب التغذية أو الخطوة المطلوبة.



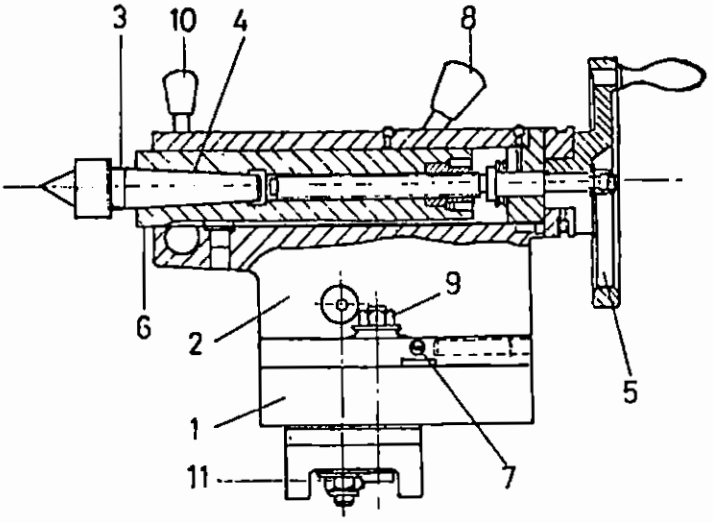
شكل 6 – 14

صندوق تروس التغذية نورتن

الرأس المتحرك Tail stock :

يسمى أيضا بالغراب المتحرك وذلك لسهولة انزلاقه عند تحركه على دلائل الانزلاق بطول الفرش.

الرأس المتحرك الموضح بشكل 6 – 15 يحمل الذنبة الدوارة التي يتطابق محورها مع محور عمود الدوران تماماً.



شكل 6 – 15

الرأس المتحـــرك

1- القاعدة.

2- الجسم.

3- الذنبة الدوارة.

4- مخروط داخلي (مخروط مورس) بالعمود الاسطواني المتحرك.

5- عجلة تدار يدوياً عن طريق مقبض.

6- عمود أسطواني متحرك.

7- مسمار قلاووظ لضبط انحراف محور الذنبة عن المحور الأساسي (أثناء تشغيل الأسطح المخروطية).

8- مقبض تثبيت الرأس المتحرك.

9- صامولة تثبيت الرأس المتحرك.

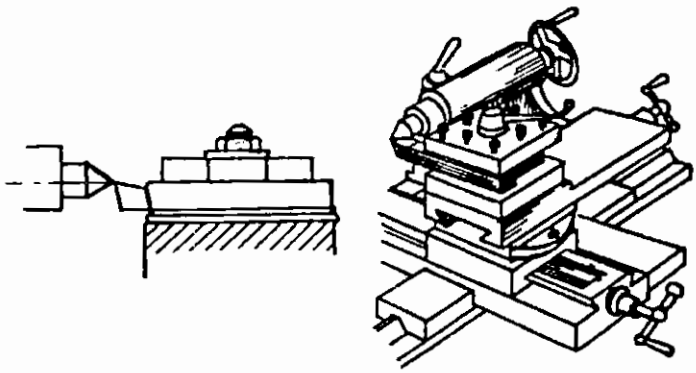
10- مقبض لتثبيت الأسطوانة المتحركة.

11- صامولة ضبط تثبيت الرأس المتحرك.

ويمكن تلخيص استخدامات الرأس المتحرك في الآتي:-

1. ضبط ارتفاع الحد القاطع للقلم أثناء تثبيته ، بحيث يكون على محور الذنبتين

تماماً كما هو موضح بشكل 6 – 16 .



شكل 6 – 16

ضبط الحد القاطع للقلم بحيث يكون على محور الذنبتين تماماً

2. سند المشغولات الطويلة.

3. تثبيت ظرف المثقاب أو الثقابات (البنط) أو البراغل .. لتشغيل الثقوب أو توسيعها وصقلها.

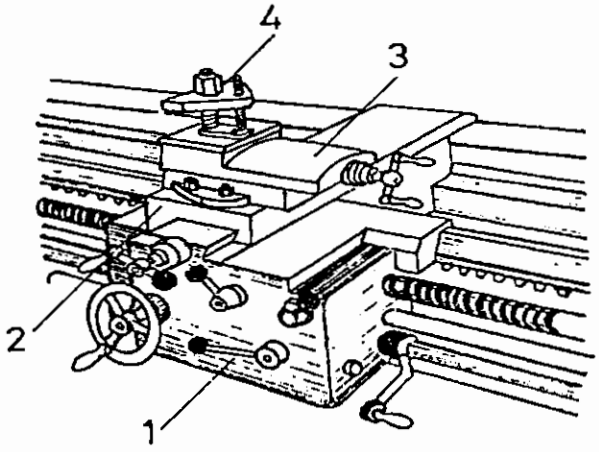
4. تشغيل الأسطح المخروطية بتغيير محور الذنبة عن محور عمود الدوران ، من خلال تحرك مركزه بالمسافة المطلوب انحرافها.

العربة:Saddle

تنزلق طوليا على أدلة الفرش ما بين الرأس الثابت Head Stock والرأس المتحرك Tail Stock . يثبت عليها الراسمة العرضية والراسمة الطولية وحامل القلم.

تستخدم العربة الموضحة بشكل 6 – 17 في الحركة الموازية لمحور الذنبتين أثناء عمليات قطع القلاووظ أو الخراطة الطولية ، أو نقلها إلى الراسمة العرضية أثناء الخراطة العرضية للحصول على حركة متعامدة على محور الذنبتين.

يمكن إجراء هذه الحركات آليا أو يدويا ، باستثناء الحركة أثناء قطع القلاووظ ، حيث تتم هذه الحركة بالتشغيل الآلي أثناء دوران عمود القلاووظ بالخطوة المطلوبة.



شكل 6 – 17

العربـــــــة

1- صندوق تروس العربة.

2- الراسمة العرضية.

3- الراسمة الطولية.

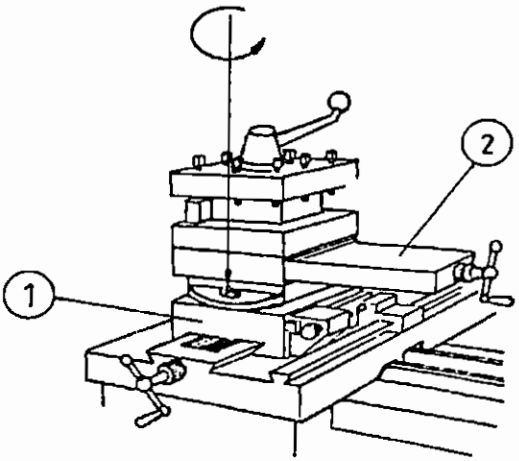
4- حامل القلم.

الراسمة العرضية Cross Slide :

تسمى أيضا بالراسمة الكبرى . تثبت على السطح العلوي للعربة ، وتتحرك حركة عرضية في الاتجاه المتعامد لمحور الذنبتين على أسطح إنزلاق على شكل دلائل منشورية.

تستخدم الراسمة العرضية الموضحة بشكل 6 – 18 الجزء رقم 1 أثناء الخراطة العرضية .

يمكن تشغيل الراسمة العرضية للخراطة العرضية (في الاتجاه المتعامد على محور الذنبتين) إلى الأمام أو إلى الخلف آلياً أو يدوياً.



شكل 6 – 18

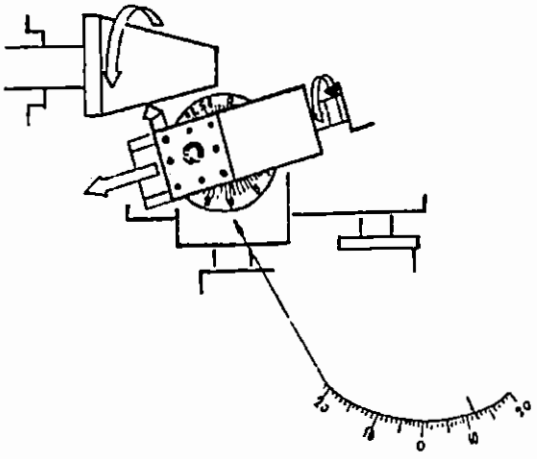
الراسمة العرضـــية والطولية

1- الراسمة العرضية.

2- الراسمة الطولية.

الراسمة الطولية Top Slide :

تسمى أيضا بالراسمة الصغرى ، تثبت على السطح العلوي للراسمة العرضية كما هو موضح بشكل 6 – 18 جزء رقم 2 بواسطة مسمارين قلاووظ رؤوسيهما إلى أسفل لإمكان تحركهما في مجرى دائري بالراسمة العرضية ، كما يوجد جزء أسطواني (بمثابة محور دليلي) مثبت بمركز المجرى الدائري ، الغرض منه هو الحصـــول على درجـــة الانحراف المطلوبة بدقة أثناء الحركة الدائرية للراسمة الطولية على التدريج الدائري الموجود بقاعدة الراسمة وقدره 360^{0} كما هو موضح بشكل 6 – 19 ، وذلك لاستخدامها في تشغيل الأسطح المخروطية (المسلوبة).



شكل 6 – 19

ضبط الراسمة الطولية وتثبيتها على الدرجة المطلوبة

تتحرك الراسمة الطولية يدوياً على دلائل انزلاق منشورية ، ليتحرك الحد القاطع لقلم المخرطة بوضع منحرف (مائل) على محور الذنبتين بالدرجة المطلوبة.

يعاد تثبيت الراسمة الطولية بعد تشغيل المخروط المطلوب إلى وضعها الأساسي.

أقـلام الخراطـة

TURNING CHISEL

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

تعتبر الأقلام هى الأدوات القاطعة الأساسية للمخرطة ، أما أشكالها وأحجامها فهي متعددة ويختلف استخدام كل منها عن الآخر باختلاف عمليات القطع المطلوبة.

يتأثر الحد القاطع لقلم المخرطة أثناء عمليات قطع المعادن المختلفة لضغوط عالية تصل إلى 400 كجم / مم2، ودرجات حرارة مرتفعة تصل إلى 800°م ، الأمر

الذي يؤدى إلى تغير شكل الحد القاطع نتيجة للتآكل ، ويصبح القلم بعد فترة غير صالح للاستمرار في عمليات القطع ، ويلزم نزعه وإعادة تجليخ ، وهذا يضيع في الوقت كما يؤثر على الاستهلاك السريع لعدد القطع.

لذلك تصنع الآلات القاطعة بصفات وعناصر أساسية ، تجعلها قادرة على التحمل والصمود إمام المعادن المختلفة المطلوب قطعها.

المواد المستخدمة في صنع الآلات القاطعة :

Materials used in manufacturing cutting tools

تختلف معادن الآلات القاطعة بعضها عن بعض وذلك باختلاف العمليات الصناعية المطلوبة من أجلها.

على سبيل لمثال (الأجنة – سلاح المنشار – المبرد – قلم الخراطة – البنطة – ذكر ولقمة القلاووظ – البرغل ..... الخ) كلها آلات قاطعة تختلف سرعة القطع بكل منها عن الآخر باختلاف معدن صنعها ، كما تتدخل عوامل أخرى مثل (عمر آلة القطع – القدرة الإنتاجية – التكلفة) ، لذلك تصنع بعض الآلات بحدود قاطعة ذات صلادة حيث تختلف صلادة الرأس عن البدن ، وذلك للتداول بالأسواق التجارية بأسعار معتدلة . ويمكن تلخيص لمعادن المستخدمة في صنع الآلات القاطعة في الآتي:-

1ـ **الصلب الكربوني** Carbon steel :

يحتوى 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.

2ـ **الصلب المخلوط بنسبة منخفضة** Steel mixed with low portion :

يحتوى على الكربون – المنجنيز – السليكون – التنجستين – الفاناديوم –

الموليبدنم وكذلك النيكل . بهذا تزداد متانة الصلب ويطول عمر الحد القاطع ، ويظل محتفظاً بصلادته لدرجات حرارة تصل إلى 300م. لذلك يزيد سعر هذه الأنواع من الصلب بمقدار 35% إلى 70 % عن سعر الصلب الكربوني العادي.

يستخدم الصلب المخلوط بنسبة منخفضة في صنع الثقابات (البنط) وأقلام المخارط.

3. **الصلب المخلوط بنسبة عالية (الصلب سريع القطع)** :
Steel mixed with high portion (high speed steel)

يسمى أيضا بالصلب السبائكى ، يحتوى على نسبة كبيرة من العناصر الأساسية السابق ذكرها بالصلب المخلوط بنسبة منخفضة مع زيادة نسبة التنجستين في الصلب ، حيث تصل نسب الخلط إلى 25% من وزنه.

تتحسن خواص القطع لهذا النوع من الصلب بزيادة عدة مرات بالنسبة لخواص الصلب الكربوني ، حيث يتحمل درجات حرارة تصل إلى 600°م ، وبالتالي يمكن استخدامه في القطع بسرعات أعلى بكثير من سرعات القطع المستخدمة عند التعامل مع الصلب الكربوني.

4. **الكربيدات القاسية** Solid carbides :

تتميز الكربيدات عن أنواع الصلب المختلفة السابق ذكرها بصلادتها العظيمة ، وصمودها لدرجات الحرارة العالية جداً والتي تصل إلى 900°م ، وعدم تآكلها رغم ارتفاع سرعات القطع التي تصل إلى 4 مرات عن سرعة القطع بالصلب الكربوني.

لذلك تستعمل في تشكيل الصلب المسبوك المحتوى على نسبة عالية من المنجنيز، والمسبوكات المحتوية على رمل أو جلخ ، وكذلك تستعمل في المواد التي تسبب في التآكل الشديد لعدد القطع.

ويمكن استعمال سرعات القطع العالية جداً مع تغذية صغيرة لإنتاج أسطح على درجة كبيرة من الجودة.

5. مواد السيراميك Ceramic materials :

تحضر على شكل أقراص بيضاء اللون شبيه بالمرمر . تصنع هذه الأقراص من الالومينا (أكسيد الألومنيوم) الموجود في الطبيعة بكثرة.

تمتاز الأقراص السيراميكية بصلادة عالية إذا قورنت بالسبائك الصلدة ، حيث تحتفظ بصلادتها وصمودها لدرجات حرارة عالية جداً والتي تصل إلى 1200°م ، الأمر الذي يعطى إمكانية قطع المعادن بسرعات قطع عالية.

إلا أن عيوب المواد السيراميكية خواصها الأقل جودة ، حيث إنها هشة إلى درجة كبيرة ، وذات مقاومة رديئة للأحمال المعرضة لها ، نذلك يفضل استخدامها في التشغيل النصف نهائي والتشطيب النهائي ، وفى المشغولات الخالية من الصدمات.

6. الماس The diamond :

يمتاز على كافة المواد المستخدمة في صناعة العدد بأنه يتألف من عنصر كيميائي واحد هو الكربون.

والماس من أكثر تلك المواد صلادة ، كما يتميز بمقاومته العالية للحرارة التي تصل إلى 900°م وصموده القوى جداً للتآكل corrosion.

يستعمل الماس عند الخراطة النهائية الدقيقة للماكينات ذات التحكم الرقمي ، وخراطة المعادن الغير حديدية والسبائك والمواد الغير معدنية ، كما يستعمل مسحوق الماس في صنع عجلات تهذيب (إستعدال) إستدارة أقراص التجليخ .

من أهم عيوب الماس إنه هش وذو ثمن باهظ.

الصفات الواجب توافرها في الآلات القاطعة :

Conditions to be available at cutting tools

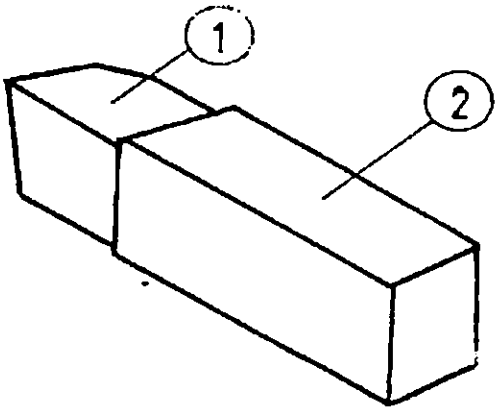
الآلات القاطعة بصفة عامة وقلام الخراطة بصفة خاصة ، يجب أن تتوفر بها صفات أساسية لكي تكون قادرة على قطع المعادن المختلفة أطول مدة ممكنة ، دون أن

يتغير شكلها أو تفقد صلادتها وخواصها وهى كالآتي:-

- الصلادة ..... Hardness
- المتانة ..... Strength
- التحمل ..... Bearing
- مقاومة التآكل ..... Corrosion resistance

الأجزاء الرئيسية لقلم الخراطة The main parts of lathe tool :

قلم المخرطة الموضح بشكل 6 – 20 يوجد له أشكال وأحجام مختلفة ، ومهما إختلفت أشكاله وأحجامه فإنه يتكون من جزأين أساسيين هما:-



شكل 6 – 20

الأجزاء الأساسيـــة لقلم المخرطة

1ـ الرأس Head :

هو الجزء الأمامي (الجزء القاطع) ويعتبر من أهم أجزاء القلم ، حيث توجد به زوايا القطع المختلفة التي توضح شكل القلم واتجاهه.

2ـ النصاب Tang :

هو الجزء الخلفي للقلم ، ويستعل للتثبيت في الحامل بالمخرطة.

