وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الجنوبية
المعهد التقني الشطرة
قسم التقنيات الميكانيكية/ فرع الانتاج

الحقيبة التعليمية

عمليات التصنيع

لطلبة المرحلة الثانية / انتاج

مدرس المادة سلام عادل علي

الحقيبة التعليمية

عمليات التصنيع

لطلبة المرحلة الثانية / انتاج

وتتضمن الفصول الدراسية التالية:

الفصل الاول: التفاوتات والتوافقات ، خشونة السطوح ، محددات القياس

الفصل الثاني: الخراطة ، مكائن الخراطة الاعتيادية، البرجية، الاوتوماتيكية، نظرية تكوين الرايش

الفصل الثالث: التفريز، مكائن التفريز، التروس وانواعها

الفصل الرابع: القشط، مكائن القشط، العمليات المختلفة للمقشطة

الفصل الخامس: التجليخ، مكائن التجليخ، احجار التجليخ

الفصل السادس: التشكيل، طرق تشكيل المعادن، القص والتخريم، السحب والسحب العميق، العمليات غير التقليدية في تشكيل المعادن

(ان المادة العلمية التي تتضمنها هذه الفصول موزعة على ثلاثين اسبوعاً وحسب مفردات المناهج المعدة من قبل هيئة التعليم التقني والمرفقة طياً ضمن الحقيبة)

الأسبوع	تفاصيل المفردات
الأول	السامحات الهندسية ، الازدواجات ، نظم الازدواجات ،رتب التسامحات ، وحدات الازدواج ، الانحرافات الأساسية ،
الثاني	أنواع التسامحات ، نظام أساسي الثقب ، نظام أساسي العمود ، رموز الازدواجيات ، التسامحات للأبعاد الطليقة ، الازدواجيات المفصلة ، اختيار الازدواجيات ومميزاتها الاقتصادية .
الثالث	التسامحات الهندسية في الشكل والموضع وانواع تسامحات الشكل والموضع.
الرابع	محددات القياس ، تصميم محددات القياس ، انواع محددات القياس (محددات قياس داخلي ، محددات قياس خارجي ، محددات قياس يمكن ضبطها ، محددات قياس الصلبة ، محددات القياس الخاصة) .
الخامس	تصنيف تصنيع المعادن ، تشغيل المعادن ، مقدمة عن نظرية تكوين الرايش والعوامل المؤثرة ، طرق تثبيت المشغولات بضمنها المستديرة وغير المستديرة والحدود القاطعة المستخدمة واسهم التغذية الطولية والعرضية .
السادس	التعرف على الأقلام المستخدمة وكيفية تثبيتها بالنسبة للمشغولات ، أقلام خراطة التشكيل .
السابع	التعرف على أنواع زوايا أقلام الخراطة ، تأثير زوايا قلم الخراطة على عملية القطع ، أنواع معادن أقلام الخراطة ، شروط القطع ، عناصر القطع ، استخدامات سرعات القطع ، واستعمال الجداول وخرائط السرعات ، تصنيف عدة القطع بالنسبة لطرق التشغيل وعدد الحدود القاطعة .
الثامن	الحد القاطع ، الحد القاطع الناشئ ونظرية تكوينه ، العوامل التي تؤثر به ، العوامل التي تؤدي الى تقليل حجمه ، التبريد وأهميته بالنسبة لعمليات القطع، سوائل التبريد المختلفة .
التاسع	كيفية اجراء بطاقة التشغيل لمجموعة عمليات وحساب عناصرها وحساب زمن القطع لكل عملية
العاشر	كيفية الاستفادة من بطاقة التسلسل لعمل مسار المنتج خلال الوحدات المختلفة . العوامل التي تؤثر على اختيار سرعة القطع (1- تأثير خواص عدة القطع.2- تأثير عناصر التشغيل، 3- تأثير خواص المعدن المشغل.
الحادي عشر	مكائن الخراطة البرجية، الاوتوماتيكية ، دراسة العمليات التي يمكن تشغيلها وتحليل العمليات على المنتج ، كيفية إعداد بطاقات التشغيل .
الثاني عشر	انواع العدد المستخدمة وترتيبها على الرأس السداسي والرباعي الامامي والخلفي.
الثالث عشر	دراسة كيفية برمجة المخارط المبرمجة الاوتوماتيكية والعوامل المؤثرة خطوات التشغيل.
الرابع عشر	التفريز ، التعرف على العمليات التي يمكن تنفيذها على ماكنات التفريز ، اجزاء ومكونات ماكنات التفريز الأفقية والرأسية وطبيعة عمل كل جزء .
الخامس عشر	ملحقات المكائن ورؤوس التقسيم وادوات ربط المشغولات والسباق والبوش .
السادس عشر	انواع سكاكين التفريز (القرصية والاصبعية)، وسكاكين تفتيح التروس، زاوية سكاكين التفريز.
السابع عشر	شرح خطوات أجراء عمليات التفريز ، اختيار الماكنة المناسبة ، الابعاد الاولية للمشغولات ، طرق ربط المشغولات .
الثامن عشر	تفريز أنواع التروس المختلفة (تروس عدلة ، مخروطية ، حلزونية ، دودية)
التاسع عشر	طريقة عمل التعشيقة العنقارية ، تعشيقة حرف V بلوك .
العشرون	معدلات التشغيل وسرعات القطع والتغذية وأسس اختيارها لعمليات التفريز المختلفة).
الحادي والعشرون	القشط : التعريف بانواع المقاشط (العربة ، النطاحة ، الراسية) العمليات التي تجري على ماكنة القشط، إمكانات التشغيل المتاحة بكل ماكنة ، طرق ربط المشغولات
الثاني والعشرون	معدلات التشغيل من سرعات قطع وتغذيات ، ملحقات المقاشط من رؤوس تقسيم او اجهزة خاصة ، زوايا أقلام القشط ، أنواع القوى المؤثرة عليها .
الثالث والعشرون	المقشطة النطاحة، توضيح (شوط القطع ، شوط الرجوع) ، طرق الربط على ماكنة المقشطة النطاحة ومعدلات التشغيل ، حساب زمن القطع للقشط ، أعداد بطاقة التسلسل بالقشط .
الرابع والعشرون	التجليخ : مقدمة عن نظرية القطع وشكل الرايش بعملية التجليخ ، أحجار التجليخ المستخدمة (محيطية ، وجهية ، جانبية ، فنجانية ، خارجية ، داخلية) مواصفاتها واستخداماتها ، طرق الربط وموازناتها .
الخامس والعشرون	ماكنات التجليخ المختلفة وإمكانات التشغيل لكل نوع (ماكنات التجليخ الاسطواني الخارجي والداخلي ، ماكنات سن العدد).

السادس والعشرون	أعداد بطاقة تشغيل شاملة لجميع عمليات القطع.
السابع والعشرون	تشكيل المعادن : نظرية التشكيل ، أسس التشكيل على البارد وعلى الساخن ، أنواع التشكيل .
الثامن والعشرون	الدرفلة: أساسيات الدرفلة وطرقها ، المنتجات المدرفلة ، نتائج العمليات في الدرفلة ، الماكنات المستخدمة ، شروط إتمام عملية الدرفلة . البثق: أسس بثق المعادن والمعادن المستخدمة ، البثق المباشر ، البثق العكسي ، أنواع منتجات البثق .
التاسع والعشرون	القص والتخريم : أسس عمليات القص ،أنواع القوالب وأجزاؤها ،في كل حالة ، أبعاد الخامة الأولية وطرق اختيارها ، حساب قوة القص . (السحب والسحب العميق) : أسس عمليات السحب والسحب العميق ، حساب قوى السحب والشد الخاصة في كل حالة ، أنواع السحب واستعمالاتها .
الثلاثون	دراسة الطرق غير التقليدية في تشكيل المعادن : أ- بثق هيدروستاتي ب-استخدام التفريغ الكهربائي . جـ- المجالات الكهرومغناطيسية . د- التشكيل بالمتفجرات ومزاية هذه العملية.

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الجنوبية
المعهد التقني الشطرة
قسم التقنيات الميكانيكية/ فرع الانتاج

وحدة تدريبية

لطلبة المرحلة الثانية / انتاج

التفاوتات والتوافقات ، خشونة السطوح ، محددات القياس

النظرة الشاملة

1- **الفئة المستهدفة** : طلبة المرحلة الثانية في الأقسام التكنولوجية للكليات والمعاهد التقنية في هيئة التعليم التقني.

2- **مبررات الوحدة** : تتطلب الصناعات الحديثة للمكائن والآلات وخصوصاً الإنتاج الكمي أن تكون هنالك مرونة في تبادل الأجزاء ، أي إن هذه الأجزاء تُصنع بطريقة بحيث تكون هنالك إمكانية لإختيار أي جزء من مجموعة أجزاء أو قطع من نفس النوع ويتم وضعها بدل الجزء المشابه له في الماكنة بدون أن يسبب ذلك خلل في الماكنة أو العملية التي تنفذها . إن عملية الإستبدال هذه للأجزاء ليس بالسهولة التي نتصورها فمن المستحيل تصنيع أجزاء تتشابه تماماً ما لم يكن هنالك إختلافات فيما بينها ولو كانت بأجزاء المليون . إن هذا الإختلاف بين الرسم والتنفيذ ناتج من دقة الماكنة في إنجاز العمل ، حيث ليس هنالك ماكنة تنفذ الجزء بدقة متناهية لذلك يتم وضع حدود دنيا و عظمى للإنحراف عن القياسات المضبوطة للجزء على الرسم لا يجب تجاوزها و هذه السماحات في الأبعاد وتسهل عمليات التصنيع و الإستبدال للأجزاء الصناعية وكذلك توفر الكثير من الجهد والنفقات من أجل الحصول على الدقة الفائقة .

3- **الفكرة المركزية** :

أولاً- التعرف على التفاوت والتوافق .

ثانياً- إتقان المهارات الأساسية في تحديد التفاوتات والتوافقات للأجزاء الميكانيكية .

ثالثاً- حساب قيم التفاوت والتوافق .

4- أهداف الوحدة : سيكون الطالب بعد دراستهِ لهذه الوحدة قادراً على أن :

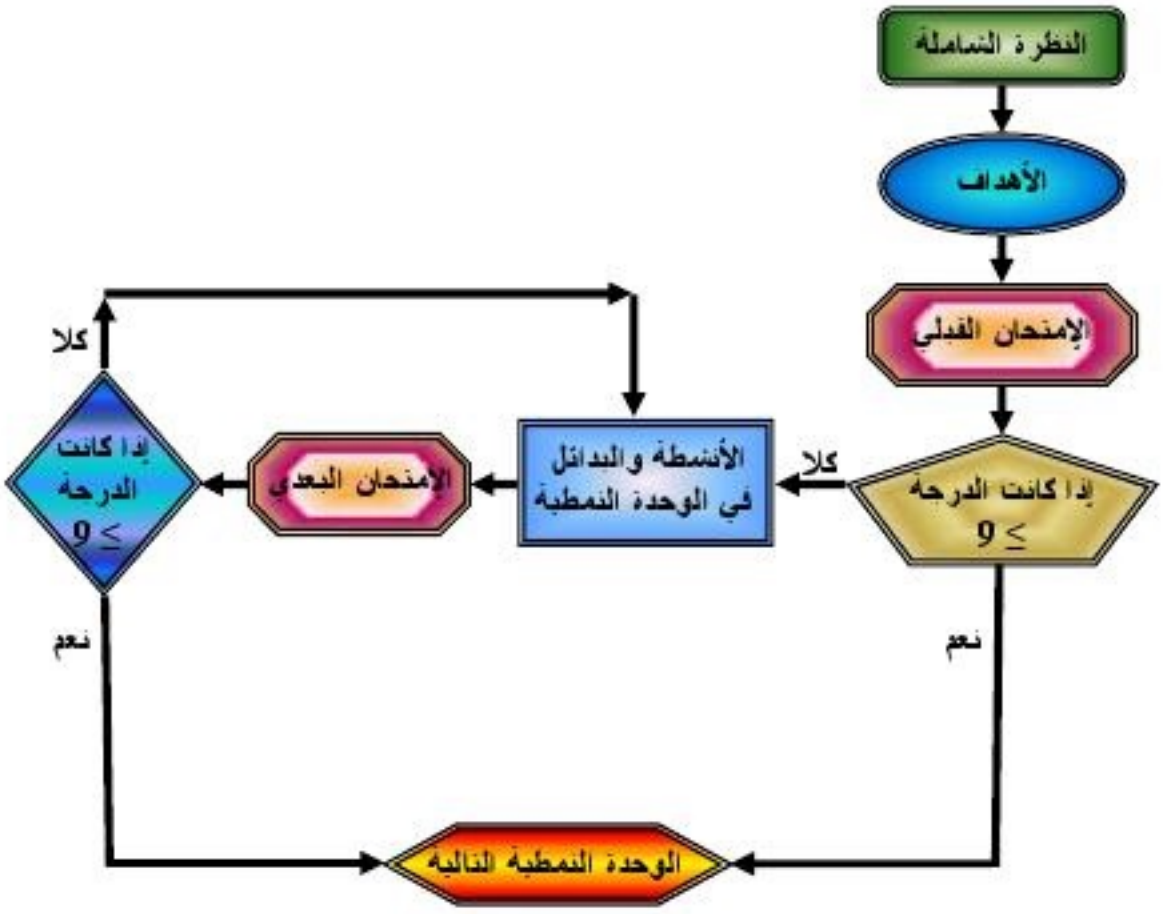
1- يتعرف على معنى التفاوت والتوافق .

