جمهورية العراق

وزارة التربية

المديرية العامة للتعليم المهني

العلوم الصناعية

الصناعي/الميكانيك

الثاني

تـأليـف

الدكتورالمهندس سعد عباس خضر
الدكتورالمهندس مهند زيـــدان خليفة
المهندس كاظـم تايـه غالي
المهندس ابراهيم نصيف جاسم

المهندس علي زيدان عبـاس

تنقيح

م.م ليلى سهيل نجم
م.م ازهر وهب عبدالرحيم

المهندسة سجى خميس بلاسم

الطبعة الرابعة

1446 هـ2024 م

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

المـــقـدمـــة

يسر المديرية العامة للتعليم المهني أن تضع هذا الكتاب بين يدي طلبتنا الأعزاء أدراكا منها بأهمية تحديث وتطوير المناهج الصناعية وجعلها مستوفية للمتطلبات العلمية والفنية ومنسجمة مع مناهج التدريب العملي والتسهيلات التعليمية الحديثة في الأقسام العملية ومنسجمة كذلك مع المواصفات التربوية الحديثة ومتضمنة للأشكال التوضيحية والصورواللازمة. تضمن الكتاب ثمانية فصول، أحتوى الأول منها على الخراطة (أنواع الماكينات الخراطة، أجزاء ماكينة الخراطة المتوازية، أنواع عمليات الخراطة). كما أحتوى الثاني موضوع عُدد القطع (المواد المصنعة لعدة القطع، تآكل عدة القطع، أنواع أقلام الخراطة). كما تم التطرق في الثالث لموضوع عناصر القطع على المخرطة (العناصر التي تؤثر على ظروف القطع، الرايش) وأحتوى الرابع موضوع التفاوت والتوافق (أنواع التوافقات، النظام الدولي للتوافق، التسامحات الهندسية). أما الخامس فقد تضمن القشط (ماكينات القشط، أقلام القشط، أنواع عمليات القشط، عناصرعمليات القشط، وحسابات القشط). تضمن السادس موضوع آلات وعمليات الثقب (أنواع ألات الثقب، عمليات الثقب، ظروف القطع). أما الفصل السابع فقد احتوى على سوائل التبريد والتزييت في عمليات القطع والصيانة (تأثير الأحتكاك، فوائد سوائل التبريد والتزييت، أنواع سوائل التبريد، الزيوت، الشحوم، أدارة وصيانة الماكينات). تضمن الفصل الثامن موضوع ماكينات الخراطة ذات التحكم الرقمي الحاسوبي (تعريف التحكم الرقمي، مكونات حاسوب التحكم، وحدات الإدخال، المعالجة والإخراج، طرق البرمجة) وأدراكاً لأهمية المصطلحات العلمية فقد روعي إضافة المصطلح باللغة الأنكليزية في المتن، كما ألحق بها فهرس يتضمن المصطلحات المتداولة بالأنكليزية والعربية لتيسير مهمة الدارسين.

نأمل أن يكون هذا الكتاب مساهمة متواضعة تحقق فائدتها للأخوة المدرسين والفنيين والطلبة الصناعيين في الأقسام النظرية والعملية.

إننا نقـــدر أي جهد من قبـــل زملائنا يساهم في تصويب و تعديل وتطوير محتويات الكتاب. لذا نأمل مـــن أخواننا المدرسين والمدرسات تزويدنا بملاحظاتهم واقتراحاتهم من أجل تطوير الكتاب حرصا على إتمام الفائدة لطلبتنا الأعزاء.

والله ولي التوفيق

المؤلفون

1432هـ – 2011 م

ألمحـــــتويـــات	ألصفحة
المقدمة	2
الفصل الأول/ الخراطة	9
عمليات قطع المعادن	10
نظرية قطع المعادن	11
أنـواع ماكينات الـخراطة	13
أجزاء ماكينة الخراطة	14
أنواع عمليات الخراطة	26
طرق تصنيع السلبات	30
طرق حسابات السلبة	32
الخراطة اللامركزية	40
القلووظة(التسنين)	42
أنواع القلاووظ الرئيسية (الأسنان)	46
أسئلة الفصل الأول	52
الفصل الثاني/ عُدد القطع	53
مقدمة	54
المواد المصنعة لعُدة القطع	54
تآكل عُدة القطع	58
أقلام الخراطة	61
القوى المؤثرة على عدُة القطع	66

اللقم الكاربيدية	67
وسائل تثبيت الأقلام (العدُة)	70
طرق تثبيت قطعة العمل	74
أسئلة الفصل الثاني	78
الفصل الثالث/عناصر القطع على المخرطة	79
العناصر الأساسية في عملية القطع	80
سرعة القطع	80
العلاقة بين سرعة القطع وسرعة الدوران	81
عمق القطع	84
التغذية	87
حساب طول مشوار القطع	91
زمن القطع	93
انواع الرايش	95
الطرق المختلفة لكسر الرايش	97
أسئلة الفصل الثالث	101
الفصل الرابع/التفاوت والتوافق	102
التفاوت	103
التوافق (الأزدواج)	106
التوافق الخلوصي	106
التوافق التداخلي	111
التوافق الأنتقالي	115
النظام الدولي للتوافق	116

نظام أساس الثقب	117
نظام أساس العمود	118
التسامحات (الأنحرافات) الهندسية في الشكل و الموضع	122
أسئلة الفصل الرابع	126
الفصل الخامس/القشط	128
انواع ماكينات القشط	131
المقشطة الناطحة	131
المقشطة الناطحة الميكانيكية	132
المقشطة الناطحة الهيدروليكية	134
المقشطة الناطحة السحابة	135
المقشطة ذات العربة	136
المقاشط العمودية (النقارة)	139
أقلام القشط	140
مواد أقلام القشط	141
زوايا أقلام القشط	142
طريقة ربط الشغلات على المقشطة	146
عناصر القطع والتشغيل في عمليات القشط	147
حسابات ومعادلات عملية القشط	149
قوة القطع	151
عمليات القشط على المقشطة النطاحة	156
أسئلة الفصل الخامس	160

الفصل السادس/ آلات وعمليات الثقب	162
تمهيد	163
أنواع آلات الثقب	164
عملية الثقب	168
البريمة	168
انواع برايم الثقب	170
طرق تثبيت (ربط) ادوات الثُقب	170
انواع عملية التثقيب	173
كيفية تثبيت (ربط) المشغولات	179
عيوب عملية الثقب واسبابها	183
ظروف القطع في عملية الثقب	184
أسئلة الفصل السادس	189
الفصل السابع/ سوائل التبريد والتزييت في عمليات القطع والصيانة	190
تمهيد	191
تأثير الأحتكاك	191
فوائد سوائل التبريد والتزييت	192

أنواع سوائل التبريد	193
التبريد في عمليات الخراطة	197
التبريد في عمليات القشط	198
التبريد في عمليات الثقب	199
التزييت	200
أنواع الزيوت	203
الشحوم	205
الإضافات التحسينية للزيوت والشحوم	208
طرق التزييت والتشحيم	210
أدارة وصيانة الماكينات	214
صيانة المصنع	216
أسئلة الفصل السابع	220
الفصل الثامن/ ماكينات الخراطة ذات التحكم الرقمي الحاسوبي	221
التحكم الرقمي	222
التحكم الرقمي (NC)	223
التحكم الرقمي بالحاسوب (CNC)	224
التحكم الرقمي المباشر (DNC)	226

مكونات حاسوب ماكنة (CNC)	227
أنواع ماكينات الخراطة (CNC)	229
إدخال المعلومات إلى الماكينات (CNC)	230
وصف لوحة التحكم بماكنة (CNC)	234
محاور الحركة الرئيسية في الماكينات (CNC)	237
طرق البرمجة	238
البرمجة اليدوية	238
البرمجة الألية بأمكانية (CAD/ CAM)	239
لغة البرمجة على ماكنة الخراطة (CNC)	242
تعريف الرموز المستعملة في البرمجة	243
الدوال التحضيرية (G-Words)	243
الأوامر المساعدة (M-Words)	250
تركيب البرنامج	253
دراسة الرسم التنفيذي	255
أسئلة الفصل الثامن	257
المصطلحات الفنية	258
المصادر	261

الفصل الأول/ الخراطة

أهداف الفصل

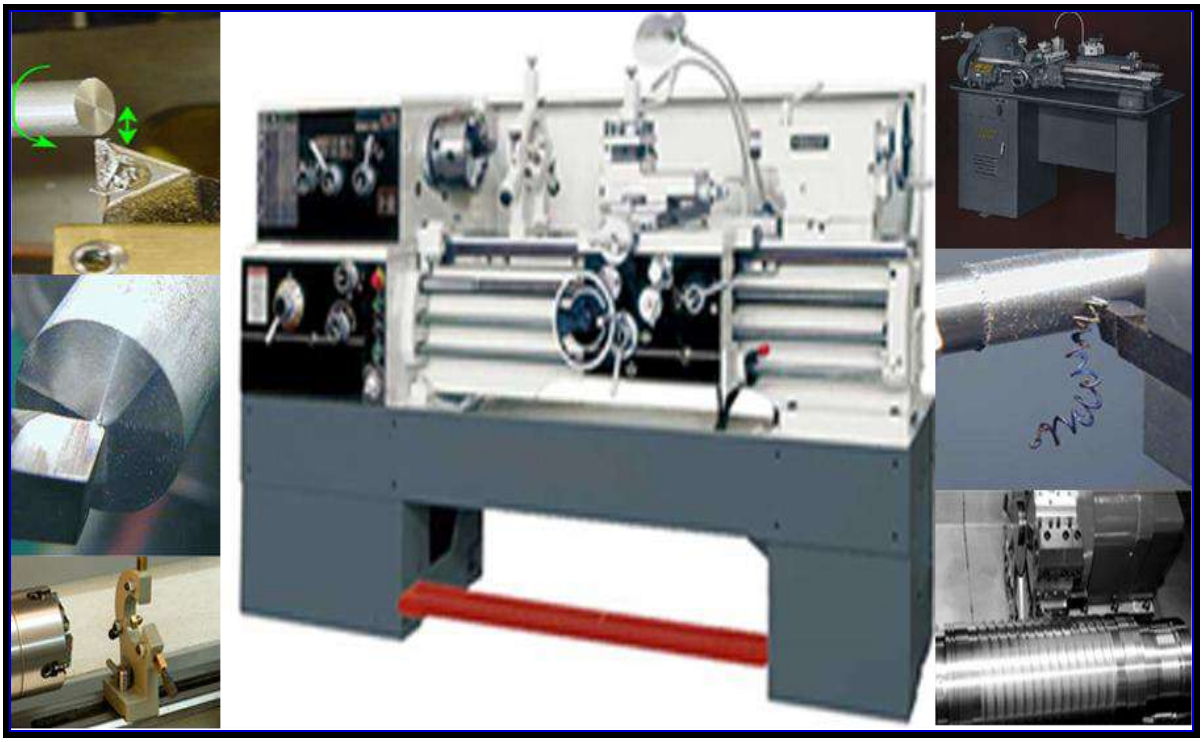
يجب أن يكون الطالب بعد إنهائه دراسة هذا الفصل قادراعلى أن :-

1- يتعرف على أنواع عمليات القطع.

2- يتعرف على أجزاء ماكينات الخراطة.

3- يميز أنواع ماكينات الخراطة.

4- يتعرف على أنواع العمليات التي تتم على ماكينات الخراطة.



1-1 عمليات قطع المعادن

لقد أحتلت طرق التصنيع مكاناً بارزاً في الهندسة الصناعية فقد جرت دراسات تحليلية وتطبيقية على طرق التشغيل منذ أكثر من مائة عام لأيجاد أفضل الطرق في تشغيل المعادن. لقد تركزت الدراسات الأولى بصورة رئيسة على تشكيل الرايش وقوى القطع وقياسات القدرة، وكانت أول محاولة في هذا الحقل من قبل (كوسكو يلهوت) في عام 1851 الذي درس العلاقة بين مواد الثقب والشغل المبذول في عملية الثقب، في عام 1865 قام (جوسيل) بدراسة تأثير الشكل الهندسي للحد القاطع على قوى القطع، وهناك الكثير من العلماء والمهندسين الذين بذلوا الجهد الكبير في أيجاد افضل الطرق لتشغيل المعادن، ولابد من معرفة أن الكثير من الأشغال لايمكن أنجازها بطريقة واحدة بل تحتاج الى طرق عدة تكمل أحدها الآخرى، حتى يصبح المنتوج كاملاً وجاهز للأستعمال ، في المخطط (1-1) نتعرف على مختلف طرق التصنيع .

الشكل (1-1) مخطط يمثل طرق التصنيع.

تتلخص عملية قطع المعادن بأن تتم أزالة الطبقة الزائدة من المشغولة على شكل رايش بقصد الحصول على مشغولة حسب القياسات والشكل والخشونة المطلوبة لسطوح التشغيل، والأنواع الأساسية لعمليات القطع الميكانيكي هي:-

1-عملية الخراطة Turning

2- عملية التفريز Milling

3- عملية القشط Shaping

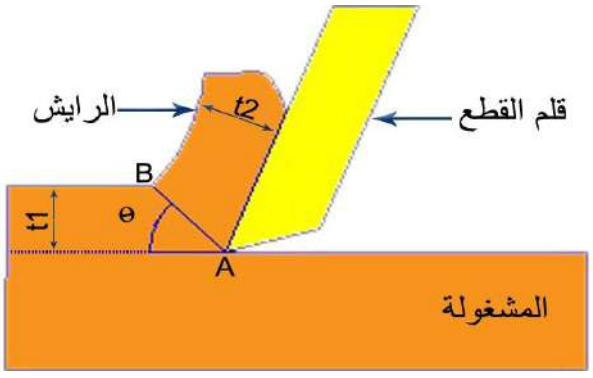
4- عملية التجليخ Grinding

5- عملية النشر Sawing

وتنفذ جميع عمليات القطع على ماكينات متخصصة بوساطة أدوات قطع مختلفة كأقلام الخراطة ومقاطع السكاكين وبرايم التثقيب وأحجار التجليخ، وتعتبر عملية الخراطة أساساً لجميع أنواع عمليات قطع المعادن.

نظرية قطع المعادن

يعتبر العالم تريسكا Tresca أول من حاول تعريف ميكانيكية قطع المعادن وذلك في عام 1873 حين فسر عملية قطع المعادن بأنها عبارة عن ضغط يولده رأس العدة عند تماسه مع المشغولة مصحوباً بجهد قص في مستوى قص موازٍ لسطح المشغولة وينتج رايشاً مزالاً من المشغولة. أما العالم تيمي Timme فقد عرف عملية قطع المعادن بأنها عملية قص في مستوى قص يحدث بزاوية قص، وقد شرح بنظريته أن تشكيل الرايش يتولد بتكسر المعدن على مستوى القص. أما نظرية ايرنست وميرشنت التي تعتبر من أدق التفاسير لنظرية قطع المعادن، وهي عند تحرك القلم من اليمين الى اليسار بعمق t1 منتجة رايش سمكة t2 نتيجة القص بمستوى القص AB المائل بزاوية θ، بمعنى أن عملية القص لاتتم حتى تصل نقاط المعدن الى المستوي AB كما في الشكل (2-1) .

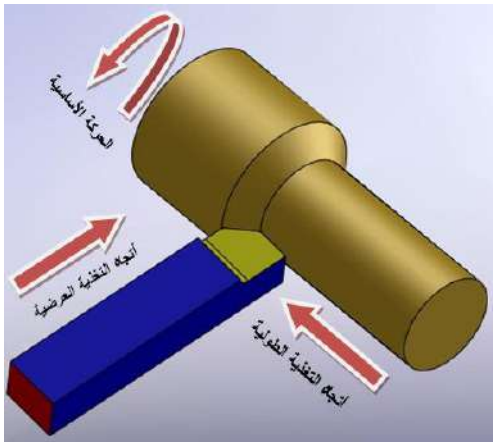


الشكل (2-1) مخطط لعملية القطع.

لتنفيذ عملية قطع المعادن لابد من وجود حركتين هما :-

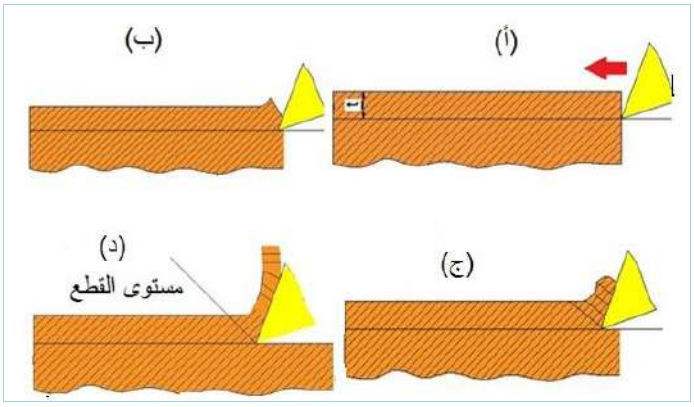
الحركة الأولى :- الحركة الأساسية (الحركة العاملة) وتكون في عملية الخراطة هي الحركة الدورانية للمشغولة.

الحركة الثانية :- حركة التغذية وهي الحركة الأنتقالية لقلم القطع في الأتجاهين الطولي والعرضي.



الشكل (1-3) حركات القطع.

وأثناء عملية القطع تتكون سطوح جديدة عن طريق التشويه والأنفصال اللاحق للطبقات السطحية يرافقه تشكيل الرايش ويبين الشكل (1-4) رسم تخطيطي لتشكيل الرايش عند قطع المواد. إنَّ المشغولة وقلم القطع مثبتان على المخرطة فيتحرك القلم تحت تأثير القوة التي تأتيه من المخرطة. فعند قطع المواد اللدنة تميز الأطوار التالية لتشكل عنصر الرايش. الطور الأول عند بدء عملية القطع يتم تلامس قلم القطع مع المشغولة الشكل (أ) ثم يبدأالطور الثاني عندما ينغرز القلم بقمته في المشغولة الشكل (ب). ثم يجري تعريض المشغولة للطور الثالث والذي فيه تتعرض المشغولة للتشوه بالانزياح ويؤدي الغرز اللاحق لقلم القطع الى التغلب على قوى التماسك بين الطبقة المنزوعة والمادة الأساسية، ويؤدي كذلك الى أنزياح أول عنصر من الرايش الشكل (ج)ومن ثم يقوم قلم القطع عند متابعته للحركة بنزع العناصر التالية للرايش الشكل (د) ليكون الطور الرابع.



الشكل(1-4) خطوات قطع الرايش.

2-1 الخراطــة

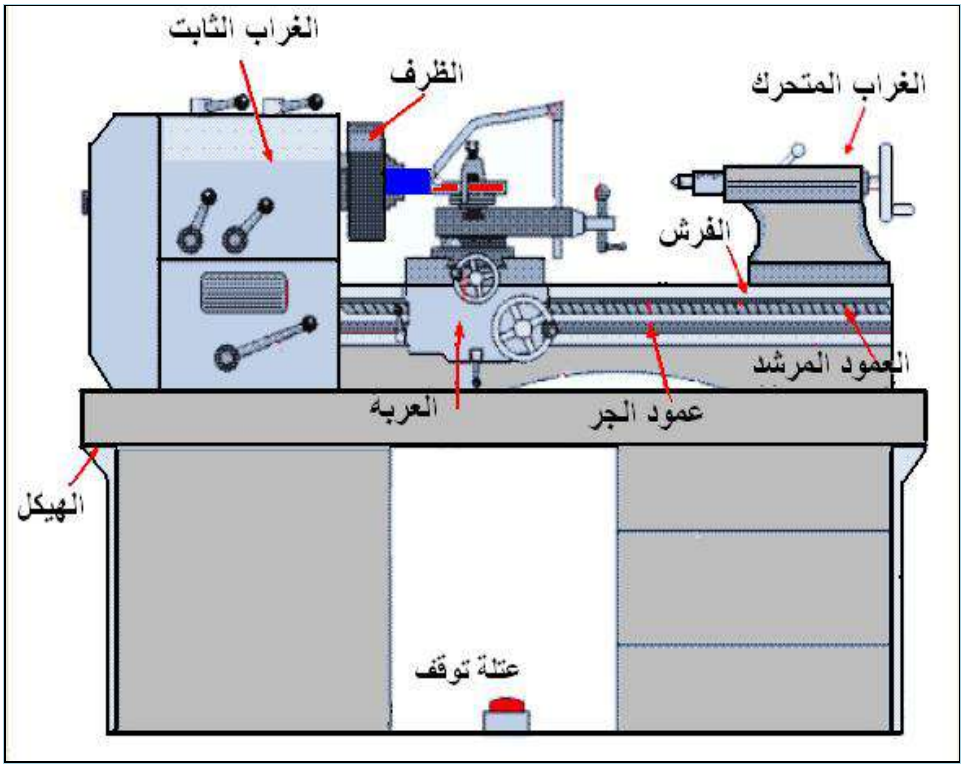
هي إحدى عمليات القطع الميكانيكي التي يتم فيها إزالة كمية من الرايش من الأسطح الخارجية والداخلية للمشغولـة لإنشاء سطوح أسطوانية. وعادة تكون المشغولة هي التي تدور أما عدة القطع فتلامس المشغولة بالأتجاه الطولي أو العرضي أو كلا الأتجاهين بشكل متزامن .

أن مصطلح (الخراطة) بمعناه العام يعني توليد أي سطح أسطواني مع عدة مفردة.

3-1 أنـواع ماكينات الـخراطة

1-3-1 ماكينات الخراطة العامة

تُعد ماكينات الخراطة العامة من أكثر الآلات إستعمالا، هي متعددة الأغراض عندما يتم أستعمالها من قبل اصحاب الخبرة، ولكنها غيركفوءة في تشغيل الأجزاء المتماثلة التي يراد تشغليها بسرعة. وتستعمل لتشغيل أعمال ذات قطعة واحدة، وتم تزويد ماكينات الخراطة بمدى واسع من السرعات والتغذيات التي توفرالأوضاع المثالية لأي عملية ،لقد كان هناك تحسينات في تصميم الغراب الثابت لإعطاء مقاومة وثباتية أكبر وهذا يسمح باستعمال قدرة حصانية عالية الشكل (1-5) .



الشكل (1-5) يوضح أجزاء ماكينة الخراطة.

1-1- 3-1 أجزاء ماكينة الخراطة

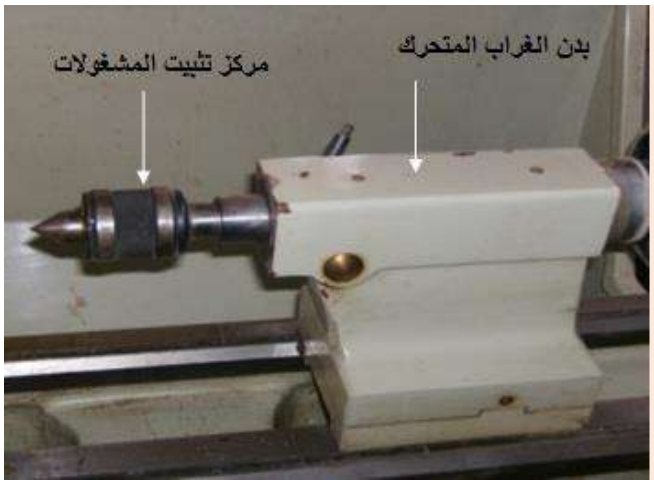
1- الغراب الثابت (Head Stock):-

هو جزء الطاقة في المخرطة ويستخدم في نقل حركة الدوران الى القطعة التي يجري تشغيلها. وهو يقع دائماً على يسار المخرطة، ويضم تروس تغيير السرعة وظرف المخرطة (العينة) لمسك المشغولات، وعمود الدوران الذي يكون فيه تجويف بحيث يمكن وضع قضبان طويلة خلاله ليتم تشغيله الشكل (1-6).

الشكل (1-6) الغراب الثابت.

2-الغراب المتحرك (Tail Stock):-

يستعمل عند تثبيت المشغولات بين الذنبتين، حيث يقوم بإسناد طرف المشغولات بتحريكه على الموجهات المصلدة لليسار واليمين لتعديل سطح المشغولة. ويمكن أن يحيد لعمل الأطراف المستدقة (المسلوبة) صغيرة الزاوية، كذلك يستعمل لعمل الثقوب في المشغولات بوساطة ظرف يثبت فيه الشكل (1-7) .

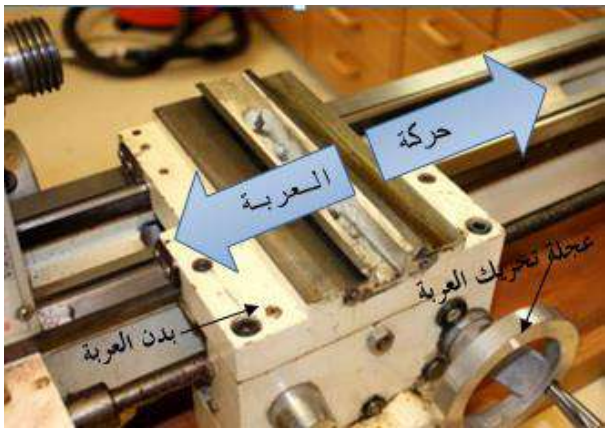


الشكل (1-7) الغراب المتحرك.

3-العربة (Carriage):-

تستعمل العربة لتحويل الحركة الدورانية لعمود اللولب وعمود السحب الى حركة مستقيمة للراسمة. وتتحرك العربة يميناً أو يساراً وبتغذية يدوية أو آلية. وتكون هذه الحركة على طول المحور (z) أثناء هذه الحركة يتم عمل المشغولات، وتقوم العربة بتوجيه قلم القطع وأسناده. وتزود العربة بعتلات للتغذية مع عجلة لتحريك العربة بالأتجاه الطولي على طول الفرش، اما جزء العربة الذي يوجد في وجه المخرطة يسمى بناقل التغذية. وتكون العربة مزدوجة الجدران تحتوي على التحكمات والتروس وآليات آخرى الشكل (1-8) .

.



الشكل (1-8) العربة وملحقاتها.

4 - الراسمة العرضية (Cross Slide):-

وتسمى بالراسمة السفلى وتركب على جزء العربة الذي يكون على شكل ذيل الحمام ليكون دليل لحركتها مع صفائح معدنية (قامة) لضبط الخلوص بينهما. وتستعمل القامة بصورة عامة لتكون هي الجزء القابل للتبديل نتيجة تآكله بسبب الأحتكاك الناتج بين الأجزاء المتحركة. تتحرك الراسمة داخل أو خارج المحور (x) الذي يمثل قطر المشغولة بوساطة عجلة التغذية، وتستعمل الراسمة لتثبيت عمق القطع وتعديل وجه المشغولة ويمكن أن تتحرك يدوياً أو آليا وتحتوي على مجرى على شكل حرف T لتثبيت الراسمة العليا الشكل (1-9).

الشكل (1-9) الراسمة العرضية.

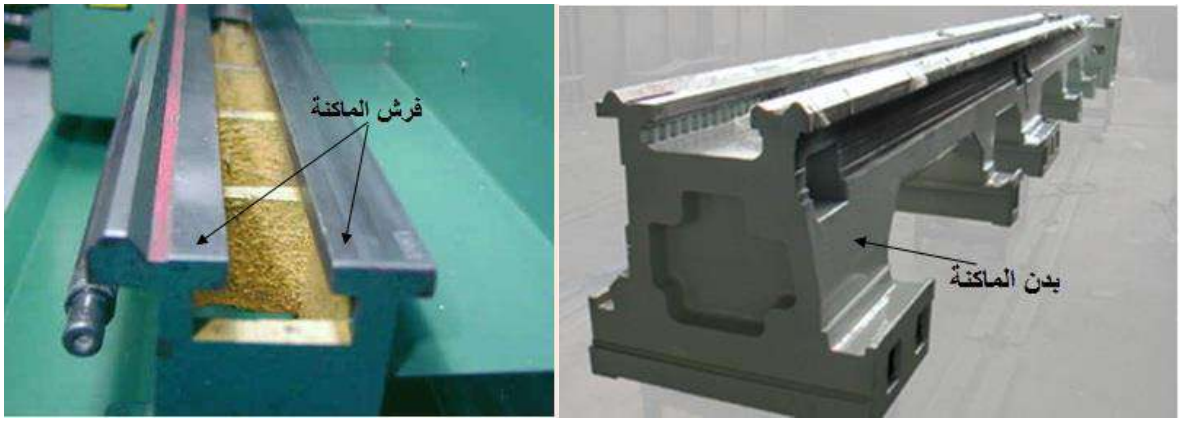
5 - الراسمة الطولية (Compound Reset):-

وتسمى الراسمة العليا تركب على العربة فوق الراسمة العرضية وتتحرك للداخل والخارج يدوياً للتسوية أولتثبيت عمق القطع. يمكن أن تدور الراسمة بزاوية وتغذى يدوياً ولاتمتلك الراسمة الطولية أية تغذية آلية ولكنها تتحرك دائماً بشكل طولي مع الراسمة العرضية والعربة الشكل (1-10).

الشكل (1-10) الراسمة الطولية .

6 - الهيكل (الفرش) (Bed):

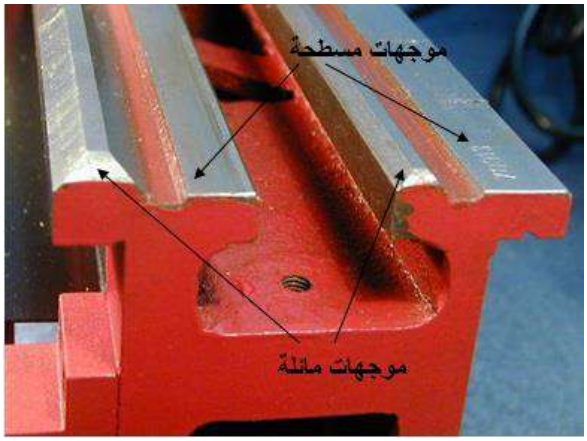
الفرش أو جسم الماكينة هو بمثابة العمود الفقري لها، ويجب أن يكون ثابت لمنع أي أنحراف في أي أتجاه تحت ظروف التحميل. وتربط به كل العناصر الأخرى المكونة للماكينة ويحتوي على الجريدة المسننة التي تكون مثبته من الجهة الامامية والتي تستخدم للحركة اليدوية للعربة عليه. ويوفرالهيكل القوة الأستقرارية والمقاومة بحيث لاتؤثر الأهتزازات أو الأحمال الحركية على الدقة الأساسية أو وظيفة الماكينة. وتبنى الهياكل إما من سباكة الحديد الزهر الرمادي أو الصلب أو بوساطة لحام ألواح الصلب لامتصاص الأهتزازات المتولدة الشكل (1-11).



الشكل (1-11) يوضح هيكل الماكينة.

7 - الموجهات (المرشدات) (Ways):

موجهات المخرطة هي سطوح مسطحة ومائلة بشكل حرف V تتحرك عليها كل من العربة والغراب المتحرك، وكل مخرطة تحتوي على زوجين من الموجهات المنفصلة كل زوج يكون مسطح ومائل. يستعمل المسطح للحصول على أستقرارية أما المائل يستعمل ليكون مرشداً للتوجه في خط مستقيم تماماً، ويتم تصليد الموجهات وتجليخها للحصول على دقة عالية لضمان القياسات المطلوبة، الشكل (12-1).



الشكل (1-12) موجهات فرش المخرطة

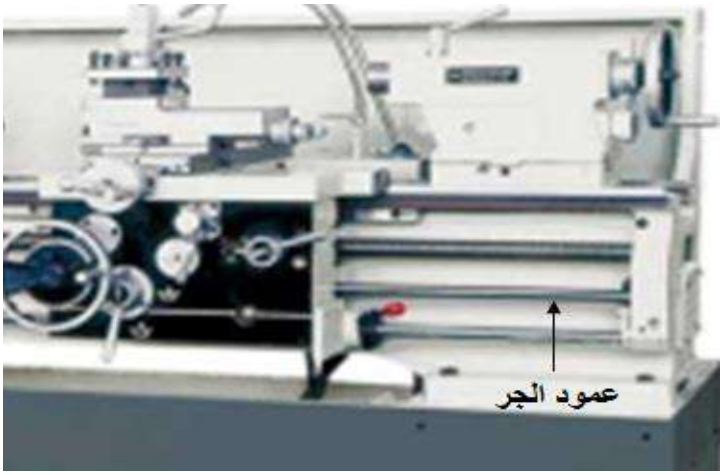
8- العمود المرشد (اللولب) (Lead Shaft):-

وهو عمود ملولب يكون موازي لموجهات الفرش الممتد من الغراب الثابت الى الغراب المتحرك، وهو متصل بالغراب الثابت عن طريق مجموعة من التروس يمكن أرجاعها الى الخلف، وهي متوافقة مع تجميع العربة بحيث يمكن لها أن تتعشق أو تبتعد عن العربة أثناء عمليات القطع ويستعمل عند تشغيل اللوالب (الأسنان)، الشكل (1-13).

الشكل (1-13) العمود المرشد.

9 - عمود الجر (feed Shaft)

وهو مخصص للحركة الأتوماتيكية للعربة، حيث يقوم بنقل القدرة من صندوق التروس لأدارة مجموعة التغذية الآلية الأمامية في العربة في الأتجاه الطولي والعرضي. ويكون أسفل عمود المرشد وهو أملس يحتوي على مجرى على طوله يقوم بسحب العربة لغرض أنجاز عملية القطع الطويلة، الشكل (1-14).



الشكل (1-14) عمود الجر.

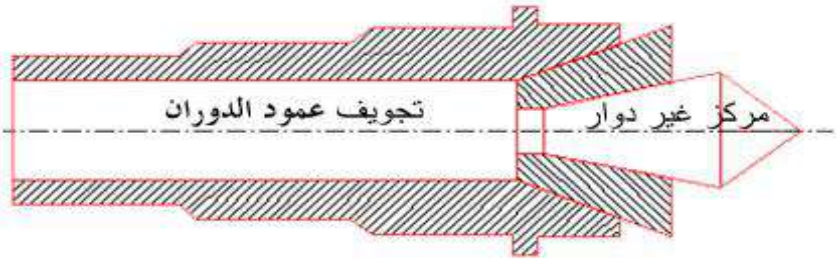
10- صندوق التروس:

تستعمل صناديق السرع والتغذية لنقل حركة الدوران من المحرك الى عمود اللولب وعمود الجر (السحب) وكذلك تغيير عدد دوراتها للحصول على التغذية اللازمة. ويوضع صندوق التروس على الجانب الأيسر للمشغل وأسفله تروس التغذية، ويتم توصيل الحركة لصندوق التروس بوساطة اطارات ذات مجار على شكل حرف V يديرها مجموعة من السيور لها نفس المقطع تنقل الحركة من المحرك الكهربائي الى صندوق السرعات. ولتغيير عدد الدورات يتم أستعمال عتلات جانبية يتم تنظيمها وفق جدول مثبت على بدن الماكينة يُمكن المشغل من أختيار السرعة المناسبة الشكل (1-15).

الشكل (1-15) صندوق التروس وجدول السرع وعتلات التغيير.

11-عمـود الدوران Spindle

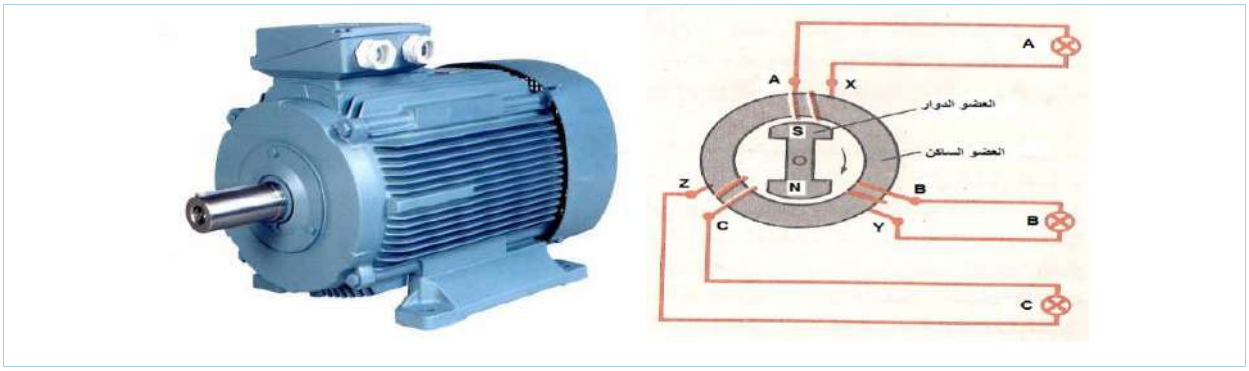
إنَّ ماكينة الخراطة تجهز بعمود الدوران الذي يربط مع الظرف الثلاثي او أي وسيلة أخرى لمسك المشغولات، ويجب أن يتمتع عمود الدوران بدرجة عالية من الجساءة وذو دوران دقيق لانه يتعرض الى أحمال ثقيلة وتصنع محاور الماكينات عادة مجوفة ولها طرف داخلي مسلوب. وتصنع هذه الأعمدة من الفولاذ المتوسط الكاربون يحتوي على 0.5% كاربون ثم يعامل حرارياً بوساطة تغطيسه لتصل صلادته السطحية الى RCH 22-38(Rockwell Hardness) أما المحاور الدقيقة فتصلد بوساطة النتردة، وتصنع المحاور المستعملة للماكينات الثقيلة من الصلب المنغنيزي. وتَّحمل الأعمدة بوساطة زوج أو أكثر من كراسي التحميل التي تكون مدحرجات كروية أو مدحرجات أسطوانية للحصول على دقة عالية كما أنها تحسن الجساءة عن طريق توزيع الحمل على مساحة أكبر من سطح الكرات أو الأسطوانات الشكل (1-16).



الشكل (1-16) يمثل عمود الدوران لمخرطة.

12- المحرك الكهربائي

يعتبر المحرك الكهربائي من أهم أجزاء ماكينات الخراطة حيث تستعمل المحركات الثلاثية الأطوار ذات العضو الدوار بشكل قفص السنجاب، وتعتبر هذه المحركات غير كبيرة في الحجم و رخيصة في الثمن ومتينة وأقتصادية وتحافظ تقريباً على سرعة ثابتة عند تغير الأحمال الشكل (1-17).



الشكل (1-17) محرك ومخطط لمحرك ثلاثي الأطوار.

مواصفات ماكينات الخراطة

يتم معرفة مواصفات ماكينة الخراطة من قطر المشغولة التي ستدور، وهذا يعني أن المخرطة ذات 400mm (بوصة 16) لها خلوص كاف في موجهات الفرش لأخذ مشغولة ذات قطر 400mm. ويعبر بعض المصنعين بمصطلح أكبر طول للمشغولة بالمليمتر (بوصة) بين مركزي الماكينة . وتتميز كل مخرطة عن الأخرى بأبعادها الأساسية الهامة وهي كالآتي :-

1- أكبر قطر للقطعة المشغلة الذي سيحدد أرتفاع فرش الماكينة عن مركزالغراب الثابت.

2- أكبر قطر للقطعة المشغلة الذي سيحدد مدى حركة الراسمة العرضية.

3- أكبر طول للقطعة المشغلة والتي يمكن مسكها بين المركزين (مركز الغراب الثابت والمتحرك).

2-3-1 ماكينات الخراطةالبرجية (Turret Lathe)

المخرطة البرجية تمثل الخطوة الأولى بأتجاه ألآت الخراطة ذات الأنتاج الواسع والتي تمكن من أنتاج الأجزاء المتطابقة. تشبه المخرطة البرجية ماكينات الخراطة العامة ماعدا وجود أبراج لتثبيت عدة القطع والتي حلت مكان الغراب المتحرك. وقد صممت المخرطة البرجية بحيث يمكن تثبيت جميع أدوات القطع اللازمة لتشغيل القطعة المتعددة المراحل بالكامل دون الحاجة الى تغيير أو استبدال احدى أدوات القطع. ويتم تثبيت أدوات القطع بالبرج وضبطها للعمليات المتتابعة في تسلسل دقيق والتي تتطلب قدرا كبيرا من المهارة، بينما ممكن للمشغلين قليلين الخبرة من تشغيل هذه المخارط في انتاج الأجزاء المتماثلة.

أنواع ماكينات الخراطة البرجية

تقسم المخارط االبرجية الى نوعيين اساسيين وحسب طبيعة عملها وهذين النوعين هما:

1- المخارط البرجية الأفقية (Horizontal Turret Lathe) :

هنـاك نــوعان من المـخارط البرجية الأفقية هما:-

أ- مخرطة التمساح البرجية (Ram Turret Lathe) :

تمتلك هذه المخرطة برج موضوع على منزلق أو تمساح يتحرك للامام والخلف على سرج مثبت على فرش المخرطة. ويركب فيها برج سداسي الذي يحل محل الغراب المتحرك ويحمل مواضع عدة

تتراوح من (4-8) لتثبيت أقلام الخراطة المختلفة لتنجز عمليات عدة من التشغيل. تركب العُدد في شكل سلسلة مناسبة على وجوه البرج المختلفة الشكل (1-18).

الشكل (1-18) مخرطة التمساح البرجية.

ب- مخرطة العربة البرجية (Saddle Turret Lathe) :

وتمتلك هذة المخرطة برج يسمى البرج المربع مثبت بشكل مباشر على السرج الذي يتحرك للأمام والخلف مع البرج. ويكون البرج قادر على مسك أربعة عُدد مختلفة في آن واحد يتم تثبيتها وترتيبها حسب ترتيب العمليات المطلوب تشغيلها وتوجد محددات حركة بالأتجاهين الطولي والعرضي.

2 - المخرطة البرجية العمودية (Vertical Turret Lathe) :

وتمتلك هذه المخرطة ظرف دوار أو منضدة في الوضع الأفقي مع البرج، اضافة الى ذلك هناك رأسين قاطعين هما رأس البرج الرئيسي الدوار والرأس الجانبي والتي تكون وظيفتهما نفس وظيفة الابراج السداسية والمربعة في المخارط الأفقية ويمكن أمالة الرأس بزاوية 30° لليمين واليسار عن المركز. وتزود هذه الماكينة بسيطرة تسمح بالعمل الآلي لكل رأس متضمنة معدل وأتجاه التغذية لعمود الدوران وبالتالي فأن المشغل يحتاج فقط الى تحميل الماكينة وأفراغها وتشغيلها، وقد طورت هذه الماكينة لتسهيل التثبيت وتشغيل الأجزاء الثقيلة كبيرة القطر الشكل (1-19).

الشكل (1-19) ماكينة الخراطة ذات البرج العمودي.

مزايا ماكينات المخارط البرجية

1- العُدد يمكن أن تثبت في البرج بتسلسل وحسب عمليات التشغيل.

2- كل قطع تقوم به العَدد يكون مشابه للقطع الذي سبقه بسبب وجود محددات تغذية.

3- يمكن أنجاز عمليتين من نفس موضع العَدة مثل الخراطة الطولية والثقب.

4- يمكن تنفيذ القطع المركب ، حيث يمكن أستعمال اقلام القطع على المنزلق العرضي بنفس الوقت استعمال العَدد المثبته على البرج.

5- الثبات في مسك المشغولات ، والعدد تكون مبينة داخل الماكينة لتسمح بعمليات قطع متعددة و مركبة.

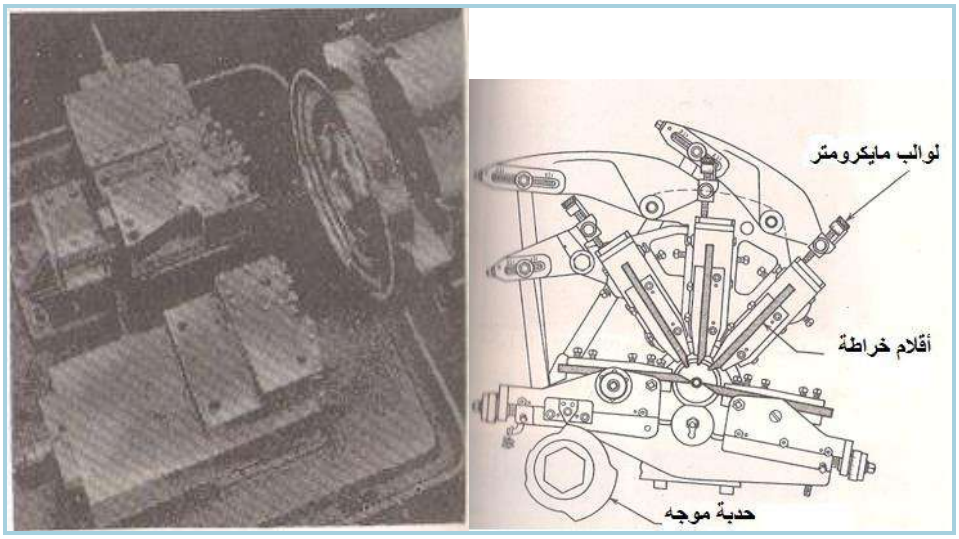
6- يمكن أن تلحق بها تجهيزات عدة مثل الخراطة المسلوبة وعدد الاستنساخ.

3-3-1 ماكينات الخراطة االأوتوماتيكية (Automatic Lathe)

المخارط الأوتوماتيكية هي المخارط التي تغذى فيها أقلام القطع بطريقة أوتوماتيكية (آلية) وتسحب عدة القطع الى الخلف بعد إتمام دورة التشغيل. ففي ماكينات النوع االمنضدي (المسطح) يتم مسك المشغولات بظرف (وسيلة زنق) وتكون مزودة بمنزلقات (راسمات) أداة قطع أمامية وخلفية مثبته على منضدة (لوح) عند نهاية الماكينة. وتكون تغذية أدوات القطع في وقت واحد لأجراء عمليات الخراطة مثل (تعديل السطوح، والثقوب، وكسر الحواف) أي إن تنفيذ هذه العمليات يكون بنفس الوقت الشكل (1-20).

الشكل (1-20) مخرطة أوتوماتيكية.

اما النوع الثاني من هذة الماكينات هي ماكينة التظريف الأوتوماتيكية (ويعني تغذية الخام المطلوب تشغيله بصورة آلية عن طريق عمود التغذية ويتم التحكم بتقديم الخامة عن طريق الحدبات (الكامات) ذات عمود مفرد للدوران، وتستعمل هذة الماكينة منزلقين (راسمة) عرضين ورأس برج خماسي لمسك أقلام القطع، وتعمل كلها بوساطة الحدبات التي تم ضبطها بصورة دائمية، والتحكم الأوتوماتيكي لسرعات عمود الدوران والتغذيات وطول شوط القطع تزود بوساطة فواصل قابلة للضبط، ولسهولة مناولة العدد والتحكمات تؤدي الى أختصار وقت الضبط الشكل (1-21).



الشكل (1-21-a) مخارط منضدية الشكل (1-21-b) ماكينة تظريف أوتوماتيكية.

4-3-1 ماكينات الأستنساخ

إنَّ مخارط الأستنساخ تقوم بأعادة أنتاج عدد من المشغولات المصنعة، حيث يتم تكرار أنتاجها باستعمال طبعة التي تكون أما دائرية أو مستوية تثبت عند مؤخرة الماكينة والتي تأخذ شكل المشغولة المراد تشغيلها. ويتم الأتصال بالطبعة بوساطة مجس يعمل بوساطة وسائل هوائية وهيدروليكية وكهربائية و في الغالب يمكن تحوير المخارط التقليدية الى مخارط أستنساخ الشكل (1-22).

الشكل (1-22) ماكينات الأستنساخ.

5-3-1 ماكينات الخراطة ذات التحكم بالحاسوب (CNC)

وفي هذه الماكينات يتم السيطرة على حركاتها بوساطة نظام التحكم الرقمي بالحاسوب Computer Numerical Controlled وهو مايشار له أختصاراً CNC وتجهز هذه الماكينات ببرج يحتوي على محطات عدة لتثبيت العَدد لانجاز عمليات مختلفة ، ويتم ادخال البيانات بطريقتين:-

أولا: مباشرة : وفيها يتم إدخال المعلومات عن طريق لوحة المفاتيح التي تكون جزء من الماكينة.

ثانيا: غير مباشرة : وفيها يتم إدخال البيانات عن طريق حاسوب منفصل يتم أدخال المعلومات بكتابة البرامج وفق النظام المستعمل في الماكينة.

والبرنامج عبارة عن خطوات متسلسلة تبين حركة العدة والاوامر التي تقوم الماكينة بتنفيذها كتحديد عدد دورات المشغولة واتجاهاتها وتشغيل سائل التبريد وسرعة التغذية. ويعتبرالبرنامج هو ترجمة لخطوات ماكينة الخراطة العامة وكما سيرد في الفصل السابع بشكل تفصيلي الشكل(1-23).

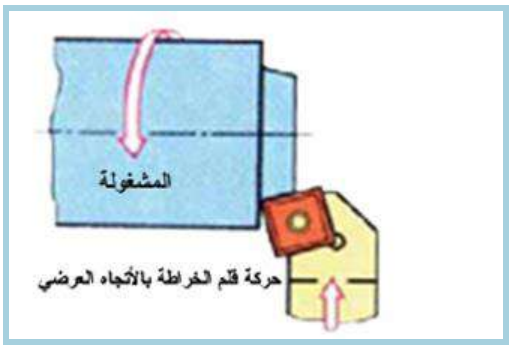
الشكل(1-23) ماكينة خراطة CNC .

4-1 انواع عمليات الخـراطة

يمكن تقسيم عمليات الخراطة الأسطوانية الى ما يأتي :-

1- الخراطة العرضية:-

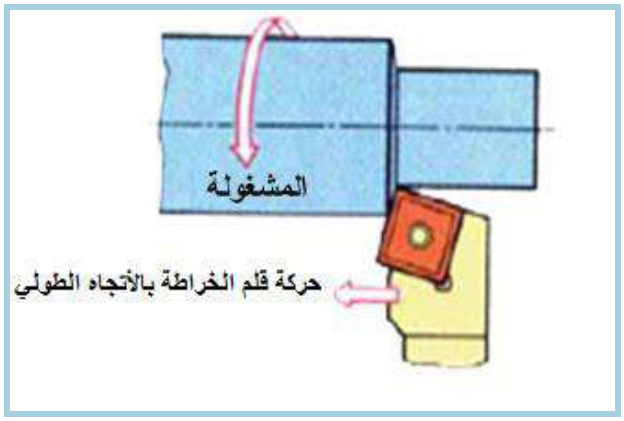
وفيها يتم أزالة طبقة من المعدن عن طريق تحريك الراسمة العرضية يدوياً بالأتجاه العمودي على المشغولة بوساطة عجلة التدوير أو آلياَ عن طريق مجموعة التروس الملحقة بالعربة بالأتجاه العرضي للفرش، حيث يتم بواسطتها تعديل أوجه المشغولات وتحديد أطوالها أضافة الى عمليات الفصل (القطع) الشكل (1-24).



الشكل (1-24) خراطة عرضية.

2- الخراطة الطولية:-

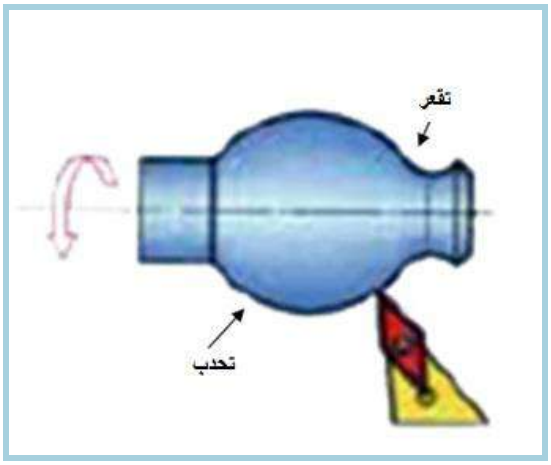
وفيها يتم أزالة الرايش عن طريق تحريك الراسمة الطولية أوالعربة بالأتجاه الطولي لفرش الماكينة (طول المشغولة). وتستعمل الراسمة الطولية يدوياً فقط لتشغيل السطوح الخارجية والداخلية وللأطوال القصيرة أما العربة يمكن تحريكها يدوياً أو آلياَ لأنجاز المشغولات الطويلة الشكل (1-25).



الشكل (1-25) خراطة طولية.

3 - الخراطة التشكيلية:-

وهي من العمليات الدقيقة التي تحتاج الى مهارة المشغل لأنجاز أعمال الأقواس الخارجية (تحدب) والداخلية (تقعر) عن طريق تحريك التغذية الطولية والعرضية معاً ويمكن أنجازها يدوياً عن طريق تحريك الراسمة الطولية والعرضية بشكل متزامن الشكل (1-26).



الشكل (1-26) الخراطة التشكيلية.

1-4-1 عمليات القطع المتآصرة على المخرطة Related Turning Operations

هي عمليات يمكن انجازها على المخرطة والتي تعتبر مكملة لأعمال خراطة سابقة وهي كالآتي :-

1- كسر الحافة (الشطب) Chamfering:

وفيها يتم قطع اطراف السطح الخارجي الإسطواني للمشغولة بزاوية معينة يستفاد منها لتسهيل عملية التداخل والتجميع بين الاجزاء الشكل (1- 27 أ)

2- الفصل (القطع) parting :

تقوم المشغولة بالدوران في عملية الفصل بينما يتحرك قلم القطع بحركة تغذية نصف قطرية بأتجاه مركزالمشغولة وكما هو الحال في الخراطة العرضية. وعندما يبدأ قطر المشغولة بالأختزال (نقصان) تسبب قوة القطع نصف القطرية كسر المادة قبل أن يقطعها القلم بالكامل والتي تسبب بتكوين زوائد معدنية في مركز المشغولة، وهي تكون موجودة دائماً بعد الفصل وبالأمكان التخلص منها بالأختيار الصحيح لهندسية القلم ومعدل التغذية وضبط مركزالعدة مع مركز المشغولة الشكل(1- 27 ب).

3- التسنين Threading:

تستخدم لأنتاج الأسنان الداخلية والخارجية ويستعمل فيها عدة مستدقة الطرف بزاوية (60˚-55˚) تغذى خطياً عبر السطح الداخلي أو الخارجي للأجزاء الدوارة الشكل(1- 27 ج).

4 - الثقب :Drilling

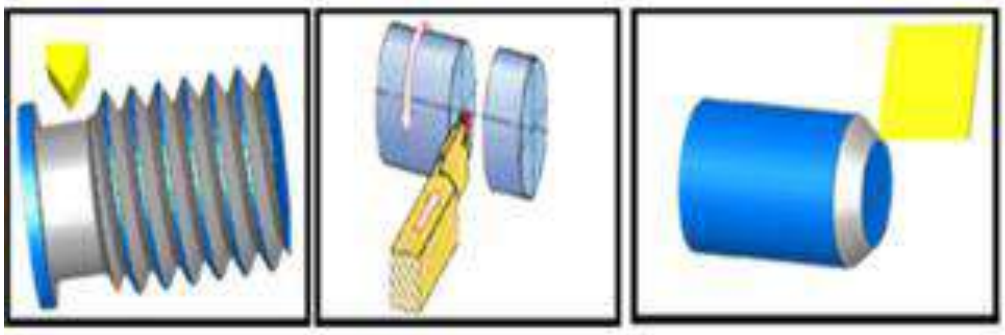
يتم تثبيت أداة الثقب على الغراب المتحرك وتستخدم لإنتاج الثقوب بواسطة تغذية المثقاب (البريمة) بالقوة اللازمة داخل المشغولة الدوارة على طول محورها الشكل (1- 27 د) .

5 - التثقيب (التوسيع) (Boring):

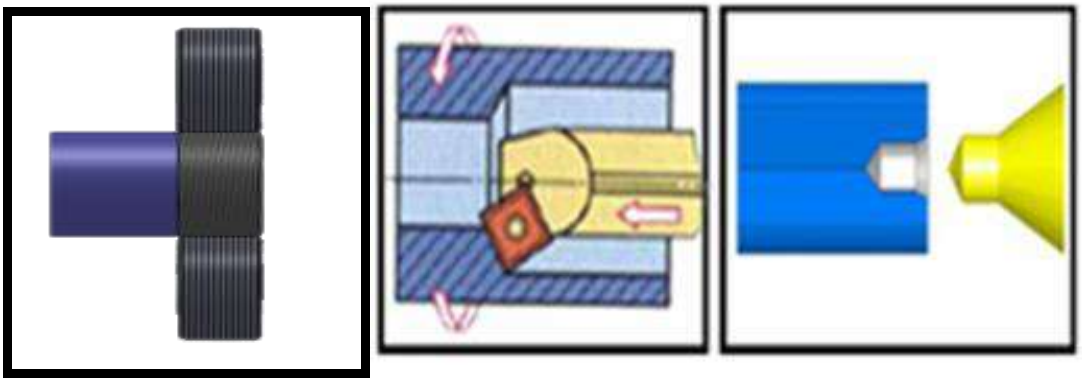
وتستخدم لتوسيع الثقب المصنوع بوساطة عملية سابقة باستعمال أقلام خراطة داخلية ويتم أنجازه بعده مفردة تغذى خطياً وموازية لمحور الدوران (الأتجاه الطولي) الشكل (1- 27 ح).

6 - الكزكزة (التهشير) :Knurling

وتستخدم لإنتاج سطح خشن مُهشر بشكل عرضي باستعمال عدة التخشين (عبارةعن رولة مزدوجة ذات سطح خشن متقاطع) يمكن تدويرها يدوياً كرأس المايكرومترالشكل(1- 27 خ).



(أ) عملية كسرحافة (ب)عملية فصل (ج) عملية تسنين



(د)عملية الثقب (ح) عملية توسيع (خ) عملية كزكز

الشكل (1-27) عمليات الخراطة المتأصرة.

2-4-1 خراطة السلبات

في هذه العملية تُنجز السطوح المخروطية الخارجية والداخلية، حيث تدور قطعة العمل حول محورها بإتجاه حد قطع قلم الخراطة في حين تتحرك عدة القطع حركة مائلة بزاوية على محور المشغولة مما ينتج عنه عمل السلبة (المخروط). إن استعمال الأعمدة المسلوبة شائع في المصانع الميكانيكية، مثل: الأعمدة الشاقة، سيقان أدوات الثقب الحلزونية، مقاطع التفريز الطرفية ومحاور التفريز، ومثل هذة الأدوات التي تثبت بسيقان مسلوبة تكون ذات كفاءة عالية في المسك أضافة الى سهولة فتحها. وأنسب الآلات لانتاج الأعمدة المسلوبة هي المخرطة، ويعتمد إختيار الطريقة المناسبة لخراطة السلبة على مواصفاتها الفنية مثل طول السلبة وزاويتها.

أنواع السلبات

1- سلبة مورس:

وتستعمل لسيقان أدوات الثقب (البريمة) ومراكز المخارط وتكون قيمة السلبة هي $\frac{5}{8}$ انج لكل قدم (45 ملميتر لكل متر).

2- سلبة براون وشارب:

وتستعمل في أعمدة دوران ماكينات التفريز وتكون قيمتها 1/2 إنج لكل قدم (36 مليمتر لكل متر).

3- سلبة جارنووريد:

وتستعمل للمعدات الصغيرة وتكون قيمتها 0.6 انج لكل قدم.

4- الأصابع المسلوبة:

وتستعمل كمثبتات وتكون قيمة السلبة 1/2انج لكل قدم (18 مليمتر لكل متر).

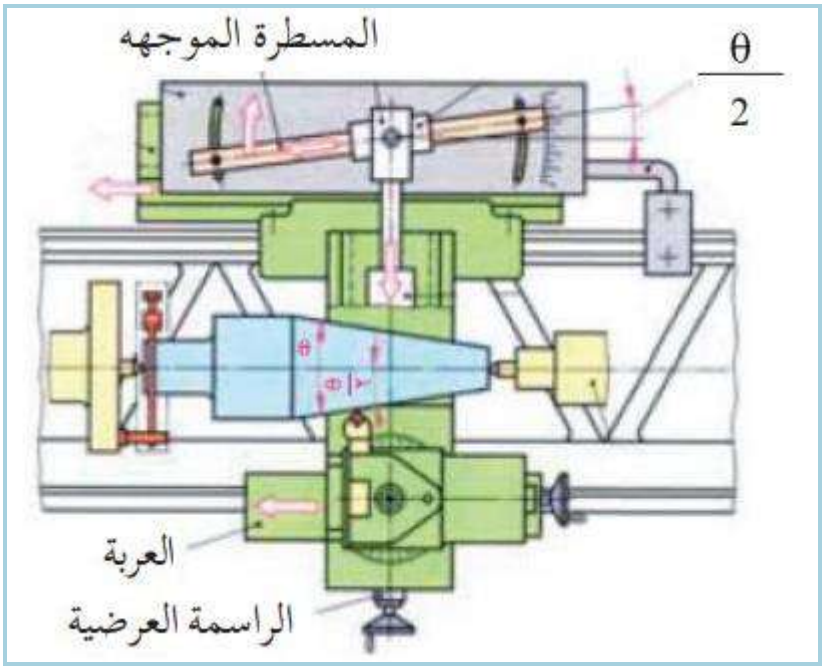
الشكل (1-28) بعض أنواع السلبات.

1-2-4-1 طرق تصنيع السلبات

يمكن تصنيع السلبات على ماكينات الخراطة بطرق عدة منها :-

1- خراطة السلبات بواسطة المسطرة الموجِهة:

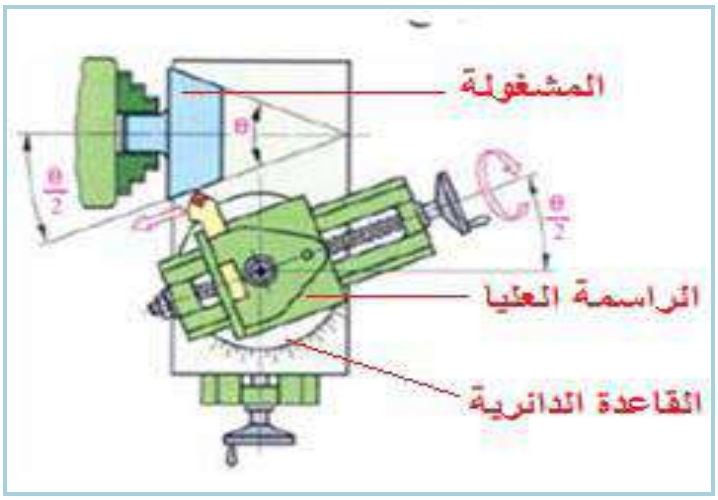
يمكن بهذه الطريقة خراطة سلبات خارجية وداخلية بزاوية 15° وبأطوال حتى 500 mm. إذ تضبط المسطرة الموجهة وفق الزاوية المطلوبة، ويتصل على المسطرة منزلق (زلاقة) متصل بمحور يعطي الحركة للراسمة العرضية، بحيث يكون الخط الذي يرسمه رأس القلم أثناء حركته موازيا للمسطرة الموجهة ومماثلا لراسم السلبة المراد خراطتها. وتكون التغذية في هذه الحالة أوتوماتيكية ومن مميزات هذا النظام الأحتفاظ بمراكز المخرطة ويمكن أجراء نفس قيمة السلبة على أجزاء أخرى حتى ولو كانت ذات أطوال متغيرة كما موضح في الشكل (1-29).



الشكل (1-29) عمل سلبة بطريقة تركيبة السلبة.

2- خراطة السلبات بإستخدام الراسمة العليا:

وفيها يتم ضبط الراسمة العليا (المنزلق) على زاوية السلبة المطلوبة، حيث تثبت هذه الراسمة على قاعدة دائرية تمكنها أن تدور الى زاوية معينة. ثم يغذي قلم القطع داخل المشغولة يدوياً بوساطة الراسمة السفلى ثم بأستعمال عجلة التدوير للراسمة العليا يتم تحريك قلم الخراطة بالأتجاه الطولي للمشغولة. وهذه الطريقة مناسبة للسلبات القصيرة مثل خراطة مركز المخرطة الشكل (1-30).

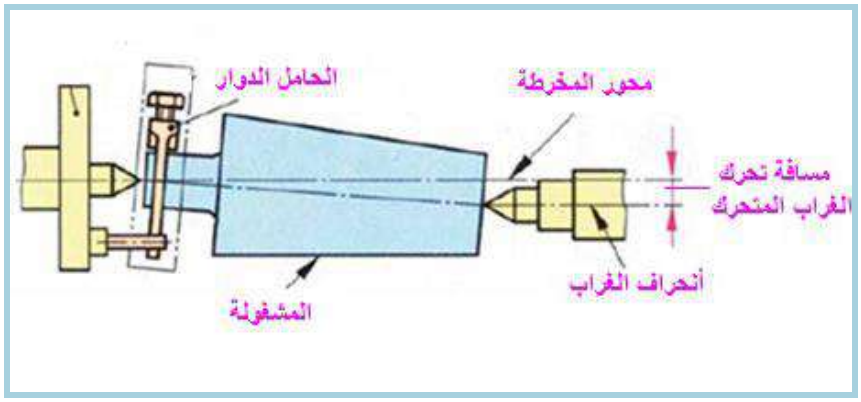


الشكل (1-30) عمل السلبة باستعمال الراسمة الطولية.

3- خراطة السلبات باستخدام الغراب المتحرك:

يمكن خراطة السلبة عن طريق إمالة أو تحريك الغراب المتحرك للخارج (تحريك الجزأ العلوي من الغراب المتحرك) عن محور المخرطة بمقدارمعين يمكن حسابه. ان مقدار السلبة التي يتم الحصول عليها بهذه الطريقة لأي مشغولة يعتمد على طول الخامة بالأضافة الى مقدار أزاحة المركز الى الخارج. ويتم استعمال المفتاح السداسي لتحريك الغراب المتحرك، ويتم ضبط المسافة باستعمال القدمة ذات الورنية الشكل (1-31). ولغرض حساب مقدار تحريك الغراب المتحرك يمكن استعمال القانون الأتي:-

مسافة تحرك الغراب = طول المشغولة × ظل الزاوية

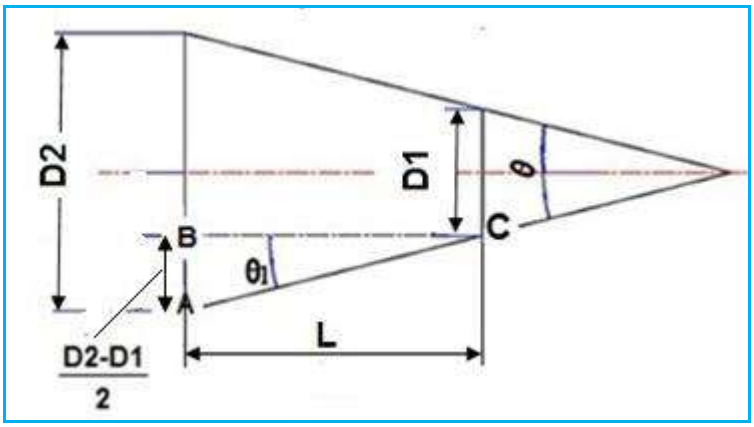


الشكل (1-31) عمل السلبة بطريقة تحريك الغراب المتحرك.

1-2-4-2 طرق حسابات السلبة

1- أمالة الراسمة العليا وتطبيق قانون الظل:-

إنَّ المخروط يشكل القاعدة الأساس لأيجاد زاوية الميل لأي جزء أسطواني، فعند قطع المخروط الكامل بمستوي مواز لقاعدته يتولد المخروط الناقص وتكون له قاعدة كبرى(D2) وقاعدة صغرى(D1) . ويتم استنتاج زاوية ميل المخروط (زاوية السلبة) وفق قوانين المثلثات من الشكل الهندسي للسلبة الموضح في الشكل (1-32) يمكن أستنتاج العلاقات الأتية:-



الشكل (1-32) مخروط مقطوع.

من المثلث الذي رؤوس نقاطه ACB يمكن أيجاد قيمة الزاوية $\theta 1$ وكما يلي :-

حيث أن ظل الزاوية = المقابل / المجاور

$$\tan\theta 1 = \frac{AB}{BC} \text{ ------(1)}$$

حيث يمكن حساب طول الضلع AB من العلاقة الأتية:-

$$AB = \frac{D2 - D1}{2}$$

$$BC = L$$

$$\tan\theta 1 = \frac{D2 - D1}{2L} \text{ ------(2)}$$

$$\theta 1 = \tan^{-1}\left(\frac{D2 - D1}{2L}\right) \text{ ------(3)}$$

حيث أن :-

$D2$ = قطر قاعدة المخروط الكبرى

$\theta 1$ = زاوية السلبة

$D1$ = قطر قاعدة المخروط الصغرى

L = الطول

مثـال 1-1

يراد عمل سلبة على عمود طوله **100mm** اذا كان قطر قاعدة المخروط الكبرى تساوي **80mm** وقطر قاعدته الصغرى تساوي **70mm** جد زاوية سلبة المخروط

الحـل :

$$\tan\theta 1 = \frac{D2 - D1}{2L}$$

$$\tan\theta 1 = \frac{80 - 70}{200}$$

$$\tan\theta 1 = \frac{10}{200} = 0.05$$

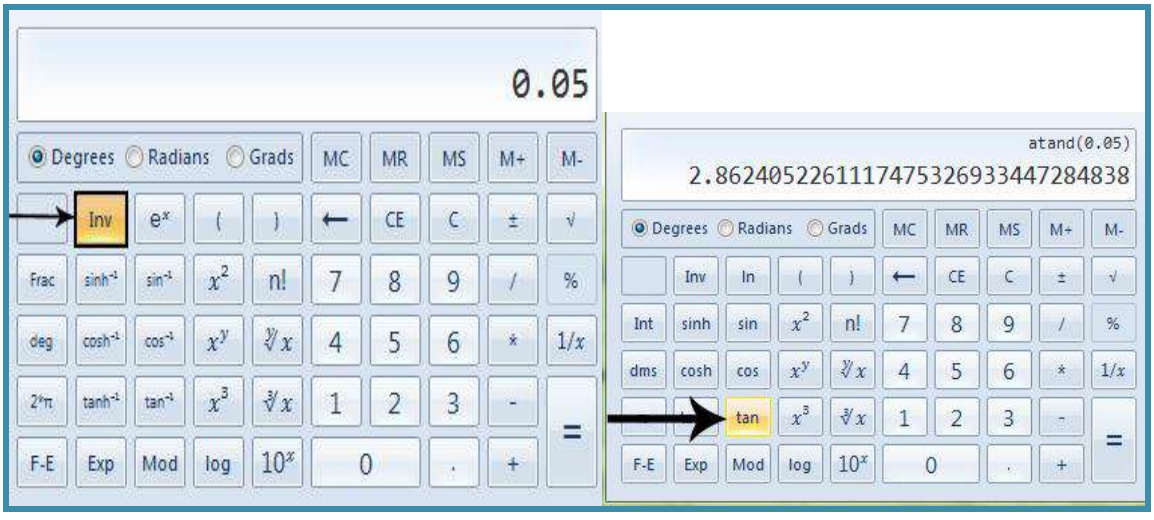
$$\theta 1 = \tan^{-1} 0.05$$

$$\theta 1 = 2.862^{\circ}$$

ويمكن أيجادهذه الزاوية بالرجوع الى جداول الظل أومن الحاسبة العلمية والتي يكون أستعمالها كما موضح في الشكل (1-33):-

1- كتابة القيمة 0.05 في الحاسبة.

2- نضغط على $\tan^{-1}$ لتظهر الزاوية.



الشكل (1-33) طريقة أستخدام الحاسبة العلمية لأيجاد قيمة الزاوية.

السلبة المخروطية(M) :-هي قيمة النسبة بين قطري المخروط الأكبر والأصغر الى الأرتفاع بينهما .

$$M = \frac{D2 - D1}{L}$$

ومن بيانات المثال السابق يمكن أيجاد قيمة السلبة المخروطية وكالتالي:-

$$M = \frac{D2 - D1}{L}$$

$$M = \frac{80 - 70}{100} = \frac{10}{100}$$

$$M = \frac{1}{10}$$

2- ترحيل الغراب المتحرك

هناك قوانين عدة لحساب قيمة (x) والتي تمثل مقدارمسافة ترحيل الغراب المتحرك عن محور المشغولة وكما يلي:-

أ- بدلالة قطري قاعدة المخروط.

$$X = \frac{D_2 - D_1}{2}$$

مثـال 2-1

جد مقدار ترحيل الغراب المتحرك لعمل سلبة على عمود يربط بين مركزين ،اذا كان قطر قاعدة المخروط الكبرى **40mm** وقطر قاعدته الصغرى تساوي **30mm** .

الحـل :

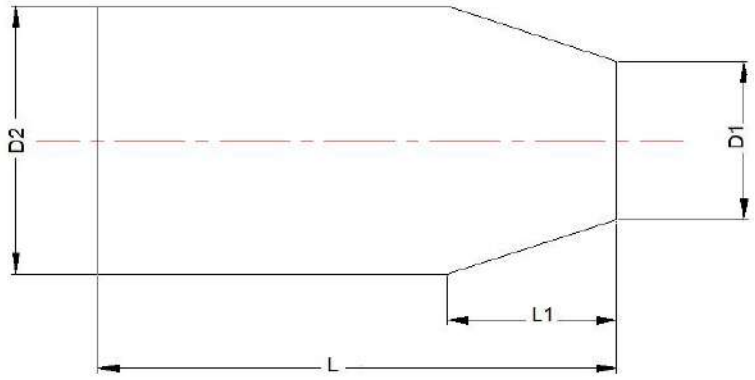
$$X = \frac{D2 - D1}{2}$$

$$X = \frac{40 - 30}{2} = \frac{10}{2}$$

$$X = 5mm$$

ب- يستعمل هذا القانون عندما يراد عمل سلبة على جزء من الطول الكلي الذي يرمز له (L1) ،الشكل (1-34):-

$$X = \frac{L}{L1} \times \frac{D_2 - D_1}{2}$$



الشكل (1-34) مخطط يوضح طول السلبة من الطول الكلي .

