المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تخصص ميكانيكا إنتاج

تقنية تشغيل

(نظري)

121 ميك

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمه

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو بناء وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي؛ لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل و المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " تقنية تشغيل (نظري)" لمتدربي قسم" ميكانيكا إنتاج " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ؛ إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

تعتبر عمليات تشغيل المعادن من العمليات الهامة في الإنتاج الصناعي الحديث. وتشهد تطوراً كبيراً في اقتصادياتها وإنتاجيتها وجودة منتجاتها. إن تشغيل المعادن ضروري للوصول لدقة أبعاد عالية ونعومة اسطح كبيرة لأغلب القطع المعدنية. فالسباكة الرملية والحدادة في قوالب مستوية (الحدادة الحرة) لا توفران دقة أبعاد عالية ولا نعومة اسطح كبيرة ولا يمكنان من الحصول على ثقوب صغيرة القطر ولذا يتم اللجوء لعمليات تشغيل لتحقيق ذلك. ولذا يطلق على تشغيل المعادن في بعض المراجع "التشطيب الميكانيكي" لأن طرقه من خراطة وتفريز وثقب وكشط وتجليخ تستخدم غالباً " لتشطيب" بمعنى إكمال العمل المطلوب والذي بدأته طرائق التشكيل الأولى وهي السباكة والحدادة.

عمليات تشغيل المعادن هي موضوع محتويات هذه الحقيبة. وقد قسمت الحقيبة إلى وحدتين الأولى تم فيها تناول أساسيات تشغيل المعادن لأنها تخص كل طريقة من طرائق التشغيل، الوحدة الثانية تم فيها تناول طرائق التشغيل المختلفة بالتفصيل الكافي. كما قسمت كل وحدة إلى عدد من الفصول كما يلي:

الوحدة الأولي: أساسيات تشغيل المعادن:

الفصل الأول: ظروف القطع.

الفصل الثاني: نظرية القطع.

الفصل الثالث: أدوات القطع.

الفصل الرابع: قوي القطع.

الوحدة الثانية: طرائق تشغيل المعادن :

الفصل الخامس: : الثقب.

الفصل السادس: الخراط.

الفصل السابع: التفريز.

الفصل الثامن: التجليخ.

الفصل التاسع: طرائق التشغيل غير التقليدية.

الفصل العاشر: نبذة مختصرة عن التشغيل بآلات متحكم فيها رقميا.

وبتفصيل أدق فإن الوحدة الأولى تحتوي على أربعة فصول تتناول ما يلي:
الفصل الأول يتحدث عن تعريف تشغيل المعادن، طرائق التشغيل المختلفة، حركات القطع، كيفية حدوث القطع، أنواع الرائش الناتجة، الحرارة المتولدة وضرورة التبريد والتزليق. كما يتناول هذا الفصل كذلك تكون الحد القاطع الإضافي وتأثيره على الجودة.
أما الفصل الثاني فيتناول كيفية اختيار ظروف القطع وهي سرعة القطع، سرعة التغذية وعمق القطع وتأثير كل منها على الإنتاجية، التكلفة وجودة المشغولات.
و الفصل الثالث يتناول أدوات القطع ويشرح فيه تركيبها، زواياها، المواد التي تصنع منها. كما يتناول أيضاً تلف الأدوات وعمرها مع توفير أمثلة حسابية لحساب عمر الأدوات.
و الفصل الرابع يتناول قوي القطع ويحدد مركباتها، كيفية حسابها، العوامل المؤثرة عليها وكيفية حساب قدرة القطع.

أما الوحدة الثانية " طرائق تشغيل المعادن" فتحتوي على ستة فصول. يتناول كل فصل من الفصول الأربعة الأولى أحد طرائق التشغيل وهي بالتسلسل التالي: الثقب، الخراطة، التفريز، والتجليخ. يتم تناول كل طريقة عبر توضيح نظرية عملها، أنواعها، استخداماتها، تحديد زمن القطع في كل طريقة وأمثلة حسابية لتحديد زمن وقوة القطع.

أما الفصل التاسع فيتناول طرائق التشغيل غير التقليدية مثل: التشغيل بالبلازما ، التشغيل بالليزر، التشغيل بالماء، التشغيل بالتفريغ الكهربائي والتشغيل الكهروكيميائي.
والفصل العاشر يتناول نبذة مختصرة عن كيفية التحكم الرقمي في عمليات تشغيل المعادن.

وفي نهاية كل فصل من فصول هذه الحقيبة التدريبية هناك تدريبات نظرية يتم تنفيذها في الجزء النظري من الحقيبة بالإضافة إلى وجود تدريبات عملية يتم تنفيذها في الجزء العملي.

تقنية تشغيل (نظري)

أساسيات تشغيل المعادن

مقدمة الوحدة الأولى

تتضح أهمية تشغيل المعادن لضرورته في تشطيب المسبوكات والمطروقات للحصول على دقة الأبعاد ونعومة الأسطح اللازمتان لتأدية المهام المطلوبة من القطع الهندسية, ولتسهيل عمليات تجميع القطع الهندسية للوصول لمنتج نهائي مثل: محرك السيارة، المضخة، الصمام وغيرها.

يتم في الفصل الأول من هذه الوحدة التعريف بتشغيل المعادن ووصف طرقه المختلفة والحركات التي تميز كل طريقة عن الأخرى وكيفية حدوث القطع وما ينتج من رائش وما يتولد من حرارة وتأثيرها على عمر الأداة والاحتياط الضروري عبر التبريد والتزليق.

أما في الفصلين الثاني والثالث فيتم شرح ظروف القطع وأدوات القطع المستخدمة لكي يتعلم المتدرب أسس اختيار الظروف والأدوات التي تضمن تحقيق إنتاجية عالية مع جودة ممتازة وتكلفة قليلة
و في الفصل الرابع يتم تناول التعريف بقوى القطع وكيفية حسابها والعوامل المؤثرة عليها لما لها من أهمية في تصميم آلات وأدوات القطع والمعدات المساعدة من أدلة الثقب ومثبتات قطع الشغل, و خاصةً في عمليات التفريز.

في هذه الحقيبة تم تناول جوانب تشغيل المعادن بإيجاز غير مخل وعلى أن تغطي الحقيبة العملية تفاصيل أخرى.

الجدارة :

عند إكمال هذه الوحدة فإن المتدرب يستطيع اختيار أداة القطع وظروف القطع التي تحقق وفرة الإنتاجية و التكلفة القليلة مع الجودة العالية في كل طرائق تشغيل المعادن.

الأهداف :

* أن يعرف المتدرب أنواع طرائق التشغيل.
* أن يعرف المتدرب عملية القطع ونوعية الرائش الناتج والحرارة المتولدة.
* أن يعرف المتدرب ظروف القطع المناسبة.
* أن يعرف المتدرب أدوات القطع وأنواع التلف الناتجة من الاستخدام.
* أن يعرف المتدرب قوة القطع وكيفية حسابها والعوامل المؤثرة عليها.

الوقت المتوقع للتدريب :

10 ساعات للتدريبات النظرية.
20 ساعة للتدريبات العملية.

الوسائل المساعدة :

اتبع التعليمات المذكورة في كل تدريب نظري وعملي.

متطلبات الجدارة :

يجب التدرب على جميع المهارات لأول مرة إضافة إلى مهارات المتطلب السابق وهو ورشة تأسيسية 112 ميك.

الفصل الأول: نظرية القطع

1 -1 -تعريف تشغيل المعادن:

تشغيل المعادن هو تغيير شكل كتلة معدنية أولية عبر إزالة جزء منها بواسطة أداة تزيل المعدن على هيئة قطع صغيرة تسمى الرائش.

1 -2 - أنواع طرائق التشغيل:

يمكن حصر الطرق التقليدية لتشغيل المعادن فيما يلي:

الخراطة	turning	التفريز	milling	الثقب	drilling		
النشر	sawing	التجليخ	grinding	النطح	shaping		
التسريب	broaching	التجويف الداخلي	boring				
الكشط	planning						

تتنوع طرائق تشغيل المعادن تنوعاً كبيراً لأسباب يمكن حصرها فيما يلي:

- تنوع الأشكال الهندسية للقطع، فالقطع المكعبة ذات الأسطح المستوية تتطلب طرائق تشغيل تختلف عن القطع الاسطوانية.
- تنوع أحجام القطع، فالأحجام الصغيرة يفضل تفريزها والأحجام الكبيرة يفضل الكشط لتشغيلها.
- اختلاف مواضع التشغيل، فالأسطح الخارجية تفرز، وتخرط وتجلخ و الأسطح الداخلية تثقب وتسرب أما حفر القوالب فيفضل استخدام التفريز في تنفيذه.
- تعدد مستويات الدقة ونعومة الأسطح، فلكي نشغل قطع الشغل ذات مطالب الجودة المنخفضة نستخدم الخراطة والتفريز الاستقرابية, وكلما زادت متطلبات الجودة فإننا نستخدم عمليات الخراطة والتفريز التشطيبية ثم عمليات التجليخ والصقل.
- تنوع كميات الإنتاج، فالإنتاج بالقطعة في حالة التروس يتم بالنطح والإنتاج الكبير يتم بالتفريز بآلات عامة أو بآلات تفريز خاصة.

1 - 3 - استخدامات تشغيل المعادن :

لا يخلو أي مصنع من آلات تشغيل المعادن مثل المخارط،أوالفرايز،أو المثاقيب،أوآلات التجليخ وغيرها لأغراض إنتاج قطع الغيار، أوصيانة أجزاء الآلات والمعدات، أو إنتاج مختلف القطع الهندسية.

يمكن حصر استخدامات تشغيل المعادن في الحالات التالية:

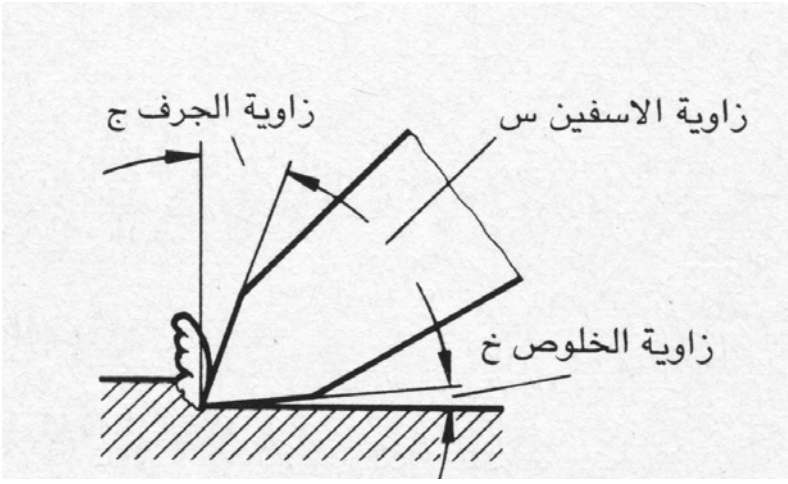
- إنتاج قطع نهائية من كتل أولية منتجة بالسباكة أو الحدادة أو الدرفلة.
- تحقيق دقة عالية لمقاييس المسبوكات Castings و بالأخص المنتجة بالقوالب الرملية و المطروقات forgings المنتجة بالحدادة الحرة (بقوالب مستوية).
- تحقيق نعومة أسطح عالية للمسبوكات الرملية و المطروقات التي تأكسد سطحها نتيجة للحرارة العالية.
- إنتاج الثقوب الصغيرة في المسبوكات و المطروقات حيث لا تتمكن السباكة والحدادة من إنتاجها.
- إنتاج الثقوب والتجاويف التي تتعامد مع اتجاه حركة الطرق أو الكبس في الحدادة.

1 - 4 - حركات القطع Cutting Motions

يجب أن تقوم كل من أداة القطع و قطعة الشغل بتنفيذ متزامن لحركات محددة بسرعات مختلفة لضمان حدوث عملية القطع المطلوبة.

الحركات المقصودة هي: حركة القطع، وحركة التغذية وحركة ضبط عمق القطع.

إن عملية إنقاص ارتفاع قطعة معدنية بواسطة أجنة ومطرقة يمكنها أن توضح الحركات الثلاث. ففي الشكل (1-1.أ) يتم ضبط عمق القطع عبر إنزال الأجنة لمسافة مليميترات عن مستوى سطح القطعة ثم تنفذ حركة القطع بتحريك الأجنة إلى الأمام مع الطرق عليها, حيث تزال منطقة عرضها هو عرض الأجنة وطولها هو طول قطعة الشغل. وللتمكن من إزالة جزء آخر من قطعة الشغل,يجب تنفيذ حركة التغذية والمتمثلة في تحريك الأجنة إلى اليمين بمقدار عرضها. وبتكرار حركتي القطع والتغذية في وجود عمق قطع محدد, يمكن تنفيذ المطلوب وهو إنقاص ارتفاع القطعة. إن التشغيل بالمكنات هو تنفيذ إلى للحركات الثلاث التي ذكرت أعلاه وهي حركة ضبط عمق القطع ، وحركة القطع وحركة التغذية.



الشكل (1-1): تنفيذ القطع بأجنة ومطرقة [2]

فيما يلي سيتم تعريف حركات القطع المختلفة

1 . 4 . 1 - حركة القطع Cutting Motion:

هي الحركة الضرورية لإزالة طبقة من معدن قطعة الشغل Workpiece خلال :

دورة واحدة لقطعة الشغل كما في الخراطة.

دورة واحدة للأداة tool كما في التفريز.

مشوار واحد للأداة كما في النطح.

دورة واحدة للمثقاب كما في الثقب.

1 . 4 . 2: حركة التغذيةFeed Motion :

هي الحركة بين الأداة وقطعة الشغل والتي تتسبب في حدوث إزالة مستمرة للمعدن بوجود حركة قطع. وهي حركة مستقيمة مستمرة في الخراطة يقوم بها قلم الخراطة المثبت على سطح العربة. وهي مستقيمة غير مستمرة في الكشط والنطح, وفي التفريز مستقيمة وتقوم بها قطعة الشغل المثبتة على منضدة الآلة, و في الثقب تقوم بها الأداة (المثقاب).

1 . 4 . 3 - حركة ضبط عمق القطع:Setting the Cutting Depth Motion

هي تحريك يدوي أو إلى للأداة أو قطعة الشغل ابتداء من نقطة تلامسهما لتحديد مقدار القطع المطلوب. وهي حركة تنفذ مرة واحدة لمشوار القطع المحدد. و في الخراطة يحرك القلم مع ثبات قطعة الشغل بينما في التفريز والتجليخ والكشط والنطح تتحرك قطعة الشغل مع ثبات الأداة. أما في الثقب والنشر فيعتبر اختيار الأداة هو تحديد عمق القطع وبالتالي لا توجد بهما هذه الحركة.

الشكل (1 . 2) يوضح حركات القطع في بعض عمليات تشغيل المعادن.

1)حركة القطع. 2) حركة التغذية 3) حركة ضبط عمق القطع

4) الشغلة. 5) الأداة

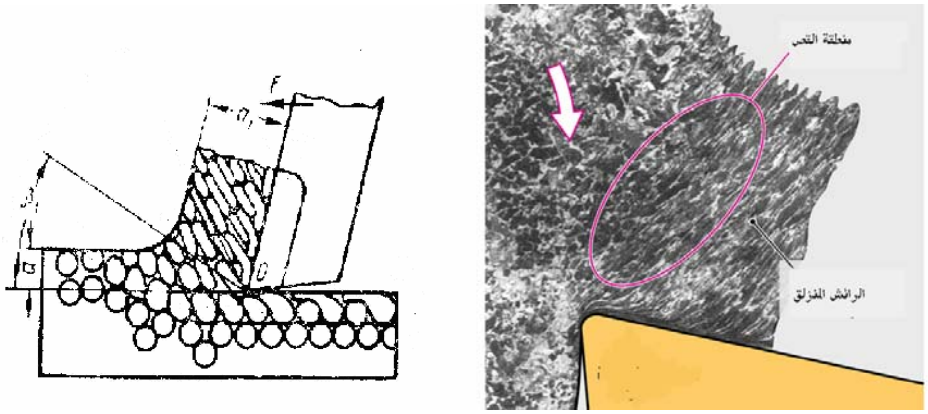
الشكل (1 - 2) : حركات القطع في مختلف عمليات التشغيل.

5.1 - عملية القطع The Cutting Process:

1.5.1 - تكون الرائش (النحاتة) Chip Formation:

عند ملامسة أداة القطع, التي تم ضبطها على عمق قطع محدد, لمعدن قطعة الشغل، يحدث لجزء المعدن الملامس للحد القاطع تشكل مرن، يتبعه مباشرة تشكل دائم, و بازدياد ضغط الحد القاطع تتعدى إجهادات القص المتولدة أعلى مقاومة قص لمعدن قطعة الشغل ومن ثم يبدأ حدوث القص في مستوى يسمى مستوى القص ويستمر حتى انفصال جزء من المعدن هو الرائش. يميل مستوى القص بزاوية (β_1) ويعتمد مقدارها على زاوية الجرف بالأداة وعلى نوع مادة قطعة الشغل بانفصال الرائش يتكرر ضغط الأداة على منطقة جديدة ويتكرر الانفصال وبالتالي تحدث إزالة مستمرة.

يشترط لحدوث واستمرار القطع، أن تكون صلادة الحد القاطع أعلى من صلادة معدن قطعة الشغل الشكل (1 ـ 3) يوضح عملية القطع.



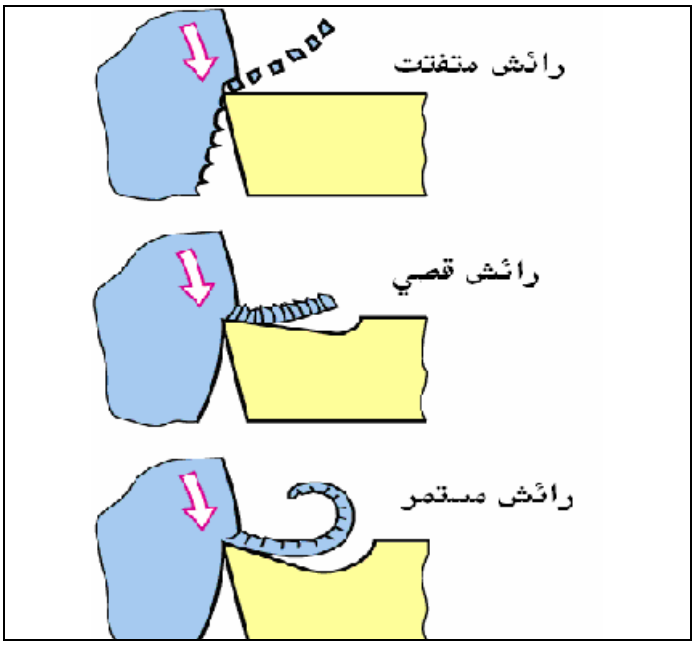
الشكل (1 ـ 3): عملية القطع [14] , [2]

2.5.1 - أنواع الرايش:

تختلف أنواع الرائش تبعاً لمادة قطعة الشغل و سرعة القطع وزاوية الجرف (γ). توجد تبعاً لمراجع متعددة ثلاثة أنواع من الرائش، يمكن حصرها فيما يلي:

رائش متفتت Broken Chip رائش قصي Shear Chip و رائش مستمر Continuous Chip.

الشكل (1 -4) يوضح أنواع الرائش.



الشكل (4.1): أنواع الرائش [14]

ظروف حدوث الأنواع المختلفة للرائش هي؛

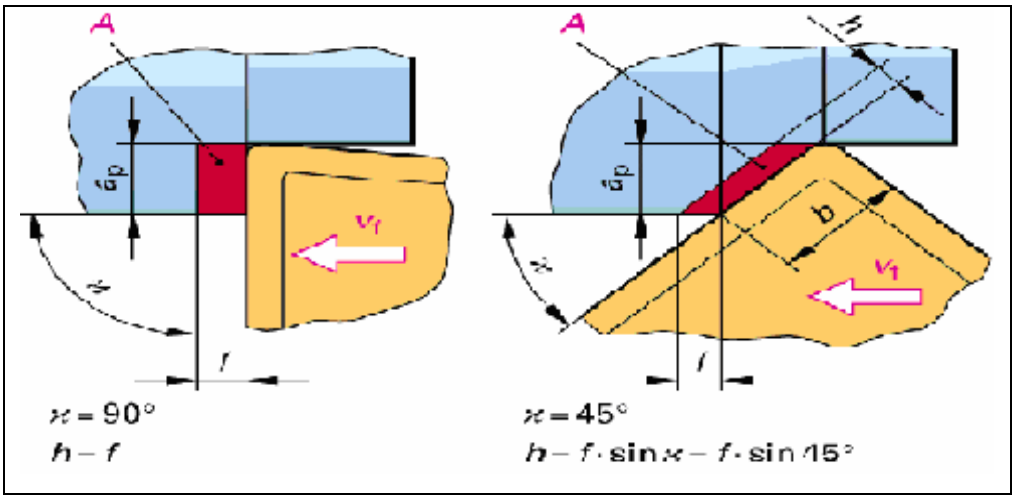
رائش متفتت	رائش قصي	رائش مستمر
معدن قصف	معدن متوسط الصلادة	معدن لدن
زاوية جرف γ = 15°	زاوية جرف < 5°	زاوية جرف > 5°
زاوية قص Φ = 19°	زاوية قص = 25°	زاوية قص = 32°

يُفضل القطع مع تكون رائش مستمر (سيال) لأنه يضمن سطحاً ناعماً لقطعة الشغل بسبب عدم وجود اهتزازات أثناء القطع وكذلك لعدم وجود آثار لانفصال الرائش عن معدن قطعة الشغل .

الشكل (1 -5) يوضح أبعاد الرائش وأثر تغير زاوية المقابلة χ وسرعة التغذية وعمق القطع على شكل الرائش. وتحسب مساحة مقطع الرائش A من ضرب سمك الرائش h (يساوي سرعة التغذية f) في عرض الرائش b (يساوي تقريبا عمق القطع d).

أي

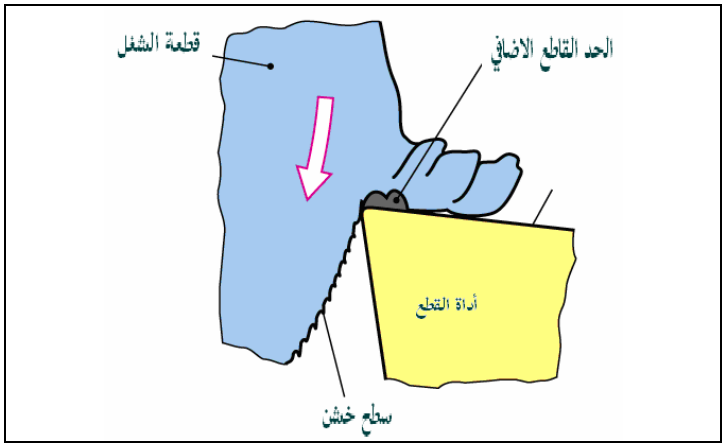
$$A = b \cdot h = d \cdot f \quad [mm^2]$$



الشكل (5.1):أبعاد الرائش بتغير زاوية المقابلة χ [14]

6.1 - الحد القاطع الإضافي Built -Up Edge:

الحد القاطع الإضافي هو قطعة صغيرة انفصلت من معدن قطعة الشغل وانحشرت بين الحد القاطع الأصلي ومعدن قطعة الشغل ويتم به قطع المعدن بدلاً عن الحد القاطع الأصلي. يستمر القطع بالحد القاطع الإضافي حتى يحدث له تمزق تحت تأثير قوى القطع في وجود الحرارة الناتجة من القطع. يترك التشغيل في هذه الحالة سطحاً خشناً لقطعة الشغل ومقاسات خاطئة.



الشكل (6.1): الحد القاطع الأضافي [14]

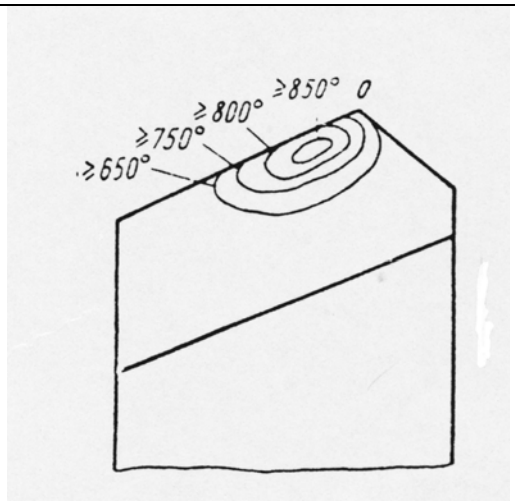
يتكون الحد القاطع الإضافي في الحالات التالية:

- عند تشغيل المواد الطرية مثل الصلب منخفض الكربون والألومونيوم وخصوصاً عند سرعة قطع أكبر من 80 متر / دقيقة.
- استخدام أداة قطع ذات زاوية جرف صغيرة.
- القطع بدون تبريد وتزليق.
- استخدام أداة قطع تالفة.

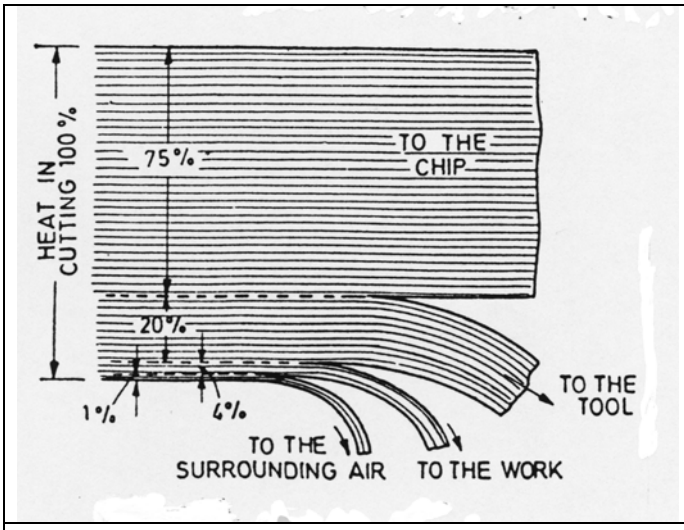
ولذا يجب تفادي ظروف القطع تلك لنضمن عدم تكون الحد القاطع الإضافي و تجنب ما يترتب عليه من عيوب للتشغيل.

7.1 -الحرارة المتولدة Generated Heat :

نتيجة لاحتكاك أداة القطع بقطعة الشغل وكذلك احتكاك الرائش الناتج بسطح الأداة والشغل المبذول في تنفيذ القطع، وتتولد حرارة عالية تبلغ > 850 ° م في أعلى مناطق تأثيرها. الشكل (1 ـ 6) يوضح مناطق التأثر الحراري في أداة القطع . والشكل (1 ـ 7) يوضح توزع درجات الحرارة على كل من قطعة الشغل ، الرائش وأداة القطع.



الشكل (1 ـ 7.أ): مناطق التأثر الحراري.[2]



الشكل (1 ـ 7.ب): توزع الحرارة المتولدة.[2]

تتسبب هذه الحرارة العالية في إضعاف صلادة الحد القاطع وبالتالي زيادة التآكل الناتج عن الاحتكاك مما ينقص من عمر الأداة. و يترتب على نقص عمر الأداة كثرة التوقف لتغييرها و تركيب أخرى سليمة . يعني ذلك زيادة الزمن الكلي للقطع أي ضعف الإنتاجية. كذلك يعني نقص عمر الأداة, كثرة عمليات إعادة الشحذ مما يزيد من تكلفة الإنتاج بدخول تكلفة عامل التجليخ، وأداة و آلة التجليخ.

لمواجهة تأثيرات الحرارة المتولدة يستخدم التبريد والتزليق . وكذلك تم تطوير مواد قطع تتحمل الحرارة العالية مثل الكربيدات والسيراميك وثلاثي نتريد البورون والأستيليت وبالتالي تضمن التشغيل بسرعات قطع عالية, تكون الأساس في الحصول على سطح ناعم وكذلك سرعات تغذية عالية تكون الأساس لتقليل زمن القطع.

إن استخدام التبريد والتزليق ومادة قطع تتحمل الحرارة العالية, شرطان ضروريان لضمان رفع الإنتاجية وتحقيق جودة عالية.

8.1 - التبريد والتزليق Cooling and Lubrication

يقصد بالتبريد سحب الحرارة المتولدة وذلك عبر تسليط ماء على منطقة القطع .و يقصد بالتزليق تحسين انسياب الرائش على سطح الإسفين عبر تقليل الاحتكاك بواسطة رش منطقة القطع بزيت. لتنفيذ العمليتين معاً يتم خلط الزيت بالماء ولتحسين عملية التصاق الزيت بسطح قطعة الشغل يضاف لهما الكبريت. إن وجود التبريد والتزليق يمكن من رفع سرعتي القطع والتغذية مع ضمان عدم تقليل عمر الأداة. أي نحقق جودة في التشغيل، تقليلاً للتكلفة و.زمناً قليلاً لتشغيل القطعة.

توجد مجموعتان من المزلقات هما:

- الزيوت والشحوم الطبيعية وتمتاز بجودة تزليقها ولكن يعيبها ازدياد لزوجتها عند تعرضها لحرارة عالية.
- الزيوت المعدنية (Mineral Oils) ويميزها عدم تأثرها بحرارة القطع ولكنها أقل جودة في التزليق.

يتم استخدام التبريد والتزليق تبعاً لمعدن قطعة الشغل ولظروف التشغيل، فالزهر يشغل دائماً بدون تبريد وتزليق و النحاس والألومونيوم يستخدم التبريد والتزليق عند تشغيلهما بسرعات قطع وتغذية عاليتين وعمق قطع كبير، أما الصلب فإنه يشغل دائماً مع وجود تبريد وتزليق مهما تنوعت ظروف القطع.

ولضمان وصول سائل التبريد والتزليق لمنطقة القطع يفضل توجيه السائل من أسفل أو استخدام أدوات قطع بتجاويف خاصة توجه السائل لمنطقة القطع.

الجدول (2.1) يوضح معدل تدفق سائل التبريد والتزليق حسب طريقة التشغيل. الجدول (1 ـ 3) يوضح مواد تبريد وتزليق واستخدامها حسب نوعية مادة قطعة الشغل و مادة الأداة وطريقة التشغيل.

طريقة التشغيل	معدل تدفق سائل التبريد والتزليق
الخراطـــة	19 لتر / دقيقة
قطع اللوالـــب بقطر 25 مم بقطر 50 مم بقطر 75 مم	 132 لتر / دقيقة 170 لتر / دقيقة 227 لتر / دقيقة
التفريـــز سكينة صغيرة سكينة كبيرة	 19 لتر / دقيقة 227 لتر / دقيقة
الثقـــب بقطر 25 مم بقطر كبير	 8 – 11 لتر / دقيقة 0.4 لتر / دقيقة x القطر
تجليخ أسطوانـي صغير كبير أنواع تجليخ أخري	 76 لتر / دقيقة 151 لتر / دقيقة 0.75 لتر / مم من سمك الحجر
تسـريب (تخلييق) صغير كبير	 38 لتر / شوط تشغيل 0.45 لتر / مشوار x طول مشوار القطع
صقل ثقوب صغير كبير	 11 لتر / دقيقة / ثقب 19 لتر / دقيقة / ثقب

الجدول (1 ـ 1) : معدل تدفق مواد التبريد و التزليق.لعمليات تشغيل مختلفة [9]

مادة الشغلة	الثقب		التفريز		الخراطة	
	كربيد	صلب سريع القطع	كربيد	صلب سريع القطع	كربيد	صلب سريع القطع
صلب منخفض - متوسط السبائك	GPO - S	HDO - S	GPO – S	HDO – S	GPO - S	HDO -S
حديد مطاوع	GPS	HDS	GPS	HDS	GPS	HDS
صلب كربوني	HDAC	HDAC	HDAC	HDAC	HDAC	HDAC
صلب عالي السبائك	GPO - S	HDO - S	GPO – S	HDO – S	GPO - S	HDO - S
صلب مقاوم للصدأ	HDS	HDS	HDS	HDS	HDS	HDS
حديد زهر	GPS	GPO - S	GPS	GPO – S	GPS	GPO - S
سبائك أساسها النيكل، الكوبلت	GPO - NS	HDO - NS	GPO – NS	HDO – NS	GPO - NS	HDO - NS
سبائك ماغنيسيوم	GPO - NS	GPO - NS	GPO – NS	GPO – NS	GPO - NS	GPO - NS
سبائك الومونيوم	GPO - NS	GPON - NS	GPO – NS	GPO – NS	GPO - NS	GPO - NS
سبائك نحاس	GPO - NS	HDO - NS	GPO – NS	HDO – NS	GPO - NS	HDO - NS
سبائك مقاومة للحرارة العالية	HDS	HDS	HDS	HDS	HDS	HDS
البلاستيك	HDAC	HDAC	HDAC	HDAC	HDAC	HDAC
	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS

الجدول (1 -2): تحديد مواد التزليق حسب طريقة التشغيل ومادة قطعة الشغل [9]

تفسير مسميات مواد التزليق المذكورة بالجدول السابق هو كما يلي:

زيت معدني متعدد الأغراض
GPO General purpose mineral oi

زيت معدني متعدد الأغراض
GPO General purpose mineral oi

زيت معدني متعدد الأغراض
GPO General purpose mineral oil

زيت معدني متعدد الأغراض
GPO General purpose mineral oil

مبرد مائى متعدد الأغراض
GPAC General purpose aqueous coolant

مبرد مائى عالي التزليق
HDAC Heavy duty aqueous coolant

يتأثر بالحرارة S Staining

لا يتأثر بالحرارة Non NS -staining

تمارين:

1) عرف تشغيل المعادن. ووضح لماذا يطلق عليه أيضا " التشطيب الميكانيكي؟

2) اذكر استخدامات تشغيل المعادن.

3) عرف حركات القطع.

4) وضح بالرسم حركات القطع في الخراطة الطولية والواجهية.

5) وضح بالرسم حركات القطع في التفريز الواجهي والتفريز المحيطي.

6) وضح حركات القطع في النطح.

7) وضح بالرسم حركات القطع في التجليخ السطحي والتجليخ الأسطواني.

8) وضح بالرسم حركات القطع في الثقب.

9) وضح بالرسم حركات القطع في النشر بمنشار شريطي، منشار قرصي ومنشار ترددي.

10) اشرح عملية القطع مع التوضيح بالرسم.

11) ما هي أنواع الرائش؟ ما هي ظروف تكون كل نوع؟

12) ما هو نوع الرائش المفضل؟ ولماذا؟

13) كيف يتم مواجهة الحرارة المتولدة أثناء القطع؟

14) عرف الحد القاطع الإضافي.

15) وضح ظروف تكون الحد القاطع الإضافي وتأثيراته في عملية التشغيل.

16) وضح فائدة استخدام التبريد والتزليق.

17) أجب عن الأسئلة التالية بصح أم خطأ:

أ) يفضل استخدام الزيوت الطبيعية للزوجتها العالية. ( )

ب) يضاف الكبريت لسائل التبريد والتزليق لرفع كفاءة التبريد ( )

ج) كلما ارتفعت مقاومة مادة الحد القاطع للحرارة كلما زادت الإنتاجية ( )

ح) يتنوع الرائش الناتج من نفس المعدن عند اختلاف سرعات القطع والتغذية وعمق القطع. ( )

خ) الحد القاطع الإضافي يتكون عند تشغيل المواد عالية الصلادة. ( )

د) الرائش المستمر يضمن سطحاً ناعماً للمشغولات ( )

ذ) حجم الرائش الناتج يتطابق مع حجم الفراغ الذي نتج من إزالته. ( )

18) اختر الإجابة الصحيحة:

أ - **يشغل الزهر :**

☐بتزليق زيوت معدنية فقط ☐بتزليق زيوت طبيعية فقط ☐جافا.

ب - **الصلب يشغل:**

☐جافا ☐تبعا لظروف القطع بتزليق أو بدونه ☐دائما بتبريد وتزليق.

ج - **الرائش المتفتت ينتج عند تشغيل:**

☐الحديد الزهر ☐الصلب منخفض الكربون ☐الألومونيوم.

د - **الحرارة الناتجة أثناء القطع تبلغ:**

☐<150 ° م ☐ 150 - 250°م ☐> 850 ° م.

19) علل ما يلي:

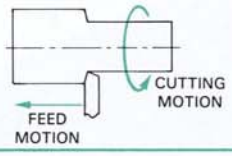
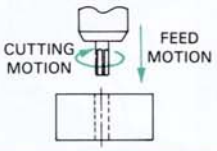
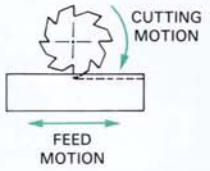
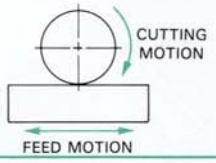
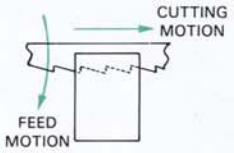
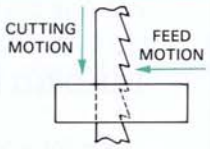
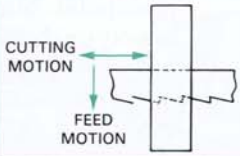
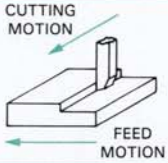
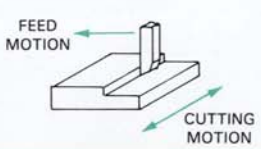
أ) التبريد والتزليق بضمان جودة عالية للمشغولات.

ب) التبريد والتزليق بضمان عمراً أطول لأدوات القطع.

ت) تفضيل التشغيل مع تكون رائش مستمر(سيال).

ث) الحد القاطع الإضافي يضر بجودة قطع الشغل.

20) قم بالترجمة الكاملة للجدول التالي

CUTTING ACTION	FEED MOTION	DIAGRAMS	TYPICAL OPERATION	TYPICAL MACHINES
Rotating work	Linear movement of the tool		Turning Boring Reaming	Lathe
Rotating tool	Linear movement of the tool		Drilling Grinding Sawing	Drill press Cylindrical grinder Radial saw Cutoff saw
Rotating tool	Linear movement of the work		Milling Shaping (wood) Routing Planing (wood) Jointing Sawing Sanding	Milling machine Wood shaper Router Surfacer Jointer Circular saw Drum sander Disc sander Spindle sander
Rotating tool	Reciprocating work		Grinding	Surface grinder
Linear moving tool	Linear movement of the tool		Broaching Sawing Sanding	Broach Horizontal band saw Belt sander (portable)
Linear movement of the tool	Linear movement of the work		Sawing Sanding	Vertical band saw Belt sander (stationary)
Reciprocating tool	Linear movement of the tool		Sawing	Hacksaw
Reciprocating tool	Linear movement of the work		Sawing Shaping (metal)	Jig saw Metal shaper
Reciprocating work	Linear movement of the tool		Planing (metal)	Metal planer

الفصل الثاني: ظروف القطع Cutting Parameters

2 -1 - مقدمة:

يقصد بظروف القطع: سرعة القطع، سرعة التغذية، عمق القطع.

يتم اختيار ظروف القطع تبعاً لما يلي:

-مادة قطعة الشغل -مادة الحد القاطع -زوايا الأداة

-وجود سائل تبريد وتزليق من عدمه - عمر الأداة المتوقع.

يعتبر الاختيار الصحيح لظروف القطع مهماً لأنه يؤثر على كل من الإنتاجية و التكلفة و جودة المشغولات.

لقد انتشرت وتطورت المقدرة الصناعية في كثير من الدول وبالتالي ازدادت حدة التنافس لتسويق المنتجات. يعتمد النجاح على جودة المنتجات وعلى سعرها. تشكل عمليات التشغيل جزءاً من تكلفة المنتجات وعاملاً مهما في جودتها ومظهرها، لذا فإن الاختيار الصحيح لظروف القطع يعني البقاء في السوق وما يعنيه من الحفاظ على مواقع العمل وتحقيق المزيد من التقدم والرفاهية.

فيما يلي سيتم توضيح أسس اختيار كل ظرف من ظروف التشغيل وتأثيره على الإنتاجية، التكلفة والجودة.

2 - 2 - سرعة القطع Cutting Speed [m/min] :

تعرف سرعة القطع بأنها المسافة التي تقطعها أداة القطع بالنسبة للسطح المشغل في وحدة الزمن. و توضيحاً لذلك فإن ما تقطعه نقطة محددة على سطح قطعة شغل إسطوانية في دورة واحدة، يساوي طول محيط قطعة الشغل (2ط نق) . بضرب محيط قطعة الشغل في عدد الدورات في الدقيقة (ن) نحصل على (2 ط نق ن) وهي المسافة التي قطعتها النقطة المحددة في الدقيقة (أي نحصل على سرعة القطع و وحدتها هي م / دقيقة).

تؤثر سرعة القطع على جودة المشغولات، لأنه يشترط استخدام سرعة قطع عالية للحصول على سطح ناعم وعلى دقة عالية لمقاييس قطعة الشغل. وتؤثر سرعة القطع على الإنتاجية وعلى التكلفة حيث إنها العامل الرئيس في تحديد عمر الأدوات لعلاقتها المباشرة بتولد حرارة عالية أثناء القطع. تؤدي الحرارة العالية لفقدان مادة الأداة لجزء من صلادتها وبالتالي تزايد تآكل سطح الأداة.

إن كثرة التوقف لتغيير الأداة يقلل من الإنتاجية وتكرار عمليات إعادة شحذ الأدوات يرفع من تكلفة الإنتاج. كذلك يؤدي استخدام أدوات تالفة إلى حدوث خشونة في السطح وخلل في دقة مقاييس قطع الشغل المنتجة.

يتم تحديد سرعة القطع من جداول مختلفة وذلك تبعاً لعوامل متعددة هي:

- تختار سرعة قطع عالية عندما تتصف مادة الحد القاطع بتحملها للحرارة العالية مثل الكربيدات والسيراميك.
- تختار سرعة قطع عالية عندما تكون مادة قطعة الشغل طرية مثل الألومونيوم.
- تختار سرعة قطع عالية عند تنفيذ عمليات تشطيبية Finishing.
- تختار سرعة قطع قليلة عند تنفيذ عمليات أستقرابية Roughing.
- تختار سرعات قطع قليلة عند تفضيل الحصول على عمر أداة طويل.
- تختار سرعات قطع قليلة عند صغر قدرة الآلة أو قدم الآلة وكثرة اهتزازها.

بعد اختيار سرعة القطع من الجداول يتم حساب سرعة دوران عمود الإدارة (n)

$$n = 1000 * V / \pi d$$

حيث : V سرعة القطع [m/min]

n سرعة دوران عمود الإدارة [rev/min]

d قطر قطعة الشغل ، أو قطر أداة القطع في التفريز، التجليخ، الثقب. [mm]

π ثابت = 3.14

نسبة لعدم إمكانية توفر كل السرعات التي يتم حسابها فإنه يتم اختيار أقرب سرعة دوران تتوفر في الآلة.

الجداول (2-1)، (2-2)، (2-3) ، (2-4) و(2 -5) توضح سرعات القطع المستخدمة عند خراطة بعض المعادن باستخدام مواد مختلفة لأدوات القطع.

2 - 3 - سرعة التغذية [mm/rev] Feed Speed :

هي سرعة تقدم الأداة عند إكمال قطعة الشغل لدورة واحدة في الخراطة أو تقدم سكينة التفريز أو المثقاب عند إكمالهما لدورة واحدة. تؤثر سرعة التغذية على جودة المشغولات، و يشترط تغذية صغيرة جداً للحصول على سطح ناعم أو على دقة عالية للمقاييس. كما تؤثر على الإنتاجية، فإكمال مشوار القطع في زمن وجيز يعني إمكانية إنتاج قطع أكثر.

يتم تحديد سرعة التغذية تبعاً لعوامل عدة مثل:

- سرعة تغذية صغيرة جداً تعطي سطحاً ناعماص أو مقاييس دقيقة.
- سرعة تغذية كبيرة عند تنفيذ عمليات استقرابية
- سرعة تغذية عالية عند تشغيل معدن طري مثل الألومونيوم أو الصلب منخفض الكربون Mild steel.
- سرعة تغذية أعلى كلما ازداد تحمل مادة الأداة للحرارة

انظر الجداول (2-1)، (2-2)، (2-3) ، (2-4) و(2-5) توضح سرعات التغذية التي يمكن اختيارها تبعاً لمادة قطعة الشغل ومادة الأداة.

2 - 4 - **عمق القطع** Depth of Cut [mm]:

يقصد بعمق القطع سمك أو ارتفاع الجزء الذي يزال من المعدن في دورة أو مشوار واحد ويقاس بالمليمتر ..يؤثر عمق القطع على جودة المشغولات حيث يشترط عمق قطع صغير جداً للحصول على سطح ناعم وعلى دقة عالية للمقاييس. كذلك يؤثر عمق القطع على عمر الأداة ، حيث يؤدي عمق القطع الكبير إلى حدوث تآكل كبير في الأداة. تؤثر الأدوات التالفة على جودة قطع الشغل بالإضافة إلى زيادة التكلفة وزمن الإنتاج.

يراعى عند اختيار عمق القطع عوامل عدة منها:

- لتقليل زمن الإنتاج عبر تقليل مشاوير القطع ومرات ضبط عمق القطع يتم اختيار عمق قطع كبير في العمليات الاستقرابية.
- إزالة الأسطح الخشنة للمسبوكات الرملية والمطروقات في مشوار قطع واحد لتقليل تآكل الأدوات الناتج من الاحتكاك مع بقايا الرمال والقشرة الأكسيدية التي تنتج من التشكيل على الساخن.
- للحصول على أسطح ناعمة يجب أن يكون عمق القطع صغيراً جداً.
- تفاوتات عمليات التصنيع السابقة يجب وضعها في الاعتبار لتفادي مشاوير قطع إضافية أو تلف قطعة الشغل.
- تسلسل مشاوير القطع حسب الشكل الهندسي لقطعة الشغل.

عمق القطع	معدل التغذية	سرعـــــــة القطـــع م / دقيقة					
		صلب طري 140 بيرنيل		صلب 160 - 200 بيرنيل		صلب 220 - 360 بيرنيل	
مم	مم / دورة	H.S.S	كربيد	H.S.S	كربيد	H.S.S	كربيد
0.8	0.2 - 0.4	90 – 125	220 - 320	56 - 71	150 - 200	25 - 36	110 - 140
1.6	0.2 - 0.8	56 – 100	140 - 250	32 - 63	100 - 180	16 - 32	71 - 120
3.2	0.2 - 1.6	32 - 80	71 - 200	20 - 50	63 - 140	10 -- 25	45 - 100
4.8	0.2 - 1.6	25 - 71	63 - 180	16 - 45	56 - 125	10 -- 25	36 – 90
6.4	0.2 - 1.6	25 - 63	45 - 140	16 - 40	36 - 120	8 -- 20	25 – 80
9.6	0.4 - 2.4	16 - 45	40 - 90	10 – 25	32 – 80	6 -- 16	20 – 56
12 .7	0.4 - 3.2	10 -- 40	36 - 90	8 -- 25	25 – 71	4-- 16	32 – 50
19	0.4 -- 3.2	10 -- 25	25 - 55	7 -- 16	20 – 40	3 -- 8	20 – 50

الجدول (2-1): **ظروف القطع عند خراطة الصلب باستخدام أداة من الصلب سريع القطع مع التبريد ومن الكربيد بدون تبريد .**

عمر الأداة 90 – 120 دقيقة.[9]

عمق القطع مم	معدل التغذية مم / دورة	سرعـــــــة القطـــــع م / دقيقة					
		زهر رمادي 160 بيرنيل		زهر 160 - 200 بيرنيل		زهر 220 - 360 بيرنيل	
		H.S.S	كربيد	H.S.S	كربيد	H.S.S	كربيد
0.8	0.2 - 0.8	63 - 90	110 – 160	32 - 50	71 – 120	20 – 32	63 – 100
1.6	0.2 - 0.8	50 - 80	100 – 140	25 - 45	63 – 110	16 – 25	56 – 90
3.2	0.2 - 1.6	32 - 71	63 – 140	20 - 40	45 - 90	10 – 25	40 – 71
4.8	0.2 - 1.6	32 - 63	63 – 125	16 - 32	36 - 80	9 – 20	32 – 71
6.4	0.2 - 1.6	25 - 63	56 – 120	16 - 32	36 - 71	8 – 20	25 – 63
9.6	0.4 - 3.2	20 - 40	36 – 80	9 -- 20	32 - 56	5 – 16	25 – 45
12 .7	0.4 - 2.4	16 - 40	25 – 80	8 -- 20	32 - 50	5 -- 10	20 – 40
19	0.4 -- 3.2	10 - 36	20 – 71	7 -- 20	25 - 45	4 -- 10	20 -32

الجدول (2 -2): ظروف القطع عند خراطة الزهر باستخدام أداة قطع من الصلب سريع القطع

ومن الكربيد. عمر الأداة 90 – 120 دقيقة. القطع بدون تبريد وتزليق[9]

عمق القطع مم	معدل التغذية مم / دورة	سرعـــــــة القطـــــع م / دقيقة					
		براس، برونز		نحاس ، بلاستيك، سبائك لو		الومونيوم ، ماغنيسيوم	
		H.S.S	كربيد	H.S.S	كربيد	H.S.S	كربيد
o.8	0.1 - 0.4	56 - 90	150 - 250	90 - 150	220 - 400	110 – 200	280 – 500
1.6	0.1 - 0.8	32 - 71	100 - 220	56 - 120	140 - 300	71 – 150	180 – 400
3.2	0.1 - 1.6	20 - 63	63 - 180	32 - 95	71 - 250	40 – 120	110 – 300
6.4	0.1 - 1.6	16 - 45	40 - 140	25 - 80	46 - 180	36 – 110	71 – 250
9.6	0.1 - 2.4	9 -- 40	25 - 140	16 - 71	32 - 150	20 – 90	45 – 200

الجدول (2 -3): ظروف القطع عند خراطة مواد غير حديدية باستخدام أداة قطع من الصلب سريع

القطع وكربيد. عمر الأداة 90 – 120 دقيقة. بدون تبريد وتزليق.[9]

نوع العملية	سرعة القطع	المـــــــادة المشغـــــــلة							
	معدل التغذية	زهر رمادي	صلب مسبوك	صلب	صلب لا يصدأ	براس – برونز	سبائك – لو	برونز ألومين	نحاس
خراطة	م / دقيقة	24 - 37	18 - 37	46 - 107	18 - 46	61 - 91	183 - 549	46	91
أستقرابية	مم / دورة	0.3 - 3.8	0.3 - 3.8	1.3 - 0.38	0.5 - 0.13	0.3 - 2.5	0.25 – 2.5	1.5	1.5
خراطة	م / دقيقة	30 - 46	38 - 61	61 - 122	37 - 61	76 - 152	183 - 549	91	122
تشطيبية	مم / دورة	0.08 - 0.25	0.08 - 0.25	0.2 - 0.1	0.2 - 0.13	0.1 - 0.25	0.1 - 0.25	0.38	0.25
تحزيز	م / دقيقة	15 - 23	15 - 27	37 - 61	30 - 37	30 - 61	107 - 152	46	91
و فصل	مم / دورة	0.25 - 2.03	0.25 - 1.5	0.2 - 0.1	0.15 - 0.1	0.25 - 0.76	0.25 – 1.3	0.25	0.13
تجويف	م / دقيقة	60 - 125	18 - 38	43 - 11	20 - 30	61 - 91	549	46	61
Boring	مم / دورة	0.13 - 0.5	0.13 - 0.5	0.13 - 0.1	0.13 - 2.5	0.13 - 0.5	0.2 – 1.5	0.5	0.5
تفريز واجهي	م / دقيقة	24 - 55	18 - 40	30 -- 11	14 - 20	61 - 91	154 - 549	30	91
	مم / دورة	0.13 - 0.5	0.25 - 3.3	0.13 - 0.76	0.13 - 0.38	0.25 - 0.76	0.25 – 1.3	0.13 - 0.76	0.13 – 0.5
تفريز محيطي	م / دقيقة	12 -- 30	18 - 30	11 -- 30	12 -- 18	61 - 91	152 - 549	30	61
	مم / دورة	0.13 - 0.5	0.25 - 3.3	0.13 - 0.76	0.13 - 0.38	0.25 - 0.76	0.25 – 1.3	0.13 - 0.76	0.5-0.13

تحزيز = recessing خراطة استقرابية = Rough turning

فصل = Cutoff خراطة تشطيبية = finish turning

تفريز محيطي = Periphery milling تفريز واجهي = Face milling

الجدول (2 ـ 4): **ظروف القطع عند استخدام الأستيليت.[9]**

عملية التشغيل	مادة الشغلة	الصلادة	سرعة القطع (م / دقيقة)		سرعة التغذية (مم / دورة)		عمق القطع	عمر الأداة (دقيقة)	
			سيراميك	كربيد	سيراميك	كربيد	مم	سيراميك	كربيد
خراطة ناعمة	مطروقات صلب	32روكويل	366	168	0.25	0.25	0.51	55	17
خراطة خشنة	مسبوكات زهر	241بيرنيل	1524	198	0.64	0.51	4.75	18	21
خراطة خشنة	مطروقات صلب	200بيرنيل	549	213	0.46	0.41	6.35	15	28
خراطة خشنة	مسبوكات زهر	241بيرنيل	671	198	0.51	0.41	4.75	23	33
خراطة ناعمة	مطروقات صلب	32روكويل	610	152	0.25	0.25	0.51	63	36

الجدول (2 ـ 5): **مقارنة ظروف القطع عند استخدام حدود القطع السيراميكية والكربيدية[9].**

تمارين:

1) اذكر مع التعريف ظروف القطع.

2) وضح أهمية التحديد الصحيح لظروف القطع.

3) عرف سرعة القطع مع ذكر وحدتها.

4) اذكر أسس اختيار سرعة القطع.

5) بين تأثير قوة القطع على الإنتاجية والتكلفة وجودة قطع الشغل.

6) وضح كيفية حساب سرعة دوران عمود الإدارة.

7) عرف سرعة التغذية مع ذكر و حدتها.

8) وضح أسس اختيار سرعة التغذية.

9) بين تأثير سرعة التغذية على الإنتاجية و الجودة و التكلفة.

10) اذكر ضوابط اختيار عمق القطع.

11) بين تأثير اختيار عمق القطع على الإنتاجية و الجودة و التكلفة.

12) أجب بصح أم خطأ:

أ) سرعة القطع المنخفضة جداً شرط ضروري للحصول على سطح ناعم. ( )

ب) سرعة التغذية العالية جداً شرط ضروري للحصول على سطح ناعم. ( )

ج) لا يهم معرفة تفاوتات العمليات التصنيعية السابقة لعملية التشغيل عند تحديد عمق القطع.( )

د) لا يوجد علاقة بين سرعة القطع والإنتاجية. ( )

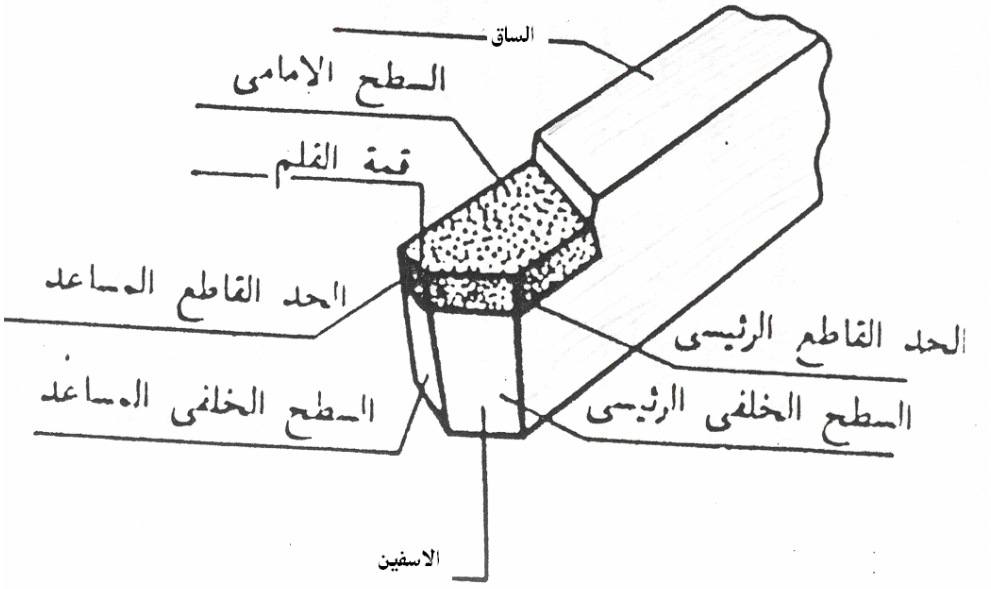
الفصل الثالث :أدوات القطع
Cutting Tools

1.3 - تركيب أداة القطع :

تتركب أدوات القطع مهما اختلفت أشكالها من نفس المكونات (ساق, إسفين (مقدمة الآداة), وحد قاطع), يرجع اختلاف أشكال المكونات الثلاثة في الأدوات المختلفة إلى العوامل التالية:

- طريقة تثبيت الأداة وتبعاً لها فإن الساق تكون مربعة المقطع في قلم الخراطة لكي تناسب التثبيت عبر ضغط المسامير الملولبة , ومخروطية في الثقب لكي تناسب التثبيت عبر جلبة مثبتة بالظرف وفي التفريز والتجليخ إسطوانية ذات ثقب يناسب التركيب في عمود.
- طريقة إبعاد الرائش, ففي الخراطة توجد أسطح مائلة ينزلق عليها الرائش،و في المثقاب توجد ممرات حلزونية يتسلقها الرائش إلى خارج الثقب, وفي التفريز توجد بالسكاكين ممرات مستقيمة أو منحنية أو حلزونية تكفي لاستيعاب كمية الرائش المقطوع حتى خروج السن من منطقة القطع.
- عدد حدود القطع فتبعا لعددها يختلف حجم الإسفين الكافي لتركيب حدود القطع.

يستخدم قلم الخراطة في كل المراجع لتوضيح المكونات الثلاثة لأدوات القطع وذلك لبساطته، حيث من السهل توضيح ميل أسطح الإسفين والتي ينتج منها زوايا الأداة. الشكل (3 .1) يوضح مكونات قلم خراطة.



