

الباب السابع

7

أسس عمليات قطع المعادن

Fundamentals Of metal
Cutting Operations

مَهَيِّدٌ

يعتبر أسلوب تشغيل المعادن بالقطع بإزالة الرايش من أفضل أساليب التشغيل في مجال الإنتاج الصناعي لإمكان الحصول بواسطته على منتجات ذات دقة وجودة عالية. ولذلك نجد أن التطور في هذه الآلات يزداد يوماً بعد يوم، حتى أصبح استخدامها يعطى أفضل النتائج بأقل التكاليف وخصوصاً بالآلات الإنتاج الكمي .. (إنتاج القطعة الواحدة إنتاجاً متماثلاً متكرراً 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 تكسيهه، كما يتناول الجداول الخاصة لسرعات القطع، والمعادلات والأمثلة ذات العلاقة . ويتعرض إلى عمر الحد القاطع، والعوامل التي تؤدي إلى زيادة فترة تشغيله، وظواهر إنتهاء حياته، كما يتعرض إلى سوائل التبريد والتزييت وخواصها ومميزاتها .

تشغيل المعادن بالقطع

Metals Working By Cutting

المرجع في خراطة المعادن

يعتبر أسلوب تشغيل المعادن بالقطع بإزالة الرايش من أفضل أساليب التشغيل في مجال الإنتاج الصناعي، لإمكان الحصول بواسطته على منتجات ذات دقة وجودة عالية. ولذلك نجد أن التطور في هذه الآلات يزداد يوماً بعد يوم حتى أصبح استخدامه يعطى أفضل النتائج بأقل التكاليف وخصوصاً بآلات الإنتاج الكمي .. (إنتاج القطعة الواحدة إنتاجاً متماثلاً متكرراً 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 نحاعة) 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 الصنع التي تتناسب مع خواص معدن القطعة المراد تشغيلها.

شروط القطع : Cutting Conditioned

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

١. وجود العدة القاطعة أصلد من معدن المشغولة، وبزوايا قطع مناسبة حادة.
٢. وجود عدة قطع ذات قوة كافية لمقاومة الضغط الناتج عن عملية القطع.
٣. وجود حركة دائرية للمشغولة المثبتة بالظرف، وحركة أخرى للعدة بالنسبة للمشغلة.

ماكينات التشغيل : Working Machines

إن مهمة ماكينات التشغيل (آلات الورش) هي رفع كفاءة التشغيل مع تحقيق الدقة العالية للمنتجات المصنعة، لذلك يشترط في ماكينات التشغيل تأدية الحركات المطلوبة بسرعات معينة، وأن تضم تجهيزات لقمط الآلات القاطعة والمشغولة بسرعة وأمان، وأن

المرجع في خراطة المعادن

تكون وحدات التشغيل والتحكم سهلة الإستخدام ومنسقة بصورة واضحة، كما يجب أن تكون الماكينة المراد تشغيلها مثبتة راسخة البنيان مقبولة الشكل.

حركات التشغيل بالمخرطة : Lathe Working Motions

تتم عمليات إزالة الطبقات الزائدة من معدن الخامات المطلوب تشغيلها ميكانيكياً على آلات القطع المختلفة باستخدام العدد القاطعة المناسبة لكل ماكينة، حيث تنتقل الحركة لأدوات القطع من خلال التجهيزات الموجودة بالماكينات، بينما تتحرك الخامة حركة أخرى لها ارتباطاً 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 ميكانيكياً 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 ارتباطاً مع حركة العدة القاطعة ، وعن طريق هذه الحركات يتكون الريش .

ويمكن تقسيم هذه الحركات إلى ثلاث حركات أساسية كما هو موضح بشكل ٧

١ - كالاتي :-

Cutting Vivacity

١. حركة القطع :

تسمى أيضاً بسرعة القطع speed Cutting، وهي الحركة الدورانية لظرف المخرطة الحامل للمشغولة، وتعتبر هذه الحركة هي الحركة الرئيسية، حيث تدور القطعة المراد تشغيلها بالظرف لتعطي حركة القطع .

Feed Vivacity

٢. حركة التغذية :

هي حركة مستقيمة للقلم وموازية لمحور الذنبتين، وتسمى بحركة التغذية الطولية. ويمكن تأدية هذه الحركة يدوياً أو ميكانيكياً.

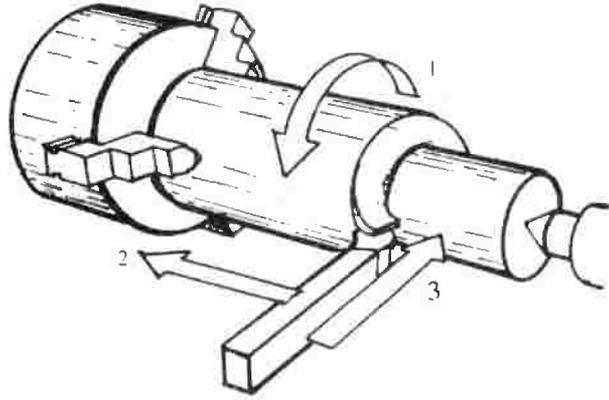
Deeping Vivacity

٣. حركة عمق القطع :

تسمى بحركة الاقتراب أو بحركة التعميق .. وهي حركة مستقيمة لقلم المخرطة

المرجع في خراطة المعادن

وعمودية على محور الذنبتين، حيث يتغلغل الحد القاطع للقلم بالمشغولة المراد تشغيلها لإزالة طبقة من المعدن على هيئة رايش. وعادة تتم هذه الحركة يدوياً.



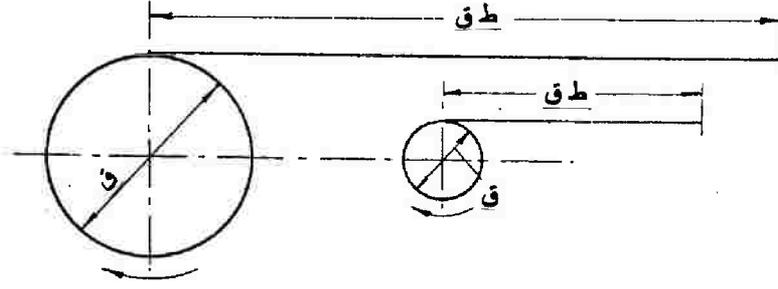
شكل ٧ - ١

حركات التشغيل بالمخرطة

١. سرعة القطع .
٢. مقدار التغذية .
٣. عمق القطع .

تعمل ماكينات القطع الدائري بصفة عامة عند تشغيلها مثل المخارط والفرانز والمثاقب وغيرها بحركات أساسية، وأهم هذه الحركات هي الحركة الدورانية (سرعة دوران المخرطة) التي تقدر بعدد الدورات في الدقيقة الواحدة. علماً 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 خط مستقيم كما هو موضح بشكل ٧ - ٢ .



شكل ٧ - ٢

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 تحريك الشغلة وأداة القطع (قلم المخرطة) بحركات متعددة

بالنسبة لبعضهما البعض وهي كالآتي :-

١. حركة الشغلة وقلم المخرطة في الخراطة الطولية :

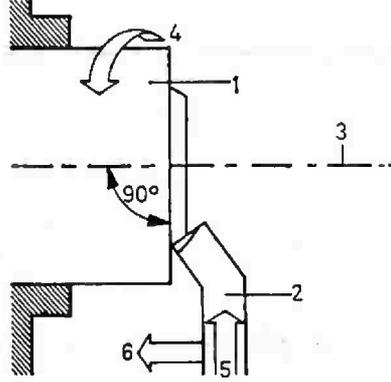
يضبط قلم المخرطة على عمق القطع في الاتجاه العمودي لمحور الذنبتين أثناء

دوران المخرطة .. وتتم حركة التغذية في الاتجاه الطولي، حيث يتحرك القلم حركة

مستقيمة موازية لمحور الذنبتين كما هو موضح بشكل ٧ - ٣.

