الباب الثالث

الفرايـــــز

Milling Machines

تمهيد

صناعة بناء الماكينات هي إحدى الصناعات الأساسية والقيادية التي تمثل التقدم الصناعي لأى دولة ، ويعتبر تطور صناعة بناء الماكينات أساساً لتقدم جميع الفروع الصناعية الأخرى ، وذلك لإمدادها بالتجهيزات والمعدات اللازمة وإستبدال الآلات والمعدات القديمة بأخرى حديثة.

وتشكل ماكينات التفريز النصيب الأكبر في مجال بناء الماكينات ، حيث يتم من خلالها إنجاز مجال واسع من الأعمال ، ومع تطور ماكينات التفريز فقد إرتفع إنتاجها وذادت دقتها.

يناقش هذا الباب ماكينات التفريز المختلفة مثل الفريزة الأفقيـــة – الفريزة الرأسية – الفريزة العامة (جامعة الأغراض) – فريزة التشكيل بالنسخ وحفر القوالب ، مع شرح أجزاء كل منها على حدة.

ويتناول الشرح التفصيلي لمقاطع التفريز (سكاكين التفريز) المختلفة الأنواع والأشكال ، وزوايا القطع الأساسية والمساعدة ، وبعض عمليات التفريز.

ويتعرض إلى طرق ربط المشغولات على ماكينات التفريز المختلفة ، وعناصر القطع الأساسية وحسابات التفريز مثل سرعة القطع – عمق القطع – مقدار التغذية ، وزمن عمليات التفريز ، مع الشرح التفصيلي من خلال الأمثلة المحلولة .

كما يتعرض أيضا لرؤوس التفريز (أجهزة التفريز) وأنواعها وأجزاء كل منها ، وطرق التقسيم المباشر ، والتقسيم السريع ، والتقسيم الغير مباشر ، والتقسيم الفارقى ، وطرق تقسيم المضلعات ، وفتح أسنان التروس ذات الأسنان المستقيمة (العدلة) ، مع عرض للعديد من الأمثلة المحلولة ذات العلاقة.

ماكيـنات التفريز

Milling Machines

هي الماكينات التي تستخدم لتسوية الأسطح الأفقية والرأسية والمائلة والمنحنية للمشغولات الدقيقة ، كما تقوم بعمل المجارى (المشقبيات) ، وفتح الأسنان المستقيمة (العدلة) والحلزونية والمخروطية للتروس بطريقة بسيطة وسريعة وذلك عن طرق وسيلة لقيادة سكاكين الفرايز بحركة دائرية على أسطح المشغولات.

تتشابه ماكينات الفرايز مع المخارط في حركة القطـــع أو الحركـــة الرئيســـية الدائرية ، حيث تؤدى مقاطع التفريز (الســـكينة) الحركة الدائرية بالفريزة ، بينما تقوم المشغولة بهذه الحركة بالمخرطة . وغالبا تؤدى المشغولة حركتي التغذية والاقتـــراب أثناء عمليات التفريز المختلفة ، كما تؤدى العدة هذه الحركات أثناء التفريز بالماكينات الناسخة.

أنواع ماكينات التفريز Milling machine types :

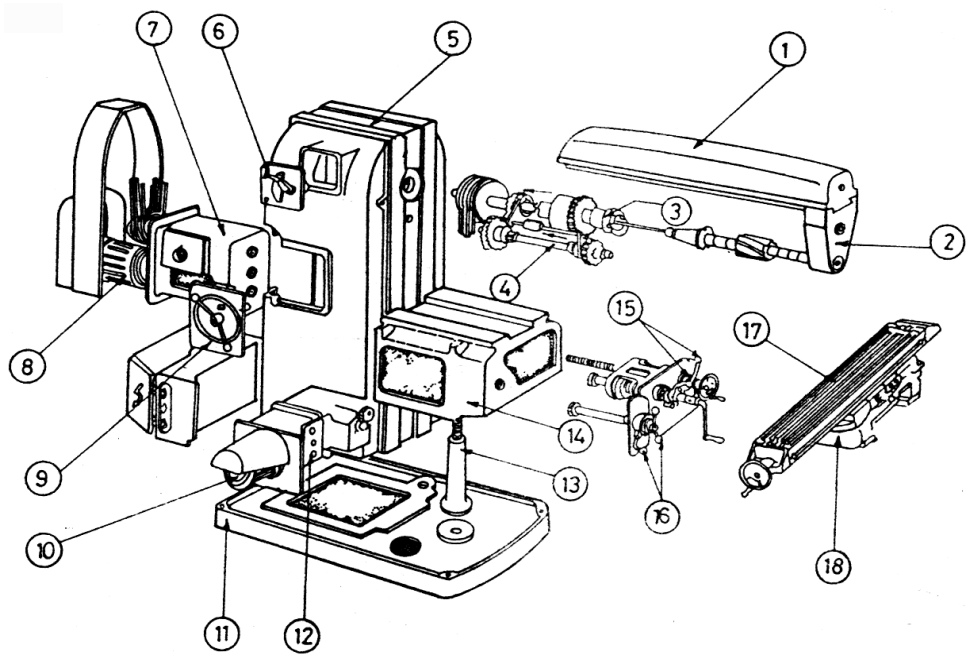
توجد أنواع مختلفة لماكينات التفريز أهمها الآتي :-

1. الفريزة الأفقية.
2. الفريزة الرأسية.
3. الفريزة الأفقية العامة (جامعة الأغراض).
4. فريزة التشكيل بالنسخ وحفر القوالب.

الفريزة الأفقـــية

Horizontal Milling

تعتبر الفريزة الأفقية الموضحة بشكل 3 – 1 من أبسط أنواع ماكينات التفريز ، وسميت بالأفقية نسبة إلى عمود دورانها الأفقي الحامل لسكينة التفريز والموازى للطاولة (الصينية).



شكل 3 – 1

الفريـــــزة الأفقيـــــة

1. رأس الفريزة .. (التمساح).
2. كرسي مسند عمود الدوران .. (حامل السكينة).
3. عمود الدوران.
4. عمود عكس الاتجاه.
5. الفرش.
6. مقبض لعكس الحركة .. (حركة دوران السكينة).
7. صندوق تروس السرعات.
8. المحرك الكهربائي .. (لحركة عمود الدوران).
9. مقابض تغيير السرعة.
10. محرك كهربائي لحركة الطاولة (الصينية).
11. قاعدة الماكينة.
12. مفاتيح تشغيل كهربائي.
13. الساق.
14. الركبة.
15. مقابض التغذية الآلية.
16. مقابض لعكس حركة التغذية.
17. طاولة (صينية).
18. قاعدة الطاولة.

الأجزاء الأساسية للفريزة الأفقية :

الأجزاء الأساسية للفريزة الأفقية هي كالآتي :-

1. **القاعدة** :

تصنع من حديد الزهر الرمادي بحيث تكون ذات متانة عالية تتحمل الصدمات والاهتزازات الناتجة عن عمليات القطع ، يوجد بها خزان وطلمبة سائل التبريد.

2. **الهيكل** :

يصنع من حديد الزهر ويحتوى على الأجزاء الرئيسية.

3. **الركبة** :

تصنع من حديد الزهر ، تحمل الصينية الطولية والعرضية ، مثبت بها محرك كهربائي لحركة التغذية الآلية . تتحرك الركبة إلى أعلى وإلى أسفل.

4. **الراسمة العرضية** :

تتحرك حركة عرضية ، وتحمل الصينية الطولية التي تتحرك في مجرى غنفاري ، يمكن التحكم في حركتها ميكانيكياً أو يدوياً.

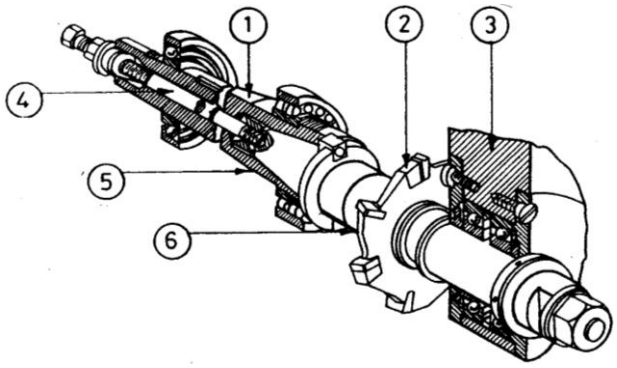
5. **الراسمة الطولية** :

تتحرك حركة طولية متعامدة على عمود السكينة ، يوجد بأعلاها مجرى طولي على شكل حرف T، يثبت عليها الملزمة وجهاز التقسيم والغراب والصينية الدائرية .. كما يثبت عليها المشغولات ذات الأحجام الكبيرة ، يمكن التحكم في حركتها ميكانيكياً أو يدوياً.

6. **عمود الدوران** :

عمود الدوران الموضح بشكل 3 – 2 يسمى أيضا بعمود القلب ، يصنع من الصلب الكربوني بشكل مسلوب مجوف.

يوجد عمود الدوران بالفريزة الأفقية بوضع أفقي على كراسي تحميل دقيقة الصنع ، يثبت به عمود السكينة بحيث يتصل به اتصالا مباشراً.



شكل 3 – 2

عمود الدوران مثبت به عمود السكينة

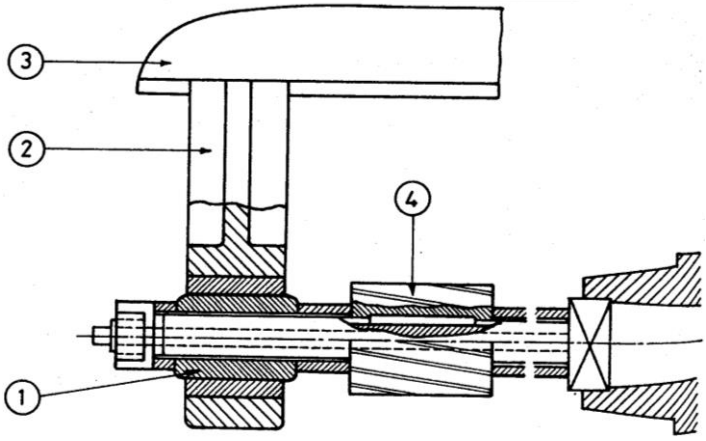
1. عمود الدوران. **2. سكينة التفريز.**

3. مسند. **4. مسمار قلاووظ طويل.**

5. شاقة التفريز. **6. جلبة.**

7. **عمود السكينة** (Milling spindle) Cutting shaft :

يصنع من الصلب السبائكى ، يحمل أداة القطع (سكينة الفريزة) كما هو موضح بشكل 3 – 3 التي تضبط في موضعها عن طريق حلقات مختلفة الطول (جلب خاصة)، يسند بكرسي تحميل لضمان عدم اهتزازه أثناء عمليات التشغيل.



شكل 3 – 3

عمود السكينة أثناء تركيبه

1. حلقة بكرسي التحميل.

2. مسند.

3. رأس الفريزة (التمساح).

4. سكين التفريز.

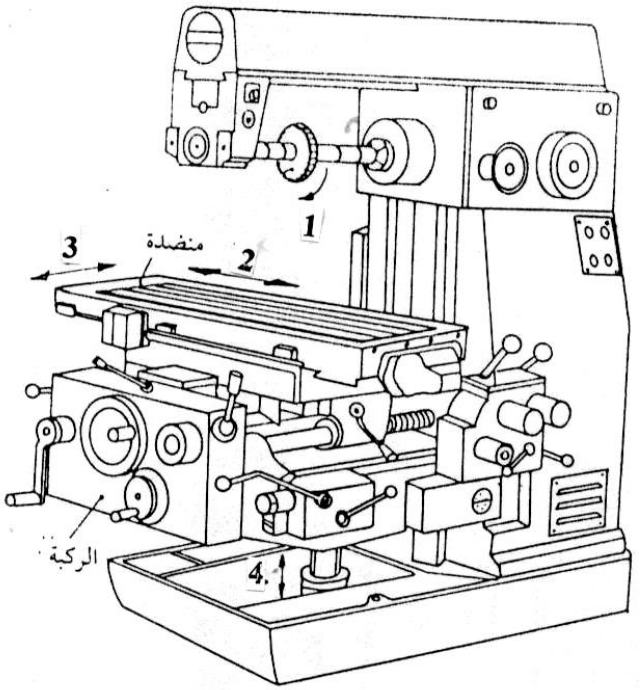
8. **رأس الفريزة** :

يصنع من حديد الزهر ويوجد بأعلى الهيكل . يتحرك حركة عرضية في مجرى غنفاري . يحمل المسند وكرسي التحميل الخاص بعمود السكينة.

الحركات الأساسية بالفريزة الأفقية:

The basic motions of the horizontal milling machine

تنتج المشغولات المختلفة على الفريزة الأفقية من خلال حركة دوران الســكينة وحركة الطاولة (الصينية) كما هو موضح بشكل 3 – 4.



شكل 3 – 4

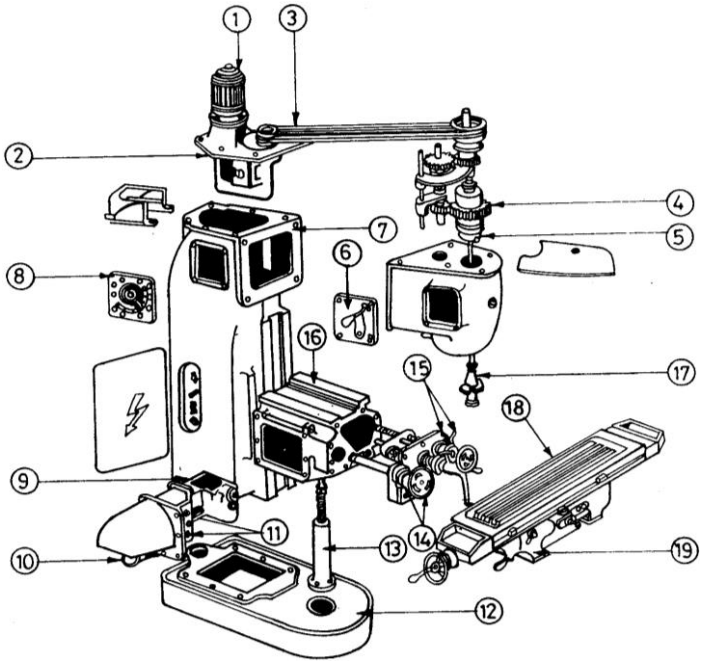
الحركات الأساسية بالفريزة الأفقية

1. الحركة الدائرية للسكينة.
2. حركة التغذية الطولية في اتجاهين يمين ويسار.
3. حركة التغذية العرضية الموازية لعمود الدوران في اتجاهين.
4. حركة التغذية إلى أعلى وإلى أسفل.

الفريزة الرأسية

Vertical milling

تسمى بالفريزة الرأسية نسبة إلى الوضع الرأسي لعمود السكينة . تتشابه الفريزة الرأسية الموضحة بشكل 3 – 5 مع الفريزة الأفقية من حيث التكوين والحركات الأساسية للسكينة والمشغولة ، كما يختلفا عن بعضها البعض في اتجاه وضع العدة القاطعة وما يترتب على ذلك من ترتيبات لتحويل حركة الدوران الأفقية إلى رأسية .. كما تتشابه الفريزة الرأسية مع المثقاب الآلي من حيث الوضـــع العمودي للعدة (أداة القطع) وفى حركة تغذية عمود السكينة.

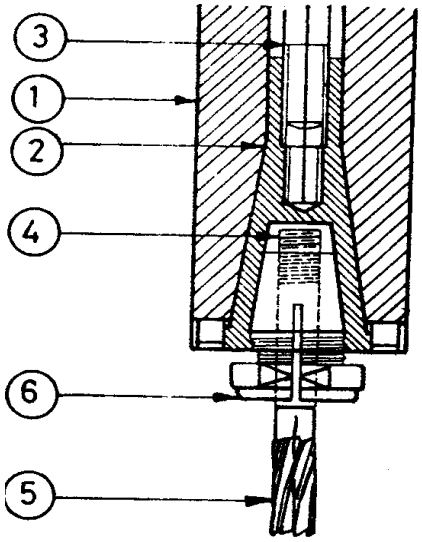


شكل 3 – 5
الفريزة الرأسيـــة

1. محرك كهربائي لإدارة عمود الدوران
2. صندوق تروس السرعات.
3. سيور نقل الحركة
4. مجموعة تروس عكس حركة دوران السكينة.
5. عمود الدوران.
6. مقبض عكس الاتجاه.
7. الفرش.
8. مقابض تغيير السرعات.
9. صندوق تروس التغذية.
10. محرك كهربائي لحركة الطاولة ميكانيكياً.
11. لوحة المفاتيح الكهربائية.
12. القاعدة.
13. الساق.
14. مقابض تغيير التغذية.
15. مقابض التغذية الميكانيكية.
16. الركبة.
17. ظرف عمود الدوران.
18. الطاولة.
19. دلائل (منزلقات) الطاولة.

الرأس الحامل لعمود السكينة Carrier head for milling cutter shaft :

الرأس الحامل لعمود السكينة الموضح بشكل 3 – 6 يوجد بالوجـــه الأمـــامي للجزء العلوي بالفريزة ، ويعتبر من أهم أجزاء ماكينة الفريزة الرأسية.

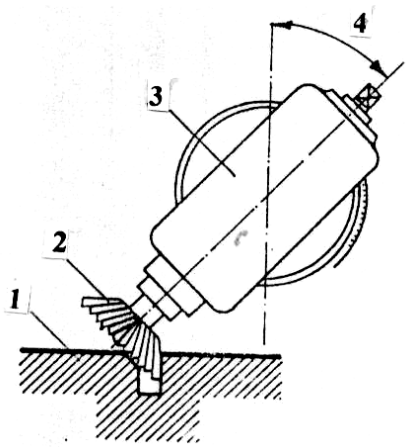


شكل 3 – 6

الرأس الحامل لعمود السكينة

1. عمود الدوران.
2. الجسم الحامل لعمود الدوران.
3. مسمار تثبيت.
4. ساق سكين التفريز ذو نهاية ملولبة.
5. سكين التفريز.
6. صامولة ربط.

صمم الرأس الحامل لعمود السكينة بحيث يمكن انحرافه عن المحور الرأسي وضبطه بأى زاوية على المستوى العمودي على محور الفريزة من كلا الجانبين (يمين ويسار) كما هو موضح بشكل 73 – 7 ، حيث يوجد تدريج بالدرجات على قاعدة الرأس الحامل لعمود السكينة لتحديد زاوية الميل المطلوب تشغيلها ، كما يمكن إعادة وضعه العمودي بسهولة.



شكل 3 – 7

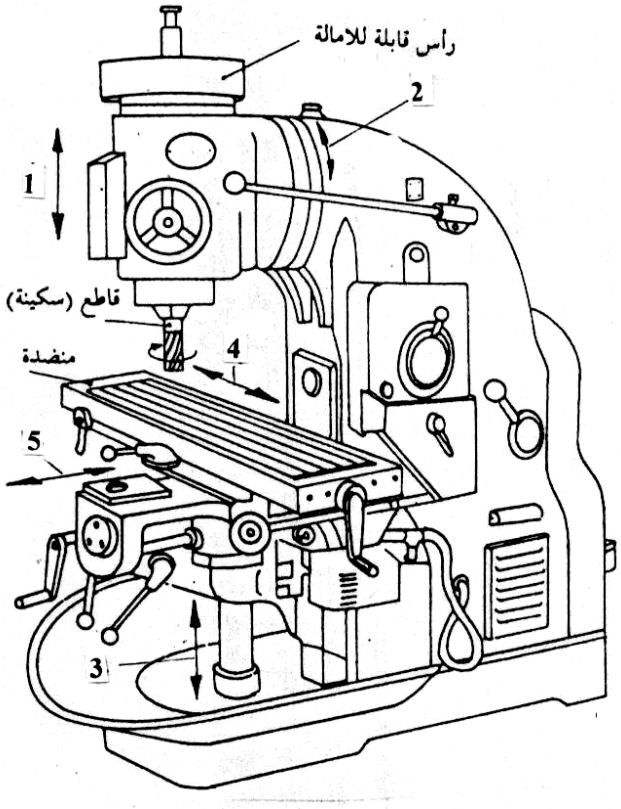
إنحراف الرأس الحامل لعمود السكينة بالزاوية المطلوبة

1. قطعة التشغيل.
2. سكينة التفريز.
3. الرأس الحامل لعمود السكينة.
4. الزاوية المطلوب تشغيلها.

الحركات الأساسية بالفريزة الرأسية:

The basic motions at the vertical milling machine

تنتج المشغولات المختلفة على الفريزة الرأسية الموضحة بشـــكل 3 – 8 مـــن خلال الحركات التالية:-



شكل 3 – 8

الحركات الأساسية بالفريزة الرأسية

1. حركة الرأس الحامل لعمود السكينة إلى أعلى وإلى أسفل.

2. حركة الرأس الحامل لعمود السكينة بالزاوية المطلوبة.

3. حركة الطاولة (الصينية) إلى أعلى وإلى أسفل.

4. حركة التغذية الطولية في كلا الاتجاهين.

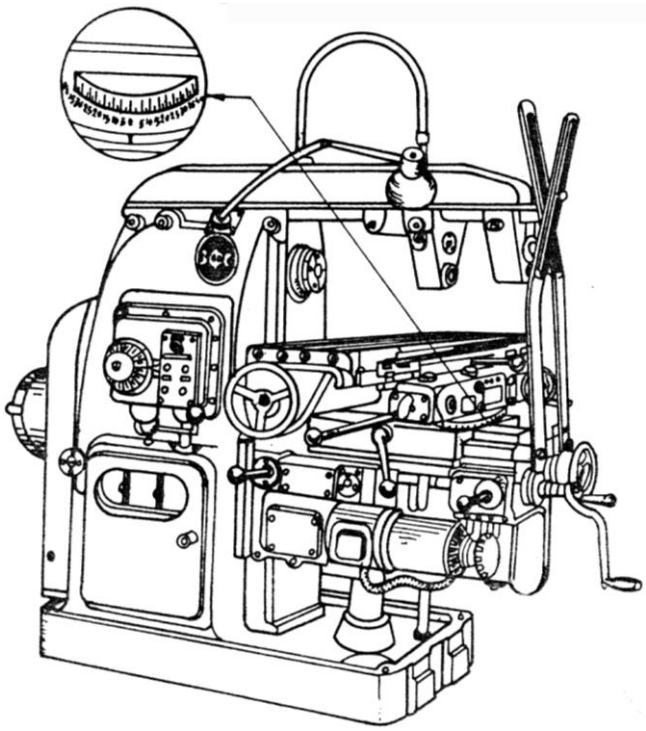
5. حركة التغذية العرضية في كلا الاتجاهين.

الفريـــــزة العامة

جامعة الأغراض

Universal Milling

تتشابه الفريزة العامة (جامعة الأغراض) الموضحة بشكل 3 – 9 مع الفريزة الأفقية البسيطة إلى حد كبير ، ولكن تتميز الأولى عن الثانية بإمكانية التحويل من فريزة أفقية إلى فريزة رأسية ، بالإضافة إلى إمكانية حركة الطاولة (الصينية) بحركة دائرية في اتجاهين متضادين لتصل إلى 45^0 في كل اتجاه ، بحيث تكون التغذية في اتجاه منحرف على عمود الدوران ، يتم ذلك بتركيب الطاولة على قاعدة دائرية مقسمة إلى درجات لإمكان إنتاج مجارى لولبية على قطع التشغيل الأسطوانية.



شكل 3 – 9

ماكينة الفريزة العامة .. (جامعة الأغراض)

استعمالات الفريزة العامة Usage of Universal milling :

تستعمل الفريزة العامة .. (جامعة الأغراض) في عمليـــات صناعيـــــة عديـــدة أهمها الآتي:-

1. تسوية وتشكيل الأسطح المستوية.
2. فتح المجارى والمشقبيات.
3. فتح المجارى الملولبة على الأسطح الأسطوانية.
4. عمل الحدبات.
5. فتح أسنان التروس ذات الأسنان المستقيمة والحلزونية.

مميزات الفريزة العامة (الجامعة الأغراض):

Advantages of universal milling machine

تتميز الفريزة العامة الجامعة الأغراض عن ماكينات التفريز الأخرى بالمميزات التالية :-

1. وجود صينية بين كل من الراسمة والعربة ، وبذلك يمكن تثبيت الراسمة بانحراف عن المحور الأساسي (بزاوية مع عمود السكينة) لإمكانية تشغيل الحلزونات.
2. إمكانية حركة مجموعة الصينية الحاملة للعربة والراسمة في جميع الاتجاهات يدويا وميكانيكياً.
3. إمكانية تحويلها إلى فريزة رأسية من خلال رفع المحور الأفقي وملحقاته ، وتثبيت وحدة التفريز الرأسية التي تحمل عمود دوران رأسي.
4. الحصول على سرعات أكثر لكل من عمود القلب ومجموعة التغذية لتتناسب مع نوع معدن المشغولة وقطر السكينة.

الحركات الأساسية بالفريزة العامة (جامعة الأغراض):

The basic motions at the universal milling machine

1. الحركة الدائرية للسكينة المثبتة بوضع أفقي.
2. الحركة الدائرية للسكينة المثبتة بوضع رأسي.

3. حركة التغذية الطولية في اتجاهين (يمين ويسار) على المحور الأساسي أو بزاوية معينة.
4. حركة التغذية العرضية في اتجاهين.
5. حركة التغذية للصينية إلى أعلى وإلى أسفل.

ماكينة التفريز والتشكيل بالنسخ وحفر القوالب

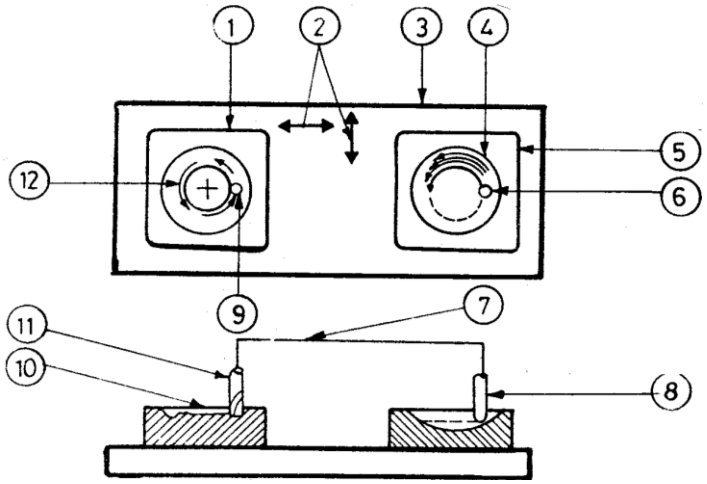
Engraving Milling Machine

يستخدم هـــذا النوع من ماكينات التفريز في إنتاج المشغولات ذات الأسطح المعقدة.

تنتقل الحركة إلى عدد القطع المختلفة بماكينة التفريز والتشكيل بالنسخ وحفر القوالب عن طريق ترتيبة ميكانيكية أو هيدروليكية أو كهروميكانيكية.

إن مبدأ التفريز والتشكيل بالنسخ يكون من خلال التحكم في معدلات حركة العدد القاطعة ، عن طريق ضبعات التشكيل التي تصمم خصيصا لهذا العرض ، لذلك فإن هذا النوع من الماكينات يتميز بالسرعة والكفاءة والدقة العالية.

شكل 3 – 10 يوضح رسم تخطيطي لمبدأ عملية التفريز والتشكيل بالحفر.



شكل 3 – 10

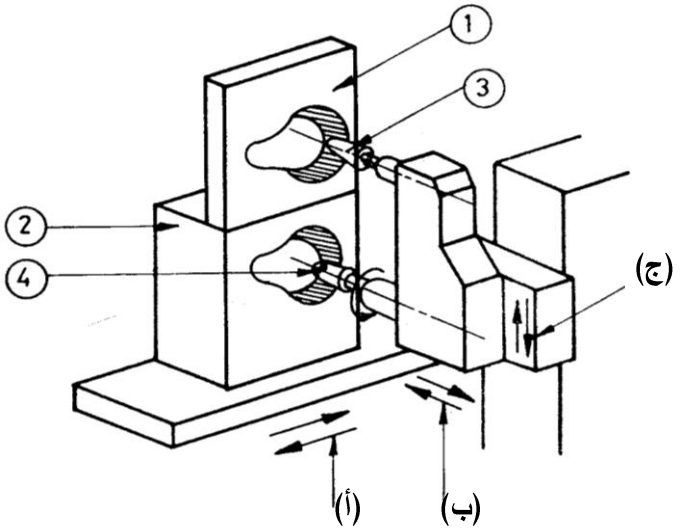
مبدأ عملية التفريز والتشكيل بالحفر

1. المشغولة المراد تشكيلها.
2. اتجاهات حركة الصينية.
3. الصينية.
4. ضبعة الإرشاد.
5. قاعدة تثبيت ضبعة الإرشاد.
6. ذراع تحسس.
7. وصلة .. (ذراع قيادة بين ضبعة الإرشاد والعدة القاطعة).
8. ذراع تحسس.
9. العدة القاطعة.
10. تفريز المشغولة.
11. العدة القاطعة.
12. مسار العدة القاطعة.

