الباب السابع
7

أسس عمليات قطع المعادن
Fundamentals Of metal Cutting Operations

تمهيد

يعتبر أسلوب تشغيل المعادن بالقطـــع بإزالة الرايش من أفضل أساليب التشغيل في مجـــال الإنتاج الصناعي لإمكان الحصـــول بواسطته على منتجات ذات دقة وجودة عالية. ولذلك نجـــد أن التطور في هـــذه الآلات يزداد يوما بعـــد يوم، حتى أصبح استخدامها يعطى أفضل النتائج بأقل التكاليف وخصوصًا بآلات الإنتاج الكمي .. (إنتاج القطعة الواحدة إنتاجًا متماثلا متكررًا بالجملة) ، أو بالآلات الأوتوماتية.

يتناول هذا الباب ماكينات التشغيل ذات القطع الدائري وحركاتها، والشروط الواجب توافرها في عملية قطع المعادن بصفة عامة .. والمخرطة بصفة خاصة، والقوى المؤثرة بها، والعناصر الأساسية لعملية القطع على المخرطة التي تتمثل في سرعة القطع وعمق القطع ومقدار التغذية وحساب زمن التشغيل، والرايش ونظرية تكوينه وطرق تكسيره، كما يتناول الجداول الخاصـــة لسرعات القطع، والمعادلات والأمثلة ذات العلاقة .

ويتعرض إلى عمر الحد القاطع، والعوامل التي تؤدي إلى زيادة فترة تشغيله، وظواهـــر إنتهاء حياته، كما يتعرض إلى ســـوائل التبريد والتزييت وخواصها ومميزاتها .

تشغيل المعادن بالقطع

Metals Working By Cutting

يعتبر أسلوب تشغيل المعادن بالقطـــع بإزالة الرايش من أفضل أساليب التشغيل في مجـــال الإنتاج الصناعي، لإمكان الحصـــول بواسطته على منتجات ذات دقة وجودة عالية. ولذلك نجـــد أن التطور في هـــذه الآلات يزداد يوما بعـــد يوم حتى أصبح استخدامه يعطى أفضل النتائج بأقل التكاليف وخصوصًا بآلات الإنتاج الكمي .. (إنتاج القطعة الواحدة إنتاجـــًا متماثلا متكررًا بالجملة) ، أو بالآلات الأوتوماتية.

عملية القطع على المخرطة : Lathe Cutting Operation

تتلخص عملية القطع أثناء تشغيل المخرطة في إنفصال أجزاء بسيطة من معدن القطعة المطلوب تشغيلها على هيئة رايش (جزاز أو نحاتة) CHIP ، وذلك لغرض الحصول على مشغولة بالشكل والمقاس المطلوب.

ولكي تتم عملية القطع فإنه يجب أن تتحرك كل من المشغلة وقلم المخرطة حركات معينة، كما يجب اختيار الآلات القاطعة (الأقلام) المناسبة من حيث الشكل ومادة الصـــنع التي تتناسب مع خواص معدن القطعة المراد تشغيلها.

شروط القطـع : Cutting Conditioned

تستخدم عدد القطع المختلفة مثل أقلام المخارط – المثاقب – البراغل – ذكور ولقم القلاووظ .. في تشغيل القطع المراد خراطتها، ولكى تتم عمليات القطع فإنه يجب أن تتوفر الشروط التالية :-

1. وجود العدة القاطعة أصلد من معدن المشغولة، وبزوايا قطع مناسبة حادة.
2. وجود عدة قطع ذات قوة كافية لمقاومة الضغط الناتج عن عملية القطع.
3. وجود حركة دائرية للمشغولة المثبتة بالظرف، وحركة أخـــرى للعدة بالنسبة للشغلة.

ماكينات التشغيل : Working Machir es

إن مهمة ماكينات التشغيل (آلات الورش) هي رفـــع كفاءة التشغيل مع تحقيق الدقة العالية للمنتجات المصنعة، لذلك يشترط في ماكينات التشغيل تأدية الحركات المطلوبة بسرعات معيـــنة، وأن تضم تجهيزات لقمط الآلات القاطعة والمشغولة بسرعة وأمان، وأن تكـــون وحـــدات التشغيل والتحكم سهلة الإستخـــدام ومنسقة بصـــورة واضحة، كما يجـــب أن تكون الماكيـــنة المراد تشغيلها مثبتة راسخة البنـــيان مقبولة الشكل.

حركات التشغيل بالمخرطة : Lathe Working Motions

تتم عمليات إزالة الطبقات الزائدة من معدن الخامات المطلوب تشغيلها ميكانيكـــيًا على آلات القطع المختلفة باستخدام العـــدد القاطعة المناسبة لكل ماكينة، حيث تنتقل الحركة لأدوات القطع من خلال التجهيزات الموجودة بالماكينات، بينما تتحرك الخامة حركة أخرى لها ارتباطـــاً مع حركة العدة القاطعة . تميز جميع ماكينات التشغيل بالقطع بثلاث حركات مختلفة، تختلف هذه الحركات من ماكينة إلى أخرى .

تتم عمليات إزالة الطبقات الزائدة من الخامات المطلوب تشغيلها ميكانيكـــيًا على المخارط المختلفة الأنواع والأشكال باستخدام العدد القاطعة (أقلام المخارط) المناسبة لكل منها، حيث تنتقل الحركة إلى آلات القطع عن طريق التجهيزات الموجودة بالمخارط، بينما تتحرك الخامة حركة أخرى لها إرتباطـــاً مع حركة العدة القاطعة ، وعن طريق هـــذه الحركات يتكون الرايش .

ويمكن تقســـيم هـــذه الحركات إلى ثلاث حركات أساســـية كما هو موضـــح بشـــكل 7 – 1 كالآتي :-

1. حركة القطع : Cutting Vivacity

تسمى أيضـــاً بسرعة القطع speed Cutting، وهي الحركة الدورانية لظرف المخرطة الحامل للمشغولة، وتعتبر هذه الحركة هي الحركة الرئيسية، حيث تدور

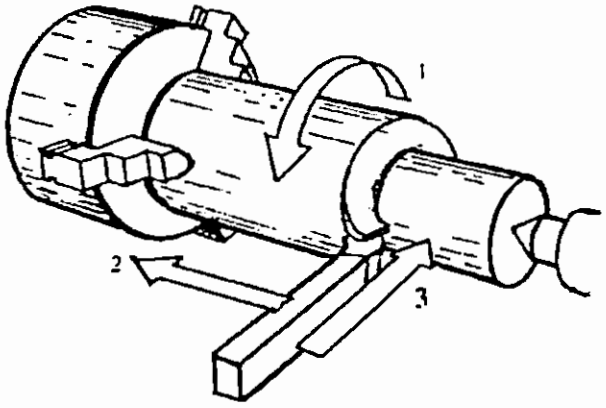
القطعة المراد تشغيلها بالظرف لتعطى حركة القطع .

2. **حركة التغذية :** Feed Vivacity

هي حركة مستقيمة للقلم وموازية لمحور الذنبتـــين، وتسمى بحركة التغذية الطولية. ويمكن تأدية هذه الحركة يدويـــاً أو ميكانيكـــاً.

3. **حركة عمق القطع :** Deeping Vivacity

تسمى بحركة الاقتراب أو بحركة التعميق .. وهي حركة مستقيمة لقلم المخرطة وعمودية على محور الذنبتـــين، حيث يتغلغل الحد القاطـــع للقلم بالمشغولة المراد تشغيلها لإزالة طبقة من المعدن على هيئة رايـــش. وعادة تتم هذه الحركة يدويـــاً.



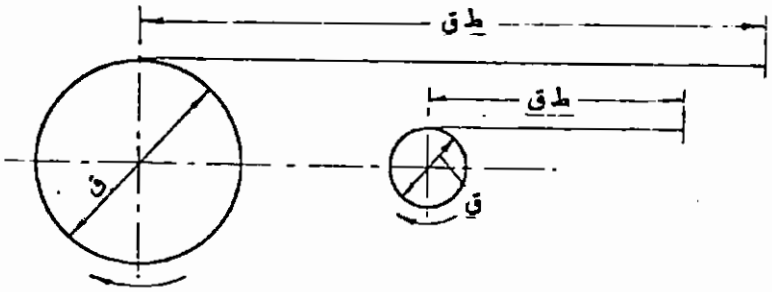
شكل 7 – 1

حركات التشغيل بالمخرطة

1. سرعة القطع .
2. مقدار التغذية .
3. عمق القطع .

تعمل ماكينات القطـــع الدائري بصفة عامة عند تشغيلها مثل المخارط والفرايز والمثاقـــب ..... وغيرها بحركات أساسية، وأهم هـــذه الحركات هي الحركة الدورانية (سرعة دوران المخرطة) التي تقدر بعدد الدورات في الدقيقة الواحدة. علمـــاً بأن سرعة القطع هي السرعة الخطية تقدر بوحدات طولية في الدقيقة.

∴ لإيجاد سرعة القطع فإنه يجب إيجاد محيط المشغولة المطلوب قطعها .. أي تحويل محيط قطعة التشغيل إلى خـط مستقيم كما هو موضح بشكل **7 – 2**.



شكل 7 – 2

تحويل محيط قطعة التشغيل إلى خط مستقيم

حيث ق ..... القطر بالمليمترات .

ط ق ... المحيط بالمليمترات .

الحركة النسبية بين الشغلة وأداة القطع :

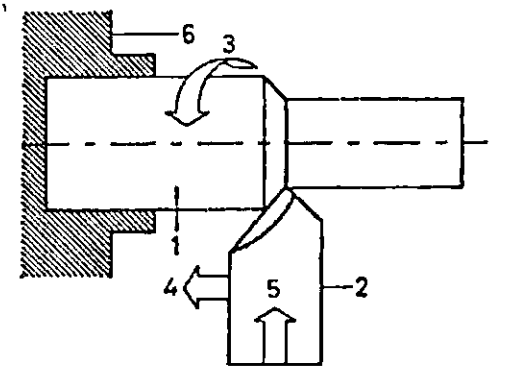
Relative Velocity Between piece& Cut Off Tool

تقوم المخرطة من خلال العمليات الصناعية بتشكيل المشغولات المختلفة، حيث تتم هذه العمليات من خلال تحرك الشغلة وأداة القطع (قلم المخرطة) حركات متعددة بالنسبة لبعضهما البعض وهي كالآتي :-

1. حركة الشغلة وقلم المخرطة في الخراطة الطولية :

يضبط قلم المخرطة على عمق القطع في الاتجاه العمودي لمحور الذنبتـين أثناء دوران المخرطة .. وتتم حركة التغذية في الاتجاه الطولي، حيث يتحرك القلم حركة مستقيمة موازية لمحور الذنبتـين كما هو موضح بشكل 7 – 3.