الشكل (3 ـ 1): مكونات قلم الخراطة. [2]

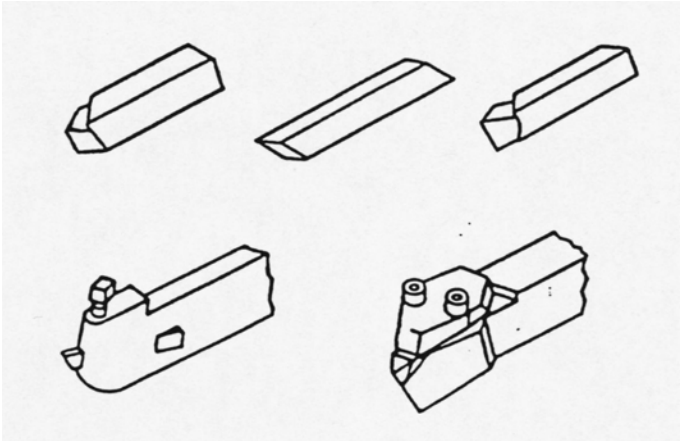
2.3 - أنواع أدوات القطع:

تتنوع أدوات القطع تبعاً لعوامل كثيرة أهمها:

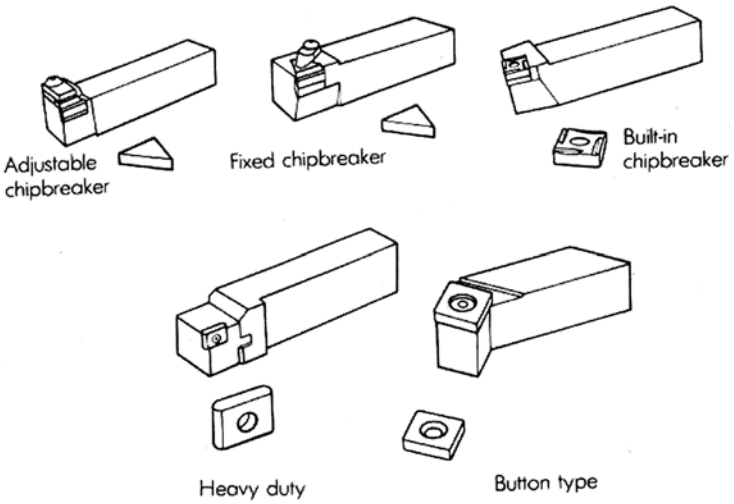
- تنوع طرائق التشغيل: حيث تستخدم أقلام للخراطة, و سكاكين للتفريز, و أحجار للتجليخ,...إلخ.
- عدد حدود القطع: ففي الخراطة والكشط والنطح تستخدم أدوات ذات حد قاطع واحد بينما في التفريز، والتجليخ تستخدم أدوات متعددة الحدود.
- تنوع طرائق تثبيت الحدود: فهناك الأدوات الموحدة، و هي التي حدها القاطع وساقها من نفس المعدن، بينما الأدوات المربوطة المُلحَّمة يتم فيها ربط الحد القاطع أو لحامه بالإسفين.
- مادة الحد القاطع: فهناك الصلب سريع القطع، الكربيد، السيراميك والماس وغيرها لكي تتناسب مع تنوع ظروف القطع ومواد قطع الشغل.

- مقاييس الأدوات فهناك الأدوات الصغيرة التي تستخدم للأعمال الدقيقة والأدوات الكبيرة التي تستخدم لعمليات الاستقراب.

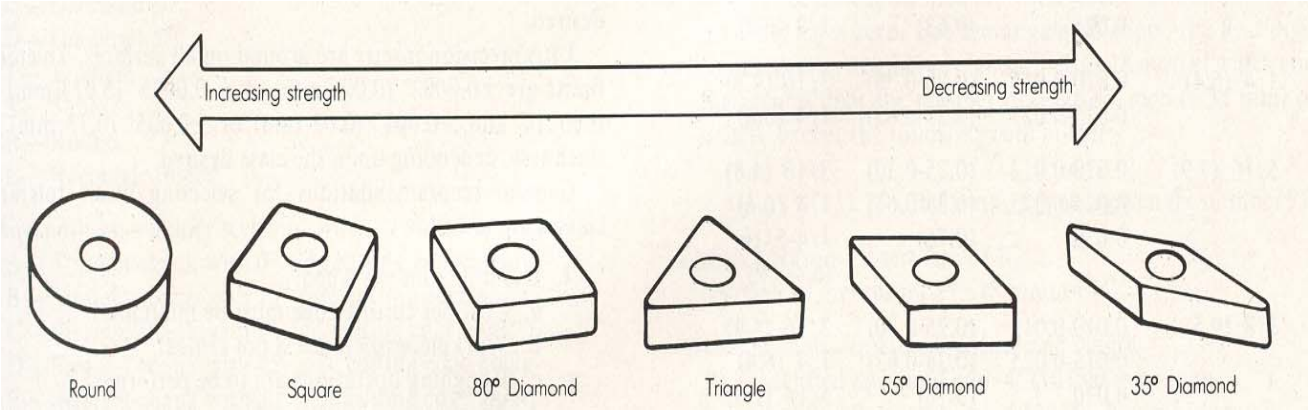
الأشكال (3 ـ 2)، (3 ـ 3) ، (3 ـ 4) توضح أشكال مختلفة لساق قلم الخراطة وطرق تثبيت الحد القاطع وكذلك اللقم الكربيدية المختلفة المستخدمة في أقلام الخراطة وغيرها.



الشكل (3 ـ 2): أشكال مختلفة للساق وحدود قطع من الصلب سريع القطع.[2]



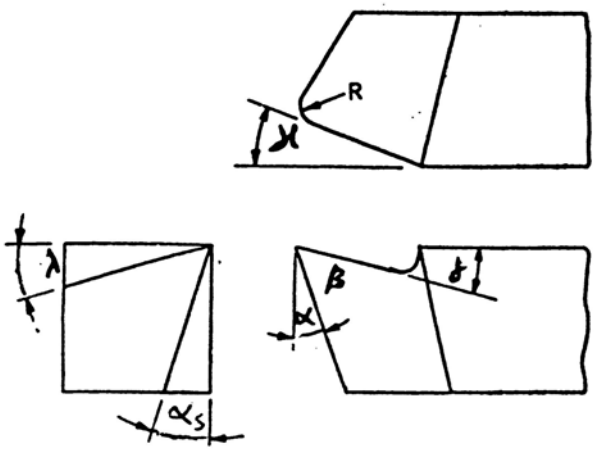
الشكل (3 ـ 3): طرائق متنوعة لتثبيت الحد القاطع على الإسفين [9]



الشكل (3 ـ 4) : أشكال مختلفة للقم كربيدية [9]

3.3 - زوايا أداة القطع Tool Angles :

يقصد بزوايا الأداة, ميل الأسطح المختلفة للإسفين. الشكل (3 ـ 5) يوضح الزوايا الأساسية :



الشكل (3 ـ 5) : زوايا الأداة بقلم خراطة [2]

تتنوع قيم هذه الزوايا لكي تناسب أمور عدة منها: نوعية مادة قطعة الشغل، وتقليل الحرارة والناتجة،وتسهيل القطع، تقليل الاحتكاك بين الأداة مع قطعة الشغل والرائش وكذلك تحقيق شكل منطقة الانتقال من سطح لسطح آخر,و فيما يلي يتم توضيح مهمة كل زاوية من زوايا القطع:

الزاوية	مهمتها
زاوية الجرف (γ جاما)	مهمتها تسهيل القطع عبر التأثير على زاوية القص وتنحصر قيمتها بين 8 - 20°.
زاوية الأداة (β بيتا)	مهمتها توفير متانة للإسفين حتى يتحمل قوى القطع وتنحصر قيمتها بين 40 ـ 50° لقطع الشغل ذات المادة الطرية و60 ـ 70° لقطع الشغل ذات المادة الصلبة
زاوية الخلوص (α الفا)	مهمتها تقليل احتكاك الأداة مع قطعة الشغل مما يقلل من الحرارة الناتجة وتنحصر قيمتها بين 5 ـ 8°.
زاوية مقدمة القلم (ε ابسلون)	مهمتها توفير المتانة لمقدمة القلم لتقليل تآكلها وتنحصر قيمتها بين 11 -90°.
زاوية المقابلة (χ كابا)	مهمتها تسهيل تسريب الحرارة الناتجة عبر كتلة الإسفين وتحقيق الشكل المطلوب للانتقال من سطح لسطح آخر في قطعة الشغل وتنحصر قيمتها بين 0 -90°.

الجداول (3 .1) و (3 ـ 3) و (3 .5) توضح زوايا أدوات القطع حسب مادة الحد القاطع.

4.3 - رمز الأداة Tool Signature :

نسبة لكثرة وتشابه أقلام الخراطة، وسكاكين والتفريز، المثاقيب و أحجار التجليخ وضعت تبعا للمواصفات العالمية ISO رموز لأدوات القطع. تسهل الرموز طلب الأدوات من المخازن وكذلك تحديدها في برمجة عمليات التشغيل. فيما يلي مثال لترميز أقلام الخراطة:

ISO2 DIN4972 L 25q k10

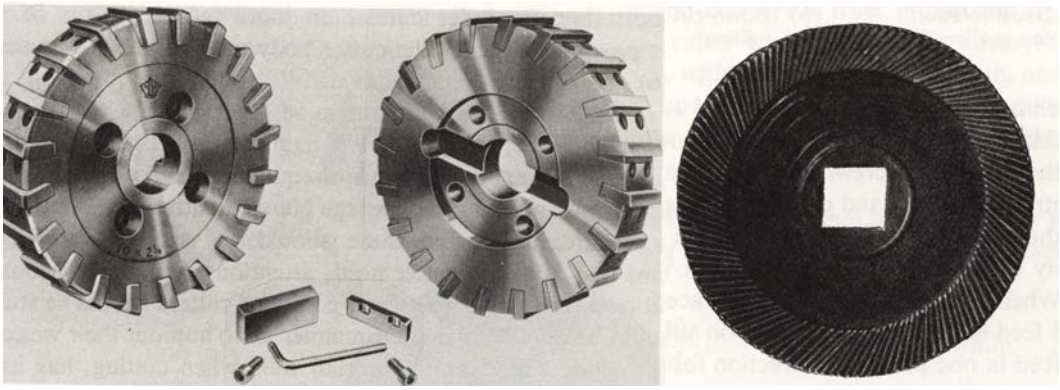
حيث:

ISO2	تشير إلى رقم المواصفة العالمية.
DIN4972	تشير إلى رقم نفس المواصفة في نظام المواصفات الصناعية الألماني.
L	تشير إلى أن القلم يساري.
25q	تشير إلى أن مقطع ساق القلم مربع طول ضلعه هو 25 مم.
K10	تشير إلى نوع اللقمة الكربيدية المستخدمة.

3 – 5 - الخصائص المطلوبة في أداة قطع :

أداة القطع هي العامل الأكثر أهمية في إتمام عملية القطع وكذلك في تكوين تكلفة القطع. في بداية الثورة الصناعية استخدم الصلب الكربوني لصنع أدوات القطع.و نظراً لفقدانه الصلادة عند 200°م، فقد كان من غير الممكن القطع بسرعة قطع وسرعة تغذية عاليتين مما لا يتيح الحصول على أسطح ناعمة وعلى إنتاجية كبيرة. وقد تم في بداية القرن الماضي تطوير صلب سبائكي يعتمد على الكروم والنيكل كعناصر سبائكية أساسية، يفقد صلادته عند 600 °م مما أتاح عند استخدامه لصنع أدوات القطع إمكانية القطع بسرعات عالية ولذا أطلق عليه اسم الصلب سريع القطع (HSS). في ثلاثينيات القرن الماضي طورت الكربيدات واستخدمت لصنع حدود قطع (لقم Inserts) تركب عبر اللحام أو الربط بمسامير على سطح الإسفين المصنوع من صلب كربوني. تحافظ الكربيدات على صلادتها حتى درجة 900° م ولذا تمكن من الحصول على أسطح ناعمة وتخفض من زمن القطع وتضمن عمراً أطول للأداة. تحققت هذه المزايا على نحو أفضل بتطوير السيراميك في ستينات القرن الماضي والذي يفقد صلادته عند 1200°م. تستخدم تكنولوجيا المساحيق في صنع اللقم الكربيدية من مساحيق الكربيدات (الكربيد هو كربون + عنصر، مثل كربيد التنجستن، كربيد التيتانيوم، ....ألخ) واللقم السيراميكية من مسحوق أكسيد الألومينيوم. الجداول (3 ـ 2) ، (3 ـ 4) ، (3 ـ 6) توضح التركيب الكيميائي لمواد القطع المختلفة .

حدثت كذلك تطورات عديدة في تصميم الأدوات، منها استخدام اللقم كحدود قطع مستقلة وكذلك تحسين تصميم الأدوات فيما يخص مجاري إخراج الرائش ومجاري تكسير الرائش، توفير متانة أعلى للساق وتغييرات في شكل الساق تضمن سرعة وآلية فك وتركيب الأدوات.



(أ) (ب)

الشكل (3 ـ 6) : سكينة تفريز قديمة(أ) وأخري حديثة(ب). [1]

من الشكل (3 ـ 6) والذي يوضح مقارنة بين سكينة تفريز استخدمت في عام 1870 وأخرى حديثة يتضح التطور الكبير في تصميم الأدوات.

يمكن حصر الخصائص التي يطلب توفرها في أدوات القطع فيما يلي:

- المتانة لتحمل الضغوط الناتجة من عملية القطع والاصطدام بالشغلة.
- صلادة السطح العالية لمقاومة الاحتكاك الناتج من انسياب الرائش.
- الصلادة العالية لضمان التغلغل في مادة الشغلة وإحداث واستمرار القطع.
- تحمل الحرارة العالية لضمان عدم فقدان الصلادة أثناء القطع وبالتالي ازدياد التآكل

كلما زداد تحمل مادة الحد القاطع للحرارة, كلما أمكن:

- زيادة سرعة التغذية, مما يضمن تقليل زمن الإنتاج عبر تقليل زمن القطع.
- زيادة سرعة القطع, مما يضمن الحصول على سطح ناعم.
- تشغيل مواد ذات صلادة عالية مثل الصلب عالي الكربون والزهر الأبيض.

ولذا تجد حدود القطع السيراميكية والكربيدية استخداماً واسعاً لاحتفاظها بصلادتها عند ارتفاع درجة الحرارة أثناء القطع.

مـــــــادة الشـــــغـــلة	زاوية الخلوص الجانبي	زاوية الخلوص	زاوية الجرف	زا وية الجرف الجانبي
صلب سبائكي، صلب عالي الكربون، لا يصدأ	7 - 9	6 - 8	0 - 7	8 - 10
صلب كربوني 1045SAE	8 - 10	8 - 10	0 - 12	8 - 12
صلب كربوني 1112SAE	7 - 9	7 - 9	0 - 14	10 - 14
صلب كربوني 1335SAE	7 - 9	7 - 9	0 - 14	10 - 16
صلب كربوني 3135SAE	7 - 9	7 - 9	0 - 10	8 - 10
صلب كربوني 6140SAE	7 - 9	7 - 9	0 - 8	8 - 10
زهر رمادي	8 - 10	6 - 8	0 - 5	8 - 12
ألومونيوم	12 - 14	14	0	15
برونز	8 - 10	8 - 10	0	4 - 6
نحاس	12 - 14	12 - 14	0 - 16	12 - 20
سبائك نحاس صلدة	8 - 10	6 - 10	0	0 - 8
سبائك نحاس طرية	10 - 12	8 - 12	0 - 2	0 - 10

SAE = Society of automative Engineers

جمعية مهندسي السيارات (جمعية أمريكية)

الجدول (3 ـ 1) : اختيار زوايا أداة القطع من الصلب سريع القطع. [9]

التركيب الكيميائي ٪						AISI Type
كوبلت Co	فاناديوم V	مولبدينيوم Mo	تنجستن W	كروم Cr	كربون C	
مجموعة المولبدينيوم كعنصر سبائكي رئيسى						
	1	8.5	1.5	4	0.85	M1
	2	5	6	4	1.05	M2
	2	8.75	1.75	4	1	M7
8	1.15	9.5	1.5	4	0.9	M 33
8	1.15	9.5	1.5	3.75	1.1	M 42
مجمموعة التنجستن كعنصر سبائكي رئيسي						
	1		18	4	0.75	T1
8	2		18	4	0.8	T5
5	2		14	4	0.75	T8
5	5		12	4	1.5	T 15

الجدول (3 ـ 2) : التركيب الكيميائي لبعض أنواع الصلب سريع القطع.[9]

مـــــــادة الشغـــــلة	زاوية الخلوص الجانبي	زاوية الخلوص	زاوية الجرف	زا وية الجرف الجانبي
سبائك ما غنيسيوم والومونيوم	6 - 10	6 - 10	0 -10	10 – 20
نحاس	6 - 8	6 - 8	0 - 4	15 – 20
براس و برونز	6 - 8	6 - 8	0 - 5	5- 8
زهر	5 - 8	5 - 8	0 - 7	6 - 7
صلب منخفض الكربون حتي 1020SAE	5 - 10	5 - 10	0 - 7	6 - 7
صلب كربوني من SAE 1025 وأعلي	5 - 8	5 - 8	0 - 7	6 - 7
صلب سبائكي	5 - 8	5 - 8	0 - 7	6 - 7
صلب سبائكي – لا يصدأ (أوستنيتي)	5 -- 10	5 -- 10	70 -	6 - 7
صلب سبائكي – لا يصدأ (قابل للتصليد)	5 - 8	5 - 8	0 - 7	6 - 7

الجدول (3 ـ 3) : اختيار زوايا أداة القطع الكربيدية [9]

النوع	اللون	التركيب الكيميائي			مادة الشغلة	نوع العملية
		تنجستن ٪	تيتانيوم ٪	كوبلت ٪		
P10	أزرق	97		3	صلب وصلب مسبوك	تشطيب
P20		94		6	صلب وصلب مسبوك وزهر لدن	تشطيب
P50		92		8	صلب وصلب مسبوك	استقراب
M10	أصفر	85	5	10	صلب، زهر لدن، زهر رمادي	استقؤاب
M20		78	14	8	صلب، عالي الكربون، زهر رمادي	استقراب وتشطيب
M40		79	15	6	صلب طري ومعادن غير حديدية	تشطيب
K10	أحمر	66	30	4	زهر رمادي صلد، غير حديدية	استقراب
K20		45	50	5	زهر رمادي صلد، غير حديدية	استقراب وتشطيب
K40		34	60	6	معادن غير حديدية، م غير معدنية	تشطيب

الجدول (3 ـ 4): التركيب الكيميائي لبعض أنواع اللقم الكربيدية واستخداماتها.[9]

مـــادة الشغـــلة	زاوية الخلوص الجانبي	زاوية الخلوص	زاوية الجرف	زا وية الجرف الجانبي
صلب	7	7	8 - 20	8 - 20
صلب مسبوك	5	5	8	8
زهر	5	5	0	4
برونز	5	5	4	4
صلب مقاوم للصدأ	7	7	8 - 20	8 - 20

الجدول (3 ـ 5): اختيار زوايا أداة القطع المصنوعة من الأستليت. [9]

العنصر	التركيب الكيميائي ٪		
	TX - 90	السبيكة 525	أستيليت 100
الكوبلت	42 - 45	40 - 45	41.5 - 43.5
النيكل	1 -- 7	1 -- 7	max 1.5
الكروم	27 - 32	25 - 30	32.75 - 34.25
التنجستن	14 - 19	16 - 21	18.25 - 19.25
الكربون	2 - 4	2 -- 4	1.85 - 2.05
الكولومبيوم	2 -- 5	3 -- 8	
المنجنيز	1 -- 3	1 -- 3	max 0.75
الحديد	2 -- 5	2 -- 5	max 2
السيلكون	0.3 - 0.7	0.3 - 0.7	0.4 - 0.6
البورون			0.85 - 1.05

الجدول (3 ـ 6): التركيب الكيميائي لحدود القطع المصنوعة من الأستيليت [9]

6.3 - تلف الأدوات Tool Wear :

تتعرض أدوات القطع لأنواع متعددة من التلف يمكن تقسيمها إلى مجموعتين:

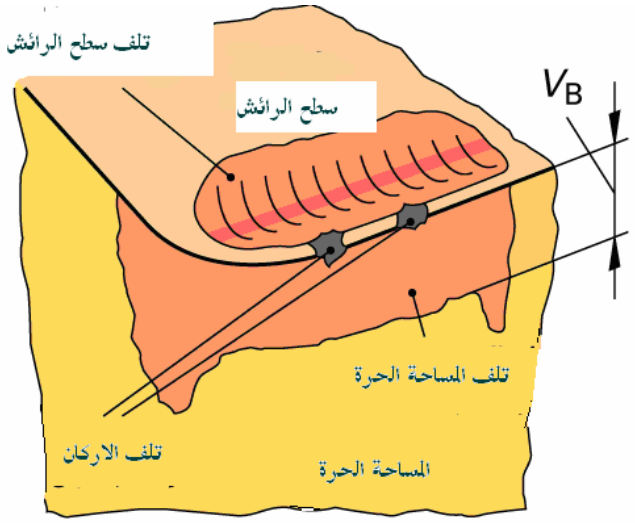
الأولى - تلف لا يمكن معالجته:

- الكسر بسبب تولد قوة كبيرة عند قطع أسطح صلدة أو الاصطدام بقطعة الشغل.
- التشقق بسبب تولد إجهادات ناتجة عن اختلاف معامل التمدد الطولي بين الساق والحد القاطع أو إجهادات ناتجة من لحام الحد القاطع على الإسفين.
- فقدان الصلادة وتحدث بسبب عدم جودة التزليق والتبريد مع ارتفاع درجة الحرارة المتولدة
- التفتت ويحدث للقم الكربيدية بسبب انتقال الكربون منها إلى الصلب أو إليها من الزهر وذلك في ظروف قطع معينة.

الثانية - تلف يمكن معالجته:

- التآكل الاحتكاكي وتوجد منه عدة أنواع منها:
  - تلف المساحة الحرة Flank Wear Land ويحدث لصغر زاوية الخلوص.
  - تلف المقدمة أي تحولها من حادة إلى مستديرة بسبب الاحتكاك مع قطعة الشغل.
  - تلف سطح الرائش Wear Crater يحدث بسبب الاحتكاك مع الرائش .

الشكل (3 ـ 7) يوضح أنواع التلف الاحتكاكي.



الشكل (3 ـ 7) : أنواع التلف الاحتكاكي. [14]

توجد حدود معينة, عند بلوغها بسبب التآكل الاحتكاكي, يجب إعادة تجليخ الأداة .مثلا B في الخراطة تقع ما بين 1,2 إلى 1,6 مم لحدود القطع المربوطة. و C_d / C_m 0,25 إلى 0,3 لحدود

القطع المصنوعة من الصلب سريع القطع C_d يقصد بها عمق التآكل على سطح الرائش و C_m يقصد بها بعد منتصف التآكل عن حافة الحد القاطع.

سيتم تناول عمليات إعادة شحذ أدوات القطع في التدريبات العملية.

7.3 : عمر الأداة Tool Life :

يقصد بعمر الأداة الفترة الزمنية التي تكون فيها الأداة في حالة قطع بين عمليتي إعادة شحذ. أي أن زمن الاحتفاظ بالأداة في المخزن لا يحسب ضمن عمرها ، بل الوقت الذي تكون فيه الأداة مشاركة في عملية قطع. يعطي عمر الأدوات بفترات مثل 30، 60 ، 90 120 ، 180 ، حتى 480دقيقة.

تعتبر سرعة القطع أهم المؤثرات على عمر الأداة. يحسب عمر الأداة بالقانون:

$$V.T^n = C$$

حيث:

V	سرعة القطع [m/ min].
T	عمر الأداة بالدقيقة.
C	ثابت يرمز إلى سرعة القطع التي تعطي عمر أداة = دقيقة واحدة.
n	ميل منحني عمر الأداة وسرعة القطع وتختار قيمتها تبعا لمادة الحد القاطع.

مادة الأداة	صلب سريع القطع	كربيد	سيراميك
n	0.5 – 0.1	0.25– 0.2	1 – 0.6

3 . 7 . 1 - أمثلة على عمر الأداة :

مثال (1):

عند خراطة قضيب من الصلب قطره 2 بوصة استخدمت سرعة دوران تساوي 284 لفة / دقيقة وحدث تلف استدعى تغيير الأداة بعد 10 دقائق. غيرت سرعة الدوران إلى 232 دورة / دقيقة وحدث التلف بعد 60 دقيقة.

بافتراض علاقة خطية بين سرعة القطع وعمر الأداة، ما هي سرعة القطع التي تضمن عمراً للأداة يبلغ 30 دقيقة؟ وما هي سرعة الدوران حينئذ؟.

الحـل:

نحدد في البداية سرعة القطع تبعاً لقطر قطعة الشغل وسرعة الدوران

$$V_{10} = \pi\, d\, n / 12 = \pi(2)\,(284) / 12 = 149 \text{ f/min}$$

$$V_{60} = \pi\, d\, n / 12 = \pi\,(2)\,(232) / 12 = 122 \text{ f/min}$$

حسب المعادلة (1) في الصفحة السابقة فإن:

$$= C^{n} = V_2 T_2^{n} V_1 T_1$$

$V_1 / V_2 = (T_2 / T_1)^{n}$

$149 /122 = (60 / 10)^{n}$

$1.22 = 6^{n}$ $\quad n = 0.11$

$C = VT^{n} = 149\ (10)^{0.11} = 149\ (1.288) = 192$

$V\ T^{0.11} = 192$

$V_{30} = 192 / (30)^{0.11} = 192 / 1.455$

$V_{30} = 132$ fpmin (قدم / دقيقة)

أي أن سرعة القطع التي تضمن تحقيق 30 دقيقة عمراً للأداة تبلغ 122 قدم / دقيقة.

حساب سرعة الدوران

$n = 12\ v / \pi\ d \quad = (12)(122)/ \pi(2) \quad n = 233$ دورة / دقيقة

في المثال الأول تم مراعاة تأثير سرعة القطع فقط على عمر الأداة. لتحديد تأثير عمق القطع و سرعة التغذية على عمر الأداة يستخدم القانون:

$$K = V \cdot T^{n} \cdot f^{n1} \cdot d^{n2}$$

حيث:

K ثابت التناسب = 0.5 - 0.8

f سرعة التغذية = 0.2 - 0.4

d عمق القطع

n_1 أس التغذية وتختار قيمته من 0.5 و حتى 0.8

n_2 أس عمق القطع وتختار قيمته من 0.2 وحتى 0.4

مثال (2):

- عند تشغيل صلب AISI 2340 بأداة من صلب سريع القطع، حصلنا على المعادلة

$$2.035 = VT^{0.13} f^{0.77} d^{0.37}$$

والتي حققت عمراً للأداة بلغ 100 دقيقة عند استخدام سرعة قطع = 75 قدم / دقيقة و عمق قطع 0.1 بوصة و سرعة تغذية = 0.0125 بوصة / دورة.

احسب الأثر على عمر الأداة عندما:

1) تزيد سرعة القطع بمقدار 20%
2) تزيد سرعة التغذية بمقدار 20%
3) يزيد عمق القطع بمقدار 20%
4) يزيد الثلاثة في نفس الوقت بمقدار 20%

الحـــل:

1) لتحديد التغير في سرعة القطع عندما تزيد بنسبة 20%

$$V = 1.2 \times 75 = 90 \quad (f / min)$$

$$T = K / V f^{n1} d^{n2} = 2.035 / 90 (0.0125)^{0.77} (0.1)^{0.37}$$
$$= 2.035 (0.034) (0.426) = 1.56$$
$$T = 1.56^{1/0.13} = 1.56^{7.7}$$
$$= 31 min$$

يلاحظ أن التأثير على عمر الأداة تأثير كبير.

2) لتحديد التغير في سرعة التغذية عندما تزيد بنسبة 20%

$$f = 0.0125 \; 0 \; 1.2 = 0.015 \text{ ipr} \quad \text{(بوصة / دورة)}$$

$$T^{0.13} = 2.035 / 75 (0.015)^{0.77} (0.1)^{0.37} = 2.035 / 75 (0.038) (0.426)$$
$$T = (1.67)^{7.7} = 31 min$$

يلاحظ أن تأثير الزيادة في سرعة التغذية تأثير أقل من تأثير التغير في سرعة القطع.

3) لتحديد التغير في عمق القطع عندما يزيد بنسبة 20٪

$$d = 1.2 \times 0.1 = 0.12 \text{ in}$$
$$T^{0.13} = 2.035 / 75 (0.0125)^{0.77} (0.12)^{0.37} = 2.035 / 75 (0.034) (0.456)$$
$$T = (1.745)^{7.7} = 73 \text{ min}$$

يلاحظ أن التأثير قليل مقارنة بتأثير الزيادة في سرعة القطع.

4) لتحديد عمر الأداة عندما تزيد كل من ظروف القطع بنسبة 20%

$$V = 90 \text{ fpm}, \quad S = 0.014 \text{ ipr}, \quad d = 0.12 \text{ mm}$$
$$T = K / V S^{n1} d^{n2} = 2.035 / 90 (0.0125)^{0.77} (0.1)^{0.37}$$
$$T^{0.13} = 2.035 / 90 (0.038) (0.456) =$$
$$= 7.5 \text{ min} \quad T = (1.3)^{7.7}$$

يلاحظ أن تأثير تغير سرعة القطع والتغذية وعمق القطع معاً، تأثير كبير جداً، فقد نقص عمر الأداة من 100 إلى 7.5 دقيقة، لذا يجب اختيار ظروف القطع بعناية فائقة.

تمارين:

1) ما المقصود بزوايا الأداة؟

2) ما هي أسباب تنوع زوايا الأداة؟

3) ما هي المكونات الرئيسة لأداة قطع؟

4) اذكر أمثلة لاختلافات أشكال مكونات أدوات القطع مع ذكر سبب الاختلاف.

5) ما هو دور زاوية الجرف γ ؟

6) ما هو دور زاوية الجرف الجانبي λ ؟

7) ما هو دور زاوية الخلوص α والخلوص الجانبي α_s ؟

8) ما هو دور زاوية الأداة β ؟

9) ما هو دور زاوية المقابلة χ ؟

10) وضح بالرسم قلم خراطة مبيناً مكوناته الأساسية والأسطح المختلفة للإسفين.

11) كيف ومما تصنع اللقم الكربيدية؟

12) كيف ومما تصنع اللقم السيراميكية؟

13) اذكر ما يحتويه رمز قلم خراطة من معلومات.

14)ما هي أهم الخصائص المطلوب توفرها في أداة قطع؟

15) تحدث عن المواد التي تصنع منها أدوات القطع حسب ترتيب تحملها للحرارة.

16) أجب بـ (بصح) أو (خطأ):

أ) يحقق استخدام حدود قطع من الصلب الكربونى ربحاً نسبة لرخص ثمنه( )

ب) يحدث تفتت للقم السيراميكية عند استخدامها لتشغيل الصلب عالي الكربون( )

ج) يشترط توفر صلادة عالية لساق الأداة( )

د) أحد مهام زاوية الجرف الجانبي هو تحقيق شكل الانتقال من سطح لسطح( )

17) اختر الإجابة الصحيحة:

أ) يشترط توفر صلادة عالية في مادة الحد القاطع لتحقيق:

☐نعومة سطح عالية للشغلة ☐مقاومة كافية لقوي القطع☐تغلغل الأداة في مادة الشغلة

ب) تنحصر مهمة زاوية الجرف الجانبي في تحقيق:

☐ سهولة القطع ☐ تقليل الاحتكاك مع الشغلة ☐سهولة انسياب الرائش

ج) تنحصر مهمة زاوية الخلوص في تحقيق:

☐سهولة القطع ☐تقليل الاحتكاك مع الشغلة ☐تقليل الاحتكاك مع الرائش

د) يشترط توفر متانة عالية لأداة القطع بهدف:

☐تحمل الاحتكاك مع الشغلة ☐ضمان التغلغل في مادة الشغلة ☐تحمل الاصطدام بالشغلة

18) علل ما يلي:

أ) اشتراط الصلادة العالية لمادة الحد القاطع.

ب) تضمن أدوات القطع الكربيدية إنتاجية عالية.

ت) وجود مكسرات رايش بأسطح الإسفين.

ث) تسمية حدود القطع من أحد أنواع الصلب السبائكى "بالصلب سريع القطع".

19) اذكر أنواع التلف التي لا يمكن معالجتها.

20) اذكر أنواع التلف الاحتكاكي.

21) اشرح العلاقة بين الحرارة المتولدة، صلادة الحد القاطع وتلف الأدوات.

22) عرف عمر الأداة.

23) اشرح العلاقة بين عمر الأداة وتكلفة الإنتاج.

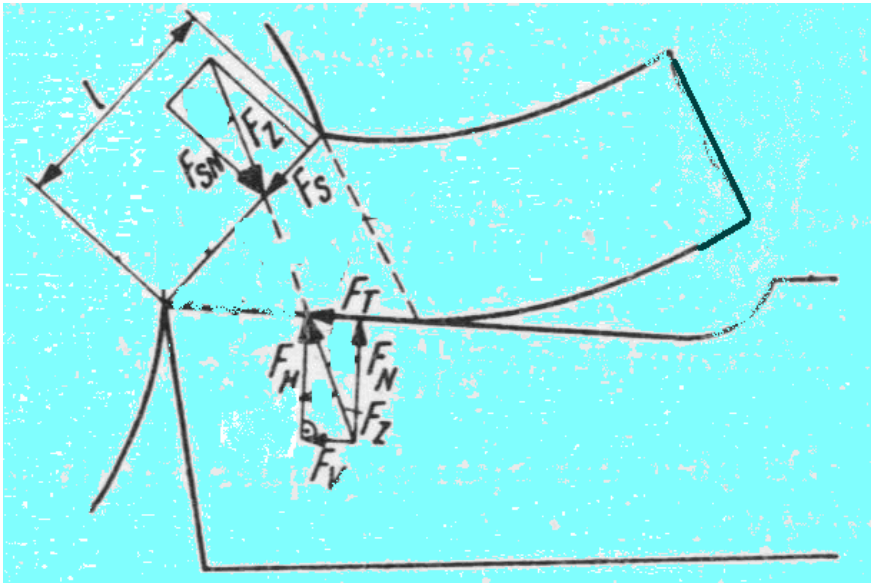
24) اشرح العلاقة بين عمر الأداة و الإنتاجية.

الفصل الرابع : قوى القطع Cutting Forces

4 -1 - مقدمة:

قوة القطع الكلية F_z هي محصلة القوة الضرورية لتعدي مقاومة المعدن للقص F_s والقوة الناتجة عن احتكاك الرائش وقطعة الشغل بأداة القطع F_{SN}. يتضح أن العاملين الرئيسيين في تحديد مقدار قوة القطع هو نوع مادة قطعة الشغل وزوايا الأداة بالأخص زاوية الجرف والتي تحدد مقدار زاوية ميل مستوى القص Φ ،زاويتي الخلوص والجرف الجانبي اللتين تؤثران في مقدار الاحتكاك.

الشكل (4 ـ 1) يوضح القوى المذكورة واتجاهات تأثيرها.



الشكل (4 ـ 1) : نشوء قوة القطع [2]

إن تحديد قوة القطع ضروري من أجل:

ت)حساب قدرة الآلة و بالتالي اختيار الآلات المناسبة لورشة أو مصنع ما, وكذلك معرفة الآلة المناسبة لتنفيذ عملية تشغيل معينة.

ب) تصميم أدوات القطع بمتانة كافية لتتحمل القوى التي ستتعرض لها أثناء القطع.

ج) تصميم آلات القطع بجساءة كافية لتتحمل القوى والاهتزازات الناتجة.

د) تصميم مثبتات قطع الشغل (Fixtures) وخاصةً لعمليات التفريز بحيث تقوم بتثبيت قطعة الشغل بقوة لا تسمح بتحركها تحت تأثير قوى القطع.

يجب ملاحظة أن قوة القطع غير ثابتة بسبب تأثير عوامل مثل حدوث تلف بالأداة، تواجد اهتزازات ناتجة عن آلات مجاورة، تواجد مناطق مختلفة الصلادة بأسطح القطع المسبوكة وتكون حد قاطع إضافي. لذا يجب,وضع احتياطيات لتلك الزيادة المتوقعة في قوة القطع عند تصميم أدوات القطع ومثبتات قطع الشغل.

2.4 - حساب قوة القطع Calculation of Cutting Force:

يعتمد حساب القوة على فكرة تحديد قوة القطع النوعي، أي القوة الضرورية لقطع 1 مم ^{2} وضربها في مساحة مقطع الجزء المطلوب قطعه. قام عدد من علماء مثل Richter, Kronenberg, Taylor, Merchant and Kinziele بتحديد قيمة القطع النوعي لمواد مختلفة و ذلك في تجارب عملية يتم فيها استخدام نفس ظروف القطع، أي نفس وسرعة القطع، وسرعة التغذية، وسمك وعرض الرايش، ومادة الحد القاطع ، وزوايا الأداة، وتبريد وتزليق.

تبعا لـ Kinziele يتم حساب قوة القطع كما يلي:

$$F_c = b \cdot h \cdot k_s$$

$$k_s = k_{s.1.1} / h^z = (3 - 5)\ \sigma_s$$

حيث:

b هي عرض الرايش بالمم. h هي سمك الرايش بالملم.

$K_{s.1.1}$ هي قوة القطع النوعي عندما سمك الرايش = 1 مم وعرض الرايش = 1مم.

z هي معامل يخص ظروف القطع.

σ_s هي مقاومة الشد.

تؤخذ قيم $k_{s.1.1}$ و z من الجدول (4 . 1)

مـادة قطعة الشـغل	الصلابة أو الصلادة [kp * mm^{-2}]	Z	$K_{s1.1}$ kp * mm^{-2}
صلب طري 42	50	0.17	176
صلب طري 50	52	0.26	199
صلب طري 60	62	0.17	211
صلب عالي الكربون ck 45c,45	67	0.14	222
صلب عالي الكربون ck 60c,60	77	0.18	213
صلب سبائكي 16Mn Cr 5	77	0.26	210
صلب سبائكي 18Cr Ni 6	63	0.3	225
صلب سبائكي 34Cr Mo 4	60	0.21	224
صلب سبائكي 42 Cr V 4	73	0.25	250
صلب سبائكي 55 NiCrMoV 6	94	0.24	174
معالج 55NiCrMoV 6	HB 352	0.24	192
صلب مقاوم للصدأ	60 - 70	0.18	255
صلب منجنيزي صلد		0.22	332
صلب سبائكي 45	30 - 50	0.17	160
زهر أبيض	Rc 46	0.19	205
زهر رمادي - 15	hB 200	0.2	95
زهر رمادي 25	HB 200	0.25	116
نحاس أحمر		0.24	65
نحاس أصفر	HB80 - 120	0.19	78
الومونيوم مسبوك	HB30 - 42	0.24	65

kp/mm^2 كيلو باوند على المليميتر مربع وتساوي $10N/mm^2$

الجدول (4 ـ 1): قوة القطع النوعي عند خراطة معادن مختلفة.

ملاحظات على استخدام الجدول 4 -1 :

لمراعاة اختلاف ظروف القطع في اي عملية تشغيل عنها في تجارب تحديد قوة القطع النوعي, يجب ضرب قوة القطع المتحصل عليها في:

1.1 – 1.2 لمراعاة تاثير زيادة زاوية الجرف عن ست درجات في حالة تشغيل صلب و2 درجة عند تشغيل الزهر

0.9 عند استخدام أداة قطع كربيدية (استخدم في تجارب الجدول اعلاه صلب سريع القطع).

1.3 -1.5 تبعاً لمدى تلف أداة القطع (استخدم في تجارب الجدول اعلاه أداة قطع جديدة).

1.1 -1.2 عندما تقل سرعة القطع عن القطع 125 م/دقيقة والتي أجريت عندها التجارب

3.4 - حساب قدرة القطع Calculation of Machine Power :

تحسب قدرة القطع P_c بالقانون $P_c = F_C . V / 102 . 60$ [kw]

حيث:

V سرعة القطع [m / min] . F_C المركبة المماسية لقوة القطع [N] .

القسمة على 60 تهدف لتحويل الدقيقة لساعة وعلي 102 لتحويل النيوتن إلى وات.

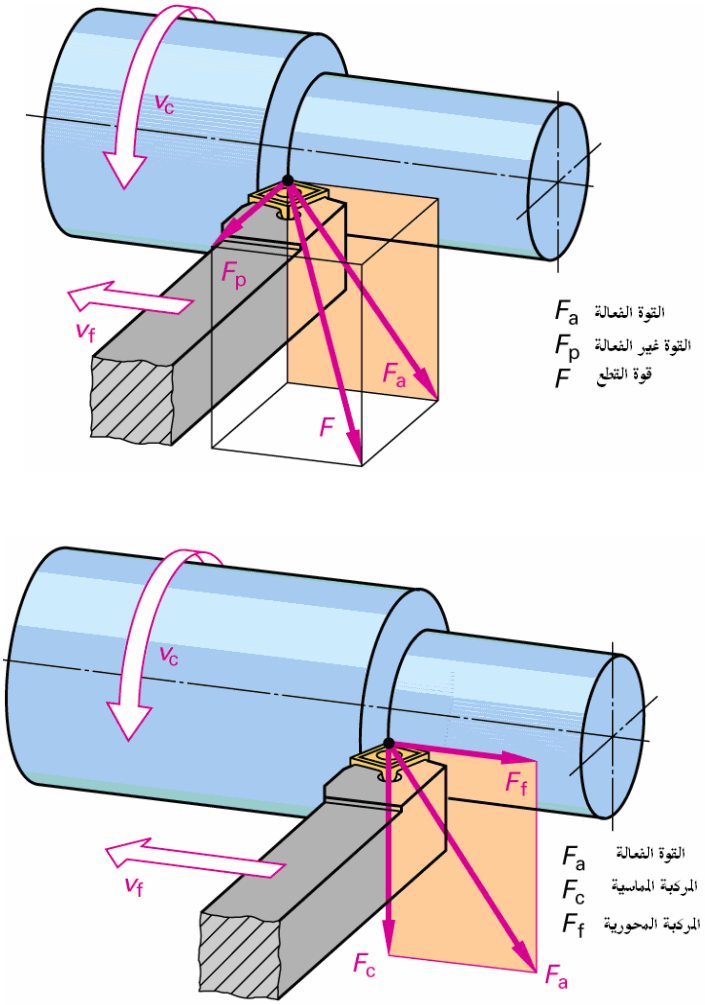
نتيجة لضياع جزء من قدرة الآلة في تحريك أجزائها وفي الاحتكاك الذي ينتج بينها ، فإن قدرة الآلة يجب أن تكون أكبر من قدرة القطع. لذا فإن قدرة الآلة تحسب بمراعاة معامل استغلال القدرة η (إيتا) كما يلي:

$$P_{motor} = P_c / \eta \quad [kw]$$

تختار قيمة η بين 0.7 إلى 0.9 تبعاً لعمر الآلة ومستوى صيانتها.

4.4 - مركبات قوة القطع Cutting Force Components :

يتضح من الشكل (4 .1) أن قوة القطع الكلية F تؤثر على سطح الأداة بزاوية غير قائمة ، أي يمكن تحليلها إلى ثلاثة مركبات تعمل في ثلاثة اتجاهات متعامدة على بعضها البعض. الشكل (4 . 2) يوضح الاتجاهات الثلاثة و التي تنتج من تحليل القوة الكلية F إلى F_a و F_p ثم تحليل F_a إلى F_F و F_c .



الشكل (4 ـ 2): مركبات قوة القطع [14]

حيث:

F_C هي المركبة المماسية (tangential component) وتشكل تقريباً 67% من قوة القطع الكلية. تعمل هذه القوة على حني القلم إلى أسفل ورد فعلها يعمل على دفع قطعة الشغل لأعلى. لذا يجب توفر متانة كافية في أداة القطع ويجب ألا تبرز كثيراً من حامل القلم ويجب أن يكون تثبيت قطعة الشغل كافياً لمنع فك قطعة الشغل أو اهتزازها.

F_p هي المركبة القطرية (radial component) وتشكل تقريباً 27% من قوة القطع الكلية. تعمل هذه القوة على دفع أداة القطع بعيداً عن قطعة الشغل ورد فعلها يمكن أن يحني قطعة الشغل. القطع ذات الطول الحرج أي التي طولها > 12 قطرها يمكن أن تحنى تحت تأثير هذه المركبة ولذا

يجب إسناد قطعة الشغل بالقرب من منطقة القطع وذلك باستخدام مسند متحرك (خناقة متحركة) أو مسند ثابت (steady or follower rest).

F_F هي المركبة المحورية (axial component) وتشكل تقريبا 6% من قوة القطع الكلية. .تعمل هذه القوة على إعاقة تقدم أداة القطع و رد فعلها يعمل على فك قطعة الشغل من تثبيتها.

5.4 - العوامل المؤثرة على قوى القطع Factors affecting the Cutting Force:

هناك عوامل كثيرة تؤثر على قوى القطع يمكن إيجازها فيما يلي:

أ) عند زيادة عمق القطع تزيد المركبة المماسية لقوة القطع.

ب) عند زيادة سرعة التغذية تزيد المركبة المماسية.

ت) عندما تزيد زاوية الجرف تنقص كل مركبات قوة القطع.

ث) عند زيادة زاوية الخلوص يقل الاحتكاك, و بالتالي تقل قوى القطع.

ج) عند زيادة سرعة القطع ترتفع درجة الحرارة وبالتالي يقل معامل الاحتكاك بين قطعة الشغل والرائش وأداة القطع مما ينقص من قوة القطع الكلية.

ح) عند استخدام تزليق يقل الاحتكاك وبالتالي تقل قوة القطع الكلية

خ) المواد ذات مقاومة القص العالية تزيد من قوة القطع الضرورية لتنفيذ عملية القطع.

تمارين:

1) اشرح كيفية نشوء قوة القطع.

2) ما هي ضرورة تحديد قوى القطع؟

3) ما هي أسباب عدم ثبات قوة القطع ؟

4) اذكر القانون المستخدم لحساب قوة القطع مبيناً رموز القانون.

5) ما هي مركبات قوة القطع؟ وما هي نسبها المئوية في القوة الكلية؟

6) ما هي العوامل المؤثرة على قوة القطع؟

7) وضح تأثير زاوية الجرف على قوة القطع.

8) وضح تأثير سرعة القطع على قوة القطع.

9) وضح تأثير التبريد والتزليق على قوة القطع.

10) وضح تأثير زاوية الخلوص على قوة القطع.

11) كيف يتم حساب قدرة القطع؟ وما هي ضرورة حسابها؟

12) أجب بصح أو خطأ:

أ) تعتبر المركبة المماسية أكبر مركبات قوة القطع الكلية( ).

ب) تتسبب المركبة المحورية إلى انحناء قطعة الشغل( ).

ج) قوة القطع تبقى ثابتة طوال عملية التشغيل( )

د) يتم اختيار آلة القطع بناءً على قدرة القطع( )

13) يراد خراطة قضيب من الصلب st 50 بسرعة قطع قدرها 45 م / دقيقة وبمساحة مقطع رائش يساوي 2.4 مم^2

قوة القطع النوعي $K_{s.1.1}$ تساوي 2000 نيوتن / مم^2 . المطلوب حساب:

أ) قوة القطع.

ب) قدرة القطع .

ت) قدرة الآلة عند معامل استغلال القدرة $\eta = 0.8$.

تقنية تشغيل (نظري)

طرق التشغيل

مقدمة الوحدة الثانية

تنبع أهمية طرائق التشغيل من أنها المسؤولة عن تحقيق الجودة العالية المتمثلة في نعومة الأسطح ودقة الأبعاد عند تشطيب المسبوكات والمطروقات. كما تنبع أهميتها من مشاركتها في التكلفة الكلية للمنتج ومشاركتها في الزمن الكلي للإنتاج.

تتناول الوحدة الثانية مختلف طرائق تشغيل المعادن مثل الثقب، الخراطة، التفريز ، والتجليخ. اشتملت تغطية كل طريقة تشغيل علي: التعريف بالطريقة، تحديد أنواعها، استخداماتها، تركيبة آلة القطع، أمثلة الآلات الإنتاجية، ظروف القطع بها، طريقة حساب قوة وقدرة القطع، كيفية تحديد زمن القطع. كما تم شرح بعض العمليات التي تقوم بها كل طريقة تشغيل. و إعطاء أمثلة حسابية لتحديد قوة و قدرة القطع، وتحديد زوايا إمالة أداة القطع أو مسافة إبعاد الغراب المتحرك عند تشغيل السلبة في الخراطة، وحسابات خاصة باللولبة، وحسابات ضبط دورات جهاز التقسيم بتفريز التروس.

إن الحديث عن طرائق التشغيل يحوي كمية كثيرة من التفاصيل لا يمكن تغطيتها في الزمن المتاح في الجانب النظري وهو ساعتان، لذا تم تناول الأساسي منها باختصار غير مخل بحيث يستطيع المتدرب مع التدريبات العملية التابعة لكل طريقة، تكوين صورة متكاملة عن أساسياتها. لا نستطيع القول بأن المتدرب مؤهل للقيام بعمليات التشغيل مباشرة عند تخرجه، ولكن نستطيع التأكيد بأنه مؤهل بقليل من الإشراف والتدريب في جهة عمله المستقبلية من استيعاب كل طريقة تشغيل حتى تلك التي لم يتم تناولها، مثل النشر، والتسريب، والكشط والنطح.

إن التعرف الكافي على طرائق التشغيل يستدعي الاهتمام الكبير بالتفاصيل التي سيتم تناولها في التدريبات العملية.

قسمت الوحدة الثانية إلى ستة فصول هي كما يلي:

- الثقب.
- الخراطة.
- التفريز.
- التجليخ.
- طرق التشغيل غير التقليدية
- نبذة عن التحكم الرقمي

في نهاية كل فصل تتوفر تدريبات نظرية أعطيت أجوبتها النموذجية في نهاية الوحدة.

الجدارة :

عند إكمال هذه الوحدة فإن المتدرب يستطيع التفريق بين طرائق التشغيل المختلفة واختيار العملية المناسبة بظروف تضمن تحقيق جودة عالية للمنتج مع التكلفة المنخفضة للإنتاج.

الأهداف :

أن يعرف المتدرب طرائق التشغيل مثل الثقب، الخراطة، التفريز والتجليخ.
أن يعرف المتدرب أنواع كل طريقة من طرائق التشغيل.
أن يعرف المتدرب ظروف القطع المناسبة لكل طريقة.
أن يعرف المتدرب طرائق حساب قوة القطع و زمن القطع بكل طريقة.

الوقت المتوقع للتدريب :

ست عشر ساعة للتدريبات النظرية.
اثنان وثلاثين ساعة للتدريبات العملية.

الوسائل المساعدة :

اتبع التعليمات المذكورة في كل تدريب نظري أو عملي.

متطلبات الجدارة :

إنهاء الوحدة الأولى من هذه الحقيبة.
ورشة التشغيل المجهزة بمختلف آلات تشغيل المعادن و أدوات القطع.

الفصل الخامس : الثقب Drilling

5 - 1) مقدمة

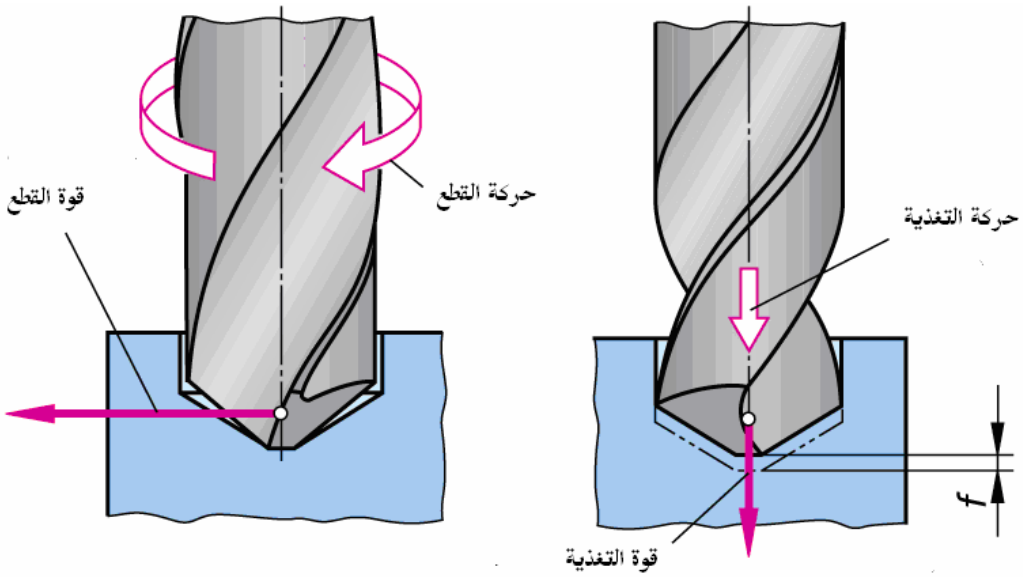
يعتبر الثقب أحد الطرق التقليدية المهمة في تشغيل المعادن, ففتح ثقب في كتلة معدنية مصمتة، أو توسيع ثقب (التخويش)، أو تنعيم ثقب (البرغلة) ، وكذلك قطع لولب بداخل ثقب، عمليات لا يمكن تنفيذها ، بالأخص للأقطار الصغيرة والأعماق الكبيرة، بطريقة أخرى غير الثقب .

لتنفيذ عملية الثقب ، توسيع وتنعيم ثقب أو لولبة الثقب، تقوم الأداة المناسبة لكل من العمليات السابقة بتنفيذ حركتين : الأولى هي حركة القطع الدائرية والثانية حركة التغذية المستقيمة (أي تقدم الأداة) بينما قطعة الشغل دائماً ساكنة.

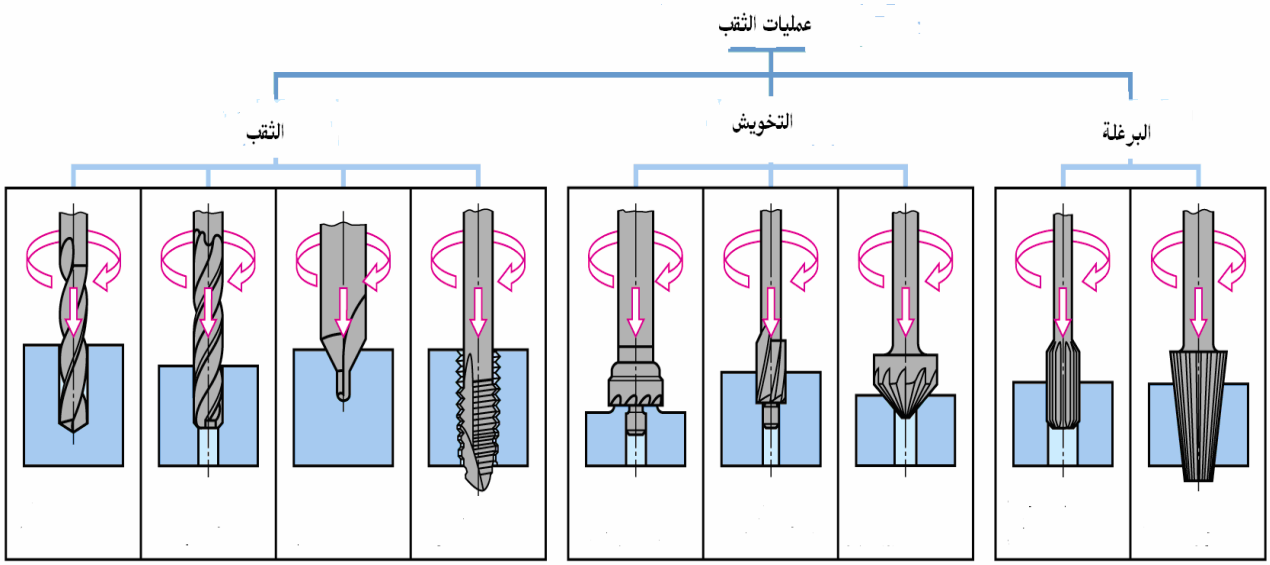
يلاحظ في الثقب وعملياته أن الأداة فقط هي التي تنفذ حركتي القطع ولا وجود للحركة الثالثة وهي حركة ضبط عمق القطع. فعمق القطع يحدد عندما يختار قطر المثقاب، فعمق القطع هو نصف قطر المثقاب.

الشكل (5 ـ 1) يوضح عملية الثقب.

الشكل (5 ـ 2) يوضح الثقب Drilling وثقب نافذ وثقب غير نافذ وكذلك ثقب عميق وثقب حلقي. كما يوضح توسيع الثقوب Counter Boring وعملياته المختلفة مثل التوسيع، التخويش، التسوية.



الشكل (5 ـ 1): عملية الثقب. [14]



الشكل (5 ـ 2) : أنواع عمليات الثقب [14]

5 - 2) الثقب:

يحتاج للثقوب في القطع الهندسية لأغراض عدة منها : تنفيذ برشمة ،أو للربط بمسامير ملولبة ، أوللربط بخوابير أو بنوز ، أولتركيب محامل تستند عليها أعمدة ، أو لرفع القطع ، أو لتوفير مداخل للتزييت والتشحيم وغيرها. ولذا فإن الثقب أحد العمليات الواسعة الاستخدام في تشغيل المعادن.

1.2.5) المثقاب (أداة الثقب)

نتيجة لتنوع أشكال ومقاييس الثقوب تتنوع أدوات الثقب كثيراً.

أكثرها استخداماً هو المثقاب الحلزوني Twist Drill ويوجد في مقاييس قياسية بأقطار من 1 – 60 مم و مقاييس خاصة من 0.1 – 0.8 مم للثقوب صغيرة القطر. تختار زوايا الجرف الكبيرة للمعادن الطرية وزوايا الجرف الصغيرة للخامات الصلبة و الصلدة. الزاوية الأمامية تكون من 116 إلى 118° للصلب و الزهر، 120 إلى 125°لسبائك النحاس و130 إلى 140° لسبائك الألومونيوم. زاوية اللولب تختار تبعاً لمعدن قطعة الشغل (زاوية لولب كبيرة للخامات الطرية وصغيرة للخامات الصلبة).