أشكال أقلام الخراطة

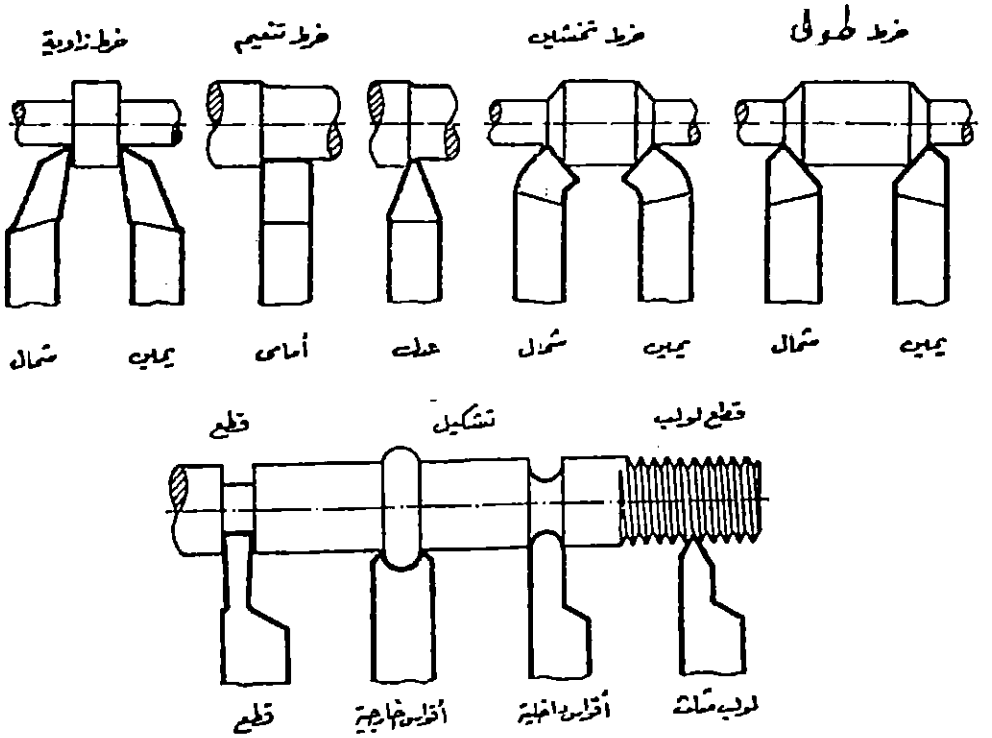
Shapes of lathe tools

تختلف أشكال وأنواع أقلام الخراطة باختلاف أنواع الأعمال المطلوبة من أجلها ، واتجاه التغذية ، وأيضاً نوع معدن الجزء المراد تشغيله.

الأقلام الخارجية External tools :

توجد أقلام مختلفة ومتعددة التي تستخدم للخراطة الخارجية ، وذلك باختلاف العمليات الصناعية المطلوب تشغيلها.

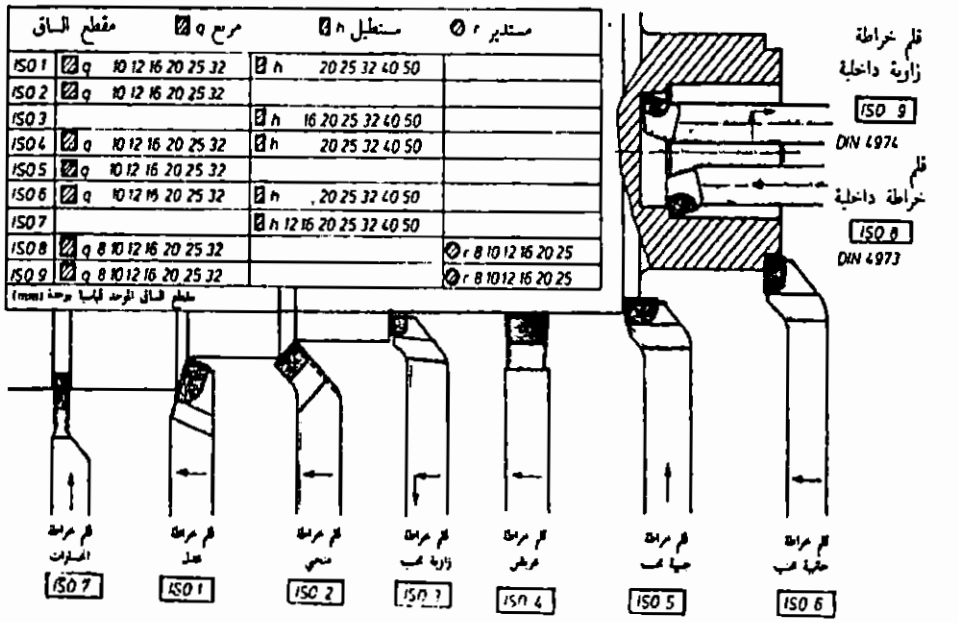
شكل 6 – 21 يوضح بعض أقلام الخراطة التي تستخدم للخرط الخارجي.



شكل 6 – 21

بعض أقلام الخراطـــة الخارجية

وقد تم الاتفاق دولياً من خلال المنظمة الدولية للتوحيد القياسي ISO على أهم تسعة أقلام للخراطة ، بحيث تشتمل على أقلام الخراطة ذات اللقم (الأطراف) الكربيدية Carbide Tips شكل 6 – 22.



شكل 6 – 22

أقلام الخراطة طبقاً للمواصفات القياسية ISO في أوضاع التشغيل

المواصفات القياسية لأقلام المخارط :

وضعت المواصفات القياسية ISO لأقلام الخراطة المصنوعة من صلب السرعات العالية H-s-s ، وحددت هذه المواصفات علي النحو التالي:-

1- شكل قلم الخراطة.

2- شكل ومقاسات مقطع الساق وطوله.

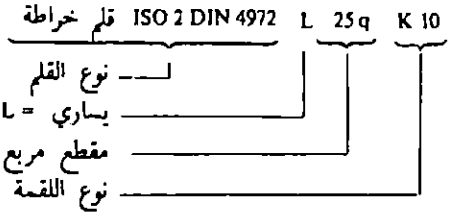
3- مقدار بروز أدوات الخراطة المنحنية.

4- مقادير زوايا الجرف والخلوص ، ووضع لقم (أطراف) القطع.

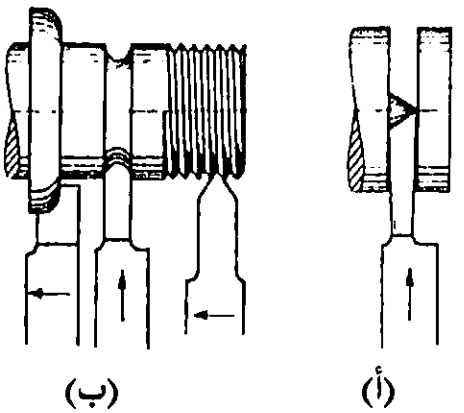
ويمكن من ناحية أخرى تركيب لقمة القطع على أى ساق لتناسب المعدن المراد

تشغيله ، وتمثل أشكال الأدوات (7 – 6 – 5 – 4 – 3 – 2 – 1 ISO) أقلام خراطة يمينية أو يسارية.

مثال لتوصيف قلم خراطة :



وقد تم تحديد مواصفات قلم القطع ، حيث يكون له حد قاطع كما هو موضح بشكل 6 – 23 (أ) ، أما أقلام خراطة لتشكيل (Profile Turning) فقد حددت أشكالها كما هو موضح بشكل 6 – 23 (ب) ، بحيث لا تتغير عند إعادة شحذها (تجليخها) ، ولذلك لا تكون لها زاوية جرف ، ولا يسمح بتجليخها إلا على سطح الجرف فقط.



شكل 6 – 23

أقلام خراطة القطـــع والتشكيل

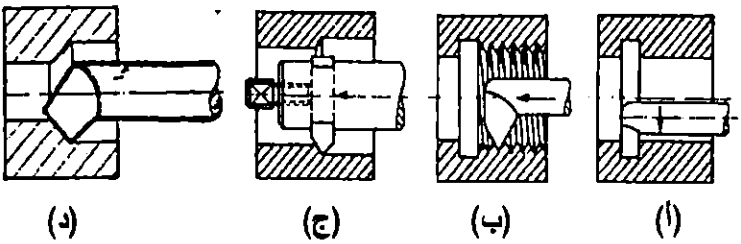
(أ) قلم قطع.

(ب)أقلام خراطة تشكيل.

الأقلام الداخلية Boring tools :

توجد أقلام داخلية بأشكال مختلفة ، يختلف شكل كل منها عن الآخر باختلاف

العملية الصناعية المطلوب تشغيلها. وشكل 6 – 24 يوضح أهم أشكال أقلام القطع الداخلية.



شكل 6 – 24

الأقلام الداخلـــية

(أ) قلم فتح مجرى داخلي.

(ب) قلم قطع قلاووظ متري داخلي.

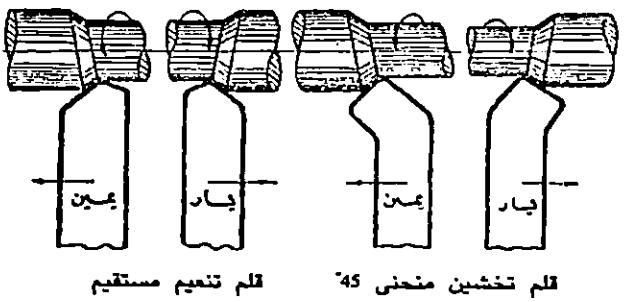
(ج) قلم داخلي للخراط الطولي الخشن.

(د) قلم داخلي للخراط الطولي الناعم.

اتجاه أقلام الخراطة

Lathe tools direction

تختلف أقلام الخراطة عن بعضها البعض باختلاف التغذية (يمين أو يسار) كما هو موضح بشكل 6 – 25 .



شكل 6 – 25

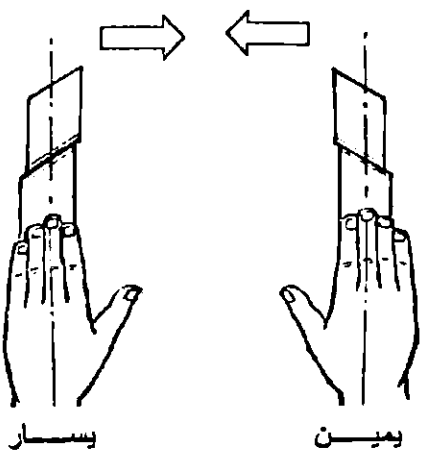
اختلاف شكل الأقلام مع الاختلاف في اتجاه التغذية

لذلك فإن اتجاه التغذية من العوامل الهامة التي يجب مراعاتها عند اختيار القلم

الملائم للتشغيل (يمين أو يسار) ، ويمكن التعرف على اتجاه الأقلام بإتباع الطريقة الموضحة بشكل 6 – 26 وهي كالآتي :-

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

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 القلم).



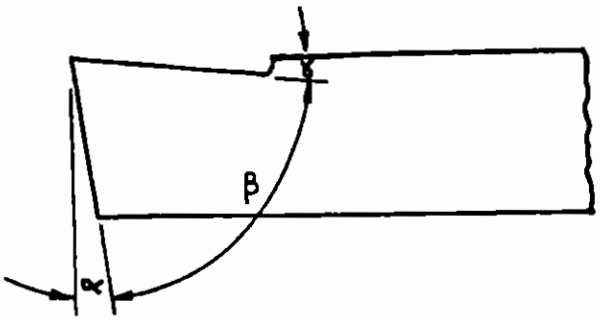
شكل 6 – 26

طرق التعرف على اتجاه الأقلام

الزوايا الرئيسية للحد القاطع لقلم المخرطة

The main angles for the cutting blade of lathe tool

تختلف أقلام الخراطة باختلاف أنواع الأعمال المطلوبة من أجلها ، ومهما كان الاختلاف في شكل الأقلام ، فإنها تتحدد جميعها في تكوين الزوايا الرئيسية للحد القاطع لقلم المخرطة كما هو موضح بشكل 6 – 27 .



شكل 6 – 27

الزوايا الرئيسية للحد القاطع لقلم المخرطة

زاوية الخلوص ... α

زاوية الآلة ... β

زاوية الجرف ... δ

مجموع الزوايا الرئيسية = α + β + δ = 90°

تختلف قيمة هذه الزوايا من قلم لآخر باختلاف نوع معدن قطعة التشغيل . فمثلا الزهر – الصلب – النحاس الأحمر – النحاس الأصفر – الألمونيوم .. كلها معادن تختلف خصائص كل منها عن الأخرى ، وبصفة عامة تزيد زاوية الآلة β وتنخفض زاوية الجرف δ كلما زادت صلادة معدن المشغولة.

وفيما يلي جدول 6 – 1 الذي يوضح مقادير زوايا الحد القاطع لأقلام صلب السرعات العالية:–

جدول 6 – 1

مقادير زوايا الحد القاطع لأقلام صلب السرعات العالية

نوع المعدن المراد تشغيله	زاوية الخلوص α	زاوية الآلة β	زاوية الجرف δ
الزهر – الصلب القاسي – النحاس الأصفر	3° – 6°	80° – 87°	0 – 4°
الصلب المتوسط الصلادة	5° – 8°	75° – 80°	5 – 7°

الصلب الطري نوعا	8° - 5°	75° - 70°	12° -10°
الصلب اللين	10° - 6°	70° - 65°	15° -14°
النحاس الأحمر – الألمونيوم	10° - 6°	70° - 60°	20° -14°

أهمية زوايا الحد القاطع لقلم المخرطة :

The importance of cutting edge for lathe tool

الغرض من زوايا الحد القاطع التي تحدد قيمتها أثناء تجليخ القلم ، هو مساعدته على التغلغل بالسطح الخارجي أو الداخلي لقطعة التشغيل ، ليقطع منها جزء على هيئة رايش لتشكيل المشغولة حسب الشكل المطلوب . ويتضح أهمية هذه الزوايا والغرض منها فيما يلي:-

زاوية الخلوص α :

الغرض منها هو تجنب الاحتكاك بين فخذ القلم وقطعة التشغيل.

زاوية الآلة β :

هي الزاوية المحصورة بين زاوية الخلوص (α) وزاوية الجرف (δ)، وتحدد قيمتها حسب معدن المشغولة المراد قطعها، والمواد المصنوعة منها أداة القطع.

زاوية الجرف δ :

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

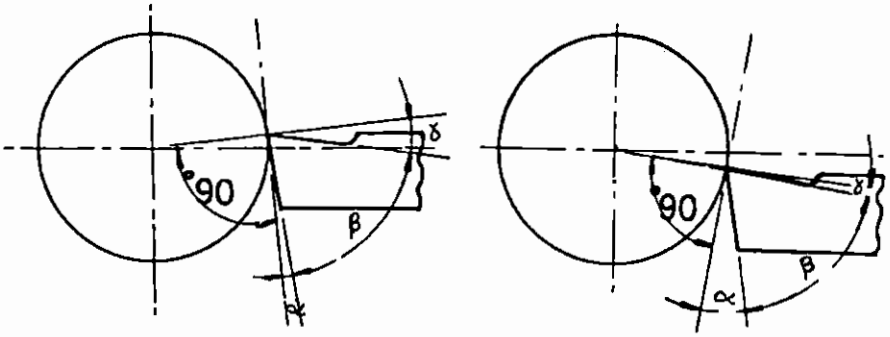
الأوضاع الخاطئة لقلم المخرطة :

The wrong positions for lathe tool

عند انخفاض الحد القاطع لقلم المخرطة عن محور الذنبتين كما هو موضح بشكل 6 – 28 (أ) ينتج عنه صغر زاوية الجرف وزيارة زاوية الخلوص ، الذي يترتب عليه رداءة سطح قطعة التشغيل وتعرض الحد القاطع للكسر.

وعندما يكون الحد القاطع أعلى من مستوى محور الذنبتين كما هو موضح

بشكل 6 – 28 (ب) ينتج عنه زيادة زاوية الجرف وانخفاض زاوية الخلوص ، الذي يترتب عليه رداءة سطح قطعة التشغيل نتيجة لاحتكاك فخذ القلم مع سطح المشغولة.



شكل 6 – 28

تأثير زوايا الحد القاطع أثناء الأوضاع الخاطئة للقلم

a ... زاوية الخلوص.

B ... زاوية الآلة .. (زاوية القلم).

δ ... زاوية الجرف.

معدات الربط والقمط والتثبيت

Instruments of tie, clamping and fixation

قبل البدء في إجراء أى عملية قطع في الأجزاء المراد تشغيلها على المخرطة ، فإنه يجب تحديد الأدوات والمعدات المناسبة للربط أو القمط ، والتي يختلف بعضها عن بعض باختلاف شكل الجزء المراد قطعة.

لذلك يجب التعرف على معدات الربط والقمط والتثبيت المختلفة ، لتحديد المناسب منها لاستخدامه عند التشغيل . ويمكن تقسيم هذه المعدات إلى الآتي:-

1. معدات ربط.
2. معدات تثبيت.
3. معدات قمط مرنة.

معدات الربط

Tie instruments

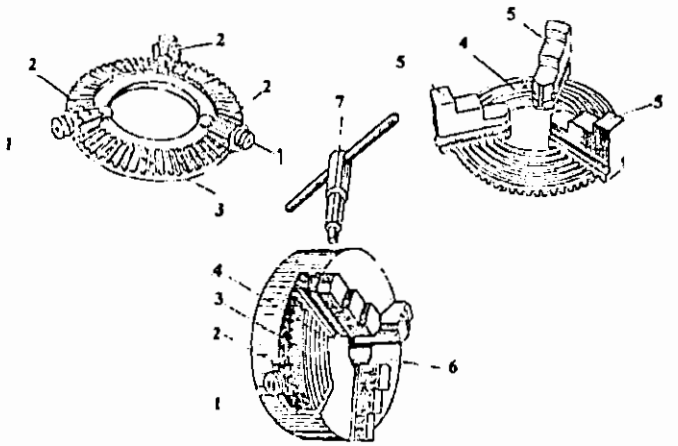
تتكرر عملية ربط الأجزاء المراد تشغيلها على المخرطة ، ولكي تتم عملية القطع على أكمل وجه ، يشترط أن تكون قطعة التشغيل مربوطة بقوة وبشكل آمن وبدون أى انحراف.

توجد ضمن ملحقات أى مخرطة ، معدات أساسية للربط وأخرى مساعدة لهذا الغرض ، ويعتبر ظرف المخرطة من أكثر معدات الربط استخداماً.

فيما يلي عرض لجميع معدات الربط المستخدمة على المخرطة:-

الظرف ذو الثلاثة فكوك Three jaw chuck :

الظرف ذو الثلاثة فكوك الموضح بشكل 6 – 29 يسمى أيضا بظرف التمركز الذاتي ، وهو الظرف الشائع الاستخدام في المخارط ، ويتميز بحركة فكوكه الثلاثة مع بعضها البعض ، لتتماثل نحو مركزه عند ربط المشغولات الأسطوانية المختلفة الأقطار ، حيث ينطبق محور المشغولة مع محور عمود الدوران تماما ، ومن هنا سمي بظرف التمركز الذاتي.

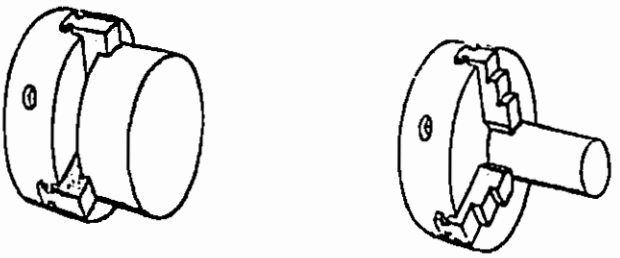


شكل 6 – 29

الظرف ذو ثـــلاثة فكوك

1- ثقب مربع يستخدم لتثبيت مفتاح الظرف أثناء عملية الربط أو الفك.
2- تروس مخروطية.
- قرص أو عجلة مسننة مخروطية.
4- قنوات حلزونية تستخدم لحركة الفكوك الثلاثة.
5- الفكوك الثلاثة بوضعها العكسي.
6- الهيكل العام ويحتوى على الأجزاء السابق ذكرها ، ويوجد خلفه ترتيبه لتركيبها بعمود الدوران ، تختلف بعضها عن بعض باختلاف التصميم.
7- مفتاح الظرف.