مثـال 1-3

عمود طوله 500mm يراد عمل سلبة بطول 250mm اذا كان مقدار قاعدة المخروط الكبير48mm وقاعدته الصغرى 40mm فما مقدار ترحيل الغراب المتحرك ؟

الحـل :

$$X = \frac{L}{L1} \times \frac{D2 - D1}{2}$$

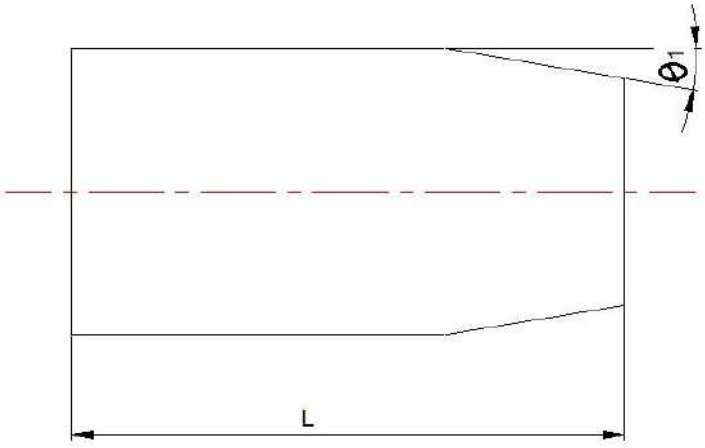
$$X = \frac{500}{250} \times \frac{48 - 40}{2}$$

$$X = \frac{50}{25} \times \frac{8}{2}$$

$$X = 8mm$$

ج- بدلالة زاوية السلبة (Ø1) وطول العمود الكلي(L) الشكل (1-35):-

$$X = \tan\theta 1 \times L$$



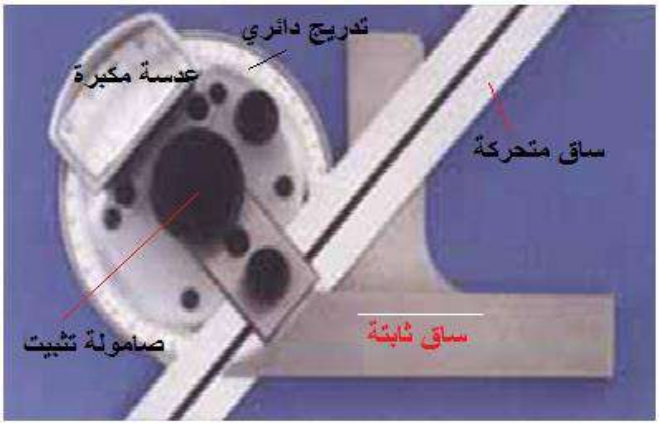
الشكل (1-35) مخطط يوضح قيمة الزاوية مع الطول الكلي .

1-4-2- 3 طرق قياس السلبات

يتم قياس السلبات بطرق متعددة و منها :-

1- استعمال الزاوية المتحركة: -

وهي من الأدوات الدقيقة التي تستعمل في قياس الزوايا ومنها المخروط (السلبة) وتتكون من سكة (ساق) ثابتة وسكة (ساق) متحركة وقرص دائري كامل مقسم الى درجات مع وجود صامولة تثبيت، أما عدسة التكبير تستعمل لتكبيرقراءة الزاوية. وطريقة أستعمال الزاوية المتحركة هي وضع الساق الثابتة على السطح الجانبي المطلوب أختبار سلبته ويحرك الساق المتحرك بمحاذاة السطح المسلوب حتى ينطبق تماما بدون فراغ ثم يتم قراءة الزاوية بوساطة عدسة التكبير ويمكن تحديد قيمة الدرجات عند إنطباق صفر الورنية على الدرجة التي تكون في التدرج الرئيسي الشكل (1-36).



الشكل (1-36) زاوية متحركة.

2- إستعمال عمود الجيب:-

هو أداة مصنوعة من الصلب تكون على شكل متوازي الأضلاع مصقول بدرجة عالية من السطح الأعلى والأسفل وتثبت في نهايته أسطوانتان متساويتان بالقطر مصقولة الأسطح وذات قياس دقيق وتمثل المسافة بين مركزيهما طول عمود الجيب ويوجد بأطوال 100mm و200mm ويستعمل عمود الجيب للسطوح المستوية بدقة عالية الشكل (1-37).

الشكل (1-37) عمود الجيب.

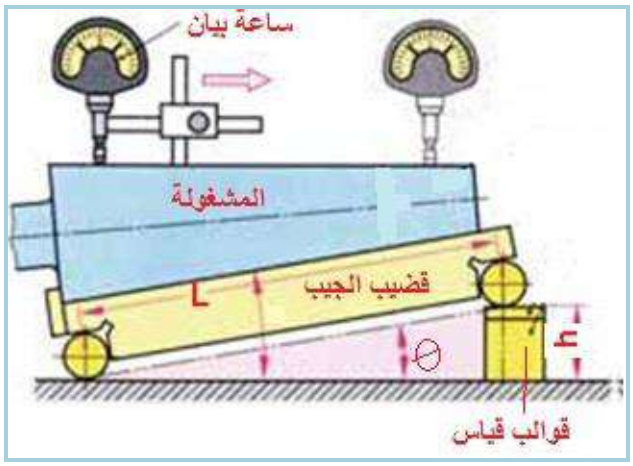
طريقة استعمال عمود الجيب

أ- استعمال السطح العلوي للعمود:-

يتم وضع المشغولة المسلوبة على سطح العمود العلوي ويتم أستعمال قوالب القياس لرفع الطرف ذو القطر الصغير حتى يتوازى السطح العلوي من المشغولة مع السطح الأفقي المستوي وتقاس أستوائية السطح باستعمال ساعة بيان مثبتة على حامل خاص الشكل (1-38).

ومن العلاقة الآتية يمكن حساب زاوية الميلان $\sin\theta = \frac{h}{L}$

حيث أن :L يمثل طول عمود الجيب ، h يمثل أرتفاع قوالب القياس



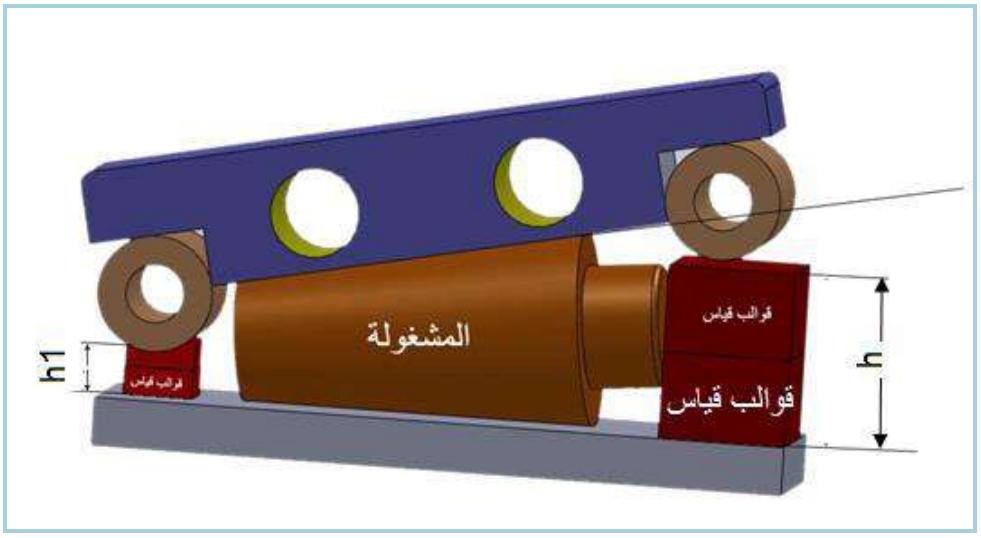
الشكل (1-38) طريقة قياس السلبة بأستعمال السطح العلوي.

ب- باستعمال السطح السفلي للعمود:-

يتم وضع المشغولة على سطح مستوي ثم مطابقة السطح السفلي للعمود مع السطح العلوي لسلبة المشغولة بعد وضع قوالب قياسية تحت أسطوانتي النهايتين للعمود والتي تمثل أرتفاع القوالب (h) الشكل (1-39).

ولأيجاد قيمة زاوية الميلان من القانون :

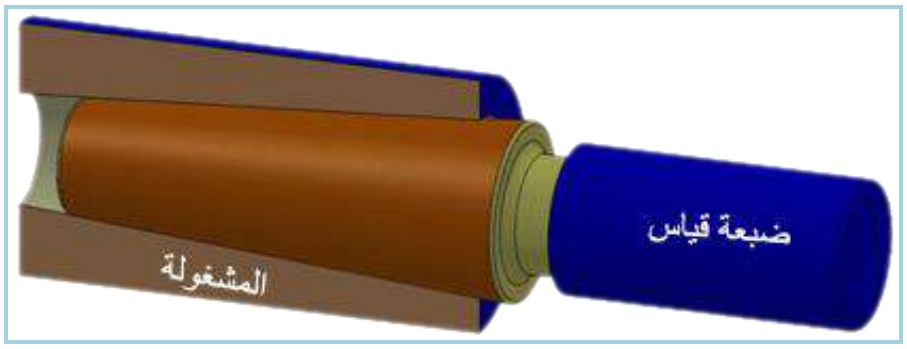
$$sin\theta = \frac{h - h1}{L}$$



الشكل (1-39) طريقة قياس السلبة بإستعمال السطح السفلي.

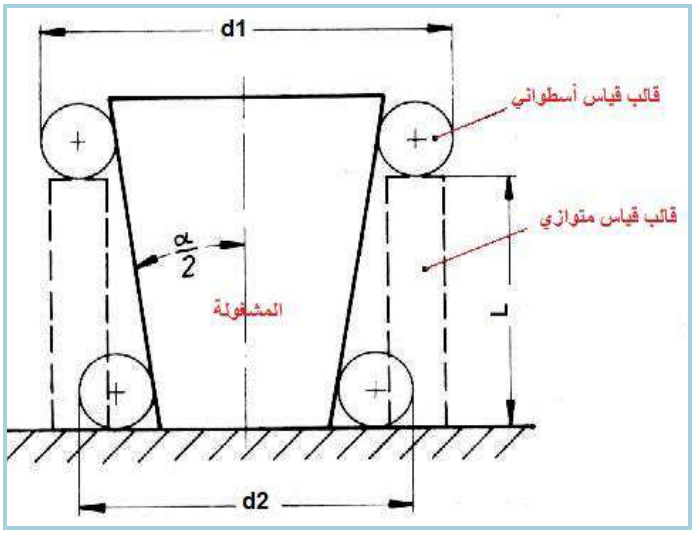
ج- إستعمال الضبعات وقوالب القياس:-

وتستعمل الضبعات لأختبار السلبات الداخلية والخارجية ،حيث يتم مطابقة القطر الكبير والصغير والطول. ولفحص المشغولات ذات السلبات الداخلية يتم ضبط ضبعة القياس على قالب قياس سلبة محددة ثم توضع المشغولة في الضبعة بحيث لايظهر ضوء من بين تلامس السطحين. ويمكن استعمال طريقة أخرى للفحص حيث يتم تأشير خط بالطباشير الدهني لسطح الضبعة بالأتجاه الطولي ثم يتم تدوير الضبعة داخل المشغولة للتأكد من دقة أنتظام الأستدقاق فأذا كان منتظما يمحى خط الطباشير أما اذا كانت مناطق من خط الطباشير غير ممسوحة فهذا يعني أن سطح المشغولة غير مستدق بصورة صحيحة كما مبين بالشكل (1-40) .



الشكل (1-40) طريقة أستخدام الضبعات .

أما فحص المشغولات ذات السلبات الخارجية فيتم استخدام القوالب المتوازية لقياس الأطوال وقوالب القياس الأسطوانية وهي عبارة عن أسطوانات قياسية مصنوعة بدقة عالية ومعرفة بقياس يكون مكتوب على القالب أما طريقة فحص المشغولات فيتم وضع المشغولة على منضدة أستواء ثم تلامس قوالب القياس الأسطوانية سطح المشغولة لتحديد القطر الصغير ثم توضع القوالب المتوازية لتكون مسند لقوالب القياس الأسطوانية التي تحدد القطر الكبير وكما مبين في الشكل (1-41) .



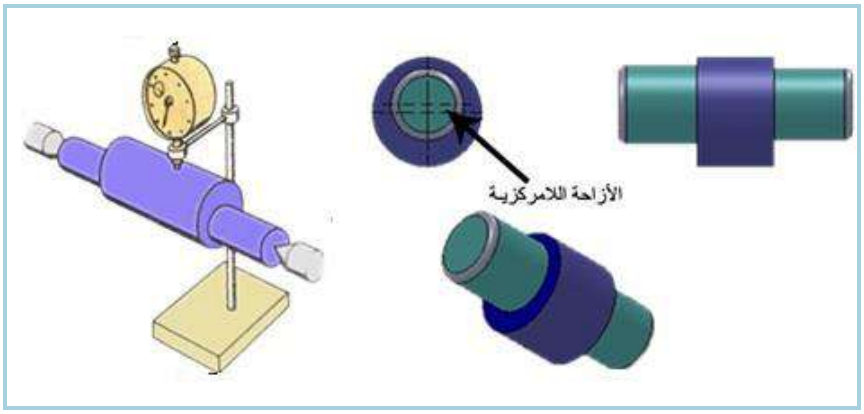
الشكل (1-41) طريقة قياس السلبات الخارجية.

ومن الشكل يمكن أستنتاج العلاقة الأتية :

$$\tan\frac{\alpha}{2}=\frac{d1-d2}{2L}$$

5-1 الخراطة اللامركزية

هي عملية خراطة تكون بالأتجاه الطولي لمحور المشغولات ،وفيها يوجد محورين متوازيين لكنهما غير متطابقين مع وجود مسافة بينهما تسمى الأزاحة اللامركزيـة، الشكل (1-42).



الشكل (1-42) خراطة لامركزية

وتستعمل الأجزاء الأسطوانية ذات المحاور اللامركزية للأغراض الآتية:-

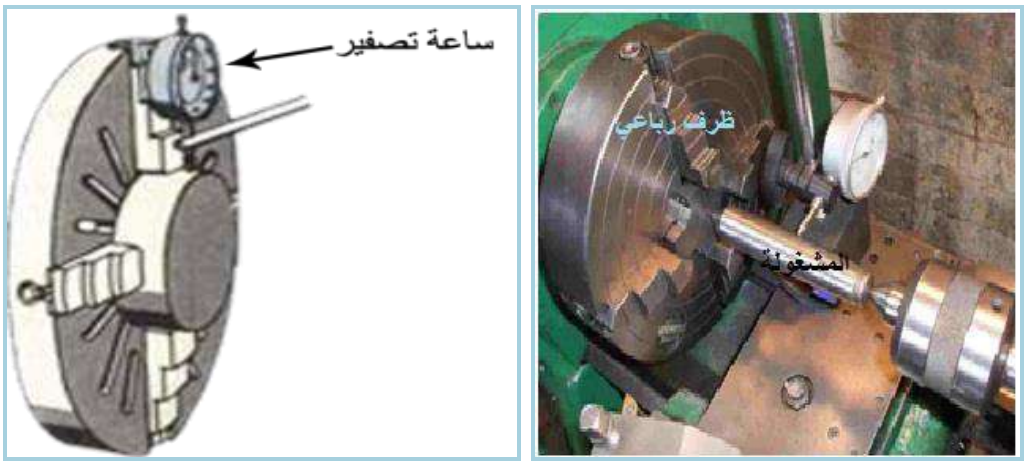
1- تحويل الحركة الدائرية الى حركة ترددية مستقيمة كما في آلات المناشير الترددية والمقاشط النطاحة.

2- تحويل الحركة الترددية المستقيمة الى حركة دائرية كما في محركات الأحتراق الداخلي.

أنـواع طرق الـــخراطة اللامركزية

1- باستعمال الظرف الرباعي:-

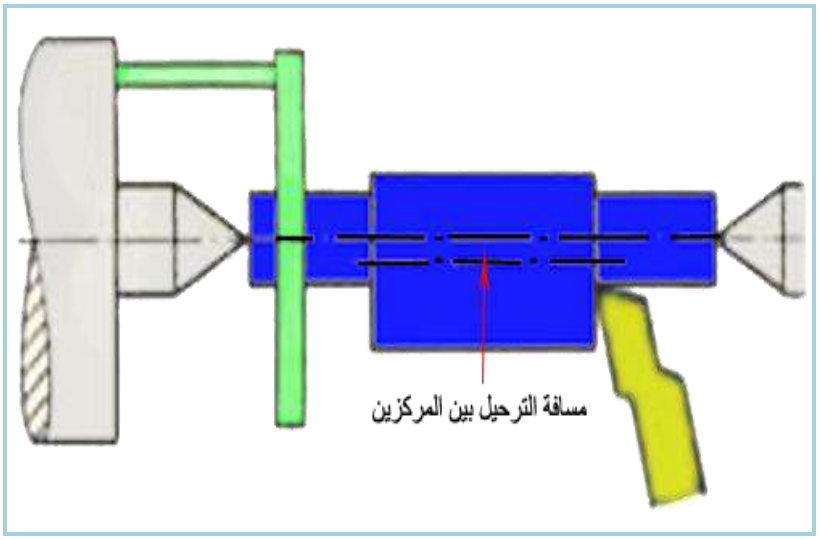
تستعمل هذه الطريقة للمشغولات الغير المنتظمة والتي تتطلب دقة عالية. حيث يتم ربط المشغولات بوساطة لقم الظرف الأربعة التي تتحرك بشكل منفرد، ويتم التحكم بمركزية المشغولة عن طريق تثبيت اللقم بمسافات مختلفة عن مركز الظرف. ويتم ضبط الإنحراف اللامركزي إما بدلالة رأس الغراب المتحرك أو بواسطة مبين القياس، الشكل (1-43).



الشكل (1-43) الخرطة اللامركزية باستعمال ظرف رباعي.

2- استعمال مركزي الغراب المتحرك والثابت:-

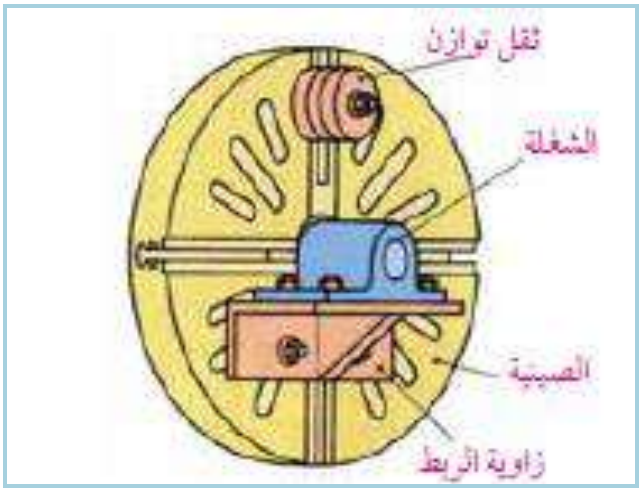
وفيها يتم تحديد مركزين جديدين للمشغولة بوساطة عملية التخطيط لغرض مسك المشغولات بين مركزي الغراب المتحرك والثابت، وتستعمل للأعمدة القصيرة وبمسافة بين المحورين لاتتجاوز 10mm وهي من الطرق السهلة، الشكل (1-44).



الشكل (1-44) عمل الخراطة اللامركزية بين المركزين.

3- استعمال الطاولة الدائرية:-

تستخدم الطاولة (صينية المخرطة) لربط المشغولات اللامركزية بوساطة أدوات الربط المساعدة. وتستعمل للمشغولات الثقيلة وعندما تكون مسافة الترحيل (اللازاحة اللامركزية) أكثر من 10mm حيث يتم ترحيل مركز المشغولة عن مركز الطاولة، الشكل (1-45).



الشكل (1-45) إستعمال الطاولة الدائرية للخراطة الداخلية لعمل ثقب لامركزي.

6-1 القلوظة (التسنين)

في أوائل العام 1800 بدأ هنري مادوسلي بدراسة إنتاج أسنان لولبية منتظمة ودقيقة حيث لم يكن انذاك لولبين متشابهين وقام المصنعون بتصنيع العديد من الأسنان لكل أنج على البراغي والصامولات كي تلائم الغرض المصنعة من أجله. وفي عام 1948 وافقت البلدان على شكل السن الموحد (Unified Thread form) لأعطاء قابلية تبديل للأجزاء المسننة.

تعريف القلاووظ (اللولب): هو عبارة عن مجرى حلزوني منتظم محفور بشكل ومواصفات محددة على محيط قطعة اسطوانية من الخارج أو الداخل. وتستعمل الأسنان لأداء وظيفتين هما:-

1- ربط وتوصيل الأجزاء بصورة غير دائمية.

2- تستعمل لنقل الحركة وتحويلها من دائرية الى خطية.

تمتلك أسنان اللولب أبعاد عديدة وهي كما في الشكل (1-46) و (1-47) :-

1- القطر الكبير (Major Diameter):-

هو يمثل القطر الخارجي للسن الخارجي ،أما للسن الداخلي فيمثل القطر عند جذر السن.

2 - قطر الخطوة (Pitch Diameter):-

هو قطر وهمي يمر من خلال الأسنان عند النقطة التي عندها يكون سمك الحز والسن متساويين ،ويعتبرهو الأساس الذي تؤخذ منه كل القياسات .

3 - القطر الأصغر (Miner Diameter):-

هو أصغر قطرللسن ويكون عند قعر السن الخارجي ،ويقع عند القمة في حالة السن الداخلي.

4 - الجذر :(Root)-

وهو السطح السفلي أو القعر الذي يربط جانبي السن.

5 - القمة (Crest):-

هو السطح العلوي الذي يربط جابني السن .

6 - الخطوة (Pitch):-

هي المسافة الخطية لأي نقطتين متناظرتين على سنين متجاورين ،والخطوة تساوي واحد مقسوماً على العدد الكلي للأسنان لكل أنج .

7 - العمق (Depth):-

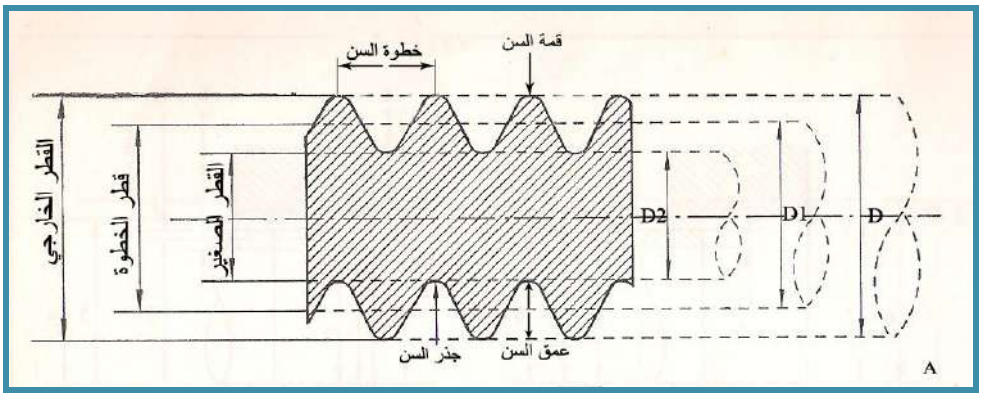
يمثل عمق السن وهو المسافة بين قمة السن وقعره وتقاس بأتجاه القطر .

8 - زاوية السن (Thread Angle):-

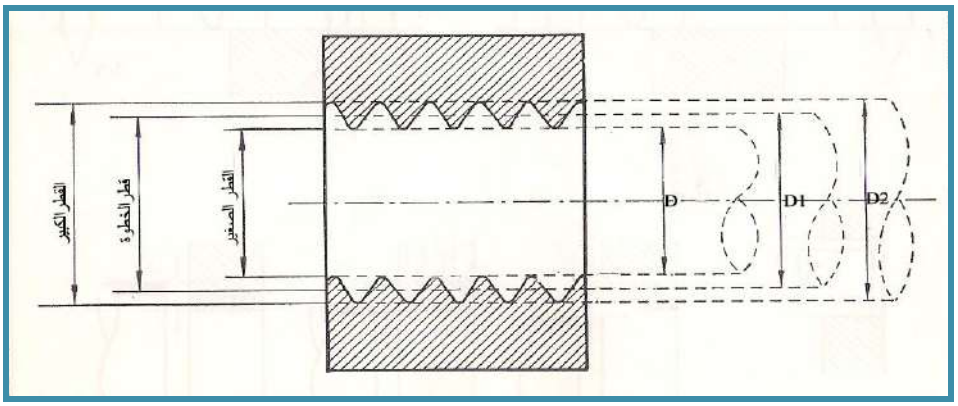
هي الزاوية بين جوانب السن وتكون قيمتها $60°$ للنظام المتري و $55°$ للنظام الأنكليزي(الانجي).

9- الحلزون (Helix):-

أخدود منحني يَشكل حول إسطوانة أوداخل تجويف.



الشكل (1-46) مقطع لسن خارجي.



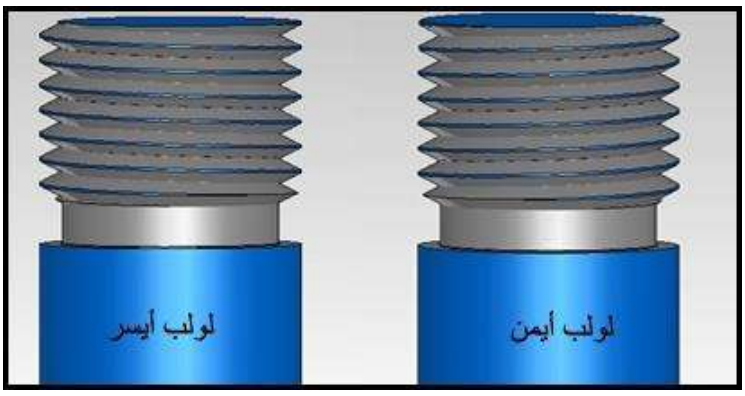
الشكل(1-47) مقطع لسن داخلي .

●السن اليميني (Right - Hand Thread):-

هو سن اللولب الذي يحتاج الى دوران بأتجاه عقارب الساعة لشده، وفيه يكون أتجاه المجرى من اليسار الى اليمين صعوداً الشكل (1-48) .

●السن اليساري (Left Handed Thread):-

وهو سن اللولب الذي يحتاج الى دوران عكس عقارب الساعة لشده، وفيه يكون أتجاه المجرى من اليمين الى اليسارصعوداً الشكل (1-48) .



الشكل (1-48) أتجاه السن .

1-6-1 شكل السن الموحد (Unified thread from)

يمتلك سن اللولب الموحد زاوية سن مقدارها 60 درجة وجذر مدور وقمة مسطحة أو مدورة، نظام أسنان اللولب الموحد يتضمن سلاسل أسنان رئيسة هي:-

1- سلاسل السن الخشن (Unified Coarse) :-

و يرمز لها (UNC) وهي واحدة من أكثر السلاسل شيوعاً في الاستعمال على الصامولات والبراغي، وتستعمل عندما تحتاج مواد ذات مقاومة شد واطئة مثل الالمنيوم، حديد الزهر، البراص، اللدائن. وتمتلك الأسنان الخشنة أكبرعمق سن والذي يكون مطلوب لهذه المواد لمنع إقتلاع الأسنان الداخلية.

2- سلاسل السن الناعم (Unified Fine):-

ويرمز لها (UNF) وتستعمل في المواد ذات مقاومة الشد العالية والتي لاتحتاج أسنان خشنة و بسبب إمتلاكها أسنان أكثر لكل إنج، فإنها تستعمل حيثما تكون هنالك حاجة لأقصى طول تعشيق بين الأسنان الخارجية والداخلية .

3- سلاسل السن فائقة النعومة (Unified Extra- Fine):-

و يرمز لها (UNEF) وتستعمل عندما تكون هناك الحاجة لأطوال تعشيق كبيرة في المواد النحيفة.

4- سلاسل أسنان الخطوة (Unified -pitch)

2-6-1 أنـواع الأسنان

1- الأسنان اللولبية المنبسطة (Acme Screw Threads) :-

وتستعمل للتراكيب التي تتطلب نقل أحمال ثقيلة، وتستعمل لنقل الحركة في كل أنواع عدد الماكينة مثل الرافعات، الملازم، وتمتلك الأسنان اللولبية المنبسطة زاوية سن مقدارها (29) درجة وسطح منبسط واسع عند القمة والجذر ،لقد صممت اللوالب المنبسطة لتحل محل السن المربع والذي يكون صعب التصنيع، وكمثال ذلك عمود السحب في المخرطة ولولب المنضدة في ماكينة التفريز.

2- أسنان الانابيب المستدقة (Tapered Pipe Threads):-

وهي أسنان مستدقة تستعمل للوصلات مانعة التسرب الملولبة مثل أنابيب الماء والهواء. معظم أسنان الأنابيب تمتلك طرف مستدق مع عدم وجود حافات حادة تجعله يتميز بعدم تأثرة بالصدمات مهما كانت قوتها كما تحمله للضغوط العالية وسهولة ربطه وفكه ويستعمل في وصلات عربات السكك الحديدية ويصلح بالأماكن المعرضة للرمل والطين.

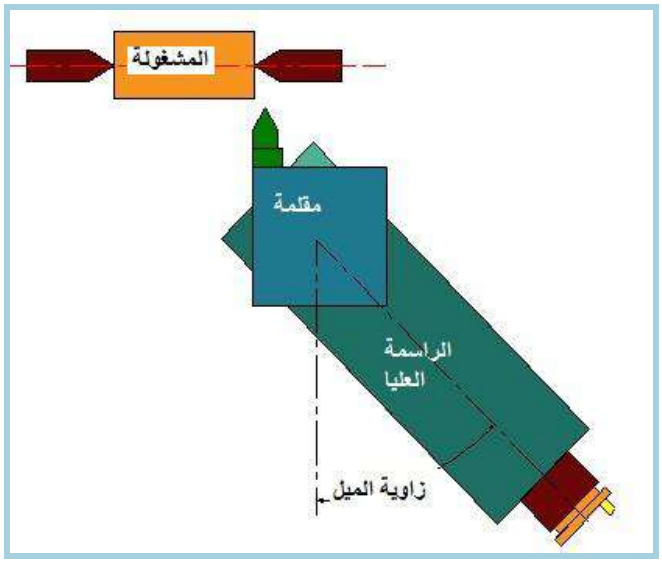
3-6-1 خراطة السن (Thread Turning)

تستخدم المخرطة لإجراء اللولبة (التسنين) في حالة التسنين الداخلي والخارجي عن طريق استعمال قلم خراطة. حيث تدور الشغلة بسرعة منتظمة وتتقدم عدة القطع حركة طولية تناسبية منتظمة بمقدار خطوة السن المطلوب عمله عن طريق التعشيق مع عمود المرشد والذي يأخذ حركته من محور المخرطة الرئيسي. إن المبدأ الاساس لقطع السن هو حركة تغذية العدة بالنسبة لدوران الشغلة، أثناء مراحل التغذية تتحرك العدة طولياً على طول الشغلة بعد ذلك تسحب وترجع للوراء لبدء المرحلة التالية على نفس حز السن. أن شكل ومواصفات السن المنتج يحدد بوساطة شكل الحد القاطع لقلم الخراطة (التسنين). لذلك يجب ضغط مقابض صندوق التغذية بخطوة القلاووظ المطلوب انتاجه في كل دورة من دورات عمود الدوران، كما موضح في جداول مثبتة على كل مخرطة قبل البدأ بعملية التشغيل. تنتقل الحركة من مجموعة تروس التغذية الى عمود المرشد (عمود اللولب) لتتحرك العربة والحد القاطع للقلم بالخطوة المطلوبة، من خلال مجموعة التروس المتغيرة، وهي عبارة عن مجموعة من ثلاثة أو أربعة تروس. ويكون معدل التغذية أكبر من معدل التغذية في عمليات الخراطة التقليدية، يتم تشغيل السن بعدة أشواط وتجنب التشغيل على شوط واحد.

توجد هناك طريقتان لتغذية القلم حسب صلادة المعدن:

الاولى : هي أجراء التغذية بشكل مستقيم داخل المشغولة بعدة مراحل من القطع الخفيف مما يحدث فعل القطع على جانبي قلم القطع وتستعمل هذة الطريقة لمعادن حديد الزهر أو البراص.

الثانية : هي تغذية القلم بزاوية حيث تدار الراسمة العليا بزاوية تكون قيمتها للسن المتري 30° درجة أما للسن الأنكليزي فتكون 27.5° درجة (أي تدار الراسمة بمقدار نصف الزاوية المطلوبة التي قيمتها60° للسن المتري و55° للسن الأنكليزي) وتستعمل للمعادن الصلبة الشكل (1-49).



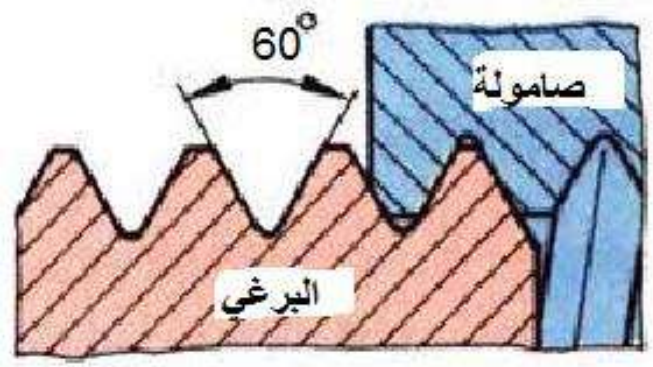
الشكل (1-49) تغذية القلم بزاوية.

4-6-1 أنواع القلاووظ الرئيسية (الأسنان)

أولاً- لوالب الربط

1- اللوالب ذات الشكل المثلث

أ- اللولب المتري الدولي Metric ISO Thread :-



الشكل (1-50) مقطع لسن متري.

وتكون جميع أبعادة بالمليمتر ومقطع السن يكون على شكل مثلث، الزاوية بين ضلعيه تساوي 60 درجة ويتم معرفة مواصفات اللولب في ضوء القطر الأسمي وخطوة السن وتوجد لوالب قياسية معتمدة عالميا وتعرف بالرمز M وكما في الجدول التالي :-

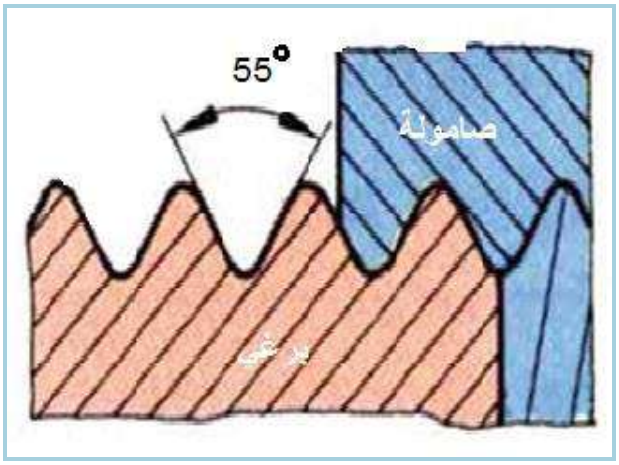
الرمز	القطرالأسمي	الخطوة
M1.6×0.35	1.6	0.35
M2×0.4	2	0.4
M2.5×0.45	2.5	0.45
M3×0.5	3	0.5
M3.5× 0.6	3.5	0.6
M4×**0.7**	4	**0.7**
M5×**0.8**	5	**0.8**
M6×1	6	1
M6×1.25	1	1.25
M8×1.25	1	1.25
M8×1	8	1
M10×1.5	10	1.5
M10×1.25	10	1.25
M10×0.75	10	0.75

الجدول (1-51) جدول يمثل القطر والخطوة.

ب- اللولب الأنكليزي ويتورث Whitworth thread ويقسم الى نوعين وهما:-

1- سن ويتورث وفق المواصفات البريطانية (B.S.W)

وهو أقدم أنظمة اللوالب في العالم، وفيه يكون مقطع السن على شكل مثلث، الزاوية بين ضلعيه تساوي 55° مع تقوس للقمة وقاع السن بما يساوي 1/6 أرتفاع المثلث، ويتم معرفة مواصفات اللولب بوساطة القطر الأسمي وعدد أسنان اللولب مثل $B.S.W\,20\times0.25$ حيث تقرأ المواصفات برغي قطره 0.25 أنج وعدد أسنانه 20 سنا في الانج، الشكل (1-52).



الشكل (1-52) مقطع لسن ويتورث.

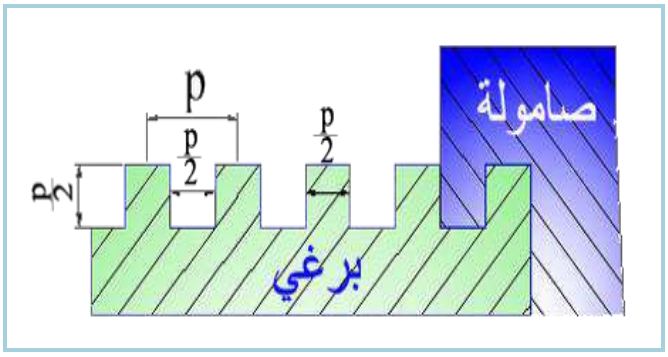
2- لولب ويتورث للأنابيب Whitworth pipe thread

ويحمل نفس مواصفات لولب ويتورث ويستعمل في أنابيب المياه والغاز ويسمى بقطره الداخلي ،أي عند ذكر لولب أنابيب بقطر 2 أنج يعني أن قطره الداخلي يساوي 2" .

ثانياً:- لوالب نقل الحركة

1-اللولب المربع: - Square thread

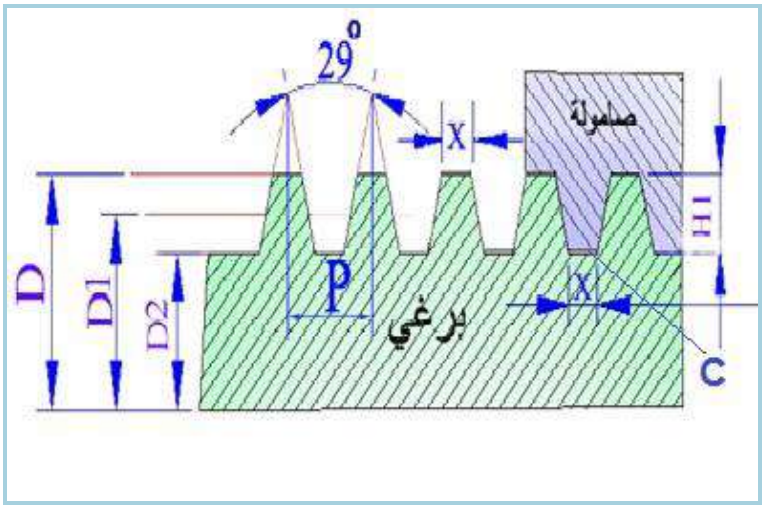
وهو ذو مقطع مربع يمتلك متانة إلا أنه قليل الأستعمال وذلك لصعوبة أنتاجة بشكل أقتصادي بسبب زواياه القائمة التي تقلل مقدارالتفاوت المسموح به. وفيه الخطوة تساوي ضعف سمك السن وأن مقدارالفراغ بين كل سنين يساوي عمق السن كما في الشكل (1-34).



الشكل (1-53) اللولب المربع.

2- لولب أكم (Acme).

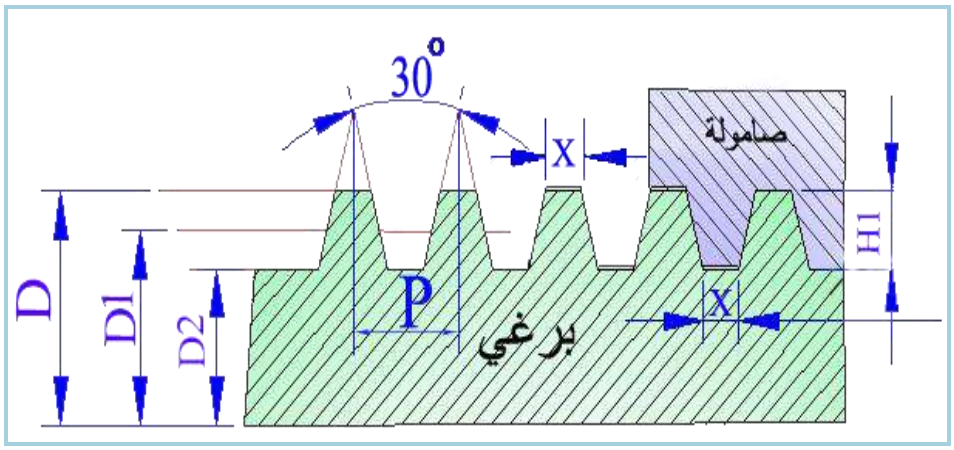
يستعمل في النظام الأنكليزي والأمريكي بشكل واسع لنقل الحركة في كلا الأتجاهين مثل عمود المرشد في ماكينات الخراطة وتبلغ الزاوية بين كل سنين 29 درجة، وفيه يبلغ عمق السن نصف مقدار الخطوة، وتم إستعماله بشكل واسع بدل اللوالب المربعة الشكل (1-54).



الشكل (1-54) لولب أكم.

3- لولب ترابزويدل (الشبه منحرف) Trapezoidal

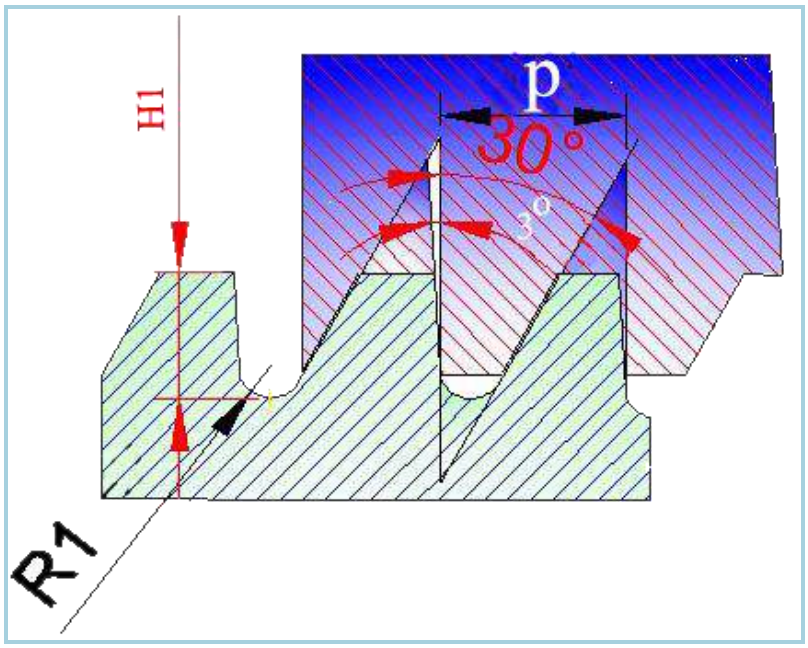
يستعمل في النظام المتري وتكون الزاوية بين كل سنين 30 درجة ومقطع السن على شكل شبه منحرف، وهو يشابه لولب أكم في الاستعمال مع وجود أختلاف في الزوايا. ويُراعى عند قطع لولب شبه المنحرف أن يزيد قطر قاع السن بالصامولة عن القطر الخارجي للبرغي بمقدار 1 مليمتر الشكل (1-55).



الشكل (1-55) لولب ترابزويد.

4 - لولب السن المنشاري المتري.

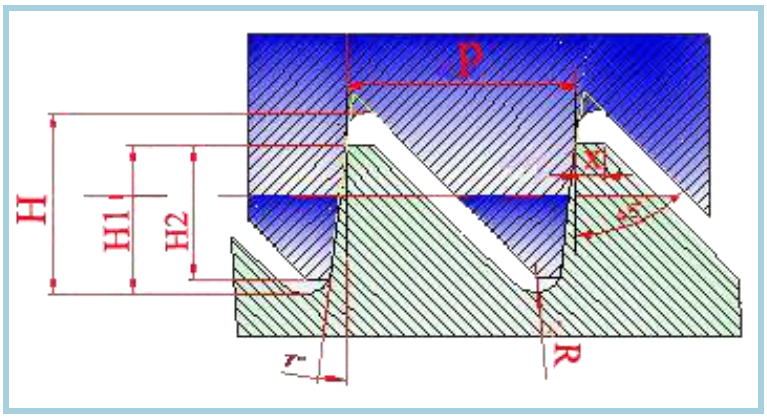
هو سن متين يلائم نقل القوة في إتجاه واحد فقط بموازاة المحور كما في الرافعات (جك) والمكابس بأنواعها. وفيه تكون الزاوية قائمة تقريبا من جهة الضغط مع محور السن مع أمالتها 3 درجة لتصبح الزاوية المحصورة بين الضلعين 33 درجة كما في الشكل (1-58) .



الشكل (1-56) لولب سن منشاري .

5 - اللولب المنكبي (Buttress Thread):-

يستعمل في النظام الأنكليزي والأمريكي لنفس الأغراض التي تستعمل في لوالب السن المنشاري وفيه تكون الزاوية المحصورة بين الضلعين 52 درجة مع أمالة حافة السن في جهة الضغط بمقدار 7 درجة كما في الشكل (1-59) .



الشكل (1-57) لولب منكبي.

5-6-1 قياس اللوالب

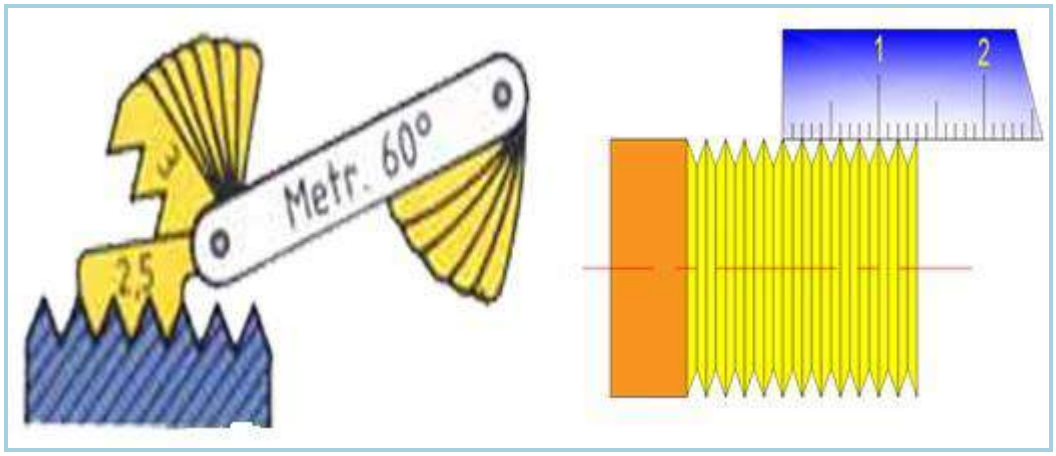
بعد الأنتهاء من عمل قلوظة العمود يتم أجراء عملية فحص وقياس لأبعاد اللولب ،وتعتبرخطوة السن من أهم عناصر اللولب المطلوب قياس وضبطها أضافة الى القطر المتوسط (قطر الخطوة). ولحساب خطوة اللولب في النظام المتري يمكن استعمال مسطرة توضع على مسافة ملائمة على سطح اللولب ثم تحسب عدد الأسنان في وحدة قياس معينة مثلا 10mm لتطبق على القانون الأتي:-

الخطوة = المسافة \ عدد الأسنان (ملم)

أما لحساب الخطوة في النظام الأنكليزي فيتم قياس عدد الأسنان في الانج الواحد وكما يلي :-

الخطوة = الانج \عدد الأسنان

و يمكن معرفة عدد الأسنان في الانج الواحد بأن نضع المسطرة على قمة اللولب ثم نعد عدد الأسنان في مسافة انج واحد. وتوجد مقاييس خاصة تمكن من قراءة الخطوة بصورة مباشرة في النظام المتري أو عدد الأسنان في الانج الواحد في النظام الأنكليزي. كما يمكن قياس زاوية السن بضبعات خاصة ويقاس القطر الخارجي بوساطة الميكرومتر للأقطار الخارجية أما القطر المتوسط (قطر الخطوة) فيقاس بميكرومتر مزودة برؤوس خاصة يمكن أستبدالها لتلائم زاوية السن كما تستعمل أجهزة متطورة في مختبرات القياس لقياس زوايا الأسنان، الشكل (1-85).



الشكل (1-85) قياس الخطوة السن.

6-6-1 محددات قياس

تستعمل المحددات الحلقية لقياس اللوالب الخارجية، وتصنع هذة المحددات بقطعتين منفصلتين يمثلان طقم قياس يكون لكل خطوة طقم خاص يكتب عليه القطر والخطوة، تسمى القطعة الأولى (GO) وعادة تَعلم بلون أخضر أما القطعة الأخرى تسمى (NO GO) وتًعلم بلون أحمر ويكون سمكها أقل من قطعة GO الشكل (1-59).

ولأجراء الفحص بالمحدد الحلقي GO يوجد هناك أحتمالين :

ألاول:- هو أنسيابية حركة اللولب في المحدد الحلقي مع عدم وجود خلوص كبير بين الأسنان ولهذا يسمى (GO) وهو المقبول عمليا .

الثاني :- هو عدم تعشيق أسنان اللولب مع أسنان المحدد الحلقي وهذا يعني هناك كبر في القطر الخارجي أوالقطر المتوسط أو عدم تطابق خطوة اللولب مع خطوة المحدد وهو مرفوض عملياَ.

أما عند استعمال المحدد الحلقي (NO GO) فيوجد إحتمالين أيضاً:-

ألاول:- عدم تعشيق اللولب مع محدد القياس وعدم دورانه بدورات داخل المحدد وهذا يكون غيرمقبول عمليا ولهذا يسمى (NO GO) أي عدم دخول اللولب في محدد القياس .

الثاني:- أنسيابية حركة اللولب مع محدد القياس وهذا يعني عدم تطابق قياسات اللولب مع القياسات المطلوب وهذا يعتير غير مقبول عمليا (مرفوض).

أما اللوالب الداخلية فيتم استعمال محددات تكون من قطعة واحدة يكون فيه GO من طرف أما الطرف الآخر فيكون NO GO أما آلية الفحص فتكون كما في المحددات الحلقية .

الشكل (1-59) محددات لقياس اللوالب الداخلية والخارجية.

أسئلة الفصل الأول

س1: أذكر وظائف مايلي:

1- الغراب المتحرك 2-عمود المرشد 3-التمساح في المخارط البرجية 4-العربة 5-الموجهات

س2: إشرح نظرية قطع المعادن مع الرسم.

س3: إشرح خطوات قطع الرايش.

س4: عدد أنواع ماكينات الخراطة.

س5: حدد مواصفات ماكينات الخراطة.

س6: عدد مزايا المخارط البرجية.

س7 : إشرح بالتفصيل ماكينات الخراطة الاتوماتيكية.

س8: عدد العمليات التي يمكن انجازها على المخرطة .

س 9: قارن بين الخراطة الطولية والخراطة العرضية.

س10: عدد أنواع السلبات.

س11: إشرح طريقة عمل السلبة باستعمال الراسمة العليا.

س12: إحسب زاوية السلبة لمشغولة طول الجزء المسلوب فيها يساوي 250mm والقطر الأكبر للمخروط400mm والقطر الأصغر للمخروط 350mm.

13 : يراد عمل سلبة لعمود طوله 200mm طول الجزء المسلوب 50mm والقطر الأكبر للمسلوب 32mm والقطر الأصغر للمسلوب 28mm جد مقدار ترحيل الغراب المتحرك.

س14: أذكر طرق قياسات السلبة.

س15: ما الخراطة اللامركزية مع ذكر طرقها؟

س16: وضح بالرسم سن أيمن وسن أيسر للولب.

س17: عدد سلاسل الأسنان الرئيسية.

س18: أشرح طريقة عمل السن على ماكينة الخراطة.

س19: عدد أنواع لوالب نقل الحركة.

س20 : أشرح طريقة فحص أسنان اللوالب بمحددات القياس.

الفصل الثاني/ عُدد القطع

أهداف الفصل

بعد إنهاء دراسة الفصل يجب أن يكون الطالب قادراًعلى أن :-

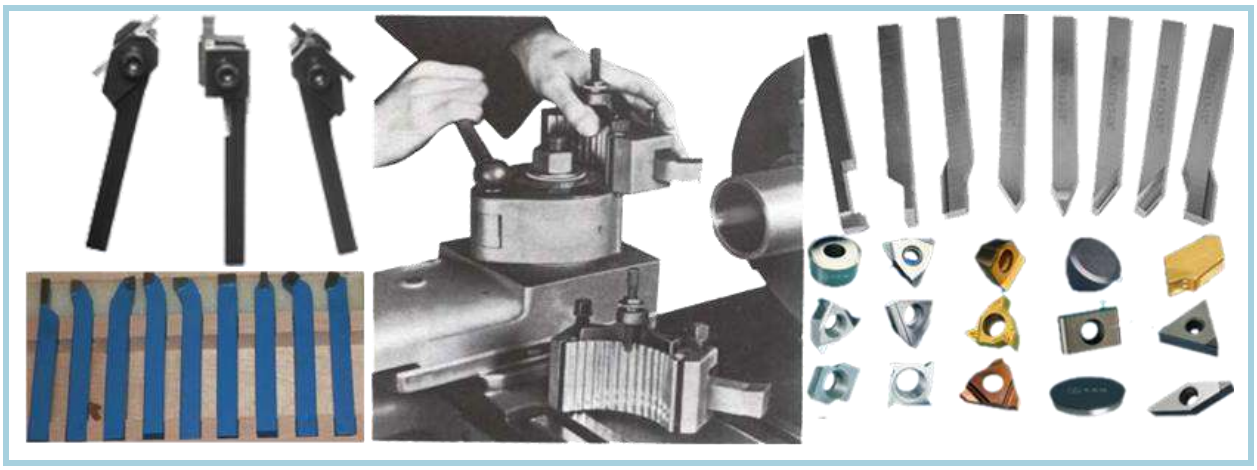
1-يتعرف على أنواع عُدد القطع.

2- يتعرف على أنواع المواد التي تصنع منهاعُددالقطع.

3- يتعرف على طرق ربط المشغولات وتثبيتها على ماكينة الخراطة.

4- يتعرف على العُدد والأجهزة التي تستعمل في عمليات الخراطة.

5- يتعلم استعمال العُدد والأجهزة في عمليات الخراطة.



المقدمة

تستعمل العديد من المواد الهندسية في صناعة عُدد القطع لتشغيل المعادن، أن الأختلاف الموجود بين مواد عُدة القطع أوجدت تنوعاً كبيراً في تطبيقات هذه العُدد ومجالات إستعمالها إعتماداً على المادة المصنوعة منها، أن طبيعة الاستعمال هي التي تحدد نوع المادة التي تصنع منها عُدة القطع. أن العُدة المثالية لإداء العمل بسرعة وكفاءة وأقتصادية يعتمد أختيارها على طبيعة العمل ونوع المادة المشغلة وتعتمد طبيعة العمل التي تقوم به عُدة القطع على خواص العُدة الميكانيكية.

وأهم هذه الخواص :-

1- الصلادة (Hardness):- وتسمى بالصلادة الساخنة **(Hot Hardness)** حيث يجب أن تحافظ عُدة القطع على صلادتها في درجات الحرارة العالية.

2- المتانة (Toughness):- يجب أن تكون متانة عُدة القطع عالية حتى لاتتشظى أو تتكسر خصوصا أثناء عمليات التشغيل المنقطع.

3- مقاومة التآكل (Wear Resistance) :- وتعني بلوغ العُمر المقبول للعُدة قبل الحاجة لإستبدالها.

1-2 المواد المصنعة لعُدة القطع

1- عُدد الفولاذ الكاربوني (Carbon Steel) :-

وفي هذا النوع يستعمل الصلب العالي الكاربون الذي يحتوي على **(1.05%)** كاربون. يكون هذا النوع من الفولاذ الكاربوني صلد جداً بسبب المحتوى العالي للكاربون مما يجعله مقاوماً للبلى، يتلين الفولاذ عالي الكاربون بسرعة عند درجات حرارة القطع الواطئة ($300f^{\circ} - 500f^{\circ}$)، ولهذا يكون استعمالهُ محدوداً في مجالات الصناعة عدا صناعة المبارد، وشفرات المناشير.

2- عُدد فولاذ السرعات العالية (High Speed Steel) :-

أن الحاجة لعُدد تقاوم الزيادة في سرعات القطع ودرجات الحرارة المتولدة منها أدى الى تطور فولاذ السرعات العالية **(HSS)** حيث تم أضافة عناصر السبك الى الفولاذ العالي الكاربون وهذه العناصر تستعمل لزيادة صلادة ومقاومة الفولاذ وجعله مقاوم أكثر للحرارة. ومن أكثر عناصر السبك أستخداماً هي المنغنيز، الكروم، التنكستن، الفناديوم، المولبدنوم، الكوبالت.

3- السبائك المصبوبة (Cast Alloys):-

يتكون تركيب هذا النوع من (45% كوبالت، 32% كروم، 21% تنكستن، 2% كاربون). حيث أن هذا التركيب يعطي عُدة قطع تمتلك صلادة ساخنة تلائم السرعات العالية ،كما يجب الأنتباه الى هشاشتها عند استعمالها، وتكون هذه العُدد ملائمة في قطع المواد القشرية أو التي تحوي على شوائب صلدة .

4- عدد القطع السيراميكية (Ceramic cutting Tool)

السيراميك مواد لامعدنية تستعمل كمواد لعُدد القطع والتي تكون محدودة التطبيق بسبب هشاشتها العالية وقلة مقاومتها للتمزق وهذا يعني أنها تتكسر بسهولة أكبر عندما تقطع بشكل متقطع أو عنيف ولكن بشكل عام فإن مقاومة المواد السيراميكية تحت الضغط هي أعلى بكثير من فولاذ السرعات العالية والعُدد الكاربيدية. ومن أهم مميزات المواد السيراميكية هي :-

a - مقاومـة عالية للقطع الخفيف على المواد المشغلة الصلدة جداً.

b- مقاومة عالية للتآكل.

c- قدرتها على التشغيل عند ***2000*** دورة في الدقيقة.

d- صلادتها الساخنة عالية جداً.

e- توصيلها الحراري واطئ.

ولزيادة مقاومة العُدد السيراميكية يمكن أضافة الزركونيوم بنسبة (***15%***) .ولقد تم تطوير العُدد السيراميكية بإضافة نتريد السليكون مع إضافات متنوعة لأوكسيد الألمنيوم ،أوكسيد اليتريوم ،كاربيد التيتانيوم التي جعلت أدوات القطع تمتلك متانة عالية وصلادة ساخنة عالية ومقاومة جيدة للصدمة الحرارية، والتي يوصى بها لتشغيل حديد الزهر والسبائك الفائقة ذات أساس من النيكل عند سرعات قطع متوسطة.

5 - عُدد القطع الماسية (Diamond Tools)

الماس عبارة عن كاربون نقي، ويستعمل نوعان من الماس في أدوات القطع هي الماس الطبيعي والماس الصناعي متعدد البلورات، وتستعمل عُدد القطع الماسية فقط للأنهاء السطحي الخفيف للحصول على سطوح بالغة الدقة مع ملاحظة أن تكون التغذية قليلة جداً. وتستعمل على الغالب لتشغيل المعادن اللاحديدية وتصنع عُدد الماس عن طريق كبس بلورات الماس داخل أرضية كاربيدية.

6- العُدد الكاربيدية (Carbide Tools):-

يعد كاربيد التنكستن النقي هو الأساس للعُدد الكاربيدية، وغالبا مايستعمل بدون أضافات عند تشغيل حديد الزهر بسبب صلادته العالية ومقاومته للبلي الحكي، ويتم أضافة الكوبالت كعامل ربط الى كاربيد التنكستن لأكسابه المقاومة الضرورية، وبما أن الكوبلت أقوى من الكاربيد فإنَّ زيادته تعمل على تحسن المواصفات الميكانيكية ومنها مقاومة الشد والأنضغاط والصدمة.

طلاء العُدد الكاربيدية

لقد بدأ المصنعون يدركون بأن الكاربيد المطلي هو أفضل من الكاربيد الأساسي الموجود تحت طبقة الطلاء . إن الكاربيدات المطلية تفوق أي عُدة غير مطلية من حيث الأنجاز أذا أستعملت في العمل الصحيح مع حافة قطع صحيحة، وبصورة عامة يتم أنجاز عملية الطلاء بوساطة عملية تدعى الترسب الكيمياوي للبخار حيث يتم وضع الطبقة التحتية المراد طلائها في وعاء يمتلك درجة حرارة عالية ثم إدخال مادة الطلاء بشكل بخار كيمياوي وتسحب مادة الطلاء وتترسب على الطبقة السفلية المراد طلائها بوساطة حقل مغناطيسي حول الطبقة السفلية. ومن أكثر مواد الطلاء شيوعاً هي :-

a- الطلاء بكاربيد التيتانيوم (*Titanium* Carbide)

هو أكثر أنواع الطلاء إستعمالا، ويتم طلاء مواد مختلفة تستعمل في قطع مختلف المواد وفق ظروف متنوعة. يسمح الطلاء بكاربيد التيتانيوم بإستعمال سرعات قطع عالية بسبب مقاومته العالية للبلي الحكي والحرارة العالية، وهو يقوم بخفض ميل العُده للتحفرفي ضوء تقليل ميل رايش الفولاذ الطويل لنخر سطح العّدة .

b- الطلاء بنتريد التيتانيوم –اللون الذهبي (Titanium Nitride-Color)

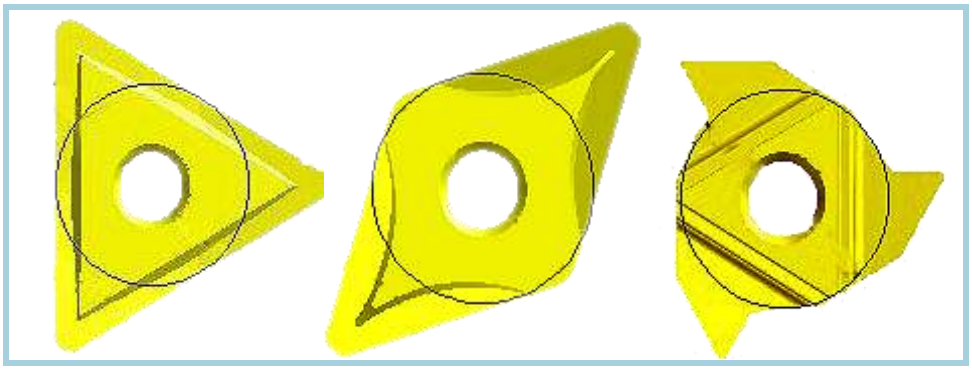
يستعمل نتريد التيتانيوم في طلاء مواد مختلفة. إن الميزة الأساسية لنتريد التيتانيوم هي مقاومته للتحفر، تحصل بعض الزيادة في مقاومة البلي الحكي عند الطلاء بنتريد التيتانيوم وتحصل في مقاومة الحرارة مما يسمح بإستعمال سرعات قطع عالية كذلك يعد التيتانيوم أكثر إنزلاقية مما يسمح للرايش بالمرور فوقه مع أحتكاك قليل .

c- الطلاء بالسيراميك – اللون الأسود (Ceramic-Black Color)

يحتل أوكسيد الألمنيوم(السيراميك) أكبرنسبة لطلاء الكاربيدات ،حيث يسمح بالتشغيل في سرع قطع أعلى من بقية الكاربيدات المطلية بسبب مقاومته المميزة للبلي ومقاومته للحرارة والتفاعل الكيمياوي. يعد السيراميك غير مثالي لعمليات القطع غير المستمرة (القطع القشري، المناطق الصلدة في المشغولة) بسبب الصلادة العالية والهشاشة المرتفعة للسيراميك .

d- الطلاء بالماس (Diamond) :-

لقد تم استعمال الماس متعدد البلورات كطلاء للعدد المصنعة من كاربيد التنكستن، وتستعمل طريقة التركيب الكيمياوي للبخار أو الترسيب الفيزياوي للبخار في تكوين الطبقة الرقيقة من الماس على المادة التحتية، إنَّ العُدد المطلية بالماس فعالة أكثر في تشغيل المواد الحاكة مثل سبائك الألمنيوم التي تحوي على السليكون، ولقد حصل تحسن كبير في عمر العُدة عما عليه في العُدد المطلية الأخرى الشكل (2-1).



الشكل (2-1) لقم مختلفة الأشكال مطلية بالتيتانيوم.

تآكل عُدة القطع (Cutting Tool Wear)

يعد عمرعُدة القطع واحد من أكثر العوامل الأقتصادية ذو أهمية في قطع المعادن، حيث تتعرض عُدة القطع أثناء التشغيل للتآكل التدريجي ومع الوقت لاتقوم بعملها بصورة ناجحة. وعند وصول التآكل الى مرحلة معينة يمكن القول ان العُدة قد فقدت قدرتها على العمل أي ان عمرها قد إنتهى ومن الضروري إعادة شحنها او يتم إستبدالها بشكل نهائي. ويمكن تعريف عمر العُدة على أنه الدورة الزمنية التي تنجز فيها عُدة القطع عملها بكفاءة. إن الظروف التي تقلل من عُمر العُدة سوف تكون غير اقتصادية بسبب إرتفاع التكاليف الخاصة بأستبدال العُدة، من ناحية أخرى استعمال سرعات تشغيل واطئة وتغذية قليلة في سبيل زيادة عمر العُدة سوف يكون غير أقتصادي بسبب إنخفاض معدلات الأنتاج. وهناك عدد من العوامل التي تحدد عُمر العُدة وهي:

1- المادة المراد تشغيلها
2- مادة عُدة القطع
3- الشكل الهندسي لعُدة القطع
4- حالة الماكنة
5- تثبيت عُدة القطع
6- سرعة القطع
7- التغذية
8- عمق القطع

ويمكن القول بأن عمر عُدة القطع قد إنتهى إذا توفر الآتي:

1- ظهور صوت مميز أثناء عملية التشغيل (صرير).

2- إنهاء سطحي رديء للمعدن المُشغل.

3- زيادة مفاجئة بالقدرة اللازمة لعملية القطع.

4- زيادة مفاجئة بقوى القطع.

5- تولد حرارة عالية وتصاعد دخان نتيجة للإحتكاك العالي.

إن القطع لايمكن أن يحدث بالسرعات العالية جدا أو الواطئة جدا لان التشغيل بالسرعات العالية سيؤدي الى الإنهيار المبكر للعُدة أما التشغيل بالسرعات الواطئة في سبيل زيادة عمر العُدة فسيكون غير إقتصادي بسب انخفاض معدلات الإنتاج.

وهناك أنواع من تآكل عُدة القطع هي :-

1- تآكل الحافة (Edge Wear)

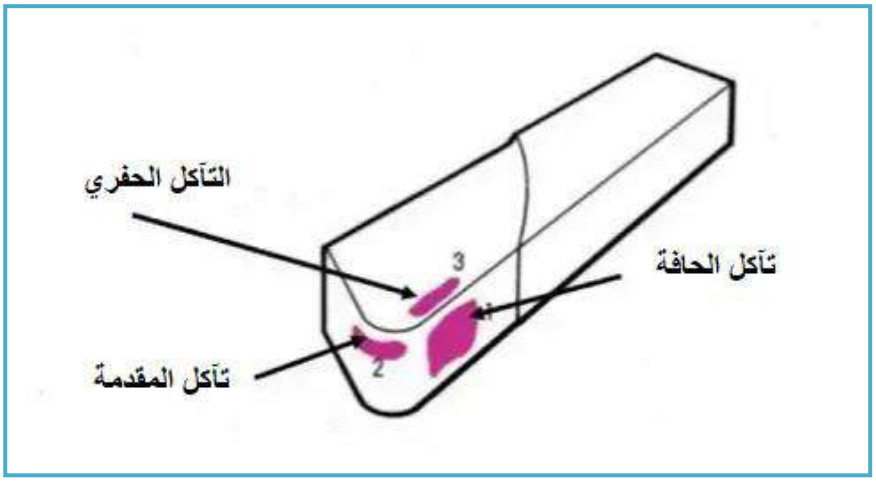
يحدث تآكل الحافة على السطح الامامي لعُدة القطع أو المواجهة لسطح الشغلة الناتج من عملية التشغيل. ويكون أسفل الحد القاطع وينتج من إحتكاك الرايش بالسطح الأمامي للقلم مما يسبب تلف في الجزء الأمامي. يحدث هذا النوع من التآكل هو الأكثر شيوعا على كل العُدد عند قطع أي نوع من المادة وتعتبر زاوية الخلوص بين القلم والشغلة مهمة في تحديد حجم منطقة التآكل.

2- تآكل المقدمة (Nose Wear)

ويظهر هذا النوع بعد فترة معينة من القطع عندما يكون هناك تآكل حفري أو تآكل حافة موجود سابقا على العُدة. يؤثر هذا التآكل على نوعية السطح النهائي للمشغولة .

3- التآكل الحفري (Crater Wear)

يحدث هذا التآكل على السطح العلوي لعُدة القطع في مكان التلامس بين الرايش وعُدة القطع وينتج نتيجة إحتكاك السطح السفلي للرايش مع السطح العلوي لعُدة القطع. والتآكل الحفري العامل الرئيسي في تلف الحد القاطع للعُدة عند ظروف القطع ذات السرعات العالية.



الشكل (2-2) أنـواع التآكل .

أسباب حدوث التآكل

تتعرض أداوات القطع لعوامل ميكانيكية وحرارية وكيميائية *تسبب* أنواعًا مختلفة من التآكل. الشكل (3-2) يوضح هذه العوامل على قلم الخراطة وهي :-

1- الحك (Abrasion) :-

بسبب وجود الشوائب الصلبة في التركيب البلوري للقطعة المشغلة والتي تعمل على الأحتكاك مع وجه العُدة والسطوح الجانبية، وتتناسب مقاومة المادة للحك مع صلادتها حيث كلما كانت الصلادة عالية زادت مقاومة الحك للمادة.

2- الألتصاق (Adhesion) :-

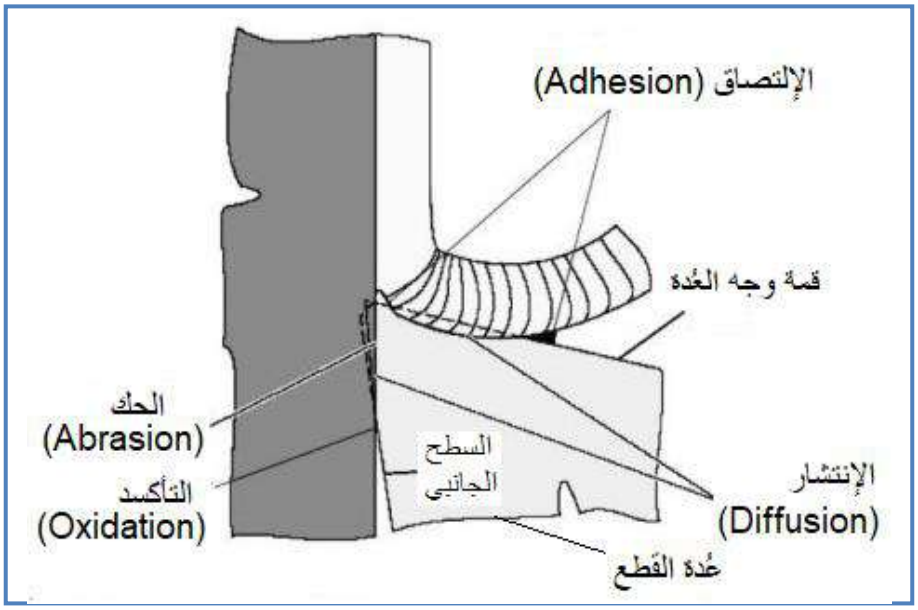
ويحدث عندما تلتصق دقائق صغيرة جدا من سطح العُدة آليا مع سطح الرايش عند السطح البيني ويكون كحافة متراكمة على قمة وجه العُدة.

3- الإنتشار (Diffusion) :-

بسبب درجات الحرارة والضغوط العاليتين في التآكل الأنتشاري يحدث إنتقال مجهري على القشرة الذرية، ويزداد معدل الإنتشار مع زيادة درجة الحرارة.

4-التأكسد (Oxidation) :-

عند درجات الحرارة العالية يسبب تأكسد مادة عُدة القطع معدلات تآكل عالية . إن الأكاسيد المتكونة على العدة تزال بسهولة في عملية القطع مما يؤدي الى زيادة التآكل.



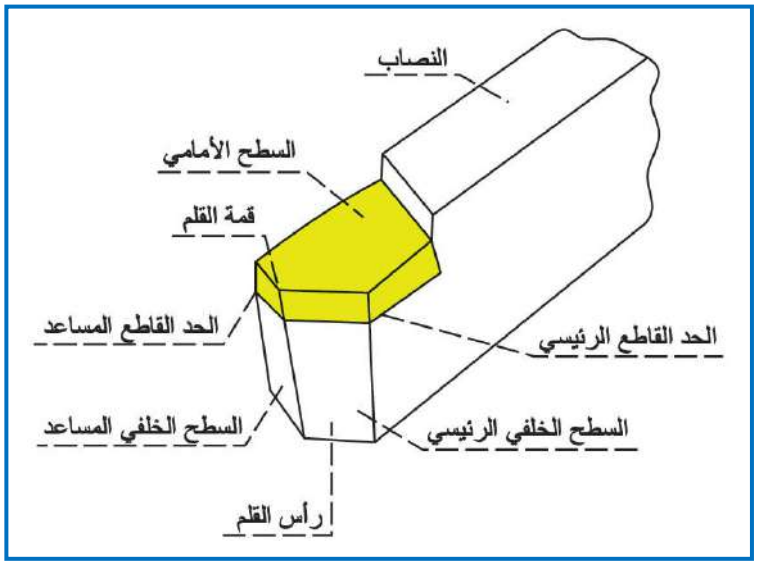
الشكل (3-2) عوامل التآكل على قلم الخراطة.

3-2 أقلام الخراطــة

إنَّ أبسط شكل لأداة القطع هو أداة قطع تحوي على حد قاطع واحد يتغلغل في المشغولة ويزيل منها الرايش مشكلاً الشكل المطلوب مثل أقلام الخراطة. ومن ملاحظة تصميمها نجد أن القوى كلها (قوى القطع) تتركز على الحد القاطع مما يتسبب في سرعة أستهلاك العُدة وتثلم الحد القاطع الشكل(2-6).