وتتكرر حركتي عمق قطع والتغذية الطولية بعد الانتهاء من كل مشوار .. حتى يصل قطر المشغولة إلى القطر المطلوب تشغيله .



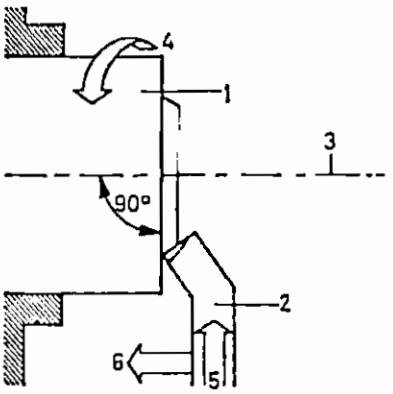
شكل 7 – 3

حركة الشغلة وقلم المخرطة في الخراطة الطولية

1. الشغلة.
2. أداة القطع (قلم المخرطة).
3. حركة القطع الدورانية للشغلة.
4. حركة التغذية الطولية لأداة القطع والموازية لمحور الذنبتين.
5. عمق القطع للحد القاطع لقلم المخرطة والعمودية على محور الذنبتين.
6. ظرف المخرطة الحامل للمشغولة.

2. حركة الشغلة وقلم المخرطة في الخراطة الجانبية :

يضبط قلم المخرطة على عمق القطع في الاتجاه الموازي لمحور الذنبتين، وتتم حركة التغذية العرضية للسطح الجانبي في الاتجاه العمودي لمحور الشغلة كما هو موضح بشكل 7 – 4.



شكل 7 – 4

حركة الشغلة وقلم المخرطة في الخراطة الجانبية

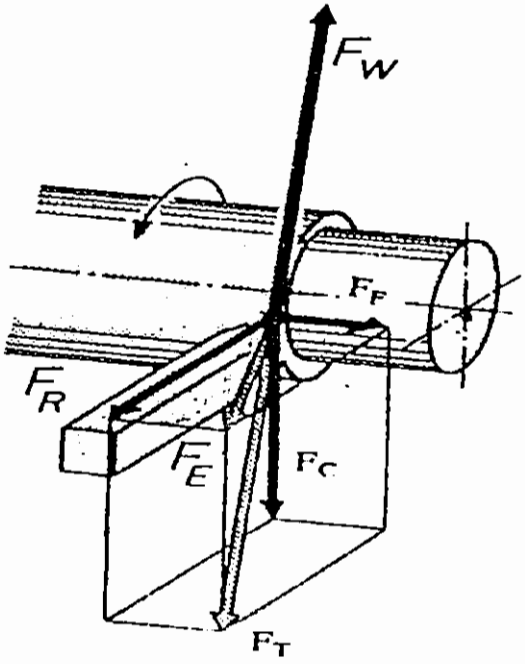
1. الشغلة.
2. أداة القطع (قلم المخرطة).
3. محور الدوران.
4. الحركة الدورانية للشغلة.
5. حركة التغذية العرضية في الاتجاه العمودي لمحور الذنبتين.
6. حركة عمق القطع بالاتجاه الموازي لمحور الذنبتين.

تحليل القوى المؤثرة فى عمليات قطع المعادن

Analysis of forces affecting metals cutting operations

تعتمد عملية القطع بجميع العمليات الميكانيكية على حداث إنهيار لبعض جزئيات المعدن ، وذلك لنزع جزء أو طبقة رقيقة من السطح الخارجي أو الداخلي للمشغولة ، وتسمى هذه الجزئيات بالرايش (النحاتة أو الجزاز).

وتنشأ أثناء ميكانيكية عملية القطع قوى مختلفة كما هو موضح بشكل 7 – 5، تؤثر هذه القوى على قلم المخرطة والمشغولة.



شكل 7 – 5

القوى المؤثرة على قلم الخرطة والمشغولة

- حيث Fc ... قوى القطع.
- F_E ... محصلة القوتين F_F ، F_R.
- F_F ... قوة التغذية.
- F_W ... قوة عكسية.
- F_R ... قوة قطرية.
- F_T ... قوى القطع الكلية.

قوى القطع Fc : Cutting force

ينشأ أثناء نزع طبقة الرايش من المشغولة قوي القطع Fc ، وتعتمد قيمتها على نوع مادة قطعة التشغيل وعلى زوايا الحد القاطع للقلم، وتعمل هذه القوي على تحميل قلم الخراطة بحمل حنى.

قوة التغذية Ff : Feeding force

تؤثر قوة التغذية Ff أثناء الخراطة الطولية فى اتجاه موازى لمحور قطعة التشغيل ، كما تؤثر قوة قطرية F_R فى الاتجاه المتعامد على المحور .. أى فى اتجاه عمق القطع.

وتمثل القوة F_E محصلة القوتين F_F ، F_R ، وتتوقف قيمتها واتجاهها على الزاوية المقابلة X .

قوة القطع الكلية Ft : Totality cutting force

تتكون قوة القطع الكلية Ft من محصلة القوتين F_E ، Fc وتضاد القوة الكلية F_T قوة عكسية كرد فعل F_W مساوية لها فى المقدار ..... (قانون نيوتن الثانى).

وتؤثر المادة المعرضة للتشغيل ، وكذلك قابلية المادة للتصليد تأثيرًا كبيرًا على مقدار قوة القطع.

ويمكن الحصول على الضغط النوعي الذي يرمز له بالرمز p من العلاقة التالية :-

$$P = \frac{P2}{f} = \dots Kg / mm^2$$

حيث P ... الضغط النوعي للقطع .

P2 ... قوة القطع .

F ... مساحة المقطع العرضي للطبقة المنزوعة .

يتغير الضغط النوعي للقطع بتغير العوامل المؤثرة على قوة القطع .. أي إن قيمته غير ثابتة، علمًا بأن قمته تزداد بزيادة متانة المادة المعرضة للتشغيل، كما تنخفض قيمته بزيادة مساحة المقطع العرضي للطبقة المنزوعة.

من هذا المنطلق فإنه يجب أن تتحمل معدات تثبيت قطعة التشغيل تأثير هذه القوة ، كما يراعى القواعد الأساسية عند تثبيت (ربط) عدد القطع، وذلك بوضع قلم المخرطة فى الحامل القلم بالوضع الصحيح، من خلال ضبط ارتفاعه بمستوى محور

الدنبتين وربطه ربـطًا محكـمًا.

عناصر القطع الأساسية بالمخرطة :

The main parameter of the cutting

ترافق عملية تشغيل المعادن بالقطـع إنفصال طبقة من المعدن من سـطح المشغولة، وذلك لغرض الحصول على قطعة تشغيل حسـب الشكل والمقاس ودرجة التشطيب المطلوبة .

ولإجراء عملية القطع، لابد أن تتحرك كل من الشغلة والعدة القاطعة حركات بالنسبة لبعضهما البعض (حركة دائرية ــ حركة تغذية ــ حركة تعميق)، ونتيجة لهذه الحركات ينزع الحد القاطع لقلم المخرطة الطبقات الزائدة عن الحاجة من القطعة التي يجرى تشغيلها على شـكل رايش .

ولكى يتمكن فنى المخرطة من تشغيل جمـيع الأجزاء المطلوبة تشغيلا صحيحًا، بحيث يصـل إلى أفضل النتائج الممكنة من حيث التشغيل والمحافظة على العـدة القاطعة ، فإنه يجـب عليه التعرف والإلمام بمـدى إرتباط عناصـر القطع الأساسية بعضهم ببعض .. وكالآتي :-

السرعة : Speed

تعتبر سرعة القطع من أهـم عوامل التشغيل ، حيث يتوقف عليها زمن القطع وحياة الحد القاطع، وعلى سبيل المثال فإنه يمكن إيجاد متوسط السرعة عند الانتقال من مكان إلى آخر (مسافة) في زمن معين.

مثال :

قطعت سيارة مسافة قدرها 160 كيلو متر في ساعتين . أوجد سرعة السيارة ؟

الحل:

$$\text{السرعة} = \frac{\text{المسـافة}}{\text{الزمـن}}$$

∴ سرعة السيارة = $\frac{160}{2}$ = 80 كم / ساعة

سرعة القطع : Cutting Speed

هي مسافة تحرك محيط قطعة التشغيل أمام الحد القاطع في الدقيقة الواحدة، وبالتأمل نرى أن ماكينات التشغيل ذات القطع الدائرى مثل المخارط ــ الفرايز ــ المثاقب ــ آلات التجليخ .. تدور بسرعات تقدر بعدد الدورات في الدقيقة (r . p . m) مع أن سرعات القطع هي سرعة خطية Linear تقدر بوحدة طولية في الدقيقة ، وتعرف بأنها المسافة التي تقطعها العدة (قلم المخرطة) مقدرة بالمتر في الدقيقة (m / min) ويرمز لها بالرمز V ، وحيث يرتبط محيط قطعة التشغيل بسرعة لدوران .. أى ترتبط السرعة الخطية أو السرعة لمحيطية مع سرعة الدوران ، بذلك يمكن إيجاد سرعة القطع من العلاقة التالية :-

ع = $\frac{\text{ط} \times \text{ق} \times \text{ن}}{1000}$ = ... م/د أو

$$V = \frac{\Pi * d * N}{1000} = \text{... m / min}$$

حيث ع ..... أو V ..... سرعة القطع (متر/ دقيقة). m / min

ط .. ... أو TT ... النسبة التقريبية ($\frac{22}{7}$) أو 3.14

ق ..... أو d ..... قطر المشغولة بالمليمترات mm

ط × ق .. أو d π ... محيط المشغولة بالمليمترات mm

ن ..... أو n .... عدد الدورات في الدقيقة (r.p.m.)

1000 ..... تعنى التحويل من المليمترات إلى أمتار.

ملاحظة :

نظرًا لكبر الرقم الناتج لسرعة القطع عند استخراجه بالمليمتر/ دقيقة m / min ، لذلك يقسم الناتج على 1000 للحصول على سرعة قطع

بالمتر/ الدقيقة m / min .