يتميز الظرف ذو الثلاثة فكوك بإمكانية ربط المشـــغولات المختلفة الأقطار (المشغولات ذات الأقطار الصغيرة والأقطار الكبيرة)، وذلك عن طريق استبدال الفكوك الثلاثة الموضحة بشكل 6 – 30 (أ) بفكوك أخرى عكسية مخصصة لربط المشغولات ذات الأقطار الكبيرة شكل 6 – 30 (ب).



(ب) (أ)

شكل 6 – 30

إمكانية ربط المشغولات ذات الأقطار المختلفة

(أ) ربط المشغولات ذات الأقطار الصغيرة بفكوك بالوضع العادي.
(ب)ربط المشغولات ذات الأقطار الكبيرة بفكوك بالوضع العكسي.

الظرف ذو الأربعة فكوك المتمركز ذاتيا :

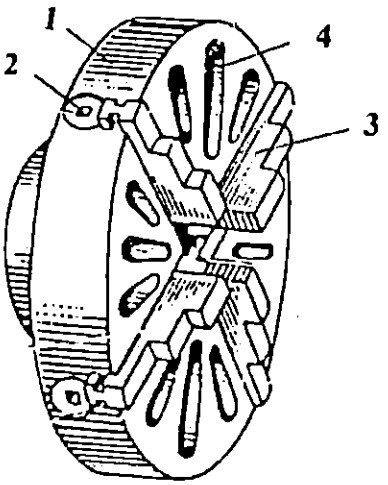
Self centralization four chuck

يتشابه الظرف ذو الأربعة فكوك المتركز ذاتياً مع الظرف ذو الثلاثة فكوك في حركة فكوك كل منهما ، التي تتماثل وتتطبق مع محور عمود الدوران عند ربط المشغولات الأسطو نية المختلفة الأقطار ، ومن هنا سـمي بالظرف الرباعي المتركز ذاتياً.

يستخدم الظرف ذو الأربعة فكوك المتركز ذاتياً في ربط المشغولات ذات المقاطع المستديرة أو المربعة أو المثمنة ، وأيضا المشغولات ذات الأقطار والأحجام الكبيرة.

الظرف ذو الأربعة فكوك الحرة Independent four jaw chuck :

يتكون الظرف ذو الأربعة فكوك الحرة الموضح بشكل 6 – 31 من قرص أسطواني مستدير ، مصنوع من حديد الزهر بحجم كبير وسميك ، زود بأعصاب لإمكانية تحمله للمشغولات ذات الأحجام الكبيرة والثقيلة من خـلال الربط دون أى تأثير ، ومن الطبيعي أن يكون ذو قطر ووزن أكبر من قطر ووزن ظرف التمركز الذاتي (الظرف ذو الثلاث فكوك).



شكل 6 – 31

ظرف ذو أربعة فكوك حرة

1- قرص أسطواني ذو قطر وحجم كبير.
2- موضح مفتاح الظرف.
3- أحد الفكوك الأربعة ، يتحرك كل فك حركة مستقلة على حدة.
4- مجرى (مشقبية) على شكل حرف T.

يوجد بقرص الظرف مجموعة مجارى (مشقبيات) على شكل حرف T ، لتثبيت المسامير التي تستخدم لربط المشغولات الغير منتظمة ، كما يوجد أربع مجارى انزلاق يتحرك بداخلها أربعة فكوك في الاتجاه العمودي لمحور الذنبتين.

الفكوك الأربعة كل منها مستقل بزاته ، أى يتحرك كل فك من الفكوك الأربعة على حدة ، لإمكانية التحكم في ربط المشغولات وخاصة الغير منتظمة.

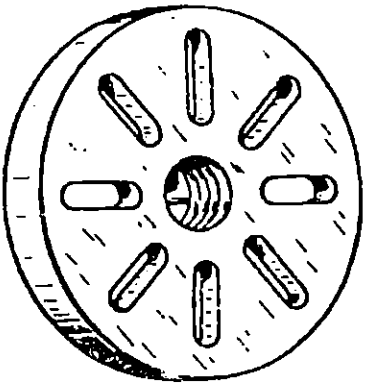
يثبت الظرف ذو الأربعة فكوك الحرة على عمود الدوران بنفس طريقة تثبيت ظرف التمركز الذاتي . وتتم عملية ربط قطعة التشغيل داخل الفكوك الأربعة المثبتة بالوضع العادي ، كما يمكن عكس اتجاه الفكوك الأربعة أو بعضها وذلك لربط المشغولات الكبيرة الغير منتظمة.

يستخدم الظرف ذو الأربعة فكوك الحرة في حالة عدم قدرة ظرف التمركز الذاتي على ربط المشغولات المطلوب قطعها ، كالمشغولات ذات الأحجام الكبيرة والأوزان المرتفعة والقطع المربعة والغير منتظمة والمسبوكات ..... وغيرها.

الصينية Face plate :

تعتبر الصينية الموضحة بشكل 6 – 32 من المعدات المساعدة ، وهى عبارة عن قرص مستدير معدني ، مصنوع من حديد الزهر بقطر أكبر من قطر الظرف ذو الأربعة فكوك الحرة ، وغالبا يكون نصف قطر الصينية أكبر من الارتفاع ما بين محور عمود الدوران وفرش المخرطة . لذلك تنزع القنطرة المثبتة بالفرش أسفل الظرف مباشرة عند استخدام الصينية.

توجد بالصينية مجموعة مجارى (مشقبيات) على شكل حرف T لتثبيت رؤوس المسامير المربعة بها والتي تستخدم لربط وتثبيت المشغولات عليها.

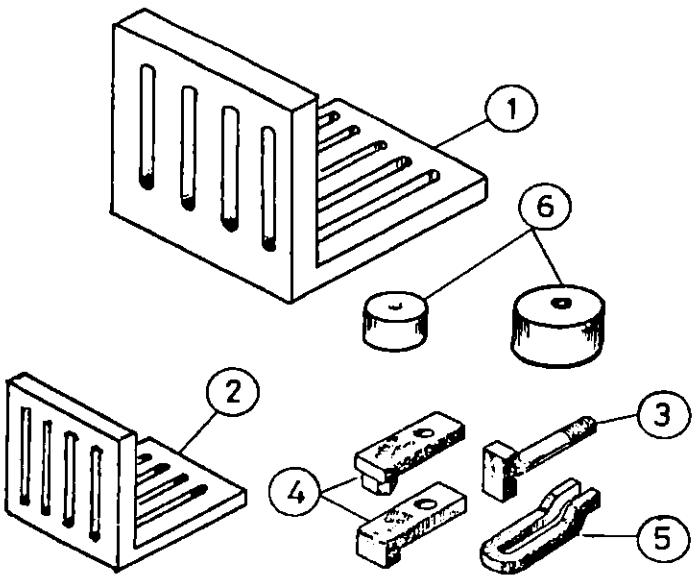


شكل 6 – 32

الصينيـــــــية

الأدوات المساعدة للصينية Face plate aid tools :

لتثبيت قطع التشغيل ذو الأحجام الكبيرة والغير منتظمة على سطح الصينية في الأوضاع المناسبة لها ، فإنه يجب استعمال الأدوات المساعدة الموضحة بشكل 6 – 33 والملحقة مع الصينية لإمكان تثبيتها بشكل جيد.



شكل 6 – 33

الأدوات المســـــاعدة للصينية

1- زاوية تحميل المشغولات ذات حجم كبير.
2- زاوية تحميل المشغولات ذات حجم صغير.
3- مسامير برؤوس مربعة.
4- قوائم ارتكاز .. (خوص).
5- زرجينة حرف U.
6- أثقال اتزان.

تستخدم أثقال الاتزان عند تثبيت المشغولات الغير منتظمة وذلك لعدم اهتزازها ، الأمر الذي قد يؤثر على عدم التشغيل الجيد بالإضافة إلى تلف كراسي تحميل عمود الدوران.

أظرف الحركة الذاتية Self motion chucks :

توجد أنواع وأشكال عديدة لأظرف المخارط ذات التمركز الذاتي ، لكل منهم مميزاته الخاصة التي تناسب نوع العمل الذي صمم من أجله . فمثلا مخارط الإنتاج (ذات الإنتاج الكمي) التي تنتج الأجزاء المتشابهة بكميات كبيرة ، يعوقها عملية ربط وفك قطع التشغيل بالظرف من آن لآخر والتي تستغرق وقتا كبيراً ، بالإضافة إلى المجهود المبذول من فني المخرطة.

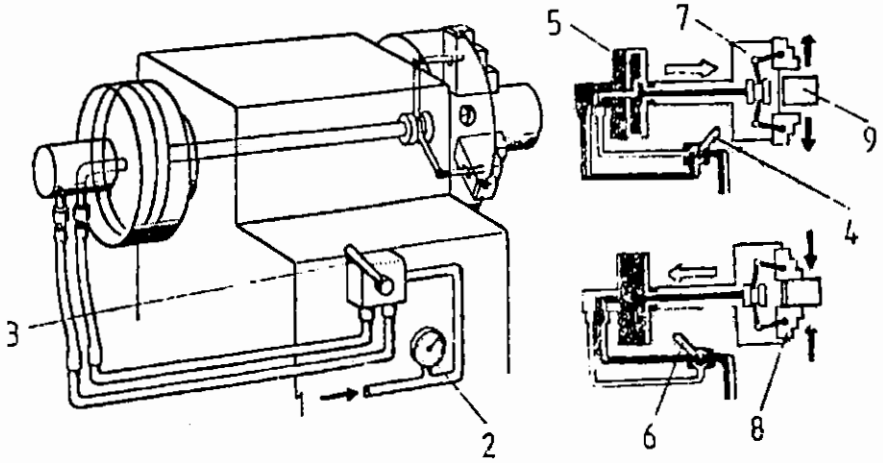
لذلك فقد صممت دور الصناعة أظرف ذات حركة ذاتية ، لكي تقوم بعملية الربط والفك تلقائياً وبسهولة ، من خلال الضغط على مفتاح أو حركة مقبض لتتم عملية الربط أو الفك آلياً.

توجد أنواع مختلفة من أظرف المخارط ذوات الحركة الذاتية .. فيما يلي عرض لأكثر هذه الأظرف انتشاراً.

الظرف النيوماتي Pneumatic chuck :

تستخدم الظرف الذي يعمل بالهواء المضغوط والموضح بشكل 6 – 34 في مخارط الإنتاج ، يعمل هذا الظرف من خلال مواسير خارجية لتصل إلى عمود الدوران ، الذي صمم بفراغات داخلية لنقل الهواء المضغوط إلى داخل الظرف

وبترتيبة خاصة ، حيث تتم حركة الفكوك الثلاثة لربط المشغولة أو تطلق من خلال التحكم في دخول الهواء المضغوط أو خروجه عن طريق مقبض صمام يدار يدوياً أو آلياً بمجرد الانتهاء من تشغيل كل قطعة.



شكل 6 – 34

وصول الهواء المضغوط بالظرف وحركة الفكوك الثلاثة

1- دخول الهواء المضغوط.

2- مبين لتوضيح ضغط الهواء.

3- مقبض متصل بصمام خانق للتحكم في دخول وخروج الهواء ، وبالتالي حركة الفكوك الثلاثة إلى الداخل أو إلى الخارج .. أى الحركة عند الربط أو الفك.

4- مقبض متصل بصمام ليسمح باتجاه دخول الهواء المضغوط ، والتحكم في حركة المكبس 5.

5- مكبس للتحكم في الحركة الميكانيكية ، لربط وفتح فكوك الظرف ، علماً بأن حركة ربط الفكوك تتم عن طريق مجموعة نوابض (يايات) قوية.

6- حركة المقبض لمنع دخول الهواء المضغوط ، وعودة الفكوك الثلاثة على وضع الربط عن طريق مجموعة نوابض (يايات).

7- الظرف الذي يعمل بالهواء المضغوط أثناء انطلاق الفكوك.

8- فكوك الظرف وهى في وضع الربط.

9- قطعة التشغيل.

الظرف الهيدروليكي Hydraulic chuck :

توجد عدة تجهيزات لعمليات ضغط الزيت Hydraulic في الماكينات أو المعدات أو الأجهزة المختلفة ، وأقرب مثال لذلك المكابس أو رافعات السيارات.

الغـرض من استخدام السوائل المضغوطة في الأجهزة والمعدات المختلفة هو سـرعة ودقـة التحكم في التشغيل ، لذلك فقد صممت دور الصناعة ظـرف مخرطة يعمل بضغط الزيت ، وهو عبارة عن ظرف يمر من خلاله كمية من الزيت المضغوط عن طريق مضخة ، ويتم التحكم في حركة دخول وخروج الزيت من خلال صمامات وذلك لربط وفك الأجزاء المطلوب تشغيلها عند الحاجة إلى ذلك.

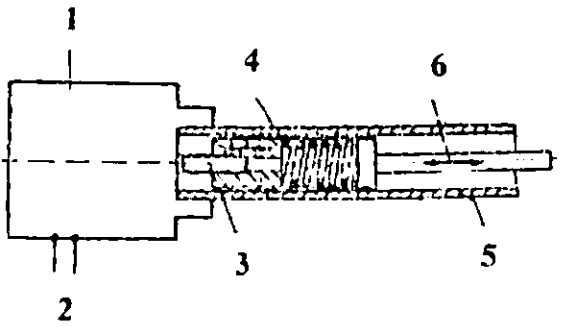
ينتقل الزيت المضغوط إلى الظرف من خلال عمود الدوران المصمم بفراغات لهذا الغرض إلى داخل الظرف ، لتتم حركة الفكوك الثلاثة لربط القطعة المراد تشغيلها أو تطلق بواسطة التحكم في حركة دخول أو خروج الزيت آلياً.

يـستخدم هـذا الـنوع مـن الأظرف في مخارط الإنتاج الكمي المصممة بالإدارة الهيدروليكية.

الظرف الكهربائي Electric chuck :

الظرف الكهربائي الموضح بالرسم التخطيطي بشكل 6 – 35 عبارة عن ظرف ذو ثلاثة فكوك ، مزود بمجموعة حدبات Cams ونوابض (يايات) ومحرك كهربائي.

تنتقل الحركة من المحرك الكهربائي الذي يتحرك حركة دائرية مع الظرف وعمود الدوران عن طريق مجموعة نوابض (يايات) ، التي تأخذ حركتها بواسطة ترتيبة خاصة ، لتتم حركة الفكوك (للربط أو الفك) من خلال الحدبات ، التي يتم ضبطها قبل البدء في تشغيل الإنتاج الكمي ، وحسب قياس المشغولة.



شكل 6 – 35

الظـــرف الكهربائي

1- المحرك الكهربائي .. متصل بعمود الدوران مباشرة.

2- مصدر التيار الكهربائي.

3- صامولة تتحرك يدوياً في الاتجاهين (يمين ويسار).

4- نوابض .. (يايات).

5- عمود الدوران المتصل بعمود المحرك الكهربائي.

6- حركة الربط يؤديها عمود الربط.

معدات التثبيت

Fixation instruments

إن أكثر طرق التشغيل انتشاراً على المخرطة هى طريقة التشغيل بين ذنبتين ، وتتميز مشغولات هذه الطريقة بدقة محورية جميع أقطارها ، التي تنعكس على جودة الإنتاج.

قبل البدء بالتشغيل بهذه الطريقة ، فإنه يجب عمل ثقوب مركزية مناسبة للقطعة المراد تصنيعها من كلا السطحين الجانبيين ، كما يجب الاستعانة بآلات التثبيت اللازمة بين الذنبتين وهى كالآتي:-

- صينية دوارة.
- مفتاح دوارة.

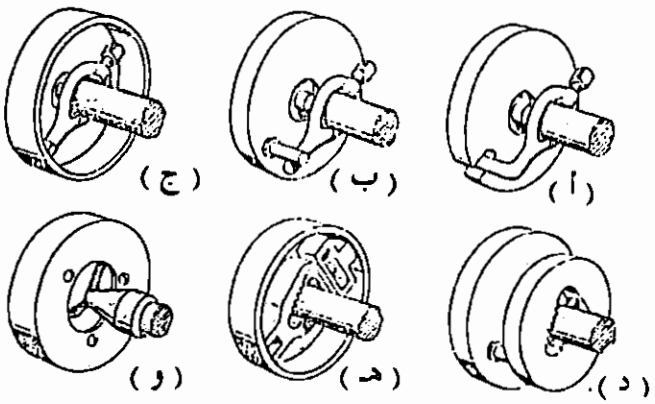
- ذنبة الرأس الثابت .. (ذنبة ثابتة).
- ذنبة الرأس المتحرك .. (ذنبة دوارة بمحامل مقاومة للاحتكاك).

الصينية الدوارة Rotating face plate :

سبق عرض كيفية تثبيت وتحميل المشغولات القصيرة على ظرف المخرطة المتمركز ذاتياً ، والظرف ذو الأربعة فكوك الحرة والصينية ، أما عند تشغيل القطع الطويلة نسبياً .. فإنه يصعب تشغيلها وذلك لاهتزازها ، الذي ينتج عنه تلف السطح المراد تشغيله أو تلف القطعة كلها ، بالإضافة إلى تلف الحد القاطع لقلم المخرطة.

لذلك يتطلب الأمر تثبيت القطع الطويلة نسبياً بحملها من خلال الثقوب المركزية من كلا جانبيها بين الذنبة الثابتة (ذنبة عمود الدوران) والذنبة الدوارة (ذنبة الرأس المتحرك)، ويتم نقل الحركة للمشغولة من خلال الاستعانة بصينية دوارة ومفتاح دوار.

تـــوجد عدة أشكال للصينية الدوارة والمفتاح الدوار كما هو موضح بشكل 6 – 36 ، حيث يتناسب كل منها حسب شكل المشغولة المراد قطعها وتصميم المخرطة.



شكل 6 – 36

تصميمات مختلفة للصينية الدوارة والمفتاح الدوار

(أ) صينية دوارة ومفتاح دوار ذو مؤخرة منحنية.

(ب) صينية دوارة بمسمار مستقيم ومفتاح دوارة مستقيم.