2- يتعرف على أنواع التفاوتات والتوافقات .

3- يُثبت التفاوتات والتوافقات على الرسم .

4- يُحدد أنظمة التوافق .

5- المخطط الإنسيابي:



الإختبار القبلي

ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- يسمى التفاوت المحتوي على قيمتي الإنحراف العلوي والسفلي بـ :
أ- التفاوت أحادي الإتجاه .
ب- التفاوت ثنائي الإتجاه .
ج- التفاوت المتراكم .
د- التفاوت الهندسي .

2- المقاس هو :
أ- صفة أو ميزة هندسية .
ب- التسامح المتنوع للأجزاء الميكانيكية .
ج- مقدار معين يُشير إلى قيمة البُعد .
د- خط مستقيم تستند إليه الإنحرافات .

3- يعرف الإنحراف الأساسي على إنه :
أ- المنطقة المحصورة بين الخطين اللذين يمثلان حدود التفاوت .
ب- الفرق الجبري بين مقاس معين والمقاس الأساسي .
ج- مقياس لمقدار التفاوت .
د- قيمة أحد الإنحرافين (العلوي أو السفلي).

4- يسمى التوافق الذي تكون فيه أبعاد الثقب أكبر من أبعاد العمود بـ :
أ- التوافق الخلوصي .
ب- التوافق الإنتقالي .
ج- التوافق التداخلي .
د- التوافق المزدوج .

5- تطلق تسمية نظام العمود الأساس على التوافقات التي تكون فيها قيم الإنحراف الأساسي :
أ- موجبة .
ب- سالبة .
ج- صفر .
د- موجبة وسالبة .

6- يحصل التوافق الإنتقالي عندما تكون :
أ- أبعاد العمود أكبر من أبعاد الثقب .
ب- أبعاد الثقب أكبر من أبعاد العمود .
ج- أبعاد الثقب متداخلة مع أبعاد العمود .
د- أبعاد الثقب و أبعاد العمود تقع فوق خط الصفر .

7- إذا كانت قيمة درجة التفاوت واقعة ضمن مدى (01-5) تسمى التفاوتات عندئذ بـ :
أ- التفاوتات الصغيرة .
ب- التفاوتات الدقيقة .
ج- التفاوتات الكبيرة .
د- التفاوتات المتوسطة .

8- يمثل التفاوت الفرق بين الحد الأعلى للمقاس و الحد الأدنى للمقاس وتكون قيمته :
أ- مطلقة .
ب- سالبة .
ج- موجبة .
د- سالبة وموجبة .

9- إن القيم التي تُعطى في جداول التفاوتات تمثل قيم المقاس الأساسي مترافقة مع قيم :
أ- الإنحراف العلوي والسفلي .
ب- الإنحراف الأساسي .
ج- التوافق .
د- الحد الأعلى والأدنى للمقاس .

10- يطلق تعريف "درجة الضبط الضرورية لضمان وظيفة الجزء كما مُخطط لها" على :
أ- التفاوت .
ب- التوافق .
ج- الإنحراف .
د- الدقة .

ملاحظة :

1- لكل سؤال درجة واحدة.

2- يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة التطبيقية، ففي حالة حصولك على درجة (9) فأكثر فتكون غير محتاج لدراسة هذه الوحدة وإذهب لدراسة الوحدة التالية . أما في حالة حصولك على درجة أقل من (9) فستكون بحاجة لدراسة هذه الوحدة .

عرض الوحدة النمطية

1.1 الدقة و التفاوت (*Precision & Tolerances*)

تعتبر الجودة الإعتبار الأساسي في تصنيع أية ماكنة أو تركيب هيكلي حيث إن العناية الصناعية التي يتم إجراءها على المنتج تُحدد جودته أو نوعيته نسبة إلى المنتجات الأُخرى المنافسة له في السوق وإلى حد ما كلفته النسبية المرافقة وسعر البيع . لذلك فيمكن تعريف الدقة (*Precision*) على إنها درجة الضبط الضرورية لضمان وظيفة الجزء كما مُخطط لها . وكمثال على ذلك ، بمثلك الجزء المسبوك نوعان من السطوح ،السطوح المتداخلة (*Mating Surface*) والتي تُشغل إلى درجة النعومة المناسبة وتكون عند نفس المسافة الصحيحة بين الواحدة والأُخرى .

أما النوع الثاني فهو السطوح غير المتداخلة (*Non Mating Surface*) والتي تكون مُعرضة أو مكشوفة للهواء وليس هنالك أي إهتمام للعناية لبقية الأجزاء أو السطوح وتترك على حالتها الأولية من حيث خشونة السبك . لذلك تحتاج السطوح المتداخلة إلى دقة صناعية كبيرة عما هو عليه في السطوح غير المتداخلة . إن الأبعاد على الرسم يجب أن تُشير إلى إي من الأجزاء يجب أن تُجرى لها إنهاء سطحي ودرجة الدقة المطلوبة في الإنهاء . على أية حال ، بسبب عدم إمكانية إنتاج أي مسافة بمقاس مُطلق فإنه يجب أن تكون هنالك بعض التغيرات المسموح بها في الصناعة والتي يطلق عليها التفاوتات .

يمكن تعريف التفاوت (*Tolerance*) على إنه التسامح المتنوع لأي مقاس معين والذي يعطي الوسائل العملية لإنجاز الدقة المطلوبة . إن التفاوت على أي بُعد يتغير تبعاً لدرجة الدقة الضرورية لسطح خاص ، فبالنسبة للسطوح غير المتداخلة تتراوح قيمة التفاوت من (0.254 *mm*) للأجزاء الصغيرة إلى (25 *mm*) للأجزاء الكبيرة . أما بالنسبة للسطوح المتداخلة فإن قيمة التفاوت تبلغ أجزاء الملايين من الملمتر وهي في بعض الأحيان ضرورية للحصول على الدقة الفائقة في تداخل السطوح .

إختبار ذاتي (1): ما المقصود بمصطلح الدقة والتفاوت

2.1 مصطلحات التفاوت (Tolerances Nomenclature)

إن المصطلحات أو التعاريف التي تستخدم لوصف الأبعاد مرتبطة فيما بينها بشكل وثيق إلى درجة إن معناها العام يجب أن يُفسر ويُفهم بدقة قبل الإقدام على إختيار الطريقة التي يتم فيها وضع المقاسات على الأجزاء المصنعة . الشكل رقم (1) يوضح رسم لعمود وثقب مثبت عليهما مصطلحات التفاوت .

وفيما يلي شرح لهذه المصطلحات :

1- **البُعد (Dimension)** .

هو ميزة أو صفة هندسية مثل القطر ، الطول ، الزاوية و غيرها من الصفات الهندسية .

2- **المقاس الأساسي (Basic Size)** .

هو المقاس الذي يتم الإستناد إليه عند تثبيت حدي القياس .

3- **المقاس (Size)** .

مقدار معين يُشير إلى قيمة البُعد . مثلاً إذا كان طول جزء ما (20mm) فالرقم (20) يعني المقاس.

4- **التفاوت (Tolerance)** .

وهو التسامح المتنوع لأي مقاس معين والذي يُحدد الدقة المطلوبة ،ويمثل التفاوت الفرق بين الحد الأعلى للمقاس و الحد الأدنى للمقاس وتكون قيمته مطلقة (بدون إشارة) .

5- **حدود المقاس (Size Limits)** .

وهما المقاس الأعلى و المقاس الأدنى المسموح بهما ويقع المقاس الحقيقي بينهما .

6- **خط الصفر (Zero Line)** .

وهو خط مستقيم تستند إليه الإنحرافات عند تمثيل الحدود بيانياً .

7- **الإنحراف (Deviation)** .

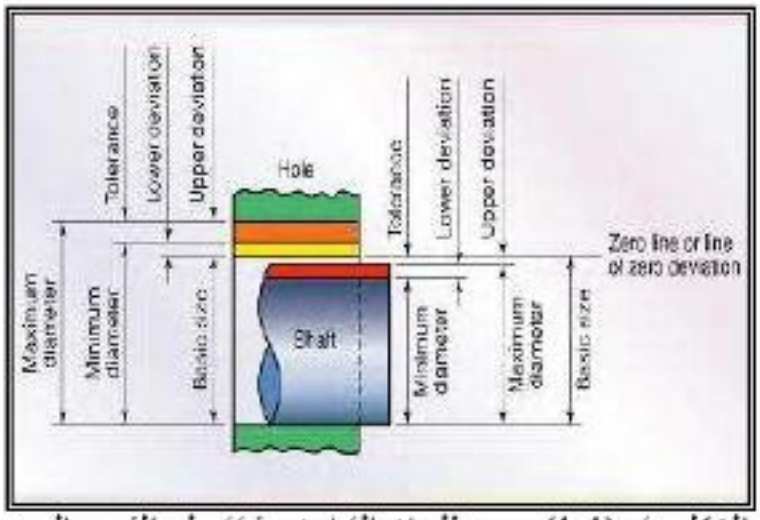
وهو الفرق الجبري بين مقاس معين والمقاس الأساسي ، ويقسم الإنحراف إلى نوعين هما :

a- **الإنحراف العلوي (Upper Deviation)** . ويسمى أيضاً بالتجاوز العلوي ويمثل الفرق بين الحد الأعلى للمقاس والمقاس الأساسي .

الإنحراف السفلي (Lower Deviation) . ويطلق عليه كذلك التجاوز السفلي وهو الفرق بين الحد الأدنى للمقاس والمقاس الأساسي . وتعتبر الإنحرافات التي تقع فوق خط الصفر إنحرافات موجبة والتي تقع تحت هذا الخط تعتبر إنحرافات سالبة .

8- **الإنحراف الأساسي (Fundamental Deviation)** .