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

1. تجنب فقدان الحد القاطع لقلم المخرطة صلادته من خلال درجات الحرارة المرتفعة التى تؤدى إلى سرعة تآكله وإعادة تجليخه مرة أخرى.
2. تجنب الأضرار التي تلحق بالمخرطة.
3. تجنب تحرك قطعة التشغيل من بين فكوك ظرف المخرطة، أو ذبذبتها أثناء عملية الخراطة .. مما يؤدى إلى عدم جودة أسطح التشغيل.

مثال 1 :

قطعة قطرها 35 ملليمتر، تم تشغيلها على المخرطة بسرعة قدرها 500 لفة في الدقيقة . أوجد سرعة القطع ؟

الحل :

يرتبط محيط قطعة التشغيل بسرعة الدوران بالعلاقة التالية :-

$$ع = \frac{ط \times ق \times ن}{1000}$$

$$= \frac{500 \times 35 \times 22}{1000 \times 7} = 55 \text{ متر/ دقيقة}$$

∴ سرعة القطع = 55 متر/ دقيقة

مثال 2 :

قطعة قطرها 30 ملليمتر، تم تشغيلها على المخرطة بسرعة قدرها 350 لفة في الدقيقة . أوجد سرعة القطع ؟

الحل :

$$ع = \frac{ط \times ق \times ن}{1000}$$

$$= \frac{350 \times 30 \times 22}{1000 \times 7} = 33 \text{ م / د}$$

∴ سرعة القطـــع = 33 متر/ دقيقة

مثال 3 :

قطعة قطرها 50 ملليمتر، تم تشغيلها على المخرطة بسرعة قدرها 255 لفة في الدقيقة . أوجد سرعة القطع ؟

الحل :

$$ع = \frac{ط \times ق \times ن}{1000}$$

$$= \frac{255 \times 50 \times 22}{1000 \times 7} = 40.07 \text{ م / د}$$

∴ سرعة القطـــع = 40 متر/ دقيقة

مثال 4 :

قطعة قطرها 70 ملليمتر، يراد تشغيلها على المخرطة بسرعة قطع مقدارها 22 متر في الدقيقة . أوجد عـــدد دورات قطعة التشغيل في الدقيقة ؟

الحل :

$$ع = \frac{ط \times ق \times ن}{1000}$$

$$∴ ن = \frac{ع \times 1000}{ط \times ق}$$

$$ن = \frac{7 \times 1000 \times 22}{70 \times 22} = 100 \text{ لفة / دقيقة}$$

∴ عدد لفات قطعة التشغيل = 100 لفة / دقيقة

مثال 5:

يراد خراطة عمود قطره (d) 100 mm بسرعة دوران (n) 80 r.p.m . أوجد مقدار سرعة القطع V ؟

الحل :

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

$$= \frac{3.14*100\times80}{1000} = 25.12 \text{ m/min}$$

مثال 6 :

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

الحل :

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

$$= \frac{3.14x100x150}{1000} = 47.1 \text{ m/min}$$

مثال 7 :

يراد تشغيل جزء معدني على المخرطة ، إذا علمت أن قطره 50 mm ، وسرعة القطع 25.12 m/min . أوجد عدد لفات ظرف المخرطة في الدقيقة ؟

الحل :

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

$$= \frac{1000 \text{ x } 25.12}{3.14 \text{ x } 50} = 160 \text{ r.p.m}$$

في حالة عدم وجود السرعة المستنتجة بجدول سرعات المخرطة، فإنه يجب إختيار سـرعة الدوران التالية لها في الصغر ، هذا يعني أن السرعة المناسـبة لدوران ظرف المخرطة بالعادلة السابقة هي 130 لفة / دقيقة.

سرعة القطع والدوران : Cutting Speeds & Rotation

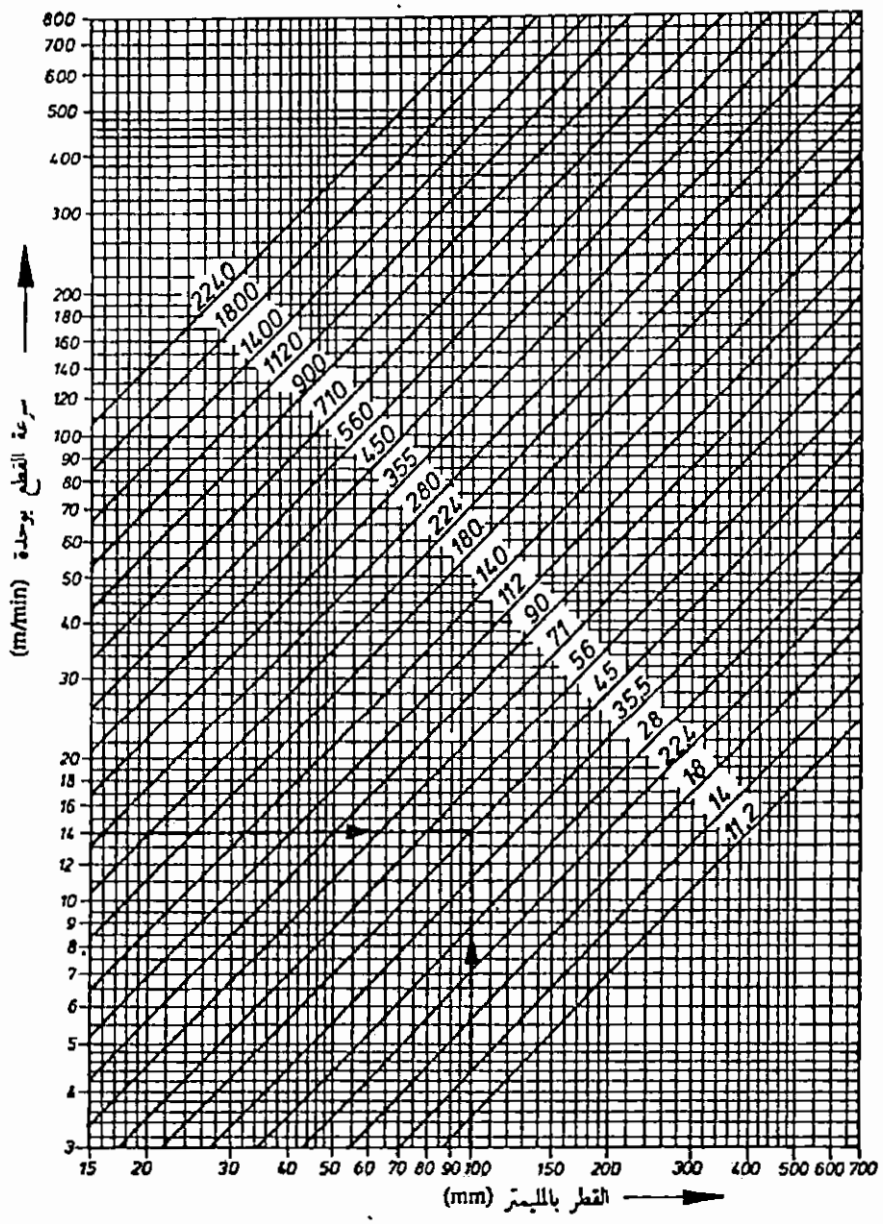
تعتمد سرعة دوران المخرطة (عدد اللفات في الدقيقة .. r.p.m) على قطر قطعة التشغيل وسرعة القطع المختارة.

توجد جداول سرعات القطع على لوحات معدنية مثبتة على واجهة الماكينات، والتي يوصي باستخدامها نتيجة للأبحاث والتجارب السابقة .

فيما يلي جدول 7 – 1 الذي يوضح سرعات القطع وعدد اللفات في الدقيقة. علماً بأنه يمكن حساب سرعة الدوران من هذين المتغيرين أو تحديدهما بمخطط السرعات .

جدول 7 – 1

سرعات القطع وعدد اللفات في الدقيقة



ملاحظة :

الجداول المشار إليها وضعت كإرشادات فقط ولا تعتبر بمثابة أوامر يجب تطبيقها ، حيث يمكن للخراط المتمرس تقدير قيمة السرعة المناسبة عند قيامه بخراطة المشغولات المتنوعة للإنتاج الفردي بالخبرة العملية ، أما في الإنتاج الكمي .. (إنتاج السلعة الواحدة إنتاجاً متماثلا بالجملة) فإن قسم الإعداد بالمصنع يقوم بتحديد سرعة القطع ويدونها على لوحة أوامر التشغيل .

أمثلة على استخدام جدول سرعات القطع :

مثال 1 :

قطعة قطرها 25 mm ، يراد تشغيلها على المخرطة بسرعة قطع قدرها 35 m / min . أوجد سرعة القطع ؟

الحل باستخدام جدول سرعات القطع :

(أ) نبحث في جدول 7 – 1 عن القطر 25 ملليمتر، وعن سرعة القطع 35 متر/دقيقة .

(ب) الصعود إلى أعلى للإحداثي الرأسي للقطر 25 ملليمتر، ومقابلته مع الإحداثي الأفقي لسرعة القطع 35 متر/دقيقة.

(ج) أنظر إلى تلاقي الإحداث الأفقي بالإحداثي الرأسي نجد أن سرعة الدوران النموذجية هي 250 لفة/دقيقة.

مثال 2:

قطعة قطرها 110 ملليمتر ، تم تشغيلها على المخرطة بسرعة قطع قدرها 22 متر في الدقيقة . أوجد سرعة دوران قطعة التشغيل في الدقيقة ؟

الحل باستخدام جدول سرعات القطع :

(أ) أنظر بجدول 7 – 1 عن الإحداثي الرأسي للقطر 110 ملليمت .

(ب) أنظر للإحداثي الأفقي لسرعة القطع 22 متر/ دقيقة.

(ج) أنظر إلى تلاقي الإحداث الأفقي بالإحداثي الرأسي نجد أن سرعة الدوران

النموذجية هي 56 لفة / دقيقة.

مثال 3 :

قطعة قطرها 24 ملليمتر، يراد تشغيلها على المخرطة بسرعة قطع قدرها 60 متر/ دقيقة . أوجد عدد اللفات في الدقيقة ؟

الحل :

(أ) أنظر بجدول 7 – 1 عن الإحداثي الرأسي للقطر 24 ملليمتر.

(ب) أنظر للإحداثي الأفقي لسرعة القطع 60 متر/ دقيقة.

(ج) أنظر إلى تلاقي الإحداث الأفقي بالإحداثي الرأسي نجد أن سرعة الدوران النموذجية هي 710 لفة / دقيقة.