اتجاهات التغذية بماكينة التفريز والتشكيل بالنسخ:

Feeding directions at milling and copying milling□

تحتاج العدد القاطعة (سكاكين التفريز) في ماكينات التفريز والتشكيل بالنسخ إلى حركة تغذية في اتجاهات مختلفة كما هو موضـــح بالرسم التخطيطي بشكل 3 – 11 كما يلي :-



شكل 3 – 11

اتجاهات التغذية بماكينة التفريز والتشكيل بالنسخ

(أ) حركة تغذية طولية في اتجاهين.

(ب) حركة تغذية عرضية في اتجاهين.

(ج) حركة عمق القطع في اتجاهين.

1. ضبعة الإرشاد النموذجية.

2. المشغولة المطلوب تشكيلها ونسخها.

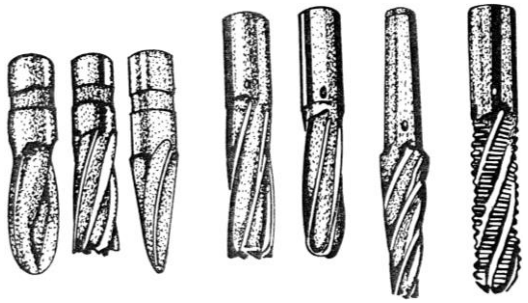
3. ذراع تحسس.

4. سكين التفريز.

أنواع السكاكين المستخدمة في فريزة التشكيل بالنسخ :

Types of milling cutting used in copy milling machine□

توجد عدة أنواع وأشكال مختلفة من العدد القاطعة (سكاكين التفريز) المستخدمة في عمليات التشكيل بالنسخ والحفر ، وأهم أنواع هذه السكاكين هى الموضحة بشكل 3 – 12.



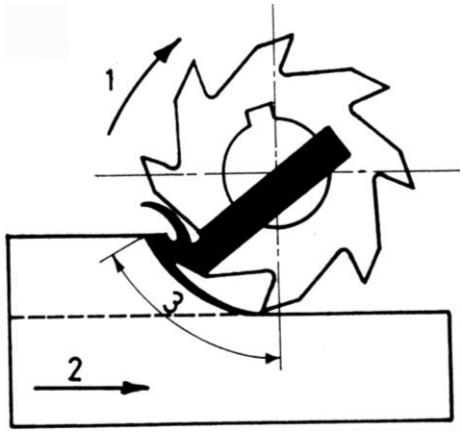
شكل 3 – 12

بعض أنواع السكاكين المستخدمة في فريزة التشكيل بالنسخ والحفر

عمليـــة التفريز

Milling Operation

المقصود بعملية التفريز هى إزالة جزء من معدن قطعة التشغيل على هيئة رايش عن طريق سكين تفريز ذو مقطع دائري متعدد الأسنان شكل 3 – 13 ، كل سنة من أسنان السكينة تمثل أداة قطع بسيطة ذات حد واحد.



شكل 3 – 13

عمليـــــة التفريـــــز

1- الحركة الرئيسية الدورانية (حركة القطع) لسكين التفريز.

2- حركة التغذية لقطعة التشغيل.

3- الطريق الذي يسلكه سن سكين التفريز.

ونظراً لتعدد الأسنان أى تعدد حدود القطع في سكين الفريزة ، لذلك يمكن إزالة حجم كبير من أجزاء المعدن على هيئة رايش في عملية تفريز واحدة.

سكاكين التفريز Milling Cutters :

تصنع سكاكين التفريز من صلب السرعات العالية High speed steel ، بحيث يتوفر بها قوة التحمل حتى يمكنها القيام بتشغيل المعادن المختلفة أطول مدة ممكنة دون الحاجة إلى سنها ، وتعتمد كفاءتها على زوايا الحد القاطع ، شأنها شأن عدد القطع الأخرى.

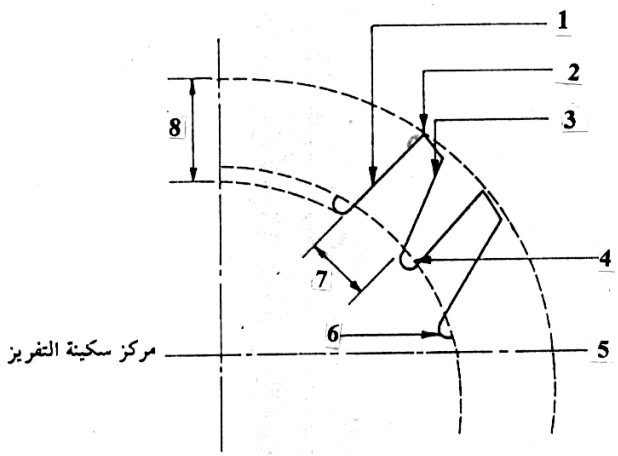
تتحرك سكاكين التفريز حركة دائرية أثناء عمليات القطع المختلفة حيث تتغلغل حدودها القاطعة المتعاقبة في معدن المشغولة المراد قطعها بانتظام . تتباعد هذه الحدود عن بعضها البعض بمسافات متساوية بحيث يكون بعد كل حد عن المحور مساويا تماماً للذي يليه ، لكي يتساوى عمق القطع أمام كل حد.

تختلف أعداد الحدود القاطعة من سكينة إلى أخرى باختلاف أقطار كل منها .. وفى حالة تقارب الحدود القاطعة من بعضها البعض ، فإن المسافات الصغيرة التي بينهما تتسبب في تراكم الرايش بها مما يضعف من قوة تحملها.

وقد أجريت تجربة على عدد كبير من سكاكين التفريز المستخدمة في عمليات القطع المختلفة من خلال المقارنة بين عدد الأسنان (عدد الحدود القاطعة) ، فوجد أن السكاكين الأقل أسنان عدداً هى الأكثر جودة في التشغيل.

مصطلحات أسنان سكاكين التفريز Terms of milling cutters teeth :

تستخدم مصطلحات لأسنان سكاكين التفريز الموضحة بشكل 3 – 14 وهى كالآتي :-



شكل 3 – 14

الأجزاء الأساسية لأسنان سكين التفريز

1. **وجه السن: هو السطح المستقبل للرايش.**
2. **الحد القاطع: هو الرأس الحاد للسنة.**
3. **ظهر السن: هو الجزء الخلفي لوجه السن (الحد القاطع).**
4. **السطح الطليق للسن: هو السطح الخلفي للحد القاطع ، ويقع خلف الحد القاطع لتكوين زاوية الخلوص.**
5. **الفجوة: هو الفراغ الواقع بين الجانب الخلفي للسن ووجه السن التالي.**
6. **جذر السن: هو الجزء المستدير من قاع السن الذي يصل بين وجه السن وظهر السن الذي يليه.**
7. **سمك السن: هو طول الوتر الذي يصل بين وجه السن وظهره مقاساً على دائرة جذر السن.**
8. **عمق السن: هو البعد العمودي بين دائرة الحد القاطع (رأس السن) ودائرة جذر السن.**

زوايا سكاكـــين التفريز:Milling Cutters Angle

تحمل سكاكين التفريز أسنان .. وهى عبارة عن مجموعة من الحدود القاطعة ، تقع على محيطها أو على جانبها الوجهى . وتفضل سكينة التفريز المتعـــددة الحـــدود

القاطعة على قلم المقشطة أو على المخرطة المفرد القطع ، حيث أنهـا غيـر قابلـة للارتفاع الكبير في درجة الحرارة أو التلثم السريع ، لأن كل سنة من أسنان السـكينة تعمل على نزع جزء من الطبقة المعدنية للمشغولة على هيئة رايش خـلال مرحلـة صغيرة من دورة السكينة ، وبالتالي تبرد هذه السنة أثنـاء مرحلـة عمـل الأسـنان الأخرى.

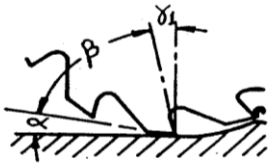
يتشابه الحد القاطع (السنة الواحدة) بسكينة التفريز ويتماثل زواياه مع زوايا الحد القاطع لقلم المخرطة .. (راجع شكل 7 – 13).

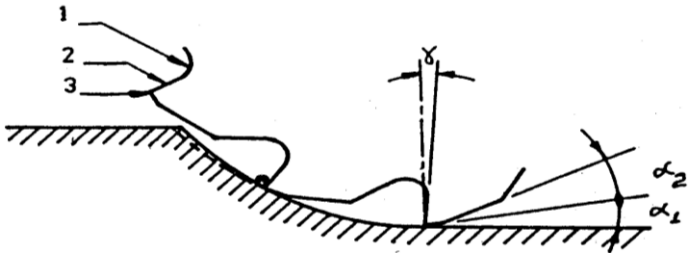
تلعب سكاكين التفريز دوراً هاماً في عمليات القطع المختلفة ، وعلى الرغم من تعدد أنواعها وأشكالها ، إلا أنها تتفق جميعهاً في أنواع مواد تصنيعها وكذلك الخواص المتعلقة بأشكالها الهندسية وزوايا الحدود القاطعة.

الشكل الهندسي وزوايا الحدود القاطعة :

Shape and angles of cutting edges□

يجب أن يتوفر في الحدود القاطعة (أسنان سكينة التفريز) الشكل الهندسـي الذي يتمثل في زوايا الحد القاطع في كل سنة من أسنان السكينة كما هو موضـح بشكل 3 – 15 ، وأهم هذه الزوايا هى:-





شكل 3 – 15

الشكل الهندسي وزوايا الحدود القاطعة بسكينة التفريز

الأجزاء الرئيسية :

1- جذره السن.

2- وجه السن.

3- الحد القاطع.

زوايا القطع :

α .... زاوية الخلوص.

δ .... زاوية الجرف.

B .... زاوية السن أو زاوية الآلة.

α_1 .... زاوية الخلوص الرئيسية.

α_2 .... زاوية الخلوص الثانوية.

1. **زاوية الخلوص** α:

تنقسم زاوية الخلوص في سنة سكينة التفريز إلى زاويتين، أحدهما زاوية رئيسية والأخرى زاوية ثانوية وهما كما يلي :-

(أ) زاوية الخلوص الرئيسية α_1:

هي الزاوية المحصورة بين السطح الطليق للسنة والخط المماس لدائرة رأس السنة والمار بنقطة الحد القاطع ، تقاس هذه الزاوية في المستوى العمودي على محـــور السكينة ، والغرض منها هو منع احتكاك السطح الحر

للسنة بســطح المشغولة .. مما يساعد على زيادة عمر الحد القاطع للسنة .

(ب) زاوية الخلوص الثانوية α_2 :

هي الزاوية المحصورة بين السطح الطليق والسطح الخلفي للسنة .

2. **زاوية الجرف** δ :

هي الزاوية المحصورة بين وجه السن والخط الذي يمر بمركز سكينة التفريز .

3. **زاوية السنة (زاوية الآلة)** β:

هى الزاوية المحصورة بين زاوية الخلوص الرئيسية وزاوية الجرف ، وتعتمد قيمة هــذه الزاوية على قيمة كل من زاوية الخلوص وزاوية الجرف .. ويمكن إيجادها من العلاقة التالية :-

$$\beta = 90^o - (\alpha + \delta)$$

جدول 3 – 1 يوضح قيمة الزاويتين الأساسيتين لسكينة تفريز (زاوية الخلوص وزاوية الجرف) عند تشغيل المعادن المختلفة .

جدول 3 – 1

زوايا الخلوص والجرف للمعادن المختلفة.

نوع معدن الشغلة	زاوية الخلوص	زاوية الجرف
صلب العدة	5^o – 3	5^o – 0
حديد الصب	7^o – 4	5^o – 0
صلب متوسط الصلادة	7^o – 5	7^o – 5
الحديد والصلب الطري	8^o – 5	11^o – 7
النحاس الأصفر والبرونز	10^o – 6	15^o – 12
النحاس الأحمر والألمونيوم	12^o – 8	17^o – 13

Milling Processes

تتلخص عمليات قطع المعادن بآلات التشغيل المختلفة بصفة عامة في نزع الطبقات الزائدة عن الحاجة من قطعة التشغيل على شكل رايش ، بقصد الحصول على جزء بالشكل والقياسات ودرجة النعومة المطلوبة.

وآلات التشغيل التي تتم عليها عمليات القطع هـى المخرطـة – المقشـطة – المثقاب – الفريزة ..... الخ ، وتتم عمليات القطع المختلفة علـى هـذه الماكينـات باستخدام عدد قطع مختلفة ، كأقلام الخراطة – أقلام القشـط – المثاقـب (البـنط) – سكاكين التفريز .

وتعتبر عملية الخراطة أساساً لجميع عمليات قطـع المعـادن ، كمـا أن قلـم المخرطة يعتبر أساساً لجميع أدوات القطع.

عمليات تشغيل الأسطح على المخرطة والفريزة:

Surface working processes at lathe and milling machine

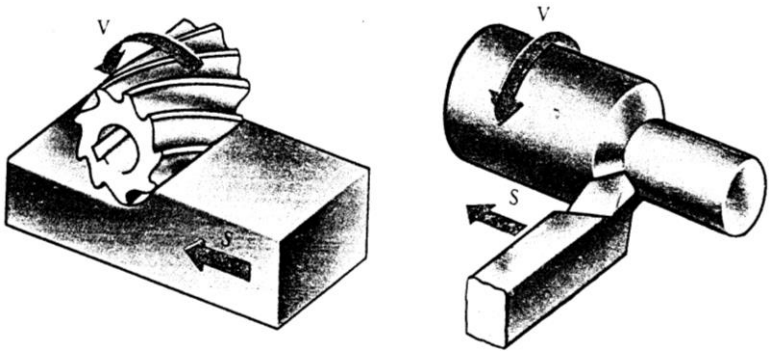
لتنفيذ عمليات القطـع المختلفة على المخرطـة أو علـى الفريـزة ، فإنـه مـن الضروري وجـود حركتين أساسيتين هما :-

1. حركة أساسية .. (حركة عاملة).
2. حركة تغذية.

تكون الحركة الأساسية (الحركة العاملة) في عملية الخراطة هى الحركة الدورانية لقطعة التشغيل كما هو موضح بشكل 3 – 16 (أ)، بينما تكون الحركة الأساسية (الحركة العاملة) في عملية التفريز هى الحركة الدورانية للسكينة الموضحة بشكل 3 – 16 (ب) ، وعادة تتحدد سرعة القطع من خلال سرعة الحركة الأساسية.

أما حركة التغذية في عملية الخراطة فهي الحركة الانتقالية للقلم في الاتجـاهين (الطولي والعرضي) ، بينما تكون حركة التغذية في عمليـة التفريـز هـى الحركـة الانتقالية لقطعة التشغيل في الاتجاهات الثلاثة (الطولي والعرضي والرأسي) ، ومـن خلال عمليات القطع على المخرطة أو على الفريزة ، تنـتج المشـغولات المختلفـة

بأشكالها الهندسية المطلوبة عن طريق تغلغل الحد القاطع للعدة وانفصال طبقات مـــن المعدن.



(ب) (أ)

شكل 3 – 16

الحركات الأساسية وحركة التغذية بالمخرطة والفريزة

(أ) الحركات الأساسية في عملية الخراطة.

(ب) الحركات الأساسية في عملية التفريز.

V ... سرعة القطع.

S ... التغذية.

عمليات التفريز وأنواع السكاكين المستخدمة:

Milling operations and types of milling cutters used

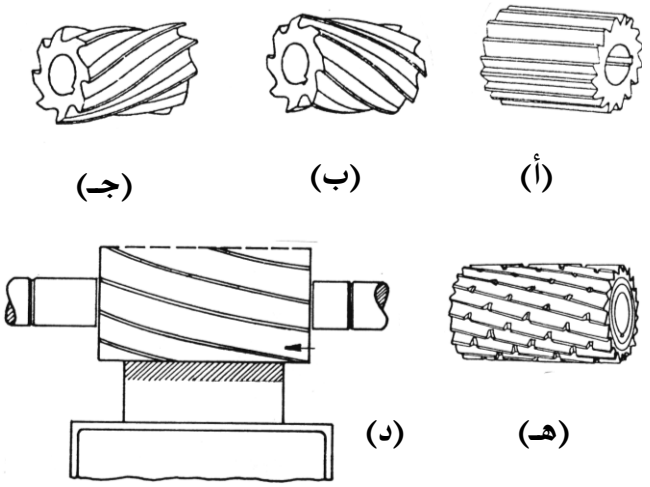
تجرى العديد من عمليات التفريز المختلفة على الفريـــزة الأفقيـــــة والفريـــزة الرأسية ، يستخدم أثناء هذه العمليات أنواع وأشكال مختلفة من سكاكين التفريز ، حيث يستخدم بعضها على الفريزة الأفقية ، كما يستخدم البعض الآخر على الفريزة الرأسية.

فيما يلي عرض للعمليات الأساسية التي تجرى على الفرايز المختلفـــة وأنـــواع وأشكال السكاكين المستخدمة لكل منها على حدة :-

تشغيل الأسطح الأفقية المستوية

Milling of plane surfaces

يتم تشغيل الأسطح الأفقية المستوية عن طريق استخدام السكاكين الأسطوانية الموضحة بشكل 3 – 17 . توجد أنواع مختلفة للسكاكين الأسطوانية . فيما يلي عرض لأكثر أنواع السكاكين الأسطوانية انتشاراً.



شكل 3 – 17

السكاكين الأسطوانية

(أ) سكينة تفريز أسطوانية ذات أسنان مستقيمة.

(ب) سكينة تفريز أسطوانية ذات أسنان حلزونية يسار.

(ج) سكينة تفريز أسطوانية ذات أسنان حلزونية يمين.

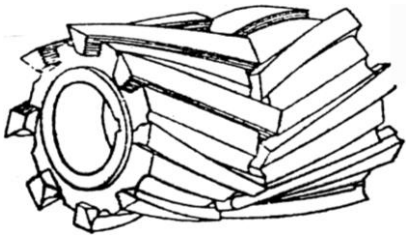
(د) سكينة تفريز أسطوانية ذات أسنان حلزونية خشنة.

(هـ) سكينة تفريز أسطوانية محيطية ذات أسنان حلزونية.

من عيوب السكاكين الحلزونية يمين أو الحلزونية يسار هو وجود ضغوط جانبية على الشاقة أثناء عملية القطع.

لذلك يفضل استخدام السكاكين المزدوجة ذات الحلزون يمين ويسار معا كما هو

موضح بشكل 3 – 18 . في هذه الحالة يتلاشى الضغط الجانبي النـــاتج ، حيـــث أن الضغط الجانبي الناتج عن أحدهما يضاد له الضغط الجانبي الناتج عن الأخرى.



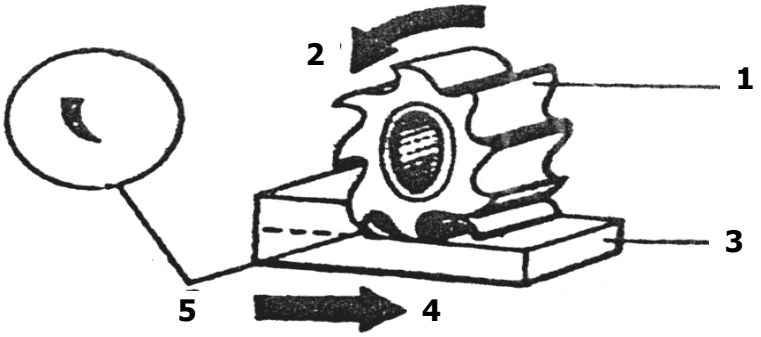
شكل 3 – 18

السكاكين الحلزونية المزدوجة.

ويمكن تقسيم عمليات تفريز الأسطح الأفقية المستوية باستخدام الفريزة الأفقية أو الفريزة العامة إلى الآتي :-

(أ) **تفريز محيطي إلى أسفل** Down cut milling :

التفريز المحيطة إلى أسفل الموضح بشكل 3 – 19 يسمى أيضا بالتفريز الهابط أو بالتفريز المتماثل ، ويحدد طريقة اتجاه دوران السكينة مع اتجاه التغذية.



شكل 3 – 19

تفريز محيطي إلى أسفل

1- سكينة التفريز.

2- الحركة الدورانية لسكينة التفريز.

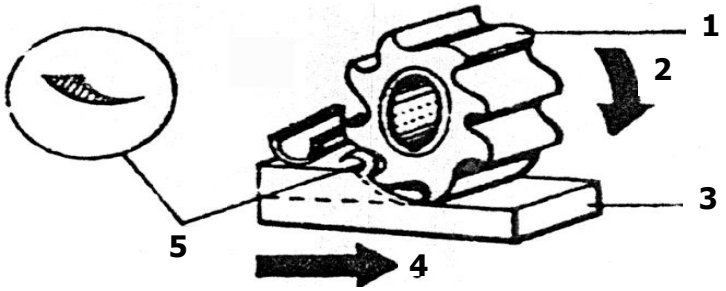
3- قطعة التشغيل.

4- حركة تغذية قطعة التشغيل.

5- شكل الرايش.

(ب) تفريز محيطي إلى أعلى Up cut milling :

التفريز المحيطي إلى أعلى الموضح بشكل 3 – 20 يسمى أيضا بالتفريز الصاعد أو بالتفريز العكسي ، حيث يعكس اتجاه دوران السكينة أثناء حركة التغذية.



شكل 3 – 20

تفريز محيطي إلى أعلى

1- سكينة التفريز. **2- الحركة الدورانية لسكينة التفريز.**

3- قطعة التشغيل. **4- حركة تغذية قطعة التشغيل.**

5- شكل الرايش.

مقارنة بين التفريز المحيطي إلى أسفل وإلى أعلى :

Comparison between up and down peripheral milling

بالمقارنة بين الشكلين السابقين 3 – 19 ، 3 – 20 ، يلاحظ أنه في كلتا الحالتين يزال الرايش بكل سنة من أسنانها ، والفرق بين الحالتين هو أنه في شكل 3 – 19 أثناء تغلغل الحد القاطع لسنة سكينة الفريزة في معدن قطعة التشغيل ، يكون الرايش عند بدايته سميكاً وينخفض سمكه تدريجياً حتى نهاية القطع بهذه السنة ، بينما في شكل 37 – 20 يكون الرايش عند بدايته رفيعاً ، ويزداد سمكه تدريجياً حتى نهاية القطع بهذه السنة.

مما سبق يستنتج أن مقطع الرايش دائما متغير ، وينتج عن ذلك تغيير القوى المؤثرة لإزالة الرايش من أكبر قيمة إلى الصفر في حالة التفريز المحيطي إلى أسفل ، ومن الصفر إلى أكبر قيمة في حالة التفريز المحيطي إلى أعلى . ومن هذا تنشأ

الذبذبات في الماكينة نتيجة التغيير في قيمة القوى المؤثرة.

مميزات طريقة التفريز المحيطي إلى أسفل:

Advantages of down peripheral milling method

تتميز طريقة التفريز المحيطي إلى أسفل للعوامل التالية:-

1. انخفاض تآكل سطح الحد القاطع الخلفي للسنة.
2. انخفاض درجات الحرارة الناتجة عن قوى القطع.
3. زيادة عمر آلة القطع (سكينة التفريز).
4. الحصول على أسطح جيدة التشغيل.
5. استهلاك أقل قدرة ممكنة في عملية التفريز.

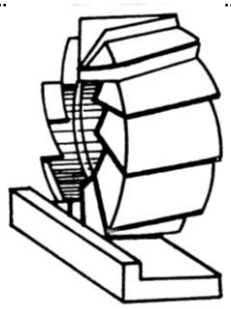
كما تفصل طريقة التفريز المحيطي إلى أسفل عند تفريز أسطح المشغولات المثبتة تثبيتاً متيناً ومحكماً على طاولة الماكينة ، ويقتصر استعمال هذه الطريقة على ماكينات التفريز الجاسئة ، أما إذا كان الجزء المراد تفريزه مسبوكاً أو مطروقاً فلا يجب استخدام طريقة التفريز إلى أسفل لأن سنة السكينة تبدأ في التغلغل في معدن القشرة الصلبة .. مما يؤثر على سرعة تآكلها وتلفها.

تشغيل الأسطح الأفقية المستوية والجانبية :

Working process of side and plane surfaces

يمكن تفريز الأسطح الأفقية المستوية والجانبية (الكتفية) بالطرق الآتية:-

1. يتم تفريز الأسطح الأفقية المستوية والجانبية باستخدام سكينة مجوفة كما هو موضح بشكل 3 – 21.

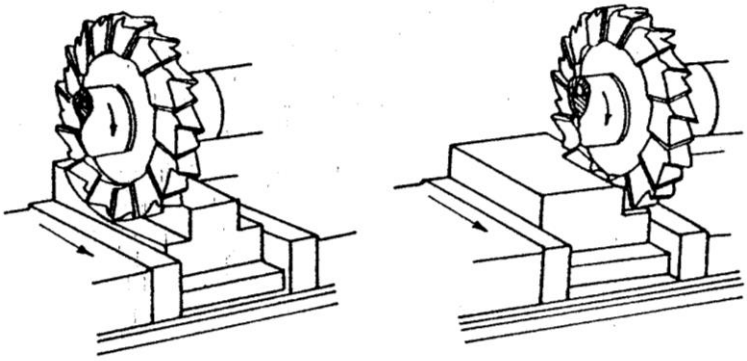


شكل 3 – 21

تفريز الأسطح الأفقية المستوية والجانبية

تثبت هذه السكينة في شاقة قصيرة خاصة ، وبذلك يمكن تفريز السطح الأفقي والسطح الجانبي في آن واحد.

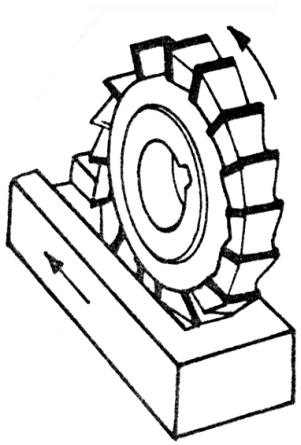
2. يتم تفريز الأسطح الأفقية المستوية والجانبية باستخدام سكينة وجهية وجانبية ذات أسنان تبادلية ، حيث تثبيت السكينة على شاقة طويلة للفريزة ، ويوضح شكل 3 – 22 كيفية تفريز السطح الأفقي والجانبين (الكتفين) يمين ويسار.



شكل 3 – 22

تفريز الأسطح الأفقية والجانبية (الأكتاف)

3. يتم تفريز التجاويف الأفقية المستوية باستخدام سكينة وجهية جانبية (سكينة المجارى المستقيمة) كما هو موضح بشكل 3 – 23.



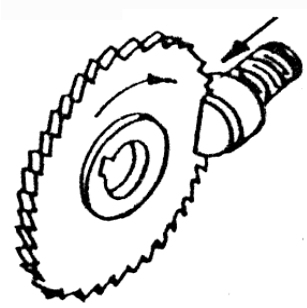
شكل 7 – 23

تفريز التجاويف (المجارى) الأفقية المستوية

عمليات النشر وفتح المجارى الضيقة:Sawing operations and slitting cutter

يمكن إجراء عمليات النشر وفتح المجارى الضيقة في المشغولات المختلفة بإحدى الطرق الآتية :-

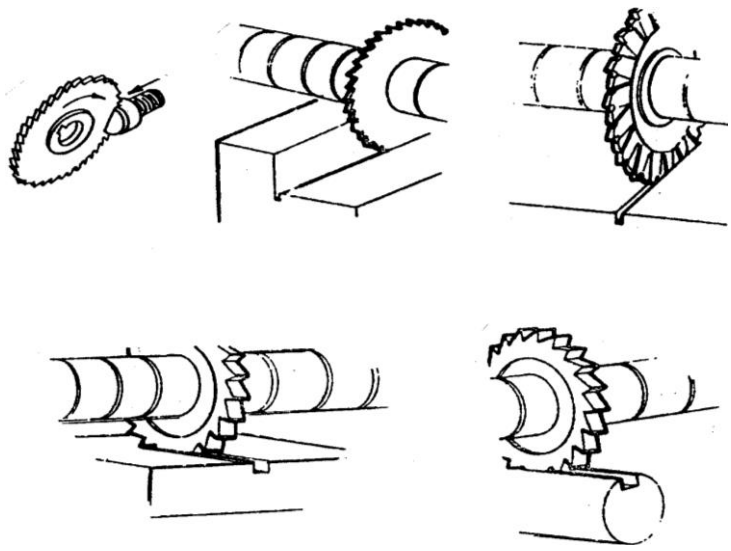
1. يتم نشر (فصل جزأين عن بعضهما البعض) باستخدام سكينة منشارية كما هو موضح بشكل 3 – 24 .