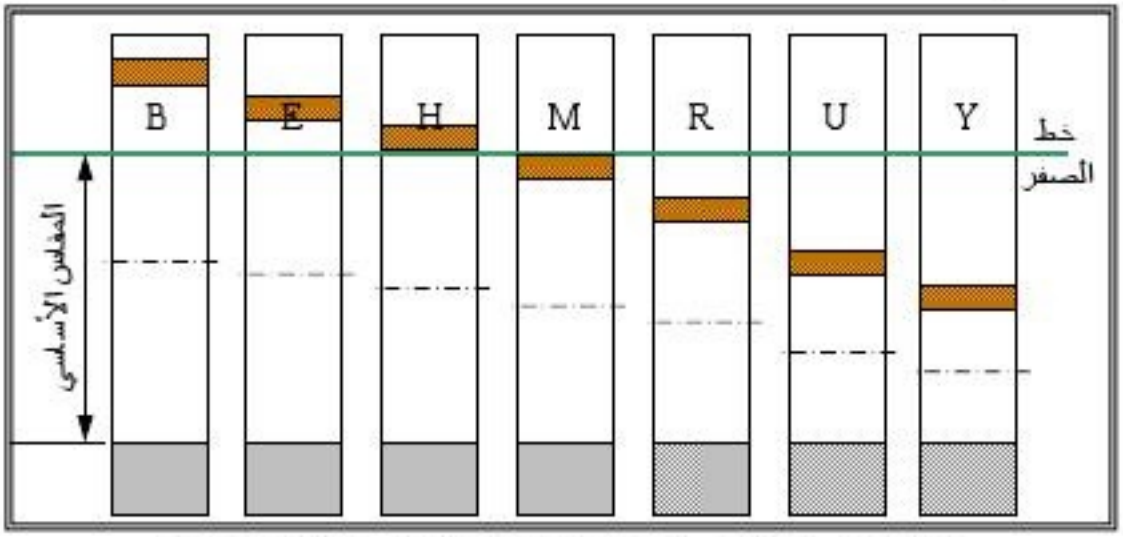
ويمثل قيمة أحد الإنحرافين (العلوي أو السفلي) الذي يتم إختياره لتحديد موقع منطقة التفاوت بالنسبة إلى خط الصفر . ويعتبر الإنحراف الأساسي هو الأقرب إلى خط الصفر .



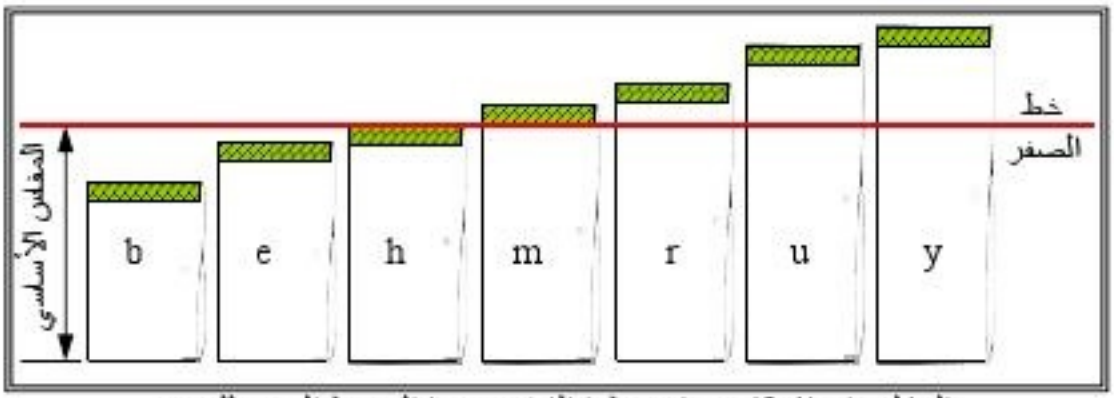
الشكل رقم (1-1) : مصطلحات التفاوت مبينة على الثقب والعمود

9- منطقة التفاوت **(Tolerance Zone)** .

وهي المنطقة المحصورة بين الخطين اللذين يمثلان حدود التفاوت ويتم تحديدها بواسطة مقدار التفاوت نسبة إلى خط الصفر . الشكل رقم (1-2) و(1-3) يوضحان منطقة التفاوت للثقوب والأعمدة على التوالي نسبة لخط الصفر .



الشكل رقم (1-2) : موقع منطقة التفاوت نسبة إلى خط الصفر للثقب



الشكل رقم (1-3) : موقع منطقة التفاوت نسبة إلى خط الصفر للعمود

10- درجة التفاوت (Tolerance Grade) .

وهي مقياس لمقدار التفاوت وهذه الدرجة تعتبر دليلاً واضحاً لمدى جودة الإنتاج حيث كلما كانت درجة التفاوت واطئة كان التفاوت قليل وبالتالي تكون الدقة عالية وبالعكس فكلما زادت درجة التفاوت زاد التفاوت وقلت الدقة . ويمكن تمثيل درجة التفاوت بمجموعة أرقام يبلغ عددها (18) رقماً مرتبة كالآتي :

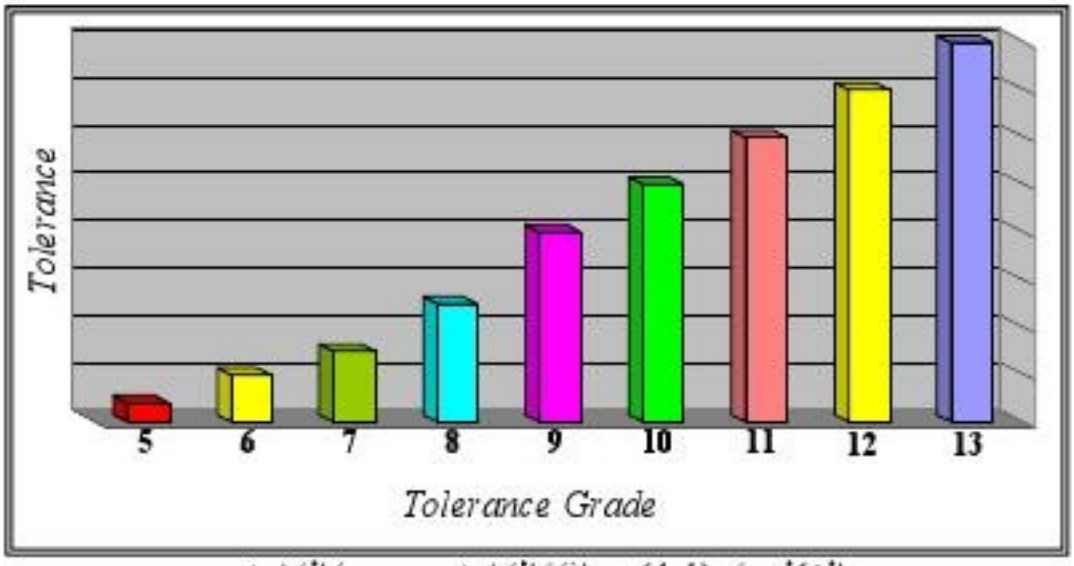
(16,15,14,13,12,11,10,9,8,7,6,5,4,3,2,1,01,0) .وتقسم هذه الأرقام إلى ثلاث مجاميع هي :

المجموعة الأولى 01-5 تفاوتات دقيقة .

المجموعة الثانية 6-10 تفاوتات متوسطة .

المجموعة الثالثة 11-16 تفاوتات كبيرة .

الشكل رقم (1-4) يوضح العلاقة بين التفاوت ودرجة التفاوت . الجدول رقم (1-1) مدرج فيه عدد من القوانين التي تحكم التفاوت .



الشكل رقم (1-4) : علاقة التفاوت مع درجة التفاوت

الجدول رقم (1-1) : قوانين التفاوت

المصطلح	القانون
الحد الأعلى للمقاس	المقاس الأساسي + الإنحراف العلوي
الحد الأدنى للمقاس	المقاس الأساسي + الإنحراف السفلي
التفاوت	الحد الأعلى للمقاس - الحد الأدنى للمقاس
الإنحراف العلوي	الحد الأعلى للمقاس - المقاس الأساسي
الإنحراف السفلي	الحد الأدنى للمقاس - المقاس الأساسي

الجدول رقم (1-2) يمثل منطقة التفاوت للثقوب ، أما الجدول رقم (1-3) فمثل منطقة التفاوت للأعمدة .

الشكل رقم (1-3) والشكل رقم (1-4) يوضحان موقع منطقة التفاوت نسبة إلى خط الصفر للثقب والعمود على التوالي .

الجدول رقم (1-2): منطقة التفاوت للثقوب

FOR DIAMETER STEP IN MILLIMETRE	ISO - TOLERANCE ZONE FOR HOLE - VALUES OF DEVIATIONS IN MICRONS (1μm = 0.001 mm)																					
	A_{11}	B_{11}	C_{11}	D_{10}	E_9	F_8	G_7	H_{11}	H_9	H_8	H_7	J_{S7}	K_7	K_8	F_7	R_7	S_7
— 3	- 330 - 270	+ 200 + 140	+ 120 + 60	+ 68 + 20	+ 39 + 14	+ 28 + 6	+ 12 + 2	+ 60 0	+ 25 0	+ 14 0	+ 10 0	+ 5 - 5	0 - 10	+ 4 - 10	+ 0 - 16	- 10 - 20	- 14 - 24
> 3 — 6	- 345 - 270	+ 215 + 140	+ 145 + 70	+ 78 + 30	+ 50 + 20	+ 28 + 10	+ 16 + 4	+ 75 0	+ 30 0	+ 18 0	+ 12 0	+ 6 - 6	+ 3 - 9	+ 4 - 16	+ 3 - 20	- 11 - 23	- 15 - 27
> 6 — 10	- 370 - 280	+ 240 + 150	+ 170 + 80	+ 98 + 40	+ 61 + 25	+ 35 + 13	+ 20 + 5	+ 90 0	+ 36 0	+ 22 0	+ 15 0	+ 7,5 - 7,5	+ 5 - 10	+ 6 - 19	+ 4 - 24	- 13 - 28	- 17 - 32
> 10 — 18	- 400 - 290	+ 260 + 150	+ 205 + 95	+ 120 + 50	+ 75 + 32	+ 43 + 16	+ 24 + 6	+ 110 0	+ 43 0	+ 27 0	+ 18 0	+ 9 - 9	+ 6 - 12	+ 5 - 23	+ 1 - 29	- 16 - 34	- 21 - 39
> 18 — 30	- 430 - 300	+ 290 + 150	+ 240 + 110	+ 149 + 65	+ 92 + 40	+ 53 + 20	+ 28 + 7	+ 130 0	+ 52 0	+ 33 0	+ 21 0	+ 10,5 - 10,5	+ 6 - 15	+ 8 - 28	- 7 - 35	- 20 - 41	- 27 - 48
> 30 — 40	- 470 - 310	+ 330 + 170	+ 280 + 120	+ 180	+ 112	+ 64	+ 34	+ 160	+ 62	+ 39	+ 25	+ 12,5	+ 7	- 8	- 17	- 25	- 34
> 40 — 50	- 480 - 320	+ 340 + 180	+ 290 + 130	+ 80	+ 50	+ 25	+ 9	0	0	0	0	- 12,5	- 18	- 33	- 42	- 50	- 59
> 50 — 65	- 530 - 340	+ 350 + 190	+ 330 + 140	+ 220	+ 134	+ 76	+ 40	- 190	+ 74	+ 46	+ 30	+ 15	+ 9	- 9	- 21	- 32 - 62	- 42 - 72
> 65 — 80	- 550 - 360	+ 360 + 200	+ 340 + 150	+ 100	+ 60	+ 30	+ 10	0	0	0	0	- 15	- 21	- 39	- 51	- 62 - 72	- 78 - 88
> 80 — 100	- 600 - 380	+ 410 + 220	+ 390 + 170	+ 260	+ 159	+ 90	+ 47	+ 220	+ 87	+ 54	+ 35	+ 17,5 - 17,5	+ 10 - 25	- 10 - 45	- 24 - 59	- 37 - 73	- 58 - 93
> 100 — 120	- 630 - 410	+ 450 + 240	+ 400 + 180	+ 120	+ 72	+ 36	+ 12	0	0	0	0					- 41 - 76	- 66 - 101
> 120 — 140	- 710 - 460	+ 510 + 250	+ 450 + 200	+ 305	+ 185	+ 106	+ 54	+ 250	+ 100	+ 63	+ 40	+ 20 - 20	+ 12 - 26	- 12 - 52	- 28 - 68	- 48 - 88	- 77 - 117
> 140 — 160	- 770 - 520	+ 530 + 280	+ 460 + 210	+ 145	+ 85	+ 43	+ 14	0	0	0	0					- 50 - 93	- 85 - 125
> 160 — 180	- 830 - 580	+ 560 + 310	+ 480 + 230													- 53 - 93	- 93 - 133
> 180 — 200	- 950 - 660	+ 630 + 340	+ 530 + 240	+ 355	+ 215	+ 122	+ 61	+ 290	+ 115	+ 72	+ 46	+ 23 - 23	+ 13 - 33	- 14 - 60	- 33 - 79	- 63 - 109	- 105 - 151
> 200 — 225	- 1030 - 740	+ 670 + 330	+ 550 + 260	+ 170	+ 100	+ 50	+ 15	0	0	0	0					- 67 - 113	- 123 - 159
> 225 — 250	- 1110 - 820	+ 710 + 420	+ 570 + 280													- 74 - 126	- 138 - 190
> 250 — 280	- 1240 - 920	+ 800 + 430	+ 620 + 300	+ 400	+ 240	+ 137	+ 69	+ 320	+ 130	+ 81	+ 52	+ 26 - 26	+ 16 - 36	- 14 - 66	- 36 - 88	- 78 - 130	- 150 - 202
> 280 — 315	- 1370 - 1050	+ 860 + 540	+ 650 + 330	+ 190	+ 110	+ 56	+ 17	0	0	0	0					- 87 - 144	- 169 - 226
> 315 — 355	- 1560 - 1200	+ 960 + 600	+ 720 + 360	+ 440	+ 260	+ 151	+ 75	+ 360	+ 140	+ 89	+ 57	+ 28,5 - 28,5	+ 17 - 40	- 16 - 73	- 41 - 98	- 93 - 150	- 187 - 244
> 355 — 400	- 1710 - 1350	+ 1040 + 680	+ 760 + 400	+ 210	+ 125	+ 62	+ 18	0	0	0	0						
> 400 — 450	- 1900 - 1500	+ 1150 + 760	+ 840 + 440	+ 480	+ 290	+ 165	+ 83	+ 400	+ 155	+ 97	+ 63	+ 31,5 - 31,5	+ 18 - 45	- 17 - 80	- 45 - 108	- 103 - 166	- 209 - 272
> 450 — 500	- 2050 - 1650	+ 1240 + 840	+ 880 + 480	+ 230	+ 135	+ 68	+ 20	0	0	0	0					- 172	- 229