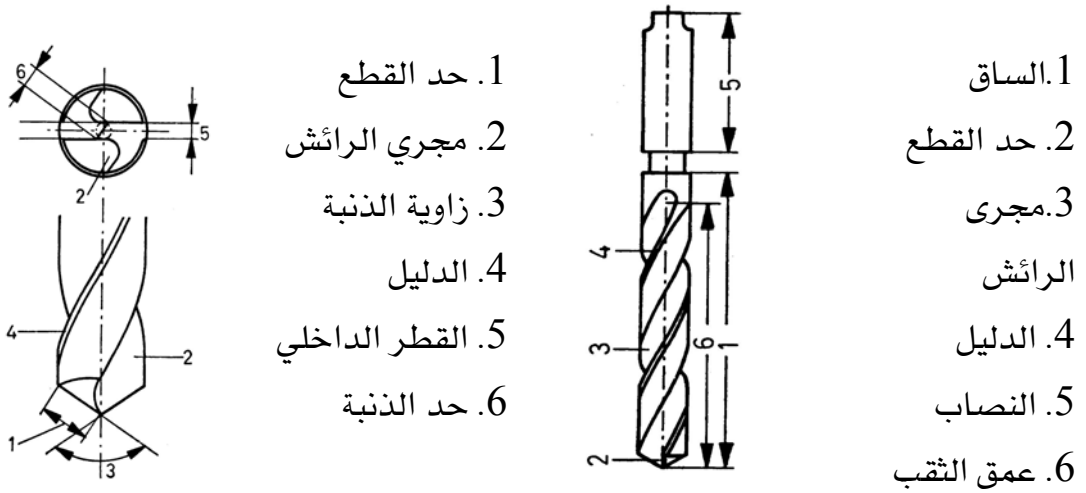
الشكل (5 ـ 3) يوضح المثقاب الحلزوني وأجزاءه المختلفة.

الساق Shank: مهمته تحقيق التثبيت السريع للمثقاب في الظرف.

الأسفين Cutting Part: يقع في منطقة المقدمة بالأداة ومهمته توفير مكان لتثبيت لقم القطع الكربيدية.

مجري الرايش (Flute): مهمته إخراج الرائش من داخل الثقب و تسهيل وصول سائل التبريد والتزليق لمنطقة القطع.

الدليل Magrin : مهمته ضمان استقامة المثقاب في الثقب ويتنوع عرضه تبعاً لقطر المثقاب.

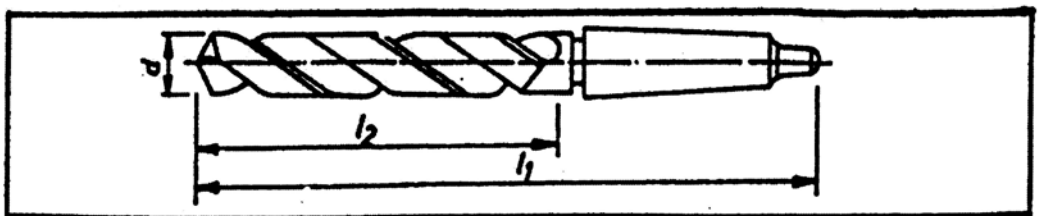


الشكل (5 ـ 3) : المثقاب الحلزوني. [2]

. الشكل (5 ـ 4) يوضح أنواع عديدة من المثاقيب وموسعات الثقوب.

الشكل (5 ـ 4): أمثلة لأنواع مختلفة من المثاقيب. [14]

توجد مقاييس عديدة من النوع الواحد من أداة الثقب، للتمكن من تنفيذ كل ما يطلب من ثقوب. الجدول (5 -1) يوضح مثالاً للمقاييس المتوفرة من مثقاب حلزوني.



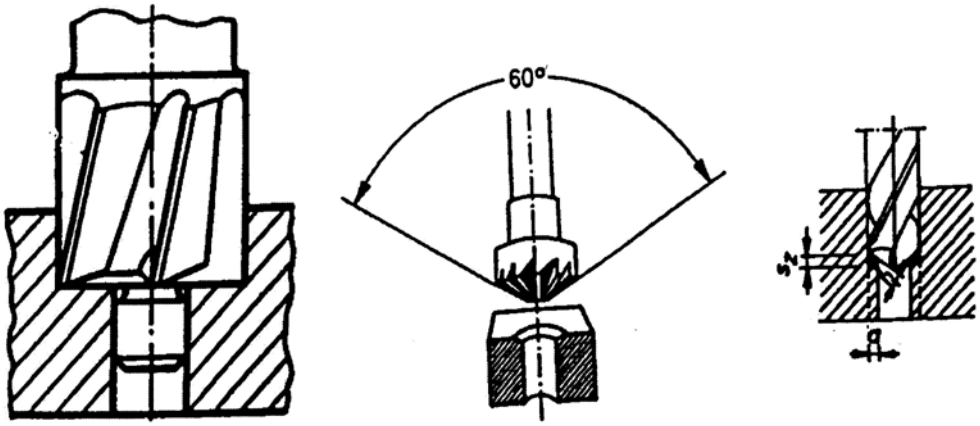
d_{h8}	l_1	l_2
5 5,3	133	52
5,4;5,5;5,75 5,8;6	138	57
6,1;6,2 6,4 bis 6,7	144	63
6,75;6,8;7 7,2;7,5	150	69
7,75;7,8;8 8,2 bis 8,5	156	75
8,8;9 bis 9,2 9,25;9,4;9,5	162	81
9,75;9,8 bis 10,2 10,25;10,3;10,5	168	87
10,75;10,8; 11 bis 11,2;11,25 11,4;11,5;11,75 11,8	175	94
12 bis 12,2;12,5 12,7 bis 13,2	182	101
13,25;13,4;13,5 13,75;13,8;14	189	108
14,25;14,5;14,7 14,75;15	212	114
15,1;15,2;15,25 15,4;15,5;15,75 16	218	120
16,1;16,2;16,25 16,45;16,5;16,7 16,75;17	223	125
17,1;17,2;17,25 17,4;17,5;17,7 17,75;18	228	130
18,1;18,2;18,25 18,45;18,5;18,7 18,75;18,9;19	233	135
19,1;19,25;19,4 19,5;19,75;20	238	140
20,25;20,45; 20,5;20,7;20,75 21;21,1	243	145

d_{h8}	l_1	l_2
21,25;21,4;21,5	248	150
21,75;22;22,25	253	155
22,5;22,75;23	276	155
23,25;23,5	281	160
23,75;24;24,25 24,5;24,75;25	286	165
25,25;25,5 25,75;26;26,25 26,5	291	170
26,75;27;27,25 27,5;27,75;28	296	175
28,25;28,5 28,75;29;29,25 29,5;29,75 30	301	180
30,25;30,5;30,75 31;31,25;31,5	306	185
31,75 32;32,5;33	334	185
33,5 34;34,5;34,75	339	190
35;35,5 35,75;36;36,5	344	195
37;37,5 38;38,5;39 39,5;39,75 40	349	200
40,5;41;41,5 42;42,5	354	205
43;43,5;44 44,5;45	359	210
45,5;45,7; 46 46,5;47;47,5	364	215
48;48,5;49 49,5;50	369	220
50,5	374	225
51 bis 53	412	225
54 bis 56	417	230
57 bis 60	422	235

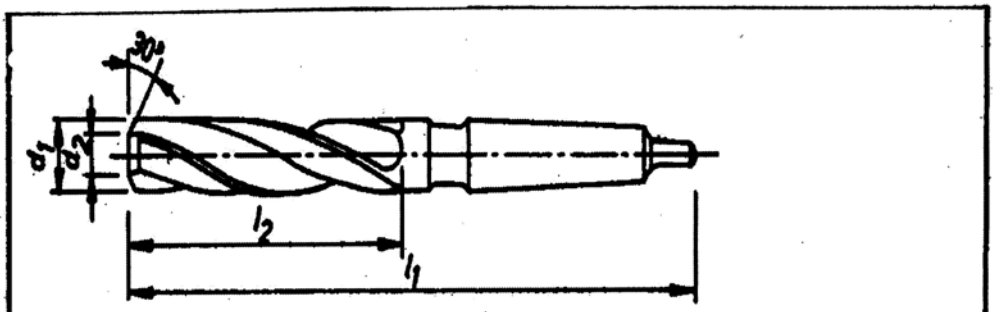
الجدول (5 ـ 1) : مقاييس متنوعة للمثقاب الحلزوني.[2]

3.5) توسيع الثقوب Counter Boring :

يعتبر إنتاج ثقب واسع في كتلة مصمتة عملية غير ممكنة، لذا يجب تنفيذ ثقب صغير القطر ثم توسيعه لكي نصل للقطر المطلوب. يستخدم للتخويش (التوسيع)مخوش مخروطي بأقطار من 8 – 80 مم وبزوايا متعددة مثلا 60° لإزالة الحواف، 75° لتغطييس رؤوس البرشام وبزاوية 90° لاستقبال رؤوس المسامير الغاطسة وبزاوية 120° لطرق رؤوس البرشام. يستخدم كذلك مخوش حلزوني له أربعة مجاري حلزونية لإخراج الرائش، يمكن عبره الحصول على ثقب عالي النعومة. هناك أيضا المخوش ذو الدليل الذي يضمن دقة التشغيل. سرعة التغذية بالتخويش أكبر منها في الثقب بمقدار 30 – 50 ٪. الشكل (5 ـ 5) يوضح أنواع عمليات توسيع الثقوب. والجدول (5 ـ 2) يوضح مقاييس متنوعة لأدوات توسيع الثقوب.



الشكل (5 ـ 5) : عمليات توسيع الثقوب. [2]



d_1 (h8)	d_2	l_1	l_2	MK	s	Kleinster Loch-Ø
8,8; 9	5,8	162	81	1	3	6,2
9,8; 10	6,5	168	87			7
10,8; 11	7,2	175	94			7,8
12	7,8	182	101			8,5
12,8; 13	8,4					9,2
13,8; 14	9,1	189	108			9,8
14,25; 14,5	9,5	212	114			10,2
14,75; 15	9,7					10,5
15,25; 15,5	10,1	218	120			10,8
15,75; 16	10,4					11,2
16,25; 16,5	10,7	223	125			11,5
16,75; 17	11					11,8
17,25; 17,5	11,4	228	130			12,2
17,75; 18	11,7					12,5
18,25; 18,5	12	233	135	2		12,8
18,75; 19	12,3					13,2
19,25; 19,5	12,7	238	140			13,8
19,75; 20	13					14
20,25; 20,5	13,6	243	145			14,5
20,75; 21	14					15
21,25 - 22		248	150			
22,25	15					16
22,5 - 23		253	155			
23,25; 23,5		276				17
23,75; 24	16	281	160			
24,25 - 25						18
25,25 - 26	17	286	165			
26,25; 26,5	18			3		19
26,75; 27		291	170			
27,25 - 28						20
28,25 - 29	19					
29,25 - 30	20	296	175			21
30,25 - 31		301	180			22
31,25; 31,5	21					
31,75		306				
32			185	4		

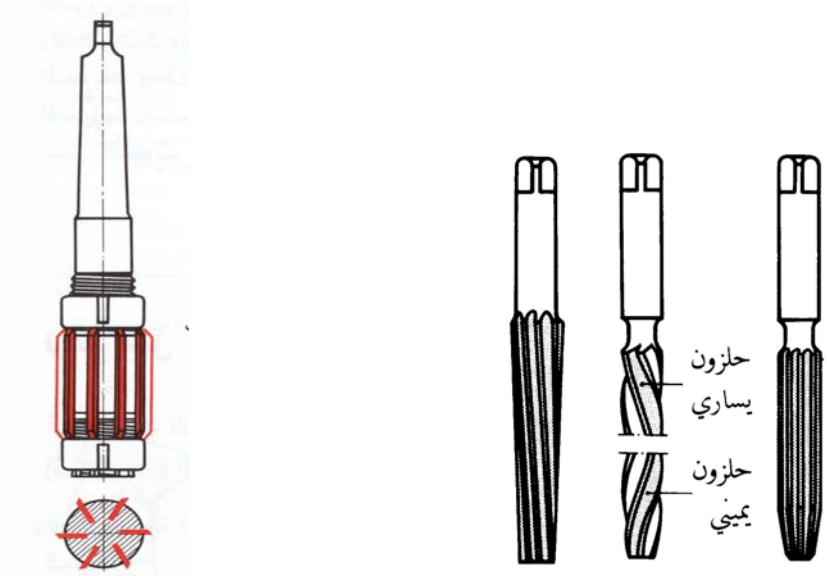
d_1 (h8)	A_2	l_1	l_2	MK	s	Kleinster Loch-Ø
32,5; 33	22	334		4	3	23
33,5						24
34						
34,5 - 35,5	23	339	190			25
36		344	195			
36,5; 37	24					26
37,5						
38 - 39	25	349	200			27
39,5; 40	26					28
40,5 - 42	27	354	205			29
42,5	28					30
43						
43,5; 44	29	359	210			31
44,5; 45						32
45,5; 46	30					
46,5; 47	31	364	215			33
47,5						34
48						
48,5; 49	32	369	220			35
49,5; 50	33					

الجدول (5 ـ 2): أمثلة لمقاييس أدوات توسيع الثقوب [2]

4.5) تنعيم الثقوب Reaming :

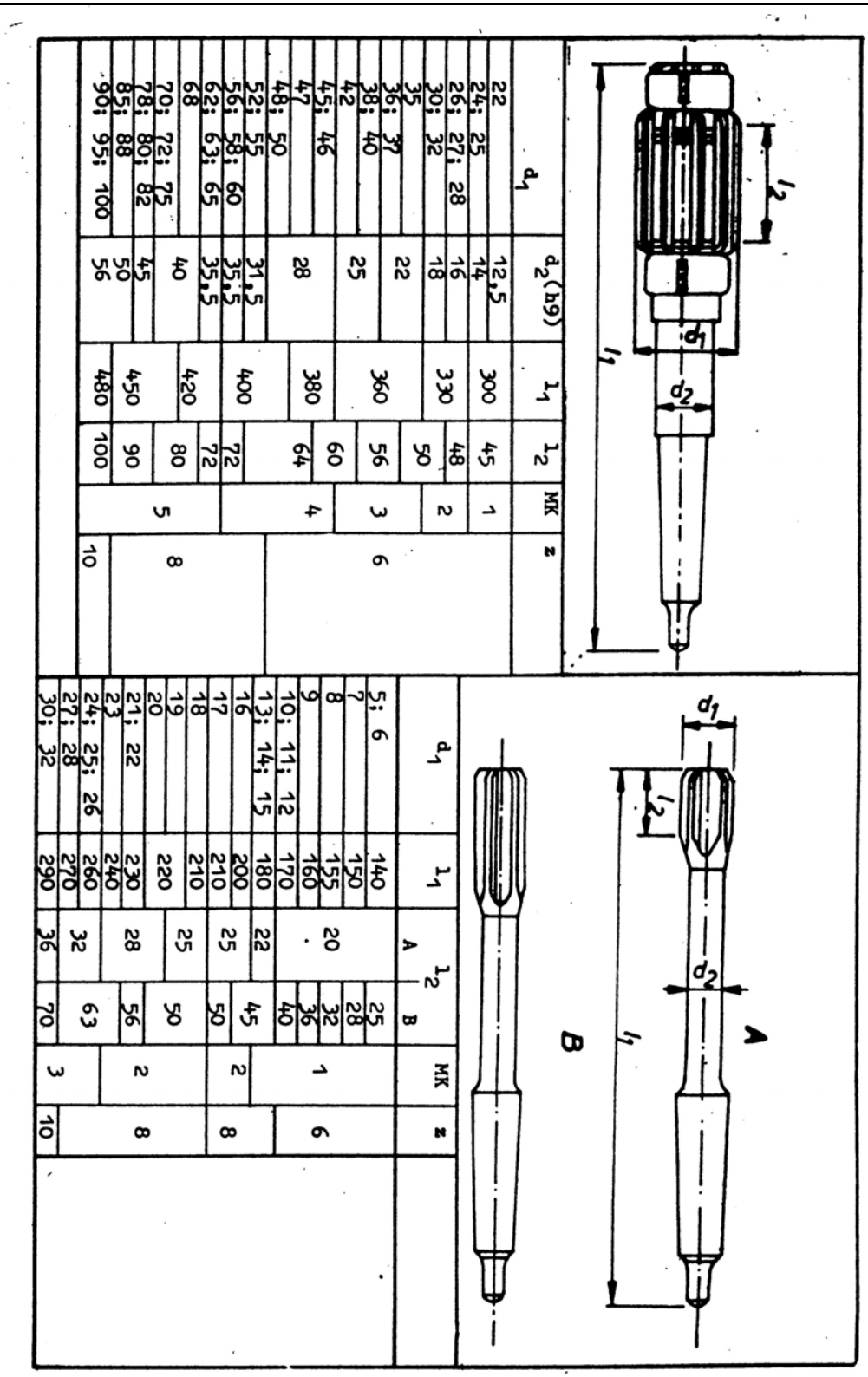
إن عمليات الثقب تحقق نعومة سطح تصل إلى 0.04 مم ودقة أبعاد رتبتها ضمن رتب التفاوت الثمانية عشر هي IT 10 . يرفع توسيع الثقوب من جودة الثقب ويحقق نعومة سطح تصل إلى 0.005 مم ودقة أبعاد رتبتها IT 8 . للوصول لنعومة ودقة أبعاد أعلى من ذلك ، يجب تنفيذ عمليات تنعيم الثقوب والتي تمكن من الوصول لنعومة أسطح تبلغ 0.001 مم و دقة أبعاد رتبتها IT 6 . تستخدم براغل ذات 6 – 14 حداً قاطعاً، يقوم الجزء المخروطي منها بتنفيذ عملية القطع والجزء الإسطواني يقوم بصقل موضع القطع. يتم ترك مسافة 0.3 مم للتنعيم ببراغل ثابتة و0.1 مم عند استخدام براغل قابلة للضبط. يحسب عمق القطع بالعلاقة : $d = 0.005 \cdot D + 0.1$ [mm]

الشكل (5 ـ 6) يوضح أمثلة لأدوات تنعيم الثقوب. والجدول (5 -3) يوضح مقاييس متنوعة لنوع من أنواع البراغل.



أ -برغل ثابت القطر ب - برغل ذو قطر قابل للضبط

الشكل (5 ـ 6) : أدوات تنعيم الثقوب. [5]



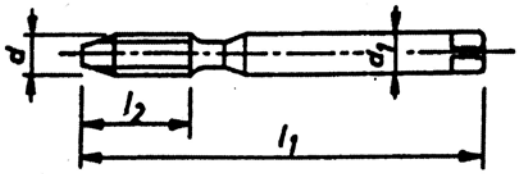
d_1	d_2 (h9)	l_1	l_2	MK	z
22	12,5	300	45	1	6
24; 25	14				
26; 27; 28	16	330	48	2	
30; 32	18		50		
35	22	360	56	3	
36; 37					
38; 40	25		60	4	
42			64		
45; 46	28	380			
47			72		8
48; 50	31,5	400		5	
52; 55	35,5				
56; 58; 60			80		
62; 63; 65	35,5	420			
68	40				
70; 72; 75	45	450	90		
78; 80; 82	50				
85; 88	56	480	100		10
90; 95; 100					

d_1	l_1	l_2 A	l_2 B	MK	z
5; 6	140	20	25	1	6
7	150		28		
8	155		32		
9	160		36		
10; 11; 12	170		40		
13; 14; 15	180	22	45	2	8
16	200	25	50		
17	210				
18					
19	220	25	50	2	
20					
21; 22	230	28	56	3	10
23	240				
24; 25; 26	260	32	63		
27; 28	270				
30; 32	290	36	70		

الجدول (5 ـ 3) : مقاييس متعددة لأداة تنعيم الثقوب. [2]

5 - 5) لولبة الثقوب :

لا يمكن لولبة الثقوب صغيرة القطر وطويلة العمق بالخراطة ، و لذا تنفذ على آلة ثقب باستخدام أداة لولبة. الجدول (4.5) يوضح مقاييس متنوعة لذكور لولب.



d	P	d_1	l_1	l_2
1,6	0,2	1,2	40	10
2	0,25	1,4	45	
2,5	0,35	1,8	50	12
3		2,2		
4	0,5	2,8	56	16
5		3,5	70	18
6	0,75	4,5		
8		6	80	20
10		7	90	22
8	1	6		25
10		7	100	28
12		9		
16		12		
20		16	125	32
24		18		
30	1	22	150	32
10	1,25	7	100	30
12		9		
12	1,5	12		28
16				
20		16	125	32
24		18		
30		22	150	
36		28	170	36
42		32	180	
48		36	190	40
20	2	16	140	36
24		18		
30		22	160	
36		28	180	40
42		32	190	
48		36	200	45
30	3	22	180	50
36		28	190	
42		32	200	
48		36	225	56

الجدول (5 ـ 4) : أمثلة لمقاييس أداة لولبة ثقوب[2]

5 - 6) اختيار ظروف القطع في عمليات الثقب :

الجداول (5 ـ 5) ، (5 ـ 6) و (5 ـ 7) توضح ظروف القطع في الثقب،و تنعيم الثقوب، وتوسيع الثقوب.

مـادة قطعة الشغل	صلب حتى st 60	زهر رمادي	نحاس	الومونيوم وقصدير
سرعة القطع	40 - 30	30 - 12	30 - 60	100 - 150
سرعة التغذية	0.4 – 0.1	0.6 – 0.1	0.1 – 0.6	0.6 – 0.1

الجدول (5 ـ 5) : ظروف القطع بالثقب [2]

قطر المثقاب	صلب		زهر		صلب مسبوك
	صلابة > 100	صلابة < 100	صلادة > 200	صلادة < 200	صلابة 50 – 70
25 – 40	0.2 -- 0.4	0.3 -- 0.5	0.3 -- 0.5	0.4 -- 0.7	0.2 -- 0.4
40 – 60	0.2 -- 0.3	0.4 -- 0.8	0.4 -- 0.8	0.5 -- 1	0.3 -- 0.6
سرعة القطع	6 – 10	8 -- 12	6 -- 12	8 -- 15	6 – 10

أداة القطع حدود قطعها من الكربيد[2]

الجدول (5 ـ 6 -أ): ظروف القطع بتنعيم الثقوب

قطر المثقاب	سرعة التغذية مم / دورة				
	صلب		زهر		الومونيوم
	صلابة < 70	صلابة > 70	صلادة < 200	صلادة > 200	ونحاس
حتي 5	0.25 - 0.4	0.11 - 0.18	0.25 -0.4	0.63 - 0.8	0.63 - 0.8
5 – 8	0.4 - 0.5	0.18 - 0.22	0.4 - 0.5	0.8 - 0.9	0.8 - 0.9
8 – 10	0.5 - 0.56	0.22 - 0.25	0.50.56	0.9	0.9
10 – 15	0.56 - 0.71	0.25 - 0.31	0.56 0.71	0.9 - 1	0.9 - 0.1
15 – 20	0.71 - 0.8	0.31 - 0.35	0.71 -- 0.8	1 - 1.12	1 - 1.12
20 – 25	0.8 - 0.9	0.35 - 0.4	0.8 -- 0.9	1.12-.25	1.12
25 – 30	0.9 - 1	0.4 - 0.45	0.9 - 1	1.25	1.12 - 1.25
30 - 40	1 - 1.1	0.45 - 0.5	1 - 1.1	1.25	1.25
40 – 50	1.1 - 1.24	0.5 - 0.56	1.1 - 1.25	1.25- 1.4	1.25 -- 1.4
50 – 60	1.25 - 1.4	0.56 - 0.63	1.25 1.4	1.4	1.4
60 <	> 1.4	> 0.63	> 1.4	> 1.4	> 1.4
سرعة القطع	6 -- 12	3 -- 5	7 -- 10	12 -- 14	12 – 20

أداة القطع من الصلب سريع القطع [9]

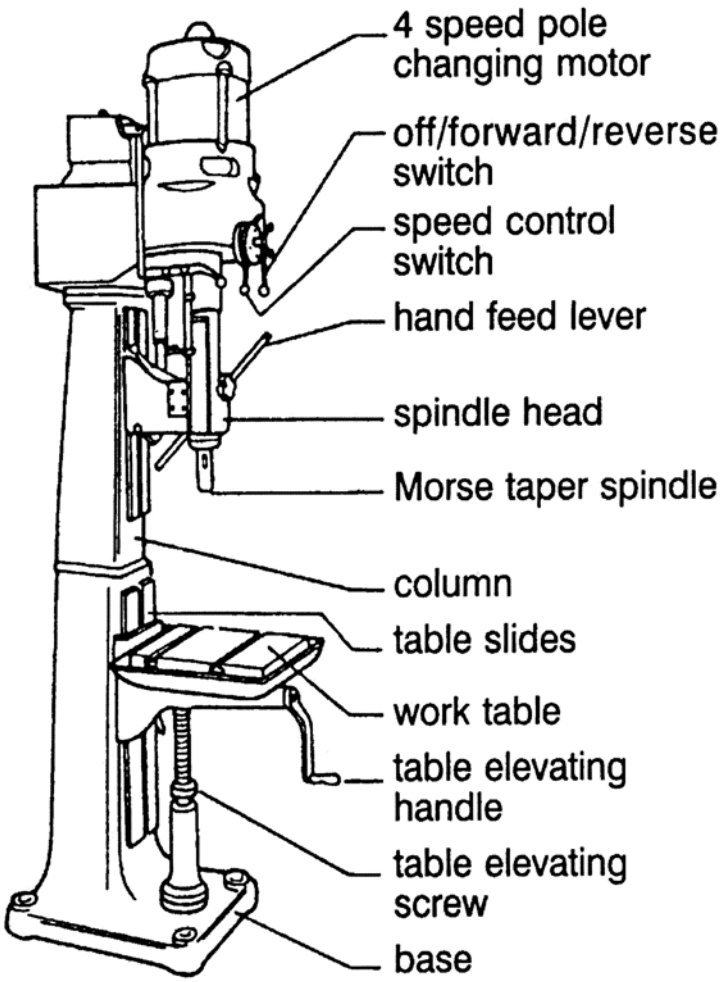
الجدول (5 ـ 6 -ب): ظروف القطع بتنعيم الثقوب

مادة الشغلة	سرعة القطع m/min	الصف العلوي أقطار المخوش . الصفوف اللاحقة سرعة التغذية (مم / دورة)											
		5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63
st 60	22.4	0.36	0.36	0.4	0.4	0.45	0.45	0.5	0.5	0.56	0.56	0.63	0.63
	12.5 - 10	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18
	8 - 6.3	0.4	0.45	0.5	0.56	0.63	0.71	0.8	0.9	1	1.1	1.25	1.4
	31.5									0.28	0.32	0.32	0.36
	40					0.14	0.16	0.18	0.2	0.22	0.25	0.28	0.32
	50					0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.22	0.22	0.25
سبائك نحاس	31.5	0.36	0.36	0.4	0.4	0.45	0.45	0.5	0.5	0.56	0.56	0.63	0.63
	25 - 20	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18
	14	0.8	0.8	0.9	0.9	1	1	1.12	1.12	1.25	1.25	1.4	1.4
	50								0.28	0.28	0.32	0.32	0.36
	63					0.14	0.16	0.18	0.2	0.22	0.25	0.28	0.32
	71					0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.2	0.22	0.22
سبائك الومونيوم	80 - 63	0.25	0.28	0.28	0.32	0.32	0.36	0.36	0.4	0.4	0.45	0.45	0.5
	50 –28	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18
	25	0.8	0.8	0.9	0.9	1	1	1.12	1.12	1.25	1.25	1.4	1.4
	140–12							0.25	0.25	0.28	0.28	0.32	0.32
	80 - 63					0.14	0.16	0.18	0.2	0.22	0.25	0.28	0.32
	140-125					0.12	0.14	0.16	0.18	0.2	0.2	0.22	0.32
زهر رمادي 22	20 - 16	0.25	0.28	0.28	0.32	0.32	0.36	0.36	0.4	0.4	0.45	0.45	0.5
	12.5-10	0.05	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.1	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18
	12.5-10	0.8	0.8	0.9	0.9	1	1	1.12	1.2	1.25	1.25	1.4	1.4
	20									0.28	0.32	0.32	0.36
	25					0.18	0.2	0.22	0.25	0.28	0.32	0.36	0.4
	31.5					0.16	0.18	0.18	0.2	0.2	0.22	0.22	0.25

الجدول (5 -7): ظروف القطع عند توسيع الثقوب [9]

5 -7) آلة الثقب:

توجد أنواع عدة من آلات الثقب لتتناسب مع نوعية الثقوب, وأعداد الثقوب, وأعداد قطع الشغل المطلوبة وأوزانها وأحجامها. الشكل (5 ـ 8) يوضح مثقاب قائم (مثقاب تنقل فيه الحركة عبر التروس).



column drill

الشكل (5 ـ 7) : مثقاب قائم Upright drill. [1]

4speed pole changing motorموتور كهربائي بأربع سرعات.

Off/forward/ reverse switchذراع تحكم في اتجاه التغذية

Speed control switchذراع التحكم في سرعة التغذية

Hand feed leverذراع التغذية اليدوية.

Spindle head إطار عمود الإدارة Morse taper spindle عمود إدارة مخروطي

Column هيكل Table slides مجاري لتحريك المنضدة Work table المنضدة

Table elevating handleذراع رفع المنضدة Base قاعدة

Table elevating screwلولب رفع المنضدة

يتكون المثقاب من الأجزاء التالية:

القائم Column — يحمل أجزاء الآلة المختلفة ويصنع من الزهر أو الصلب. يمكن أن تكون به مجارٍ تمكن من تحريك المنضدة.

المنضدة Work table — يمكن أن تكون ثابتة أو قابلة للحركة. ومهمتها تثبيت قطعة الشغل.

مجموعة تروس الإدارة. — تمكن من الحصول على سرعات قطع مختلفة.

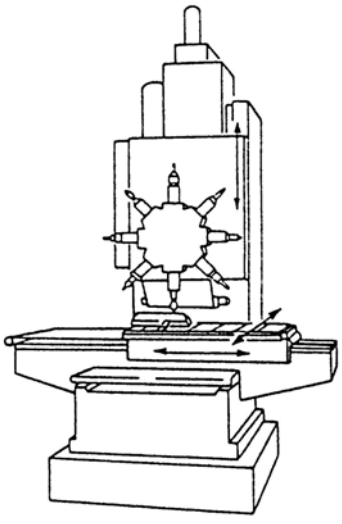
مجموعة التغذية — مهمتها تمكين الأداة من تنفيذ حركة التغذية آلياً أو يدوياً.

ماسك أداة القطع — ظرف قابض ثنائي أو ثلاثي الفكوك.

مثبت الشغلة — يمكن أن تكون ملزمة أو دليل ثقب أو منضدة الآلة.

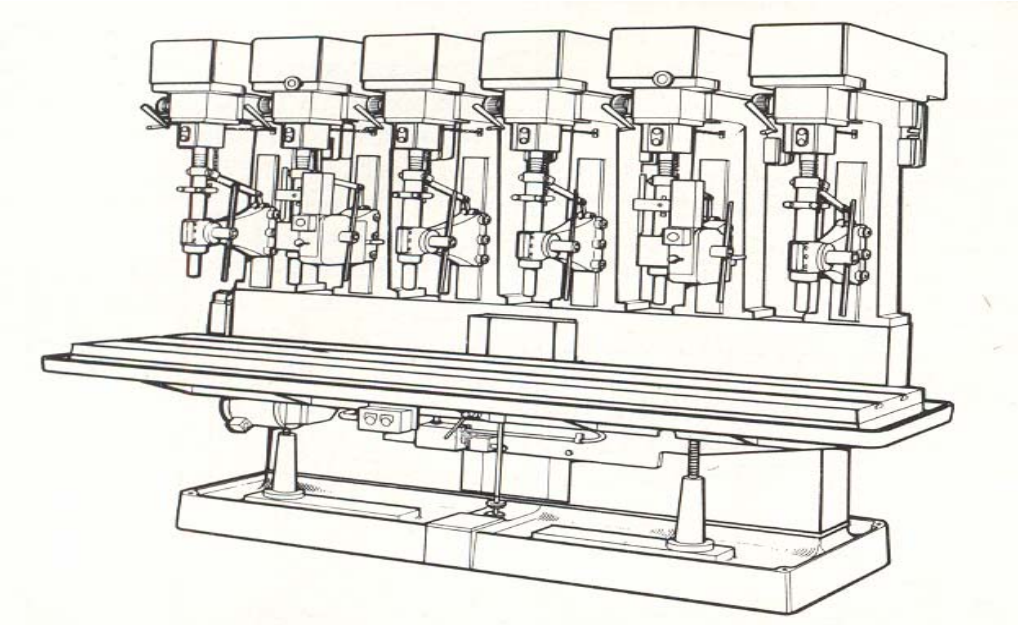
الموتور الكهربائي — مهمته توفير الحركة الدورانية للأداة.

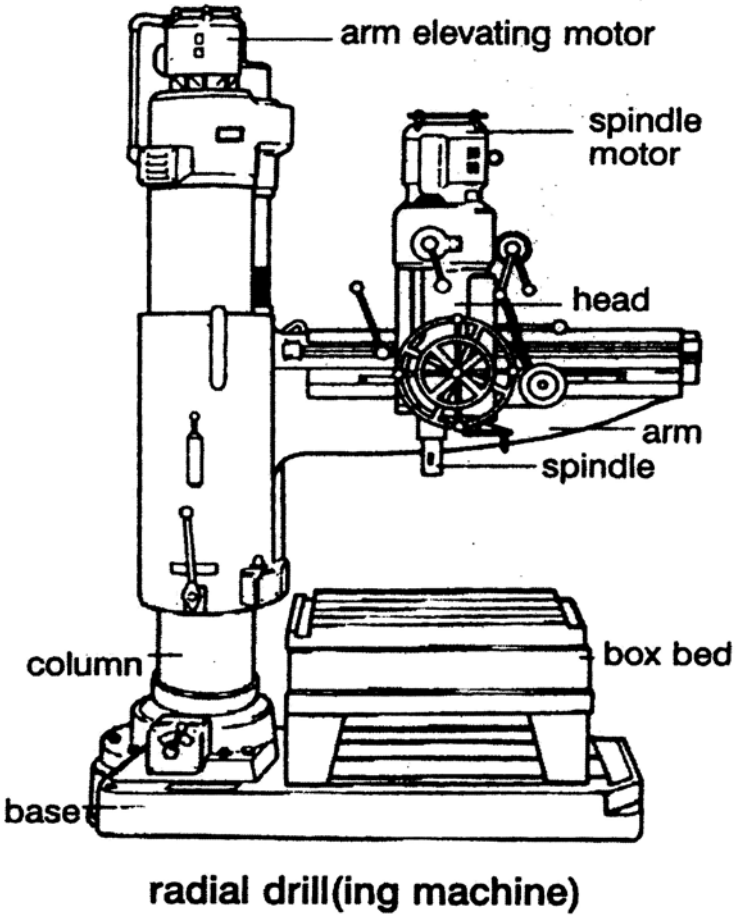
توجد أنواع عديدة من آلات الثقب الإنتاجية. وتتميز الآلات الإنتاجية عن آلات الورش في حقيقة أن الولي أكثر جساءة وقدرة وتتوفر بها إمكانيات عدة لتقليل زمن الإنتاج مثل: تعدد أعمدة الإدارة، وتتابع عدة أعمدة مع وجود منضدة واحدة، كما تتوفر في هذا النوع من الآلات إمكانية التحكم الرقمي في التشغيل مما يضمن سرعة الإنتاج وجودته. الشكل (5 ـ 8) يوضح أمثلة لآلات الثقب الإنتاجية.



شكل 5 -8 -أ: آلة ثقب ذات برج [9]

يضمن البرج تقليل زمن الإنتاج لعدم الحاجة لتغيير الأدوات. ويمكن تثبيت عدد 8 مثاقيب متنوعة في هذا البرج.. في االشكل 5 – 8 – ب تزيد الإنتاجية عبر عدم الحاجة لتغيير تثبيت قطعة الشغل وعدم الحاجة للمناولة. والآلة الثالثة تستخدم للقطع كبيرة الوزن والحجم.





radial drill(ing machine)

الشكل (5 ـ 8-ب) : أمثلة لآلات ثقب إنتاجية. [9]

8.5) حساب قوة القطع وقدرة القطع :

تحسب قوة القطع في الثقب وتوسيع الثقوب وتنعيمها بالقانون التالي:

$$F = (f \cdot D / 2) \cdot k_s \qquad \text{in [N]}$$

حيث:

f سرعة التغذية (مم / دورة). D/ 2 نصف قطر المثقاب (أي عمق القطع d).

k_s قوة القطع النوعي و تحسب بدلالة سمك الرائش h والمعامل z و $k_{s.1.1}$.

والتي تؤخذ قيمها من الجدول (1.4) في صفحة 55.

تحسب قيمة سمك الرائش h من العلاقة $h = (f / 2) \sin \sigma$. حيث σ هي زاوية الذنبة بالمثقاب.

أما قدرة القطع فتحسب بالعلاقة:

$$P_c = (f \cdot D^2 / 8)\, k_s \cdot (n / 97400) \qquad \text{in [kW]}$$

بينما تحسب قدرة الآلة بمراعاة معامل أستغلال القدرة η

$$P_{motor} = P_c / \eta \qquad \text{in [kW]}$$

5 -9) زمن القطع في الثقب Cutting Time :

يحسب زمن القطع بالقانون:

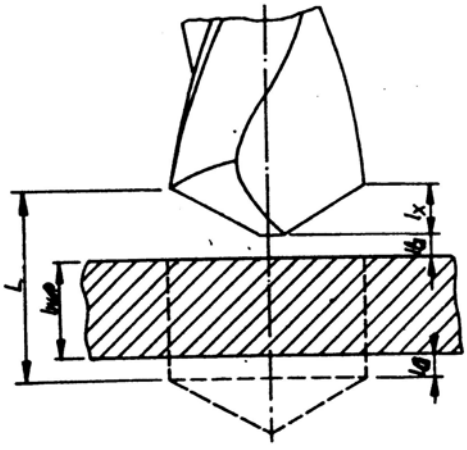
$$t_c = L / n \cdot f$$

L هي المسافة التي تتحركها أداة القطع بسرعة التغذية. من الشكل (5 -9) يتضح أنها تساوي:

$$L = l_x + l_b + l_{wp} + l_a$$

n هي سرعة الدوران (دورة / دقيقة) f هي سرعة التغذية (مم / دورة)

وتحسب l_x من العلاقة $l_x = (D / 2 \cdot \tan \sigma / 2)$



الشكل (5 ـ 9) : المسافة المقطوعة بسرعة التغذية. [2]

تمارين:

1) وضح أهمية عملية الثقب.
2) يمتاز الثقب بخصوصية حركات قطعه مقارنة بطرق التشغيل الأخرى، وضح ذلك.
3) كيف يتم تحديد عمق القطع بالثقب؟
4) ما هي العمليات التشغيلية التي يمكن تنفيذها على آلة الثقب؟
5) عرف الثقب.
6) ما هي أسباب تنوع المثاقيب؟
7) وضح تركيب المثقاب الحلزوني.
8) ما هي مهمة كل مكون من مكونات المثقاب الحلزوني؟
9) اذكر أنواع الثقوب.
10) لماذا توجد عملية توسيع الثقوب؟
11) اذكر بعض استخدامات الثقوب الموسعة.
12) ما هي مستويات الجودة التي يمكن تحقيقها عبر تنعيم الثقوب؟
13) لماذا لا يمكن تنفيذ كل أنواع اللولبة الداخلية عبر الخراطة؟
14) اذكر مكونات آلة ثقب.
15) علل وجود مثقاب الدف.
16) ما الذي يميز آلات الثقب الإنتاجية.
17) ما هي الفائدة المكتسبة من استخدام أدلة الثقب؟
18) مطلوب حساب قدرة القطع عند تنفيذ ثقب قطره 12 مم في صلب طري مقاومة شده 420 نيوتن / مم^2 باستخدام أداة قطع حدها القاطع من الصلب سريع القطع. سرعة التغذية هي 0.22 مم / دورة، زاوية ذنبة المثقاب $\sigma = 116^\circ$, سرعة عمود الإدارة 1000دورة / دقيقة ومعامل استغلال القدرة $\eta = 0.9$.

19) احسب زمن القطع في الحالة التالية:

- طول الثقب النافذ المطلوب = 35 مم.
- سرعة الدوران = 1500 دورة / دقيق.
- قطر الثقب = 16 مم
- سرعة التغذية = 0.4 مم / دورة.
- مسافة ما قبل قطعة الشغل = 5 مم
- مسافة ما بعد القطعة = 5 مم.
- زاوية ذنبة المثقاب $\sigma = 120^{o}$
- مادة قطعة الشغل نحاس أصفر.ج

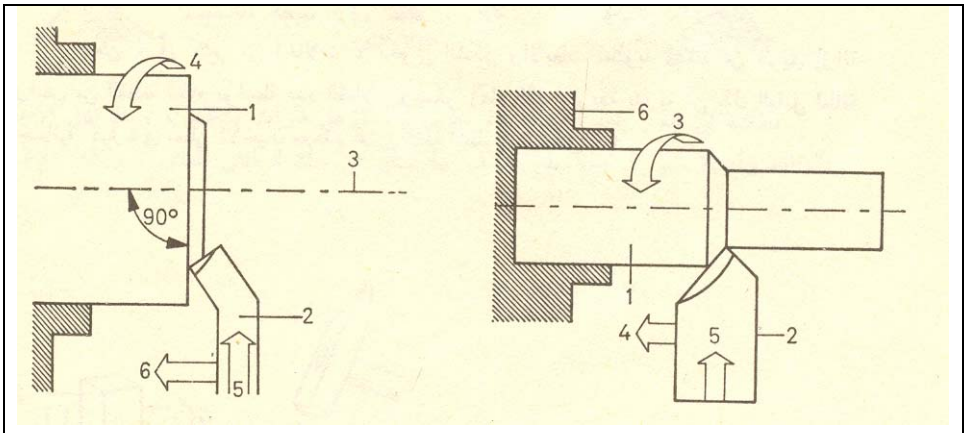
الفصل السادس : الخـراطـة Turning

6 - 1) مقدمة :

تعتبر الخراطة إحدى الطرائق المهمة ضمن طرائق تشغيل المعادن، ويطلق لدى العامة على تشغيل المعادن مفردة "خراطة" مما يؤكد انتشارها كطريقة تشغيل. ينحصر استخدام الخراطة في تشغيل القطع المتماثلة Symmetrical Workpieces أو جزء متماثل في قطعة غير متماثلة.

في الخراطة ، تدور قطعة الشغل منفذة سرعة القطع الضرورية، بينما الأداة، والتي تم ضبطها على عمق قطع معين، تتحرك موازية لمحور قطعة الشغل بسرعة التغذية الضرورية.

تبعاً لاتجاه حركة التغذية بالنسبة لمحور قطعة الشغل ، يوجد نوعان رئيسان للخراطة هما: الخراطة الطولية والخراطة الواجهية. الشكل (6 ـ 1) يوضح عملية الخراطة تبعاً لنوعيها.

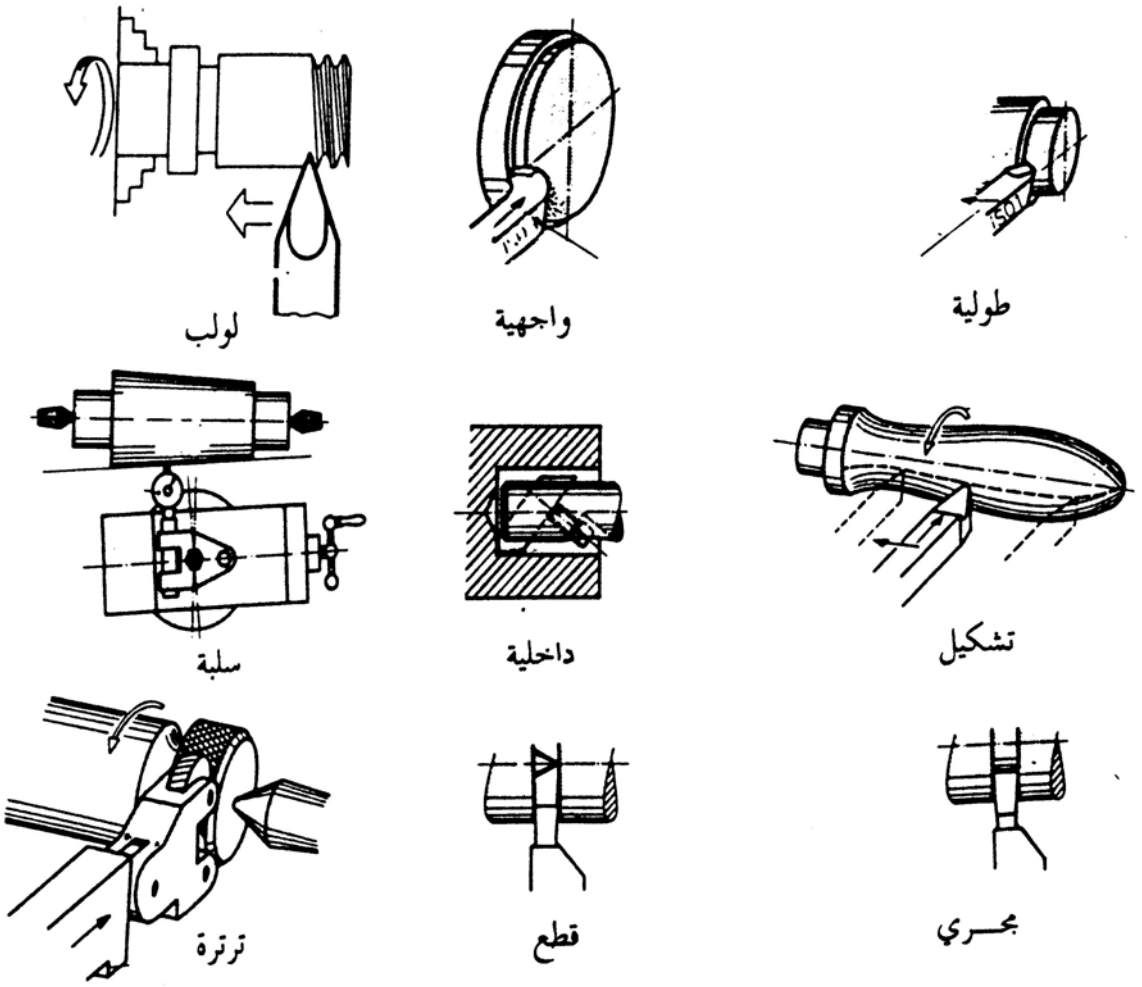


أ) إنتاج قطعة إسطوانية	ب) إنتاج سطح مستوي
خراطة طولية	خراطة واجهية
(Turning)	(Facing)

شكل 6 -1) : الخراطة الطولية والخراطة الواجهية [2]

6 – 2) أنواع عمليات الخراطة Types of Turning Processes :

تنفذ على المخرطة كثير من العمليات المختلفة تمكن من الحصول على أشكال متعددة. انظر الشكل (6 ـ 2).



الشكل(6 -2) :عمليات الخراطة [2]

6.3) أنواع المخارط Types of Lathe Machines :

تتعدد أنواع المخارط وذلك تبعاً:

للسطح المطلوب تشغيله: خارجي، داخلي، اسطوانى، مسطح أم مخروطي.

لحجم قطع الشغل: دقيقة أم متوسطة أم كبيرة الحجم.

للأعداد المطلوبة من قطعة الشغل: إنتاج بالقطعة، بالدفعة، إنتاج مستمر.

يمكن حصر أنواع المخارط فيما يلي:

- المخرطة الذنبة Center Lathe وهي مخرطة عامة تناسب الأعداد القليلة ويوجد منها مثل أغلب آلات الخراطة ما يناسب قطع الشغل الدقيقة والكبيرة الحجم.

- المخرطة الواجهية Facing Lathe وهي مخرطة خاصة ينحصر استخدامها في تنفيذ خراطة واجهية لقطع الشغل كبيرة الحجم. لا يوجد نوعها بالورش ومراكز التدريب فهي آلة إنتاجية أي توجد فقط بالمصانع.

- المخرطة الناسخة Copying Lathe وهي مخرطة تستخدم لعدد محدود من الأشكال التي يتم خراطتها عبر جهاز للنسخ يتحكم في مسار قلم الخراطة (يمكن تمثيلها بعملية إنتاج نسخة من مفتاح عربة مثلاً)

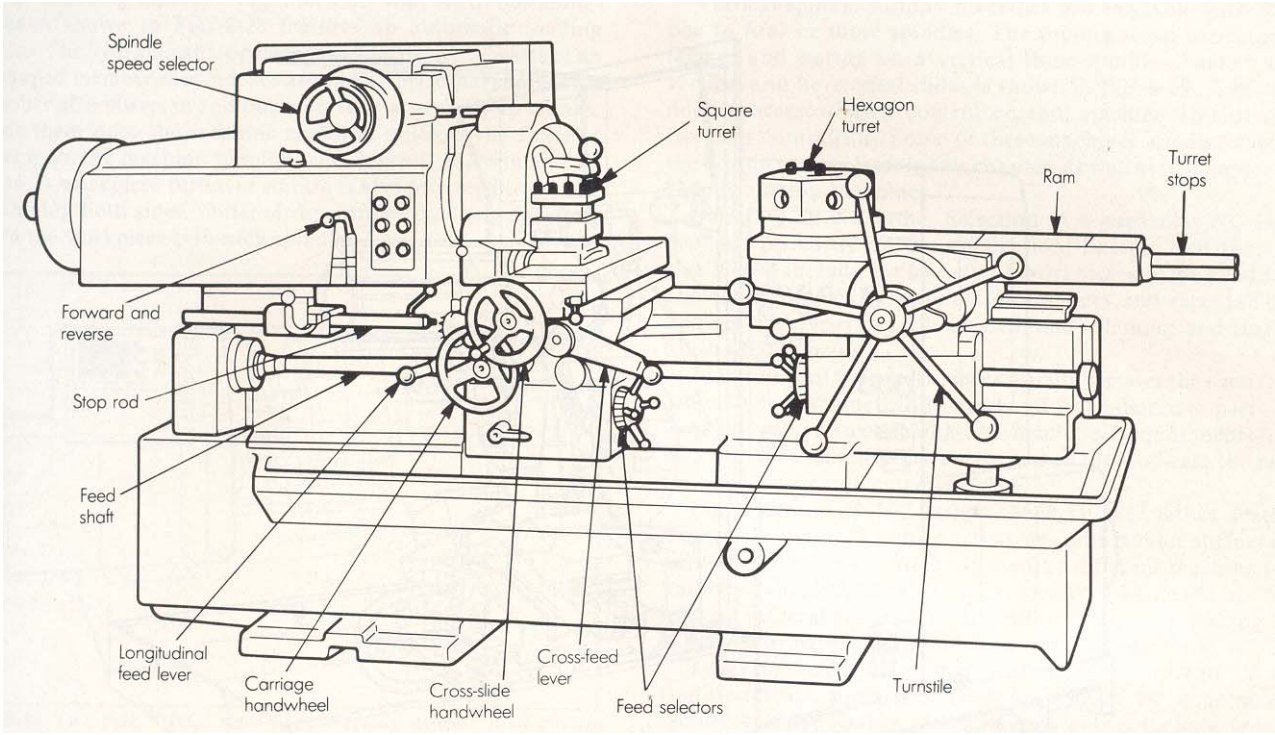
- المخرطة البرجية Turret Lathe (ذات برج مضلع) و Capstan Lathe (ذات برج إسطواني) يميز هذه المخرطة بنوعيها، إمكانية تركيب عدد كبير من أقلام الخراطة وتنفيذ عدة عمليات قطع بتزامن مما يضمن سرعة الإنتاج. ويتم التحكم فيها رقمياً وتعتبر آلة إنتاجية.

- مخارط خاصة Special Lathes (مخرطة أعمدة مرفق، ومخرطة كامات ومخرطة أنابيب وغيرها). المخرطة الخاصة يمكن أن تكون أحد الأنواع التي سبق ذكرها ولكن يميزها أنها تستخدم لإنتاج منتج واحد أو نوع واحد من المنتجات. وهي دائماً مخارط إنتاجية.

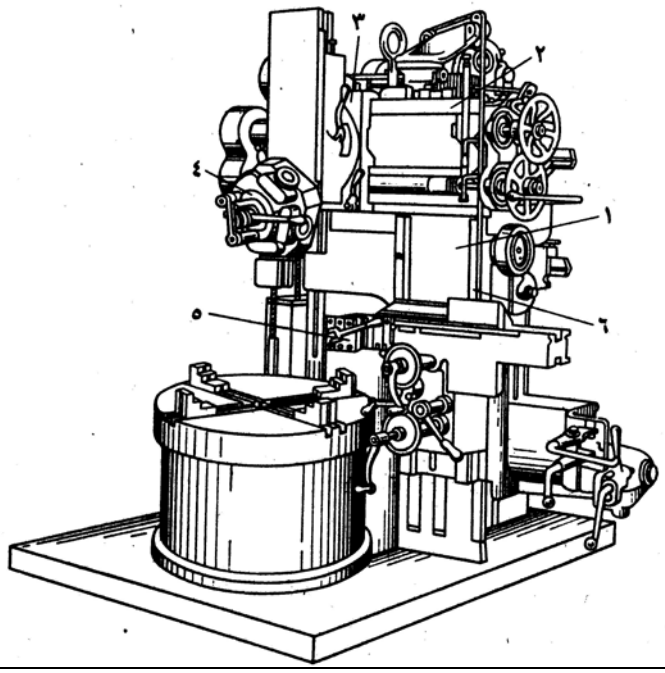
- المخرطة الرأسية Vertical Lathe وهي مخرطة إنتاجية تستخدم لقطع الشغل كبيرة الحجم والوزن.

تنتج الآلات المذكورة بأنواع ذات قدرات مختلفة (خفيفة وثقيلة)، بحامل أقلام واحد أو أكثر، . يتم التحكم في سرعتي القطع والتغذية في هذه الآلات بطرائق مختلفة، ويتم كذلك عبر استخدام الإنسان الآلي في تغيير الأدوات ، ربط قطع الشغل وفكها وترتيبها في مواعين خاصة.

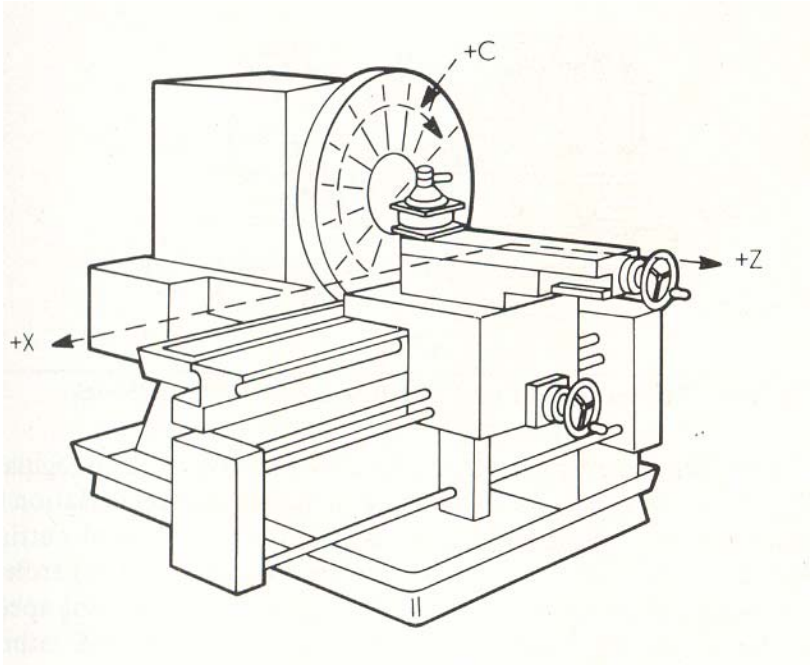
الشكل (6 ـ 3) يوضح أمثلة لأنواع مختلفة من المخارط.



أ -مخرطة برجية **[9]**

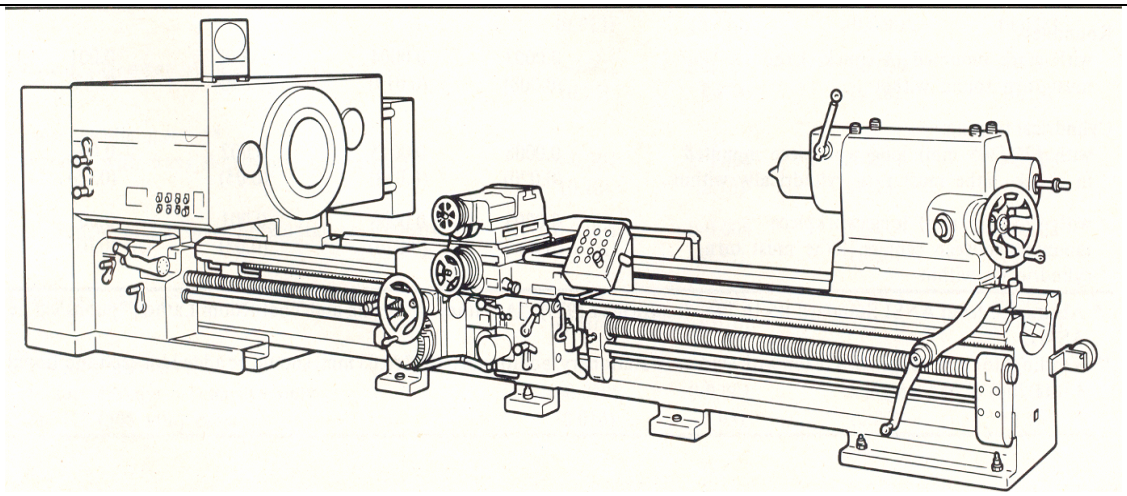


ب -مخرطة رأسية [9]



ج -مخرطة واجهية [9]

المخرطة الواجهية لا يمكن تنفيذ خراطة طولية بها لأن العربة تتحرك فقط متعامدة على الصينية.