شكل 3 – 24

النشر باستخدام سكينة منشارية

2. يتم فتح المجارى الضيقة باستخدام سكينة منشارية كما هو موضح بشكل 3 – 25 وعادة تكون ذات أسنان مستقيمة ، حيث تقوم بعمل المجارى الضيقة المختلفة بالعمق المطلوب ، ويلاحظ أنها لا تقطع من جوانبها مثل السكينة الوجهية الجانبية.



شكل 3 – 25

فتح المجارى الضيقة المختلفة باستخدام سكينة منشارية

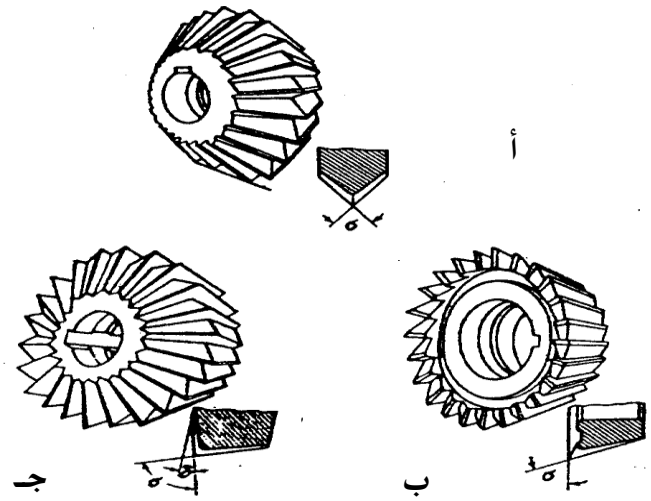
ملاحظة :

يراعى أن تكون مقاسات السكاكين المنشارية مناسبة لمقاسات المجارى المطلوب فتحها .

عمليات فتح المجارى حرف V : V. Slitting cutter

يمكن إجراء عمليات فتح المجارى حرف V في المشغولات المختلفة حسب المقاســـات المطلوبـــة.

توجد أشكال مختلفة لسكاكين حـــرف V كما هو موضح بشكل 3 – 26 ، وفيما يلي عرض لبعض عملياتها المختلفة.



شكل 3 – 26

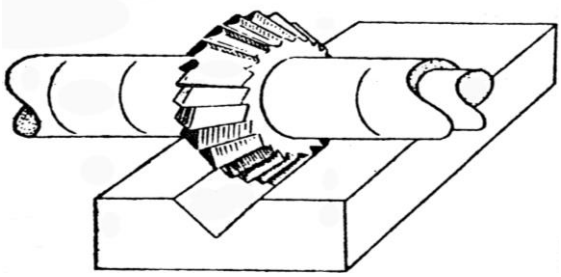
أنواع مختلفة من سكاكين حرف V

(أ) سكينة فتح مجرى حرف V ذات ضلعين متساويين.

(ب) سكينة فتح مجرى حرف V ذات وجه وقائم.

(ج) سكينة فتح مجرى حرف V ذات ضلعين غير متساويين.

تستخدم السكينة الموضحة بالشكل السابق 3 – 26 (أ) ، وهـــى ســـكينة ذات ضلعين متساويين في فتح المجارى حرف V كما هو موضح بشكل 3 – 27.

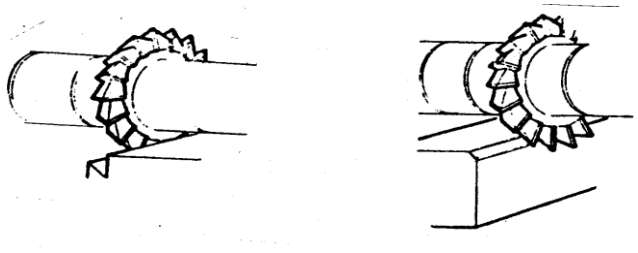


شكل 3 – 27

استخدام السكينة حرف V في فتح المجارى ذات ضلعين متساويين

وتستخدم السكينة الموضحة بشكل 3 – 26 (ب) ، وهى ذات الوجه القائم فـــي تسوية سطح رأسي بسطحيها القائم وبعمل شطف منحرف (مائل) على الجانب الآخر

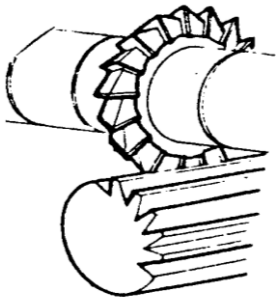
كما هو موضح بشكل 3 – 28.



شكل 3 – 28

الاستخدامات المختلفة للسكينة حرف V

كما تستخدم السكينة الموضحة بالشكل السابق 3 – 26 (ج) ، وهى ذات ضلعين غير متساويين في فتح الأخاديد بالأعمدة كما هو موضح بشكل 3 – 29.



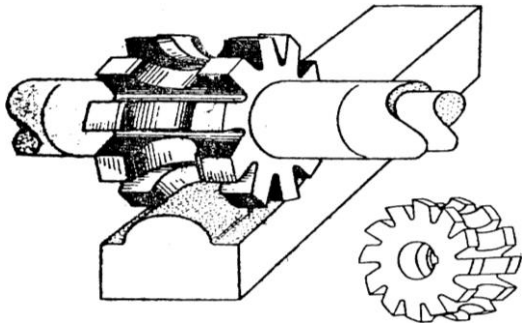
شكل 3 – 29

استخدام سكينة حرف V في فتح الأخاديد في الأعمدة

عمليات تشكيل الأسطح :Operations of forming surfaces

يمكن إجراء عمليات التشكيل المختلفة على أسطح المشغولات بإحدى السكاكين الموضحة التالية :-

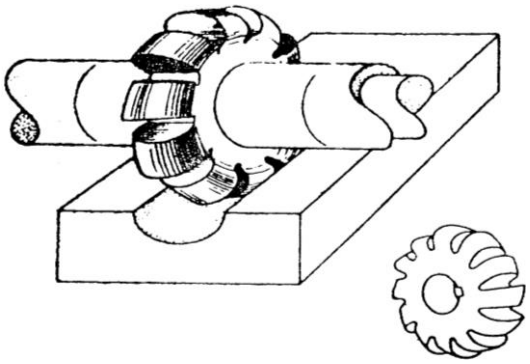
(أ) يتم تشكيل الأسطح المحدبة (البارزة) باستخدام سكينة تشكيل مقعرة كما هو موضح بشكل 3 – 30 ، والشكل الآخر يوضح السكينة المستخدمة.



شكل 3 – 30

تشكيل الأسطح المحدبة باستخدام سكينة مقعرة

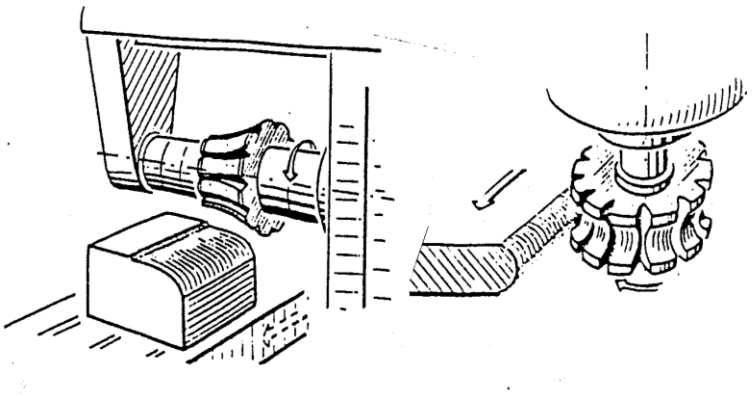
(ب) يتم تشكيل المجارى المقعرة بأسطح المشغولات باستخدام سكينة تشكيل محدبة كما هو موضح بشكل 3 – 31 ، والشكل الآخر يوضح السكينة المستخدمة.



شكل 3 – 31

تشكيل المجارى المقعرة باستخدام سكينة محدبة

(ج) يتم تشكيل الأسطح المستديرة الجانبية للمشغولات باستخدام سكاكين تشكيل خاصة كما هو موضح بشكل 3 – 32.

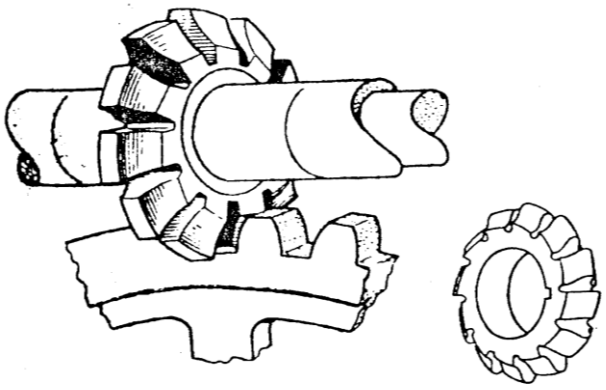


شكل 3 – 32

تشكيل الأسطح المستديرة الجانبية باستخدام سكينة تشكيل

عملية فتح أسنان التروس:Operation of milling gears teeth

تستخدم أنواع خاصـــة من السكاكين في فتح أســـنان التروس وتسمى بسكاكين موديل ، وهى مصممة بشكل خاص بحيث تعطى الأشكال المطلوبة لأسنان التروس ، وهذا النوع من السكاكين له علاقة بعدد الأسنان المطلوبة لكل ترس .. وشـــكل 3 – 33 يوضح سكينة موديل والشكل الأخر يوضح عملية فتح أسنان ترس.

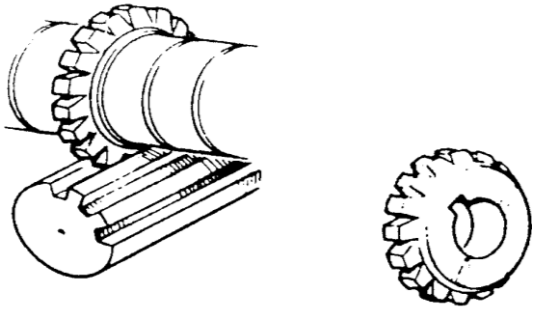


شكل 3 – 33

فتح أسنان التروس باستخدام سكينة موديل

عملية فتح أخاديد الأعمدة Operation of milling crosses at shafts :

يمكن تفريز الأخاديد على الأعمدة باستخدام سكينة خاصة بذلك ، وشكل 3 – 34 يوضح عملية فتح الأخاديد على الأعمدة والشكل الآخر يوضح السكينة المستخدمة.



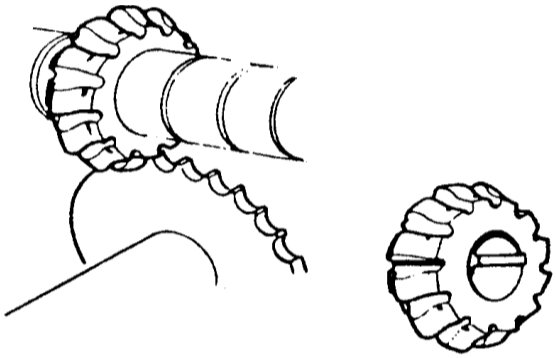
شكل 3 – 34

فتح أسنان أخاديـــد بالأعمدة

عملية فتح أسنان ترس جنزير:

Operation of milling teeth sprocket chain□

يمكن إجراء عملية فتح أسنان ترس جنزير باستخدام السكينة الخاصة بذلك كما هو موضح بشكل 3 – 35.



شكل 3 – 35

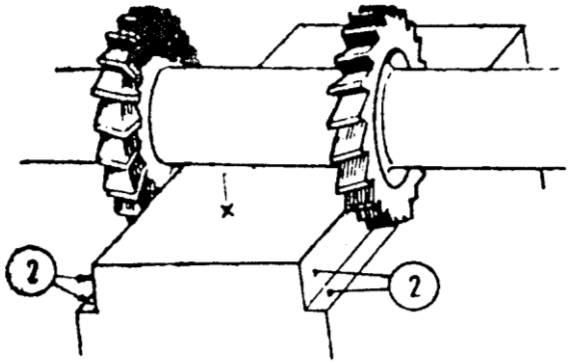
فتح أســـــنان ترس جنزير

عمليات التفريز الجماعية Operation of gang milling :

تتم عمليات التفريز الجماعية باستخدام سكاكين مجمعة بإحدى الطريقتين التاليتين :-

1. يمكن إجراء عملية التفريز الجماعية باستخدام السكاكين المجمعة في تسوية أكثر من سطح فرى آن واحد ، حيث يستعان بسكينتين وجهية طرفية كما هو موضح بشكل 3 – 36.

تضبط المسافة بين السكينتين حسب البعد المطلوب ، وبذلك يمكن تفريز أربعة أسطح في آن واحد على شكل أكتاف.

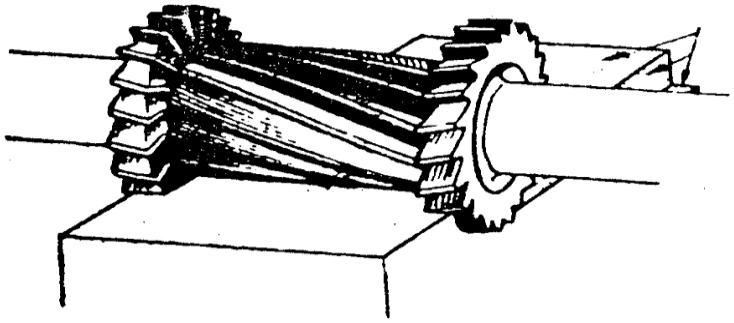


شكل 3 – 36

عملية تفريـــــز جماعية

2. يمكن إجراء عملية تفريز جماعية باستخدام سكاكين مجمعة في تسوية أكثر من سطح في آن واحد باستخدام سكينتين وجهية طرفية ، ومن الطبيعي وضع سكينة أسطوانية بينهما كما هو موضح بشكل 3 – 37.

تضبط المسافة بين السكينتين الوجهية الطرفية حسب البعد المطلوب ، وبذلك يمكن تفريز خمسة أسطح في آن واحد.



شكل 3 – 37

عملية تفريـــــز جماعية

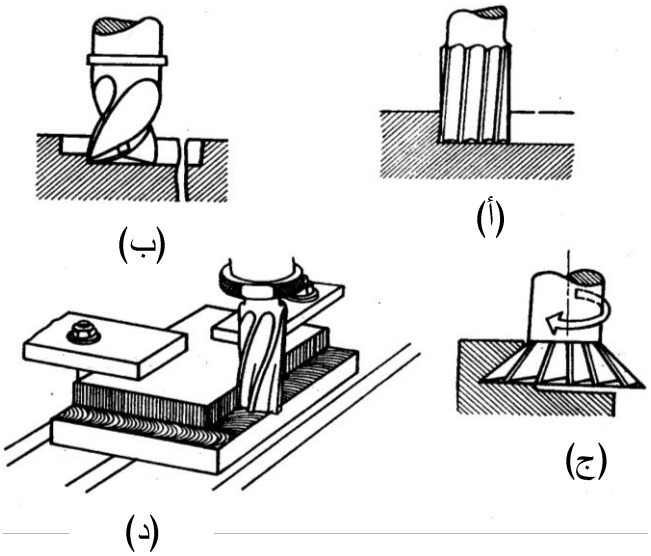
العمليات التي تجرى على الفريزة الرأسية

وأنواع السكاكين المستخدمة

The Basic Operated On The Vertical Milling Machine

And Types Of Milling Cutters Used

يمكن تشغيل العديد من العمليات الصناعية المختلفة على ماكينات التفريز الرأسية باستخدام سكاكين طرفية كما هو موضح بشكل 3 – 38 ، وهى من أكثر سكاكين التفريز استخداماً على ماكينات التفريز الرأسية . تستخدم هذه السكاكين في تفريز الأسطح الأفقية والعمودية كما تستخدم في عمل التجاويف والمجارى المختلفة مثل (تفريز مجرى على شكل حرف T، تفريز زاوية طرفية).



شكل 3 – 38

تشغيل العمليات الصناعية المختلفة على الفريزة الرأسية باستخدام سكاكين طرفية

(أ) سكينة تفريز طرفية بأسنان مستقيمة.

(ب) سكينة تفريز طرفية لفتح المجارى.

(ج) سكينة تفريز طرفية زاوية.

(د) سكينة تفريز طرفية لتفريز الأسطح الأفقية والعمودية.

ربط المشغولات على ماكينات التفريز

Fixing of workplaces on milling machines

تربط قطع التشغيل الصغيرة في إحدى ملازم الماكينة ، أما المشغولات كبيرة الحجم فيتم ربطها على طاولة الفريزة مباشرة ، وذلك باستخدام مساعدات الربط والقوامط المختلفة . من الطبيعي أن تكون رؤوس مسامير الربط تلائم مجارى الطاولة التي على شكل حرف T.

أنواع الملازم المستخدمة في ربط المشغولات :

Types of vices used in workplaces fixation

توجـــد أنواع مختلفة من الملازم التي تربـــط (تثبت تثبيتاً مؤقتاً) على طاولة الفريزة ، باســـتخدام مسامير قلاووظ ذات رؤوس تلائم مجارى طاولة الفريزة التي على شكل حرف T .. فيما يلي عرض لملازم ماكينات التفريز الأكثر انتشاراً :-

(أ) **الملزمة الثابتة** The fixed vice :

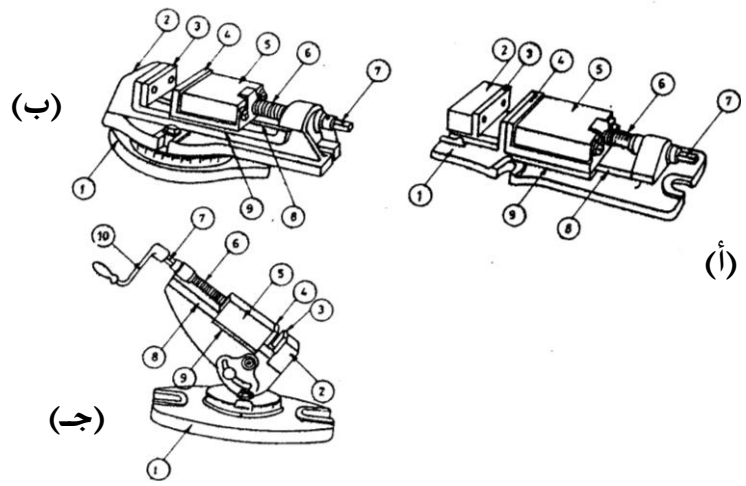
تستخدم الملزمة الثابتة الموضحة بشكل 3 – 39 (أ) في ربط قطع التشغيل البسيطة ، أو التي لا تحتاج إلى ضبط بزوايا خاصة.

(ب) **الملزمة ذات الصينية المدرجة** The graduated base vice :

تستخدم الملزمة ذات الصينية المدرجة الموضحة بشكل 3 – 39 (ب) في ربط قطع التشغيل المطلوب تفريز أسطحها بزاوية معينة ، حيث يمكن حركة الجزء العلوي للملزمة حركة دائرية بأي زاوية في المستوى الأفقي ، وذلك لإمكان تفريز قطع التشغيل في أوضاع مختلفة بالزوايا المطلوبة.

(ج) **الملزمة العامة** (**جامعة الأغراض**) The universal vice :

تستخدم الملزمة العامة (جامعة الأغراض) الموضحة بشكل 3 – 39 (ج) في تفريز الأسطح المنحرفة (المائلة) على طاولة الماكينة بأي زاوية . وسميت هـــذه الملزمة بالملزمة العامة أو الجامعة الأغراض ، وذلك لإمكان حركتها في مستوى أفقي وفى مستوى رأسي ، عن طريق حركة الجزء العلوي منها بحركة دائرية بأي زاوية على المستوى الأفقي ، كما يمكن حركتها بأي زاوية حول المحور العمودي .



شكل 3 – 39

بعض أنواع ملازم ماكينات التفريز

(ا) الملزمة الثابتة.

(ب) الملزمة ذات الصينية المدرجة.

(ج) الملزمةالعامة (جامعة الأغراض).

1- القاعدة. **2- فك ثابت.**

3- أوجه مصلدة (مقساة). **4- أوجه مصلدة (مقساة).**

5- فك متحرك. **6- عمود قلاووظ.**

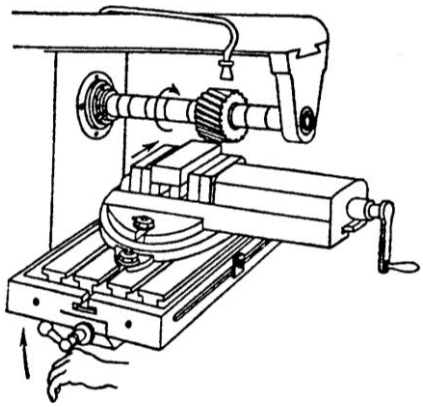
7- الطرف المربع لعمود القلاووظ. **8- المتوازيات.**

9- قاعدة إنزلاقية. **10- مقبض للربط والفك.**

وضع التشغيل عند استخدام ملزمة الصينية المدرجة:

Working position on using the graduated base vice □

يمكن بواسطة استخدام ملزمة الصينية المدرجة ربط المشغولات المطلوب تفريزها بأي زاوية على المستوى الأفقي شكل 3 – 40 ، وذلك بضبط موضع قطعة التشغيل عند تثبيتها بالملزمة ، عن طريق الحركة الدائرية للجزء العلوي بالزاوية المطلوبة .



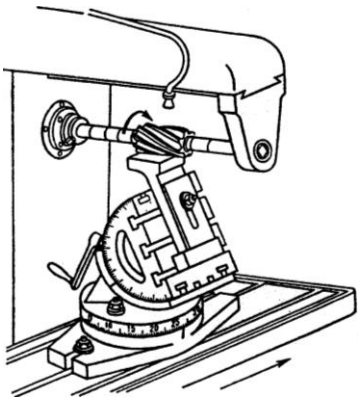
شكل 3 – 40

إمكانية ربط المشغولات بملزمة الصينية المدرجة بالزاوية المطلوبة

وضع التشغيل عند استخدام الملزمة العامة :

Working position on using the universal vice□

يمكن بواسطة استخدام الملزمة العامة (جامعة الأغراض) ربط المشغولات المطلوب تفريزها بأي زاوية على المستوى الأفقي والرأسي كما هو موضح بشكل 3 – 41 ، وذلك بدوران الجزء العلوي للملزمة حول الاتجاه الأفقي والاتجاه العلوي في آن واحد في الوضع المطلوب.

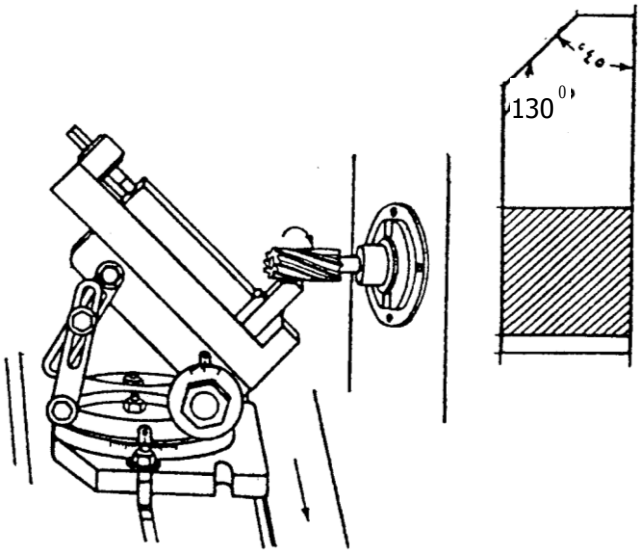


شكل 73 – 41

إمكانية ربط المشغولات باستخدام الملزمة العامة

بأي زاوية على المستوى الأفقي والرأسي في آن واحد

ويوضح شكل 3 – 42 طريقة تشغيل الأسطح المنحرفة (المائلة) عن طريق ضبط الجزء العلوي للملزمة في كلا الاتجاهين الأفقي والرأسي .



شكل 3 – 42

تشغيل الأسطح المائلة باستخدام الملزمة العامة

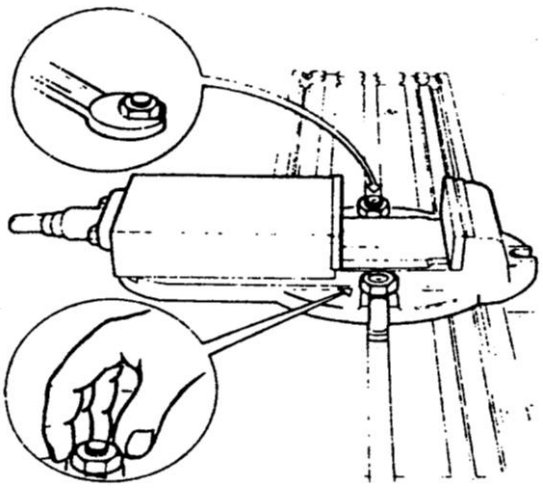
بضبط الجزء العلوي للملزمة في كلا الاتجاهين الأفقي والرأسي

الضبط الدقيق عند تثبيت ملزمة الصينية:

The exact adjustment on fixing bas vice □

يتم الضبط الدقيق للملزمة عند ربط قطع التشغيل الهامة بإتباع الآتي :-

1. فك مسامير الملزمة بحيث يسمح بخلوص بسيط للحركة بين طاولة الماكينة ومجارى الملزمة .
2. ربط أحد المسمارين باليد وربط المسمار الآخـــر بالمفتاح (ربط متوسط) حتى يمكن التحكم في حركـــة الملزمة الحركة الدائرية الدقيقـــة كما هو موضـــح بشكل 7 – 43 .



شكل 3 – 43

فك مسامير الملزمة بحيث يسمح بخلوص بسيط

3. تتم الحركة الدقيقة للملزمة عن طريق الطرق المناسب على إحدى جانبي الملزمة باستخدام مطرقة مصنوعة من البلاستيك ، ويتم الضبط باستخدام الوسائل والمعدات المناسبة.

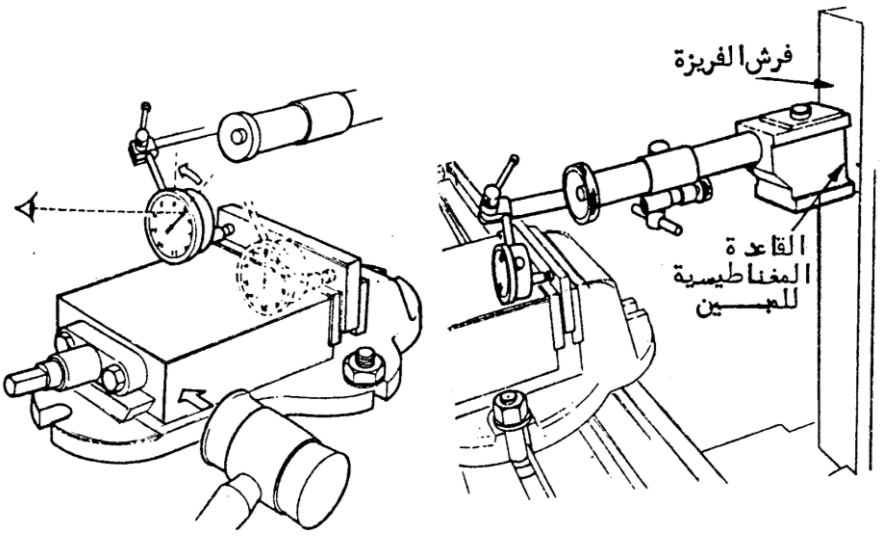
4. ربط مسامير الملزمة جيداً باستخدام مفتاح الربط.

5. يتم الضبط الدقيق للملزمة باستخدام مبين وجه الساعة Indicator كما هو موضح بشكل 3 – 44 بإتباع الآتي:-

(أ) يثبت مبين وجه الساعة ذو القاعد المغناطيسية بفرش الفريزة .

(ب) ضبط قطعة التشغيل من خلال مسمار تحسس مبين وجه الساعة ، وحركة الطاولة على السطح الجانبي لقطعة التشغيل ، والطرق على جانبي الملزمة باستخدام مطرقة بلاستيك مناسبة.

(ج) تثبيت مسامير الملزمة جيداً بالوضع المطلوب .