الجدول رقم (1-3): منطقة انفلوت للأعمدة

FOR DIAMETER STEPS IN MILLIMETER	ISO-TOLERANCE ZONE FOR SHAFT												VALUES OF DEVIATION IN MICRONS (1 µm = 0.001 mm)					
	a_{11}	b_{11}	c_{11}	d_9	e_8	f_7	g_6	h_{11}	h_9	k_7	k_5	j_{s6}	k_6	n_6	p_6	r_6	s_6
— 3	−270 −330	−140 −200	−60 −120	−20 −45	−14 −28	−6 −16	−2 −8	0 −60	0 −25	0 −10	0 −6	±3 −3	+6 0	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14
> 3 — 6	−270 −345	−140 −215	−70 −145	−30 −60	−20 −38	−10 −22	−4 −12	0 −75	0 −30	+3 −9	+2 −6	±4 −4	+9 +1	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19
> 6 — 10	−280 −370	−150 −240	−80 −170	−40 −76	−25 −47	−13 −28	−5 −14	0 −90	0 −36	+5 −10	+2 −7	±4.5 −4.5	+10 +1	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23
> 10 — 18	−290 −400	−150 −260	−95 −205	−50 −93	−32 −59	−16 −34	−6 −17	0 −110	0 −43	+6 −12	+2 −9	±5.5 −5.5	+12 +1	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28
> 18 — 30	−300 −430	−160 −290	−110 −240	−65 −117	−40 −73	−20 −41	−7 −20	0 −130	0 −52	+6 −15	+2 −11	±6.5 −6.5	+15 +2	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35
> 30 — 40	−310 −470	−170 −330	−120 −280	−80	−50	−25	−9	0	0	0	0	+8	+18	+33	+42	+50	+59
> 40 — 50	−320 −480	−180 −340	−130 −290	−142	−89	−50	−25	−160	−62	−25	−16	−8	+2	+17	+26	+34	+43
> 50 — 65	−340 −530	−190 −380	−140 −330	−100	−60	−30	−10	0	0	+7	0	±9.5	+21	+39	+51	−50 −41	+72 +53
> 65 — 80	−360 −550	−200 −390	−150 −340	−174	−106	−60	−29	−190	−74	−30	−19	−9.5	+2	+20	+32	−64 −43	+78 +59
> 80 — 100	−380 −600	−222 −440	−170 −390	−120	−72	−36	−12	0	0	0	0	±11	+25	+45	+59	−72 −51	+93 +71
>100 — 120	−410 −630	−240 −460	−180 −400	−207	−126	−71	−34	−220	−87	−35	−22	−11	+3	+23	+37	−78 −54	+101 +79
>120 — 140	−460 −710	−260 −510	−200 −450	−145	−85	−43	−14	0	0	0	0	±12.5	+28	+52	+68	+88 +63	+117 +92
> 140 — 160	−520 −770	−280 −530	−210 −460													+90 +65	+125 +100
>160 — 180	−580 −830	−310 −580	−230 −480	−245	−148	−83	−39	−250	−100	−40	−25	−12.5	+3	−27	+43	+93 +68	+133 +108
> 180 — 200	−660 −950	−340 −630	−240 −530	−170	−100	−50	−15	0	0	+9	0	±14.5	+33	−60	+79	+106 +77	+151 +122
>200 — 225	−740 −1030	−380 −670	−260 −550													+109 +80	+159 +130
>225 — 250	−820 −1110	−420 −710	−280 −570	−285	−172	−96	−44	−290	−115	−45	−29	−14.5	+4	−31	+50	+113 +84	+169 +140
>250 — 280	−920 −1240	−480 −800	−300 −620	−190	−110	−56	−17	0	0	+9	0	±16	+36	−66	+88	+126 +94	+190 +158
>280 — 315	−650 −1470	−520 −860	−330 −650	−320	−191	−108	−49	−320	−130	−52	−32	−16	+4	−34	+56	+130 +98	+202 +170
>315 — 355	−1200 −1560	−600 −960	−360 −720	−210	−125	−62	−18	0	0	+11	0	±18	+40	−73	+98	+144 +108	+225 +190
>355 — 400	−1350 −1710	−680 −1040	−400 −760	−350	−214	−119	−54	−360	−140	−57	−36	−18	+4	−37	+62	+150 +114	+244 +208
>400 — 450	−1500 −1900	−760 −1160	−440 −840	−385	−232	−131	−60	−400	−155	−63	−40	−20	+5	−40	+108	+166 +126	+272 +232
>450 — 500	−1650 −2050	−840 −1240	−480 −880	−427												+172 +132	+291 +251

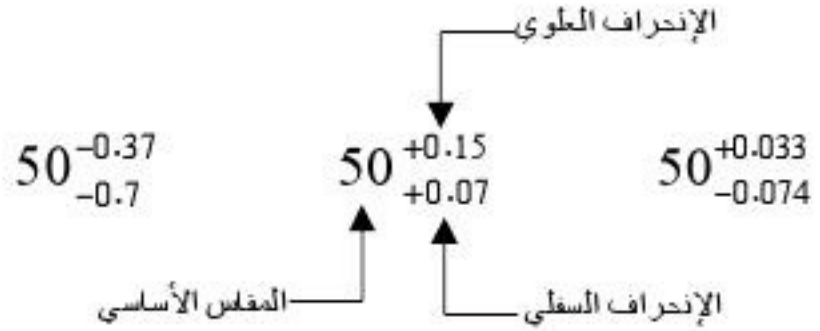
اختبار دائي (2): ما الفرق بين الإنحراف والإنحراف الأساسي

3.1 تثبيت التفاوت على الرسم (*Tolerance Fixing*)

إن الهدف من تثبيت التفاوت على الرسم هو من أجل إعطاء فكرة لمشغل الماكنة بأن البُعد للجزء المُصنع يجب أن لا يتجاوز الحدود المحددة له مما يرفع مقدار الدقة ويقلل الكلفة نتيجة لإختزال حجم الأخطاء التي يمكن أن تحدث عندما يحصل إنحراف وتجاوز على القياس الحقيقي للجزء . هنالك طريقتان تستخدم لتثبيت التفاوت على الرسم هما :

1- التثبيت بواسطة الأرقام (By Numbers) .

في هذه الطريقة يتم إعطاء المقاس الأساسي إضافة إلى قيمتي الإنحراف العلوي والسفلي ، وكما موضح في الأمثلة أدناه .



إذا كانت قيمتي الإنحراف متساويتين في القيمة ومختلفة في الإشارة فيمكن كتابته بالشكل التالي :

$$50^{+0.13}_{-0.13} \longrightarrow 50 \pm 0.13$$

يقسم التفاوت إلى نوعين هما :

1- التفاوت ثنائي الإتجاه (Bilateral Tolerance) .

تكون هنالك قيمتين للإنحراف تنقسم إلى جزء موجب وجزء سالب أو كلاهما موجب أو يكونا سالبين وكما في الأمثلة أعلاه .

2- التفاوت أُحادي الإتجاه (Unilateral Tolerance) .

وتكون قيمة أحد الإنحرافين صفر ، وكما موضح في الأمثلة أدناه :

$$60^{0}_{-0.14} \longrightarrow \begin{matrix} 60+0 \\ 60-0.14 \end{matrix} \qquad 60^{+0.2}_{0} \longrightarrow \begin{matrix} 60+0.2 \\ 60+0 \end{matrix}$$

إختبار ذاتي (3): ما هي أنواع التفاوت

2- التثبيت بواسطة الرموز (By Letters) .

تستخدم هذه الطريقة الرموز أو الحروف في تثبيت التفاوت حيث يتم إعطاء المقاس الأساسي للجزء متبوعاً بحرف وكما في الأمثلة التالية :(40K6 , 33C11 , 55E9 , 60H8) . لكل رمز من هذه الرموز إنحراف علوي وسفلي يتم إستخراجها من الجداول الخاصة بالتفاوت وكما موضح في الجداول (1-2)و(1-3) ، وهذه الرموز موضوعة من قبل النظام العالمي (*ISO*) حيث تم الإتفاق على إن الحروف الكبيرة تُشير إلى الثقوب(*Holes*) أما الحروف الصغيرة فتُشير إلى الأعمدة (*Shafts*) ، وهي موضحة في الجدول رقم (1-4) .

الجدول رقم (1-4) : رموز التفاوت

الثقـــــوب (*Holes*)
A , B , C , CD , D , E , EF , F , FG , G , H , J , JS , K , M , N , P , R , S , T ,U , V , X , Y , Z , ZA , ZB , ZC
الأعمـــدة (*Shafts*)
a , b , c , cd , d , e , ef , f , fg , g , h , j , js , k , m , n , p , r , s , t ,u , v , x , y , z , za , zb , zc

إن هذه الرموز تُشير إلى قيم الإنحراف الأساسي والذي يعني بدوره منطقة التفاوت ويبلغ عدد هذه الرموز (28) رمزاً لكل من الثقب والعمود .

مثال1

من المثال التالي إحسب الحد الأعلى والأدنى للمقاس ، ومقدار التفاوت علماً إن جميع الأبعاد بالملمتر .

$$80\ ^{+0.075}_{-0.125}$$

الحل //

المقاس الأساسي للجزء هو (80 *mm*) والإنحراف العلوي (+ 0.075 *mm*) والإنحراف السفلي (- 0.125*mm*) .

الحد الأعلى للمقاس= المقاس الأساسي + الإنحراف العلوي

الحد الأعلى للمقاس= 80 + 0.075

الحد الأعلى للمقاس= 80.075 mm

الحد الأدنى للمقاس = المقاس الأساسي + الإنحراف السفلي

الحد الأدنى للمقاس = 80 – 0.125

الحد الأدنى للمقاس = 79.875 mm

التفاوت = الحد الأعلى للمقاس - الحد الأدنى للمقاس

التفاوت = 80.075 - 79.875

التفاوت = 0.2 mm

مثال2

إذا كان مقدار المقاس الأساسي لجزء معين هو (125mm) والحد الأعلى لمقاسه (125.035mm) ومقدار التفاوت له هو (0.024 mm) ، المطلوب حساب كافة الأبعاد الأخرى ووضعها بشكل قياسي على الرسم .