ملاحظة :

عند قطع المعادن الخفيفة أو عند إستخدام الأقلام ذات اللقم الكربيدية للتشغيل بسرعات قطع عالية . سنجد أن سرعات القطع (ع أو V) وعدد اللفات (ن أو n) غير موجودة بالجدول . في هذه الحالة يمكن اختيار سرعة قطع تعادل نصف أو ربع سرعة القطع المعطاة وبعد الانتهاء من الحصول على عدد اللفات .. يضرب الناتج × 2 أو × 4 .

العناصر التي تعتمد عليها سرعة القطع :

سبق عرض الجداول الخاصة بمخطط سرعة القطع والذي وضع كإرشادات فقط ، ولا تعتبر بمثابة أوامر يجب تطبيقها، حيث يمكن تحديد سرعة الدوران بالممارسة والخبرة العملية. وعادة تعتمد سرعة القطع على عدة عوامل .. وهي كالآتي :-

1. قطر الشغلة المراد قطعها .
2. معدن الشغلة .. زهر ــ صلب ــ نحاس ــ الومنيوم ... الخ.
3. مادة أداة القطع .. صلب كربوني ــ صلب سرعات عالية ــ لقم كربيدية أو مواد سيراميك قاطعة ..... الخ.

4. عمر العدة القاطعة.
5. شكل زوايا الحد القاطع.
6. مقدار عمق القطع والتغذية .. (مساحة مقطع الرايش).
7. درجة جودة الأسطح .. (تخشين ــ تنعيم).
8. نوع التشغيل .. (خراطة ــ ثقب ــ برغلة).
9. استخدام سائل تبريد.
10. قدرة وكفاءة المخرطة.

سرعة القطع الإقتصادية : Economic Cutting Speed

تعتمد سرعة القطع الإقتصادية على كل من مادة قطعة التشغيل، وقوة مقاومة الحد القاطع للعدة (الحد القاطع لقلم المخرطة أو الثاقب)، وجـــودة السطح المراد تشغيله، وعمر أداة القطع، ومساحة مقطع الرايش ، وقدرة الماكينة .

التغذية : Feeding

هي المسافة التي يتقدمها الحد القاطع لقلم المخرطة أثناء دوران القطعة المعرضة للتشغيل خلال دورة واحدة. وحدة قياسها هي المليمتر / لفة.. mm / rev .. يرمز لها بالرمز F . تجرى التغذية بالطرق اليدوية أو الآلية . ويمكن تحديد مقدار التغذية للخراطة الطولية من العلاقة التالية :-

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

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

حـــيث f ... مقدار التغذية بالمليمتر / لفة .. mm / rev

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

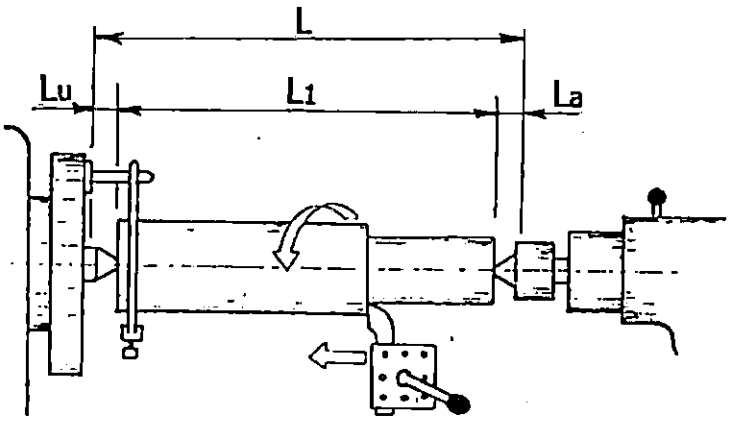
a ... عمق القطع بالمليمتر .. mm

ta ... زمن التشغيل الفعلى بالدقيقة .. min

n ... عدد الدورات في الدقيقة .. r.p.m

L ... مسافة الخراطة الطولية بالمليمتر .. mm ، وهي كما هو موضح بشكل 7 – 2 ، عبارة عن طول المسافة المقطوعة = بداية الخلوص La + (طول الجزء الذى تم خراطته L_1) + نهاية الخلوص Lu

$$L = Lu + L1 + La$$



شكل 7 – 6

حساب الطول الكلى للمشغولة

مثال 1 :

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

الحل :

زمن التشغيل ....

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

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

مثال 1 :

احسب زمن تشغيل خراطة طولية لمشغولة إذا علمت الآتى :-

D = 75 mm

L1 = 390 mm

La = 5 mm

Lu = 5 mm

N = 75 r.p.m

V = 20 m/min

S = 0.5mm/min

الحل :

حساب الطول الكلى L . . . .

L = La + L1 + Lu

5 = 500 mm + 490 + 5 =

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

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

زمن التشغيل . . . .

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

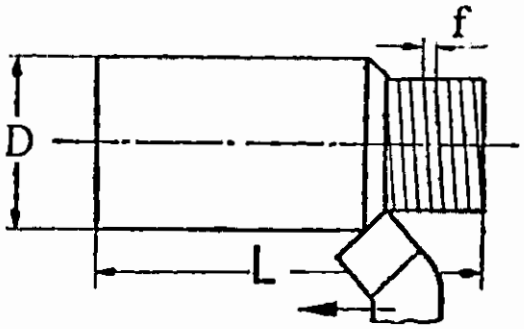
∴ زمن التشغيل = 13 min

ملاحظة :

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

زمن التشغيل ومقدار التغذية للخراطة الطولية:

يمكن إيجاد مقدار التغذية f في الخراطة الطولية الموضحة بشكل 7 – 7 وأيضًا زمن التشغيل ta ، في حالة معرفة سرعة القطع Vc من خلال العلاقة التالية :-



شكل 7 – 7

حركة التغذية بالخراطة الطولية

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

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

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

L ... طول مشوار القلم بالمليمتر .. mm

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

v ... سرعة القطع بالمليمتر .. m / min

n ... عدد اللفات في الدقيقة .. r.p.m

f1 ... عــدد مرات القطع

مثال :

يراد تشغــيل عمود اسطوانى طوله (L) 60 mm وقطره (d) 0.125 m إذا علمــت أن سرعة القطع (V) قدرها 20 m / min والتغذية (f) مقدارها 0.5 mm . أوجد زمن التشغــيل ta ؟

الحل :

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

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

مثال :

يراد خراطة عمود قطره (d) 100 mm بسرعة دوران (n) 80 r.p.m . أوجد مقدار سرعة القطع V ؟

الحل :

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

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

ملاحظـة :

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

ويمكن إيجاد مقــدار التغذية f وزمن التشغيل ta في الخراطة الطولية ، في حالة معرفة ســرعة القطع Vc من خلال العلاقة التالية :-

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

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

مثال :

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

الحل :

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

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

مثال :

يرادخراطة عمود قطره (d) 100 mm بسرعة دوران (n) 80 r.p.m . أوجد مقدار سرعة القطع V ؟

الحل :

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

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

ملاحظـة :

يراعى عند زيادة التغذية تخفيض سرعة القطع ، حتى لا يحدث تولد إجهادات قوى قطع كبيرة ، وقوى أخرى مقاومة بمنطقة القطع.

زمن التشغيل الفعلي ومقدار التغذية :

يمكن تحديد زمن التشغيل الفعلي ، ومقدار التغذية للخراطـــة الطولية من العلاقة التالية :-

زمن التشغيل الفعلى

$$ta = \frac{\text{طول مشوار الخراطة}}{\text{التغذية فى الدقيقة}} = \text{.... min .....}$$

$$= \frac{L}{F * N} = \text{..... min .....}$$

$$S = \frac{L}{ta * N} = \text{..... mm / rev .....}$$ مقدار التغذية

وحيث ta .... زمن التشغيل الفعلى بالدقيقة (min).

L .... مسافة الخراطة الطولية بالمليمتر (mm).

S .... مقدار التغذية فى الدقيقة (mm / rev).

N ... عدد اللفات فى الدقيقة (r.p.m)

وفى حالة عدم معرفة سرعة الدوران N فإنه يمكن تحديد زمن التشغيل الفعلى ، ومقدار التغذية من العلاقة التالية :-

زمن التشغيل الفعلى

$$ta = \frac{V}{\Pi * d} = \text{..... min}$$

أو

$$ta = \frac{L * \Pi *}{d.} = \text{..... min}$$

مقدار التغذية .....

$$S = \frac{L * \Pi * d}{ta * V} \quad \text{..... mm / rev}$$

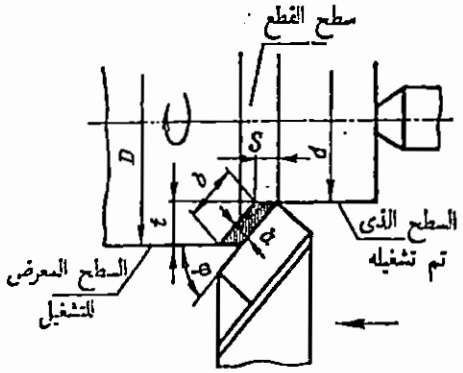
ويمكن حساب زمن القطع ومقدار التغذية في الخراطة الطولية كما هو موضح بشكل 7 – 8 من العلاقة التالية:-

عدد اللفات فى الدقيقة

$$N = \frac{V}{\Pi \times d} = \text{..... r. p. m}$$

زمن التشغيل الفعلي $t_a = \frac{r}{S \times N} = \ldots\ldots \text{ min}$

عدد اللفات فى الدقيقة $S = \frac{r}{t_a \times N} = \ldots\ldots \text{ mm/rev}$



شكل 7 – 8

عناصر القطع أثناء التشغيل على المخرطة

حيث D ... قطر الجزء المراد تشغيله (القطر قبل التشغيل) .. mm .

d ... القطر بعد التشغيل .. mm .

S ... مقدار التغذية فى الدقيقة (mm / rev)..

b ... عرض الرايش المنزوع .. mm .

φ ... زاوية الحد القاطع ، أو زاوية الاقتراب الأفقية.

a ... سمك الرايش المنزوع .. mm .

t ... عمق القطع ، أو طبقة الرايش المنزوعة خلال مشوار واحد للقلم .. mm .