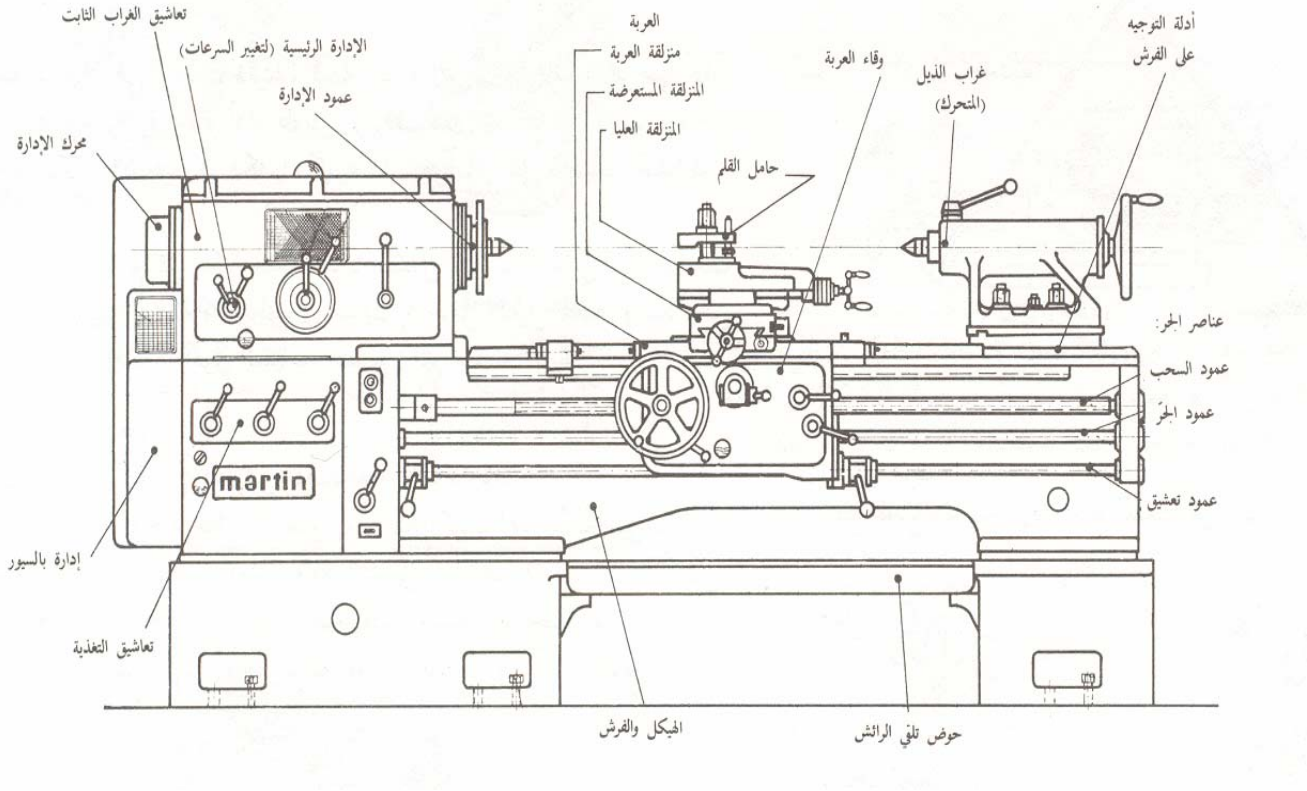
د -مخرطة شغلات ضخمة

الشكل (6 ـ 3): أمثلة لبعض أنواع المخارط الإنتاجية.[9]

قطع الشغل الضخمة تتواجد في السفن، مصانع الإسمنت والسكر وفي مجال التعدين. وبعض المخارط الضخمة يجلس فيها العامل على كرسي مثبت بالعربة وبالتالي يتمكن من متابعة عملية القطع.

6 -4) مكونات المخرطة Components of the Lathe :

الشكل (6 ـ 4) يوضح المكونات الأساسية لمخرطة ذنبة تستخدم كآلة عامة تصلح للورش ولعمليات الإصلاح.



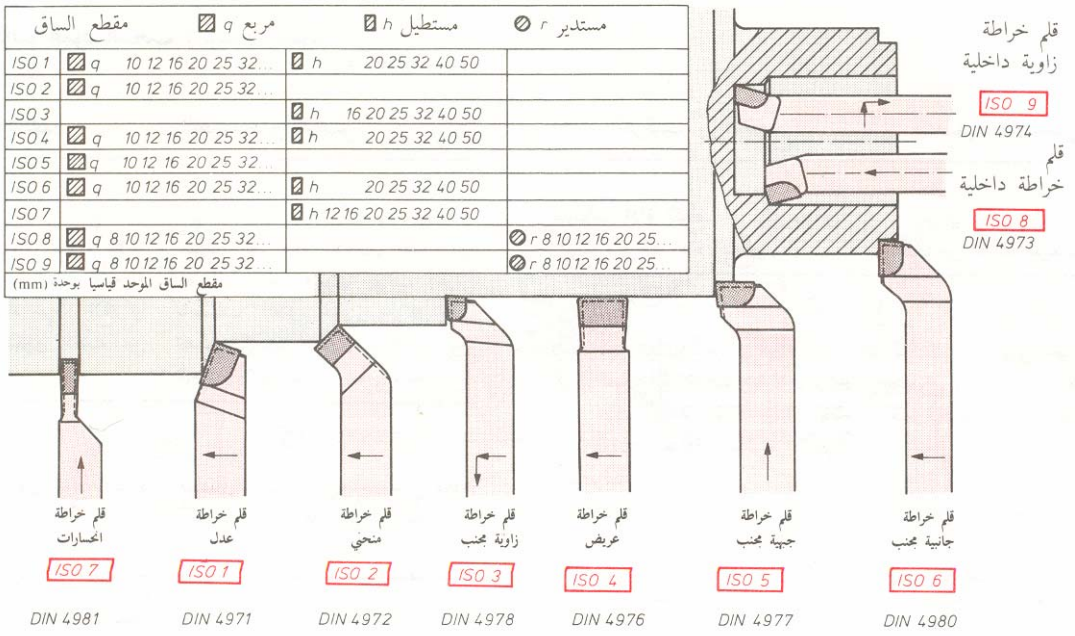
الشكل (6 ـ 4): المكونات الأساسية لمخرطة ذنبة. [2]

- الفرش Bed مهمته حمل أجزاء الآلة. ويصنع من الزهر لسهولة سباكته ولجودة امتصاصه للاهتزازات.
- الغراب الثابت head Stock يضم المحرك الكهربائي وصناديق تروس عمود الإدارة والتغذية و كذلك حوض المبرد والمزلق والمضخة .
- الغراب المتحرك (غراب الذيل) Tail Stock مهمته تثبيت قطع الشغل من الطرف الثاني. ويحرك يدوياً على مجاري الفرش.
- عمود الإدارة Spindle مهمته توفير سرعات دوران مختلفة لظرف المخرطة الموجود في مقدمته.
- عمود اللوالب (عمود السحب) Lead Screw مهمته تحريك العربة عند قطع لولب على المخرطة.
- عمود الجر Feed Shaft : مهمته جر العربة في كل العمليات ما عدا عملية قطع اللوالب.

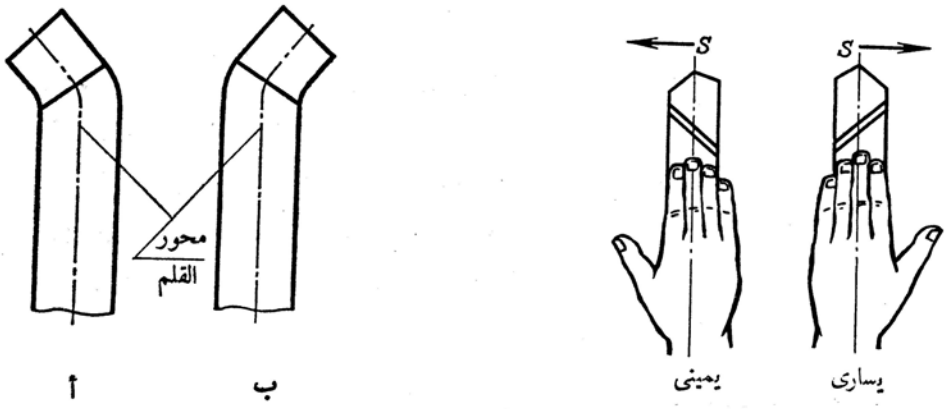
- عمود التعشيق مهمته الإدارة والإيقاف كذلك إدارة عمود الإدارة يميناً أو يساراً.
- العربة Carriage مهمتها حمل القلم وتحريكه وحمل المنزلقات التي تضمن تحقيق أي وضعية للقلم وهي تتصل عبر عمود الجر وعمود اللوالب بمجموعة تروس تتواجد بالغراب الثابت.
- مجاري الفرش (أدلة التوجيه) Bed Slide Ways مهمتها تسهيل حركة العربة والغراب المتحرك. تصنع من الصلب عالي الكربون و يصلد سطحها لتقليل التآكل الاحتكاكي. ويشترط فيها الاستقامة والتوازي لأن جودة المنتج تعتمد على ذلك.
- المنزلقة المستعرضة Cross Slide مهمتها تحريك القلم عند ضبط عمق القطع في الخراطة الطولية وكذلك عند الخراطة الواجهية.
- المنزلقة العليا Upper Slide مهمتها حمل حامل القلم وإمالة القلم حسب الزاوية المطلوبة وضبط عمق القطع في الخراطة الواجهية.
- حامل القلم Tool Box مهمته تثبيت القلم بقوة كافية. ويوجد حامل لقلم واحد، لأربعة أقلام . ويعتبر البرج أصلاً حامل قلم يمكن من تثبيت عدد كبير من الأقلام.

6 - 5) أقلام الخراطة :

تستخدم أنواع قياسية مختلفة من الأقلام تتيح تنفيذ كل العمليات التي تتم على المخرطة. ويوجد منها نوعان أحدهما يسمى قلم شمال والآخر يمين. الشكل (6 ـ 5) يوضح الأنواع المختلفة لأقلام الخراطة. الشكل (6 ـ 6) يوضح قلم شمال وآخر يمين.



الشكل (6 ـ 5): أنواع أقلام الخراطة. [5]



الشكل (6 ـ 6): قلم شمال وقلم يمين [5]

6 - 6) المثبتات Fixtures :

تستخدم في الخراطة أنواع عديدة من المثبتات وذلك تبعاً لحجم وشكل قطعة الشغل وسرعة الفك والتركيب المطلوبة. فيما يلي تعريف مختصر بكل نوع:

- الظرف Chuck :

يستخدم لتثبيت قطع الشغل التي طولها < 100 مم. يوجد منه ذو الثلاثة وذو الأربعة فكوك والتي يمكن أن تتحرك بمفردها أو تتحرك كلها في نفس اللحظة مما يضمن حسن مركزة قطع الشغل.

- الظرف والذنبة Chuck and Center :

تستخدم لقطع الشغل التي طولها > 100 مم. الذنبة تمنع حدوث اهتزازات تضر بنعومة سطح القطعة.

- الصينية The Face Plate :

تستخدم لتثبيت قطع الشغل من مواضع غير إسطوانية وتستخدم كذلك لتثبيت قطع الشغل كبيرة الحجم.

- ذنبتين Two Centers :

تستخدم لخراطة قطع الشغل من الجانبين، تحقق دقة أكبر. يستخدم معها مساعد إدارة Lathe Carier or Dog يضمن إدارة الذنبة لقطعة الشغل دائماً.

- الظرف القابض The Clamp Chuck or Collet :

يستخدم للامساك بقطع الشغل التي قطرها < 12 مم.

- الخناقة Steady or Follower Rest:

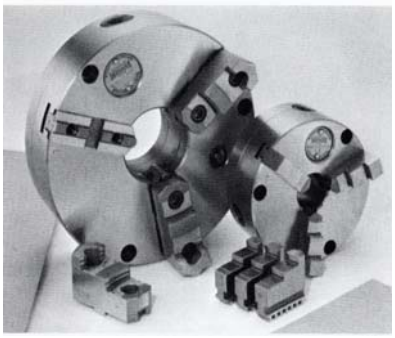
تستخدم الخناقة عند خراطة قطع الشغل ذات الطول الحرج (طولها > 12 قطرها) لمنع انحناء قطعة الشغل تحت تأثير المركبة القطرية لقوة القطع وكذلك لمنع حدوث اهتزازات بقطعة الشغل تضر بجودة تشغيلها.

- مثبت للإسطوانات المجوفة يُمكن التثبيت من الداخل.

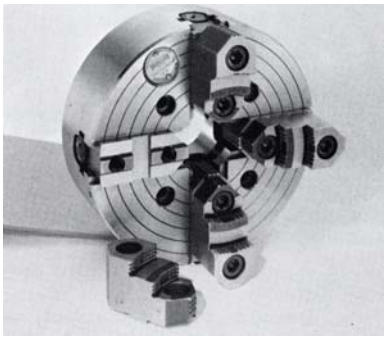
ملاحظة:

تفاصيل تركيب المثبتات المذكورة واحتياطات العمل الخاصة بها سيتم تناولها في الجزء العملي من الحقيبة وفي التدريب العملي المباشر.

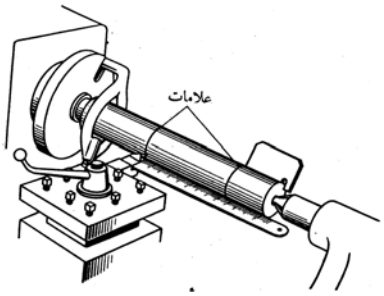
الشكل (6 ـ 7) يوضح الأنواع المختلفة للمثبتات المستخدمة في الخراطة.



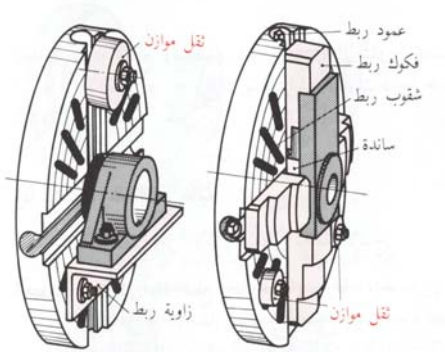
ا -ظرف ذو ثلاثة فكوك



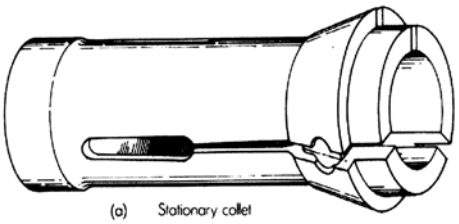
ب -ظرف ذو أربعة **فكوك**

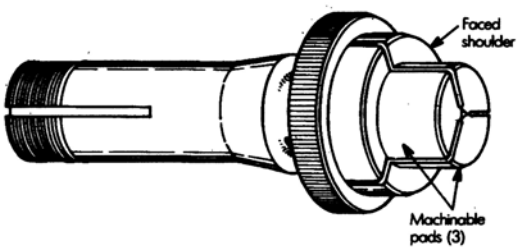


ذنبتين مع مساعد إدارة



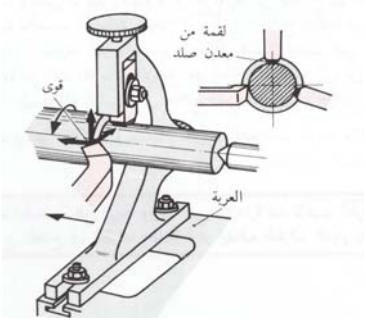
صينية

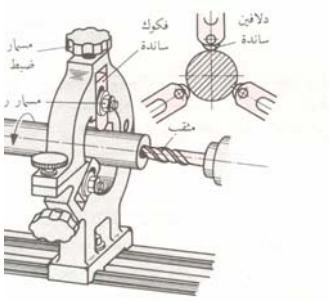




مثبت أسطوانة

ظرف قابض





خناقة(مسند) متحركة

خناقة (مسند) ثابتة

الشكل (6 ـ 7) : **أنواع المثبتات بالخراطة.[5]**

6.7) حساب الزمن الكلي:

الزمن الكلي = زمن القطع لكل الأسطح + زمن الاستعداد + زمن التثبيت والفك لقطعة الشغل + زمن التثبيت والفك للأقلام + الزمن الضائع.

يستخدم هذا القانون لكل عمليات التشغيل.

يمكن فقط الحصول على زمن القطع حسابياً أما الأزمنة الأخرى فيعتمد تحديدها على ضوابط خاصة بكل مصنع.

لحساب زمن القطع لخطوة من خطوات الخراطة يتم استخدام القانون:

$$t_c = L / n .f \qquad \text{minutes}$$

t_c زمن القطع بالدقيقة. F سرعة التغذية n سرعة دوران عمود الإدارة

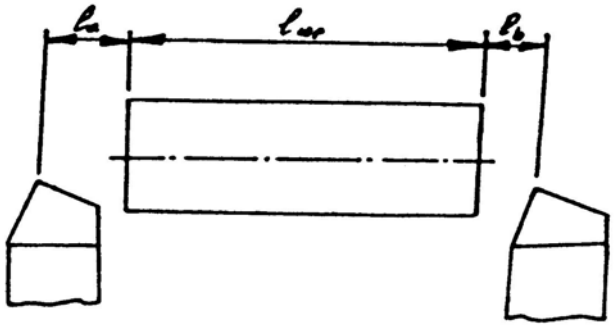
L هي المسافة التي تتحركها الأداة بسرعة التغذية. تحسب L بالقانون:

$$L = l_b + l_{wp} + l_a$$

l_{wp} طول السطح الذي يتم خراطته **l_a مسافة التحرك بعده.**

l_b مسافة التحرك قبل القطع

الشكل (6 ـ 8) يوضح الأطوال المذكورة.



الشكل (6 ـ 8): **تحديد الطول الكلي للخطوة.**

6 - 8) تسلسل التحضير التكنولوجي في الخراطة

يقصد بالتحضير التكنولوجي كل الخطوات التي يجب أن تتم لدراسة كيفية تنفيذ عملية التشغيل المعنية. تشمل عملية التحضير تحديد الكتلة الأولية،وتحديد تسلسل عمليات التشغيل، وظروف التشغيل لكل الخطوات، وتحديد طريقة التثبيت لكل خطوة، وأدوات القطع لكل خطوة، واستخدام مبرد ومزلق من عدمه، وحساب قوة القطع العظمي ومنها حساب قدرة القطع العظمي،وتحديد الآلة وقدرتها، وحساب زمن القطع لكل خطوة، وحساب زمن الإنتاج الكلي، تحديد التكلفة الكلية.

يقوم قسم الإدارة الفنية بكل مصنع بتنفيذ التحضير التكنولوجي وذلك لضمان أكبر إنتاجية، بجودة عالية لقطعة الشغل، و تكلفة قليلة.

يتم بعد ذلك في قسم إدارة الإنتاج تحديد كيفية إنتاج الكمية الكلية في الفترة الزمنية المتفق عليها مع الزبون وذلك بتحديد عدد الآلات التي تنفذ العمل,عدد الورديات وأسلوب التحفيز الضروري لرفع الإنتاجية.

الآن يتم تسليم المشرفين والملاحظين الرسومات وضوابط التشغيل أو البرنامج في حالة العمل بآلات التحكم الرقمي.

فيما يلي توضيح الخطوات التي ينفذ بها التحضير التكنولوجي:

- قراءة الرسمة قراءة متأنية لمعرفة تفاصيل و أبعاد الشكل الهندسي لقطعة الشغل, نعومة الأسطح ودقة الأبعاد المطلوبة من خلال تفاوتات الأبعاد والشكل وتوافقات الأجزاء التي تجمع مع بعضها البعض مثل محمل وعمود.
- تحديد نوعية الخراطة المطلوبة (طولية, واجهية, داخلية، سطح مائل أو منحني أو جميعها معاً).
- تحديد نوع المخرطة, وذلك تبعاً:

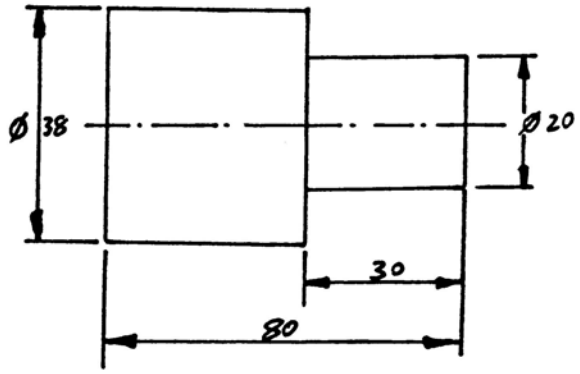
- الشكل الهندسي (مخرطة طولية, واجهية ام مخرطة نساخة أو آلية)
- حجم ومقاييس قطعة الشغل (مخرطة قطع شغل دقيقة أم ثقيلة أم عادية).
- العدد المطلوب (مخرطة عامة أم خاصة أو مخرطة برجية أو آلية CNC)
- عدد المواضع التي يجب أن تشغل (مخرطة ذات ماسك عدة واحد أو أربعة أم مخرطة برجية)

- تحديد مقاييس الكتلة الأولية ومراعاة تقليل الفاقد عبر اختيار القطر والطول المناسبين.
- تحديد طريقة التثبيت لكل مرحلة من مراحل القطع.
- تحديد المزلق والمبرد حسب نوع معدن قطعة الشغل وظروف القطع.
- تحديد تسلسل الخراطة (السطح كذا بعمق القطع كذا وبالطول كذا ثم السطح كذا أو سطحين أو أكثر في نفس الوقت في حالة المخرطة البرجية, مع تحديد عمق القطع لكل سطح).
- تحديد أداة القطع لكل خطوة.
- تحديد ترتيب الأدوات في المخرطة البرجية .
- تحديد سرعات التغذية والقطع (حساب سرعة دوران عمود الإدارة) لكل خطوة.
- حساب أكبر قوة قطع ومنها تحديد قدرة المخرطة مع مراعاة نسبة استغلال القدرة.
- حساب زمن القطع لكل خطوة.
- حساب زمن الإنتاج الكلي للقطعة.
- تحديد التكلفة الكلية لإنتاج قطعة الشغل.

6 - 9) شرح عمليات الخراطة:

6 . 9 . 1) الخراطة الطولية:

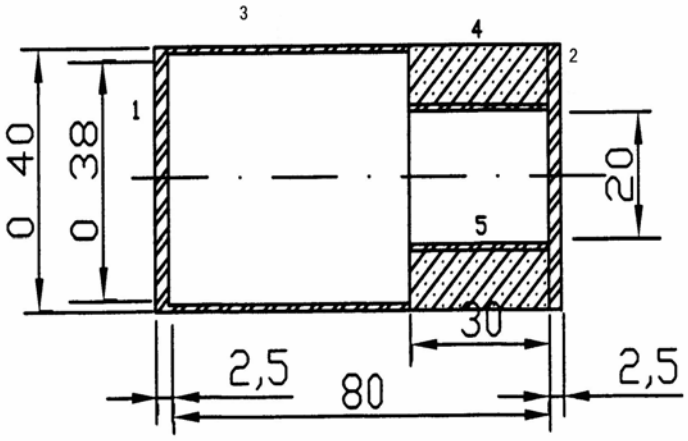
قطعة من صلب منخفض الكربون st 50 (صلب طري Mild Steel) مطلوبة بالمقاييس و نعومة الأسطح الموضحة بالشكل (6 . 9) العدد المطلوب 10 قطع.



الشكل (6 . 9): مقاييس قطعة الشغل المطلوبة.

يتضح من قراءة الرسمة ما يلي:

- للحصول على المنتج يجب تنفيذ خراطة طولية وواجهية لقطر صغير وبطول صغير. يمكن ذلك بواسطة مخرطة ذنبة.
- الكتلة الأولية عبارة عن قطع مستقلة بقطر 40 مم وبطول 85 مم.
- يمكن استخدام ظرف ذي ثلاثة أو أربعة فكوك للتثبيت, لأن الطول <100 مم.
- مادة قطعة الشغل صلب, لذا يجب استخدام مزلق ومبرد (صابون+ زيت+ ماء).
- تسلسل القطع يوضحه الشكل (6 . 10) :



خراطة الواجهة (1)

تغيير التثبيت

خراطة الواجهة (2)

خراطة طولية للسطح (3)

تغيير التثبيت

خراطة طولية استقرابية

للسطح (4)

خراطة طولية تشطيبية

للسطح (5)

الشكل (6 . 10) : تسلسل عمليات التشغيل.

- أدوات القطع:

يستخدم للسطح (1) و (2) قلم خراطة واجهية.

يستخدم للسطح (3) و (4) قلم خراطة طولية خشنة.

يستخدم للسطح (5) قلم خراطة طولية ناعمة.

الأقلام الثلاثة مادتها صلب سريع القطع (يمكن أن تكون أيضاً من الكربيد).

-تحديد ظروف القطع:

السطح (1) عمق القطع d = 2.5 مم, التغذية f =2مم/دورة, سرعة القطع V =20م/دقيقة.

تحسبn

$$n = 1000.V / 3.14 . D$$

$$40 = 159.3 \text{ [R /min]} \quad 14 \; .. n = 1000 . 20 / 3$$

السطح (2) ظروف قطعه كما السطح (1).

السطح (3) d =1 مم f = 2 مم/ دورة V = 20م/دقيقة ,(n) .

السطح (4) d = 9.5 مم f = 2 مم/ دورة V = 20م/دقيقة """ .

السطح (5) d = 0.5 مم f = 0.063 مم/دورة V = 28 م/دقيقة """ .

- تحديد قدرة القطع العظمي P_{max}.

يتم ذلك بغرض اختيار قدرة المخرطة.

تحدد تبعاً لأكبر قوة قطع. في هذا المثال السطح (4) ينتج أكبر قوة قطع.

تحسب قوة القطع بالقانون:

$$F_c = b.\ h.\ K_s$$

$$K_s = Ks.1.1 / h^z \qquad F_c = d.\ f.\ Ks$$

$$K_s = 199 / 2^{0.26} = 5276\ [N.mm^2]$$

$$F_c = 9.5\ .\ 2\ .\ 199 / 2^{0.26} = 13287.2\ [\ N]$$

$$P_{max} = F_c\ .\ V / 60\ .\ 102$$

$$P_{max} = (13287.2)/\ 6120 = 2.171\ [kW]$$

باعتبار أن معامل استغلال القدرة η يساوي 0.8

فإن القدرة الكلية P_{motor} تحسب كما يلي:

$$P_{motor} = P_{max} / \eta \quad = \quad 2.171 / 0.8 = 2.71\ \ [kW]$$

_ حساب الزمن الكلي

زمن القطع $t_c = L / n\ .\ f$

بافتراض مسافة ما قبل القطع = 3مم، وما بعد القطع = صفر للطول 30مم و القطر 20مم

$$L = l_b + l_{wp} + l_a$$

$$= \quad 3 + 30 + \ 0 = \ 33 \quad mm$$

$$n = 1000\ .\ 20 / 3.14\ .\ 30 = 212\ [r / min]$$

$$t_c = 33 / 212\ .\ 2 = 33 / 424 = 0.07\ [\ min]$$

-حساب التكلفة:

يتم حساب التكلفة الكلية عبر تحديد وزن الكتلة الأولية وسعر وحدة الوزن لها، تحديد كمية الطاقة المستهلكة وسعر الوحدة، أزمنة الإنتاج المختلفة وأجرة العاملين في كل خطوة، أسعار استهلاك الأدوات وآلة القطع والتكاليف غير المباشرة مثل تكلفة الإدارة والمباني وغيرها التي يمكن تحميلها لقطعة الشغل الواحدة.

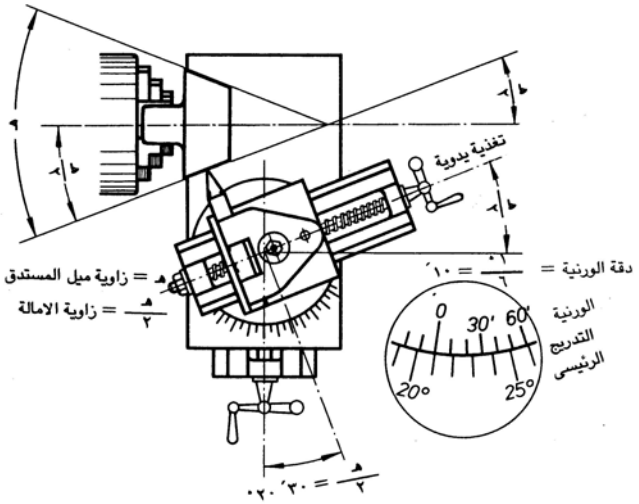
2.9.6) خراطة السلبة **Taper Turning**:

لتنفيذ خراطة السلبة, تستخدم تبعاً لمقاييسها طرائق متنوعة منها:

أ) بإمالة الراسمة االعليا:

يتم إمالة الراسمة بزاوية تساوي نصف زاوية المخروط.

الشكل (6 ـ 11) يوضح إمالة القلم ومقاييس السلبة.



الشكل (6 ـ 11): إمالة القلم ومقاييس السلبة.[5]

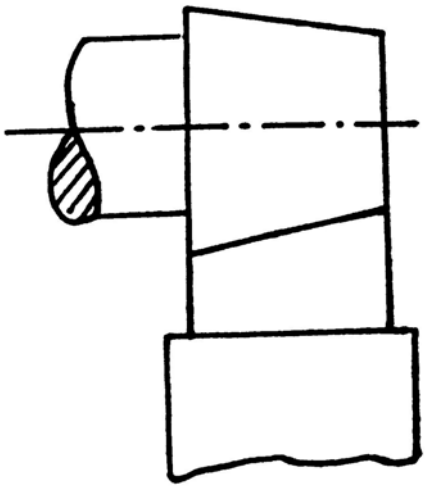
يتم حساب الزاوية عبر القانون التالي

$$\alpha = D - d / 2 L$$

أ) باستخدام قلم تشكيل:

يستخدم قلم خراطة تشكيل عريض لتنفيذ السلبات الخارجية القصيرة , مع إمالة القلم بمقدار نصف زاوية السلبة أو استخدام قلم به ميل .

الشكل (6 ـ 12) يوضح طريقة قلم التشكيل.



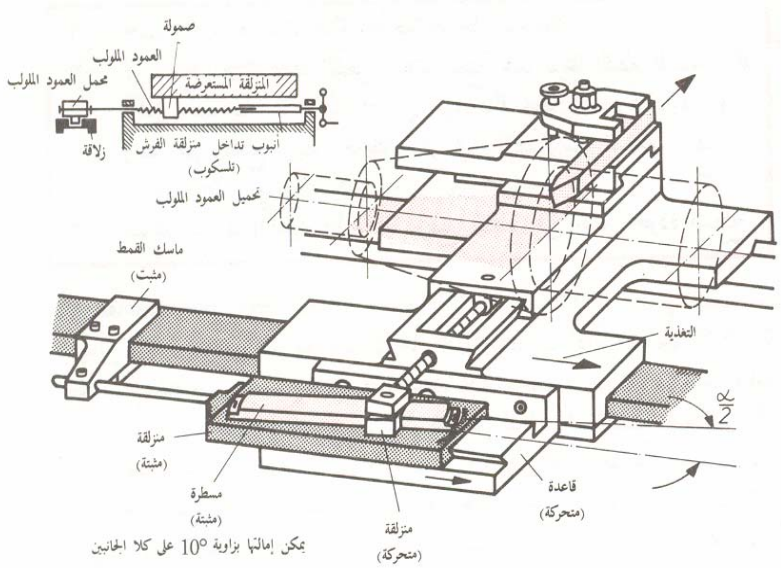
الشكل (6 ـ 12): طريقة قلم التشكيل.

ج) باستخدام مسطرة السلبة

تعتبر هذه الطريقة لإنتاج السلبة شبيهة بخراطة النسخ. تستخدم حتى زاوية سلبة = 10^{o} وبطول سلبة500 – 750 مم.

يتم إمالة المسطرة (المجري) بمقدار نصف زاوية المخروط. نتيجة حركة الدليل داخل المجري يتم إجبار القلم المتصل به على أن يؤدي نفس الحركة.

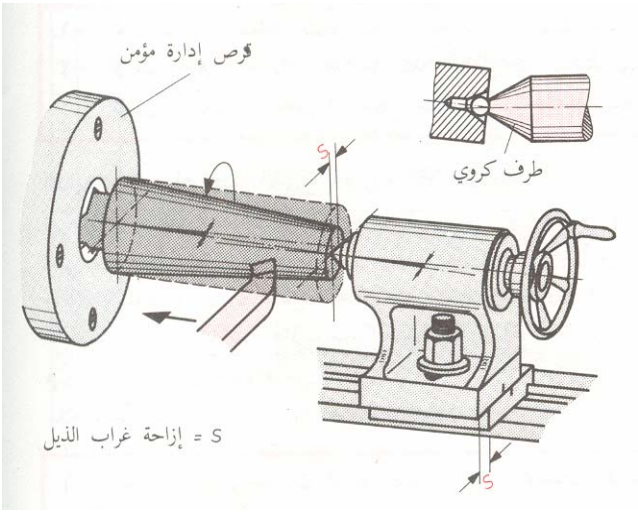
الشكل (6 ـ 13) يوضح طريقة مسطرة السلبة.



الشكل (6 ـ 13): طريقة مسطرة السلبة.[5]

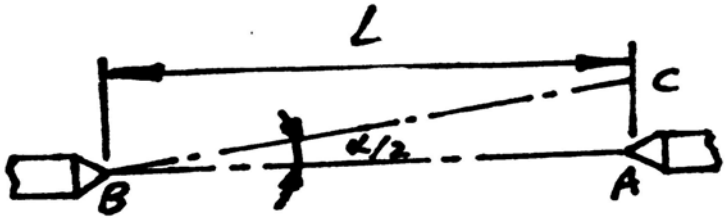
ح) عبر تحريك الغراب المتحرك بعيداً عن مركز قطعة الشغل:

تعتبر طريقة قليلة الاستخدام لأنها تتيح ميل قليل فقط. يتم حساب ابتعاد الذنبة عن مركز قطعة الشغل بدلالة مقاييس السلبة. المثال التالي الموضح في الشكل (6 ـ 14) يبين طريقة الحساب.



الشكل (6 .14 -أ): طريقة إبعاد ذنبة الغراب المتحرك عن مركز قطعة الشغل.[5]

كمثال على عملية الحساب: حدد مسافة إبعاد ذنبة الغراب المتحرك عند طول السلبة 235 مم وزوايتها 6^o انظر الشكل التالي.



الشكل (6 .14 -ب): كيفية حساب مسافة إبعاد ذنبة الغراب المتحرك عن مركز الشغلة

$$AC = 235 \cdot \tan 6^o = 235 \cdot 0.0523 = 12.3 \text{ mm}$$

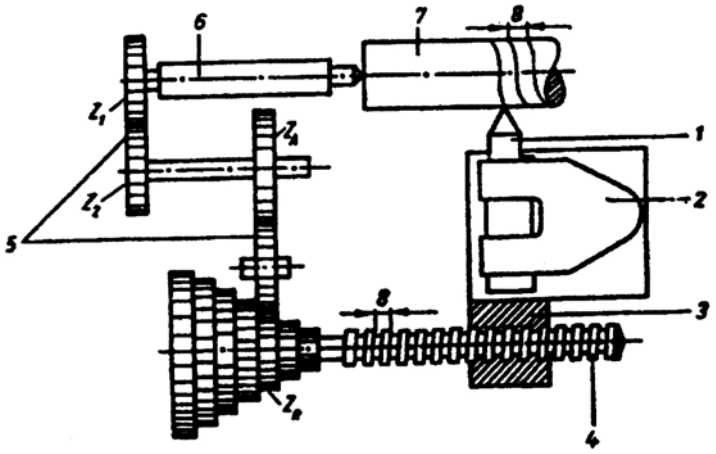
في حالة إعطاء مقدار ميل السلبة بطريقة مثلا 20:1 (أي كل 20 مم ينقص القطر بمقدار 1 مم) فإن مسافة إبعاد الذنبة عن المركز تحدد كما يلي:

الميل في الطول الكلي للسلبة = 235 / 20 = 11.75 مم

مسافة إبعاد الذنبة = 11.75 / 2 = 5.88 مم

6 . 9 . 3) خراطة اللولب **Screw Turning**:

الشكل (6 .15) يوضح التركيبة الضرورية لتنفيذ خراطة لولب.



الشكل (6 ـ 15): تركيبة خراطة اللولب [2]

يشترط لقطع اللولب على قطعة الشغل (7) وجود تناسق بين دوران عمود الإدارة (6) (أي دوران قطعة الشغل) ودوران عمود اللوالب (4) (أي تقدم القلم). لتحريك العربة عبر عمود اللوالب، يجب أن يعشق العمود ويفصل عمود الجر، ثم تغلق الصامولة المشقوقة (3) (أي الجشمة) على العمود. لضمان الحصول على خطوة اللولب المطلوب (8)، يجب أن يكون هناك تناسق بين عدد أسنان الترس الذي يدير عمود الدوران (Z_1) والترس (Z_2) المتصل بعمود اللوالب الذي خطوته (8) ثابتة وذلك عبر العلاقة:

عدد أسنان ترس الإدارة (س$_1$) / عدد أسنان ترس عمود اللوالب (س$_2$)

= الخطوة المطلوبة (خ $_2$) / خطوة عمود اللوالب (خ$_1$)

س$_1$ / س$_2$ = خ$_1$ / خ$_2$

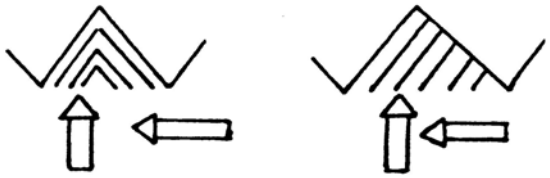
مثلا بافتراض أنه يطلب قطع لولب خطوته = 3 مع معرفة أن خطوة عمود اللوالب = 6

فأن س$_1$ / س$_2$ = 3 / 6 = 1 / 2

بمعنى أن عدد أسنان ترس عمود الإدارة تساوي نصف عدد أسنان ترس عمود اللوالب.

لضمان أن يدور الترسان في اتجاه واحد، يجب أن يتواجد بينهما ترس وسيط بأي عدد من الأسنان.

بعد اختيار وتركيب القلم المناسب (1) وتحديد ظروف القطع من الجداول، تتم خراطة اللولب بأسلوبين كما يتضح ذلك من الشكل (6 ـ 16).



الشكل (6 ـ 16): طرائق تنفيذ قطع اللوالب على المخرطة. [2]

تمارين:

1) اشرح عملية الخراطة.
2) اذكر عمليات الخراطة.
3) اذكر أسباب تنوع المخارط.
4) اذكر خمسة أنواع مختلفة من المخارط.
5) اختر الإجابة الصحيحة:

أ) تستخدم مخرطة الذنبة عندما يكون عدد قطع الشغل وشكلها :
- كبيرا جداً. - متنوع جداً. - متنوع والأشكال معقدة جداً.

ب) تستخدم المخرطة البرجية عندما:
- يكون وزن قطعة الشغل كبيراً. - عدد قطع الشغل كبيراً جداً.
- قطعة الشغل يتعدد بها عمليات القطع.

ج) المخرطة الرأسية تستخدم لعمليات:
- الخراطة الطولية فقط. - الخراطة الواجهية فقط.
- كلا النوعين للشغلات الضخمة.

ح) المخرطة الناسخة تستخدم.
- في الورش. - للقطع المعقدة ذات العدد القليل.
- قطعة عالية الجودة بعدد كبير.

6) وضح مع الرسم مكونات المخرطة.
7) اذكر مهمة الفرش ومما يصنع؟ ولماذا؟
8) ما هي مهمة الغراب المتحرك؟
9) كيف يتم تحريك العربة؟
10) ما هي الخصائص التي يطلب توفرها في مجاري الفرش؟
11) اذكر أربعة أنواع مختلفة من أقلام الخراطة.
12) لما تتواجد أقلام يمين وشمال؟

13) ما هي أنواع المثبتات المستخدمة في الخراطة؟

14) اختر الإجابة الصحيحة:

أ) يستخدم الظرف عندما يكون:

-طول القطعة > 100مم. - قطر القطعة < 100 مم. - طول القطعة < 100مم.

ب) تستخدم الصينية عندما يكون:

- طول القطعة > 100 مم . - تثبت القطعة من موضع غير دائري المقطع - قطر القطعة < 12 مم.

ت) يستخدم الظرف القابض عندما يكون:

- قطر قطعة الشغل < 12 مم - طول القطعة < 100 مم - تثبت قطع شغل غير متماثلة.

15) متى تستخدم الخناقة المتحركة أو الثابتة؟

16) متى يستخدم مساعد الإدارة ؟ ولماذا؟

17) كم عدد أقلام الخراطة القياسية؟

18) اذكر أربعة أقلام خراطة مختلفة؟

19) لما يوجد قلم خراطة شمال ويمين؟

20) ما هي مكونات الزمن الكلي في الخراطة؟

21) ماذا يشمل زمن الاستعداد من عمليات؟

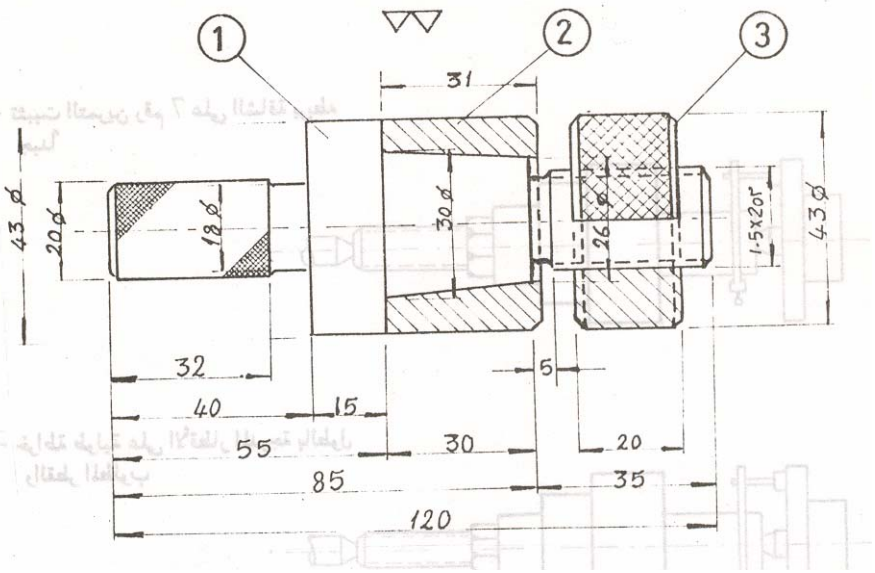
22) كيف يحسب زمن القطع في الخراطة؟

23) ما المقصود بالتحضير التكنولوجي؟

24) ما هي خطوات التحضير التكنولوجي لعمليات الخراطة؟

25) ما هي أسس اختيار المخرطة المناسبة؟

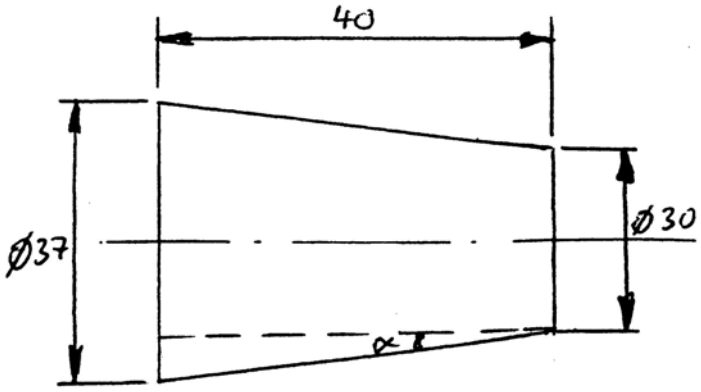
26) وضح تسلسل عمليات خراطة الجزء (1) من قطعة الشغل التالية:



27) ما هي طرائق تنفيذ السلبة على المخرطة؟

28) اشرح طريقة إمالة الراسمة العليا.

29) احسب زاوية إمالة الراسمة العليا للسلبة التالية:



30) احسب مسافة إبعاد ذنبة الغراب المتحرك لخراطة السلبة التي طولها 250 و زاويتها 5 º.

31) ارسم تركيبة خراطة لولب على المخرطة.

32) احسب قدرة الموتور الكهربائي المطلوب توفرها بالمخرطة لخراطة قطعة شغل بالمعطيات التالية:

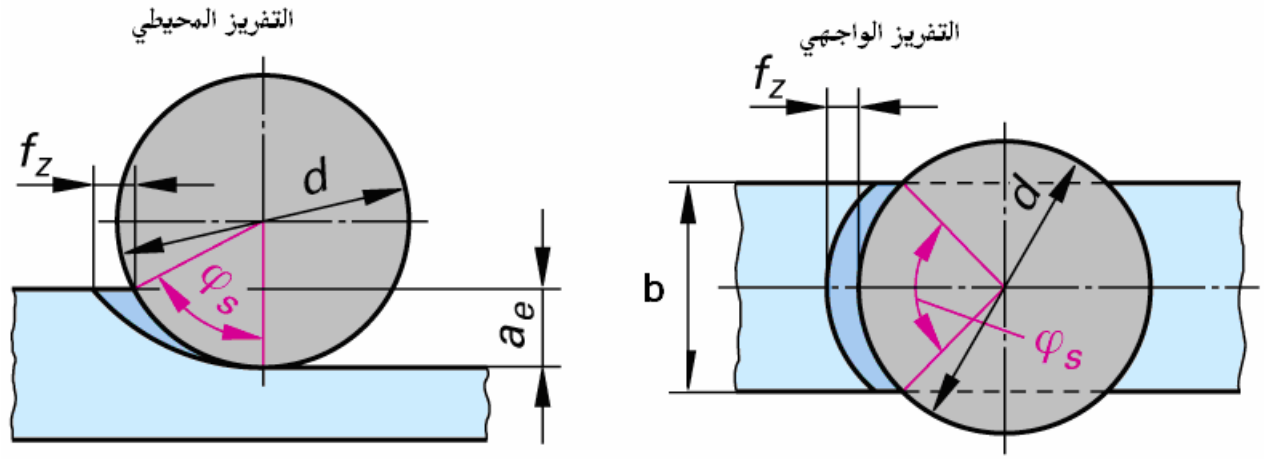
- عمق القطع= 4 مم. - قطر قطعة الشغل = 60 مم
- سرعة القطع = 25 م / دقيقة. -سرعة التغذية = 0.4 مم / دورة
- مادة قطعة الشغل هي زهر رمادي 20 . - مادة الأداة هي صلب سريع القطع
- معامل استغلال القدرة η= 0.8 .

الفصل السابع :التفريز Milling

7 -1) مقدمة :

يعتبر التفريز أحد أهم طرائق تشغيل المعادن. يستخدم التفريز أساساً لتشغيل القطع المنشورية ويمتاز بالإنتاجية العالية نسبة لتعدد حدود القطع مقارنة بالكشط والنطح حيث تستخدم أداة قطع ذات حد قاطع واحد.

في التفريز تؤدي قطعة الشغل، المثبتة على المنضدة أو في الملزمة، حركة تغذية مستقيمة, وتؤدي الأداة (سكينة التفريز)، والمثبتة في مقدمة عمود الإدارة، حركة القطع الدائرية. يكون محور السكينة موازياً لسطح قطعة الشغل في حالة التفريز المحيطي(Peripheral milling) ومتعامداً معه في حالة التفريز الواجهي (Face milling). الشكل (7 ـ 1) يوضح طريقة التفريز لتشغيل المعادن.



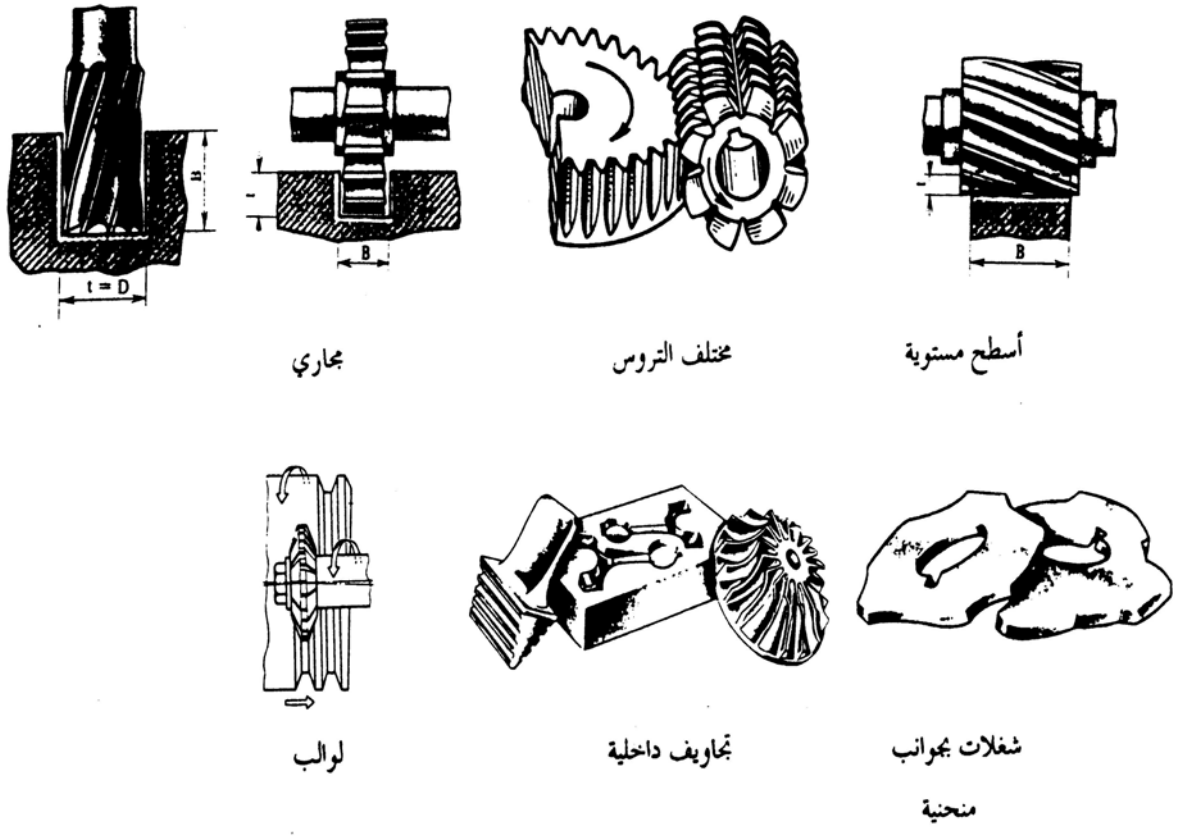
الشكل (7 ـ 1) : طريقة التفريز. [14]

d قطر السكين　　b عرض قطعة الشغل　　f_z التغذية / السن

φ_s زاوية القطع　　a_e عمق القطع

2.7) استخدامات التفريز Milling Applications :

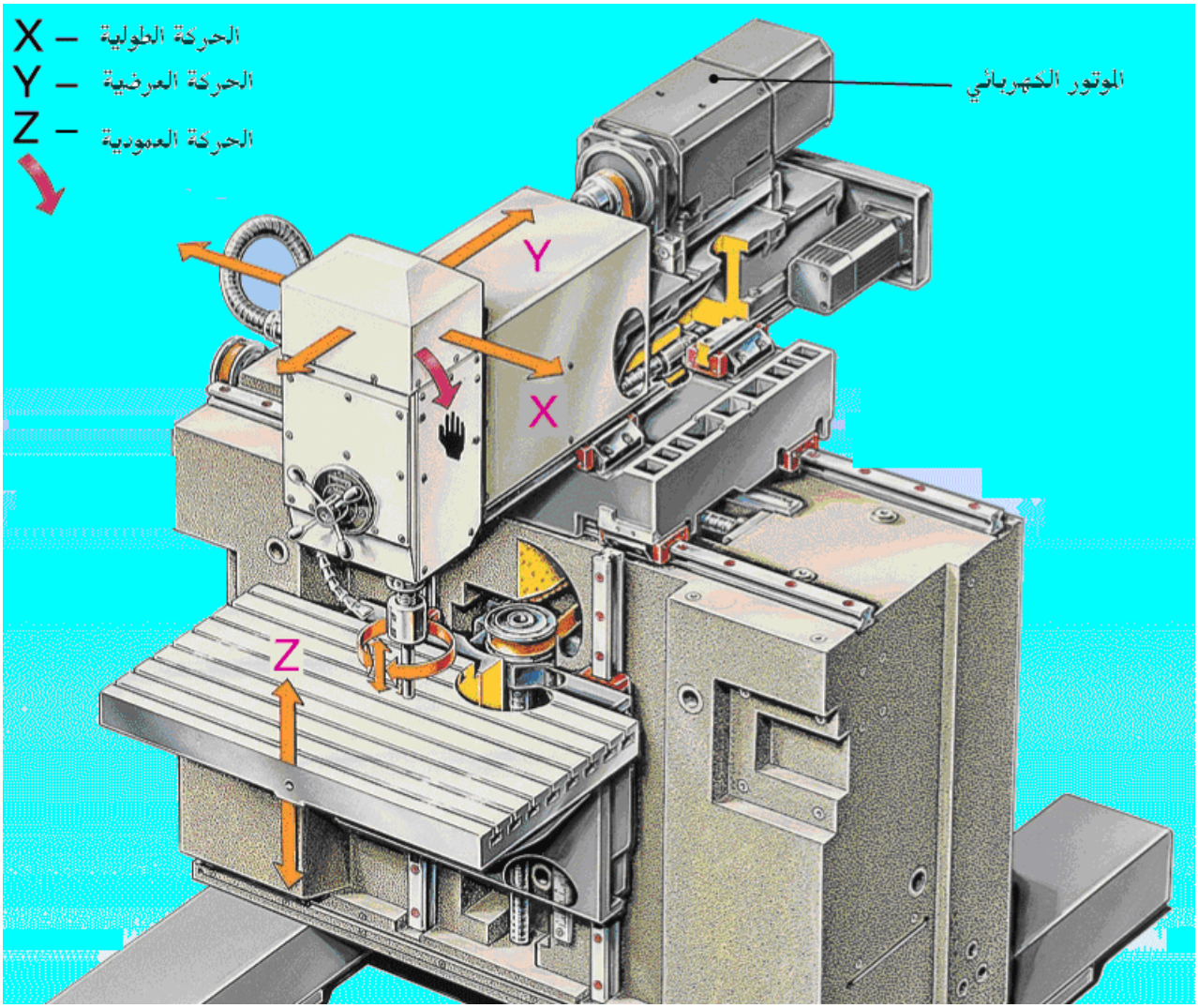
يستخدم التفريز في إنتاج أشكال متعددة مثل الأسطح المستوية، والتروس، والمجاري، والحواف المنحنية، وحفر داخلي وكذلك اللوالب الكبيرة الخطوة والعمق. الشكل (7 ـ 2) يوضح استخدامات التفريز.



الشكل (7 ـ 2): استخدامات التفريز.[2]

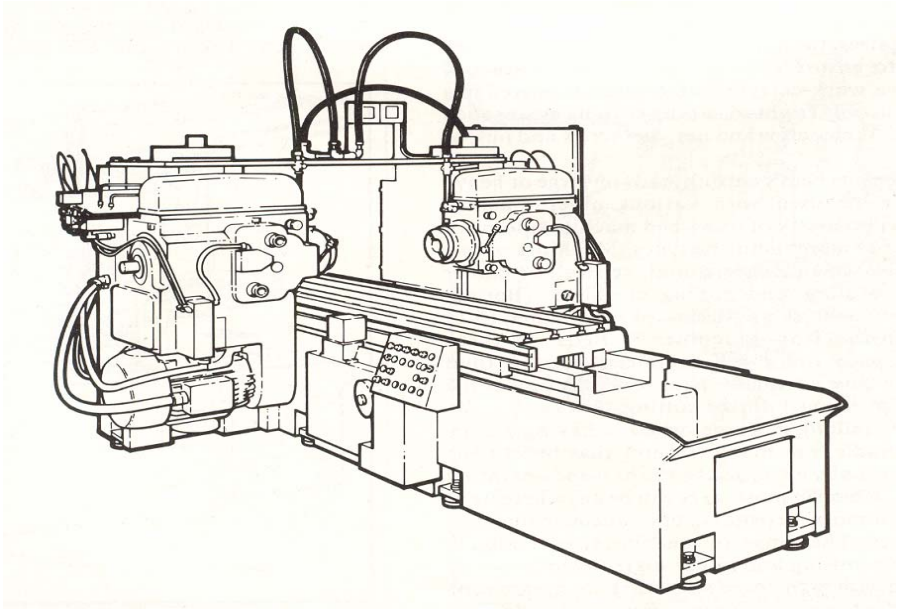
3.7) آلات التفريز Milling Machines:

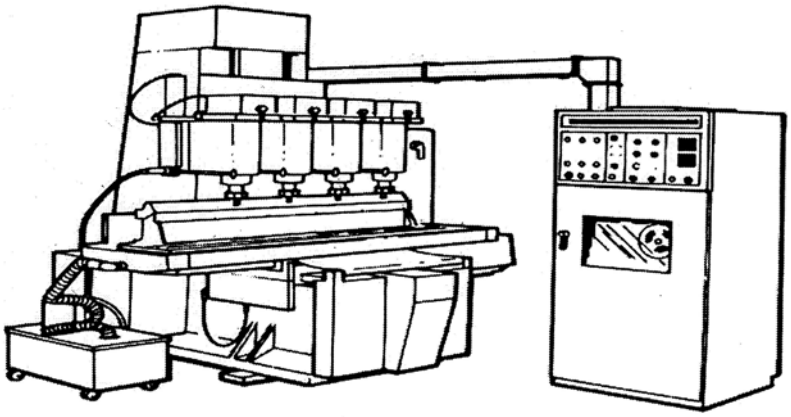
يوجد نوعان أساسيان هما: آلة التفريز الرأسية تستخدم في التفريز الواجهي وآلة التفريز الأفقية وتستخدم في التفريز المحيطي. الشكل (7 ـ 3) يبين آلة تفريز أفقية.

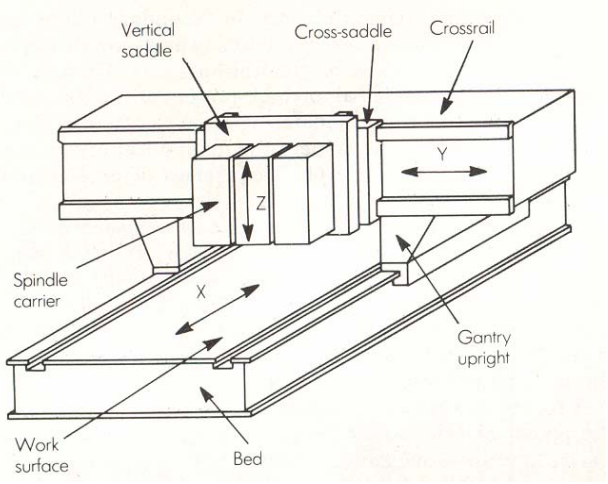


الشكل (7 ـ 3): آلة تفريز أفقية.[14]

تتواجد بالمصانع آلات إنتاجية فيها بعض التحوير لكي تناسب الإنتاج بأعداد كبيرة. الشكل (7 ـ 4) يوضح أمثلة لآلات تفريز إنتاجية. أولاً آلة تفريز ذات رأسين، ثم آلة متعددة الرؤوس، ثم أخيراً آلة تفريز ذات قنطرة لقطع الشغل الضخمة.