الحل //

التفاوت = الحد الأعلى للمقاس - الحد الأدنى للمقاس

الحد الأدنى للمقاس = الحد الأعلى للمقاس – التفاوت

الحد الأدنى للمقاس = 125.035 – 0.024

الحد الأدنى للمقاس= 125.011 mm

الإنحراف العلوي = الحد الأعلى للمقاس - المقاس الأساسي

الإنحراف العلوي = 125.035 – 125

الإنحراف العلوي = 0.035 mm

الإنحراف السفلي = الحد الأدنى للمقاس - المقاس الأساسي

الإنحراف السفلي = 125.011 – 125

الإنحراف السفلي = 0.011 mm

الشكل القياسي للتفاوت على الرسم (تثبيت التفاوت على الرسم) هو :

$125\ ^{+0.035}_{+0.011}$

مثال3

من خلال الرمز التالي (40N7) حدد الإنحراف العلوي والسفلي مع حساب الحد الأعلى والحد الأدنى للمقاس .

الحل //

الرقم (40) يُشير إلى المقاس الأساسي (بالملليمتر) للجزء والرمز (N7) يُشير إلى إن هذا الجزء هو ثقب لأن الرمز هو حرف كبير الذي يدل على الثقوب ، لذلك من خلال الجدول رقم (1-2) والخاص بمنطقة تفاوت الثقوب نجد إن :

$40^{-0.008}_{-0.033}$

الإنحراف العلوي = $-8\ \mu$ = - 0.008 mm

الإنحراف السفلي = $-33\ \mu$ = - 0.033 mm

الحد الأعلى للمقاس= المقاس الأساسي + الإنحراف العلوي

الحد الأعلى للمقاس= 40 – 0.008

الحد الأعلى للمقاس= 39.992 mm

الحد الأدنى للمقاس = المقاس الأساسي + الإنحراف السفلي

الحد الأدنى للمقاس = 40 – 0.033

الحد الأدنى للمقاس = 39.966 mm

التفاوت = الحد الأعلى للمقاس - الحد الأدنى للمقاس

التفاوت =39.992 – 39.966

التفاوت = 0.026 mm

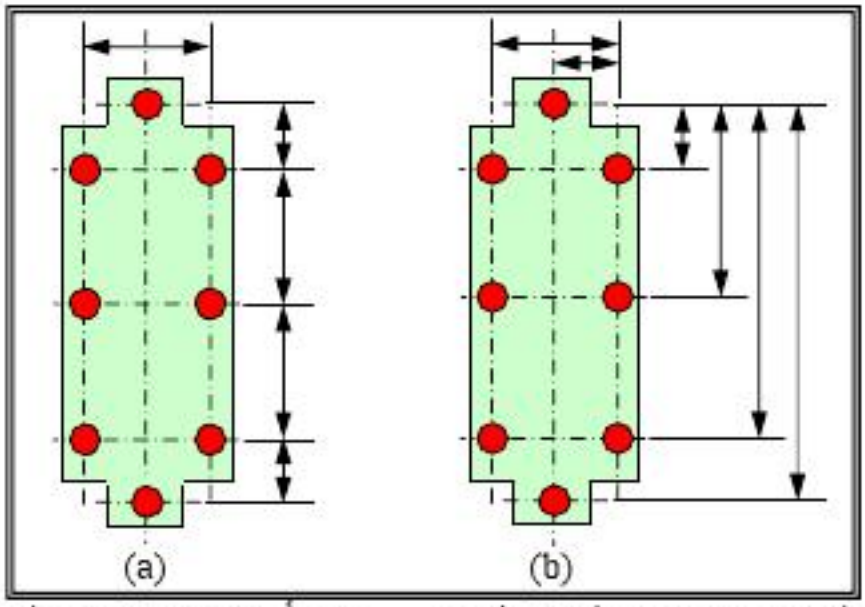
إختبار ذاتي (4): كيف يتم حساب قيمة الحد الأعلى للمقاس

4.1 التفاوتات المتراكمة (*Cumulative Tolerances*)

إن مصطلح التفاوتات المتراكمة يُطلق على الحالة التي يكون فيها الموقع بإتجاه ثابت ومسيطر عليه بأكثر من تفاوت واحد ، وكما موضح في الشكل رقم (1-5- a) . إن المسافة بين ثقبين تكون مفصولة ببعدين أو ثلاثة أو أربعة أبعاد حيث هذه المسافة سوف تتغير موقعياً بواسطة مجموع التفاوتات على كل الأبعاد.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

إن هذا التعقيد في وضع الأبعاد يمكن الحد منه عن طريق إسناد جميع الأبعاد إلى موقع واحد يعتبر كمرجع لهذه الأبعاد وكما موضح في الشكل رقم(1-5 b) ، ويطلق على هذه الحالة مصطلح (*Base Line Dimensioning*) .



الشكل رقم (1-5) : a - التفاوت المتراكم b- الأبعاد من موقع واحد (المرجع)

إختبار ذاتي (5): ما المقصود بالتفاوتات المتراكمة

5.1 التـــوافقـــات (*The Fits*)

تمتلك الأجزاء المكونة للماكنة علاقة متبادلة فيما بينها بالنسبة لأجزاءها المتداخلة مع بعضها والتي عن طريقها تستطيع تأدية الوظيفة التي صُنعت لأجلها مثل الدوران الحر ، الحركة الطولية الحرة ، وفعل الربط وغيرها من الحركات . ونتيجة لذلك يجب توخي الحذر والإهتمام السديدين عند تصنيع هذه الأجزاء المتداخلة والإنتباه إلى مقاساتها بدقة عندما تُراد تجميعها سوية . إن هذه العلاقة المتبادلة بين الجزئين المُجمعين تسمى بالتوافق (*Fit*) . والتوافق هو تعبير عام يستخدم للإشارة إلى مدى الشد (*Tightness*) والذي يمكن أن ينتج من مجموعة ثابتة من السماحات والتفاوتات في تصميم الأجزاء المتداخلة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

إختبار ذاتي (6): ماذا تسمى العلاقة بين الجزئين المجمعين

6.1 أنواع التـــوافـــق (*Types of Fit*)

إن نوع التوافق يعتمد على طبيعة الربط بين الأجزاء المتداخلة (الثقب - العمود) حيث يمكن تقسيم التوافق إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي :

1- التوافق الخلوصي (Clearance Fit)

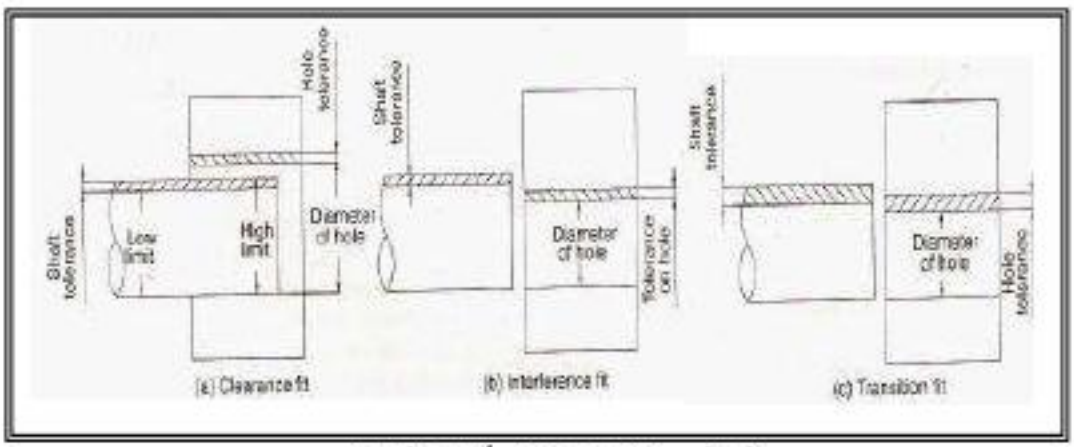
في هذا النوع من التوافق يكون مقاس الجزء الداخلي الذي يُمثل العمود هو أصغر من مقاس الجزء الخارجي و هو الثقب مما ينتج عنه حركة نسبية بينهما التوافق الخلوصي موضح في الشكل رقم (1-6-a).

2- التوافق التداخلي (Interference Fit)

في هذه الحالة يكون مقاس الجزء الداخلي (العمود) أكبر من مقاس الجزء الخارجي (الثقب) حيث يحصل تداخل دائمي بينهما (حالة حشر) . في التوافق التداخلي يتم إستخدام الضغط أو التمدد الحراري للجزء الخارجي حتى يتم التثبيت الشكل رقم (1-6-b) يوضح التوافق التداخلي .

3- التوافق الإنتقالي (Transition Fit)

يحدث التوافق الإنتقالي (الشكل رقم (1-6- c)) عندما تكون منطقة تفاوت الثقب والعمود متداخلتين ، لهذا أما أن ينتج توافق خلوصي أو تداخلي . في هذا النوع من التوافق يكون الحد الأعلى لمقاس الثقب أكبر من الحد الأعلى و الأدنى لمقاس العمود ، والحد الأعلى لمقاس العمود أكبر من الحد الأدنى لمقاس الثقب أو يكون الحد الأعلى للعمود أكبر من الحد الأعلى للثقب والحد الأعلى للثقب أكبر من الحد الأدنى للعمود والحالة الثالثة يكون فيها الحد الأعلى للثقب أكبر من الحد الأعلى والأدنى للعمود والحد الأعلى والأدنى للعمود أكبر من الحد الأدنى للثقب.



الشكل رقم (1 - 6) : أنواع التوافق

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

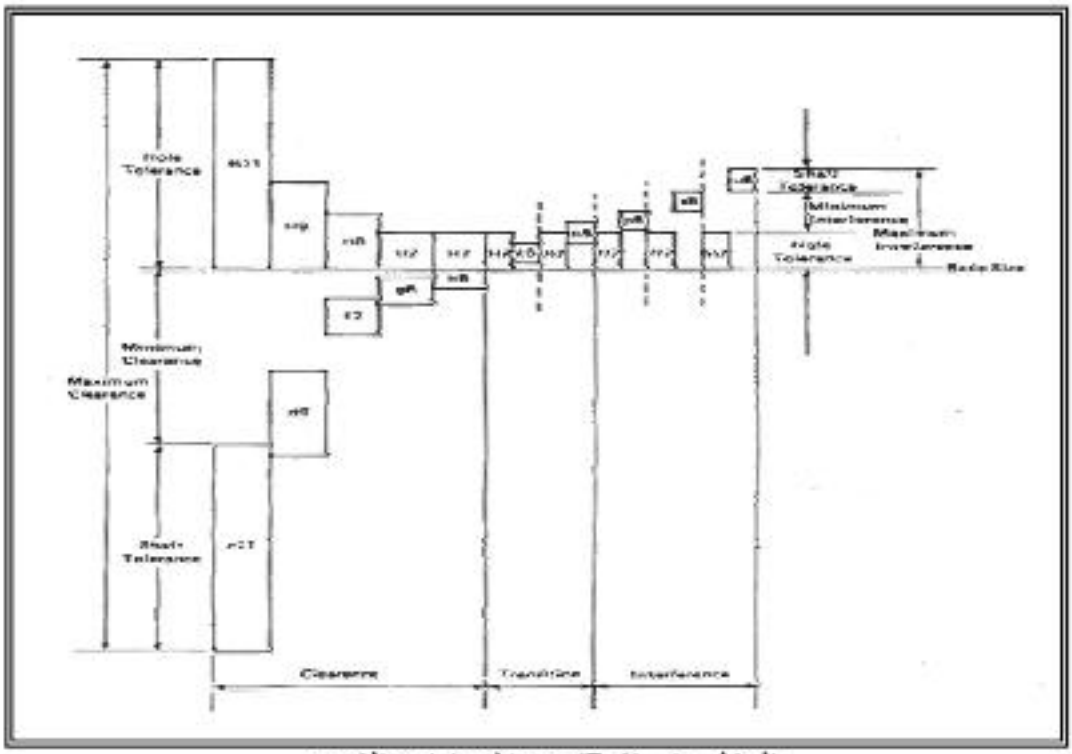
إختبار ذاتي (7): عدد أنواع التوافق

الجدول رقم (1-5) يوضح القوانين التي تحكم التوافق .