أنواع التغذية : Types of Feeding

توجـد عدة أنواع للتغذية ، يختلف كل منها عن الآخـر باختلاف الاتجاه الذى ينتقل إليه الحـد القاطع للقلم أثناء عمليات الخراطة بالنسبة إلى محـور الذنبتين وهى كالآتي :-

1ـ التغذية الطولية : Longitudinal Feed

هي المسافة التي يقطعها قلم المخرطة بشكل موازى لمحور الذنبتين.

2ـ التغذية العرضية : Wide Feeding

هي المسافة التي يقطعها قلم المخرطة بشكل عمودي على محور الذنبتين.

3ـ التغذية المنحرفة : Deviated Feeding

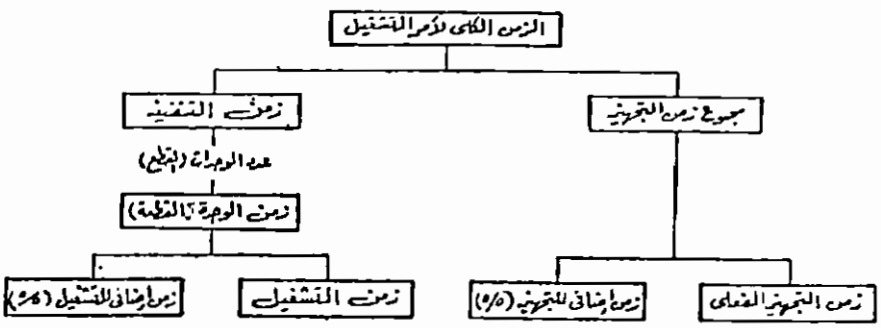
هي المسافة التي يقطعها قلم المخرطة والتي يشكل إتجاهها زاوية مع محور الذنبتين .. (عند خراطة الأسطح المخروطية).

حســاب زمن القطع : Calculation Of Cutting Time

يمكن إيجاد زمن القطع للمشغولات المختلفة عند العمل على المخرطة من خلال العلاقة الموضحة من خلال الرسم التخطيطي بجدول 7 – 2 وهي كالآتي :-

جدول 7 – 2

حساب زمن القطع الكلي



الحساب الكلي لزمن تنفيذ أمر التشغيل :

يمكن حساب لزمن الكلي لتنفيذ أوامر التشغيل المختلفة عند العمل على المخرطة من خلال تسلسل العناصر التالية :-

1. زمن التجهيز : Setting Time

هو زمن العمليات المساعدة للتشغيل الذي يشتمل على الآتي :-

- الزمن اللازم لمناقشة الفني لرئيسه المباشر في طريقة التنفيذ
- قراءة الرسم .
- تجهيز مكان العمل .
- تسليم وتسلم العدة .
- تجهيز وضبط الماكينة .
- إعادة مكان العمل إلى حالته الأصلية بعد التشغيل .
- تسجيل الزمن والبيانات في بطاقة التنفيذ .

2. زمن التنفيذ : Time Of Execution

هو الزمن اللازم لتنفيذ كل أجزاء أمر التشغيل ، مع ملاحظة أنه لا يساوي دائـمًا زمن تنفيذ القطعة × عدد القطع ، فقد تختلف طريقة التشغيل .. وبالتالي يختلف زمن التشغيل في كل منها .

3. زمن التشغيل : Working Time

هو الزمن الفعلي والأساسي لتنفيذ أمر التشغيل ، ويمكن أن يكون التشغيل بالطرق الآلـية أو اليدوية .

يحدد زمن تشغيل القطع المصنعة من خلال مراقبة خطوات العمل ، وإثبات الزمن بواسطة الساعة الميقاتية ، أو يتم حساب هذا الزمن بقوانين خاصة .

4. الزمن الإضافي للتشغيل : Additional Time For Operating

يلاحـظ أنه لايمكن حسـاب زمن التشغيل بدقة ، لذلك يعتبر هذا الزمن كجزء من زمن التشغيل لكل قطعة ويتم حسابه بالخبرة الفنية والتقدير الشخصي ، حيث يتعرض الفني أثناء العمل لظروف يتعـثر إثباتها في أوامر التشغيل مثل ربـط وفك الشغلة ـ تغيير السرعة عن طريق تغيير وضـع تعشيق مقابض السرعات ـ توقف الماكينة لمراجعة قياس الأبعاد والأقطار ـ تنظيف الماكينة من آن لآخر ـ تنظيف

مكان العمل من الرايش ــ تزييت وتشحيم الماكينة ــ تغيير سائل التبريد ــ سـن العدة أو إستبدالها وضبط تثبتها بحمل القلم ــ الحديث مع رئيسه المباشر ــ صـرف المرتب .. هذا بالإضافة إلى السماحات الشخصية للفني مثل تناول المشربات كالشاى أو القهوة و المشروبات المثلجة ــ الذهـاب إلى دورة المياه ــ الصلاة .... إلخ ، لذلك يضاف زمن إضافي دائـمًا (نسبة مئوية من زمن التشغيل) إلى زمن التشغـيل الأساسي.

عمق القطع : Depth Of Cut

هو المسافة العمودية على محور الذنبتـين التي يتغلغل بها الحد القاطع لقلم المخرطة داخل الشغلة ، وتمثل طبقة المعدن المنزوعة خلال شوط واحد ويرمز له بالرمز a .. وحدة قياسها هي mm .

ويعتبر مقدر عمق القطع في أعمال الخراطة ، هو نصف الفرق بين قطر الشغلة قبل التشغيل وقطرها بعد التشغيل ، ويتم الحصول عليه بعد شوط واحد للقلم . ويمكن إيجاد عمق القطع من العلاقة التالية :-

$$a = \frac{D - d}{2} = \dots \text{ mm}$$

حـيث a ... عمق القطع بالمليمتر ... mm

D ... قطر الشغلة قبل التشغيل بالمليمتر .. mm

d ... قطر الشغلة بعد التشغيل بالمليمتر .. mm

عرض الجزء المنزوع من الرايش : Width of chip

هو المسافة بين السطح المعرض للتشغيل والسطح الذى تم تشغيله ، مقاسه على سطح القطع (راجع شكل 56) . ويمكن إيجاد عرض الجزء المنزوع من الرايش من العلاقة التالية :-

$$b = \frac{t}{\sin \varphi}$$

حيث b ... عرض الجزء المنزوع بالمليمتر .. mm

t ... عمق القطع ، أو طبقة الرايش المنزوعة خلال مشوار واحد للقلم بالمليمتر.

سمك جزء الرايش المنزوع : Thickness of chip

هو المسافة بين وضعين متتالين للحد القاطع خلال دوران المشغولة دورة واحدة ، وتقاس بشكل عمودي على الجزء المنزوع . ويمكن إيجاد سمك الجزء المنزوع من العلاقة التالية :-

$$\sin \varphi \cdot S = A$$

حيث A ... سمك جزء الرايش المنزوع بالمليمتر .. mm

S ... مقدار التغذية بالمليمتر .. mm

مساحة مقطع الرايش : Chip Cutting

يمكن إيجاد مساحة مقطع الرايش (A) .. أى مساحة المقطع العرضي للجزء المنزوع .. وحدة قياسها هي المليمتر المربع (mm^2) من خلال العلاقة التالية :-

$$A = a \times f = \dots mm^2$$

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

a ... عمق القطع بالمليمتر .. mm

f ... مقدار التغذية بالمليمتر/ لفلة .. mm / rev

حجم الرايش : Chip Volume

حجم الرايش المنزوع V .. وحدة قياسه هو Cm^3 يمكن أيجاده من العلاقة التالية :-

$$V = A * Vc = \dots cm^3$$

$$V = a * f * Vc = \dots cm^3$$

حيث V ... حجم الرايش المنزوع بالسنتيمتر المكعب cm^3

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

Vc ... سرعة القطع بالمتر / دقيقة .. m / min

a ... عمق القطع بالمليتمر .. mm

f ... مقدار التغذية بالمليمتر/ لفلة .. mm / rev

العوامل التي يتوقف عليها عمق القطع :

يتوقف مقدار عمق القطع على قدرة وحالة أداء المخرطة .. بالإضافة إلى العوامل التالية :-

1. نوع صلادة قطعة التشغيل .. أى إنه كلما ارتفعت صلاة المشغولة ، كلما إنخفض مقدار عمق القطع والعكس، أى إنه كلما كان المعدن لدنًا كلما ارتفع مقدار عمق القطع .

2. نوع عملية القطع .. في حالة الخرط الخشن، فإن عمق القطع يكون كبيرًا، بحيث يعادل ثمانية أضعاف مقدار التغذية، أما إذا كان الخرط ناعمًا فإنه يفضل أن يكون عمق قطع مقداره صغيرًا أو مساويًا لمقدار التغذية تقريبًا.

3. يمكن زيادة مقدار عمق القطع في حالة إستخدام سائل تبريد .

مثال 1 :

يراد خراطة عمود قطره (D) 80 mm إلى قطر (d) 70 mm علمًا بأن مساحة مقطع الرايش الناتج عن عملية الخراطة (A) هي $2.5\ mm^2$ عند التشغيل بسرعة قطع (Vc) قدرها 20 m/min . أوجد الآتى :-

(أ) عمق القطع a

(ب) مقدار التغذية f

الحل :

عمق القطع .....

$$a = \frac{D - d}{2} = \frac{80 - 70}{2} = 5 \text{ mm}$$

مقدار التغذية ....

$$f = \frac{A}{a} = \frac{2.5}{5} = 0.5 \text{ mm / rev}$$

مثال 2:

يراد خـراطة عمود من قـطر (D) 80 mm إلى قطر (d) 74 mm بتغذية (f) مقدارها 0.4 mm/rev . أوجد مساحة مقطع الرايش (A) ؟

الحل :

عمق القطع ..... $a = \frac{D - d}{2} = \frac{80 - 74}{2} = 3 \text{ mm}$

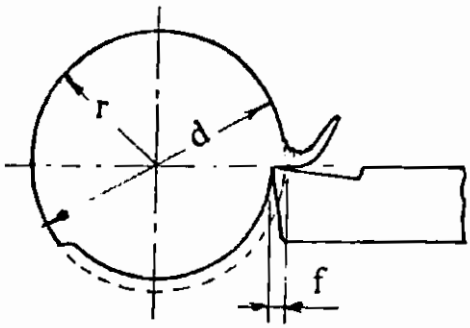
مساحة مقطع الرايش ..... $A = a * f$

$= 3 \times 0.4 = 1.2 \text{ mm}^2$

حساب سرعة الدوران والتغذية وزمن التشغيل للخراطة العرضية :

في حالة خراطة الأسطح الجانبية للمشغولات كما هو موضح بشكل 7 – 9 يوضح نصف القطر r بدلاً من طول المشوار f .