هندسة الحد القاطع (Geometry of cutting edge)

يتكون قلم الخراطة من مناطق عدة الشكل (2-4)، وهي :-



الشكل(2-4) مناطق قلم الخراطة.

تتكون عدة القطع من الجزء الخلفي ويسمى جسم القلم أوالنصاب الذي يثبت في حامل العدة والجزء الأمامي ويحوي على رأس القلم (الجزء العامل) الذي يتكون من مستويات القطع الأتية:-

1- السطح الأمامي (وجه القلم): - مقدمة طرف العدة الأمامي والذي ينساب عليه الرايش.

2- السطح الخلفي الرئيسي: - وهو السطح الذي يواجه المشغولة ويشكل زاوية الخلوص.

3- السطح الخلفي المساعد: - السطح الجانبي للعدة ويواجه المشغولة.

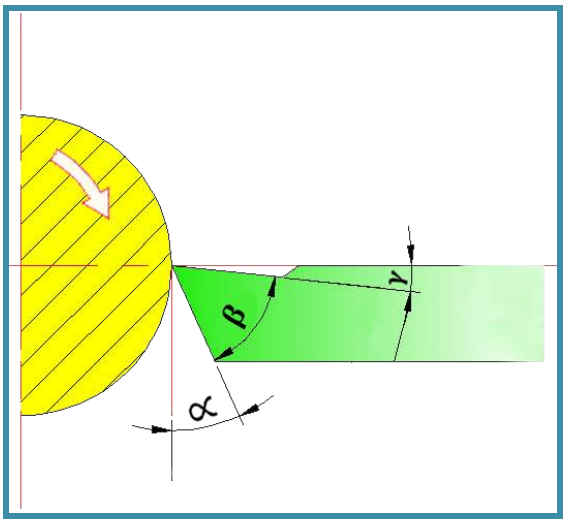
4- قمة القلم: - وهي مقدمة عدة القطع، وتنشأ من تقاطع الحد القاطع الرئيسي مع الحد القاطع المساعد ، ويمكن أن تكون هذه القمة حادة أو مستديرة.

5-الحد القاطع المساعد: - ويسمى بالحد القاطع الجانبي.

6-الحد القاطع الرئيس: - هو الجزء الذي يقوم بعملية القطع الرئيسية وينشأمن تقاطع السطح الامامي للقلم مع مع السطح الخلفي.

زوايا قلم الخـراطة

لزوايا القلم أهمية كبيرة في أثناء القطع حيث ان تغيير هذه الزوايا يؤثر على قوة القطع وعمر القلم وكفاءة السطح الناتج من التشغيل، وللقلم زوايا عدة الشكل (2-5) ، وهي :-



الشكل(2-5) زوايا قلم الخراطة.

1- زاوية الخلوص α (Clearance Angle):-

وهي الزاوية المحصورة بين الحد القاطع للقلم ومستوى القطع العمودي على قاعدة العدة، وهذه الزاوية تنشأ من تقاطع السطح الأمامي للقلم مع مستوى القطع الرأسي. وهذه الزاوية مهمة لتقليل الأحتكاك بين الحد القاطع وسطح المشغولة وبالتالي تقلل من أستهلاك العُدة وتطيل عمرها وتزيد من قدرة الماكنة أثناء التشغيل. وتتراوح قيمة زاوية الخلوص في الخراطة من (6-12)° ويجب استعمال أقلام بزاوية خلوص رئيسة كبرى عند التشغيل النهائي، وعند التشغيل التخشيني يستعمل زاوية خلوص أقل من ذلك.

2- زاوية الجرف γ (Rake Angle):-

وهي الزاوية المحصورة بين وجه القلم والمستوي الأفقي المار بمقدمة القلم والعمودي على الحد القاطع. فعند زيادة زاوية الجرف يؤدي الى أضعاف الحد القاطع والتقليل من متانته، ولذا يجب أستعمال أقلام ذات زاوية جرف قليلة عند تشغيل المعادن الصلدة والهشة لزيادة متانة العُدة، أما عند تشغيل المعادن اللدنة فيجب استعمال أقلام ذات زاوية جرف كبيرة لتسهيل صرف الرايش. ويمكن أن تكون زاوية الجرف سالبة عند تشغيل المعادن الصلدة جداً لمقاومة قوى القطع الكبيرة ولزيادة متانة العدة القاطعة، وتتراوح قيمة زاوية الجرف من 5° الى 30° .

3- زاوية الموشور β (The Wedge Angle):-

وهي الزاوية المحصورة بين السطح الأمامي والوجه، وتكبرهذه الزاوية كلما كبرمقطع القلم. ويجب أن تكون كبيرة لتحمل الصدمات والقوى المؤثرة على القلم في أثناء التشغيل، وتزداد هذة الزاوية عندما يكون المعدن المشغل ذات صلادة عالية.

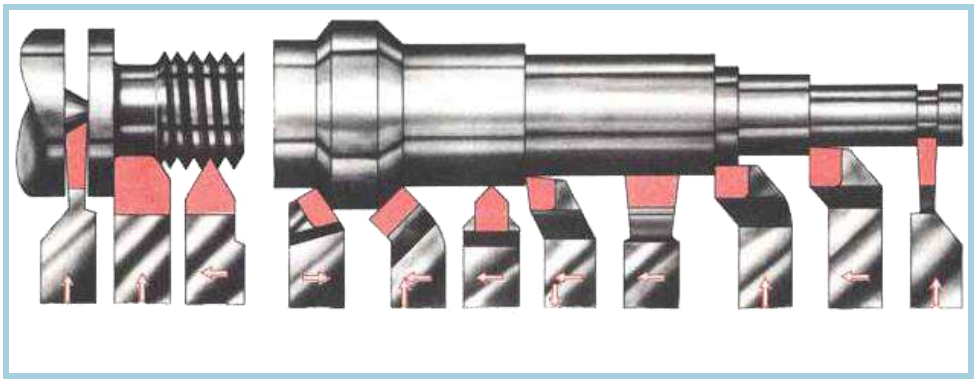
المعدن المراد تشغيله	زاوية الخلوص	زاوية الجرف	زاوية الموشور
ألمنيوم	10°	40°	40°
نحاس أحمر	8°	27°	55°
حديد الزهر الرمادي	8°	8°	74°
حديد الزهر الطري	8°	14°	68°
حديد الصلب	8°	8°	68°
نحاس أصفر	8°	8°	74°

الشكل (2-6) جدول يبين زوايا القطع لقلم الخراطة.

أنـواع أقـلام الخـراطة

1- أقلام الخـراطة للسطوح الخـارجية:-

هذا النوع من الأقلام يتم بواسطته تعديل السطوح الخارجية بالأتجاه الطولي وتعديل الأوجه كما في الخراطة العرضية، كما يمكن عمل الأقواس الداخلية (التقعر) وعمل الأقواس الخارجية (التحدب) وعمل الأسنان كما يمكن تشغيل السطوح المائلة وتشغيل الأخاديد على محيط السطح الشكل (2-7).



الشكل (2-7) أنواع أقلام الخراطة.

2-أقلام الخـراطة الداخلية:-

تستعمل أقلام الخراطة لتوسيع ثقب داخلي تم أنجازه مسبقاً وتأخذ أشكال مختلفة وحسب العملية المطلوبة كالتسنين والأخاديد. وقد توجد الأقلام بلقم ثابتة (ملحومة) أو بلقم يمكن تبديلها كما يمكن استعمال أقلام الصلب العالي السرعات التي يتم تشكيلها يدوياً الشكل(2-8).

الشكل(2-8) أقلام خراطة داخلية.

3- أقلام الفصل:-

لغرض فصل المشغولات وقطعها بعد أنتهاء العمل، يتم استعمال أقلام خاصة ذات عرض مناسب يتناسب مع قطر الشغلة. ويجب أن يكون القلم مزوداً بزوايا خلوص جانبية لتسهيل عملية الفصل وتجنب حصر القلم بالمشغولة، وأذا كان قطر المشغولة كبيرا يوضع للقلم خلوص في المقدمة ليكون السطح الناتج من الفصل بدون رايش معلق، الشكل (2-9).

الشكل (2-9) قلم فصل.

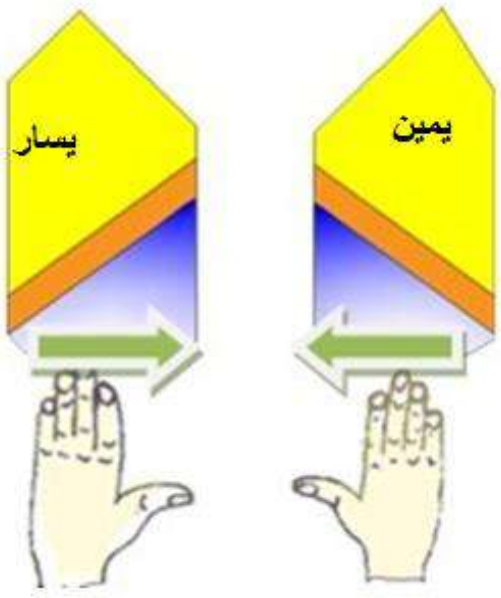
قطر المشغولة	10mm	11-30mm	31-50mm
عرض القلم	2mm	3.5mm	4mm

الشكل (2-10) جدول يبين العلاقة بين قطر المشغولة وعرض قلم الفصل

وتقسم أقلام الخراطة حسب وضع الحد القاطع الرئيسي بالنسبة الى المشغولة الى:-

القلم الايمن:- يستعمل عندما تكون التغذية من اليمين الى اليسار وفيه يكونا اتجاه حركة الحد القاطع باتجاه أبهام اليد اليمنى.

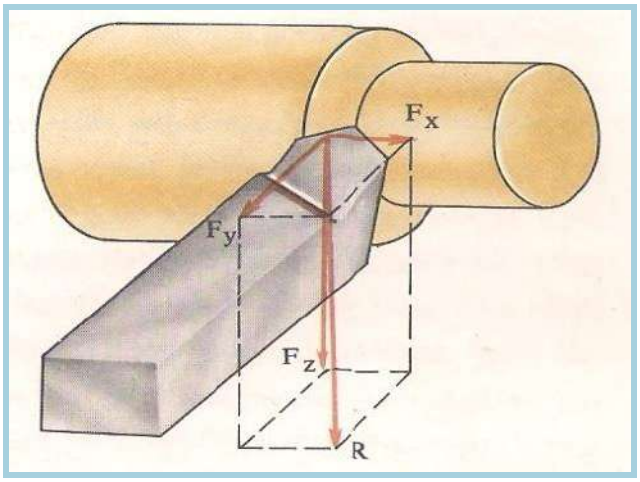
القلم الايسر:- يستعمل عندما تكون التغذية من اليسار الى اليمين وفيه يكون اتجاه حركة الحد القاطع الى اتجاه أبهام اليد اليسرى.



الشكل (2-11) أنواع أقلام الخراطة حسب التغذية

4-2 القوى المؤثرة على عدُة القطع

في عمليات الخراطة تتولد قوى قطع محصلتها R يتم تحليلها الى ثلاثة مركبات وهي كما في الشكل (12-2) :-



الشكل(2-12) قوى القطع.

1- القوة المماسية Fz: - (Tangential Force) :-

وتسمى قوة القطع الرأسية ويكون أتجاهها الى الأسفل وتنشأ من الدوران، وهي تعمل بدفع رأس القلم للأسفل والعمل على أنحنائه. وتكون هذه القوة أعلى القوى الثلاث التي تؤثر على عدة القطع وتقدر بحوالي (98%) للطاقة الكلية اللازمة بوساطة العملية.

2- القوة الطولية Fx (Longitudinal Force) :-

وتعمل هذه القوة في الأتجاه الموازي لمحور العمل، وتمثل المقاومة للتغذية الطولية للعدة وتكون هذه القوة أكبر من القوة المماسية بحوالي 50%. إنَّ سرعة التغذية تكون واطئة جداً مقارنة بسرعة دوران القطعة المشغلة لذلك تقدر القوة الطولية بحوالي 1% من الطاقة الكلية المطلوبة.

3- القوة نصف القطرية Fy (Radial Force):-

وتعمل في الأتجاه القطري من الخط المركزي للقطعة المشغلة. وتكون هذه القوة أصغر القوى الثلاث وتحاول أبعاد القلم عن المشغولة.

5 - 2 اللقم الكاربيدية

نتيجة للتطور الكبير في مجال تصميم عُدد القطع تم تصميم وتصنيع اللقمة المقسمة (Insert Indexable) والتي تثبت ميكانيكياً في ماسك العُدة. تكون هذه اللقم بأشكال وأحجام متنوعة لتلائم متطلبات التشغيل ومن مميزات اللقم هي :-

1- ضبط ودقة هندسية العدة.

2- تتيح امكانية إعادة التجليخ.

3- تقليل تكاليف العُدة.

4- تقليل الزمن اللازم لتغيير العدة.

أشكال اللقم

تصنع لقم الخراطة الشكل (2-13) في أشكال وأحجام متنوعة مع فجوات أو ثقوب مستقيمة وثقوب غاطسة أو بدون ثقوب، مع وجود كسارات رايش على جانب واحد أو على جانبين أو بدون كسارات رايش. وهناك أربعة أشكال أساسية من هذه اللقم هي :-

1- اللقمة المستديرة (The Round Insert) :-

تقوم اللقم المستديرة بأنهاء جيد عند التغذيات الكبيرة وهي مثالية لأجل تشكيل أنصاف أقطار الزوايا الداخلية وشكلها الدائري يعطي مقاومة هندسية أكبر، ويتم تثبيتها بوساطة وسائل تثبيت حيث تمتلك اللقم المستديرة حافات بزوايا (90°) تساعد على تثبيتها،وتستعمل بشكل كبير في تشغيل حديد الزهر .

2- اللقمة المربعة (The Square Insert) :-

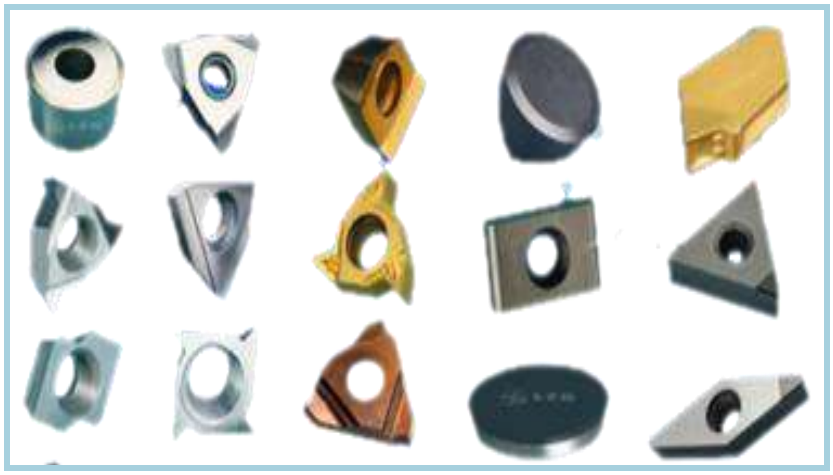
يتكون هذا النوع من اللقم من أربع أو ثمان حافات إعتماداً على تصميم ماسك العُدة ،حيث يمكن قلب اللقمة لاستعمال الحدود القاطعة للسطح الآخربالنسبة للقم ذات الثمان حدود . وتكون قيمة مقاومة اللقمة المربعة مشابهه لقيمة مقاومة اللقمة المستديرة .

3- اللقمة المثلثة (The Triangular Insert) :-

تتكون هذه اللقم من ثلاثة أو ستة حدود قاطعة، إنَّ الزاوية 60° المحصورة في اللقمة المثلثة ليست أقوى من زاوية 90° للقم المربعة ومع ذلك لايزال الكثير من عمليات القطع تنجز بكفاءة مع اللقم المثلثة مثل خراطة الأكتاف والخراطة التشكيلية، كما أن الزاوية 60° مناسبة لعمل الأسنان. وبسبب الحافات (الحدود) القاطعة القليلة الموجودة في اللقم المثلثة التي تكون مقاومتها قليلة يفضل عدم أستعمالها بكثرة.

4- اللقمة الماسية (The Diamond Inserted) :-

بسب الحاجة الكبيرة إلى تشغيل الشكل المطلوب بنفس العدة التي تستطيع أن تنجز جميع العمليات المطلوبة مثل الأنهاء السطحي وتشكيل نصف القطر وغيرها، كان لابد من توفير عُدة تفي بمتطلبات العمل فتم تصنيع اللقم الماسية في اشكال منتظمة وطولية. حيث أن شكل الماس الطولي يعطي مقاومة عالية لفعل الألتواء الناشئ من قوى القطع، وطريقة تثبيت تمنع حركتها أثناء العمليات التشكيلية.

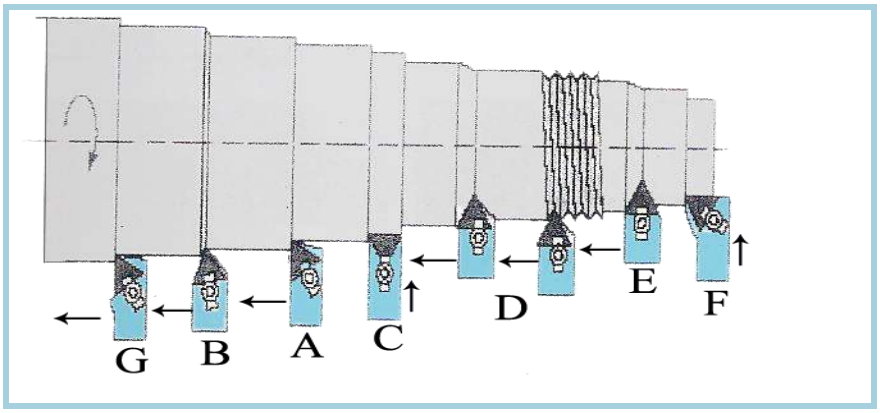


الشكل (2-13) أشكال اللقم.

6 - 2 ماسكات العدة الميكانيكية (Mechanical Tool Holders)

ماسكات العدد تستعمل لتثبيت اللقم الكاربيدية وأهم أجزاء الماسك هي:-

1- الساق Shank : وهو الجزء الأساس لماسك العُدة ويصنع من الفولاذ عالي الكاربون أو واطئ السبائك ويعامل حرارياً لإعطائه الخواص الفيزيائية التي تقاوم حز اللولب. وتم ترقيم ماسكات الخراطة بأحرف تبعاً لزاوية المقدمة وزاوية حافة القطع. ان العمليات التي يتم أنجازها على المخرطة (التسوية، التسنين، القطع) تم تغطيتها بوساطة سبعة أشكال أساسية للعُدة كما في الشكل (2-14).



الشكل(2-14) أنواع ساق ماسك العدة.

2- القاعدة The Seat: معظم ماسكات العُدد للقم الكاربيدية تستعمل قاعدة كمسند للقمة وغالبا ماتأخذ شكل اللقمة وتستعمل كوسادة تثبت بوسطة لولب يكون غاطس بعمق معين لان بروز اللولب فوق سطح القاعدة يؤدي الى كسر اللقمة.

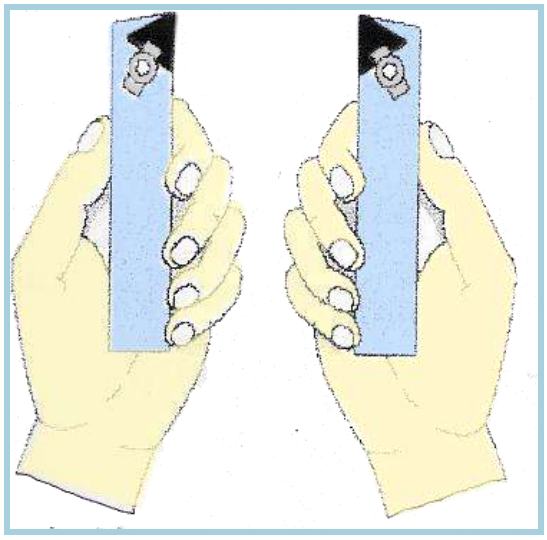
الشكل(2-15) أشكال مختلفة لقواعد أسناد اللقم .

3- مفتاح التثبيت (القفل) Clamp: إنَّ الوظيفة الأساسية لآلية التثبيت هي مسك اللقمة بأحكام في موضعها، وهناك طرق مختلفة لتثبيت اللقمة في ماسك العُدة، حيث اللقمة تمسك في معظم ماسكات العُدة في الحافظة بوساطة ضغوط القطع كما يمكن أن تثبت اللقم بوساطة الأقلام والأقفال.

الشكل(2-16) طريقة استعمال القفل لتثبيت اللقم .

ماسكات العدة اليمنى واليسرى

تم تصنيف ماسكات العُدة أعتماداً على أتجاه حركة التغذية حيث الماسك الايمن يتحرك من اليمين الى اليسار أما الماسك الايسر فيتحرك من اليسار الى اليمين الشكل (2-17) .

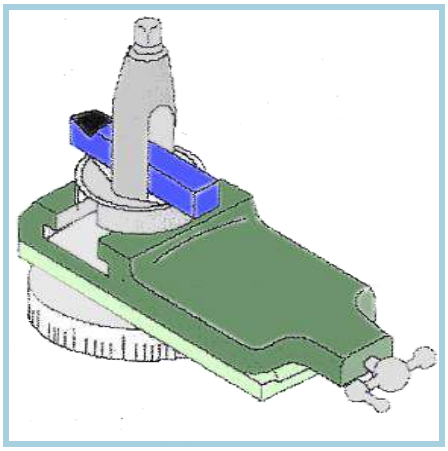


الشكل (2-17) الماسك اليميني واليساري.

7-2 وسائل تثبيت ألأقلام (العُدة) (Tool Holding Device)

تستخدم في المخارط انواع مختلفة من لتثبيت الأقلام وهي:-

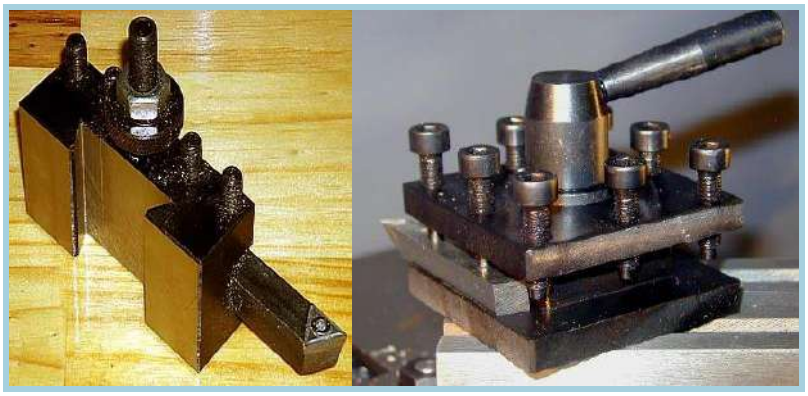
1- مثبتات أُحادية: وهوَّ أبسط شكل لمثبت الأقلام ويستعمل لربط عُدة واحدة ويستعمل في المخارط الصغيرة. حيث يكون على شكل كتلة منحنية مستندة على سطح كروي مقعر لسهولة ميلان العُده لضبط زاوية القلم، ويتم تثبيته على الراسمة العليا لوجود مجرى على شكل حرفT،الشكل (2-18) .



الشكل (2-18) أداة ربط مفردة.

2- مثبتات متعددة: البرج المربع (المقلمة) المبين في الشكل (2-19) هو ملائم لتثبيت أقلام خراطة متعددة، حيث يمكن تثبيت أربع عُدد عليه في آن واحد ويمكن استعمالها على التوالي بإدارة حامل القلم 90°. ويتم تجهيز العُدد بسرعة بفتح مسند العُدة بوساطة رافعة مجهزة تدّور المسند وبعدها يعاد التثبيت باستخدام الرافعة نفسها. إنَّ جميع مثبتات العُدة القياسية مصممة بسهولة ضبط مستوى حافة

العدة مع مركز المشغولة لأن عدم ضبط المستوى يؤدي الى إختزال زاوية الخلوص بين مثبت العُدة والقطعة المشغلة، كما أن نقص الخلوص يسبب أنخفاض عمر العُدة ورداءة الأنهاء السطحي. كما توجد أنواع من المقالم يتم ضبط المركز بوساطة شرائح معدنية توضع تحت القلم لضبط الأرتفاع.

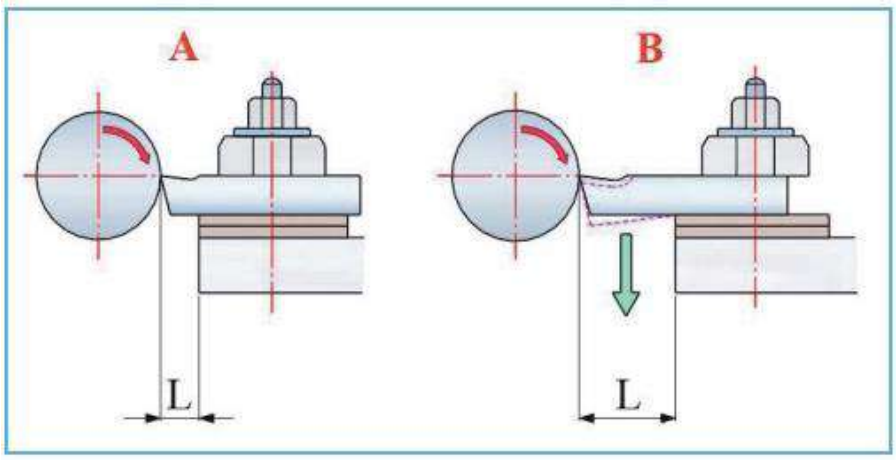


الشكل(2-19) طرق تثبيت الأقلام .

ضبط الأقلام عند التثبيت :

يجب ضبط قلم الخراطة عند تثبيته في حامله بشكل صحيح قبل البدء بعملية الخراطة وكما ما يلي:-

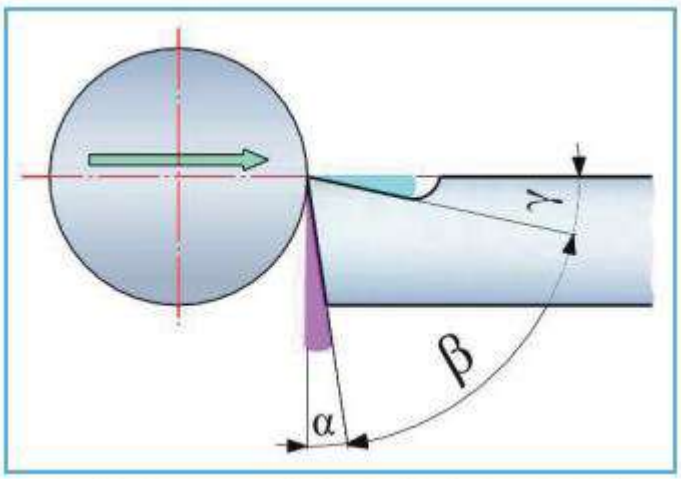
1- ضبط بروز القلم: - يجب ان يكون الجزأ البارز من القلم قصيرا قدر الإمكان كما في الشكل (2-20 A) ، وذلك بأن لايزيد هذا البروز عن (1.5) مرة من ارتفاع ساق القلم، وعندما يكون الجزء البارز من القلم طويلا كما في الشكل (2-20 B) يبدأ القلم بالإهتزاز مما يؤدي الى عدم نعومة السطح الذي تمت خراطته أو الى تموجَه.



الشكل (2-20) ضبط بروز قلم الخراطة

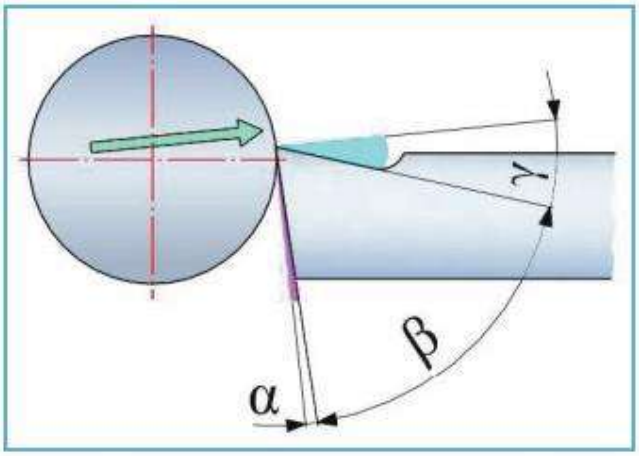
2- ضبط إرتفاع القلم: - إن قيم زاويتي الخلوص والجرف للقلم والتي نحصل عليها بعملية الشحذ يمكن ان تتعرض للتغيير عند تثبيت القلم، ويتعلق هذ التغيير بإرتفاع رأس القلم بالنسبة الى منتصف المشغولة (المحور بين المركزين) ، وكما في الحالات التالية:-

a- ضبط ارتفاع رأس القلم في مستوى مركز المشغولة:- تحافظ زاويتا الخلوص والجرف في هذه الحالة على قيمتهما، مما يؤدي الى التقليل من تآكل الحد القاطع وزيادة دقة المشغولة وتحسين درجة نعومة السطح المشغل كما في الشكل (2-21). ويضبط ارتفاع رأس القلم في مستوى مركز المشغولة تماما في العمليات التالية: خراطة السطوح بأقلام تشكيلية، خراطة اللوالب، خراطة الفصل والمجاري، الخراطة الجانبية وخراطة السطوح المخروطية.



الشكل (2-21) ضبط ارتفاع رأس القلم في مستوى مركز المشغولة

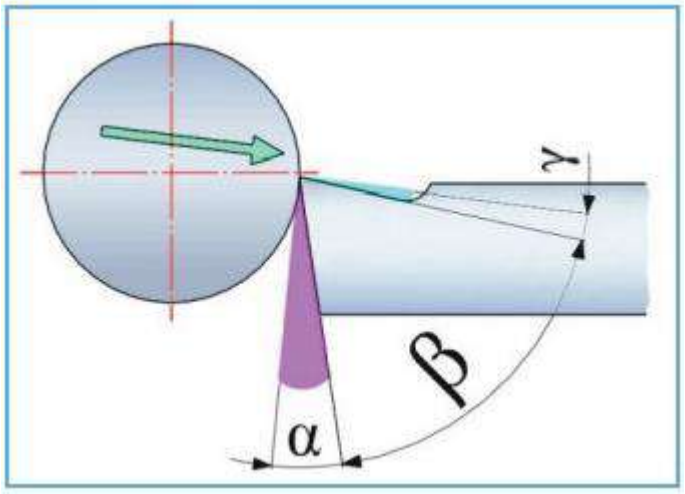
b- ضبط ارتفاع رأس القلم فوق مركز المشغولة:- وفيها زاوية الخلوص تصغر مما يؤدي الى زيادة الإحتكاك بين القلم والمشغولة، غير ان زاوية الجرف تكبر مما يسهل انسياب الرايش على سطح القلم والخراطة بعمق أكبر، لذا يسمح بضبط إرتفاع القلم في عمليات التخشين الخارجية أعلى من مركز ومنتصف المشغولة بمقدار (2%-1) من قطرها، كما في الشكل (2-22).



الشكل (2-22) ضبط ارتفاع رأس القلم فوق مركز المشغولة

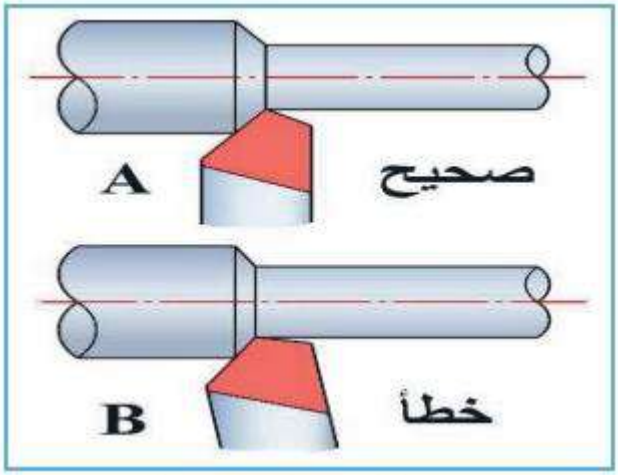
c- ضبط ارتفاع رأس القلم تحت مركز المشغولة:- في هذه الحالة تصغر زاوية الجرف مما يسبب انسيابا رديئا للرايش على سطح القلم، غير ان زاوية الخلوص تزداد فيقل الإحتكاك بين القلم

والمشغولة، لذا يسمح بضبط إرتفاع القلم في عمليات التنعيم الخارجية أخفض او تحت مركز المشغولة بمقدار (1%) كما في الشكل(2-23).



الشكل (2-23) ضبط ارتفاع رأس القلم تحت مركز المشغولة

3- ضبط اتجاه محور القلم:- يضبط اتجاه محور القلم بشكلعمودي على اتجاه التغذية وخصوصا في التخشين، كما في الشكل (A 2-24) وذلك حتى لايتغلغل القلم أكثر مما هو محدد بعمق القطع بسبب انحرافه الجانبي بتأثير التغذية، كما في الشكل (A 2-24)، في حين لايحدث هذا التغلغل عندما يكون القلم مركب بشكل عمودي.



الشكل (2-24) ضبط اتجاه محور القلم

(A): القلم عمودي على محور الخراطة وهي الحالة الصحيحة.

(B): القلم مائل عن محور الخراطة وهذه الحالة الخاطئة.

8-2 طـرق تثبيت قطعة العـمل Workpeice Holding Methods

من أكثر الطرق شيوعاً واستعمالاً هي كالأتي :-

1- التثبيت في الظرف ذي الفكوك (Holding in Chuck).

وهو من أكثر الطرق شيوعاً حيث يمتلك الظرف ثلاثة فكوك (لقم) أو أربعة ويركب على نهاية عمود الدوران الرئيس، يتم استعمال الظرف الثلاثي الفكوك لمسك المشغولات الأسطوانية والمثلثة والمسدسة المقطع لغرض الحصول على سطوح مشغلة متحدة المركز. تستعمل هذه الظروف بكثرة لكونها سهلة الاستعمال ويؤمن الربط المحكم للشغلة وذلك لكون الفكوك الثلاثة تتحرك في وقت واحد الامر الذي يساعد على وضع وتثبيت القطعة ذات السطح الاسطواني (الداخلي او الخارجي) بحيث تتطابق بدقة مع محور عمود الدوران بالاضافة الى ان الزمن الذي يصرف على وضع وتثبيت القطعة يختصر كثيراً. ويمكن تثبيت المشغولات في الظرف يدوياً أو هيدروليكياً الشكل (2-25).

الشكل (2-25) الظرف ثلاثي الفكوك (اللقم).

كما يوجد الظرف الرباعي المركزي يعمل عمل الظرف ذو الثلاثة لقم حيث تتحرك اللقم الأربعة معا بوساطة مفتاح يستعمل لربط وفك المشغولات ويستعمل الظرف الرباعي لربط المشغولات الأسطوانية والمربعة المقطع الشكل (2-26).

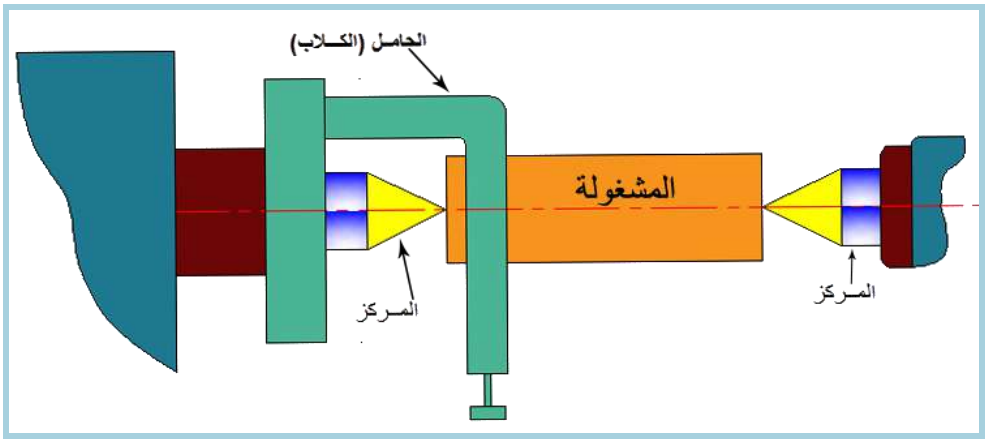
الشكل (2-26) الظرف رباعي الفكوك (اللقم).

أما الظرف الرباعي الفكوك ذو اللقم المستقلة فيستعمل للمشغولات غير المنتظمة (غير أسطوانية)، وفيه يتحرك كل فك من هذه الفكوك على انفراد بواسطة مسمار خاص به دون الاعتماد على الفكوك الاخرى. أن هذه الخاصية تعطي لهذه الانواع من الظروف القابلية على مسك اكثر اشكال الشغلات وبصورة محكمة كما في الشكل (2-27) .

الشكل (2-27) الظرف الرباعي الفكوك ذو اللقم المستقلة.

2-التثبيت بين مركزين .(Holding Between Centers)

يتم استعمال الخراطة بين مركزين للحصول على عمليات خراطة بدقة عالية، وكذلك عندما يكون السطح المشغل غير أسطواني وفية بيضوية، كما تستعمل لعمل السلبات الطويلة. بشكل أبتدائي تمتلك المشغولة ثقب مركزي مخروطي ليمثل مركزي المشغولة من الجهتين ولتدوير المشغولة يتم تثبيت الكلاب(الحامل) على المشغولة ثم ربطها بين المركزين. يتم ترتيب الكلاب (الحامل) بحيث يحشر طرفه داخل شق في قرص التدوير المتراكب على عمود الدوران الرئيس الشكل (2-28).



الشكل (2-28) التثبيت بين مركزين.

تعمل مراكز المخرطة على أسناد المشغولة بين الغراب الثابت والمتحرك. حيث يدعى المركز المستعمل في عمود الغراب الثابت بالمركز الحي، ويدعى المركز الذي يدور مع عمود الغراب المتحرك

بالمركز الميت وهو عادة لايدور ويجب أن يكون مصلد ومزيت ليقاوم البلى . ولغرض المحافظة على أستقامة المشغولات الطويلة يتم استعمال الخانقات التي تثبت على فرش المخرطة مع وجود نوعين من الخانقات المتحركة (الثنائية) والثابتة (الثلاثية) الشكل (2-29).

الشكل (2-29-a) مراكز الخراطة. الشكل (2-29-b) الخانقات .

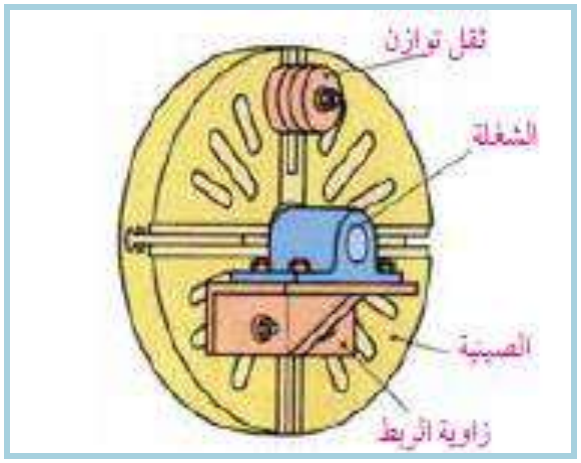
3- الأطواق (Collets) :

عبارة عن وصلات أنابيب فولاذية رقيقة تحوي على ثلاثة شقوق على محيطها الخارجي للحصول على نابضية تسمح بتشغيل أقطار عدة، وتكون الاطواق مستدقة من النهاية ليتوافق مع عمود الدوران. يتم سحب الطوق داخل عمود الدوران بوساطة قضيب سحب والذي يعشق أسنانه على النهاية الداخلية للطوق، وتستعمل الأطواق للمشغولات المشغلة سابقاً والأعمدة الملساء والتي تحتاج طريقة تثبيت أكثر دقة وعلى مكائن الخراطة الأوتوماتيكية الشكل (2-30).

الشكل (2-30) الأطواق.

4- الصينية المسطحة:-

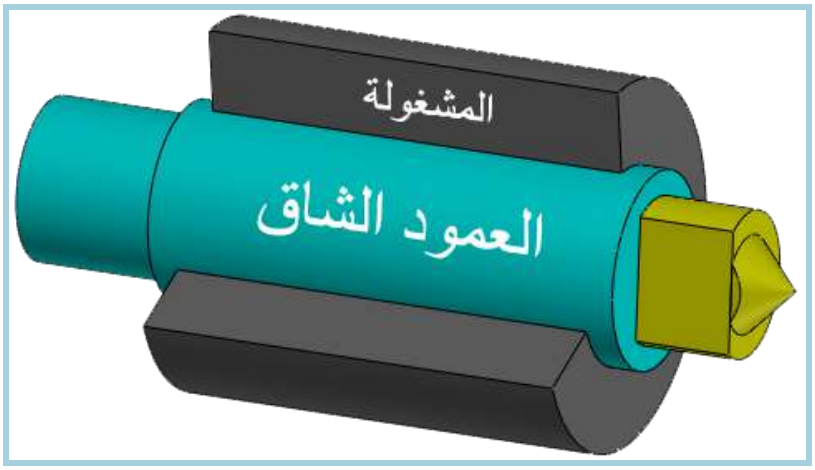
عبارة عن قرص من حديد الزهر يحوي على سرة للتثبيت على محور الدوران الرئيسي للمخرطة، ويحوي سطحها الجانبي على أربعة أو ستة مجار على شكل حرف T مع وجود مجاري نافذة. تستعمل الصينية المسطحة في تثبيت المشغولات غير المنتظمة الشكل والتي لايمكن ربطها بين فكوك الظرف، لذا يجب تثبيت هذه المشغولات بوضع يقع فيها الجزء المشغل في مركز عمود الدوران أما الجزء الذي لايكون في المركز فيسبب قوة لامركزية عند التشغيل تسبب أهتزاز عنيفاً لذلك يجب موازنة القطعة بربط قطع توازن أضافية في مجاري الصينية الشكل (2-31).



الشكل (2-31) الصينية المسطحة.

5- الربط بالأعمدة الشاقة:-

تثبت المشغولات بوساطة أعمدة ذات مقاسات مختلفة وتكون هذهِ الأعمدة ذات مركزين من الأطراف ليكون تثبيتها بطريقة الربط بين مركزين، وتستعمل للمشغولات المثقوبة التي تحتاج الى تعديل السطح الخارجي الشكل (2-32).



الشكل (2-32) أستخدام العمود الشاق.

أسئلة الفصل الثاني

س1: عرف مايأتي :

1-المتانة 2 -مقاومة التآكل 3- التثقيب في الخراطة 4- القلم الأيمن 5- اللقم الكاربيدية

س2 : أذكر المواد المصنعة لعدد القطع وأشرح واحدة منها.

س3 : عَدد مميزات المواد السيراميكية.

س4 : عَدد أنواع تآكل القطع.

س5: ما أسباب حدوث التآكل.

س6:عَدد أدوات التثقيب.

س7 : عَدد أجزاء قلم الخراطة موضحاً ذلك بالرسم.

س8 : ما زوايا قلم الخراطة موضحاً ذلك بالرسم ؟

س9 : عَدد أنواع أقلام الخراطة.

س10: ما القوى المؤثرة على عُدة القطع؟

س11 : ما مميزات اللقم الكاربيدية؟

س12 : عَدد أشكال اللقم.

س13 :ما وسائل تثبيت الأقلام؟

س14 : وضح حالات ضبط أقلام الخراطة عند التثبيت.

س15 : ما طرق تثبيت المشغولات على ماكينات الخراطة؟

الفصل الثالث/ عناصر القطع على المخرطة

أهداف الفصل

يجب أن يكون الطالب بعد إنهائه دراسة هذا الفصل قادراعلى أن:-

1 - يتعرف على عناصر عملية القطع.

2 - يحدد مقدار سرعة القطع المناسبة.

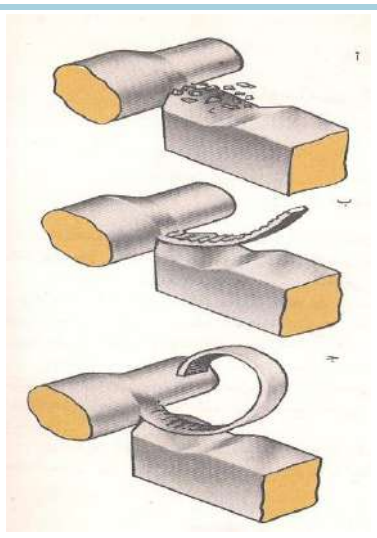
3 - يحسب سرعة الدوران.

4 - يحسب سرعة التغذية.

5 - يحسب الزمن اللازم لخراطة شغلة.

6 - يتعرف على العناصر التي تؤثر على ظروف القطع.

7- يتعرف على تكوين وشكل الرايش.



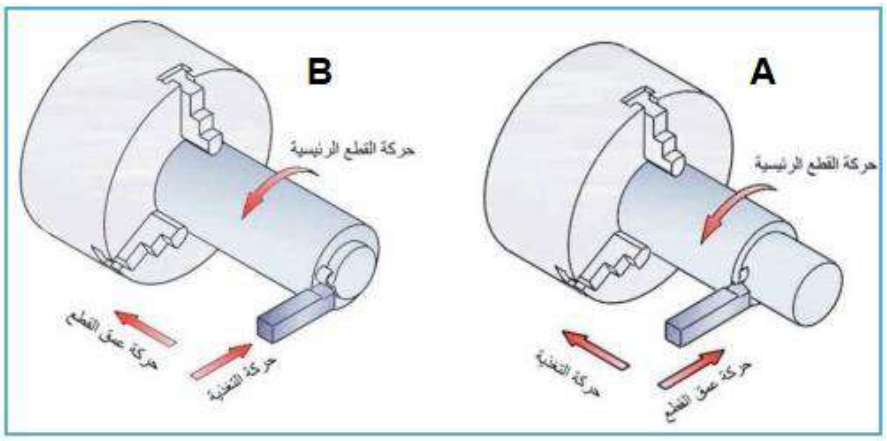
3 – 1 العناصر الأساسية في عملية القطع

لكي تتم عملية قطع المعادن على ماكنة الخراطة، يجب ان تكون هناك حركات أساسية للقطعة المراد تشغيلها (المشغولة) وعُدة القطع (قلم الخراطة) كما في الشكل (3-1) ويمكن تلخيصها بما يلي:-

1- حركة القطع الرئيسية: - وهي تتمثل في الحركة الدورانية للمشغولة، وتتحدد سرعة القطع من هذه الحركة.

2- حركة التغذية: - وهي الحركة الأنتقالية لقلم الخراطة والتي تؤمن استمرار عملية القطع، ويحدد مقدار التغذية بهذه الحركة.

3- حركة عمق القطع : - وهي الحركة التي تؤمن تغلغل الحد القاطع لقلم الخراطة في المشغولة في حالتي الخراطة الطولية والعرضية .



الشكل (3-1): الحركات الرئيسية في عملية الخراطة
(A) الخراطة الطولية
(B) الخراطة العرضية

3 -1- 1 سرعة القطع :V_c Cutting Speed

هي المسافة التي تقطعها نقطة على محيط المشغولة مقدرة بالأمتار خلال وحدة زمنية مدتها دقيقة واحدة. أو هي طول الرايش المقطوع مقدرا بالأمتار خلال دقيقة واحدة ويرمز لها (V_C) m/min.

تعتمد سرعة القطع في أختيارها على عوامل هي:

a - معدن القطعة المراد تشغيلها (حديد زهر- صلب – ألمونيوم.... الخ).

b - نوع معدن قلم الخراطة (صلب كاربوني – صلب سرعات عالية – ذات لقم كاربيدية ... الخ).

c - عمق القطع.

d - معدل التغذية ووسائل التبريد.

فمثلا الأقلام المصنوعة من صلب السرعات العالية تكون حدود استعمالها من m/min (30-23) لخراطة الزهر ومن m/min(60-30) لخراطة الصلب الطري ومن m/min(76-45) لخراطة النحاس الطري. ويوضح الشكل (3-2) جدول سرعات القطع للمعادن المختلفة بأستعمال أقلام قطع من معادن متعددة.

معدن الشغلة	سرعات القطع بالمتر/دقيقة		
	قلم صلب كاربوني	قلم صلب سرعات عالية	قلم ذو لقم كاربيدية
صلب طري	30-20	50-30	200-100
صلب ناشف	15-10	20-15	120-60
صلب مسبوك	10-8	15-10	120-40
صلب سبائكي	-	-	80-30
حديد زهر (مطاوع)	20-10	30-20	80-40
حديد زهر (ناشف)	15-5	20-10	45-25
نحاس أصفر أو برونز	40-30	90-30	400-200
ألمنيوم أو سبائكي	50-40	400-100	800-200

الشكل (3-2) جدول سرعات القطع .

العلاقة بين سرعة القطع وسرعة الدوران

تعتمد سرعة القطع على قطر المشغولة وعدد الدورات، فكلما أزدادت عدد الدورات وكبر قطر المشغولة ازدادت سرعة القطع وحسب الصيغة الرياضية الأتية:

$$V_C = \pi D N/1000$$

حيث أن :-

V_C = سرعة القطع وحدتها m/min

D = قطر المشغولة وحدتها mm

N = عدد الدورات في الدقيقه r.p.m

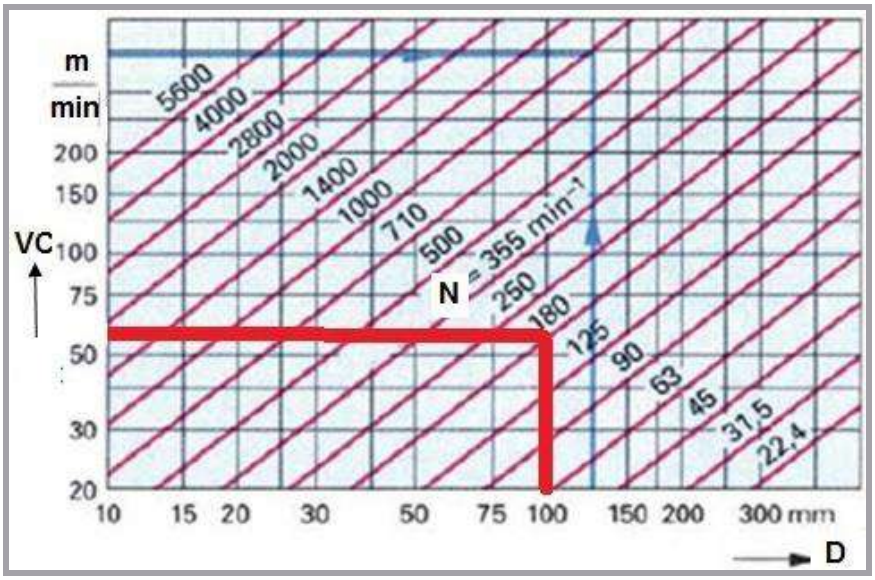
π = النسبة الثابتة

سرعة الدوران (N)

هي عدد دورات المشغولة (المربوطة على الظرف) في وحدة الزمن r.p.m ، لاحظ الشكل (3-3). وتضبط سرعة الدوران بوساطة صندوق السرعات باستعمال عتلات جانبية، ويمكن أستنتاج عدد الدورات من القانون اعلاه وكما يلي :-

$$N = V_C * 1000 / \pi * D$$

يجب أختيارسرعة الدوران (ضبط صندوق سرعات المخرطة) على أساس نوع معدن المشغولة وقطر المشغولة ونوع معدن قلم القطع، ويمكن استعمال الجداول لايجاد عدد الدورات.

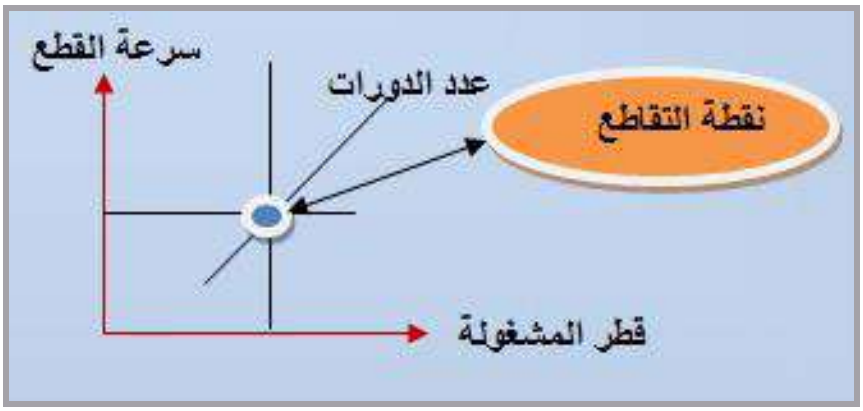


الشكل (3-3) اللوحة البيانية لسرع القطع على المخرطة.

أختيار عدد الدورات من الجدول

يمكن تحديد عدد الدورات من الجدول (3-4) مباشرة حيث نلاحظ أن القيم المثبتة على محور (X) تمثل قطر المشغولة (mm) المراد تشغيلها أما القيم على محور (Y) تمثل سرعة القطع (m/min) أما الخطوط المائلة فتمثل عدد الدورات التي نحصل على قيمتها من تقاطع x، y .

فمثلا لدينا مشغولة قطرها (100mm) مع استخدام سرعة قطع (60 m/min) ومن تقاطع قطر المشغولة مع سرعة القطع نجد أن قيمة عدد الدورات تساوي (180 r.p.m).



الشكل (3-4) مخطط أيجاد عدد الدورات.

مثـــال 3-1

مشغولة قطرها 80mm تدور بسرعة مقدارها 100 r.p.m أحسب سرعة القطع .

الحل

$$vc = \frac{\pi DN}{1000}\ m/min$$

$$vc = \frac{3.14 \times 80 \times 100}{1000}$$

$$vc = 25.12\ m/min$$

مثال 3-2

عند خراطة مشغولة قطرها 160mm وبسرعة قطع 80m/min

جد عدد الدورات اللازمة لعملية التشغيل.

الحل

$$N = \frac{VC \times 1000}{\pi \times D}$$

$$N = \frac{80 \times 1000}{3.14 \times 160}$$

$$N = 159\ r.p.m$$

2-3 عمق القطع (h) Depth of Cut

هو مقدار تغلغل الحد القاطع لقلم الخراطة بقطعة العمل (المشغولة) خلال شوط واحد، أو طبقة المعدن المزالة من قطعة العمل خلال شوط واحد ويقاس بـ (mm)، كما في الشكل (3– 5) ويعتمد عمق القطع على :-

1 - درجة الخشونة المطلوبة.

2 - قدرة الماكنة المستعملة.

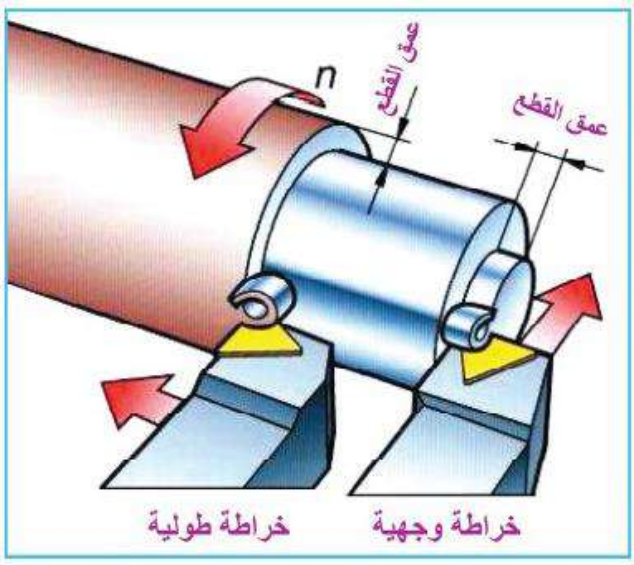
في عمليات التشغيل على المخارط وعند أختيار عمق القطع يجب التقيد بمايلي :

1- يجب اختيار عمق قطع كبير في العمليات الإستقرارية (العمليات الوسيطة أو البينية) وذلك لتقليل مشاوير القطع وعدد مرات ضبط عمق القطع.

2- يجب أن يكون عمق القطع صغيرا جدا للحصول على أسطح ناعمة.

3- تسلسل مشاوير القطع حسب الشكل الهندسي للشغلة.

4 - 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.



الشكل (3 – 5) عمق القطع (طبقة المعدن المزالة)

ولأيجاد عمق القطع (h) من القانون:-

$$h = \frac{D2 - D1}{2}$$

حيث أن : D_2 قطر المشغولة قبل التشغيل mm D_1 قطر المشغولة بعد التشغيل mm

ولوفرضنا أن عمق القطع الذي يمكن تنفيذه في كل شوط قطع = r mm

وعدد القطعيات(أشواط القطع) = I فأن:-

$$I = \frac{h}{r}$$

مثال 3-3

المطلوب خراطة مشغولة بعمق قطع مقداره (2.5mm) لكل شوط ، اذا علمت أن قطر المشغولة قبل الخراطة 60mm وبعد الخراطة يكون قطرها 50mm أحسب عدد القطعيات لأنجاز المشغولة ؟

الحل

$$h = \frac{D2 - D1}{2}$$

$$h = \frac{60 - 50}{2}$$

$$h = 5mm$$

$$I = \frac{h}{r}$$

$$I = \frac{5}{2.5} = 2 \text{ قطعية}$$

مثال 3-4

أحسب عمق القطع لكل شوط في عملية الخراطة لمشغولة قطرها قبل الخراطة $80mm$ وقطرها بعد الخراطة $68mm$ وبثلاث قطعيات .

الحل

$$h = \frac{D2 - D1}{2}$$

$$h = \frac{80 - 68}{2}$$

$$h = 6mm$$

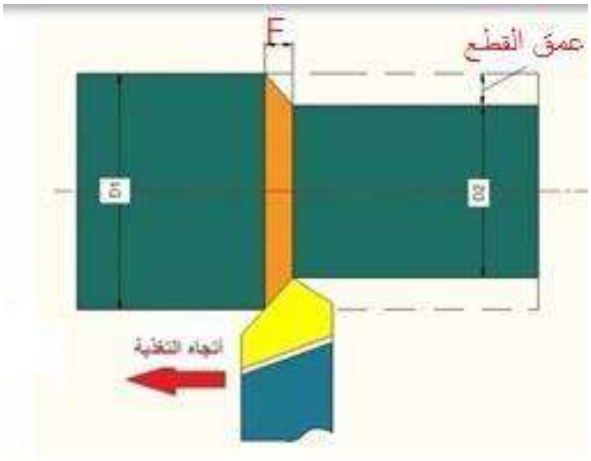
$$I = \frac{h}{r}$$

$$r = \frac{h}{I} \quad \frac{6}{3}$$

$r = 2mm$ لكل شوط

3 – 3 مقدار التغذية f (mm/rev) Feed

هي المسافة التي يتحركها الحد القاطع لقلم الخراطة بالنسبة الى الجزء المشغل خلال دورة واحدة وتقاس mm/rev .



الشكل (3-6) التغذية.

يتوقف مقدار التغذية على :

1-نوع معدن قطعة العمل.

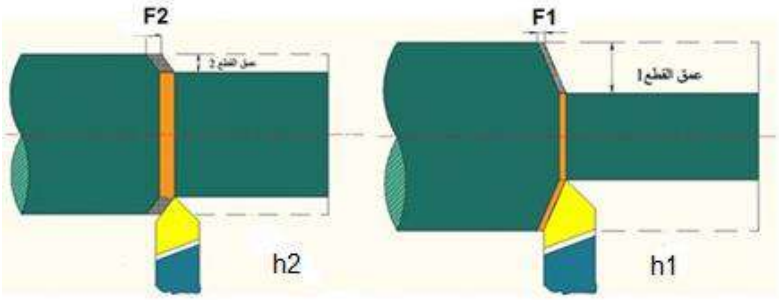
2-نوع معدن أداة القطع.

3-مقدار عمق القطع.

4- قدرة الماكينة.

علاقة التغذية وعمق القطع بسرعة القطع اثناء التشغيل

من الشكل (3-7) نلاحظ أن عمق القطع $h1$ < عمق القطع $h2$ و $F2 > F1$ ، عند التشغيل بعمق قطع كبير وتغذية قليلة يكون هو المفضل في القطع السطحي المتكرر. ولغرض الحصول على سرعة قطع مناسبة فإن ذلك يتوقف على عمق القطع والتغذية في الدورة، فكلما زاد عمق القطع ونقصت التغذية فإنه يمكن الحصول على سرعة قطع أعلى وبالتالي مساحة مقطع رايش أكبر، وعلى هذا فإنه من الأفضل زيادة عمق القطع عند القطع السطحي المتكرر.



الشكل (3- 7) العلاقة بين عمق القطع والتغذية.

في عمليات التشغيل على المخارط وعند أختيار سرع التغذية يجب التقيد بمايلي :

1- سرعة تغذية صغيرة جداً تعطي سطح ناعم أو مقاييس دقيقة.

2- سرعة تغذية كبيرة عند تنفيذ عمليات استقراربية.

3- سرعة تغذية عالية عند تشغيل معدن طري مثل الألمنيوم أو الصلب منخفض الكربون.

4- سرعة تغذية أعلى كلما ازداد تحمل مادة الأداة للحرارة.

المعدن	سرعة القطع م/ دقيقة		معدل التغذية مم / دورة	
	قطع خشن	قطع ناعم	قطع خشن	قطع ناعم
فولاذ طري	25	40	0.6 – 0.3	0.3 – 0.1
فولاذ متوسط الكاربون	20	30	0.4 – 0.3	0.3 – 0.1
فولاذ عالي الكاربون	15	25	0.3 –0.2	0.2 – 0.1
حديد زهر طري	25	35	0.6 – 0.4	0.3 – 0.1
حديد زهر متوسط	20	25	0.6 – 0.4	0.3 – 0.1
حديد زهر صلد	15	20	0.6 – 0.4	0.3 – 0.1
نحاس أصفر وبرونز	30	60	0.6 – 0.4	0.3 – 0.1
نحاس أحمر	20	50	0.8 – 0.4	0.3 – 0.1
ألمنيوم	75	120	0.8 – 0.4	0.3 – 0.1

الشكل (3- 8) جدول سرعة القطع ومقدار التغذية

العوامل التي تتوقف عليها سرعة الدوران وسرعة التغذية

1- معدن قلم الخراطة

كلما زادت صلادة معدن قلم الخراطة زادت سرعة الدوران(N) وسرعة التغذية (F).

2- معدن المشغولة

كلما زادت صلادة معدن المشغولة أنخفظت سرعة الدوران وسرعة التغذية.

3- مساحة مقطع الرايش

كلما زادت مساحة مقطع الرايش قلت سرعة الدوران وسرعة التغذية.

4 - أستعمال سوائل التبريد

يمكن زيادة سرعة الدوران وسرعة التغذية مع أستعمال سوائل التبريد.

5- متانة ماكنة الخراطة

عندما تكون الماكنة ذات متانة عالية من حيث مقاومتها للضغوط والأجهادات الناشئة عن عملية القطع يمكن زيادة سرعة الدوران وسرعة التغذية.

حساب سرعة التغذية

القانون الآتي ينظم العلاقة بين سرعة التغذية وسرعة الدوران:-

$$F = fe \times N$$

حيث أن:- fe = مقدار التغذية mm/rev F= سرعة التغذية mm/min

N = عدد الدورات المشغولة r.p.m

مثـــــال 3-5

إحسب سرعة التغذية إذا كان مقدار التغذية (0.8 mm/rev) ويدور ظرف المخرطة بسرعة (800 r.p.m)؟

الحـــل

$$F = fe \times N$$

$$F = 800 \times 0.8$$

$$F = 640 \text{ mm/min}$$

مثـــال 6-3

إحسب سرعة التغذية وسرعة الدوران المناسبة لتشغيل مشغولة من الفولاذ متوسط الكاربون بقطر 50mm ؟

الحـل : من الجدول(3-7) نختار سرعة القطع وهي 20m/min

$$N = \frac{VC \times 1000}{\pi \times D}$$

$$N = \frac{20 \times 1000}{3.14 \times 50}$$

$$N = 127.44\ rpm$$

1- يتم مراجعة جدول سرعات الدوران للخراطة واختيار السرعة القريبة من السرعة التي تم حسابها ولتكن مثلا 125rpm وهي السرعة التي يتم تعشيق صندوق سرعات المخرطة عليها.

2 - يتم أختيار التغذية من الجدول رقم (3-8) ضمن الفترة الموجودة ، وتستطيع اختيارها بناء على ظروف العمل وخبراتك في أعمال الخراطة.

مقدار التغذية للتخشين يتراوح بين (0.3 – 0.4) mm/rev

القيمة الوسطية = $\frac{0.3+0.4}{2}$ = 0.35 mm/rev

3- تتم مراجعة جدول مقدار التغذية للمخرطة واختيار معدل التغذية القريبة منها ولتكن 0.32mm/rev.

اذا سرعة الدوران N=125 rpm

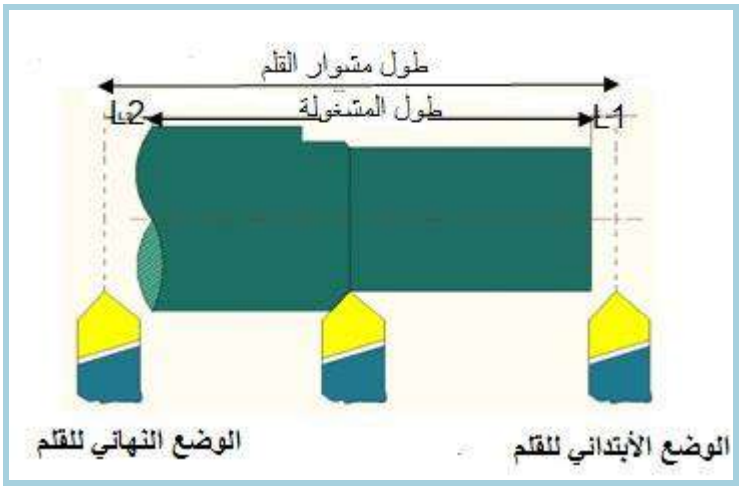
سرعة التغذية F=0.33 mm/min

فتكون سرعة القطع الفعلية $Vc = \frac{125X3.14X50}{1000}$ =19.625 m/min

حساب طول مشوار القطع

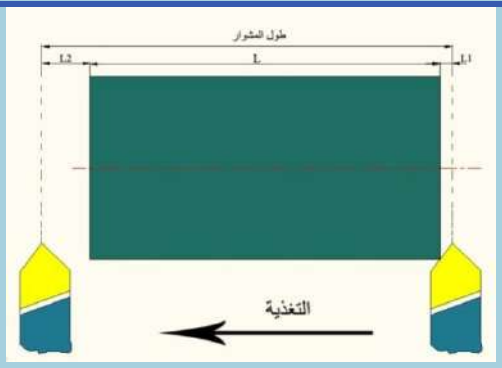
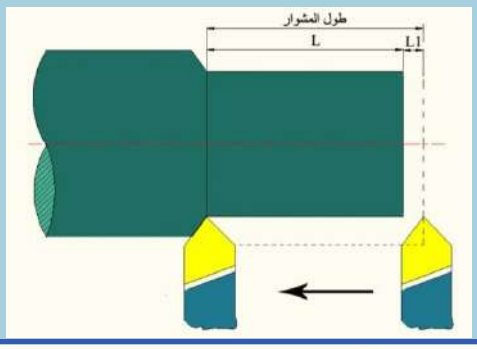
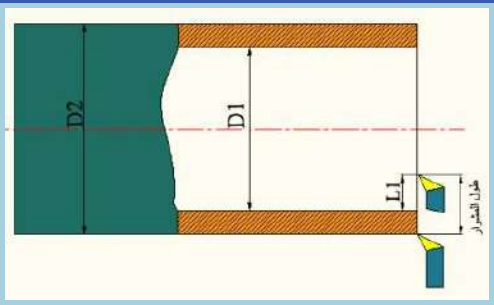
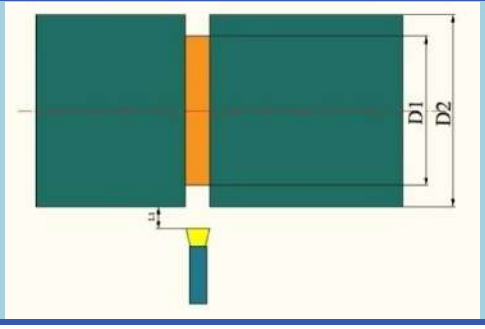
عند خراطة مشغولة قطرها D فإنه يجب ترك خلوص (L1) يسمى خلوص البداية لتحديد مقاس عمق القطع وضبطه، كما يترك خلوص (L2) عند نهاية مشوار القطع يسمى خلوص النهاية وذلك لتخليص صد القلم من الرايش المتعلق به. يكون طول المشوار الذي يتحركه القلم مساويا لطول المشغولة مضافا اليه خلوص البداية والنهاية، أن قيم L1 و L2 ليس لها مقادير ثابتة وأنما تؤخذ بالتقريب وتكون عادة من 1.5 الى 6mm كما موضح بالشكل(3- 9).

عليه فأن طول مشوار القطع $l = L + L1 + L2$



الشكل(3- 9) طول مشوار القطع

شكل (3-10) : جدول حساب طول المشوار لقلم الخراطة لأنواع المشغولات

نوع الخراطة	الرسم	طول المشوار للقلم l
خراطة طولية		$L_2+L+L_1=$
خراطة طولية لجزء من العمود		$L+L_1=$
خراطة الوجه		$D\backslash 2+L_1=$
خراطة الوجه لاسطوانة مفرغة		$D_2+D_1/2+L=$
خراطة مجرى بالعمود		$D_2+D_1/2+L=$

4 –3 زمن القطع t Cutting time

وهو الزمن الذي تستغرقه عملية قطع المعادن للحصول على الشكل المطلوب ويقاس الزمن بالدقيقة(min) ويمكن حساب الزمن الفعلي للخراطة كما يلي :

1- بدلالة عدد الدورات والتغذية

$$t = \frac{l}{fe \times N} \times I$$

حيث أن : t = زمن القطع بالدقيقة min N = عدد الدورات بالدقيقة r. p. m

l = طول مشوار القطع mm I =عدد المشاوير التي يتم بها القطع

fe = مقدار التغذية mm/rev

2 - بدلالة سرعة القطع ومقدار التغذية:

هناك علاقة بين الطول المطلوب تشغيله من قطعة العمل وعدد دورات الظرف في الدقيقة ومقدار التغذية، حيث تختلف التغذية من حالة الى أخرى باختلاف عمق القطع ، ويمكن حساب زمن القطع على المخرطة بمعرفة سرعة القطع .

والقانون الأتي ينظم العلاقة بينهما:-

$$\tau = \frac{\pi \times D \times l \times I}{V_c \times fe \times 1000}$$

حيث أن:-

V_c =سرعة القطع m /min

D = قطر المشغولة mm

fe = مقدار التغذية mm/rev

مثـــال 3-7

أحسب زمن القطع اللازم لخراطة مشغولة من معدن الحديد الطري من قط 50mm الى 26mm أذا كان طول المشغولة 100mm وسرعة القطع 25m/min ومعدل التغذية 0.2mm/rev وعمق القطع 2mm ؟

الحل :

1- لحساب عدد الدورات

$$N = \frac{vc \times 1000}{\pi \times D}$$

$$N = \frac{25 \times 1000}{3.14 \times 50}$$

$$N = 159 \ r.p.m$$

2- حساب عمق القطع

$$h = \frac{D2 - D1}{2}$$

$$h = \frac{50 - 26}{2}$$

$$h = 12mm$$

3- حساب عدد المشاوير

$$I = \frac{\text{عمق القطع الكلي}}{\text{عمق القطع}}$$

$$I = \frac{12}{2} = 6$$

4- حساب طول مشوار القطع

$$l = L + L1 + L2$$

$$l = 100 + 2 + 2$$

$$l = 104mm$$

5- حساب الزمن

$$t = \frac{l}{fe \times N} \times I$$

$$t = \frac{104}{0.2 \times 159} \times 6$$

$$t = 19.6 \text{ min}$$

مثــال 3-8

أحسب زمن الخراطة بالدقائق لخراطة مشغولة قطرها 56mm وطول مشوار الخراطة 400mm، أذا علمت أن سرعة القطع 22mm/min ومقدار التغذية على أن يتم القطع لمرحلة واحدة 0.8mm/re

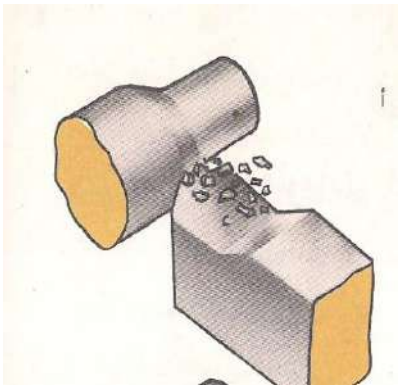
$$t = \frac{\pi \times D \times l \times I}{VC \times fe \times 1000}$$

$$t = \frac{3.14 \times 56 \times 400 \times 1}{22 \times 0.8 \times 1000}$$

$$t = 4min$$

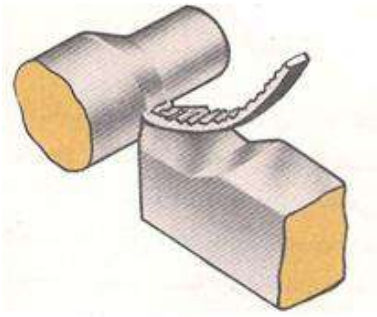
3 - 5 أنـواع الرايش

1-الرايش غير المستمر أو المجزأ:- وهو يمثل الحالة التي ينكسر فيها المعدن فوق اداة القطع الى اجزاء صغيرة نسبياً. ويحصل على هذا النوع من الرايش عند قطع المواد الهشة مثل حديد الزهر والبرونز الصلد أو عندما يتم قطع معادن مطيلية تحت ظروف رديئة. ويحصل الرايش غير المستمر نتيجة لسرعة القطع المنخفضة وزاوية الجرف الصغيرة. ويكون الرايش غير المستمر على أنواع الرايش المفتت، الرايش المتقطع والرايش الدقيق الشكل (3-11).