شكل 3 – 44

استخدام مبين الساعة في عملية الضبط الدقيق للملزمة

عناصر القطـــع الأساسية وحسابات التفريز

Elements of basic cutting and milling calculations

تتوقف عملية التفريز من حيث القطع والدقة المطلوبة وجودة السطح الذي يتم تفريزه على صحة اختيار سرعة القطع ومقدار التغذية وعمق القطع ، ويتوقف الاختيار السليم على خبرة الفني الذي يقوم بعملية التفريز.

ومن المعروف لدى جميع الفنيين العاملين على آلات الإنتاج المختلفة ، إنه كلما زادت سرعة القطع كلما ارتفعت الحرارة المتولدة الناتجـــة عـــن قـــوة الاحتكـــاك ، وارتفعت تبعاً لذلك درجة حرارة أسنان مقاطع السكينة ، وعند الوصول إلـــى درجـــة حرارة معينة تفقد الحدود القاطعة صلادتها ، وبذلك تفقد السكينة قدرتها على مواصلة عملية القطع.

ولكي يتمكن فني الفريزة من تشغيل جميع المشغولات تشغيلا صحيحاً بحيث يحصل على أفضل النتائج الممكنة (من حيث التشغيل والمحافظة على العدة القاطعة) ، فإنه يجـــب عليه التعرف والإلمام بمدى ارتباط عناصـــر القطـــع (عرض القطع –

عمق القطع – سرعة القطع – مقار التغذية) بعضهم ببعض .. وهم كما يلي :-

عرض القطع Cutting width :

هو عرض طبقة المعدن التي تنزعها سكينة التفريز من سطح قطعة التشغيل في مشوار واحد بالمليمترات.

عمق القطع Depth of cut :

هو سمك طبقة المعدن التي تنزعها سكينة التفريز من سطح قطعة التشغيل في مشوار واحد بالمليمترات ، وعادة يكون عمق القطع مساوياً لسمك الطبقة المراد إزالتها ، فإذا كانت هذه الطبقة كبيرة فيمكن إزالتها في عدة أشواط كما يلي:-

1ـ **مرحلة التخشين (الاستقراب)** :

يكون سمك المعدن المزال كبيراً ، وتستخدم سكاكين تفريز ذات خطوات كبيرة لهذا الغرض ، وعادة يتراوح عمق القطع في التفريز الخشن ما بين 3 – 8 ملليمتر.

2ـ **مرحلة التنعيم (التشطيب)** :

يكون سمك المعدن المزال في هذه الحالة صغيراً ، وتستخدم سكاكين تفريز ذات خطوات صغيرة ، وعادة يتراوح عمق القطع في التفريز الناعم ما بين 0.5 – 5.1 ملليمتر.

ويمكن إيجاد عمق القطع من العلاقة التالية :-

$$a = L - L_1 = \ldots\ldots (mm)$$

حيث a... عمق القطع (mm).

L... ارتفاع الشغلة قبل عملية التفريز (mm).

L_1... ارتفاع الشغلة بعد عملية التفريز (mm).

سرعة القطع Cutting speed :

هي السرعة التي تتحرك بها سكينة التفريز الحركة الدائرية .. أي السرعة المحيطية حول محورها . وحدة قياسها هي المتر / الدقيقة .. m / min

كما يعتمد اختيار عدد اللفات في الدقيقة على سرعة القطع وقطر السكينة ،

ويمكن إيجاد سرعة القطع من العلاقة التالية :-

$$V = \frac{n * d * n}{1000} \quad = \ldots . \text{(m/min)}$$

$$\therefore n = \frac{1000\ V}{n\ * d} \quad = \ldots \text{(r. p. m)}$$

حيث V... سرعة القطع (m/min).

d... قطر سكينة التفريز (mm).

n... عدد لفات سكينة التفريز في الدقيقة (r. p. m).

π... النسبة التقريبية 3.14

يقسم على 1000 للتحويل من متر إلى ملليمتر.

تعتمد سرعة القطع على عدة عوامل هي :-

1. نوع معدن سكينة التفريز المستخدمة.
2. نوع معدن قطعة التشغيل.
3. قطر السكينة.
4. عدد أسنان السكينة.
5. مقدار التغذية.
6. عمق القطع.
7. درجة جودة الأسطح (تخشين – تنعيم).
8. الاستعانة بسائل تبريد أو بدونه.
9. قدرة وكفاءة الماكينة.

ومن الناحية العملية تكون عادة السرعة المستعملة أثناء عمليات التفريز ، حوالي نصف السرعة المستعملة أثناء علميات الخراطة ، وإن سرعة القطع في عمليات التفريز يجب أن تتغير تغيراً عكسياً بالنسبة إلى صلادة المادة المراد تفريزها ، أي كلما كان الجزء المراد تفريزه أكثر صلادة .. كلما انخفضت سرعة دوران سكينة

التفريز ، ويجب ألا تزيد سرعة القطع في أى عملية تفريز عن المعدل النمـــوذجي ، وذلك للأسباب التالية :-

(أ) لتجنب كسر سكينة التفريز، أو فقدان الحدود القاطعة لصلادتها من خلال درجات الحرارة المرتفعة التي تؤدى إلى سرعة تآكلها وتلفها .

(ب) لتجنب الأضرار التي تلحق بماكينة التفريز .

(ج) لتجنب تحرك قطعة التشغيل من بين فكي ملزمة الماكينة أو ذبذبتها أثناء عمليات التفريز .. مما يؤدى إلى عدم جودة أسطح التشغيل .

مثال 1:

يراد تشغيل جزء معدني باستخدام سكينة تفريز قطرها 75mm ، إذا علـــم أن عدد لفاتها هي 80 r. p. m . علما بأن نوع معدن المشغولة هـــو ST 50 . أوجـــد سرعة القطع ؟

الحل:

$$\mathbf{V} = \frac{n * d * n}{1000}$$

$$= \frac{3.14X75X80}{1000} = \mathbf{18.84\ m / min}$$

مثال 2:

يراد قطع جزء معدني من حديد الصلب بواسطة سكينة تفريز قطرها 100mm إذا علم أن سرعة قطعها 24m/min. أوجد عدد لفات سكينة التفريز في الدقيقة ؟

الحل:

$$n = \frac{1000\,V}{n * d}$$

$$= \frac{1000\,X24}{3.14X100} = \mathbf{76.433\ r.\ p.\ m}$$

أي تحدد عدد لفات السكينة بالقيمة الأصغر من جدول السرعات وهي 75 لفة في الدقيقة

مقدار التغذية Feeding distance :

هي المسافة التي تقطعها سكينة التفريز في الدقيقة ، وتعتمد على نـــوع معـــدن المراد تشغيله ، وعمق القطع ، ونوعية السطح (خشن – ناعم).

كما تعتمد حساباتها على كمية الرايش المزال في الدقيقة ، ويمكن إيجاد مقـــدار التغذية في اللغة الواحدة ، أو التغذية الكلية من العلاقة التالية:-

$$Sr = Sz * Z$$

$$S = Sr * r.p.m$$

$$S = Sz * Z * r.p.m$$

حـــيث Sr... التغذية في اللغة الواحدة للسكينة بوحدة (mm) لكل دورة

S... التغذية الكلية بوحدة (mm / min)

Sz... التغذية في السنة الواحدة للسكينة بوحدة (mm) لكل سنة.

Z... عدد أسنان السكينة.

r. p. m... عدد اللفات السكينة في الدقيقة.

الزمن الأساسي لعملية التفريز The basic time for milling operation

يمكن إيجاد الزمن الأساسي لأي عملية تفريز من العلاقة التالية:-

$$t = \frac{L * n}{S}$$

حـــيث t... الزمن الأساسي التفريز بوحدة (min)

n... عدد الأشواط اللازمة لعملية التفريز.

S... معدل التغذية (التغذية الكلية) بوحدة (mm / min)

مثال:

تم تفريز قطعة تشغيل باستخدام سكينة تفريز قطرها 70 mm عدد أسنانها 14 سنة ، وكانت سرعة القطع هـــي 20 m/min ، والتغذيـــة لكـــل ســـنة 0.08 mm . المطلوب حساب معدل التغذية الكلية ؟

الحل:

$$V = \frac{\pi * D * n}{1000}$$

$$\therefore n = \frac{1000X\,20}{3014X\,70}$$

$$= \frac{1000V}{n*d} \qquad = 90.992 \text{ r. p. m}$$

$$Sr = SZ * Z$$

$$= 0.08 \times 14 = 1.12 \text{ mm / rev}$$

$$S = Sr \cdot n$$

$$= 1.2 \times 90.992 = 109.19 \text{ m / min}$$

رؤوس التقســـيم

indexing heads

تعتبر رؤوس التقسيم من أهم ملحقات الفريزة ، حيث يمكن تثبيت المشغولات وتحريكها حـــول محورها ، كما يمكن تقسيم محيطها إلى أي عدد من الأقسام المتساوية ، وذلك من خلال الاستعانة بالأقراص المثقبة الخاصة بها.

يؤدي ذلك إلى توسع في نطاق عملها لإنتاج المشغولات المطلوب تفريزها وفق الأقسام المرادة.

توجد تصميمات مختلفة من رؤوس التقسيم ، يختلف استعمال كل منها عن الآخر ، ولكنها من الناحية العملية تتحـــد جميعها في الغرض المصممة من أجله ، وهى عملية التقسيم الدقيق.

أنواع رؤوس التقسيم Indexing Head Types :

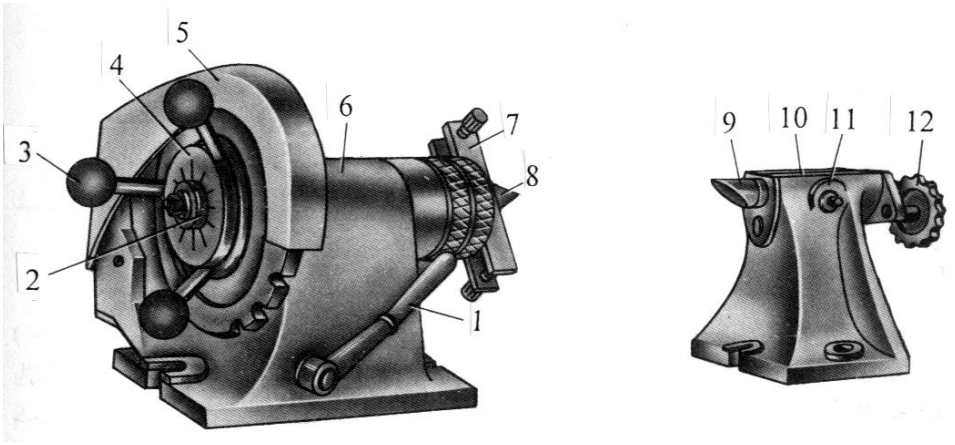
توجد تصميمات مختلفة من رؤوس التقسيم ، يختلف استعمال كل منها عن الآخر ، ولكنها تتحد جميعها من الناحية العلمية في الغرض المصممة من أجله وهي عملية التقسيم الدقيق ، وهي تنقسم إلى الأنواع التالية :-

1. رأس تقسيم مباشر.
2. رأس تقسيم بسيط.
3. رأس تقسيم جامع الأغراض .. (رأس التقسيم العام).
4. رأس تقسيم بصري.

كما توجد رؤوس تقسيم أخرى هيدروليكية تعمل بالزيوت المضغوطة ، ورئوية تعمل بالهواء المضغوط ، وكهربائية تعمل بالتيار الكهربائي.

أولاً : رأس التقسيم المباشر Diametric Indexing Head

يتكون رأس التقسيم المباشر الموضح بالرسم التخطيطي بشكل 3 – 45 من الأجزاء التالية :-



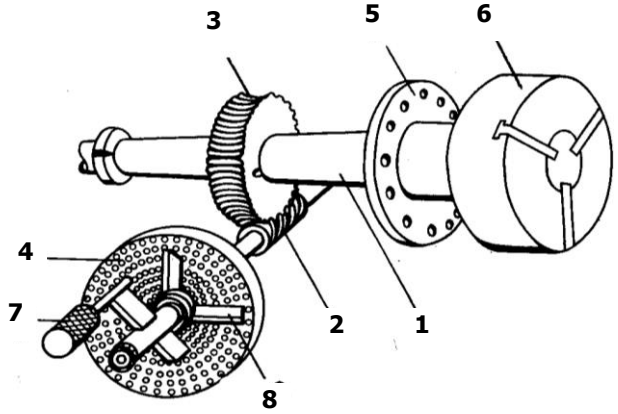
شكل 3 – 45

رأس تقسيم مباشر

1. ذراع إيقاف.
2. صامولة تثبيت قرص التقسيم المباشر.
3. مقبض.
4. قرص التقسيم المباشر.
5. غطاء حماية رأس التقسيم من الرايش.
6. جسم رأس التقسيم.
7. ظرف ذو إصبع.
8. ذنبة رأس التقسيم.
9. ذنبة الرأس المتحرك .. الغراب المتحرك.
10 الرأس المتحرك .. الغراب المتحرك.
11. مسمار تثبيت .
12. مقبض تحكم في الحركة الطولية لذنبة الرأس المتحرك.

ثانياً : **رأس التقسيم البسيط** Simple Indexing Head

يتكون رأس التقسيم البسيط الموضح بالرسم التخطيطي بشكل 3 – 46 من الأجزاء التالية :-



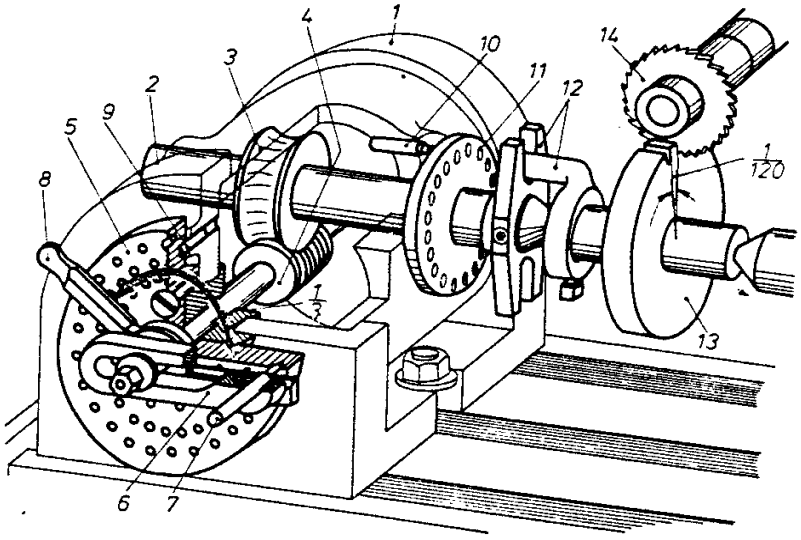
شكل 3 – 46

رأس تقسيم بسيط

1. عمود محور رأس التقسيم .. (عمود دوران رأس التقسيم).
2. دودة Worm .. (بريمة لا نهائية) بباب واحد.
3. ترس دودي Worm Gear يحتوي على 40 سنة.
4. قرص تقسيم به دوائر ، كل دائرة تحتوي على عدد من الثقوب.
5. قرص التقسيم المباشر ، يثبت على عمود دوران رأس التقسيم ، يحتوي عادة على 12 أو 24 أو 60 ثقب.
6. ظرف أو ذنبة لتثبيت المشغولات المراد تقسيمها.
7. مقبض التقسيم .. (مقبض مرفقي) يحمل سقاطة إصبعية يحكمها نابض لولبي (سوستة).
8. مقص التقسيم.

ثالثاً : رأس التقسيم العام Universal Indexing Head

رأس التقسيم العام الموضح بالرسم التخطيطي بشكل 3 – 47 يسمى أيضاً برأس التقسيم الجامع الأغراض . يتكون من الأجزاء التالية :-



شكل 3 – 47

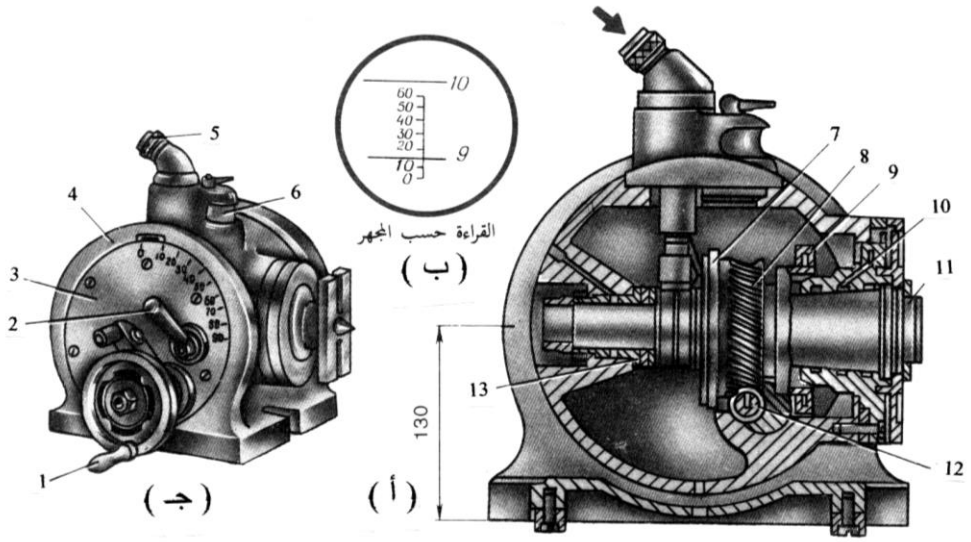
رأس التقسيم العام

1. الجسم.
2. عمود محور التقسيم.
3. ترس دودي (ترس حلزوني) يحتوي على 40 سنة.
4. دودة .. (بريمة لا نهائية ذات باب واحد.
5. قرص التقسيم المثقب .. (يمكن استبداله).
6. مرفق التقسيم .. (المقبض المرفقي).
7. سقاطة مقص التقسيم.
8. مقص التقسيم.
9. سقاطة إصبعية لتثبيت قرص التقسيم.
10. إصبع تقسيم للتقسيم المباشر.
11. قرص التقسيم المباشر السريع.
12. كلابة إدارة .. (مفتاح دوارة).
13. قطعة التشغيل.
14. مقطع التفريز .. (سكينة التفريز).

رابعا : **رأس التقسيم البصري** Optical Indexing Head

يستخدم رأس التقسيم البصري في المشغولات الهامة التي تتطلب تقسيمات غير مباشرة دقيقة ، وكذلك في فحص التقسيمات المنفذة.

يتكون رأس التقسيم البصري الموضح بشكل 3 – 48 من الأجزاء التالية :-



شكل 3 – 48

رأس تقسيم بصري

1. **مقبض تحكم في دوران البريمة اللانهائية (الدودة) والترس الدودي وعمود الدوران بالمقدار المطلوب.**
2. **مقبض تثبيت الترس الدودي وعمود الدوران.**
3. **قسم دوار به مصباح ليضيء التدريج الدائري.**
4. **جسم رأس التقسيم المثبت على طاولة الفريزة . يحتوي الجسم من الداخل على حلقة مدرجة على 360°.**
5. **عدسة عينية تحتوي على مجهر بأعلى رأس التقسيم.**
6. **حلقة مدرجة مقسمة إلى 60 قسم ، قيمة القسم دقيقة واحدة.**
7. **جلبة لا مركزية تسمح بحركة البريمة اللانهائية (الدودة) إلى أسفل ، وذلك للتدوير السريع باليد لعمود دوران رأس التقسيم.**
8. **ترس دودي.**
9. **حلقة ضاغطة.**
10. **محمل .. (كرسي محور).**
11. **عمود دوران رأس التقسيم.**

12. بريمة لا نهائية .. (دودة).

13. محمل .. (كرسي محور).

تتيـــح العدسة العينية لرأس التقسيم البصـــري الموضحة بالشكل الســـابق 7 – 48 (ج) مجال رؤية دقيقة.

يصل دقة رأس لتقسيم البصري إلى 0.25′.. أي ربع دقيقة.

يمكن حساب زاوية تدوير عمود دوران رأس التقسيم البصري مـــن خـــــلال العلاقة التالية :-

$$\propto = \frac{360^\circ}{Z}$$

$$\propto = \frac{P \times 360^\circ}{\Pi D}$$

حـــيث ∝ ... زاوية الدوران بالدرجات.

Z ... عدد أسنان الترس الدودي.

P ... خطوة التقسيمات المقاسة على دائرة قطرها D مم.

Π ... النسبة التقريبية $\frac{22}{7}$ أو 3.14 .

D ... قطر المشغولة.

أقراص التقسيم Indexing Plate :

يلحق عادة برأس التقســـيم بثلاثة أقراص يحتوي كل منهما على دوائـــر بهـــا ثقوب بأعـــداد مختلفة ، يختلف أعداد هذه الثقوب من قرص إلى آخـــر ، فيمـــا يلـــي جدول 3 – 2 الذي يوضح أرقام الأقراص وأعداد الثقوب بكل منها.

جدول 3 – 2

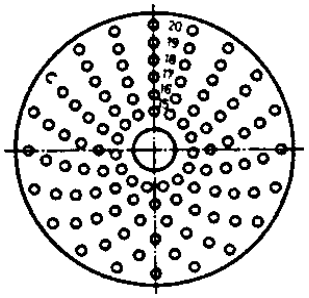
الأقراص الملحقة برأس التقسيم وأعداد الثقوب بكل منها

رقم القرص	عدد ثقوب الدائرة					
	الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة	السادسة
الأول	15	16	17	18	19	20
الثاني	21	23	27	29	31	33
الثالث	37	39	41	43	47	49

توزع أحياناً هذه الثقوب على قرصين فقط ، وفي الماكينات الحديثة توزع الثقوب على قرص واحد من الجهتين.

الغرض من هذه الأقراص ، هو تعدد الثقوب التي تتيح مجال أكبر للحصول على قيمة الكسر الناتج لدورة مرفق التقسيم ، بحيث يكون الناتج لمقام الكسر مساوياً لعدد ثقوب إحدى دوائر الثقوب الموجودة في أحد أقراص التقسيم .

شكل 3 – 49 يوضح أحد أقراص رؤوس التقسيم المثقبة.



شكل 3 – 49

قرص تقسيم مثقب

تروس التغيير Change Gears :

توجد مجموعة تروس تغيير (تروس قابلة للتبديل) ، ملحقة بكل رأس تقسيم ، الغرض من هذه التروس هو استخدامها في حالات التقسيم الفارقي والتفريز الحلزوني ، والذي لا يمكن إجراؤه بالتقسيم المباشر.

أعداد أسنان تروس التغيير هي كالآتي :-

24 – 24 – 28 – 32 – 36 – 40 – 44 – 48 – 56 – 64 – 72 – 86 – 96 – 100.

ملحقات رؤوس التقسيم

المستخدمة لتثبيت المشغولات

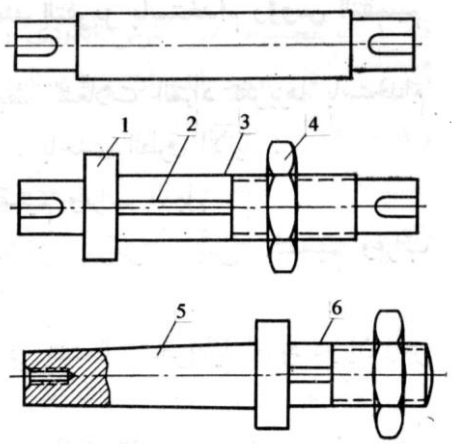
Indexing Head Belongings

تحتاج قطع التشغيل المتعددة الأشكال والأحجام المطلوب تفريزها باستخدام رؤوس التقسيم إلى ربطها أو تثبيتها بوسائل تثبيت مختلفة ، وذلك لتحريكها حول محورها بالزاوية المطلوبة بدقة وبشكل آمن ، بحيث تمكنها من تحمل ردود أفعال القوى الناشئة من عمليات التفريز.

وهناك عدة طرق لربط وتثبيت مثل هذه المشغولات ، تختلف كل منها عن الأخرى باختلاف أشكالها.

فيما يلي عرض الطرق المختلفة لتثبيت وربط المشغولات المراد تفريزها باستخدام رؤوس التقسيم.

1. تثبت المشغولات الطويلة بين ذنبتين .. (ذنبة رأس التقسيم وذنبة الرأس المتحرك) شكل 3 – 50 (أ).
2. تثبت المشغولة التي على شكل أقراص أو جلب على شاقة وتثبت ، الشاقة بين ذنبتين .. (ذنبة رأس التقسيم وذنبة الرأس المتحرك) شكل 3 – 50 (ب).
3. تثبتت المشغولة على شاقة ثم تثبت الشاقة بالفتحة المخروطية بعمود دوران رأس التقسيم شكل 3 – 50 (ج).



شكل 3 – 50

شاقات التثبيت

(أ) تثبت المشغولة بين ذنبتين.

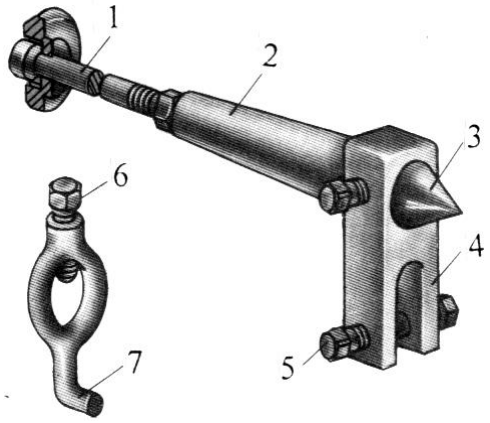
(ب) تثبت المشغولات التي على شكل أقراص وجلب على شاقة ، وتثبت الشاقة بين ذنبتين.

(ج) تثبتت المشغولة على شاقة ثم تثبت الشاقة بالفتحة المخروطية بعمود دوران رأس التقسيم

1. **جزء بالشاقة ذي قطر كبير (كتف).**
2. **مجرى خابور .. يوضع خابور ما بين المجرى والمشغولة ، عند تفريز المشغولات التي تتعرض لقوى قطع كبيرة.**
3. **جزء اسطواني أملس.**
4. **صامولة لإحكام ربط المشغولة.**
5. **ساق مخروطي يدفع بالفتحة المخروطية لعمود دوران رأس التقسيم ، ويحكم تثبيته من خلال مسمار قلاووظ خاص.**
6. **جزء اسطواني يحتوي على مجرى خابور ، يوضع خابور بين المجرى والمشغولة المراد تفريزها عند تعرضها لقوى قطع كبيرة.**

4. تثبيت المشغولات الطويلة مثل الأعمدة التي تثبت ما بين ذنبتين (ذنبة مع ذراع تحريك) شكل 3 – 51 (أ).

تركب الذنبة 3 في ذراع التحريك 4 على جزء مسطح بالذنبة ، ويدفع الجزء المخروطي للذنبة 2 في الفتحة المخروطية لعمود دوران رأس التقسيم ، ويحكم تثبيت الذنبة بالطرف الخلفي لعمود دوران رأس التقسيم من خلال المسمار الملولب 1 . أما مفتاح الدوارة الموضح بشكل 3 – 51 (ب) فإنه يثبت على المشغولة المراد تفريزها بواسطة المسمار الملولب 6 ، ويضع الطرف المعقوف 7 في مجرى ذراع التحريك 4 ويثبت بالمسمارين 5.



شكل 3 – 51

تجهيزة تثبيت عبارة عن ذنبة وذراع تحريك

(ملحقات تثبيت المشغولات)

(أ) ذنبة مع ذراع تحريك.

(ب) مفتاح دوارة.

1. مسمار ملولب لأحكام تثبيت الذنبة بعمود دوران رأس التقسيم.

2. جزء مخروطي طويل .. (مخروط ناقص).

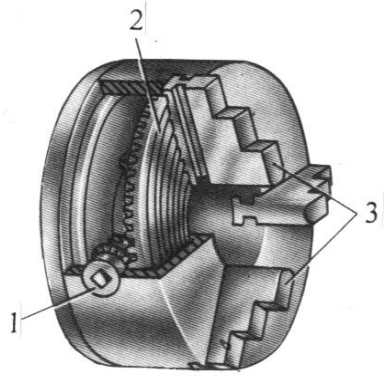
3. ذنبة تحتوى على جزء مسطح.

4. ذراع تحريك يركب على الجزء المسطح بالذنبة.

5. مسمارين تثبيت.

5. تثبيت المشغولات بربطها في ظرف ثلاثي الفكوك (الظرف المتمركز ذاتياً) شكل 3 – 52 الذي يثبت بلولب عمود دوران رأس التقسيم.