وتتكرر حركتي عمق القطع والتغذية الطولية بعد الانتهاء من كل مشوار .. حتى

يصل قطر المشغولة إلى القطر المطلوب تشغيله .



شكل ٧ - ٤

حركة المشغلة وقلم المخرطة في الخراطة الجانبية

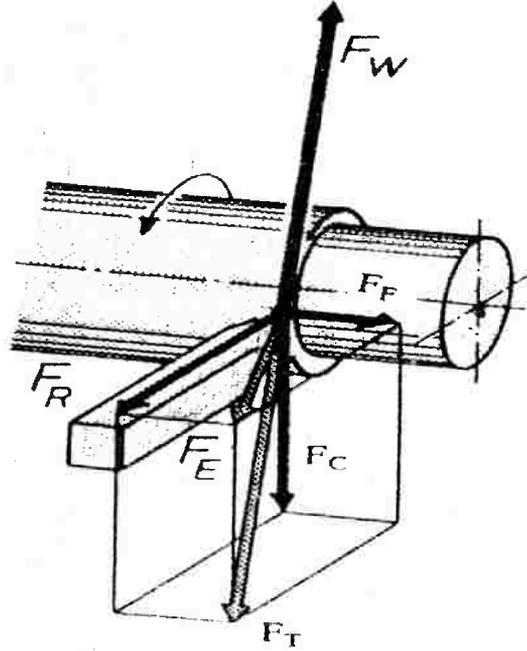
١. المشغلة.
٢. أداة القطع (قلم المخرطة).
٣. محور الدوران.
٤. الحركة الدورانية للمشغلة.
٥. حركة التغذية العرضية في الاتجاه العمودي لمحور الذنبتين.
٦. حركة عمق القطع بالاتجاه الموازي لمحور الذنبتين.

تحليل القوى المؤثرة في عمليات قطع المعادن

Analysis of forces affecting metals cutting operations

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

وتنشأ أثناء ميكانيكية عملية القطع قوى مختلفة كما هو موضح بشكل ٧ - ٥ ، تؤثر هذه القوى على قلم المخرطة والمشغولة.



شكل ٧ - ٥

القوى المؤثرة على قلم الخرطة والمشغولة

حيث F_C ... 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.

Cutting force

قوى القطع F_C :

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

المرجع في خراطة المعادن

الخراطة بحمل حنى.

Feeding force

قوة التغذية F_f :

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

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

Totality cutting force

قوة القطع الكلية F_t :

تتكون قوة القطع الكلية F_t من محصلة القوتين F_E ، F_C وتضاد القوة الكلية F_T قوة عكسية كرد فعل F_W مساوية لها في المقدار (قانون نيوتن الثانى).
وتؤثر المادة المعرضة للتشغيل ، وكذلك قابلية المادة للتصليد تأثيراً كبيراً على مقدار قوة القطع.

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

-:

$$P = \frac{P_2}{f} = \dots \text{ Kg / mm}^2$$

حيث P ... الضغط النوعي للقطع .

P_2 ... قوة القطع .

F ... مساحة المقطع العرضي للطبقة المنزوعة .

يتغير الضغط النوعي للقطع بتغير العوامل المؤثرة على قوة القطع .. أى إن قيمته غير ثابتة، علماً 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 ربطاً محكماً.

عناصر القطع الأساسية بالمخرطة :

The main parameter of the cutting

ترافق عملية تشغيل المعادن بالقطع انفصال طبقة من المعدن من سطح المشغولة، وذلك لغرض الحصول على قطعة تشغيل حسب الشكل والمقاس ودرجة التشطيب المطلوبة .

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

ولكى يتمكن فنى المخرطة من تشغيل جميع الأجزاء المطلوبة تشغيلاً صحيحاً، بحيث يصل إلى أفضل النتائج الممكنة من حيث التشغيل والمحافظة على العدة القاطعة ، فإنه يجب عليه التعرف والإلمام بمدى إرتباط عناصر القطع الأساسية بعضهم ببعض .. وكالاتي :-

Speed

السرعة :

تعتبر سرعة القطع من أهم 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 ١٦٠ كيلو متر في ساعتين . أوجد سرعة السيارة ؟

المرجع في خراطة المعادن

الحل:

$$\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} = \text{السرعة}$$

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

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 . الفرايز . المثاقب . 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 الدوران .. أى ترتبط السرعة الخطية أو السرعة المحيطية مع سرعة الدوران ، بذلك يمكن إيجاد سرعة القطع من العلاقة التالية :-

$$ع = \frac{\pi \times ق \times ن}{1000} = \dots \text{ م/د} \quad \text{أو}$$

$$V = \frac{\pi * d * N}{1000} = \dots \text{ m / min}$$

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

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

ق أو d قطر المشغولة بالمليمترات mm

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

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

1000 تعنى التحويل من المليمترات إلى أمتار.

المرجع في خراطة المعادن

ملاحظة :

نظرًا لكبر الرقم الناتج لسرعة القطع عند استخراجها بالمليمتر/ دقيقة m / min ، لذلك يقسم الناتج على ١٠٠٠ للحصول على سرعة قطع بالمتر/ الدقيقة m / min .
ومن الناحية العملية فإن سرعة القطع في عمليات الخراطة تتغير تغييرًا 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 :-

١. تجنب فقدان الحد القاطع لقم المخرطة صلادته من خلال درجات الحرارة المرتفعة التى تؤدى إلى سرعة تآكله وإعادة تجليخه مرة أخرى.
٢. تجنب الأضرار التى تلحق بالمخرطة.
٣. تجنب تحريك قطعة التشغيل من بين فكوك ظرف المخرطة، أو ذبذبتها أثناء عملية الخراطة .. مما يؤدى إلى عدم جودة أسطح التشغيل.

مثال ١ :

قطعة قطرها ٣٥ مليمتر، تم تشغيلها على المخرطة بسرعة قدرها ٥٠٠ لفة في الدقيقة . أوجد سرعة القطع ؟

الحل :

يرتبط محيط قطعة التشغيل بسرعة الدوران بالعلاقة التالية :-

$$ع = \frac{ط \times ق \times ن}{١٠٠٠}$$

$$٥٥ \text{ متر/دقيقة} = \frac{500 \times 35 \times 22}{1000 \times 7}$$

∴ سرعة القطع = ٥٥ متر/دقيقة

مثال ٢ :

المرجع في خراطة المعادن

قطعة قطرها ٣٠ ملليمتر، تم تشغيلها على المخرطة بسرعة قدرها ٣٥٠ لفة في الدقيقة . أوجد سرعة القطع ؟

الحل :

$$ع = \frac{ط \times ق \times ن}{١٠٠٠}$$

$$٣٣ م / د = \frac{350 \times 30 \times 22}{1000 \times 7} =$$

∴ سرعة القطع = 33 متر/دقيقة

مثال ٣ :

قطعة قطرها ٥٠ ملليمتر، تم تشغيلها على المخرطة بسرعة قدرها ٢٥٥ لفة في الدقيقة . أوجد سرعة القطع ؟

الحل :

$$ع = \frac{ط \times ق \times ن}{١٠٠٠}$$

$$٤٠٠٠٧ م / د = \frac{255 \times 50 \times 22}{1000 \times 7} =$$

∴ سرعة القطع = ٤٠ متر/دقيقة

مثال ٤ :