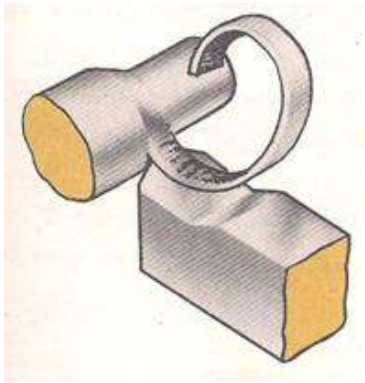
الشكل (3-11) الرايش غير المستمر أو المجزأ .

2-الرايش المتقطع (المتدرج): عند بدأ أداة القطع بعملية القطع ونتيجة للحرارة والضغط العاليين والناتجه من عملية القطع إضافة الى المقاومة العالية للإحتكاك ضد جريان الرايش، تبدأ قطع صغيرة من المعدن بالإلتصاق على حافة عدة القطع. تبدأ الحافة الناشئة بالتراكم حتى تنفصل عن أداة القطع على شكل أجزاء منفصلة مما يسبب تثلم السطح المشغل ويكون الإنهاء السطحي غير جيد. ينتج هذ النوع من الرايش في المعادن المطيلية عندما تكون التغذية كبيرة وزاوية الجرف صغيرة وسرعة قطع بطيئة، وايضا تكون حافة القطع مثلومة الشكل (3-12).



الشكل (3-12) الرايش المتقطع.

3-الرايش المستمر: - وهو النوع المثالي للرايش من وجهة نظر عمر اداة القطع والتشطيب والذي يتم الحصول عليه عند قطع كل المواد المطيلية التي لها معامل احتكاك قليل، وفي هذهِ الحالة يكون الرايش بشكل شريط مستمر وينزلق فوق وجه اداة القطع دون ان ينكسر. ويتم الحصول على مثل هذا النوع من الرايش عند سرعات القطع العالية (أكبر من 60mm/min) إضافة الى زاوية جرف كبيرة. يكون الرايش المستمر على أنواع،الرايش المستقيم، الرايش الملتوي والرايش الحلزوني الشكل(3-13).



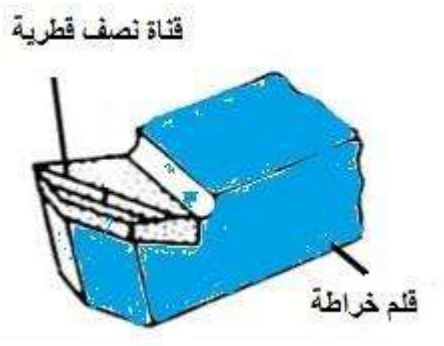
الشكل(3-13) الرايش المستمر.

3 – 5 – 2 الطرق المختلفة لكسر الرايش Chip breaking

يشكل الرايش بعد قطعه من معدن المشغولة مصدر خطر على مشغل الماكنة وعلى العده لكونه حاد ودرجة حرارته تكون عالية مما يؤدي الى الحرق خاصة في حالة الرايش المستمر الذي يصل طوله الى المتر. أن طول الرايش يؤدي الى تشويه الماكنة كما أن التصاق الرايش بالعدة يؤدي الى تكوين الحد القاطع الناشئ مغيرا زوايا القطع وهندسية العدة، كما أن انحسار الرايش في مجاري الماكنة ومزالقها يسبب عطلها عن الحركة. وأن صعوبة رفع الرايش الطويل كل هذه المعوقات وجدت مكسرات الرايش كوسائل مساعدة للتخلص من هذه المشاكل وهي :

1- مكسرات الرايش ذات المجرى:

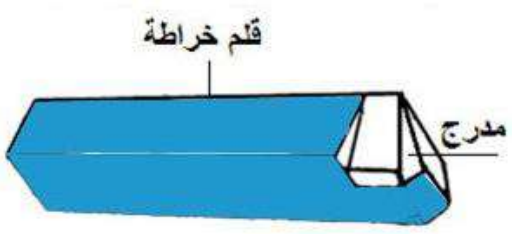
يتم عمل مجرى على وجه العدة بوساطة التجليخ كماموضح بالشكل(3- 14)، ويقوم المجرى بلف الرايش الذي ينساب على وجه العدة وتكسيره الى قطع صغيرة حلزونية الشكل .



الشكل (3- 14) مكسرات الرايش ذات المجرى.

2- مكسرات الرايش المدرجة:

تعمل حافة متدرجة على وجه العدة بوساطة التجليخ كما موضح بالشكل (3- 51) ،فعند أنسياب الرايش نحو العدة يتم لفه وكسره بلفات صغيرة.



الشكل (3- 15) مكسرات الرايش المدرجة.

3- مكسرات الرايش المنفصلة:

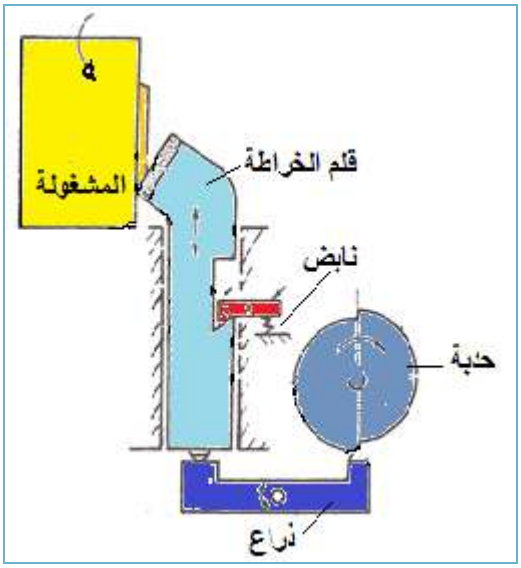
يكون وجه المكسرة قاسيا ومغلفا بطبقة من مادة الستلايت ليزيد من مقاومة التآكل، وتربط المكسرة باحكام وبشدة على وجه العدة لمنع احتمال حشر من الرايش المتكسر تحتها مما يعيق انسياب الرايش المتكسر بصورة طبيعية كما موضح بالشكل (3- 16).

الشكل (3- 16) مكسرات الرايش المنفصلة.

الستلايت :هي مركب من سبائك الكوبلت والكروم والتنكستن ذات صلابة عالية .

4- مكسرات الرايش بالطريقة الحركية:

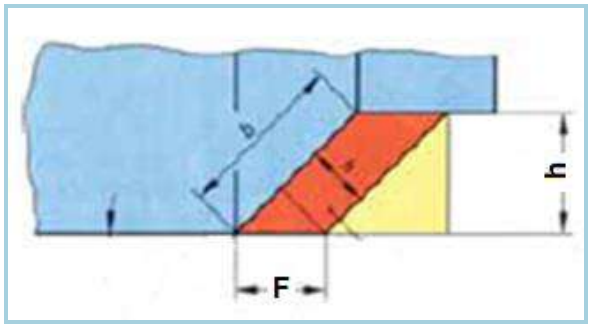
وفيه تستعمل الحركة الترددية للعده وهذه الحركة تكون في اتجاه التغذية نفسها مما يسبب تغيرا في سمك الرايش المتكون فيسهل كسره بسهوله في المنطقة الأقل سمكا كما موضح بالشكل(3- 17).



الشكل (3- 17) مكسرات الرايش بالطريقة الحركية..

3-5-3 مساحة مقطع الرايش

عند الخراطة يتوقف عمر الحد القاطع في قلم الخراطة على مقدار عمق القطع ومقدار التغذية، فكلما زاد مقدارهما قَصُر عمر الحد القاطع، والعكس صحيح. حيث يتعرض الحد القاطع إلى إجهادات مؤثرة من عمق القطع ومقدار التغذية، كما موضح الشكل (3-18).



الشكل (3-18) يوضح عمق القطع(h) ومقدار التغذية(F) ومساحة مقطع الرايش.

تعتبر مساحة مقطع الرايش مقياسا لحسن استعمال قلم القطع حيث أن:

مساحة مقطع الرايش = مقدار التغذية × عمق القطع

A = fe X h

A = مساحة مقطع الرايش mm^2 fe= مقدار التغذية mm/rev h = عمق القطعmm

ويجب أن تكون مساحة مقطع الرايش مناسبة لقوة القطع التي يوفرها المحرك الكهربائي، أما ضغط القطع الذي يحدثه قلم الخراطة على الشغلة فلا يقل أهمية عن مساحة مقطع الرايش. ولقوة القطع تأثير مباشر على مقدار القدرة اللازمة لخراطة المشغولات.

علما أن :

قوة القطع = مساحة مقطع الرايش × ضغط القطع

قوة القطع = عمق القطع × التغذية × ضغط القطع

$$f = h \times F \times P$$

حيث تقاس قوة القطع (f) بالنيوتن أو كغم قوة وعمق القطع (h) بالمليمتر، أما ضغط القطع (P) بنيوتن/ملمتر مربع أو كغم قوة/ملمتر مربع.

مثال 3-9

جد قوة القطع اللازمة لخراطة مشغولة اذا كان عمق القطع **3mm** وسرعة التغذية **0.8mm/min** وضغط مسلط مقداره **150kg/** mm^2؟

$$f = h \times F \times P$$

$$f = 3 \times 0.8 \times 150$$

$$f = 360 \ kg.F$$

المثال 3-10

أذا كانت قوة القطع القصوى التي يستطيع المحرك الكهربائي توفيرها لقلم الخراطة هي **500 N** وعمق قطع **4mm** واستعمال سرعة التغذية**0.5mm /min** . جد أقصى ضغط للقطع؟

$$f = h \times F \times P$$

$$P = \frac{f}{h \times F}$$

$$P = 500 / 4*0.5$$

$$P = 250 \ N/mm^2$$

أسئلة الفصل الثالث

س1: عرف مايلي:

أ- سرعة القطع. ب- التغذية. ج- عمق القطع. د- سرعة الدوران.

س2: ما العوامل التي تتوقف عليها سرعة الدوران وسرعة التغذية؟

س3: عدد أنواع الرايش المقطوع على ماكينات الخراطة.

س4: جد سرعة القطع عند خراطة مشغولة قطرها 50mm مع العلم أن سرعة دوران المشغولة هي 220 r.p.m.

س5: معدن سرعة القطع المناسبة له هي 50 m/min ، يراد خراطة عمود منه قطره 80mm ، جد عدد الدورات التي يجب ان يدور بها ظرف الماكنة (سرعة الدوران التي يجب أن يضبط عليها صندوق السرعات).

س6: قطعة من سبائك الألمنيوم يراد تشغيلها بالخراطة باستعمال قلم مصنوع من لقم الكربيد وبعمق قطع 1 mm ملم وبمقدار تغذية 0.4 mm/rev، أحسب سرعة التغذية المناسبة.

س7: أحسب مساحة مقطع الرايش إذا علمت أن عمق القطع 1.5 mm ومقدار التغذية 0.2 mm/rev.

س8: أحسب زمن القطع اللازم لخراطة مشغولة من معدن الحديد الطري من قطر 60mm الى 30mm أذا كان طول المشغولة 80 mm وسرعة االقطع 25 m/min ومعدل التغذية 0.2 mm/rev وعمق القطع 2mm .

س9: مشغولة قطرها 100mm تدور بسرعة مقدارها 120 r.p.m أحسب سرعة القطع المطلوبة

س10: عدد طرق كسر الرايش.

س11: ماهي العوامل التي تتوقف عليها سرعة الدوران وسرعة التغذية؟

س12: جد قوة القطع اللازمة لخراطة المشغولة اذا علمت أن عمق القطع 2 mm والتغذية 0.6mm/min وضغط القطع يساوي $150kgf/mm^2$.

الفصل الرابع / التفاوت والتوافق
Fit And Tolerance

أهداف الفصل

بعد انهاء دراسة الفصل يكون الطالب قادرآ على ان :

1 - يتعرف على مفهوم التفاوت والتوافق.

2 - يتعرف على اهمية التفاوت والتوافق في عمليات التشغيل.

3 - يجد قيم التفاوت والتوافق.

تمهيد

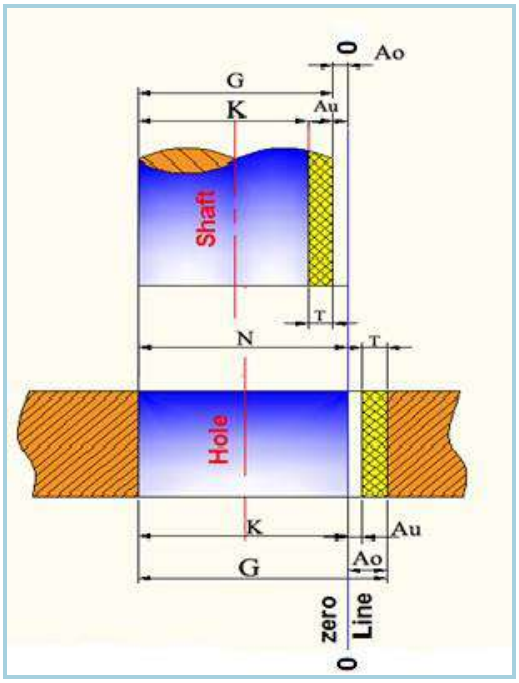
ليس بالأمكان من الناحية العملية تصنيع المنتج بنفس مقاساته الأسمية الموجودة على الرسم، فلا بد ان يكون هناك اختلاف بين المقاس الحقيقي للمشغولة والمقاس الأسمي الموجود على الرسم . ويرجع ذلك الى عوامل عدة اهمها :-

1- أختلاف دقة ماكينات التشغيل .
2- أختلاف دقة المعدات المستعملة لأجراء عملية القياس .
3- حدوث بعض الأخطاء اثناء عملية قياس المشغولة .
4- أختلاف المهارة بين مشغل الماكينة وأخر وتغيرها من وقت لأخر لنفس المشغل .

ولتلافي ذلك تم اعتماد مجموعة من المواصفات الدولية لتحديد قيم التفاوتات المسموحة طبقاً لمجالات الاستعمال. وقيم هذهِ التفاوتات قليلة جداً وإلا ادى ذلك الى عدم امكانية استعمال المنتج للغرض المصنع من أجله. معظم المشغولات المنتجة يتم تجميعها مع بعض لتكوين المنتج النهائي لذلك يجب ان يكون هناك توافق (أزدواج أو أزواج) بين ابعادها حتى تتراكب مع بعضها البعض بطريقة سليمة لتؤدي وظيفتها، وبذلك تم تحقيق مبدأ التصنيع التبادلي الذي يسمح باستعمال المنتجات في أي مكان بغض النظرعن مكان التصنيع طالما ان هذهِ المنتجات مطابقة للمواصفات الدولية المتفق عليها.

1-4 التفاوت :Tolerance

فيما يلي بعض التعاريف الأساسية اللازمة لتحديد قيم التفاوتات للمشغولات اثناء تصميمها . ويوضح الشكل (4 - 1) هذة التعاريف :



الشكل (4 -1) المصطلحات الأساسية للتفاوت.

المقاس الأسمي (Basic Size)

هو المقاس المحسوب في التصميم والمعطى في الرسم ويرمز له (N)

الأنحراف العلوي(Upper Deviation)

هو مقدار الفرق بين المقاس الأكبر والمقاس الأسمي ويرمز له A_O.

الأنحراف السفلي (Lower Deviation)

هو المقدار الفرق بين المقاس الأصغر والمقاس الأسمي ويرمز له A_U .

الأنحراف الأساسي (Fundamental Deviation)

هو الأنحراف الأقرب الى خط الصفر والذي يحدد موقع منطقة التفاوت .

خط الصفر (Zero Line)

هوخط مستقيم تخيلي يكون عليه مقدار الأنحراف عن المقاس الأسمي صفر.والانحرافات التي تقع فوق خط الصفر تعتبر موجبة والأنحرافات التي تقع تحت خط الصفر تعتبر سالبة .

المقاس الأكبر (MAXimum Size)

هو اكبر مقاس مسموح به في التشغيل ويرمز له G . $G = N + A_O$

المقاس الأصغر(Minnimum size)

هو اصغر مقاس مسموح بة في التشغيل ويرمز له k $K = N + A_U$

المقاس الفعلي (Actual size)

هو المقاس الناتج فعلاً بعد الأنتهاء من التشغيل . ويجب ان يكون بين المقاس الاكبر والمقاس الأصغر .

التفاوت (Tolerance)

هو الفرق بين المقاس الاكبر والمقاس الأصغر . أو هو الفرق بين الأنحراف العلوي والأنحراف السفلي .ويقاس بوحدة الملميتر أو المايكرون ويرمزله T .

$T = G - K$ أو $T = A_O - A_U$

أذ أن: 1مايكرون = $\frac{1}{1000}$ mm

المثال 4-1

كرسي تحميل (محمل) مقاس $\emptyset 40^{+0.007}_{-0.018}\ mm$ أوجد

1- **المقاس الأكبر** 2- **المقاس الأصغر** 3- **التفاوت**

الحل :

المقاس الأسمي **(N)** $= 40mm$

الأنحراف العلوي $(A_O) = +0.007mm$

الأنحراف السفلي $(A_U) = -0.018mm$

1- حساب المقاس الأكبر

$G=N+A_O$

$G = 40 + 0.007$

$G = 40.007m$

2- المقاس الأصغر

$K= N+A_U$

$K = 40 + (-0.018)$

$K = 40 - 0.018$

$K = 39.982mm$

3- التفاوت

$T = G - K$

$T = 40.007 - 39.982$

$T = 0.025mm$

ويمكن ايجاد **T** من القانون الأتي :

$T= A_O-A_U$

$T=0.007 - (-0.018)$

$T = 0.025mm$

2- 4 التوافق (الأزدواج) Fit

هو نوعية تجميع أو تركيب الأجزاء مع بعضها لتؤدي الغرض الذي صنعت من اجله . ويطلق عليه ايضآ الازدواج .

اما ميزاته الاقتصادية فهي :

1- سهولة الحصول على قطع الغيار في أي وقت وبغض النظر عن مكان تصنيعها وان كانت مصنوعة في دول اخرى ما دامت بنفس المواصفات وبنفس حدود التفاوت المسموح به.

2- تساعد المنتج على العمل بيسر وطمأنينة مادام انتاجه في حدود التفاوت المسموح به.

3- تساعد في زيادة سرعة الانتاج وتقلل من تكاليف ميزانية المصنع باستعمال معدات وماكينات مقبولة للأنتاج وبأسعار معتدلة.

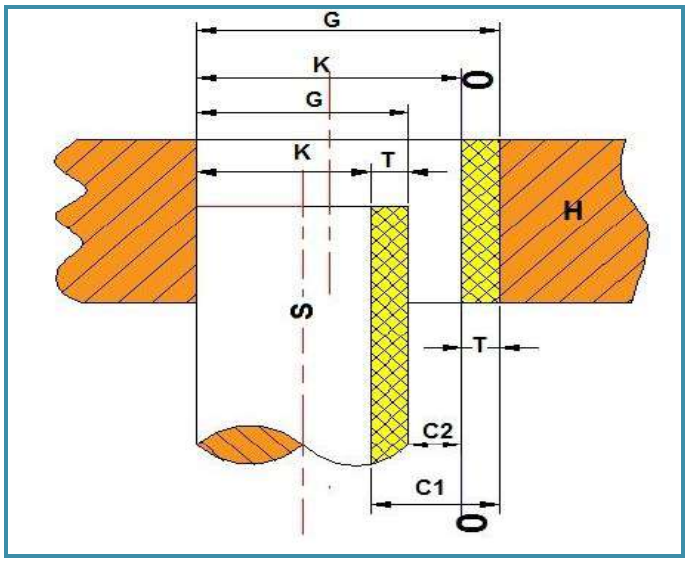
والتوافق يكون أما اسطواني وهو الأكثر شيوعآ أو مسطح حسب الشكل الهندسي للمشغولة. ويسمى الجزءان المزدوجان العمود (shaft) والثقب (Hole) بالتوافق الأسطواني.

وهناك ثلاثة انواع من التوافق هي :-

أ - التوافق الخلوصي :(Clearance Fit)

يكون فيه قطر العمود أصغر من قطر الثقب (يوجد بينهما خلوص) ويتحركان داخل بعضهما بسهولة. مثل حركة عمود الدوران والمحمل الخاص به وكذلك حركة نهاية ذراع التوصيل مع عمود المرفق.وفيه يكون الخلوص الاكبر والخلوص الاصغر موجبين. الشكل(2-4) يوضح التوافق الخلوصي.

C_1 = الخلوص الأكبر C_2 = الخلوص الأصغر



الشكل (2-4) التوافق الخلوصي.

الخلوص الأكبر Maximum clearance

هو الفرق بين المقاس الأكبر للثقب والمقاس الأصغر للعمود ويرمز C_1 .

$$C_1 = G_H - K_S$$

G_H = المقاس الأكبر للثقب. H تمثل الثقب

K_S = المقاس الأصغر للعمود. S تمثل العمود

الخلوص الأصغر Minimum clearance

هو الفرق بين المقاس الأصغر للثقب والمقاس الأكبر للعمود ويرمز له C_2 .

$$C_2 = K_H - G_S$$

K_H= المقاس الأصغر للثقب.

G_S = المقاس الأكبر للعمود.

المثال 2-4

مزدوجة (ثقب وعمود) مقاس الثقب فيها $\emptyset\ 35^{+0.034}_{+0.009}$ mm ومقاس العمود

المطلوب : $\emptyset 35^{-0.025}_{-0.050}\ mm$

1- حساب لكل من الثقب والعمود مايأتي:

المقاس الأسمي ،الأنحراف العلوي ،الأنحراف السفلي ،المقاس الأكبر ،المقاس الأصغر .

2- الخلوص الأكبر والخلوص الأصغر.

3- رسم المزدوجة .

الحل

1- الثقب $\emptyset 35^{+0.034}_{+0.009}$

المقاس الأسمي **N=35mm**

الأنحراف العلوي **A_O=0.034mm** الأنحراف السفلي **A_U= 0.009mm**

لحساب المقاس الأكبر (G)

$$G=N+A_O$$

$$G = 35 + 0.034$$

$$G = 35.034mm$$

لحساب المقاس الأصغر (K)

$$K= N+A_U$$

$$K = 35 + 0.009$$

$$K = 35.009mm$$

لحساب التفاوت (T)

$$T = G - K$$

$$T = 35.034 - 35.009$$

$$T = 0.025mm$$

2- العمود $\text{ø } 35^{-0.025}_{-0.050}$

المقاس الأسمي N=35mm

الأنحراف العلوي A_o=-0.025mm الأنحراف السفلي A_U=-0.050

لحساب المقاس الأكبر

$$G = N + Ao$$

$$G = 35 + (-0.025)$$

$$G = 35 - 0.025$$

$$G = 34.975mm$$

لحساب المقاس الأصغر

$$K = N + A_U$$

$$K = 35 + (-0.050)$$

$$K = 35 - 0.050$$

$$K = 34.950mm$$

لحساب التفاوت

$$T = G - K$$

$$T = 34.975 - 34.950$$

$$T = 0.025mm$$

الخلوص الأكبر

$C_1 = G_H - K_S$

$C_1 = 35.034 - 34.950$

$C_1 = 0.084$ mm

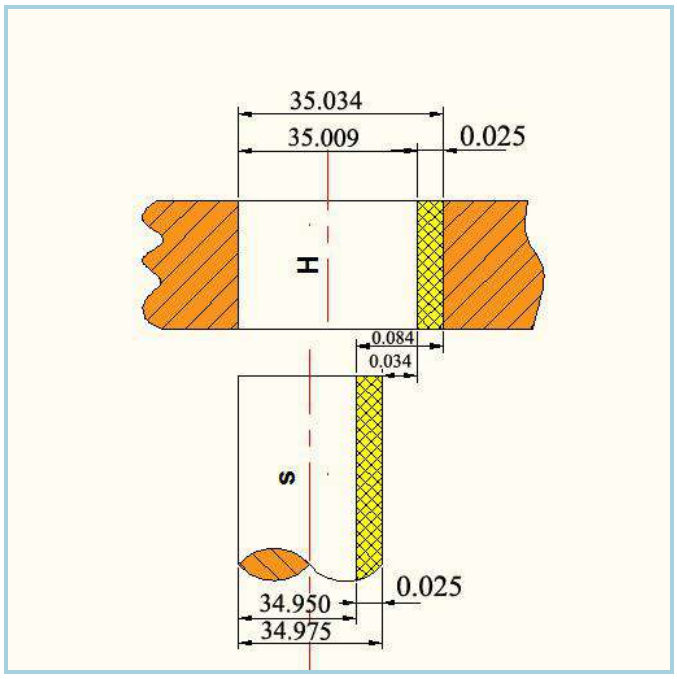
الخلوص الأصغر

$C_2 = K_H - G_S$

$C_2 = 35.009 - 34.975$

$C_2 = 0.034$ mm

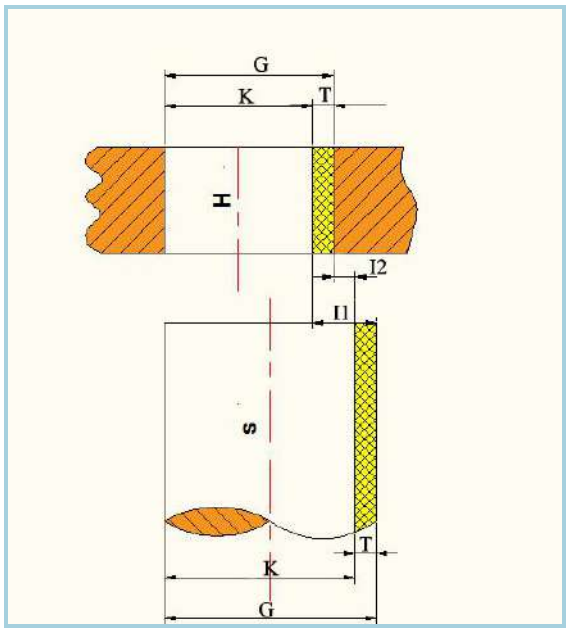
3- رسم المزدوجة: الشكل (4-3) يوضح رسم المزدوجة لهذا المثال



الشكل (4 - 3) مزدوجة التوافق الخلوصي.

ب - التوافق التداخلي : Interference fit

يكون فيه قطر العمود اكبر قليلآ من قطر الثقب ويكون بينهما تداخل وحسب الفرق بين القطرين. ولأدخال العمود في الثقب عند التجميع يجب استعمال قوة ملائمة لقيمة التداخل، ويتم ذلك بطرق عدة منها الطرق الخفيف أوالطرق الشديد أوالكبس بوساطة مكبس أو بتسخين الثقب وتبريد العمود. ويكون فيه كل من التداخل الآكبر والتداخل الأصغر سالبين. والشكل (4-4) يوضح التوافق التداخلي.



الشكل (4-4) التوافق التداخلي.

التداخل الأكبر maximum Interference .

هو الفرق بين المقاس الأصغر للثقب والمقاس الأكبر للعمود ويرمز له I_1

$$I_1 = K_H - G_S$$.

أذ أن: K_H = المقاس الأصغر للثقب. H تمثل الثقب

G_S = المقاس الأكبر للعمود. Sتمثل العمود

التداخل الأصغر (I_2) Minimum Interference

هو الفرق بين المقاس الأكبر للثقب والمقاس الاصغر للعمود ويرمزله I_1 .

$$I_2 = G_H - K_S$$

أذ أن G_H= المقاس الأكبر للثقب K_S = المقاس الأصغر للعمود.

المثال 4-3

مزدوجة(ثقب وعمود) مقاس الثقب فيها $\varnothing\ 20^{+0.013}_{0.000}\ mm$ ومقاس العمود

المطلوب : $\varnothing\ 20^{+0.024}_{+0.015}\ mm$

1- حساب لكل من الثقب والعمود مايأتي :

المقاس الأسمي ، الأنحراف العلوي ، الانحراف السفلي ،المقاس الأكبر،

المقاس الأصغر، التفاوت .

2- التداخل الأكبر والتداخل الأصغر.

3- رسم المزدوجة.

الحل

1- الثقب $\varnothing\ 20^{+0.013}_{0.000}$

المقاس الأسمي N=20mm

الأنحراف العلوي A_O=0.013mm الأنحراف السفلي A_U= 0.000mm

لحساب المقاس الأكبر (G)

$$G=N+A_O$$

$$G = 20 + 0.013$$

$$G = 20.013mm$$

لحساب المقاس الأصغر (K)

$$K = N + A_U$$

$$K = 20 + 0.000$$

$$K = 20.000mm$$

لحساب التفاوت (T)

$$T = G - K$$

$$T = 20.013 - 20.000$$

$$T = 0.013mm$$

2- العمود $20^{+0.024}_{+0.015}$

المقاس الأسمي N = 20 mm

الأنحراف العلوي A_O = + 0.024 m الأنحراف السفلي A_U = + 0.015 mm

لحساب المقاس الأكبر

$$G = N + A$$

$$G = 20 + 0.024$$

$$G = 20.024mm$$

لحساب المقاس الأصغر

$K = N + A_U$

$$K = 20 + 0..015$$

$$K = 20.015mm$$

لحساب التفاوت

$T = A_O - A_U$

$$T = 0.024 - 0.015$$

$$T = 0.009mm$$

التداخل الأكبر

$$I_1 = K_H - G_S$$

$$I_1 = 20.000 - 20.024$$

$$I_1 = -0.024mm$$

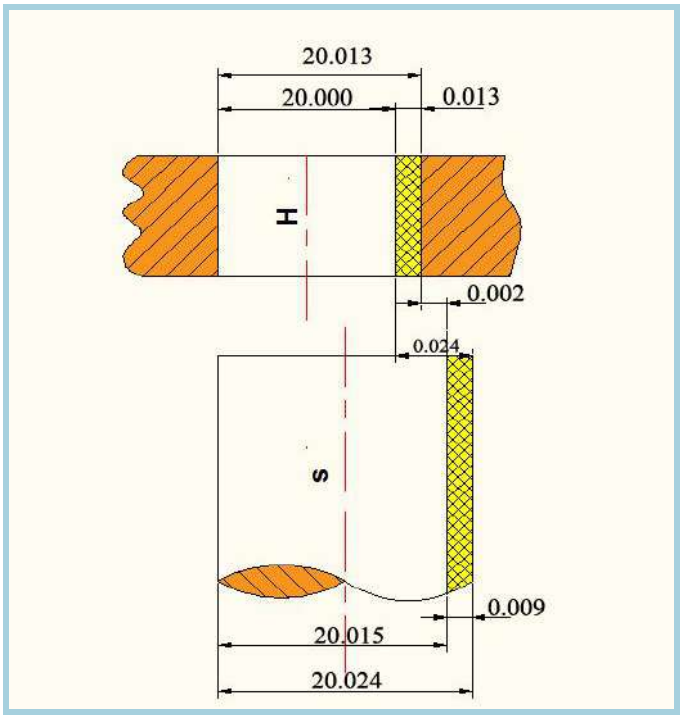
التداخل الأصغر

$$I_2 = G_H - K_S$$

$$I_2 = 20.013 - 20.015$$

$$I_2 = -0.002mm$$

3- رسم المزدوجة: الشكل (4-5) يوضح رسم المزدوجة لهذا المثال



الشكل (4 - 5) يوضح رسم المزدوجة لهذا المثال.

جـ - التوافق الأنتقالي Transition fit

وفيه تتداخل منطقتي التفاوت للثقب والعمود. وقد نحصل منه على خلوص أو تداخل. ويُعد هذا التوافق أنتقال (وسط) بين التوافق الخلوصي والتوافق التداخلي، وهناك أربع قيم محتملة تمثل الخلوص والتداخل في هذا التوافق .

وهي :

$$G_H - G_S \quad -1$$

$$G_H - K_S \quad -2$$

$$K_H - G_H \quad -3$$

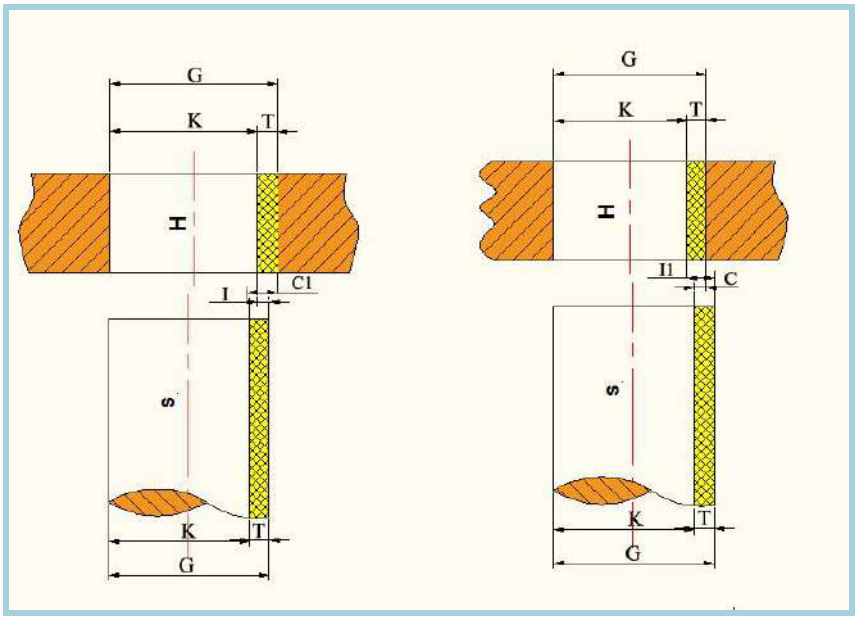
$$K_H - K_S \quad -4$$

أذ أن :

G_H = المقاس الأكبر للثقب G_S = المقاس الأكبر للعمود

K_H= المقاس الأصغر للثقب K_S= المقاس الأصغر للعمود

فأذا كانت النتيجة الحسابية موجبة كان التوافق خلوصي وان كانت سالبة كان التوافق تداخلي . والشكل (4 - 6) يوضح التوافق الأنتقالي .



الشكل (4 –6) التوافق الأنتقالي.

3-4 النظـام الدولي للتوافق ISO

يُعد هذا النظام من أدق واكمل النظم التي وضعت للتوافق حتى الآن وقد تم وضعه من قبل المنظمة العالمية للمواصفات. ويشمل هذا النظام (18) درجة للتفاوت ويضم (28) أنحرافا أساسيا للثقب و(28) أنحرافا أساسيا للعمود .

درجة التفاوت (Grade of tolerance)

تدل على مقدار التفاوت ونوعية (دقة)الأنتاج. فالدرجة الصغيرة تعني تفاوت صغير ودقة تشغيل عالية في الانتاج والدرجة الكبيرة تعني تفاوت كبير ودقة تشغيل قليلة. ويرمز لها ما يلي:

(01 ، 0 ، 1 ، 2 ، 3 ، 4 ، 5 ، 6 ، 7 ، 8 ، 9 ، 10 ، 11 ، 12 ، 13 ، 14 ، 15 ، 16)

-الدرجات من (01 ألى 5) تعني تفاوتات دقيقة وتستعمل في الأنتاج الدقيق مثل صناعة الضبعات وأدوات القياس .

-الدرجات من (6 ألى 10) تعني تفاوتات متوسطة وتستعمل في الأنتاج العادي للآلات وأجزاءها والتي تحتاج الى توافق .

-الدرجات من (11 الى 16) تعني تفاوتات كبيرة وتستعمل في أنتاج المشغولات بدقة تشغيل قليلة.

الانحراف الأساسي fundamental deviation

هو الانحراف الأقرب الى خط الصفر والذي يحدد موقع منطقة التفاوت. كما تم ذكره مسبقآ. ويرمز له بحرف من الحروف اللآتينية ، وتستعمل الحروف الكبيرة (capital) للثقوب والحروف الصغيرة (small) للأعمدة وكما يلي :

أ ـ للثقوب:

(A , B , C , CD , D , E , EF ,F , FG ,G , H , JS , J ,K , M ,N ,P , R , S , T , U , V , X , Y , Z , ZA , ZB , ZC) .

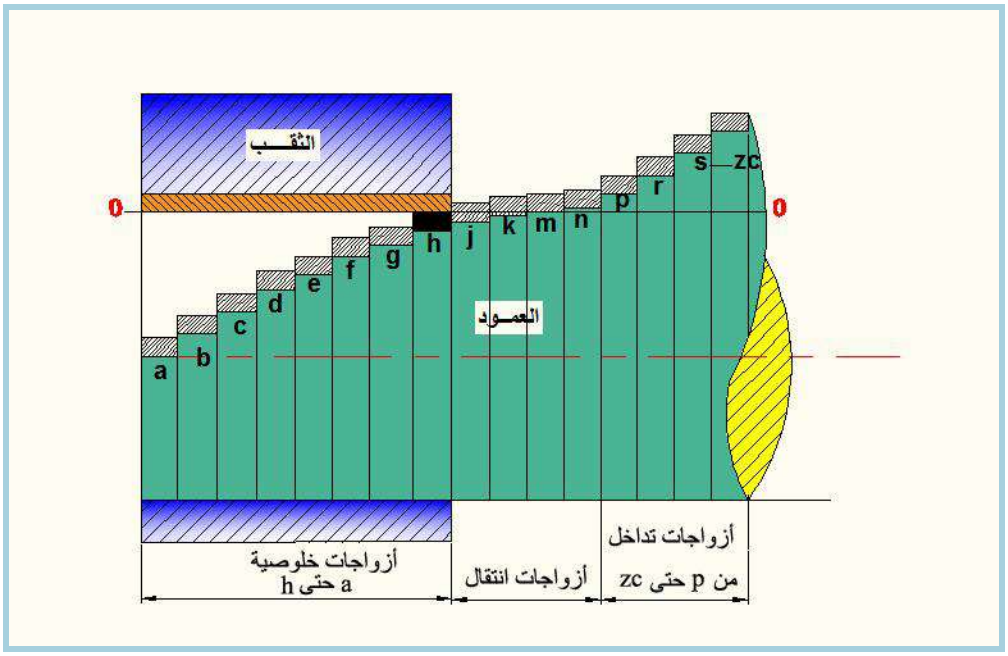
ب ـ للأعمدة :

(a , b , c , c d , d , e , e f , f , f g , g , h , j s , j , k , m , n , p , r , s , t , u , v , x , y , z , z a , z b , z c) .

وهناك نظامان لبيان نوع التوافق هما نظام اساس الثقب ونظام أساس العمود .

4-4 نظام أساس الثقب Basic hole system

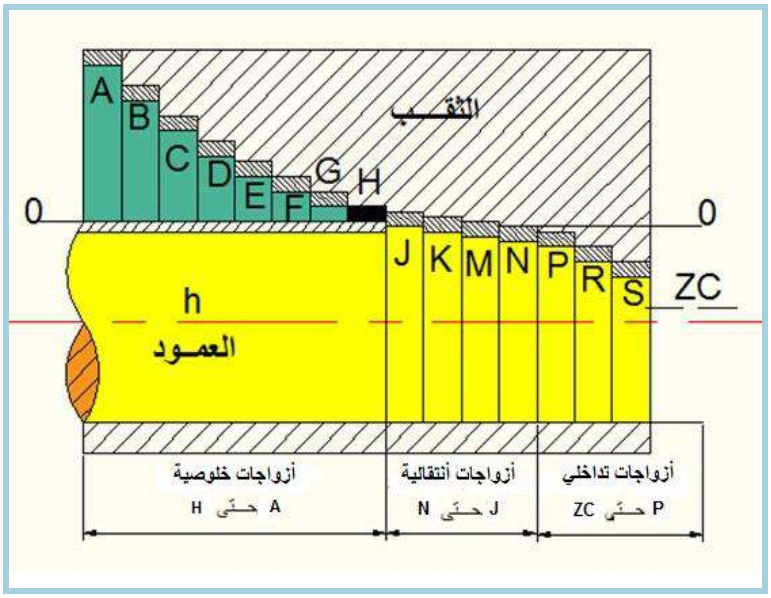
هو ذلك النظام الذي يثبت فية مقاس الثقب في نطاق التفاوت المحدد ونحصل فيه على نوع التوافق المطلوب عن طريق التحكم في قطر العمود. الأنحراف الاساسي في هذا النظام هو الحرف (H). حيث يكون الأنحراف الاساسي فيه مساوي الى الصفر. وفي هذهِ الحالة يكون المقاس الاصغر للثقب مطابقآ للمقاس الأسمي او خط الصفر . ويمثل الأنحراف السفلي بالحروف الصغيرة اما الانحراف العلوي فموجب دائماً. الانحرافات الأساسية التي تكون قبل الحرف (H) (الحروف من A الى G) تكون دائماً موجبة امّا الانحرافات التي تكون بعده فتكون سالبة. ويوضح الشكل (4 - 7) الثقب(H) ويدخل فيه العمود متدرجآ في التفاوت من (a ألى z c) . فالتوافق من (a ألى h) يكون توافق خلوصي. ومن (j ألى n تقريبآ) يكون توافق أنتقالي. ومن (p تقريبآ ألى z c) يكون التوافق تداخلي . يفضل هذا النظام من الناحية العملية لأن تثبيت قطر الثقب وتغير قطر العمود يكون أسهل ولا يتطلب جهداً فنياً كبيراً. ويستعمل في أنتاج الاعمدة المتدرجة في الاقطار كما في صناعة السيارات والقطارات.



الشكل (4 - 7) نظام أساس الثقب .

5-4 نظام اساس العمود Basic shaft system

هو النظام العكسي لنظام الثقب حيث يثبت فيه مقاس العمود في نطاق التفاوت المحدد ونحصل فيه على نوع التوافق المطلوب عن طريق التحكم في قطر الثقب. الانحراف الأساسي في هذا النظام هو الحرف (h). حيث يكون الانحراف الاساسي فيه مساوي الى الصفر. وفي هذهِ الحالة يكون المقاس الاكبر للعمود مطابقاً للمقاس الأسمي أو خط الصفر . ويكون في هذا الحرف الأنحراف العلوي صفراً اما الانحراف السفلي فسالب دائماً. الأنحرافات الأساسية التي تكون قبل الحرف (h) (الحروف من a ألى g) تكون سالبة دائماً أما الأنحرافات التي تكون بعده فتكون موجبة. ويوضح الشكل (4 - 8) العمود (h) ويدخل فية الثقب متدرجآ في التفاوت من (A ألى Z c) . فالتوقف من (A ألى H) يكون توافق خلوصي ومن (J الى n) يكون توافق أنتقالي ومن (P تقريباً ألى Z C) يكون التوافق تداخلي. ويستعمل في انتاج الأعمدة الطويلة الثابتة المقطع كالآلات الزراعية وماكينات النسيج .



الشكل (4 - 8) نظام اساس العمود.

5-4 جداول التوافق

يشتمل نظام (ISO) على (18) درجة للتفاوت ويضم (28) أنحرافاً أساسياً للثقب و(28) أنحرافاً أساسياً للعمود، تم تحويلها الى مقادير عددية للقياس من خلال جداول خاصة تسمى جداول التوافق لاحظ جدول توافق أساس الثقب (4-1) والجدول(4-2) جدول التوافق اساس العمود. تعطي هذه الجداول الأنحرافين العلوي والسفلي بوحدة الميكرون (mic) اما القياس الأسمي فهو بوحدة(mm).

أمثلة لشرح كيفية استعمال الجدوال.

مثال 4-4

أوجد الأنحراف العلوي والسفلي للأبعاد التالية : (استعمل الجداول)

أ- ϕ35H8 mm ب- ϕ25f8 mm

أ- بالنظر في جدول التوافق أساس من الثقب (جدول 4-1) وأمام المقاس الأسمي (35) وبتقاطع مع (H8) ينتج :

الانحراف العلوي (A_0) للثقب =(+39) مايكرون = (+0.039)mm.

الأنحراف السفلي (A_u) للثقب =(0) مايكرون = (0.000)mm .

ب - كذلك بالنظر في جداول التوافق اساس الثقب (جدول4-1) وأمام المقاس الأسمي (25) وبتقاطع مع(f7) ينتج :

الأنحراف العلوي (A_0) للعمود =(-20) مايكرون =(- 0.020)mm.

الأنحراف السفلي (A_u) للعمود =(-41) مايكرون =(-0.041)mm .

مثال 4-5

رسم تنفيذي كتب عليه البعد (ø60 H71 6n)mm.

أ- مامعنى ذلك .

ب- جد الأنحرافين العلوي والسفلي والتفاوت لكل من الثقب والعمود.

الحل :

أ - يعني ذلك :

المقاس الأسمي (N) المشترك للثقب والعمود =60 ملم .

نوع نظام التوافق هو نظام أساس الثقب وذلك لوجود الحرف (H) .

ب ـ بالنظر في جدول التوافق اساس الثقب (جدول 4 -1)

بتقاطع المقاس الأسمي (60) مع (H7) ينتج:

الأنحراف العلوي (A0) للثقب =(+ 30) مايكرون =mm (+ 0.030).

الأنحراف السفلي (Au) للثقب = (0) مايكرون = mm(0.000).

نجد التفاوت (T) للثقب من خلال العلاقة :

$T= A_O-A_U$

$T = +0.030 - 0.000$

$T = 0.030mm$

بتقاطع المقاس الأسمي (60) مع (n6) ينتج :

الأنحراف العلوي (A_0) للعمود = (+ 39) مايكرون =mm (+ 0.039).

الأنحرف السفلي (Au) للعمود =(+ 20) مايكرون = mm(+ 0.020) .

نجد التفاوت (T) للعمود من خلال العلاقة :

$T= A_O-A_U$

$T = +0.039 - 0.020$

$T = 0.019mm$

مثال 4-6

رسم تنفيذي كتب عليه البعد mm (6h- 7 K 55 ø) .

ت- مامعنى ذلك .

ث- جد الأنحرافين العلوي والسفلي والتفاوت لكل من الثقب والعمود.

الحل :

أ - يعني ذلك :

المقاس الأسمي (N) المشترك للثقب والعمود =55 ملم .

نوع نظام التوافق هو نظام أساس العمود وذلك لوجود الحرف (h) .

ب - بالنظر في جدول التوافق اساس العمود (جدول 4 - 2)

بتقاطع المقاس الأسمي (55) مع (k7) ينتج :

الأنحراف العلوي (A_0) للثقب = (+ 9) مايكرون = (+ 0.009) ملم .

الأنحراف السفلي (A_u) للثقب = (+ 21) مايكرون = (- 0.021) ملم .

نجد التفاوت (T) للثقب من خلال العلاقة :

$T= A_O-A_U$

$$T = +0.009 - (-0.021)$$

$$T = 0.009 + 0.021$$

$$T = 0.030mm$$

بتقاطع المقاس الأسمي (55) مع (h6) ينتج :

الأنحراف العلوي (A_o) للعمود = (0) مايكرون = (0.000) ملم

الأنحراف السفلي (A_u) للعمود = (- 19) مايكرون = (- 0.019) ملم

نجد التفاوت (T) للعمود من خلال العلاقة :

$T= A_O-A_U$

$$T = 0.000 - (-0.019)$$

$$T = 0.019$$

التسامحات (الأنحرافات) الهندسية في الشكل والموضع

ان الأنحرافات الهندسية في المنتج تكون أما في أبعاد المنتج وقياساته أو في الشكل والموضع :-

تسامح الشكل

هو الحد الأقصى المسموح به في الأنحراف عن الشكل المثالي

تسامح الموضع

هو مقدار الحدود المسموح بها والتي تحدد مواقع المحاور

أنواع التسامحات

1- تسامح الأستقامة (straightness) :-

أنحناء في استقامة المحاور ،ويحدد مجال هذا التسامح بخطين متوازيين بينهما مسافة تمثل قيمة التسامح .

2- تسامح الأستواء (Flatness) : -

تموج سطح المنتج ،ويحدد بمستويين متوازيين بينهما مسافة تمثل قيمة التسامح .

3- تسامح التوازي (parallelism) : -

حيث تكون رواسم سطح الجزء غير موازية للسطح الذي يعد سطحا اساسيا.

4- تسامح التعامد (Perpendicularity):-

هو مجال التسامح باسطوانة او سطحين متوازيين وفيها يكون عدم تعامد الأسطح أو المحاور مع السطح الأساسي.

5- تسامح التمركز (Concentricity) : -

ويعني اختلافا او خطأ في اتحاد المحاور او المراكز للأجزاء ذات المحور المشترك .

6- تسامح التماثل(symmetry):-

عدم وقوع المحاور للأجزاء المتماثلة الموقع بشكل متماثل بالنسبة لمحور اساسي ويكون مجال التسامح عبارة عن مستويين متوازيين.

الجدول (4-1) التوافق (أساس الثقب)

التسلسل		1	2	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2
القياس بالملم	الثقب		العمود								الثقب	العمود					الثقب	العمود		
	H6	H7	s6	r6	n6	k6	i6	h6	g6	i7	H8	x8	u8	h9	i7	d9	H11	h9	h11	d9
1,6 من 3 الى	+7 0	+9 0	+22 +15	+19 +12	+13 +6		+6 -1	0 -7	-3 -10	-7 -16	+14 0	+36 +22		0 -25	-7 -16	20 -45	+60 0	0 -25	0 -60	- 20 -45
3 من 6 الى	+8 0	+12 0	+27 +19	+23 +13	+16 +8		+7 -1	0 -8	-4 -12	-10 -22	+18 0	+46 +28		0 -30	-10 -22	-30 -60	+75 0	0 -30	0 -75	-30 -60
6 من 10 الى	+9 0	+15 0	+32 +23	+28 +19	+19 +10	+10 +1	+7 -2	0 -9	-5 -14	-13 -28	+22 0	+56 +34		0 -36	-13 -28	-40 -76	+90 0	0 -36	0 -90	-40 -76
10 من 14 الى	+11 0	+18 0	+39 +28	+34 +23	+23 +12	+12 +1	+8 -3	0 -11	-6 -17	-16 -34	+27 0	+67 +40		0 -43	-16 -34	-50 -93	+110 0	0 -43	0 -110	-50 -93
14 من 18 الى												+72 +45								
18 من 24 الى	+13 0	+21 0	+48 +35	+41 +28	+28 +15	+15 +2	+9 -4	0 -13	-7 -20	-20 -41	+33 0	+87 +54		0 -52	-20 -41	-65 -117	+130 0	0 -52	0 -130	-65 -117
24 من 30 الى													+81 +48							
30 من 40 الى	+16 0	+25 0	+59 +43	+50 +34	+33 +17	+18 +2	+11 -5	0 16	-9 -25	-25 -50	+39 0		+99 +60	0 -62	-25 -50	-80 -142	+160 0	0 -62	0 -160	-80 -142
40 من 50 الى													+109 +70							
50 من 65 الى	+19 0	+30 0	+72 +53	+60 +41	+39 +20	+21 +2	+12 -7	0 -19	10 -29	-30 -60	+46 0		+133 +87	0 -74	-30 -60	-100 -174	+190 0	0 -74	0 -190	-100 -174
65 من 80 الى			+78 +59	+62 +43									+148 +102							
80 من 100الى	+22 0	+35 0	+93 +71	+73 +51	+45 +23	+25 +3	+13 -9	0 -22	-12 -34	-36 -71	+54 0		+178 +124	0 -87	-36 -71	-120 -207	+220 0	0 -87	0 -220	-120 -207
100من 120الى			+101 +79	+76 +54									+198 +144							
120من 140الى	+25 0	+40 0	+117 +92	+88 +63	+52 +27	+28 +3	+14 -11	0 -25	-14 -39	-43 -83	+63 0		+233 +170	0 -100	-43 -83	-145 -245	+250 0	0 -100	0 -250	-145 -254
140من 160الى			+125 +100	+90 +65									+253 +190							
160من 180الى			+133 +108	+93 +68									+273 +210							
180من 200الى	+29 0	+46 0	+151 +122	+106 +77	+60 +31	+33 +4	+16 -13	0 -29	-15 -44	-50 -96	+72 0		+308 +236	0 -115	-50 -96	-170 -285	+290 0	0 -115	0 -290	-170 -285
200من 225الى			+159 +130	+109 +80									+330 +258							
225من 250الى			+169 +140	+113 +84									+356 +284							
250من 280الى	+33 0	+52 0	+190 +158	+126 +94	+66 +34	+36 +4	+16 -16	0 -32	-17 -49	-56 -108	+81 0		+396 +315	0 -130	-56 -108	-190 -320	+320 0	0 -130	0 -320	-190 -320
280من 315الى			+202 +170	+130 +98									+431 +350							
315من 355الى	+36 0	+57 0	+226 +190	+144 +108	+73 +37	+40 +4	+18 -18	0 -36	-18 -54	-62 119	+89 0		+479 +390	0 -140	-62 -119	-210 -350	+360 0	0 -140	0 -360	-210 -350
355من 400الى			+244 +208	+150 +114									+524 +435							
400من 450الى	+40 0	+63 0	+272 +237	+166 +126	+80 +40	+45 +5	+20 -20	0 -40	-20 -60	-68 -131	+97 0		+587 +490	0 -155	-68 -131	-230 -385	+400 0	0 -155	0 -400	-230 -385
450من 500الى			+292 +252	+172 +132									+637 +540							

الجدول (4-2) التوافق (اساس العمود)

ت			1			1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2		1	2
القياس بالملم	الثقب		العمود	الثقب				العمود	الثقب						العمود	الثقب			
	P6	M6	h 6	M7	K7	H7	N7	h 9	H8	H11	F8	E9	D10	C11	h 11	H11	D11	C11	A11
1,6 من 3 الى	-7 -14	0 -7	0 -7	0 -9		+9 0	+12 +3	0 -25	+14 0	+60 0	+21 +7	+39 +14	+60 +20	+120 +60	0 -60	+60 0	+80 +20	+120 +60	+330 +270
من 3 الى 6	-9 -17	-1 -9	0 -8	0 -12		+12 0	+14 +4	0 -30	+18 0	+75 0	+28 +10	+50 +20	+78 +30	+145 +70	0 -75	+75 0	+105 +30	+145 +70	+345 +270
من 6 الى 10	-12 -21	-3 -12	0 -9	0 -15	+5 -10	+15 0	+20 +6	0 -36	+22 0	+90 0	+35 +13	+61 +25	+98 +40	+170 +80	0 -90	+90 0	+130 +40	+170 +80	+370 +280
من 10 الى 14	-15 -26	-4 -15	0 -11	0 -18	+6 -12	+18 0	+24 +6	0 -43	+27 0	+110 0	+43 +16	+75 +32	+120 +50	+205 +95	0 -110	+110 0	+160 +50	+205 +95	+400 +290
من 14 الى 18																			
من 18 الى 24	-18 -31	-4 -17	0 -13	0 -21	+6 -15	+21 0	+28 +7	0 -52	+33 0	+130 0	+53 +20	+92 +40	+149 +65	+240 +110	0 -130	+130 0	+195 +65	+240 +110	+430 +300
من 24 الى 30																			
من 30 الى 40	-21 -37	-4 -20	0 -16	0 -25	+7 -18	+25 0	+36 +9	0 -62	+39 0	+160 0	+64 +25	+112 +50	+180+80	+280 +120	0 -160	+160 0	+240 +80	+280 +120	+470 +310
من 40 الى 50														+290 +130				+290 +130	+480 +320
من 50 الى 65	-26 -45	-5 -24	0 -19	0 -30	+9 -21	+30 0	+40 +10	0 -74	+46 0	+190 0	+76 +30	+134 +60	+220 +100	+330 +140	0 -190	+190 0	+290 +100	+330 +140	+530 +340
من 65 الى 80														+340 +150				+340 +150	+550 +360
من 80 الى 100	-30 -52	-6 -28	0 -22	0 -35	+10 -25	+35 0	+47 +12	0 -87	+54 0	+220 0	+90 +36	+159 +72	+260 +120	+390 +170	0 -220	+220 0	+340 +120	+390 +170	+600 +380
من 100 الى 120														+400 +180				+400 +180	+630 +410
من 120 الى 140	-36 -61	-8 -33	0 -25	0 -40	+12 -28	+40 0	+54 +14	0 -100	+63 0	+250 0	+106 +43	+185 +85	+305 +145	+450 +200	0 -250	+250 0	+395 +145	+450 +200	+710 +460
من 140 الى 160														+460 +210				+460 +210	+770 +520

من 1 الى 60														+480 +230				+480 +230	+830 +580
من 1 الى 80	- 41 - 70	-9 - 37	0 - 29	0 - 46	+13 -33	+460	+61 +15	0 - 115	+720	+2900	+122 +50	+215 +100	+355 +170	+530 +240	0 - 290	+2900	+4600 +170	+530 +240	+950 +660
من 80 الى 200														+550 +260				+550 +260	+1030 +740
من 200 الى 225														+570 +280				+570 +280	+1110 +820
من 225 الى 250	- 47 - 79	-9 - 41	0 - 32	0 - 52	+16 -36	+520	+69 +17	0 - 130	+810	+3200	+137 +56	+240 +110	+400 +190	+620 +300	0 - 320	+3200	+5100 +190	+620 +300	+1240 +920
من 250 الى 280														+650 +330				+650 +330	+1370 +1050
من 280 الى 315	- 51 - 87	- 10 - 46	0 - 36	0 - 57	+17 -40	+570	+75 +18	0 - 140	+890	+3600	+151 +62	+265 +125	+440 +210	+720 +360	0 - 360	+3600	+5700 +210	+720 +360	+1560 +1200
من 315 الى 355														+760 +400				+760 +400	+1710 +1350
من 355 الى 400	- 55 - 95	- 10 - 50	0 - 40	0 - 63	+18 -45	+630	+83 +20	0 - 155	+970	+4000	+165 +68	+290 +135	+480 +230	+840 +440	0 - 400	+4000	+6300 +230	+840 +440	+1900 +1500
من 400 الى 450														+880 +480				+880 +480	+2050 +1650
من 450 الى 500																			

أسئلة الفصل الرابع

س 1 : لماذا لايمكن من الناحية العملية تصنيع المنتج بنفس مقاساته الأسمية،وكيف يتم تلافي ذلك؟

س 2: عرف ما ياتي مع ذكر المعادلات الرياضية إن وجدت :

التفاوت ، المقاس الأسمي ، الأنحراف العلوي ،الأنحراف السفلي ، الأنحراف الأساسي ، خط الصفر ، المقاس الاكبر ، المقاس الأصغر، المقاس الفعلي ، التوافق ، الخلوص الاكبر ، الخلوص الأصغر ، التداخل الاكبر ، التداخل الأصغر ، نظام أساس الثقب ، نظام أساس العمود.

س 3: أذكر الميزات الأقتصادية للتوافق . وما هي أنواعه حسب الشكل الهندسي للمشغولة .

س 4: عرف ما يأتي مع الرسم : التوافق الخلوصي ، التوافق التداخلي ، التوافق الأنتقالي .

س 5:ماذا تعني الدرجة الصغيرة والدرجة الكبيرة للتفاوت؟

س 6: الى ماذا تدل الحروف اللاتينية الكبيرة واللاتينية الصغيرة.

س 7:إملأ الفراغات التالية بما يناسبها من العبارات :

1 - الحرف..... يمثل الأنحراف الأساسي في نظام اساس الثقب .

2 - الأنحرافات الأساسية قبل الحرف (H) تكون دائماً ..... والتي بعده تكون .....

3- الحرف..... يمثل الأنحراف الأساسي في نظام أساس العمود.

4 - الأنحرافات الأساسية قبل الحرف (h) تكون دائماً ..... والتي بعده تكون ....

5 - يستعمل نظام أساسي ..... في أنتاج الأعمدة الطويلة الثابتة المقطع .

س 8: يفضل نظام اساس الثقب من الناحية العملية على نظام أساس العمود . علل ذلك.

س 9:عمود مقاسه $\text{ø } 36^{0.000}_{-0.025}$ ملم . أوجد ما يأتي مع الرسم :

المقاس الأسمي (N) ، الأنحراف الاكبر (A o) ، الأنحراف الأصغر (Au) ، المقاس الاكبر (G)، المقاس الأصغر (K) ، التفاوت (T) .

س 10:مزدوجة مقاس الثقب فيها $\text{ø } 90^{+0.022}_{0.000}$ ملم . ومقاس العمود $\text{ø } 90^{-0.012}_{-0.034}$ ملم .

المطلوب :

1- حساب لكل الثقب والعمود ما يأتي :

المقاس الاكبر (G) ، المقاس الأصغر (k) ، التفاوت (T) .

2 – الخلوص الاكبر (C_1) والخلوص الأصغر (C_2) .

3 - رسم المزدوجة.

س11:مزدوجة مقاس الثقب فيها $190^{+0.029}_{0.000}$ Ø ملم . ومقاس العمود $190^{+0.060}_{+0.031}$ Ø ملم. المطلوب :

أ - حساب لكل الثقب والعمود مايأتي :

المقاس الاكبر (G) ، المقاس الأصغر (k) ، التفاوت (T).

ب - التداخل الاكبر (I_1) ، والتدخل الأصغر (I_2) .

ج - أرسم المزدوجة .

د - حدد نوع التوافق .

س 12:مزدوجة أبعادها (6 n - H6 38 Ø) ملم . المطلوب :

أ - حساب لكل الثقب والعمود ما يأتي : N ، A o ، Au ، G ، K ، T .

ب - رسم المزدوجة. ج- تحديد نوع التوافق.

الفصل الخامس/ القشط

بعد الأنتهاء من دراسة هذا الفصل يجب أن يكون الطالب قادرا على أن

1- يتعرف على عملية القشط.

2- يتعرف على أنواع مكائن القشط.

3- يصنف اجزاء ماكينة القشط.

4- يميزأنواع العدد االمستعملة في عملية القشط.

5- يعدد عناصر عملية القشط.

6- يتعرف على حسابات عملية القشط.

7- يتعرف على أنواع العمليات التي تتم على ماكينة القشط.

5–1 عملية القشط

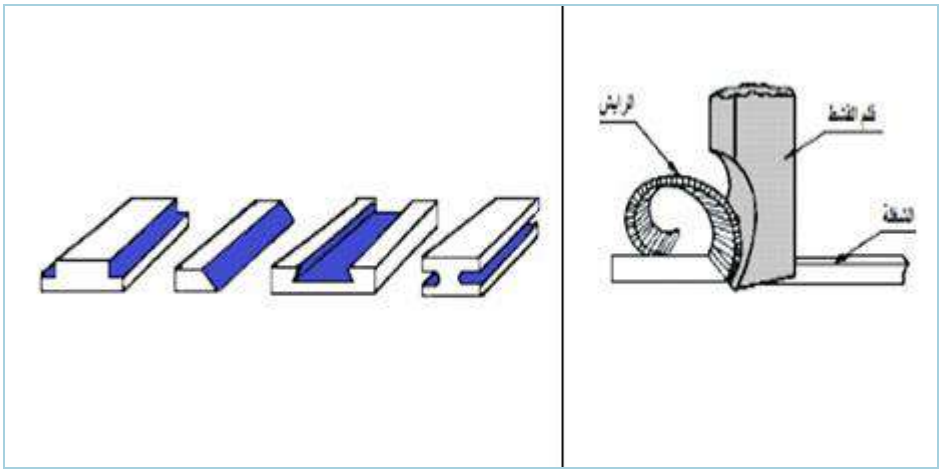
القشط :

هي عملية قطع وتشغيل السطوح المختلفة وتتم بحركة نسبية بين قلم القشط والشغلة باستخدام ماكينات القشط المتعددة الأنواع والأشكال.

المقشطة:

أحدى المكائن الأنتاجية لأزالة المعدن والتشغيل بالقطع لها أهمية كبيرة لتسوية سطوح المعادن وعمل مجاري وأعمال كثيرة. تتميز هذه الماكينة بأنها تتحرك بشوطين الأول يسمى شوط القشط (القطع) والثاني شوط الرجوع، ويتم القطع بوساطة عدة قطع ذات حد قاطع واحد تسمى بقلم القشط كما هو مبين في الشكل المرقم (5-1). يبين الشكل المرقم (5-2) أمثلة لشغلات مقشوطة، ولتقليل الوقت الضائع أثناء القطع تصمم ماكينات القشط بصورة تكون فيها السرعة عند شوط الرجوع أعلى من السرعة عند شوط القطع وبحوالي (1.5- 3) مرات.

أن العمل على المقاشط باختلاف أنواعها مقترن بصدمات تنتج ببداية كل شوط قطع وتكون هذه الصدمات أقوى كلما كانت الشغلة اكثر صلابة وكلما كان مقطع الرايش المزال وسرعة القطع أكبر. تسبب هذه الصدمات أنكسار اقلام القشط في كثير من الاحيان ولهذا تستعمل أقلام ذات مقاسات أكبر مقارنة بأقلام الخراطة، والعمل بسرعات قطع أقل. ومن العوامل الرئيسة الأخرى التي تمنع أستعمال سرعات عالية للقطع هي قوى القصور الذاتي الناشئة من الأجزاء المتحركة من الماكنة.



شكل (5-1) القطع اثناء عملية القشط

شكل (5-2) أمثلة لشغلات مقشوطة

الحركات الاساسية اللازمة لعملية القشط

1. الحركة الرئيسية الترددية المستقيمة (حركة القطع).

يقوم قلم القشط بهذه الحركة حيث يتحرك حركة مستقيمة ذهابا و أيابا ويسمى الشوط المزدوج، حيث تتم أزالة الرايش عند العمل خلال الشوط العامل (شوط القطع) فقط أما الشوط الراجع لا تتم فيه عملية القطع وأنما فائدتهُ لتبريد القلم وازالة رايش من الشغلة قبل الشوط المزدوج التالي، ويسمى هذا الشوط بالشوط العاطل، يبين الشكل المرقم (5-1) عملية القطع اثناء القشط.

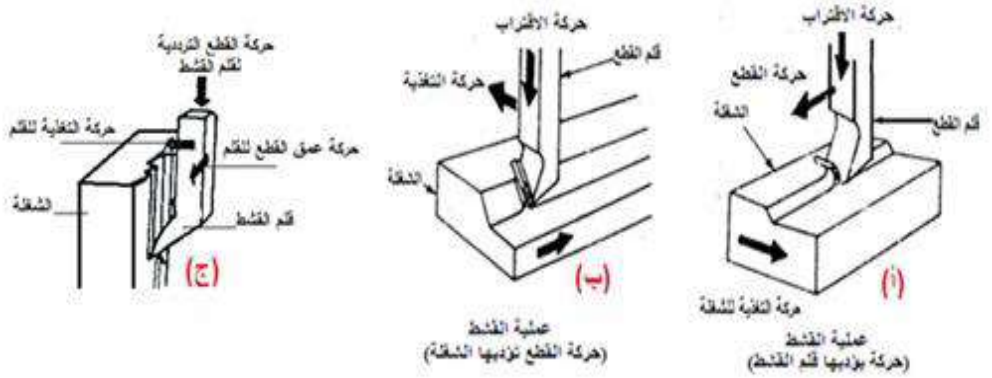
2. حركة التغذية.

تحدد هذه الحركة عرض الرايش ففي القشط الأفقي تتحرك القطعة المراد تشغيلها في أتجاه القلم أما في القشط العمودي يتحرك القلم باتجاه الشغلة، وتجري التغذية في نهاية الشوط العاطل عندما يكون القلم غير محمل بالرايش. يبين الشكل المرقم (5-3) ثلاث حالات (أ،ب،ج) لحركة التغذية أثناء القشط.

3.حركة التوزيع (عمق القطع).

وهي الحركة اللازمة لضبط مقدار المعدن المزال من الشغلة في شوط القطع، ويتم ذلك في القشط الافقي بوساطة أنزال القلم وفي القشط العمودي يتم بوساطة تحريك جانبي للشغلة.

تتم عملية القشط بحركة نسبية بين قلم القشط والشغلة فعند العمل على المقاشط النطاحة والنقارة يمارس قلم القشط حركة القطع والرجوع بينما تكون الشغلة المربوطة على طاولة المقشطة ثابتة الوضع وتمارس حركة التغذية العريضة فقط وفي بداية كل شوط قشط كمامبين في الشكل (5-3) (أ). وعند العمل على المقاشط ذات العربة تمارس الشغلة المربوطة على طاولة المقشطة (العربة) حركة القطع والرجوع بينما يبقى قلم القشط ثابتا ويقوم بحركة التغذية العرضية وعمق القطع فقط كمامبين في الشكل (5-3) (ب) .



الشكل (5- 3) يوضح الحركة النسبية بين الشغلة وقلم القشط و حركة التغذية اثناء القشط: (أ) المقشطة النطاحة (ب) المقشطة ذات العربة (ج) المقشطة النقارة.

2-5 أنواع ماكينات القشط

تصنف المقاشط حسب مكوناتها وطبيعة عملها الى الانواع التالية:

1-2-5 المقاشط النطاحة Shapers

2-2-5 المقاشط ذات العربة Planners

3-2- 5 المقاشط العمودية (النقارة) Slotters

1-2-5 المقشطة النطاحة Shaper

العمليات التي تتم على المقشط النطاحه:

1. تشكيل الأسطح المستوية.
2. .تشكيل الاسطح الرأسيه.
3. .تشكيل الاسطح المائلة.
4. .تشكيل المجاري.
5. تشكيل الاسطح غير المستوية.
6. قطع التروس.

تصنف المقشطة النطاحة Shaper الى ثلاثة انواع هي :

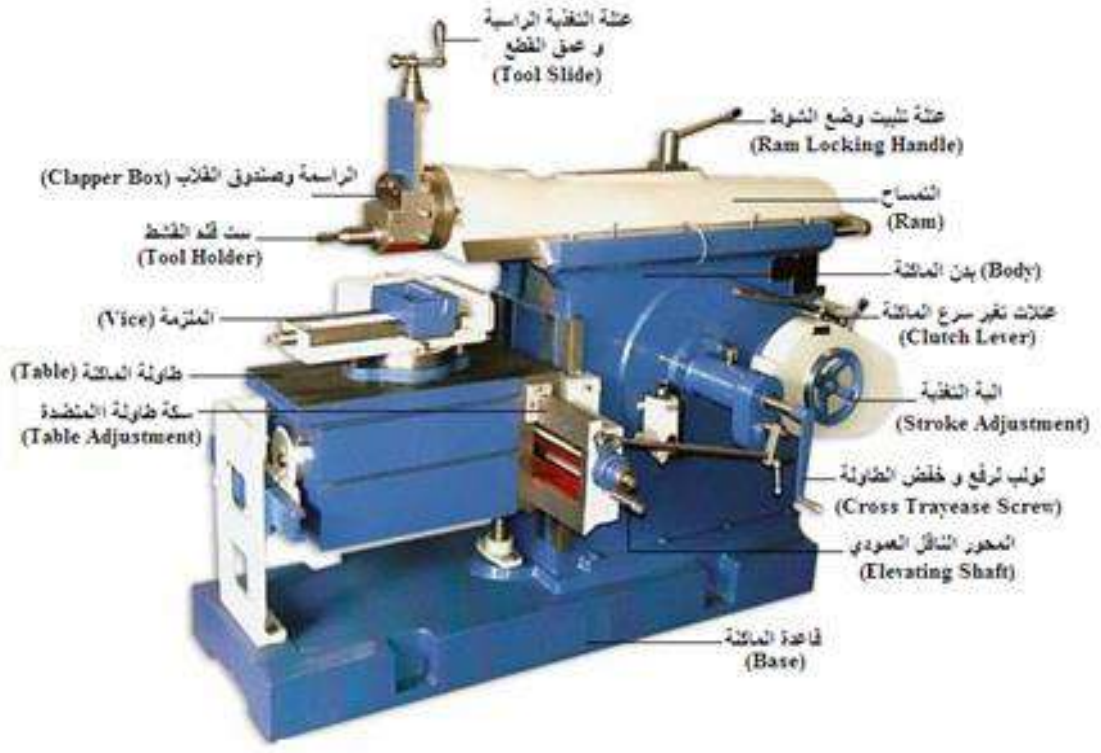
اولا- المقشطة النطاحة الميكانيكية Crank Shaper

ثانيا- المقشطة النطاحة الهيدروليكية Hydraulic Shaper

ثالثا- المقشطة النطاحة السحابة Gear Shaper

أولا-المقشطة النطاحة الميكانيكية Crank Shaper

الشكل رقم (5- 4) يوضح اجزاء المقشطة النطاحة و ادناه شرح لبعض الاجزاء.



شكل (5- 4) منظر خارجي لمقشطة نطاحة (Crank Shaper Machine) .

1- قاعدة الماكينة (المقشطة) Shaper Base

تصنع قاعدة المقشطة وبدن الماكينة والتمساح وطاولة الماكينة من حديد الزهر (الاهين) وتشكل الاساس الثابت الذي تبنى علية بقية اجزاء المقشطة. وهي مصممة بحيث تقوم بامتصاص جميع الاهتزازات الناتجة من جراء عمليات القشط، وتصنع هذهِ القاعدة عادة على شكل وعاء وذلك لمنع تسرب الدهون الى ارضية الورشة. وتربط هذهِ القاعدة ربطا محكما بارضية الورشة وذلك لجعلها اكثر ثباتا وصلاده لمنع الاهتزازات وتحمل الصدمات.

2- بدن المقشطة (جسم المقشطة) Shaper Body

يحمل الية الحركة الرئيسة بما في ذلك صندوق التروس والسرعات، والقابض وذراع المرفق والذراع والمتأرجح وبقية الية تحويل الحركة الدورانية الى حركة ترددية مستقيمة. وكذلك يضم الية التغذية الاوتوماتيكية، ويقوم البدن ايضا بحمل المحرك الكهربائي.

3-التمساح Ram

يكون شكلهُ نصف اسطواني ويقع التمساح في السطح العلوي من البدن ويتحرك حركة تـرددية افقية مستقيمة ويؤدي بذلك الحركة الرئيسة (حركة القطع)، ويحمل التمساح في مقدمتهِ الرأس الحامل لعدة القشط ، الشكل المرقم (5-5) يوضح راس التمساح.

يتكون رأس التمساح من الاجزاء المبينه في الشكل المرقم (5-5) وهي :-

1-مقبض التغذية الرأسية وتدريجة عمق القطع.

2- التمساح.

3- تدريجة بدرجات لقشط السطوح المائلة.

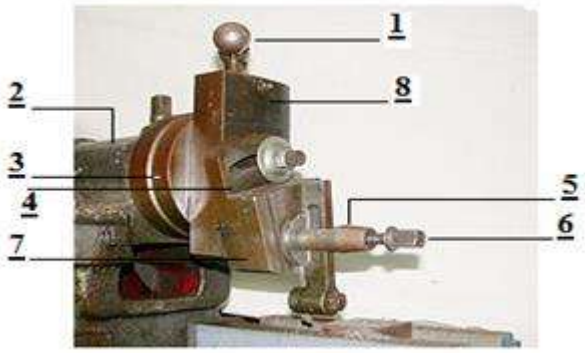
4- الصندوق القلاب والقلابة.