(ج) صينية دوارة بجدار واقي ومفتاح دوارة مستقيم.

(د) صينية دوارة ذات تثبيت آمن.

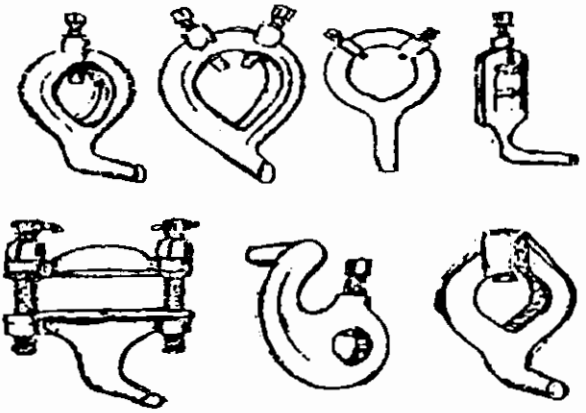
(هـ) صينية دوارة بمفتاح تثبيت ثابت.

(و) صينية دوارة ذات تثبيت آلي .. (لإمكان تثبيت القطع الغير كاملة الاستدارة بأمان).

مفتاح الدوارة Driving dog :

يصنع مفتاح الدوارة من الصلب المتوسط الصلادة ، وهو الأداة الناقلة للحركة الدائرية من الصينية الدوارة إلى قطعة التشغيل المثبتة بين ذنبتين.

يثبت مفتاح الدوارة على أقصى الجانب اليساري لقطعة التشغيل . يوجد مفتاح الدوارة بأشكال مختلفة كما هو موضح بشكل 6 – 37 وبقياسات متدرجة ليتناسب مع المشغولات المراد تصنيعها والصينية الدوارة.



شكل 6 – 37

أشكال مختلفـــة لمفاتيح الدوارة

معدات القمط المرنة

Elastic clamping instruments

تستخدم معدات القمط المرنة لتشغيل القطع الأسطوانية التي يتطلب عند تصنيعها الدقة العالية لمحوية جميع أقطارها.

تتكون معدات القمط المرنة من الأجزاء الآتية:-

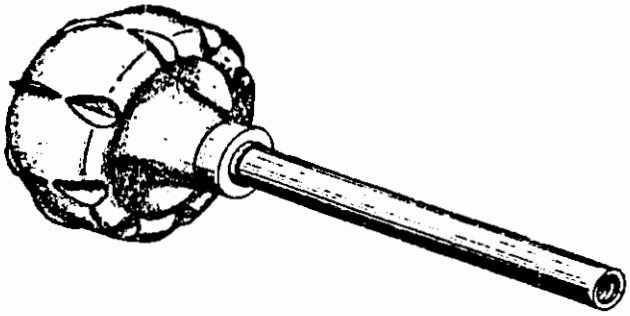
1- عمود الدفع.

2- جلبة مسلوبة.

3- الظرف القابض.

عمود الدفع: Pushing bar

عمود الدفع الموضح بشكل 6 – 38 عبارة عن عمود أسطواني مجوف ، يصنع من الصلب المقسى ، يوجد بطرفه الأسطواني لولب قلاووظ مثلث داخلي (ليثبت به الظرف القابض) ، كما يوجد بنهايته قرص مستدير (عجلة) غالباً تكون من الخشب أو الألمونيوم.



شكل 6 – 38

عمـــود الدفـــع

الجلبة المسلوبة Conic sleeve :

الجلبة المسلوبة عبارة عن جلبة مفرغة ، تصنع من الصلب المقسى المعامل حرارياً . مجلخة من الداخل والخارج.

يوجد بالجزء الأسطواني الداخلي مجرى خابور يناسب مجرى خابور الظرف القابض . المخروط الخارجي للجلبة يطابق المخروط الداخلي لعمود الدوران بالمخرطة .. (مخروط مورس).

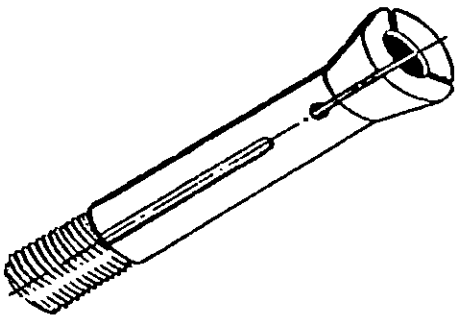
تستخدم الجلبة المسلوبة كوسيط بين الظرف القابض وعمود الدوران.

الظرف القابض Collate chuck :

الظـــرف القـــابض (القـــامط) Collate يسمى أيضا بالظرف النابض (الظرف الياي)، ويعتبر من أهم أجزاء معدات القبض المرنة.

يتكون الظرف القابض (القامط) الموضح بشكل 6 – 39 من جلبة أسطوانية رأسها أو مقدمتها على شكل مخروط ناقص وبنهايتها قلاووظ مثلث خارجي يطابق سن القلاووظ الداخلي لعمود الدفع.

يوجد بالسطح الأسطواني مجرى طولي يتناسب مع خابور الجلبة المسلوبة، وذلك لإحكام تثبيت الظرف بداخل الجلبة المسلوبة ، كما يوجد بالرأس ثلاثة شقوق الغرض منهم هو إعطاء الظرف صفة المرونة أثناء قمط أو فك المشغولات.



شكل 6 – 39

الظـــرف القابـــض

يستخدم الظرف القابض (النابض أو الياي) بالمخارط الأفقية لقمط المشغولات الأسطوانية المطلوب تشغيلها بدقة ، نظراً للدقة العالية لمركزيته بالإضافة إلى قوة إحكامه عند تثبيت المشغولات.

ترتيبة معدات القمط المرنة

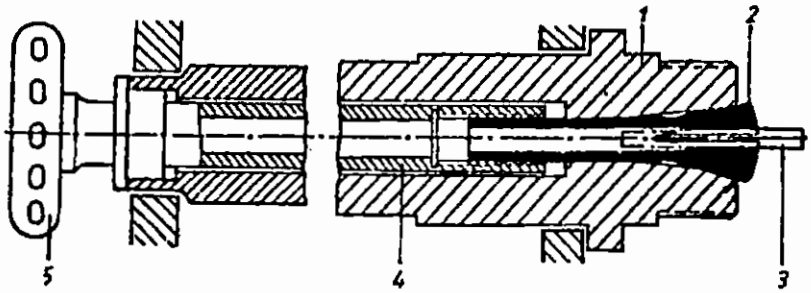
Arrangement of elastic clamping instruments

تـــستخدم معـــدات القبض (القمط) المرنة الموضحة بشكل 6 – 40 عند تشغيل القطع الأسطوانية التي يتطلب بها الدقة العالية لمحورية جميع أقطارها ، وذلك بإتباع الخطوات التالية:-

يثـــبت الظـــرف القابض 2 بالمخروط الداخلي لعمود الدوران 1، حيث يتصل بعمـــود الدفع الذي على شكل جلبة طويلة 4 عن طريق لولب (قلاووظ) ، الذي يتخلل

ثقــب عمــود الدوران من الجهة الخلفية ، وتثبيت القطعة المراد تشغيلها 3 بالظرف القابض 2 وبدوران القرص أو العجلة 5.

يتم ربط القلاووظ الداخل بجلبة عمود الدفع 4 على القلاووظ الخارجي بالظرف القابض ليسحب الظرف القابض إلى داخل عمود الدوران ، ليضغط المخروط الداخلي لعمود الدوران على رأس الظرف القابض ، لتتم عملية قمط الجزء المراد تشغيله بقوة وبمحورية تامة.



شكل 6 – 40

معدات القمـــــط المرنة

1- عمود دوران المخرطة.

2- الظرف القامط .. Cullet.

3- الجزء المراد تشغيله.

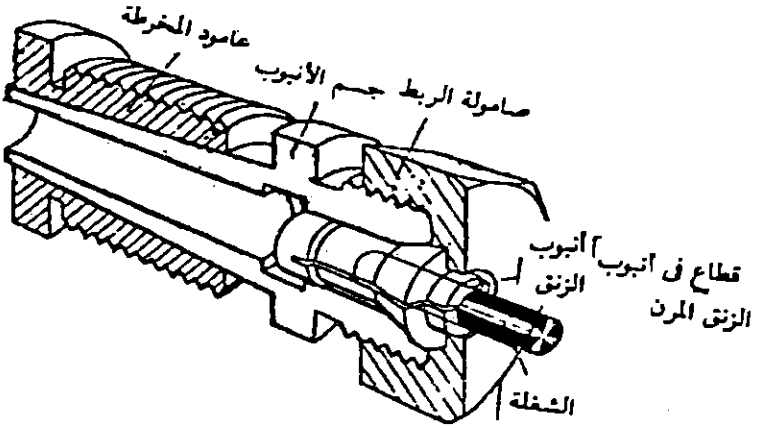
4- عمــود الدفع على شكل جلبة طويلة بنهايتها قرص أو عجلة للتثبيت (الجلبة بها ثقب طويل لإمكان ربط القطع الطويلة).

تثبيت الظرف القامط بعمود الدوران:

Fixation of clamping chuck with driven shaft

يثــبت الظــرف القــامط بالمخروط الداخلي لعمود الدوران مباشرة ، في حالة تناسب قطره الخارجي مع القطر الداخلي لعمود الدوران.

تستخدم الجلبة المسلوبة الموضحة بشكل 6 – 41 وهى إحدى أجزاء معدات القمط المرنة ، في حالة وجود المخروط الداخلي لعمود الدوران بقطر أكبر من القطر الخارجي للظرف القامط.



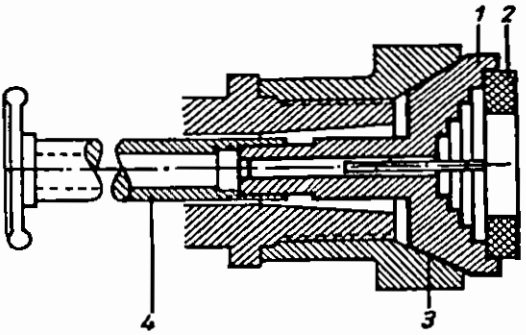
شكل 6 – 41

تثبيت الظرف القامط بعمود الدوران بواسطة الجلبة المسلوبة

الظرف القامط المدرج Graduated clamping chuck :

توجد الأظرف القابضة على هيئة مجموعات متدرجة في القياس بالنظام المتري بالملليمترات أو بالنظام الإنجليزي بالبوصة لتتناسب مع المشغولات المختلفة الأقطار ، وبالرغم من ذلك فقد أنتجت دور الصناعة أظرف قابضة (قامطة) متدرجة وذلك لسهولة تشغيل مجموعة من القطع المختلفة الأقطار دون استبدال الظرف القابض وهى كالآتي:-

1. الظرف القامط المدرج من الداخل الموضح بشكل 6 – 42 ، يستخدم لتثبيت قطع التشغيل المختلفة الأقطار لتشغيلها من الداخل.



شكل 6 – 42

تثبيت المشغولات بالظرف القامط المدرج من الداخل

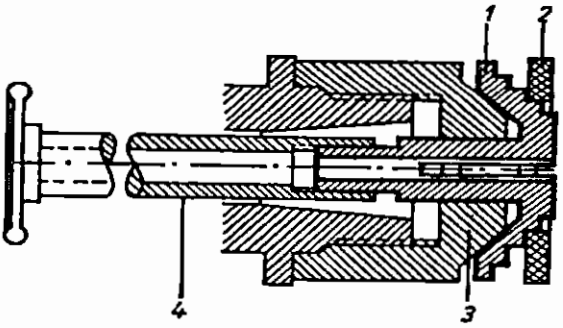
1- الظرف القامط.

2- قطعة التشغيل.

3- المخروط الخارجي للظرف.

4- عمود الدفع على شكل جلبة طويلة في نهايتها قرص أو عجلة للتثبيت.

2. الظرف القامط المدرج من الخارج الموضح بشكل 6 – 43 ، يستخدم لتثبيت قطع التشغيل المختلفة الأقطار من الخارج.



شكل 6 – 43

تثبيت المشغولات بالظرف القامط المدرج من الخارج

1- الظرف القامط.

2- قطعة التشغيل.

3- المخروط الخارجي للظرف.

4- عمود الدفع على شكل جلبة طويلة في نهايته قرص أو عجلة للتثبيت.

مميزات معدات القمط المرنة Advantages of elastic clamping :

يفضل استخدام معدات القمط المرنة عند تشغيل الأجزاء الهامة وذلك للمميزات التالية:-

1. قوة الربط (القمط) المحكم .. القبض بقوة على قطعة التشغيل.
2. قوة الربط (القمط) بدرجة كبيرة لا تؤثر على المشغولة أو تغير من شكلها ، حيث أن الضغط يكون على السطح المحيط للشغلة كلها.
3. الدقة العالية لمركزية جميع أقطار الأجزاء المصنعة.

المخـــانق

Steadies

عند قياس الأجزاء الأسطوانية الطويلة أثناء تشغيلها على المخرطة .. يلاحظ اختلاف واضح بالقطر من مكان لآخر بطول المشغولة كما هو موضح بشكل 6 – 44 بزيادة القطر بالجزء الأوسط وانخفاضه تدريجياً من كلا الطرفين الجانبيين.

شكل 6 – 44

اختلاف قطر الأجزاء الأسطوانية الطويلة من مكان إلى آخر

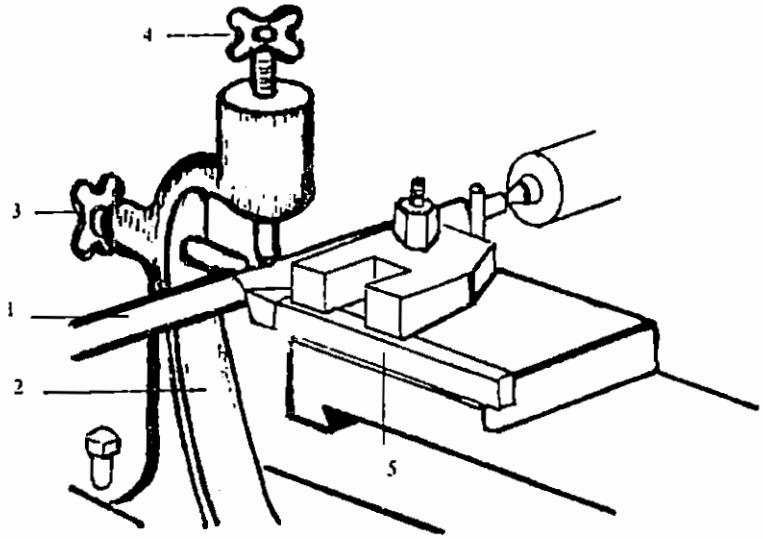
تتعرض القطع الأسطوانية الطويلة عند تشغيلها على المخرطة لقوى القطع أثناء تغلغل الحد القاطع لقلم المخرطة لنزع جزء من السطح الخارجي للمشغولة وذلك لاهتزازها ، لينعكس على اختلافات القطر بطول قطعة التشغيل ورداءة السطح كما يمكن حدوث انحناء للمشغولة .. الأمر الذي يؤدى إلى تلفها ، وللحفاظ على المشغولات الطويلة من التلف ولإنتاج أسطح جيدة ، يستخدم لذلك معدات مساعدة

إضافية كالمخانق المختلفة لاستخدامها كساند للقطع الطويلة لمنع اهتزازها وانحنائها.

المخنقة المتحركة Moving steady :

تثبيت المخنقة المتحركة بمسمارين قلاووظ بالسطح الجانبي العلوي للعربة بربطهما جيداً أثناء تشغيل القطع الأسطوانية الطويلة.

المخنقة المتحركة الموضحة بشكل 6 – 45 تتحرك مع العربة أثناء التشغيل، وتعتبر كساند فقط للقطع الطويلة لعدم اهتزازها والحفاظ عليها من الانحناء.



شكل 6 – 45

المخنقـــة المتحركة

1- قطعة التشغيل.

2- المخنقة المتحركة.

3- مقبض لضبط الساند الأفقي.

4- مقبض لضبط الساند الرأسي.

5- قلم المخرطة.

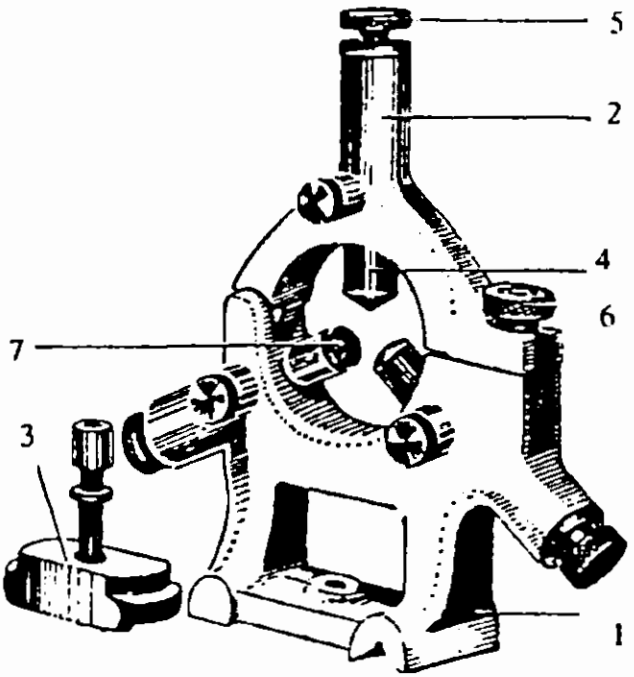
بدوران المقبضين 3، 4 تتحرك نقط الارتكاز حركة عمودية على محور الذنبتين ، وذلك لضبط الساند الأفقي والرأسي على سطح المشغولة.

يعدل وضع قلم المخرطة عن طريق الراسمة الطولية بحيث تكون منطقة القطع مقابلة لنقط ارتكاز المخنقة المتحركة ، وذلك للحفاظ على قطعة التشغيل من الانحناء بالإضافة إلى إنتاج مشغولة ذات قطر واحد وتشطيب جيد.

المخنقة الثابتة Fixed steady :

تثبيت المخنقة الثابتة على فرش المخرطة بربطها جيداً بمسمار قلاووظ خاص بها عند تشغيل إحدى أطراف المشغولات الأسطوانية الطويلة.

تتكون المخنقة الثابتة الموضحة بشكل 6 – 46 من القاعدة 1 المشكلة بحيث تناظر سطح فرش المخرطة تماماً . الجزء العلوي المفصلي 2 يمكن التحكم فيه بتثبيت المشغولة بين الفكوك الثلاثة ثم يعاد إحكام ربط لمسمار 6 ، كما تحتوى المخنقة الثابتة على ثلاثة فكوك لتكون بمثابة نقط ارتكاز تسمح بدوران قطعة التشغيل داخل هذا المجال بدون اهتزازات أو ذبذبات.