قطعة قطرها ٧٠ ملليمتر، يراد تشغيلها على المخرطة بسرعة قطع مقدارها ٢٢ متر في الدقيقة . أوجد عدد دورات قطعة التشغيل في الدقيقة ؟

الحل :

$$ع = \frac{ط \times ق \times ن}{١٠٠٠}$$

$$ن = \frac{١٠٠٠ \times ع}{ط \times ق}$$

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

∴ عدد لفات قطعة التشغيل = 100 لفة / دقيقة

مثال ٥:

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

مقدار سرعة القطع V ؟

الحل :

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

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

مثال ٦ :

يراد تشغيل عمود إسطواني على المخرطة ، إذا علمت أن قطره 100 mm وعدد

اللفات في الدقيقة 150 r.p.m أوجد سرعة القطع ؟

الحل :

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

$$= \frac{3.14 \times 100 \times 150}{1000} = 47.1 \text{ m/min}$$

مثال ٧ :

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 :

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

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

المرجع في خراطة المعادن

في حالة عدم وجود السرعة المستنتجة بجدول سرعات المخرطة، فإنه يجب إختيار سرعة الدوران التالية لها في الصغر ، هذا يعنى أن السرعة المناسبة لدوران ظرف المخرطة بالعادلة السابقة هي ١٣٠ لفة / دقيقة.

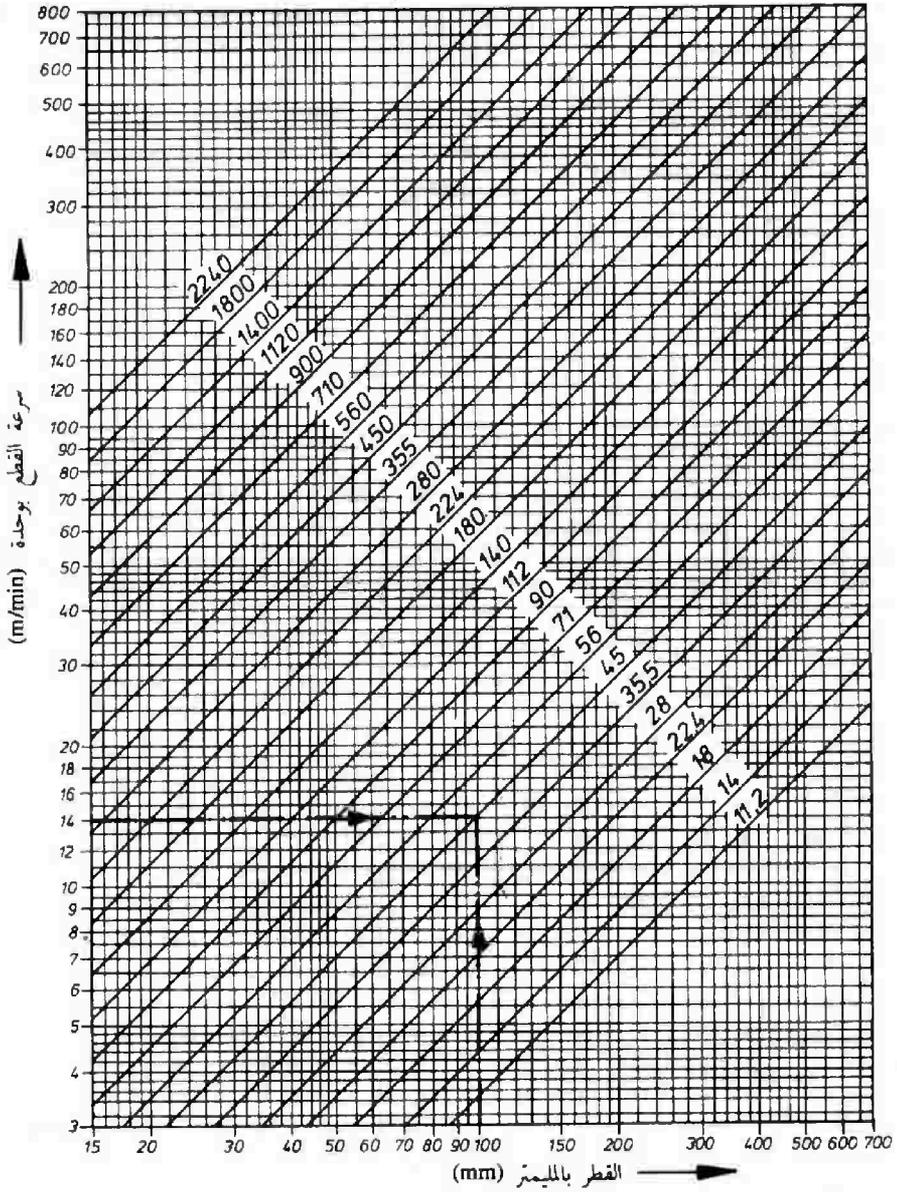
Cutting Speeds & Rotation : **سرعة القطع والدوران**

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 ٧ - ١ الذي يوضح سرعات القطع وعدد اللفات في الدقيقة. علماً بأنه يمكن حساب سرعة الدوران من هذين المتغيرين أو تحديدهما بمخطط السرعات .

جدول ٧ - ١ سرعات القطع وعدد اللفات في الدقيقة



المرجع في خراطة المعادن

ملاحظة :

الجدول 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 متماثلاً بالجملة) فإن قسم الإعداد بالمصنع يقوم بتحديد سرعة القطع وبدونها على لوحة أوامر التشغيل .

أمثلة على استخدام جدول سرعات القطع :

مثال ١ :

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 ٧ - ١ عن القطر ٢٥ ملليمتر، وعن سرعة القطع ٣٥ متر/دقيقة .

(ب) الصعود إلى أعلى للإحداثي الرأسي للقطر ٢٥ ملليمتر، ومقابلته مع الإحداثي الأفقي لسرعة القطع ٣٥ متر/دقيقة.

(ج) أنظر إلى تلاقي الإحداثي الأفقي بالإحداثي الرأسي نجد أن سرعة الدوران النموذجية هي ٢٥٠ لفة/دقيقة.

مثال ٢ :

قطعة قطرها ١١٠ ملليمتر ، تم تشغيلها على المخرطة بسرعة قطع قدرها ٢٢ متر

في الدقيقة . أوجد سرعة دوران قطعة التشغيل في الدقيقة ؟

الحل باستخدام جدول سرعات القطع :

(أ) أنظر بجدول ٧ - ١ عن الإحداثي الرأسي للقطر ١١٠ ملليمتر .

(ب) أنظر للإحداثي الأفقي لسرعة القطع ٢٢ متر/دقيقة.

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

النموذجية هي ٥٦ لفة / دقيقة.

مثال ٣ :

قطعة قطرها ٢٤ ملليمتر، يراد تشغيلها على المخرطة بسرعة قطع قدرها ٦٠ متر/ دقيقة . أوجد عدد اللفات في الدقيقة ؟

الحل :

(أ) أنظر بجدول ٧ - ١ عن الإحداثي الرأسي للقطر ٢٤ ملليمتر.

(ب) أنظر للإحداثي الأفقي لسرعة القطع ٦٠ متر/ دقيقة.

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

النموذجية هي ٧١٠ لفة / دقيقة.

ملاحظة :

عند قطع المعادن الخفيفة أو عند استخدام الأقلام ذات اللقم الكريديية 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 $\times 2$ أو $\times 4$.

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 :-

١. قطر الشفلة المراد قطعها .

٢. معدن الشغلة .. زهر . صلب . نحاس . الومنيوم ... الخ.

٣. مادة أداة القطع .. صلب كربوني . صلب سرعات عالية . لقم كريديية أو مواد

سيراميك قاطعة الخ.