5- موضع قلم القشط.

6- بيت القلم.

7- مفصل (مرتكز الدوران).

8- الراسمة.



شكل (5-5) رأس التمساح.

الراسمة :

تستعمل في ضبط اعماق القطع المطلوبة وغالبا ماتتم هذهِ الحركة بطريقة يدوية بوساطة لولب خاص ومقبض، ويمكن ان تتم التغذية الرأسية بطريقة اوتوماتيكية .

الصندوق القلاب وحامل قلم القشط :

يربط الصندوق على راسمة التمساح ويمكن تدوير هذا الصندوق يمينا ويسارا خلال زاوية صغيرة. اما قلم القشط فيثبت في بيت القلم، ويربط القلاب على حاملة بطريقة مفصلية تمكنهُ من الدوران. فعند شوط العمل يضغط القلاب على حامل القلاب من جراء قوة القطع. وعند شوط الرجوع يرتفع القلاب قليلآ ويمنع بذلك الاحتكاك بين قلم القشط والشغلة الذي قد يؤدي الى تلف الحد القاطع والى تشوية السطوح المقشوطة.

4 - طاولة المقشطة Shaper Table

وتكون على شكل صندوق ، ويوجد على السطح العلوي والجوانب للطاولة مجاري على شكل حرف (U) والتي تستعمل لربط الشغلة، كما يوجد على احد جوانبها مجرى على شكل (U) يساعد على ربط الشغلات الاسطوانية المراد اجراء عملية القشط عليها . غالبا ماتزود بمسند لاجل حمل مقدمة الطاولة وذلك لتقليل الانحراف الذي قد يحدث من جراء ثقل الشغلة، او من جراء القوى الناتجة من عمليات القشط التي تعمل على دفع طاولة المقشطة الى الاسفل. يتم ضبط ارتفاع الطاولة قبل البدء بعملية القشط بطريقة يدوية، ومن الجدير بالذكرعند تغيير مقدار ارتفاع الطاولة يجب ان يتغير ايضا ارتفاع الكتيفة الساندة لمقدمة الطاولة، ويتم هذا بحل اللوالب (البراغي) وصامولات هذهِ الكتيفة وتحريك الطاولة الى الوضع الجديد ، ومن ثم تثبيت الكتيفة الساندة مرة اخرى وذلك بشد البراغي والصامولات الخاصة بها. تتم حركة التغذية بطريقة يدوية وذلك لاجل ضبط وضع الطاولة قبل البدء بالعمل، اما عند اجراء عمليات القشط فتتم حركة التغذية بطريقة اوتوماتيكية وتزود ماكنات القشط الكبيرة بمحرك كهربائي مستقل وذلك للقيام بالحركة الجانبية السريعة للطاولة .

5- المحرك الكهربائي Electric Motor

تعتمد قدرة المحرك الكهربائي على حجم المقشطة فهي تتراوح بين 3 - 5.5 كيلو واط في المقاشط الصغيرة، وبين 5.5 -- 7.5 كيلو واط في المقاشط الكبيرة الحجم. وتعد قدرة المحرك الكهربائي دليلا مناسبا على نوع العمل الذي ينتظر ان تقوم بة هذه المقاشط .

ثانيا- المقشطة النطاحة الهيدروليكية Hydraulic Shaper

يستعمل في هذا النوع من المقاشط أسطوانة هيدروليكية تأخذ مكانها في داخل هيكل الماكينة، كما هو مبين في الشكل المرقم (5-6) (أ). أن المحرك يقوم بأدارة مضخة الزيت التي تقوم بسحب الزيت من الخزان وضخه الى أجزاء الماكنة الأخرى. ومنه الى التمساح الذي يتحرك الى الأمام وبخط مستقيم وبعد أن ينعكس أتجاه حركة الزيت يتحرك التمساح الى الأتجاه الثاني، وتتم بذلك حركة القطع ثم حركة الرجوع.ان نوع مضخة الزيت المستعملة في هذا النوع من المقاشط هي مضخة ذات التروس كما هي مبينة في الشكل (5-6) (ب). ومن أهم مميزات المقشطة الهيدروليكية أو الطريقة الهيدروليكية الأتي:

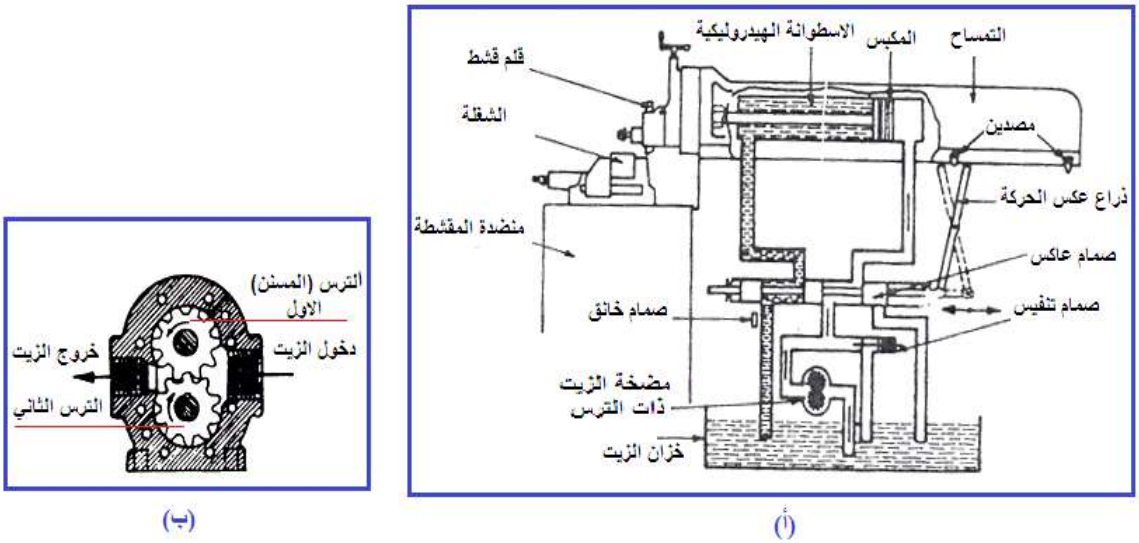
أ- يمكن الحصول على عمليات قشط أكثر أنتظاماً.

ب-القدرة على الأنزلاق في حالة زيادة الحمل.

ج-القدرة على تحمل الصدمات دون تلف عدة القطع أو الماكنة نفسها.

د-القدرة على تبديل السرعة خلال عمليات القطع.

هـ- تكون سرعة القطع والرجوع منتظمة وثابتة تقريباً خلال الشوط.



شكل (5-6) (أ): الأجزاء الرئيسة لمقشطة هيدروليكية نطاحة.

الشكل(ب): مضخة الزيت ذات التروس.

ثالثا- المقشطة النطاحة السحابة Gear Shaper

يختلف هذا النوع من المقاشط عن المقاشط النطاحة الاخرى ، من حيث ان قلم القشط يقوم بعملية القطع عندما يكون متحركاً الى ناحية بدن المقشطة وان عدة القطع تسحب او تجر الشغلة المثبتة على طاولة المقشطة خلال شوط العمل، ومن هنا جاءت التسمية، اما بالنسبة لقلم القشط فإنهُ لايختلف شيئاً عن اقلام القشط المستعملة في المقشطة النطاحة، غير إنهُ يربط بصورة معكوسة، اي ان درجة الحد القاطع يكون باتجاه بدن المقشطة، وهذا النوع من المقاشط يكون عادة كبير الحجم نسبياً ويستعمل بصفة خاصة في عمليات القطع الثقيلة ، حيث تكون الاجهادات على طاولة الماكنة قليلة.

استعمالات المقشطة النطاحة السحابة وميزاتها

تصلح المقشطة النطاحة للشغلات الصغيرة او المتوسطة الحجم ، ويمكن استعمالها في قشط سطوح لجوانب الشغلة، وفي بعض الاحيان تستعمل في فتح المجاري في ثقوب العجلات او الاطارات او المسننات. ويفضل هذا النوع من المقاشط عن البقية للاسباب الاتية :

أ ـ سهلة التشغيل واقل تعقيداً .

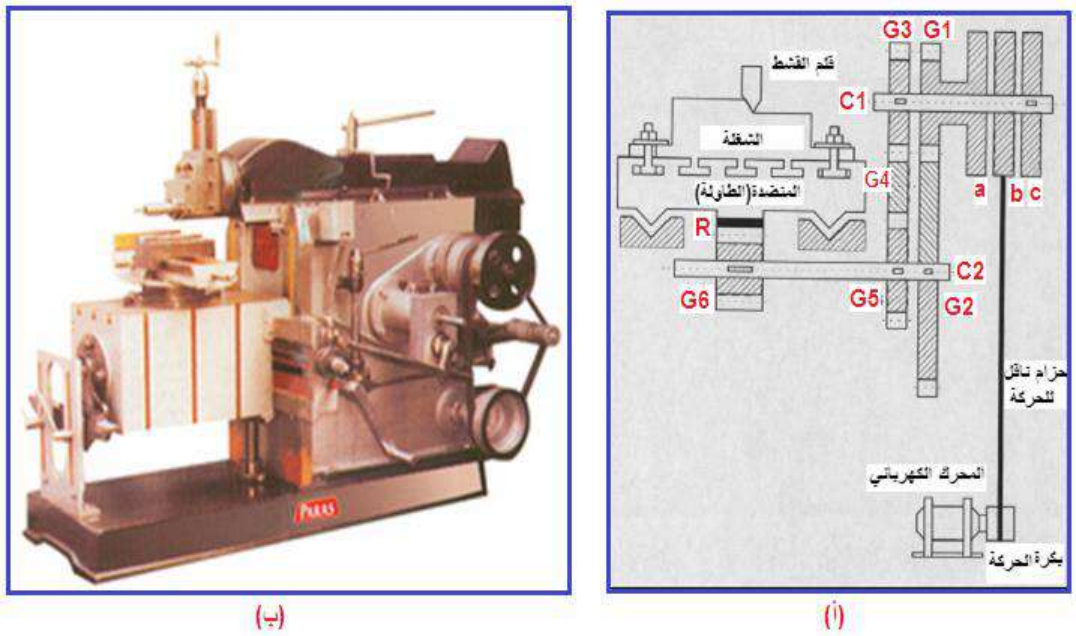
ب ـ تمتاز بسرعة عملها لقصر طول اشواطها .

ج ـ تمتاز برخص ثمنها وصغر حجمها فهي لا تشغل مساحة كبيرة في ورشة العمل.

د ـ تحتاج الى قدرة كهربائية اقل للتشغيل.

هـ ـ لاتحتاج الى مهارة عالية في التشغيل.

يوضح الشكل (5-7) (أ) المخطط الداخلي لمقشطة السحابة وآلية الاشتغال وهي كما يلي:



شكل (5-7) (أ)مخطط داخلي للمقشطة السحابة (ب) الشكل العام الخارجي للمقشطة السحابة .

بدء الحركة عن طريق المحرك الكهربائي (Motor) الذي يربط به حزام ناقل للحركة (Belt) الذي يدور بكرة الحركة (Pulley) (c) أو (a) وذلك يعتمد على طول شوط الماكنة.في شوط القشط فالحركة تنتقل من من بكرة الحركة (a) الى المحور (C1) وبذلك تنتقل الحركة الى المسنن (G2) عن طريق المسنن (G1) الذي يكون ملحوم مع البكرة (a).ان المسنن (G2) مربوط بوساطة البراغي مع المحور (C2) و بذلك فالحركة تنتقل الى المسنن (G6) لذلك تصل الحركة الى منضدة القاشطـــــــه (Table) عن طريق الحامل (R).اما للحصول على حركة التي تنتج منها شوط الرجوع،فالحركة تتحول من البكرة (b) الى البكرة (c) التي تكون مربوطة مع المحور (C1) هذا المحور يكون في حا لة دوران وبذلك تنتقل الحركة من المسنن (G3)الى المسنن (G5) عن طريق المسنن (G1) وبذلك تنتقل الحركة من المسنن (G6) الى منضدة المقشطة.الشكل (5-7) (ب) يبين شكل المقشطة السحابة من الخارج.

2-2-5 المقشطه ذات العربة Planners Machine

الشكل المرقم (5-8) يوضح الشكل الخارجي للمقشطة ذات العربة وفيها تتحرك الشغلة حركة ترددية أفقية وهى مثبتة على العربة ويمكن تحديد طول المشوار للعربة حسب طول الشغلة، وتتحدد مواصفات هذه المقشطة بأقصى مسافة تتحركها العربة وبأقصى ارتفاع للشغلة. وهي من انواع المقاشط التي تستعمل للاشغال الكبيرة الحجم نسبيا وانتاج بعض الشغلات التي يصعب انتاجها على المقشطة النطاحة ويمكن تصنيف المقاشط ذات العربة حسب هيكلها الى :

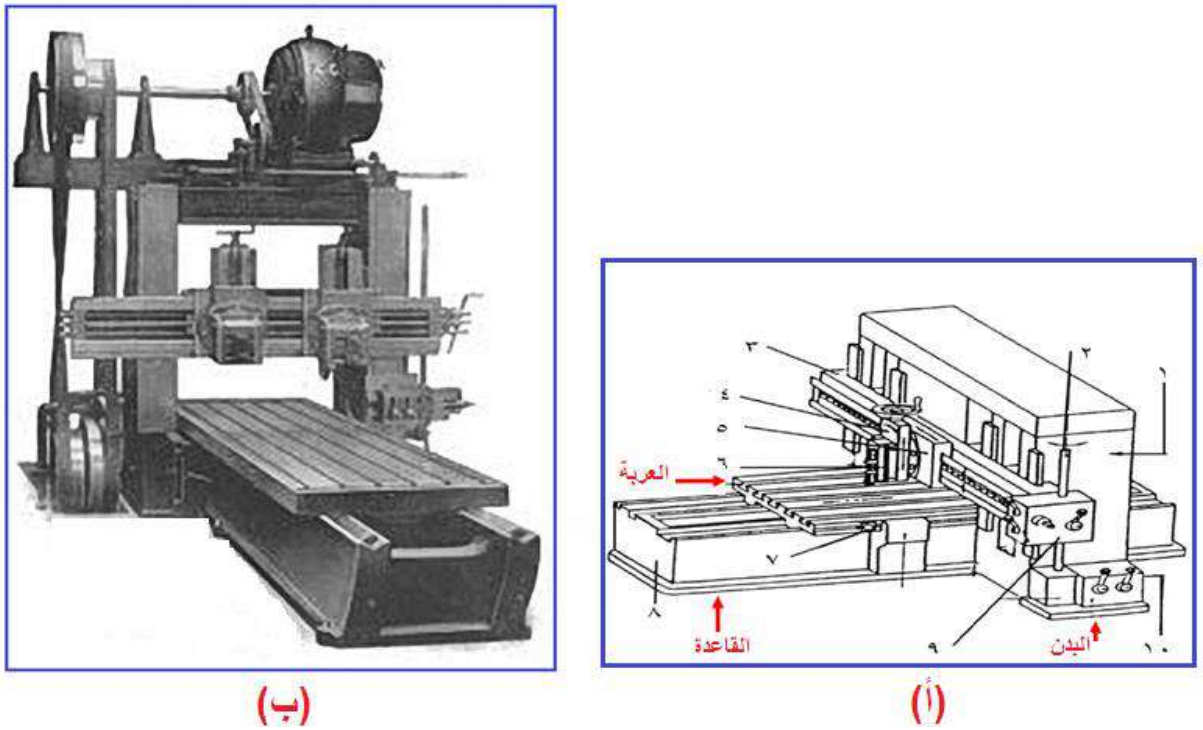
أ- مقاشط العربة ذات القائمين (ذات النصابين)

وتحوي عادة على القائمين، هذا النوع يتكون من قائميين يحوي كل واحد منهم على العارضة الافقية والرؤوس الحاملة لقلم القشط.

ب - مقاشط العربة ذات القائم الواحد (ذات النصب الواحد)

والتي تسمى احياناً القاشط المفتوحة الجانب، وفائدة هذا النوع من المقاشط هو تشغيل الاشكال غير المنتظمة والكبيرة الحجم نسبياً .

ويمكن القول ان المقشطة ذات العربة تحمل نفس اجزاء المقاشط الاخرى كما يوضح ذلك الشكل (8-5) (أ) الذي يبين المخطط للاجزاء المقشطة العربة،اما الشكل (ب) يوضح الشكل العام الخارجي للمقشطة.



شكل (8-5) المقشطة ذات العربة (ا) اجزاءها (ب)الشكل العام الخارجي

لتوضيح التاشيرات على الشكل (8-5) (أ) وهي كما يلي:

1-الهيكل العمود (القائم العمودي) 2-عمود التحكم في التغذية 3-العارضة 4- راس حامل قلم القشط 5- السرج المتحرك عرضيا 6- حامل قلم القشط 7- مقيد الحركة (مصد) 8- الهيكل الافقي (الفرش) 9- السيطرة على التغذية 10- موضع الاتصال مع المحرك الكهربائي.

القاعدة:

هي الجزء السفلي للمقشطة والتي ترتكز عليها بقية أجزاء الماكينة .

الهيكل الافقي (الفرش):

وهو الجزء الذي يحمل الشغلات ويكون عادة كبيرا نسبيا وتجد أعلاه سكتين على شكل حرف (U) كدليلين لحركة عربة المقشطة، و يقوم بحمل العربه على دليلي انزلاق .

البدن:

وهي هيكل ثقيل الوزن ويكون ذا قائمين محمولين على جانبي الفرش وموصلين ببعضهما بوساطة جسر، وهذا ن القائمان يحملان العارضة الأفقية التي تحمل الرأس الحامل لعدة القشط .

العربة :

وهو الجزء الذي يقوم بالحركة الترددية المستقيمة الأفقية، ويتوفر في العربة مجاري على شكل حرف (T) ومسننات وثقوب ومعدات كلها تستعمل لربط الشغلات. وتتحرك العربة بواساطة تعشيق مسننات وجريدة مسننة أو بطريقة هيدروليكية.

السرج (Saddle):

يمكن أن يكون للمقشطة العربة عدد من المنزلقات السروج يصل الى أربعة، اثنان على العـــــــارض وواحدعلى كل قائم. ويمكن تحريك منزلقات سروج العارضة أفقيا ومنزلقات القوائم راسيا أما للتغذية أو للحركة السريعة لضبط وضع السرج.

رأس العدة او راس حامل قلم القشط (Tool Head)

ويركب على السرج بحيث يمكن ضبط أتجاه حركته عند أي زاوية و يقوم بتأدية حركة التغذية أو الحركة السريعة في الأتجاه الطولي.

الفرق بين المقشطة العربة (Planer) والمقشطة النطاحة (Shaper)

أ- تستعمل المقشطة العربة في الشغلات الكبيرة اما المقشطة النطاحة تستعمل في الشغلات الصغيرة.

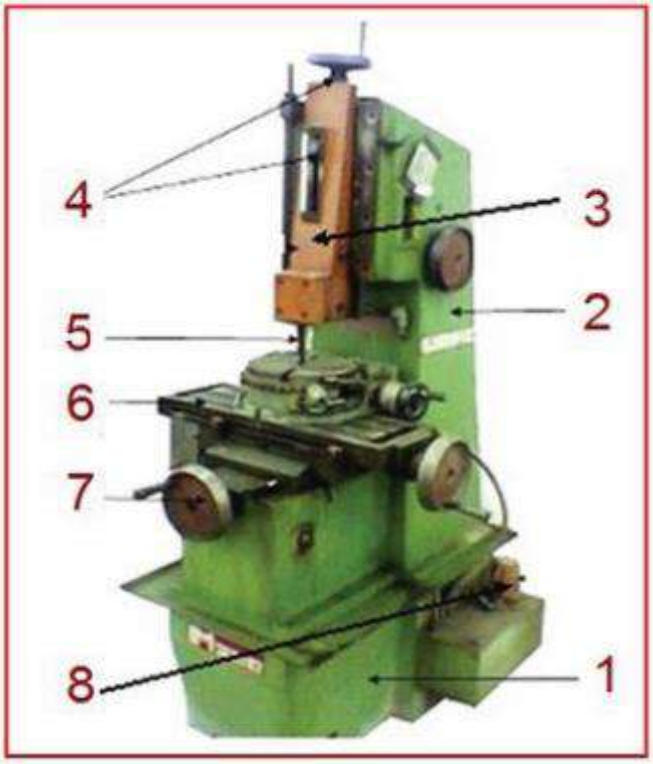
ب- في المقشطة النطاحه القلم يتحرك والشغله ثابته (يعني حركة القطع تتم عن طريق القلم) ، أما في المقشطة ذات العربه الشغله تتحرك والقلم ساكن.

ج- في المقشطة النطاحه يتم القطع بقلم واحد، أما في المقشطة ذات العربه يتم القطع بعده اقلام قطع.

د- في المقشطة النطاحه القطع يتم في مشوار واحد، أما في المقشطة ذات العربه احيانا يكون القطع في مشوار القطع والرجوع.

3-2-5 المقشطة العمودية (النقارة) Slotters Machine

المقشطة العمودية يتحرك فيها الحد القاطع (قلم القطع) حركة ترددية رأسية ولهذا سميت بالمقشطة الرأسية تتحدد هذه المقشطة بأقصى مسافة يتحركها التمساح و بأقصى ارتفاع عندما تكون صينية المقشطة فى أدنى مستوى لها. وتستعمل المقشطة العمودية في تسوية السطوح وفتح المجاري الداخلية في الثقوب الرأسية وفتح الاسنان الداخلية والخارجية في التروس الكبيرة . لقد قل استعمال المقشطة العمودية الى درجة كبيرة بعد ظهور ماكنة التفريز الرأسية. ومن اهم اجزائها هي القاعدة، الفرش، البدن، التمساح، الطاولة، الرأس الحامل لقلم القشط، المحرك الكهربائي وفيها يتحرك التمساح بصورة عمودية على مستوى الطاولة المثبتة عليها الشغلة التي تمارس حركة التغذية وحركة عمق القطع، ويمكن لطاولة المقشطة ان تدور حول محورها كما يمكن أن تتحرك حركة طولية واخرى عرضية. الشكل المرقم (5-9) يوضح الشكل الخارجي للمقشطة العمودية وأجزائها.



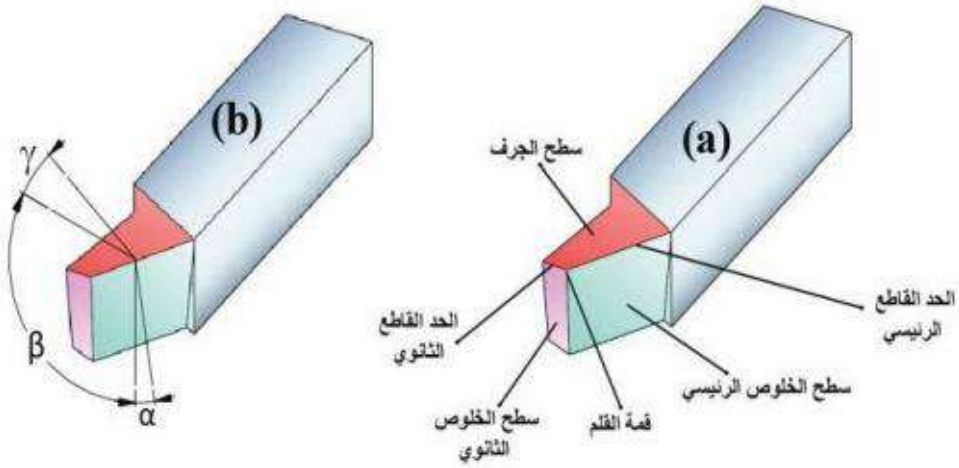
الشكل (5-9) الشكل الخارجي للمقشطة العمودية وأجزائها

1- القاعدة 2- الجسم (الهيكل) 3- التمساح (الرأس العمودي) 4- لولب لتحديد موقع الشوط

5 - حامل أداة القطع 6- الطاولة 7- لولب الإزاحة الطولي 8- مضخة سائل التبريد

3-5 أقلام القشط (Tools Bit)

قلم القشط هو أداة لقطع المعادن تستعمل في المقاشط، وتتعرض الحدود القاطعة أثناء عملية القطع الى ضغط وحرارة عالية تتراوح ما بين (800 - 600) درجة مئوية مما يؤدي الى تآكلها، ونتيجة لذلك تنخفض فاعلية الحَد القاطع ومن ثم يتثلم مما يستدعي إعادة شحذه. الشكل (5-10) يوضح أسطح قلم القطع، أن أقلام القشط تشبة اقلام الخراطة من حيث الشكل وتحمل الرموز نفسها، فهي تتكون من (الحد القاطع الرئيسي و الثانوي، سطح مسار الرايش، أسطح الخلوص وكذلك جسم البدن). تكون أقلام القشط المستعملة في المقشطة ذات العربة في العادة مشابه تماما لنظيرتها المستعملة في المقشطة النطاحة من حيث شكلها الهندسي ومعدنها. ولكن نظرا للأعمال الثقيلة والشغلات الكبيرة الحجم نسبيا التي تقوم بها المقشطة ذات العربة، تكون هذة الاقلام ذات مقطع اكبر وذلك لتحمل الصدمات وقوى القطع الكبيرة.



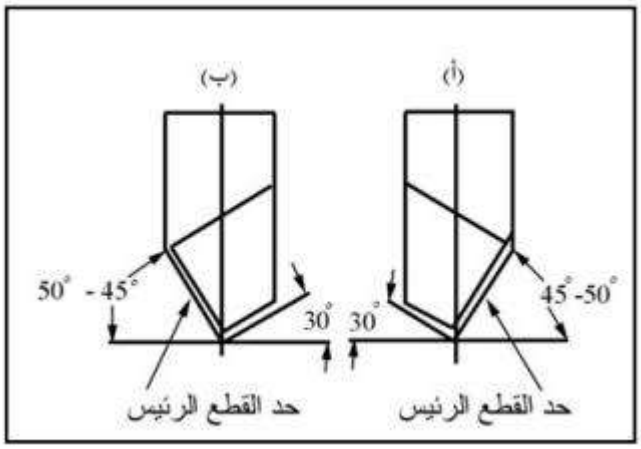
الشكل (5-10) أسطح قلم القطع

α: زاوية الجرف. β: زاوية الموشور. γ: زاوية الخلوص.

1-3-5 تصنيف أقـلام القشط

تصنف اقلام القشط (الايمن اوالايسر) حسب اتجاه الحد القاطع الرئيس، ولتمييز ذلك يمسك قلم القطع باليد وبالوضع الذي يركب فيه على المقشطة وينظر اليه بإتجاه عمودي. فإذا كان الحد القاطع الرئيس على يمين الناظر يُسمى قلم قشط يميني كم في الشكل (5-11 أ) واذا كان الحد القاطع الرئيس على يسار الناظر يُسمى قلم قشط يساري كما في الشكل (5-11 ب). كما يمكن ان تصنف أقلام القشط

حسب شكل النصاب بالنسبة للرأس القاطع الى اقلام قشط مستقيمة او منحنية. وهناك اشكال مختلفة لاقلام القشط تختلف حسب استخداماتها في عمليات القشط المختلفة ومنها اقلام قشط للسطوح مستوية او أقلام قشط للسطوح الجانبية او فتح مجاري او اقلام قشط تخشين او قشط تنعيم.



الشكل (5-11) كيفية معرفة قلم القشط يميني أو يساري

(أ) قلم قشط يميني (ب) قلم قشط يساري

5-3-2 مواد أقلام القشط

تصنع اقلام القشط على اختلاف شكلها و حجمها من المواد التالية:

أ ـ فولاذ السرعات العالية (High-Speed Steel Tool Bits-HSS)

ويتكون من سبيكة التنكستن والمولبيدنيوم والفناديوم والكوبلت ويستعمل هذا النوع من الأقلام لقشط الصلب الطري (Low Carbon Steel) على سبيل المثال.

ب ـ الكربيدات (Carbide Tool Bits)

وتشكل على هيئة لقم (قطع صغيرة) يتم لحامها أو تثبيتها على حوامل و يستعمل هذا النوع من الأقلام لقشط المعادن الصلدة.

ج ـ الماس الصناعي (Arteficial Diamond)

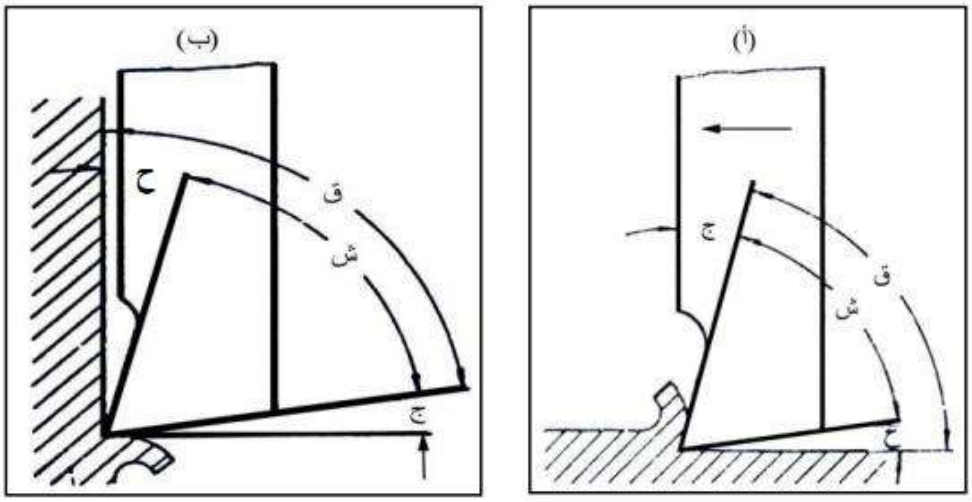
ويصنع على شكل قطع صغيرة كما هو حال الكربيدات ويثبت على اداة القطع، ويستعمل هذا النوع من الأقلام لقشط الفولاذ السبائكي والفولاذ الصلد .

3-3-5 زوايا أقلام القشط

يبين الشكل (5-12) الزوايا الرئيسة لقلم القشط في القشط الافقي والقشط العمودي حيث أن :-

ج:زاويه الجرف الخلفي (الرايش). ش: زاوية الموشور (الخابور).

ح :زاويه الخلوص (الحرة). ق: زاويه القطع .



الشكل (5-12) زوايا قلم القشط الافقي والقشط العمودي .

بمقارنة أقلام القشط الافقي والعمودي نلاحظ اختلاف كل من زاويتي الجرف والخلوص، فبينما تكون زاوية الخلوص (ح) في القشط الافقي صغيرة تراها تكبر في القشط العمودي، أما زاوية الجرف (ج) الكبيرة في القشط الافقي فإنها تصغر في حالة القشط العمودي وتكون كما يأتي:

الزاويه (ح) في الوضع العمودي = الزاويه (ج) في الوضع الافقي

بينما الزاوية (ج) في الوضع العمودي = الزاويه (ح) في الوضع الافقي.

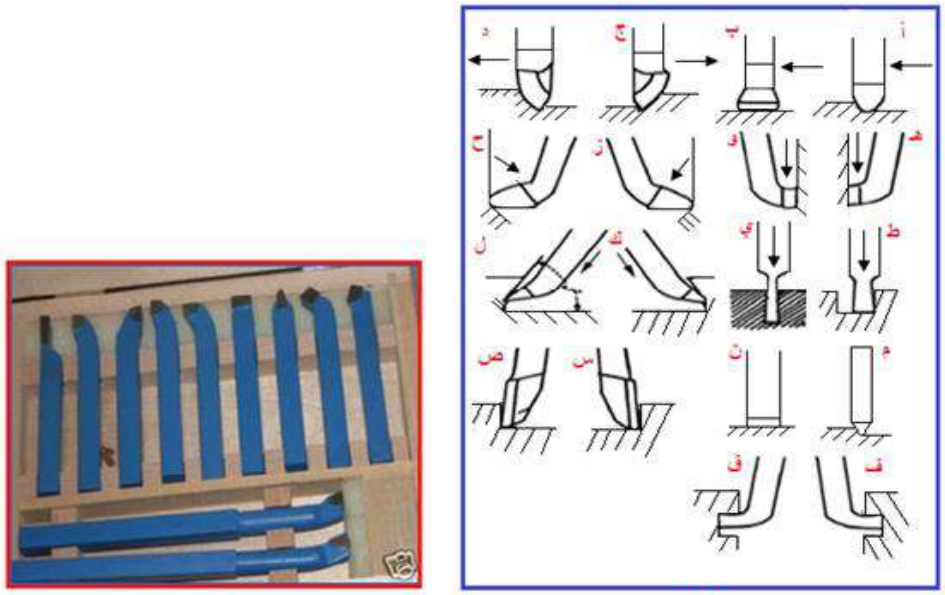
ويوضح الشكل (5-13) جدول قيم زوايا أقلام القشط.

المعدن	الزاوية الخلوص(ح)	زواية الموشور (ش)	زواية الجرف (ج)
فولاذ 37 كغ/مم²	8	68	14
فولاذ 5.كغ /مم²	8	0.7	12
فولاذ 7.كغ /مم²	8	0.7	12
فولاذ أكثرمن7. كغ/مم²	8	72	0.1
نحاس	8	64	تقريبا صفر
برونز	8	82	تقريبا صفر

الجدول (5-13) قيم زوايا أقلام القشط .

5-3-4 أشكال أقلام القطع

يبين الشكل (5-14) بعض الأقلام المستعملة في عمليات القشط . فمثلا ، يستعمل القلم (أ) للقشط العميق في معدن الزهر ، والقلم (ب) تستعمل في قشط التنعيم ، ويستعمل القلمان(ج ، د) في قشط التخشين للسطوح المائلة للصلب أو الحديد المطاوع و يساري يميني ، أما القلمان (هـ،و) يستعملان في عمليات القشط الخفيف ، ويستعمل القلمان (ز)، (ح) في القشط الرأسي والمائل اليميني أو اليساري، والقلمان (ط) و (ي) في فتح المجاري العريضة و الضيقة لقطع العمل على التوالي. أما القلمان (ك)، (ل) ففي تشكيل الزوايا والقلمان (م) ، (ن) تستعملان في تنعيم السطوح الرأسية ، كما يمكن استعمالهما في عملية قشط التنعيم الصلب. وتستعمل القلمان (س) ،(ص) في التنعيم الرأسي والمائل، بينما يستخدم القلم (ف) و(ق) لفتح المجاري الجانبية والمشقبيات في السطوح الرأسية واليمنية والشمالية.



(ب) (أ)

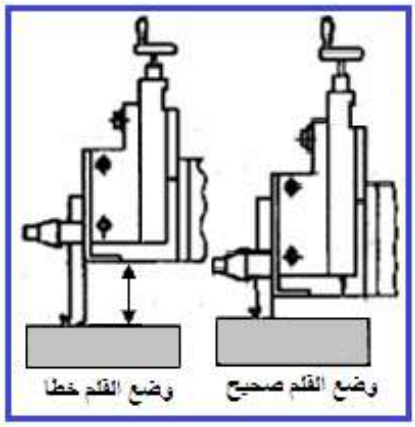
الشكل (5-14) (أ) يبين بعض الأقلام المستعملة في عمليات القشط (ب)صوره حقيقة لاقلام القشط

5-3-5 تعليمات طريقة ربط أقلام القشط على المقشطة النطاحة

عند ربط اقلام القشط على المقشطة يجب مراعاة النقاط الاتية :

1- يجب ان لايبرز قلم القشط عن الحامل الا بالقدر الضروري فزيادة بروز القلم تؤدي الى زيادة تقوسة وتذبذبة وبالتالي الى كسرة ويؤدي الى تقليل عمق القطع فيصبح السطح خشنا باستمرار العمل. بصورة عامة لاتزيد المسافة بين التمساح وسطوح الشغلة المراد قشطها عن 5 mm. ويوضح الشكل المرقم (5-15) الطريقتين الصحيحة والخاطئة لربط قلم القشط على المقشطة

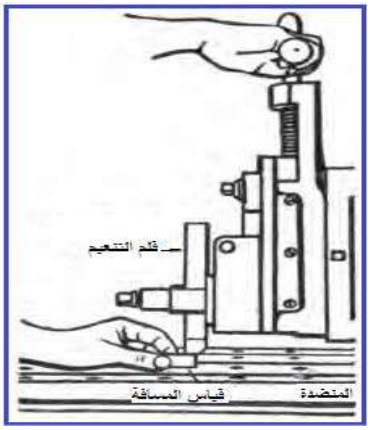
النطاحة. أن هذا الوضع لايؤدي الى حفر الشغلة، فضلاً عن كونهِ يساعد على أرتفاع القلاب ومعهُ قلم القشط عن الشغلة أثناء شوط الرجوع.



الشكل (5-15) وضعية تثبيت قلم القشط

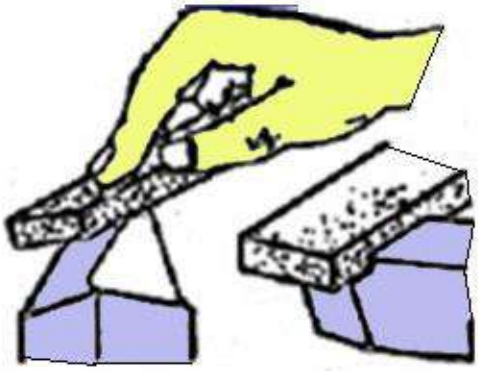
2- يجب ان يثبت قلم القشط في حامله بصورة محكمة، وذلك لتحمل الصدمات الناتجة اثناء عمليات القشط ويحظر تماماً الاستعانة بطرقات مطرقة للتثبيت.

3- تتم عملية ضبط المسافة بين سطح الشغلة المراد قشطها والحد القاطع لقلم القشط بطريقة رفع طاولة المقشط او خفضها عادة بدلا من تحريك الراسمة الى الاعلى او الى الاسفل بحيث يقع السطح العلوي لقطعة العمل أسفل الحد القاطع لقلم القشط ببضعة ملليمترات. كما موضح في الشكل (5-16).



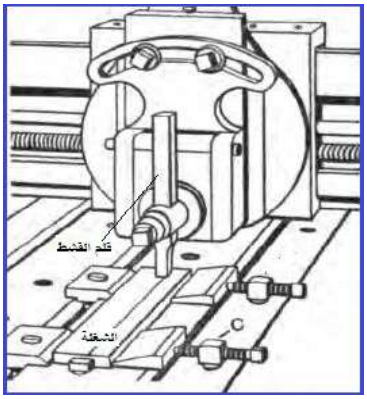
الشكل (5-16) ضبط المسافة بين المشغولة والحد القاطع

4 - يجب فحص حد القطع الرئيس بالنسبة لجودة تجليخة. فإن أقلام القشط المثلمة تنتج سطوح رديئة وتسخن بسرعة وتتوهج حدود قطعها الشكل (5-17) يوضح عملية اعادة حد القاطع الرئيسي الى وضعة الجيد.



الشكل (5-17) حد القاطع الرئيسي.

5 - يثبت قلم القشط في حامل القلم بصندوق القلاب للمقشطة بحيث تكون ساقه عمودية على سطح المشغولة كما في الشكل (5- 18) .



الشكل (5-18) يبين تثبيت قلم القطع عموديا.

6- قشط السطوح الأفقية: في حالة قشط السطوح الأفقية، تتم حركة عمق القطع بواسطة أنزال الرأسمة الى العمق المطلوب، أما التغذية العرضية فتتم بتحريك طاولة المقشطة يدوياً أو أوتوماتيكياً.

7- قشط السطوح العمودية: تجري عملية قشط السطوح العمودية على المقشطة النطاحة بضبط وضع الراسمة بشكل عمودي، ثم يضبط وضع الصندوق القلاب بحيث يكون رأسهُ العلوي بعيداً عن سطح الشغلة المراد قشطها، ويجب أن يكون مقدار الأنحراف هذا بالقدر الذي يسمح لقلم القشط بالأبتعاد عن الشغلة المراد قشطها خلال شوط الرجوع. أما حركة التغذية في هذهِ الحالة فتكون أفقية والى الأمام وتتم عن طريق الراسمة وبصورة يدوية عادة، أما حركة عمق القطع فتكون عن طريق الطاولة الحاملة للشغلة.

8- قشط السطوح المائلة: تتم عملية قشط السطوح المائلة على المقشطة النطاحة بضبط وضع الراسمة، حيث أن هذهِ الراسمة يمكنها الأنحراف بأي زاوية مطلوبة مثل الراسمة العليا للمخرطة. وبنفس الوقت يجب ضبط وضع الصندوق القلاب بحيث يكون رأسهُ العلوي بعيداً عن سطح الشغلة في

شوط الرجوع. تتم حركة التغذية عن طريق الرأسمة وبصورة يدوية عادة أما حركة عمق القطع فتكون عن طريق طاولة المقشطة الحاملة للشغلة وكما في قشط السطوح العمودية.

4-5 طريقة ربط الشغلات على المقشطة

تربط الشغلة على طاولة المقشطة بصورة مباشرة او غير مباشرة حسب ظروف العمل وحجم الشغلة المراد قشطها .فالشغلات الصغيرة الحجم تربط في ملزمة الماكينة. اما الشغلات الكبيرة الحجم فتربط على طاوله المقشطة مباشرة بوساطة مسامير ربط ملولبة وقطع منزلقة وقطع مساعدة وساندة. وتكون الطاولة مزودة بمجاري على شكل حرف (T) خصيصا لهذا الغرض. ويمكن تلخيص ربط المشغولات الى نوعين :

(أ) ربط الشغلات الصغيرة بواسطة الملزمة .

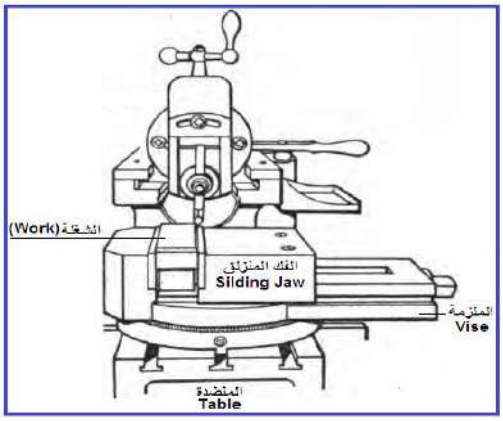
الشكل (5-19) يوضح طريقة ربط الشغلات الصغيرة وتكون الملزمة قابلة للدوران ولها امكانية التثبيت على سطح الطاولة ويراعى عند استعمال الملزمة مايأتي :

1- ان الطاولة خالية من الاوساخ وبقايا الاعمال السابقة قبل ربط وتثبيت الملزمة

2- التأكيد من فكي الملزمة بوضع جيد وعمودي ومتجانس وعدم بروز الشغلة الا بمقدار ضئيل.

3- عدم استعمال القوة او المطرقة لشد الملزمة لان ذلك يؤدي الى تلف اسنانها او قد يؤدي الى كسر بدن الملزمة.

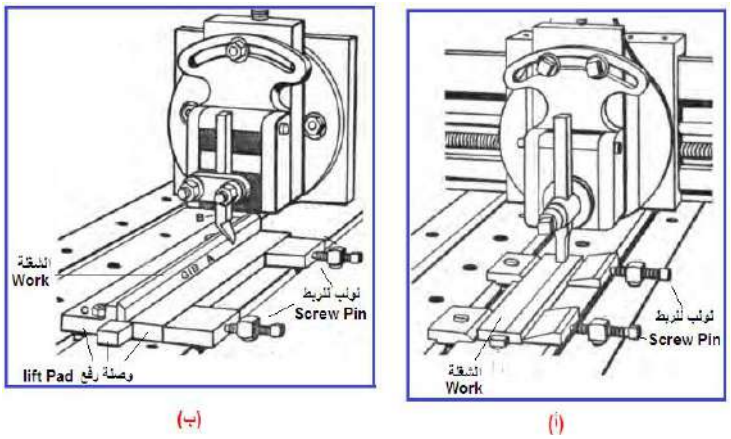
4- يستعمل الطرق الخفيف لخفض الشغلة عند الشد بعد أرتفاعها نتيجة القوة المستعملة.



الشكل (5-19) يبين ربط الشغلات الصغيرة.

(ب) ربط الشغلات الكبيرة على طاولة المقشطة مباشرة.

تربط قطع العمل الكبيرة او غير المتجانسة نسبيا على المقشطة مباشرة، ويستعمل لذلك قطع ربط ومسامير ملولبة ومساند وقطع رابطة.كما هو واضح في الشكل (5-20)(أ) و (ب).



الشكل (5-20) طريقة ربط الشغلات الكبيرة (أ) ربط بمساعدة لولب الربط
(ب) ربط بمساعدة لولب الربط و وصلة الرفع.

5-5 عناصر القطع والتشغيل في عمليات القشط

القوى المؤثرة على قلم القشط :

يؤثر الحد القاطع لقلم القشط على الشغلة بقوة معينة، وترد الشغلة بقوة مساوية في المقدار ومعاكسة في الاتجاة لقوة الحد القاطع ، ويعتمد مقدار القوة المؤثرة هذه واتجاهها على عوامل عديدة اهمها: خواص معدن الشغلة المراد قشطها وظروف عملية القطع ومقدار قطع قلم القشط ،فضلا عن اعتمادها على سرعة القطع وعلى مساحة مقطع الرايش المراد ازالتة (الشظايا) وعلى نوعية سوائل التبريد المستعملة في عمليات القشط .

دقة سطوح التشغيل على المقاشط :

تنقسم عمليات القشط من حيث دقتها الى عمليات تخشين الغرض منها ازالة اكبر كمية من الرايش في اقصر وقت، ثم تتبعها عمليات الانهاء السطحي للوصول الى الابعاد النهائية بدرجة معينة من الدقة والنعومة. وتعتمد السطوح المشغلة في دقتها على درجة استواء الحركة الترددية وجودة السطوح للفرش (نعومة السطح)، كما تعتمد على المقشطة نفسها من حيث استواء سطوح الانزلاق وجساءة المقشطة نفسها ومقاومتها للانحراف او الميلان تحت تأثير قوى القطع ووزن الشغله. ويمكن المحافظة على سطوح الانزلاق بالصيانة المستمرة (التزييت وازالة الاتربة والرايش) وفحص من وقت لاخر، كذلك عدم تعريض المقشطة لقوى قطع كبيرة او تحميلها باشغال كبيرة اكثر من المصممة لها.ويتوقف استواء السطوح ايضاً على الشغلة نفسها وطرق تثبيتها، اذ ان تثبيت الشغلة على المقشطة يجب ان يسمح لها بالانحراف او التشكيل تحت تأثير قوى القطع او قوى التثبيت المختلفة .كما ان التقيد بمقادير التغذية واعماق القطع المناسبة له اثر كبير في جودة السطوح المشغلة .

اهم عناصر وحسابات اشتغال المقاشط بكافة انواعها هي سرعة القطع، التغذية و عمق القطع وسيتم دراسة هذه العناصر في ضوء الآتي:-

1-5-5عناصر القطع والتشغيل في عمليات القشط

يتضمن زمن عملية القشط مايلي :

أ - زمن التجهيز .

ب - زمن التحميل .

ج - زمن القطع .

أ - زمن التجهيز :

هو الزمن اللازم لتجهيز الماكنة بالعدد القاطعة اللازمة وتثبيتها في أماكنها وضبط السرعة والتغذية اللازمة، وكذلك ضبط الشوط. ويقدر هذا الزمن بحوالي 20 دقيقة في الحالات الاعتيادية اما اذا كانت الشغلة تحتوي على سطح مائل يلزم قشطة ضبط الراسمة فيضاف الى زمن التجهيز عشر دقائق لغرض ضبط الراسمة بزاوية الميل وتثبيتها بدقة تامة . اما في حالة المشغولات التي لاتتطلب الدقة فيكتفي بدقيقتين فقط .

ب - زمن التحميل :

هو الزمن المصروف لرفع الشغلة ووضعها على الطاولة المقشطة وتثبيتها بصورة جيدة استعدادا للقطع ثم اعادتها الى محلها بعد الانتهاء من تشغيلها . ومن الصعب تحديد قاعدة لحساب زمن التحميل، ويقدر زمن التحميل في المقشطة النطاحة عند ربط الشغلة في ملزمة الماكنة بدقيقة واحدة، اما في حالة الشغلات الثقيلة وعند استعمال المقشطة ذات العربة فان زمن التحميل يكون كبير يصل الى (40 دقيقة) أوأكثر.

ج - زمن القطع :

هو الزمن اللازم لعملية تغير شكل الشغلة وقياساتها وسطحها ، ويرمز لة بالرمز (T) ويقدر بالدقائق .

5-5-2حسابات ومعادلات عملية القشط

يوضح الشكل (5-21) عملية حركة قلم القشط مع حاملة القلم خلال عملية القشط على الشغلة مع كافة الابعاد و التاشيرات.

طول الشوط Stroke Length:

يعتمد ضبط طول الشوط على طول قطعة الشغلة (L) المراد قشطها ،وعلى المسافة التي يجب أن تتجاوزها اداة القطع للسطح المراد تشغيلة ، وتقسم هذة المسافة الى جزأين هما :

- قبل عملية القطع(خلوص البداية L_1) وتقدر بحوالي (10- 15) ملم .
- بعد عملية القطع (خلوص النهاية L_2) وتقدر بحوالي (7 - 10) ملم .

علما ان طول الشوط المزدوج (L_D) هو مجموع طول شوط القشط (L_s) مضافا الية شوط الرجوع (L_s).

أذن طول الشوط = طول الشغلة مضافاً الية الخلوص البداية وخلوص النهاية

$$L_S = L + L_1 + L_2$$

$$L_D = Ls + Ls = 2Ls$$

عرض القشط (WS) Planning Wide

هي المسافة العمودية على اتجاة حركة القشط ويتألف من عرض الشغلة (W) ملم مضافا اليه خلوص عرض البداية (W_1) ملم وخلوص عرض النهاية (W_2) ملم.

$$W_S = W + W_1 + W_2$$

سرعة شوط القطع (V_c) Cutting Speed

تعرف سرعة القطع اثناء شوط العمل بأنها طول الرايش المقطوع في الدقيقة ووحدتها متر/دقيقة، وتكون سرعه القطع قليلة كلما زادت صلادة المعدن المراد تشغلية، علاوة على أن قوى القصور الذاتي الناشئة من تحريك النطاحة تمنع من استعمال السرعات العالية. وكذلك تعرف سرعة القطع أو سرعة مشوار القطع لتمساح أو عربة المقشطة .

$$Vc = Ls.Vm$$

Vm= سرعة الماكنة (شوط مزدوجاً / دقيقة)

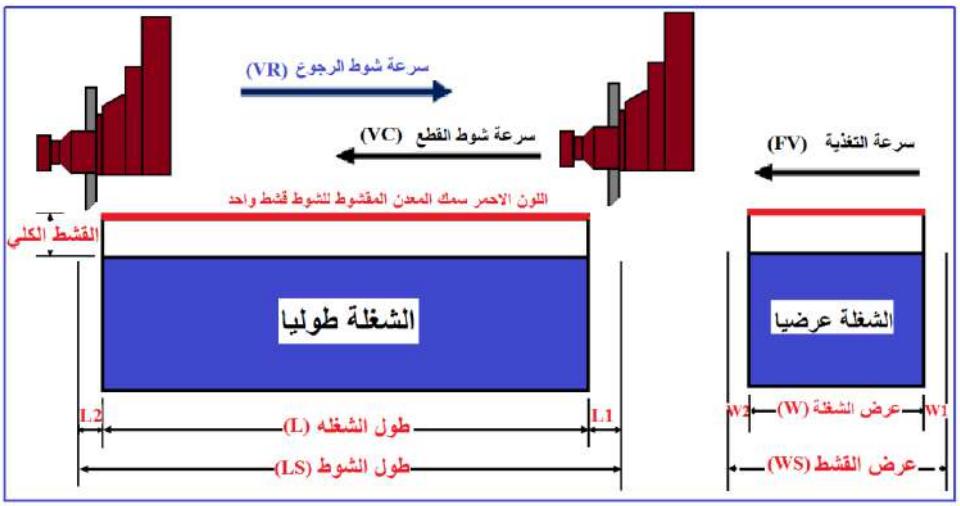
سرعة شوط الرجوع (V_r) Return Speed

هي سرعة رجوع اداة القطع وتكون عادة اكبر من سرعة القطع (متر/دقيقة).

السرعة المتوسطة (V_a) Mean Speed

هي القيمة الوسطية لسرعة القطع الناتجة من شوطي القطع والرجوع (متر/دقيقة).

$$Va=2.Ls.Vc$$



الشكل (5-21) يبين الشغلة طوليا وعرضيا وكيفية حركة القلم على سطحها و الخلوصات المسموح بها

الأشواط المزدوجة في الدقيقة (N) Strokes per Minutes

هي عدد الاشواط المزدوجة التي تؤديها عدة القشط في الدقيقة الواحدة .

التغذية (F) Feed :

هي التي تحدد قيمتها على نوع الشغلة وسرعة القطع(ملم/شوط مزدوج).

سرعة التغذية (Vf) Feed Speed:

هي عرض المعدن المقشوط من الشغلة خلال الدقيقة واحدة .

عمق القطع لكل شوط (Dc) Depth of Cut

هو سمك القشط المزال من المعدن اثناء شوط القشط واحد.

عمق القطع الكلي (Dt) Total Depth of cut

هو سمك المعدن الكلي المراد قشطه من معدن القطعة .

عدد مرات القطع (Nc) Cutting Proess Number

هو عدد المرات التي يتم فيها القشط .

مساحة مقطع الرايش (Ar) Chip Section Area

هي المساحة المقطوعة (المقشوطة) خلال عملية .

3-5-5 قوة القطع (Fc) Cutting Force

تبلغ اقصى قيمة لسرعات القطع التي تستعمل في القشط حوالي 40 متر/دقيقة الا في بعض المقاشط السريعة، فان ذلك يؤدي الى ارتفاع قوة القطع. يتم حساب قوة القطع (Fc) وحداتها (kgf) لعملية القشط طبقا للمعادلة التالية:

$$Fc=WS \times Dt \times Ks \times Kd \times Kver$$

حيث أن:

- Ks = مقاومة القطع النوعية للمعدن المقطوع (kg/mm^2)
- Kd = معامل تصحيح زاوية الجرف -
- Kv = معامل تصحيح سرعة القطع -
- Kver = معامل تصحيح تآكل العدة (قلم القطع) -

وعندما تكون سرعة القطع المستخدمة في عملية القشط مابين 20- 40 متر/دقيقة كما هو الحال في معظم عمليات القشط الطولي، فانه في هذه الحالة يتم الحساب على اساس ان قيمة متوسط معامل تصحيح سرعة القطع (Kv) = 1.18.

4 -5-5 قدرة القطع لعملية القشط (pc) Cutting power

تحسب قدرة القطع (Pc) وحداتها كيلوواط (kW) لعملية القشط بالمعادلة التالية:

$$Pc = \frac{Fc.Vc}{6120}$$

5 -5-5 قدرة الأدارة لمحرك المقشطة (pm)

تحسب قدرة الإدارة لمحرك المقشطة (Pm) (وحداتها كيلوواط) بالمعادلة التالية:

$$Pm = \frac{Pc}{Eff.}$$

$$Pm = \frac{Fc.V}{Eff.6120}$$

حيث: Eff. = درجة كفاءة المقشطة (وتتراوح بين0.6 :0.8)

5-5- 6 زمن القطع لعملية القشط (T) Cutting Time

يحسب زمن القطع لعملية القشط (T) (ويحسب بالدقيقة)حسب بالمعادلة التالية:

$$T = \frac{Ws.N}{q.F}$$

و يتم حساب عدد الاشواط المزدوجة (N) بالمعادلة التالية:

$$N = \frac{Va.1000}{2.L}$$

و يتم حساب سرعة القطع المتوسطة (Va) (متر/ دقيقة)

$$Va = 2.Ls.Vm$$ أو $$Va = \frac{2.Vc.q}{(1+q)}$$

q= نسبة سرعة الرجوع الى سرعة القطع $$q = \frac{Vr}{Vc}$$

Vm= سرعة الماكنة

وهناك قانون ثاني للحساب زمن القطع وهو:

$$T = \frac{10.L.W}{3.F.Vc}$$

يقسم شوط المقشطة على قسمين هما مشوار القطع ومشوار الرجوع ، حيث إن النسبة بين مشوار القطع ومشوار الرجوع تساوي $\frac{3}{2}$. وحسب هذهِ النسبة فان مشوار القطع يعادل $\frac{3}{5}$ من شوط المقشطة وكذلك مشوار الرجوع يعادل $\frac{2}{5}$ من شوط المقشطة ولتوضيح ذلك ناخذ المثال التالي.

مثال 5-1

مقشطة يستغرق شوطها (15) ثانية ، أحسب زمن مشوار القطع و زمن مشوار الرجوع.

$$\text{زمن مشوار القطع} = \frac{3}{5} \times 15$$

$$\text{زمن مشوار القطع} = 9 \text{ ثانية}$$

$$\text{زمن مشوار الرجوع} = \frac{2}{5} \times 15$$

$$\text{زمن مشوار الرجوع} = 6 \text{ ثانية}$$

مثال 5-2

أحسب زمن القطع لمشغولة ابعادها (300x100x60)mm اذا علمت ان سرعة القطع *30m/min*،والتغذية لكل شوط قطع هي *2mm*.علما ان القطع تم بواسطه مقشطة نطاحة.

$$T = \frac{10.L.W}{3.F.Vc}$$

$$T = \frac{10.L.W}{3.F.Vc}$$

$$T = 1.67min$$

مثال 3-5

عند أجراء عمليات القشط على مقشطة نطاحة وجد أن طول الشوط يساوي 250mm وأن سرعة الماكنة تساوي 30 شوط مزدوجاً / دقيقة وأن النسبة بين زمن شوط العمل الى زمن شوط الرجوع تساوي $\frac{5}{4}$، جد:

أ- متوسط السرعة خلال شوطي العمل والرجوع؟

ب- سرعة القطع خلال أشواط القطع ؟

ج- حساب سرعة شوط العمل وسرعة شوط الرجوع؟

لحساب متوسط السرعة Va

$$Va = 2 \times Ls \times Vm$$

$$Ls = \frac{250mm}{1000} = 0.25m$$

$$Va = 2 \times 0.25 \times 30$$

$$Va = 15m/min$$

لحساب سرعة القطع V_C

$$Vc = Ls \times Vm$$

$$Vc = 30 \times 0.25$$

$$Vc = 7.5m/min$$

لحساب سرعة شوط العمل وسرعة شوط الرجوع

بما أن النسبة بين زمن العمل وزمن شوط الرجوع تساوي $\frac{5}{4}$ أي أن

$$\frac{5}{4} = \frac{\text{زمن شوط القطع}}{\text{زمن شوط الرجوع}}$$

في الدقيقة الواحدة، يكون زمن شوط العمل $\frac{5}{9}$ min دقيقة

زمن شوط الرجوع $\frac{4}{9}$ دقيقة.

ولكن بما أن الأشواط المزدوجة في الدقيقة = 30 شوطاً مزدوجاً / دقيقة.

زمن الشوط المزدوج = $\frac{1}{30}$ دقيقة

زمن شوط العمل = $\frac{5}{9} \times \frac{1}{30}$ = $\frac{1}{54}$ دقيقة

ولكن زمن شوط الرجوع = $\frac{4}{9} \times \frac{1}{30}$ = $\frac{4}{270}$ دقيقة

ولما كان سرعة شوط العمل (Vc) = $\frac{\text{طول الشوط}}{\text{زمن شوط العمل}}$

$$Vc = \frac{250}{54/1} = 54 \times 0.25 = 13.5 \text{ m/min}$$

وكذلك سرعة شوط الرجوع (Vr) = $\frac{\text{طول الشوط}}{\text{زمن شوط العمل}}$

$$Vr = \frac{0.25}{\frac{4}{270}} = 0.25 \times \frac{270}{4} = 16.9 \text{ m/min}$$

6-5 عمليات القشط على المقاشط النطاحة

تنقسم عمليات القشط من حيث دقتها الى عمليات تخشين الغرض منها أزالة أكبر كمية من الرايش في أقصر وقت، ثم تتبعها عمليات تنعيم للوصول الأبعاد النهائية بدرجة معينة من الدقة والنعومة. وفيما يلي بعض الأمثلة على الأعمال التي يمكن أنجازها على المقشطة النطاحة:

1-6-5 قشط قطعة مستطيلة الشكل من الصلب منخفض الكاربون

قبل البدء بعملية القشط يجب تثبيت قلم القشط بشكل محكم على حامل القلم وعمودي على الشغلة، وذلك للحصول على زاوية خلوص ثابتة أثناء عمليات القشط.

الخطوة الأولى:

تثبيت الشغلة بين فكي الملزمة بحيث يكون السطح الكبير للشغلة الى الأعلى وهنا يكون سطح (1)، وتوضع مساند تحت الشغلة ومن ثم تبدأ عملية القشط كما مبين في الشكل المرقم (5-22)(أ).

الخطوة الثانية:

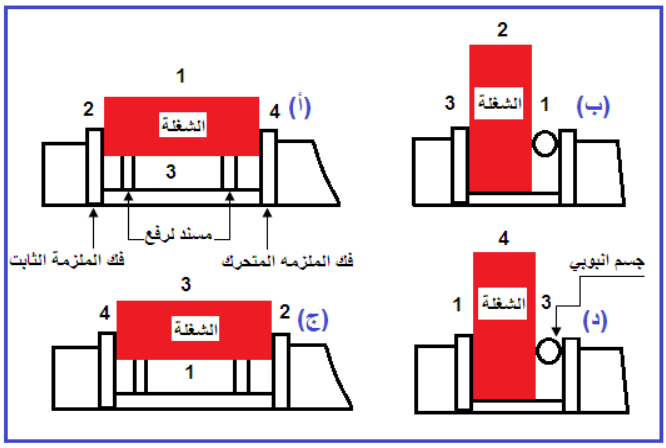
تثبت الشغلة بحيث يكون السطح (1) ملاصقاً للفك المتحرك من الملزمة، ويوضع جسم انبوبي مابين الشغلة والفك المتحرك وذلك للتأكد من أن السطح (1) في وضع قائم، ثم تبدأ عملية قشط السطح (2)، الشكل المرقم (5-22) (ب).

الخطوة الثالثة:

تقلب الشغلة بحيث يكون السطح (1) الى الأسفل مسند و مستقرعلى المساند والسطح (3) الى الأعلى ومن ثم تتم عملية قشط السطح (3)، الشكل المرقم (5-22)(جـ).

الخطوة الرابعة:

تثبت الشغلة في الملزمة بحيث يكون السطح (2) الى الأسفل، ثم تتم عملية قشط السطح (4)، الشكل المرقم (5-22)(د). وفي حالة أرتفاع الشغلة عن الوضع المطلوب. يمكن أرجاعها الى وضعها الطبيعي بأستعمال المطرقة المطاطية وقطعة وقائية توضع فوق الشغلة. يجب ملاحظه ان فكي الملزمة يحتويان على قطعتي الوقاية من ضغط الفكين عند الشد على الشغلة.



الشكل (5-22)عملية قشط قطعة مستطيلة الشكل

5-6-2 قشط السطوح ذات زوايا مائلة

(أ) قشط قطعة مستطيلة الشكل من احدى جوانبها بزوايا مختلفة من الخارج

لناخذ القطعة المبينة في الشكل (5-23) فاذا كان احد الجوانب مائلا بزاوية مقدارة 30^{o} عن الافق

الخطوة الأولى

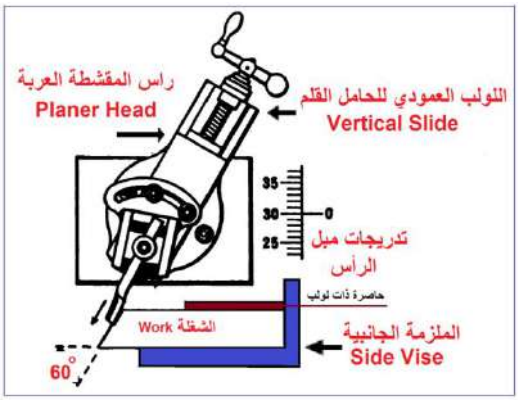
سيتم قشط هذة القطعة باستعمال القاشطة العربة (Planner) تثبيت الشغلة بين فك الملزمة الجانبية بعيدا عن السطح المائل مع وضع الحاصرة ذات اللولب اعلى الشغلة لمسكها بشكل محكم.

الخطوة الثانية:

امالة راس القشطه العربة بزاوية مقدارها 60^{o} عن الافق (يرجى ملاحظه يتم امالة راس القشطه العربة بزاوية عند اضافتها لزاوية الجانب المائل للشغلة يكون المجموع 90^{o}).

الخطوة الثالثة:

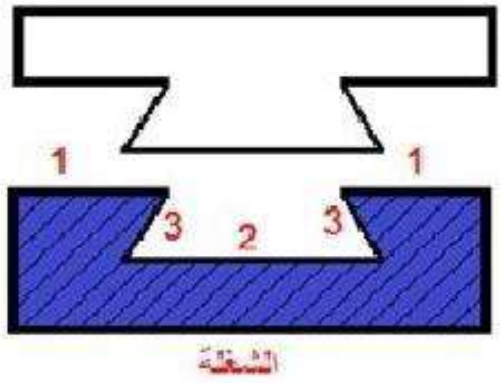
بدء عملية القشط بشكل دقيق مع قياس زاوية الميل لجانب الشغلة بصوره مستمره لغايه الوصول الشكل المطلوب من عملية القشط.



الشكل (5-23) قشط قطعة مستطيلة الشكل من احدى جوانبها بزوايا مختلفة من الخارج

ب- قشط سطوح مسلوبة

قشط سطوح مسلوبة: يبين الشكل المرقم (5-24) كيفية 3عمل مجرى غنفاري على المقشطة النطاحة. وفي هذهِ الحالة تثبت الشغلة على طاولة المقشطة، وتستعمل أقلام قشط يمنى ويسرى للتخشين والتنعيم وتتم تسوية السطحين (1+2) أولاً. ثم تميل راسمة المقشطة الى الزاوية المطلوبة وبالطريقة التي ذكرناها سابقاً يتم قشط السطح (3).



الشكل(5-24) عمل مجرى غنفاري على المقشطة النطاحة.

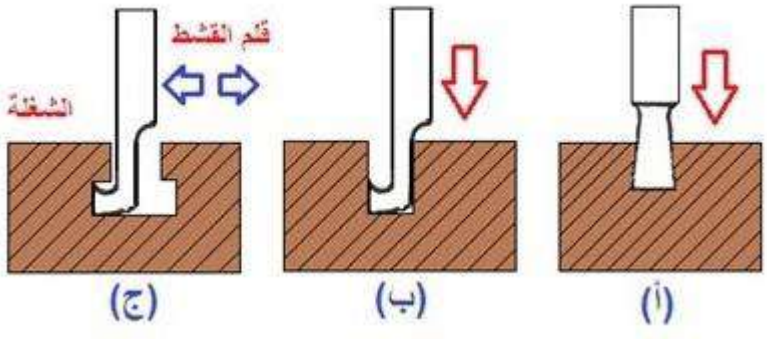
5-6-3 فتح مجرى على شكل حرف T

الخطوة الأولى :

تتم قشط مجرى مستطيل الشكل كما هو موضح في (أ) وذلك بأستعمال قلم القشط ذي طرف مربع وبحجم يتناسب مع الشغلة المطلوبة.

الخطوة الثانية :

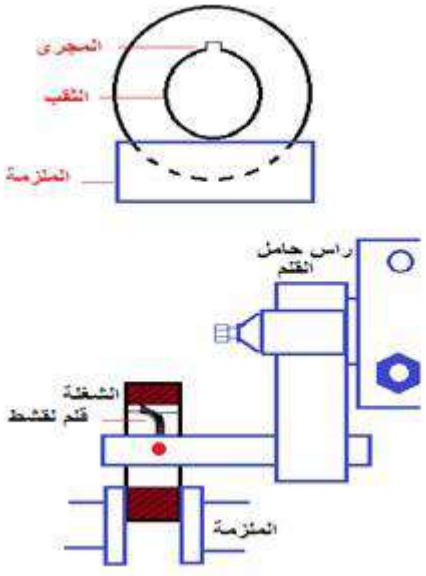
لأجل قطع الجزء السفلي العرضي من المجرى. يجب أستعمال قلمين متشابهين أحدهما أيمن والأخر أيسر. وتكون هذهِ الأقلام مائلة وذات طرف قاطع مربع. وفي الحالة يجب أن يكون عرض القلم أقل من عرض الفتحة المطلوبة. يجب أن تكون رقبة القلم ضيقة وذلك ليتمكن الحد القاطع لقلم القشط من التغلغل الى العمق المطلوب. كما هو موضح في (جـ)، وفي هذهِ الحالة يثبت القلاب وتستعمل طريقة خاصة لأجراء عملية رفع القلم عن الشغلة، مثلاً أداة الرفع المبينة في الشكل المرقم(5-25).



الشكل (5-25) خطوات قشط مجرى على شكل (T)

5-6-4 طريقة فتح مجرى أسفين في الأجسام الأسطوانية مجوفة

وفي هذهِ الحالة يستعمل حامل عدة القشط المبين في الشكل المرقم(5-26)، وكما ذكرنا سابقاً أن هذهِ العملية تتطلب إيقاف عمل القلاب، ولاسيما عندما تكون سرعة الماكنة عالية جداً. ويثبت حامل عدة القشط هذا في القلاب مباشرة، أما عملية التغذية فتتم يدوياً بوساطة الراسمة.



الشكل (5-26): قشط مجرى أسفين في جلبة (بوشة).

أسئلة الفصل الخامس

س1 :

أ ـ عدد اهم انواع المقاشط الشائعة الاستعمال.

ب ـ اذكر الاجزاء الرئيسة لمقشطة العربة.

جـ ـ اكتب ما تعرفة عن المقشطة النطاحة السحابة .

س2 : بين بالاستعانة بالرسم البسيط تعليمات طريقة ربط اقلام القشط على المقشطة النطاحة .

س3 :عند اجراء احدى عمليات القشط على مقشطة نطاحة ضبط طول الشوط على (400mm) وكان عدد الاشواط المزدوجة التي يتحركها التمساح تساوي (30شوطا مزدوجا /دقيقة).

احسب متوسط سرعة القطع.

س4: طول الشوط في مقشطة نطاحة يساوي (250mm) وعدد الاشواط المزدوجة في الدقيقة للتمساح يساوي(30). اذا علمت ان زمن الرجوع يساوي3/2 زمن شوط القطع. احسب السرعة خلال اشواط القطع بالامتار/دقيقة.

س5:

اولا- المعطيات:

1- الشغلة (Work)

متوازي مستطيلات من سبائك الزهر الرمادي (GGL-25)

طوله (L) = 1500mm و عرضه (W) = 400mm.

2- العدة (قلم القشط) (Tool Bit)

كربيد K 10 - بزاوية جرف (γ) = 2° ' وزاوية مقابلة (X) =60°

3-شروط القطع :

(أ) سرعة القطع (Vc) = 19 m/min

(ب) التغذية (F) =1.6 (mm/stroke)

(ج) عمق القطع (Dt) =15mm

(د) عدد مرات القطع (N) =1

(هـ) نسبة الرجوع الى سرعة القطع (q) =1.75

(و) درجة كفاءة المقشطة (Eff.) =0.65

ثانيا - المطلوب حساب الاتي:

1- الحد الاقصى لقوة القطع الواقعة على قلم القشط (Fc)

2- الحد الاقصى لقدرة أداء محرك المقشطة (Pm)

3- زمن قشط الشغلة(T).

س6: قشط شغلة من الاهين وبثلاث قطعيات على المقشطة ذات العربة ، وكان خلوص البداية والنهاية للطول يساوي (25mm) وخلوص البداية للعرض (11mm) وخلوص النهاية للـــــعرض (5mm) الشغلة التي ابعادها (2475mm) طولا وعرضها (709mm) والتغذية التي استعملت كانت (1mm/stroke) في حين كانت سرعة القطع (25m/min) وان النسبة بين سرعة القطع الى سرعة الرجوع 7/5 ، احسب الزمن الاساسي اللازم لقشط القطعة .

س7:عند قشط قطعة معدنية طولها (800mm) وعرضها (300mm) على المقشطة النطاحة بوساطة قلم فولاذ القطع السريع ، وجد ان الزمن اللازم لشوط مزدوج كان (12sec)مع زمن التبديل المطلوب حساب :

1- مساحة القشط الاساسي المنجزة بالسنتيمتر المربع لكل دقيقة .

2- الزمن الاساسي اللازم للقشط بالدقيقةعلما بأن التغذية العرضية كانت (2mm/stroke) .

س8: يتضمن زمن عملية القشط مراحل اشرحها بالتفصيل.

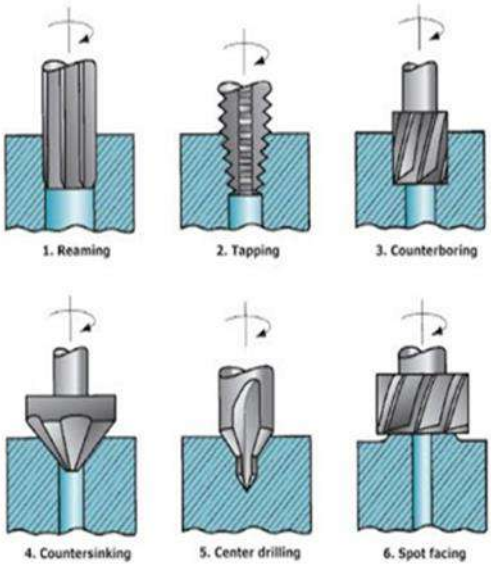
س9: اشرح طريقة فتح مجرى أسفين في الاجسام الاسطوانية مجوفة واستعن برسم يوضح الطريقة.