الجدول رقم (1-5) : قوانين التوافق

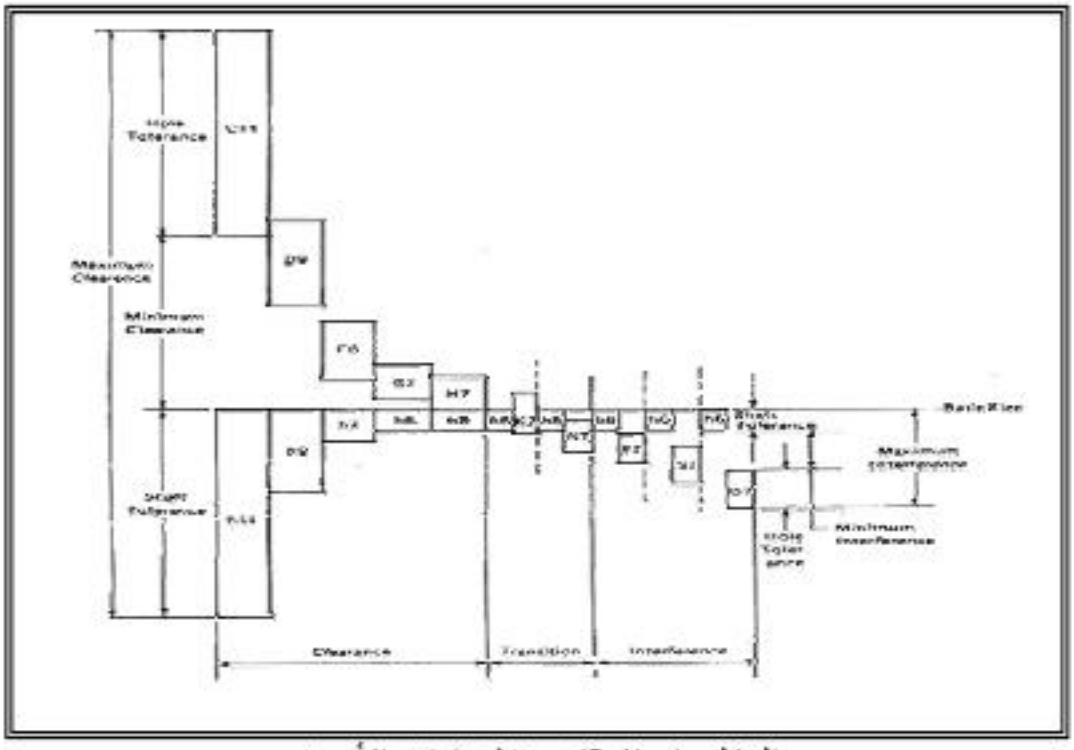
المصطلح	القانون
الخلوص الأعلى	الحد الأعلى لمقاس الثقب - الحد الأدنى لمقاس العمود
الخلوص الأدنى	الحد الأدنى لمقاس الثقب - الحد الأعلى لمقاس العمود
التداخل الأعلى	الحد الأدنى لمقاس الثقب - الحد الأعلى لمقاس العمود
التداخل الأدنى	الحد الأعلى لمقاس الثقب - الحد الأدنى لمقاس العمود

الشكل رقم(1-7) يوضح مناطق توافق الثقوب أما الشكل رقم (1-8) فيوضح مناطق توافق الأعمدة .



الشكل رقم (1-7) : مناطق توافق الثقوب

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل رقم (1-8) : مناطق توافق الأعمدة

إختبار ذاتي (8): كيف يتم حساب قيم الخلوص والتداخل

7.1 أنظمة التـــوافـــق *(Systems of Fit)*

هنالك نظامين أساسيين للتوافق يتم إستخدامها في الصناعة والتي تعتمد على أخذ أحد الأجزاء المتداخلة كمقاس أساسي . و هذان النظامان هما :

1- نظام الثقب الأساسي (Hole Basis System) .

في هذا النظام يتم أخذ مقاس الثقب كأساس لجميع التغييرات ، حيث يكون الثقب الأساس ممتلكاً إنحراف سفلي مقداره صفر . يستعمل الحرف الكبير (H) للثقوب التي يكون إنحرافها الأساسي مساوياً للصفر دائماً . والأمثلة التالية توضح ذلك .

60 H9/c8 , 65 H7/g6 , 50 H7/h6 , 60 H7/k6 , 60 H7/n6 , 75 H7/p6

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2- نظام العمود الأساسي (Shaft Basis System) .

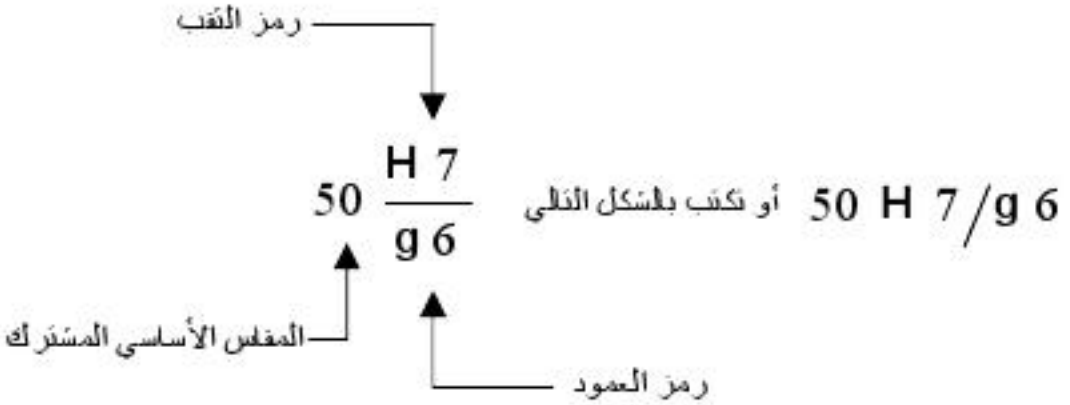
في هذا النوع من أنظمة التوافق يتم الإعتماد على مقاس العمود كأساس لكل التغييرات ، إذ يكون الإنحراف العلوي للعمود يساوي صفر . يُشار إلى هذا النظام بالرمز (h) حيث يكون إنحرافه الأساسي صفر دائماً . الأمثلة أدناه توضح نظام العمود الأساسي :

55 G7/h6, 70 F8/h7, 70 E9/h8, 55C11/h11, 50 H7/h6, 45K7/h6, 66 N7/h6

إختبار ذاتي (9): ما الفرق بين نظام الثقب الأساس ونظام العمود الأساس

8.1 تثبيت التوافق على الرسم (Fit Fixing)

مثلما هو الحال مع التفاوت فإن التوافق يجب أن يتم توضيحه وتثبيته لمعرفة نوع وطبيعة التوافق للأجزاء المتداخلة ، ويتم ذلك بكتابة المقاس الأساسي المشترك بين الأجزاء المتداخلة يتبعه الرمز الخاص بكل جزء مع ملاحظة إن رمز الثقب يكتب دائماً في البداية ، والمثال التالي يوضح ذلك .



إختبار ذاتي (10): كيف يتم تثبيت التوافق على الرسم

ملاحظة :

يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة النمطية.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مثال1

من خلال المعلومات المعطاة والخاصة بجزئين متداخلين ، ثقب و عمود . أوجد نوع التوافق مع إجراء كافة الحسابات المتعلقة بذلك علماً إن جميع الأبعاد بالملليمتر .

عمود $140\ ^{+0.06}_{0}$ ثقب $140\ ^{+0.24}_{+0.125}$

الحل //

1- حسابات الثقب .

الحد الأعلى لمقاس الثقب = المقاس الأساسي + الإنحراف العلوي

الحد الأعلى لمقاس الثقب = 140+ 0.24

الحد الأعلى لمقاس الثقب = 140.24 mm

الحد الأدنى لمقاس الثقب = المقاس الأساسي + الإنحراف السفلي

الحد الأدنى لمقاس الثقب = 140 + 0.125

الحد الأدنى لمقاس الثقب = 140.125 mm

2- حسابات العمود .

الحد الأعلى لمقاس العمود = المقاس الأساسي + الإنحراف العلوي

الحد الأعلى لمقاس العمود = 140+ 0.06

الحد الأعلى لمقاس العمود = 140.06 mm

الحد الأدنى لمقاس العمود = المقاس الأساسي + الإنحراف السفلي

الحد الأدنى لمقاس العمود = 140 + 0

الحد الأدنى لمقاس العمود = 140 mm

بما إن الحد الأعلى لمقاس العمود (140.06 mm) هو أصغر من الحد الأدنى لمقاس الثقب(140.125 mm) ، لذلك سوف تكون هنالك حالة خلوص بينهما لهذا يكون التوافق خلوصي .

الخلوص الأعلى = الحد الأعلى لمقاس الثقب - الحد الأدنى لمقاس العمود

الخلوص الأعلى = 140.24 – 140

الخلوص الأعلى = 0.24 mm

الخلوص الأدنى = الحد الأدنى لمقاس الثقب - الحد الأعلى لمقاس العمود

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الخلوص الأدنى = 140.125 - 140.06

الخلوص الأدنى = 0.065 mm

مثال2

لديك المعلومات التالية والخاصة بجزئين متداخلين . ضمن من خلال الحل نوع التوافق ونظام التوافق لهما.

$35\ H\ 9/d\ 9$

الحل //

من خلال الجداول الخاصة بمنطقة التفاوت للثقوب والأعمدة نستخرج الإنحرافات العليا والسفلى لهما حيث المقاس الأساسي المشترك بينهما هو (35 mm) .

1- حسابات الثقب .

الإنحراف العلوي = (+ 62 μ) ⟵ الإنحراف العلوي = +0.062 mm

الإنحراف السفلي = 0

$35\ ^{+0.062}_{0}$

الحد الأعلى لمقاس الثقب = المقاس الأساسي + الإنحراف العلوي

الحد الأعلى لمقاس الثقب = 35 + 0.062

الحد الأعلى لمقاس الثقب = 35.062 mm

الحد الأدنى لمقاس الثقب = المقاس الأساسي + الإنحراف السفلي

الحد الأدنى لمقاس الثقب = 35 + 0

الحد الأدنى لمقاس الثقب = 35 mm

2- حسابات العمود .

الإنحراف العلوي = (- 80 μ) ⟵ الإنحراف العلوي = - 0.08 mm

الإنحراف السفلي =(- 142 μ) ⟵ الإنحراف السفلي = - 0.142 mm

$35\ ^{-0.08}_{-0.142}$

الحد الأعلى لمقاس العمود = المقاس الأساسي + الإنحراف العلوي

الحد الأعلى لمقاس العمود = 35 – 0.08

لحد الأعلى لمقاس العمود = 34.92 mm

الحد الأدنى لمقاس العمود = المقاس الأساسي + الإنحراف السفلي

الحد الأدنى لمقاس العمود = 35 - 0.142

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الحد الأدنى لمقاس العمود = 34.858 mm

بما إن الحد الأعلى لمقاس العمود هو أصغر من الحد الأدنى لمقاس الثقب ، لذلك سوف تكون هنالك حالة خلوص بينهما لهذا يكون التوافق خلوصي .

الخلوص الأعلى = الحد الأعلى لمقاس الثقب - الحد الأدنى لمقاس العمود

الخلوص الأعلى = 35.062 – 34.858

الخلوص الأعلى = 0.204 mm

الخلوص الأدنى = الحد الأدنى لمقاس الثقب - الحد الأعلى لمقاس العمود

الخلوص الأدنى = 35 - 34.92

الخلوص الأدنى = 0.08 mm

بما إن الحرف الكبير للثقب هو (H) إذاً سوف يكون نظام التوافق هو نظام الثقب الأساسي .

مثال3

أوجد نوع التوافق و نظام التوافق للأجزاء المتداخلة التالية : $60\,R\,7/h\,6$

الحل // المقاس الأساسي المشترك بين الثقب والعمود هو (60 mm) .

1- حسابات الثقب .