٤. عمر العدة القاطعة.

المرجع في خراطة المعادن

٥. شكل زوايا الحد القاطع.
٦. مقدار عمق القطع والتغذية .. (مساحة مقطع الرايش).
٧. درجة جودة الأسطح .. (تخشين . تتعيم).
٨. نوع التشغيل .. (خراطة . ثقب . برغلة).
٩. استخدام سائل تبريد.
١٠. قدرة وكفاءة المخرطة.

Economic Cutting Speed

سرعة القطع الإقتصادية :

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

Feeding

التغذية :

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 :-

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

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

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

A ... مساحة مقطع الرايش المربع .. mm²

a ... عمق القطع بالمليمتر .. mm

ta ... زمن التشغيل الفعلي بالدقيقة .. min

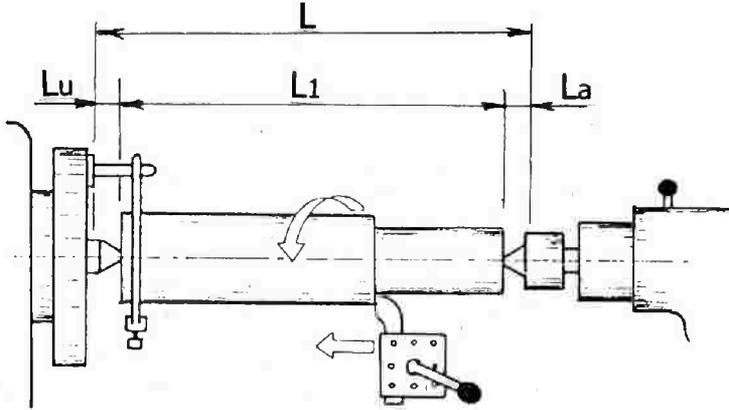
n ... عدد الدورات في الدقيقة .. r.p.m

L ... مسافة الخراطة الطولية بالمليمتر .. mm ، وهي كما هو موضح

بشكل ٧ - ٢ ، عبارة عن طول المسافة المقطوعة = بداية الخلوص

+ La (طول الجزء الذي تم خراطته L_1) + نهاية الخلوص Lu

$$L = Lu + L_1 + La$$



شكل ٧ - ٦

حساب الطول الكلي للمشغولة

مثال ١ :

يراد تشغيل عمود أسطواني طوله (L) 600 mm بتغذية (f) مقدارها 0.5

mm/rev ، إذا علمت أن عدد دوران قطعة التشغيل (n) هي 50 r.p.m . أوجد زمن

التشغيل (ta) ؟

الحل :

زمن التشغيل

المرجع في خراطة المعادن

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

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

مثال ١:

احسب زمن تشغيل خراطة طولية لمشغولة إذا علمت الآتي :-

$$D = 75 \text{ mm}$$

$$L_1 = 390 \text{ mm}$$

$$L_a = 5 \text{ mm}$$

$$L_u = 5 \text{ mm}$$

$$N = 75 \text{ r.p.m}$$

$$V = 20 \text{ m/min}$$

$$S = 0.5 \text{ mm/min}$$

الحل :

حساب الطول الكلي L

$$L = L_a + L_1 + L_u$$

$$5 = 500 \text{ mm} + 490 + 5 =$$

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

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

زمن التشغيل

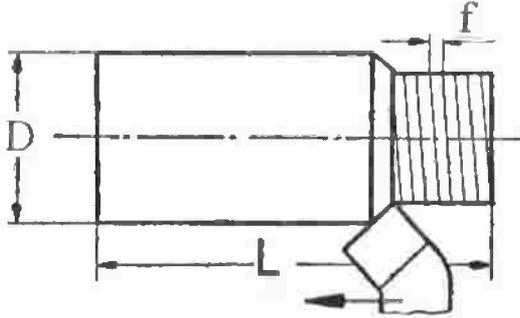
$$t_a = \frac{L}{F * n} = \frac{500}{0.5 * 79.6} = 12.59 \text{ min}$$

∴ زمن التشغيل = 13 min

ملاحظة :

لا تتفق القيمة المحسوبة لسرعة الدوران بصفة عامة مع القيمة الممكن ضبطها على المخرطة .. لذلك تأخذ سرعة الدوران التالية في الصغر من القيمة المحسوبة .
زمن التشغيل ومقدار التغذية للخراطة الطولية:

يمكن إيجاد مقدار التغذية f في الخراطة الطولية الموضحة بشكل $\gamma - \gamma$ وأيضاً زمن التشغيل t_a ، في حالة معرفة سرعة القطع V_c من خلال العلاقة التالية :-



شكل ٧ - ٧

حرمة التغذية بالخراطة الطولية

$$f = \frac{L * TT * d}{t_a * V} = \dots \text{mm / rev}$$

$$t_a = \frac{L * TT * d}{f * V} = \dots \text{min}$$

حيث D ... قطر الشغلة الخام بالمليمتري .. mm

L ... طول مشوار القلم بالمليمتري .. mm

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

v ... سرعة القطع بالمليمتري .. m / min

n ... عدد اللفات في الدقيقة .. r.p.m

f_1 ... عدد مرات القطع

المرجع في خراطة المعادن

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 التشغيل 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 :

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

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

ملاحظة :

لا تتفق القيمة المحسوبة لسرعة الدوران بصفة عامة مع القيمة الممكن ضبطها على المخرطة .. لذلك تأخذ سرعة الدوران التالية في الصغر من القيمة المحسوبة . ويمكن إيجاد مقدار التغذية f وزمن التشغيل ta في الخراطة الطولية ، في حالة معرفة سرعة القطع Vc من خلال العلاقة التالية :-

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

المرجع في خراطة المعادن

$$t_a = \frac{L * TT * d}{f * V} = \dots \text{min}$$

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 التشغيل t_a ؟

الحل :

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

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

مثال :

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

الحل :

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

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

ملاحظة :

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 للخراطة الطولية من العلاقة

طول مشوار الخراطة

التغذية فى الدقيقة

المرجع في خراطة المعادن

التالية :-

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

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

} زمن التشغيل الفعلي

$$S = \frac{L}{t_a * N} = \dots \text{ mm / rev } \dots$$

وحيث t_a زمن التشغيل الفعلي بالدقيقة (min).

L مسافة الخراطة الطولية بالمليمتر (mm).

S مقدار التغذية في الدقيقة (mm / rev).

N ... عدد اللفات في الدقيقة (r.p.m)

وفي حالة عدم معرفة سرعة الدوران N فإنه يمكن تحديد زمن التشغيل الفعلي ،

ومقدار التغذية من العلاقة التالية :-

$$t_a = \frac{V}{\pi * d} = \dots \text{ min}$$

أو

$$t_a = \frac{L * \pi * d}{V} = \dots \text{ min}$$

} زمن التشغيل الفعلي

$$S = \frac{L * \pi * d}{t_a * V} : \dots \text{ mm / rev} \dots$$

مقدار التغذية

ويمكن حساب زمن القطع ومقدار التغذية في الخراطة الطولية كما هو موضح

بشكل ٧ - ٨ من العلاقة التالية:-

$$N = \frac{V}{\pi * d} = \dots \text{ r. p. m}$$

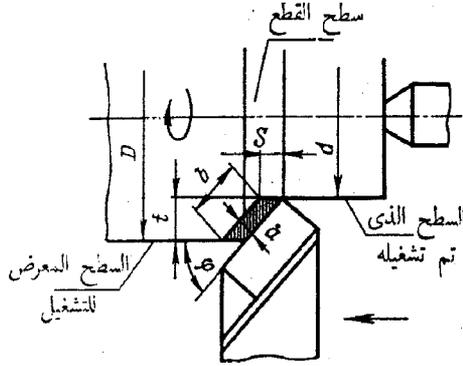
عدد اللفات في الدقيقة

$$t_a = \frac{r}{S * N} = \dots \text{ min}$$

زمن التشغيل الفعلي

$$S = \frac{r}{\tan \alpha \times N} = \dots \text{ mm/rev}$$

عدد اللفات في الدقيقة



شكل ٧ - ٨

عناصر القطع أثناء التشغيل على المخرطة

حيث D ... قطر الجزء المراد تشغيله (القطر قبل التشغيل) .. mm . d ... القطر بعد التشغيل .. mm . S ... مقدار التغذية في 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 .