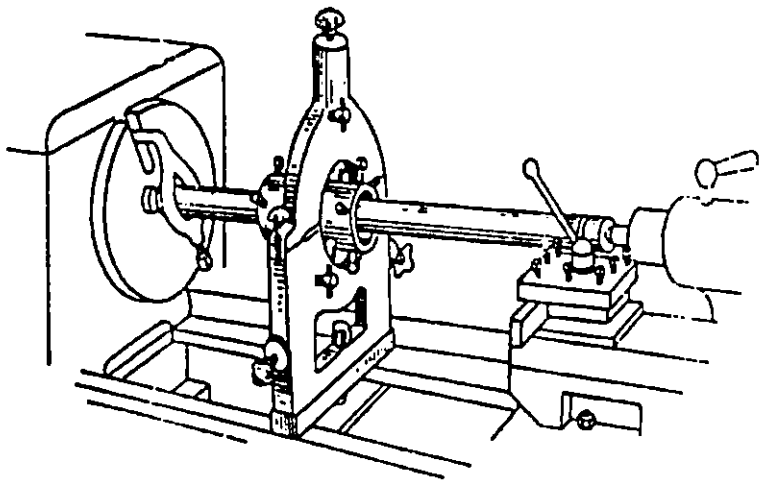
شكل 6 – 46

المخنقـــــة الثابتـــة

1. الجزء الأسفل يناظر سطح فرش المخرطة تماماً.
2. جزء مفصلي.
3. قاعدة تثبيت المخنقة من أسفل الفرش.
4. إحدى الفكوك الثلاثة.
5. مقبض تحكم في ارتفاع وانخفاض الفك.
6. مسمار تثبيت الجزء المفصلي.
7. سطح الفك .. يصنع عادة من النحاس الأصفر.

يمكن التحكم في الفكوك الثلاثة كل منهم على حدة ، بدوران المقابض لتلامس أسطح الفكوك مع المشغولة لضبط محورها.

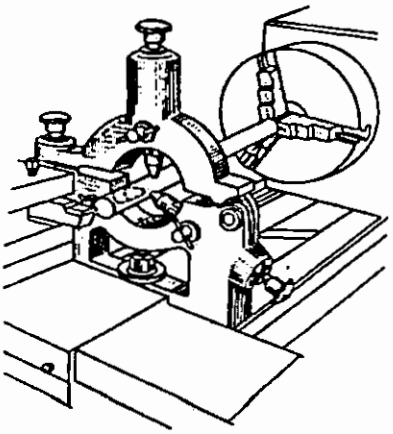
عادة تستخدم المخنقة الثابتة لسند المشغولات الطويلة كما هو موضح بشكل 6 – 47 .



شكل 6 – 47

استخدام المخنقة الثابتة في سند المشغولات الطويلة

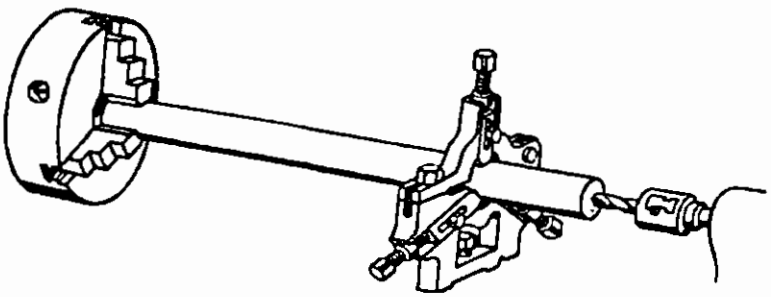
وتستخدم المخنقة الثابتة في تشغيل أحد أطراف الأجزاء الأسطوانية الطويلة ، الذي يكون القطر الخارجي للمشغولة أكبر من القطر الداخلي لعمود الدوران كما هو موضح بشكل 6 – 48 .



شكل 6 – 48

تشغيل أحد أطراف المشغولات الطويلة باستخدام المخنقة الثابتة

كما تستخدم المخنقة الثابتة في سند المشغولات الطويلة وذلك لثقب أحد طرفيها كما هو موضح بشكل 6 – 49 .



شكل 6 – 49

ثقب أحد أطراف المشغولات الطويلة باستخدام المخنقة الثابتة

عمليات التشغيل

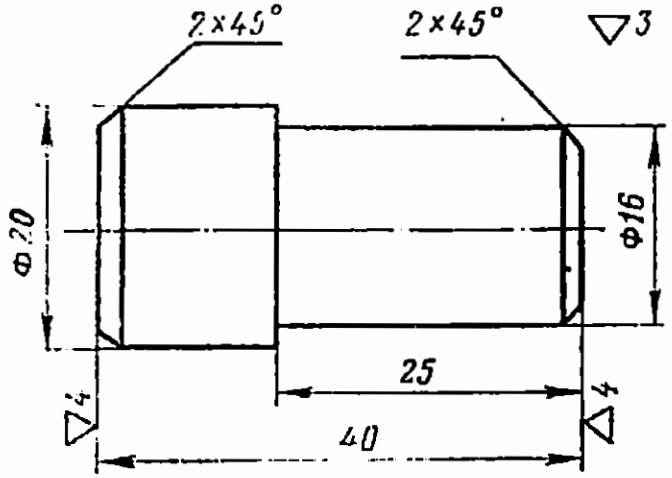
Working processes

يتم تشغيل العديد من العمليات الصناعية على المخرطة مثل عمليات تشغيل الأسطح الأسطوانية ذات الخرط الطولي والخرط المدرج ، وتشغيل الأسطح الكروية والمخروطية ، وقطع القلاووظ بأنواعه وأشكاله والثقب والخرط الداخلي .... الخ.

يتناول هذا الموضوع بعض أمثلة للعمليات الصناعية التي يتم تشغيلها على المخرطة ، بمثابة نماذج لعمليات الخراطة ، والتفاصيل الوافية لطرق تشغيلها.

الخرط الطولي Straight turning :

لنأخذ مثال لتشغيل قطعة اسطوانية بسيطة كما هو موضح بالرسم التخطيطي بشكل 6 – 50 ، ولنفرض أنه يتطلب صنع قطعة واحدة منها على المخرطة.



شكل 6 – 50

قطعة تشغـــــــيل بسيطة

يمكن تشغيل القطعة الموضحة بالشكل السابق رقم 6 – 50 بإحدى طريقتين هما:–

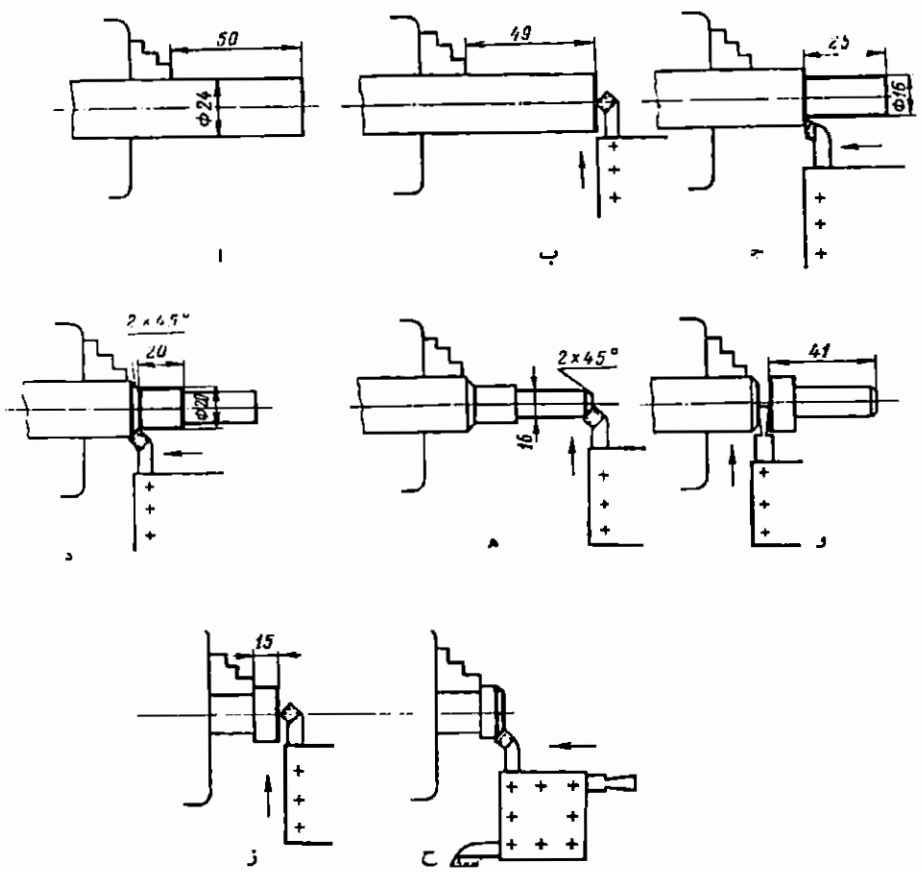
الطريقة الأولى First method :

باستخدام قضيب معدني أسطواني بقطر 24 أو 25 ملليمتر. بإتباع خطوات العمل التالية:–

(أ) تشغيل القطعة المطلوبة باستخدام أقلام الخراطة المناسبة ، والاستعانة بقدمة ذات ورنية دقة 0.05 ملليمتر ، ويتبع تسلسل خطوات عمليات التشغيل كما هو موضح بشكل 6 – 51 .

(ب) يقطع الجزء الذي تم تشغيله بقلم قطع (فصل) كما هو موضح بشكل 6 – 51 (و).

(ج) يتم تشطيب نهائي للقطعة المطلوبة كما هو موضح بشكل 6 – 51 (ز) ، (ح).



شكل 6 – 51

خطوات عمليات تشغيل قطعة بسيطة

الطريقة الثانية Second method :

استخدام قضيب معدني أسطواني بقطر 24 أو 25 ملليمتر شكل 6 – 52 بإتباع الخطوات التالية:-

(أ) تثبيت القضيب الأسطواني جيداً بالظرف.

(ب) قطع جزء من القضيب الأسطواني بـــاستخدام قلم قطع بطول 42 ملليمتر

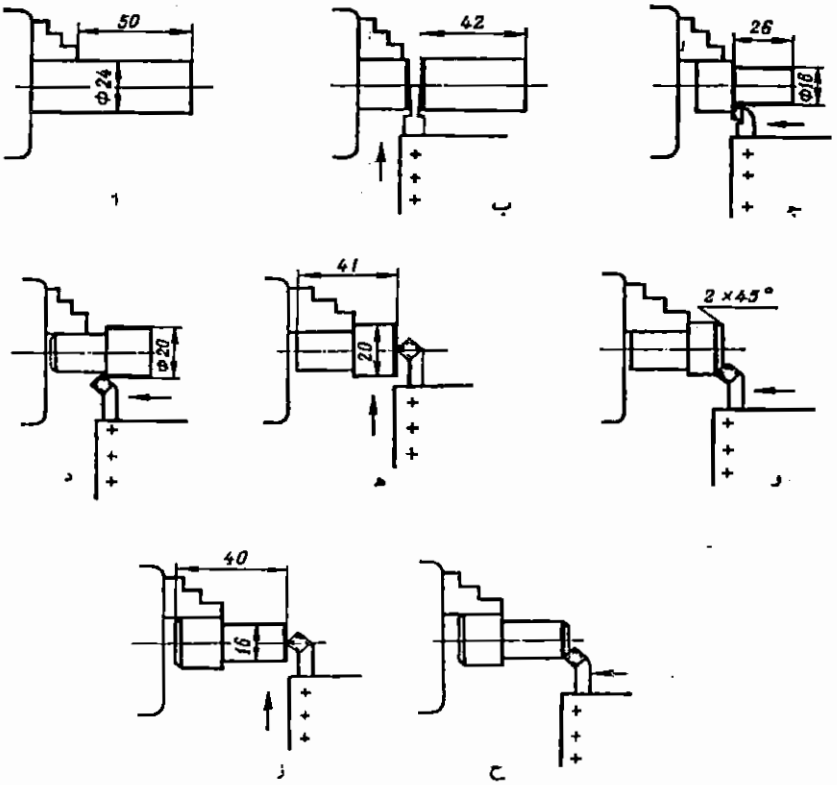
(ج) خرط طولي ليصل القطر إلى 16 ملليمتر بطول 42 ملليمتر باستخدام قلم جنب يمين.

(د) عكس وضع التمرين ، وخرط طولي بقطر 20 ملليمتر باستخدام قلم خرط خارجي بزاوية 45° .

(هـ) خرط عرض (خرط السطح الجانبي) لتحديد طول التمرين إلى 41 ملليمتر .

(و) عمل شطف مقداره 45° × 2 ملليمتر .

(ز) عكس وضع التمرين ، وخرط عرضي (خرط السطح الجانبي للتمرين) وتحديد الطول المطلوب 40 ملليمتر وبعمل شطف مقداره 45° × 2 ملليمتر .

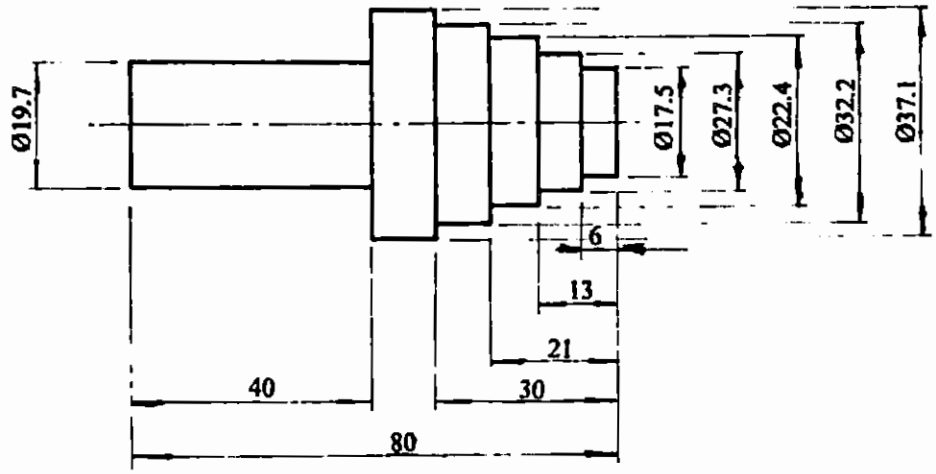


شكل 6 – 52

خطوات عمليات تشغيل قطعة بسيطة

الخرط المدرج Graduated turning :

يتمثل الجزء المراد تشغيله على هيئة تمرين بأقطار أسطوانية مدرجة كما هو موضح بالرسم التخطيطي بشكل 6 – 53 بطول 80 mm بأقطار مختلفة ، الغرض من هذا التمرين هو التدريب على الخرط الطولي والعرضي ، والدقة في قياس الأبعاد والأقطار.



شكل 6 – 53

تمرين علي الخـرط المدرج

خطوات عمل التمرين :

يمكن تشغيل التمرين الموضح بشكل 6 – 54 من خلال تسلسل خطوات العمل التالية:-

(أ) يثبت التمرين بالظرف بربطه جيداً.

(ب) الخرط العرضي للتمرين.

(ج) خـرط طولي حسـب ما هـو موضـح بالـرسـم التخطيطي علي قطر 19,7 × 40 ملليمتر .

(د)عكس وضع التمرين، وتحديد طول الجزء المدرج إلى 40 ملليمتر .

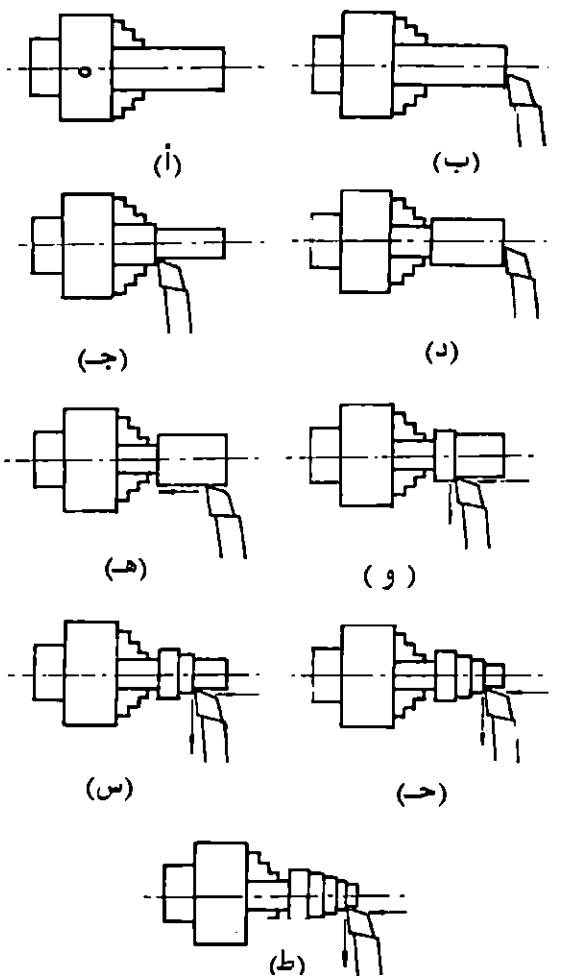
(هـ) خرط طولي بقطر 37.1 ملليمتر .

(و) خرط طولي حسـب ما هو مـوضح بالـرسم التخطيطي للتمرين بقطر 32.2 × 30 ملليمتر.

(س) خرط طولي حسب ما هو موضح بالرسم التخطيطي للتمرين بقطر 27.3 × 21 ملليمتر.

(ح) خرط طولي حسب ما هو موضح بالرسم التخطيطي للتمرين بقطر 22.4 × 13 ملليمتر

(ط) خرط طولي حسب ما هو موضح بالرسم التخطيطي للتمرين بقطر 17.5ملليمتر.



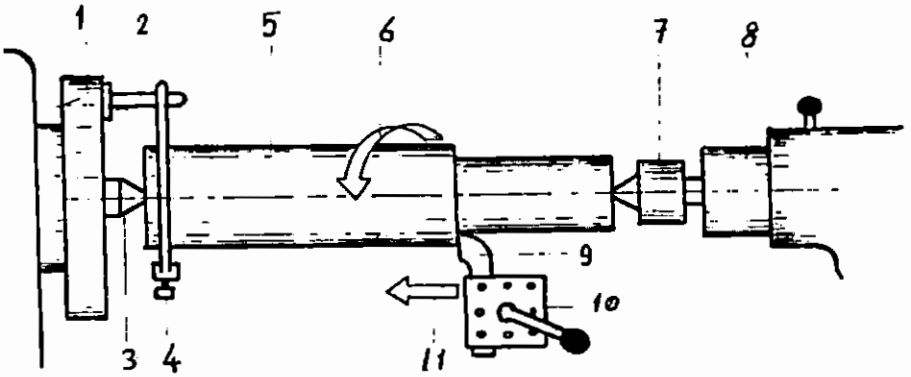
شكل 6 – 54

تسلسل خطوات عمل تمرين مدرج

الخرط بين ذنبتين Turning between centers :

تعتبر عملية خراطة المشغولات بين ذنبتين الموضحة بشكل 6 – 55 من أفضل عمليات التشغيل ، من حيث دقة محورية الأقطار التي يتم تشغيلها.