الشكل (7 ـ 4): أمثلة لآلات تفريز إنتاجية [9]

Vertical Saddle سرج رأسي Cross Saddle سرج عرضي Bed الفرش

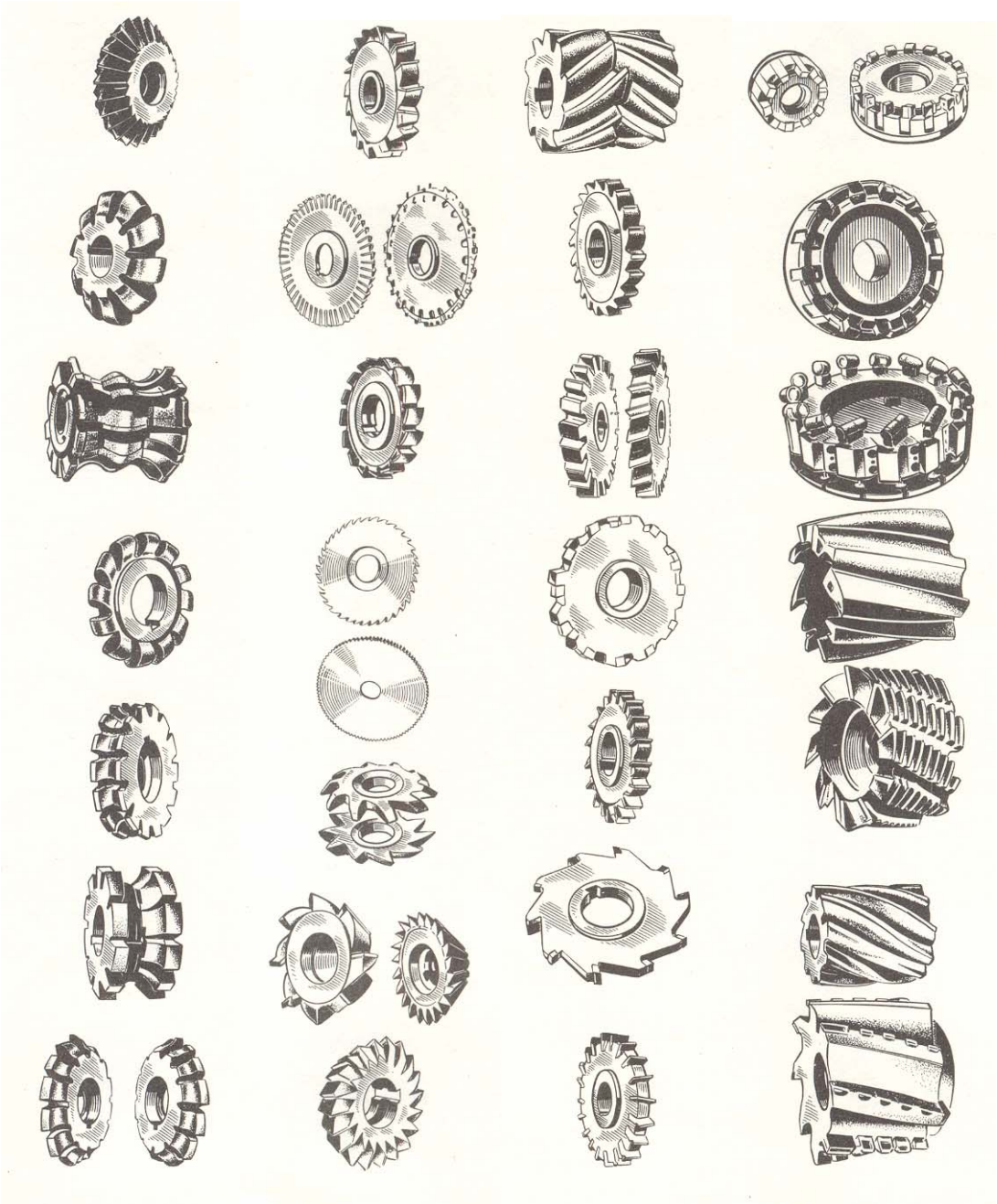
Work Surface المنضدة Spindle Carrier الإدارة Crossrail مجري عرضي

7 - 4) **سكاكين التفريز** Milling Cutters :

توجد أنواع عديدة من سكاكين التفريز وذلك بسبب تعدد استخدامات التفريز. تختلف سكاكين التفريز تبعاً لما يلي:

- **موضع أسنانها :** هل هي على المحيط أم على الواجه؟
- **قطر السكينة:** بعضها صغير جداً وأخرى كبيرة لتتناسب مع أسطح قطع الشغل؟
- **عدد الأسنان:** هو كبير عند تفريز المعادن الصلدة وصغير للطرية.
- **أشكالها :** حتى يمكن إنتاج مجارٍ, وتروس, ولولب, وأسطح مستوية.
- **شكل مجاري الرايش:** فهي أما مستقيمة, أو منحنية, أو حلزونية.

الشكل (7 ـ 5) يبين أنواع مختلفة من سكاكين التفريز.



الشكل (7 . 5): سكاكين التفريز.[4]

7 - 5) ظروف القطع في التفريز

أحد اختلافات التفريز عن الخراطة في أن الأول تستخدم فيه أداة قطع متعددة الحدود، لذا تعطي الجداول سرعة التغذية بالنسبة للسن الواحد (أي حد القطع الواحد). يتم حساب سرعة التغذية التي هي سرعة تقدم المنضدة بالقانون التالي:

$$f_t = f_z \, . \, z. \, n$$

حيث :

n هي سرعة دوران عمود الإدارة والتي تحسب كما سبق ذكره في الخراطة مع التعويض بقطر السكينة وليس بقطر قطعة الشغل ووحدتها (دورة / دقيقة).

z عدد أسنان السكينة أو بتعبير آخر عدد الحدود بأداة القطع.

f_z سرعة التغذية بالنسبة للسن الواحد, (تؤخذ من الجداول) ووحدتها (مم / سن).

f_t سرعة تغذية منضدة آلة التفريز ووحدتها (مم.).

الجدول (7 ـ 1) يوضح سرعتي القطع والتغذية بالنسبة للسن في عمليات تفريز مختلف المعادن وذلك باستخدام سكاكين حدود قطعها من الصلب سريع القطع ومن الكربيد.

المادة	مقاطع التفريز المصنوعة من الفولاذ سريع القطع HSS								مقاطع التفريز المصنوعة من معدن صلد HM	
	سرعة القطع v_c (m/min)	التغذية لكل سنّة = f_t (mm لكل سنّة)							سرعة القطع v_c (m/min)	التغذية لكل سنّة f_t (mm لكل سنّة)
		أنواع مقاطع التفريز (انظر الأشكال)								
		1	2	3	6	7	5			
حديد زهر رمادي										
GG-15	18...22	0,2	0,15	0,07	0,07	0,07	0,3		55...65	0,2	0,3
GG-25	16...20	0,2	0,15	0,07	0,07	0,07	0,3		45...60	0,2	0,3
حديد زهر طروق أبيض										
GTW-40	16...20	0,2	0,2	0,07	0,07	0,07	0,3		45...60	0,15	0,2
فولاذ										
St 50... 60	20...24	0,2	0,15	0,07	0,07	0,07	0,3		80...120	0,15	0,2
St 60... 70	18...20	0,15	0,1	0,06	0,06	0,06	0,2		70...100	0,15	0,2
St 70... 85	12...16	0,1	0,1	0,06	0,06	0,06	0,2		60...100	0,15	0,2
St 80...110	12...16	0,15	0,1	0,1	0,06	0,06	0,15		60...90	0,1	0,15
St 100...120	10...14	0,1	0,1	0,07	0,05	0,05	0,1		60...90	0,1	0,1
فولاذ صب										
GS-45	16...20	0,15	0,15	0,07	0,07	0,07	0,2		50...80	0,15	0,2
سبائك نحاس										
CuSn	40...50	0,15	0,15	0,07	0,07	0,07	0,2		80...100	0,15	0,2
CuZn	50...60	0,2	0,2	0,07	0,07	0,07	0,3		100...120	0,2	0,3
ألومنيوم Al	250...350	0,1	0,1	0,07	0,07	0,07	0,15		400...800	0,1	0,2
ألومنيوم G-Al مصبوب	250...350	0,1	0,1	0,07	0,07	0,07	0,15		400...600	0,15	0,2
لدائن (مواد اصطناعية)	55...70	0,15	0,15	0,1	0,07	0,07	0,15		160...200	0,2	0,3

الجدول (7 ـ 1): ظروف القطع عند التفريز. [2]

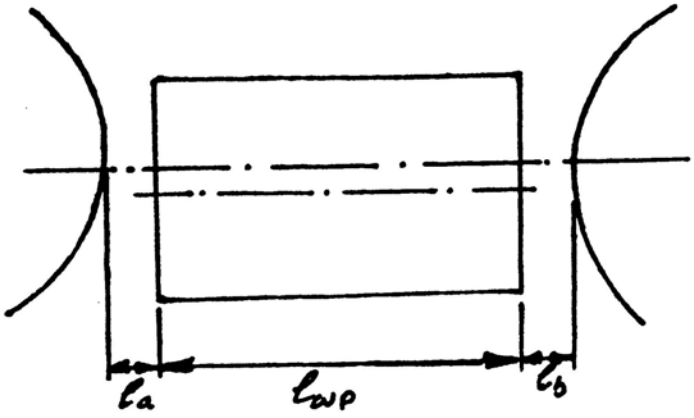
7 - 6) حساب زمن القطع في التفريز:

يتم حساب زمن القطع عبر قسمة المسافة التي تتحركها الأداة (المنضدة) بسرعة التغذية على السرعة التي تتحرك بها.

تحدد مسافة التحرك كما في الخراطة عبر جمع مسافة ما قبل التلامس مع قطعة الشغل مع طول قطعة الشغل و المسافة التي تضمن خروج السكينة من منطقة القطع.

$$L = l_b + l_{wp} + l_a [mm]$$

الشكل (7 ـ 6) يوضح المسافات الثلاث في التفريز.



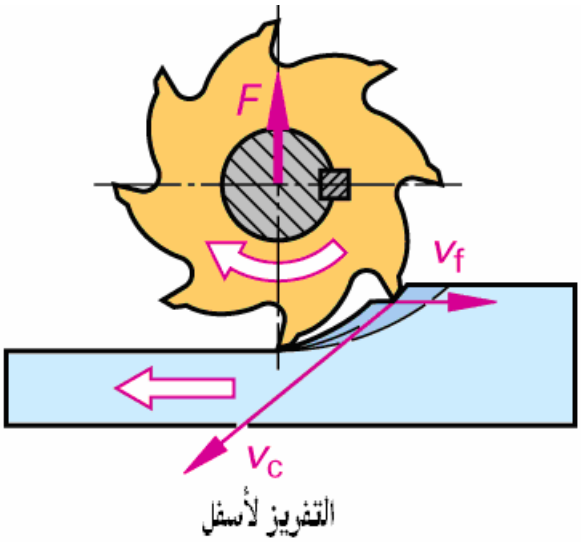
الشكل (7 ـ 6): مسافة القطع الكلية في التفريز.

7 ـ 7) حساب قوة وقدرة القطع بالتفريز:

كما سبق ذكره فهناك نوعان أساسيان أساسين من التفريز هما: التفريز المحيطي والتفريز الواجهي. تعتمد التسمية على مكان تواجد حدود القطع بالسكين. ففي المحيطي تتواجد حدود القطع على محيط السكين أما في الواجهي فهي على واجهة السكين. سوف يتم توضيح خصائص كل نوع باختصار وكذلك كيفية تحديد السمك المتوسط للرايش، لأن الرايش في التفريز ليس ثابت السمك كما في الخراطة . كما سيتم تحديد عدد الأسنان المشارك في القطع، لأن عدداً معيناً منها يشارك في القطع بينما الأسنان الأخرى تكون بعيدة عن منطقة القطع ولذا فإن قوة القطع تنشأ فقط عن تلك الأسنان المشاركة في القطع وليس عن كل أسنان السكينة.

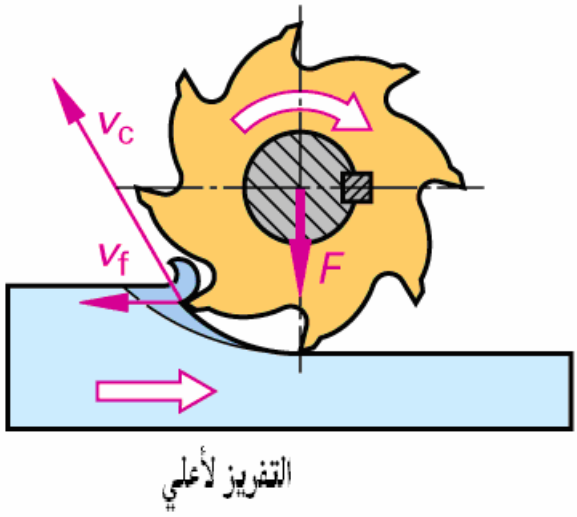
1.7.7) التفريز المحيطي:

يوجد نوعان من التفريز المحيطي وهما التفريز لأسفل والتفريز لأعلي والذي ينسب تشغيل القطع التي تمتاز بسطح خشن مثل المسبوكات الرملية والمطروقات وذلك لضمان تحقيق عمر أطول للأدوات. الشكل (7.7.أ) و (7.7.ب) يوضح النوعين.



الشكل (7.7.أ): Climb Milling [14]

يمتاز بقلة الاحتكاك مما يعطي قوة قطع أقل وبالتالي عمراً أطول للأداة. يمكن فيه القطع بعمق قطع كبير وسرعة تغذية أكبر.



الشكل (7.7.ب) Conventional Milling

يمتاز بكبر الاحتكاك مما يعطي عمراً أقل للأداة ولكنه يعطي سطحاً ناعماً للشغلة. يفضل استخدامه لتشغيل الأسطح الخشنة مثل أسطح المسبوكات الرملية و أسطح المطروقات ذات القشرة الأكسيدية.

تحسب قوة القطع فيه تبعاً للقانون:

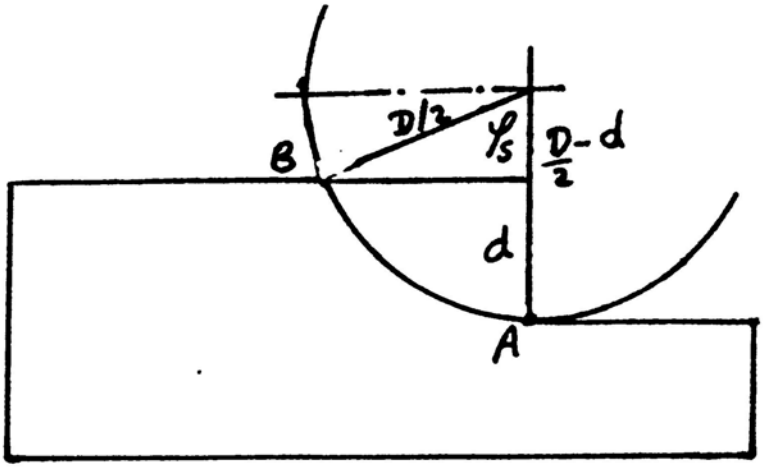
$$F_{total} = F_c \cdot z_{ie}$$
$$z_{ie} = z. \varphi_s / 360$$
$$\text{Cos } \varphi_s = 1 - 2d / D$$

حيث:

z_{ie}	عدد الأسنان المشارك في القطع.
z	عدد حدود القطع بالسكينة.
φ_s	زاوية قوس القطع.
d	عمق القطع بال مم.

D قطر سكينة التفريز بال مم.

الشكل (7 ـ 8) يوضح كيفية تحديد زاوية قوس القطع عبر علاقات هندسية بسيطة.



الشكل (7 ـ 8) : قوس القطع ، زاويته والأسنان المشارك في القطع.

$$\text{Cos } \varphi_s = ((D / 2 - d) / (D / 2) = 1 - 2d / D$$

$$z_{ie} / z = \varphi_s / 360$$

$$z_{ie} = (z \cdot \varphi_s) / 360$$

لتحديد قوة القطع بالنسبة للسن الواحد ، يستخدم نفس القانون كما في الخراطة وهو:

$$F_c = b \cdot h_m \cdot k_s$$

$$k_s = k_{s.1.1} / h_m$$

$$H_m = (114.6 / \varphi_s) \cdot f_z \cdot (d / D)$$

حيث : h_m متوسط سمك الرايش (مم).

تحسب قدرة القطع كما في الخراطة. وتحدد قدرة الآلة عبر مراعاة معامل استغلال القدرة.

2.7.7) التفريز الواجهي

تتيح هذه الطريقة تفريز أسطح كبيرة وكذلك استخدام سرعة تغذية عالية نسبة لجودة تسريب الحرارة المتولدة. تقل في هذه الطريقة الأهتزازات الناتجة عن القطع.

لتحسين اصطدام السكين بقطعة الشغل في هذه الطريقة للتفريز, يراعى عدم انطباق محورها مع محور الشغلة ووجود بروز للسكين,أي أن قطر السكين يختار دائماً أكبر من عرض قطعة الشغل.

مقدار بروز السكينة u يحدد بالعلاقة التالية:

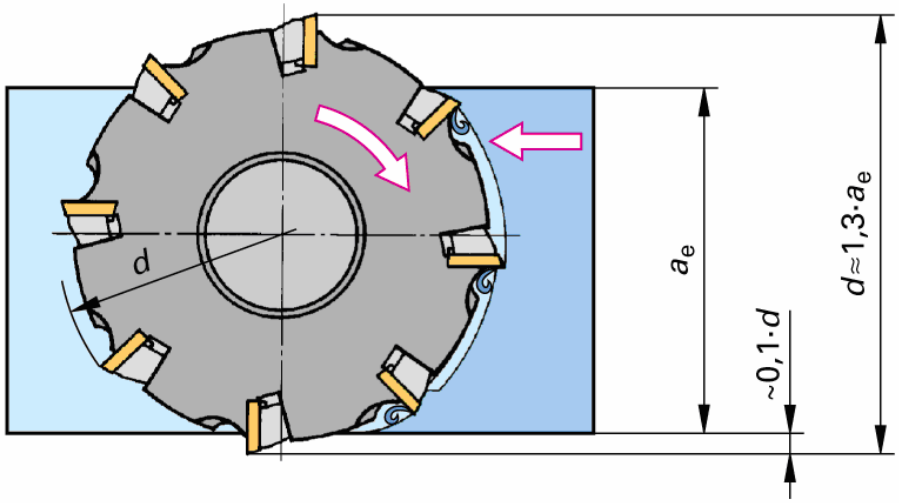
$$u = 0.05\ d$$

d للمواد ذات الرايش الطويل (الصلب والألومنيوم)

d للمواد ذات الرايش القصير (الزهر وسبائك نحاس)

$D = 1.33 \cdot b$ $\qquad$ $d = 1.66 \cdot b$

الشكل (7 ـ 9) يوضح عملية تحديد وضع سكينة التفريز الواجهية.

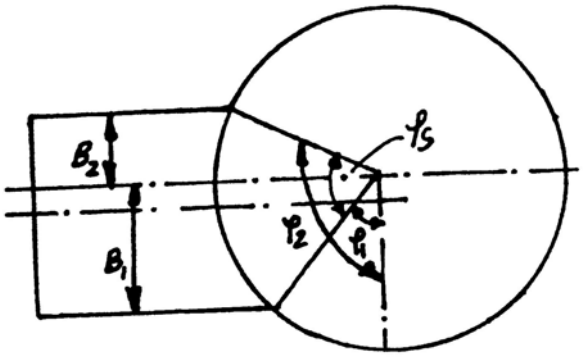


الشكل (7 ـ 9) : وضع السكين في التفريز الواجهي. [14]

1.2.7.7) حساب قوة القطع:

تحسب القوة بنفس القانون المستخدم في التفريز المحيطي ، ولكن يحسب متوسط سمك الرايش بطريقة أخرى.

نتيجة لعدم انتظام شكل الرايش يتم حساب متوسط سمك الرايش h_m والتي يحتاج تحديده إلى تحديد زاوية قوس القطع وكذلك عدد الأسنان المشارك بالقطع. انظر الشكل (7 ـ 10).



الشكل (7 ـ 10) : قوس القطع وزاويته في التفريز الواجهي.

يحسب متوسط سمك الرايش من العلاقة التالية:

$$h_m = (57.3 / \varphi_s) \cdot f_z \cdot \sin\chi \, (\cos\varphi_1 - \cos\varphi_2)$$

$$\varphi_s = \varphi_2 - \varphi_1$$
$$\cos \varphi_1 = 2\ B_1 / D$$
$$\cos \varphi_2 = 2\ B_2 / D$$
$$z_{ie} = z\ .\ \varphi_s / 360^o$$

حيث:

z_{ie} هو عدد الأسنان المشارك في القطع.

z هو عدد أسنان السكينة.

χ هي زاوية المقابلة [°].

D هو قطر السكين بال مم.

d هو عمق القطع بال مم.

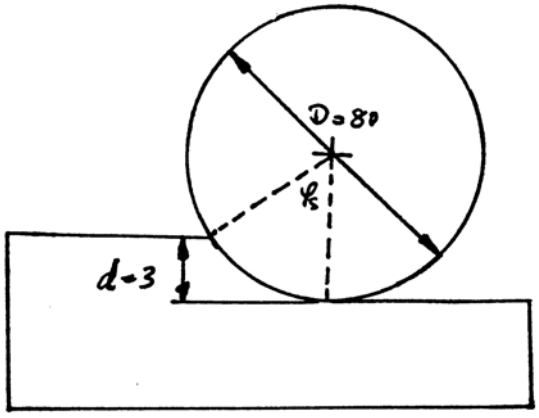
مثال(8 -1) على التفريز المحيطي:

قطعة من الصلب ST 50 (صلب طري مقاومة شده 50 Kp/mm) مطلوب إنقاص ارتفاعها بمقدار 3مم وتحديد قدرة القطع. انظر الشكل (7 ـ 11).

معطى:

قطر السكينة D =80 مم | عدد الأسنان z =8 | مادة الحد القاطع H.S.S.

$\chi = 90^o$ | $\gamma = 12^o$ | عرض قطعة الشغل = 50 مم



الشكل (7 -11): شكل المثال(8 -1)

الحل:

بمعرفة نوع التفريز, ومادة الأداة,و مادة الشغلة وعمق القطع d , يمكن

من الجداول تحديد :

f_z (التغذية / سن) = 0.1 مم / سن.

V (سرعة القطع) = 25م / دقيقة.

$z = 0.26$ $K_{s.1.1} = 199$

$[kW]\ P_c = F_{total} \cdot V / 102 \cdot 60$

$F_{total} = F_c \cdot z_{ie}$

$z_{ie} = z \cdot \varphi_s / 360^o$

$\cos \varphi_s = 1 - 2\ d / D$

$= 1 - (2 \cdot 3 / 80)$

$= 1 - (6 / 80)$

$= 80 - (6 / 80)$

$= 74 / 80$

$= 0.925$

$\varphi_s = 22^o\ 20' = 22.33^o$

$z_{ie} = (8 \cdot 22.33) / 360 = 0.497$

$F_c = b \cdot h_m \cdot k_s$

$h_m = (114.6 / 22.33) \cdot 0.1 \cdot (3 / 80) = 0.0193$ mm

$k_s = ks.1.1 / h^z = 199 / 0.0193^{0.26} = 5600\ N \cdot mm^2$

$F_c = 50 \cdot 0.0193 \cdot 5600 = 540.4$ N

$F_{total} = 540.4 \cdot 0.497 = 268.6$ N

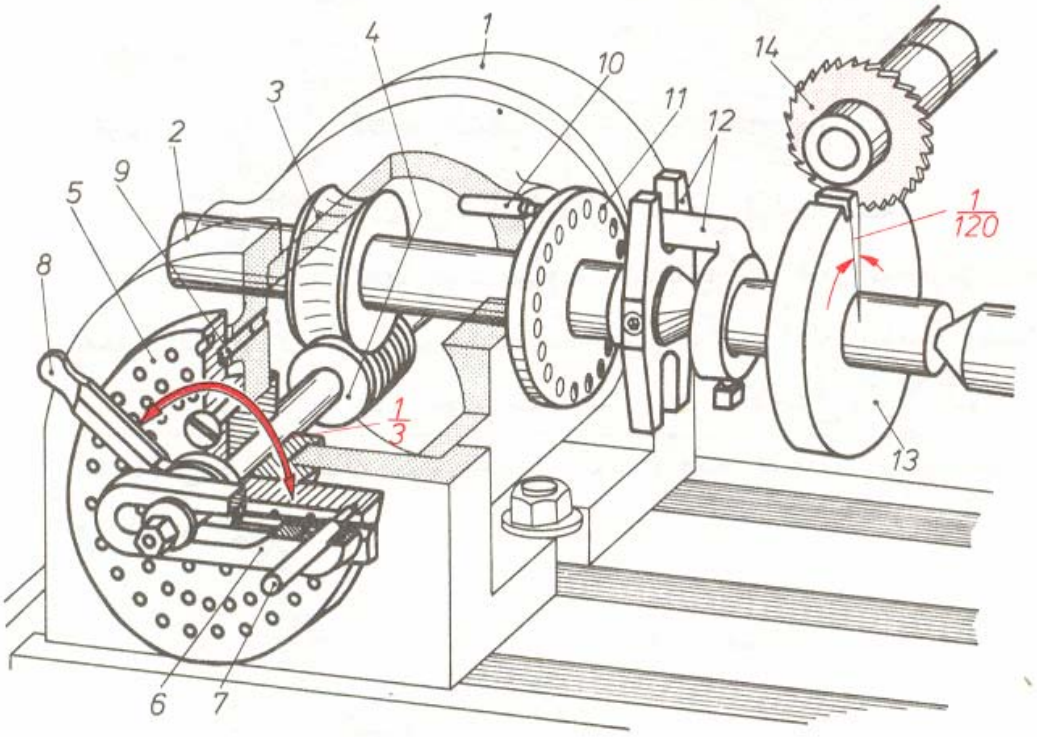
$P_c = 268.6 \cdot 25 / 6120 = 1.1$ kW

8.7) تفريز ترس عدل Spur Gear :

تعتبر التروس أحد القطع الهندسية المميزة حيث يتكرر فيها قطع تجويف السن بانتظام.ويحتاج انتظام القطع وتكرره إلى إمكانية تحريك الكتلة الأولية لمسافة محددة وثباتها على هذه الوضعية حتى إتمام قطع التجويف ثم تحريك الكتلة مرة ثانية. ويتم تكرار ذلك حتى يكتمل فتح كل تجاويف أسنان الترس. يستخدم لذلك وسيلة تثبيت خاصة تسمى جهاز التقسيم (Dividing Head)

نظرية عمل جهاز التقسيم:

الشكل (7 ـ 12) يبين جهاز التقسيم:



الشكل (7 ـ 12): تركيب جهاز التقسيم وقرص به دوائر ثقوب [5]

نظرية عمل جهاز التقسيم هي: عندما تدور الدودة (4) المتصلة بالقرص المثقب (5) 40 دورة, تدور العجلة (3) المثبتة على العمود (2) دورة واحدة كاملة. بالتالي تدور قطعة الشغل (13) المثبتة في مقدمة العمود كذلك دورة واحدة كاملة. لإدارة القرص جزءاً من دورة, يستخدم الخابور (7) والمقص (6 و8) ودوائر الثقوب المختلفة المتواجدة على القرص. توجد أقراص ذات دوائر ثقوب (15، 16 ـ 17 ـ 18 ـ 19 ـ 20) و(21 ـ 23 ـ 27 ـ 29 ـ 31 ـ 33) و (37 ـ 39 ـ 41 ـ 43 ـ 37 ـ 49). إذن لإدارة قطعة الشغل جزءاً من دورة كاملة (يساوي المسافة من فراغ سن إلى الفراغ الذي يليه), يجب أن نحدد هذا

الجزء عبر قسمة 40 على عدد الفراغات (الأسنان المطلوبة). يتم ضبط مسافة دوران القرص وتشغل الآلة ثم يتم التوقف وإدارة القرص للمسافة نفسها ثم تكرار القطع. القرص (11) والإصبع (10) يستخدمان عند القطع المتكرر البسيط. مساعد الإدارة (12) مهمته ضمان دوران قطعة الشغل لأنها مثبتة بين ذنبتين.

مثال:

مطلوب إنتاج ترس عدل عدد أسنانه 18 سن باستخدام جهاز تقسيم بسيط.

الحل:

عدد دورات قرص التقسيم لتحقيق المسافة بين فراغ و الآخر = 40 / 18 = 2 و 4 / 18

إذن تنفذ دورتان بواسطة مقبض الخابور, ويثبت الخابور على بعد أربعة أجزاء من المقص على امتداد دائرة الثقوب ذات 18 ثقباً.

ملاحظة1:

عند تكرار ذلك 18 مرة يكون القرص قد دار 40 مرة وكذلك الدودة, بينما العجلة تكون قد دارت دورة واحدة وكذلك الشغلة وبهذا يكون قد تم قطع 18 تجويف أي 18 سن.

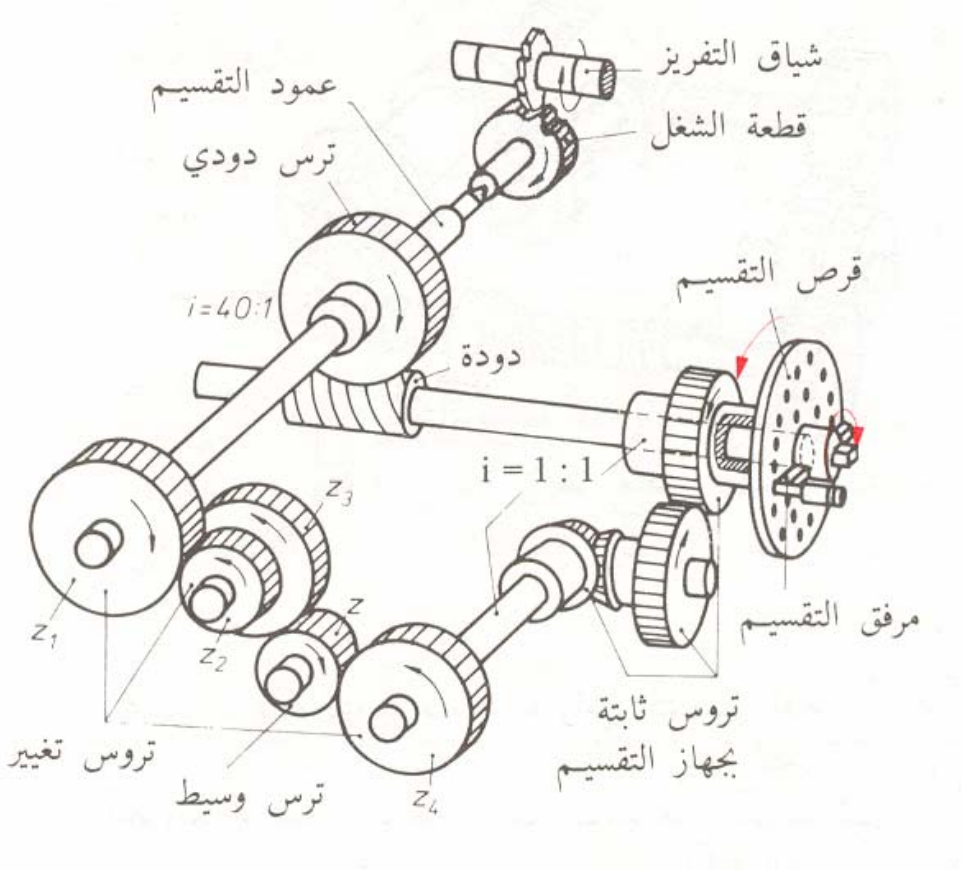
ملاحظة 2:

لتنفيذ 12/4 (أي التحرك مسافة أربعة أجزاء علر دائرة ثقوب بها 12 ثقباً) ولعدم وجود دائرة بها 12 ثقب، تستخدم دائرة بها 27 ثقباً ونتحرك فيها مسافة 9 أجزاء. وذلك لأن 9 / 27 = 4 / 12 = 3/1 .

ملاحظة 3:

لتنفيذ ترس به 59 سن . يتم قسمة 59/40 لتحديد جزء الدورة المطلوب. ولأنه لا يوجد ناتج يمكن ضبطه على دوائر الثقوب، يستخدم جهاز التقسيم التفاضلي Differential Dividing Head .
تعتمد نظرية جهاز التقسيم التفاضلي على توصيل تروس خارجية (Z_1 , Z_2, Z_3, Z , Z_4) تمكن مع بقية جهاز التقسيم ، من تحقيق جزء الدورة المطلوب.

الشكل (7 ـ 13) يوضح جهاز التقسيم التفاضلي.



الشكل (7 ـ 13): جهاز التقسيم التفاضلي. [5]

تمارين:

1) اشرح عملية التفريز.

2) ما هي أنواع التفريز؟

3) ما هي استخدامات التفريز؟

4) اختر الإجابة الصحيحة:

أ) تستخدم آلة التفريز العامة عندما:

- تتنوع قطع الشغل - تنتج قطعة شغل بأعداد كبيرة - تنتج قطعة كبيرة الحجم

ب) آلة التفريز الإنتاجية تمتاز بـ:

- مجال كبير من سرعات القطع - مجال كبير من سرعات القطع والتغذية
- مجال سرعات محدود

ج) يتم حفر القوالب المعدنية باستخدام :

- الكشط - النشر - الثقب - التفريز

د) تستخدم آلة التفريز متعددة الرؤوس عندما :

- يطلب إنتاج عدد كبير من قطع الشغل - عندما يتعدد القطع بقطعة واحدة
- يطلب إنتاج قطعة يتعدد فيها القطع ومطلوبة بأعداد كبيرة.

5) ما هي مكونات آلة التفريز؟

6) ما هي أسباب تنوع سكاكين التفريز؟

7) أجب بصح أو خطأ:

- تحتاج الآلة الخاصة أن تتوفر خبرة كبيرة لدى العامل المشغل لها. ( )
- آلة التفريز العامة تمتاز بإنتاجية كبيرة. ( )
- يمكن استخدام سكينة التفريز في آلة أفقية وفي آلة رأسية. ( )
- تختلف زوايا الأداة في سكينة التفريز عنها في قلم الخراطة. ( )
- يختلف تركيب سكينة التفريز عن تركيب قلم الخراطة. ( )

8) كيف يتم تحديد سرعة تغذية المنضدة في التفريز؟

9) وضح علاقة سرعة التغذية وصلابة الصلب؟

10) ما هي علاقة سرعة القطع ومقاومة المعدن للشد؟

11) علل إمكانية استخدام سرعات تغذية وقطع أكبر عند استخدام الكربيد مقارنة بالصلب سريع القطع.

12) وضح كيفية حساب زمن القطع في التفريز.

13) ما هما الاختلافان الأساسيان في حساب قوة القطع في التفريز مقارنة بالخراطة؟

14) ما هي أنواع التفريز المحيطي.

15) وضح ما يمتاز به كل نوع من أنواع التفريز المحيطى؟

16) وضح كيفية تحديد عدد الأسنان المشارك في القطع.

17) وضح كيفية تحديد متوسط سمك الرائش بالتفريز المحيطى.

18) وضح مزايا التفريز الواجهي.

19) لماذا يتفادى تطابق محور سكينة التفريز ومحور السطح المشغل؟

20) كيف يحسب مقدار بروز السكين؟

21) كيف يحدد عدد الأسنان المشارك في القطع في التفريز الواجهي؟

22) كيف يتم تحديد السمك المتوسط للرائش في التفريز الواجهي؟

23) مطلوب إنقاص ارتفاع قطعة من الصلب الطري الذي مقاومة شده 600 نيوتن / مم^2 بمقدار 4 مم باستخدام سكينة حدود قطعها من الكربيد، عدد أسنانها 12 سن وقطرها 75 مم . عرض قطعة الشغل 45 مم وطولها 105 مم.
مطلوب تحديد قدرة المحرك الكهربائي عند معامل استغلال القدرة 0.8 وكذلك حساب زمن القطع بافتراض أن مسافة التحرك قبل وبعد السطح المشغول تبلغ 8 مم.

24) وضح تركيب جهاز التقسيم .

25) اشرح نظرية عمل جهاز التقسيم.

26) مطلوب إنتاج ترس عدل عدد أسنانه 24 سن. حدد كيف يضبط جهاز التقسيم.

27) لماذا يستخدم جهاز التقسيم التفاضلي.؟ وما هي نظرية عمله؟

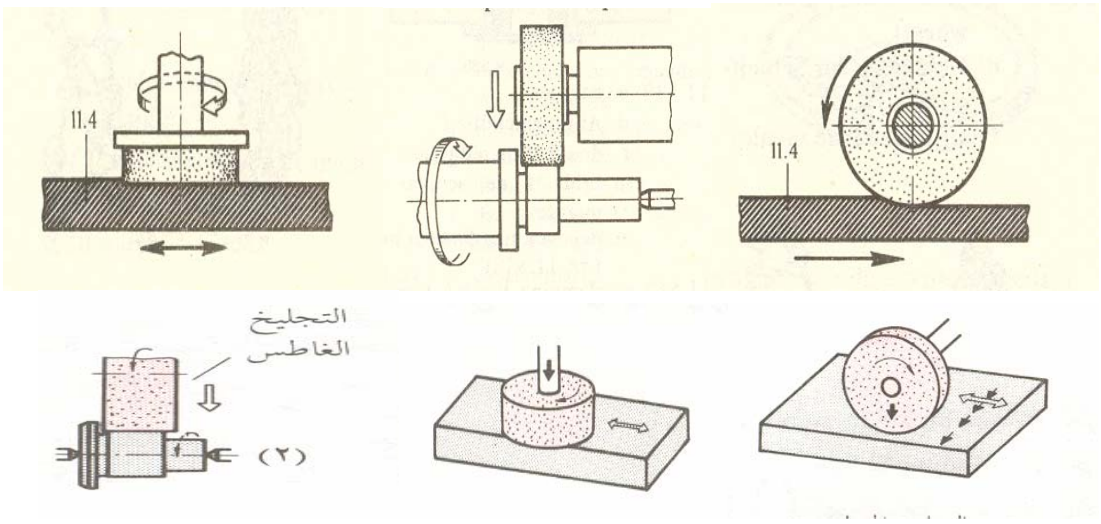
الفصل الثامن : التجليخ Grinding

8 - 1) مقدمة

يعتبر التجليخ أحد الطرائق المهمة لتشغيل المعادن. تنبع أهمية التجليخ من طبيعة أداة التجليخ والتي يتم بها إزالة أجزاء صغيرة جداً من المعدن تضمن الحصول على نعومة سطح عالية ودقة أبعاد كبيرة.

تجليخ الأسطح هي عملية تشغيل يستخدم فيها **عمق** قطع صغير جداً (0.002 - 0.03 مم) ،و سرعة قطع عالية (تقوم بها الأداة) وسرعة تغذية بطيئة (0.02 - 0.12 مم \ دورة ، تقوم بها قطعة الشغل) لضمان الحصول على نعومة سطح عالية ولتحقيق دقة أبعاد عالية.

في التجليخ الإسطواني، تدور قطعة الشغل لتوفير سرعة القطع وحجر التجليخ يدور ويتحرك بموازاة محور قطعة الشغل لضمان توفير التغذية الضرورية. انظر الشكل (8 ـ 1).



الشكل (8 ـ 1): عملية التجليخ.[5]

8 - 2) استخدامات التجليخ :

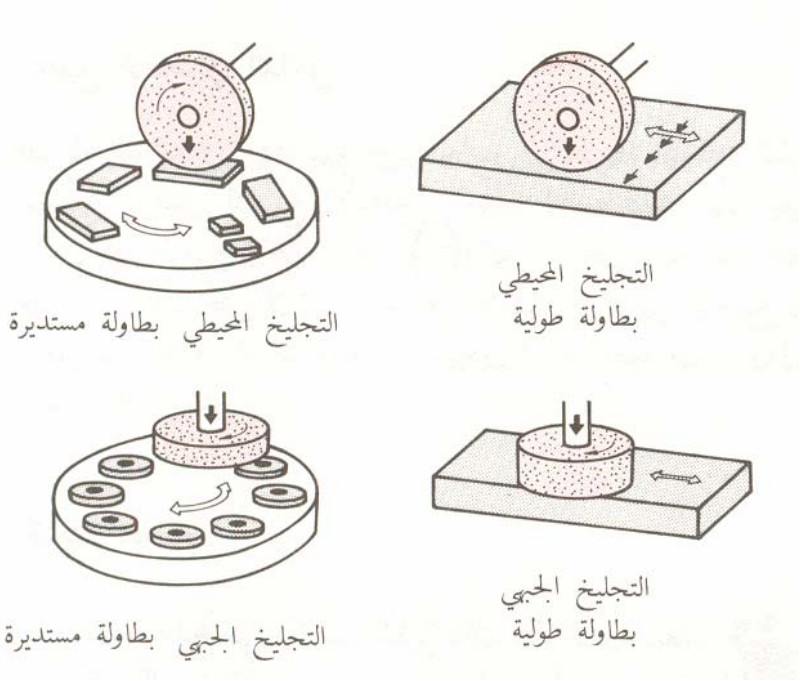
تتعدد استخدامات التجليخ ويمكن حصرها فيما يلي :

- الحصول على أسطح ناعمة , توجد ثلاث مستويات يمكن تحقيقها بالتجليخ وهي :
  تجليخ عادي (4 -8 **µm**), تجليخ ناعم (1 -4**µm**) وتجليخ ناعم جداً (0.25 -1 **µm**).
- تحقيق دقة أبعاد عالية, أي تنفيذ التفاوتات الضيقة.

- صيانة (إعادة شحذ) أدوات القطع لإعادة الحصول على زوايا الأداة الأصلية.
- تحقيق دقة الشكل مثل دقة الاستقامة، دقة الدوران، دقة التوازي والتعامد.
- قطع الكتل الأولية، إزالة المغذيات والمصبات في المسبوكات وإزالة الزوائد في المطروقات واللحام.
- تشغيل المعادن عالية الصلادة مثل الزهر الأبيض والصلب عالي الكربون.

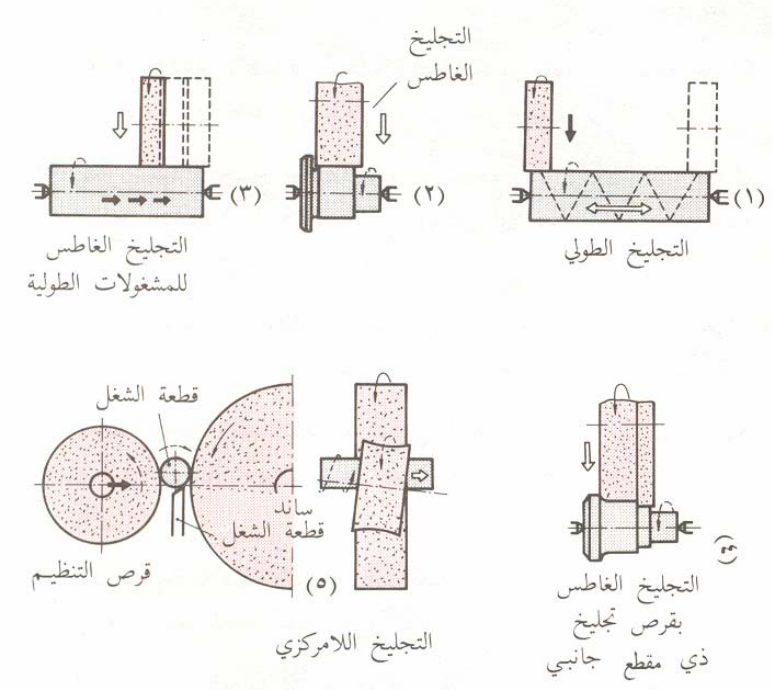
الشكل (8 ـ 2) يوضح عملية تجليخ الأسطح المستوية.

.



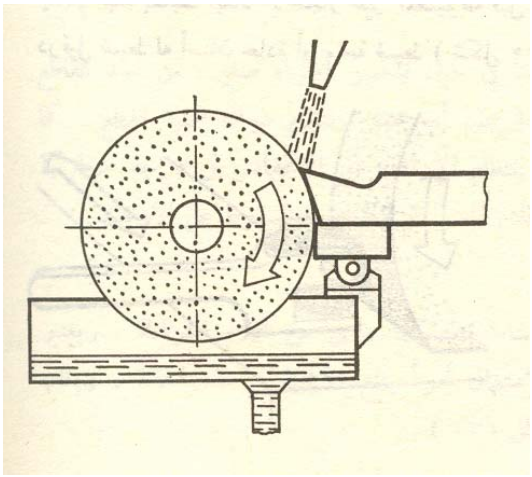
الشكل (8 ـ 2): تجليخ الأسطح المستوية [5]

الشكل (8 ـ 3) يوضح عملية التجليخ الإسطواني بأنواعه المختلفة



الشكل (8 ـ 3): التجليخ الإسطواني [5]

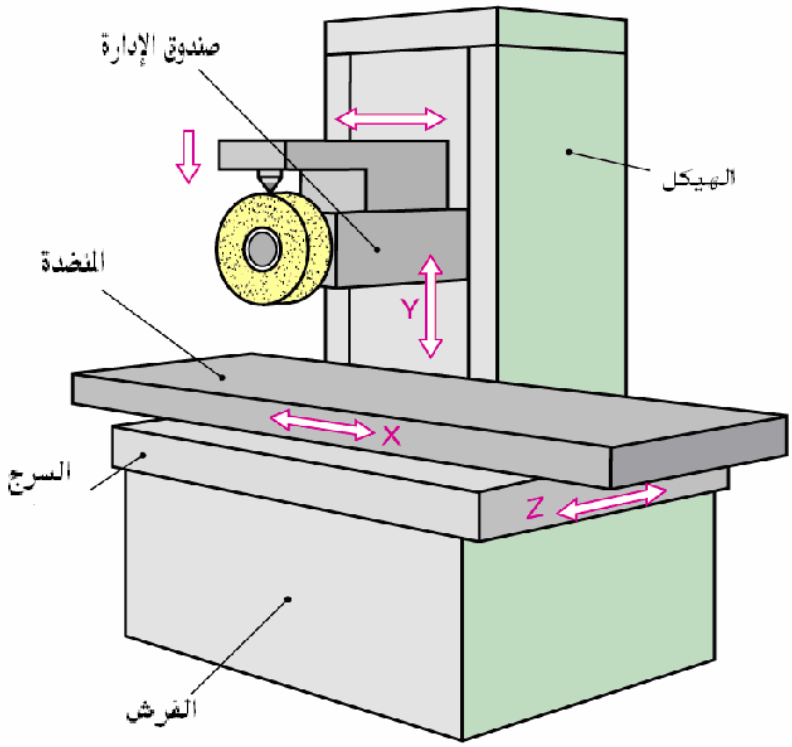
الشكل (8 ـ 4) يوضح عملية إعادة شحذ أدوات القطع (قلم خراطة) يلاحظ الاهتمام بالتبريد لتفادي تغير الخواص الميكانيكية للحد القاطع تحت تأثير الحرارة.



الشكل (8 ـ 4): إعادة شحذ قلم خراطة [2]

3.8) آلات التجليخ Grinding Machines :

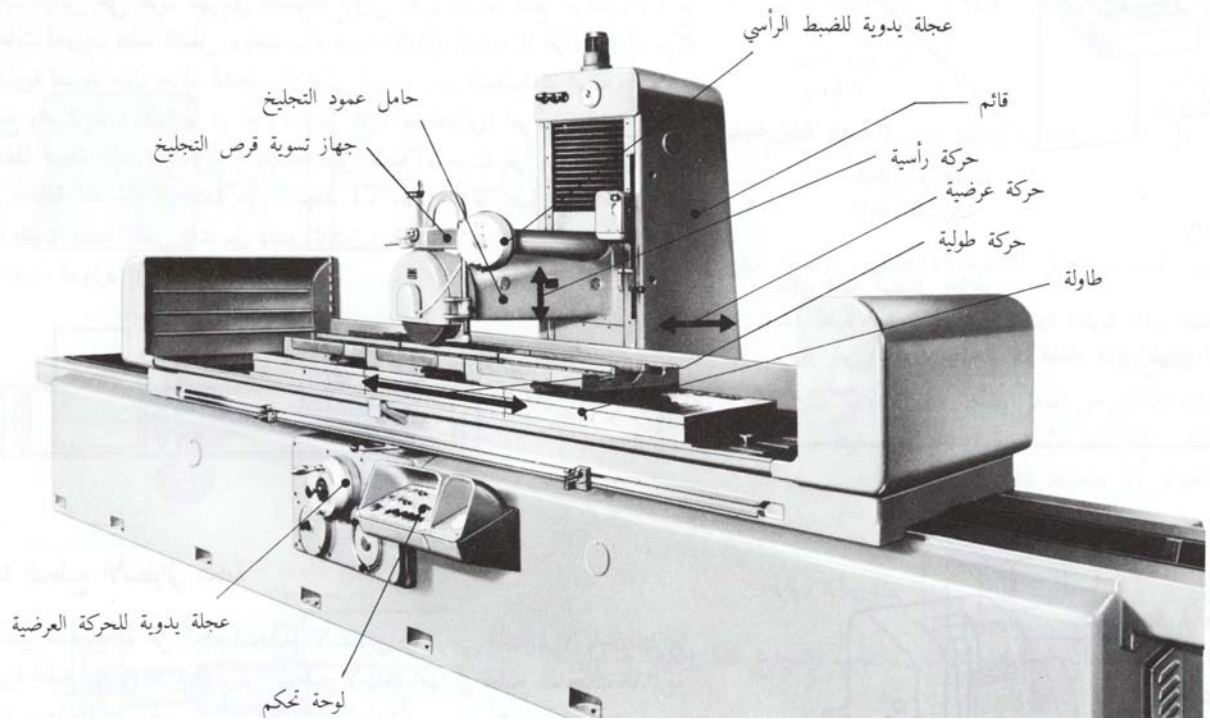
الشكل (8 ـ 5) يوضح مكونات آلة تجليخ أسطح مستوية.



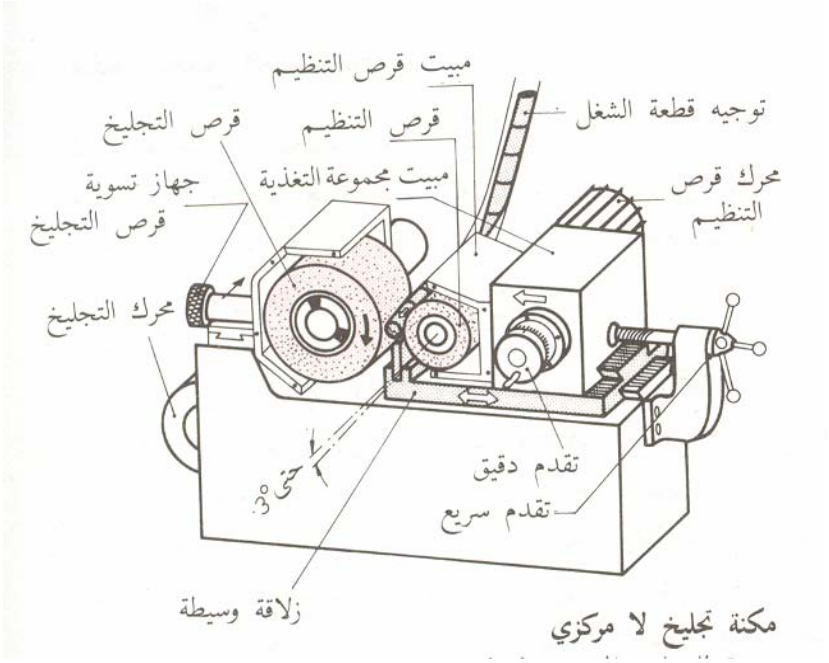
الشكل (8 ـ 5): آلة تجليخ أسطح مستوية. [14]

-المنضدة	تحمل قطعة الشغل حتى حجر التجليخ.
-حجر التجليخ:	يزيل جزء من مادة قطعة الشغل.
-الشفاط (مزيل الغبار):	يزيل الغبار من منطقة التشغيل (الحجر).
-عجلة يدوية لتحريك المنضدة:	توفر حركة طولية للمنضدة.
-عجلة يدوية للتغذية العرضية:	توفر حركة عرضية للمنضدة.
-عجلة يدوية للتغذية الرأسية للمنضدة:	ترفع أو تنزل حجر التجليخ (تغذية سريعة).
-مصدات لمشاوير المنضدة:	تحدد مسافة تحرك المنضدة.
-الواقي Wheel Guard :	لحماية المشغل من تفتت الحجر

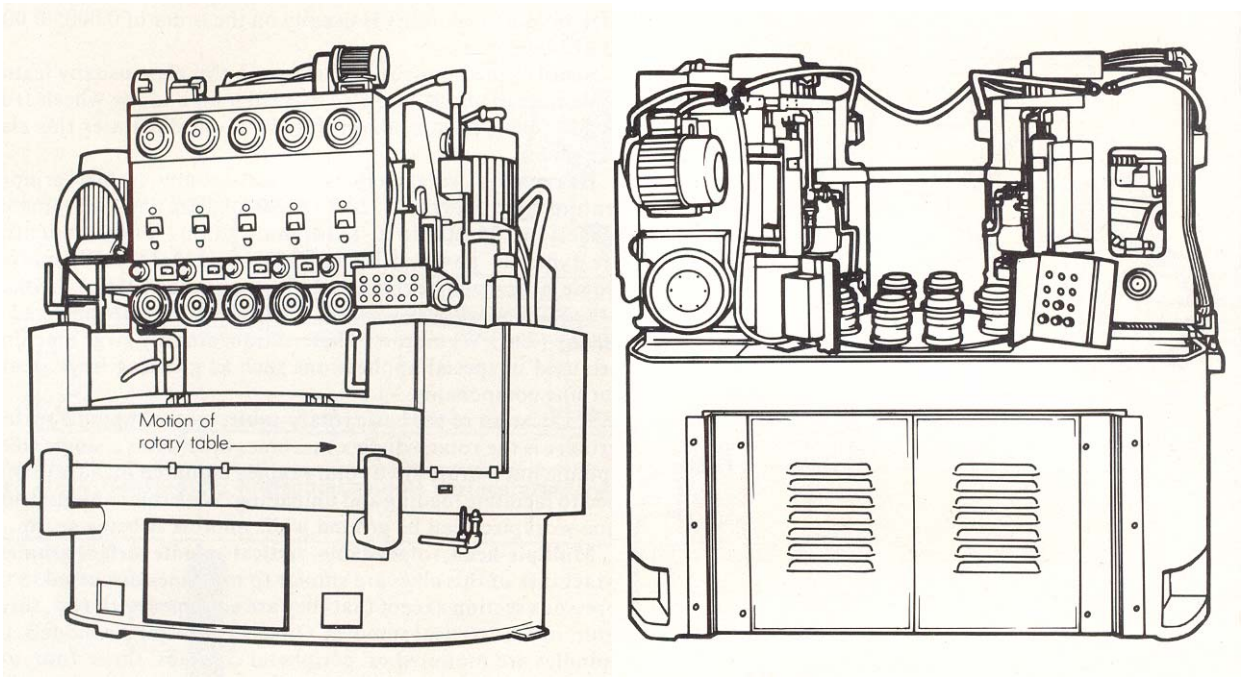
الأشكال (8 ـ 6)، (8 ـ 7) ، (8 ـ 8) توضح آلات تجليخ إنتاجية.



الشكل (8 ـ 6) : آلة تجليخ لقطع الشغل الضخمة.[9]



الشكل (8 ـ 7) : آلة تجليخ لا مركزي.[5]



الشكل (8 ـ 8) : آلات تجليخ متعددة أعمدة الدوران.[9]

الآلة متعددة المحاور تمكن من تركيب عدد كبير من أحجار التجليخ وبالتالي تنفيذ عدة عمليات في تثبيت واحد للقطعة مما ينقص من زمن الإنتاج عبر إلغاء تغيير الآداة وتثبيت القطع وكذلك إلغاء المناولة.

8 - 4) **أحجار التجليخ** Grinding Wheels:

تصنع الأحجار من مكونين، حبيبات القطع والمادة الرابطة والتي تثبت الحبيبات لتعطي شكل الحجر. توجد في داخل الحجر فراغات يطلق عليها اسم **Voids** .

توجد أنواع مختلفة من الأحجار تبعاً للشكل الهندسى، وحجم ونوع الحبيبات، ونوع المادة الرابطة، وكثافة الحبيبات. يهدف تنوع أحجار التجليخ إلى ضمان ملاءمة التنوع في مادة قطعة الشغل ، واختلاف أشكال قطع الشغل ، وتعدد مواضع القطع وتنوع مدى نعومة الأسطح المطلوبة.

1.4.8) رمز الحجر Wheel Symbol :

نسبة لكثرة وتنوع الأحجار ، يستخدم الترميز لتسهيل اختيارها للأعمال المختلفة والتعبير عنها في برامج التشغيل الرقمية وفي خطط الإنتاج.

المثال التالى يوضح رمز حجر:

A 46 k 5 v

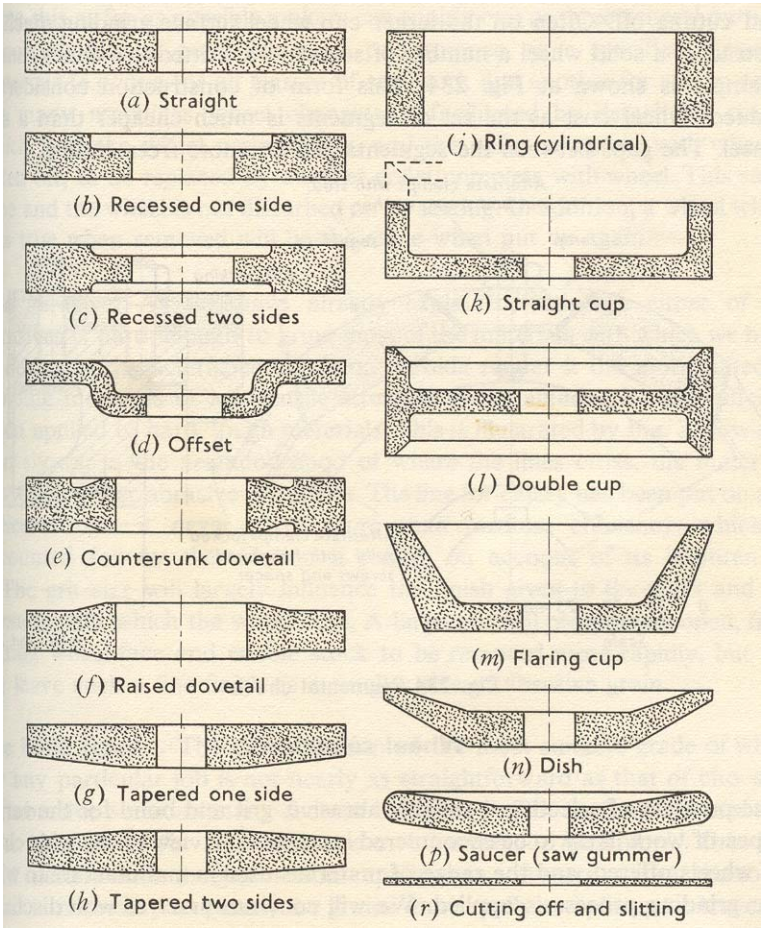
- الحرف الأول (A) يبين نوع مادة الحبيبات (A الومينا و C تعني كربيد سيليكون).
- الرقم (46) يوضح حجم الحبيبات (8 - 24 خشنة، 30 -60 متوسطة، 80 - 180 ناعمة، 200 - 600 ناعمة جداً). انظر جدول (3).
- الحرف (k) يحدد درجة الحجر (A - D طري جداً، E - T طري، U - Y صلد، Z صلد جداً).
- الرقم (5) يعطي معلومة عن كثافة الحجر (1 - 8 كثيف، 9 - 15 قليل الكثافة).
- الحرف الأخير (v) يوضح نوع المادة الرابطة.