Types of Feeding

أنواع التغذية :

توجد عدة أنواع للتغذية ، يختلف كل منها عن الآخر باختلاف الاتجاه الذي ينتقل إليه الحد القاطع للقلم أثناء عمليات الخراطة بالنسبة إلى محور الذنبتين وهي كالاتي :-

Longitudinal Feed

١- التغذية الطولية :

هي المسافة التي يقطعها قلم المخرطة بشكل مواز لمحور الذنبتين.

المرجع في خراطة المعادن

Wide Feeding

٢- التغذية العرضية :

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

Deviated Feeding

٣- التغذية المنحرفة :

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

Calculation Of Cutting Time

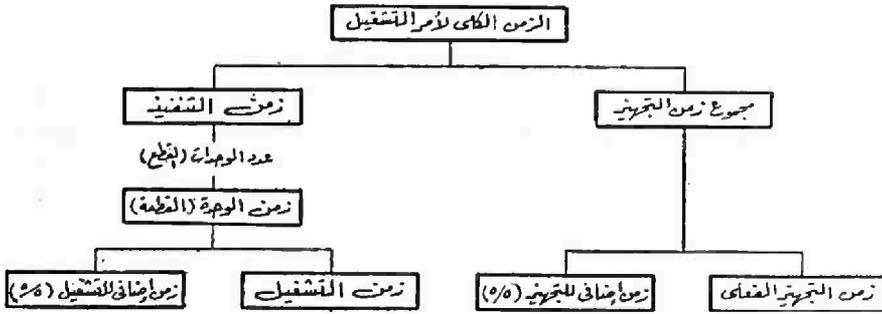
حساب زمن القطع :

يمكن إيجاد زمن القطع للمشغولات المختلفة عند العمل على المخرطة من خلال

العلاقة الموضحة من خلال الرسم التخطيطي بجدول ٧ - ٢ وهي كالآتي :-

جدول ٧ - ٢

حساب زمن القطع الكلي



الحساب الكلي لزمن تنفيذ أمر التشغيل :

يمكن حساب الزمن الكلي لتنفيذ أوامر التشغيل المختلفة عند العمل على المخرطة

من خلال تسلسل العناصر التالية :-

Setting Time

١. زمن التجهيز :

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 .

Time Of Execution

٢. زمن التنفيذ :

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

Working Time

٣. زمن التشغيل :

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

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

Additional Time For Operating

٤. الزمن الإضافي للتشغيل :

يلاحظ أنه لا يمكن حساب 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 يتعثر إثباتها في أوامر التشغيل مثل ربط وفك الشغلة . تغيير السرعة عن طريق تغيير وضع تعشيق مقابض السرعات . توقف الماكينة لمراجعة قياس الأبعاد والأقطار . تنظيف الماكينة من أن لآخر . تنظيف مكان العمل من الرايش . تزييت وتشحيم الماكينة . تغيير سائل التبريد . سن العدة أو إستبدالها وضبط تثبتها بحمل القلم . الحديث مع رئيسه المباشر . صرف المرتب .. هذا بالإضافة إلى السماحات الشخصية

للفني مثل تناول المشروبات كالشاي أو القهوة أو المشروبات المثلجة . الذهاب إلى دورة المياه . الصلاة إلخ ، لذلك يضاف زمن إضافي دائماً (نسبة مئوية من زمن التشغيل) إلى زمن التشغيل الأساسي .

Depth Of Cut

عمق القطع :

هو المسافة العمودية على محور الذنبتين التي يتغلغل بها الحد القاطع لقلم المخرطة داخل الشغلة ، وتمثل طبقة المعدن المنزوعة خلال شوط واحد ويرمز لها 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 :-

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

حيث a ... عمق القطع بالمليمتري ... mm

D ... قطر الشغلة قبل التشغيل بالمليمتري .. mm

d ... قطر الشغلة بعد التشغيل بالمليمتري .. mm

Width of chip

عرض الجزء المنزوع من الرايش :

هو المسافة بين السطح المعرض للتشغيل والسطح الذي تم تشغيله ، مقاسه على سطح القطع (راجع شكل ٥٦) . ويمكن إيجاد عرض الجزء المنزوع من الرايش من العلاقة التالية :-

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

حيث b ... عرض الجزء المنزوع بالمليمتري .. mm

المرجع في خراطة المعادن

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

Thickness of chip

سمك جزء الرايش المنزوع :

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 :-

$$\sin \phi \cdot S = A$$

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

S ... مقدار التغذية بالمليمتير .. mm

Chip Cutting

مساحة مقطع الرايش :

يمكن إيجاد مساحة مقطع الرايش (A) .. أي مساحة المقطع العرضي للجزء المنزوع .. وحدة قياسها هي المليمتير المربع (mm²) من خلال العلاقة التالية :-

$$A = a \times f = \dots \text{mm}^2$$

حيث A ... مساحة مقطع الرايش بالمليمتير المربع .. mm²

a ... عمق القطع بالمليمتير .. mm

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

Chip Volume

حجم الرايش :

حجم الرايش المنزوع V .. وحدة قياسه هو Cm³ يمكن أيجاده من العلاقة

التالية :-

$$V = A \cdot Vc = \dots \text{cm}^3$$

$$V = a \cdot f \cdot Vc = \dots \text{cm}^3$$

حيث V ... حجم الرايش المنزوع بالسنتيمتر المكعب cm³

المرجع في خراطة المعادن

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

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

a ... عمق القطع بالمليمتر .. mm

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

العوامل التي يتوقف عليها عمق القطع :

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

التالية :-

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

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

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

مثال ١ :

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 ٢:

براد خراطة عمود من قطر (D) 80 mm إلى قطر (d) 74 mm بتغذية (f) مقدارها 0.4 mm/rev . أوجد مساحة مقطع الرايش (A) ؟
الحل :

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

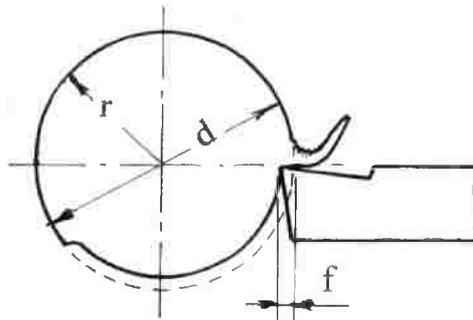
$$A = a * f \quad \text{مساحة مقطع الرايش}$$

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

حساب سرعة الدوران والتغذية وزمن التشغيل للخراطة العرضية :

في حالة خراطة الأسطح الجانبية للمشغولات كما هو موضح بشكل ٧ - ٩ 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 ٧ - ٩

المرجع في خراطة المعادن

الخراطة العرضية

$$n = \frac{Vc}{\pi * d} = \dots \text{ r.p.m}$$

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

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

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

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

π : 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 الفعلى بالدقيقة .. **min**

مثال :

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

الحل :

عدد الدورات في الدقيقة

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

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

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

$$r = d \div 2$$

$$= 0.25 \div 2 = 0.125 \text{ m}$$

زمن التشغيل

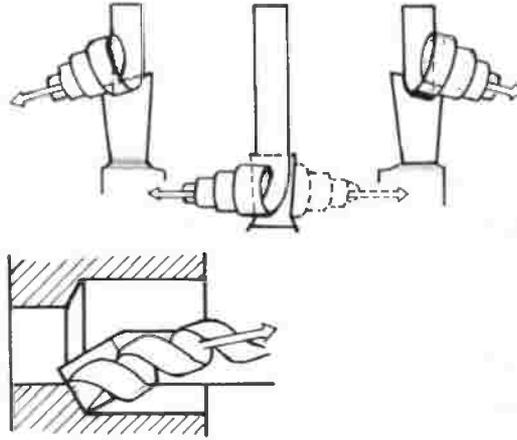
$$t_a = \frac{r}{f * n}$$

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

الرايش .. Chip

يتكون الرايش في عمليات الخراطة عند ضغط الحد القاطع لقلم المخرطة على السطح الخارجى 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 ٧ - ١٠.