تنتقل الحركة من عمود الدوران إلى الصينية الدوارة ، التي تعطى حركتها إلى مفتاح الدوارة المثبت على قطعة التشغيل ، بين الذنبة الثابتة بعمود الدوران ، والذنبة الدوارة بالرأس المتحرك (الغراب المتحرك).



شكل 6 – 55

خراطة المشغولات بين ذنبتين

1- الصينية الدوارة.

2- ذراع الصينية الدوارة.

3- ذنبة ثابتة.

4- مفتاح الدوارة.

5- قطعة التشغيل.

6- اتجاه حركة القطع.

7- ذنبة دوارة.

8- الرأس المتحرك (الغراب المتحرك).

9- آلة القطع (قلم المخرطة).

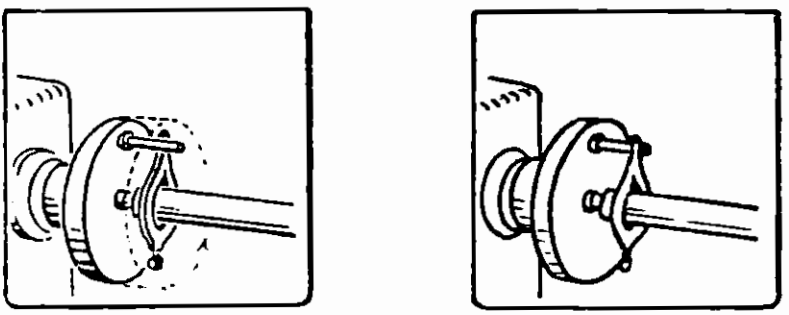
10- حامل القلم.

11- اتجاه التغذية.

إرشادات :

يراعى عند قطع المشغولات بين ذنبتين إتباع الآتي:-

1. ثقب قطعة التشغيل من كلا السطحين الجانبيين بثاقب مركزي ذو قطر مناسب لقطر المشغولة ، مع التأكد من وجود تخويش بالثقوب المركزية.
2. اختيار مفتاح دوارة مناسب لقطر المشغولة.
3. ربط مفتاح الدوارة جيداً بإحدى جانبي الشغلة ، بحيث يثبت بالوضع الصحيح الموضح بشكل 6 – 56 (أ) ، حيث أن الوضع الخاطئ لمفتاح الدوارة كما هو موضح بشكل 6 – 56 (ب) ، يؤدى إلى اصطدام المفتاح بذراع الصينية، الذي يؤدى إلى كسره أو تلف قطعة التشغيل.
4. تثبيت الشغلة بين الذنبتين بضغط مناسب.



(ب) (أ)

شكل 6 – 56

الأوضاع الصحيحة والخاطئة لمفتاح الدوراة

5. الحرص من اصطدام مفتاح الدوارة بحامل القلم.
6. اختيار سرعة قطع منخفضة ، لعدم ذبذبة قطعة التشغيل الناتجة عن الدفع اللامركزي لمفتاح الدوارة.
7. ينبغي تثبيت جلبة مشقوقة أو قطعة ملفوفة من النحاس أو الصاج على سطح القطر الذي تم تشغيله ، عند تشغيل الجهة الأخرى من الشغلة ، وذلك لعدم تشوه سطح الجزء الذي تم تشغيله عند ربطه بمفتاح الدوارة.

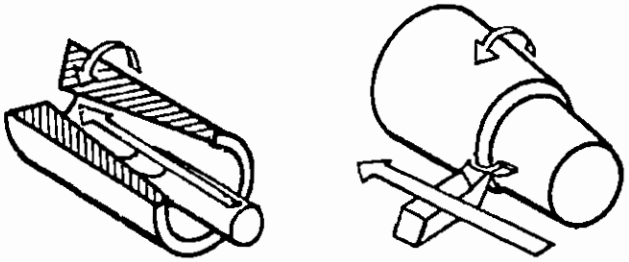
تذكر أن :

دقة الثقوب المركزية تنعكس على دقة محورية وجود المشغولات المصنعة.

تشغيل الأسطح المخروطية

Working of conic surfaces

المخـــروط هو نوع من أنواع الخراطة الطولية الذي يتغير فيه القطر بانتظام . الغرض من تشغيل الأسطح المخروطية الخارجية أو الداخلية الموضحة بشكل 6 – 57 هـــو سهولة تماسك الأجزاء مع بعضها البعض ، وأقرب مثال لذلك هو التماسك الجيد لمخروط الذنبة أو مخروط الثاقب مع المخروط الداخلي للرأس المتحرك بالمخرطة.



شكل 6 – 57

المخـــروط .. (السلبة أو المستدق)

طرق تشغيل الأسطح المخروطية:

Working processes of conic surfaces

يمكن تشغيل الأسطح المخروطية بالطرق التالية:-

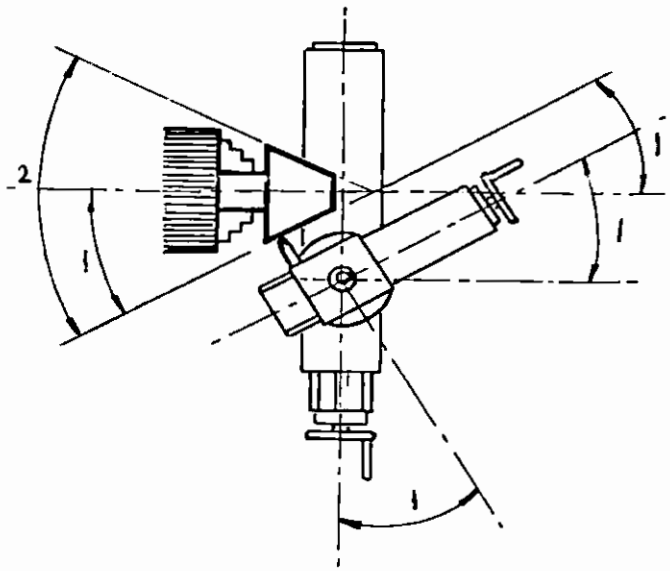
1. بانحراف الراسمة الطولية.
2. بانحراف محور الرأس المتحرك.
3. بانحراف المسطرة الدليلية بجهاز السلبة الملحق بالمخرطة.
4. باستخدام البراغل المخروطية .. (للأسطح المخروطية الداخلية).
5. باستخدام أقلام خراطة التشكيل.

خراطة الأسطح المخروطية باستخدام الراسمة الطولية:

Turning of conic surfaces using top slide

يعتبر تشغيل الأسطح المخروطية باستخدام الراسمة الطولية الموضحة بالرسم التخطيطي بشكل 6 – 58 من أكثر الطرق استخداماً على المخرطة .

من أهم عيوب هذه الطريقة هي التغذية اليدوية ، الأمر الذي يؤدى في بعض الأحيان إلى عدم جودة الأسطح المعرضة للتشغيل.



شكل 6 – 58

خراطة الأسطح المخروطية باستخدام الراسمة الطولية

1- زاوية التشغيل أو زاوية ميل الراسمة الطولية.

2- زاوية السنبة.

عادة عند تشغيل الأسطح المخروطية يوضح ثلاثة أبعاد على الرسم وهى كالآتي:-

1. القطر الأكبر.
2. القطر الأصغر.
3. طول المخروط.

ويمكـن تحديـد عـدد درجـات انحـراف الراسمة الطولية من خلال العلاقة التالية:-

$$\tan \theta = \frac{D - d}{2L}$$

حـيث θ ... زاوية التشغيل أو زاوية ميل الراسمة الطولية.

D ... القطر الأكبر للمخروط.

d ... القطر الأصغر للمخروط.

L ... طول المخروط.

مثال:

يراد تشـغيل مخروط قطره الأكـبر 26mm وقطره الأصغر 19mm وطوله 40 mm . أوجد عدد درجات انحراف الراسمة الطولية ؟

الحل:

$$\tan \theta = \frac{D - d}{2L}$$

$$\frac{26 - 19}{2 \times 40} = 0.0875$$

وبالبحث في جدول الظلال لإيجاد زاوية الظل للرقم 0.0875 نجد إنه = 5^0.

اللوالب .. القلاووظات

Threads

تشكل أسنان اللوالب (القلاووظات) عن طريق القطع بشكل مجري حلزوني علي السطح الخارجي لعمود أسطواني أو السطح الداخلي لثقب دائري.

يقطع سـن القلاووظ بحيث يكون مقطعه بأشكال مختلفة (مثلث ــ مربع ــ شبه منحرف ــ منشاري ــ مستدير) ، ويمكن أن يكون اتجاه السن يمين أو يسار.

تنتج الأعمدة الملولبة (المقلوظة) والجلب ذات الأقطار الكبيرة عن طريق القطع علي المخرطة باستخدام قلم قلاووظ خارجي أو قلم قلاووظ داخلي ، أما الأعمدة

والجلب ذات الأقطار الصغيرة فإنها تقطع يدوياً باستخدام قالب (لقمة وكفة قلاووظ) للقلاووظ الخارجي ، أو ذكور لولبة (طقم قلاووظ وبوحي) للقلاووظ الداخلي.

أما المسامير الملولبة (المقلوظة) المراد تصنيعها بإنتاج كمي (بكميات كبيرة) فإنها تنتج عن طريق الدرفلة ، حيث يشكل سن المسمار بواسطة زوج من القوالب المستوية أو المستديرة المشكلة بنفس شكل السن ، وتعتبر هذه الطريقة اقتصادية (رخيصة الثمن) ، كما إنها تتميز بجودة التشطيب والمتانة العالية.

تعريف اللولب Thread definition :

هو مجرى حلزوني منتظم محفور على محيط السطح الخارجي أو الداخلي لقطعة أسطوانية بشكل ومواصفات محددة.

أنواع اللوالب Thread Types :

تنقسم اللوالب (القلاووظات) من حيث الاستعمال إلى نوعين أساسيين هما:-

أولا : لولب تثبيت وتوصيل Connection and fixing thread definition

مقطع سنه على شكل مثلث ، لذلك يسمى بالوسط الفني بالقلاووظ المثلث ، وهو ينقسم إلى نوعين أساسيين هما:-

1. **اللولب المتري الدولي** Metric ISO thread :

شكل مقطع السنة على شكل مثلث متساوي الأضلاع ، زاوية السن مقدارها 60^{0}.

2. **اللولب الإنجليزي** English thread :

عرف اللولب الإنجليزي باسم لولب ويتورث للأنابيب Whitworth pipes thread ، وذلك نسبة إلى مخترعه الإنجليزي ويتورث ، شكل مقطع سنه على شكل مثلث متساوي الساقين . زاوية السن مقدارها 55^{0}.

ثانيا: لولب نقل حركة Power transmission thread

ينقسم لولب نقل الحركة إلى الأنواع التالية:-

1. لولب مربع (Square thread) مقطع السن على شكل مربع زاوية السن مقدارها

90^0.. وهو غير قياسي ، حيث ألغي هذا النوع لكثرة عيوبه.

2. لولب شبه منحرف (Trapezoidal ISO thread) ، مقطع سنه على شكل شبه منحرف . زاوية السن مقدارها 30^0.
3. لولب مستدير (Round thread) مقطع سنه على شكل نصف دائرى . زاوية السن مقدارها 30^0.
4. لولب منشارى (Buttress thread) ، مقطع سنه على شكل أسنان المنشار . زاوية السن مقدارها 33^0.

استخدام اللوالب Threads Usage :

تستخدم اللوالب (القلاووظات) في عدة أغراض هامة هى كالآتي:-

1. إحكام ربط وتثبيت الأجزاء المختلفة.
2. الوصلات القابلة للفك والربط.
3. وصلات نهايات مواسير المياه والغاز وغيرها.
4. تحويل الحركة الدورانية إلى حركة مستقيمة.

أبعاد ومواصفات اللوالب Threads specifications & dimensions :

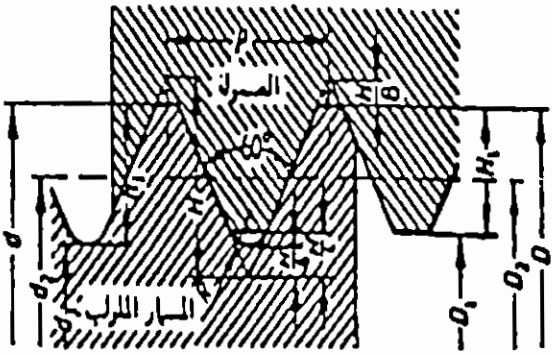
لكل لولب أبعاده المميزة ، ويعتبر القطر Diameter ، وزاوية السن Thread angle، والخطوة pitch (المسافة بين كل سنتين متتاليتين) أهم هذه الأبعاد .

يشترط عند تركيب الوصلات الملولبة (المقلوظة) توافق اللولبين المتزاوجين توافقاً تاماً. ولسهولة عمليات التصنيع والإنتاج وإعطاء المنتج صفة التبادلية ، فقد وضع لكل نوع من أنواع اللوالب مواصفاته القياسية وجداوله الخاصة.

اللولب المتري الدولي Metric ISO Thread :

اللولب المتري الدولي الموضح بشكل 6 – 59 جميع أبعاده بالملليمترات ، مقطع سنه على شكل مثلث متساوي الأضلاع ، زاوية سنه مقدارها 60^0، قمة سن المسمار والصامولة على شكل مستو ، أما قاع سن المسمار والصامولة فهو بشكل

مستدير . يرمز له بالرمز م أو m.



شكل 6 – 59

اللولب المتري الدولي

القطر الأسمى ..... d = D

الخطوة ..... P

ارتفاع مثلث السن ..... H = 0.856 P

عمق سن المسمار ..... h_3 = 0.6134 P

عمق سن الصامولة ..... H_1 = 0.5413 P

قوس قاع السن بالمسمار والصامولة ..... R = 0.1443 P

قطر دائري الخطوة (القطر المتوسط أو القطر الفعال للمسمار والصامولة) ..

$D_2 = d_2 = d - 0.6495\ P$

قطر قاع السن بالمسمار (القطر الأصغر للمسمار) .... $d_3 = d - 1.2269\ P$

قطر قاع السن بالصامولة (القطر الأصغر للصامولة) . $D_1 = d - 1.0825\ P$

المقطع المستعرض للإجهاد (مساحة مقطع الرايش) ...$As = \left(\frac{n}{4}\ \frac{d2+}{d3}\right)$

< = زاوية السن ..... 60°

ويمكن استخدام المعادلات المقربة التالية:ـ

قطر قاع السن بالمسمار (القطر الأصغر للمسمار) ..... $d_3 = d - 1.023\ P$
قطر دائرة الخطوة (القطر المتوسط للمسمار والصامولة) $D_2=d_2= d-0.65\ P$
قطر قاع السن بالصامولة (القطر الأصغر للصامولة) .... $D_1 = d - 1.08\ P$

تتكون القلاووظات المترية من نوعين أساسيين هما:ـ

1ـ القلاووظ المتري الأساسي Standard metric thread :

يسمى أيضا بالقلاووظ المتري العادي ، له نفس المواصفات السابق ذكرها ، وهو ذو خطوة كبيرة ، يعرف من خلال قطره الخارجي فقط ، حيث لكل قطر خطوته الثابتة.

2ـ القلاووظ المتري الدقيق Fine metric thread :

يسمى أيضا بالقلاووظ المتري الخاص Special metric thread وله نفس المواصفات السابق ذكرها ، وهو ذو خطوة صغيرة ، ويعرف بقطره الخارجي × الخطوة.

الخطوة الصغيرة في سن القلاووظ المترى الدقيق (القلاووظ المتري الخاص) تعنى ميل صغير بجانبي الأسنان المتعددة بالمسمار والصامولة الذي ينتج عنه قوة احتكاك كبيرة ، الذي يخفض من خطر حل (فك) القلاووظ وخاصة عند تثبيته في أماكن التشغيل القابلة للاهتزازات.

فيما يلي جداول 6 – 2 ، جدول 6 – 3 التي توضح اللوالب المترية حسب النظام الدولي SI طبقاً لمواصفات ISO. وضعت هذه الجداول للاستعانة بها أثناء التشغيل أو عند المعايرة.