توجد أنواع مختلفة من المواد الرابطة، وهي:

V	Vertified	روابط خزفية
B	Resinoid	أصماغ صناعية
R	Rubber	مطاط
E	Shellac	شيلاك
S	Sillicate	روابط سليكاتية
Mg	Magnesia	أكسيد ماغنيسيوم

8 . 4 . 2) أشكال الأحجار Wheel Shapes

الشكل (8 . 9) يبين أنواعاً مختلفة من أحجار التجليخ.



الشكل (8 . 9) : أشكال مختلفة لأحجار التجليخ.[1]

8.5) اختيار الحجر Wheel Selection:

يتم اختيار الحجر تبعاً لضوابط عدة منها:

- حجر برابطة ضعيفة لتجليخ مادة صلدة لأن الحبيبات تتجدد لسهولة انفصالها.
- حجر برابطة قوية لتجليخ مادة طرية مما يضمن عمراً أطول للحجر.
- حبيبات صغيرة الحجم للحصول على نعومة عالية.
- حبيبات كربيد السيلكون لتجليخ مواد مقاومة شدها قليلة.
- حبيبات الالومينا لتجليخ مواد مقاومة شدها ومتانتها عالية.
- حجر برابطة قوية كلما ازدادت سرعات القطع لضمان سلامة العامل.
- حجر برابطة قوية كلما ازدادت اهتزازات الآلة لضمان سلامة العامل.
- حجر برابطة قوية كلما قلت خبرة العامل لتقليل تلف الأداة.

8 - 6) ظروف القطع في التجليخ

الجدول (8 ـ 1) يوضح ظروف القطع في التجليخ.

السرعة المحيطية لأحجار التجليخ

طريقة التجليخ	معادن خفيفة م / ث	كربيد م / ث	الزهر م / ث	الصلب م / ث
تجليخ خارجي	35	8	25	30
تجليخ أسطح	20	8	25	25
تجليخ داخلي	25	8	20	25

سرعات القطع تبعاً لمادة قطعة الشغل والمادة الرابطة

طريقة التجليخ	مادة القطعة	المادة الرابطة	سرعة القطع م / ث
تجليخ أدوات	صلب عدة	Vitrified	15 - 25
	H.s.s	Vitrified	15 - 25
	كربيد	Organic	up to 45
تجليخ يدوي	معادن خفيفة	Vitrified	15
	زهر و برونز	Vitrified	25
	صلب	Vitrified	30

سرعة التغذية مم x عرض الحجر/ دورة

مادة قطعة الشغل	تجليخ خارجي		تجليخ داخلي	
	استقراب	تشطيب	استقراب	تشطيب
صلب	0.6 - 0.84	0.5 - 0.7	0.5 - 0.7	0.2 - 0. 5
زهر	0.25 - 0.4	0.3 - 0.5	0.2 - 0.3	0.2 - 0.4

الجدول (8 ـ 1) : ظروف القطع بالتجليخ.

8 - 7) **زمن القطع بالتجليخ:**

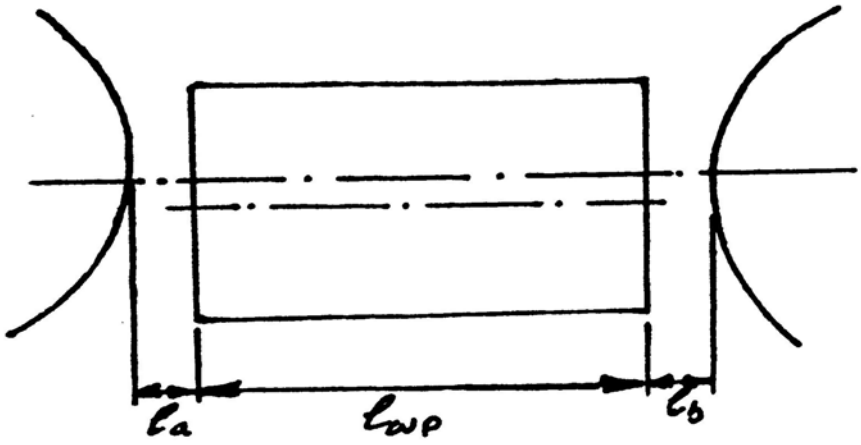
يحسب زمن القطع في التفريز حسب نوع العملية فإن كانت تشابه التفريز، يحسب كما في التفريز وكذلك في التجليخ الإسطواني كما في الخراطة، وفي تجليخ الثقوب كما في الثقب.

يتم حساب زمن القطع عبر قسمة المسافة التي تتحركها الأداة (المنضدة) بسرعة التغذية على السرعة التي تتحرك بها.

تحدد مسافة التحرك كما في الخراطة والتفريز عبر جمع مسافة ما قبل التلامس مع قطعة الشغل مع طول القطعة و المسافة التي تضمن خروج الحجر من منطقة القطع.

$$[mm] \quad L = l_b + l_{wp} + l_a$$

الشكل (8 ـ 10) يوضح هذه المسافات الثلاث في تجليخ الأسطح المستوية.



الشكل (8 ـ 10): مسافة القطع الكلية في تجليخ الأسطح المستوية.

8 - 8) ضوابط السلامة في التجليخ Safety Rules in Grinding :

قبل تشغيل الآلة تأكد من أنك تعرف كيف يتم:

- إيقاف الآلة في حالة الطوارئ.
- تشغيل كل وسائل التحكم في الآلة.

افحص ما يلي:

أ) السرعة القصوى المسموح بها (دورة /دقيقة) للحجر الذي تم تركيبه.

ب) حالة حجر التجليخ والتوصيلات (القابولات)الكهربائية.

ج) مدى ثبات الصامولة الرابطة للحجر.

ح) مستوى الزيت في الآلة.

خ) ضبط وضع ساحب الغبار (الشفاط).

د) مدى سلامة خرطوم وفوهة سائل التبريد.

ذ) مستوى سائل التبريد في ماعونه.

ر) تأكد من صحة وضع الواقي.

ط) تأكد من أن أي وسيلة تثبيت لقطعة الشغل، مثبتة بقوة كافية للمنضدة والمنضدة المغناطيسية ممسكة بقطعة الشغل بقوة.

هـ) تأكد من وجود حرية لحركة الحجر رغم وجود قطعة الشغل و من أن المصدات مضبوطة على نحو صحيح.

و) تأكد من أن التغذية الآلية مفصولة.

ي) أبعد أي أدوات أو وسائل قياس من منضدة الآلة.

تشغيل الآلة:

أ) قف بعيداً عند تشغيل الحجر.

ب) لا تحرك المنضدة عرضياً بسرعة عندما:

- يكون الحجر قريباً من قطعة الشغل.
- تكون المنضدة قريبة من الحجر.

ج) قبل تنفيذ أي قطع تأكد من أن الأداة لا تصطدم بقطعة الشغل في أي موضع.

ح) عندما يلمس الحجر سطح قطعة الشغل للمرة الأولى، حرك الحجر على كامل طول قطعة الشغل (ربما يكون سطح القطعة مائلاً بدرجة كبيرة) أيضاً اختبر مدى استواء القطعة في اتجاه عرضها.

خ) احفظ يدك بعيداً عن الحجر الدائر وعن قطعة الشغل المتحركة.

د) لا تمرر إصبعك على سطح قطعة الشغل أو أن تزيل الرايش عندما تعمل الآلة.

ذ) انصت لصوت الحجر عندما يقطع وتعلم أن تتعرف متى يقوم الحجر بالقطع بكفاءة عالية.

ر) إذا بدأ الحجر في الارتداد ، سوف تسمع ذلك و ترى سوء السطح المنتج. ولتصحيح الخلل، انحت الحجر.

و) اسأل الملاحظ مساعدتك إذا تعرضت لأي مشكلة. هذا هو سبب وجوده كملاحظ.

ي) في حالة وقوع حادثة، أوقف الآلة بمفتاح الإيقاف. عادة لا يجب ترك الآلة تعمل بدون وجود مراقب لها. إذالأي سبب كان - استمر الحجر في الدوران بدون أن يقطع، أو إذا كان عليك الابتعاد عن الآلة، ضع حاجز واقي لحماية الحجر. ضع ملاحظة مكتوب عليها " الحجر يدور".

تمارين:

a. وضح أهمية التجليخ.

b. عرف عملية التجليخ.

c. ما هي أنواع التجليخ؟

d. ما هي استخدامات التجليخ؟

e. ما هي الأشياء التي تميز آلة تجليخ أسطح مستوية عن آلة تفريز؟

f. ما هي المكونات التي يصنع منها حجر تجليخ؟

g. اذكر ثلاثة أنواع من المواد الحاكة؟

h. ما أسباب تنوع أحجار التجليخ؟

i. اكتب رمزاً لحجر تجليخ ووضح معاني مكونات الرمز.

j. اذكر خمسة من ضوابط اختيار حجر تجليخ.

k. علل استخدام حجر صلد لتجليخ مادة طرية.

l. علل استخدام عامل قليل الخبرة لحجر صلد.

m. وضح كيفية حساب زمن القطع عند تجليخ الأسطح المستوية.

n. اذكر ما يجب فحصه قبل البدء بعملية تجليخ.

o. اذكر خمسة من ضوابط السلامة عند التجليخ.

الفصل التاسع : طرائق التشغيل غير التقليدية

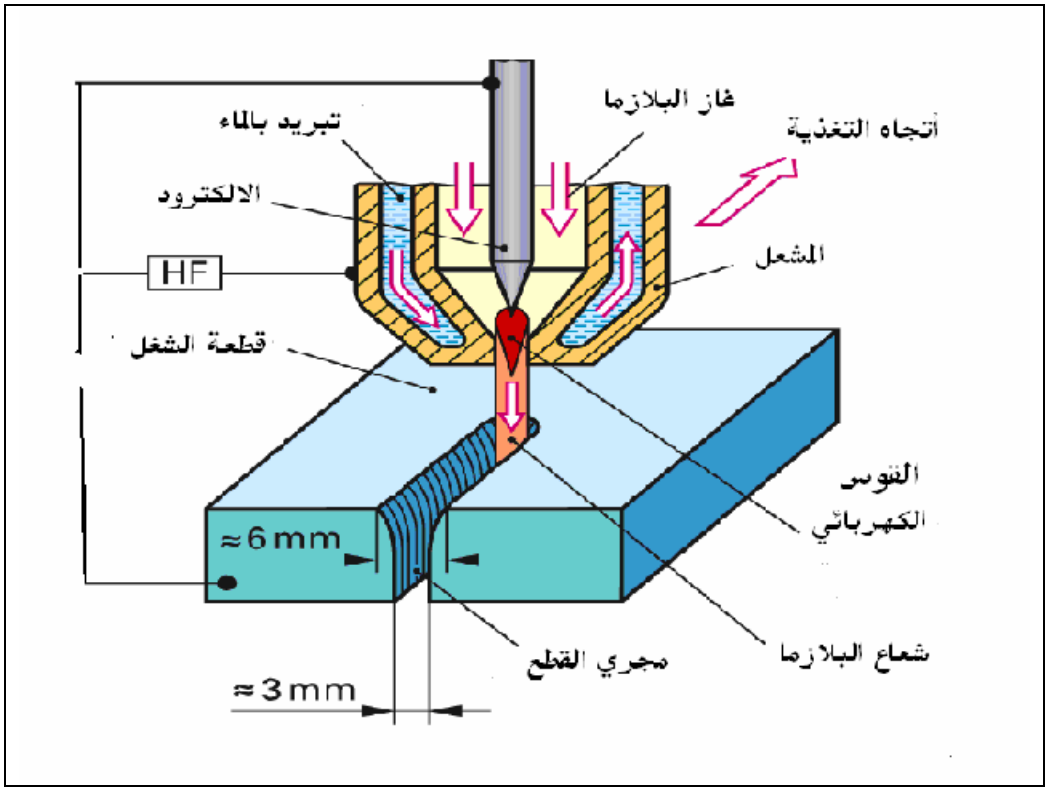
Nontraditional Machining Processes

تضم طرائق التشغيل غير التقليدية أساليبا متنوعة لتشغيل المعادن منها الميكانيكي، والكهربائي، والحراري والكيميائي. تم تطوير هذه الطرق بعد 1940 واستخدمت أساساً في احتياجات غزو الفضاء. توسع استخدامها في المجالات الأخرى بغرض:

- تحسين جودة المنتجات (دقة المقاييس ونعومة السطح).
- تشغيل معادن عالية الصلادة.
- إنتاج قطع معقدة الشكل بالأخص القوالب المعدنية.

1.9) التشغيل بقوس البلازما Plasma Arc Machining .

تستخدم في قطع الصلب السبائكي والمعادن غير الحديدية والمواد غير المعدنية. يصل السمك الذي يمكن قطعه من 1 إلى 100 مم. تبلغ سرعة القطع 6 مم / دقيقة. تمتاز بأنها يمكن أن تقطع كل المعادن بسرعة عالية وحافة قطع خالية من الزوائد والعيوب. يعيبها ارتفاع سعر معداتها واحتياجها لاحتياطات خاصة لمعالجة الضجيج الصادر والدخان والغبار وحماية العين من الأشعة فوق البنفسجية. الشكل (1.9) يوضح طريقة التشغيل بالبلازما.

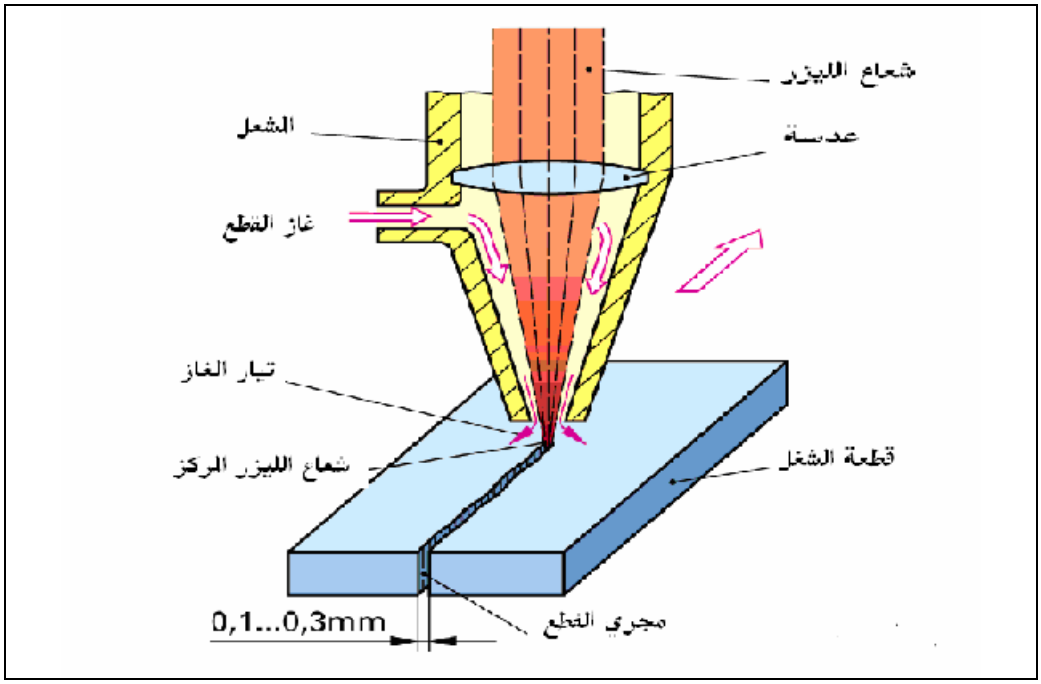


الشكل (1.9): قطع المعادن بالبلازما [14]

ينشأ قوس كهربائي بين الكترود التنجستن وإطار المشعل يسمي القوس الابتدائي. عند مرور غاز آرجون أو هليوم أو نتروجين على هذا القوس يحدث له تأين (يطلق عليه الآن بلازما) ويصبح جيد التوصيل للكهرباء. بوصول البلازما إلى قطعة الشغل يحدث تفريغ كهربائي بينها وبين الالكترود وينشأ قوس كهربائي يسمي القوس الثانوي ويحدث إيقاف للقوس الابتدائي. تصل درجة حرارة البلازما 30000 درجة مئوية تؤدي هذه الحرارة العالية المركزة على منطقة صغيرة من سطح قطعة الشغل إلى تبخر المنطقة وتتم إزالة نواتج القطع عبر تدفق الغاز المتأين. يجب تبريد المشعل كما يوضح الشكل وذلك لحمايته من الانصهار.

2.9) التشغيل بالليزر Laser Beam Machining :

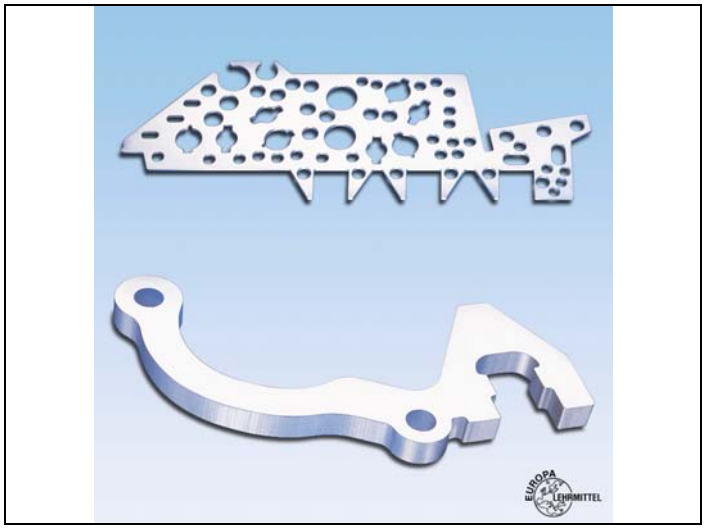
يعتبر الليزر أشعة ضوئية عالية الطاقة تنتج في معدات خاصة عبر خلق رنين ضوئي أما في غاز أو في بلورات صلبة. يتم تركيز الضوء الصادر على مساحة صغيرة جداً من سطح قطعة الشغل. يحدث انصهار أو تبخر للمعدن في منطقة تأثير شعاع الليزر ويتم إزالة نواتج القطع عبر تدفق الغاز الخامل المرافق (الآرجون أو النتروجين) للشعاع. الشكل (1.2.9) يوضح طريقة التشغيل بالليزر.



الشكل (1.2.9) : القطع بالليزر[14]

يستخدم الليزر في قطع وحفر كل أنواع الصلب، سبائك الالومونيوم، البلاستيك والخزفيات. يبلغ السمك المقطوع 10 مم في حالة الصلب ويمكن قطع رقائق بلاستيكية يبلغ سمكها .1 مم. تبلغ

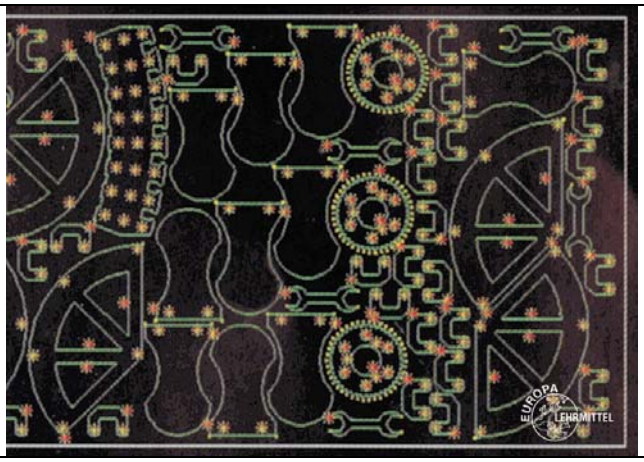
سرعة القطع .و6 م / دقيقة عند قطع الصلب و90 م / دقيقة عند قطع البلاستيك. الشكل (2.2.9) يوضح أمثلة لقطع شغل أنتجت عبر التشغيل بالليزر يتضح منها الجودة العالية للقطع.



الشكل (2.2.9):أمثلة لقطع شغل أنتجت عبر التشغيل بالليزر[14]

يمكن استخدام الماء كوسيلة إزالة نواتج القطع مما يقلل من تأثير الحرارة على حواف منطقة القطع (يستخدم ذلك عند قطع لوحات السليسيوم المستخدمة في الصناعات الإلكترونية).

يمتاز التشغيل بإمكانية قطع كل المواد وإنتاج حواف قطع عالية الجودة (بدون تأثر حراري ، بها نعومة واستقامة وخالية من الزوائد) وكذلك إمكانية تنفيذ ثقوب صغيرة القطر جداً وتنفيذ القطع بسرعة عالية. يعيبه ارتفاع سعر معداته وضرورة توفر احتياطات أمان مكلفة. تساعد البرامج الحاسوبية من تقليل الفاقد من الصفيح عبر دقة توزيع القطع المطلوبة على سطح الصفيحة. (انظر الشكل (3.2.9))

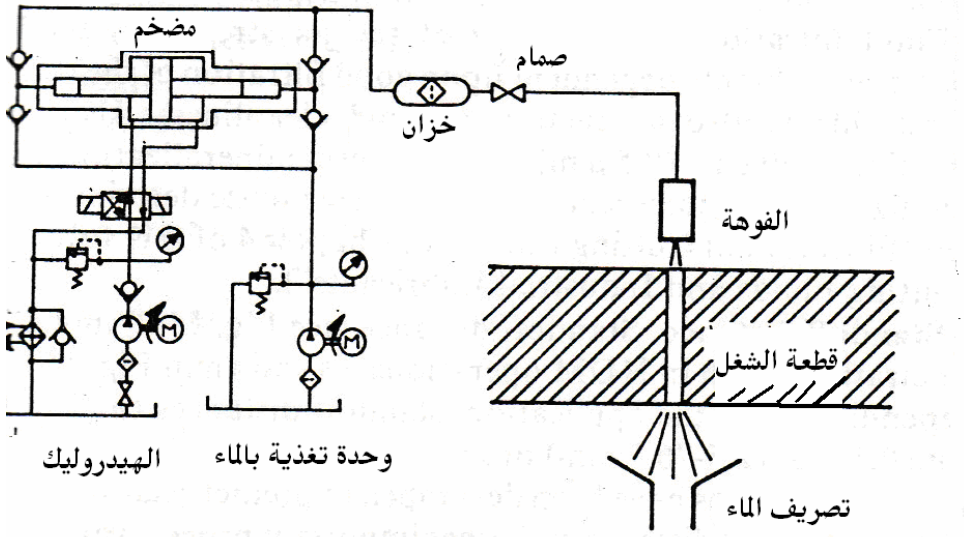


الشكل (3.2.9): توزيع القطع على سطح الصفيحة[14]

3.9) التشغيل بالماء Water Jet Machining :

يستخدم شعاع ماء بقطر 0.1 إلى 0.5 مم بضغط عالي يصل إلى 4000 بار مضاف إلية مادة حاكة مثل الرمل في قطع كل المعادن والمواد غير المعدنية مثل البلاستيك والمنسوجات وغيرها بسمك من 1 إلى 100 مم. تبلغ سرعة القطع 4،. م / دقيقة عند قطع الصلب و 8،. م / دقيقة عند قطع الألومونيوم. تمتاز طريقة التشغيل بشعاع الماء بإمكانية قطع كل المعادن وبعدم وجود تأثير حراري على حواف القطع مما يعني عدم إمكانية حدوث تشوهات بقطع الشغل.

الشكل (1.3.9) يوضح طريقة التشغيل بشعاع الماء.

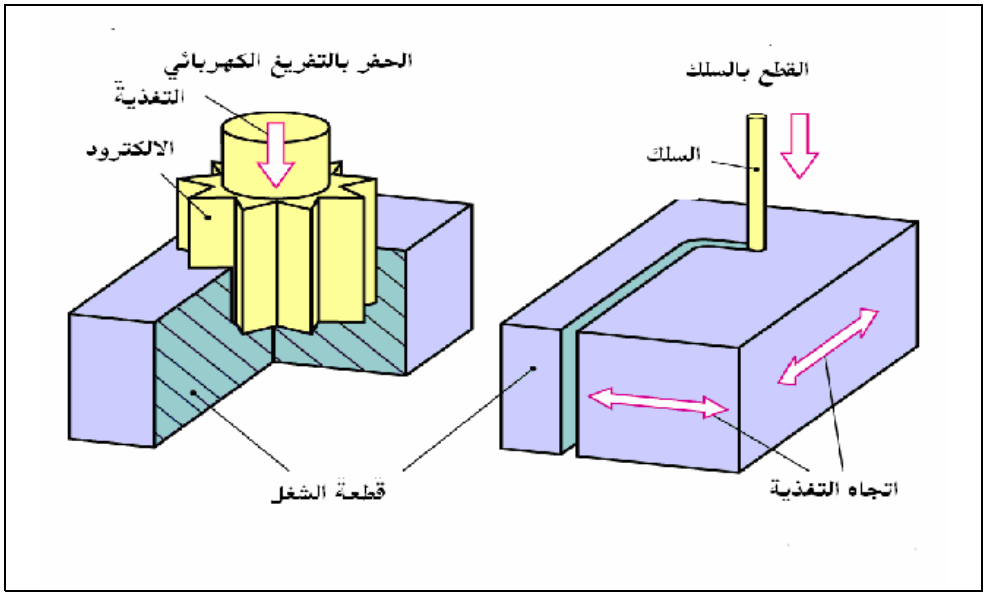


الشكل (1.3.9):طريقة التشغيل بشعاع الماء. [9]

تستخدم معدات متحكم فيها رقمياً لتنفيذ القطع بالماء . يتم التحكم في سرعة القطع، مسافة الفوهة من سطح قطعة الشغل، وضغط الماء و حركة تغذية قطعة الشغل.

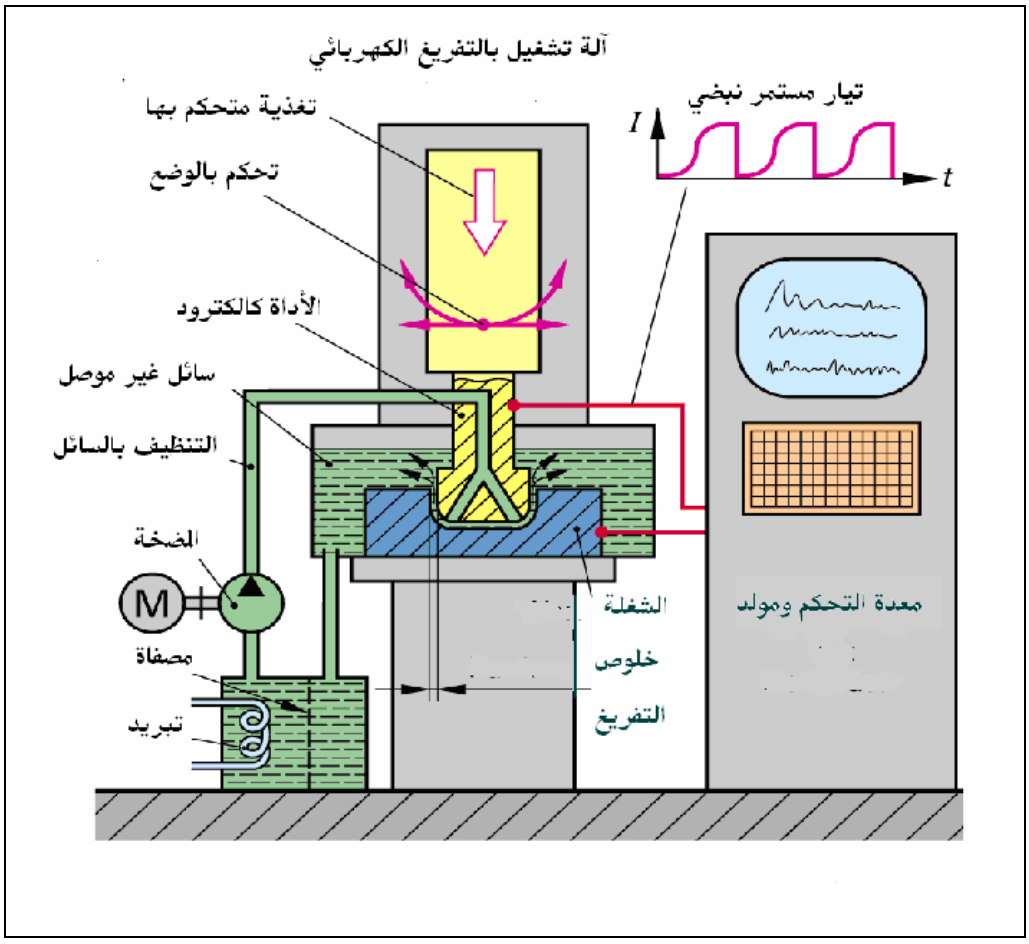
4.9) التشغيل بالتفريغ الكهربائي Electro Discharge Machining :

تستخدم لتشغيل المواد عالية الصلادة وإنتاج أشكال معقدة مثلما في حفر القوالب المعدنية وأشكال ذات حواف كثيرة الانحناءات. يوجد نوعان أساسيان لهذه الطريقة . الشكل 1.4.9) يوضح طريقة الحفر والمستخدمة في إنتاج القوالب المعدنية والكتابة وطريقة القطع للحصول على حواف منحنية ومستقيمة.



الشكل 1.4.9): التشغيل بالتفريغ الكهربائي. [14]

يتم الحفر عبر ختم يماثل شكله الحفر المطلوب إنتاجه ويصنع الختم من الجرافيت أو النحاس أو سبائك النحاس والتنجستن أو والنحاس والزنك. بينما في حالة القطع يستخدم من سبيكة نحاس وزنك. الشكل (2.4.9) يوضح طريقة الحفر والمعدات المستخدمة بها.

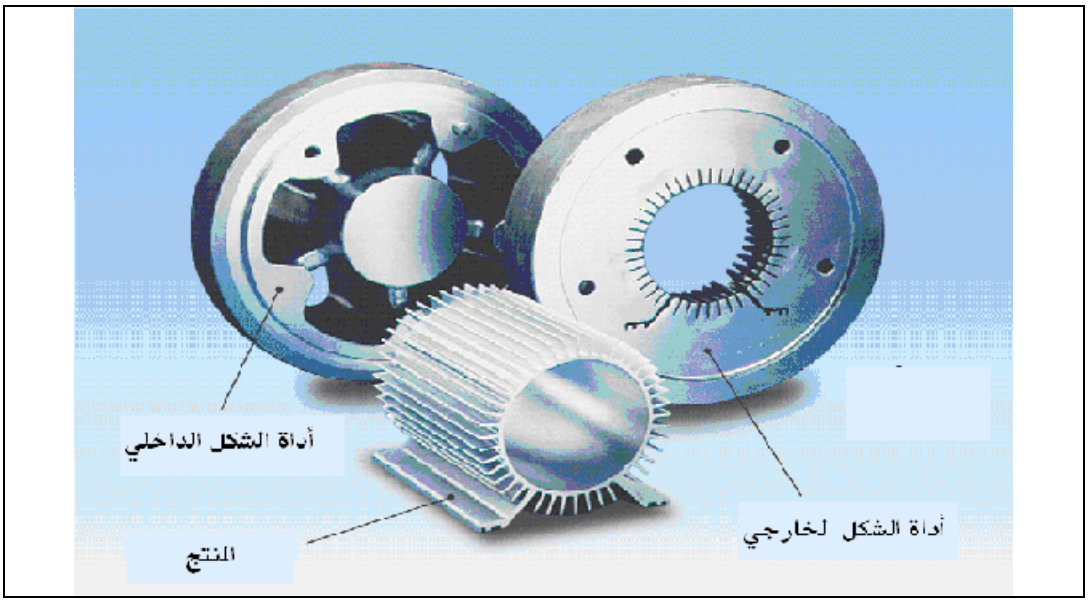


الشكل (2.4.9): معدات طريقة الحفر [14]

يعمل الختم ككاتود وقطعة الشغل تمثل الآنود. يوصل التيار الكهربائي على نبضات متكررة بتردد مابين 200 إلى 500000 هيرتز، مما يحدث تفريغ كهربائي عبر المسافة الصغيرة بين الختم وقطعة الشغل والتي تبلغ 3،. إلى 1 ،. مم. يقوم السائل غير الموصل كهربائياً (زيت معدني) والذي يغمر قطعة الشغل بإزالة نواتج الحفر. يتم تحريك الختم لأسفل بمعدل يتناسب مع معدل الحفر لكي تظل المسافة بينه وبين قطعة الشغل ثابتة.

يبدأ أنبعاث الكترونات وأيونات من الكاتود تتجمع في السائل ثم يحدث تفريغ كهربائي (مرور التيار). بتجمع المزيد من الأيونات يستمر التفريغ الكهربائي وتبلغ درجة الحرارة الناتجة من اصطدام الإلكترونات بقطعة الشغل 12000 درجة مئوية تؤدي لتبخر المعدن ويزيل السائل نواتج الحفر.

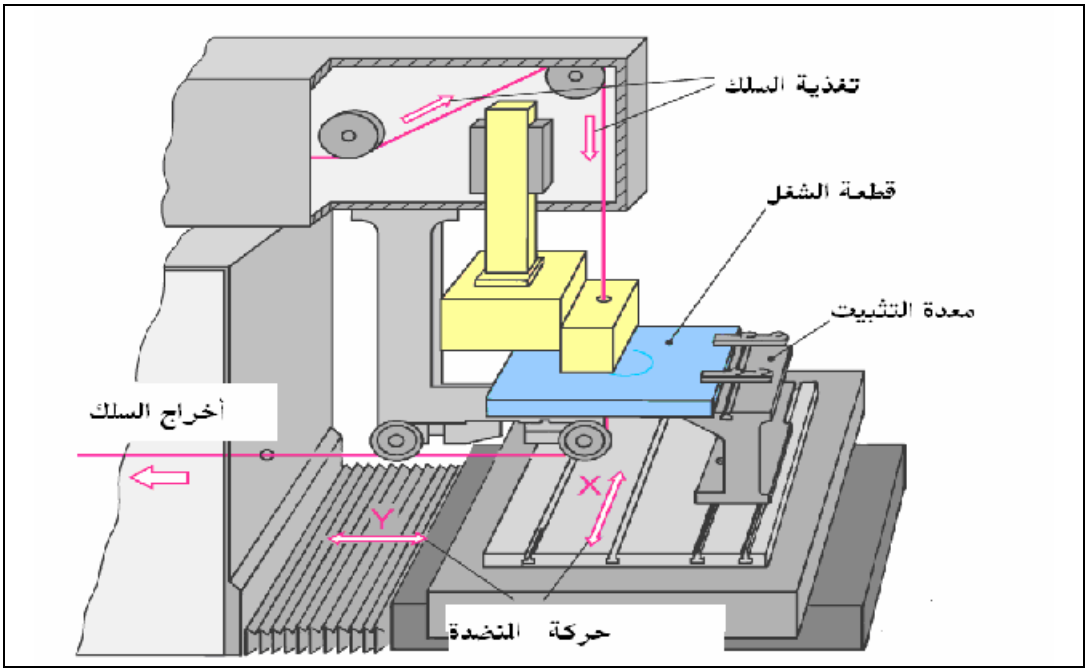
الشكل (3.4.9) يوضح مثالاً لمنتج هو قالب بثق منتج عبر عملية التفريغ الكهربائي ويلاحظ الجودة العالية لعملية التشغيل.



الشكل (3.4.9): قالب بثق منتج بالتفريغ الكهربائي.[14]

عند القطع بالسلك والمستخدم في إنتاج مثلاً قوالب البثق يستخدم سلك من سبيكة نحاس وزنك بقطر 1، . إلى 3، . مم. يتم القطع داخل ماء تم إزالة الأملاح منه ليصبح غير موصل. تمكن هذه الطريقة من قطع الصلب السبائكي عالي الصلادة وتنتج حواف عالية الدقة وذات نعومة سطح تبلغ 7، . ميكروميتر. يتم استخدام آلات متحكم فيها رقمياً للتحكم في سرعة حركة السلك وتغذية قطعة الشغل وشدة التيار والجهد.

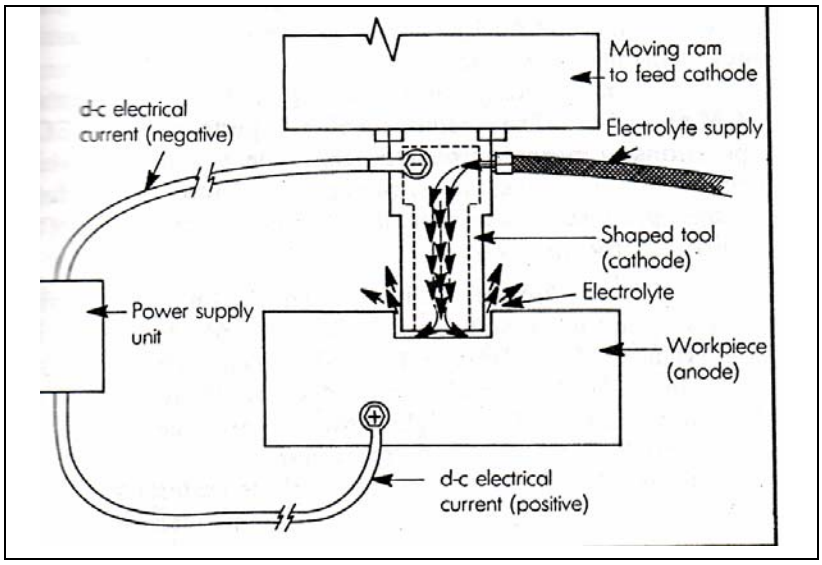
الشكل (5.4.9) يوضح طريقة القطع بالسلك.



الشكل (5.4.9) : طريقة القطع بالسلك. [14]

5.9) التشغيل الكهروكيميائي Electrochemical Machining

تتشابه هذه الطريقة مع طريقة التفريغ الكهربائي في أغلب مكوناتها ما عدا أن السائل المستخدم هنا يعتبر موصلاً للتيار. الشكل (1.5.9) يوضح طريقة التشغيل الكهروكيميائي.



الشكل (1.5.9): طريقة التشغيل الكهروكيميائي [9]

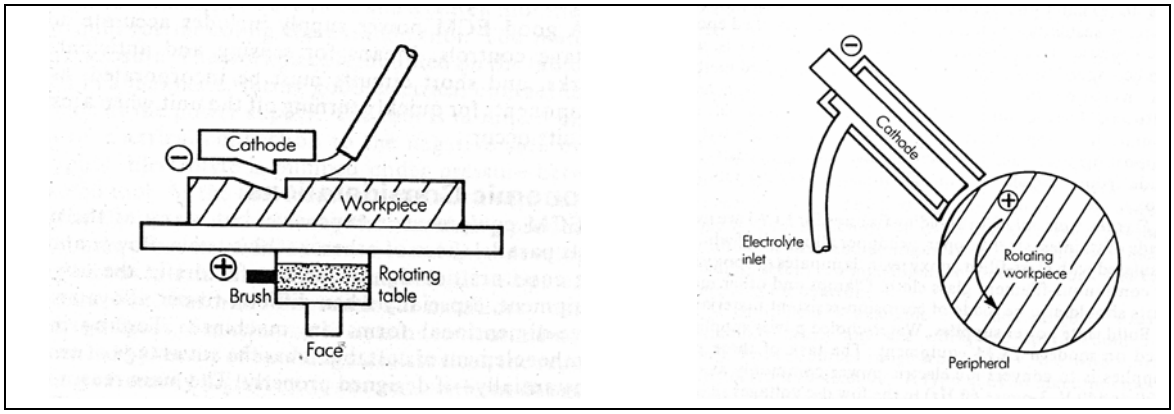
يؤدي مرور التيار المتردد ذي الأمبير العالي (50 – 40000 أمبير) والجهد المنخفض (5 – 30 فولت) بين الكاتود (الختم) والآنود (قطعة الشغل) المغموران في الكتروليت (سائل موصل للتيار) إلى انبعاث الكترونات من سطح القطعة مما يفكك الرابطة المعدنية لنسيج الجزئيات المكونة للسطح. تنتقل ذرات المعدن على المحلول الإلكتروليتي على هئية أيونات موجبة. في نفس الوقت تتولد أيونات هيدروجين بالمحلول تتحول لذرات وتتجمع كجزئيات على سطح المعدن. يقوم المحلول الإلكتروليتي المتجدد بإزالة نواتج الحفر وجزئيات الهيدروجين وتقوم بتقليل الحرارة في سطح قطعة الشغل. تحقق هذه الطريقة دقة أبعاد عالية (تفاوت يبلغ 3.، . ميكروميتر ونعومة سطح تبلغ 8 ، . ميكروميتر).

يجب أن يتصف المحلول الإلكتروليتي بما يلي:

- غير آكال - رخيص الثمن - غير سام - موصل جيد للتيار

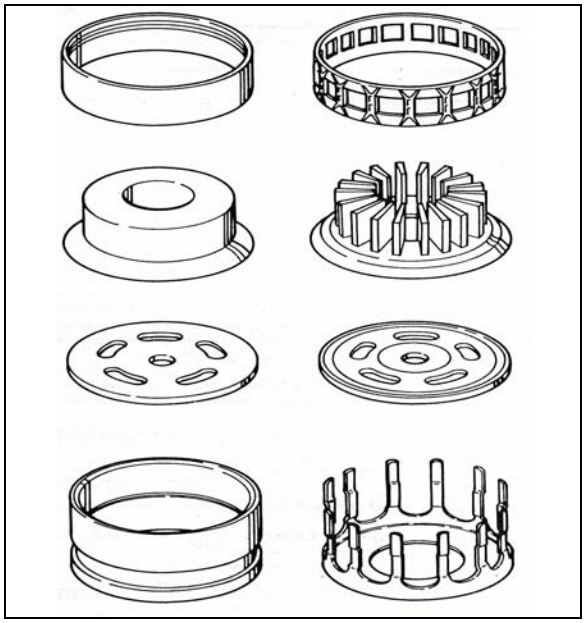
يستخدم في حالة تشغيل الصلب الكربوني والسبائكي محلول كلوريد الصوديوم بتركيز 60 – 240 جم / ليتر. في حالة تشغيل النحاس وتشغيل التنجستن والمولبدينيوم يستخدم محلول نترات الصوديوم. تضاف للمحلول مواد تحسن من قابلية التصاقه بسطح قطعة الشغل ومواد تقلل من تآكل المعدن بفعل المحلول.

الشكل (2.5.9) يوضح بعض تطبيقات التشغيل الكهروكيميائي.قطعة الشغل على اليمين تدور بينما الأداة ساكنة. على اليسار الأداة تتطابق مع الشكل المطلوب حفره.



الشكل (2.5.9): بعض تطبيقات التشغيل الكهروكيميائي.[9]

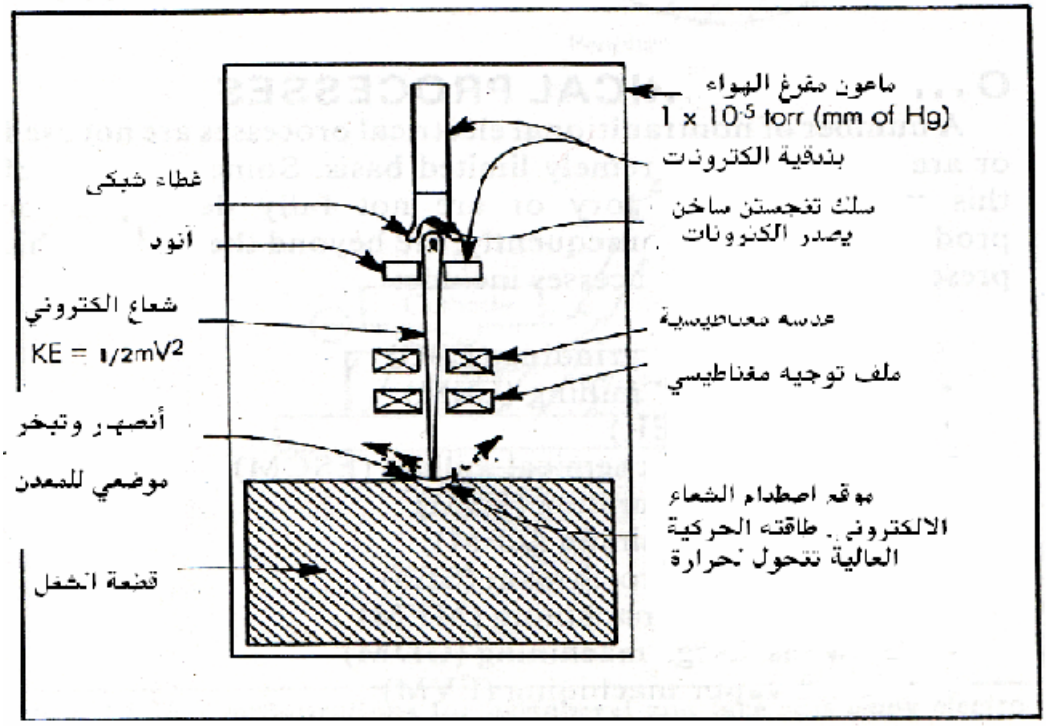
الشكل (3.5.9) يوضح أمثلة لقطع منتجة بطريقة التشغيل الكهروكيميائي. يلاحظ وجود أشكال معقدة ويلاحظ جودة التشغيل.



الشكل (3.5.9) : أمثلة لقطع منتجة بطريقة التشغيل الكهركيميائي.[9]

6.9) التشغيل بالشعاع الإلكتروني Electron Beam Machining

الشكل (1.6.9) يوضح طريقة التشغيل بالشعاع الإلكتروني.



الشكل (1.6.9): طريقة التشغيل بالشعاع الالكتروني.[9]

يتم في بندقية الإلكترونات عبر التفريغ الكهربائي النبضي بين سلك من التنجستن وموجه مغناطيسي الحصول على الكترونات. يتم تركيز شعاع الإلكترونات عبر حقل كهربيية ساكنة ومجالات مغناطيسية وتوجيهها عبر ملفات مغناطيسية لتصطدم بمساحة صغيرة جداً (5.، . مم) من سطح قطعة الشغل. تتحرك الإلكترونات بسرعة عالية تبلغ نصف سرعة الضوء في جو مفرغ من الهواء. يضمن تفريغ الهواء عدم تشتت الشعاع الإلكتروني بسبب الاصطدام بذرات الهواء ويضمن كذلك عدم تأكسد قطعة الشغل. ينتج اصطدام الإلكترونات ذات الطاقة الحركية العالية بمساحة صغيرة من سطح قطعة الشغل حرارة تتعدي 12000 درجة مئوية مما يؤدي لتبخر مادة القطعة وتكون حفرة.

يستخدم الشعاع الإلكتروني في ثقب، قطع وإنتاج حزوز في المعادن والمواد غير المعدنية. نتيجة لضرورة وجود تفريغ للهواء، يمكن تشغيل قطع صغيرة الحجم فقط، وبسبب الحاجة لإدخال وإخراج قطع الشغل يمكن فقط إنتاج دفع صغيرة.

فيما يلي أمثلة لاستخدامات طريقة التشغيل بالشعاع الإلكتروني:

- تنفيذ ثقوب صغيرة متجاورة قطرها من 1.، .إلى 1 مم بتفاوت يبلغ 5..، . مم.
- قطع حواف مستقيمة وناعمة في قطع معدنية سمكها يبلغ حتي 6.3 مم.
- إنتاج قوالب سحب الأسلاك المصنعة من مواد عالية الصلادة مثل كربيد التنجستن.
- تنفيذ ثقوب في أجزاء ضخ الوقود بمحركات الديزل ومحركات الصواريخ.

10) نبذة مختصرة ومبسطة عن تشغيل المعادن باستخدام آلات متحكم فيها رقمياً

1.10) مقدمة :

سعى الإنسان دائماً لتحسين أدوات ووسائل العمل بهدف تسهيل عملية إنتاج الاحتياجات المختلفة من غذاء، وكساء، ومسكن، وأسلحة، وحلي وغيرها من الضروريات. ولعله بقدوم الثورة الصناعية توفرت الكثير من الآلات المتطورة. ازدياد تمدن المجتمعات وزيادة حدة المنافسة زادت الحاجة لإنتاج القطع الهندسية بكميات كبيرة وجودة عالية وهكذا نشأت الحاجة لتطوير آلات أوتوماتيكية. كانت الوسائل الأولى في التحكم في العمليات المنفذة هي الكامات (الحدبات) وغيرها من الوسائل الميكانيكية. أحد الأمثلة المهمة للتحكم طبقت في فرنسا قبل مائة وثلاثة وستين عاماً ، حيث استخدمت لوحات مثقبة في التحكم في نسج الأقمشة. تطور استخدام اللوحات المثقبة حتى قدوم الحاسب في خمسينات القرن الماضي وظهور الشريط المثقب وهو ما يطلق عليه التحكم الرقمي (**NC–Numerical Control**). في التحكم الرقمي تتلقى الآلة الأوامر المختلفة من خلال قراءة الثقوب عبر وسائل ميكانيكية أو هواء مضغوط أو شعاع ضوئي وبالتالي حدوث توصيل وإغلاق لدوائر الموتورات الكهربائية المتصلة بعمود الإدارة أو عمود الجر في المخرطة مثلاً في تتابع هو تسلسل عمليات تشغيل القطعة. بتطور الحاسبات أمكن تحقيق صلة مباشرة بين الآلة والحاسب وبالتالي الاستغناء عن الشريط المثقب. ذلك هو التحكم الرقمي بالحاسب - **CNC Computer Numerical Control**.

لقد أنتشر استخدام التحكم الرقمي في عمليات التشغيل، والتشكيل، واللحام، والطلاء، والتجميع، والتغليف ومناولة المواد. في عمليات التشغيل يستفاد من التحكم الرقمي بالحاسب في إنتاج الشغلات المطلوبة بأعداد كبيرة، أو إنتاج قطع الغيار المطلوبة باستمرار، صيانة أدوات العمل مثل تنفيذ وصيانة ممرات الدرفلة في درافيل القطاعات، وكذلك في تنفيذ عمليات إنتاج القوالب بالحفر بآلات التفريز الرأسية أو بالتفريغ الكهربائي، حيث يهتم بدقة الأبعاد وحيث توجد منحنيات يصعب تنفيذها على آلة تقليدية مهما كانت مهارة مشغلها.

2.10) نظرية التحكم الرقمي بالحاسب :

عند تنفيذ عمليات تشغيل على آلة تقليدية ، يجب على العامل القيام بما يلي:

- تثبيت قطعة الشغل والتأكد من دقته.
- تركيب أداة القطع والتأكد من دقته.
- ضبط عمق القطع
- ضبط سرعة دوران عمود الإدارة (سرعة القطع)
- ضبط سرعة التغذية
- ضبط موقع فوهة سائل التبريد وتشغيل التبريد
- ضبط موضع المصدات
- تشغيل الآلة.
- تنفيذ مشاوير القطع
- تغيير تثبيت القطعة
- ضبط ظروف القطع
- تغيير الأقلام
- إرجاع القلم لموقع مناسب
- التأكد من دقة أبعاد ونعومة أسطح قطعة الشغل.
- إيقاف الآلة
- فك قطعة الشغل
- فك الأقلام وتقييم مدي تلفها

أن تنفيذ ما ذكر من أعمال يتم عبر تشغيل العامل لموتور كهربائي كما في حالة ضبط سرعة الدوران وتشغيل المبرد والمزلق وسرعة التغذية أو عبر إدارة يدوية للولب كما في ضبط عمق القطع أو إدارة دودة لتعشيق ترس محدد. أذن بتوفر موتور كهربائي لتحريك القلم والدودة أو تشغيل نظام هيدروليكي أو نيوماتى لتثبيت قطعة الشغل والقلم ، يمكن الآن تنفيذ كل الأعمال آليا بمجرد توصيل وفصل التيار. وبهذا فإن التحكم الرقمي بالحاسب هو إصدار أوامر فصل وتوصيل التيار تبعا لبرنامج محدد ينفذ لكل قطعة شغل بمفردها.

3.10) برنامج التحكم الرقمي بالحاسب لعمليات تشغيل :

يتكون برنامج تحكم رقمي من:

- حروف مثل (**N** لتحديد رقم البرنامج والخطوات , **S** للرمز لسرعة القطع، **f** لسرعة التغذية، **T** لتحديد أداة القطع)
- أرقام لتحديد مقدار سرعة الدوران والتغذية ومسافة القطع وعمق القطع.
- رموز تبدأ دائماً بـ حرف **M** يتلوها رقمان تحدد عمليات متنوعة مثل(**M03** تدوير عمود الإدارة في اتجاه عقارب الساعة، **M07** تشغيل المبرد والمزلق، **M05** إيقاف سريع لعمود الإدارة، **M60** تغيير اقطعة لشغل، **M10** إغلاق الفكوك وغيرها (انظر حقيبة التحكم الرقمي))

- رموز تبدأ بحرف **G** يتلوه رقمان لتحديد أوامر خاصة بمشاوير تحرك أداة القطع مثلا (**G01** للحركة في خط مستقيم، **G02** حركة دائرية في اتجاه عقارب الساعة، **G97** مقدار سرعة دوران عمود الإدارة وغيرها (انظر حقيبة التحكم الرقمي))

مثال على ذلك **N10 G96 S200 F0.2 T01**

N10 تعني الخطوة العاشرة في البرنامج

G96 تعني أن سرعة القطع يجب أن تكون ثابتة

S200 تعني أن سرعة القطع في الخطوة العاشرة هي 200 متر / دقيقة

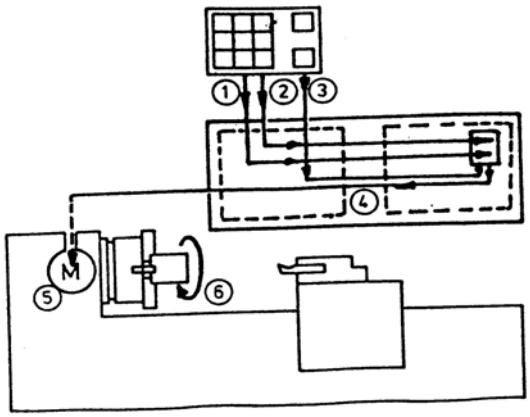
F0.2 تعني أن سرعة التغذية في الخطوة العاشرة هي 0.2 مم / دورة.

T01 تعني أن القلم المستخدم في الخطوة العاشرة هو القلم رقم 1.

باستخدام ما ذكر من حروف وأرقام يتم كتابة برنامج مفصل يهتم فيه بأي تفصيلة مهما كانت صغيرة ، لأن الآلة لا تفكر ولا تنفذ سوي ما كتب لها، يمكن إنتاج قطع الشغل بأي أعداد مهما كانت كبيرة وبنفس الجودة العالية طالما الآلة تتم صيانتها دوريا. ويمكن كذلك أن يشرف عامل واحد على عدة آلات تشغيل في نفس الوقت. بهذا يضمن التحكم الرقمي بالحاسب إنتاجية كبيرة لعدم وجود أوقات ضائعة بالأخص عند استخدام مخارط برجية ، ولدقة ضبط مسافات تحرك الأداة، جودة عالية لقطع الشغل بسبب دقة ضبط الحركات والمسافات ولانتفاء دور العامل البشري وكذلك قلة التكلفة على المدي الطويل بسبب قلة عدد العاملين قلة تلف الأدوات وقطع الشغل.

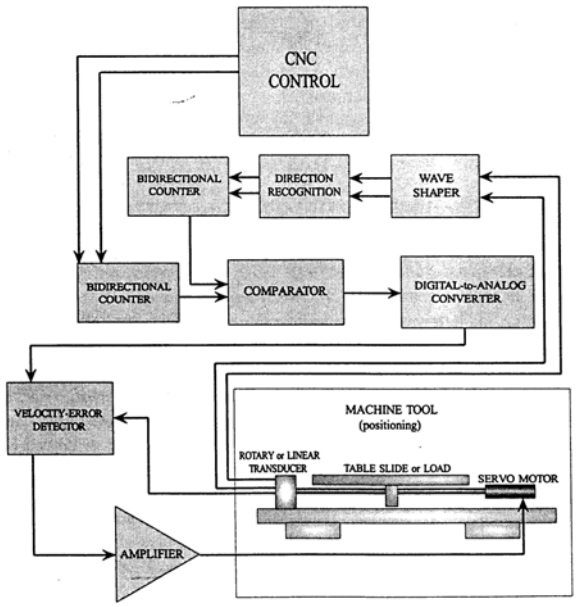
4.10) معدات التحكم الرقمي بالحاسب:

يتم كتابة البرنامج عبر لوحة ذات إشارات خاصة يقوم الحاسب بتخزينه حسب تسلسل كتابته. عند طلب تشغيل البرنامج ترسل الأوامر حسب تسلسل تخزينها للموتور الكهربائي المحدد والذي يقوم بالدوران بالسرعة المطلوبة ولمدة زمنية محددة. الشكل (1) يوضح تسلسل الخطوات المذكورة . حيث يدخل أمر تحريك عمود الإدارة عبر اللوحة (1) وعبر الحاسب (2) يتم تخزينها في الذاكرة(3). بتشغيل البرنامج (4) يذهب الأمر من الذاكرة إلى الموتور الكهربائي (5) والذي يدير عمود الإدارة (6).