الفصل السادس/ آلات وعمليات الثقب

أهداف الفصل

يجب أن يكون الطالب بعد إنهائه دراسة هذا الفصل قادراعلى أن:-

1. التعرف على الات الثّقب وعلى اجزائها .
2. يفهم الطالب عملية الثّقب والتعرف على اجزاء البريمة .
3. التعرف على طرق ربط ادوات الثقب .
4. يتعلم الطاللب كيفية ضبط عمق الثقب وطريقة تثبيت اداة الثّقب.
5. التعرف على الانواع الاساسية لعملية الثقب .
6. التعرف على طرق ربط المشغولات لكي تتم عملية الثقب .



تمهيد

تعد عملية الثقب من العمليات الأساسية المستخدمة فى تشغيل المعادن ، حيث أن عمل ثقب فى جسم معدني ، أو توسيع ثقب" عملية التخويش "، أو تنعيم ثقب " البرغلة" أو حتى قطع لولب بداخل ثقب، وهى عمليات لا يمكن تنفيذها خصوصا فى حالة المعادن ذات الأقطار الصغيرة والأعماق الكبيرة بطريقة أخرى غيرعملية الثقب. وهي تعتبر من العمليات واسعة الاستخدام في تشغيل المعادن حيث تستخدم عملية الثقب لعمل الثقوب فى القطع الهندسية المختلفة لأغراض متعددة منها :

1- تنفيذ البرشمة.

2- الربط بمسامير ملولبة.

3- الربط بخوابير

4- تركيب محامل تستند عليها أعمدة.

6- توفير مجارى أو مداخل للتزييت والتشحيم.

1-6 أنواع آلات الثقب

تختلف ألات الثقب باختلاف نوعية وقطر البريمة المراد استخدامها ، كذلك تختلف باختلاف المعدن المراد قطعه ، ويمكن حصر أنواع ألات الثقب (المثاقيب) فى نوعين رئيسيين وهما-:

1. المثاقيب اليدوية الكهربائية والقابلة للحركة (التنقل):

ويوجد من هذا النوع صور وأشكال مختلفة ، حيث يستخدم هذا النوع من المثاقيب لثقب القطع المعدنية الكبيرة والتي يصعب أو يتعذر تثبيتها على طاولة المثقب ، وتكون عادة مزودة بسرعتين وتستخدم ريش ثقب لا يزيد قطرها عن 13 ملم كحد أقصى ، ويوضح شكل (6-1) بعض أشكال هذه المثاقيب.

شكل (6-1) : يوضح أجزاء المثقب اليدوي

2. المثاقيب الألية:

وتوجد أعداد كثيرة من أنواع المثاقيب الألية لتتناسب مع نوعية الثقوب وأعدادها وأعداد قطع العمل المطلوبة وأوزانها وأحجامها ، أي أن أنواع المثاقيب الألية تختلف باختلاف الأعمال المراد تنفيذها . ومن أمثلة المثاقيب الألية ; مثقاب الطاولة و المثقاب القائم و المثقب الدوار وألة الثقب متعددة المحاور وألة الثقب المنزلقة وألة الثقب متعددة الرؤوس وألة الثقب المحوسبة وغيرها . وسوف نتناول بعض هذه الأنواع بشيء من التفصيل .

6-1-1 المثقاب الألى القائم : Upright Drilling Machine

ويوضح شكل (6-2) الأجزاء الرئيسية للمثقاب الألى القائم حيث يتكون من الأجزاء التالية :

1- القاعدة Base : عادتاً ما تصنع من الحديد الزهر ، ووظيفتها تثبيت المثقاب ومنع اهتزازه أو تحركه أثناء التشغيل حيث يتم تثبيت المثقاب مباشرة على أرض الورشة بواسطة براغي تثبيت خاصة وتشد مع القاعدة بواسطة صواميل.

2- القائم Column : وهو العنصر المسئول عن حمل باقي أجزاء المثقاب و يصنع من الحديد الزهر وعادة ما يوجد به قنوات أو مجارى لتمكن العامل من تحريك الطاولة.

3- الطاولة Work Table : يحتوى المثقاب الألى على طاولة عمل خاصة به ويمكن تحريك هذه الطاولة للأعلى وألسفل لتتناسب مع حجم قطعة العمل.

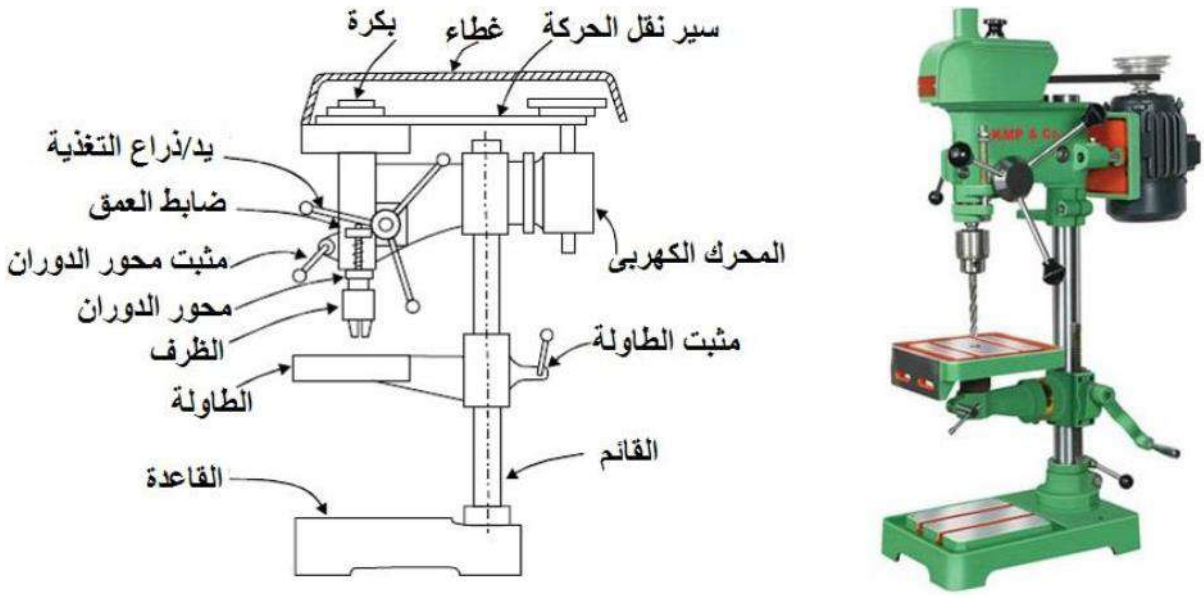
4- المحرك الكهربي : وتكمن وظيفته فى توفير الحركة الدورانية للأداة حيث تنتقل هذه الحركة من المحرك عبر بكرات وسير إلى محور الثقب ويسمى المثقب فى هذه الحالة بالمثقب الألى القائم ذي السيور ، وفى أنواع أخرى من المثاقيب الألية القائمة يتم نقل الحركة عبر مسننات.

5- مجموعة التغذية : وظيفتها هى تمكين الأداة من تنفيذ حركة التغذية أليا أو يدويا.

6- مجموعة تروس الإدارة : وتعطى هذه التروس إمكانية الحصول على سرعات قطع مختلفة.

7- مثبت الشغلة : وعادة مايكون ملزمة أو دليل ثقب أو منضدة الألة.

8- ماسك أداة القطع : ظرف قابض ثنائى أو ثلاثى الفكوك.



شكل (6-2) : يوضح الأجزاء الرئيسية للمثقاب الألى القائم.

ومما سبق نستنتج أن المثقاب الألى القائم يوفر أربعة حركات وهى :

1- حركة دوران محور الثقب.

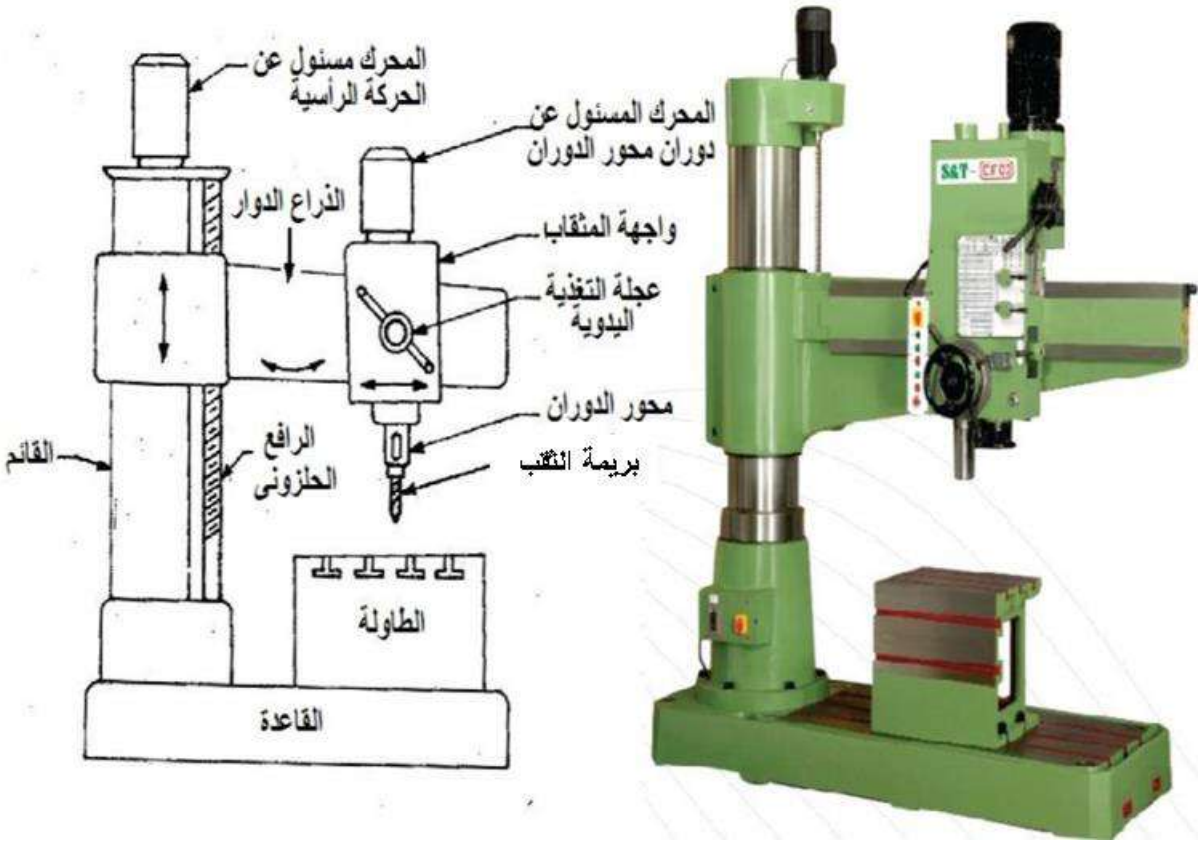
2- حركة محور الثقب الرأسية.

3- حركة طاولة العمل الرأسية.

4- حركة طاولة العمل الدورانية.

2-1-6 المثقاب الدوار Radial Drilling Machine :

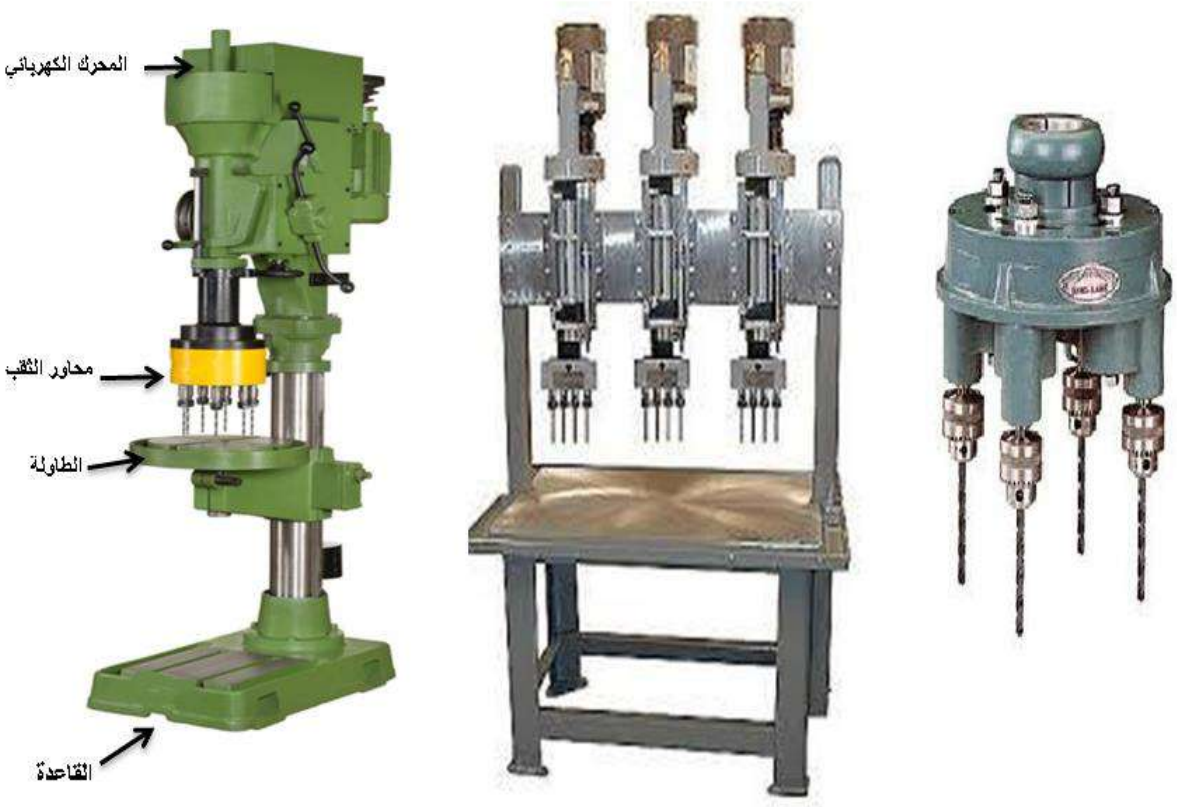
ويعطى هذا النوع من المثاقيب عددا أكثر من الحركات ويوضح شكل (3-6) نموذجا لهذا النوع حيث يحتوى على محركين كهربائيين أحدهما مسؤول عن الحركة الرئيسية للذراع الدوار والأخر مسؤول عن دوران محور الدوران ، كما يحتوى على عمود القائم الرئيس ، طاولة العمل والتي تتحرك لأعلى وأسفل بالإضافة للحركة الدورانية حول العمود القائم ، ويحتوى أيضا على الذراع الدوار Radial Armالذى يتحرك لأعلى وأسفل بالإضافة إلى الحركة الدورانية حول العمود القائم ، وتنزلق كتلة رأس المثقاب على الذراع وتتحرك حركة أفقية , ويتحرك رأس المثقاب حركة رأسية لأعلى وأسفل بالإضافة لحركة بريمة الثقب.



شكل (3-6) : يوضح نموذجا للمثقاب الدوار.

3-1-6 ألة الثقب متعددة المحاورMulti Spindle Drilling Machine :

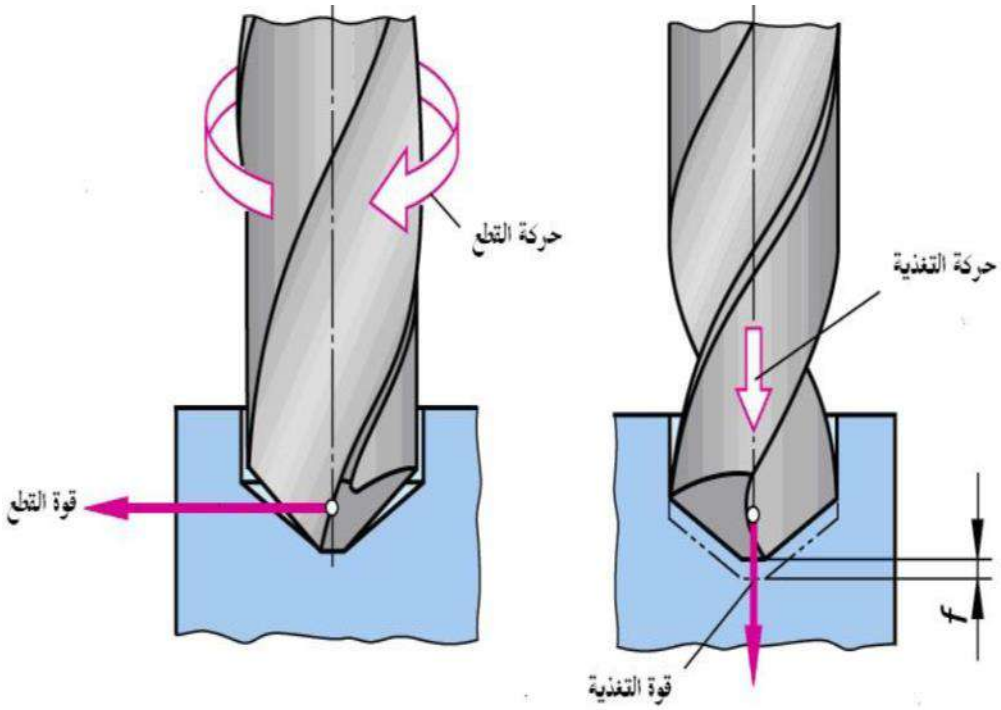
يوضح شكل (6-4) أكثر من نموذج لألة الثقب متعددة المحاور ، ويحتوى هذا النوع من الات الثقب على عدة محاور مما يتيح إمكانية عمل عدد من الثقوب ذات أقطار متساوية أو متفاوتة فى قطعة عمل واحدة فى نفس الوقت .وعادة ما يستخدم هذا النوع من الات الثقب فى الورش الكبيرة أو المصانع ذات الطاقة الإنتاجية العالية.



شكل (6-4) : يوضح أكثر من نموذج لألة الثقب متعددة المحاور.

2-6 عملية الثقب DrillingOpeation

هي عملية تشغيل تحدث بحركة قطع دائرية تتحرك عندها أداة القطع حركة تغذية في اتجاه محور الدوران فقط ويحتفظ محور الدوران (حركة القطع) بوضعه بالنسبة لأداة القطع دون أن يتأثر بحركة التغذية. فأثناء عملية الثقب تقوم الأداة بتنفيذ حركتين ; الأولى هي حركة القطع الدائرية والثانية هي حركة التغذية المستقيمة فى حين تظل قطع العمل ساكنة. ويحدد عمق القطع فى عملية الثقب عن طريق قطر المثقاب المستخدم حيث أن عمق القطع هو نصف قطر المثقاب. ويوضح شكل (6-5) عملية الثقب .



الشكل (6-5) يوضح عملية الثقب

3-6 البريمة

تصنع البريمة من فولاذ السرعات العالية (HHS) او فولاذ العدة ، وتتكون البريمة من عدة اجزاء لكل منها وظيفة محددة ، وكما ان هناك انوع مختلفة من البرايم لعمليات الثقب المختلفة . ويبين الشكل (6-6) بريمة الثقب والتي تتكون من الاجزاء الاتية :

1- الذنبة الطاردة : تستخدم كمسند للطرد عند فك البريمة من محور الدوران .

2- ساق البريمة : وهو مخروطي الشكل ويعمل على تثبيت البريمة في جوف محور دوران المثاقب .

3- الرقبة : وهي الجزء الفاصل بين ساق البريمة وجسمها.

4- جسم البريمة : وهو الجزء الذي يحتوي على المجرى الحلزوني .

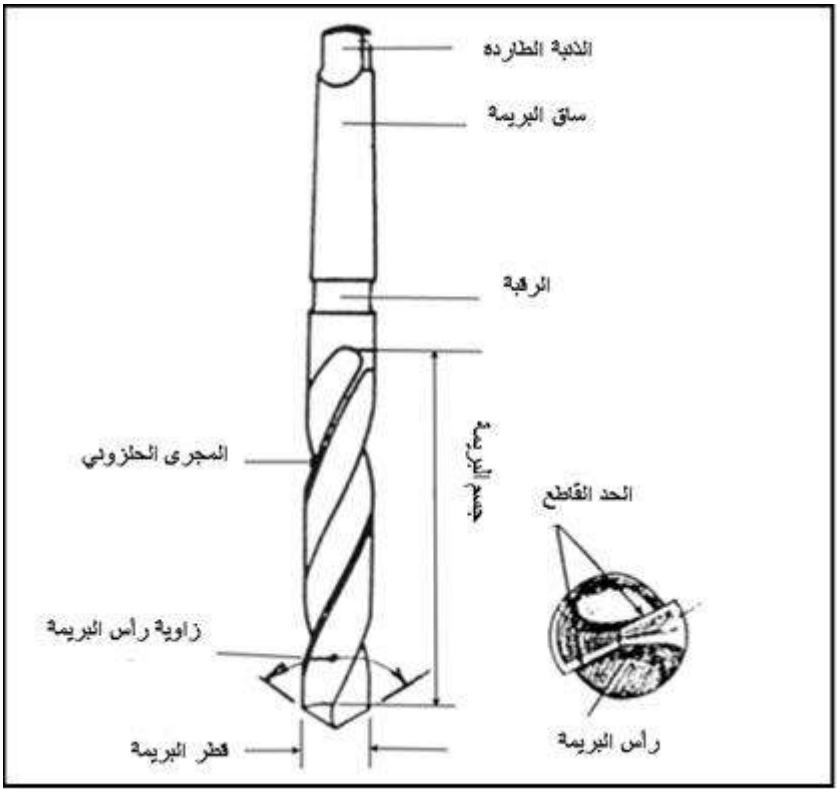
5- المجرى الحلزوني : وهو مجرى يلتف على طول جسم البريمة بشكل منتظم ويعمل على اخراج الرايش المقطوع اثناء عملية الثقب .

6- رأس البريمة : وهو الجزء الذي يلامس قطعة العمل ويحتوي على زوايا واسطح وحدود قاطعة .

7- الحد القاطع : وهو الحد الذي يقوم بعملية القطع ، وتحتوي البريمة على حدين او اكثر .

8- قطر البريمة : يكون قطر الثقب أكبر من قطر البريمة بحوالي 0.02 ملم .

9- زاوية رأس البريمة : وهي الزاوية المحصورة بين حدي القطع وتختلف زاوية رأس البريمة حسب نوع المعدن المراد ثقبه . ويبين الجدول (1) زاوية رأس البريمة والمعدن المراد ثقبه



الشكل (6-6) بريمة الثقب

نوع المعدن المراد ثقبه	قيمة الزاوية
حديد سكب، حديد مطاوع، سبائك حديدية	118^0
فولاذ متوسط الكربون	120^0
نحاس أصفر	125^0
فولاذ صلد	130^0
نحاس أحمر، سبائك ألمنيوم، سبائك المنجنيز	140^0

الجدول (1) زاوية رأس البريمة والمعدن المراد ثقبه

4-6 انواع برايم الثقب

هناك انواع مختلفة من برايم الثقب ويبين الشكل (6-7) انواع البرايم الاكثر استخداما :-

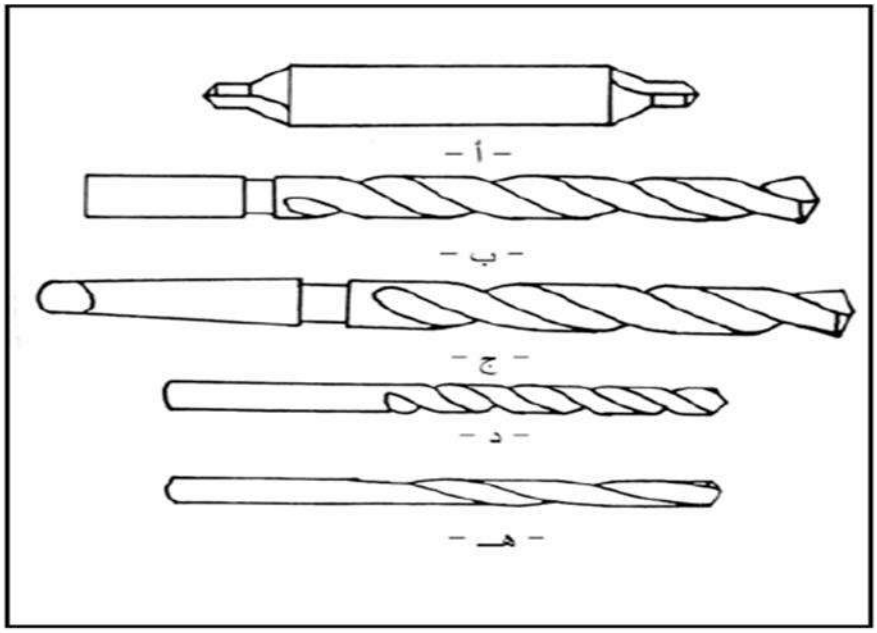
أ- بريمة المركز : تستخدم هذه البريمة لتحديد مركز الثقب عن طريق انجاز ثقب صغير يشكل دليلا لبريمة الثقب .

ب- بريمة الثقب ذات الساق الاسطواني .

ج- بريمة الثقب ذات الساق المخروطي .

د- بريمة الثقب ذات المنحى الحلزوني ، تستخدم هذه البريمة لثقب السبائك الطرية .

هـ - بريمة ثقب ذات منحى حلزوني طويل ، تستخدم هذه البريمة لثقب النحاس الاحمر .



لشكل (6-7)انواع البرايم المستخدمة في ثقب المعادن

5-6 طرق تثبيت (ربط) ادوات الثَقب

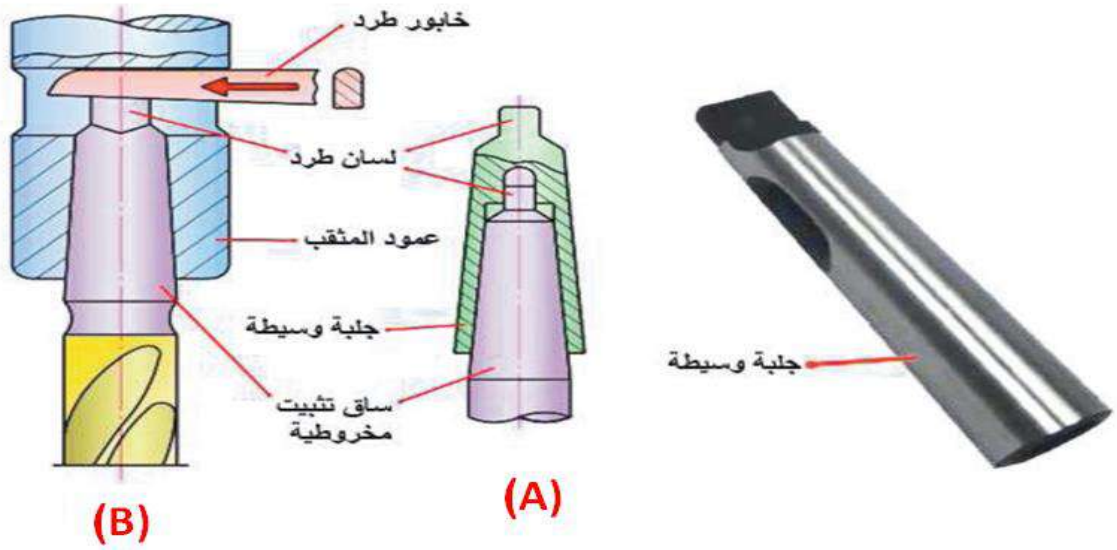
تختلف طرق تثبيت ادوات الثقب باختلاف شكل ذيلها ، فأدوات الثُقب التي يصل قطرها الى 10 ملم يكون ذيلها اسطوانيا أما ذيل أدوات الثُقب الأكبر قطرا فيمكن أن يكون مخروطيا منتهيا بلسان . وسوف نتطرق الى ربط ادوات الثقب حسب طبيعة ذيل بريمة الثقب وكمايلي :

أ- ربط أدوات الثُقب ذات الذيل الاسطواني : تربط هذه الادوات على عمود دوران ألة الثُقب بواسطة ظرف مركزي يختلف شكله بحسب مجال الاستخدام كمال في الشكل (6-8- أ) الذي يوضح ظرفاً مركزياً ذا فكين يستخدم لربط ادوات الثُقب المستخدمة في ثقب المواد الطرية (الخشب مثلا) ولأجراء التثبيت نستخدم المفتاح الدوار . يوضح الشكل (6-8- ب) ظرفا مركزي بثلاثة فكوك يستخدم في ألة

الثُقب التي تشُغل يدويا .ويوضح الشكل (6-8- د) ظرفا مركزي بثلاثة فكوك ايضا يستخدم في الات الثُقب المشغلة كهربائيا ، ويمتاز عن النوع السابق بتحقيق قوة ربط أكبر للأداة . ويبين الشكل (6-8- ج) ظرفا مركزيا ثلاثي الفكوك يتم الربط فيه بواسطة اليد فقط مما يمكن فك الاداة وتركيبها بسرعة ،ويجب التأكد في اثناء الربط من أن نهاية الاداة قد لامست قعر الظرف منعا لانزلاقها أثناء العمل وليكون دورانها مركزيا لحفظها ن الكسر .

الشكل (6-8) طرق ربط ادوات الثقب

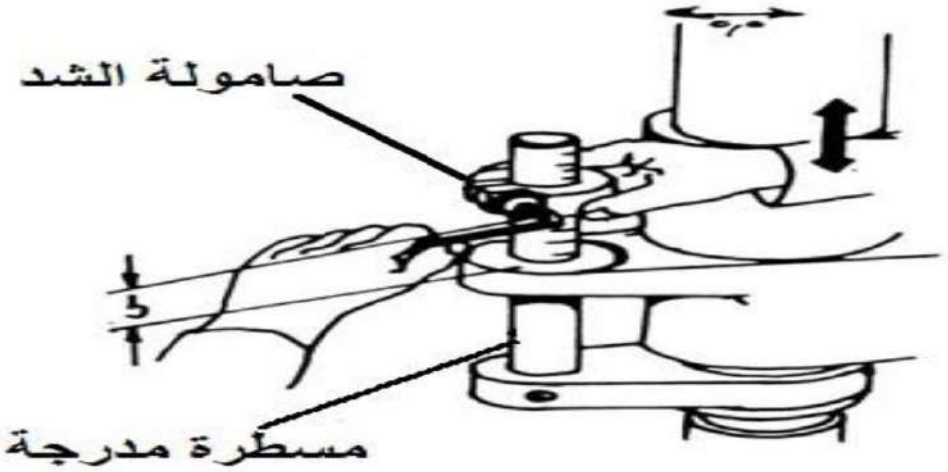
ب- ربط أدوات الثُقب ذات الذيل المخروطي : تربط هذه الادوات مباشرة على عمود دوران الالة بإدخال الذيل المخروطي للأداة في ثقب مخروطي مماثل في عمود الدوران ، بحيث ينطبق لسان الذيل للأداة في الفتحة الموجودة في عمود الدوران ،كما في الشكل (6-9 – أ). كما يربط بنفس الاسلوب الظرف المركزي المخصص لربط ادوات الثُقب ذات الذيل الاسطواني . تأخذ اداة الثُقب حركتها الدورانية من عمود الدوران من جراء الاحتكاك الناشئ بين السطحين المخروطين الداخل والخارج ، الامر الذي يتطلب ان يكونا خالين تماما من الاوساخ او الرايش . يتم نزع أداة الثُقب من عمود الدوران بواسطة طارد كما هو موضح في الشكل (6-9 –ب) مع ملاحظة وضع قطعة من الخشب تحت الأداة قبل نزعها منعا من اصابة الحدُ القاطع للأداة في حال سقوطها . من الجدير بالذكر ان مقاييس الذُيل المخروطي للأداة تتناسب مع قطرها ، وتصنُف هذه المقاييس عالميا بحسب نظام مورس بالأرقام التالية : (0,1,2,3,4,5,6) وبناء على ذلك فأنه من المحتمل الأ يتطابق مخروط عمود الدوران ، عندها نستعمل جلبه مخروطية وسطية ، كما في الشكل (6-9).



الشكل (6-9) طريقة ربط ادوات الثُقب ذات الذيل المخروطي

6-5-1 كيفية ضبط عمق الثقب

يتم التحكم بعمق الثقب عن طريق التحكم بالحركة الانتقالية الرأسية لمحور الثقب و يكون ذلك عن طريق ربط محور الثقب بمسطرة مدرجة تنزلق فى مجرى خاص مثبت مع كتلة رأس المثقب ، و يمكن ضبط مسافة حركة انزلاق المسطرة بواسطة صامولة شد و يوضح شكل (6-10) كيفية ضبط عمق الثقب .أما عند إنتاج أعداد كبيرة فيتم استخدام مصدات ألية تعمل بنظم هيدروليكية أو نيوماتيكية أو ميكانيكية.



شكل (6-10) يوضح كيفية ضبط عمق الثقب.

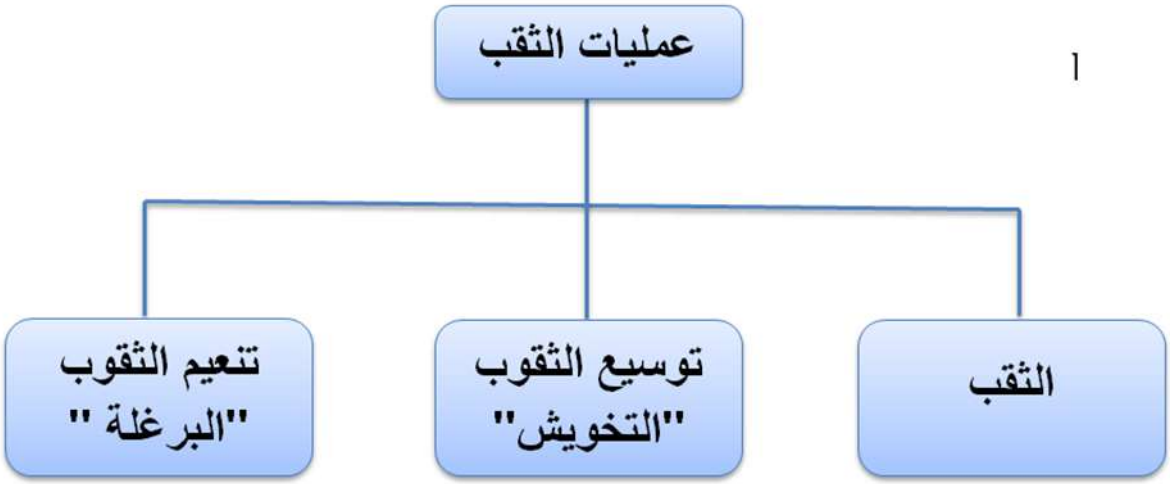
2-5-6 قواعد تركيب أداة الثقب

لا بد من مراعاة القواعد الاتية عند تركيب أدوات الثقب:-

1. لا يجوز تركيب ادوات الثقب في ظروف التثبيت بشكل قسّري .
2. يجب أن تدور أدواه الثّقب بشكل مركزي و بجساءة (ثبات) تامة .
3. لا يجوز تقويم أدوات الثقب المربوطة بشكل مائل بالطرق .
4. تجنب ربط أداة الثّقب ذات الذيل المخروطي في الظرف المركزي .
5. يجب تنظيف الذيل المخروطي والجلب الوسطية من الاوساخ قبل عملية التركيب .
6. يجب استخدام طارد مخروطي عند نزع أدوات الثقب من أعمدة الدوران .

6-6 انواع عملية التثقيب

يوضح شكل (6-11) الأنواع الأساسية لعمليات الثقب:



شكل (6-11) الأنواع الأساسية لعمليات الثقب.

1. عملية الثُقب : هو عبارة عن عملية تشكيل فتحات اسطوانية في المشغولات عن طريق نزع جزيئات من المعدن باستخدام أداة قطع مزدوجة الحد تسمى البريمة ، ويكون شكل هذه الفتحات نافذه وغير نافذه .

2. عملية توسيع الثقوب "التخويش " Countersinking

هي عملية قطع لتشكيل أسطح عميقة ذات أشكال خاصة في الثقوب بمعنى توسيع الثقوب أو توسيع مقدمة الثقب بحيث أن إنتاج ثقب واسع في كتلة مصمتة عملية غير ممكنة لذا يجب تنفيذ ثقب صغير القطر ثم توسيعه لكى نصل للقطر المطلوب.

وعادة ما تستخدم ثلاثة أنواع من أدوات التوسيع (التخويش) وهم كالاتي :

a-ادة التوسيع (التخويش) الأسطواني Counterbor:

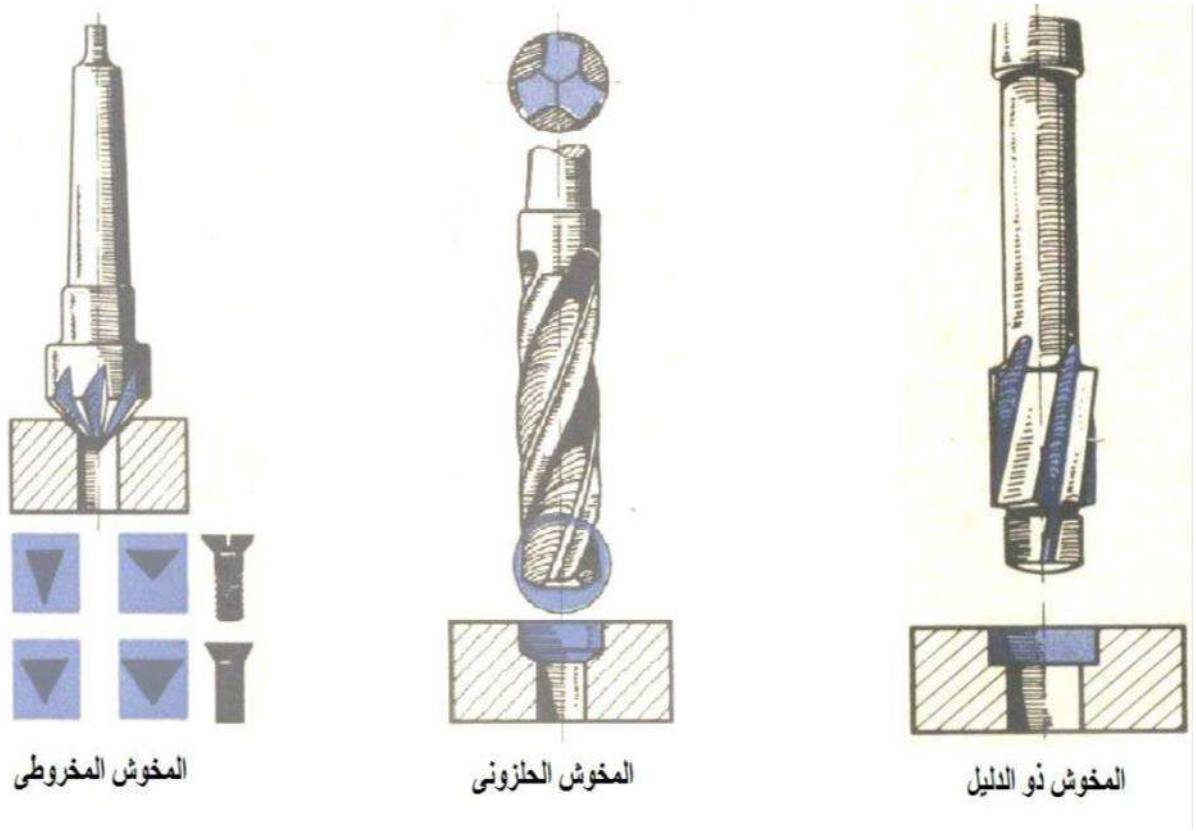
ويستخدم هذا النوع لتشغيل الصرر وتسوية مواضع المسامير وخاصة للمشغولات المصبوبة ، ويوضح شكل (6-12) أحد أنواع المخوشات الأسطوانية وهو المخوش الاسطواني ذو الدليل.

b-المخوش الحلزوني Twist Drill:

ويشبه هذا النوع المثاقب الحلزونية من حيث الشكل ، ولكن المخوش الحلزوني له ثلاث أو أربع مجاري للرائش بدلا من اثنتين ويستخدم لإنتاج ثقوب ناعمة ويوضح شكل (6-12) المخوش الحلزوني ومجارى الرائش الثلاثي .

c-المخوش المخروطي Countersink:

ويصنع هذا النوع بأقطار تتراوح من 8 ملم إلى 80 ملم ويستخدم المخوش المخروطي ذو زاوية 60° لإزالة الرايش من الحواف ، والمخوش ذو زاوية 75° لتغطيس رؤوس البرشام ، والمخوش بزاوية 90° لاستقبال رؤوس المسامير الغاطسة ، والمخوش بزاوية 120° لطرق رؤوس البرشام ويوضح شكل (6-12) المخوش المخروطي وزواياه المستخدمة.



شكل(6-12) يوضح: 1- المخوش ذو الدليل والشكل النهائي لقطعة العمل بعد التخويش 2- المخوش الحلزوني والشكل النهائي لقطعة العمل ومجارى الرائش الثلاثي 3- المخوش المخروطي وأشكال الزوايا المستخدمة.

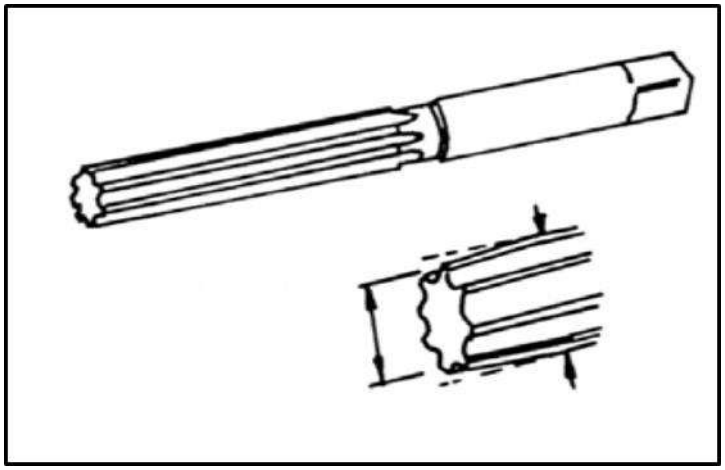
3- عملية تنعيم الثقوب "البرغلة" Reaming

هي عملية عملية تشغيل دقيقة لجدران الثقوب بغرض تنعيمها ومن ثم توسيعها إلى مقاس الأزواج ، حيث تستخدم البراغل لإنتاج ثقوب ذات دقة مقاسات عالية وجودة سطح مرتفعة لتركيب المسامير الأسطوانية والمخروطية وعمل التوافقات ذات الخلوص الدقيق للمحاور والأعمدة. حيث يتم فتح الثقب في البداية بقطر أقل من المطلوب بحوالي 0.4 ملم ثم يشغل بواسطة البرغلة للحصول على القطر المطلوب ، ويمكن اجراء عملية البرغلة يدويا او اليا ، وتصنع ادوات البرغلة من فولاذ العدة او من فولاذ السرعات العالية ،وتختلف البراغل اليدوية عن البراغل الالية بأن حدودها القاطعة اطول ونهاياتها مربعة الشكل ليتم تثبيتها داخل يد التحريك المناسبة ، اما الالية فتكون نهاياتها مخروطية الشكل وتتراوح اعداد الحدود القاطعة بين (6-18) حد مزعة على المحيط ، وتعتمد نعومة السطح على عدد الحدود القاطعة اذ كلما زاد عدد الحدود نحصل على سطح انعم ، وبشكل عام نستخدم سرعة دوران تساوي 1/2 من السرعة المستخدمة في عملية الثقب .

وتقسم البراغل الى الانواع الاتية :

a- البراغل اليدوية الثابتة Fixed hand Reamers :

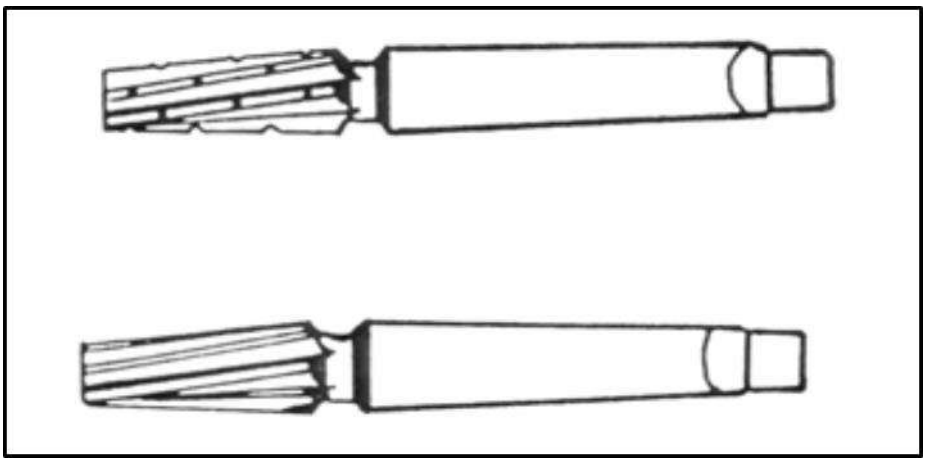
يتوفر هذا النوع من البراغل بنوعين ، الاول هو برغل للتخشين والثاني لتنعيم ، والفرق بينهما في عدد الحدود القاطعة حيث تحتوي براغيل التخشين على عدد أقل من الحدود . وتكون مقدمة البراغل اليدوية مخروطية الشكل وذلك لتسهيل دخول البراغل في الثقوب ، وقد تكون الحدود القاطعة أما مستقيمة او حلزونية ويبن الشكل (6-13) البراغل اليدوية المستقيمة ، ويستخدم هذا النوع للثقوب ذات الاقطار التي تتراوح ما بين 2) - 20 ملم) .



الشكل (6-13) البراغل اليدوية الثابتة

b- البراغل المخروطية Counter Reamers :

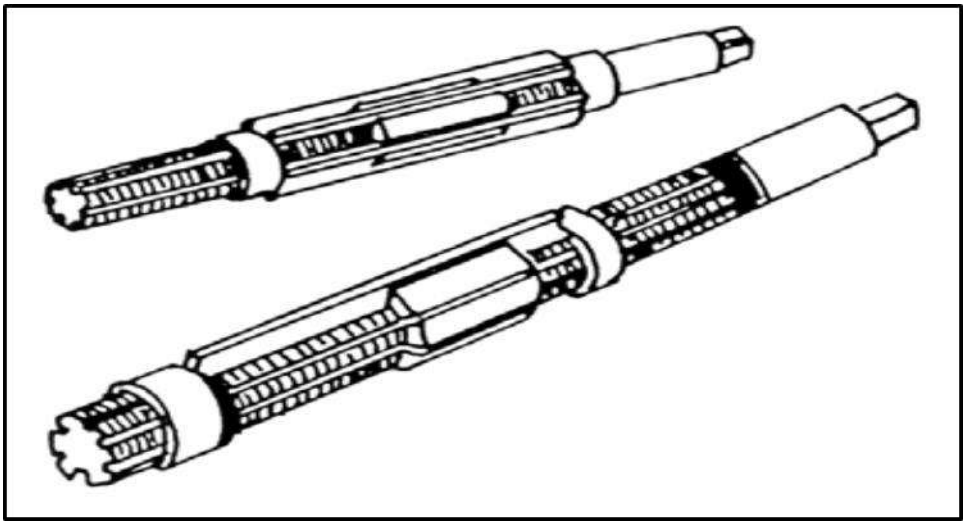
تتكون البراغل المخروطية من أطقم تحتوي على ثلاث قطع : برغل تخشين والثاني متوسط والثالث ناعم ، ويستخدم هذا النوع من البراغل لبرغلة ثقوب مخروطية الشكل او عند عمل سلبات مورس الداخلية ويبين الشكل (6-14) هذا النوع من البراغل .



الشكل (6-14) البراغل المخروطية

c- البراغل العيارية Standard Reamers:

يبين الشكل (6-15) هذا النوع من البراغل ، حيث تتميز هذا البراغل عن غيرها بإمكانية ضبطها واعادة جلخ الحدود القاطعة ، وتستعمل هذه البراغل ضمن مجال قياس محدد .



الشكل (6-15) البراغل العياري

d-البراغل الالية Machine Reamers :

لا تختلف البراغل الالية عن اليدوية باستثناء نهاية البراغل ، حيث تكون النهايات في البراغل الاليه بشكل مخروطي (سلبة مروس) مع مراعاة أنه يجب استعمال بريمة ثقب يقل قطرها بـ 0.3 -0.05 ملم عن قطر البراغل المراد استخدامه ، وللحصول على مقاسات ونعومة عالية للثقوب يجب التقيد بالارشادات الاتية :

1. جلخ بريمة الثقب المراد استخدامها قبل عملية البرغلة بشكل صحيح ودقيق .
2. يكون الفرق بين قطر البريمة وقطر البرغل المراد استخدامه ضمن المجال المسموح به .
3. ان يكون دوران البرغل معاكسا لاتجاه حدود القطع وذلك عند ادخاله واخراجه
4. عدم برغلة الثقوب ذات المجاري الا بالبراغل ذات الحدود الحلزونية .
5. استخدام سائل التبريد بكمية كبيرة أثناء البرغلة .

ويبين الجدول (2) العلاقة بين قطر بريمة الثقب وقطر البراغل وذلك من اجل الحصول على ثقوب ذات دقة عالية واستدارة سليمة .

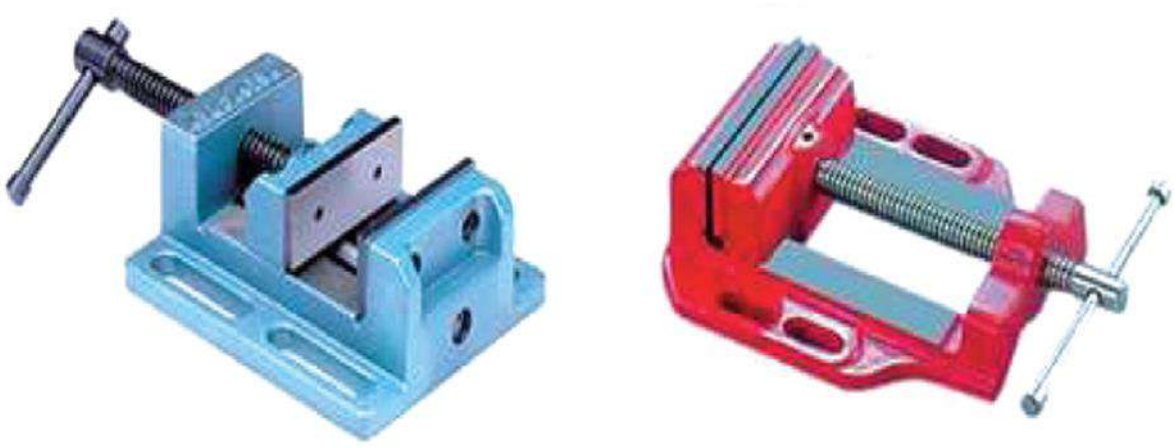
الشكل (6-16) البرغل الالي

الجدول (2) : العلاقة بين بريمة الثقب والبراغل بالملمتر

قطر الثقب المراد الحصول عليه	قطر بريمة الثقب الاول	قطر بريمة الثقب الثاني	البراغل الخشن الواجب استعماله	البراغل الخشن الواجب استعماله
3	2.9	—	—	3
4	3.9	—	—	4
5	4.8	—	—	5
6	5.8	—	—	6
8	7.8	—	—	8
10	9.8	—	—	10
12	11	—	11.8	12
13	12	—	12.9	13
14	13.5	—	13.9	14
15	14.5	—	14.8	15
16	15.5	—	15.9	16
18	17.5	—	17.9	18
20	18	19.8	19.9	20

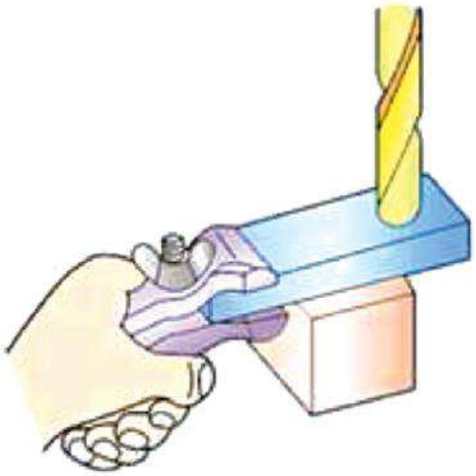
7-6 كيفية تثبيت/ربط قطع العمل (المشغولات)

يؤدي دوران أداة الثَّقب اثناء عملية الثقب الى تدوير المشغولة ، لذا يجب ربط المشغولة بشكل جيد. أذ ان عدم ربط المشغولة بشكل جيد يؤدي الى حدوث اصابات وخصوصا عندما تنفذ الأداة من الثقب. وتختلف طرق ربط المشغولات بحسب شكلها ووزنها ، ويبين الشكل (6-17) بعض انواع الملازم المستعملة في تثبيت المشغولات .

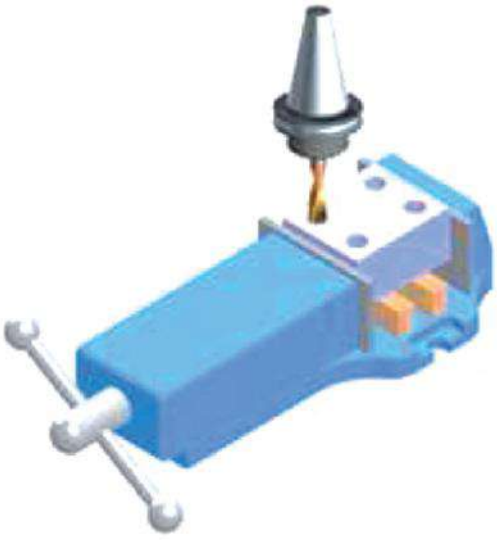


الشكل (6-17) ملازم ربط المشغولات

اذا كانت المشغولة صغيرة ورقيقة كالصفائح فتثبت بواسطة ملزمة يدوية بأحكام لمنع اهتزاز الصفيحة تجنبا لتشكل ثقوب مضلعة عوضا عن اسطوانية ، كما في الشكل (6-18).

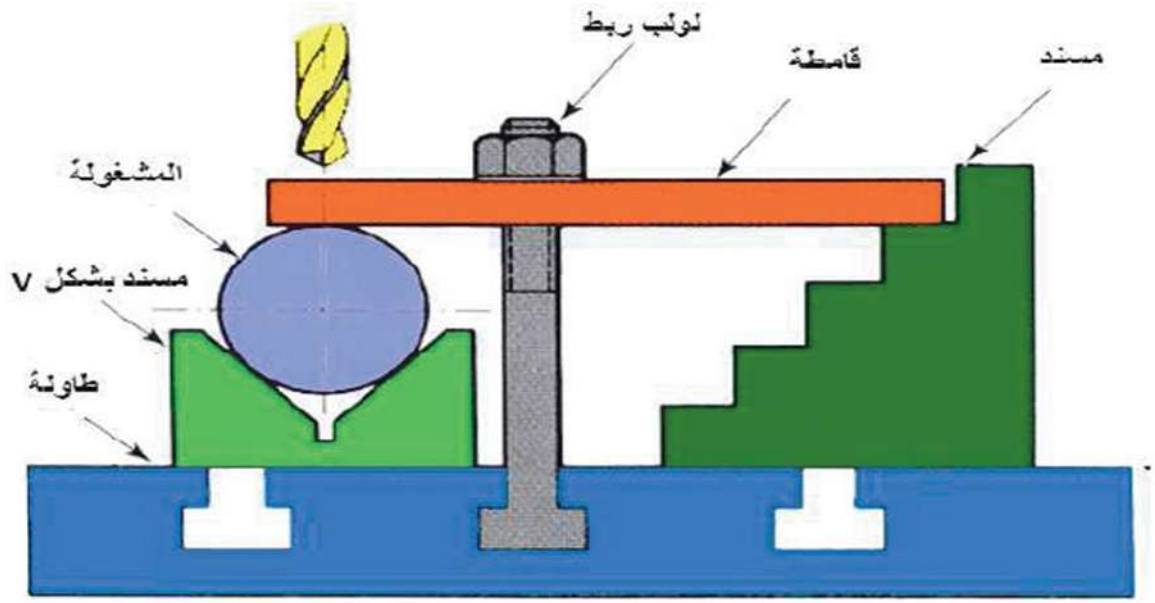


الشكل (6-18) ملزمة يدوية



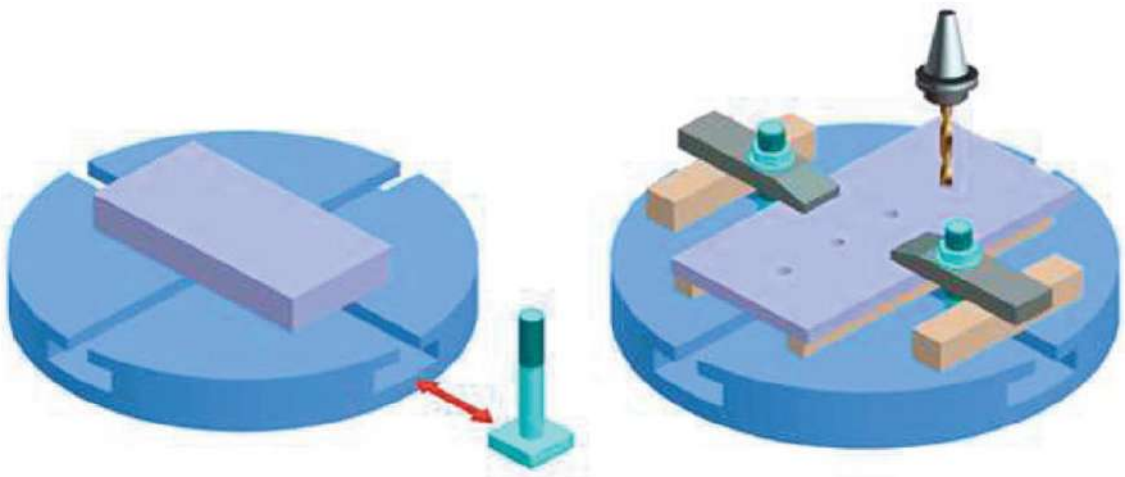
الشكل () تثبيت المشغولات الصغيرة على الطاولة

تثبت المشغولات الصغيرة على طاولة المثقب مع مراعاة وضع قطعتين او خشبتين تحت المشغولة وذلك لكي لا تثقب الأداة الطاولة عند نفاذها من المشغولة ، كما في الشكل (6-19) يستحسن وضع المشغولات المستديرة على موشور (عادي او مغناطيسي) لمنعها من الحركة ، كما في الشكل (6-20)



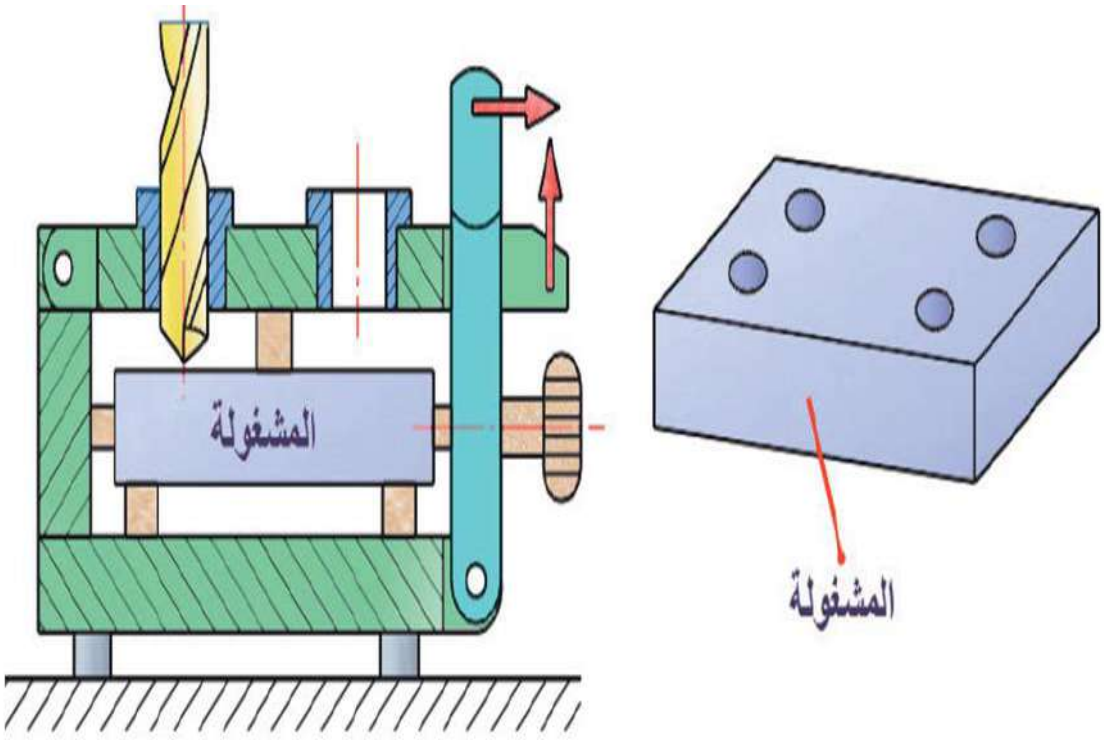
الشكل (6-20) طريقة تثبيت المشغولات الاسطوانية

تثبيت المشغولات الكبيرة بواسطة وسائط ربط ذات لولب ولوحات قمط كما في الشكل (6-21) بحيث يراعي ان تكون هذه اللوالب اقرب ما يمكن من المشغولة لإعطائها قوة ربط مناسبة تصنع رؤوس اللولب بشكل يتلاءم مع المجاري الموجودة في طاولة المثقب .



الشكل (6-21) تثبيت المشغولات الكبيرة

لا داع لربط القطع الكبيرة جدا اذ انها تبقى ثابتة بحكم وزنها الكبير ، أما عن ثقب اعداد كبيرة من مشغولة فتصنع لها أجهزة ربط خاصة كما في الشكل (6-22) ، بحيث يتم من خلالها تثبيت المشغولة بوضع محدد بدقة ، كما ان هذه الاجهزة تكون مزودة بجلب دليلية مصنوعة من مادة مقساة لتحدد مسار الاداة وتمنعها من الانحراف . ان استخدام هذه الاجهزة يختصر كثيرا من الوقت بسبب عدم الحاجة الى تخطيط المشغولة وتنقيطها ، كما نحصل ايضا على مواقع دقيقة للثقوب .ان جودة عملية الثقب تعتمد على تنفيذ مجموعة من القواعد العملية التي تتعلق بتركيب الأداة تثبيت المشغولة واجراء الثقب .



الشكل (6-22) أجهزة ربط الخاصة

1-7-6 قواعد تثبيت المشغولة

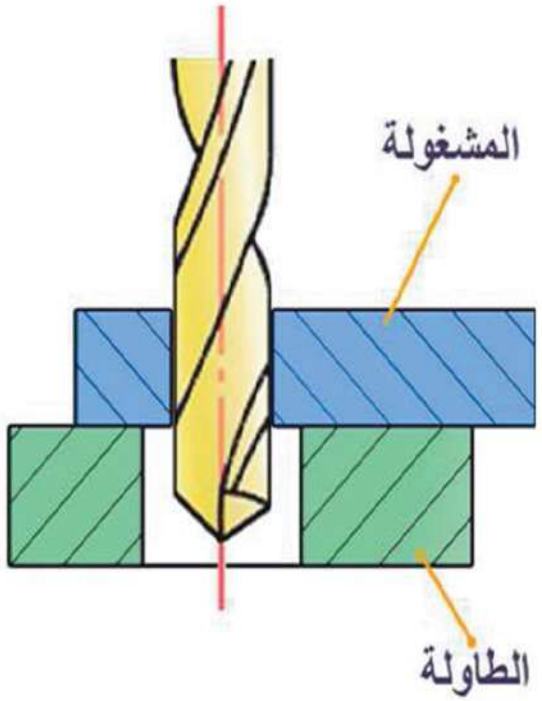
لا بد من مراعات القواعد الاتية عند تثبيت المشغولات على الة الثقب:

a- يجب ان يقع مركز الثقب المراد ثقبه تحت رأس البريمة تماما .

b- يجب ان تكون المشغولة مرتكزة ارتكازا جيدا وافقيا على طاولة الثقب للحصول على ثقب عمودي ،لهذا يجب ان تكون طاولة الثقب خالية من الاوساخ قبل تثبيت المشغولة عليها .

c- عند تشغيل الثقوب النافذة يجب التأكد من ان البريمة نفاذها من المشغولة ستمر من ثقب الرايش الخاص الموجود في طاولة المثقب ، كما في الشكل (6-23) .

d- اذا لم يوجد على الطاولة ثقب الرايش الخاص ، فيجب وضع قطعة من الخشب او قطعتين من مادة ما تحت المشغولة كما في الشكل (6-24) ، تفاديا الاصابة الطاولة ببريمة الثقب .



الشكل (6-23) شكل توضيحي لثقب الرايش

الشكل (6-24) وضع قطعة من الخشب تحت المشغولة

8-6 عيوب عملية الثقب واسبابها

لقد استعرضنا كل ما يخص عملية الثقب ولكن هناك عيوب من الممكن ان تحدث اثناء عملية الثقب والجدول رقم (3) يبين لنا العيوب التي تحدث من جراء عملية الثقب واسبابها .

العيوب	الاسباب
جودة سطح الثقب منخفضة (الثقب خشن)	١. تلثم الحدود القاطعة للبريمة او شحذ غير صحيح ٢. مادة التبريد غير كافية او غير مناسبة ٣. مقدار التغذية كبير
قطر الثقب اكبر من المطلوب	١. عدم دوران البريمة بشكل مركزي ٢. زوايا كل من حَدي لقطع غير متساوية ٣. عدم تساوي طول الحدّين القاطعين ٤. عمود الوران ذو فراغ كبير
انكسار الحدود القاطعة للبريمة	١. مقدار التغذية كبير ٢. زاوية الخلوص كبيرة
عدم قطع المعادن	١. تلثم الحدود القاطعة للبريمة ٢. مادة المشغولة صلدة جدا

الجدول (3) عيوب عملية الثقب واسبابها

9-6 ظروف القطع في عملية الثقب

1- سرعة القطع :

تعرف سرعة القطع بالمسافة التي تقطعها نقطة على المحيط الخارجي لرأس البريمة الثقب وتقاس بـ متر / قيقة . ويتم حساب سرعة القطع في عملية الثقب حسب المعالة الاتية :

$$V\ (m/min) = \frac{N\ (r.p.m) \times D\ mm \times \pi}{1000}$$

حيث أن :

N : عدد ورات عمود الارة (محور الثقب) وتقاس بـ (دورة / دقيقة)

V : سرعة القطع. وتقاس بـ (متر / القيقة)

D : قطر بريمة المثقاب وتقاس بـ (ملم)

وتختلف سرعة القطع حسب معدن البريمة المستخدمة والمعدن المراد ثقبه . ويتم تحديد سرعة القطع من جداول خاصة ، مثل جدول رقم (4)، كما يتضمن الجدولان قيم سرعة التغذية ملم /دورة وتعني المسافة التي تتقدم فيها داخل المعدن المثقوب عند دورانها دورة واحدة . حيث تؤخذ قيمة سرعة القطع من جداول خاصة تبعا لمادة المشغولة ومادة الأداة .

2- عدد الدورات :

لايجاد عدد الدورات المقابلة لسرعة القطع المختارة من الجداول ولقطر بريمة الثقب المستعملة نستخدم العلاقة التالية .

$$N = \frac{1000 \times V}{\pi \times d}$$

حيث أن :

N : عدد ورات عمود الارة (محور الثقب) (r.p.m)

V : سرعة القطع. (M/min)

D : قطر بريمة المثقاب (mm)

الجدول (4) قيم سرعة القطع والتغذية لمعادن باستخدام بريمة مصنوعة من فولاذ العدة

نوع المعدن المراد قطعه	سرعة القطع (متر/دقيقة)	سرعة التغذية للمتر/دورة
فولاذ حتى 50 كغ/مم^2	16 -12	0.3 -0.03
فولاذ حتى 70 كغ/مم^2	12 -8	0.3 -0.03
فولاذ حتى 90 كغ/مم^2	9 -6	0.2 -0.02
فولاذ + نيكل + كروم حتى 110 كغ/مم^2	7 -4	0.15 -0.01
فولاذ العدد حتى 200 كغ/مم^2	6 -4	0.01
حديد الزهر حتى 18 كغ/مم^2	12 -6	0.4 -0.05
حديد الزهر حتى 30 كغ/مم^2	5 -3	0.2 -0.02
حديد الزهر الطري	12 -8	0.3 -0.03
المسبوكة القاسية	-	-
البرونز	50 -40	0.4 -0.04
البرونز القاسي	15 -7	0.3 -0.03
النحاس الأصفر	35 -25	0.2 -0.02
الألمنيوم النقي	100 -40	0.4 -0.1
الألمنيوم الصب	40 -25	0.2 -0.02
النحاس الأحمر	50 -25	0.4 -0.1

مثال 6-1

احسب عدد الدورات في حال استخدام بريمة ثقب قطرها 14 ملم اذا علمت ان سرعة القطع للمعدن المراد تشغيله هي 16 م/د

الحل

$$N = \frac{1000 \times V}{\pi \times d}$$

$$N = \frac{1000 \times V}{14 \times 3.14} = 364 \text{ r.p.m}$$

1- زمن القطع: هو الزمن المستغرق لاتمام عملية الثقب يمكن حساب زمن الثّقب من العلاقة الاتية :

$$T = \frac{L}{N \times F} \text{ min}$$

T : زمن الثقب ويقدر (min)

L : مشوار الثقب (طول الشوط) ويقاس ب(mm)

ويحسب بالعلاقة الاتية :

طول الشوط = عمق الثقب + 0.3 قطر البريمة

F = التغذية (mm / r)

مثال 2-6

احسب زمن الثّقب اللازم لتنفيذ ثقب قطره (40 mm) وعمقه (48 mm) اذا علمت أنّ التغذية (0.2 mm/r) وعدد دورات عمود الدوران (160 r.p.m) .

الحل

$$T = \frac{L}{N \times F}$$

بما ان

$$L = \text{عمق الثقب} + 0.3 \ \text{قطر البريمة}$$

$$L = 48 + 0.3 \times 40 = 60 \ mm$$

اذا

$$T = \frac{L}{N \times F} = \frac{48 + (0.3 \times 40)}{160 \times 0.2}$$

$$T = \frac{60}{32} = 1.9 \ min$$

اما التغذية فتعرف على انها مقدار تقدم بريمة الثقب خلال دورة واحدة لها وتقدر بالميلمتر لكل دورة وتؤخذ قيمتها من جداول خاصة تبعا لمادة المشغولة ومادة الاداة . ويوضح الجدول (5) كلا من سرعة القطع (V) بـ (متر / الدقيقة) وسرعة التغذية (f) بـ (ملم / دورة) بعمليات الثقب .

مادة الشغلة	ظ. ق	قطر المثقاب بالمم							
		30 -- 35	25 -- 30	20 -- 25	16 -- 20	12 -- 16	8 -- 12	5 -- 8	حتى 5
صلب كربوني	V	60	60	60	58	56	53	50	45
	f	0.1	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.035	0.03
	N	550	640	760	920	1100	1400	2000	2900
صلب سبائكي	V	14	14	14	13	13	12	11	10
	f	0.04	0.04	0.035	0.03	0.025	0.02	0.015	0.012
	N	125	150	180	200	260	320	440	650
صلب لا يصدأ	V	35	35	34	33	32	30	28	25
	f	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.015	0.012
	N	320	370	430	520	640	800	1100	1699
صلب منجنيزي	V	25	25	25	24	24	23	22	20
	f	0.035	0.035	0.03	0.025	0.02	0.02	0.012	0.01
	N	300	320	400	490	600	750	1000	1550
زهر < ٢٠٠ بيرنيل	V	85	85	85	83	80	78	75	70
	f	0.3	0.25	0.2	0.16	0.1	0.08	0.05	0.04
	N	770	900	1100	1330	1600	2100	3000	4500
زهر >٢٠٠ بيرنيل	V	40	40	40	38	37	35	33	30
	f	0.15	0.13	0.1	0.07	0.05	0.04	0.035	0.03
	N	360	430	500	600	740	930	1300	1900

جدول(5) : يوضح سرعات القطع و التغذية فى الثقب.

أسئلة الفصل السادس

س1: ضع عبارة صح او خطأ بجانب العبارات التالية :

1. **تستعمل المثاقب اليدوية لثقب القطع المعدنية الكبيرة والتي يصعب أو يتعذر تثبيتها على طاولة المثقب ( )**
2. **تصنع بريمة الثقب من النحاس وخلائطه ( )**
3. **يتم التحكم بعمق الثقب عن طريق التحكم بالحركة الانتقالية الرأسية لمحور الثقب ( )**
4. **يمكن تركيب ادوات الثقب في ظروف التثبيت بشكل قسّري ( )**
5. **يمكن تثبيت المشغولات الصغيرة والرقيقة بملازم يدوية ( )**

س2/ اذكر القواعد التي يجب مراعاتها لتثبيت المشغولات ؟

س3/ عدد انواع برايم الثقب مع ذكر استخدام كل منها ؟

س4/عدد اربع انواع من المثاقيب الالية الثابتة ؟

س5/ اكمل الفراغات التالية :

1. **تستخدم ألة الثقب متعددة المحاور في ..... او .....**
2. **تكون وظيفة القاعدة في المثقاب الالي القائم ..... و .....**
3. **المثقاب الدوار يحتوى على محركين كهربائيين أحدهما مسؤول عن ..... والاخر مسؤول عن .....**
4. **أثناء عملية الثقب تقوم الأداة بتنفيذ حركتين الأولى هي .....والثانية هي.....**

س6/ عدد طرق عملية البرغلة وما هو الهدف من استخدامها ؟

س7/ تكلم بأيجاز عن الية تثبيت (ربط) المشغولات ؟

س8/ يراد تنفيذ ثقب بقطر (28 mm) وعمق (32 mm) في مشغولة من الفولاذ بأستخدام بريمة من فولاذ القطع السريع ، احسب عدد دورات عمود الدوران وزمن القطع ، اذا علما ان سرعة القطع تساوي (22 M/min) ، والتغذية المستخدمة هي (0.2 mm/r).