جدول 6 – 2

اللولب المترى الأساسى الدولى ISO

Metric ISO thread

القطر الأسمى	الخطوة	القطر المتوسط	القطر الأصغر		عمق السن		قوس قاع السن	مساحة مقطع الرابش	قطر ثقب الصامولة
			مسمار	صامولة	مسمار	صامولة			
d = D	P	$d_2=D_2$	d_3	D_1	h_2	H_1	R	A_s	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm^2	mm
M 1	0.25	0.838	0.693	0.729	0.153	0.135	0.036	0.46	0.75
M1. 1	0.25	0.938	0.793	0.829	0.153	0.135	0.036	0.59	0.85
M1. 2	0.25	1.038	0.893	0.929	0.153	0.135	0.036	0.73	0.95
M1.4	0.3	1.205	1.032	1.075	0.184	0.162	0.043	0.98	1.1
M1.6	0.35	1.273	1.171	1.221	0.215	0.189	0.051	1.27	1.3
M1.8	0.35	1.573	1.371	1.421	0.215	0.189	0.051	1.70	1.5
M 2	0.4	1.740	1.509	1.567	0.245	0.217	0.058	2.07	1.6
M2.2	0.45	1.908	1.509	1.713	0.276	0.244	0.065	2.48	1.8
M2.5	0.45	2.208	1.648	2.013	0.276	0.244	0.065	3.39	2.1
M 3	0.5	2.675	2.387	2.456	0.307	0.271	0.072	5.03	2.5
M3.5	0.6	3.110	2.764	2.850	0.368	0.325	0.087	6.77	2.9
M4	0.7	3.545	3.141	3.242	0.429	0.379	0.101	8.78	3.3
M5	0.8	4.480	4.019	4.134	0.491	0.433	0.115	14.2	4.2
M6	1	5.350	4.773	4.917	0.613	0.541	0.144	20.1	5.0
M8	1.25	7.188	6.466	6.647	0.767	0.677	0.180	36.6	6.8
M10	1.5	9.026	8.160	8.376	0.920	0.812	0.217	58.0	8.5
M12	1.75	10.863	9.853	10.106	1.074	0.947	0.253	84.3	10.2
M14	2	12.701	11.546	11.835	1.227	1.083	0.289	115	12
M16	2	14.701	13.546	13.835	1.227	1.083	0.289	157	14
M18	2.5	16.376	14.933	15.294	1.534	1.353	0.361	192	15.5
M20	2.5	18.376	16.933	17.294	1.534	1.353	0.361	245	17.5
M22	2.5	20.376	18.933	19.294	1.534	1.353	0.361	303	19.5
M24	3	22.051	20.319	20.752	1.840	1.624	0.433	353	21
M27	3	25.051	23.319	23.752	1.845	1.624	0.433	459	24
M30	3.5	27.727	25.706	26.211	2.147	1.894	0.505	561	26.5
M36	4	33.402	31.093	31.670	2.454	2.165	0.577	817	32
M42	4.5	39.077	36.479	37.129	2.760	2.436	0.650	1120	347.5
M48	5	44.752	41.866	42.587	3.067	2.706	0.722	1470	43
M56	5.5	52.428	49.252	50.046	3.374	2.977	0.794	2030	50.5
M64	6	60.103	56.639	57.505	3.681	3.248	0.866	3680	58

جدول 6 – 3

اللولب المترى الدقيق الدولى ISO

Fine Metric ISO Thread

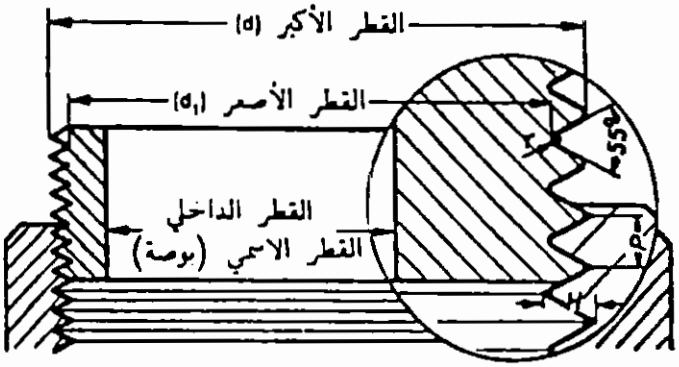
القطر الأصغر		القطر المتوسط	القطر الأسمى	القطر الأصغر		القطر المتوسط	القطر الأسمى
للصامولة	للمسمار			للصامولة	للمسمار		
D_1 mm	d_3 mm	$d_2 = D_2$ mm	d = p mm	D_1 mm	d_3 mm	$d_2 = D_2$ mm	d = p mm
28.376	28.160	29.026	M30X1.5	1.783	1.755	1.870	M2X0.2
27 835	27.546	28.701	M30X2	2.229	2.193	2.338	M2.5X0.25
34.376	34.160	35.026	M36X1.5	2.621	2.571	2.773	M3X0.35
33.835	33.546	34.701	M36X2	3.459	3.387	3.675	M4X0.5
40.376	40.160	41.026	M42X1.5	4.459	4.387	4.675	M5X0.5
39.835	39.546	40.701	M42X2	4.188	4.080	5.513	M6X0.75
46.376	46.160	47.026	M48X1.5	7.188	7.080	7.513	M8X0.75
45.835	45.546	64.701	M48X2	6.917	6.773	7.530	M8X0.1
54.376	54.160	5.026	M56X1.5	9.188	9.080	9.513	M10X0.75
53.835	53.546	54.701	M56X2	8.917	8.773	9.350	M10X1
61.835	61.546	62.701	M64X2	10.917	10.773	11.350	M12X1
68.752	68.319	70.051	M72X3	10.647	10.466	11.188	M12X1.25
76.752	76.139	78.051	M80X3	14.917	14.773	15.350	M16X1
85.670	85.093	87.402	M90X4	14.376	14.166	15.026	M16X1.5
95.670	95.093	97.402	M100X4	18.917	18.773	19.350	M20X1
120.670	120.093	122.402	M125X4	18.376	18.160	19.026	M20X1.5
133.505	132.639	136.103	M140X5	22.376	22.160	26.026	M24X1.5
153.505	152.639	156.103	M160X6	21.835	21.546	22.701	M24X2

اللولب الإنجليزي :English thread

اللولب الإنجليزي الموضح بشكل 6 – 60 يسمى أيضا بلولب ويتورث للأنابيب WHITWORTH PIPE THREAD ، عرف بهذا الاسم نسبة إلى مخترعه الإنجليزي ويتورث .

يقاس قطر هذا اللولب بالبوصة ، أما الخطوة فإنها تحـــدد بعدد الخطوات في البوصة الطولية ، مقطع ســـنه على شكل مثلث متساوي الساقين .

زاويته مقدارها 55 ^{0} ، قمة وقاع سـن الماسورة والجلبة بشـكل مستدير . يرمز له بالرموز ر أو R .



شكل 6 – 60

لولب ويتورث للأنابيب

ن .. عدد الخطوات في البوصة الطولية ... . Z

خ .. الخطوة بالملليمتر ..... $P = \frac{45.4}{ن}$

ق .. القطر الأكبر للولب الماسورة والجلبة ..... d

ق$_1$ .. القطر الأصغر للولب الماسورة والجلبة ..... $d_1 = 1.28\ P$

ق$_2$ .. قطر دائرة الخطوة (القطر المتوسط أو القطر الفعال) ..... $d_2 = d - 0..6403\ P$

ع .. ارتفاع مثلث الخطوة ..... $H = 0.96\ P$

نق .. إستدارة قمة وقاع السن ..... $r = 0.137\ P$

< = زاوية سن القلاووظ ..... 55^o

يتشابه لولـب ويتورث للأنابيب مع لولب المواصفات القياسية الإنجليزية القديمة .. ولكنه يختلف في الخطوة ، حيث إنها أصغر في لوالب الأنابيب . يستعمل عادة لولب ويتورث للأنابيب في مواسير المياه والغاز.

من صفات هذا اللولب أنه لا ينسب تسميته إلى قطره الخارجي .. بل إلى قطر الماسورة الداخلي .. أي عند ذكر قلاووظ أنابيب 1′ .. هذا يعني أن القطر الداخلي

للماسورة = 1″.

∴ قطر القلاووظ لخارجي للماسورة = القطر الداخل 1″ + (سمك الماسورة × 2)

فيما يلي جـدول 6 – 4 الخاص بلولـب ويتورث للأنابـيب طبقاً النظام الدولي SI .. وضع هذا الجدول للاستعانة به أثناء التشغيل أو عند المعايرة.

جدول 6 – 4

لولـب ويتورث للأنابيب

WHITWORTH PIPE THREAD

القطر الأسمى (القطر الداخلي) بوصة	الماسورة الملولبة والجلبة		الخطوة	عدد الخطوات في البوصة
	القطر الأكبر d	القطر الأصغر d_1	p	Z
R 1/8	9.73	8.57	0.91	28
R 1/4	13.16	11.45	1.34	19
R 3/8	16.66	14.95	1.34	19
R 1/2	20.96	18.63	1.81	14
(R 5/8)	22.91	20.59	1.81	14
R 3/4	26.44	24.12	1.81	14
(R 7/8)	30.20	27.88	1.81	14
R1	33.25	30.29	2.31	11
R1 1/4	41.61	38.95	2.31	11
R1 1/2	47.81	44.85	2.31	11
(R1 3/4)	53.75	50.79	2.31	11
R2	59.62	56.66	2.31	11
(R2 1/4)	65.71	62.76	2.31	11
R2 1/2	75.19	72.23	2.31	11
(R2 3/4)	81.54	78.58	2.31	11
R3	87.89	84.93	2.31	11
R3 1/4	93.98	91.03	2.31	11
R3 1/2	100.33	97.37	2.31	11
R3 3/4	106.68	103.73	2.31	11
R4	113.03	110.08	2.31	11
R4 1/2	125.74	122.78	2.31	11
R5	138.44	135.48	2.31	11

ملاحظة :

ينبغي عدم استخدام المواسير والجلب الملولبة المبينة أقطارها الاسمية بين الأقواس طالما كان ذلك ممكناً.

موانع تركيب الصامولة بالمسمار :

عدم تركيب الصامولة بمسمار القلاووظ المناظر لها ، يعني ذلك وجود أحد الأخطاء التي يجب ملاحظتها وتجنبها أثناء قطع القلاووظ الخارجي أو الداخلي .. وهي كالآتي :-

1. اختلاف الخطوة: مراجعة تطابق أوضاع مقابض التعشيق كما هو موضح بجدول القلاووظ المثبت على كل مخرطة قبل بدء التشغيل.
2. اختلاف الأقطار: التأكد من دقة قياس القطر الخارجي للمسمار والقطر الداخلي للصامولة قبل بدء قطع القلاووظ.
3. ميل زاوية سن القلاووظ: يجب تثبيت قلم القلاووظ الخارجي أو الداخلي بحامل القلم بحيث يكون لحد القاطع عمودياً على محور قطعة التشغيل وذلك باستخدام محدد قياس اللوالب (ضبعة القلاووظ).
4. اختلاف زاوية سن القلاووظ: استخدام محدد قياس اللوالب (ضبعة القلاووظ) لمراجعة زاوية سن القلم والتأكد من مطابقتها بزاوية سن القلاووظ المطلوب.
5. اختلاف اتجاه القلاووظ: التأكد من اتجاه القلاووظ (يمين أو يسار) وتعديل وضع المقبض الخاص بذلك بالمخرطة قبل بدء التشغيل.
6. عدم الوصول إلى المستوى الطبيعي لعمق السن: يجب تطبيق المعادلات الخاصة باللوالب (القلاووظات) لغرض الوصول إلى عمق البن المطلوب ، أو استخراج عمق السن من الجداول الخاصة بذلك.

ملاحظة :

يجب إزالة الرايش المتعلق بين أسنان القلاووظ وتزييته قبل تجربة تزاوج المسمار مع الصامولة.

قطع أسنان لوالب التثبيت والتوصيل

Cutting of screw thread connection and fixing

يتم قطع أسنان لوالب التثبيت والتوصيل (اللوالب التي مقطع أسنانها على شكل مثلث)، بإحدى طريقتين (يدوياً أو آلياً) ، ويتوقف ذلك على أهمية ودقة اللولب المطلوب قطعه.

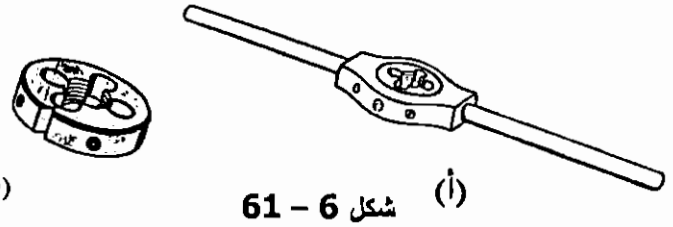
قطع أسنان اللولب الخارجي يدوياً:

Cutting of external screw thread manually

يتم قطع أسنان اللولب الخارجي يدوياً على المخرطة ، بإتباع تسلسل خطوات العمل التالية:-

1. خرط القطر الخارجي للشغلة المراد قطعها بالقطر المطلوب بدقة ، وعمل شطف في بدايته باستخدام قلم خراطة خارجي زاوية 45° ، وعمل مجرى في نهايته ، بحيث يكون قطر المجرى مساوي لقطر قاع السن.

2 تثبيت قالب اللولبة بالكفة .. (تثبيت لقمة القلاووظ بالقطر والخطوة المطلوبان بكفة القلاووظ) كما هو موضح بشكل 6 – 61 .



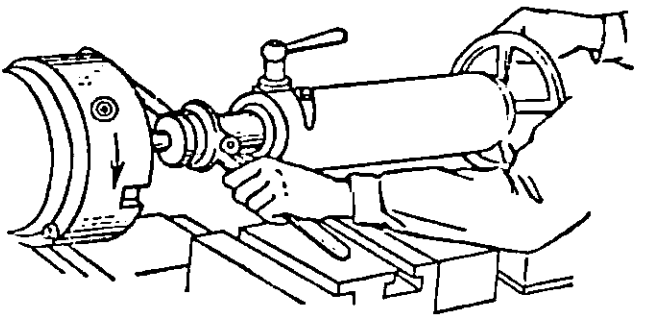
شكل 6 – 61

لقمة وكفـــــة اللولب.

(أ) كفة اللولب مثبت بها لقمة اللولب بالقطر والخطوة.

(ب) لقمة اللولب بالقطر والخطوة المطلوبان.

3. توضع كفة اللولب على قطعة التشغيل ، مع سنادتها بعمود الرأس المتحرك.
4. يتم قطع اللولب يدوياً بدوران مقبض كفة اللولب كما هو موضح بشكل 6 – 62 .



شكل 6 – 62

قطع أسنان اللولـــب يدويا على المخرطة

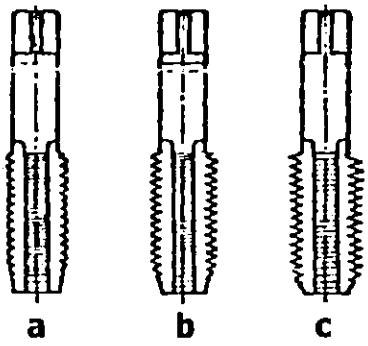
يـــستخدم ســـائل التبريد أو زيت مناسب لمعدن قطعة التشغيل ، وذلك لخروج الرايش بالإضافة إلى جودة اللولب المصنع.

قطع أسنان اللولب الداخلي يدوياً:

Cutting of internal screw thread manually

يـــتم قطع أسنان اللولب الداخلي يدوياً على المخرطة ، بإتباع تسلسل خطوات العمل التالية:-

1. خرط القطر الداخلي للمشغولة المراد قطعها بتطبيق المعادلات ذات العلاقة ، وعمل شطف باستخدام قلم داخلي زاويته 45° (شطف في بداية ونهاية الجلبة).
2. تجهيز طقم اللولب المكون من ثلاثة ذكور كالموضح بشكل 6 – 63 بالقطر والخطوة المطلوبين.



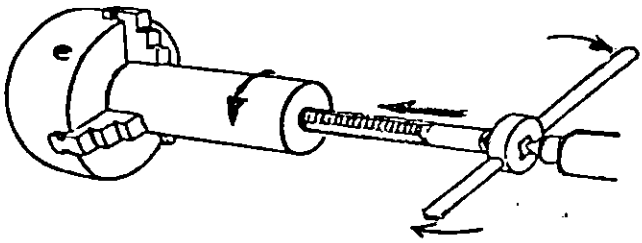
شكل 6 – 63

طقـــم لولـــب

3. يثبت ذكر اللولب الأول المسلوب a بالبوجي.

4. يوضع ذكر اللولب في بداية الثقب، وتستخدم ذنبة عمود الرأس المتحرك لارتكازها بثقب ذكر اللولب كما هو موضح بشكل 6 – 64 .

5. يتم قطع اللولب الداخلي يدوياً بدوران مقبض البوجي.



شكل 6 – 64

قطع اللولب الداخلي يدوياً باستخدام ذكر اللولب

6. يستخدم ذكر اللولب الثاني (النصف مسلوب) b ثم الذكر الثالث c بنفس الطريقة السابقة ، ليتم إنتاج لولب داخلي بأسنان عمودية.

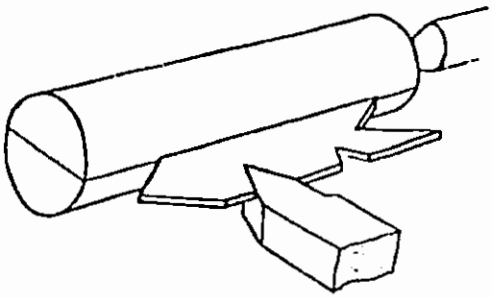
قطع أسنان اللولب الخارجي ميكانيكياً على المخرطة:

Cutting external screw thread mechanically at lathe

يتم قطع أسنان اللولب الخارجي ذو المقطع المثلث بطريقة ميكانيكية mechanics **على المخرطة ، بإتباع تسلسل خطوات العمل التالية:-**

1. خرط القطر الخارجي للمسمار المراد قطعة بالقطر المطلوب بدقة.

2. عمل شطف في بداية اللولب بقلم خارجي بزاوية 45^0، ومجرى في نهايته مساوية لقطر قاع السن.
3. يثبت قلم اللولب الخارجي بحامل القلم على مستوى محور الذنبتين ، وضبطه باستخدام محدد اللوالب (ضبعه القلاووظ) كما هو موضح بشكل 6 – 65 ، للتأكد من أن الحد القاطع للقلم عمودي على سطح قطعة التشغيل.



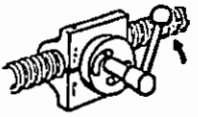
شكل 6 – 65

ضبط قلم اللولب الخارجي باستخدام ضبعة قلاووظ

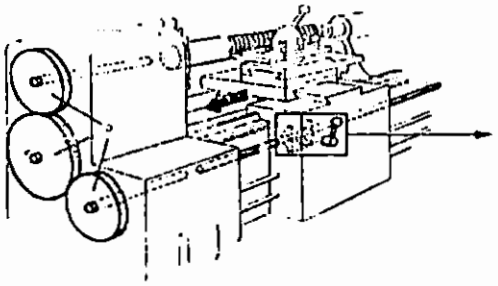
4. ضبط مقابض مجموعة التغذية حسب الجدول المثبت على كل مخرطة ، بالخطوة المطلوبة.
5. ضبط ميكرومتر الراسمة الطولية والعرضية على وضع الصفر.
6. التأكد من اتجاه سن اللولب المطلوب يمين أو يسار ، وتعديل إتجاه المقبض الخاص بذلك.
7. اختيار سرعة قطع منخفضة.
8. تعشيق الجلبة المشقوقة الموضحة بشكل 6 – 66 (أ) لتنتقل الحركة من مجموعة تروس التغذية إلى العمود المرشد ، ليتم قطع اللولب بالخطوة المطلوبة.
9. عكس اتجاه دوران المخرطة في نهاية كل مشوار قطع ، مع إبعاد الحد القاطع لقلم اللولب عن قطعة التشغيل ، ليعود القلم إلى بداية نقطة التشغيل.