تجري حركة الفكوك الثلاثة 3 عند وضع مفتاح الظروف ودورانه بالجزء المفرغ ذي المقطع المربع 1 الذي ينتهي بمسنن مخروطي معشق مع القرص المسنن 2 المزود جانبه الخلفي بأخاديد حلزونية التي تتعشق مع أخاديد حلزونية للفكوك الثلاثة ، حيث تتحرك الفكوك الثلاثة إلى الداخل أو إلى الخارج أثناء حركة الربط أو الفك.



شكل 3 – 52

ظرف ثلاثي الفكوك ذاتي التمركز

1. جزء مفرغ ذي مقطع مربع.

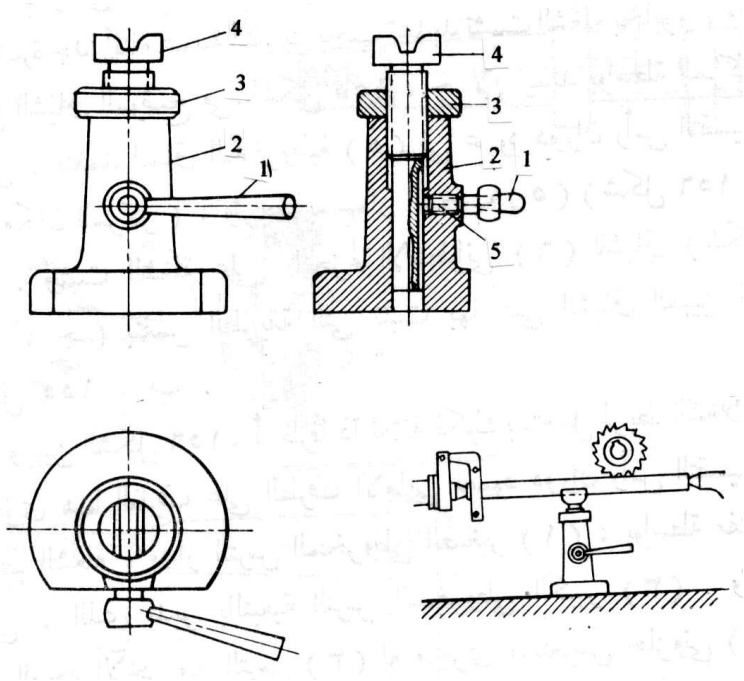
2. قرص يحتوي أحد جانبيه على مسنن مخروطي والجانب الآخر على أخاديد حلزونية.

3. الفكوك الثلاثة بالظرف.

6. تثبيت المشغولات الطولية ما بين الذنبتين (ذنبة رأس التقسيم وذنبة الرأس المتحرك) مع الاستعانة برافعة شكل 3 – 53 (أ) كمسند إضافي وذلك تلافياً لانحناء المشغولة أثناء عمليات التفريز.

توضع المشغولة المراد تفريزها على المجرى المنشوري الذي على شكل حرف V الموجود برأس لولب الرافعة 4 ، ويتحدد وضع إرتفاع اللولب من خلال الصامولة 3 ، ويعمل مسمار الربط 5 الذي ينتهي بالذراع 1 عند دخول طرفه في مجرى الفتيل 4 على تثبيته بالارتفاع المطلوب . شكل 3 – 53 (ب) يوضح طريقة استخدام الرافعة.

يراعى عند استخدام الرافعة ، ارتفاع لولبها بحذر تلافياً لانحناء الجزء المعرض للتشغيل.



شكل 3 – 53

رافعـــــة

1. **ذراع مسمار التثبيت.**
2. **جسم الرافعة.**
3. **صامولة.**
4. **قاعدة منشورية على شكل حرف V.**
5. **مسمار تثبيت ارتفاع الرافعة.**

استخدام رؤوس التقسيم Usage of Indexing Heads :

تستخدم رؤوس التقسيم في إنتاج المشغولات وفق تقسيم معين كالآتي :-

1. إنتاج المشغولات المضلعة المختلفة ، مثل المضلعات ذات الثلاثة أضلاع – الأربعة أضلاع – الخمسة أضلاع – الستة أضلاع – السبعة أضلاع – الثمانية أضلاع ..... الخ.
2. إنتاج التروس بأنواعها وأشكالها المختلفة.
3. إنتاج مقاطع التفريز (سكاكين التفريز) ــ الثقابات (البنط) ــ البراغل ــ ذكور القلاووظ.
4. تفريز المجاري المستقيمة والحلزونية.
5. تشكيل الحدبات والأقراص والقارنات المسننة.
6. تشكيل المراود .. (الأعمدة المخددة ذات الأسنان المستقيمة والحلزونية).
7. إنتاج الأجزاء القياسية للماكينات مثل رؤوس المسامير الملولبة ــ أضلاع الصواميل.

طرق التقسيم

Indexing

تختلف المشغولات المراد تقسيمها عن بعضـــها البعض باختلاف نوع التقســـيم .. تقسيم مباشر ــ تقسيم غير مباشر ــ تقسيم فارقي ــ (تفاضلي) ــ تفريز حلزوني ، كما تختلف أيضاً رؤوس التقسيم المستخدمة لكل منها.

.. فيما يلي عرض تفصيلي لطرق التقسيم المختلفة.

التقسيم المباشر

Direct Indexing

عند القيام بالعديد من عمليات التفريز المرتبطـــة بالتقســـيم المباشـــر ، تكـــون الرؤوس الأكثر إنتاجية والاقتصادية هي تلك الرؤوس التي يتم بمساعدتها تنفيذ التقسيم

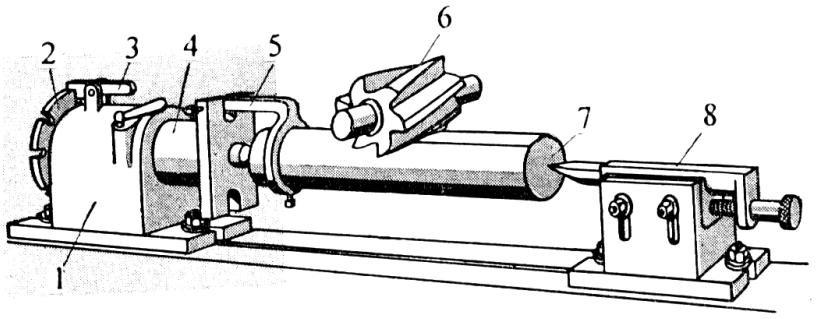
المباشر فقط ، علماً بأنه في حالة التقسيم المباشر لا تكون البريمة اللانهائية (الـــدودة) والترس الدودي في رأس التقسيم معشقان.

تثبت قطعة التشغيل المراد تقسيمها ما بين ذنبة رأس التقسيم وذنبة الرأس المتحرك (الغراب المتحرك) كما هو موضح بشكل 3 – 54 ويستخدم للتقسيم قرص قابل للتبديل يحتوي غالباً على 12 أو 24 ثقب أو مجرى ، حيث يثبت على محور التقسيم بالجانب الأيسر لرأس التقسيم . علماً بأنه يوجد أقراص تقسيم قابلة للتبديل تحتوي على 16 ــ 24 ــ 36 ــ 42 ــ 60 ثقب أو مجرى .

في حالة وجود قرص تقسيم يحتوي على 12 ثقب أو مجرى فإنه يمكن الحصول على التقسيمات التالية :-

2 ــ 3 ــ 4 ــ 6 ــ 12 قسماً متساوياً .

الغرض من اســـتخدام أقراص التقسيم المباشرة ، هو تقسيم المشغولات المطلوبة عن طريق تقسيم دائرة ثقوب القرص إلى أي عـــدد من الأقسام المتساوية بدون باق.



شكل 3 – 54

رسم تخطيطي لرأس تقسيم مباشر أثناء التشغيل

1. رأس تقسيم مباشر.
2. قرص التقسيم المباشر.
3. سقاطة.
4. محور التقسيم .. (عمود دوران رأس التقسيم).
5. مفتاح دوارة.

6. سكينة تفريز.
7. قطعة تشغيل.
8. الرأس المتحرك .. (الغراب المتحرك).

تفريز المضلعات المنتظمة والتروس

بطريقة التقسيم المباشر

يستخدم رأس التقسيم المباشـــر في تقسيم المشغولات المراد تفريزها والتي تقبل القسمة على عـــدد ثقوب قرص تقسيم رأس التقسيم المباشـــر بدون باق .. مثل تقسيم مجاري الأعمدة ــ تفريز الأعمدة المخـــددة ــ تشكيل المضلعات ذات المقـــاطـــع .. (المثلثة ــ المربعة ــ المثمنة ــ الإثنى عشر ضلعاً) ــ فتح أســـنان التـــروس ..... وغيرها.

في مثل هذه الحالة .. (حالة التقسيم المباشر) لا تكون الدودة Worm والترس الدودي Worm Gear لمجموعة التروس الدودية في رأس التقســـيم معشقة ، ويتم ذلك بإدارة محمل الدودة القابلة للإدارة اللامركزية.

يستخدم للتقسيم قرص تقسيم يحتوي عادة على 12 أو 24 ثقباً ، علماً بأنه يوجد أقراص تقسيم تحتوي على الثقوب التالية :-

16 ــ 36 ــ 42 ــ 60 ثقب.

ملاحظة :

يمكن إستبدال قرص التقسيم بأقراص ذات أعداد ثقوب أخرى.

المضلعات المنتظمة :

هي مضلعات ذات أشكال محددة بعدد أضلاع متساوية في الطول والزوايا . ولتنفيذ المضلعات المنتظمة على ماكينات التفريز عن طريق رأس التقسيم (جهاز التقسيم) بالتقسيم المباشر السريع ، فإنه يجب معرفة بعض البيانات الخاصة بالمضلع كالآتي :-

1. قطر القطعة المراد عمل المضلع المنتظم بها.
2. عدد أضلاع المضلع المطلوب تفريزه ، وطول الضلع والمسافة بين كل ضلعين متوازيين.
3. عمق القطع للحصول على الشكل المطلوب.
4. التقسيم المطلوب .. أى معرفة ما يخص كل ضلع من عدد دورات مرفق التقسيم ، أو التقسيم بالزاوية المطلوبة.
5. نوع مقطع التفريز المستخدم .. وهذا مرتبط بشكل السطح الذي يجرى عليه التفريز.

يمكن إيجاد عدد مسافات التباعد بين ثقوب قرص التقسيم المطلوب تحركها من العلاقة التالية :-

$$\text{عدد مسافات التباعد بين ثقوب قرص التقسيم} = \frac{\text{عدد ثقوب قرص التقسيم}}{\text{عدد التقسيمات المطلوبة}}$$

أو بالعلاقة التالية :-

$$n = \frac{Z}{T}$$

حـيث n ... عدد مسافات التباعد الثقبية.

Z ... عدد ثقوب قرص التقسيم .. (عادة يكون عد أسنانه 40 سنة).

T ... عدد التقسيمات المطلوبة.

يمكن إيجاد طول ضلع المضلع المنتظم والمسافة بين الضلعين المتوازيين من العلاقة التالية :-

$$\text{طول ضلع المضلع} = \text{جا} \frac{180^\circ}{\text{عدد الأضلاع}} \times \text{القطر}$$

$$\text{المسافة بين ضلعين متوازيين} = \text{جتا} \frac{180^\circ}{\text{عدد الأضلاع}} \times \text{القطر}$$

.. مما سبق فإنه يمكن تفريز المضلعات المختلفة بدقة.

مثال 1 :

يراد تشكيل مضلع منتظم مكون من 8 أضلاع متساوية (منشور ثماني) على جزء اسطواني ، علماً بأن قرص التقسيم الموجود برأس التقسيم يحتوي على 24 ثقب . أوجد عدد مسافات التباعد بين الثقوب المطلوب تحركها ؟

الحل :

$$\text{عدد مسافات التباعد بين ثقوب قرص التقسيم} = \frac{\text{عدد ثقوب قرص التقسيم}}{\text{عدد الأقسام المطلوب تفريزها}}$$

$$n = \frac{Z}{T}$$

$$= \frac{24}{8} = 3 \longrightarrow$$ أي 3 مسافات تباعد ثقبية

مثال 2 :

يراد تشكيل مضلع منتظم مكون من 12 ضلع على جزء اسطواني ، علماً بأن قرص التقسيم الموجود برأس التقسيم يحتوي على 24 ثقب . أوجد عدد مسافات التباعد الثقبية ؟

الحل :

$$n = \frac{Z}{T}$$

$$= \frac{24}{12} = 2 \longrightarrow$$ أي مسافتان (تباعد بين ثلاثة ثقوب)

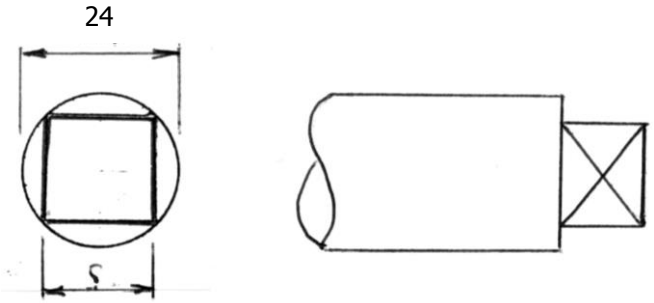
مثال :

يراد تشكيل مربع على قطعة اسطوانية قطرها 24 ملليمتر كما هو موضح بشكل 3 – 11 باستخدام التقسيم المباشر السريع بجهاز التقسيم . أوجد الآتي :-

(أ) طول ضلع المربع.

(ب) قيمة التغذية من كل جهة.

(ج) عدد مسافات التباعد بين الثقوب المطلوب تحركها لكل ضلع من أضلاع المربع.



شكل 3 – 11

تشكيل مربع باستخدام التقسيم المباشر السريع

الحل :

(أ) طول ضلع المربع (المسافة بين الضلعين) = $\frac{\text{جا } 180°}{\text{عدد الأضلاع}} \times$ القطر

$$= \frac{\text{جا } 180°}{4} \times 24$$

$$= \text{جا } 45° \times 24$$

$$= 0.7071 \times 24 = 16.9 \text{ ملليمتر}$$

(ب) إيجاد قيمة التغذية من كل جهة من الآتي :–

التغذية من الجهتين = القطر – طول الضلع

$$= 24 - 16.9 = 7.1 \text{ ملليمتر}$$

التغذية من جهة واحدة .. (التغذية من كل جهة) = $7.1 \div 2 = 3.55$ ملليمتر

(ج) عدد مسافات التباعد بين الثقوب المطلوب تحركها لكل ضلع من أضلاع المربع = $\frac{\text{عدد ثقوب قرص التقسيم}}{\text{عدد الأضلاع}}$

مسافات تباعد ثقبية = $\frac{24}{4}$ = 6

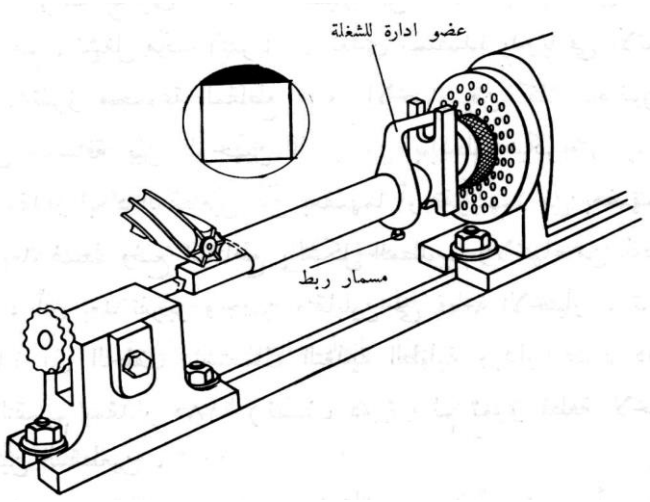
مثال 2 :

يراد تشكيل مربع على قطعة اسطوانية الشكل قطرها 45.3 ملليمتر باستعمال سكينة تفريز طرفية كما هو موضح بشكل 3 – 55 باستخدام التقسيم المباشر السريع برأس التقسيم . أوجد الآتي :-

(أ) طول ضلع المربع أو المسافة بين الضلعين المتقابلين .

(ب) قيمة التغذية من كل جهة .

(ج) عدد مسافات التباعد بين الثقوب المطلوب تحركها لكل ضلع من أضـــلاع المربع .



شكل 3 – 55

تفريز مربع بواسطة سكينة تفريز طرفية

الحل :

توضع قطعة التشغيل المراد تقسيمها بين مركزي رأس التقسيم المباشر والرأس المتحرك (الغراب المتحرك) على ماكينة تفريز أفقية.

(أ) طول ضلع المربع .. أو المسافة بين الضلعين المتقابلين =

$$= \frac{\text{جا } 180°}{\text{عدد الأضلاع}} \times \text{القطر}$$

$$= \frac{\text{جا } 180°}{4} \times 45.3$$

$$= \text{جا } 45° \times 45.3$$

$$= 0.7071 \times 45.3 =$$

32.03 ملليمتر

أي 32 ملليمتر

(ب) إيجاد قيمة التغذية من كل جهة من الآتي :-

التغذية من الجهتين = القطر – طول الضلع

= 45.3 – 32 = 13.3 ملليمتر

التغذية من جهة واحدة أو التغذية من كل جهة = 13.3 ÷ 2 = 6.65 ملليمتر

(ج) عدد مسافات التباعد بين الثقوب المطلوب تحركها لكل ضلع من أضلاع المربع =

$$= \frac{\text{عدد ثقوب قرص التقسيم}}{\text{عدد الأقسام المطلوبة}} = \frac{24}{4} = 6 \text{ ثقوب}$$

خطوات العمل :

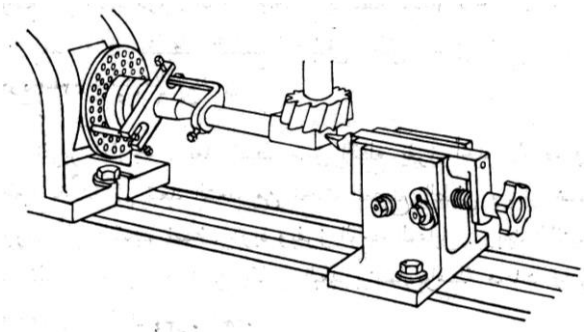
يثبت رأس التقسيم والرأس المتحرك (الغراب المتحرك) على صينية ماكينة تفريز أفقية .. ويتبع الآتي :-

1. تنظيف صينية ماكينة التفريز والمجاري الطولية من الرايش ، ثم يزيت السطح بطبقة رقيقة من الزيت.
2. يثبت رأس التقسيم والرأس المتحرك (الغراب المتحرك) على صينية ماكينة

التفريز الأفقية ، ويحكم ربطهما بالمسامير الخاصة بها والصواميل.

3. تثبت قطعة التشغيل المراد تفريزها مابين ذنبتي رأس التقسيم والرأس المتحرك (الغراب المتحرك).
4. يثبت مقطع تفريز طرفي (سكينة تفريز طرفية) في عمود دوران الفريزة الأفقية عن طريق جلبة وسيطة ، ويحكم تثبيتها بواسطة مسمار داخلي.
5. يفرز الوجه الأول بعد ضبط عمق القطع ، وبعد الانتهاء من تفريز الوجه الأول ، تبعد الشغلة من أسفل مقطع التفريز الطرفي.
6. يدار عمود دوران رأس التقسيم بمقدار نصف دورة ويفرز الوجه المقابل ، وبعد الانتهاء من تفريز الوجهين المتقابلين ، يراجع قياس البعد بينهما بواسطة قدمة ذات ورنية أو ميكرومتر قياس خارجي.
7. يدار عمود دوران رأس التقســيم بمقدار 90° .. أى ربع دورة ، ويفرز الوجه الثالث.
8. يدار عمود دوران رأس التقسيم بمقدار 180° ويفرز الوجه الرابع الأخير.

ونظراً لأن تفريز الأوجه ما هي إلا تفريز أسطح مستوية ، فإنه يمكن استعمال ماكينة تفريز رأسية ومقطع تفريز وجهي كما هو موضح بشكل 3 – 56 إذا سمحت شكل المشغولة بذلك.



شكل 3 – 56

تفريز مربع بواسطة مقطع تفريز وجهي

مثال 3 :

مجوعة قطع اسطوانية صغـيرة أقطارها 25.4 ملليمتر يراد تفريـز أوجههـا بشكل مسدس على ماكينة تفريز أفقية لإنتاج مجموعة صواميل كما هو موضح بشكل 3 – 57 باستخدام مقطع تفريز اسطواني . ما هي خطوات العمل اللازمة لذلك ؟

خطوات العمل :

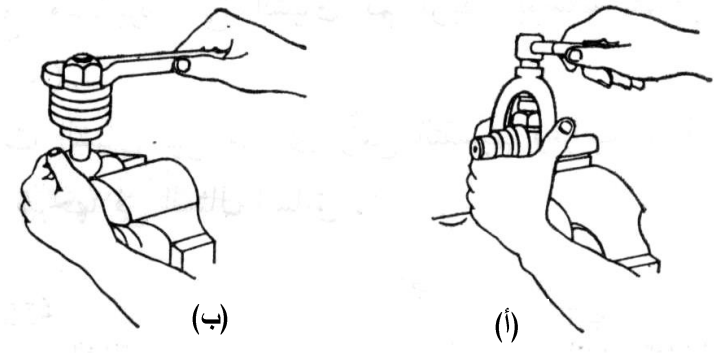
يثبت رأس التقسيم والرأس المتحرك (الغراب المتحرك) على صـينية ماكينـة تفريز أفقية .. ويتبع الآتي :-

1. تنظيف صينية ماكينة التفريز والمجاري الطولية من الرايش ، ثم يزيت السطح بطبقة رقيقة من الزيت.
2. يثبت رأس التقسيم والرأس المتحرك (الغراب المتحرك) على صينية ماكينة التفريز ، ويحكم ربطهما بالمسامير الخاصة بها والصواميل.
3. تثبيت مفتاح دوارة ذو قطر مناسب على شاقة يحتوى جانبيها على مركزين في ملزمة كما هو موضح بشكل 3 – 57 (أ).
4. تثبيت الشاقة المثبت بها مفتاح الدوارة في ملزمة ، ويثبت بها مجموعة القطع الاسطوانية الصغيرة .. وليكن 4 قطع ، ثم يحكم ربطهم بصامولة كما هو موضح بشكل 3 – 57 (ب).
5. ثبت الشاقة ما بين مركزي رأس التقسيم والرأس المتحرك (الغراب المتحرك) بالطريقة الموضحة بالمثال السابق.
6. يتم تفريز الأوجه باستخدام مقطع تفريز اسطواني (سكينة وجهية) ، ويفرز الوجه الأول بعد ضبط عمق القطع ، ثم يدار عمود دوران رأس لتقسيم بمقدار 180° (نصف دورة) ويفرز الوجه الرابع المقابل ، ثم يراجع قياس البعد بينهما، ثم تفرز الأسطح الأخرى بالتتابع مع إدارة عمود دوران رأس التقسيم عند تفريز كل وجه بالمقدار التالي :-

عدد مسافات التباعد بين الثقوب المطلوب تحركها لكل ضلع من أضلاع المسدس = عدد ثقوب قرص التقسيم / عدد الأقسام المطلوب تفريزها

$$= \frac{24}{6} = 4 \text{ تباعدات ثقبية}$$

أي أنه يلزم دوران مرفق التقسيم عند تفريز كل وجه بمقدار 4 تباعدات ثقبية من دائرة ثقوب قرص التقسيم الأمامية التي تحتوي على 24 ثقب.



شكل 3 – 57

تثبيت القطع الاسطوانية الصغيرة على شاقة

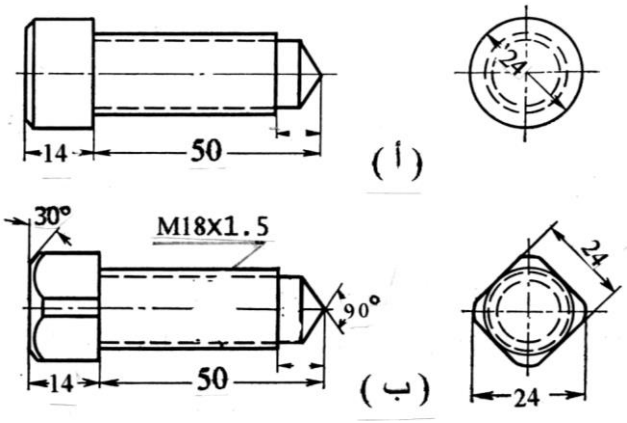
(أ) تثبيت مفتاح دوارة على شاقة يحتوي جانبيها على مركزين.

(ب) تثبيت مجموعة القطع الاسطوانية الصغيرة على شاقة ويحكم ربطهم بصامولة.

تفريز أسطح المضلعات باستخدام مجموعة سكاكين تفريز :

شكل 3 – 58 (أ) يوضح مسمار قلاووظ له رأس اسطواني ، يراد تفريز الوجه الاسطواني بشكل مربع بالأبعاد الموضحة بشكل 3 – 58 (ب).

يفرز أوجه الرأس المربع المطلوب على ماكينة تفريز أفقية باستخدام رأس تقسيم مباشر أو بسيط مع استعمال مقطعين جانبيين (سكينتين جانبيتين).



شكل 3 – 58

مسمار قلاووظ

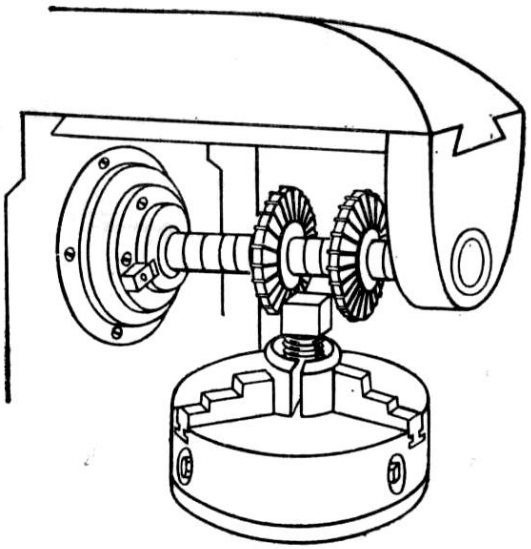
خطوات العمل :

ربط الشغلة المراد تفريزها في ظرف ذو ثلاثة فكوك (ظرف متمركـــز ذاتيـــاً) بعمود دوران رأس التقسيم المثبت رأسياً ، مع حماية القلاووظ من التلف من خلال لفه في جلبة أو شريحة من النحاس الأصفر أو الأحمر ذات سمك 0.75 ــ 1.0 ملليمتر.

يجري تفريز الأوجـــه باســـتخدام سكينتين جانبيتـــين كما هو موضـــح بشكل 3 – 59 ، والتأكد من البعد بين الحدين القاطعين لكل من السكينتين ، بحيث تكـــون مساوية للبعد المطلوب للوجهين المقابلين.

يفرز وجهين مقابلين ، ثم يدار عمود دوران رأس التقسيم بمقدار 180° (نصف دورة) ، ويفرز الوجهين الآخرين بالطرق السابق ذكرها.

يراعى تثبيت المسند برأس الفريزة (التمساح) ، بحيث يكون أقرب ما يمكن من سكينة التفريز .. (في حدود المسافة) التي يسمح بها رأس التقسيم.

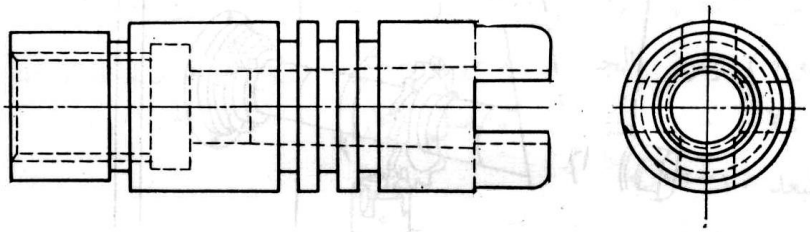


شكل 3 – 59

تفريز الأوجه الأربعة لمسمار قلاووظ استخدام مقطعين تفرز

تفريز المجاري العرضية بالأعمدة :

شكل 3 – 60 يوضح جزء مكني اسطواني الشكل . يراد تفريز أربعة مجاري مستقيمة بطرفه.



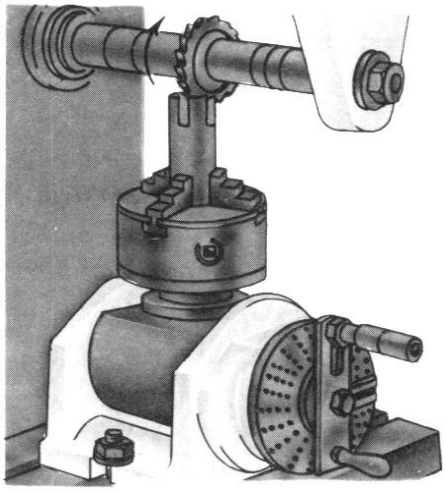
شكل 3 – 60

جزء مكني يراد تفريز طرفه بأربعة مجاري مستقيمة

تتم مثل هذه المشغولات على ماكينة تفريز أفقية ، مع ربط المشغولة في ظرف ذو ثلاثة فكوك (ظرف متمركز ذاتياً) بعمود دوران رأس التقسيم المثبت رأسياً كما هو موضح بشكل 3 – 61.