س9/ اذكر العيوب التي من الممكن حدوثها في عملية الثقب وما هي مسبباتها ؟

س10/ ماهي عملية توسيع الثقوب (التخويش) وماهي انواع الادوات المستخدمة فيها ؟

الفصل السابع / سوائل التبريد والتزييت في عمليات القطع والصيانة
Lubrication and Cooling Liquids in Cutting Operations and Maintenance

أهداف الفصل

يجب أن يكون الطالب بعد إنهائه دراسة هذا الفصل قادراعلى أن:-

1- يتعرف على أنواع سوائل التبريد المستعملة في عمليات القطع.
2- يميز تأثير سوائل التبريد والتزييت على أنواع المعادن المختلفة.
3- يتعرف على أنواع الزيوت والشحوم وخصائصها ومواصفاتها.
4- يحدد طرق التزييت والتشحيم.
5- يختار الزيوت والشحوم المناسبة وفق التعليمات.
6- يتعرف على أهمية عمليات صيانة المصنع.

تمهيد

من المعلوم ان عمليات القطع يصاحبها ارتفاع في درجات الحرارة الناشئة من مصدرين اساسيين:-

1. الحرارة المتولدة من احتكاك الرايش بسطح الحد القاطع الامامي والخلفي لعدة القطع.
2. الحرارة المتولدة من عملية القطع نفسها التي تحدث على سطح الشغلة.

وهذا الارتفاع في درجات الحرارة يؤثر على العناصر الثلاثة المشتركة في عملية القطع وهي :

أ . الشغلة.

ب. عدة القطع.

ج. الرايش الناتج.

إن مقدار الفقدان بالقدرة نتيجة الحراره المتولدة او نتيجة الاحتكاك بين سطح عدة القطع والشغلة يكون كبيرا جداً، وقد وجد ان الخسارة في القدرة نتيجة هذهِ الحرارة المتولدة يقدر من 20- 30% وعلى هذا الاساس تستعمل سوائل التزييت والتبريد لأجل تحقيق هدفين رئيسين هما:

1 - تقليل معامل الاحتكاك بين عدة القطع والشغلة من جهة، وبين عدة القطع والرايش من جهة اخرى، وهذا يؤدي الى تقليل مقدار الحرارة المتولدة اساسا ، فضلا عن زيادة القدرة اللازمة للقطع.

2- تصريف ونقل كمية كبيرة من الحرارة المتولدة في عملية القطع، وتبريدها مباشرة.

1-7 تأثير الأحتكاك

ينتج عن الاحتكاك اثران سلبيان على أجزاء الألات وهما:

1. الحراره: تتحول الطاقة المستهلكه في التغلب على قوة الاحتكاك الى طاقة حرارية، واذا لم يتم التخلص من هذه الحرارة فستستمر في التجمع وتؤدي الى رفع درجة حرارة السطحين ، وقد تؤدي الى صهرهما او لحامهما.

2. التآكل الاحتكاكي

تم تصنيف التآكل على انه انهيار متقدم ناتج عن فقد جزء من المادة (material) أو الخامة المستعملة ويحدث التآكل بسبب تلامس متواصل بين جسمين متحركين. لا يصنف أي معدل من التآكل على انه انهيار حيث انه "صناعيا" يوجد نسبة مقبولة من التآكل كناتج طبيعي لعمليات التشغيل

ودوران الأجزاء. ومما لاشك فيه إن الاحتكاك الزائد يؤدى إلى تأكل المادة بمعدل اكبر من المحسوب "هندسيا" والذي ينتج عنه انهيار العدة مما يعنى هنا خسارة اقتصادية وآلتي تتمثل في استهلاك لقطع الغيار بالإضافة إلى الحرارة المتولدة والتي تعتبر طاقة مفقودة لا يمكننا الاستفادة منها، أي يمكننا القول أن التآكل يصنف على انه البداية الفعلية في انهيار كفاءة نظام العمل ككل. ومما لاشك فيه أن التآكل الطبيعي لا يمكننا اجتنابه طالما أن الحركة موجودة بين سطحين متلامسين ولكن يمكننا أن نقلل هذا التآكل عن طريق التصميم الميكانيكي الخاص والضبط المحكم للمعدات والقيام بعمليات الصيانة الوقائية بما في ذلك التزييت والتشحيم.

2-7 فوائد سوائل التبريد والتزييت

يمكن تلخيص فوائد سوائل التبريد والتزييت بالنقاط التالية:

1 - رفع كفاءة القطع واطالة عمر الحد القاطع للعدة.

2 - تعمل على تقليل القوى اللازمة للقطع بنسبة تتراوح بين 10- 15%.

3 - تمنع تمدد الشغلة، فهي بذلك تفيد في تحسين الدقة في القياس وانتاج سطوح ذات جودة عالية.

4 - تمنع تلون الشغلة الذي ينتج من حرارة احتكاك القطع.

5 - تمنع الادخنة والضباب التي قد تتصاعد من عملية القطع.

6 - تعمل على ازالة قطع الرايش وابعادها عن المنطقة المحيطة بعدة القطع.

7 - تمنع صدأ وتآكل اداة القطع والشغلة.

8 - تمنع التحام الرايش بالحد القاطع لاداة القطع.

3-7 الخواص اللازمة لسوائل التبريد والتزييت

يجب ان تتوفر في مواد التبريد والتزييت الخواص والصفات الأتية :

1- ان تكون صالحة كيمياويا فلا تتفاعل مع معدن الشغلة او معدن عدة القطع ، او مع أي جزء من اجزاء الماكينة المختلفة كما انها يجب ان لاتساعد على تكوين الصدأ.

2- أن لاتتبخر بسرعة، والا تكون ضارة على صحة العاملين سواء باللمس او الرائحة، اي يجب ان لاتكون سامة عند استنشاق ابخرتها وان لا تؤذي الجلد.

3- ان تكون لها خواص تبريد عالية ، اي يجب ان تكون جيدة الحمل للحرارة.

4- ان تكون لها خواص تزييت عالية ، كما يجب ان تكون درجة لزوجتها مناسبة وذلك لتناسب عملية التشغيل.

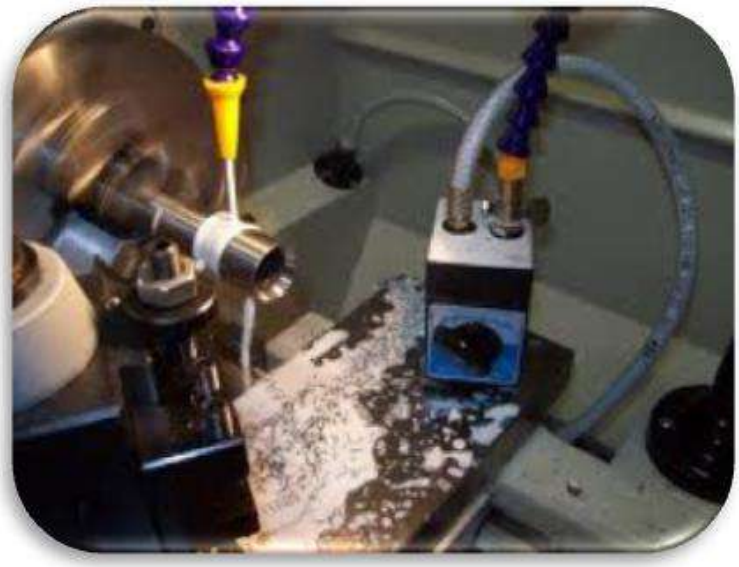
5- ان يكون بالامكان تخزينها فترة طويلة دون ان تفقد خواصها.

6- ان تكون رخيصة الثمن ويمكن اعادة استعمالها مرات عدة بعد ترشيحها حتى تصبح العملية اقتصادية.

4-7 أنواع سوائل التبريد

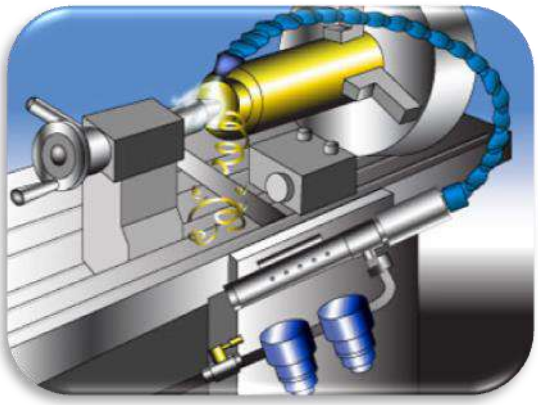
اهم سوائل التبريد المستعملة هي الماء ومحلول الصوديوم وماء الصابون والزيوت المعدنية والشحومات ومحلول الشحومات والمستحلبات المذابة في الماء وكذلك خليط من هذة السوائل ايضا. ويمكن تقسيم السوائل المستعملة في التبريد للأنواع التالية:

1- الزيوت القابلة للذوبان في الماء : وهي مجموعة من المركبات التي تذوب في الماء وتكسبه لونا يشبه لون الحليب كما موضح بالشكل (7-1) ، وتستعمل هذه الزيوت بصوره عامه في مختلف عمليات القطع لتخفيض الحراره الموضعيه التي تتكون على طرف الحد القاطع للعدة، وميزة هذا النوع من الزيوت بالاضافه الى خاصية التبريد انه يحمي المشغولة وأجزاء الالة من الصدأ او عادة ما يتم خلط هذه الزيوت مع الماء بنسبة (1 زيت:5 ماء).



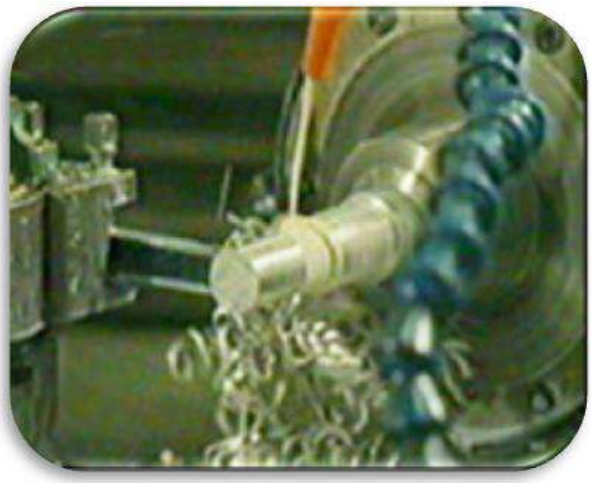
الشكل (7-1) يوضح أستعمال الزيوت القابلة للذوبان في الماء.

2- الزيوت المعدنية: وهي تشمل مختلف انواع الزيوت المستخرجه من البترول كالبرافين والكيروسين، وتمزج هذه الزيوت العضويه والحيوانيه لتستعمل اثناء عملية التنعيم وتسهيل قطع االمعادن غير الحديديه كما موضح بالشكل (7-2).



الشكل (7-2) يوضح استعمال الزيت المعدني عند خراطة البرونز.

3- الزيوت العضويه والحيوانيه: وهي مجموعه غنيه بالكبريت وتستخرج من العضويات والحيوانات وتستعمل اثناء الخراطه الثقيله التي يكون فيها عمق القطع كبير.



الشكل (7-3) يوضح استعمال الزيت العضوي عند الخراطة بعمق قطع كبير.

4- الزيوت المعدنيه الثقيله: وهي مزيج من الزيت الثقيل والزيت المعدني السائل وتستعمل للحصول على سائل تبريد يتميز بالقدره على التزيت اكثر من التزييت المعدني السائل، وهي تستعمل عند القطع بعمق قطع متوسط.

الشكل (7-4) يوضح استعمال الزيت المعدني التقيل

5- التحللات المائية: يمكن بوساطة الماء المحتوي على بعض القلويات مثل الزيت الثقيل والصابون الناعم إيجاد أنواع من سوائل التبريد قادرة على تنظيف الرايش بالإضافة إلى تبريده كما موضح في الشكل (7-5).

الشكل (7-5) يوضح استعمال المستحلب للتبريد والتنظيف.

1-4-7 المستحلب

هو محلول من الصابون في زيوت معدنية مخلوطة جيدا بالماء ولها خواص جيدة للتبريد وبعض خواص التزييت.

قواعد استعمال المستحلب: هناك قواعد عدة يجب مراعاتها عند استعمال المستحلب وهي كلأتي:-

1 - يراعى أن يكون الماء المستعمل في خلط زيت التبريد (لتكوين المستحلب) دافئا.

2 - يصب زيت التبريد في الماء ولا يجوز العكس كما موضح بالشكل المرقم (7-6).

3- لايستعمل مستحلب التبريد أطلاقا في غسل الأيدي حيث يؤدي ذلك الى أتلاف المستحلب.

الشكل (7-6) صب زيت التبريد في الماء.

الشروط الواجب مراعاتها عند استعمال سوائل التبريد :

1-يجب توجيه تيار سائل التبريد على الرايش من الاعلى، وعلى المنطقة التي ينفصل فيها الرايش عن الشغلة، لانه في هذه المنطقة بالذات تتولد اكبر كمية من الحرارة.

2- يجب الابتداء بتوجية سوائل التبريد في اللحظة التي تبدأ فيها عملية القطع، وليس بعد انقضاء فترة من الزمن لان ذلك يسبب ظهور تشققات حرارية في عدة القطع والشغلة نتيجة للتبدلات الفجائية في درجة الحرارة.

3- يجب التأكد ان سوائل التبريد توافق المادة المعرضة للتشغيل ونوعية التشغيل وعملية القطع.

5-7 التبريد في عمليات الخراطة

تنشأ في مكان القطع حرارة كبيرة من جراء الأحتكاك الناتج بين الحد القاطع للقلم وسطح الشغلة، وكلما زادت كمية الحرارة الناتجة ترتفع درجة حرارة الحد القاطع مما يؤدي إلى أحتراقه أوفقدانه لصلادته، لذا يجب استعمال سائل تبريد في مكان القطع حسب نوع المعدن المراد خراطته. ويمكن أجراء عملية الخراطة دون الحاجة إلى استعمال تبريد عندما تكون سرعة القطع منخفضة وعند خراطة المعادن الطرية مثل الألمنيوم ويبين الشكل (7-7) جدول سوائل التبريد لعمليات الخراطة لمعادن مختلفة.

سوائل التبريد لعمليات الخراطة	
المادة المراد تشغيلها	سوائل التبريد
الصلب الكاربون	مستحلب،زيت قطع
مسبوكات الصلب	مستحلب،زيت قطع
الألمنيوم	جاف(بدون تبريد)- مستحلب
الزهر الطري	جاف – مستحلب - زيت قطع
البرونز	جاف- مستحلب- زيت قطع
النحاس الأصفر	جاف، مستحلب

الشكل (7-7) جدول يبين سوائل التبريد لعمليات الخراطة لمعادن مختلفة .

قواعد العمل للتبريد أثناء الخراطة:

1- يجب أن يكون حوض سائل التبريد مملوء بسائل التبريد.

2- يجب تبديل سائل التبريد الموجود في حوض سائل التبريد بانتظام وأستغلال هذه الفرصة لتنظيف الوعاء تنظيفا دقيقا.

3- يجب توجيه شعاع سائل التبريد إلى الحد القاطع لقلم الخراطة بحيث يبرد ويزيل قطعة الرايش الملتصقة كما موضح بالشكل (7- 8).

4- يجب العمل على تثبيت وضع منفث سائل التبريد قبل التشغيل بحيث لايتغير وضعه اثناء الخراطة إذ تشكل أعادة ضبط شعاع سائل التبريد أثناء دوران الظرف على خطورة كبيرة تؤدي إلى أضرار جسيمة.

5- يجب أن لا يستعمل إلا سائل التبريد النظيف، ويجب أن نتذكر أن الماء يتبخر من سائل التبريد أثناء عملية التبريد لذا يجب أضافة كمية كافية من الماء بين فترة واخرى لإعادة نسبة الخلط الى قيمها الصحية.

الشكل (7- 8) توجيه شعاع سائل التبريد وتثبيته أثناء الخراطة.

6-7 التبريد في عمليات القشط

لا تحتاج عمليات القشط الى سوائل تبريد بكميات كبيرة لتقليل من أرتفاع درجات الحرارة كما هو الحال في عمليات الخراطة وعمليات التفريز، نتيجة لتعطل قلم القشط في شوط الرجوع فانه يبرد كذلك ان سرعات القطع عند العمل على المقاشط المختلفة تكون واطئة نسبيا، وهذا يعني ان الحرارة المتولدة نتيجة لعملية القطع قليلة نسبيا. ومن هذا كله نستنتج انه يمكن الأستغناء عن أستعمال سوائل التبريد في عمليات القشط، ولكن الاهم من هذا كله هو استخدام سائل جيد للتزييت والتبريد وذلك لمنع التآكل والتخفيف من شدة الاحتكاك بين قلم القشط والشغلة، وبالتالي تقليل القدرة اللازمة للقشط . ويتوقف اختيار سوائل التبريد على معدن الشغلة المراد تشغيلها وعلى معدن عدة القطع، وعلى نوع عملية القطع ويبين الشكل (7-9) جدول سوائل التبريد لعمليات القشط.

سوائل التبريد لعمليات القشط		
المادة المراد تشغيلها	سوائل التبريد	
	قشط أفقي	قشط عمودي
الصلب الكاربون	دون تبريد(جاف) زيت قطع مستحلب	زيت قطع ، زيت التربنتين
مسبوكات الصلب	جاف ، زيت قطع مستحلب	زيت قطع مستحلب
الزهر الرمادي ومسبوكات التبريد الفجائي	جاف زيت معدني	دون تبريد (جاف) زيت معدني
الصلب المصبوب الزهر الطري	جاف - مستحلب زيت قطع	جاف زيت معدني
البرونز	جاف	جاف، زيت قطع
النحاس الأصفر	جاف	جاف
الألمنيوم	جاف، زيت معدني ،مستحلب	

الشكل (7-9) جدول سوائل التبريد لعمليات القشط.

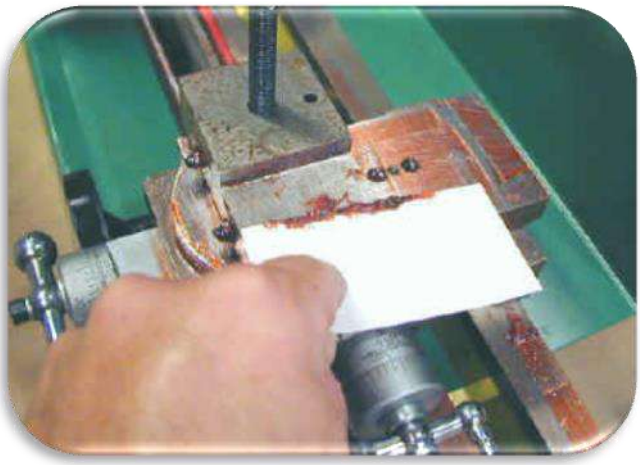
7-7 التبريد في عمليات الثقب

تستعمل سوائل التبريد والتزيت في عملية الثقب بحسب نوع المعدن المشغل ،فمثلا لمشغولة من الفولاذ يستعمل مستحلب زيت الثقب ، أما الالمنيوم وحديد الصب فلا حاجة لتبريده اذ يكون القطع به جافا. لذا يمكن تعريف سائل التبريد: هي أحد أنواع المبردات والمزلقات المصنعة خصيصًا لعمليات صنع الأدوات المعدنية والتشغيل الآلي . والشكل (7-10) يوضح عملية تدفق سائل التبريد على قطعة العمل.

الشكل (7-10) يوضح عملية تدفق سائل التبريد على قطعة العمل

7-8 التزييت

التزيت هو وضع غشاء رقيق من الزيت بين سطحين متلاصقين يتحرك إحداهما بالنسبة للآخر حتى يحول الزيت دون تلامسهما أثناء الحركة، وستقل المقاومة الاحتكاكية التي تنشأ بينهما لمنع للتآكل الذي يحدث حتماً إذا كان هناك تلامس معدني مباشر دون غشاء أو طبقة من الزيت بينهما. ويفضل الزيت كأداة للتزييت بسبب خاصية تلاصقه مع السطوح وخاصية لزوجته. حيث يتكون غشاء الزيت المتواجد بين السطحين من عدة طبقات تلتصق طبقاته الخارجية مع سطح المعدن المجاور لها بخاصية الالتصاق بينما تتماسك طبقاته الداخلية مع بعضها بخاصية اللزوجة وبذلك يكون هناك طبقة رقيقة من الزيت بين الأجزاء المتحركة وهذه الطبقة تمنع تلامسهما مباشراً كما موضح في الشكل (7-11).



الشكل (7-11) يوضح الزيت بين سطحين متلاصقين يتحرك إحداهما على الأخر.

7-8-1 الغرض من التزييت Purpose of Lubrication

يحقق التزييت أغراض عدة أهمها ما يأتي:-

1- منع التآكل

تقليل التآكل الحادث نتيجة للحركة بين أي جسمين متلامسين.

2- تخفيض الحرارة

تقليل ارتفاع درجات الحرارة آلتي تنتج عن الاحتكاك بين الأجزاء المتلامسة عند الحركة.

3-منع الأكسدة و الصدأ:

يقلل من حدوث أكسدة لسطح الخامات مما يمنع حدوث الصدأ كما في حالات التخزين أو عند توقف المعدات.

4- ردع الصدمات :

يعمل كوسادة تردع الأصوات الناتجة عن حدة الصدمات التي تحدث بين الأجزاء المتحركة من جراء التغير الفجائي فى الضغط عند الاحتراق مما يساعد على الأداء الهادئ للمحرك.

5- زيادة القدرة المستفادة :

يعمل الزيت على تقليل القدرة المفقودة فى التغلب على الاحتكاك ومن جراء تسرب غازات الاحتراق.

6 - يمنع دخول الأوساخ.

2-8-7 أهمية التزييت للآلات والماكينات

عندما ينزلق جزء من اجزاء الماكينة على جزء أخر تتولد بينهما مقاومة تسمى الاحتكاك مما يؤدي الى زيادة الحرارة الناشئة وبالتالي الى سرعة تآكل وتلف هذة الاجزاء. وكلما زادت قوة الاحتكاك كلما زادت نتيجة لذلك القوة اللازمة لتدوير اجزاء الماكينة ولتقليل الأحتكاك يراعى ان تصنع الاجزاء المنزلقة في الماكينات بجودة سطوح عالية واستعمال مواد التزييت. وتزود الماكينات الحديثة عادة بخرائط للتزييت توضح المعلومات اللازمة عن نوع الزيت المطلوب استعمالة والمواضع الواجب تزييتها، بالاضافة الى الفترات التي يجب ان تزيت عندها هذة المواضع (يوميا، اسبوعيا، شهريا) .

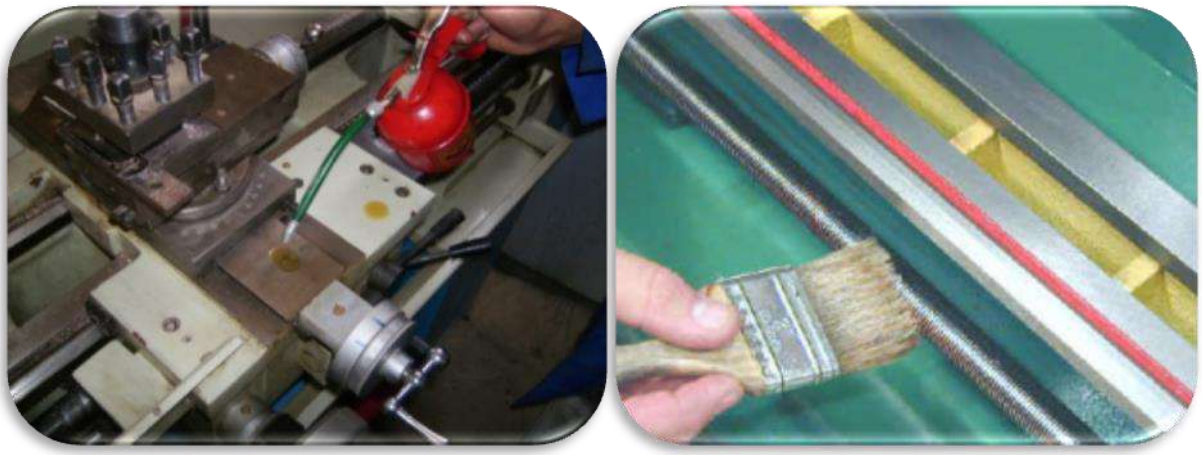
ولا يجوز استعمال الزيوت النباتية أو الحيوانية كزيت الخروع مثلا، في تزييت الماكينات وذلك لسرعة تحول هذه الزيوت الى راتنجات مما يؤدي الى تقليل قدرة الاجزاء المنزلقة على مقاومة الاحتكاك وبالتالي يؤدي الى تلفها، والقواعد المتبعة عادة في تزييت الماكينات هي:-

1- استعمال زيوت مرتفعة اللزوجة عندما تكون السرعات منخفضة واوزان الاجزاء الدوارة ثقيلة، وعندما يكون الخلوص بين العمود وكرسي الدوران كبيراً.

2- استعمال زيوت منخفضة اللزوجة عندما تكون السرعات مرتفعة، و اوزان الاجزاء الدوارة خفيفة وعندما يكون الخلوص بين العمود وكراسي الدوران صغيرا.

3- يقتصر القيام بعملية تزييت وتشحيم الماكينات، بصورة عامة، على فترات توقفها.

4- يراعى المحافظة على نظافة المواضع المزيتة، ولا يسمح للقاذورات أو قطع الرايش بالنفاذ من خلال فتحات التزييت الى سطوح كراسي الدوران.



الشكل(7-12) تزييت أجزاء متحركة في المخرطة.

7-8-3 أنواع الزيوت

هناك أربع حالات للزيت هي :-

1- الزيوت السائلة Liquids

2- الزيوت شبة الصلبة semi solid

3- الزيوت الصلبة solid

4- الزيوت الغازية Gaseous

وسنتعرف هنا على الزيوت السائلة وشبة الصلبة (الشحوم) حيث تصنف الزيوت حسب مصدرها إلى:

1- زيوت معدنية mineral.

2- زيوت نباتية vegetable.

3- زيوت حيوانية Animal.

ويعد النفط ومشتقاتة المصدر الرئيس للزيوت المعدنية ، في حين تمثل الشحوم الحيوانية المصدر الأساسي للزيوت الحيوانية ، وتحصل على الزيوت النباتية بعصر بذور النباتات.

7-8-4 خصائص الزيوت

يجب أن تتوفر في الزيوت الخصائص والصفات الآتية:

1 - اللزوجة viscosity:

يجب أن يحافظ الزيت على لزوجتة وسماكته، فإذا زادت اللزوجة نحتاج إلى قوة أكبر لبدء الحركة والمحافظة عليها، وتفقد بذلك جزءآ من الطاقة التي تتحول الى طاقة حرارية. وإذا قلت اللزوجة تدنت قدرة الزيت على مقاومة الأحمال (الفصل بين السطوح).

2 - الخلو من الحموضة Acidity.

يجب أن تخلو الزيوت من الحموضة لتفادي التآكل الكيميائي .

3 - القدرة على تحمل درجات الحرارة:

يجب أن يكون الزيت قابلآ للعمل تحت درجة حرارة عالية ، دون أن تتأثر لزوجتة كثيرآ أو يتعرض إلى التفحم (Carbon).

4. الخلو من المواد الحاكةِ (القاشطة) Abrasive none

يجب أن يخلو الزيت من المواد الحاكة (القاشطة) وأن يكون نظيفآ لتفادي التآكل الاحتكاكي .

7-8-5 تصنيف الزيوت السائلة

تصنف الزيوت السائلة حسب أستخداماتها وليس حسب مكوناتها وكلأتي:

1. الزيوت الدورانية circulating:

تستعمل هذهِ الزيوت للدوارن في نظام مغلق (Closed System) مثل نظام تزييت محرك السيارة والأنظمة الهيدروليكة, ويضاف إلى هذه الزيوت محسنات بسبب مكوثها فترات أطول في النظام المغلق, وتشمل المحسنات مضادات الرغوة (Anti – Foam) وموانع الصدأ.

2. زيوت التروس :Gear Oils

يجب أن يتوفر في زيوت التروس خواص منها القدرة على التعامل مع الضغوط العالية المتولدة بين أسنان التروس والقدرة على امتصاص قوى الصدم , وأن تكون لذلك مرتفعة اللزوجة , وتصنف كما في الشكل (7 – 13) .

الدرجة	اللزوجة بوحدة سنتيستوك
خفيف	160 - 140
وسط	240 - 200
ثقيل	500 - 240

الشكل (7 –13): جدول تصنيف زيوت التروس .

3. زيوت الآلات Machine Oils:

تستعمل هذهِ الزيوت في الأنظمة المفتوحة ,وتعد من زيوت التزييت العام وتستعمل لتزييت العناصر الخارجية في الآلات وفي المحامل الاحتكاكية , وفي تزييت المسالك الانزلاقية, ويتراوح مدى اللزوجة من (35 – 200) سنتيستوك .

4. زيوت المحاور Spindle oils:

تستعمل هذهِ الزيوت لتزييت محاور آلات النسيج والخياطة والأجهزة الدقيقة , وهي زيوت معدنية خالصة وتتراوح لزوجتها من (1 – 25) سنتيستوك.

قاعدة عامة :

- للأحمال الخفيفة والسرعات العالية استعمل زيوتآ منخفضة اللزوجة.
- للأحمال الثقيلة والسرعات المنخفضة استعمل زيوتاً عالية اللزوجة.

6-8-7 الشحوم Greases

شحم التزييت عبارة عن مزيج صلب إلى نصف سائل من زيت التزييت السائل وعامل زيادة السماكة كما في الشكل (7-14)، ويتكون الشحم العادي من 90% من الزيت و10% من عامل زيادة السماكه. وباستثناء وظائف التنظيف والتبريد، فإن الشحم يقوم بنفس وظائف الزيوت السائلة.

الشكل(7-14) شحم التزييت.

الوظائف:- ولكي يُعتبر الشحم مقبولاً يجب أن يؤدي ما يلي:

1 - تقليل الاحتكاك والتآكل في ظروف التشغيل المختلفة.

2 - الوقاية من الصدأ والتآكل.

3 - منع الأوساخ والماء والملوثات الأخرى من الدخول إلى الأجزاء التي تخضع للتزييت.

4 - الحفاظ على البنية والتماسك طيلة فترة الاستعمال.

5 - السماح بالحركة الحرة للأجزاء في درجات الحرارة المنخفضة والضخ بحرية في مثل درجات الحرارة هذه.

6 - التمتع بخصائص فيزيائية ملائمة لطريقة الاستعمال والاحتفاظ بهذه الخصائص خلال فترة التخزين.

7- التوافق مع السدادات المرنة والمواد الأخرى المرتبطة بالأجزاء الخاضعة للتزييت.

8 - تحمل درجة معينة من التلوث بالرطوبة دون خسارة الأداء.

ويتم التحكم بهذه الخصائص بوساطة الخواص الفيزيائية والكيميائية للعناصر الثلاثة الموجودة في الشحم وهي:

أ- الزيت:

الخواص الأكثر أهمية في الزيت هي:

1 - اللزوجة ومؤشر اللزوجة: حيث تحدد اللزوجة قابلية الضخ والأداء للشحم في درجات الحرارة المنخفضة.

2 - الثبات للتأكسد: يحدد هذا الثبات عمر الخدمة وعمر التخزين وقدرة الشحم في درجات الحرارة المرتفعة.

ب- عامل زيادة السماكة:

يمكن أن يكون عامل زيادة السماكه صابون معدني بسيط أو صابون مركب أو عوامل زيادة سماكه عضويه اصطناعية أو عوامل هلامية غير عضوية.

ج- المواد المضافة:

تشمل المواد المضافة الرئيسة المستعملة في صناعة الشحم:

1- مضادات التأكد، لمد عمر الشحم.

2- العوامل المضادة للتآكل، لمقاومة تأثير المواد الكيميائية على الحوامل المصنوعة من السبائك.

3- مانعات الصدأ، للوقاية ضد تشكل الصدأ في ظروف الرطوبة.

4 - عوامل الضغط الأقصى، لتوفير قوة غشاء عالية في أحمال الصدمة.

5 - المواد المضافة الجامدة مثل المولي (ثاني كبريتيد المولبيدينيوم) والجرافيت والمستعملة أحياناً لدعم عملية التزييت في الاستخدامات التي تسود فيها درجات الحرارة المرتفعة.

7-8-6-1 المادة الصابونية

تصنع المواد الصابونية المعدنية عادة عن طريق تفاعل مادة دهنية ذات منشأ حيواني أو نباتي (الحامض الدهني) مع هيدروكسيد معدني مثل الباريوم أو هيدروكسيد الكالسيوم وهذه العملية تدعى (التصبن). وتحوي الهيدروكسيدات المعدنية المستعملة عناصر الباريوم والكالسيوم والليثيوم والالمنيوم والصوديوم. ويحدد المعدن المستعمل اسم الشحم كما موضح بالشكل (7-15). والأنواع المختلفة للمواد الصابونية تضفي خواص مختلفة على الشحم حيث يتم اختيارها بعناية اعتماداً على الغرض المطلوب من الشحم. والمواد الصابونية المركبة تعمل على زيادة السماكة وهي توفر شحماً يتحمل درجات الحرارة المرتفعة. فعلى سبيل المثال، درجة الحرارة القصوى لشحم مركب من أساس الصوديوم Sodium Based تتراوح بين 120 إلى 150 درجة مئوية.وتعتبر اليوريا مثالاً على عوامل زيادة السماكة العضوية الاصطناعية. وهي توفر شحماً متعدد الأغراض يتحمل درجات الحرارة

المرتفعة. وتعد المواد الغضارية الطبيعية المعدلة كيميائية مثل النبتون عوامل غير عضويه تعمل على تحويل سائل التزييت إلى هلام.

الشكل(7-15) شحم أساس الصويوم.

7-8-6-2 شحوم كراسي التحميل

تعتبر كراسي التحميل (حوامل أعمدة الدوران) الأجزاء الأكثر اهمية التي يتم تشحيمها في المكائن والمركبات، ويشترك في ذلك الحوامل المضادة للاحتكاك من النوع المخروطي كما موضح بالشكل (7-16) والتي تعمل في ظروف قاسية من السرعة والحمل في وسط صعب للغاية مثل (طين وماء وثلج وغبار إلخ). كما أنها تتعرض لأحمال الصدمة ودرجات الحرارة المرتفعة أثناء عملية الكبح. ومن غير الممكن التنبؤ بعمر كامل لكراسي التحميل، وحتى عندما تخضع للتزييت والصيانة الملائمة، فإن احداها قابل للتعطل في أي وقت. وافضل طريقة لتحقيق العمل الأمثل لكرسي التحميل هو استعمال نوع الشحم وتطبيقه حسبما يوصي به مصنع الماكينة أو المركبة. وينبغي أن توفر في هذه الشحوم الخصائص الأتية :-

1 - قدره جيدة وحماية ضد التآكل في ظروف السرعة العالية والمنخفضة.
2 - القدرة على تحمل الأحمال المرتفعة وتشغيل الحمل الصدمي وكذلك مقاومة التآكل.
3 - تحمل درجات الحرارة المرتفعة.

الشكل(7-16) تشحيم كرسي تحميل مخروطي.

3-6-8-7 استعمال الشحوم

يختلف استعمال الشحوم باختلاف أنواعها ويمكنك تصنيفها كما يأتي :

1. الشحوم الصابونية أساس الصوديوم لتزييت المسالك الدليلية الأنزلاقية.

2. شحوم لتشحيم المحامل الاحتكاكية عند سرعات تقل عن 400 دورة / دقيقة , ويجب استبدالها على فترات لإمكانية تسرب الشحوم عند النهايات.

3. شحوم الأغراض العامة في تشحيم العناصر الدوارة من المحامل شريطة أن تخلو من المواد الكيميائية القابلة للتفاعل مع معدن المحامل.

7-8-7 الإضافات التحسينية للزيوت والشحوم (Additives)

يفوق المدى الواسع لمتطلبات الآلات والمعدات الحديثة قدرة الزيوت الأعتيادية على تلبيتها, لذلك تم إضافة مواد تحسن خصائص الزيوت والشحوم , وفيما يأتي أبرز هذه الإضافات :

أ- موانع التأكسد Oxidation Inhibitors :

صممت موانع التأكسد لمنع الانهيار الكيميائي لخصائص الزيت ومنع تأكسده .

ب- المنظفات والمبددات Deferments and Dispersants :

تؤدي المنظفات إلى تنظيف السطوح ومنع تسرب الأوساخ عليها , أما المبددات فتغلف جزيئات الأوساخ المعلقة وتمنعها من الترسب على السطوح المعدنية.

ج- موانع الصدأ والتآكل الكيميائي Rust and Corrosion Inhibitors :

تخفف هذه الموانع أو تؤخر تكون الصدأ , وتحمي السطوح المعدنية من التآكل الكيميائي .

د – المواد المضادة لتكون الرغوة Anti – Foam Agents :

تحلل هذه المواد فقاعات الهواء المتسربة إلى نظام التزييت .

هـ - المركبات المقاومة للاحتكاك Anti – Friction Compounds :

تزيد هذه المركبات الخاصية التزليقية للزيت لتخفيض معامل الاحتكاك .

و - المواد المقاومة للتآكل الاحتكاكي Anti – Wear Agents :

تخفض قدرة المواد الاحتكاكية ويقل بذلك التآكل الاحتكاكي .

ز- المواد المقاومة للذوبان Emulsion Breakers :

عند تحليل الزيت في الماء تؤدي هذه المواد إلى فصلهما .

ح - مواد الضغط العالي Extreme pressure Agent :

تستعمل في زيوت التروس لتحسين القدرة على امتصاص قوى الصدم بين أسنان التروس.

7-8-8 المبادئ الأساسية في التعامل مع الزيوت والشحوم واستخدامها

يعتمد التزييت الجيد على دقة أختيارنوع الزيت وتوفيره في الوقت المناسب وبالكمية المناسبة ولتحقيق هذه القاعدة يجب مراعاة بعض الاعتبارات والمبادئ الأساسية في التعامل مع الزيوت والشحوم واستخدامها وتشتمل عدة عوامل نوردها فيما يأتي :

أ- النظافة Cleanliness

تعد نظافة الزيت ضرورية لنجاح عملية التزييت والتزليق لذا يجب الاهتمام بنظافة المعدات والادوات المستعملة في نقله وإضافته والشكل (7 -17) يوضح مراعاة النظافة بتزييت كرسي التحميل.

الشكل(7 -17) تزييت كرسي التحميل.

ب- التبادلية interchangeability :

هي أحلال نوع من الزيوت محل أخر كبديل وليس بالضرورة أن تتصف الزيوت بخاصية التبادلية، وكقاعدة عامة يجب عدم خلطها، وتنظيف المعدات قبل تغيير الزيوت.

جـ - الزيادة :

تؤدي زيادة كمية الزيت عن الحد المقرر وبخاصة الشحوم إلى توليد حرارة قد تؤدي إلى اتلاف الزيت وفقده خواصه ، ويؤدي النقص إلى أثار سلبية كذلك.

د- المصافي Filters :

يجب تغيير مصافي الزيت في الأوقات المحددة المبينة في أدلة الشركات الصانعة.

هـ - تخزين الزيوت والتخلص منها :

يجب تخزين الزيوت وفق شروط السلامة العامة ومراعاة شروط الحفاظ على البيئة عند التخلص منها .

9-8-7 طرق التزيت والتشحيم

هناك خمس طرق أساسية لتزييت أجزاء الآلات والمعدات وتشحيمها هي :

أ- التزييت والتشحيم اليدوي Manual Application :

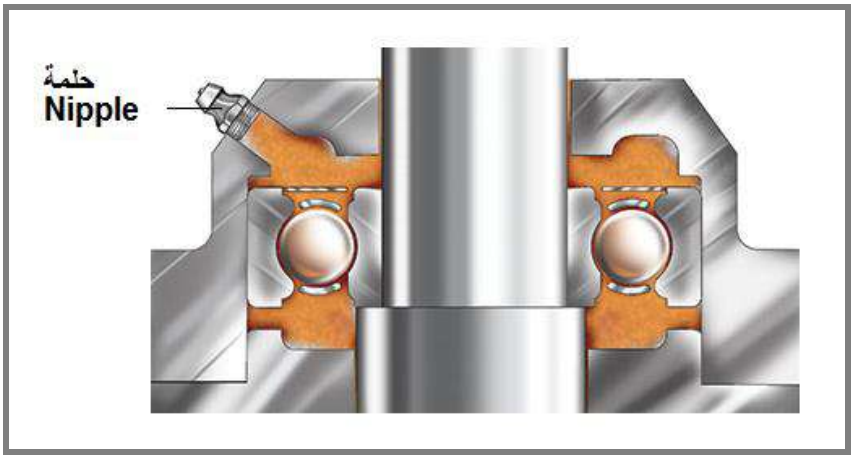
يعد التزييت اليدوي أسهل طريقة لتزييت أجراء الآلات والمعدات . ويمكن استخدام المزيتة اليدوية المبينة في الشكل (7-18) لحقن الزيوت السائلة.

الشكل (7-18) مزيتة يدوية.

اما لحقن الشحوم فتستعمل مضخة الحقن اليدوية المبينة في الشكل (7- 19).

الشكل (7- 19) مضخة حقن يدوية.

ويتم حقن الشحوم عبر حلمات (Nipples) خاصة مثبتة بأجزاء الآلات ويبين الشكل (7- 20) نموذجآ منها.



الشكل (7- 20) يوضح حلمة تشحيم.

ب ـ التزييت بالجاذبية Gravity :

تستعمل هذة الطريقة لتوصيل الزيت إلى موضع التزييت بكميات قليلة وبفترات منتظمة وتستخدم طريقتين لتحقيق هذا الغرض هما :

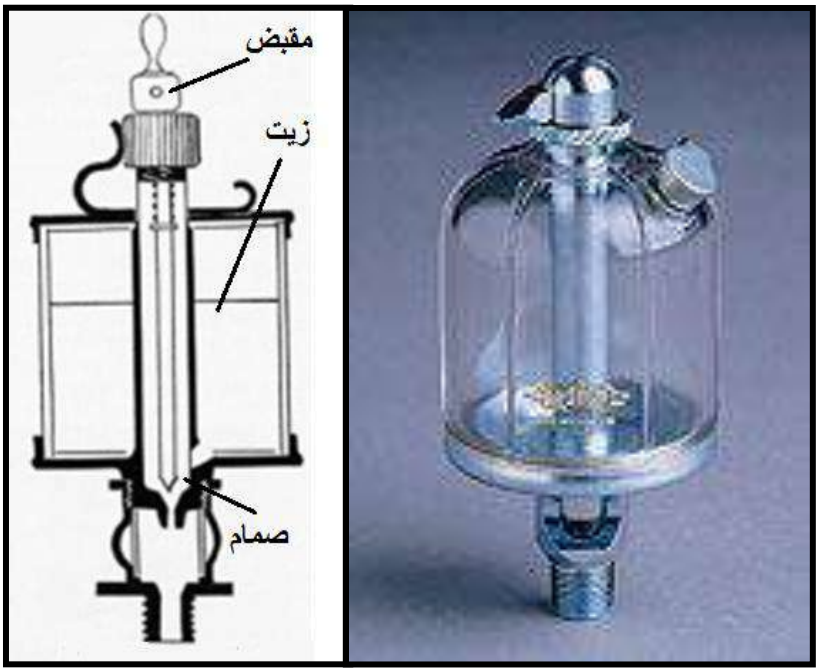
1. مزيتة الفتيل wick feed oiler :

إذ تستعمل فتيلآ يشبة فتيل المصابيح الزيتية لتوصيل الزيت من الحافظة إلى موضع التزييت كما في الشكل (7-21) ، ويعمل الفتيل كمصفي للزيت من الأوساخ ، وتسمى هذة الطريقة احيانآ بالتزييت الرذاذي.

الشكل (7-21) يوضح مزيتة الفتيل.

2. مزيتة التنقيط Drip feed oiler :

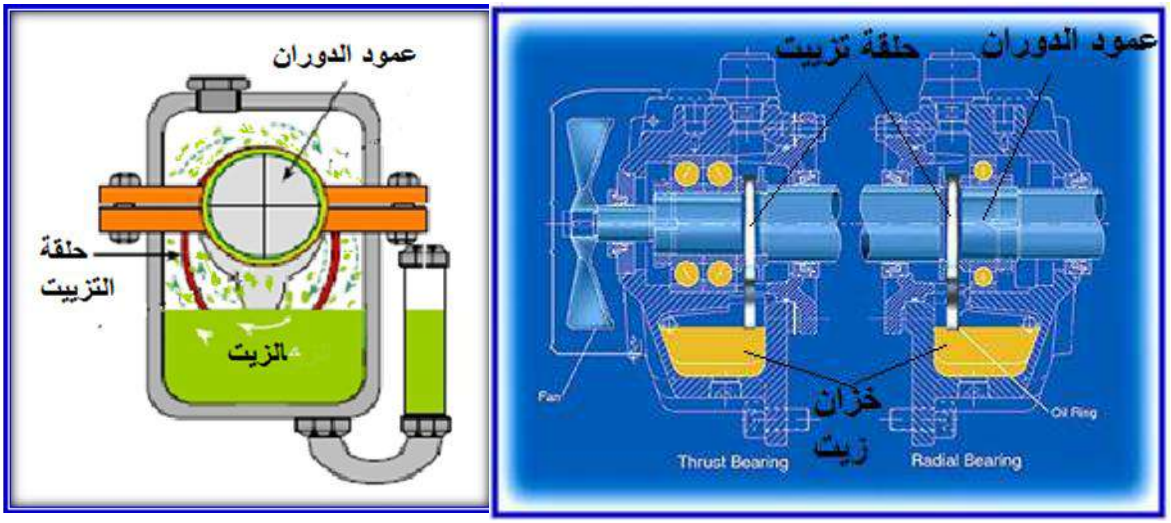
يبين الشكل (7- 22) مزيتة التنقيط ويستعمل فيها صمام إبري ينظم تدفق الزيت إلى موضع التزييت.



الشكل (7- 22) يوضح مزيتة التنقيط.

ج – التزييت الحلقي Ring Lubrication :

في هذا النوع من التزييت تستند الحلقة أو السلسلة بحرية على العمود وتدور معه، وتقوم بنقل الزيت من الخزان إلى العمود كما في الشكل (7- 23).



الشكل (7- 23) يوضح التزييت بوساطة الحلقات.

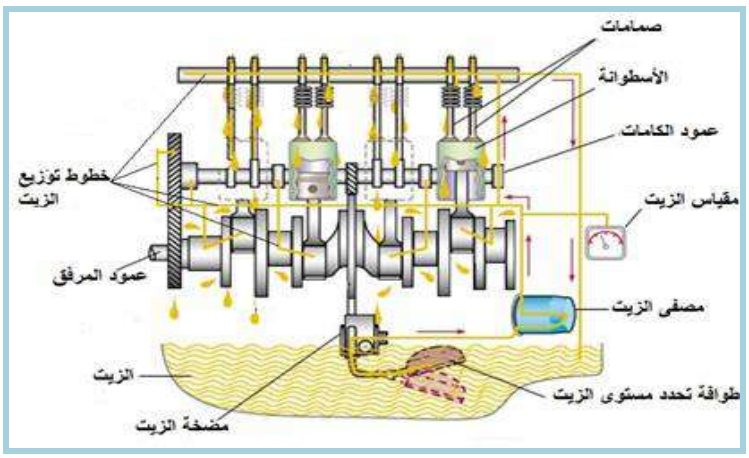
د- التزييت بالرش Splash Lubrication :

يعتمد التزييت بالرش على الغمر الجزئي للعناصر المطلوب تزييتها في حمام زيتي، وبذلك تلتقط الزيت من الوعاء في أثناء دورانها لتزييت عناصر أخرى برشها بالزيت. ويبين الشكل (7- 24) طريقة الرش باستخدام الحركة الدورانية لأسنان التروس.

الشكل (7- 24) يوضح طريقة التزييت بالرش.

هـ - التزييت بالضخ (بالضغط) Pressure Lubrication :

يستعمل في معظم الألات الحديثة التي تتعرض لأحمال ثقيلة وتعمل بسرعات عالية نظام تزييت بالضخ (بالضغط) ويكون نظام التزييت مغلقا. ويستعمل لهذه الغاية مضخة لضغط الزيت عبر خطوط (أنابيب) لنقل الزيت وتوصيله إلى المناطق المطلوب تزييتها كما في الشكل(7- 25).



الشكل (7- 25) يوضح التزييت بالضخ.

9-7 أدارة وصيانة الماكينات

تقلل الماكينات من الاجهاد الجسماني للعامل بينما تتطلب منه معرفة عميقة بكيفية ادارتها ومحدود سعتها ودورات تشغيلها والعناية بها وصيانتها ومراقبتها مراقبة دقيقة، وذلك لإطالة عمرها، إن الصيانة وأصلاح الماكينات والمعدات على أسس عملية وقواعد صحيحة لها تأثير بالغ الاهمية في عمليات الانتاج وفي سلامة العاملين وتجنبهم للمخاطر، وكقاعدة عامة يجب ان يقوم بصيانة الماكينات واصلاحها عمال مختصون موثوق من كفائتهم وفي حالة حدوث اي عطل يجب أن توقف الماكينة على الفور وحيثما يتم تحديد مصدر العطل اذ قد يؤدي اللجوء الى القسر في ادارة اذرع الماكينة الى تضاعف العطل، ولتحديد مصدر العطل ، ينصح بالبدء بتفقد مصدر التدوير (المحرك الكهربائي ، او سائل نقل الحركة) ، ثم تتبع وسائل نقل الحركة ابتداءٍ من مصدر التدوير حتى الشغلة، كما يجب التحقق في نفس الوقت من توافق اجزاء الماكينة (وضعية المفتاح الكهربائي والقوابض وازواج التروس التوافقية وملاحظة ارتفاع درجة الحرارة لكراسي محاور الدوران والشد في الاحزمة والسلاسل وما الى ذلك).

1-9-7 التعليمات الوقائية عند العمل على ماكينات الخراطة، القشط والثقب

1. لاتحاول تشغيل الماكينة الا اذا كنت متأكد من فهمها تماماً، ولاتحاول استعمال أي عتلة او مقبض من عتلات ومقابض التشغيل بالماكينة قبل ان تتاكد من نتيجة استعمالها وصحتها . ولاتغير في أجهزة التشغيل بالماكينة حتى وهي واقفة ، الا اذا كنت على معرفة تامة بتشغيلها وعارفاً تماما عما سيحدث، فقبل تشغيل أي ماكينة لاول مرة تعلمها جيداً ، وتأكد من أمكانك أيقافها بسرعة اذا حدث اي طارئ مفاجئ ، فمعرفة أيقاف الماكينة يمكن أعتباره أكثر أهمية من معرفة تشغيلها لتوقي أتلافها أو تجنب الاضرار والاخطار.
2. قبل البدء بأي عملية قطع ، يجب أن تنظف الماكينة والاجزاء التابعة لها ، كما يجب التأكد من خلو جميع المسالك والقنوات من قطع الرايش ، وذلك لحماية هذه المسالك والقنوات من التآكل مما يؤدي الى إتلافها وبالتالي عدم الدقة في العمل، ويفضل استعمال قطعة قماش قطنية ناعمة في هذه الحالة ، أو استعمال فرشة جيدة ، ولا يجوز استعمال الايدي العارية للقيام بهذا العمل، اذ ان قطع الرايش الصغيرة تدخل في الجلد وتسبب في جرحه ، كما لا يجوز استعمال الهواء المضغوط في التنظيف وذلك لمنع تسرب الرايش داخل الاجزاء المتحركة، واذا تحتم الامر ذلك فيفضل أن تتم عملية التنظيف هذة بطريقة الشفط.

3. بعد تنظيف الماكينة، يجب تزييت الأجزاء المتحركة فيها بمواد التزييت المناسبة، من الضروري عدم تسرب المواد الزيتية الى الاحزمة الناقلة للحركة ، وذلك لان الحزام الملوث بالزيت يبدأ بالانزلاق حول البكرة ويرتخي ومن ثم يتأكل من جراء ذلك بسرعة.
4. يجب أن لا يكون شد الحزام قوياً أوضعيفاً، ففي الحالة الاولى تسخن كراسي التحميل وتتآكل بسرعة، أما في الحالة الثانية فأن الحزام ينزلق، ويجب عدم تركيب أي حزام من الأحزمة باليد، مهما كان نوعه ومواصفاته، الا اذا كانت البكرات ساكنة ، كما يجب تغطية الاحزمة بسياج واقي لتجنب العاملين من المخاطر.
5. عند العمل على ماكينات القطع بصورة عامة ، يجب لبس الملابس الواقية الخاصة بالعمل ووضع النظارات الواقية، لوقاية الجسم من الرايش الحار المتطاير ، ولا يجوز لبس الاحذية ذات النعل الرقيق أو الاحذية المطاطية، كما لايجوز لبس الخواتم عند العمل .
6. قبل البدء بعملية القطع، يجب التأكد من أن الشغلة وعدة القطع مثبتتان في موضعها تثبيتاً جيداً ومحكماً ، كما يجب ابعاد جميع العدد والادوات عن سطح الشغلة المراد تشغيلها.
7. قبل البدء بالتشغيل، يجب التأكد من أن مقبض الملزمة الى الاسفل، كما لايجوز الطرق على مقبض الملزمة بالمطرقة لتثبيت الشغلة، فأن ذلك يؤدي الى تلف الملزمة.
8. يجب عدم لمس الشغلة أو عدة القطع أثناء عمليات القطع .
9. لا يجوز ترك الماكينة والذهاب بعيداً عنها وهي تعمل .

10 - بعد الأنتهاء من عملية القطع ، يجب تنظيف الماكينة فوراً وتزييتها وجعلها جاهزة للعمل، كما يجب العناية بعدة القطع ومنع سقوطها على الارض أو على الشغلة أو على بعضها البعض،كما يجب فحصها بعد انهاء عملية القطع واجراء الصيانة اللازمة عليها قبل تخزينها وجعلها جاهزة للعمليات القادمة، ولا يجوز لمس الحدود القاطعة لعدة القطع وخاصة سكاكين التفريز باليد المجردة ، لان ذلك قد يؤدي الى حدوث جروح خطيرة.

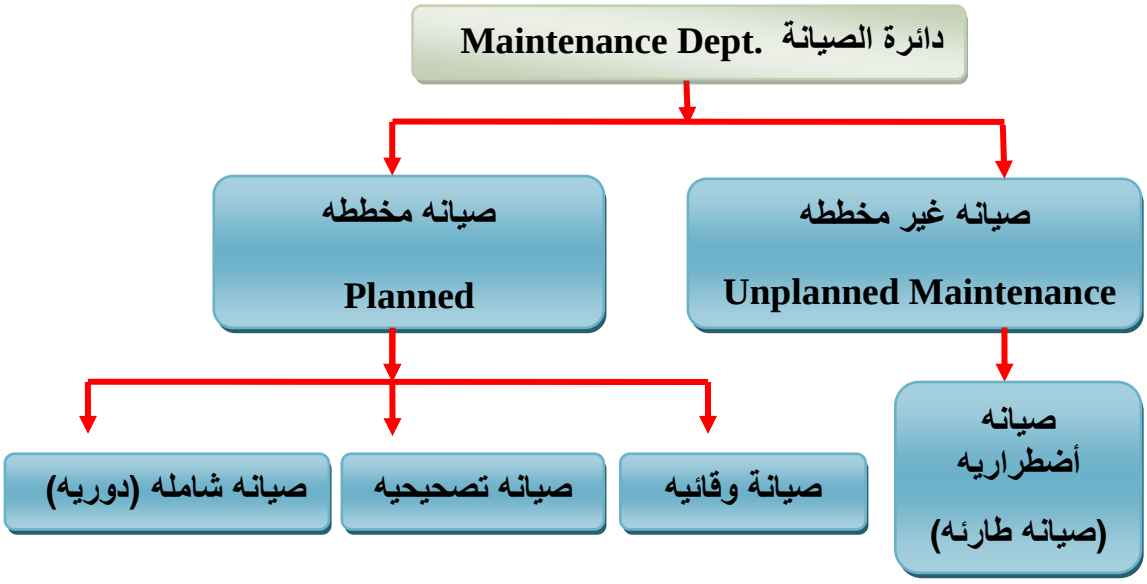
11-يجب التاكد من نظافة وسلامة مكان العمل قبل مغادرة الورشة .

7-9-2 صيانة المصنع

تشمل أعمال هندسة المصنع (plant Engineering) على:-

1 - صيانة الات المصنع ومحتوياته ومبانيه ومرافقه...الخ لرفع كفاءتها والمحافظة على صلاحيتها الدائمية للعمل.

2 – تركيب الألات الجديدة وأدارة محطة العمل(الورشة)...الخ.



الشكل (7- 26) جدول يمثل أنواع الصيانة.

أنواع الصيانة: يمكن تقسيم الصيانة كالأتي:-

1- الصيانة غير المخططة:-

تشمل عادة القيام بأعمال الصيانة الاضطرارية (الفورية) عند حدوثها واعمال الصيانة التي لم يسبق أن أعد لها تخطيط أو برنامج عمل مسبق.

2- الصيانة المخططة:-

هي الصيانة التي تجري بموجب تخطيط مسبق وثابت ويعد لها برنامج عمل مدروس ويشمل هذا النوع من الصيانة عادة :

أ ـ الصيانة الوقائية (preventive maintenance)

ب ـ الصيانة التصحيحية (corrective maintenance)

جـ ـ الصيانة العامة الشاملة أو مايدعى (overhaul maintenance)

أ ـ الصيانة الوقائية :-

تستوعب الصيانة الوقائية بمعناها الصحيح والشامل عادة أعمال التفتيش والفحص والتزييت والتشحيم وتضبيط الماكينة والأستبدال الاعتيادي لبعض الاجزاء وقطع الغيار والتنظيف . وهذا النوع من الصيانة يمكن برمجتة بهدف تقليص الكلف وفي الوقت ذاتة منع توقف المكائن والمعدات المفاجيء والغير المتوقع والحد منه لاقصى الحدود، كما وقد يكون غير مبرمج مثل أستبدال بعض الاجزاء بهدف منع توقف الماكينة المفاجيء أو حدوث ضرر أكبر فيما لو أستمر هذا الجزء في العمل .

ب ـ الصيانة التصحيحية :-

فأنها تشمل أعمال الصيانة المخططة التي تجري لتصحيح عطب أو أستبدال جزء وهذه قد تكون أثناء عملية ايقاف الماكينات لاغراض الصيانة (shutdown) أو قد يكون نتيجة لتوقف الماكينة نتيجة عطب ما (Break down).

جـ ـ الصيانة الكلية الشاملة (overhaul maintenance):-

تتضمن عمليات الصيانة المخططة والمبرمجة، التي يكون من ضمنها تفكيك الماكينة واستبدال بعض الاجزاء بعد فحص أجزاء الماكينة المفككة فحصاً دقيقة وشاملاً ومن ثم أعادة بنائها وتشغيلها . أن مثل هذة العمليات عادة يجري تخطيطها مسبقاً وقبل فترة طويلة ويتم تهيئة متطلباتها في ضوء المعلومات المتوفرة من سجلات أعمال الصيانة الوقائية والصيانة التصحيحية والمعلومات المثبتة في تعليمات الشركة المصنعة أوالمجهزة لهذه الماكينات والمعدات ويجري تهيئة المواد اللازمة لهذا النوع من الصيانة من قطع غيار ومعدات من قبل عمال وكوادر فنية متخصصة ضمن تخطيط مسبق ومحكم ويتم ايقاف تشغيل الماكينة في الموعد المحدد وسحبها من الخط الانتاجي وتسليمها الى الصيانة حسب الجدول الزمني المعد لذلك على أن يتم اعادة بنائها وتشغيلها بموجب هذا الجدول .

3-9-7 أهمية عملية صيانة المصنع

إن الصيانة الجيدة تمنع التوقف المفاجئي واضطراب العمل والخسائر الناتجة من ذلك ، وتزداد اهميتها نتيجة العوامل الاتية :-

1 ـ أزدياد استعمال المنظومة الميكانيكية والاوتوماتيكية يستدعي وضع نظام ثابت للتفتيش والصيانة .

2 ـ في الانتاج الحديث يتعرض الانتاج كله للعطل بتعطل آلة واحدة ويؤدي لخسائر مادية كبيرة.

3 ـ فقدان العملاء نتيجة عدم الوفاء بمواعيد التسليم

4 - الصيانة تزيد كفاءة الألات ومدة استعمالها وتقلل استهلاكها من الوقود

5 - التخصص في عمليات الصيانة وتنظيفها يرفع مستواها ويخفض تكاليفها

6 - تخطيط الصيانة يوفر لها المواد وقطع الغيار في الوقت المناسب.

4-9-7 العمليات الأساسية لصيانة المصنع

1 ـ صيانة واصلاح وتركيب ونقل الألات والمعدات الميكانيكية.

2 ـ صيانة واصلاح وتركيب ونقل الألات الكهربائية.

3 ـ صيانة المباني والمرافق ومشتملاتها ومراقبة أعمال المقاولين بالمصنع .

4 ـ أنشاء وصيانة وسائل الوقاية للمصنع والأفراد من الحريق والحوادث الصناعية.

تقسيم عمليات الصيانة من حيث مستواها وطبيعتها التوقيتية :

أ. عمليات الصيانة بالنسبة لمستوى الافراد وتقسم الى :

1- عمليات صيانة يقوم بها أفراد الانتاج مثل أعمال التزييت والتشحيم .

2- عمليات صيانة واصلاح يقوم بها الافراد المختصون تبعا لمستوى العملية .

ب. عمليات الصيانة بالنسبة لنوع العمل من حيث طبيعتة وتوقيتة وتقسم الى :

1 ـ تفتيش: يتم على فترات دورية متقاربة، ويعد التفتيش في الواقع جزء من الصيانة الوقائية .

2 ـ صيانة وقائية: تعتمد على اعمال التفتيش.

3 ـ صيانة دورية: تتم على فترات طويلة طبقا لخطة بعيدة المدى وجدوال زمنية محددة ، وتخصص عادة للمعدات الكبيرة نتيجة التآكل والاستهلاك العادي للعمل وتشمل اعمال التجديد والاستبدال للاجزاء المتآكلة في المعدات بالكامل حسب الظروف وغالباً ما تجري في حالة الانتاج المستمر في فترات يوقف المصنع خلالها تماماً.

4 ـ صيانة مفاجئة: ـ هي الصيانة اللازمة لمجابهة اعطال مفاجئة، تجري خصيصا لتلافي هذه الاعطال المفاجئة المهددة لحظة الانتاج والتي قد تسبب عطل المصنع باكمله وما ينتج عن ذلك من خسائر ، وهي دليل على النقص في الانواع الاخرى من انواع الصيانة سواء في عملية الصيانة نفسها أو الاجراءات ... الخ.

تحديد وتوقيت العمليات المطلوبة

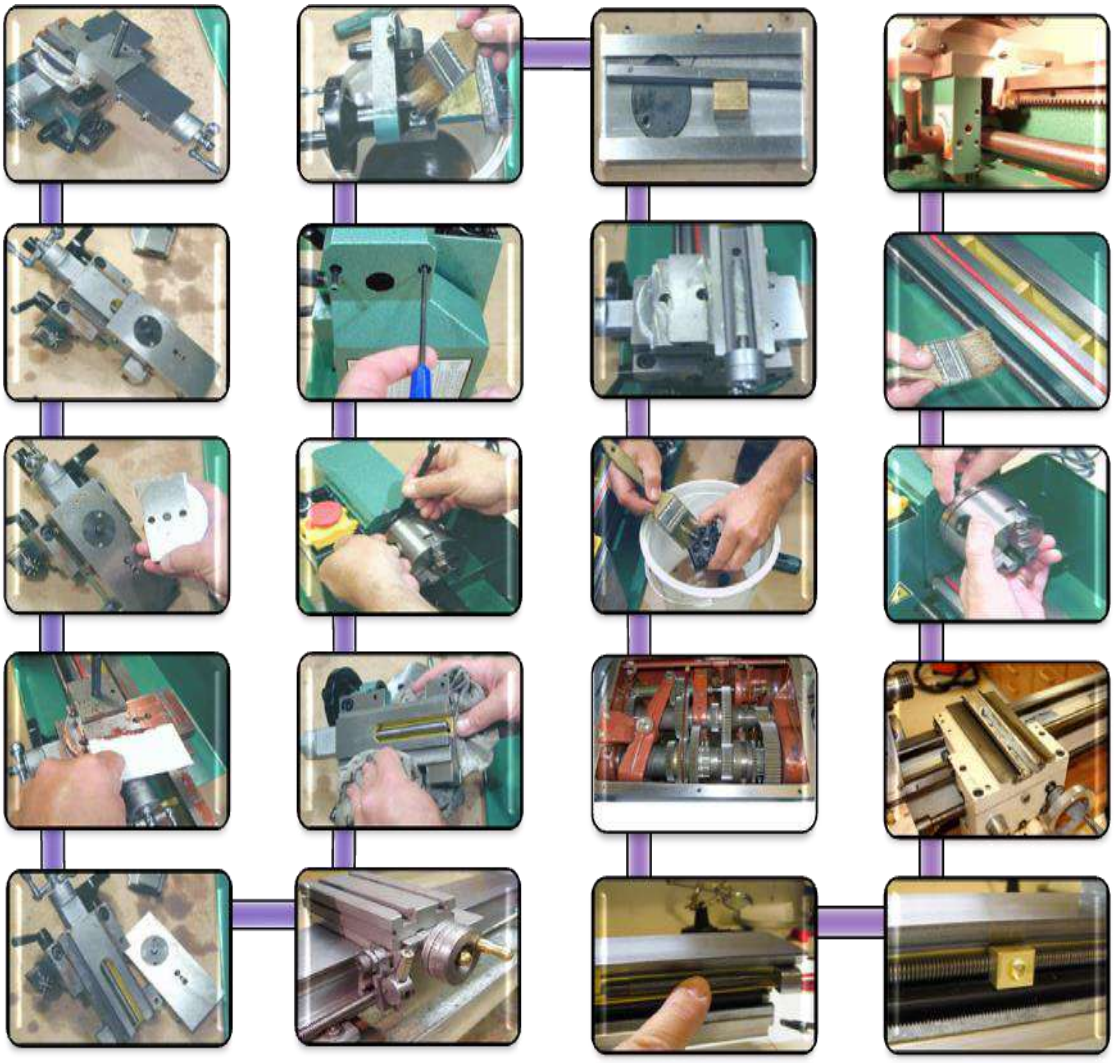
مما سبق ذكره عن طبيعة عمليات الصيانة وتوقيتها تبين أنه يمكن تقسيمها كالاتي :

1 ـ عمليات يمكن تحديدها وتوقيتها مقدما مثال ذلك اعمال التفتيش .

2 ـ عمليات تتوقف على الاحوال السائدة ويمكن تحديدها وتوقيتها بالتقريب .

3 ـ عمليات مفاجئة وتجرى عند ظهورها ويتوقف النجاح فيها على مرونة التخطيط والبرامج .

المخطط أدناه يبين صيانة وتزييت الأجزاء المتحركة في المخرطة :-



اسئلة الفصل السابع

س1: اشرح بأختصار مصادر الحرارة الناشئة أثناء عملية القطع على الخراطة.

س2:عدد اللأهداف من أستعمال سوائل التبريد والتزييت اثناء عملية القطع على الخراطة.

س3:ما فوائد سوائل التبريد والتزييت عددها؟

س4:ما خواص وصفات سوائل التبريد والتزييت.؟

س5:عدد أنواع سوائل التبريد المستعملة في التشغيل على المخارط مع الشرح.

س6:ما المستحلب وما قواعد استخدامة.؟

س7:ما النقاط الواجب مراعاتها عند استعمال سوائل التبريد.؟

س8:اشرح عملية التبريد أثناء الخراطة وماهي قواعد العمل للتبريد.

س9:عدد الأغراض التي يحققها التزييت.

س10: اشرح بأختصار أهمية التزييت للألات والماكينات.

س 11 :صنف حالات زيوت التزييت والتشحيم.

س 12 :ماهي الخصائص الواجب توفرها في زيوت التزييت.؟

س 13:عدد المبادئ الأساسية في التعامل مع الزيوت والشحوم واستخدامها.

س 14:عدد الطرق الأساسية لتزييت أجزاء الألات والمعدات وتشحيمها.

س15: إذكر العمليات الأساسية لصيانة المصنع.

الفصل الثامن / ماكينات الخراطة ذات التحكم الرقمي الحاسوبي (CNC)

أهداف الفصل

يجب أن يكون الطالب بعد إنهائه دراسة هذا الفصل قادراعلى أن:-

1. يتعرف على ماكينات الخراطة ذات التحكم الرقمي المعان بالحاسوب.
2. يتعرف على لغة البرمجة والأوامر المستخدمة.
3. يتعرف على طرق البرمجة اليدوية والألية.
4. يكتب البرنامج بلغة (G- Code).

تمهيد

إنَّ الحرب العالمية الثانية كان لها تاثيرا كبيرا فى تطور تصنيع ماكينات الNC لان الحاجة ام الاختراع وقد كانت صناعة الطائرات في ذلك الوقت تعاني من مشاكل كثيرة نتيجة للتطور الكبير في تصميم أجزاءها ذات التعقيدات الكبيرة في الشكل والدقة العالية في المقاسات التي لا يمكن الحصول عليها باستعمال ماكينات القطع التقليدية علاوة على الحاجة إلى تكرار إنتاج هذه الأجزاء بنفس المواصفات سواء في الشكل أو الدقة المطلوبة التي كان من غير الممكن ضمانها باستعمال الأساليب التقليدية، منذ منتصف القرن العشرين حدثت تطورات علمية وتقنية، وكان من أبرزها أختراع الحاسوب الذي يشكل العمود الفقري لتطور تقنيات عدة صناعية من تحكم رقمي وروبوت وتصنيع مدعم بالحاسوب (CAM) ونظم تصنيع مرنة (FMS) وقد وفرت هذه التقنيات المبنية على الحاسوب إمكانية تصنيع منتجات على دفع صغيرة بدقة عالية وتكلفة منخفضة. وقد ساعد الحاسوب العامل البشري في أتخاذ القرار.

1-8 التحكم الرقمي

يعرف التحكم الرقمي بأنه نشاط عقلي وفيزيائي فعلي يتم بالمشاركة مابين تصميم وتوثيق البرنامج الذي سيستعمل لتصنيع الجزء، أو هي مجموعة من الإيعازات المتفق عليها مثبتة على وسيلة إدخال(شريط مثقب مثلا) وتغذى في وحدة السيطرة الخاصة التي تتمكن من ترجمتها إلى حركة أداة القطع والسيطرة على الماكينة، برمجة التحكم الرقمي لاتقوم بتصنيع الأجزاء ولكن تتحكم بالماكينة كيف ومتى وإلى أين تتحرك لتصنيع الأجزاء، برمجة التحكم الرقمي أما برمجة يدوية اي طريقة ادخال البيانات الى الحاسوب وتعرف ببرمجة الأجزاء يدويا (Manual Part Programming). بينما برمجة التحكم الرقمي التي تستعين بالحاسوب تعرف ببرمجة الأجزاء بمعاونة الحاسوب (Computer-Aided Part Programming). أوالتصنيـــــــــــع المدعوم بالحاسوب (Computer-Aided Manufacturing).

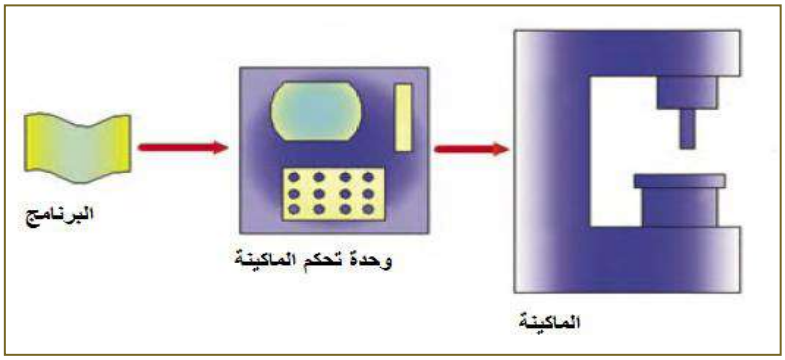
أهم مزايا التحكم الرقمي:-

1. أختصار زمن تهيئة الأجزاء وتصنيعها.
2. الحصول على مشغولات غاية بالدقة.
3. تقليل نسب رفض المنتوجات نتيجة أخطاء العاملين.
4. تحتاج الى مهارات منخفضة للمشغلين.
5. أنتاج شغلات معقدة لايمكن أنتاجها بالطرق التقليدية.