من خلال الجدول الخاص بتفاوتات الثقوب نستخرج ما يأتي :

الإنحراف العلوي = (μ 30 -) ⟵ الإنحراف العلوي = -0.03 mm

الإنحراف السفلي =(μ60-) ⟵ الإنحراف السفلي = - 0.06 mm

$60\ ^{-0.03}_{-0.06}$

الحد الأعلى لمقاس الثقب = المقاس الأساسي + الإنحراف العلوي

الحد الأعلى لمقاس الثقب = 60 - 0.03

الحد الأعلى لمقاس الثقب = 59.97 mm

الحد الأدنى لمقاس الثقب = المقاس الأساسي + الإنحراف السفلي

الحد الأدنى لمقاس الثقب = 60 – 0.06

الحد الأدنى لمقاس الثقب = 59.94 mm

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2- حسابات العمود .

من خلال الجدول الخاص بتفاوتات الأعمدة نستخرج ما يأتي : $60\ ^{0}_{-0.019}$

الإنحراف العلوي = 0

الإنحراف السفلي =($-19\ \mu$) ⟵ الإنحراف السفلي = $-0.019\ mm$

الحد الأعلى لمقاس العمود = المقاس الأساسي + الإنحراف العلوي

الحد الأعلى لمقاس العمود = 60 + 0

لحد الأعلى لمقاس العمود = $60\ mm$

الحد الأدنى لمقاس العمود = المقاس الأساسي + الإنحراف السفلي

الحد الأدنى لمقاس العمود = 60 – 0.019

الحد الأدنى لمقاس العمود = $59.981\ mm$

بما إن الحد الأعلى والأدنى لمقاس العمود أكبر من الحد الأعلى والأدنى لمقاس الثقب لذلك سوف يكون التوافق تداخلي .

التداخل الأعلى = الحد الأدنى لمقاس الثقب - الحد الأعلى لمقاس العمود

التداخل الأعلى = 59.94 - 60

التداخل الأعلى = $-0.06\ mm$

التداخل الأدنى = الحد الأعلى لمقاس الثقب - الحد الأدنى لمقاس العمود

التداخل الأدنى = 59.97 – 59.981

التداخل الأدنى = $-0.011\ mm$

بما إن رمز العمود هو (h) إذاً سوف يكون نظام التوافق هو نظام العمود الأساسي .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الإختبار البعدي

ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- درجة التفاوت مقياس لمقدار :
أ- الدقة .
ب- الضبط .
ج- التفاوت .
د- الإنحراف .

2- إن رموز التفاوت والتوافق تم وضعها من قبل نظام :
أ- DIN .
ب- GOST .
ج- ASTM.
د- ISO.

3- إذا قطع خط الصفر منطقة التفاوت للأجزاء المتداخلة تكون قيم الإنحرافات :
أ- موجبة وسالبة .
ب- سالبة .
ج- موجبة .
د- مساوية للصفر .

4- يُطلق مصطلح التفاوتات المتراكمة على الحالة التي يكون فيها الموقع بإتجاه ثابت ومسيطر عليه بأكثر من:
أ- تفاوت واحد .
ب- توافق واحد .
ج- إنحراف واحد .
د- مقاس واحد .

5- إذا كان نوع التوافق إنتقالي تكون حساباته كالآتي :
أ- الخلوص الأعلى والأدنى .
ب- التداخل الأعلى والأدنى .
ج- الخلوص الأدنى و التداخل الأدنى .
د- الخلوص الأعلى و التداخل الأعلى.

6- يتم التعرف على نظام الثقب الأساس من خلال الرمز :
أ- h .
ب- H .
ج- K .
د- m .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7- تحتاج الأجزاء المتداخلة إلى :
أ- دقة كبيرة .
ب- تفاوت كبير .
ج- توافق دقيق .
د- إنحراف عالي .

8- يُطلق على الفرق الجبري بين مقاس معين والمقاس الأساسي بـ :
أ- التفاوت .
ب- البعد .
ج- المقاس .
د- الإنحراف .

9- يعتبر الإنحراف الأساسي هو الأقرب إلى :
أ- المقاس الأساسي .
ب- خط الصفر .
ج- منطقة التفاوت .
د- الحد الأعلى للمقاس .

10- الإعتبار الأساسي في تصنيع أية ماكنة أو تركيب هيكلي هو :
أ- الشكل .
ب- الإستخدام .
ج- الجودة .
د- الحجم .

ملاحظة :

1- لكل سؤال درجة واحدة .

2- يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة النمطية، ففي حالة حصولك على درجة (9) فأكثر فتكون غير محتاج لدراسة هذه الوحدة وإذهب لدراسة الوحدة التالية . أما في حالة حصولك على درجة أقل من (9) فستكون بحاجة لدراسة هذه الوحدة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مفاتيح الإجابة على الإختبارات

الإختبار القبلي		الإختبارات الذاتية	الإختبار البعدي	
رقم السؤال	الإجابة الصحيحة		رقم السؤال	الإجابة الصحيحة
1	ب	1- الدقة هي درجة الضبط الضرورية لضمان وظيفة الجزء كما مُخطط لها. أما التفاوت فهو التسامح المتنوع لأي مقاس معين والذي يعطي الوسائل العملية لإنجاز الدقة المطلوبة.	1	ج
2	ج	2- الإنحراف هو الفرق الجبري بين مقاس معين والمقاس الأساسي ، ويقسم الإنحراف إلى نوعين هما العلوي والسفلي أما الإنحراف الأساسي فيمثل قيمة أحد الإنحرافين (العلوي أو السفلي) الذي يتم إختياره لتحديد موقع منطقة التفاوت بالنسبة إلى خط الصفر.	2	د
3	د	3- التفاوت ثنائي الإتجاه والتفاوت أحادي الإتجاه.	3	أ
4	أ	4- المقاس الأساسي + الإنحراف العلوي	4	أ
5	ج	5- إن مصطلح التفاوتات المتراكمة يُطلق على الحالة التي يكون فيها الموقع بإتجاه ثابت ومسيطر عليه بأكثر من تفاوت واحد	5	د
6	ج	6- التوافق.	6	ب
7	ب	7- الخلوصي ، التداخلي ، والإنتقالي.	7	أ
8	أ	8- الخلوص الأعلى= الحد الأعلى لمقاس الثقب ـ الحد الأدنى لمقاس العمود الخلوص الأدنى= الحد الأدنى لمقاس الثقب ـ الحد الأعلى لمقاس العمود التداخل الأعلى = الحد الأدنى لمقاس الثقب ـ الحد الأعلى لمقاس العمود التداخل الأدنى= الحد الأعلى لمقاس الثقب ـ الحد الأدنى لمقاس العمود	8	د
9	أ	9- في نظام الثقب الأساسي يتم أخذ مقاس الثقب كأساس لجميع التغييرات ، حيث يكون الثقب الأساس ممثلاً إنحراف سفلي مقداره صفر. يستعمل الحرف الكبير (H) للثقوب التي يكون إنحرافها الأساسي مساوياً للصفر دائماً. أما نظام العمود الأساسي فيتم الإعتماد على مقاس العمود كأساس لكل التغييرات ، إذ يكون الإنحراف العلوي للعمود يساوي صفر. يُشار إلى هذا النظام بالرمز (h) حيث يكون إنحرافه الأساسي صفر دائماً. الأمثلة أدناه توضح نظام العمود الأساسي.	9	ب
10	د	10- يتم بكتابة المقاس الأساسي المشترك بين الأجزاء المتداخلة يتبعه الرمز الخاص بكل جزء مع ملاحظة إن رمز الثقب يكتب دائماً في البداية.	10	ج

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المصادر :

1- Lawrence E. Doyle, Carl A. keyser, James L.Leach, George F. Schrader, and Morse B. Singer " *Manufacturing processes and Materials for Engineering*" , 3rd Edition, prentice - Hall, Inc. 1985 .

2- عبد الرسول الخفاف " *الرسم الهندسي* " ، الطبعة الثانية ، بغداد ، 1993 .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

النظرة الشاملة

1- الفئة المستهدفة : طلبة المرحلة الثانية في الأقسام التكنولوجية للكليات والمعاهد التقنية في هيئة التعليم التقني.

2- مبررات الوحدة : تلعب جودة السطح(*Surface Quality*) من حيث النعومة دوراً مهماً في التطبيقات التي تتضمن الإحتكاك، الكهربة ، والبلى حيث يجب أن تكون خشونة السطح في أدنى قيمة لها لضمان دقة أبعاد الجزء وكذلك الدقة في تداخله مع الجزء الأخر . إن مفهوم الخشونة غالباً ما يتم وصفه مع مصطلحات مثل تفاوت الجودة (*Uneven*) ، عدم الإنتظام (*Irregular*) والذي يكون مشابه لبعض خواص السطح مثل الصلادة .

3- الفكرة المركزية :

أولاً- التعرف على مفهوم الخشونة والمصطلحات المتعلقة به .

ثانياً- معرفة أنواع خشونة السطح وطرق تكونها .

ثالثاً- حساب الخشونة بالطرق الرياضية والعملية .

4- أهداف الوحدة : سيكون الطالب بعد دراسته لهذه الوحدة قادراً على أن :

1- يتعرف على معنى خشونة السطح .

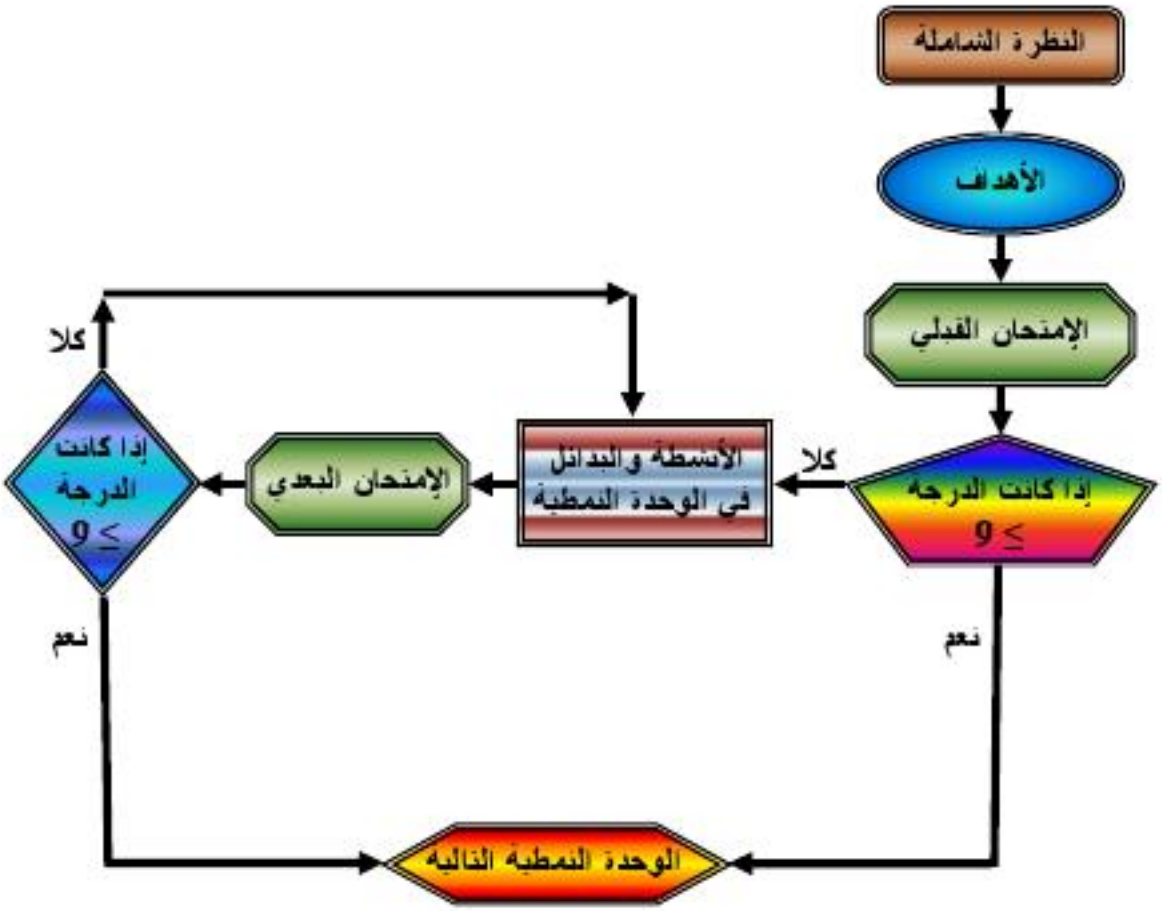
2- يحدد أنواع الخشونة وكيفية تكونها .