ولكي يكون التفريز أكثر إنتاجية ، فإنه يجب اختيار سكينة تفريز جانبية (سكينة تفريز وجه وجانبين) .. أي ذات أسنان مختلفة الاتجاه . ونظراً لأن عمق القطـــع 15 ملليمتر في حين أن فتحة تثبيت سكينة التفريز 27 ملليمتر ، فإنه يجب اختيار ســـكينة تفريز جانبية بقطر لا يقل عن 80 ملليمتر.

وللحصول على المجاري المستقيمة المطلوب تفريزها ، فإنه يجـــب أن يكـــون عرض سكينة التفريز أقل من بعد المجرى ، وليكن عرض السكينة المستخدمة في هذه الحالة 8 ملليمتر .. أي يكون مقاس السكينة 80 × 8 × 27 ملليمتر.



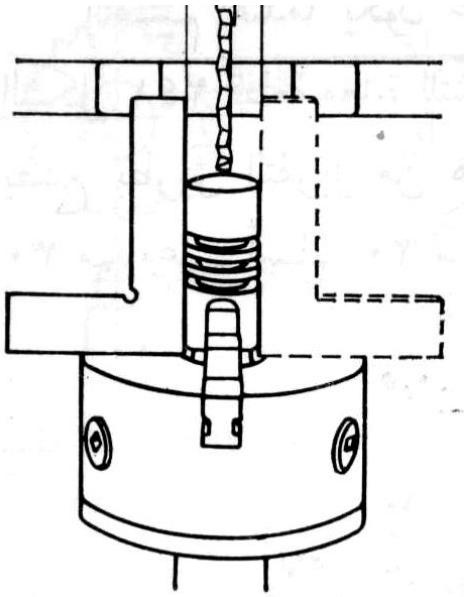
شكل 3– 61

تفريز المجاري الطرفية للأعمدة الاسطوانية

خطوات العمل :

يثبت رأس التقسيم بعد وضع عمود دورانه بشكل رأسي ، وتثبت قطعة التشغيل في الظرف جيداً .. ويتبع الآتي:–

1. يعدل وضع قطعة التشغيل أسفل مقطع التفريز ، بحيث يكون محورها مطابق مع محور السكينة ، ويمكن الاستعانة بزاوية قائمة لتحقيق دقة الضبط كما هو موضح بشكل 3 – 62 ، ويفرز مجرى بعرض سكينة 8 ملليمتر بالعمق المطلوب.



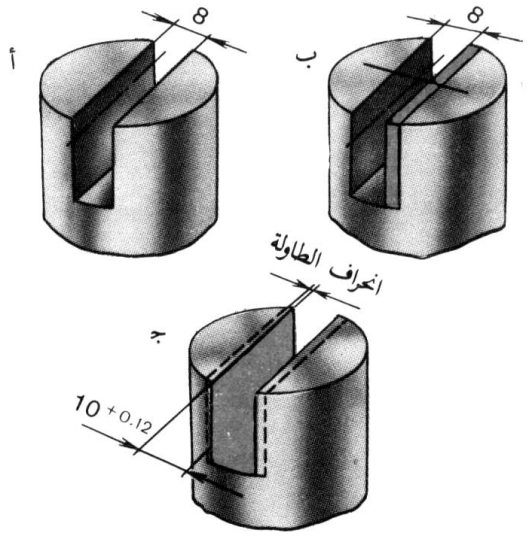
شكل 3 – 62

ضبط تطابق محور المشغولة مع محور سكينة التفريز

2. يدار عمود دوران رأس التقسيم بمقدار 180^{o} (نصف دائرة) ، ويعاد تفريز المجرى بالعمق المطلوب مرة أخرى ، حيث تفصل الزوائد من الجوانب فقط.

3. قياس عرض المجرى ، ثم تستعمل التغذية العرضية للصينية ، بحيث تحرك الشغلة بمقدار نصف الفرق للبعد الحقيقي للمجرى وهي 10 ملليمتر ، ويفرز أحد جوانبه ، ثم يدار عمود دوران رأس التقسيم بمقدار 180° ليفرز الجانب الآخر للوصول إلى البعد الحقيقي المطلوب للمجرى شكل 7 – 63.

4. يدار عمود دوران رأس التقسيم بمقدار 90° (ربع دورة) ، حيث يفرز جانب المجرى الثانية ، ثم يدار بمقدار 180° (نصف دورة) ليفرز الجانب الآخر للمجرى الثانية.



شكل 3 – 63

تعاقب عمليات تفريز المجرى

تفريز مجاري عرضية بصامولة مسدسة :

شكل 3 – 64 يوضح صامولة مسدسة يوجد بأحد جانبيها 6 مجاري عرضية (مجاري خاصة للتيل).

تتم مثل هذه المشغولات على ماكينة تفريز أفقية ، مع ربط المشغولات في ظرف ذو ثلاثة فكوك (ظرف متمركز ذاتياً) بعمود دوران رأس التقسيم المثبت رأسياً كما هو موضح بالشكل السابق 3 – 62 .. ويتبع الآتي :-

1. يعدل وضع قطعة التشغيل أسفل مقطع التفريز ، بحيث يكون محورها متطابق مع محور السكينة.
2. اختيار مقطع تفريز (سكينة تفريز) سمكها يطابق عرض المجاري لمطلوب تفريزها.

ولغرض الحصول على مجاري دقيقة بالمشغولة المراد تفريزها ، فإنه يجب اختيار مقطع تفريز جانبي (سكينة تفريز وجه وجانبين) .. أي ذات أسنان مختلفة الاتجاه.

3. تثبيت قطعة التشغيل المراد تفريزها (الصامولة) على شاقة يوجد بأحد جانبيها قلاووظ m 24 × 3 ، وهو نفس قطر وسـن قلاووظ الصامولة ، وتثبت الشاقة بالظرف جيداً.

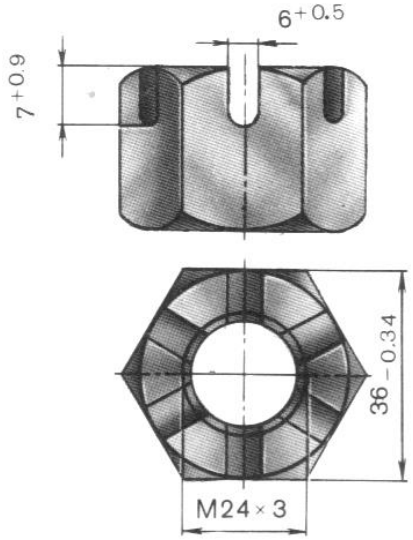
4. يستخدم رأس تقسيم مباشر في تفريز المجاري العرضية للصامولة بالعمق المطلوب بالتتابع ، حـيث يدار رأس التقسـيم عند تفريز كل مجرى بالمقدار التالي :-

$$n = \frac{Z}{T} = \frac{24}{3} = 6 \quad \text{.....} \quad \text{(6 تباعدات ثقبية)}$$

أي أنه يلزم دوران مرفق التقسيم عند تفريز كل مجرى بمقدار 6 مسـافات تباعد بين ثقوب من دائرة ثقوب قرص التقسيم الأمامي التي تحتوي على 24 ثقب.

ملاحظـة :

يمكن الحصول على 6 مجاري عرضية بالصامولة عند تفريز ثلاثـة مجـاري بكامل السطح الجانبي للمشغولة.



شكل 3 – 64

تفريز مجاري عرضية بصامولة مسدسة

التقسيم غير المباشر

Indirect Indexing

يستخدم رأس التقسيم البسيط في التقسيم الغير مباشر ، حيث يدار عمود محور رأس التقسيم (عمود دوران رأس التقسيم) عبر بريمة لا نهائية (دودة) وترس دودي . تبلغ نسبة نقل الحركة في مجموعة التروس الدودية 40 : 1 .

يجري حساب التقسيم بموجب قرص تقسيم ثابت ، من خلال مرفق التقسيم المرتبط بعمود دوران رأس التقسيم عن طريق تعشيقة دودية . يوضح شكل 3 – 65 قطاع ورسم تخطيطي لرأس تقسيم بسيط.

يحتوي رأس التقسيم البسيط من الداخل على بريمة لا نهائية (دودة) ذات باب واحد معشقة مع ترس بريمي (ترس دودي) يحتوي على 40 سنة . هذا يعني إنه عند دوران البريمة (الدودة) لفة واحدة من خلال مرفق التقسيم .. يتحرك الترس البريمي سنة واحدة فقط .. أي يتحرك حركة دائرية بمقدار $\frac{1}{40}$ من اللفة ، وكذلك تتحرك المشغولة حركة دائرية بمقدار $\frac{1}{40}$ من محيطها ، أي بزاوية قدرها $9 = \frac{360}{40}$ درجات ، وبالتالي يمكن قطع مسنن (ترس) يحتوي على 40 سنة .

هذا يعني إنه عند دوران المشغولة لفة واحدة ، فإنه يجب دوران مرفق التقسيم المتصل مباشرة بالبريمة (الدودة) 40 لفة كاملة.

وعند دوران المشغولة نصف لفة 180° .. فإنه يجب دوران 20 لفة كاملة .... وهكذا.

بذلك يمكن حساب عدد دورات مرفق التقسيم من خلال العلاقة التالية :-

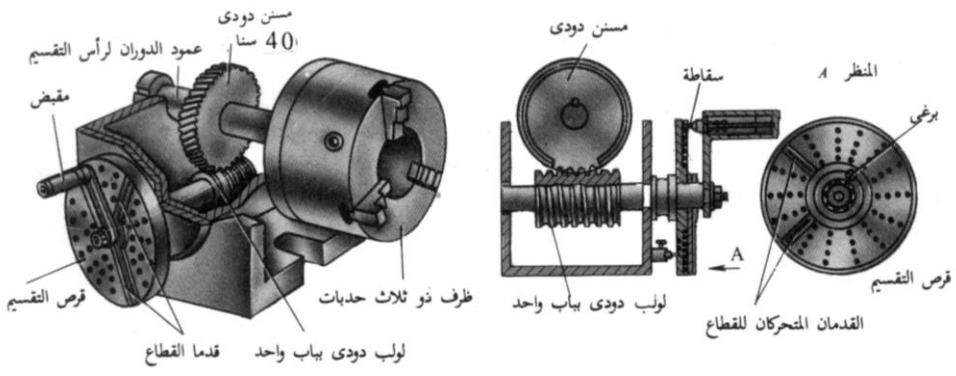
$$\text{عدد دورات مرفق التقسيم} = \frac{\text{عدد أسنان الترس الدودي}}{\text{عدد الأقسام المطلوبة} \times \text{عدد أبواب البريمة}}$$

أو ..... $n = \frac{Z}{T}$

حـــيث n .... عدد دورات مرفق التقسيم .

Z .... عدد أسنان الترس الدودي .. (عادة يكون 40 سنة) .

T .... عدد التقسيمات المطلوبة .

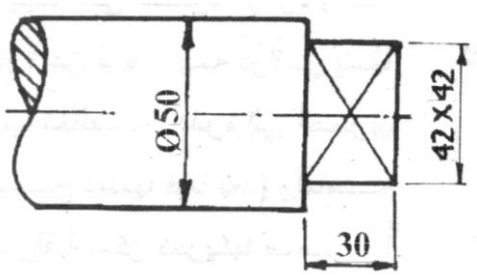


شكل 3 – 65

رأس تقسيم بسيط

مثال 1 :

يراد تفريز طرف عمود اسطواني قطره 50 ملليمتر بشكل مربع طول ضـــلعه 42 ملليمتر كما هو موضـــح بشكل 3 – 66 . أوجـــد عـــدد دورات مرفق التقســـيم عند تفريز كل ضلع ؟



شكل 3 – 66

تفريز طرف مربع بعمود اسطواني

الحل :

قبل البدء في عملية تفريز المربع المطلوب ، فإنه يجب حساب عمـــق القطـــع

وعدد دورات مرفق التقسيم من العلاقة التالية :-

$$\text{عمق التفريز} = \frac{\text{قطر العمود الاسطواني} - \text{طول ضلع المربع}}{2}$$

$$= \frac{50-42}{2} = \frac{8}{2} = 4 \quad \text{ملليمتر}$$

$$\text{عدد دورات مرفق التقسيم} = \frac{40}{\text{عدد الأقسام المطلوبة}}$$

$$= \frac{40}{4} = 10 \quad \text{لفة}$$

أي يلزم دوران مرفق التقسيم 10 لفات عند تفريز كل ضلع من أضلاع المربع المطلوب .

في هذه الحالة يمكن استخدام أي دائرة ثقوب ، من أي قرص من أقراص التقسيم .

مثال 2 :

يراد فتح أسنان ترس عدد أسنانه 40 سنة . أوجد عدد دورات مرفق التقسيم لكل سنة ؟

الحل :

$$\text{عدد دورات مرفق التقسيم} = \frac{40}{\text{عدد الأقسام المطلوبة}}$$

$$= \frac{40}{40} = 1 \quad \text{لفة}$$

أي يلزم دوران مرفق التقسيم لفة واحدة لكل سنة من أسنان الترس المطلوب تفريزة.

في هذه الحالة يمكن استخدام أي دائرة ثقوب ، من أي قرص من أقراص التقسيم.

مثال 3 :

يراد فتح أسنان ترس عدد أسنانه 20 سنة . أوجد عدد دورات مرفق التقسيم لكل سنة ؟

الحل :

$$\text{عدد دورات مرفق التقسيم} = \frac{40}{\text{عدد الأقسام المطلوبة}}$$

$$= \frac{40}{20} = 2 \text{ لفة}$$

أي يلزم دوران مرفق التقسيم لفتين لكل سنة من أسنان الترس المطلوب تفريزه.

في هذه الحالة يمكن استخدام أي دائرة ثقوب ، من أي قرص من أقراص التقسيم.

مثال 4 :

يراد تفريز صامولة مسدسة (مضلع يحتوي على ستة أضلاع) . أوجد عدد دورات مرفق التقسيم لكل ضلع ؟

الحل :

$$\text{عدد دورات مرفق التقسيم} = \frac{40}{\text{عدد الأقسام المطلوبة}}$$

$$= \frac{40}{6} = 6\frac{2}{3} \text{ لفة}$$

هذا يعني أنه عند تفريز مثل هذا المضلع ، فإنه يجب دوران ستة لغات كاملة بالإضافة إلى $\frac{2}{3}$ **لفة**.

وهنا تظهر فائدة أقراص القسيم في إيجاد كسر اللفة . ومعنى $\frac{2}{3}$ لفة .. أي دوران المقبض المرفقي ثقبين في دائرة ثقوب تحتوي على ثلاثة ثقوب ، وحيث لا

توجد دوائر تقسيم تحتوي على هذا العدد من الثقوب ، فإنه يجب رفع قيمة الكسر بضرب كل من البسط والمقام في رقم متساوي ، بحيث يكون الناتج لمقام الكسر مساوياً لعدد ثقوب إحدى دوائر الثقوب الموجودة في أحد أقراص التقسيم .. (وليكن الرقم 9).

$$\therefore \frac{18}{27} = \frac{9\times2}{9\times3}$$

بذلك يكون عدد دورات مرفق التقسيم $= 6\frac{18}{27}$ لفة

أي تثبيت سقاطة المقبض المرفقي على دائرة تحتوي على 27 ثقب ، ودوران مرفق التقسيم 6 دورات كاملة بالإضافة إلى 18 مسافة تباعد بين ثقوب نفس الدائرة ، ويفرز السطح الأول ، ثم تكرر العملية للحصول على المسدس المطلوب.

في هذه الحالة يعدل وضع مرفق التقسيم القابل للإزاحة في اتجاه نصف قطري بمحاذاة الدائرة التي تحتوي على 27 ثقب ، ويعدل مقص التقسيم على وزاوية قدرها 18° مسافة تباعد بين ثقوب نفس الدائرة ، وتثبت سقاطة التثبيت بالثقب المحدد أثناء عمليات التفريز.

مثال 5 :

يراد تقسيم السطح المحيط لجزء اسطواني إلى 32 قسم . أوجد عدد دورات مرفق التقسيم عند تفريز كل قسم ؟

الحل :

$$\text{عدد دورات مرفق التقسيم} = \frac{\text{عدد أسنان مرفق التقسيم}}{\text{عدد الأقسام المطلوبة}}$$

أو .....

$$n = \frac{Z}{T}$$

$$= \frac{40}{32} = 1\frac{1}{4} \text{ دورة}$$

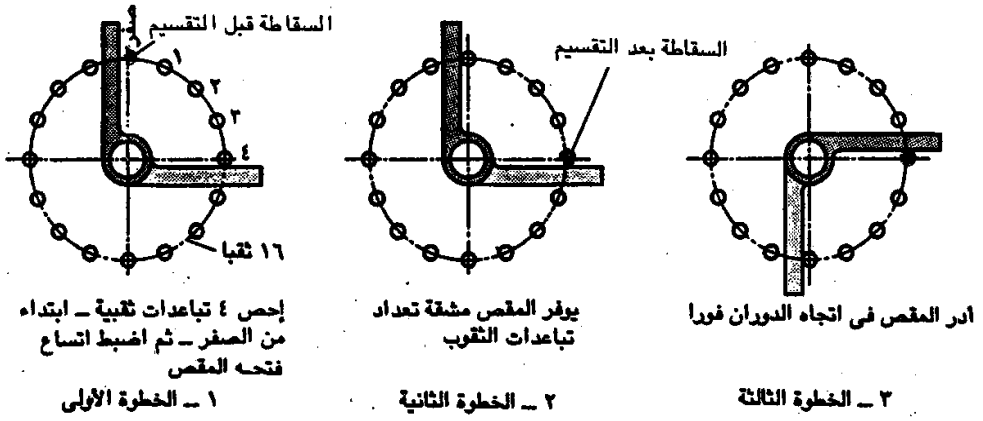
وحيث أنه لا يوجد قرص تقسيم يحتوي على 4 مسافات ثقبية ، فإنه يجب اختيار قرص يحتوي على عدد يقبل القسمة على 4 بدون باق ، وليكن قرص يحتوي على 16 ثقب.

بذلك يكون عدد دورات مرفق التقسيم = $1\frac{4}{16}$ دورة

أي يلزم دوران مرفق التقسيم في الاتجاه المطلوب عند تفريز كل قسم بمقدار لفة كاملة بالإضافة إلى 4 مسافات تباعد بين ثقوب دائرة تحتوي على 16 ثقب كما هو موضح بشكل 3 – 67.

في هذه الحالة يعدل وضع مرفق التقسيم القابل للإزاحة في اتجاه نصف قطري بمحاذاة الدائرة التي تحتوي على 16 ثقب ، ثم يعدل مقص التقسيم على زاوية قدرها 4 مسافات تباعد بين ثقوب نفس الدائرة.

ومن الطبيعي أن تكون سقاطة التثبيت مثبتة بالثقب المحدد أثناء عمليات التفريز.



شكل 3 – 67

استخدام مقص التقسيم أثناء التقسيم الغير مباشر

مثال 6 :

يراد فتح أسنان ترس عدد أسنانه 120 سنة . أوجد عدد دورات مرفق التقسيم عند تفريز كل سنة ؟

الحل :

$$\mathbf{n = \frac{Z}{T} = \frac{40}{120} = \frac{1}{3}}$$ دورة

أي يلزم دوران مرفق التقسيم بمقدار $\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{3}}$ دورة لكل سنة من أسنان الترس المطلوب تفريزة.

يستخدم في هذه الحالة أي قرص تقسيم يحتوي على عدد من الثقوب يقبل القسمة على 3 بدون باق .. مثل 15 – 18 – 21 – 27 – 33 – 39 ثقب .

وللحصول على $\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{3}}$ دورة ، يدار مرفق التقسيم بمقدار 9 مسافات تباعد بين ثقوب دائرة تحتوي على 27 ثقب ، وتفرز السنة الأولى ، ثم تكرر العملية للحصول على الترس المطلوب.

أو استخدام قرص تقسيم يحتوي على دائرة ثقوب بها 39 ثقب ، ويدار مرفق التقسيم بمقدار 13 مسافة تباعد بين ثقوب نفس الدائرة عند تفريز كل سنة ، ويفضل استخدام أقراص التقسيم التي تحتوي على أكبر عدد ثقوب.

مثال 7 :

يراد فتح أسنان ترس عدد أسنانه 45 سنة . أوجد عدد دورات مرفق التقسيم لكل سنة ؟

الحل :

$$\mathbf{n = \frac{Z}{T} = \frac{40}{45} = \frac{8}{9}}$$ دورة

وبضرب كل من البسط والمقام في رقم متساوي .. وليكن الرقم 3

$\therefore \frac{8}{9} \times \frac{3}{3} = \frac{24}{27}$ دورة

في هذه الحالة يجب تثبيت قرص تقسيم يحتوي على دائرة ثقوب بها 27 ثقب ، ويعدل مقص التقسيم على زاوية بمقدار 24 مسافة تباعد بين ثقوب نفس الدائرة.

وبذلك يدار مرفق التقســيم بمقدار 24 مسافة تباعد بين ثقوب دائرة تحتوي على 27 ثقب ، وتكرر هذه العملية عند فتح كل سنة من أسنان الترس المطلوب تفريزه.

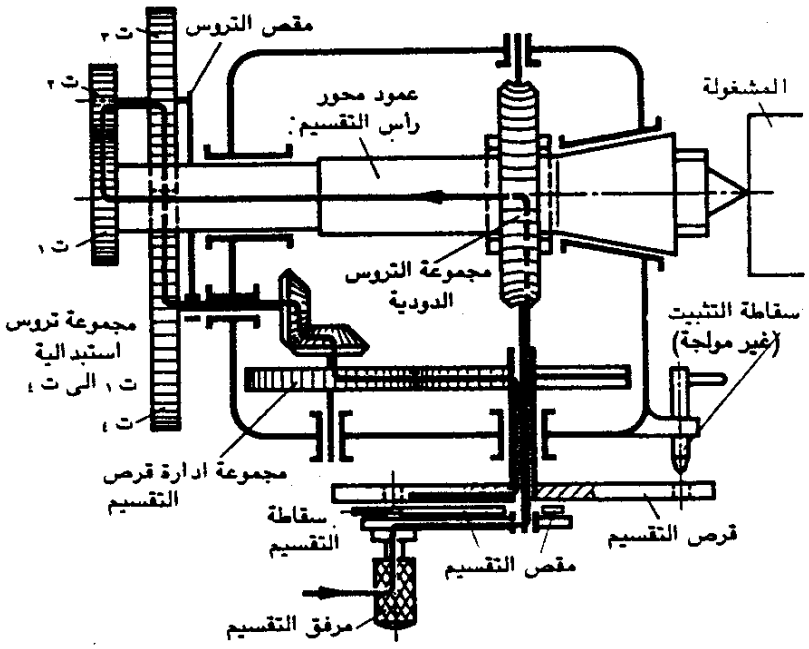
التقسيم الفارقي

Differential Indexing

يعتبر التقسيم الفارقي توسعاً في أسلوب التقسيم ، حيث إمكانية الحصول على نطاق واسع من التقسيمات الغير مباشرة.

تقسم المشغولة بهذه الطريقة في حالة تعذر استعمال طريقة التقسيم الغير مباشرة البسيطة ، أي عند عدم توفر دوائر التقسيم المثقبة المناسبة للمشغولة المراد تقسيمها.

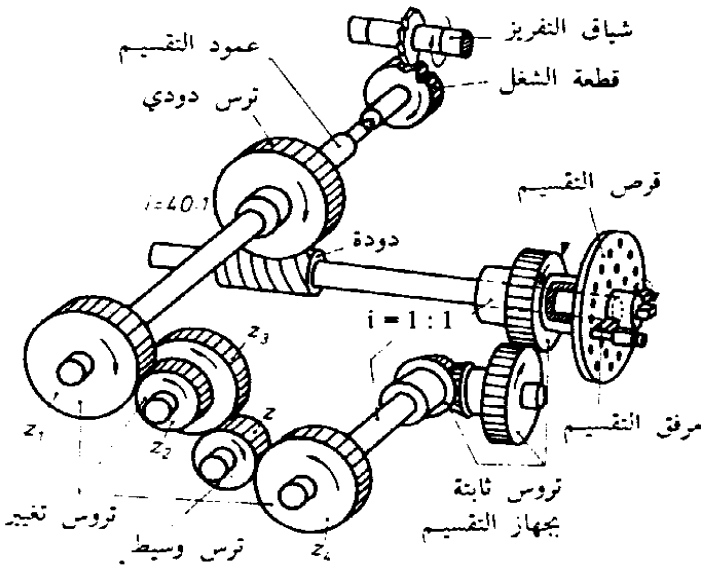
يستخدم رأس التقسيم السابق استخدامه (للتقسيمات المباشرة والغير مباشرة) في التقسيم الفارقى بإضافة إليه مجموعة تروس تغيــير كما هو موضح بشكل 3 – 68 ، بحيث يكون قرص التقسيم حر الحركة ، أي عدم تثبيت قرص التقسيم بسقاطة التثبيت.



شكل 3 – 68

التقســـــيم الفارقي

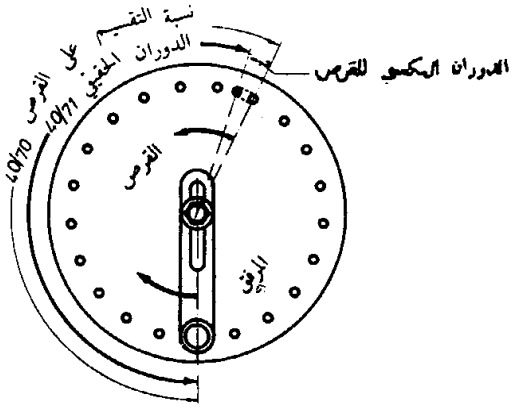
بإدارة مرفق التقســيم (المقبض المرفقي) يدور عمود محــور رأس التقسيم ، الذي يدير الدودة والترس الدودي ، المتصل طرفه بالظرف الزى يحمل المشــغولة ، والطرف الآخر للعمود يركب الترس Z_1 الذي يدور ويتعشق مع مجموعة تروس التغيــير Z_1 ، Z_2 ، Z_3 ، Z_4 ، تنتقل الحركة الدورانية إلى العمود i ، ثم إلى الترسين المخروطين ليدور العمود المثبت عليه قرص التقسيم ، وبالتالي يدور قرص التقسيم . يوضح شكل 3 – 69 رسما توضيحياً لنظرية تشغيل رأس التقسيم للتقسيم الفارقى باستخدام مجموعة ترس التغيير.



شكل 3 – 69

رسم توضيحي لنظرية تشغيل رأس التقسيم المستخدمة للتقسيم الفارقي

قد تكون حركة دوران قرص التقســيم في نفس اتجاه مرفق التقسيم أو عكسه ، وذلك تبعاً لنظام تعشيق التروس ، وإذا استغنى عن الترس الوسيط Z بمجموعة تروس التغيير ، دار قرص التقسيم يميناً ، أي في نفس اتجاه دوران مرفق التقسيم كما هو موضح بشكل 3 – 70.



شكل 3 – 70

دوران قرص التقسيم في نفس اتجاه دوران مرفق التقسيم أو في عكس اتجاهه

ملاحظـة :

إذا كانت T أصغر من T_1 ، دار القرص في نفس الاتجاه ، إذا كانت T أكبر من T_1 ، دار القرص في عكس الاتجاه.

يتم في التقسيم الفارقى (التفاضلي) حساب عدد دورات مرفق التقسيم n لتقسيم اختياري أكبر أو أصغر من التقسيم المطلوب ويختار T_1 ، وهـــو العدد البديل لمقدار T، بحيث يمكن التوصل إليه بسهولة باستخدام أقراص التقسيم الموجودة ، وللتوصل إلى التقسيم المطلوب T ، يجب أن يدور قرص التقسيم بمقدار الفرق بين العدد البديل لمقدار T والتقسيم المطلوب ، وبذلك أما في نفس اتجاه دوران مرفق التقسيم أو في عكس اتجاهه ، ويتم هذا الدوران الفرقي أو التفاضلي للقرص بواسطة تروس التغيير ، التي يجب حساب نسبة نقلها ، ومن ثم فإنه يجب القيام بعملتي حساب هما :-

1- حساب عدد الثقوب وتحديد دائرة الثقوب بالعدد البديل T_1 .