يمكن إيجاد سرعة الدوران (عدد الدورات في الدقيقة r. p. m) والتغذية f وزمن التشغيل ta للخراطة العرضية من العلاقة التالية :-



شكل 7 – 9

الخراطـــة العرضيـــة

$$n = \frac{Vc}{TT * d} = \ldots \text{ r.p.m}$$

$$f = \frac{r}{ta * n} = \ldots \text{mm / rev}$$

$$ta = \frac{r}{f * n} = \ldots \text{mit}$$

حيث: **n** . . . . عدد الدورات في الدقيقة .. **r.p.m**

Vc . . . . سرعة القطع بالمتر/ دقيقة .. **m/min**

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

d . . . . قطر الشغلة بالمليمترات .. **mm**

f . . . . مقدار التغذية بالمليمتر/لفة .. **mm/rev**

r . . . . نصف قطر الشغلة بالمليمتر .. **mm**

ta . . . . زمن التشغيل الفعلي بالدقيقة .. **min**

مثال :

يراد خـــرط عرضي بشغلة اسطوانية قطرها 0.25 mm إذا علم أن ســـرعة القطع Vc قدرها 20m / min والتغذية f مقدارها 0.5 mm / rev . أوجد زمن التشغيل ta ؟

الحل :

عدد الدورات في الدقيقة ....

$$n = \frac{Vc}{TT * d}$$

$$= \frac{20m/min}{3.14 * 0.25mm} = 25.47 \quad r.p.m$$

لا توجد سرعة دوران قدرها 25.47 r. p. m .. هذا يعنى أن سرعة الدوران قدرها 25 r.p.m .

$$r = d \div 2$$

$$= 0.25 \div 2 = 0.125 \ m$$

زمن التشغيل . . . . . .

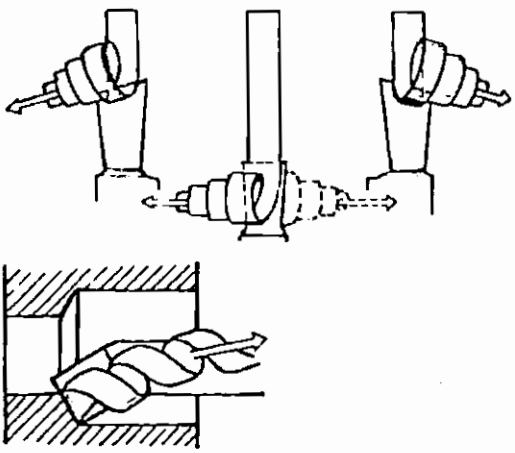
$$ta = \frac{r}{f * n}$$

$$= \frac{0.125m}{0.5mm/rev * 25r.p.m} = 10min$$

الرايش .. Chip

يتكون الرايش في عمليات الخراطة عند ضغط الحد القاطع لقلم المخرطة على السطح الخارجي لقطعة التشغيل، حيث ينشأ عن ذلك شق بسطح قطعة التشغيل .. يؤدي إلى فصل جزء معدنى .. ويستمر تغلغل الحد القاطع في هذا الشق، حتى تنفصل أجزاء من السطح المعدنى للمشغولة على هيئة رايش (جزاز أو نحاته).

يختلف شكل واتجاه الرايش المنزوع باختلاف نوع معدن المشغولة واتجاه زاوية الجرف بقلم المخرطة كما هو موضح بشكل 7 – 10.



شكل 7 – 10

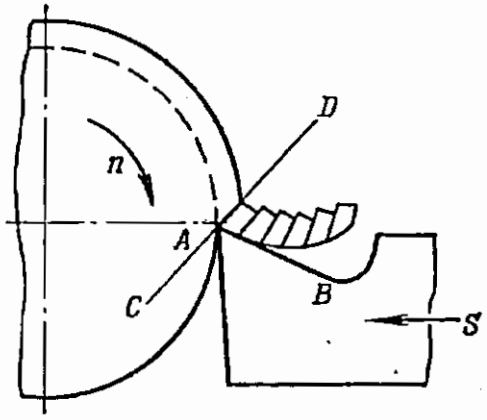
اختلاف اتجاه الرايش باختلاف اتجاه زاوية الجرف بقلم المخرطة

نظرية تكوين الرايش : Theory of Chip Formation

عملية تكوين الرايش هي جوهر عملية القطع ، وللتعرف على عملية تكوينه، نبحث عن عملية خراطة على قطعة تشغيل بسيطة .

أثناء عملية القطع وعند تقدم الحد القاطع لقلم المخرطة إلى جهة الأمام بشكل عمودى على محور الذنبتين، أى بحركة إقتراب ليتغلغل الحد القاطع بداخل المشغولة بعمق قطع معين، يؤدي ذلك إلى إنفصال جزء من معدن

المشغولة على هيـئة رايش كما هو موضح بشكل 7 – 11.



شكل 7 – 11

رسم تخطيطى لعملية خراطة أثناء إنفصال الرايش من المشغولة

يحدث إنفصال الرايش نتيجة لانضغاط طبقة من سطح معدن المشغولة تحت تأثير القوة المسلطة من القلم، ينتج عن ذلك انفعال بتشوه مرن ولدن.

ومع إزدياد التشوه اللدن تزداد الاجهادات في الجزء المنزوع، وعندما تبلغ الاجهادات مقـدرًا يفوق منتهى متانة المعدن يحدث القص Shearing وانفصال جسيم من المعدن أو ما يسمى بالرايش، ويحدث مثل هذا الإنفصال باتجاه مستوى القص C D الذى يشكل زاوية معينة مع السطح الأمامى للقلم.

وبعد نزع جزء الرايش الأول يبدأ إنضغاط وتشوه الجـزء الثاني بالضبط كما كان عليه الحال بالنسـبة للجزء الأول، حتى تفوق الاجـهادات فيه المقدار الذى يزيد عن منتهى متانة المعدن في مستوى القص الثاني بشـكل موازى للأول، ومن ثم يحدث إنفصال جزء جديد من الرايش .... وهكذا يمكن دراسـة عملية القطع كعملية قص جزيئات المعدن على شكل أجزاء من الرايش يتلو بعضها البعض.

أنواع الرايش : Types of Chip

يختلف نوع وشكل الرايش الناتج من عمليات التشغيل المختلفة باختلاف معادن

كل منها، ويكون هذه الاختلاف نتيجة للأسباب التالية :-

1. إختلاف زوايا آلة القطع وخاصة زاوية الجرف.
2. إختلاف سرعة القطع.
3. إختلاف معدن المشغولة.

ويمكن تصنيف أنواع الرايش كما هو موضح بشكل 7 – 12 بالأنواع الآتية :-

(أ) الرايش الغير مستمر : Discontinuous Chip

يسمى أيضـــاً بالرايش المجزء ، ويحـــدث عند تشغيل المعادن المتوسطة الصلادة بسرعات قطع صغيرة جـــدًا (2 - 0.5 m / min) بعـــدة قطع ذات زاوية جـــرف صغيرة حوالي (5^0 - 0)، حيث يتشكل الجزء المنزوع من معدن المشغولة على هيئة رايش متكون من أجـــزاء منفصلة مشوهة وغير ملتحمة فيما بينها.

(ب) الرايش غير المتجانس : In - homogeneous Chip

يسمى أيضـــاً بالرايش المستمر المتدرج، ويحدث عند تشغيل المعادن ذات الصلادة المتوسطة مثل الصلب متوسط الصلادة بسرعات قطع ما بين 15-5 m/mm، حيث يتشكل الجزء المنزوع من معدن المشغولة على شكل رايش متكون من أجزاء منفردة وملتحمة فيما بينها التحامًا خفيـــفًا، ويكون سطح الرايش المواجه للقلم بشكل أملس، أما السطح الآخـــر فيكون متدرجـــاً.

(جـ) الرايش المستمر : Continuous Chip

يحدث إذا كان المعدن المعرض للتشغيل من المواد اللدنة مثل الصلب الطرى أو الألمونيوم واستخدام سرعات قطع عالية (أكبر من 60 m/min)، حيث أن الأجزاء المنفردة من الرايش لا تنفصل عن بعضها البعض، بل تنزع من سطح المشغولة على شكل شريط حلزوني .

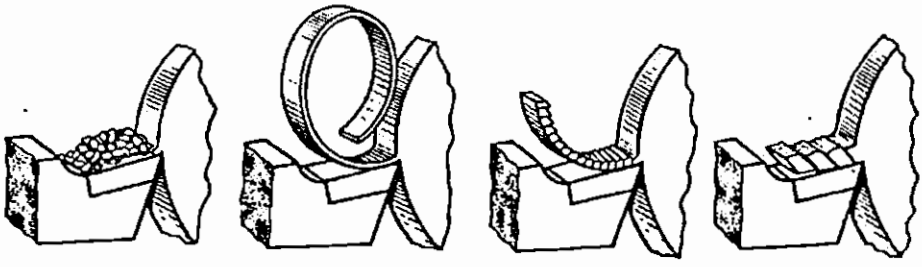
ويحدث الرايش المستمر في الحالات التالية :-

- المعدن طرى.

- سمك الجزء المنزوع (الرايش) صغير .
- سرعات قطع عالية .
- زاوية جرف كبيرة .

(د) الرايش المتفتت : Fractured Chip

يحدث عند التعامل مع مشغولات ذات المعادن الهشة المعرضة للقصف مثل حديد الزهر أو البرونز، حيث يكون الرايش الناتج عن عمليات التشغيل على شكل قطع صغيرة منفصلة عن بعضها وغير متناسقة ويبدو كأنها مكسرة.



(أ) (ب) (ج) (د)

شكل 2 – 12

أنواع الرايش

(أ) الرايش الغير مستمر.

(ب) الرايش الغير متجانس.

(ج) الرايش المستمر.

(د) الريش المتفتت.