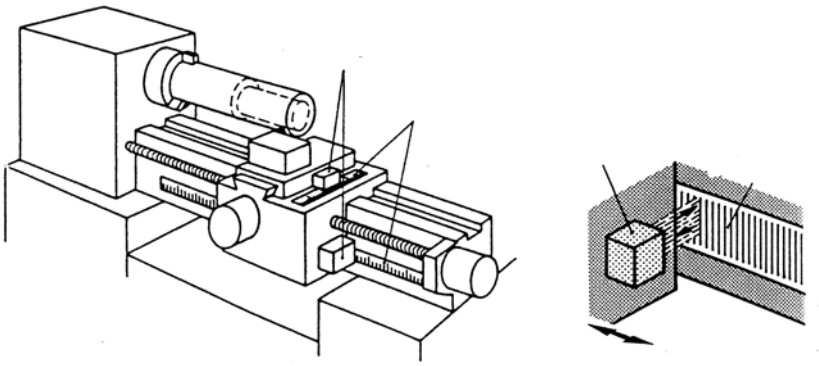


الشكل (1): معدات التحكم الرقمي بالحاسب [12]

لمراقبة تنفيذ خطوات البرنامج وبالتالي ضمان جودة قطع الشغل المنتجة، يستخدم نظام الدائرة المغلقة Closed Loop System. الشكل (3) يوضح نظرية الدائرة المغلقة. حيث تأتي الأوامر من الحاسب لآلة القطع وبالتالي يتم تحريك الموتور الكهربائي الخاص بعمود الدوران وكذلك الموتور الخاص بسرعة التغذية . تغلق دائرة المعلومات بإبلاغ الحاسب عن سرعة دوران عمود الإدارة أو عن المسافة التي تحركها القلم.وذلك عبر المراقبة بمجسات خاصة. الشكل (4) يوضح طريقة مراقبة مسافات التحرك.



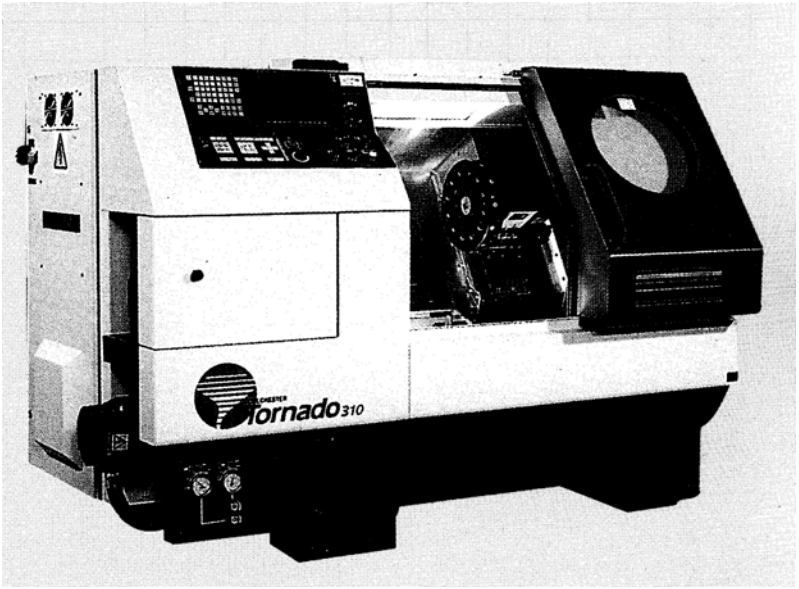
الشكل (4): نظام الدائرة المغلقة [12]



الشكل (3): وسائل مراقبة مسافات التحرك [12]

الشكل (4): مخرطة متحكم بها رقميا بالحاسب.

يلاحظ عدم وجود أذرع ومقابض التشغيل كما في المخرطة التقليدية. بدلا عن ذلك يتواجد في الناحية اليسري باعلي المخرطة لوحة لإدخال بيانات برنامج أو لتعديل برنامج مستخدم. يتضح كذلك عدم وجود غراب ذيل وبدلا عنه يوجد برج أسطواني يمكن من تركيب عدة أقلام خراطة.



الشكل (4): مخرطة متحكم بها رقميا بالحاسب [9]

أجوبة الأسئلة والتمارين

حلول التدريبات النظرية للفصل الأول من الوحدة الأولي :

1) عرف تشغيل المعادن. ووضح لماذا يطلق عليه أيضا " التشطيب الميكانيكي؟

تشغيل المعادن هو تغيير شكل كتلة أولية عبر إزالة جزء من معدنها بواسطة أداة تزيل المعدن على صورة قطع صغيرة تسمي الرائش. يطلق عليه التشطيب الميكانيكي لأنه هو الذي تشطب به المسبوكات والمطروقات ويقصد بـ "يشطب" تحقيق نعومة أسطح عالية وتحقيق دقة أبعاد كبيرة.

2) اذكر استخدامات تشغيل المعادن.

- تحقيق دقة أبعاد عالية للمسبوكات الرملية ومطروقات الحدادة الحرة.
- تحقيق نعومة سطح عالية للمسبوكات والمطلروقات
- إنتاج الثقوب الصغيرة في المسبوكات والمطروقات
- إنتاج التجاويف والمجاري التي تتعامد مع اتجاه الطرق أو الكبس في الحدادة.
- إنتاج منتجات نهائية من كتل أولية مسبوكة، مطروقة، مدرفلة.

3) عرف حركات القطع.

حركة القطع Cutting motion

هي الحركة الضرورية لإزالة طبقة من معدن قطعة الشغل Workpiece خلال :

دورة واحدة لقطعة الشغل كما في الخراطة

دورة واحدة للأداة tool كما في التفريز

مشوار واحد للأداة كما في النطح

دورة واحدة للمثقاب كما في الثقب

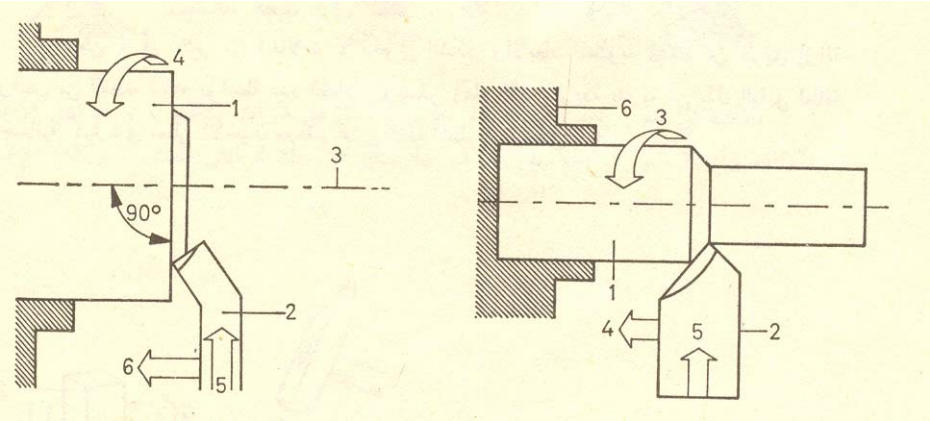
حركة التغذية Feed Motion

هي الحركة بين الأداة وقطعة الشغل والتي ، في وجود حركة قطع ، تتسبب في حدوث إزالة مستمرة للمعدن. وهي حركة مستقيمة مستمرة في الخراطة يقوم بها قلم الخراطة المثبت على سطح العربة.

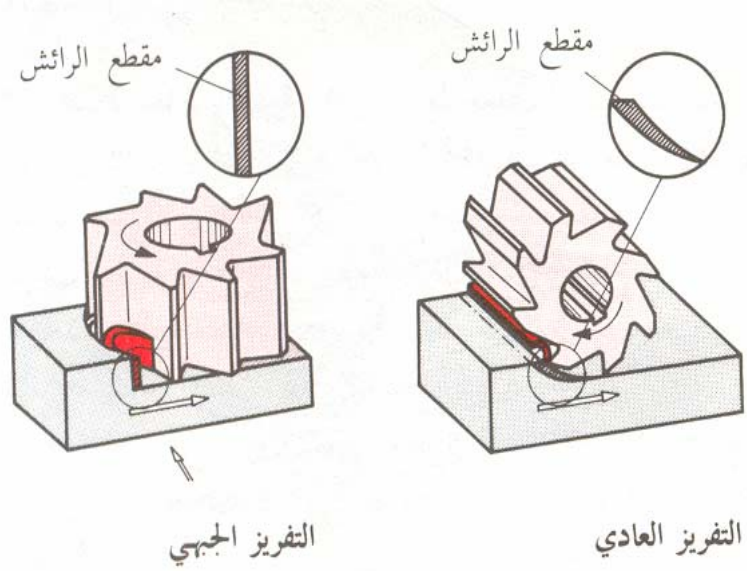
حركة ضبط عمق القطع Setting the Cutting Depth Motion

هي تحريك يدوي أو إلى للأداة أو قطعة الشغل ابتداء من نقطة تلامسهما لتحديد مقدار القطع المطلوب. وهي حركة تنفذ مرة واحدة لمشوار القطع المحدد. في الخراطة يحرك القلم مع ثبات قطعة الشغل .

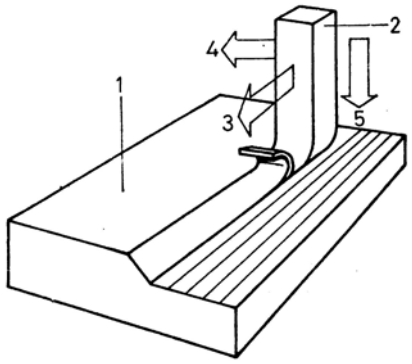
4) وضح بالرسم حركات القطع في الخراطة الطولية والواجهية.



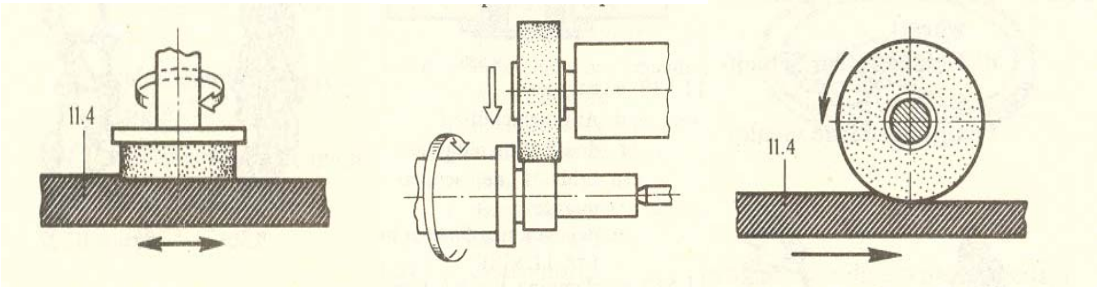
5) وضح بالرسم حركات القطع في التفريز الواجهي والتفريز المحيطي.



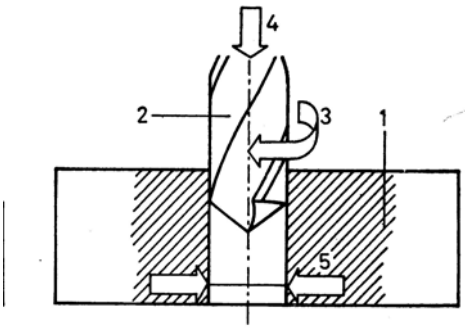
6) وضح حركات القطع في النطح.



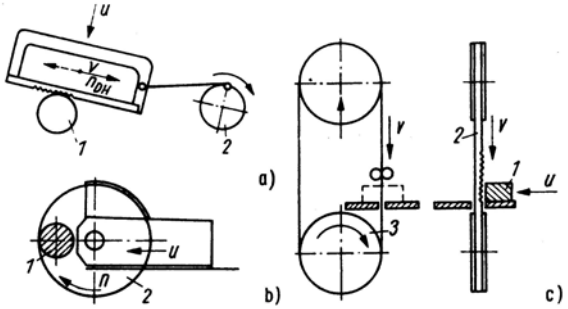
7) وضح بالرسم حركات القطع في التجليخ السطحي والتجليخ الأسطواني.



8) وضح بالرسم حركات القطع في الثقب.



9) وضح بالرسم حركات القطع في النشر بمنشار شريطي، منشار قرصي ومنشار ترددي.

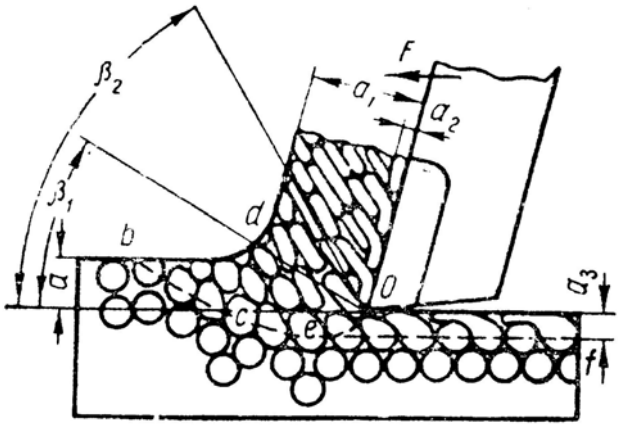


10) اشرح عملية القطع مع التوضيح بالرسم.

عند ملامسة أداة القطع ، التي تم ضبطها على عمق قطع محدد ، لمعدن قطعة الشغل، يحدث لجزء المعدن الملامس للحد القاطع تشكل مرن ، يتبعه مباشرة تشكل دائم. بازدياد ضغط الحد القاطع تتعدى إجهادات القص المتولدة أعلي مقاومة قص لمعدن قطعة الشغل ومن ثم يبدأ حدوث القص في مستوى يسمي مستوى القص ويستمر حتى انفصال جزء من المعدن هو الرائش. يميل مستوى القص بزاوية (φ) يعتمد مقدارها على زاوية الجرف بالأداة وعلي نوع مادة قطعة الشغل. بانفصال الرائش يتكرر ضغط الأداة على منطقة جديدة ويتكرر الانفصال وبالتالي تحدث إزالة مستمرة.

يشترط لحدوث واستمرار القطع، أن تكون صلادة الحد القاطع أعلي من صلادة معدن قطعة الشغل.

الشكل التالي يوضح عملية القطع.



الشكل (1 ـ 3): عملية القطع

11) ما هي أنواع الرائش؟ ما هي ظروف تكون كل نوع؟

هناك ثلاثة أنواع للرايش وهي:

المتفتت	القصي	المستمر
معدن ذو متانة عالية	معدن ذو صلابة متوسطة	معدن لدن (طري)
زاوية جرف = 15°	زاوية جرف < 5°	زاوية جرف > 5°
سرعة قطع عالية	سرعة قطع 5 – 15 م / د	سرعة قطع > 15 م/ د

12) ما هو نوع الرائش الذي يفضل؟ ولماذا؟

يحبذ الرائش المستمر(السيال) لأنه يضمن ثبات قوة القطع وعدم حدوث اهتزازات كبيرة مما يضمن نعومة سطح عالية ودقة أبعاد كافية لقطع الشغل.

13) كيف يتم مواجهة الحرارة المتولدة أثناء القطع؟

توجد أساليب متعددة لمواجهة الحرارة المتولدة ومنها :

- التبريد والتزليق الكافيين.
- استخدام مادة أداة تمتاز بمقاومة الحرارة العالية
- اختيار زاوية جرف جانبي تسهل انسياب الرائش
- اختيار زاوية خلوص تقلل من الاحتكاك بين قطعة الشغل والأداة

14) عرف الحد القاطع الإضافي.

هو عبارة عن جزء صغير جداً أنفصل من معدن قطعة الشغل وأنحشر بين مقدمة الحد القاطع و قطعة الشغل ويقوم بالقطع بدلا عن الحد القاطع الأصلي.

15) وضح ظروف تكون الحد القاطع الإضافي وتأثيراته في عملية التشغيل.

يتكون الحد القاطع الإضافي عند تشغيل المواد الطرية مثل الصلب منخفض الكربون والألومونيوم بالأخص عندما تكون سرعة القطع أكبر من 80 متر / دقيقة، أن تكون زاوية الجرف صغيرة، أن يتم القطع بدون تبريد وتزليق، أو أن تستخدم أداة قطع تالفة. يرفع وجوده من قوة القطع ، ويرفع الحرارة المتولدة ، ويعطي سطحا خشنا و أبعادا غير دقيقة.

16) وضح فائدة استخدام التبريد والتزليق.

- يقلل التزليق من الاحتكاك بين قطعة الشغل والأداة والرلئش والأداة. وبالتالي تقل الحرارة المتولدة وتقل قوة القطع.
- التبريد يضمن سحب جزء كبير من الحرارة المتولدة وبذلك نضمن احتفاظ الأداة بصلادته وبالتالي يمكن أن نقطع بسرعة قطع عالية مما يضمن نعومة الأسطح. أيضا يمكن القطع بسرعة تغذية عالية مما يضمن إنتاجية أعلي

17) أجب عن الأسئلة التالية بصح أم خطأ:

ث) يفضل استخدام الزيوت المعدنية للزوجتها العالية. (خطأ)

ج) يضاف الكبريت لسائل التبريد والتزليق لرفع كفاءة التبريد (خطأ)

ح) كلما ارتفعت مقاومة مادة الحد القاطع للحرارة كلما زادت الإنتاجية. (صواب)

خ) يتنوع رائش نفس المعدن عند اختلاف سرعات القطع والتغذية وعمق القطع .(صواب)

د) الحد القاطع الإضافي يتكون عند تشغيل المواد عالية الصلادة. (خطأ)

ذ) الرائش المستمر يضمن سطحا ناعما للمشغولات (صواب)

ر) حجم الرائش الناتج يتطابق مع حجم الفراغ الذي نتج من إزالته. (خطأ)

18) اختر الإجابة الصحيحة:

ه - الزهر يشغل

فقط بتزليق زيوت معدنية فقط بتزليق زيوت طبيعية <u>حافا</u>

و - الصلب يشغل

جافا تبعا لظروف القطع بتزليق أو بدونه <u>دائما بتبريد وتزليق</u>

ز - الرائش المتفتت ينتج عند تشغيل

<u>الحديد الزهر</u> الصلب منخفض الكربون الألومونيوم

ح - الحرارة الناتجة أثناء القطع تبلغ

<150 ° م 150 - 250°م <u>> 800°م</u>

19) علل ما يلي:

أ) التبريد والتزليق يضمن جودة عالية للمشغولات.

لأنه بوجود المبرد والمزلق يمكن التشغيل بسرعة قطع عالية وهذا هو الشرط الأول لتنفيذ عملية تشطيبية.

ب) التبريد والتزليق يضمن عمرا أطول لأدوات القطع.

لأنه بوجود المبرد والمزلق تقل الحرارة المتولدة أي أن صلادة الأداة لن تضعف ، ويقل الاحتكاك بين الرائش والأداة و قطعة الشغل والأداة ، وبذلك يقل تآكل أسطح الأداة ، أي يزيد عمرها

ج) تفضيل التشغيل مع تكون رائش المستمر

التشغيل مع تكون رائش مستمر يضمن ثبات قوة القطع وقلة الاهتزازات مما يضمن الحصول على سطح ناعم وأبعاد دقيقة.

د) الحد القاطع الإضافي يضر بجودة قطع الشغل.

عند وجود حد قاطع إضافي، تتم عملية القطع به بدلا عن الحد القاطع الأصلي مما يعني تغير زوايا الأداة وبالتالي تغير زاوية الجرف والخلوص. يتسبب ذلك في تولد حرارة أعلي. نتيجة لصغر الحد القاطع الإضافي ولعدم وصول سائل التبريد والتزليق إليه ، تؤثر عليه الحرارة أكثر ويحدث له تمزق وتلتصق بقاياه بسطح قطعة الشغل المشغل وكذلك بسطح الأداة.

حلول التدريبات النظرية للفصل الثاني من الوحدة الأولى :

1) عرف ظروف القطع.

يقصد بظروف القطع: سرعة القطع، سرعة التغذية، عمق القطع. يتم اختيار ظروف القطع تبعا لمادة قطعة الشغل ، لمادة الحد القاطع، لزوايا الأداة ، لوجود سائل تبريد وتزليق من عدمه ، لعمر الأداة المتوقع. يعتبر الاختيار الصحيح لظروف القطع مهما لأنه يؤثر على الإنتاجية، التكلفة ، وجودة المشغولات.

2) وضح أهمية التحديد الصحيح لظروف القطع.

لقد انتشرت وتطورت المقدرة الصناعية في كثير من الدول وبالتالي ازدادت حدة التنافس لتسويق المنتجات. يعتمد النجاح على جودة المنتجات وعلي سعرها. تشكل عمليات التشغيل جزءا من تكلفة المنتجات وعاملا مهما في جودتها ومظهرها، لذا فإن الاختيار الصحيح لظروف القطع يعني البقاء في السوق وما يعنيه من الحفاظ على مواقع العمل وتحقيق المزيد من التقدم والرفاهية.

فيما يلي سيتم توضيح أسس اختيار كل ظرف من ظروف التشغيل وتأثيره على الإنتاجية، التكلفة ، والجودة.

3) عرف سرعة القطع مع ذكر وحدتها

تعرف سرعة القطع بأنها المسافة التي تقطعها أداة القطع بالنسبة للسطح المشغل في وحدة الزمن. لتوضيح ذلك فإن ما تقطعه نقطة محددة على سطح قطعة شغل إسطوانية في دورة واحدة ، يساوي طول محيط قطعة الشغل (2ط نق) . بضرب محيط قطعة الشغل في عدد الدورات في الدقيقة (ن) نحصل على (2 ط نق ن) وهي المسافة التي قطعتها النقطة المحددة في الدقيقة (أي نحصل على سرعة القطع ووحدتها هي م / دقيقة).

4) بين تأثير سرعة القطع على الإنتاجية والتكلفة وجودة قطع الشغل

تؤثر سرعة القطع على جودة المشغولات، لأنه يشترط استخدام سرعة قطع عالية للحصول على سطح ناعم وعلي دقة عالية لمقاييس قطعة الشغل. وتؤثر سرعة القطع على الإنتاجية وعلي التكلفة حيث أنها العامل الرئيس في تحديد عمر الأدوات لعلاقتها المباشرة بتولد حرارة عالية أثناء القطع. تؤدي الحرارة العالية

لفقدان مادة الأداة لصلادتها وبالتالي تزايد تآكل سطح الأداة. أن كثرة التوقف لتغيير الأداة يقلل من الإنتاجية وتكرار عمليات إعادة شحذ الأدوات يرفع من تكلفة الإنتاج. كذلك يؤدي استخدام أدوات تالفة إلى حدوث خشونة في السطح وخلل في دقة مقاييس قطع الشغل المنتجة.

5) اذكر أسس اختيار سرعة القطع

يتم تحديد سرعة القطع من جداول مختلفة وذلك تبعا لعوامل متعددة هي:

- تختار سرعة قطع عالية عندما تتصف مادة الحد القاطع بتحملها للحرارة العالية مثلا الكربيدات والسيراميك.
- تختار سرعة قطع عالية عندما تكون مادة قطعة الشغل طرية مثلا الألومونيوم.
- تختار سرعة قطع عالية عند تنفيذ عمليات تشطيبية Finishing
- تختار سرعة قطع قليلة عند تنفيذ عمليات أستقرابية Roughing
- تختار سرعات قطع قليلة عند تفضيل الحصول على عمر أداة طويل.
- تختار سرعات قطع قليلة عند صغر قدرة الآلة أو قدم الآلة وكثرة اهتزازها.

6) وضح كيفية حساب سرعة دوران عمود الإدارة

بعد اختيار سرعة القطع من الجداول يتم حساب سرعة دوران عمود الإدارة N

$$N=1000\ V / \pi d$$

حيث : V سرعة القطع [m/min]

N سرعة دوران عمود الإدارة rev/min

d قطر الشغلة ، أو قطر أداة القطع في التفريز، التجليخ، الثقب. [mm]

7) عرف سرعة التغذية مع ذكر وحدتها

هي سرعة تقدم الأداة عند إكمال قطعة الشغل لدورة واحدة في الخراطة أو تقدم سكينة التفريز أو المثقاب عند إكمالهما لدورة واحدة.

8) وضح أسس اختيار سرعة التغذية

يتم تحديد سرعة التغذية تبعا لعوامل عدة مثل:

- سرعة تغذية صغيرة جداً للحصول على سطح ناعم أو مقاييس دقيقة.
- سرعة تغذية كبيرة عند تنفيذ عمليات أستقرابية
- سرعة تغذية عالية عند تشغيل معدن طري مثل الألومونيوم أو الصلب منخفض الكربون Mild steel.
- سرعة تغذية عالية كلما أزداد تحمل مادة الأداة للحرارة

9) بين تأثير سرعة التغذية على الإنتاجية ، الجودة والتكلفة

تؤثر سرعة التغذية على جودة المشغولات، لاشتراط تغذية صغيرة جداً للحصول على سطح ناعم أو على دقة عالية للمقاييس. وتؤثر كذلك على الإنتاجية، فإكمال مشوار القطع في زمن وجيز يعني إمكانية إنتاج قطع أكثر.

10) اذكر ضوابط اختيار عمق القطع

يراعي عند اختيار عمق القطع عوامل عدة مثل:

- لتقليل زمن الإنتاج عبر تقليل مشاوير القطع ومرات ضبط عمق القطع يتم اختيار عمق قطع كبير في العمليات الأستقرابية.
- إزالة الأسطح الخشنة للمسبوكات الرملية والمطروقات في مشوار قطع واحد لتقليل تآكل الأدوات الناتج من الاحتكاك مع بقايا الرمال والقشرة الأكسيدية التي تنتج من التشكيل على الساخن
- للحصول على أسطح ناعمة يجب أن يكون عمق القطع صغيرا جدا.
- تفاوتات عمليات التصنيع السابقة يجب وضعها في الاعتبار لتفادي مشاوير قطع إضافية أو تلف قطعة الشغل
- تسلسل مشاوير القطع حسب الشكل الهندسي لقطعة الشغل

11) بين تأثير اختيار عمق القطع على الإنتاجية، الجودة والتكلفة
يقصد بعمق القطع سمك أو ارتفاع الجزء الذي يزال من المعدن في مشوار واحد ويقاس بالمليمتر.يؤثر عمق القطع على جودة المشغولات حيث يشترط عمق قطع صغير جداً للحصول على سطح ناعم وعلي دقة عالية للمقاييس. كذلك يؤثر عمق القطع على عمر الأداة ، حيث يؤدي عمق القطع الكبير إلى حدوث تآكل كبير في الأداة. تؤثر الأدوات التالفة على جودة قطع الشغل بالإضافة إلى زيادة التكلفة وزمن الإنتاج.

12) أجب بصح أم خطأ

أ) سرعة القطع المنخفضة جداً شرط ضروري للحصول على سطح ناعم.
(خطأ)

ب) سرعة التغذية العالية جداً شرط ضروري للحصول على سطح ناعم (خطأ)

ج) لا يهم معرفة تفاوتات العمليات التصنيعية السابقة لعملية التشغيل عند تحديد عمق القطع.
(خطأ)

د) لا علاقة بين سرعة القطع والإنتاجية.
(خطأ)

حلول التدريبات النظرية للفصل الثالث في الوحدة الأولي :

1) ما المقصود بزوايا الأداة؟

- المقصود بزوايا الأداة هو ميل أسطح الإسفين والتي تتفق مع ميل أسطح الحد القاطع.

2) ما هي أسباب تنوع زوايا الأداة؟

أسباب تنوع زوايا الأداة هو تنوع المهام المطلوبة منها مثل تسهيل القطع، تسهيل انسياب الرائش، تقليل الاحتكاك

مع قطعة الشغل ، تحقيق شكل الانتقال من سطح لآخر في قطعة الشغل.

3) ما هي المكونات الرئيسة لأداة القطع.

- الساق - الأسفين حدود القطع

4) اذكر أمثلة لاختلافات أشكال مكونات أدوات القطع مع ذكر سبب الاختلاف

- طريقة تثبيت الأداة وتبعا لها فإن الساق تكون مربعة المقطع في قلم الخراطة لكي تناسب التثبيت عبر ضغط المسامير الملولبة , ومخروطية في الثقب لكي تناسب التثبيت عبر فكوك الظرف القابض وفي التفريز والتجليخ إسطوانية ذات ثقب يناسب التركيب في عمود
- طريقة إبعاد الرائش فمثلا في الخراطة توجد أسطح مائلة ينزلق عليها الرائش، في المثقاب توجد ممرات حلزونية يتسلقها الرائش إلى خارج الثقب, وفي التفريز توجد بالسكاكين ممرات مستقيمة أو منحنية أو حلزونية تكفي لاستيعاب كمية الرائش المقطوع حتى خروج السن من منطقة القطع.
- عدد حدود القطع فتبعا لعددها يختلف حجم الإسفين الكافي لتركيب حدود القطع.

5) ما هو دور زاوية الجرف γ ؟

- تسهيل عملية قطع المعدن.

6) ما هو دور زاوية الجرف الجانبي λ ؟

- تسهيل انسياب الرائش على سطح الرائش في الأسفين.

7) ما هو دور زاوية الخلوص α والخلوص الجانبي α_s ؟

- دورهما هو توفير خلوص بين الأداة و قطعة الشغل مما يقلل الاحتكاك بينهما.

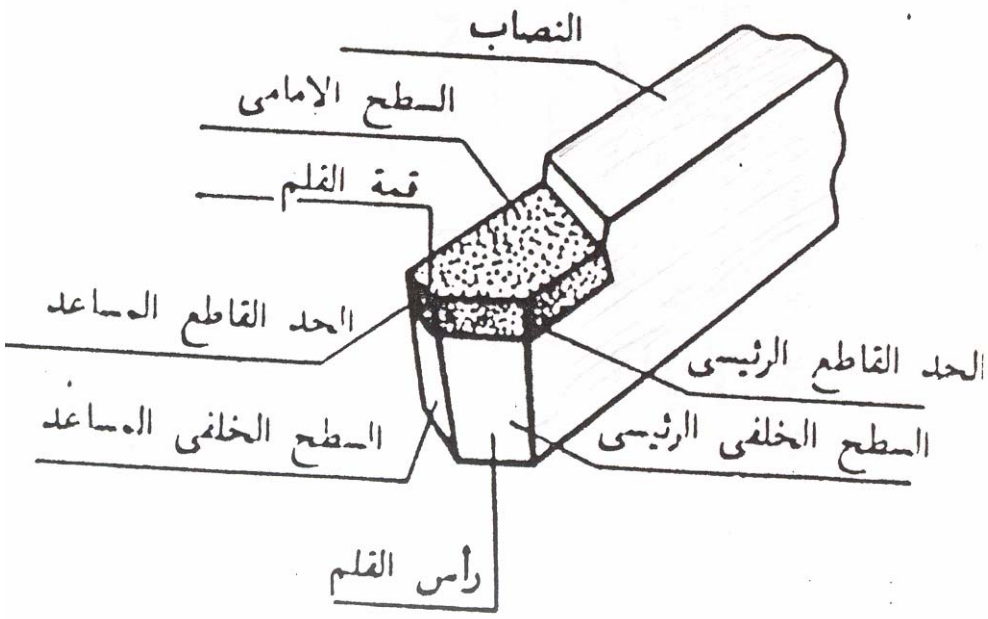
8) ما هو دور زاوية الأداة β ؟

- توفير متانة كافية للأسفين

9) ما هو دور زاوية المقابلة χ ؟

- تحقيق شكل الانتقال من سطح لآخر، المساعدة في تسريب الحرارة المتولدة.

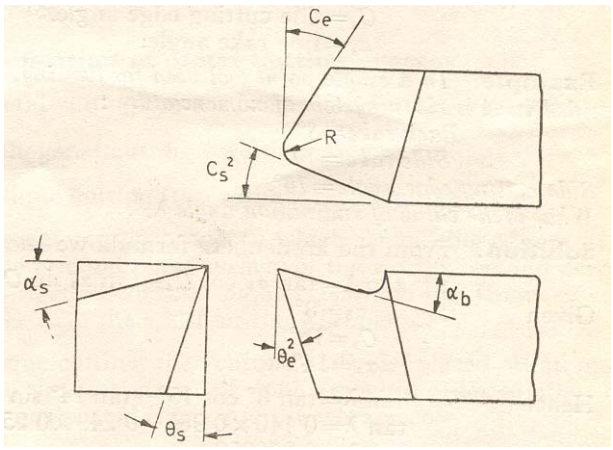
10) وضح بالرسم قلم خراطة مبينا مكوناته الأساسية والأسطح المختلفة للاسفين.



11) كيف ومما تصنع اللقم الكربيدية؟

تصنع اللقم الكربيدية من خليط يتكون من مساحيق كربيدات معادن مثل الكروم ، النيكل، التنجستن، الموليبدينيوم، الفاناديوم عبر تكنولوجيا " ميتالورجيا المساحيق" حيث يتم باستخدام مكبس كبس خليط من الكربيدات في قالب، ثم التسخين في أفران لتحقيق التماسك الكافي للقمة.

13) وضح بالرسم زوايا الأداة.



14) اذكر ما يحتويه رمز قلم خراطة من معلومات.

ISO 2 DIN 4972 L 25 q k 10

حيث ISO 2 تشير إلى رقم المواصفة العالمية.

DIN 4972 تشير إلى رقم نفس المواصفة في نظام المواصفات الصناعية الألماني

L تشير إلى أن القلم يساري

25 q تشير إلى أن مقطع ساق القلم مربع طول ضلعه هو 25 مم

K 10 تشير إلى نوع اللقمة الكربيدية المستخدمة

15) اذكر الخصائص المطلوب توفرها في أداة قطع.

- صلادة عالية - متانة عالية - تحمل الحرارة العالية صلادة سطح عالية

16) اذكر المواد التي تصنع منها أدوات القطع حسب ترتيب تحملها للحرارة.

صلب كربوني، صلب سريع القطع، الأستيليت، ثلاثي نتريد البورون، الكربيد، السيراميك

17) أجب بصح أو خطأ

أ) يحقق استخدام حدود قطع من الصلب الكربونى ربحا نسبة لرخص ثمنه. (خطأ)

ب) يحدث تفتت للقم السيراميكية عند استخدامها لتشغيل الصلب عالي الكربون. (خطأ)

ج) يشترط توفر صلادة عالية لساق الأداة (خطأ)

د) أحد مهام زاوية الجرف الجانبي هو تحقيق شكل الانتقال من سطح لسطح. (خطأ)

18) اختر الإجابة الصحيحة

أ) يشترط توفر صلادة عالية في مادة الحد القاطع لتحقيق

نعومة سطح عالية لقطعة الشغل مقاومة كافية لقوي القطع تغلغل الأداة في مادة القطعة

ب) تنحصر مهمة زاوية الجرف الجانبي في تحقيق

سهولة القطع تقليل الاحتكاك مع قطعة الشغل سهولة انسياب الرائش

ج) تنحصر مهمة زاوية الخلوص في تحقيق

سهولة القطع تقليل الاحتكاك مع قطعة الشغل تقليل الاحتكاك مع الرائش

د) يشترط توفر متانة عالية لأداة القطع بهدف

تحمل الاحتكاك مع قطعة الشغل ضمان التغلغل في مادة قطعة الشغل

تحمل الاصطدام مع قطعة الشغل

19) علل ما يلي

ج) اشتراط الصلادة العالية لمادة الحد القاطع

لأنها تضمن تغلغل مادة الحد القاطع في مادة قطعة الشغل أي حدوث القطع.

ح) تضمن أدوات القطع الكربيدية إنتاجية عالية.

لأنها تفقد صلادتها عندما تصل درجة الحرارة المتولدة 1200 م مما يمكن من رفع سرعة التغذية وكذلك عمق القطع وكذلك بسبب قلة التلف يقل توقيف عملية القطع مما يضمن إنتاجية عالية.

وجود مكسرات رائش بأسطح الاسفين

وجود مكسرات الرائش بسطح الإسفين يهدف عبر تكسير الرائش المستمر إلى منع التفافه حول قطعة الشغل والأداة وكذلك تسهيل عملية ابتعاده عن الآلة عبر سقوطه على مجاري متحركة.

خ) تسمية حدود القطع من أحد أنواع الصلب السبائكى "بالصلب سريع القطع" :
مقارنة بالصلب الكربوني المستخدم لصنع حدود القطع، مكن هذا النوع من الصلب السبائكي من القطع بسرعات أعلي ولذا سمي بالصلب سريع القطع.

20) اذكر أنواع التلف التي لا يمكن معالجتها.

- التفتت. - التشقق - الكسر

21) اذكر أنواع التلف الاحتكاكي.

- تلف سطح الرائش.
- تلف الأركان.
- تلف المقدمة.

22) اشرح العلاقة بين الحرارة المتولدة، صلادة الحد القاطع وتلف الأدوات:

تسبب الحرارة المتولدة عند غياب التبريد الكافي في ضعف صلادة الحد القاطع مما يزيد من معدل تآكله وينقص بالتالي من عمره.

23) عرف عمر الأداة:

عمر الأداة هي الفترة الزمنية الواقعة بين عمليتي إعادة شحذ للأداة والتي كانت فيها الأداة في حالة قطع.

24) اشرح العلاقة بين عمر الأداة وتكلفة الإنتاج.

كلما كان عمر الأداة أقل، كلما زادت التوقفات من أجل إعادة الشحذ وما يعنيه ذلك من ضياع زمن إنتاجي (أي دفع أجور وغيره من تكاليف بدون مقابل) وكذلك سرعة التلف الكامل للأداة وضرورة شراء أخرى جديدة وبالتأكيد هناك أيضاً تكلفة عملية التجليخ.

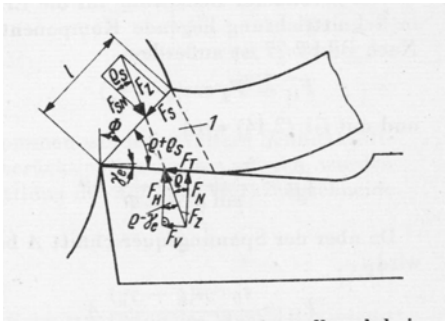
25) اشرح العلاقة بين عمر الأداة و الإنتاجية.

كلما كان عمر الأداة أقل كلما زادت التوقفات من أجل إعادة الشحذ وما يعنيه ذلك من ضياع زمن إنتاجي (أي نقص المنتج من قطع الشغل في الساعة أو اليوم).

حلول التدريبات النظرية للفصل الرابع في الوحدة الأولي:

1) تحدث عن نشوء قوة القطع.

قوة القطع الكلية F_z هي محصلة القوة الضرورية لتعدي مقاومة المعدن للقص F_s والقوة الناتجة عن احتكاك الرائش و قطعة الشغل بأداة القطع F_{SN}. يتضح أن العاملين الرئيسين في تحديد مقدار قوة القطع هو نوع مادة قطعة الشغل وزوايا الأداة بالأخص الجرف والتي تحدد مقدار زاوية ميل مستوى القص Φ ،زاويتي الخلوص والجرف الجانبي اللتين تؤثران في مقدار الاحتكاك.



2) ما هي ضرورة تحديد قوي القطع؟

يعتبر تحديد قوة القطع ضروري لأجل:

- حساب قدرة الآلة من أجل اختيار الآلات الضرورية لورشة أو مصنع ما وكذلك معرفة الآلة المناسبة لتنفيذ عملية تشغيل معينة.
- تصميم أدوات القطع بمتانة كافية تتحمل القوى التي ستتعرض لها أثناء القطع.
- تصميم آلات القطع بجساءة كافية تتحمل القوى والاهتزازات الناتجة.
- تصميم مثبتات قطع الشغل (Fixtures) بالأخص لعمليات التفريز التي تقوم بتثبيت الشغلة بقوة لا تسمح بتحركها تحت تأثير قوى القطع.

3) ما هي أسباب عدم ثبات قوة القطع ؟

قوة القطع غير ثابتة بسبب تأثير عوامل مثل حدوث تلف بالأداة، تواجد اهتزازات ناتجة عن آلات مجاورة، تواجد مناطق مختلفة الصلادة بأسطح قطع الشغل المسبوكة وتكون حداً قاطعاً إضافياً. لذا يجب وضح احتياطي لتلك الزيادة المتوقعة في قوة القطع.

4) اذكر القانون المستخدم لحساب قوة القطع مبيناص رموز القانون.

تبعا لـ Kinziele يتم حساب قوة القطع كما يلي:

$$F_c = b \cdot h \cdot k_s$$

$K_s = k_{s.1.1} / h^z = (3 - 5\ \sigma_s$ (ثلاثة إلى خمسة أمثال مقاومة الشد

حيث:

b هي عرض الرايش بالمم. h هي سمك الرايش بالمم

$K_{s.1.1}$ هي قوة القطع النوعي عندما سمك الرايش = 1 مم وعرض الرايش = 1مم

z هي معامل يخص ظروف القطع.

5) ما هي مركبات قوة القطع؟ وما هي نسبها المئوية في القوة الكلية؟

F_t هي المركبة المماسية (tangential component) وتشكل 67٪ من قوة القطع الكلية.

F_r هي المركبة القطرية (radial component) وتشكل 27٪ من قوة القطع الكلية.

F_a هي المركبة المحورية (axial component) وتشكل 6٪ من قوة القطع الكلية.

6) ما هي العوامل المؤثرة على قوة القطع؟

سرعة القطع، وسرعة التغذية، وعمق القطع، وزوايا الأداة، والتزليق والتبريد، ومادة الشغلة.

7) وضح تأثير زاوية الجرف على قوة القطع.

عندما تزيد زاوية الجرف تنقص كل مركبات قوة القطع بسبب سهولة القطع

8) وضح تأثير سرعة القطع على قوة القطع.

عند زيادة سرعة القطع ترتفع درجة الحرارة وبالتالي يقل معامل الاحتكاك بين قطعة الشغل والرائش وأداة القطع مما ينقص من قوة القطع الكلية.

9) وضح تأثير التبريد والتزليق على قوة القطع.

عند استخدام تزلييق يقل الاحتكاك وبالتالي تقل قوة القطع الكلية

10) وضح تأثير زاوية الخلوص على قوة القطع.

عند زيادة زاوية الخلوص يقل الاحتكاك وبالتالي تقل قوي القطع.

11) كيف يتم حساب قدرة القطع؟ وما هي ضرورة حسابها؟

تحسب قدرة القطع P_c بالقانون $P_c = F_t \cdot V / 102 \cdot 60$ [kw]

حيث:

V سرعة القطع [m / min] F_t المركبة المماسية لقوة القطع [N]

القسمة على 60 تهدف لتحويل الدقيقة لساعة وعلي 102 لتحويل النيوتن إلى وات.

نتيجة لضياع جزء من قدرة الآلة في تحريك أجزائها وفي الاحتكاك الذي ينتج بينها ، فإن قدرة الآلة يجب أن تكون أكبر من قدرة القطع. لذا فإن قدرة الآلة تحسب بمراعاة معامل استغلال القدرة η (إيتا) كما يلي:

$$P_{motor} = P_c / \eta \qquad [kw]$$

تختار قيمة η بين 0.7 إلى 0.9 تبعا لعمر الآلة ومستوي صيانتها.

يعتبر تحديدها ضرورياً عند اختيار الآلات وعند تحديد الآلة لتنفيذ عملية تشغيل محددة.

12) أجب بصح أو خطأ:

ب) تعتبر المركبة المماسية أكبر مركبات قوة القطع الكلية. (صح)

ب) تتسبب المركبة المحورية إلى انحناء قطعة الشغل. (خطأ)

ج) قوة القطع تظل ثابتة طوال عملية التشغيل. (خطأ)

د) يتم اختيار آلة القطع بناء على قدرة القطع (خطأ)

13) يراد خراطة قضيب من الصلب st 50 بسرعة قطع قدرها 45 م / دقيقة وبمساحة مقطع رائش يساوي 2.4 مم^2 وعمق قطع يساوي 2مم. قوة القطع النوعي $K_{s.1.1}$ تساوي 200 كيلو باوند/ مم^2 .أحسب:

ث) قوة القطع ب) قدرة القطع .

ج) قدرة الآلة عندما معامل استغلال القدرة η = 0.8

$F = b \cdot h \cdot k_s = A \cdot K_s$

$A = b. h \quad , b = d = 2$ mm

$2.4 = 2 \cdot h$

$h = 2.4 / 2 = 1.2$ mm

$K_s = k_{s.1.1} / h^n \quad , n = 0.26$

$K_s = 200 / 1.2^{0.26} = 190.7$ kp/ mm^2

$F = 2.4$mm^2 $\cdot$ 190.7 kp / mm^2 = 457.7 kp

$P = F \cdot V / 6120 = 457.7 \cdot 45 / 6120 = 3.4$ k

$P_{motor} = P / \eta = 3.4 / 0.8 = 4.2$ kW

حلول التدريبات النظرية للفصل الخامس في الوحدة الثانية :

1) وضح أهمية عملية الثقب.

يعتبر الثقب إحدى الطرائق المهمة في تشغيل المعادن. ففتح الثقب في كتلة معدنية مصمتة، أو توسيع الثقب (التخويش)، أو تنعيم الثقب(البرغلة)، وكذلك قطع لولب بداخل الثقب، عمليات لا يمكن تنفيذها ، بالأخص للأقطار الصغيرة والأعماق الكبيرة، بطريقة أخرى غير الثقب .

2) يمتاز الثقب (كذلك النشر) بخصوصية حركات قطعه مقارنة بطرق التشغيل الأخرى، وضح ذلك.

- لا توجد بالثقب حركة ضبط عمق القطع
- حركة القطع والتغذية تقوم بها الأداة

3) كيف يتم تحديد عمق القطع بالثقب؟

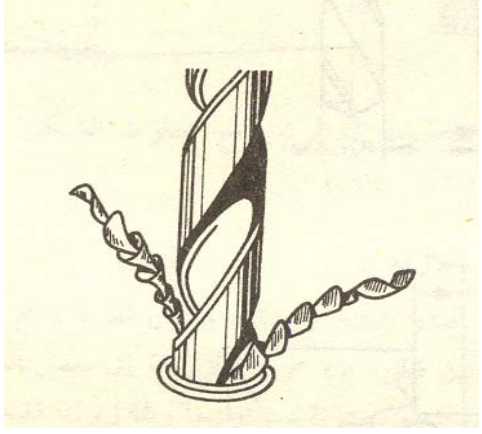
- إن اختيار قطر المثقاب يحدد عمق القطع ويساوي نصف قطر المثقاب.

4) ما هي العمليات التشغيلية التي يمكن تنفيذها على آلة الثقب؟

- الثقب في كتلة مصمتة - توسيع ثقب - تنعيم ثقب - لولبة ثقب

5) عرف الثقب.

الثقب هو عملية تشغيل يتم فيها خلق تجويف أسطواني في كتلة مصمتة. يتم في الثقب تنفيذ حركة القطع الدائرية (3) من قبل المثقاب (1) (أداة القطع) كذلك تقوم الأداة بتنفيذ حركة التغذية (4) عبر تحركها لأسفل في قطعة الشغل (2). حركة القطع لا يتم تنفيذها بحركة من قطعة الشغل أو الأداة بل يحددها اختيار المثقاب وهي تساوي نصف قطر المثقاب.



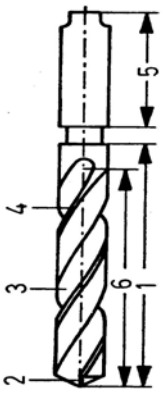
الشكل (5 ـ 1): عملية الثقب.

6) ما هي أسباب تنوع المثاقيب؟

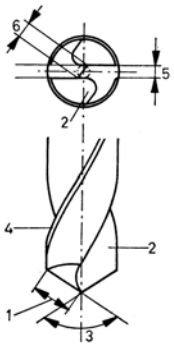
- تتنوع الثقوب فهناك ثقب صغير، وثقب واسع، وثقب عميق.
- تتنوع العمليات على آلة الثقب فهناك مركزة الثقوب، والثقب،و توسيع الثقوب،و تنعيم الثقوب ولولبة الثقوب.

7) وضح تركيب المثقاب الحلزوني.

1.الساق.
2. حد القطع.
3. مجري
.الرائش.
4. الدليل.
5. النصاب.
6. عمق الثقب.



1. حد القطع.
2. مجري.
الرائش.
3. زاوية الذنبة.
4. الدليل.
5. القطر.
الداخلي.
6. حد الذنبة.



الشكل (5 ـ 3) : المثقاب الحلزوني.

8) ما هي مهمة كل مكون من مكونات المثقاب الحلزوني؟

- الساق المخروطي مهمته تثبيت المثقاب في الظرف.
- المجاري الحلزونية مهمتها إخراج الرائش.
- مهمته منع انحراف المثقاب
- الأسفين مهمته توفير أسطح مختلفة للأداة تحقق منها زوايا الأداة
- حدود القطع مهمتها القيام بقطع معدن قطعة الشغل.

9) اذكر أنواع الثقوب.

-ثقب غير نافذ - ثقب نافذ - ثقب واسع - ثقب عميق - ثقب مركزة

10) لماذا توجد عملية توسيع الثقوب؟

-لأنه من الصعب تحقيق ثقب واسع في قطعة مصمتة.

- للحصول على نعومة سطح ودقة أبعاد أعلى.

11) اذكر بعض استخدامات الثقوب الموسعة.

- تحقيق مركزة صحيحة
- إنزال رأس مسمار ملولب لمستوى سطح القطعة
- تركيب أعمدة مختلفة الأقطار.

12) ما هي مستويات الجودة التي يمكن تحقيقها عبر تنعيم الثقوب؟

إن عمليات تنعيم الثقوب تمكن من الوصول لنعومة أسطح تبلغ 0.001 مم ودقة أبعاد رتبتها IT 6 .

13) لماذا لا يمكن تنفيذ كل أنواع اللولبة الداخلية عبر الخراطة؟

- صغر الثقب
- كبر الأعداد المنتجة

14) اذكر مكونات آلة ثقب.

مكونات آلة الثقب هي:

- صندوق تروس لعمود الإدارة
- عمود إدارة
- صندوق تروس للتغذية
- مربط لأداة الثقب
- هيكل
- منضدة
- مجموعة التبريد والتزليق
- موتور كهربائي

15) علل وجود مثقاب الدف.

لكي يتم تنفيذ الثقوب في قطع الشغل كبيرة الحجم والوزن.

16) ما الذي يميز آلات الثقب الإنتاجية.

سرعة الإنتاج.

تعدد أعمدة الإدارة.

توفر معدات تثبيت خاصة.

جساءة أكبر

17) ما هي الفائدة المكتسبة من استخدام أدلة الثقب؟

تقليل زمن الإنتاج عبر توفير سرعة في تثبيت وفك قطع الشغل وكذلك إلغاء العلام والمركزة وضمان استقامة الثقب ودقة استدارته.

18) مطلوب حساب قدرة الآلة عند تنفيذ ثقب قطره 12 مم في صلب طري مقاومة شده 420 نيوتن / مم^2 باستخدام أداة قطع حدها القاطع من الصلب سريع القطع. سرعة التغذية هي 0.22 مم / دورة، زاوية ذنبة المثقاب $\sigma = 116^o$, سرعة عمود الإدارة 1000دورة / دقيقة ومعامل استغلال القدرة $\eta = 0.9$.

$F = (f \times D / 2) . k_s$ in [kp]

$= (0.22 . 12 / 2) . K_s$

$k_s = 1.25 (k_{s\ turning})$

$K_{s\ turning} = k_{s.1.1} / h^z$

$h = (f / 2) \sin \sigma$

$h = (0.22 / 2) . \sin 116$

$h = 0.11 . 0.8988 = 0.1$

$k_{sturning} = 1750 / 0.1^{0.17}$

$= 123.6$ [kp]

$k_{s\ Drilling} = 1.25 . 123.6 = 154.5$ [kp / mm^2]

$F = (0.22 . 6) 1545 = 2039.33$ [kp]

$P_c = (f . D^2 / 8) k_s . (n / 97400)$ in [kW]

$= (0.22 . 144 / 8) 154.5 (1000 / 97400)$

$= 3.96 \times 154.5 \times 0.01 = 6.3$ kW

$P_{motor} = P_c / \eta$ in [kW]

$= 6.3 / 0.9 = 7$ kW

19) احسب زمن القطع في الحالة التالية:

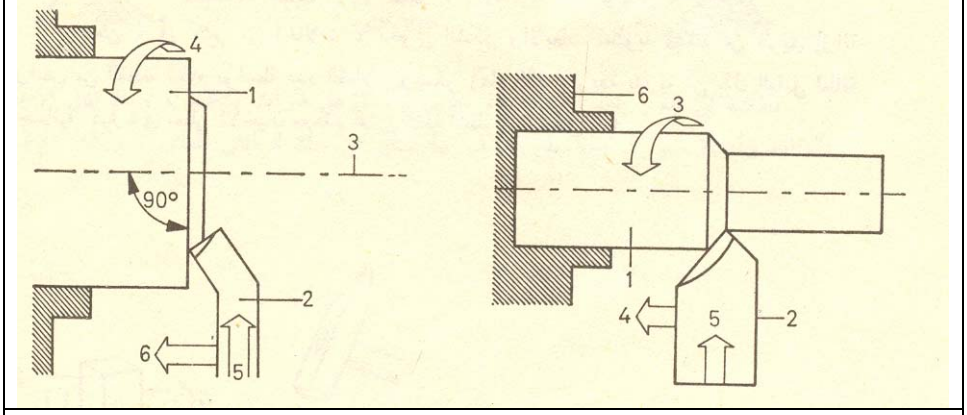
- طول الثقب النافذ المطلوب = **35** مم.
- سرعة دوران عمود الإدارة = **1500** دورة / دقيقة
- قطر الثقب = **16** مم.
- سرعة التغذية = **0.4** مم / دورة.
- مسافة ما قبل الشغلة = **5** مم.
- مسافة ما بعد الشغلة = **5** مم.
- زاوية ذنبة المثقاب $\sigma = 120^{o}$
- مادة الشغلة نحاس أصفر.

$$t_c = L / n \times f$$
$$L = l_x + l_b + l_{wp} + l_a$$
$$l_x = \{(D / 2) . \tan \sigma / 2\}$$
$$= \{(16 / 2) . \tan 120 /2) = (8 .1.732) = 13.85 \text{ mm}$$
$$L = 13.85 + 5 + 35 + 5 = 58.85 \text{ mm}$$
$$t_c = 58.85 / 1500 \times 0.4 = 58.85 / 600 = 0.1 \text{ min}$$

حلول التدريبات النظرية للفصل السادس في الوحدة الثانية :

2) اشرح عملية الخراطة.

هي عملية تشغيل تقوم فيها قطعة الشغل (1) بتنفيذ حركة القطع الدائرية (2) بينما الأداة (3) تقوم بتنفيذ حركة التغذية المستقيمة المستمرة (4). في وجود عمق قطع محدد (5) تحدث إزالة مستمرة لمعدن القطعة.



3) اذكر عمليات الخراطة

- طولية - واجهية - داخلية - سلبة - لولبة
- ترترة.

4) اذكر أسباب تنوع المخارط.

تتعدد أنواع المخارط وذلك تبعاً للسطح المطلوب تشغيله(خارجي، داخلي ، إسطوانى، مسطح أم مخروطي)، حجم قطع الشغل (دقيقة أم متوسطة أم كبيرة الحجم)، الأعداد المطلوبة من قطعة الشغل (إنتاج بالقطعة، بالدفعة، إنتاج مستمر). يمكن حصر أنواع المخارط فيما يلي:

5) اذكر خمسة أنواع مختلفة من المخارط.

- المخرطة الذنبة - البرجية - الواجهية - الرأسية
- مخرطة أعمدة مرفق.

6) اختر الإجابة الصحيحة:

أ) تستخدم المخرطة الذنبة كآلة :

- إنتاجية خاصة - لأغراض التدريب فقط - لورش الصيانة بالمصانع

ت) تستخدم المخرطة البرجية عندما:

- يكون وزن قطعة الشغل كبيراً - عدد قطع الشغل كبيرا جدا
- قطعة الشغل يتعدد بها عمليات القطع

ث) المخرطة الرأسية تستخدم لعمليات:

- الخراطة الطولية فقط - الخراطة الواجهية فقط - كلا النوعين للشغلات الضخمة

ج) المخرطة الناسخة تستخدم

- في الورش - للقطع المعقدة ذات العدد القليل - قطعة عالية الجودة بعدد كبير

7) اذكر مكونات المخرطة..

- الفرش - الغراب الثابت - الغراب المتحرك - العربة - الراسمة العرضية
- الراسمة العليا - عمود اللوالب - عمود الجر - حامل القلم - صندوق تروس التغذية.
- صندوق تروس عمود الإدارة - عمود الإدارة - الموتور - مجموعة التبريد والتزليق.

8) اذكر مهمة الفرش ومما يصنع ولماذا؟

مهمة الفرش هي حمل أجزاء الآلة المختلفة، وتوفير مجارٍ لتحرك العربة وغراب الذيل. ويصنع الفرش من الحديد الزهر الرمادي لسهولة سباكته ولحسن امتصاصه للاهتزازات.

9) ما هي مهمة الغراب المتحرك؟

تثبيت قطعة الشغل في حالة التثبيت بين ذنبتين عند الخراطة الطولية وعند الخراطة اللاتمركزية.

10) كيف يتم تحريك العربة؟

تحرك العربة عبر عمود الجر في حالة الخراطة الطولية. وتحرك بواسطة عمود اللوالب عند خراطة لولب. عند استخدام أحد الأعمدة يفصل الآخر عن الحركة. تدار الأعمدة من خلال تروس متصلة بتروس عمود الإدارة. تدير الأعمدة تروس يتصل آخرها بجريدة مسننة تحول الحركة الدورانية لحركة مستقيمة.

11) ما هي الخصائص التي يطلب توفرها في مجاري الفرش؟

يشترط فيها الاستواء، والاستقامة والتوازي وكذلك الصلادة العالية.

12) اذكر أربعة أنواع مختلفة من أقلام الخرااطة.

20) قلم خراطة واجهية.

21) قلم خراطة طويلة.

22) قلم قطع.

23) قلم لولبة.

13) لما تتواجد أقلام يمين وشمال؟

- للتمكن من قطع كل أنواع انتقالات الأسطح في قطع الشغل.

14) ما هي أنواع المثبتات المستخدمة في الخراطة؟

- ظرف ثلاثي أو رباعي.
- الصينية.
- الظرف والذنبة.
- الذنبتين.
- الظرف القابض.

15) اختر الإجابة الصحيحة:

أ) يستخدم الظرف فقط عندما:

طول القطعة > 100مم - قطر القطعة < 100 مم - طول القطعة < 100مم .

ب) تستخدم الصينية عندما:

- طول القطعة > 100 مم - تثبت القطعة من موضع غير دائري المقطع
- قطر قطعة الشغل < 12 مم

ت) يستخدم الظرف القابض عندما:

- قطر القطعة < 12 مم - طول القطعة > 100 مم - تثبت قطع غير متماثلة.