8-1-1 التحكم الرقمي (NC) Numerical Control

التحكم الرقمي هو عبارة عن طريقة للتشغيل الألي لألات التشغيل بالأعتماد على مجموعة من الأحرف، والأرقام، وأشارات خاصة، أن مجموعة كاملة من التعليمات المرمزة المعدة لتنفيذ عملية تشغيل تدعى بالبرنامج (Program). هذا البرنامج يترجم إلى أشارات كهربائية متوافقة (Corresponding) لتتلقاها المحركات التي تقوم بتشغيل ألات التشغيل. ان القدرة على تغير البرنامج جعل من أنظمة التحكم العددي أكثر ملائمة في أنتاج الكميات الصغيرة والمتوسطة.وترسل المعلومات إلى الماكينات كمجموعة من الجمل وكل بلوك من المعلومات عبارة عن مجموعة من الأوامر تكون كافية لتقوم الماكينة بتنفيذ عملية تشغيل واحدة.وتكون مجموعة من هذه الجمل (التعليمات)مايسمى ببرنامج (NC) ويتم تنظيم هذه التعليمات بطريقة منطقيه حيث تقوم بتوجيه الماكينة لاداء عمل محدد حيث يكون في الغالب إنتاج شغلة أو جزء لذلك يسمى البرنامج المسؤول عن إنتاج هذا الجزء بالبرنامج(Part Program). إن ماكينات التحكم الرقمي (NC) لايحوي على ذاكرة وتعمل بطريقة قراءة جملة واحدة من المعلومات من البرنامج الجزئي وتقوم بتنفيذه ولا تحتفظ به لذلك يتم الاحتفاظ بالبرنامج بصورة دائمة على شرائط مثقبة ولأنتاج جزء كامل أوتوماتيكيا تقوم وحدة التحكم بقراءة بلوك من المعلومات وتقوم بتنفيذه ثم تقوم بقراءة جملة جديدة وتقوم بتنفيذها وتتكرر هذهِ العملية حتى نهاية البرنامج. ويتكون نظام التحكم الرقمي من الاجزاء الرئيسة التالية كما موضح في الشكل (8-1):

1- برنامج من التعليمات أو البرنامج الجزئي Program of instructions
2- وحدة تحكمالماكينة Machine Control Unit
3- معدات التصنيع Processing Equipment



الشكل (8-1) الأجزاء الرئيسة لنظام التحكم الرقمي NC

2-1-8 التحكم الرقمي بالحاسوب (CNC) Computer Numerical Control

التحكم الرقمي بالحاسوب(CNC) يحتفظ بنفس المبادئ الأساسية لماكينات التحكم الرقمي (NC) ولكن مع إضافة حاسوب يحوي على وحدة تحكم (MCU) – Machine Control Unit – تقوم بمعالجة برنامج التشغيل ومقارنته بالحركات العامة التي باستطاعة الألة القيام بها كما في الشكل (2-8). وحدة التحكم تحوي على برامجيات(Soft Ware) تخزن برامج التشغيل بحيث لا تبقى في الذاكرة عندما تتوقف الألة عن العمل، ولذلك يمكن إعادة تشغيل البرنامج بشكل متكرر للحصول على ألاف المشغولات المصنعة. كما أن الحاسوب يحوي على لوحة مفاتيح ذات أحرف وأرقام لإدخال برنامج التشغيل يدويا. وهو مزود بشاشة تقوم بعرض برنامج التشغيل ومسار الأداة القاطعة(Tool Path) الناتج الذي يمكن من خلاله معرفة الأخطاء في برنامج التشغيل.ان العديد من ماكينات(CNC) لازالت تحتفظ بكثير من تصميم ماكينات (NC) ولكن تمت إضافة خواص تحكم جديدة لهذه الماكينات ومن الخواص الجديدة لماكينات(CNC) الآتي:

1- البرامج المخزونة Stored Programs

لقد أصبح من الممكن الاحتفاظ بالبرامج الجزئية داخل ذاكرة الحاسوب حيث يمكن تشغيل ماكينات(CNC) من خلاله مرات عديدة ومتكررة لأنتاج نفس الجزء، مع الاحتفاظ بالبرنامج في ذاكرة الحاسوب حتى بعد انتهاء العمل.

2- خواص التعديل Editing Facilities

إنَّ إدخال الحاسوب على أنظمة التحكم أضاف إمكانية إجراء تعديلات على برامج القطعة الموجودة في الذاكرة لذلك فان التعديلات والتحسينات واصلاح الأخطاء يمكن أجراؤها على الماكينة في ضوء وحدة الحاسوب وبعد ذلك يمكن الاحتفاظ بالنسخة المعدله من البرامج على الحاسوب.

3- البرامج الفرعية Sub Programs

من الخواص التي تم استنباطها في ماكينات(CNC) خاصية تعريف برامج فرعية يمكن استدعائها وتنفيذها في ضوء البرنامج الرئيس مرات عدة وتفيد هذهِ الخاصية في حالة إجزاء عملية إنتاج معينة لمرات عديدة أثناء البرنامج مما يقلل من طول البرنامج ومن أمثلة عمليات الإنتاج التي يمكن تكرارها أثناء البرنامج مجموعة من الثقوب المتماثلة في أماكن مختلفة من الشغلة.

4- استعمال ظروف القطع المثلى Optimized Machining Condition

نتيجة للتطور الهائل في صناعة الحواسب وقدراتها السريعة على عمل الحسابات المعقدة في وقت قصير.أمكن التحكم في استعمال عوامل القطع المناسب أثناء عملية القطع. مثال ذلك إمكانية التغير المستمر لسرعة عمود الدوران في المخرطة لتناسب سرعة القطع المناسبة في حالة تغير عمق القطع وذلك أثناء عمليات القطع الوجهي.

5- خواص الأتصالات Communications Facilities

إن استعمال حاسوب في ماكينات(CNC) أعطي إمكانية اتصاله بأنظمة الحاسوب الأخرى المتوفرة في المصنع. لذلك اصبح من الممكن إنزال برنامج القطعة إلى وحدة التحكم من خلال توصيل الماكينة بحاسب خارجي.

6- اكتشاف الأعطال Diagnostics

ان ماكينات(CNC) الحديثة تأتي مجهزة بحزم برامج ذكية لاكتشاف الأعطال نتيجة لأجراء اختبار شخصي لوظائف الدوائر الإلكترونية الموجود بالماكينة.

7- المعلومات الإدارية Management Information

نتيجة تحكم نظام(CNC) في غالبية الوظائف على الماكينة من خلال الحاسوب، فمن الممكن توصيلة بأي نظام حاسوب آخر وإرسال بعض البيانات عن عملية الإنتاج والتي تفيد في اتخاذ بعض القرارات الإدارية. ومن امثلة هذهِ البيانات التي يمكن الوصول عليها من حاسوب الماكينة، زمن تشغيل عمود الدوران وزمن تشغيل الجزء...الخ.

8- اختبار البرنامج Program Proving Facilities

كثير من ماكينات (CNC) تحوي على حزم برامج تقوم بتنفيذ المعلومات الموجودة في برنامج واختبار شكل الجزء المنتج قبل أجراء عملية الإنتاج الفعلية. ويتم تنفيذ ذلك وإظهاره بالرسم على وحدة إظهار مرئية(شاشة).

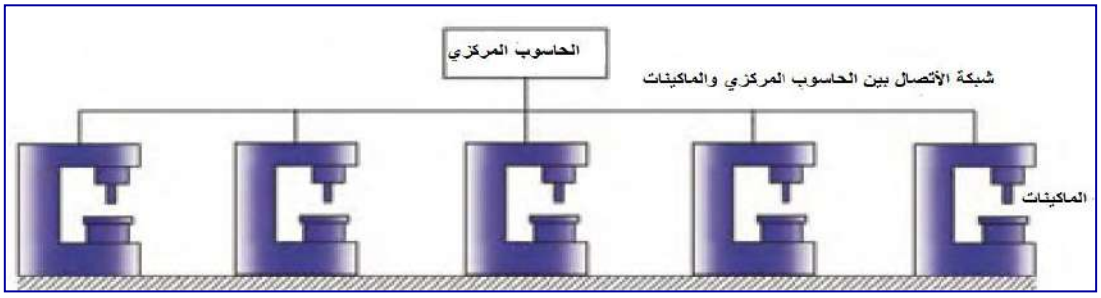
الشكل (8-2) الأجزاء الرئيسة لنظام التحكم الرقمي CNC

8-1-3 التحكم الرقمي المباشر Direct Numerical Control (DNC)

التحكم الرقمي المباشرهو ربط عدة الالات تشغيل محكومة رقمياً بحاسوب إنتاج مركزي بوساطة شبكة اتصال مباشر كما في الشكل (8-3). يقوم الحاسوب بإمداد الآلات بجميع البيانات اللازمة لتتابع التحكم،فينتقل البرنامج الخاص بإنتاج الشغلة من ذاكرة الحاسوب مباشرة إلى آلة التحكم الرقمي المحددة. ويصمم الحاسوب بحيث يزود كل آلة على حدة ببرنامجها المطلوب في الوقت المناسب، وهذهِ العملية معروفة بمثابة التحكم الرقمي المباشر(DNC).

يتكون نظام التحكم المباشر(DNC):

1. الحاسوب المركزي.
2. الذاكرة الرئيسة التي تقوم بتخزين البرنامج.
3. خطوط الاتصال(الشبكة Network).
4. آلات التحكم الرقمي.

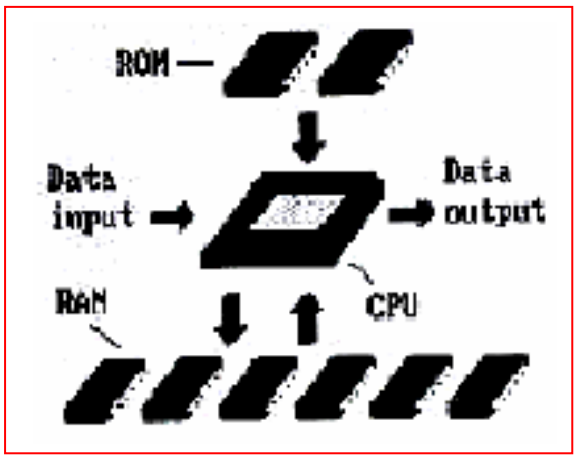


الشكل (8-3) الأجزاء الرئيسة لنظام التحكم الرقمي DNC

4-1-8 مكونات حاسوب ماكينة (CNC)

يتكون حاسوب الماكينة كما موضح في الشكل (8- 4) من:

1. وحدة الأدخال Input Unit : مثل لوحةالمفاتيح والفأرة والماسح الضوئي وسلك التوصيل.
2. وحدة المعالجة.
   - ذاكرة للقراءة فقط. ROM
   - وحدة المعالجة المركزية. CPU
   - ذاكرة القراءة والكتابة. RAM
3. وحدة الإخراج Output Unit : مثل الشاشة،الطابعة، مخرجات ماكينة ال CNC مثل عمليات الخراطة.



الشكل (8-4) مكونات حاسوب ماكينة (CNC)

2-8 مقارنة ماكينات CNC والماكينات التقليدية للقطع

إنَّ عمليات قطع المعادن بالطريقة التقليدية تعتمد بصورة أساسية على مهارة العامل وقدرته على ضبط الماكينة من أجل الوصول إلى الجزء المطلوب إنتاجه . ويقوم العامل في كل مرة بمراجعه الرسم وقياس أبعاد العينة ليحدد القيم المطلوب قطعها وبالتالي تزداد عمليات الحسابات اليدوية بوساطة العامل أثناء القطع. ان عمليات تغير العدة وضبطها وكذلك ضبط العينه المراد تشغيلها تتم أثناء عملية القطع على الماكينة. وبالنظر إلى ذلك يتضح أن معظم الوقت المخصص للإنتاج يستهلك في أعمال ليس لها علاقة بعملية القطع للجزء. ويظهر هذا العيب بصورة واضحة في حالة تكرار إنتاج نفس الجزء بأعداد كبيرة. ومن العيوب الموجودة في بعض الماكينات التقليدية هي صعوبة الحصول على عوامل القطع المناسبة نتيجة التحكم في السرعات والتغذية بوسائل ميكانيكية تعتمد على نسبة النقل

للتروس المتوفرة فيها. خلال السنوات الماضية تم تصميم ماكينات مختلفة للتغلب على المشاكل السابقة كالمخارط الناسخة والمخارط البرجية والمخارط الأتوماتيكية باستعمال الكامات. ولكن كل هذا التطور نتج عنه عمليات ضبط طويلة بوساطة أشخاص متخصصين ذي خبرة عالية. وعلى العكس من ذلك فان ماكينات CNC قد تغلبت على معظم هذه المشاكل. الشكل (8-5) يوضح صور لماكنة خراطة تقليدية وماكنة خراطة CNC.

مقارنة بين الماكينات التقليدية وماكينات ال CNC للقطع

الرقم	الماكينات التقليدية	ماكينات ال CNC
1	وقت ضبط الماكينة والعينة يتوقف على مهارة العامل.	وقت ضبط الماكينة والعينة قصير جدا.
2	التحكم يدويا فى محور واحد.	التحكم الكامل في كل المحاور مع شروط القطع المناسبة.
3	صعوبة الحصول على دقة عالية في المقاسات مع عدم القدرةعلى تكرارية الأجزاء بنفس المواصفات والدقة المطلوبة.	دقة عالية في المقاسات وقدرة عالية على تكرارية الأجزاء بنفس المواصفات والدقة المطلوبة مما يقلل من تكلفة التجميع والتفتيش.
4	الاحتياج للمثبتات والمرشدات بشكل كبير.	تقليل الاحتياج للمثبتات والمرشدات.
5	تتوقف الانتاجية على مهارة العامل وقدرته.	المرونة الكاملة في عملية الإنتاج نتيجة القدرة على تغيير أنواع المنتجات بدون الحاجة لوقت كبير لتجهيز الماكينة مما يحقق انتاجية عالية.
6	يستهلك من وقت الماكينة فى تجهيزها لكل منتج مما يؤثر على انتاجية الماكينة	الاستفادة الكاملة من وقت تشغيل الماكينة في الإنتاج الفعلي نتيجة تجهيز البرامج بواسطة متخصصين في مكان بعيد عن الماكينة
7	وجود المرفوضات والأجزاء التي يعاد تشغليها .	إلغاء المرفوضات والأجزاء التي يعاد تشغليها .

الشكل (8-5) صور لماكنة خراطة تقليدية وماكنة خراطةCNC

3-8 أنواع ماكينات الخراطة CNC

النوع الأول : ماكينات ذات الفرش المستوي:

وتكون أداة القطع من أمام مركز المشغولة كما في الشكل (8-6).

الشكل (8-6) ماكينة ذات الفرش المستوي

النوع الثاني: الماكينات ذات الفرش المائل:

وتكون أداة القطع من خلف محور المشغولة كما في الشكل (8-7).

الشكل (8-7) ماكينة ذات الفرش المائل

8-3-1 إدخال المعلومات إلى ماكينات CNC

1-الشريط المثقب punched tape

الشريط المثقب المستعمل في تطبيقات (CNC)عبارة عن شريط ورق من نوع خاص عرضة النمطي25ملم وله القدرة على تخزين 10أحرف كل 25مم طول كما في الشكل (8-8) . لذلك يمكن قياس طول الشريط وقسمته على 25مم ثم ضربة في10 لنحصل على طول البرنامج معبرا عنه بعدد الأحرف التي يحويها . بالرغم من أن الشريط المثقب اصبح نادر الاستعمال هذه الأيام فما زالت هناك بعض ماكينات CNC تعرف القدرة التخزينيه لها بعدد من الأمتار. *وطبقا* للتعريف السابق يمكن تحويل هذه الامتار إلى قدرة تخزينيه بعدد الأحرف والتي تكافئ عدد من (byte).

الشكل (8-8) الشريط المثقب

2- إدخال المعلومات يدويا Manual Data Input (MDI)

يمكن إدخال المعلومات إلى وحدة التحكم بماكينات (CNC) عن طريق لوحة المفاتيح الموجودة بها وهذا ما يسمى بإدخال المعلومات يدويا (MDI) . ويمكن إدخال برنامج القطعة باستعمال هذه الطريقة . وتعد هذه الطريقة اقل كفاءة في إدخال المعلومات إلى ماكينات CNC حيث تؤدى إلى توقف الماكينة عن الإنتاج أثناء إدخال البرنامج (في بعض الماكينات) ولكن هناك بعض أنواع من ماكينات CNC التي تسمح بإدخال المعلومات يدويا بينما تستمر عملية الإنتاج على الماكينة . ويعد الاستعمال الأكثر شيوعا لنظام MDI في ماكينات CNC هو الدخول إلى برنامج موجود في وحدة التحكم وأجراء بعض التغيرات فيه ، نتيجة لاستعمال نظام إدخال المعلومات يدويا (MDI) استنبط نظام جديد يطلق علية البرمجة بالمحادثة (Conversational Programming) وتتم عملية البرمجة لماكينات CNC في هذا النظام من خلال مجموعة من الأسئلة توجه للعامل أو المبرمج في ضوء حزمة برامج موجودة بوحدة التحكم حيث تتم الإجابة عليها لخلق برنامج القطعة المطلوب وفي ضوء الإجابات التي يحصل عليها الحاسوب من المبرمج وبمراجعة ملفات قواعد البيانات المتوافر في حزمة البرامج

يمكن ان يقوم نظام التحكم بعمل الآتي:

أ - عمل الحسابات اللازمة للحصول على ظروف القطع المناسبة .

ب - تحديد واختيار العدد مع قيمة التعويض المناسبة لها.

ج - حساب مسار العدة والإحداثيات الخاصة بهذة الحركه .

د - خلق برنامج القطعة المناسب

ومن أمثله الاسئله التي توجه للمبرمج بغرض الحصول على النتائج السابقة الآتي :-

أ - نوع الخامة المطلوب تشغيلها .

ب - الشكل المراد تشغيله .

ج - مقاس الخامة الابتدائي .

د - اتجاه القطع – سماحيات التشغيل – الخلوصات....الخ.

هـ - العدد وتوصيفها .

وبعد ذلك يقوم المبرمج باختبار البرنامج على شاشة العرض للماكينة في ضوء برنامج الرسم التمثيلي (Graphic simulation) الموجود بوحدة التحكم. ونتيجة لهذا الغرض يمكن إجراء التعديل أو الأضافه أو الحذف المطلوب للبرنامج باستعمال أسلوب MDI .

3 - الشرائط والأقراص الممغنطة Magnetiec tapes and Disks

إن عمل الشرائط والأقراص الممغنطة أصبح أكثر استعمالاً في ماكينات CNC نتيجة لتصميمها الجيد وحجمها الصغير والسعر الرخيص وكذلك استعمالها بوساطة أجهزة الحاسوب الأخرى وامكانية وضعها في التصميم والبناء الأساسي للماكينة . يمكن استعمال الشرائط والأقراص الممغنطة اكثر من مرة حيث يمكن مسح المعلومات المسجلة عليها واعادة كتابه معلومات جديدة مرة أخرى . ويجب توافر العناية في التعامل مع هذه الشرائط والإقراص حيث يمكن إفساد المعلومات الموجودة عليها إذا تعرضت لمجال مغناطيسي .

3 -1 الشريط الممغنط :

يعد الشريط المغناطيسي وسيله رخيصة الثمن تحفظ المعلومات وبرامج القطعة حيث يمكن حفظ كميه كبيرة من المعلومات في حيز صغير (بالمقارنه بالشرائط المثقبة). ويحفظ هذا الشريط في كاسيت مما يسهل من عمليه التداول والحفظ .

3 -2 القرص الممغنط :

على العكس من الشريط الممغنط تُعد الأقراص الممغنطة من الوسائل التي يمكن الحصول على المعلومات منها بطريقه عشوائية (random access). ويمكن الحصول على أي معلومة مسجله على القرص مهما كانت صغيرة ببساطه وبسرعة شديدة . ويعد القرص المستعمل حاليا في كل أجهزة ألحاسوبات (FLOPPY Disks) الأكثر شيوعا في الاستعمال. ويمكن استعمال وجهي القرص لحفظ المعلومات وتستطيع هذه الأقراص حفظ كمية كبيرة من المعلومات عليها بالمقارنه بالوسائل الأخرى كما أن سرعة القراءة والكتابة باستعمال هذه الأقراص عاليه، ومع ذلك تُعد الشرائط والأقراص الممغنطة والوسائل الخارجية لحفظ ونقل المعلومات بطيئة جدا بالمقارنه بوحدة العمليات المركزية (CPU) لذلك فمن الناحية العملية يتم نقل المعلومات من CPU .إلى ما يسمى (buffer)والذي في ضوءهِ يتم نقل معلومات إلى هذه الوسائل أو العكس إن وجود (Buffer) يساعد على استمرارية عمل CPU بدون توقف.

4 - الحاسوب المضيف HOST COMPUTER

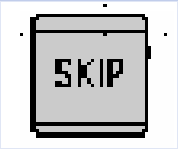
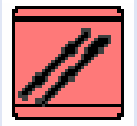
تعد عمليه إجراء الاتصالات بين حاسوب وأخر من العمليات السهلة والبسيطة لذلك يتم توصيل حاسوب خارجي بوحدة التحكم في ماكينات (CNC)لأجراء عمليه تبادل المعلومات . تتم عمليه النقل بصورة مباشرة وسريعه نتيجة إلغاء الوسائل الخارجية البطيئة وذات الكفاءه المنخفضة. ويتم استعمال الحاسوب المضيف أيضا في أجراء الحسابات المعقدة وفى خلق برنامج القطعة بالتكوين

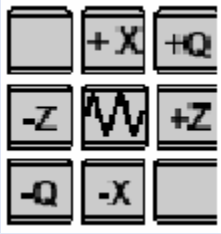
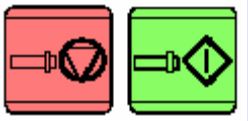
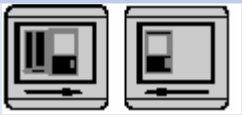
المناسب. إن عمليه نقل برامج القطعة إلى ذاكرة ماكينات (CNC) من حاسوب مضيف تسمى (DIRECT NUMERICAL CONTROL) أي التحكم العددي المباشر أو باختصار(DNC). في اغلب الأحوال يتم توصيل جهاز حاسوب واحد بعدد من الماكينات ويقوم هذا الحاسوب بتنظيم عملية تبادل المعلومات بينه وبين الماكينات المختلفة .

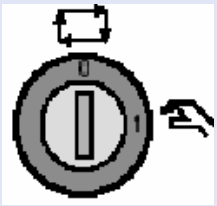
الشكل(8-9) طرق تغذية البرنامج على ماكينات ال CNC

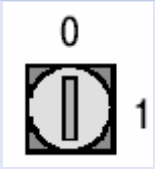
2-3-8 وصف لوحة التحكم بماكنة CNC CONTROL KEYBOARD

الشكل(8-10) صورللوحة التحكم بماكنة CNC

اسم المفتاح	الوظيفة	الرمز
Skip block	الجمل التى أمامها العلامة (/) لا يتم تنفيذها	
DRY RUN	يستعمل عند اختبار البرنامج (التشغيل الجاف)	
OPTIONAL STOP	التوقف المشروط (M01)	
RESET	لإلغاء أى رسالة تظهر بعد قراءتها وعمل الأجراء الصحيح وكذلك لإيقاف البرنامج فجائيا	
SINGLE BLOCK	لتنفيذ البرنامج جملة جملة	

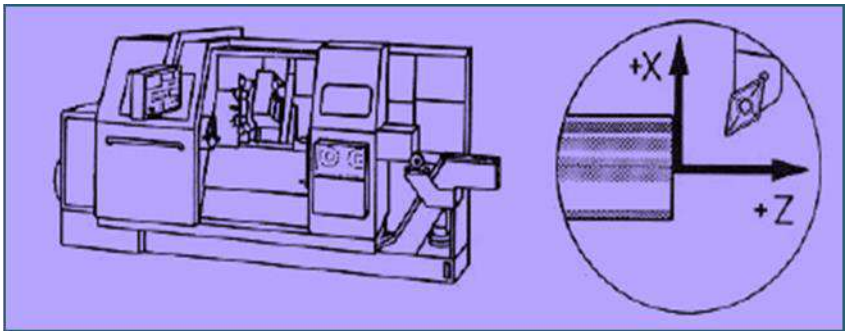
PROGRAM START/STOP	تشغيل او ايقاف البرنامج	
MANUAL AXIS MOVEMENT	لتحريك المحاور يدويا بالضغط على مفتاح المحور المطلوب ولابد من اختيار الوضع JOG مسبقا	
APPROACHING THE REFERENCE POINT IN ALL AXES	الوصول للنقطة المرجعية لكل المحاور	
FEED START/FEED STOP	تشغيل أو إيقاف التغذية	
SPINDLE OVERRIDE ROTATIONAL SPEED	زيادة أو خفض سرعة دوران عمود الدوران بنسبة مئوية معينة	
SPINDLE START/SPINDLE STOP	تدوير أو إيقاف دوران عمود الدوران	
CLOSE / OPEN THE DOOR	غلق أو فتح الباب	
CLOSE/OPEN CLAMPING DEVICE	غلق أو فتح مثبت الشغلة	
TAILSTOCK BACK/FORWARD	تحريك الغراب المتحرك للأمام أو الخلف	

SWIVEL TOOL TURRET	دوران برج العدة	
COOLANT ON/OFF	تشغيل أو إيقاف سائل التبريد	
AUXILLARY DRIVES ON/OFF	توصيل أو فصل الكهرباء عن الأجزاء الكهربائية وجعلها فى حالة الاستعداد	
MODE SELECTOR (REF-AUTO-EDIT-MDI-JOG-INC)	اختيار وضع التشغيل	
OVERRIDE FEED/RAPID SWITCH	زيادة أو خفض سرعة التغذية أو الحركة السريعة بنسبة مئوية معينة	
ERGENCY OFFME	مفتاح الطوارى ويستخدم عند الضرورة	
KEY SWITCH FOR SPECIAL OPERATION e.g. MEASURING TOOLS	لاختيار الوضع الأوتوماتيكى أو وضع العمليات الخاصة مثل عملية قياس العدد والباب مفتوح	
ADDITIONAL PROGRAM START KEY	مفتاح اضافي لتشغيل البرنامج	

ADDITIONAL CLAMPING DEVICE KEY	مفتاح اضافي لفتح أو غلق مثبت الشغلة	
CONSENT KEY	يجب الضغط على هذا المفتاح لعمل أى عملية على الماكينة والباب مفتوح ما عدا دوران الظرف	
	تشغيل وأطفاء المصدر الرئيسي للكهرباء	

8- 3 -3 محاور الحركة الرئيسية في ماكينات الخراطة CNC

محاور الحركة الرئيسة في ماكينات الخراطة CNC إن الأساس الذي بنى عليه عمليه تعريف هذه المحاور هو النظام الإحداثي الديكارتى (Cartesian coordinate system) الذي يستعمل في عمليه الرسم البياني في الرياضيات. وفى حالة استعمالهِ في الماكينات فإن المحاور تكون مناظرة للمستويات الطولية والعرضيه والرأسيه. ويتم تعريف الاتجاهات الثلاثة للحركه بالأحرف الإنجليزية (X-Y-Z) ويجب أن يتم تحديد اتجاه الحركه إما في الاتجاه الموجب أو الاتجاه السالب للمحور الذي يتم التحكم فيه .ويتم تعريف اتجاه الحركه بوساطة وضع العلامة الموجبة (+) أو العلامة السالبة (-) ويتم تحديد الاتجاه الموجب أو السالب بالنسبة لنقطة أصل الماكينة (machine datum point) ويتم التعرف على إحداثيات ومحاورماكينة الخراطة ذات التحكم الرقمي Z-X طبقا للمواصفات القياسية DIN66217 بحيث يكون المحور Z موازيا لمحور عمود التشغيل أو متطابقا معه، ويكون الأتجاه الموجب للمحور Z من الشغلة ألى العدة. وتكون حركة المحور X في أتجاه نصف قطري بالنسبة لمحور الشغلة ويتجه الأتجاه الموجب دائما من الشغلة إلى حامل العدة. كما موضح في الشكل (8-11).



الشكل (8-11) يوضح أتجاه المحاور X-Z على ماكينة الخراطة CNC

8-4 طرق البرمجة

هي تحويل العمليات التشغيلية ألى معطيات يمكن للألة المحكومة رقميا أن تتقبلها. تكون المعطيات على شكل حروف ورموز وإشارات تكتب داخل البرنامج التشغيلي.

يوجد نوعان من البرمجة:

8-4-1 البرمجة اليدوية:

هي ألإعداد المباشر للبرنامج التشغيلي عن طريق فني البرمجة.

وحتى يكون فني البرمجة قادرا على أعداد البرنامج التشغيلي يجب أن تتوفر له:

1. بيانات الشغلة.
2. بيانات عدد القطع.
3. مهارات فنية.

ثم يقوم الفني بتحليل:

1. تحديد المعلومات الفنية (الأبعاد، التفاوت، أدوات القطع).
2. تحديد أفضل ترتيب لخطوات التشغيل (بما يناسب عمليات التشغيل والعدد المستعملة).
3. المعلومات البرمجية (كيفية كتابة- برمجة- عمليات التشغيل).

يقوم فني البرمجة أستنادا للمعطيات السابقة بإنشاء البرنامج التشغيلي وتخزينه.

- إن البرمجة اليدوية تتطلب مواصفات خاصة لفني البرمجة.
- إن البرمجة اليدوية تفيد عند برمجة المشغولات غير المعقدة.
- إن البرمجة اليدوية يمكن أن تستغرق وقتا طويلا.

الشكل (8-12) صورة للبرمجة اليدوية

8-4-2 البرمجة الألية بأمكانية (CAD/CAM):

هي الإعداد غير المباشر للبرنامج التشغيلي. عن طريق الأستعانة بنظام التصميم والتصنيع المدعم بالحاسوب الألي (CAD/CAM). مع توفر المعطيات الإتية:

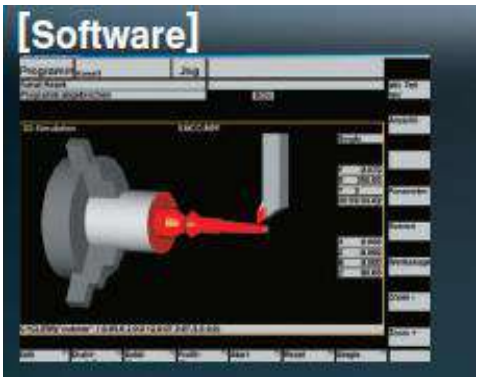
1. بيانات الشغلة (نوعها، أبعادها، أعماق القطع).
2. بيانات العدد (نوعها، أرقامها، أقطارها، أطوالها).
3. حدود ومسار التشغيل (مسار حركة العدة بالنسبة لحدود تشغيل الخامة).
4. مهارات فنية (قدرة الفني على استعمال الدورات وتحديد لغة البرنامج)

بعد إدخال هذه المعطيات في الحاسوب يقوم باستنتاج:

1. العمليات الحسابية والفنية (سرعة الدوران والتغذية).
2. مسار أداة القطع (حسابات هندسية، CAD/CAM).

ثم يقوم المعالج بتحويل هذه المعطيات إلى برنامج تشغيلي(CLD)، أستعدادا لتحويله إلى لغة النظام المحكوم رقميا بواسطة المعالج المتقدم (Post Processor)، ثم يتم نقله إلى الألة بوساطة الوصلة البينية.

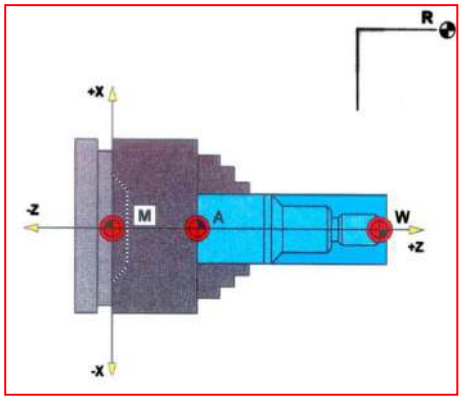
- إن البرمجة الألية تقلل من وقت إنشاء البرنامج التشغيلي.
- إن البرمجة الألية تختبر صحة البرنامج باستمرار قبل نقله للألة.
- إن البرمجة الألية تحول البرنامج التشغيلي بأي لغة برمجة تناسب أي ألة تحكم.



الشكل(8-13) صورة للبرمجة الآلية بأمكانية CAD/CAM

8- 5 النقاط الثابتة والمتغيرة بماكينات التحكم العددي CNC

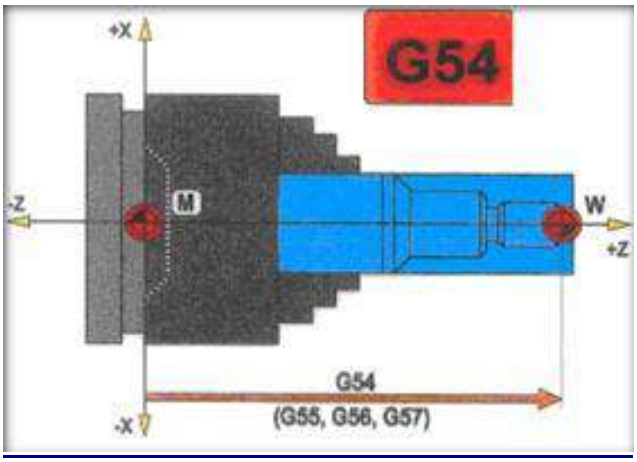
اســـم النقطـة	رمـزها	نوعهـا
نقطة صفر الماكينة Machine Zero Point	M	ثابتة
نقطة توقف ميتة Dead Stop Point	A	متغيرة
نقطة صفر المشغولة Work piece Zero point	W	متغيرة
النقطة المرجعية Reference Point	R	ثابتة
النقطة المرجعية لمثبت العدة Tool holder Reference Point	T	ثابتة
النقطة المرجعية العليا للعدة Tool Mount Reference Point	N	متغيرة
نقطة القطع Cutter Point	P	متغيرة



الشكل (8-14) النقاط الثابتة والمتغيرة بماكينات ال CNC

ترحيل نقطة صفر الماكينة على ماكينة الخراطة CNC بنظام التحكم Sinumerik 810T

تقع نقطة صفر الماكينة (Machine Zero Point) (M) فى مخارط CNC خلف الظرف مباشرة على محور الدوران وهذه النقطة من الصعب أن تنسب اليها احداثيات النقط فى البرنامج المراد تصميمه والتى تشكل المسارات المختلفة للمنتج المراد الحصول عليه لذا فمن المتاح اختيار نقطة بديلة تقع على محور الدوران أيضا وتنسب أبعادها لنقطة (M) ولكن فى مكان يسهل على المبرمج أن ينسب نقاطه اليها. وهذا يتم بطريقة يختارها المبرمج مثل اختيار نقطة الصفر الجديدة Work piece Zero Point (W)على مرحلة واحدة وهى نقطة تقع على وجه المشغولة وذلك باستعمال أمر ازاحة الصفر (Zero Offset) وهنا نجد أن هناك أربعة كودات تقوم بعمل نفس المهمة وهى ازاحة الصفر ألا وهى (G54,G55,G56,G57) فللمبرمج مطلق الحرية فى اختيار أى من هذه الكودات لاعطاء أمر ازاحة الصفر داخل البرنامج والشكل التالي يبين كيفية كتابة هذا الأمر .(N0005 G54)



الشكل (8-15) طريقة أختيار نقطة البداية.

8- 6 لغة البرمجة على ماكينة الخراطة CNC

لغة البرمجة عبارة عن أحرف وأرقام ورموز وإشارات تكون البرنامج التشغيلي، تختلف هذه المعطيات بأختلاف اللغة التي تستعملها ماكينات التحكم الرقمي، علما هناك شركات عدة بمختلف الجنسيات تقوم بتصنيع هذه التقنية. فيجب على العاملين على ماكينات الخراطة CNC الآطلاع على خصائص لغتها البرمجية وقوائم تعليمات وبرمجة هذه المكائن. ومن أمثلة لغات البرمجة:

- لغة (G) كود.
- لغة (HIDEN HIGHN).

عناصر البرنامج

يكتب البرنامج في صورة مشفرة (Word Address Format) تستعمل العناصر الآتية :

1- العنوان Address : يرمز له بحرف مثل X , Y , Z , G , M , T تتبعه المعلومات العددية لهذا العنوان .

2- الكلمة Word : تتكون من العنوان متبوعا بالمعلومات العددية الخاصة به مثلا X155.250 تعنى إزاحة العدة القاطعة بالنسبة للشغلة مسافة مقدارها 155.250 مم في الاتجاه الموجب لمحور X .

3- الجملة Block : تتكون من مجموعة من الكلمات المتتابعة مثل G00 X155.250 Y100 100تستعمل هذه العناصر في كتابة البرنامج و يتم تثقيبه على شريط أو إدخاله مباشرة بطريقة يدوية (M D I) بواسطة لوحة المفاتيح إلى الحاسوب.

8-6-1 تعريف الرموز المستعملة في البرمجة

ت	التعريف	الرمز
1	رقم تسلسل خطوات البرنامج.	N
2	طول المشوار في اتجاه كل محور.	Z,X,Y
3	أبعاد مركز الأقواس بالنسبة لنقطة بداية القوس أو بالنسبة لنقطة الأصل .	K, J, I
4	رقم العدة.	T
5	سرعة دوران العمود الرئيس أو سرعة القطع.	S
6	قيمة التغذية.	F
7	دوال الوظائف المساعدة.	M
8	دوال الوظائف الرئيسية.	G
9	علامة بداية البرنامج .	%
10	علامة تخطى خطوات في البرنامج .	/
11	تحجب ما بين القوسين عن نظام التحكم .	( )

8-6-2 الدوال التحضيرية (G-Words)

الأوامر أو الدوال (العمليات) المستعملة عند البرمجة G-Function

يمكن برمجة عدة دوال-G لاتتعارض مع بعضها في جملة واحدة.

وحدة القياس ملليمتر Metric Data Input G71

يستعمل الكود (G71) عندما يراد إدخال البيانات بالملليمتر كالنظام المترى الفرنسي.

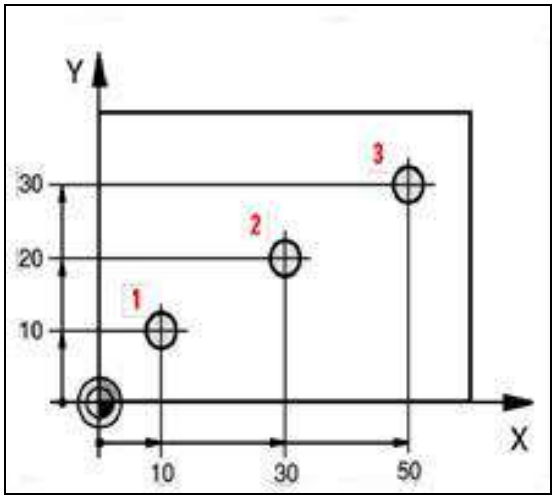
وحدة القياس بالإنج Inch Data Input G70

يستعمل الكود (G70) عندما يراد إدخال البيانات بالإنج كالنظام الإنجليزي.

ولكن بعض الأماكن تضطر للعمل بالنظامين فيتم اختيار نوع القياس المطلوب باستعمال الكود المناسب (G71/G70).

نظام البرمجة المطلق G90 Absolute Programming

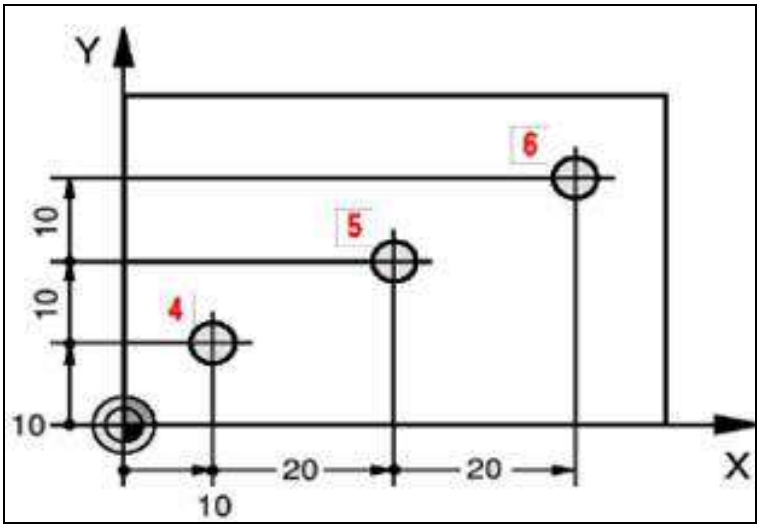
نظام البرمجة المطلق(G90) في هذا النظام يتم فيه اعتبار كل إحداثيات النقاط منسوبة لصفر البرنامج كما في الشكل(8-16).



الشكل (8-16-) مخطط لنظام حساب إحداثيات النقاط بالبرمجة المطلقة

نظام البرمجة التزايدي G91 Incremental Programming

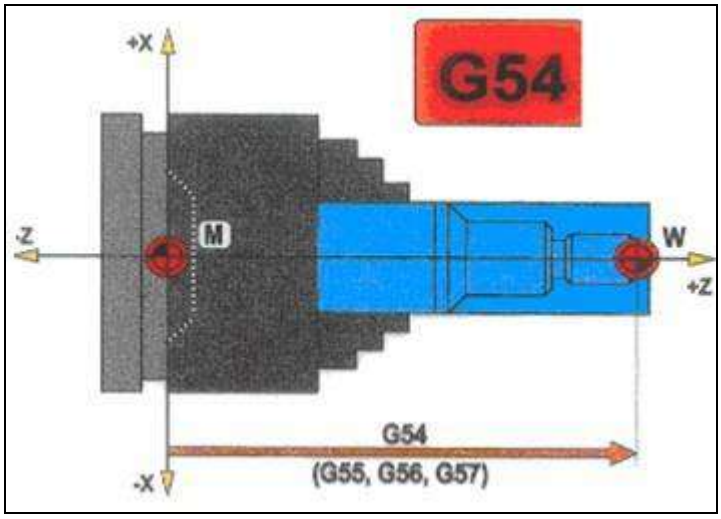
نظام البرمجة التزايدي(G91) في هذا النظام يتم فيه حساب إحداثيات النقط منسوبة لاخر نقطة تم برمجتها وبمعنى آخر فان نقطة الصفر تعد هى آخر نقطة تم برمجتها كما موضح بالمخطط (8-17).



الشكل (8-17) مخطط لنظام حساب إحداثيات النقاط بالبرنامج التزايدي.

ترحيل صفرالماكينة M (Zero Offset) G54

يستعمل أمر ازاحة الصفر (Zero Offset) (G54)لأختيار نقطة صفرجديدة على مرحلة واحدة وهى نقطة تقع على وجه المشغولة (W) كما في الشكل(8-18).



الشكل (8-18) مخطط يوضح أمر الأزاحة G54

تحديد أقصى سرعة للظرف G92 Spindle Speed Limit

يسمح هذا الكود بتحديد أقصى سرعة دوران مسموح بها للظرف ويتم كتابة هذا الكودG92 ثم قيمة أقصى سرعة دوران للظرف والمثال الاتى يحدد اقصى سرعة دوران للظرف ب(3000) لفة فى الدقيقة الواحدة.

N.G92 S3000

استعواض تصحيح العدة Tool Correction Compensation

عند كتابة كود معين مثل (G00) للذهاب بحركة سريعة الى نقطة ما بدون كتابة العنوان (T1D1) يتم التعامل مع نقطة اصل تثبيت العدة (N) وليس مع مقدمة عدة القطع (P) مما قد يسبب مشكلة ما مثل أصطدام العدة بظرف الماكينة أو بالمشغولة المثال الآتي يوضح طريقة استدعاء العدة داخل البرنامج:

N. T1D1

- T1 تفهم وحدة التحكم انه مطلوب استدعاء العدة الموجودة بالمحطة رقم1.
- D1 تفهم وحدة التحكم انه مطلوب استعواض تصحيح العدة بالقيمة المسجلة بالمخزن رقم 1 بحيث يتعامل نظام التحكم مع نقطة القطع (P).

القطع بسرعة ثابتة Constant Cutting Speed G96

يتم كتابة سرعة القطع بسرعة ثابتة كالأتي:

معنى ذلك أن سرعة القطع 175 متر لكل دقيقة. N---- G96 S175

سرعة دوران الظرف دورة لكل دقيقة G97 Spindle Speed in rpm

- يتم استعمال هذا الكود عند إجراء عملية الثقب ببريمة السنتر أو بواسطة القلاووظ وكذلك خراطة المسننات الخارجية أو الداخلية
- يتم كتابة سرعة دوران الظرف كالأتي:

معنى ذلك أن سرعة دوران الظرف 2000 دورة لكل دقيقة. N---- G97 S2000

معدل أو سرعة التغذية ملليمتر(أو إنج) لكل دورة G95

Feed Rate in Revolution

- يتم كتابة سرعة التغذية كالآتي:

N----- G95 F0.15

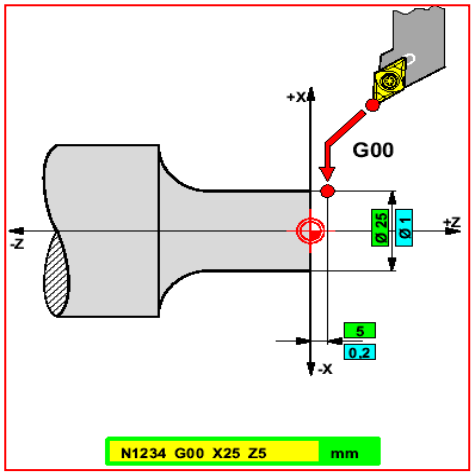
- معنى ذلك أن سرعة التغذية هى 15 ملليمتر لكل دورة.
- معدل أو سرعة التغذية وتكون قيمتها ملليمتر (أو انج) لكل دورة على حسب وحدة نظام القياس المستعمل .

يتم إيجاد قيمة سرعة التغذية F من الجداول الاسترشادية ويتوقف اختيارها على حسب المعدن المشغل ونوع المعدن المصنوع منها العدة المستعملة ونوع عملية التشغيل والدرجة المطلوبة لتشطيب وعزم الماكينة.

الانتقال السريع Rapid Traverse G00

- وفيها تتحرك المنزلقات بالعدة أو الشغلة بأقصى سرعة إلى النقطة أو المكان المطلوب مثل مكان تغيير العدة أو مكان استقراب لبداية عملية تشغيل جديدة أو غير ذلك من الأماكن بحيث تكون الحركة في الهواء.
- يستعمل هذا الكود لتوفير الوقت أثناء تنفيذ البرنامج.
- ويتم تحديد أقصى سرعة للماكينة (G00) عن طريق المصنع للماكينة في بعض الماكينات تكون 3 متر/دقيقة أو 8 متر/دقيقة أو 12متر/دقيقة وقد تصل الى أعلى من ذلك بكثير على حسب مواصفات وإمكانيات كل ماكينة.

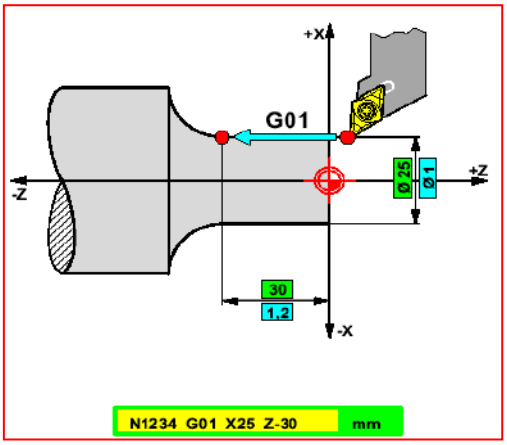
- ويوضح المثال التالي في الشكل (8-19) بان العدة تتحرك سريعا (G00)إلى المكان (X25, Z5) لبداية عملية تشغيل محددة.



الشكل (8-19) الأنتقال السريع بالكود G00

حركة القطع الخطية Linear Interpolation G01

باستعمال هذا الكود تتحرك العدة حركة خطية أفقية أو خطية راسية أو مائلة بتغذية يتم برمجتها مسبقا بحيث تقطع العدة الخامة المشغلة قطعا خطيا. ويوضح المثال في الشكل(8-20) التالي حركة العدة حركة خطية داخل المشغولة نحو النقطة (X25,Z-30) بتغذية يتم برمجتها مسبقا.

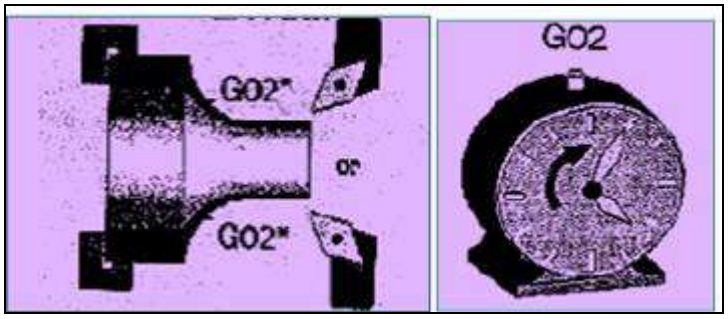


الشكل (8-20) حركة القطع الخطية بالكود G01

حركة القطع الدائرية في اتجاه عقارب الساعة G02

Circular Interpolation Clockwise

- يتم استعمال هذا الكود عندما يراد تشكيل أي قوس دائرى و التحرك داخل المشغولة بتغذية وحركة دائرية في اتجاه عقارب الساعة ويجب اختيار مستوى التشغيل قبل البدء فى استعمال هذا الكود عن طريق الكودات (G17-G18-G19) ويجب ملاحظة أن المستوى (X-Z) أي الكود(G18) هو المستوى الطبيعي للتشغيل على الماكينة وهو المستعمل بصفة غالبة.
- يكتب هذا الكود(G02) يليه إحداثي نقطة نهاية الدوران(X ,Z)P وكذلك نصف قطر الدوران (R) كما في الشكل (8-21).
- تكون قيمة نصف قطر الدوران (R)موجبة إذا كان الدوران اقل من نصف دائرة.
- تكون قيمة نصف قطر الدوران (R) سالبة إذا كان الدوران اكبر من نصف دائرة.



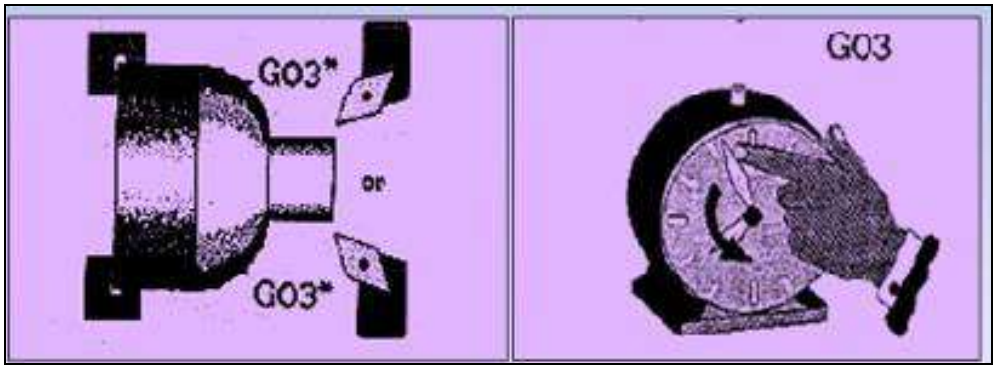
الشكل (8-21) حركة القطع الدائرية باتجاه عقرب الساعة

حركة القطع الدائرية في عكس اتجاه عقارب الساعة G03

Circular Interpolation counter clockwise

يتم استعمال هذا الكود عندما يراد تشكيل أي قوس دائرى و التحرك داخل المشغولة بتغذية وحركة دائرية في عكس اتجاه عقارب الساعة ويجب اختيار مستوى التشغيل قبل البدء فى استعمال هذا الكود عن طريق الاكواد(G17-G18-G19) ويجب ملاحظة أن المستوى (X-Z) أي الكود(G18) هو المستوى الطبيعي لفرش الماكينة وهو المستعمل بصفة دائمة.

- يكتب هذا الكود(G03) يليه إحداثي نقطة نهاية الدوران(X ,Z)P وكذلك نصف قطر الدوران (R) كما في الشكل(8-22).
- تكون قيمة نصف قطر الدوران (R) موجبة إذا كان الدوران اقل من نصف دائرة.
- تكون قيمة نصف قطر الدوران (R) سالبة إذا كان الدوران اكبر من نصف دائرة.



الشكل (8-22) حركة القطع الدائرية عكس عقرب الساعة

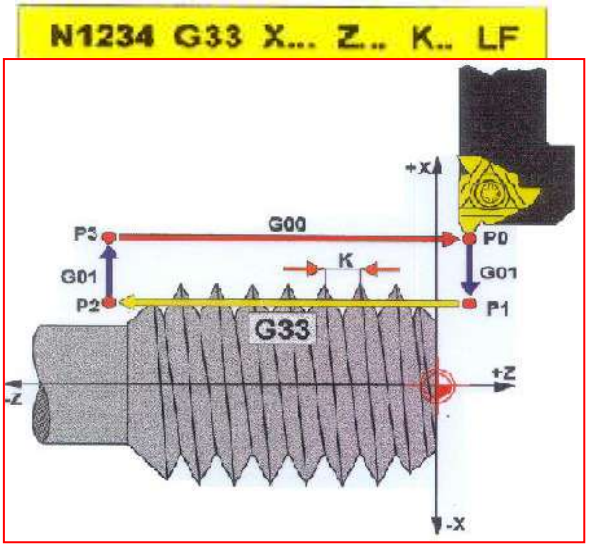
قطع السن Thread cutting G33

-يتم استخدام العدة المناسبة مع هذا الكود مثل عدة التسنين أو عدة (Boring)كما هو موضح بالشكل(8-23).

-يتم كتابة الكود(G33) يليه قطر أول عمق ثم قيمة التغذية (قيمة الخطوة) وكذلك تحديد اتجاه دوران الظرف يمين مثلا (M3) وذلك لعمل سن يمين.

-المثال الآتي يوضح تشغيل سن يمين باستعمال (G33).

-تتحرك العدة بالكود (G33) العمق المطلوب(Z) بتغذية أو بخطوة قيمتها 1مم لكل دورة بدوران الظرف باتجاه حركة عقرب الساعة (M3).



الشكل (8-23) قطع القلاوظ بالكود G33

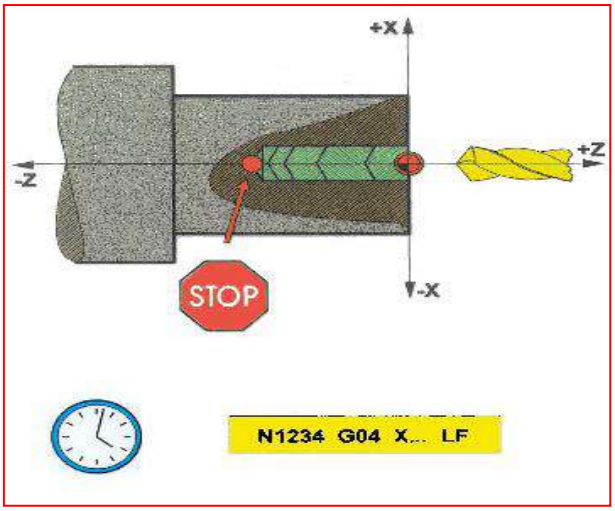
زمن توقف Dwell G04

تتوقف العدة عن الحركة مع استمرار دوران الظرف في آخر موضع تم برمجته ويتم التوقف بمقدار قيمة الزمن المعطى مع (G04) كما موضح بالشكل(8-24).

-ويستعمل هذا الكود للحصول على حواف حادة لتنظيف أرضية الثقب - إلى غيرذلك

-يتم كتابة الكود(G04) يليه X ثم قيمة زمن التوقف بالثواني مثل(G04 X2.5) أي 2. 5 ثانية مع العلم أن أقصى زمن للتوقف يكون مسموح به هو 2000 ثانية.

-كما يمكن كتابة الكود(G04) يلي P ثم قيمة زمن التوقف بالملي ثانيةمثل(G04 P1000) أي أن زمن التوقف هو 1 ثانية مع العلم أن اقل زمن للتوقف يكون مسموح به هو 0.1 ثانية .



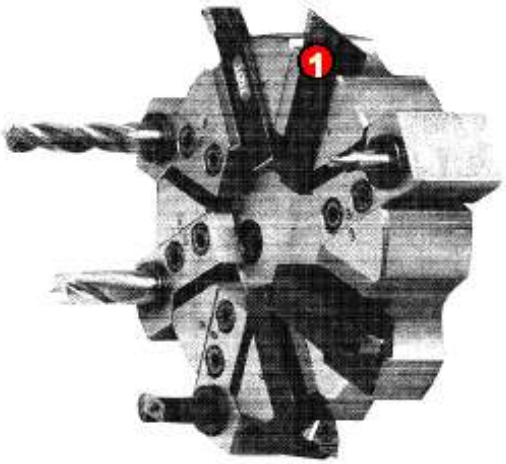
الشكل (8-24) يوضح التثقيب مع زمن توقف بالكود G04

8-6- 3 الأوامر المساعدة (M-Words)

الدوال المساعدة (الإضافية) عند البرمجة:

تغيير العدة آليا Automatic Tool Change M06

يستعمل هذا الكود(M06) عندما يكون مطلوب تغيير العدة أتوماتيكيا بشرط أن تكون الماكينة مجهزة بذلك حيث تستخدم الدالة لتدوير البرج الحامل للعدة بحيث تكون العدة التي تم استدعاءها امام قطعة العمل وكما موضح في الشكل (8-25).

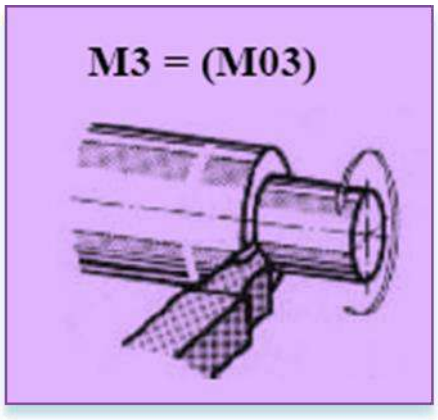


الشكل (8-25) البرج الحامل لعدة القطع

تشغيل عمود الدوران فى اتجاه عقارب الساعة M03

Main spindle on Clock wise

- يتم استعمال الكود(M3) لتشغيل الظرف فى اتجاه حركة عقارب الساعة لذلك يستعمل لكل عدد القطع اليمين كما موضح بالشكل (8-26).

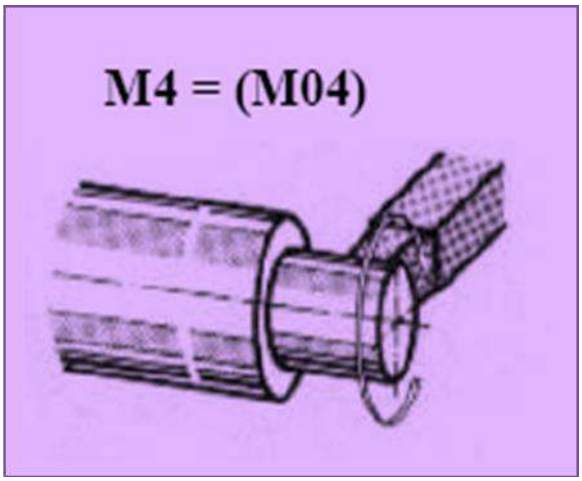


الشكل (8-26) دوران الظرف باتجاه عقرب الساعة

تشغيل عمود الدوران فى عكس اتجاه عقارب الساعة M04

Main spindle On Counterclockwise

يتم استعمال الكود(M4) لتشغيل الظرف فى عكس اتجاه عقارب الساعة لذلك يستعمل لكل عدد القطع اليسار كما في الشكل(8-27).



الشكل (8-27) دوران الظرف بعكس اتجاه حركة عقارب الساعة

إيقاف دوران الظرف	Main spindle off	M05
يستعمل الكود(M5) لإيقاف دوران الظرف.		
تشغيل سائل التبريد	Coolant On	M08
يستعمل هذا الكود (M08) لتشغيل سائل التبريد.		
إيقاف سائل التبريد	Coolant Off	M09
يستعمل هذا الكود (M09)لإيقاف سائل التبريد.		
إنهاء البرنامج	Program End	M30

♦ لإنهاء البرنامج بطريقة صحيحة وامنة يجب اتباع الآتي:

1. يجب سحب العدة الى مستوى الأمان مستعملاً الكود(G00) في اتجاه بعيد عن المشغولة وغالبا ما يكون محور (z).
2. يجب إيقاف سائل التبريد مستخدما الكود(M09).
3. يجب إيقاف عمود الدوران مستعملاً الكود(M05).
4. في النهاية يجب إيقاف البرنامج نفسه مستعملاً الكود(M02) أو مستعملاً الكود(M30).

والفرق بينهما هو أن الكود (M02) ينهى البرنامج ويتوقف عند نهايته بينما الكود (M30) ينهى البرنامج ويعيد البرنامج الى بدايته لينتظر التشغيل مرة أخرى إذا احتاج الأمر.

7 -8 تركيب البرنامج : Program Structure

يعتمد إعداد أي برنامج لماكينات التحكم الرقمي على ثلاث مجموعات مختلفة من التعليمات :

1- مجموعة تعليمات بداية البرنامج : تشمل عنوان البرنامج و رقمه و التعريف بنقطة الأصل للمثبت و نقطة الأصل للشغلة وتختلف حسب نظام التحكم فمثلا في حالة الخراطة في نظام SINUMERIK .

يكتب أسم البرنامج	%0015
أستدعاء العدة	N0010 T1D1
إزاحة المحاور الإحداثية من صفر الماكينة إلى صفر الشغلة	N0020 G54
إزاحة المحاور الإحداثية من صفر الماكينة إلى صفر الشغلة وتكتب الاحداثيات في البرنامج نفسه .	N0030 G58 X0 Z100

2- مجموعة تعليمات شروط التشغيل:

و تشمل اختيار العدة و قيم التغذية و سرعة الدوران و إدارة العمود الرئيس و سائل التبريد و تحريك العدة إلى المواضع المطلوبة خلال التشغيل:

تحديد السرعة و التغذية و اتجاه الدوران و سائل التبريد	N0040 S2000 F0.10 M04 M08
حركة سريعة إلى موضع البداية	N0050 G00 X50 Z2
حركة تغذية طولية لمسافة 50 مم بالاتجاه السالب	N0060 G01 Z-50

3- مجموعة تعليمات نهاية البرنامج و تشمل:

تحريك العدة بعيدا عن الشغلة	N0080 G00 X60
إيقاف عمود الدوران	N0100 Z20 M05
نهاية البرنامج	N0120 M30

بعد إتمام كتابة البرنامج يجب مراجعته بدقة قبل الشروع في تنفيذه حيث أن بعض الأخطاء قد تؤدى إلى حدوث إتلاف جسيم في أجزاء الماكينة أو العدة القاطعة أو الشغلة أو المثبت الخاص بها مما يستلزم مراجعة البرنامج للتأكد مما يأتي :

1- مسار الحركة السريعة : يجب ألا تتصادم العدة مع الشغل أو المثبتات المستخدمة بل يجب أن تبعد عنها بمسافات آمنة كافية .
2- صحة كتابة المعلومات العددية على الشاشة .
3- تطابق البرنامج مع رسم الشغلة و هذا يعنى مطابقة الشغلة المصنعة للرسم .
4- الاختيار الصحيح لقيم السرعات و التغذيات و عمق القطع بما يناسب المادة المشغلة و العدة المستعملة و طاقة الماكينة .
5- أن تتم أي تعديلات على البرنامج بوساطة من قام بإعداد البرنامج دون غيره.

تحقيق البرنامج

يتم طبقا للترتيب الآتي :

1- فحص البرنامج الذي تم إدخاله في ذاكرة الحاسوب كما تقدم .
2- استعمال الحاسوب في محاكاة العملية برسم الشغلة و مسار العدة خلال مراحل التشغيل المختلفة على شاشة الحاسوب .

ويوضح الجدول ادناه وصف للبرنامج :

مثال : اعداد البرنامج

رقم البرنامج	%0001
ضبط نقطة الصفر للقطعة	N0030 G54
اختيار العدة الأولى (قلم خراطة جانبية يمين)	N0020 T2D2 (Side tool right)
التوجه إلى موقع (25,0) بسرعة عالية كتقريب	N0040 G00 X25 Z0
تحديد التغذية وسرعة القطع 175 متر/ دقيقة واتجاه دوران العينة باتجاه حركة عقرب الساعة	N0050 G96 F0.07 S175 M03
فتح سائل التبريد	N0060 M08

N0070 G01 X0	حركة في اتجاه مركز الشغلة لعمل Facing
N0080 G00 X22 Z1	حركة سريعة إلى موقع (22,1)
N0090 G01 X18 Z-15	حركة قطع خطية على المستوى المائل
N0100 X25	حركة قطع بمسافة **25** مم فى اتجاه X
N0110 Z30	حركة قطع في اتجاه محور Z بمسافة **30** ملم
N0150 M30	التوقف و إنهاء البرنامج

3- تشغيل البرنامج آليا لكن بدون قطع و مراقبة مسار العدة و احتمالات التصادم بين العدة و بين الشغلة أو المثبتات و إجراء أي تعديل لازم في المسار بناء على ذلك .

4- تشغيل البرنامج بعد التأكد من سلامته خطوة بخطوة مع تقليل سر عات التغذية و سرعة الدوران مع إبعاد العدة عن الشغلة .

5- يتم تشغيل شغلة بالكامل طبقا للبرنامج و مراجعة أبعادها و جودة تشطيب سطحها وتعديل شروط القطع إن لزم الأمر .

8-8 دراسة الرسم التنفيذى

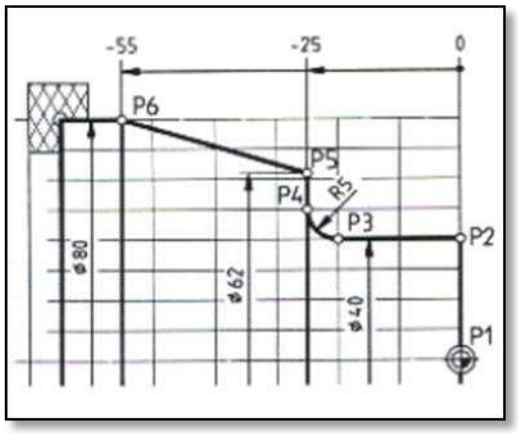
كيفية تعيين النقاط في أنظمة المحاور:

تكتب قيمة X على هيئة قطر كامل Ø أذاكانت الأبعاد تؤخذ كأبعاد مطلقة **G90**

وتكتب قيمة X على هيئة نصف قطر R أذاكانت الأبعاد تؤخذ كأبعاد تزايدية **G91**

مثال 1

Point	X	Z
P1	**0**	**0**
P2	**40**	**0**
P3	**40**	**-20**
P4	**50**	**-25**
P5	**62**	**-25**
P6	**80**	**-55**



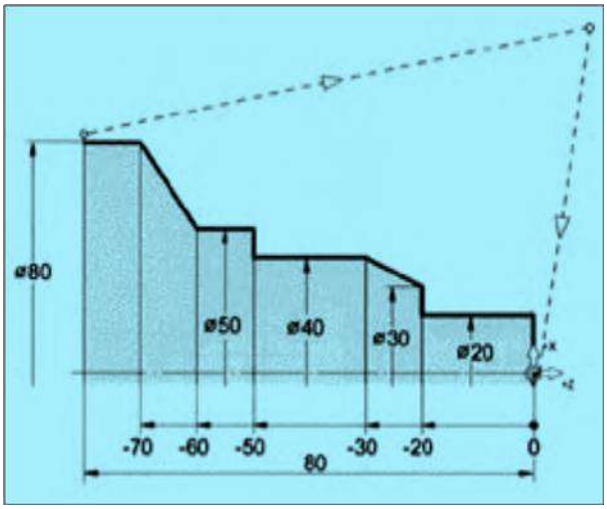
تطبيقات على استعمال G01 ، G02 ، G03، G00

مثال 2 :

استعمل الأمر التحضيري المناسب (G01، G00) مع قيم X و Z حسب نظام الأبعاد المطلق G90 للحصول على الشكل المبين:

الحل

N	G	X	Z
N1	G00	**0**	**1**
N2	G01	**0**	**0**
N3	G01	**20**	**0**
N4	G01	**20**	**-20**
N5	G01	**30**	**-20**
N6	G01	**40**	**-30**
N7	G01	**40**	**-50**
N8	G01	**50**	**-50**
N9	G01	**50**	**-60**
N10	G01	**80**	**-70**
N11	G01	**80**	**-80**
N12	G01	**82**	**-80**
N13	G00	**120**	**10**



اسئلة الفصل الثامن

س1: ماذا تعني ماكينة CNC.؟

س2: أشرح كيفية أنتقال المعلومة داخل حاسوب ماكينة DNC.

س3: عدد أنواع ماكينات CNC من ناحية موقع التشغيل وأداة القطع.

س4: مستعينا بالرسم التخطيطي عرف النقطة المرجعية (Reference-Point R)، ونقطة صفر الشغلة (W).

س5: ما مكونات نظام التحكم المباشر(CNC).؟

س6: أذكر نوع الأمر الذي يدل عليه كل من الأحرف التالية:

1. S
2. F
3. N
4. X، Z

س7: ما وظيفة الأوامر التالية في برامج ماكينة (CNC) خراطة.؟

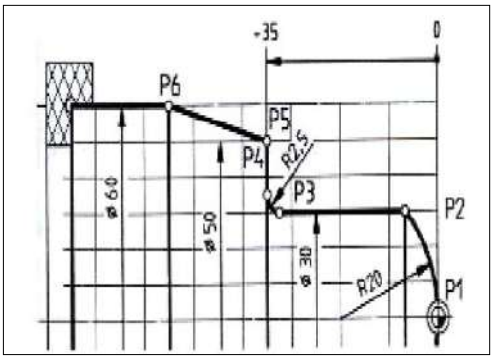
1. G00
2. G01
3. G54
4. T1D1
5. M04
6. M30
7. G96

س8: قارن بين ماكينات CNC وماكينات القطع التقليدية .

س9: عدد طرق البرمجة في ماكينات CNC.

س10: املأ الجدول التالي بأحداثيات النقاط الموجودة على الرسم

Point	X	Z
P1		
P2		
P3		
P4		
P5		
P6		



المصطلحات الفنية

أنكليزي	عربي
Art facture Diamond	الماس صناعي
Animal	حيواني
Actual Size	المقاس الفعلي
Acidity	الحموضة
Basic size	المقاس الأسمي
Basic shaft system	نظام اساس العمود
Basic hole system	نظام أساس الثقب
Clearance Fit	التوافق الخلوصي
Concentricity	تسامح التمركز
Crank Shaper	المقشطة الناطحة الميكانيكية
Cooling	تبريد
Corrective maintenance	الصيانة التصحيحية
Cutting Force	قوة القطع
Carbide Tool Bits	الكربيدات
Cutting Speed	سرعة القطع
Cutting Power	قدرة القطع
Cutting Time	زمن القطع
Depth of Cut	عمق القطع
Emulsification	التحلل بالماء (الاستحلاب)
Flatness	تسامح الأستواء
Fit	التوافق
Fundamental deviation	الانحراف الأساسي
Filters	المصافي
Feed and Feed Speed	التغذية و سرعة التغذية
Friction	الأحتكاك
Gaseous	الغازية
Gear Shaper	المقشطة الناطحة السحابة
Greases	الشحوم

أنكليزي	عربي
Grade of tolerance	درجة التفاوت
Gaseous	غازية
Hardness	الصلاده
Hydraulic Shaper	المقشطة الناطحة الهيدروليكية
Lubrication	تزييت
Lower Deviant tin	الأنحراف السفلي
Local Welding	اللحام الموضعي
Liquids	سوائل
Maximum size	المقاس الأكبر
Machine Oils	زيوت الآلات
Motor	المحرك الكهربائي
Minimum size	المقاس الاصغر
Motor Power	قدرة المحرك
Material	مادة
Mineral	معدني
Mean Speed	السرعة المتوسطة
Oxidation Inhibitors	موانع التأكسد
Overhaul maintenance	الصيانة العامة الشاملة
Planned Maintenance	صيانه مخططه
preventive maintenance	الصيانة الوقائية
Planners Machine	المقاشط ذات العربة
parallelism	تسامح التوازي
Perpendicularity	تسامح التعامد
Planning Wide	عرض القشط
Return Speed	سرعة شوط الرجوع
Ram	التمساح
Shaper Base	قاعدة الماكنة (المقشطة)
Shaper Body	بدن المقشطة (جسم المقشطة)
Spindle oils	زيوت المحاور
Straightness	تسامح الأستقامة
High speed steel	المقاشط النطاحة
Speed Steel Tool Bits-Hss	فولاذ السرعات العالية
Slotters Machine	المقاشط العمودية (النقارة)
Shaper Table	طاولة المقشطة

أنكليزي	عربي
Sliding Jaw	فك الملزمة المتحرك (المنزلق)
Screw Pin	مسمار لولبي
Stroke Length	طول الشوط
Symmetry	تسامح التماثل
Strokes per Minutes	عدد الاشواط المزدوجة في الدقيقة
Semi solid	شبة الصلبة
Solid	صلبة
Semi solid	شبه صلبة
Tolerance	التفاوت
Tool Head	راس العدة او راس حامل قلم القشط
Tools Bit	أقلام القشط
Total Depth of Cut	عمق القطع الكلي
Unplanned Maintenance	صيانه غير مخططه
Upper Deviation	الأنحراف العلوي
vegetable	نباتي
Vise	الملزمة
viscosity	اللزوجة
Zero Line	خط الصفر

المصـــــــــادر

1- (مبادئ عمليات الأنتاج) الاستاذ الدكتور قحطان خلف الخزرجي والدكتور عادل محمود حسن، بغداد 1987

2- (عمليات قطع المعادن) تأليف :- رودلف جينسكي ترجمة:- المهندس محمد علوي الجزار

3 - (فن التفريز) تأليف: - فيودور باباشوف ترجمة:- المهندس عيسى الزيدي.

4 - (العمليات الصناعية - تشغيل وفحص الانتاج) تأليف:- بي اج امستيد - مايرون ال بيكمان / جامعة تكساس ترجمة –الدكتور عبد حمودة والدكتور عبد الفتاح قدوري قدو، بغداد 2003.

5- (تطبيقات عدد القطع) تأليف: جورج شنايدر ترجمة:- الدكتور عليوي الجبوري و علي الموسوي بابل 2008.

6- (حسابات قطع المعادن) تأليف:- محمد عبد الرحمن عناني و ابراهيم توفيق الرشيدي،دار الجيل للطباعة،1999

7- اساسيات عمليات تصنيع، اسامة محمد المرضي

8- تكنولوجيا تشغيل المعان والقياس الدقيق ، محمد عبد المنعم منصور ، مكتبة الانجلو المصرية / القاهرة

9- الثقب والتخويش والبرغلة واللولبة ، المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

10 أساسيات عمليات التشغيل الميكانيكي والفرايز

11- D. A. Smith & J. Nee, Fundamentals of Tool Design, Society of .4 .Manufacturing Engineers; 2003

12- B. Kishor, “Tool And Die Maker”, Deepak printing service at Kang printers-Delhi,2001

13-Bruce J.Black, “Workshop Processes, Practices and Materials”, Fourth edition, 2010.

14- U.K. Singh and Manish Dwivedi, “Manufacturing Processes”, Second Edition, New Age International Ltd., Publishers, 2009.

15- Serope Kalpakjian and Steven R. Schmid, “Manufacturing Engineering and Technology”, Printice Hall, 2006.

16- Robert H. Smith, “Advanced Machine Work”, Industrial Education Book Company ,Bostan, U.S.A, 7th Edition.2007.

17- Harold Hall, “Tool And Cutter Sharpening”, First Published by Special Interest Model Books Ltd, 2006.

تم بعونه تعالى