عملية تشكيل الرايش أثناء خراطة المعادن المختلفة الصلادة :

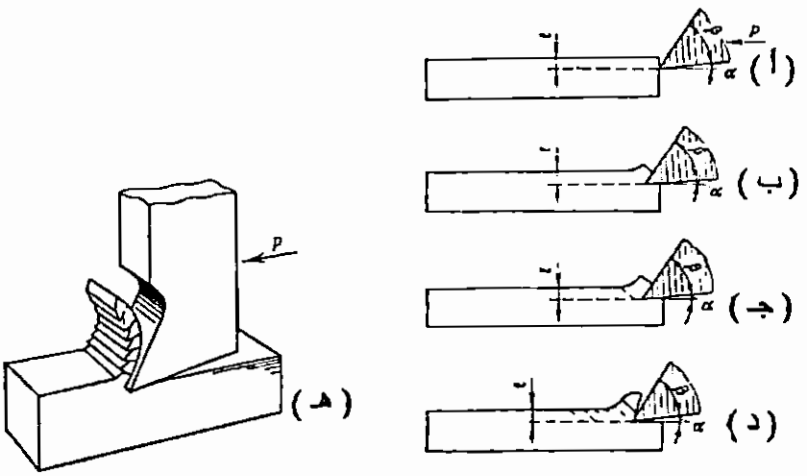
توجد مراحل مختلفة متعاقبة لعملية تشكيل الرايش أثناء خراطة المعادن المختلفة الصلادة، حيث يختلف أشكال الرايش المنزوع بإختلاف صلادة المعادن المعرضة للتشغيل.

عندما يضغط الحد القاطع لقلم المخرطة على طبقة المعدن الواقعة أمامه بالقوة

P مولـدًا بها تشوهًا مرنًا كما هو موضح بشكل 7 – 13 (أ) ومن ثم تشوهًا لدنًا كما هو موضح بشكل 7 – 13 (ب)، ويزداد عرض المعدن دون أن ينفصل ثم ينحني تدريجيًا نحو الأعلى، وفي اللحظة التي يبلغ فيها التشوه أقصى حـد يتحمله المعدن المعرض للتشغيل، وعندما تبلغ الإجهادات في الطبقة الجاري نزعها مقدارًا يزيد عن حـد متانة المعدن، يحدث قص العنصر المشوه على السطح ab كما هو موضح بشكل 7 – 13 (ج) الذي يسمى بسطح القص .

وبعد قص العنصر الأول من الرايش يستمر القلم بتشويه وقص العنصر التالي كما هو موضح بشكل 7 – 13 (د) على السطح الموازي للأول ... وهكذا.

وبهذه الطريقة تشكل عناصر مجزأة وراء بعضها البعض، وتؤلف هذه العناصر مجتمعة الرايش كما هو موضح بشكل 7 – 13 (هـ) وذلك على طول إنتقال القلم.



شكل 7 – 13

عملية تشكـــيل الرايش

(أ) تولد تشوه مرن بطبقة معدن قطعة التشغيل.

(ب) تولد تشوه لدن بطبقة معدن قطعة التشغيل.

(ج) حدوث قص للعنصر المشوه بطبقة معدن قطعة التشغيل.

(د) إستمرار الحد القاطع للقلم بحدوث تشوه وقص للعنصر التالي بطبقة معدن قطعة التشغيل.

(هـ) تشكيل عناصر مجزأة وراء بعضها البعض على طول إنتقال القلم مكونة الرايش المنزوع.

تكسير الرايش : Chip breaking

يشكل الرايــش الناتج عند إنفصاله من معدن الشغلة أثناء عمليات الخراطة ، مصــدرًا كبــيرًا للخطر على كل من الفنى والماكينة والعدة .. وأيضًا على الشغلة نفسها.

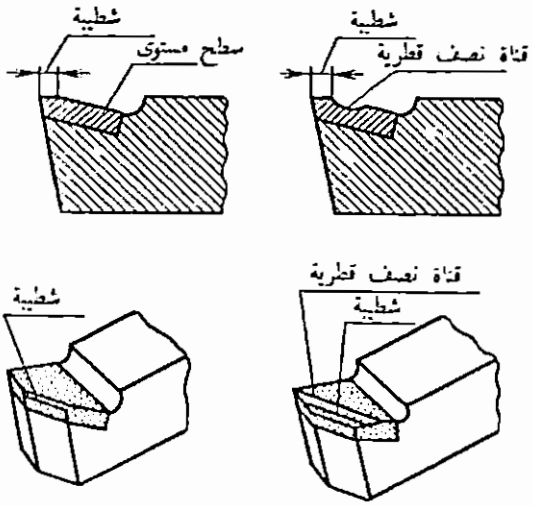
فعندما يلتف الرايش المستمر الناتج عن إنفصاله بمعدن الشغلة حول القلم أو حول الشغلة نفسها، فإنه يعوق عملية القطع، علاوة على خطورته على الفنى الذى قد يصاب بجروح قاطعة نتيجة لحــدة حواف الرايش وارتفاع حرارته ، كما أن الرايش في هذه الحالة يؤدى إلى إزالة طلاء الماكينة .. وبالتالي يشوه منظهرها العام، كما يؤدى التصاقه بالعدة ، ومن ثم تغيير شكل زوايا الحد القاطع والذى يؤدى إلى تشوه في شكل المنتج المصنع.

لذلك يفضل الفنيــين فى ورش الخراطة الحصول على رايش متقطع نظــرًا لإنعدام خطورته وسهولة إزالته.

وأفضل الطرق للحصول على رايش مفــتت هي تكسيره أو تقطيعه عن طريق أقلام الخراطة . وأكثر هذه الأقلام إنتشارًا هي الأنواع التالية :-

1. كسارات الرايش ذات المجرى : Grooved Chip Breakers

تشــكل مجرى على شــكل قوس بمقدمة الحد القاطع لقلم المخرطة كما هو موضــح بشكل 7 – 14 ، حيث تقوم المجرى بلف الرايش المنساب على وجه القل ، ليكسره إلى ملفات حلزونية صغيرة. وقد أثبــتت التجارب أن هذا النوع من الكسرات ذات كفاءة عالية.

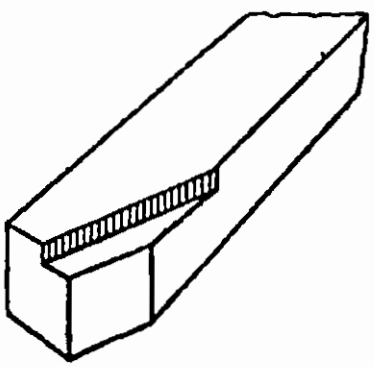


شكل 7 – 14

كسارة الرايش ذات المجرى الدائرى

يشكل الحد القاطع لقلم المخرطة بمجرى طولى مستقيم كما هو موضح بشكل 7 – 15، حيث يصطدم الرايش المنساب على وجه القلم بنهاية المجرى الطولى، الذي يؤدى إلى تكسيره إلى قطع صغيرة.

تشكل المجرى الطولية أو النصف قطرية، بحيث يكون طولها أو قطرها أقل أو يساوى مقدار التغذية.



شكل 7 – 15

كسارة الرايش ذات المجرى الطولى

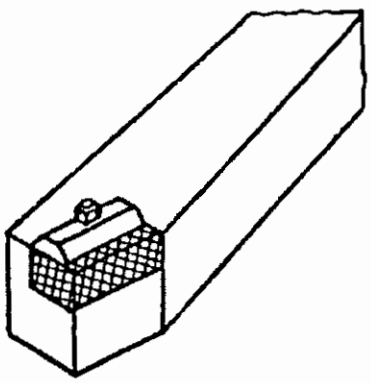
2. **كسارة الرايش المنفصلة :** Separate Chip Breakers

كسارة الرايش المنفصلة الموضحة بشكل 7 – 16، تسمى أيضًا بكسارة الرايش ذات الأكتاف القابلة للاستبدال.

تقمط الأكتاف بإحكام على وجه قلم المخرطة لمنع مرور الرايش وإنسيابه من أسفله، مما يعوق عملية تكسير الرايش بصـــورة طبيعية.

صممت كسارات الرايش المنفصلة بأكتاف بأشكال مختلفة، بحيث تكون على شكل كتف مستقيم أو بكتف دائرى.

تتميز هذه الكسارات بكفاءتها العالية في تكسير الرايش.



شكل 7 – 16

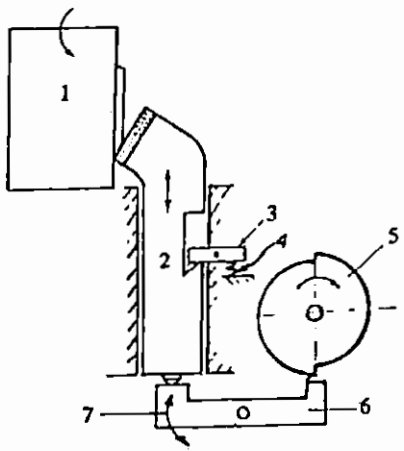
كسارات الرايش المنفصلة ذات الأكتاف

3. **كسارة الرايش الحركية:** Cinematic of Chip breaking

تقوم كسارة الرايش الحركية بعملها عن طريق الحركة الترددية للعدة نفسها كما هو موضح بشكل 7 – 17، حيث تكون الحركة الترددية في اتجاه التغذية نفسها، مما يؤدى إلى تغـــيير سمك الرايش المتكون، فيسهل كسره في المنطقة الأقل سمـــكًا.

تعتمد طريقة عمل كسارة الرايش الحركية على دوران الحدبة (Cam) 5، حيث تضغط على الرافعة 6 التي تنقل الحركة المتأرجـــة 7 إلى قلم المخرطـــة 2 ليتقدم بدفعة صغيرة نحو الشغلة 1، وفي الوقـــت نفسه يقوم الذراع 3 بالارتفاع نحو

الأعلى ليضغـــط على النابض Spring 4، ومع دوران الحدبة 5 ترتفع الرافعة 6 ليقوم النابـــض 4 بدفع الذراع 3 لتنتقل الحركة إلى قلم المخرطة برجوعه قليلاً نحو الخلف .... وهكـــذا، وبتكرار الحركات الترددية المستمرة لقلم المخرطة 2 نحو الشغلة 1 يؤدى إلى تكســـير الرايش بسهولة.



شكل 7 – 17

كسارة الرايش الحركية

1. قطعة التشغيل .
2. قلم المخرطة .
3. ذراع .
4. مابض لولبي .
5. حدبة .
6. ذراع .
7. حركة الذراع الحركة المتأرجحة .

عيوب كسارة الرايش الحركية : Motor Chip Breakers Defects

من أهم عيوب كسارة الرايش الحركية الآتى :-

1. عدم الحصول على أسطح ناعمة.

2. تكاليفها مرتفعة.