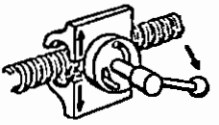
يراجع ضبط ميكرومتر الراسمة العرضية مع زيادة عمق القطع ، وبإدارة المخرطة يقطع الحد القاطع للقلم بسطح المشغولة ، ليتضح شكل سن

اللولب تدريجياً ، ويعاد تعدد عمليات القطع حتى يصل الحد القاطع للقلم إلى نهاية عمق السن المطلوب ، وللتأكد يتم تجربة صامولة بنفس الخطوة على اللولب المصنع ، ثم تفصل الجلبة المشقوقة كما هو موضح بشكل 6 – 56 (ب) بعد الانتهاء من قطع اللولب.



(أ)



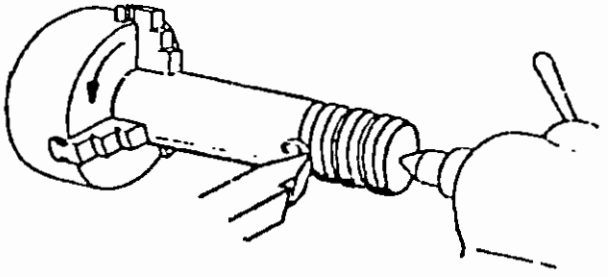


(ب)

شكل 6 – 66

نقل الحركة إلى العمود المرشد من خلال الجلبة المشقوقة

بإتباع الخطوات السابق ذكرها ، يتم إنتاج لولب خارجي ميكانيكياً على المخرطة كما هو موضح بشكل 6 – 67 باستخدام قلم لولب بزاوية السن والخطوة المطلوبة .



شكل 6 – 67

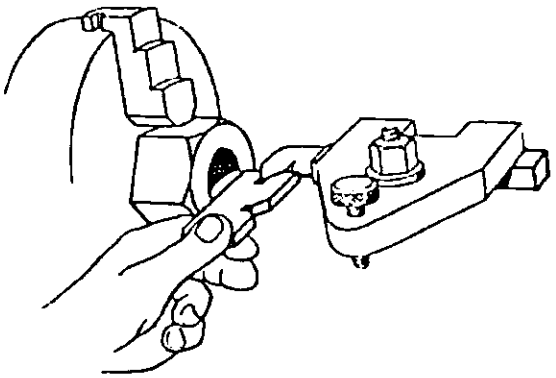
قطع اللولب الخارجي ميكانيكياً على المخرطة

قطع أسنان اللولب الداخلي ميكانيكياً على المخرطة:

Cutting of internal screw thread mechanically at lathe

يتم قطـــع أسنان اللولب الداخلي بطريقة ميكانيكية mechanics على المخرطة ، بإتباع تسلسل خطوات العمل التالية:-

1. خراطة القطر الداخلي للمشغولة المراد قطعها بالقطر بدقة ، بتطبيق المعادلات ذات العلاقة.
2. عمل شطف 45^0 في بداية ونهاية الثقب.
3. يثبت قلم اللولب الداخلي بحامل القلم بمستوى محـــور الذنبتـــين ، وضبطه باستخدام محدد اللوالب (ضبعة القلاووظ) كما هو موضح بشكل 6 – 68 .

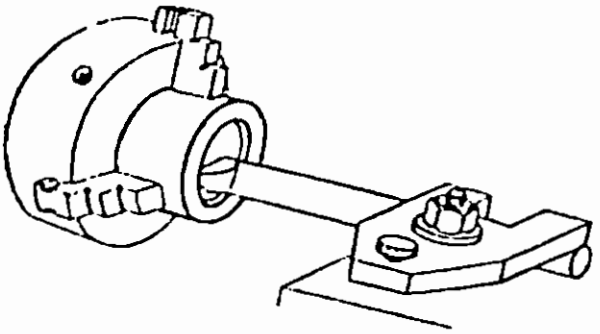


شكل 6 – 68

ضبط قلم اللولب الداخلي باستخدام ضبعة قلاووظ

4. ضبط مقابض مجموعة التغذية حسب الجدول المثبت على كل مخرطة بالخطوة المطلوبة.
5. ضبط ميكرومتر الراسمة الطولية والعرضية على وضع الصفر.
6. اختيار سرعة قطع منخفضة.
7. تعشيق الجلبة المشقوقة (كما سبق ذكره عند قطع اللولب الخارجي ميكانيكياً على المخرطة).
8. استخدام سائل التبريد.

بإتباع الخطوات السابق ذكرها ، يتم إنتاج لولب داخلي ميكانيكياً على المخرطة كما هو موضح بشكل 6 – 69 باستخدام قلم لولب داخلي بالزاوية والخطوة المطلوبة.



شكل 6 – 69

قطع اللولب الداخلي ميكانيكياً على المخرطة

عناصر القطع الأساسية على المخرطة

Elements of basis cutting at lathe

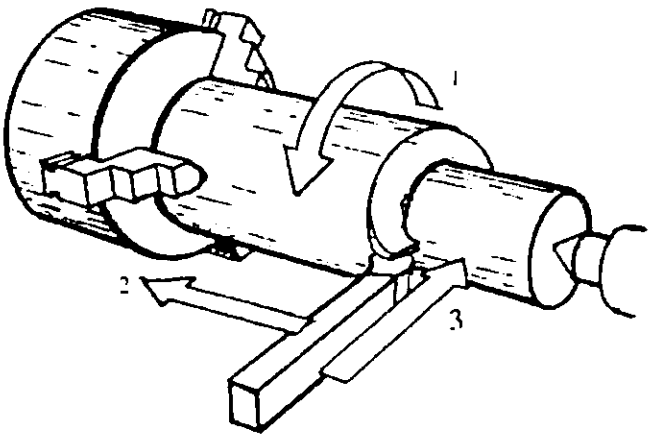
ترافق عملية تشغيل المعادن بالقطـــع انفصال طبقة من المعدن عن سطح الشغلة ، وذلك للحصول على قطعة تشغيل حسب الشكل والمقاسات ودرجة التشطيب المطلوبة.

ولإجراء عملية القطع ، لابد من أن تتحرك الشغلة والعدة القاطعة حركات بالنسبة إلى بعضها البعض ، وهناك حركتان أساسيتان عند قطع المعادن على المخرطة وهما:-

1. حركة أساسية : هي الحركة الدورانية للشغلة.
2. حركة تغذية : هي الحركة الانتقالية للقلم في الاتجاهين (الطولي أو العرضي) والتي تؤمن التغلغل المتواصل للحد القاطع للقلم في طبقات جديدة للمعدن.

ونتيجة لهذه الحركات ينزع الحد القاطع لقلم المخرطة ، الطبقات الزائدة عن الحاجة من القطعة التي يجرى تشغيلها على شكل رايش ، بقصد الحصول على جزء بالشكل والقياسات ودرجة التشطيب المطلوبة.

ولكي يتمكن فني المخرطة من تشغيل جميع الأجزاء المطلوبة تشغيلا صحيحاً ، بحيث يصل إلى أفضل النتائج الممكنة (من حيث التشغيل والمحافظة على العدة القاطعة) ، فإنه يجب عليه التعرف والإلمام بمدى ارتباط عناصر القطع الأساسية بعضهم ببعض (عمق القطع – سرعة القطع – مقدار التغذية) الموضحة بشكل 6 – 70 كما يلي:-



شكل 6 – 70

عناصر القطع الأساسية على المخرطة

1- عمق القطع.

2- حركة القطع.

3- التغذية الطولية.

ملاحظة :

يمكن مراجعة الباب الثاني بهذا الكتاب ، للحصول على المزيد من المعلومات عن أسس عمليات القطع.

عمق القطع Depth of Cut :

هو المسافة العمودية على محور قطعة التشغيل في كل مشوار، ويقاس عمق القطع بالمليمتر ، أو هو سمك الرايش المنزوع خلال شوط واحد ويقاس بالمليمتر mm ويرمز له بالرمز a.

ويتوقف مقدار عمق القطع على العوامل التالية :-

1. نوع صلادة قطعة التشغيل .. أى إنه كلما ارتفعت صلادة المشغولة ، كلما انخفض مقدار عمق القطع والعكس ، أى إنه كلما كان المعدن لدناً كلما إرتفع مقدار عمق القطع.
2. نوع عملية القطع .. إذا كانت خراطة خشنة ، كان عمق القطع كبيراً (يعادل ثمانية أضعاف مقدار التغذية) ، أما إذا كانت خراطة ناعمة فيفضل عمق قطع مقداره صغيراً (مساوياً لمقدار التغذية تقريباً).
3. استخدام سائل تبريد .. حيث يزداد مقدار عمق القطع في حالة استخدام سائل التبريد.
4. قدرة وكفاءة الماكينة.

ويمكن الحصول على عمق القطع من العلاقة التالية:-

$$a = \frac{D - d}{2}$$

حـيث a ... عمق القطع (mm).

D ... قطر قطعة التشغيل قبل عملية التشغيل (mm).

d ... قطر قطعة التشغيل بعد عملية التشغيل (mm).

سرعة القطع Cutting Speed :

هـي المسـافة التي يقطعها قلم المخرطة ، وتقاس بالمتر في الدقيقة m / min ويرمز لها بالحرف V، ويمكن إيجاد سرعة القطع من العلاقة التالية:-

$$V = \frac{TT \ . d \ . n}{1000} = \ldots \text{ m / min}$$

حـيث V... سرعة القطع (m / min).

d... قطر قطعة التشغيل (mm).

n... عدد لفات قطعة التشغيل في الدقيقة (r. p. m)

π... النسبة التقريبية 3.14

يقسم الناتج على 1000 لتحويل من متر إلى ملليمتر.

ويعتمد سرعة القطع أثناء التشغيل على المخرطة على عدة عوامل هي:-

1. نوع معدن قلم المخرطة المستخدم.
2. نوع معدن قطعة التشغيل.
3. قطر قطعة التشغيل.
4. مقدار التغذية.
5. عمق القطع.
6. نوع التشغيل .. (خرط ــ ثقب ــ برغلة).
7. درجة جودة الأسطح .. (تخشين ــ تنعيم).
8. الاستعانة بسائل تبريد من عدمه.
9. قدرة وكفاءة المخرطة.

ومن الناحية العملية فإن سرعة القطع في عمليات الخراطة تتغير تغيراً عكسياً بالنسبة إلى صلادة المادة المراد تشغيلها ، أى كلما كان الجزء المراد تشغيله أكثر صلادة .. كلما انخفضت سرعة الدوران ، ويجب ألا تزيد سرعة القطع في أى حال من الأحوال عن المعدل النموذجي للأسباب التالية:-

(أ) تجنب فقدان الحد القاطع لقلم المخرطة صلادته من خلال درجات الحرارة المرتفعة التي تؤدى إلى سرعة تآكله وإعادة تجليخه مرة أخرى.

(ب) تجنب الأضرار التي تلحق بالمخرطة.

(ج) تجنب تحرك قطعة التشغيل من بين فكوك ظرف المخرطة ، أو ذبذبتها أثناء عملية الخراطة .. مما يؤدى إلى عدم جودة أسطح التشغيل.

مثال 1:

يراد تشغيل عمود أسطواني على المخرطة ، إذا علمت أن قطره 100 mm وعدد اللفات في الدقيقة 150 r. p. m. أوجد سرعة القطع ؟

الحل:

$$V = \frac{TT \ . d \ . n}{1000}$$

$$\frac{3.14X100X150}{1000} = 160 \text{ r. p. m}$$

التغذية Feeding :

هي المسافة التي يتقدمها الحد القاطع لقلم المخرطة أثناء دوران القطعة المعرضة للتشغيل خلال دورة واحدة . وحدة قياسها هي المليمتر/ لفة mm/ rev .. يرمز لها بالرمز F . تجرى التغذية بالطرق اليدوية أو الميكانيكية .

توجد عدة أنواع من التغذية ، تختلف كل منها عن الأخرى باختلاف الاتجاه الذي ينتقل إليه الحد القاطع للقلم أثناء عمليات الخراطة بالنسبة إلى محور الذنبتين، وأنواع التغذية هى كالآتي:-

1ـ التغذية الطولية:

هي المسافة التي يقطعها قلم المخرطة بشكل موازى إلى محور الذنبتين في كل لفة .. وحدة قياسها هي بالمليتمر / لفة .. mm / rev

2ـ التغذية العرضية:

هى المسافة التي يقطعها قلم المخرطة بشكل عمودي على محور الذنبتين في كل لفة .. وحدة قياسها هي بالمليتمر / لفة .. mm / rev

3ـ التغذية المنحرفة:

هي المسافة التي يقطعها قلم المخرطة والتي يشكل اتجاهها زاوية مع محـــور الذنبتين (أثناء تشـــغيل الأسطح المخروطية) في كل لفة .. وحدة قياسها هي بالمليتمر/ لفة .. mm / rev.

.. ويمكن تحديد مقدار التغذية للخراطة الطولية من العلاقة التالية :-

$$f = \frac{A}{a} = \ldots \quad mm \quad / \ rev$$

$$Ta = \frac{L}{f * n} = \ldots \ min$$

حـيث f ... مقدار التغذية بالمليتمر / لفة .. mm / rev

A ... مساحة مقطع الرايش المربع .. mm^2

a ... عمق القطع بالمليمتر .. mm

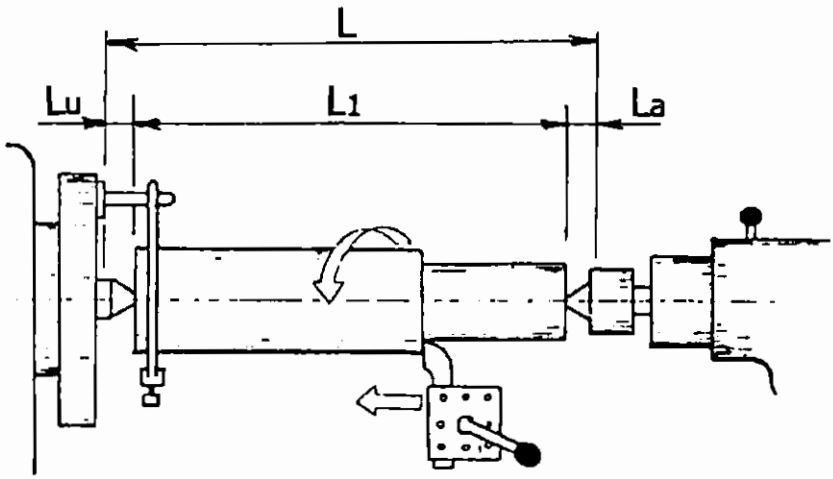
Ta ... زمن التشغيل الفعلي بالدقيقة .. min

n ... عدد الدورات في الدقيقة .. r.p.m

L ... مسافة الخراطة الطولية بالمليمتر .. mm

تحديد طول مشوار القطع : Determination of cutting length

يمكن تحديد طـول مشـوار قطـع الخراطة الطولية L كما هو موضـح بشكل 6 – 71 من العلاقة التالية :-



شكل 6 – 71

حساب الطول الكلى للمشغولة

$$L = La + L1 + Lu$$

حيث L ... الطول الكلي لمشوار القطع بالمليتمر

La ... خلوص البداية بالمليتمر

L1 ... طول الشغلة بالمليتمر

Lu ... خلوص النهاية بالمليتمر

مثال 1 :

يراد تشغيل عمود أسطواني طوله (L) 600 mm بتغذية (f) مقدارها 0.5 mm/rev ، إذا علمت أن عدد دوران قطعة التشغيل (n) هي 50 r.p.m . أوجد زمن التشغيل (ta) ؟

الحل :

زمن التشغيل ....

$$Ta = \frac{L}{f * n}$$

$$= \frac{600 \ mm}{0.5 \ mm \ / rev \ * 50 \ r.p.m} = 24 \ min$$

مثال 1 :

احسب زمن تشغيل خراطة طولية لمشغولة إذا علمت الآتي :-

D = 75 mm

L1 = 390 mm

La = 5 mm

Lu = 5 mm

N = 75 r.p.m

V = 20 m/min

S = 0.5mm/min

الحل :

حساب الطول الكلى L . . . .

$$L = La + L1 + Lu$$
$$= 5 + 490 + 5 = 500 \text{ mm}$$

$$V = \frac{TT \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$n = \frac{1000 * 20}{3.14 * 80} = 79.6 \text{ r.p.m}$$

زمن التشغيل . . . .

$$ta = \frac{L}{F * n} = \frac{500}{0.5 * 79.6} = 12.59 \text{ min}$$

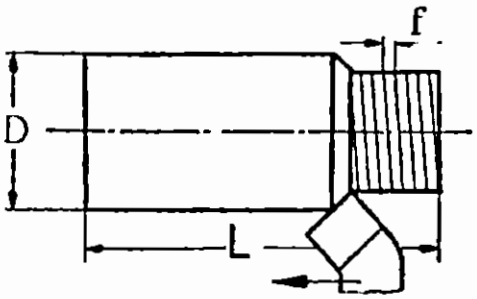
∴ زمن التشغيل = 13 min

ملاحظة :

لا تتفق القيمة المحسوبة لسرعة الدوران بصفة عامة مع القيمة الممكن ضبطها على المخرطة .. لذلك تأخذ سرعة الدوران التالية في الصغر من القيمة المحسوبة .

زمن التشغيل ومقدار التغذية للخراطة الطولية:

يمكن إيجاد مقدار التغذية f في الخراطة الطولية الموضحة بشكل 6 – 72 وأيضاً زمن التشغيل ta ، في حالة معرفة سرعة القطع Vc من خلال العلاقة التالية :-



شكل 6 – 72

حركة التغذية بالخراطة الطولية

$$f = \frac{L * TT * d}{ta * V} = ...mm / rev$$

$$ta = \frac{L * TT * d}{f * V} = ... min$$

حيث **D** ... قطر الشغلة الخام بالمليمتر .. mm

L ... طول مشوار القلم بالمليمتر .. mm

f ... مقدار التغذية بالمليتمر / لفة .. mm / rev

v ... سرعة القطع بالمليمتر .. m / min

n ... عدد اللفات في الدقيقة .. r.p.m

f_1 ... عـدد مرات القطع

مثال :

يراد تشغـيل عمود اسطواني طوله (L) 60 mm وقطره (d) 0.125 m إذا علمـت أن سرعة القطع (V) قدرها 20 m / min والتغذية (f) مقدارها 0.5 mm . أوجد زمن التشغـيل ta ؟

الحل :

$$ta = \frac{L * TT * d}{f * V}$$

$$= \frac{600 * 3014 * 0.125}{0.5 * 20} = 23.5$$

مثال :

يراد خراطة عمود قطره (d) 100 mm بسرعة دوران (n) 80 r.p.m .

أوجد مقدار سرعة القطع V ؟

الحل :

$$V = \frac{TT \ . d \ . n}{1000}$$

$$= \frac{3.14 * 100 \times 80}{1000} = 25.12 \ m/min$$