2- حساب تروس التغيير لإنتاج حركة الدوران التفاضلية أو الفرقية لقرص التقسيم.

ويمكن إيجاد عدد الثقوب المطلوب تحركها من خلال مرفق التقسيم من العلاقة التالية:-

$$n = \frac{Z}{T^1} = \frac{40}{T^1}$$

حـــيث n ... عدد الثقوب المطلوب تحركها.

Z ... عدد أسنان الترس الدودي.

T1 ... عدد بديل مختار (عدد تقريبي لعدد الأقسام T).

أما عدد أسنان مجموعة التغيير المستخدمة في نقل الحركة ، والحركة الدورانية لقرص التقسيم .. يمكن إيجادها من العلاقة التالية:-

$$i = \frac{40}{T^1} (T^1 - T)$$

حـيث I ... حركة الدوران التفاضلية لقرص التقسيم.

T ... عدد الأقسام المطلوب تشغيلها.

T1 ... عدد بديل مختار (عدد تقريبي لعدد الأقسام T، يمكن أن يكون أكبـر أو أصغر منه).

مثال 1:

يراد فتح أسنان ترس يحتوى على 71 سنة . أوجد الآتي:-

(أ) حساب عدد الثقوب وتحديد دائرة الثقوب بقرص التقسيم.

(ب) حساب تروس التغيير لإنتاج حركة الدوران التفاضلية لغرض التقسيم.

الحل:

عملية الحساب الأولى The first calculation operation :

التقسيم المطلوب T = 71

العدد البديل المختار T1 = 70

يحسب عدد الثقوب وتحدد دائرة الثقوب كما لو كان يلزم تفريز 70 سنة.

$$\mathbf{n = \frac{40}{T_1} = \frac{40}{70} = \frac{4}{7} = \frac{12}{21} \rightarrow}$$

أى يتحرك مقبض التقسيم إلى 12 مسافة بين الثقوب على دائرة قرص تقسيم يحتوى على 21 ثقب.

عملية الحساب الثانية The second calculation operation :

حساب تروس التغيير لإنتاج حركة الدوران التفاضلية لقرص التقسيم.

$$i = \frac{40}{T^1} \qquad (T^1 - T)$$

$$i = \frac{40}{70} \quad (70 - \frac{4}{7} \ 71) = \frac{32}{56} =$$

وعليه يكون عدد أسنان الترس القائد = 32 سنة ، وعدد أسنان الترس المنقاد = 56 سنة

هذا ويجب أخذ الإشارة في الاعتبار ، فإذا كانت سالبة (–) كان دوران قرص التقسيم في عكس اتجاه دوران مرفق التقسيم . أما إذا كانت الإشارة موجبة (+) كان دوران قرص التقسيم في نفس اتجاه دوران مرفق التقسيم.

ويمكن تحديد اتجاه دوران قرص التقسيم من خلال تركيب ترس وسيط أو بالاستغناء عنه.

مثال 2:

يراد تقسيم جزء معدني ذو قطر كبير إلى 293 قسم . أوجد الآتي :–

(أ) حساب عدد الثقوب وتحديد دائرة الثقوب بقرص التقسيم.

(ب) حساب تروس التغيير لإنتاج حركة الدوران التفاضلية لفرض التقسيم.

الحل:

في حالة التقسيمات الكبيرة ، قد يتطلب الأمر ضرورة استخدام مجموعة تروس مركبة .. أي مجموعة تتكون من أربعة تروس وترس آخر وسيط.

عملية الحساب الأولى The first calculation operation :

التقسيم المطلوب $T = 293$

التقسيم البديل المختار $T^1 = 300$

$$n = \frac{40}{T^1} = \frac{40}{300} = \frac{2}{15}$$

أي مسافتان (تباعد بين ثلاثة ثقوب) على دائرة قرص تقسيم يحتوى على 15 ثقب.

عملية الحساب الثانية: The second calculation operation

$$i = \frac{40}{T^1}\ (T^1 - T) = \frac{40}{300} \qquad (300 - 293)$$

$$\frac{40*7}{300} \qquad 180$$

$$= \frac{280}{300} = \frac{28}{30}$$

$$= \frac{4}{6} \times \frac{7}{5} = \frac{28}{42} \times \frac{56}{40}$$

أي عدد أسنان التروس القائدة هي 28 ، 56 سنة.

وعدد أسنان التروس المنقادة هي 40 ، 42 سنة.

التفريز الحلزوني
Helical Milling

يتطلب الأمر في كثير من الأحيان إلى تفريز أخاديد (شقوب أو مجاري) حلزونية ، وذلك عند إنتاج كثير من المشغولات مثل المثاقب الحلزونية (الالتوائية) – البراغل ذات الحدود القاطعة الحلزونية (الالتوائية) – مقاطع التفريز ذات الأسنان الحلزونية (الأسنان المائلة الطولية)..... الخ .

يمكن إنتاج هذا النوع من التفريز على ماكينات تفريز أفقية أو على ماكينات تفريز عامة (جامعة الأغراض) من خلال ضبط تقسيمها بأسلوب التقسيم الفارقي .. أي باستخدام رأس تقسيم عام ، حيث تؤدي قطعة التشغيل المراد تشغيلها بالتفريز الحلزوني في هذه الحالة حركتين في آن واحد كما هو موضح بشكل 3 – 71 وهما :-

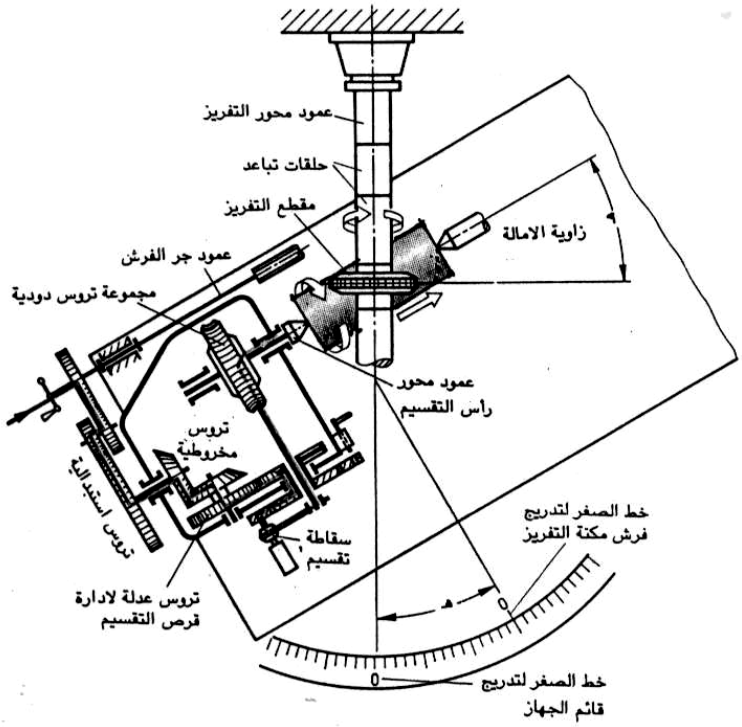
1. حركة تغذية طولية بواسطة طاولة الفريزة .
2. حركة دورانية منتظمة بواسطة رأس التقسيم .

وتتم الحركة الدورانية المنتظمة انطلاقاً من العمود المرشد (الذي يعطي التغذية للطاولة) عبر مجموعة تروس التغيير والتروس المخروطية والتروس العدلة وسقاطة التقسيم ومجموعة التروس الدودية ومنها إلى عمود محور رأس التقسيم إلى قطعة

التشغيل ، ويتحرك كل من رأس التقسيم وقطعة التشغيل مع العمود المرشد .. لولب تغذية الطاولة العلوية المائلة بمقدار زاوية الخطوة ϑ على محور عمود التفريز .. ومن الطبيعي وجود حركة دورانية للعدة القاطعة (سكينة التفريز).

في هذه الحالة يتطلب إمالة المشغولة عن طريق إمالة فرش الماكينة بالنسبة لمحور مقطع التفريز بزاوية الضبط ϑ أو β ، كما يجب فك قرص التقسيم ليكون حر الحركة وقابل للدوران . ولا يمكن إجراء ذلك إلا على ماكينة تفريز جامعة الأغراض.

وإختصاراً لأزمنة التقسيم والتحويل الكبيرة نسبياً بالمقارنة بأزمة التفريز ذاتها ، ولتحقيق أكبر قدر من الدقة ، تستخدم أجهزة تقسيم تلقائية بصرية أو هيدرولية أو رئوية أو كهربائية.



شكل 3 – 71

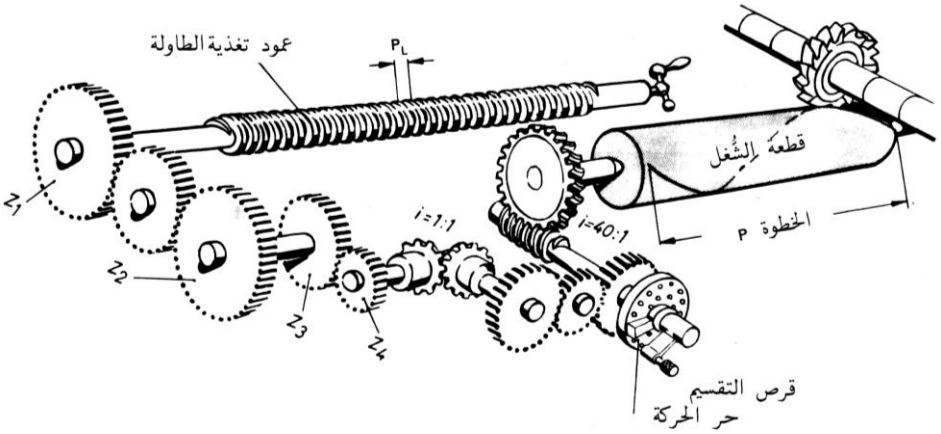
تفريز الشقوب الحلزونية

ترسم العدة القاطعة (سكينة الفريزة) خطاً حلزونياً على سطح قطعة التشغيل الاسطوانية ، مثلما يحدث أثناء قطع اللولب على المخرطة كما هو موضح بشكل 3 – 72.

ولا يمكن إنجاز التفريز الحلزوني إلا على المشغولات التي يمكن ضبط تقسيمها بأسلوب التقسيم غير المباشر.

ويجب في مثل هذه الحالات حساب مجموعة تروس التغيير التي تنقل الحركة الدورانية إلى العمود المرشد (الذي يعطي التغذية للطاولة) إلى عمود رأس التقسيم وقطعة التشغيل.

وللتمكن من حساب مجموعة تروس التغيير ، فإنه يجب أن تكون خطوة كل من قطعة التشغيل وخطوة العمود المرشد معلومتان.



شكل 3 – 72

قطع المشغولة بسكينة التفريز بشكل خط حلزوني

وبحساب النسبة بين خطوة العمود المرشد والخطوة الحلزونية المراد تفريزها

بقطعة التشغيل ، بذلك يمكن إســتنتاج أعداد أسنان تروس التغيير ، حيث أن النسبة بين الخطوتين تكافئ نسبة النقل في هذه التروس ، مع الأخذ في الاعتبار بأن نسبة نقل الحركة في رأس التقسيم تساوي 1 : 40 ، وعلى هذا الأساس فإنه يمكن حساب النسبة بين أعداد أسنان تروس التغيير اللازمة للتفريز الحلزوني من العلاقة التالية :-

النسبة بين أعداد أسنان تروس التغيير =

$$= \frac{\text{خطوة العمود المرشد} \times \text{عددورات مرفق التقسيم } 40}{\text{خطوة الحلزون المطلوب تشغيله} \times 1}$$

$$= \frac{\text{عدد أسنان التروس القائدة}}{\text{عدد أسنان التروس المنقادة}}$$

أو بالعلاقة التالية :-

$$\mathbf{i = \frac{P_L \times n_{cr}}{P \times 1} = \frac{Z_1 \times Z_3}{Z_2 \times Z_4}}$$

حــيث i .... النسبة بين عدد أسنان تروس التغيير

P_L .... خطوة العمود المرشد

P .... خطوة الحلزون المطلوب تشغيله

n_{cr} ....عدد دورات مرفق التقسيم 40

Z_1 .... الترس القائد 1

Z_2 .... الترس المنقاد 2

Z_3 .... الترس القائد 3

Z_4 .... الترس المنقاد 4

بذلك يمكن إيجاد قيمة الخطوة الحلزونية للمشغولة من العلاقة التالية :-

$$\mathbf{P = \frac{Z_2 \times Z_4 \times P_L \times n_{cr}}{Z_1 \times Z_3}}$$

بالإضافة إلى ذلك فإنه يجب إمالة طاولة الفريزة في المستوى الأفقــي بمقــدار زاوية الضبط β التي تسمى بزاوية الطاولة ، ويمكن إيجاد زاوية الطاولة أو زاويــة

الضبط β من العلاقة التالية :-

$$\text{ظل الزاوية } \beta = \frac{\text{طول محيط قطعة التشغيل}}{\text{الخطوة الحلزونية المطلوب تفريزها}}$$

أو بالعلاقة لتالية :-

$$\tan\beta = \frac{u}{P} = \frac{\Pi d}{P}$$

حيث tanβ .... ظل الزاوية ميل الطاولة على المستوى الأفقي.

U .... طول محيط قطعة التشغيل = Πd

P .... الخطوة الحلزونية المطلوب تفريزها بقطعة التشغيل.

Π .... النسبة التقريبية 3.14.

d .... قطر المشغولة أو قطر الحلزون.

مثال 1 :

يراد قطع مجرى حلزوني بخطوة P طولها 1500 mm بقطعة تشغيل قطرها d = 200 mm علماً بأن خطوة العمود المرشـــد بطاولة الفريزة P_L = 6 mm .

أوجد الآتي :-

(أ) نسبة تروس التغيير (عدد أسنان تروس التغيير المستخدمة).

(ب) زاوية ميل الطاولة.

الحل :

(أ) عملية الحساب الأولى :

أعداد أسنان تروس التغيير المستخدمة

$$i = \frac{P_L \times 40}{P \times 1} = \frac{Z_1 \times Z_3}{Z_2 \times Z_4}$$

$$= \frac{6 \times 40}{1500 \times 1} = \frac{240}{1500} = \frac{24}{150}$$

$$= \frac{6 \times 4}{25 \times 6}$$

$$= \frac{6 \times 4}{25 \times 4} \times \frac{4 \times 8}{6 \times 8}$$

$$= \frac{24 \times 32}{100 \times 48} \rightarrow \quad \frac{\text{تروس قائدة}}{\text{تروس منقادة}} \quad .....$$

أي أعداد التروس المتغيرة كالآتي :-

التروس القائدة 1 ، 3 عدد أسنانها 32 سنة ، 24 سنة.

التروس المنقادة 2 , 4 عدد أسنانها 48 سنة ، 100 سنة.

(ب) عملية الحساب الثانية :-

حساب زاوية ميل الطاولة على المستوى الأفقي.

$$\tan\beta = \frac{u}{P} = \frac{\Pi d}{P}$$

$$= \frac{3.14 \times 200}{1500} = \frac{628}{1500} = 0.418$$

وبالبحث بجدول الظلال عن الرقم 0.418 نجد أنه = 42` 22°

.. أي إنه يلزم ميل طاولة الفريزة بمقدار 42\ 22°

مثال 2 :

يراد فتح مجرى حلزوني بمشغولة قطرها d = 40 mm بخطوة حلزونية P طولها 450 mm علماً بأن خطوة عمود المرشد P_L بطاولة الفريزة 6 mm .أوجد الآتي :

(أ) نسبة تروس التغيير (أعداد أسنان تروس التغيير المستخدمة).

(ب) زاوية ميل الطاولة.

الحل :

(أ) عملية الحساب الأولى :

أعداد أسنان تروس التغيير المستخدمة

$$i = \frac{P_L \times 40}{P \times 1} = \frac{Z_1 \times Z_3}{Z_2 \times Z_4}$$

$$= \frac{6 \times 40}{450 \times 1} = \frac{240}{450} = \frac{8}{15} = \frac{2 \times 4}{5 \times 3}$$

$$= \frac{2 \times 20}{5 \times 20} \times \frac{4 \times 8}{3 \times 8}$$

$$= \frac{40 \times 32}{100 \times 24} \rightarrow \text{.....} \quad \frac{\text{تروس قائدة}}{\text{تروس منقادة}}$$

أي أعداد التروس المتغيرة كالآتي :-

التروس القائدة 1 ، 3 عدد أسنانها 32 سنة ، 40 سنة.

التروس المنقادة 2 ، 4 عدد أسنانها 24 سنة ، 100 سنة.

(ب) عملية الحساب الثانية :-

حساب زاوية ميل الطاولة على المستوى الأفقي

$$\tan\beta = \frac{u}{P} = \frac{\Pi d}{P}$$

$$= \frac{3.14 \times 140}{450} = 0.2796$$

وبالبحث في جدول الظلال عن الرقم 0.2796 نجد أنه 15° 31`

مثال 3 :

يراد فتح مجرى حلزوني بمشغولة قطرها 42 mm d بخطوة حلزونية P طولها $26\frac{1}{4}$ بوصة علماً بأن خطوة العمود المرشد P_L بطاولة الفريزة $\frac{1}{4}$ بوصة .. (أي أربع خطوات في البوصة) . أوجد الآتي :-

(أ) نسبة تروس التغيير (أعداد أسنان تروس التغيير المستخدمة).

(ب) زاوية ميل الطاولة.

الحل :

(أ) **عملية الحساب الأولى:**

أعداد أسنان تروس التغيير المستخدمة

$$i = \frac{P_L \times 40}{P \times 1} = \frac{Z_1 \times Z_3}{Z_2 \times Z_4}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 40}{26\frac{1}{4} \times 1} = \frac{1 \times 40 \times 4}{4 \times 105} = \frac{8}{21}$$

$$= \frac{2 \times 4}{3 \times 7}$$

$$= \frac{2 \times 12}{3 \times 12} \times \frac{4 \times 8}{7 \times 8}$$

$$= \frac{24 \times 32}{36 \times 56} \rightarrow \frac{\text{تروس قائدة}}{\text{تروس منقادة}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

أي أعداد التروس المتغيرة كالآتي :-

التروس القائدة 1 ، 3 عدد أسنانها 32 سنة ، 24 سنة.

التروس المنقادة 2 ، 4 عدد أسنانها 56 سنة ، 36 سنة.

(ب) عملية الحساب الثانية .

حساب زاوية ميل الطاولة على المستوى الأفقي .

الخطوة الحلزونية المطلوب تفريزها $26\frac{1}{4}$ بوصة ... أي 667 ملليمتر

$$\tan\beta = \frac{u}{P} = \frac{\Pi d}{P}$$

$$= \frac{3.14 \times 42}{667} = 0.1977$$

وبالبحث في جدول الظلال عن الرقم 0.1977 نجد أنه = 10^0 $11'$

التروس

Gears

التروس هي عبارة عن أقراص أسطوانية يحتوي محيطها على عدد من الأسنان ، يمكن فتح هذه الأسنان بطريقة القطع بالتفريز .. أي بواسطة استخدام مقاطع التفريز (السكاكين) ذات الحدود القاطعة المناسبة لأشكال الفراغات التي بين الأسنان .

تنقل التروس بصفة عامة عزم الدوران من عمود إلى آخر وخاصة عندما يكون البعد بينهما صغيراً نسبياً ، ويعتبر نقل الحركة بالتروس نقلاً إيجابياً أي ملزماً دون انزلاق بين التروس القائدة والتروس المنقادة ، على عكس نقل الحركة بالسيور أو بالأقراص الاحتكاكية التي يحدث بها انزلاق يبن حركة المنقاد عن حركة القائد .

تتميز وسيلة نقل الحركة بالتروس بعدم وجود انزلاق ، وذلك لتداخل أسنان أحد التروس مع فجوات التروس الآخرى ، كما يمكن تحويل الحركة الدورانية إلى حركة مستقيمة باستخدام ترس وجريدة مسننة.

استخدام التروس :

تستخدم التروس بصفة عامة في الحالات التالية :-

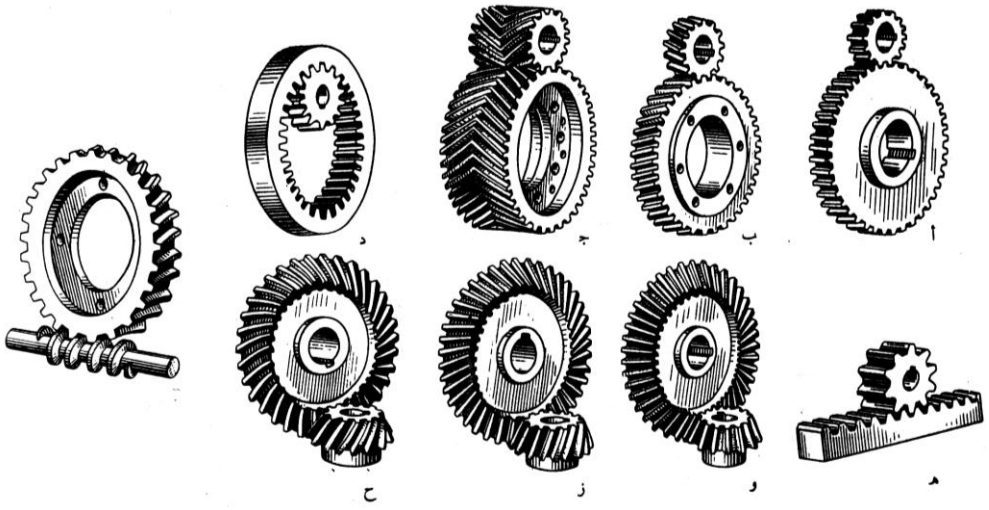
1. عندما تكون الأبعاد بين المحاور القائدة والمحاور المنقادة غير كبير .
2. لنقل الحركة نقلاً إيجابياً .. أي دون فاقد في الانزلاق .
3. عند تغيير نسبة نقل السرعة تغييراً كبيراً ومحدداً .
4. عند نقل الحركة بين الأعمدة الغير متوازية (الأعمدة المتعامدة أو المنحرفة بزوايا معينة) .
5. عند تغيير الحركة الدورانية إلى حركة مستقيمة .. كما هو الحال بالجريدة المسننة.
6. عندما يراد عكس اتجاه الدوران .

7. عندما يراد تغيير السرعة من حين إلى آخر دون الحاجة إلى تركيب أو فك أجزاء باستخدام مجموعة تروس سرعات .

أنواع التروس Type of gears :

توجد التروس بأنواع وأشكال وأحجام مختلفة ، يربط جميعهاً بشرط أساسي وهو ضرورة إقران أسنان التروس القائدة مع أشكال أسنان التروس المنقادة ليحدث تعشيقاً سلساً بينهما . ولكي يتحقق التعشيق السلس بين التروس فقد صممت أسنانها بأشكال واتجاهات محددة ، فمنها على سبيل المثال الأسنان المستقيمة (العدلة) والأسنان المنحرفة (المائلة) التي تميل بزاوية معينة على محور الترس ، كما توجد الأسنان المزدوجة التي على شكل حرف V .... وغيرها .

وعلى سبيل المثال فإن التروس الأسطوانية ذات الأسنان المستقيمة (التروس العدلة) تستخدم في نقل الحركة الدورانية بين المحاور المتوازية ، والتروس الأسطوانية ذات الأسنان المائلة تستخدم في نقل الحركة الدورانية بين المحاور المتوازية والمنحرفة والمتعامدة ، والتروس المخروطية تستـــخدم في نقل الحركة الدورانية بين المحاور المتقاطعة أو المائلة ، والدودة والتروس الدودية ، فإنهما يستخدمان في نقل الحركة الدورانية بين المحاور المتعامدة ، وعادة تستخدم الدودة والترس الدودي عند الحاجة إلى تخفيض نسبة كبيرة بالسرعة . أما الترس العدل والجريدة المسننة فإنهما يستخدمان عند تحويل الحركة الدورانية إلى حركة مستقيمة . شكل 3 – 73 يوضح نماذج مختلفة لنقل الحركة بالتروس.



شكل 3 – 73

أنواع وأشكال التروس المستخدمة في نقل الحركة

التروس ذات الأسنان المستقيمة .. (التروس العدلة)

Spur Gears

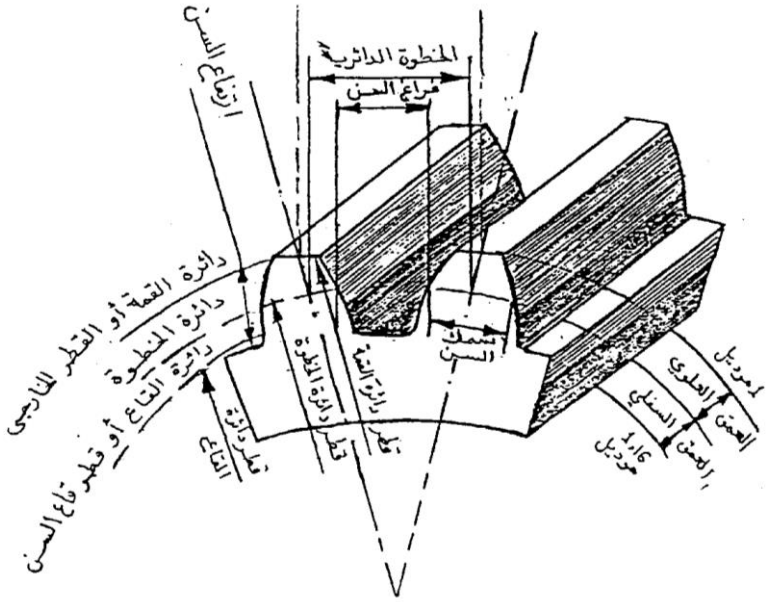
التروس هي عبارة عن أقراص أسطوانية يحتوي محيطها على عدد من الأسنان ، يمكن فتح هذه الأسنان بطريقة القطع بالتفريز .. أي بواسطة استخدام مقاطع التفريز (السكاكين) ذات الحدود القاطعة المناسبة لأشكال الفراغات التي بين الأسنان .

تنقل الحركة الدورانية باستخدام التروس بصفة عامة (نقل عزم الدوران) من عمود إلى آخر وخاصة عندما يكون البعد بينهما صغيراً نسبياً ، ويعتبر نقل الحركة بالتروس نقلاً إيجابياً أي ملزماً دون انزلاق بين التروس القائدة والتروس المنقادة ، على عكس نقل الحركة بالسيور أو بالأقراص الاحتكاكية التي يحدث بها انزلاق يبن حركة المنقاد عن حركة القائد .

يحتوي الترس العدل الموضح بشكل 3 – 74 على عدد من الأسنان لها سطح علوي أو قمة يمر بها دائرة تسمى بدائرة القمة أو القطر الخارجي للترس ، كما يكون

لها قاع يمر به دائرة تسمى بدائرة القاع أو الجزر أو قطر قاع السن ، بينما يوجد عند إرتفاع محدد دائرة وهمية تسمى بدائرة الخطوة .

تنقسم هذه الدوائر إلى أقسام متساوية يسمى كل قسم منها خطوة السن ، وعدد الخطوات على محيط دائرة الخطوة هو أيضاً عدد أسنان الترس . يحتوي طول كل خطوة على ســـنة كاملة وفراغ متساويين في العرض ، ولا يعني ذلك التقسيم أن قمة الأسنان في الترس القائد تلامس قاع الأسنان في الترس المنقاد ، بل يجب أن يترك خلوص Clearance ليمنع هذا التلامس لما له من أضرار ، وكذلك لا يلامس أسنان الترس المنقاد قاع أسنان الترس القائد بل يترك نفس الخلوص ، ولا يعني ذلك بأن الأسطح الجانبية للأسنان تستخدم بكامل طولها ، بل هناك ارتفاع أو عمق معين لكل سنة يحدث عليها التماس وإنزلاق ، ومن ثم فإنه من يجب ترك خلوص.