شكل ٧ - ١٠

اختلاف اتجاه الرايش باختلاف زاوية الجرف بقلم المخرطة

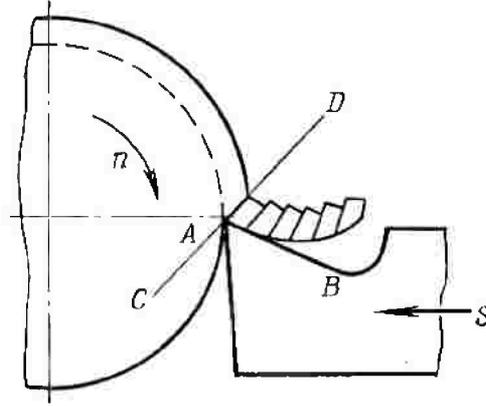
Theory of Chip Formation

نظرية تكوين الرايش :

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 هيئة رايش كما

هو موضح بشكل ٧ - ١١ .



شكل ٧ - ١١

رسم تخطيطي 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 مقداراً يفوق منتهى متانة المعدن يحدث القص Shearing وانفصال جسيم من المعدن أو ما يسمى بالرايش، ويحدث مثل هذا الإنفصال باتجاه مستوى القص C D الذي يشكل زاوية معينة مع السطح الأمامي للقلم.

وبعد نزع جزء الرايش الأول يبدأ إنضغاط وتشوه الجزء الثاني بالضبط كما كان عليه الحال بالنسبة للجزء الأول، حتى تفوق الاجهادات فيه المقدار الذي يزيد عن منتهى متانة المعدن في مستوى القص الثاني بشكل موازى للأول، ومن ثم يحدث إنفصال جزء جديد من الرايش وهكذا يمكن دراسة عملية القطع كعملية قص جزئيات المعدن على شكل أجزاء من الرايش يتلو بعضها البعض.

Types of Chip

أنواع الرايش :

يختلف نوع وشكل الرايش الناتج من عمليات التشغيل المختلفة باختلاف معادن

المرجع في خراطة المعادن

كل منها، ويكون هذه الاختلاف نتيجة للأسباب التالية :-

١. إختلاف زوايا آلة القطع وخاصة زاوية الجرف.

٢. إختلاف سرعة القطع.

٣. إختلاف معدن المشغولة.

ويمكن تصنيف أنواع الرايش كما هو موضح بشكل ٧ - ١٢ بالأنواع الآتية :-

Discontinuous Chip

(أ) الرايش الغير مستمر :

يسمى أيضاً بالرايش المجزء ، ويحدث عند تشغيل المعادن المتوسطة الصلادة بسرعات قطع صغيرة جداً (2 - 0.5 m / min) بعدة قطع ذات زاوية جرف صغيرة حوالي (5⁰ - 0)، حيث يتشكل الجزء المنزوع من معدن المشغولة على هيئة رايش متكون من أجزاء منفصلة مشوهة وغير ملتحمة فيما بينها.

In - homogeneous Chip

(ب) الرايش غير المتجانس :

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

Continuous Chip

(ج) الرايش المستمر :

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 تتفصل عن بعضها البعض، بل تنزع من سطح المشغولة على شكل شريط حلزوني .

ويحدث الرايش المستمر في الحالات التالية :-

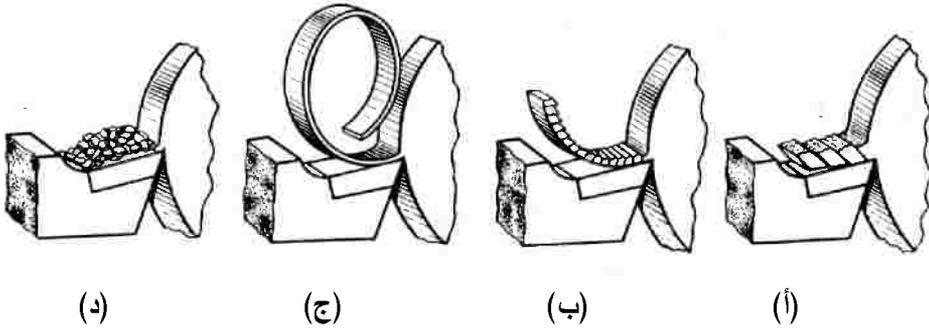
- المعدن طرى.
- سمك الجزء المنزوع (الرايش) صغير .

- سرعات قطع عالية .
- زاوية جرف كبيرة .

Fractured Chip

(د) الريش المتفتت :

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



شكل ٢ - ١٢

أنواع الريش

- (أ) الريش الغير مستمر .
- (ب) الريش الغير متجانس .
- (ج) الريش المستمر .
- (د) الريش المتفتت .

عملية تشكيل الريش أثناء خراطة المعادن المختلفة الصلادة :

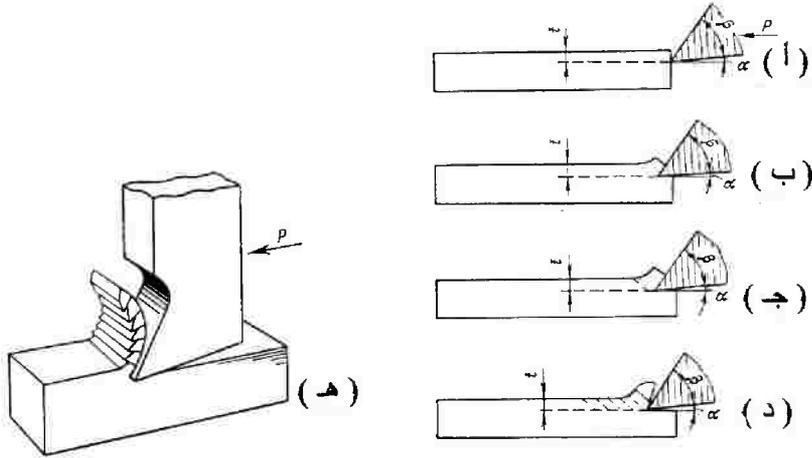
توجد مراحل مختلفة متعاقبة لعملية تشكيل الريش أثناء خراطة المعادن المختلفة الصلادة، حيث يختلف أشكال الريش المنزوع باختلاف صلادة المعادن المعرضة للتشغيل.