15) متي تستخدم الخناقة المتحركة أو الثابتة؟

تستخدم الخناقتان لمنع انحناء قطعة الشغل ذات الطول الحرج تحت تأثير المركبة القطرية لقوة القطع.

16) متي يستخدم مساعد الإدارة ؟ ولماذا؟

يستخدم عند تثبيت الشغلات بين ذنبتين وذلك لضمان دوران قطعة الشغل عبر جذبها باستمرار من قبل الذنبة المثبتة في الظرف.

17) كم هو عدد أقلام الخراطة القياسية؟

يبلغ عددها 9 أقلام.

19) ما هي مكونات الزمن الكلي في الخراطة؟

الزمن الكلي= زمن القطع لكل الأسطح + زمن الاستعداد + زمن التثبيت والفك لقطعة الشغل + زمن التثبيت والفك للأقلام + الزمن الضائع

يستخدم هذا القانون لكل عمليات التشغيل.

يمكن فقط الحصول على زمن القطع حسابياً أما الأزمان الأخرى فيعتمد تحديدها على ضوابط خاصة بكل مصنع.

20) ماذا يشمل زمن الاستعداد من عمليات؟

يشمل زمن الاستعداد ما يلي:

- قراءة الرسمة. - قراءة خطوات التشغيل - تجهيز أدوات القطع وأدوات الربط والقيا س.
- فحص الآلة. - تجهيز قطعة الشغل

21) كيف يحسب زمن القطع في الخراطة؟

لحساب زمن القطع لخطوة من خطوات الخراطة يتم استخدام القانون

$$t_c = L / n \times f \qquad \text{minutes}$$

t_c زمن القطع بالدقيقة f سرعة التغذية

L هي المسافة التي تتحركها الأداة بسرعة التغذية. تحسب L بالقانون

L = طول السطح الذي يتم خراطته +مسافة التحرك قبل القطع+ مسافة التحرك بعده.

$$L = l_b + l_{wp} + l_a$$

22) ما المقصود بالتحضير التكنولوجي؟

يقصد بالتحضير التكنولوجي كل الأعمال التي تتم قبل تنفيذ عملية القطع مثل تحديد الكتلة الأولية،وتحديد المخرطة،وتحديد طريقة تثبيت قطعة الشغل ،وتحديد تسلسل عمليات الخراطة، تحديد أداة القطع لكل خطوة وتحديد ظروف القطع لكل خطوة، حساب زمن القطع وزمن التشغيل الكلي وأخيراً تحديد تكلفة الإنتاج.

23) ما هي خطوات التحضير التكنولوجي لعمليات الخراطة؟

- قراءة الرسمة قراءة متأنية لمعرفة تفاصيل و أبعاد الشكل الهندسي لقطعة الشغل،و نعومة الأسطح ودقة الأبعاد المطلوبة من خلال تفاوتات الأبعاد والشكل وتوافقات الأجزاء التي تجمع مع بعضها البعض مثل محمل وعمود.

- تحديد نوعية الخراطة المطلوبة (طولية, واجهية, داخلية، سطح مائل أو منحني أو جميعها)

- تحديد نوع المخرطة, وذلك تبعاً:
  - الشكل الهندسي (مخرطة طولية, واجهية أم مخرطة نساخة أو آلية)
  - حجم ومقاييس قطعة الشغل (مخرطة قطع شغل دقيقة أم ثقيلة أم عادية).
  - العدد المطلوب (مخرطة عامة أم خاصة أو مخرطة برجية أو آلية CNC).
  - عدد المواضع التي يجب أن تشغل (مخرطة ذات ماسك عدة واحدة أو أربعة أم مخرطة برجية).

- تحديد مقاييس الكتلة الأولية ومراعاة تقليل الفاقد عبر اختيار القطر والطول المناسبين.
- تحديد طريقة التثبيت لكل مرحلة من مراحل القطع.
- تحديد المزلق والمبرد حسب نوع معدن قطعة الشغل وظروف القطع.
- تحديد تسلسل الخراطة (السطح كذا بعمق القطع كذا وبالطول كذا ثم السطح كذا أو سطحان أو أكثر في نفس الوقت في حالة المخرطة البرجية, مع تحديد عمق القطع لكل سطح).
- تحديد أداة القطع لكل خطوة.
- تحديد ترتيب الأدوات في المخرطة البرجية.
- تحديد سرعات التغذية والقطع (حساب سرعة دوران عمود الإدارة) لكل خطوة.
- حساب أكبر قوة قطع يحتاج لها ومنها تحديد قدرة المخرطة مع مراعاة نسبة استغلال القدرة.

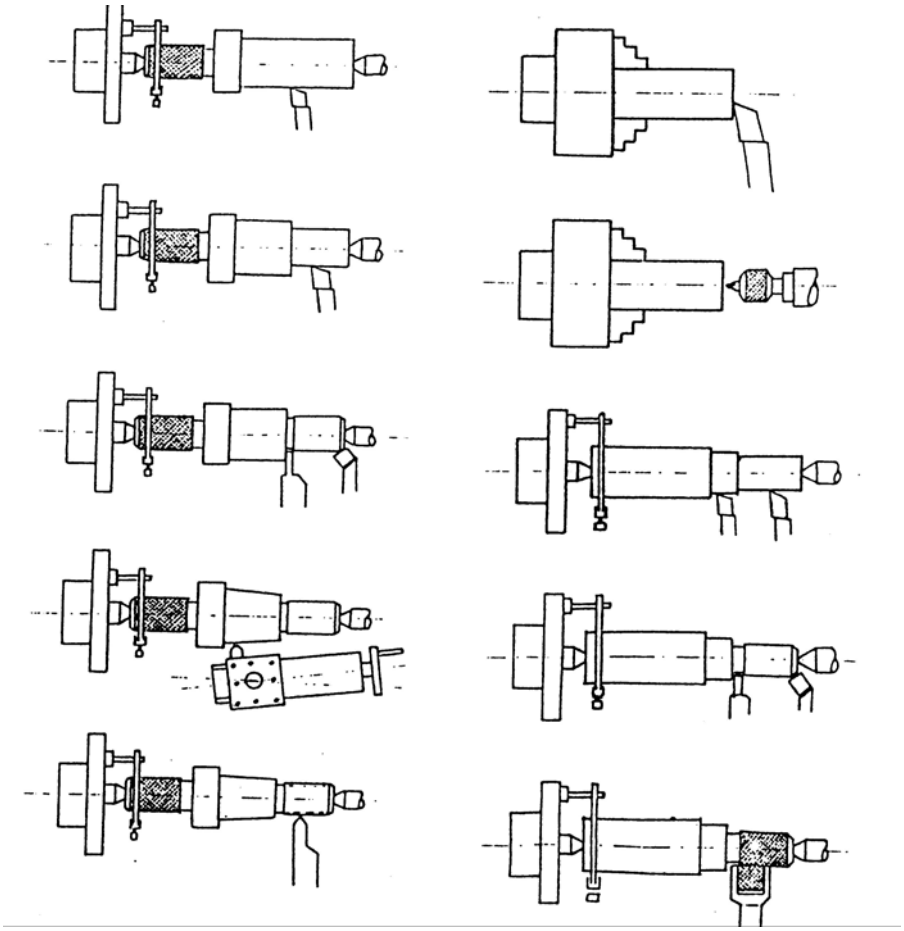
- حساب زمن القطع لكل خطوة.
- حساب زمن الإنتاج الكلي للقطعة.
- تحديد التكلفة الكلية لإنتاج قطعة الشغل.

24) ما هي أسس اختيار المخرطة المناسبة؟

- أسس اختيار المخرطة هي:

- الشكل الهندسي (مخرطة طولية, واجهية أم مخرطة نساخة أو آلية)
- حجم ومقاييس قطعة الشغل (مخرطة قطع شغل دقيقة أم ثقيلة أم عادية).
- العدد المطلوب (مخرطة عامة أم خاصة أو مخرطة برجية أو آلية CNC).
- عدد المواضع التي يجب أن تشغل (مخرطة ذات ماسك عدة واحد أو أربعة أم مخرطة برجية)

25) وضح تسلسل عمليات خراطة الشغلة التالية:



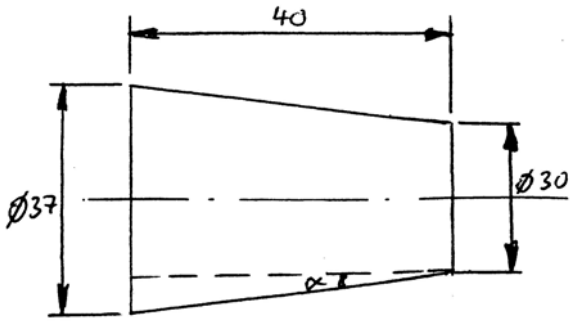
26) ما هي طرائق تنفيذ السلبة على المخرطة؟

- طريقة إمالة الراسمة العليا بنصف مقدار زاوية السلبة.
- طريقة قلم التشكيل العريض.
- طريقة مسطرة السلبة والتي تحدد عليها نصف زاوية السلبة.
- طريقة تحريك ذنبة غراب الذيل بعيداً عن محور ذنبة الظرف.

27) اشرح طريقة إمالة الراسمة العليا لتنفيذ سلبة.

- تثبت قطعة الشغل في الظرف.
- يثبت القلم في حامل القلم.
- إمالة الراسمة بزاوية تساوي نصف زاوية المخروط.
- ضبط عمق القطع. ضبط سرعة دوران عمود الإدارة. تنفيذ القطع بتغذية يدوية.

28) احسب زاوية إمالة الراسمة العليا للسلبة التالية:



يتم حساب الزاوية عبر القانون التالي

$\text{Tan } \alpha = D - d / 2 L$

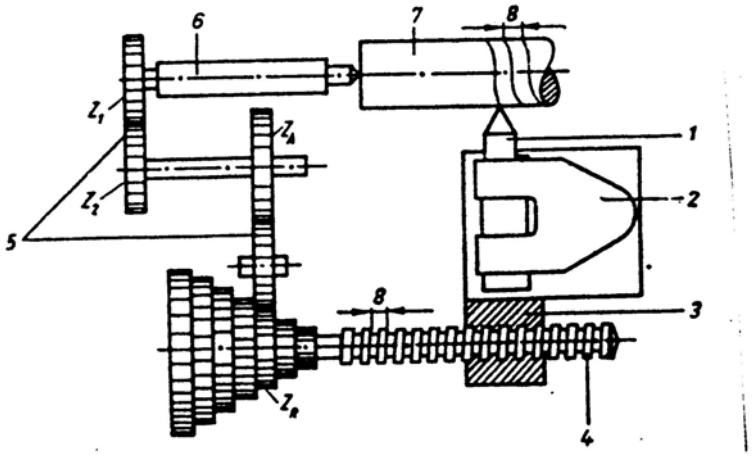
$= 37 - 30 / 2 \times 40 = 7 / 80 = 0.0875$

$\alpha = 5^{\circ}$

31) احسب مسافة إزاحة ذنبة الغراب المتحرك لخراطة السلبة التي طولها 250 و زاويتها 5 °

$AC = 250 . \sin 5^{\circ} = 250 .0.0871 = 21.775 \text{ mm}$

32) ارسم تركيبة خراطة لولب على المخرطة



تركيبة خراطة اللولب

33) احسب قدرة الموتور الكهربائي المطلوب توفرها بالمخرطة لخراطة قطعة بالمعطيات التالية:

- عمق القطع = 4مم
- قطر قطعة الشغل = 60 مم
- سرعة القطع = 25 م / دقيقة
- سرعة التغذية = 0.4 مم / دورة

- مادة الشغلة هي زهر رمادي 20 - مادة الأداة هي صلب سريع القطع و η = 0.8

$$F = b \cdot h \cdot k_s = d \cdot f \cdot K_s$$

$$b = d = 2 \text{ mm} \qquad h = f = 0.4 \text{ mm},$$

$$K_s = k_{s.1.1} / h^n \qquad n = 0.25 \quad , k_{x.1.1} = 1160 \text{ N / mm}^2$$

$$K_s = 1160 / 0.4^{0.25} = 1458.6 \text{ N / mm}^2$$

$$F = 2\text{mm} \cdot 0.4\text{mm} \cdot 1458.6 \text{ N / mm}^2 = 1166.9 \text{ N}$$

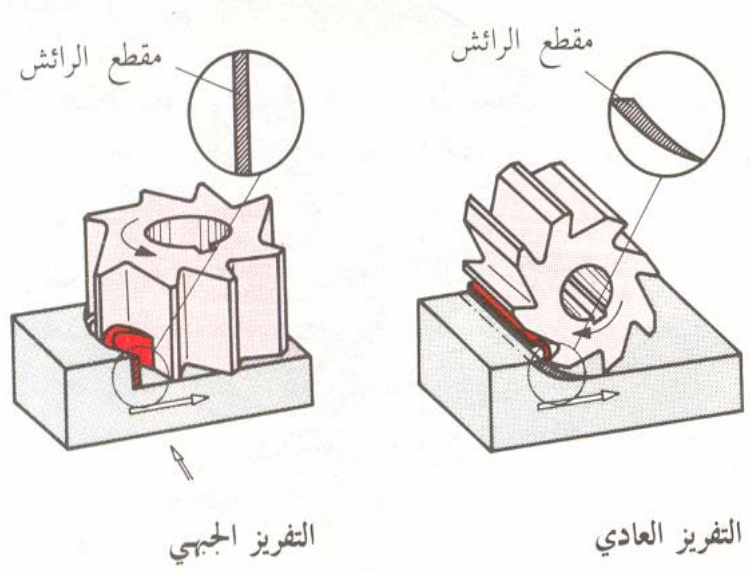
$$P = F \cdot V / 6120 = 1166.9 \cdot 25 / 6120 = 4.76 \text{ kW}$$

$$P_{motor} = P / \eta = 4.76 / 0.8 = 5.95 \text{ kW}$$

حلول التدريبات النظرية للفصل السابع في الوحدة الثانية :

1) اشرح عملية التفريز.

في التفريز تؤدي قطعة الشغل، المثبتة على المنضدة أو في الملزمة، حركة تغذية مستقيمة, وتؤدي الأداة (سكينة التفريز)، والمثبتة في مقدمة عمود الإدارة، حركة القطع الدائرية. يكون محور السكينة موازياً لسطح قطعة الشغل في حالة التفريز المحيطى(Prepherial Milling) ومتعامداً معه في حالة التفريز الواجهي (Face Milling). الشكل (1.7) يوضح طريقة التفريز لتشغيل المعادن.



أنواع التفريز

2) ما هي أنواع التفريز؟

- تفريز محيطي لأعلي ولأسفل.
- تفريز واجهي.

3) ما هي استخدامات التفريز؟

يستخدم التفريز في الحصول علي:

- أسطح مستوية. - مجارٍ متنوعة. - لوالب كبيرة. - تروس.
- تجاويف داخلية للقوالب. - أسطح منحنية.

4) اختر الإجابة الصحيحة

أ) تستخدم آلة التفريز العامة عندما :

- تتنوع قطع الشغل . - تنتج قطعة شغل بأعداد كبيرة. - تنتج قطعة كبيرة الحجم.

ب) آلة التفريز الإنتاجية تمتاز بـ:

- مجال كبير من سرعات القطع. - مجال كبير من سرعات القطع والتغذية - مجال سرعات محدود.

ج) يتم حفر القوالب المعدنية باستخدام :

- الكشط. - النشر. - الثقب. - التفريز.

د) تستخدم آلة التفريز متعددة الرؤوس عندما :

- يطلب إنتاج عدد كبير من قطع الشغل - عندما يتعدد القطع بقطعة شغل واحدة
- يطلب إنتاج قطعة شغل يتعدد فيها القطع ومطلوبة بأعداد كبيرة.

5) ما هي مكونات آلة التفريز؟

- الهيكل. - الركبة. - السرج. - المنضدة. - تروس عمود الإدارة
- عمود الإدارة. - مجموعة التبريد والتزليق. - تروس الركبة والسرج والمنضدة.

6) ما هي أسباب تنوع سكاكين التفريز؟

توجد أنواع عديدة من سكاكين التفريز وذلك بسبب تعدد استخدامات التفريز .تختلف سكاكين التفريز تبعاً :

- لموضع أسنانها هل هي على المحيط ؟ أم على الواجهة ؟
- لقطر السكينة فبعضها صغير جداً وأخرى كبيرة لتتناسب مع أسطح قطع الشغل.
- لعدد الأسنان فهو كبير عند تفريز المعادن الصلدة وصغير للطرية.
- لأشكالها حتى يمكن إنتاج مجاري ,و تروس,و لولب, وأسطح مستوية.

- لشكل مجاري الرايش فهي أما مستقيمة, أو منحنية, أو حلزونية

7) أجب بصح أو خطأ:

- تحتاج الآلة الخاصة أن تتوفر خبرة كبيرة لدى العامل المشغل لها. (خطأ)
- آلة التفريز العامة تمتاز بإنتاجية كبيرة. (خطأ)
- يمكن استخدام سكينة التفريز في آلة أفقية وفي آلة رأسية. (خطأ)
- تختلف زوايا الأداة في سكينة التفريز عنها في قلم الخراطة (خطأ)
- يختلف تركيب سكينة التفريز عن تركيب قلم الخراطة (خطأ)

8) كيف يتم تحديد سرعة تغذية المنضدة في التفريز؟

$$f_t = f_z \cdot z \cdot n$$

حيث:

n هي سرعة دوران عمود الإدارة والتي تحسب كما سبق ذكره في الخراطة مع التعويض بقطر السكينة وليس بقطر قطعة الشغل.

z عدد أسنان السكينة أو بتعبير آخر عدد الحدود بأداة القطع.

f_z سرعة التغذية بالنسبة للسن الواحد. (تؤخذ من الجداول)

f_t سرعة تغذية منضدة آلة التفريز بالـ مم

9) وضح علاقة سرعة التغذية وصلابة معدن قطعة الشغل؟

كلما ازدادت صلابة معدن قطعة الشغل قلت سرعة التغذية المختارة.

10) ما هي علاقة سرعة القطع ومقاومة المعدن للشد؟

كلما زادت مقاومة المعدن للشد تختار سرعة قطع أقل.

11) علل إمكانية استخدام سرعات تغذية وقطع أكبر عند استخدام الكربيد مقارنة بالصلب سريع القطع.

نتيجة لاحتفاظ حدود القطع الكربيدية بصلادتها في درجات الحرارة العالية يمكن استخدام سرعات قطع وتغذية أكبر.

12) وضح كيفية حساب زمن القطع في التفريز.

يتم حساب زمن القطع عبر قسمة المسافة التي تتحركها الأداة (المنضدة) بسرعة التغذية على السرعة التي تتحرك بها.

تحدد مسافة التحرك كما في الخراطة عبر جمع مسافة ما قبل التلامس مع قطعة الشغل مع طول القطعة و المسافة التي تضمن خروج السكينة من منطقة القطع.

$$[mm] \quad L = l_b + l_{wp} + l_a$$

13) ما هما الاختلافان الأساسيان في حساب قوة القطع في التفريز مقارنة بالخراطة؟

الاختلافان هما :

- عدم ثبات سمك الرائش
- تعدد حدود القطع في التفريز ومشاركة بعضها فقط في القطع.

14) ما هي أنواع التفريز المحيطي.

- التفريز لأعلي
- التفريز لأسفل

15) وضح ما يمتاز به كل نوع من أنواع التفريز المحيطي؟

التفريز لأعلي يمكن من تشغيل الأسطح الخشنة ويعطي سطحاً ناعماً ولكن عمر الأداة فيه قليل لكبر الاحتكاك مع قطعة الشغل.

التفريز لأسفل يمتاز بعمر الأداة الطويل بسبب قلة الاحتكاك ولذا يمكن القطع بسرعات قطع وتغذية عاليتين.

16) وضح كيفية تحديد عدد الأسنان المشارك في القطع.

$$z_{ie} = z. \varphi_s / 360$$

$$\text{Cos } \varphi_s = 1 - 2d / D$$

حيث :

z_{ie} عدد الأسنان المشارك في القطع.

z عدد حدود القطع بالسكينة.

φ_s زاوية قوس القطع.

d عمق القطع.

D قطر سكينة التفريز.

$$H_m = (114.6 / \varphi_s) . f_z . (d / D)$$

حيث :

h_m متوسط سمك الرائش

φ_s زاوية قوس القطع

d عمق القطع

D قطر سكينة التفريز

f_z سرعة التغذية بالنسبة للسن

18) وضح مزايا التفريز الواجهي.

- تقل به الاهتزازات ولذا يوفر سطحاً ناعماً للمشغولات
- تتوفر به رؤوس تفريز ذات أقطار كبيرة تمكن من تفريز أسطح كبيرة في مشوار واحد.

19) لماذا يتفادى تطابق محور سكينة التفريز ومحور السطح المشغل؟

لتقليل قوة الاصطدام بين السكين و قطعة الشغل.

20) كيف يحسب مقدار بروز السكين؟

مقدار بروز السكينة u يحدد بالعلاقة التالية:

$$u = 0.05 \cdot d$$

d للمواد ذات الرايش الطويل	d للمواد ذات الرايش القصير
(الصلب والألومنيوم)	(الزهر وسبائك نحاس)
$D=1.66 \cdot b$	$d= 1.33 \cdot b$

21) كيف يحدد عدد الأسنان المشارك في القطع في التفريز الواجهى؟

$$\varphi_s = \varphi_2 - \varphi_1$$

$$\cos \varphi_1 = 2 B_1 / D$$

$$\cos \varphi_2 = 2 B_2 / D$$

$$z_{ie} = z \cdot \varphi_s / 360^o$$

حيث:

z_{ie} هو عدد الأسنان المشارك في القطع

z هو عدد أسنان السكينة.

D هو قطر السكين

d هو عمق القطع

22) كيف يتم تحديد السمك المتوسط للرائش في التفريز الواجهي؟

يحسب متوسط سمك الرايش من العلاقة التالية:

$$h_m = (57.3 / \varphi_s) \cdot f_z \cdot \sin \chi (\cos \varphi_1 - \cos \varphi_2)$$

$$\varphi_s = \varphi_2 - \varphi_1$$

$$\cos \varphi_1 = 2 B_1 / D$$

$$\cos \varphi_2 = 2\ B_2 / D$$

$$z_{ie} = z.\ \varphi_s / 360^o$$

حيث:

z_{ie} هو عدد الأسنان المشارك في القطع

z هو عدد أسنان السكينة.

χ هي زاوية المقابلة

D هو قطر السكين

d هو عمق القطع

23) مطلوب إنقاص ارتفاع قطعة من الصلب الطري الذي مقاومة شده 600 نيوتن / مم^2 بمقدار 4 مم باستخدام سكينة حدود قطعها من الكربيد ، عدد أسنانها 12 سن وقطرها 75 مم . عرض الشغلة 45 مم وطولها 105 مم.

مطلوب تحديد قدرة الموتور الكهربائي عندما معامل استغلال القدرة 0.75 وكذلك حساب زمن القطع بافتراض أن مسافة التحرك قبل وبعد السطح المشغول تبلغ 8 مم.

بمعرفة نوع التفريز,و مادة الأداة, ومادة قطعة الشغل وعمق القطع d , يمكن من الجداول تحديد:

s_z (التغذية / سن) = 0.1 مم / سن.

V (سرعة القطع) = 25م / دقيقة.

$K_{s.1.1}$ = 1990 نيوتن / مم^2 z = 0.26

$$P_c = F_{total}\ .\ V / 102\ .\ 60 \quad [kW]$$

$$F_{total} = F_c\ .\ z_{ie}$$

$$z_{ie} = z.\ \varphi_s / 360^o$$

$$\text{Cos}\ \varphi_s = 1 - 2\ d / D$$

$= 1 - 2 \times 4 / 75$

$= 1 - 8 / 75$

$= 75 - 8 / 75$

$= 67 / 75$

$= 0.89$

$\varphi_s = 27^o\ 40' = 27.66^o$

$z_{ie} = (12 . 27.66) / 360 = 0.922$

$F_c = b . h_m . k_s$

$h_m = (114.6 / 27.66) . 0.1. (4 / 75) = 0.022$ mm

$k_s = ks.1.1 / h^z = 1990 / 0.022^{0.26} = 536.2$ kp . mm^2
$F_c = 45 . 0.022 . 536.2 = 530.9$ kp

$F_{total} = 530.9 . 0.922 = 489.5$ kp

$P_c = 489.5 . 25 / 6120 = 1.9$ kW

زمن القطع = المسافة الكلية / سرعة تغذية المنضدة

سرعة التغذية للمنضدة $f_t = f_z . z . n$

$n = 1000 . V / 3.14 . D$
$= 1000 . 25 / 3.14 . 75 = 106.2$ r p m
$f_t = 0.1 . 12 . 106.2 = 127.44$ mm /min

زمن القطع = المسافة الكلية / سرعة التغذية

= (105 + 8 + 8) / 127.44 = 127.44 / 123 = 0.955 دقيقة

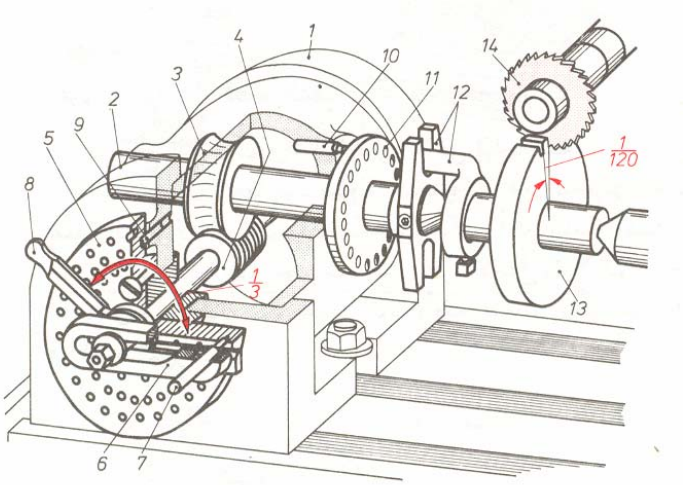
24) وضح تركيب جهاز التقسيم .

يتركب جهاز التقسيم من قرص مثقب متصل فيه ذراع لإدارته وخابور ومقص لتحديد جزء من دورة. يتصل القرص المثقب بدودة معشقة في عجلة. والعجلة تتصل بظرف لتثبيت قطعة الشغل.

25) اشرح نظرية عمل جهاز التقسيم.

فكرة عمل جهاز التقسيم هي: عندما تدور الدودة (4) المتصلة بالقرص المثقب (5) 40 دورة, تدور العجلة (3) المثبتة على العمود (2) دورة واحدة كاملة. وبالتالي تدور قطعة الشغل (13) المثبتة في مقدمة العمود كذلك دورة واحدة كاملة.لإدارة القرص جزءًا من دورة, يستخدم الخابور (7) والمقص (6 و8) ودوائر الثقوب المختلفة المتواجدة على القرص. توجد أقراص ذات دوائر ثقوب (15 -16 -17 -18 -19 -20) و(21 -23 -27 -29 -31 -33) و (37 -39 - 41 -43 -47 -49). إذن لإدارة الشغلة جزءًا من دورة كاملة (يساوي المسافة من فراغ سن إلى

الفراغ الذي يليه), يجب أن نحدد هذا الجزء عبر قسمة 40 على عدد الفراغات (الأسنان المطلوبة). يتم ضبط مسافة دوران القرص وتشغل الآلة ثم يتم التوقف وإدارة القرص للمسافة نفسها ثم تكرار القطع. القرص (11) والإصبع (10) يستخدمان عند القطع المتكرر البسيط. مساعد الإدارة (12) مهمته ضمان دوران قطعة الشغل لأنها مثبتة بين ذنبتين.



26) مطلوب إنتاج ترس عدل عدد أسنانه 24 سن. حدد كيف يضبط جهاز التقسيم.

40 / 24 = (3/2) 2

أي دورتين كاملتين و المسافة الواقعة بين 11 ثقب على دائرة ثقوب بها 15 ثقب.

27) لماذا يستخدم جهاز التقسيم التفاضلي.؟ وما هي فكرة عمله؟

- يستخدم عندما لا يمكن الحصول على جزء من دورة في أقراص جهاز التقسيم البسيط. فكرة عمله تتلخص في توصيل مجموعة تروس إضافية بجهاز التقسيم البسيط، تمكن من تحقيق جزء الدورة المطلوب.

حلول التدريبات النظرية للفصل الثامن :

1) وضح أهمية التجليخ.

تنبع أهمية التجليخ في أنه يمكن من الحصول على نعومة سطح عالية وكذلك من تحقيق دقة أبعاد كبيرة لقطع الشغل. أيضا التجليخ هو الوسيلة الوحيدة الممكن استخدامها في تشغيل بعض المعادن عالية الصلادة مثل الزهر الأبيض.

2) عرف عملية التجليخ.

تجليخ الأسطح هي عملية تشغيل يستخدم فيها **عمق** قطع صغير جداً (0.002 - 0.03 مم) ، سرعة قطع عالية (تقوم بها الأداة) وسرعة تغذية بطيئة (0.02 - 0.12 مم / دورة ، تقوم بها قطعة الشغل) لضمان الحصول على نعومة سطح عالية ولتحقيق دقة أبعاد عالية. في تجليخ الأسطح المستوية ، يدور حجر التجليخ بسرعة عالية لينفذ حركة القطع وتتحرك قطعة الشغل حركة مستقيمة بطيئة تنفذ حركة التغذية الضرورية.

3) ما هي أنواع التجليخ؟

يوجد أنواع عدة من التجليخ هي:

- التجليخ السطحي ويشبه عملية التفريز
- التجليخ الإسطواني ويشبه عملية الخراطة
- التجليخ الداخلي ويشبه عملية الثقب.

توجد مستويات عدة من النعومة التي يمكن الحصول عليها عبر التجليخ ، ولذا يصنف التجليخ بالتجليخ الناعم، الناعم جداً.

4) ما هي استخدامات التجليخ؟

يستخدم التجليخ في:

- الحصول على نعومة سطح عالية.
- الحصول على دقة أبعاد كبيرة.
- قطع الكتل الأولية.

- تشذيب الثقوب ودرز اللحام وآثار القطع بالغاز.
- إعادة شحذ أدوات القطع.
- تشغيل المواد عالية الصلادة.

5) ما هي الأشياء التي تميز آلة تجليخ أسطح مستوية عن آلة تفريز؟

يميز آلة التجليخ عن آلة تفريز ما يلي:

- إمكانية الحصول على سرعات قطع عالية وسرعات تغذية صغيرة
- تثبيت قطع الشغل يمكن أن يتم بواسطة منضدة مغناطيسية وذلك بسبب صغر قوي القطع.
- وجود شفاط لسحب الغبار الناتج عن عملية التشغيل
- وجود واقي للحجر.

6) ما هي المكونات التي يصنع منها حجر تجليخ؟

يصنع حجر التجليخ من حبيبات حاكة مثل كربيد السيلكون أو الألومينا ومادة رابطة للحبيبات مثل الشيلاك، والمطاط والروابط الخزفية.

7) ما أسباب تنوع أحجار التجليخ ؟

توجد أنواع مختلفة من الأحجار تبعا للشكل الهندسي، حجم ونوع الحبيبات، نوع المادة الرابطة، كثافة الحبيبات. يهدف تنوع أحجار التجليخ إلى ضمان ملاءمة تنوع مادة قطعة الشغل ، اختلاف أشكال قطع الشغل ، تعدد مواضع القطع وتنوع مدي نعومة السطح المطلوبة.

8) اكتب رمزاً لحجر تجليخ ووضح معاني مكونات الرمز.

46 k 5 v

- الحرف الأول (**A**) يبين نوع مادة الحبيبات (**A** ألومينا و **C** تعني كربيد سيليكون).
- الرقم (46) يوضح حجم الحبيبات (8 - 24 خشنة، 30 - 60 متوسطة، 80 - 180 ناعمة، 200 - 600 ناعمة جداً). انظر جدول (3).

- الحرف (**k**) يحدد درجة الحجر (**A - D** طري جداً، **E - T** طري، **U - Y** صلد، **Z**صلد جداً).
- الرقم (5) يعطي معلومة عن كثافة الحجر (1 - 8 كثيف، 9 - 15 قليل الكثافة).
- الحرف الأخير (**v**) يوضح نوع المادة الرابطة.

9) اذكر خمسة من ضوابط اختيار حجر تجليخ.

- حجر برابطة ضعيفة لتجليخ مادة صلدة لأن الحبيبات تتجدد لسهولة انفصالها.
- حجر برابطة قوية لتجليخ مادة طرية مما يضمن عمراً أطول للحجر.
- حبيبات صغيرة الحجم للحصول على نعومة عالية.
- حبيبات كربيد السيلكون لتجليخ مواد مقاومة شدها قليلة.
- حبيبات الالومينا لتجليخ مواد مقاومة شدها ومتانتها عالية.

10) علل استخدام حجر صلد لتجليخ مادة طرية.

لأن المادة الطرية سهلة القطع، ولذا فأنه لا يحتاج لتجدد الحبيبات عبر انفصالها عن الحجر.

11) علل استخدام عامل قليل الخبرة لحجر صلد.

لأنه لو استخدم حجر طري فسوف يتسبب في سرعة تآكله مما يرفع من تكلفة التشغيل.

12) وضح كيفية حساب زمن القطع عند تجليخ الأسطح المستوية.

يتم حساب زمن القطع عبر قسمة المسافة التي تتحركها الأداة (المنضدة) بسرعة التغذية على السرعة التي تتحرك بها.

تحدد مسافة التحرك كما في الخراطة والتفريز عبر جمع مسافة ما قبل التلامس مع قطعة الشغل مع طول القطعة و المسافة التي تضمن خروج الحجر من منطقة القطع.

$$[mm] \quad L = l_b + l_{wp} + l_a$$

13) اذكر ما يجب فحصه قبل البدء بعملية تجليخ.

- يجب فحص الآلة والتأكد من سلامتها.
- يجب معرفة سرعة القطع القصوى للحجر.
- يجب فحص خلو الحجر من الشقوق.
- التأكد من اتزان الحجر.
- التأكد من عدم إمكانية اصطدام الحجر بجزء من قطعة الشغل أو المثبت.

14) اذكر خمسة من ضوابط السلامة عند التجليخ.

a. معرفة السرعة القصوي المسموح بها (دورة / دقيقة) للحجر الذي تم تركيبه.

b. حالة حجر التجليخ والتوصيلات (القابولات)الكهربائية.

3) تأكد من أن الملزمة مثبتة بقوة كافية على المنضدة والمنضدة المغناطيسية ممسكة بقطعة الشغل بقوة.

4) تأكد من وجود حرية لحركة الحجر رغم وجود الشغلة و من أن المصدات مضبوطة على نحو صحيح.

5) احفظ يدك بعيداً عن الحجر الدائر وعن قطعة الشغل المتحركة.

6) لا تمرر إصبعك على سطح قطعة الشغل أو أن تزيل الرايش عندما تعمل الآلة.

المصطلحات

GLOSSARY

إنجليزي	عربي
Abrasive	مادة حاكة
Alignment	محاذاة
Arbor	شياق
Arm bracket	ذراع الكتيفة
Automatic	أوتوماتي
Backlash	فوت
Basic hole system	نظام أساس الثقب
Basic shaft system	نظام أساس العمود
Bearing	كرسي دوران _ كرسي تحميل
Bed	فرش
Belt	سير
Flat ……	سير مسطح
V ……	سير سبعي
Blind hole	ثقب سدود
Block	زهرة
V ……	زهرة سبعية
Bluntness	تثلم
Borax	بوراكس , بوراق
Boring	تجويف
…… bar	عمود تجويف
Counter ……	تخويش أسطواني
……. Tool	عدة تجويف
Burring	تشذيب الزوائد
Carbide	كربيد

تابع المصطلحات

عربي	انجليزي
كربيد سمنت	Cemented ……
كربيد السيلكون	Silicon ……
قلم بلقمة كربيدية	…… tipped tool
عربة	carriage
أسمنت , مادة لاصقة	Cement
مركز , ذنبة	Centre
علامة المركز	…… mark
ذنبة تعليم المركز	…… punch
مركزة	centering
عدة مركزة	…… tool
سلسلة	chain
شطف	chamfer
تروس تغيير	Change gears
خريطة	Chart
إصطكاك	chatter
رايش	Chip
مقطع الرايش	…… breaker
ربط	clamping
مسامير ربط	……... bolts
صامولة نشابة	Clasp nut
طفل	Clay
زاوية الخلوص	Clearance angle
جلب وسيطة	Closers
قابض	clutch
تمركز	Concentricity
مبرد	Coolant

تابع المصطلحات

إنجليزي	عربي
cooling	تبريد
Corundum	كوروندوم
Counter borer	مخوش أسطواني
Counter boring	تخويش مخروطي
Cutting	قطع
……. Angle	زاوية القطع
……. Edge	الحد القاطع
Dry …….	فطع جاف (بدون مبرد)
…….. force	قوة القطع
…… tool	عدة القطع , العدة
Wet ……	قطع مبلل (مبرد)
Cylindrical grinder	جلاخة أسطوانات
Dial gauge	محدد قياس بقرص مدرج
Dividing head	رأس تقسيم
Dovetailed groove	حز غنفاري
Down milling	التفريز لأسفل
Draw –in- bolt	مسمار سحب
dressing	تسوية
Drill	مثقاب , مثقب
Bench ……	مثقاب تزجة
Centre ……	مثقب مركزة
Gang ……	مثقاب جماعي
Hand ……	مثقاب يدوي
Radial …….	مثقاب دف
Twist ……	مثقاب ملتوي
Upright	مثقاب قائم

تابع المصطلحات

عربي	إنجليزي
ثقب	drilling
عمود الثقب	..... spindle
ثقب مبدئي	Spot .....
مثقاب , مكنة ثقب	..... machine
مصدر التدوير	Drive
لا تمركزي	eccentric
مخرطة لا تمركزية	..... lathe
خراطة لا تمركزية	..... turning
نحاس الكتروليتي	Electrolytic copper
طرف	End face
التفريز بسكينة طرفية	End milling
سكينة تفريز طرفية	..... cutter
تعشيق	Engagement
تركيب	Erection
صينية	Face plate
خراطة جانبية	Facing
خابور غاطس	Feather key
تغذية	Feed
تروس التغذية	..... gears
صندوق التغذية	..... box
الفلسبار	Felspar
لولب ناعم	Fine-pitch thread
تشطيب	Finishing
عدة تشطيب	..... tool
إذدواج	Fit
طبقة الإذواج	Class of .....

تابع المصطلحات

إنجليزي	عربي
Clearance ……	إذدواج خلوص
Grade of ……	رتبة الإذدواج
Interference ……	إذدواج تداخل
Transition ……	إذدواج إنتقالي
System of ……	نظام إذدواج
Flank	فخذ القلم
Floating reamer	برغل عائم
Floating sleeve	جلبة عائمة
Flute	قناة ملتوية
flux	مساعد تلاحم
forming	تشكيل
gear	ترس
Bevel …….	ترس مخروطي
Worm …….	تروس دودي
<<Go >> gouge	محدد قياس سماحي
grease	شحم
grinding	تجليخ
Cylindrical ……	تجليخ إسطوانات
External …….	تجليخ خارجي
Internal ……..	تجليخ داخلي
…… machine	جلاخة , مكنة تجليخ
Surface ……..	تجليخ سطوح
……. Wheel	حجر الجلخ
Guiding way	سطح دليلي
Hardness	صلادة
Headstock	الغراب الثابت

تابع المصطلحات

إنجليزي	عربي
High speed steel	صلب سريع القطع
Hob	سكينة قطع تروس
Honing	صقل
Horizontal milling machine	فريزة أفقية
Indexing	تقسيم
…….. crank	ذراع تقسيم
……. pin	تيلة تقسيم
…….. plate	قرص تقسيم
……. Fixture	رباط تقسيم
ISA	الإتحاد الدولي لجمعيات التوحيد القياسي
ISO	المنظمة الدولية للتوحيد القياسي
Jig boring machine	مكنة تشغيل مرشدات
Knurling	تخريش (ترترة)
Lead screw	عمود اللولب
Leading cutting edge	حد القطع الأمامي
Lever	ذراع
Control …….	ذراع تحكم
Hand …….	ذراع يدوي
Locking …….	ذراع إحكام
Limit gauge	محدد قياس الحدود
Lip angle	زاوية الشفة
Longitudinal	خراطة طولية
Lubricant	مزلق
Lubrication	تزليق
Machine	مكنة
…….. tool	مكنة تشغيل

تابع المصطلحات

إنجليزي	عربي
Magnesite	مغنيسيت
Maintenance	صيانة
Major diameter	القطر الأكبر
Margin	هامش
Marking	تخطيط (شنكرة)
Mesh	شبيكة
Meshing	متعاشق
Metal cutting	قطع المعادن
Milling	تفريز
……. Cutter	سكينة تفريز
Minor diameter	القطر الأصغر
Muffle furnace	فرن محجب
neck	اختناق
Nominal size	مقاس اسمى
Nose	مقدمة
…….. angle	زاوية المقدمة
<<NOT GO>>**gauge**(also<<NO GO>> **gauge**)	محدد قياس لا سماحي
Paraffin	برافين
Pilot	دليل
Pitch	خطوة
……. diameter	قطر الخطوة
Plain tool steel	صلب عدة كربوني
Planning	كشط
…….. machine	مكشطة عربة
Plug gauge	محدد قياس سدادي
pneumatic	نيوماتي

تابع المصطلحات

عربي	إنجليزي
زاوية الذنبة	Point angle
ترتيبة نقل الحركة	Power train
مثقاب الدف	Radial drill
زاوية الجرف	Rake angle
برغلة	Reaming
زاتينج	Resin
مسند	Rest
مشوار الرجوع	Return stroke
جساءة	Rigid
إستقرابي	rough
إستقراب	Roughing
عدة كشط يدوية	Scraper
مسمار ملولب	Screw
شوكة تخطيط (شوكة شنكرة)	Scriber
ذاتي التمركز	Self – centering
إعداد	Setting – up
عمود	Shaft
نصاب	Shank
نصاب إسطواني (عدل)	Cylindrical …….
نصاب مسلوب	Tapered …….
كشط	shaping
مكشطة نطاحة	…….. machine
سن	sharpening
سكينة تفريز طرفية مجوفة	Shell end mill
لك , شيلاك	shellac
زاوية المقابلة	Side angle

تابع المصطلحات

إنجليزي	عربي
Side angle	زاوية الجرف الجانبي
Sintering	تلبيد
Size	مقاس
Nominal …….	المقاس الأسمى
Basic ……	المقاس الأساسي
Slotting	كشط رأسي
Snap gauge	محدد قياس إطباقي
spacer	قطع مباعدة
Spanner	مفتاح دوارة
Spindle	عمود دوران
Spirit	محلول الكحول
Split nut	صامولة مشقوقة
Stepped pulley	طارة مدرجة
Stop	مصد
Straight turning	خراطة طولية (مستقيمة)
Switch	مفتاح كهربائي
Swiveling arm	ذراع متأرجح
Table	صينية
Tailstock	الغراب المتحرك
Tap	ذكر لولبة
tapping	لولبة داخلية
Template	ضبعة
Testing	اختبار
Thread	لولب
Metric ……	لولب متري
Whitworth ……	لولب (ويثورت)

لولبة خارجية	Threading

عربي	إنجليزي
لقمة لولبة	…… die
ظرف ذو ثلاثة فكوك	Three – jaw chuck
ثقب نافذ	Through hole
تجاوز	Tolerance
منطقة التجاوز	……. Zone
موضع منطقة التجاوز	Disposition
رتبة التجاوز	Grade of ……
عدة , عدة قطع	Tool
مربطة العدة	…… holder
عمر الحد القاطع	…….. - life
صندوق القلم (بالمخرطة)	……. Post
حد القطع الخلفي	Trailing cutting edge
ضبط أبعاد حجر الجلخ	Truing
مشقبية على شكل T	T – slot
خراطة	Turning
قلم خراطة	…… tool
زيت التربنتينا	Turpentine
مثقب ملتوي	Twist drill
زهرة سبعية	V – block
فريزة رأسية	Vertical milling machine
منجلة	Vice
اسفين	Wedge
زاوية الآلة	…… angle
ترس دودي	Worm
عجلة ترس دودي	…… wheel

مراجع حقيبة تقنية التشغيل

المراجع العربية:

1) تكنولوجيا الإنتاج وأعمال الورش – الجزء الأول والثاني والثالث طبعة 1990 , تشابمان - ترجمة أ.د لطفي عبد اللطيف و أ. م. د عبد الرحمن موسي –القاهرة

2) عمليات قطع المعادن, رودلف جينيسكي,ترجمة محمد الجزار,مؤسسة الاهرام

3) فن الخراطة,1981 ,الطبعة الثالثة, بروشتين و ديمينتيف, دار مير، موسكو.

4) فن التفريز, 1985 ، فيدور باراباشوف، دار مير، موسكو.

5) تكنولوجيا ميكانيكا الآلات" ,1977 ,هانز أبولد _ كورت فايلر - جورج جروند – ألفريد راينهارد – باول شميث, أرنست كليت – شتوتغارت, المانيا الأتحادية

6) التكنولوجيا لمهن تشغيل المعادن, هكلر آند كوخ, 1977, , مؤسسة أيمو للطباعة, ألمانيا

7) التطورات الحديثة في تجليخ المعادن, محمد أحمد زهران, 1978, , الطبعة الرابعة, مكتبة الأنجلو, القاهرة.

8) فن البرادة والتركيبات الميكانيكية, محمد أحمد زهران, 1977, , الطبعة الثالثة, مكتبة الأنجلو, القاهرة.

المراجع الأجنبية

9) Tool and manufacturing engineers handbook" volume I , Machining, Thomas J. Drozda, Charles Wick, 1983, 4th edition, Society of manufacturing Engineers, USA.

10) Machining and metalworking handbook, Ronald A. Walsh, 1998, ,2nd edition, McGraw – Hill, USA

11) Machining fundamentals, John R. Walker, 1989, forth edition, the Goodhreat – Willcox Company, USA

12) Introduction to Manufacturing Processes, John A. Schey, 1987, 2nd edition, McGraw – Hill, USA

13) Basic machining Reference Handbook, Arthur R. Meyers, 2001, 2nd Ed., Industrial press Inc.

14) Fachkunde Metall, 55th Ed.Verlag Europa Lehrmittel, 2007

توزيع المنهج النظري على أسابيع الفصل الدراسى

أسابيع الفصل الدراسي	المنهج النظري
الأول	تعريف التشغيل وأنواع عملياته، حركات القطع
الثاني	نظرية القطع، أنواع الرائش، الحد القاطع الإضافي، التبريد والتزليق
الثالث	ظروف القطع
الرابع	أدوات القطع
الخامس	أدوات القطع وتلف الأدوات
السادس	الثقب، توسيع، تنعيم ولولبة الثقوب
السابع	ظروف القطع، آلات الثقب، قوة القطع، زمن القطع
الثامن	الخراطة، أنواعها، المخرطة، المثبتات، ظروف القطع، زمن القطع
التاسع	التحضير التكنولوجي، عمليات الخراطة
العاشر	عمليات الخراطة
الحادي عشر	التفريز، استخداماته، أنواعه، آلات التفريز
الثاني عشر	قوة القطع وزمن القطع بالتفريز، جهاز التقسيم
الثالث عشر	التجليخ
	طرق التشغيل غير التقليدية
	نبذة عن التحكم الرقمي بالحاسب

محتويات حقيبة تقنية التشغيل

	الصفحة
مقدمة	1
تمهيد حقيبة تقنية التشغيل	2
الوحدة الأولي: أساسيات تشغيل المعادن:	4
مقدمة الوحدة الأولى.	5
الجدارة والأهداف .	6
الفصل الأول نظرية القطع:	7
1 -1 تعريف تشغيل المعا\دن	7
1 -2 أنواع طرائق التشغيل.	7
1 -3 استخدامات تشغيل العادن.	8
1 - 4 حركات القطع..	8
1 - 5 عملية القطع.	11
1 - 6 الحد القاطع الأضافي .	13
1 - 7 الحرارة المتولدة.	14
1 - 8 التبريد والتزليبق..	15
تمارين	18
الفصل الثاني ظروف القطع:	21
2 - 1 مقدمة.	21
2 - 2 سرعة القطع.	21
2 - 3 سرعة التغذية.	22
2 - 4 عمق القطع.	23
تمارين.	27

الفصل الثالث أدوات القطع: 28
3 - 1 تركيب أداة القطع. 28
3 - 2 أنواع أدوات القطع. 29
3 - 3 زوايا أداة القطع. 33
3 - 4 رمز الأداة. 33
3 - 5 الخصائص المطلوبة في أداة القطع. 34
3 - 6 تلف الأدوات. 41
3 - 7 عمر الأداة. 43
3 - 7 – 1 أمثلة. 43
تمارين 45

الفصل الرابع قوي القطع: 47
4 - 1 مقدمة . 47
4 - 2 حساب قوة القطع. 48
4 - 3 حساب قدرة القطع. 50
4 - 4 مركبات قوة القطع. 50
4 - 5 العوامل المؤثرة على قوة القطع. 52
تمارين 53

الوحدة الثانية عمليات التشغيل: 56
مقدمة الوحدة الثانية. 57
الجدارة والأهداف. 58
الفصل الخامس الثقب: 59
5– 1 مقدمة. 59
5 - 2 الثقب. 60
5 - 2 – 1 أداة الثقب (المثقاب). 60
5 - 3 توسيع الثقوب. 64

5 - 4 تنعيم الثقوب. 66
5 - 5 لولبة الثقوب. 68
5 - 6 اختيار ظروف القطع في عمليات الثقب. 69
5 - 7 آلة الثقب. 71
5 - 8 حساب قوة القطع وقدرة القطع. 75
5 - 9 زمن القطع في الثقب. 75
تمارين . 76

الفصل السادس: الخراطة 78
6 - 1 مقدمة . 78
6 - 2 أنواع عمليات الخراطة. 79
6 - 3 أنواع المخارط . 79
6 - 4 مكونات المخرطة. 83
6 - 5 أقلام الخراطة. 85
6 - 6 المثبتات. 86
6 - 7 حساب الزمن الكلي. 88
6 - 8 تسلسل التحضير التكنولوجي في الخراطة. 89
6 - 9 شرح عمليات الخراطة. 91
6 - 9 - 1 الخراطة الطولي. 91
6 - 9 - 2 خراطة السلبة. 93
6 - 9 - 3 خراطة اللولب. 96
تمارين. 98

الفصل السابع: التفريز: 101
7 - 1 مقدمة . 101
7 - 2 استخدامات التفريز. 102
7 - 3 آلات التفريز. 102

7 - 4 سكاكين التفريز. 105
7 - 5 ظروف القطع في التفريز. 106
7 - 6 حساب زمن القطع في التفريز. 108
7 - 7 حساب قوة وقدرة القطع بالتفريز. 108
7 - 7 – 1 التفريز المحيطي . 109
7 - 7 - 2 التفريز الواجهي. 110
7 - 7 - 2 - 1 حساب قوة القطع. 111
7 - 8 تفريز ترس عدل. 114
تمارين. 117

الفصل الثامن: التجليخ. 119
8 - 1 مقدمة. 119
8 - 2 استخدامات التجليخ. 119
8 - 3 آلات التجليخ. 122
8 - 4 أحجار التجليخ. 125
8 - 4 - 1 رمز الحجر. 125
8 - 4 - 2 أشكال الأحجار. 126
8 - 5 اختيار الحجر. 127
8 - 6 ظروف القطع في التجليخ. 127
8 - 7 زمن القطع بالتجليخ. 128
8 - 8 ضوابط السلامة في التجليخ. 129
تمارين 131

الفصل التاسع طرائق التشغيل غير التقليدية 132
1.9) التشغيل بقوس االبلازما. 132
2.9) التشغيل بالليزر. 133
3.9) التشغيل بالماء. 135

4.9) التشغيل بالتفريغ الكهربائي. 136
5.9) التشغيل الكهروكيميائي. 139
6.0) التشغيل بالشعاع الالكتروني. 141

الفصل العاشر: نبذة مختصرة عن الـ CNC 143
مقدمة. 143
نظرية التحكم الرقمي بالحاسب. 144
برنامج التحكم الرقمي يالحاسب. 144
معدات التحكم الرقمي بالحاسب. 145

أجوبة الأسئلة والتمارين 148
إجابة أسئلة الفصل الأول. 148
إجابة أسئلة الفصل الثاني. 155
إجابة أسئلة الفصل الثالث. 159
إجابة أسئلة الفصل الرابع. 164
إجابة أسئلة الفصل الخامس. 167
إجابة أسئلة الفصل السادس. 171
إجابة أسئلة الفصل السابع. 181
إجابة أسئلة الفصل الثامن. 190

فهرس الرسومات والأشكال

الشكل	الصفحة
1 -1 تنفيذ القطع بأجنة ومطرقة.	9
1 -2 حركات القطع في مختلف طرائق التشغيل .	10
1 -3 عملية القطع .	11
1 -4 أنواع الرائش.	12
1 -5 أبعاد الرائش	13
1 -6مناطق التأثر الحراري.	14
1 -7 توزع الحرارة المتولدة .	14
3 -1 مكونات قلم خراطة.	31
3 -2 أشكال مختلفة للساق وحدود القطع.	32
3 -3 طرائق متنوعة لتثبيت الحد القاطع.	32
3 -4 أشكال مختلفة للقم الكربيدية.	33
3 -5 زوايا الأداة بقلم خراطة.	33
3 -6 سكينة تفريز قديمة وأخري حديثة.	35
3 -7 أنواع التلف التآكلي.	42
4 -1 نشوء قوة القطع.	49
4 -2 مركبات قوة القطع.	53
5 -1 عملية الثقب.	59
5 -2 أنواع عمليات الثقب.	60
5 -3 المثقاب الحلزوني.	61
5 -4 أمثلة لأنواع مختلفة من الأدوات.	62

5 -5 عمليات توسيع الثقوب. 64
5 -6 أدوات تنعيم الثقوب. 66
5 -7 مثقاب قائم. 72
5 -8 - أ آلة ثقب ذات برج. 73
5 -8 –ب أمثلة لآلات ثقب إنتاجية. 74
5 -9 المسافة المقطوعة بسرعة التغذية بالثقب. 75

6 -1 نوعا الخراطة الرئيسان. 78
6 -2 عمليات الخراطة. 79
6 -3 - أ مخرطة برجية. 81
6 - 3 - ب مخرطة رأسية. 81
6 - 3 - ج مخرطة واجهية. 82
6 - 3 - د مخرطة شغلات ضخمة. 82
6 -4المكونات الأساسية لمخرطة ذنبة. 83
6 -5 أنواع أقلام الخراطة. 85
6 -6 قلم شمال وقلم يمين. 86
6 -7 أنواع المثبتات في الخراطة. 87
6 -8 تحديد الطول الكلي لخطوة الخراطة. 88
6 -9 مقاييس الشغلة المطلوبة 90
6 - 10 تسلسل عمليات التشغيل. 91
6 -11 إمالة القلم ومقاييس السلبة. 93
6 -12 طريقة قلم التشكيل 94
6 -13 طريقة مسطرة السلبة. 95
6 - 14– أ طريقة إبعاد ذنبة غراب الذيل. 95
6 - 4 – ب كيفية حساب مسافة الإبعاد. 96
6 -15 تركيبة خراطة اللولب 96
6 -16 طرائق تنفيذ قطع اللوالب . 97

7 -1 طريقة التفريز. 101
7 -2 استخدامات التفريز. 102
7 -3 آلة تفريز أفقية. 103
7 -4 أمثلة لآلات تفريز إنتاجية. 104
7 -5 سكاكين التفريز. 106
7 -6 مسافة القطع في التفريز. 108
7 -7 قوس القطع، زاويته والأسنان المشاركة . 110
7 -8 وضع السكين في التفريز الواجهي. 111
7 -9 قوس القطع وزاويته في التفريز الواجهي . 111
7 -10 تمثيل عملية التفريز للمثال. 112
7 -11 تركيب جهاز التقسيم . 114
7 -12 جهاز التقسيم التفاضلي. 116

8 - 1 عملية التجليخ. 119
8 - 2تجليخ الأسطح المستوية. 120
8 - 3 التجليخ الإسطواني. 121
8 - 4 إعادة شحذ قلم خراطة. 121
8 - 5 آلة لتجليخ أسطح مستوية. 122
8 - 6 آلة تجليخ للشغلات الضخمة. 123
8 - 7 آلة تجليخ لا مركزي. 124
8 - 8 آلة تجليخ متعددة أعمدة الدوران. 124
8 - 9 أشكال مختلفة لأحجار التجليخ. 126
8 -10 مسافة القطع الكلية في التجليخ. 128

فهرس الجداول

الجدول	الصفحة
1 - 1 معدل تدفق مواد التبريد والتزليق.	16
1 -2 تحديد مواد التزليق حسب طريقة التشغيل.	17
2 -1ظروف القطع عند خراطة الصلب باستخدام صلب سريع القطع .	25
2 -2 ظروف القطع عند خراطة الزهر باستخدام صلب سريع القطع .	26
2 -3 ظروف القطع عند خراطة مواد غير حديدية باستخدام صلب سريع القطع .	26
2 -4 ظروف القطع عند استخدام الأستليت .	27
2 -5 مقارنة ظروف القطع بالصلب سريع القطع وبالكربيد .	28
3 -1 اختيار زوايا أداة قطع من الصلب سريع القطع .	37
3 -2 التركيب الكيميائي لبعض أنواع الصلب سريع القطع.	38
3 -3 اختيار زوايا أداة القطع الكربيدية.	39
3 -4 التركيب الكيميائي لبعض أنواع اللقم الكربيدية.	40
3 -5 اختيار زوايا أداة القطع المصنوعة من الأستيليت.	40
3 -6 التركيب الكيميائي لحدود القطع المصنوعة من الأستيليت.	41
4 -1 قوة القطع النوعي عند خراطة معادن مختلفة.	51
5 -1مقاييس المثقاب الحلزوني.	63
5 -2 أمثلة لمقاييس أداة توسيع ثقوب.	65
5 -3 مثال لمقاييس البرغل.	67
5 -4 أمثلة لاختيار أداة لولبة ثقوب .	68
5 -5 ظروف القطع عند الثقب.	69

5 - 6 – أ ظروف القطع عند تنعيم الثقوب. 69
5 - 6 -ب ظروف القطع عند تنعيم الثقوب . 70
5 - 7 ظروف القطع عند توسيع الثقوب. 71

7 - 1 ظروف القطع في التفريز. 107

8 -1 ظروف القطع في التجليخ. 128