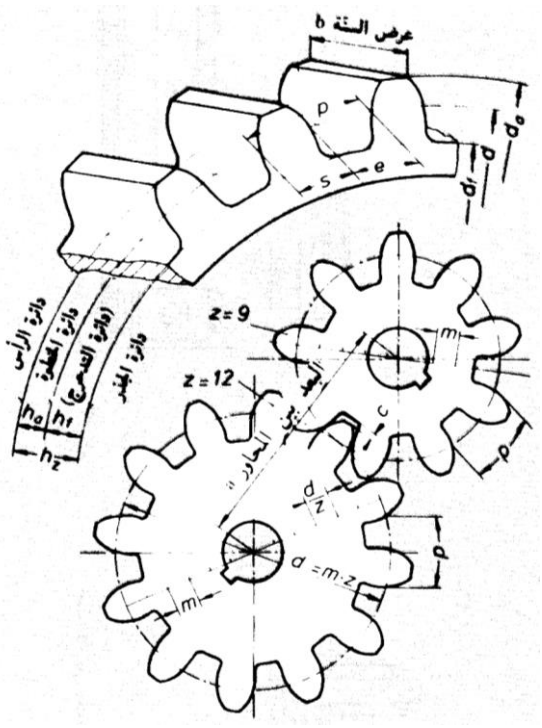
شكل 3 – 74

مصطلحات أسنان الترس الاسطواني العدل

الرموز Designations :

شكل 3 – 75 يوضح الرموز المستخدمة في التروس الاسطوانية العدلة .. علماً بأن هذه الرموز تستخدم في جميع أنواع التروس.

Z ... عدد الأسنان.
P ... الخطوة.
m ... الموديول .. (المقنن).
d ... قطر دائرة الخطوة.
d_a ... قطر دائرة الرأس.
d_f ... قطر دائرة الجذع .. (قطر دائرة القاع).
h_z ... ارتفاع السنة .. (عمق التفريز).
h_a ... ارتفاع رأس السنة من دائرة الخطوة.
h_f ... عمق جذر السنة من دائرة الخطوة.
C ... خلوص الرأس.
S ... سمك السنة.
e ... الفراغ بين الأسنان.
b ... عرض السنة.
a ... البعد بين المحاور.



شكل 3 – 75

رموز الترس الاسطواني العدل

تعاريـــف :

الخطوة P :

تسمى أيضاً بالخطوة الدائرية ، وهي عبارة عن البعد عن بين نقطة منتصف السنة على دائرة الخطوة ونقطة منتصف السنة التي تليها ، أوهي البعد بين نقطة بداية سنة على دائرة الخطوة ونقطة بداية السنة التي تليها .

الموديول m :

يسمى أيضاً بالمقنن ، وهو البعد الأســـاسي الذي يرتبط به جميع أبعاد الترس ، وهو رقم نمطي يدل على الطول الذي يشغله كل سنة من قطر دائرة الخطوة مقسوماً على عدد الأسنان .

قطر دائرة الخطوة d :

هي دائرة وهمية تقع بين الدائرة التي تمر بين بقمم أسنان الترس (القطر الخارجي للترس) وبين الدائرة التي تمر بقاع أسنان الترس (قطر قاع السن) .

قطر دائرة الجذع d_f :

تسمى أيضاً بقطر دائرة القاع ، وهي الدائرة السفلى التي تمر بقاع أسنان الترس.

ارتفاع السن الكلي h_z :

تسمى أيضاً بعمق التفريز ، وهو الارتفاع المقاس بين قمة سنة وقاعها .

ارتفاع السن العلوي h_a :

هو الارتفاع بين قمة السنة وقطر دائرة الخطوة ويساوي الموديول .

ارتفاع السن السفلي h_f :

هو الارتفاع بين دائرة الخطوة وقاع السن .

عرض الفراغ بين الأسنان e :

هو البعد بين نقطة نهاية سنة وبداية السنة التي تليها مقاسة على دائرة الخطوة .

عدد أسنان الترس Z :

هو عدد الأسنان البارزة أو عدد الفراغات بينها على محيط الترس .

البعد بين محوري ترسين a :

هو البعد بين محوري الترسين القائد والمنقاد ، ويعادل مجموع نصف قطر دائرة الخطوة لكل من الترس القائد والترس المنقاد .

الخلوص بين الترسين C :

يسمى خلوص الرأس ، وهو مقدار البعد بين قمة أسنان الترس القائد وقاع أسنان الترس المنقاد .

الصيغ الرياضية لحساب التروس الاسطوانية العدلة :

يتم حساب الصيغ الرياضية للتروس الاسطوانية ذات الأسنان المستقيمة (العدلة) كما هو موضح بالشكل السابق 3 – 75 من خلال العلاقة التي تربط أسنان التروس كالآتي :-

الخطوة	$p = m \cdot \pi$ (mm)
المقنن (الموديول)	$m = \frac{p}{\pi}$
قطر دائرة الخطوة (التقسيم)	$d = z \cdot m$ (mm)
المسافة بين المحورين	$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{z_a + z_b}{2} \cdot m$
ارتفاع رأس السنّة (mm) (من دائرة الخطوة)	$h_a = m$
قطر دائرة الرأس (mm)	$d_a = d + 2 \cdot m = m\,(z + 2)$
عمق جذر السنّة (mm) (من دائرة الخطوة)	$h_f = 1{,}2 \cdot m = m + c$
قطر دائرة الجذر ∅ (mm)	$d_f = d - 2{,}4 \cdot m = m(z - 2{,}4)$
ارتفاع السنّة (mm)	$h_Z = 2{,}2 \cdot m = h_a + h_f = 2 \cdot m + c$
خلوص الرأس (mm)	$c = 0{,}2 \cdot m = h_f - h_a$
عرض السنّة (mm)	$b \approx 10 \cdot m,\ (6 \cdot m \ldots 12 \cdot m)$
سُمك السنّة (mm)	$s = \frac{19}{40} \cdot p$
الفراغ بين الأسنان (mm)	$e = \frac{21}{40} \cdot p$

الخلاصة :

يتم نقل الحركة الدائرية والقوى بواسطة التروس عندما تكون المسافات بين المحاور صغيرة ، في حالة الإدارة بالتروس تتدحرج هذه التروس على بعضها البعض عند دائرة الخطوة التخيلية (قارن ذلك بنظم الإدارة بواسطة عجلات الاحتكاك) ، لذلك يجب أن تتساوى المسافات بين الأسنان المقاسة على دائرة الخطوة ، ويسمى طول هذا القوس بالخطوة P(Pitch) لأن محيط دائرة الخطوة u مقسم إلى أجزاء متساوية عددها Z . ويمكن حساب محيط دائرة الخطوة من العلاقات التالية :-

$U = Z \cdot P$ أو $U = d \cdot \Pi$

ومنها ينتج أن ..... $d \cdot \Pi = Z \cdot P$

وبما أن $d \cdot \Pi = Z \cdot P$ فإن الخطوة P تكون أيضاً من مضاعفات الرقم Π أو (ط) ، ولأن عدد الأسنان تمثل دائماً بعد صحيح . يسمى العدد الذي يضرب في Π بالموديول (المقنن) m (module) .

الخطوة = الموديول × ط أو ..... $P = m \cdot \Pi$

$$\text{الموديول} = \frac{\text{الخطوة}}{\text{ط}} \quad \text{أو} \quad \ldots\ldots \quad \mathbf{m = \frac{P}{\Pi}}$$

الموديول (المقنن) m هو البعد الأساسي الذي يرتبط به جميع أبعاد التروس .

وقد تم تحديد الموديول (المقنن) في المواصفات القياسية ، بحيث لا يحتوي على أكثر من رقمين عشريين كالآتي :-

0.3 – 0.4 – 0.5 – 0.6 – 0.7 – 0.8 – 0.9 – 1 – 25.1 – 1.5 – 1.75 – 2 – 2.25 – 2.5 – 2.75 – 3 – 25.3 – 3.5 – 4 – 4.5 – 5 – 5.5 – 6 – 5.6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 12 – 13 – 14 – 15 – 16 – 18 – 20 – 22 – 24 – 27 – 30 .

ويمكن حساب جميع أبعاد الترس باستخدام عدد الأسنان Z والموديول m من خلال العلاقات التالية :-

$$\mathbf{m = \frac{d}{Z}} \quad \text{أو} \quad \ldots\ldots\ldots \quad d = Z \cdot m$$

- قطر دائرة الخطوة = عدد الأسنان × الموديول
- الموديول هو طول الخطوة القطرية

يتساوى ارتفاع السنة العلوية h_a دائماً مع الموديول m ، وفي حالة خلوص الرأس العادي تكون ..... $C = 0.2 \cdot m$. بذلك يكون ارتفاع جذر السنة ..... $h_f = 1.2 \cdot m$.

ويمكن تكوين الصيغ الرياضية الناقصة بسهولة من خلال وبمساعدة الرسم التخطيطي للترس .

مثال :

ترس أســطواني عدل عدد أسنانه 40 ســنة ومقننة (الموديول) 3 ملليمتر . أوجد الآتي :-

(أ) قطر دائرة الخطوة d .

(ب) قطر دائرة الرأس d_a .

(ج) قطر دائرة الجذر d_f .

(د) الارتفاع الكلي للسنة h_z .

الحل :

(أ) قطر دائرة الخطوة d = عدد أسنان الترس × الموديول

M . Z =

= 40 × 3 = 120 ملليمتر

(ب) قطر دائرة الرأس d_a = قطر دائرة الخطوة + (2 × الموديول)

m 2 + d =

= 120 + (2 × 3) = 126 ملليمتر

(ج) قطر دائرة الجذر d_f = قطر دائرة الخطوة – (4.2 × الموديول)

(m × 2.4) – d =

= 120 – (2.4 × 3) = 112.8 ملليمتر

(د) الارتفاع الكلي للسنة h_z = الموديول × 2.2

2.2 × m =

= 3 × 2.2 = 6.6 ملليمتر

جدول 8 – 4 يوضــح العلاقة بين الموديول m والخطوة P وعرض فراغ السنة e وعمق التفريز h_z .

جدول 3 – 4

العلاقة بين الموديول والخطوة وعرض فراغ السن وعمق التفريز

الموديول m	الخطوة P	عرض فراغ السنة e	عمق التفريز h_z	الموديول m	الخطوة P	عرض فراغ السنة e	عمق التفريز h_z
1	3.14	1.57	2.17	7.5	23.56	11.78	16.25
1.25	3.93	1.97	2.71	8	25.13	12.57	17.33
1.5	4.71	2.36	3.25	9	28.27	14.14	19.5
1.75	5.5	2.75	3.79	10	31.42	15.71	21.67
2	6.28	3.14	4.33	11	34.56	17.28	23.83
2.25	2.07	3.54	4.87	12	37.7	18.85	26
2.5	7.85	3.93	5.42	13	40.84	20.42	28.17
2.75	8.64	4.32	5.96	14	43.98	21.99	30.33
3	9.43	4.71	6.5	15	47.12	23.56	32.5
3.25	10.21	5.11	7.04	16	50.27	25.13	34.67
3.5	11	5.5	7.58	17	53.41	26.7	36.83
3.75	11.7	5.89	8.13	18	56.55	28.27	39
4	12.5	6.29	8.67	19	59.69	29.85	41.17
4.25	13.3	6.68	9.21	20	62.83	31.42	43.33
4.5	14.1	7.07	9.75	21	65.97	32.98	45.5
4.75	14.9	7.46	10.29	22	69.12	34.56	47.67
5	15.1	7.86	10.83	23	72.25	36.13	49.83
5.25	16.49	8.25	11.38	24	75.39	37.69	52
5.5	17.28	8.64	11.92	25	78.54	39.27	54.17
5.75	18.06	9.03	12.46	26	81.68	40.84	56.33
6	18.8	9.43	13	27	84.82	42.41	58.5
6.25	19.64	9.82	13.54	28	87.69	43.98	60.66
6.5	20.42	10.21	14.8	29	91.11	45.55	62.83
7	21.99	11	15.17	30	94.25	47.12	65

رقم السكينة :

يوجد لكل موديول مجموعة مقاطع تفريز (مجموعة سكاكين) مرقمة بأرقام

مسلسلة كما هو موضح بجدول 7 – 5 ، وكل رقم من مقاطع التفريز (سكاكين التفريز) يناسب عدد معين من أسنان التروس لا يجوز تجاوزه لضمان تطاق شكل أسنان التروس عند تعشيقها مع بعضها البعض ، فعلى سبيل المثال عند فتح أسنان ترس بموديول 2 وعدد أسنانه 50 سنة ، فإنه يجب أن يكون مقطع التفريز (السكينة) رقم 6 التي تسمح بقطع أسنان تروس ما بين 36 – 54 سنة . وعند فتح أسنان ترس بموديول 2 عدد أسنانه 100 سنة ، فإنه يجب اختيار السكينة رقم 7 التي تسمح بقطع أسنان تروس ما بين 55 – 134 سنة ، وتستخدم السكينة رقم 8 عند فتح أسنان التروس التي تتجاوز 135 سنة .

جدول 3 – 5

أرقام السكاكين المستخدمة للتروس حتى موديول 2

رقم السكينة	عدد الأسنان الممكن قطعها من .... إلى .... سنة
1	13 – 12
2	16 – 14
3	20 – 17
4	25 – 21
5	35 – 26
6	54 – 36
7	134 – 55
8	135 إلى ما لا نهاية (الجريدة المسننة)

وجدول 3 – 6 يوضح أرقام مقاطع التفريز (السكاكين) للموديولات (المقننات) التي أكبر من 2 .

جدول 3 – 6

أرقام السكاكين المستخدمة للتروس ذات موديول أكبر من 2

عدد الأسنان الممكن قطعها من ..... إلى .... سنة	رقم السكينة
13	1.5
16 – 15	2.5
20 – 19	3.5
25 – 23	4.5
54 – 42	5.5
54 – 42	6.5
134 – 80	7.5

ملاحظة :

وضعت الجداول السابقة بدقة عالية من حيث تحديد أشكال الأسنان ، ولهذا السبب يلاحظ ضيق مجال عدد الأسنان .

يفهم من الجدولين السابقين أن كل موديول (مقنن) يحتوي على 8 + 7 = 15 سكينة .. تنطبق هذه الجداول على الأسنان الإنفليوتية .

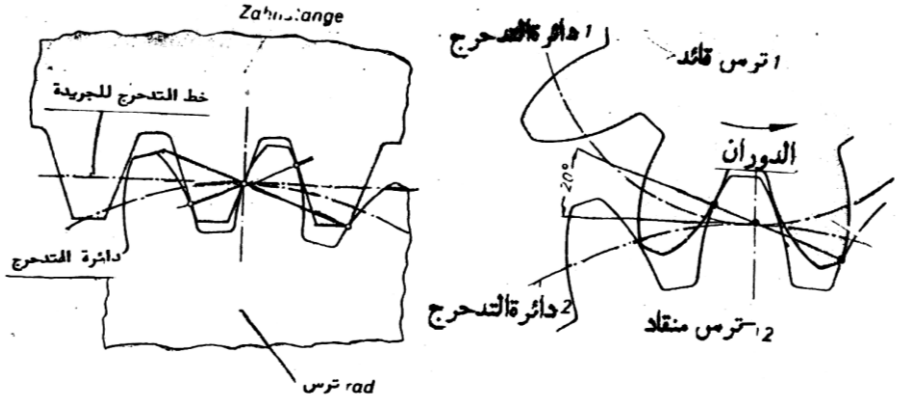
أشكال أسنان التروس Gears Tooth Shapes :

ينبغي عند نقل القوة أن تتدحرج جوانب الأسنان على بعضها البعض بسلاسة مع تخفيض الاحتكاك والضجيج الصادر منها ، كما يجب أن تكون السرعة الخطية لكل نقطة على دائرة الخطوة متساوية ، ويمكن تحقيق ذلك إلى حد كبير بتشكيل جوانب الأسنان طبقاً لمنحنى التدحرج أو منحنى الالتفاف الذي يطلق عليه المنحنى الأنفوليوتي أو منحنى دويري (سايكلويدي) ، ويختار منحنى الالتفاف (المنحنى الأنفوليوتي) في الغالبية العظمى من التطبيقات في الهندسة الميكانيكية ، وينشأ هذا

المنحنى عند فرد خيط مشدود على محيط دائرة ، ويمثل جانب السن جزءاً صغيراً من هذا المنحنى ، والأسنان الأنفوليوتية ليست حساسة للتغيرات الطفيفة للتباعد المركزي ، كما أن إنتاجها سهل ومنخفض التكلفة ، حيث يمكن تشغيلها بمقاطع ذات حدود قاطعة مستقيمة .

المنحنى الأنفوليوتي لشكل السنة :

يحدد المنحنى الأنفوليوتي الشكل لسنة الترس كما هو موضح بشكل 3 – 76 ، ولرسم هذا المنحنى نتصور أن خيطاً لف من نقطة معينة على محيـــط دائرة بحيث يحيط بها تماماً ، وثبت هذا الخيط من أحد طرفية على الدائرة المذكورة ثم افرد الطرف الآخر من الخط لرسم منحنياً متصلاً ينفرد بطوله كاملاً أي بطول يعادل ط ق أو dΠ (3.14 × قطر الدائرة) . ولسهولة إتمام رسم هذا المنحنى يثبت طرف قلم رصاص في نهاية الخيط الذي سينفرد ، حيث يرسم القلم المنحنى المطلوب .



شكل 3 – 76

رسم منحنى سنة الترس الأنفوليوتية وتعشيق

أسنان التروس بالمنحنى الأنفوليوتي

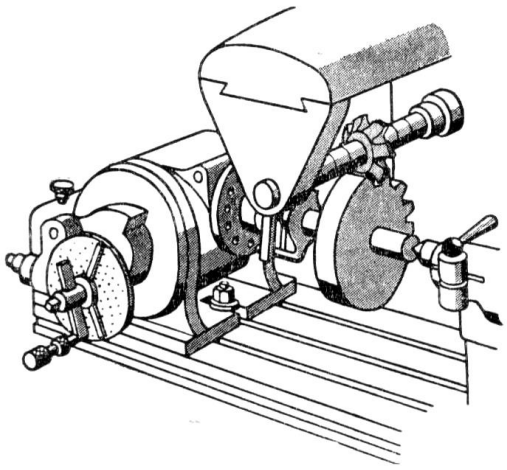
فتح أسنان التروس

Gears Teeth Cutting

يمكن إنتاج التروس بالقطع أو بدون قطع ، ففي أسلوب التشكيل بدون قطع تنجز التروس إما بالصب أو بالحدادة الاسطمبية ، أو التلبيد بالضغط ، أو القولبة بالكبس ، أو بالدلفنة أو باسطمبات القطع . وأسلوب إنجاز التروس بالقطع يجري عن طريق التفريز التشكيلي بمقاطع التفريز المقننة ، كما يمكن كشط وتجليخ الأجناب بالأسلوب الدلفيني . ويعتمد اختيار أسلوب إنتاج التروس على الغرض من استعمالها وتحقيق المتطلبات المتعلقة بسرعة الدوران وهدوئه .

يمكن إجراء التفريز التشكيلي للتروس بمقاطع تفريز (سكاكين تفريز) مقننة قرصية الشكل على جميع ماكينات التفريز باستخدام رؤوس تقسيم . ولا يتناسب هذا الأسلوب للإنتاج الكمي ، حيث يجري تفريز كل فجوة بين الأسنان على حدة كما هو موضح بشكل 3 – 77 ، ونظراً لتغيير شكل السن بتغير عدد الأسنان ، وإنه من المفروض استخدام مقطع تفريز تشكيلي معين كلما تغير عدد الأسنان مع بقاء الموديول (المقنن) ثابتاً . لذلك فإنه يكتفي بطقم مكون من 8 مقاطع تفريز لإنتاج جميع التروس التي تصل موديولها (مقننها) إلى 9 ، وطقم مكون من 15 مقطع تفريز لإنتاج جميع التروس التي يزيد موديولها (مقننها) عن 9 .

وإلى جانب التروس العدلة (المستقيمة الأسنان) فإنه يمكن باستخدام مقاطع التفريز إنتاج تروس عدلة بأسنان مائلة بأسلوب التفريز الحلزوني .



شكل 3 – 77

تفريز أسنان ترس باستخدام تقسيم

تستخدم التروس العدلة Spur Gears (التروس الاسطوانية ذات الأسنان المستقيمة) في نقل الحركة الدورانية بين الأعمدة المتوازية سواء كان البعد بينهما صغيراً أو كبيراً .

في حالة وجود البعد بين الأعمدة صغير فإنه يستخدم ترسين إذا سمح بعكس الحركة بينهما ، أو باستخدام ترسين وترس وسيط بينهما عند نقل الحركة المتوافقة في نفس الاتجاه . أما إذا كان البعد بين الأعمدة صغيراً جداً .. فإنه يجب استخدام ترس صغير يعشق مع الأسنان الداخلية لترس كبير . وفي حالة وجود البعد بين الأعمدة كبير .. فإنه يجب استخدام مجموعة تروس تشتمل على تروس قائدة وتروس منقادة ، أو باستخدام مجموعة تروس وسيطة بينهما .

تنتج التروس بالتفريز على ماكينات التفريز المختلفة (الأفقية – الرأسية – العامة) ، باستخدام رؤوس تفريز ومقاطع تفريز التروس ذات أســنان قطع مخلصة ، حيث يتخذ شكلها شكل جانبيه الفراغ بين أسنان التروس ، ويقطع كل فراغ بين سنتين على حدة .

يوجد مقطع تفريز 0سكينة تفريز) لكل عدد من الأسنان عند موديول (مقنن) محدد ، وذلك للحصول على أشكال دقيقة للغاية لأسنان التروس المطلوب إنتاجها .

تفريز التروس العدلة باستخدام ماكينة التفريز الأفقية :

عندما يتطلب فتح أسنان ترس اسطواني عدل على ماكينة تفريز أفقية ، فإنه يلزم تواجد العدد والملحقات التالية :-

رأس تقســـيم (جهاز تقسيم) – الرأس المتحرك (الغراب المتحرك) – مفتاح دوارة – شاقة مناسبة لتثبيت قطعة التشغيل المراد تفريزها – عمود سكينة لتركيب مقطع التفريز – مقطع تفريز (سكينة) من طقم مقاطع التفريز – أدوات قياس مناسبة مثل .. محدد قياس أسنان التروس لمراقبة سمك السنة – قدمة قياس أسنان التروس أو ميكرومتر قياس أسنان التروس .

يوضح شكل 3 – 78 عملية فتح أســـنان ترس عدل باستخدام ماكينة تفريز أفقية ، حيث يكون وضع عمود دوران رأس التقسيم بشكل أفقي .

توضع الشاقة المثبت عليها قطعة التشغيل المطلوب تفريزها ما بين ذنبة رأس التقسيم وذنبة الرأس المتحرك ، وتنتقل الحركة الدورانية لقطعة التشغيل (حركة تقسيم الترس) عن طريق حركة رأس التقسيم ، وتجري عملية تفريز أسنان التروس حسب التسلسل التالي :-

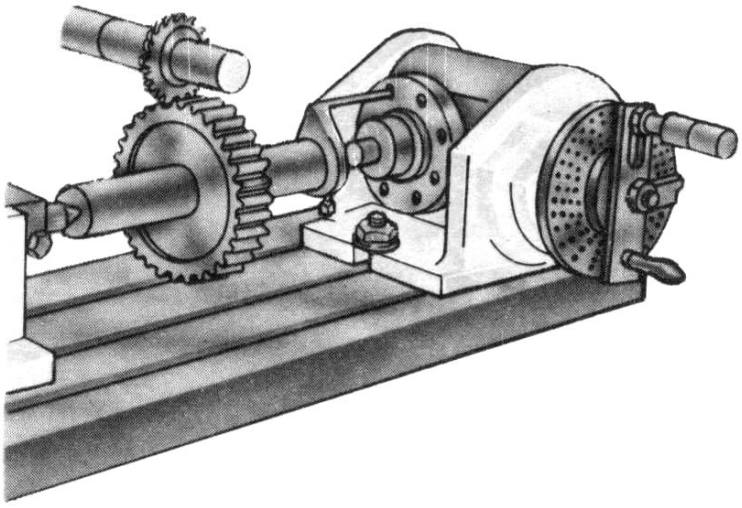
1. تحديد أوضاع مصدات الإيقاف الآلي للتغذية الطولية .
2. تشغيل الماكينة من خلال الضغط على مفتاح التشغيل .
3. تركيب مقطع التفريز القياسي وضبطه حسب مركز الشغلة في المستوى القطري على ارتفاع السن (عمق السن المطلوب تفريزه) .. ويمكن كذلك تحديد ارتفاع السنة بواسطة أشواط تجريبية مع التأكد من صحة جانبيه السن بواسطة محدد قياس (ضبعة قياس) أو ميكرومتر قياس أسنان التروس.

4. تقريب الشغلة إلى مقطع التفريز مع استخدام سائل التبريد ، وتشغيل التغذية الطولية الميكانيكية ، ومن ثم يفرز التقعر الأول بين السنتين أو المجرى الأولى (الفراغ بين السنتين) ، ثم يفحص جانبية تقعر السنة بواسطة محدد قياس (ضبعة) ، وعند عدم تطابق جانبية التقعر مع محدد القياس ، فإنه يجب إجراء التصحيح اللازم في ارتفاع الطاولة .

5. إبعاد الطاولة إلى وضعها الأول ، ويحرير عمود دوران رأس التقسيم ، ومن ثم إجراء التقسيم من خلال رأس التقسيم ، وإيقاف حركة عمود دوران رأس التقسيم ، ويفرز التقعر الثاني (المجرى الثانية) أو الفراغ الثاني بين السنتين ، والتأكد من سمك السن باستخدام محدد قياس الأسنان .

6. تكرر عملية فتح الأسنان الباقية للترس بنفس الطريقة السابقة .

7. إيقاف حركة الماكينة وتنزع الشاقة التي تحمل الترس الذي تم تفريزه .. للحصول على الترس العدل المطلوب .



شكل 3 – 78

فتح أسنان ترس عدل باستخدام ماكينة تفريز أفقية

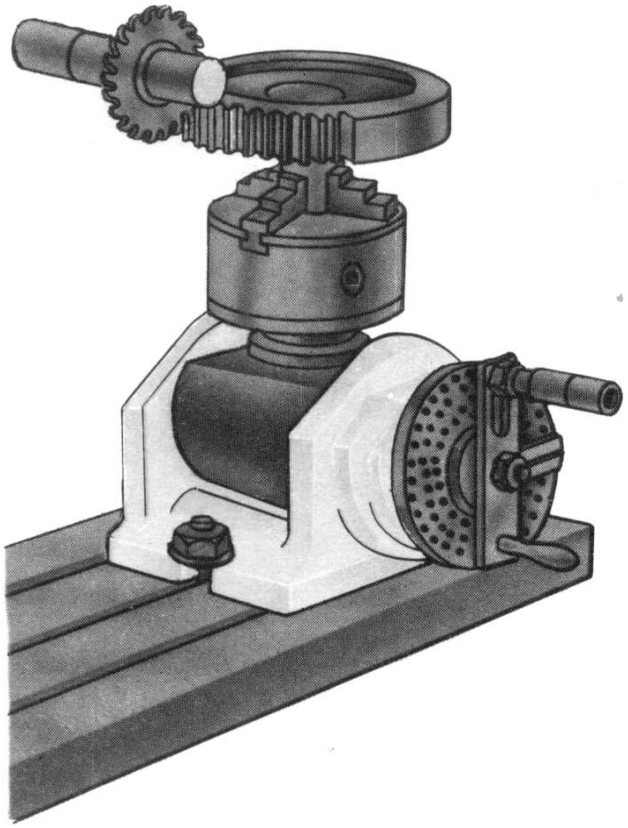
تفريز التروس العدلة باستخدام ماكينة التفريز الرأسية :

تستخدم ماكينة التفريز الرأسية في فتح أسنان التروس العدلة في حالة عدم سماح تصميم قطعة التشغيل بتركيبها على شاقة واستخدام ماكينة تفريز أفقية . ومن ثم فإنه يجب تواجد العدد والملحقات التالية :-

رأس تقسيم (جهاز تقسيم) – ظرف ثلاثي الفكوك – شاقة مناسبة لتثبيت قطعة التشغيل المراد تفريزها – شياق لتركيب مقطع التفريز – مقطع تفريز (سكينة) من طقم مقاطع التفريز – أدوات قياس مناسبة مثل .. محدد قياس الأسنان لمراقبة سمك السن – قدمة قياس أسنان التروس أو ميكرومتر قياس أسنان .

يوضح شكل 3 – 79 عملية فتح أســـنان ترس عدل باستخدام ماكينة تفريز رأسية ، حيث يكون وضع عمود دوران رأس التقسيم بشكل رأسي .

تربط الشاقة المثبت عليها قطعة التشغيل المطلوب تفريزها في ظرف ثلاثي الفكوك ، وتنقل الحركة الدورانية لقطعة التشغيل (حركة تقسيم الترس) عن طريق رأس التقسيم ، وتجري عملية تفريز أسنان الترس بتسلسل الخطوات المتبعة عند تفريز الترس الاسطواني العدل على ماكينة التفريز الأفقية .



شكل 3 – 79

فتح أسنان ترس عدل باستخدام ماكينة تفريز رأسية