عندما يضغط الحد القاطع لقلم المخرطة على طبقة المعدن الواقعة أمامه بالقوة P مولدًا بها تشوهًا مرئيًا كما هو موضح بشكل ٧ - ١٣ (أ) ومن ثم تشوهًا لدنًا كما هو

المرجع في خراطة المعادن

موضح بشكل ٧ - ١٣ (ب)، ويزداد عرض المعدن دون أن ينفصل ثم ينحني تدريجياً نحو الأعلى، وفي اللحظة التي يبلغ فيها التشوه أقصى حد يتحملة المعدن المعرض للتشغيل، وعندما تبلغ الإجهادات في الطبقة الجاري نزعها مقداراً يزيد عن حد متانة المعدن، يحدث قص للعنصر المشوه على السطح ab كما هو موضح بشكل ٧ - ١٣ (ج) الذي يسمى بسطح القص .

وبعد قص العنصر الأول من الرايش يستمر القلم بتشويه وقص العنصر التالي كما هو موضح بشكل ٧ - ١٣ (د) على السطح الموازي للأول ... وهكذا. وبهذه الطريقة تشكل عناصر مجزأة وراء بعضها البعض، وتؤلف هذه العناصر مجتمعة الرايش كما هو موضح بشكل ٧ - ١٣ (هـ) وذلك على طول إنتقال القلم.



شكل ٧ - ١٣

عملية تشكيل الرايش

- تولد تشوه مرن بطبقة معدن قطعة التشغيل.
- تولد تشوه لدن بطبقة معدن قطعة التشغيل.
- حدوث قص للعنصر المشوه بطبقة معدن قطعة التشغيل.
- 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.

Chip breaking

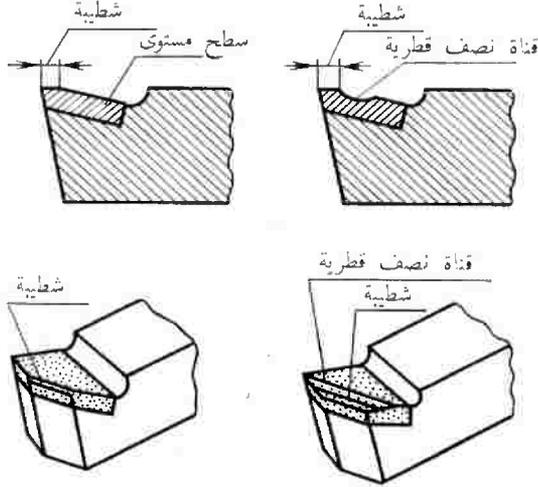
تكسير الرايش :

يشكل الرايش الناتج عند إنفصاله من معدن الشغلة أثناء عمليات الخراطة ، مصدرًا كبيرًا 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 لحدة حواف الرايش وارتفاع حرارته ، كما أن الرايش في هذه الحالة يؤدي إلى إزالة طلاء الماكينة .. وبالتالي يشوه منظرها العام، كما يؤدي التصاقه بالعدة ، ومن ثم تغيير شكل زوايا الحد القاطع والذي يؤدي إلى تشوه في شكل المنتج المصنع . لذلك يفضل الفنيين فى ورش الخراطة الحصول على رايش منقطع نظرًا لإنعدام خطورته وسهولة إزالته.

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

١. كسارات الرايش ذات المجرى : Grooved Chip Breakers

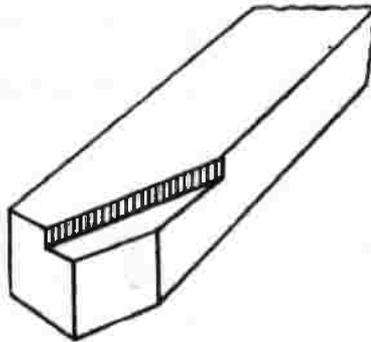
تشكل مجرى على شكل قوس بمقدمة الحد القاطع لقلم المخرطة كما هو موضح بشكل ٧ - ١٤ ، حيث تقوم المجرى بلف الرايش المناسب على وجه القل ، ليكسره إلى ملفات حلزونية صغيرة. وقد أثبتت التجارب أن هذا النوع من الكسارات ذات كفاءة عالية.



شكل ٧ - ١٤

كسارة الرايش ذات المجرى الدائري

يشكل الحد القاطع لقلم المخرطة بمجرى طولى مستقيم كما هو موضح بشكل ٧ - ١٥، حيث يصطدم الرايش المناسب على وجه القلم بنهاية المجرى الطولى، الذي يؤدي إلى تكسيه إلى قطع صغيرة. تشكل المجرى الطولية أو النصف قطرية، بحيث يكون طولها أو قطرها أقل أو يساوى مقدار التغذية.



شكل ٧ - ١٥

كسارة الرايش ذات المجرى الطولى

Separate Chip Breakers

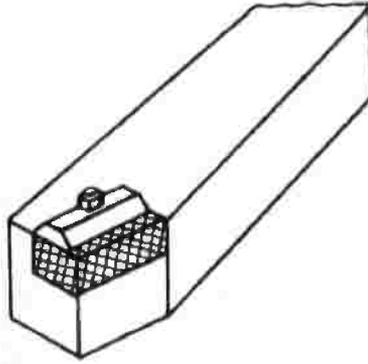
٢. كسارة الرايش المنفصلة :

كسارة الرايش المنفصلة الموضحة بشكل ٧ - ١٦، تسمى أيضاً بكسارة الرايش ذات الأكتاف القابلة للاستبدال.

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

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

تتميز هذه الكسارات بكفاءتها العالية في تكسير الرايش.



شكل ٧ - ١٦

كسارات الرايش المنفصلة ذات الأكتاف

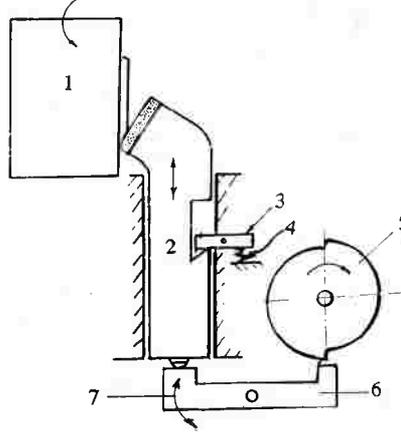
Cinematic of Chip breaking

٣. كسارة الرايش الحركية :

تقوم كسارة الرايش الحركية بعملها عن طريق الحركة الترددية للعدة نفسها كما هو موضح بشكل ٧ - ١٧، حيث تكون الحركة الترددية في اتجاه التغذية نفسها، مما يؤدي إلى تغيير سمك الرايش المتكون، فيسهل كسره في المنطقة الأقل سمكاً.

تعتمد طريقة عمل كسارة الرايش الحركية على دوران الحدبة (Cam) ٥، حيث تضغط على الرافعة ٦ التي تنقل الحركة المتأرجحة ٧ إلى قلم المخرطة ٢ ليتقدم بدفعة صغيرة نحو الشغلة ١، وفي الوقت نفسه يقوم الذراع ٣ بالارتفاع نحو الأعلى ليضغط

على النابض Spring ٤، ومع دوران الحذبة ٥ ترتفع الرافعة ٦ ليقوم النابض ٤ بدفع الذراع ٣ لتنتقل الحركة إلى قلم المخرطة برجوعه قليلاً نحو الخلف وهكذا، ويتكرر الحركات الترددية المستمرة لقلم المخرطة ٢ نحو الشغلة ١ يؤدي إلى تكسير الرايش بسهولة.



شكل ٧ - ١٧

كسارة الرايش الحركية

١. قطعة التشغيل .
٢. قلم المخرطة .
٣. ذراع .
٤. نابض لولبي .
٥. حذبة .
٦. ذراع .
٧. حركة الذراع الحركة المتأرجحة .

Motor Chip Breakers Defects

عيوب كسارة الرايش الحركية :

من أهم عيوب كسارة الرايش الحركية الآتى :-

١. عدم الحصول على أسطح ناعمة.