لذلك فهي قليلة الانتشار.

عمر الحد القاطع : Tool Life

يتآكل الحد القاطع تدريجـيًا خلال عمليات التشغيل ، وعندما يصل البلى Wear مرحلة معينة، لا يعطى سطـحًا مقبولا، ويقال عندها إن العدة فقدت قدرتها وإن عمرها قد انتهى.

هذا يعنى أن عمر الحد القاطع، هو الفترة الزمنية التي يستغرقها للاستمرار في عمليات التشغيل بكفاءة إلى أن يصل لدرجة عدم قدرته على القطع، أي عند تغيير شكل الحد القاطع المقابل للمشغولة نتيجة لبليه أو تآكله .. Corrosion إلى شكل غير منتظم، حيث تظهر آثار عجزه عندما يلاحظ أن سطح المشغولة قد تغير من قطع ناعم إلى قطع خشن مع ظهور تمزق في السطح.

في هذه الحالة يجـب توقف الماكينة وإعادة تجليخ آلة القطع، أى خلق حد قطع جديد ، أو تثبيت آلة قطع أخرى، ثم الاستمرار في عمليات القطع المطلوبة.

ظواهر انتهاء حياة الحد القاطع :

Phenomenon Of Cutting Adage-Life Ending

يمكن وصف حياة الحد القاطع بأن عمره قد انتهى عند حدوث ظاهرة أو أكثر من الظواهر التالية :-

1. تلثم الحد القاطع.
2. سطح التشغيل ردئ.
3. ظهور ندبات وخطوط على سطح المشغولة.
4. عدم ثبات القياس على سطح الشغلة.
5. ارتفاع كبير في درجة حرارة الشغلة.
6. زيادة مفاجئة في قوة القطع.

العوامل التي تؤثر في حياة الحد القاطع :

Factors That Effect On Cutting Edge-Life Ending

أدت التجارب والأبحاث الخاصة بعمليات قطع المعادن منذ نهاية القرن التاسع عشر الميلادي إلى معرفة عدة عوامل تؤثر في حياة الحـــد القاطع. وأهم هذه العوامل هي الآتى :-

1. اختيار سرعة قطع مناسبة.
2. اختيار أداة قطع ذات صفات وجودة عالية ، بحيث تكون مادة صنعها أصلد من معدن المشغولة المراد قطعها.
3. تناسب مقدار التغذية وعمق القطع مع معدن المشغولة.
4. الآلة القاطعة تكون ذات شكل وحجم مناسب ، بزوايا قطع حادة ، بحيث تتناسب زوايا القطع مع معدن المشغولة.
5. استخدام سائل التبريد عند الحاجة إلى ذلك.
6. تثبيت آلة القطع برطها جيـــداً بالوضع الصحيح.
7. تثبيت الجزء المراد تشغيله جيـــدًا.

الأسباب التي تؤدى إلى دقة ماكينات التشغيل :

Reasons that lead to accuracy of working machines

تعتبر ماكينات التشغيل من الدعائم الأساسية فى أى مصنع أو فى أى ورشة إنتاجية، وذلك لقيمتها الغالية وأثمانها المرتفعة ، ولكى تؤدى هذه الماكينات وظائفها على أكمل وجه، فإنه يجب إتباع الإرشادات التالية :-

1. قبل البدء فى العمل على أى ماكينة، فإنه يجب الإلمام التام بطريقة تشغيلها ، واتباع تعليمات التشغيل والصيانة المرفقة من الشركة المنتجة لهذه الماكينات، وتنفيذها بعناية ودقة .
2. عدم إهتزاز الماكينة أثناء التشغيل، وذلك من خلال تثبيتها بالأرض جـيدًا من قبل الفنيين المختصين.

3. الضبط الدقيق لخلوص أعمدة الدوران والدلائل الانزلاقية .. من خلال الفنى المختص.
4. الاختيار الصحيح والمناسب لسرعات القطع والتغذية وسوائل التبريد، وعدم تحميل الماكينة بأكثر من طاقتها.
5. عدم تغيير سرعات الماكينة وهى فى حالة التشغيل.
6. استعمال المخانق (المساند) عند تشغيل القطع الطويلة ذات الأوزان المرتفعة، وذلك تفاديًا أى تلف بالماكينة.
7. عدم ترك الماكينة وهى فى حالة التشغيل بأى حال من الأحوال.
8. فى حالة الأعطال التى تحدث للماكينة ، فإنه يجب إيقاف تشغيلها، واستدعاء الفنى المختص لفحصها وصيانتها.
9. تنظيف وتزييت وتشحيم الماكينة بانتظام ، ويلاحظ أن عرق اليدين يسبب صدأ الأجزاء اللامعة، لذلك يجب تنظيف هذه الأجزاء دائـمًا وتغطيتها بطبقة رقيقة من الشحم أو الزيت، كما يجب تزييت وتشحيم الدلائل الإنزلاقية، ومن المهم جـدًا إستعمال الزيوت والشحوم النظيفة والمناسبة لهذا الغرض.

الأسباب التي تؤدي إلى دقة التشغيل :

Reasons that lead to working accuracy

تنعكس دقة ماكينات التشغيل على دقة المشغولات المصنعة، كما يتطلب من الفنى الذى يقوم بالعمل عليها أن يكون جادًا وصادقًا في عمله .. وهناك بعض الإرشادات التى يجب أن يعرفها وينفذها وهى كالآتي :-

1. التأكد من أن قطعة التشغيل والآلة القاطعة مثبتان بربطهما بإحكام، وأن العدد وأدوات القياس ليست موضوعة بطريقة تعوق العمل وتربكه.
2. اختيار آلة القطع المناسبة لتشغيل الجزء المطلوب، بحيث تكون زوايا الحد القاطع حادة ومناسبة لمعدن قطعة التشغيل.

3. في حالة تشغيل القطـــع الطويلة أو ذات الأوزان المرتفعـــة، فإنه يجـــب استخدام المساند (المخانق) المناسبة، تفاديًا لتلف قطعة التشغيل أو تلف الماكينة.
4. اختيار سرعة القطع والتغذية المناسبة.
5. إستخدام سائل التبريد عند الحاجة إلى ذلك.
6. إستخدام أدوات وأجهزة القياس المناسبة.
7. تنظيف وتزييت الماكينة وتشحيم دلائلها الانزلاقية بإستخدام الزيوت والشحوم النظيفة والمناسبة لهذا الغرض.

سوائل التبريد والتزييت : Cooling liquids and lubrication

سوائل التبريد هى عبارة عن خليطٌ مكون من الزيت المضاف إليه بعض أنواع الصابون أو الكبريت والماء بنسبة 1 : 15 أو 1 : 20، كما تبلغ هذه النسبة فى أغراض التجليخ إلى 1 : 5، حيث يكون شكل الخليط كاللبن، مقدرتها على التزييت مناسبة.

سوائل التبريد ذات خواص تبريد ممتازة ، لذلك تعتبر سوائل التبريد التى يدخل فى خلطها الماء من أفضل مواد التبريد، كما تعتبر الزيوت الدهنية من أفضل مواد التزييت. وأفضل إمكانيات الاستعمال هى ما تقدمه زيوت التبريد وزيوت القطع.

الغرض من استخدام سوائل التبريد والتزييت هو انخفاض قوة الاحتكاك ودرجات الحرارة بكل من العدد والآلات القاطعة والمشغولات المصنعة، وبالإضافة إلى ذلك فإن سوائل التبريد تدفع إلى مواضع القطع تحت ضغط، مما يساعد على جرف الرايش بعـــيدًا عن منطقة القطع أول بأول، لذلك يتطلب من مواد التبريد والتزييت أن تكون غير ضارة بصحة الإنسان، وألا يكون لها تأثير سيئ على الماكينات أو على قطع التشغيل المصنعة من حيث الصدأ، وألا تكون قابلة للتحلل إلا بعد فترات طويلة من استخدامها.

مميزات سوائل التبريد :

Advantages Of Lubrication And Cooling Liquid

تحقق سوائل التبريد المزايا التالية :-

1. إمكانية زيادة سرعة القطع بما يقرب من 40 % .
2. تضاعف عمر الآلة القاطعة عـــدة مرات.
3. تخفض القوى اللازمة للقطع بنسبة تتراوح ما بين 10 ــ 15 %.
4. تخفيض من درجة حرارة قطع التشغيل أثناء عمليات القطع المختلفة ، الذى يخفض من تمددها ، كما يساعد على القياس الدقيق.
5. 5 تمع تلون قطع التشغيل الناتجة من حرارة إحتكاك القطع.
6. تمنع تكون الأدخنة والضباب الذي قد يتصاعد من عمليات القطع.
7. تعمل على إزالة قطع الرايش وإبعادها من المنطقة المحيطة بعدة القطع.
8. تمنع صدأ وبلى عـــدد القطع والمشغولات.
9. تمنع التحام الرايش بالحدود القاطعة لعدد القطـــع.
10. إنتاج أسطـــح مشغولات ذات جـــودة عالية.

الخواص اللازمة لسوائل التبريد والتزييت :

Lubrication And Cooling Properties

يجـــب أن تكون سوائل التبريد والتزييـــت المستخدمة في عمليات تشغيل المعادن بالخواص التالية :-

1. صالحة كيميائـــيًا فلا تتفاعل نع نعادن قطع التشغيل، أو مع معادن عدد القطع أو مع أجزاء الماكينات المختلفة، كما يجب ألا تساعد على تكوم الصدأ.
2. لا تتبخر بسرعة والآ تكون ضارة بصحة العاملين عند ملامستها أو إستنشاق أبخرتها.
3. ذات خواص تبريد عالية .. أى يجب أن تكون جيدة الحمل للحرارة مع قابليتها لإبلال أسطح المشغولات، وذلك ليتم التلامس بينها وبين قطع التشغيل

بصورة جيدة، وبالتالي تسهيل عملية إنتقال الحرارة.

4. ذات خواص تزييت عالية، كما يجب أن تكون درجة لزوجتها مناسبة، بحيث تناسب عمليات التشغيل المختلفة، كما تعمل على تسهيل إنزلاق الرايش.
5. إمكانية تخزينها لفترات طويلة دون أن تتلف .. أي دون أن تتأكسد أو تتجمد أو تفقد خواصها.
6. رخيصة الثمن، كما يفضل إعادة إستخدامها عدة مرات بعد ترشيحها ، بحيث يكون إستخدامها إقتصادي.