٢. تكاليفها مرتفعة.

لذلك فهي قليلة الانتشار.

Tool Life

عمر الحد القاطع :

يتآكل الحد القاطع تدريجيًا خلال عمليات التشغيل ، وعندما يصل البلى Wear مرحلة معينة، لا يعطى سطحًا مقبولًا، 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 لبليته أو تأكله .. 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 يجب 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 :-

١. تلثم الحد القاطع.
٢. سطح التشغيل ردى.
٣. ظهور ندبات وخطوط على سطح المشغولة.
٤. عدم ثبات القياس على سطح الشغلة.
٥. ارتفاع كبير في درجة حرارة الشغلة.
٦. زيادة مفاجئة في قوة القطع.

المرجع في خراطة المعادن

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 الحد القاطع. وأهم هذه العوامل هي الآتي :-

١. اختيار سرعة قطع مناسبة.
٢. اختيار أداة قطع ذات صفات وجودة عالية ، بحيث تكون مادة صنعها أصلد من معدن المشغولة المراد قطعها.
٣. تناسب مقدار التغذية وعمق القطع مع معدن المشغولة.
٤. الآلة القاطعة تكون ذات شكل وحجم مناسب ، بزوايا قطع حادة ، بحيث تتناسب زوايا القطع مع معدن المشغولة.
٥. استخدام سائل التبريد عند الحاجة إلى ذلك.
٦. تثبيت آلة القطع برطها جيداً بالوضع الصحيح.
٧. تثبيت الجزء المراد تشغيله جيداً.

الأسباب التي تؤدي إلى دقة ماكينات التشغيل :

Reasons that lead to accuracy of working machines

تعتبر ماكينات التشغيل من الدعائم الأساسية في أي مصنع أو في أي ورشة إنتاجية، وذلك لقيمتها العالية وأثمانها المرتفعة ، ولكي تؤدي هذه الماكينات وظائفها على أكمل وجه، فإنه يجب إتباع الإرشادات التالية :-

١. قبل البدء في العمل على أي ماكينة، فإنه يجب الإلمام التام بطريقة تشغيلها ، وإتباع تعليمات التشغيل والصيانة المرفقة من الشركة المنتجة لهذه الماكينات، وتنفيذها بعناية ودقة .
٢. عدم إهتزاز الماكينة أثناء التشغيل، وذلك من خلال تثبيتها بالأرض جيداً من قبل الفنيين المختصين.

٣. الضبط الدقيق لخلوص أعمدة الدوران والدلائل الانزلاقية .. من خلال الفنى المختص.
 ٤. الاختيار الصحيح والمناسب لسرعات القطع والتغذية وسوائل التبريد، وعدم تحميل الماكينة بأكثر من طاقتها.
 ٥. عدم تغيير سرعات الماكينة وهى فى حالة التشغيل.
 ٦. استعمال المخانق (المساند) عند تشغيل القطع الطويلة ذات الأوزان المرتفعة، وذلك تفادياً أى تلف بالماكينة.
 ٧. عدم ترك الماكينة وهى فى حالة التشغيل بأى حال من الأحوال.
 ٨. فى حالة الأعطال التى تحدث للماكينة ، فإنه يجب إيقاف تشغيلها، واستدعاء الفنى المختص لفحصها وصيانتها.
 ٩. تنظيف وتزيت وتشحيم الماكينة بانتظام ، ويلاحظ أن عرق اليدىين يسبب صدأ الأجزاء اللامعة، لذلك يجب تنظيف هذه الأجزاء دائماً وتغطيتها بطبقة رقيقة من الشحم أو الزيت، كما يجب تزيت وتشحيم الدلائل الإنزلاقية، ومن المهم جداً إستعمال الزيوت والشحوم النظيفة والمناسبة لهذا الغرض.
- الأسباب التي تؤدي إلى دقة التشغيل :**

Reasons that lead to working accuracy

- تتعرض دقة ماكينات التشغيل على دقة المشغولات المصنعة، كما يتطلب من الفنى الذى يقوم بالعمل عليها أن يكون جاداً وصادقاً في عمله .. وهناك بعض الإرشادات التى يجب أن يعرفها وينفذها وهى كالاتي :-
١. التأكد من أن قطعة التشغيل والآلة القاطعة مثبتان بربطهما بإحكام، وأن العدد وأدوات القياس ليست موضوعة بطريقة تعوق العمل وتربكه.
 ٢. اختيار آلة القطع المناسبة لتشغيل الجزء المطلوب، بحيث تكون زوايا الحد القاطع حادة ومناسبة لمعدن قطعة التشغيل.

٣. في حالة تشغيل القطع الطويلة أو ذات الأوزان المرتفعة، فإنه يجب استخدام المساند (المخانق) المناسبة، تقادياً لتلف قطعة التشغيل أو تلف الماكينة.
٤. اختيار سرعة القطع والتغذية المناسبة.
٥. استخدام سائل التبريد عند الحاجة إلى ذلك.
٦. استخدام أدوات وأجهزة القياس المناسبة.
٧. تنظيف وتزييت الماكينة وتشحيم دلائلها الانزلاقية باستخدام الزيوت والشحوم النظيفة والمناسبة لهذا الغرض.

سوائل التبريد والتزييت : Cooling liquids and lubrication

سوائل التبريد هي عبارة عن خليط مكون من الزيت المضاف إليه بعض أنواع الصابون أو الكبريت والماء بنسبة ١ : ١٥ أو ١ : ٢٠، كما تبلغ هذه النسبة في أغراض التخليخ إلى ١ : ٥، حيث يكون شكل الخليط كاللبن، مقدرتها على التزييت مناسبة.

سوائل التبريد ذات خواص تبريد ممتازة ، لذلك تعتبر سوائل التبريد التي يدخل في خلطها الماء من أفضل مواد التبريد، كما تعتبر الزيوت الدهنية من أفضل مواد التزييت. وأفضل إمكانيات الاستعمال هي 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 بعيداً 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 :-

١. إمكانية زيادة سرعة القطع بما يقرب من ٤٠ % .
٢. تضاعف عمر الآلة القاطعة عدة مرات.
٣. تخفض القوى اللازمة للقطع بنسبة تتراوح ما بين ١٠ . ١٥ %.
٤. تخفيض من درجة حرارة قطع التشغيل أثناء عمليات القطع المختلفة ، الذي يخفض من تمددها ، كما يساعد على القياس الدقيق.
٥. تمنع تلون قطع التشغيل الناتجة من حرارة إحتكاك القطع.
٦. تمنع تكون الأدخنة والضباب الذي قد يتصاعد من عمليات القطع.
٧. تعمل على إزالة قطع الرايش وإبعادها من المنطقة المحيطة بعدة القطع.
٨. تمنع صدأ وبلى عدد القطع والمشغولات.
٩. تمنع التحام الرايش بالحدود القاطعة لعدد القطع.
١٠. إنتاج أسطح مشغولات ذات جودة عالية.

الخواص اللازمة لسوائل التبريد والتزييت :

Lubrication And Cooling Properties

يجب أن تكون سوائل التبريد والتزييت المستخدمة في عمليات تشغيل المعادن

بالخواص التالية :-

١. صالحة كيميائيًا فلا تتفاعل مع معادن قطع التشغيل، أو مع معادن عدد القطع أو مع أجزاء الماكينات المختلفة، كما يجب ألا تساعد على تكوم الصدأ.
٢. لا تتبخر بسرعة والآ تكون ضارة بصحة العاملين عند ملامستها أو إستنشاق أبخرتها.
٣. 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.

المرجع في خراطة المعادن

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