3- يحسب قيم الخشونة نظرياً و عملياً .

4- يتعرف على أجهزة قياس الخشونة والمعادلات الخاصة بالخشونة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5- المخطط الإنسيابي:



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الإختبار القبلي

ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- الخشونة هي دالة لـ :
أ- إرتفاع عدم الإنتظامات مستندة إلى خط مرجعي .
ب- المسافة الموازية للسطح الإسمي بين القمم أو الذروات المتتابعة .
ج- المسافة بين القمة إلى الإنخفاض للمقطع الجانبي للسطح .
د- مقدار الفراغات الدقيقة الناتجة من عدم إنتظام السطح .

2- يستخدم مصطلح الرصف لوصف :
أ- إتجاه نمط السطح المتكرر بواسطة عملية التشغيل .
ب- عدم الإنتظام في السطح ذو الفراغات الأوسع من الخشونة .
ج- الشقوق التي تنتج على السطح المشغل .
د- النموذج السائد للخشونة .

3- يطلق على إرتفاع الخشونة أيضاً مصطلح :
أ- تفاوت الجودة .
ب- إرتفاع التفاوتات .
ج- عدم الإنتظام .
د- إرتفاع النموج .

4- ينتمي المجهر النفقي الماسح إلى :
أ- الأجهزة البصرية .
ب- الأجهزة الليزرية .
ج- الأجهزة المجهرية .
د- أجهزة الإستشعار .

5- إن تأثير حجم إبرة الإستشعار يصبح أكثر وضوحاً عندما :
أ- يقل تقوس الإرتفاعات والإنخفاضات أو عندما يزداد الميل .
ب- يكون الحمل أعلى من المُوصى به بواسطة الأحمال القياسية .
ج- تكون سرعة إبرة الإستشعار عالية .
د- يتم حساب الإنحراف الجانبي .

6- يستخدم مجهر المقطع-الضوئي لوصف الخشونة بواسطة :
أ- التأثير المتبادل للضوء المستقطب .
ب- قياس التغير في الإستقطاب .
ج- إستخدام الإلكترونات المقيدة .
د- شدة الإنعكاس المرآوي .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7- يسمح إسلوب الإرتفاع الثابت بـ :
أ- المسح عبر السطح و التيار النفقي يبقى ثابتاً.
ب- إستكشاف القوى الضعيفة على سطح السُّطحة.
ج- المسح سريع عبر السطح مع إبقاء فولتية الإنحياز ثابتة.
د- إستخدام فولتية إنحياز منخفضة .

8- تُعرف الأجهزة التجارية التي تُقيم سدة الإنعكاس المرآوي بـ :
أ- مقياس لمعان السطح .
ب- قياس الإهليلجية .
ج- جهاز القطاع الجانبي البصري طويل المسار .
د- مقياس خشونة تومبلنسون .

9- تعتمد أجهزة الإستشعار على مبدأ :
أ- إستخدام فولتية التغذية الخلفية.
ب- إستخدام الإلكترونات المقيدة الموجودة على العينة كمصدر للإشعاع .
ج- تسليط حُزمة من إشعاع كهرومغناطيسي وإنعكاسه من على السطح الذي يتم إختباره .
د- تحريك إبرة عبر السطح المراد فحصه لإستكشاف التنوع في الإرتفاع كدالة للمسافة .

10- إذا كانت الفولتية المطبقة (AC) في المجهر النفقي الماسح يكون شكل طرف الإبرة :
أ- قطع زائد .
ب- إهليلجي .
ج- مخروطي .
د- دائري .

ملاحظة :

1- لكل سؤال درجة واحدة.

2- يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة النمطية، ففي حالة حصولك على درجة (**9**) فأكثر فتكون غير محتاج لدراسة هذه الوحدة وإذهب لدراسة الوحدة التالية . أما في حالة حصولك على درجة أقل من (**9**) فستكون بحاجة لدراسة هذه الوحدة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

عرض الوحدة النمطية

1.2 المقـــدمـــة (*Introduction*)

إن خشونة السطح تنتج بشكل أساسي من عمليات التشغيل التي تترك أنماط متنوعة وواسعة على السطح المُشغل ، وهنالك الكثير من المصطلحات التي تُستخدم لوصف وتحديد جودة السطح وكما موضح في الشكل رقم (2-1) ، وهذه المصطلحات هي :

1- الرصف (Lay) .

يستخدم هذا المصطلح لوصف إتجاه نمط السطح المتكرر بواسطة عملية التشغيل .

2- الخشونة (Roughness) .

وهي دالة لمقدار الفراغات الدقيقة الناتجة من عدم إنتظام السطح . تنتج الخشونة من عمليات التشغيل.

3- إرتفاع الخشونة (Roughness Height) .

وهو إرتفاع عدم الإنتظامات مستندة إلى خط مرجعي . يقاس إرتفاع الخشونة بالميليمتر ، المايكرون ، أو المايكروإنج ، ويطلق عليها أيضاً إرتفاع التفاوتات (*Height Unevenness*) .

4- عَرض الخشونة (Roughness Width) .

هو المسافة الموازية للسطح الإسمي بين القمم أو النتوءات المتتابعة والتي تُحدد النموذج السائد للخشونة . يُقاس عُرض الخشونة بالميليمتر .

5- التموج (Waviness) .

ويُشير إلى عدم الإنتظام في السطح ذو الفراغات الأوسع من الخشونة وهو ناتج من الإلتواء ، الإهتزاز ، أو إنحراف العمل أثناء التشغيل .

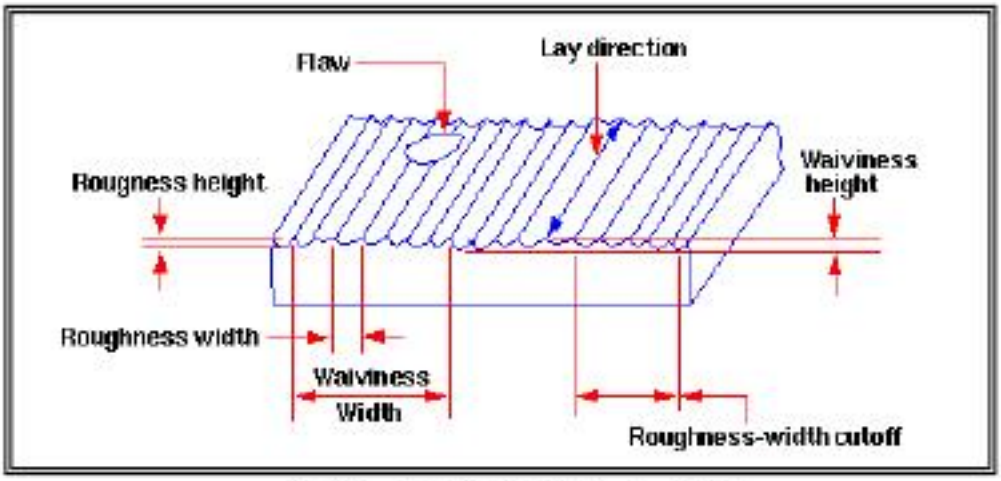
6- إرتفاع التموج (Waviness Height) .

ويمثل المسافة بين القمة إلى الإنخفاض للمقطع الجانبي للسطح مقاساً بالميليمتر .

7- الخدوش (Flaws) .

وهي شقوق تنتج على السطح المشغل نتيجة لرداءة حافة عُدة القطع ، حيث ربما تكون مثلومة أو غير ملائمة لمعدن الشُغلة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل رقم (2-1) : أشكال خشونة السطح

إختبار ذاتي (1): عرف عرض الخشونة

2.2 أنواع خشونة السطح (*Types of Surface Roughness*)

إن الخشونة النهائية للسطح المشغل يمكن أن إعتبارها متكونة أو مساوية لمجموع الخشونة المثالية والخشونة الطبيعية .

1- الخشونة المثالية (Ideal Roughness) .

وهي أفضل خشونة يمكن الحصول عليها لشكل عدة قطع ومقدار تغذية معينين . ويمكن الحصول على الخشونة المثالية إذا توفرت الشروط التالية :

a- عدم وجود حد القطع الناشئ (*B.U.E*) .

b- عدم وجود إصطكاك .

c- حركات ماكنة القطع مضبوطة جداً .

إن تأثير نصف قطر المقدمة للعدة(*Nose Radius*) والتغذية يمكن أن تجمع في معادلة واحدة للتنبؤ بالخشونة المتوسطة المثالية لسطح يتم إنتاجه بواسطة عدة قطع مفردة الإتصال وهذه المعادلة تطبق لعمليات الخراطة والفسط :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

إختبار ذاتي (2): ما هي شروط تكون الخشونة المثالية

2- الخشونة الطبيعية (Natural Roughness) .

في الواقع العملي يصعب الحصول على ظروف مثالية وبصورة إعتيادية ، لذلك ينشأ نوع آخر من الخشونة وهي الخشونة الطبيعية والتي تُشكل نسبة كبيرة من الخشونة الفعلية وهي الخشونة الناتجة من عدم إنتظام عملية القطع . هنالك عدة عوامل تؤثر على الخشونة الطبيعية والعوامل الرئيسية هي :

a- تكون حد القطع الناشئ في بعض المواد والذي يعتبر العامل الرئيسي للخشونة الطبيعية .
b- إستخدام ظروف تشغيل غير ملائمة تشمل سرعة القطع ، التغذية ، وعمق القطع والتي سوف تؤثر بشكل سلبي على الإنجاز السطحي للمادة المُشغلة .
c- إستخدام عُدة قطع ذات شكل هندسي ومادة لا تُلائم مادة الشُغلة المراد تشغيلها .
d- بلى عُدة القطع .
e- تضرر أو تخدش سطح الشُغلة عند جريان الرايش .
f- عدم جساءة وإستقرارية مكنة التشغيل وعدم ضبط حركاتها إضافة إلى ضُعف تثبيت الشُغلة كل ذلك بسبب الإهتزازات والإصطكاك .
g- وجود عيوب في بنية معدن الشُغلة .
h- تولد رايش غير مستمر عند قطع المواد الهشة .
i- تمزق مادة الشُغلة عند قطع معادن لدنة بسرعة واطئة .

إضافة إلى ذلك تؤثر الخشونة على الخواص الميكانيكية والفيزيائية للسطح المُشغل حيث تنخفض مقاومة الكلال ومقاومة الشد نتيجة لتكون نقاط ضُعف تتركز فيها الإجهادات في نهايات الإنخفاضات الناتجة من عدم إنتظام السطح المُشغل ، كذلك سوف تقل مقاومة المادة المشغلة للتآكل الكيميائي والميكانيكي وتزداد مقاومة الإحتكاك نتيجة لضُعف إنزلاق السطوح الخشنة .

إختبار ذاتي (3): ما هو العامل الرئيسي في تكون الخشونة الطبيعية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3.2 طُرق قياس الخشونة (*Measurement Method*)

هنالك عِدة طُرق حسابية تستَخدم لتقدير خشونة السطح الناتجة من عمليات التشغيل المختلفة و هذه الطرق هي :

1- طريقة متوسط الخط المركزي (Center - Line Average -CLA) .

وتسمى أيضاً طريقة متوسط الخشونة (*Roughness Average*) ويُشار إليها إختصاراً (R_a) ويمكن تعريف هذه الطريقة على إنها متوسط الإنحرافات الموجودة فوق وتحت المستوي الوسطي للسطح مُقاسة ضمن مسافة معينة . ويمكن حسابها من المعادلة التالية :

$$R_a = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \ldots + a_n}{L}$$

$$R_a = \frac{1}{L}(y_1 + y_2 + y_3 + \ldots + y_n)$$

$$\Rightarrow \boxed{R_a = \frac{1}{L}\int_0^L y(x)dx} \qquad (4)$$

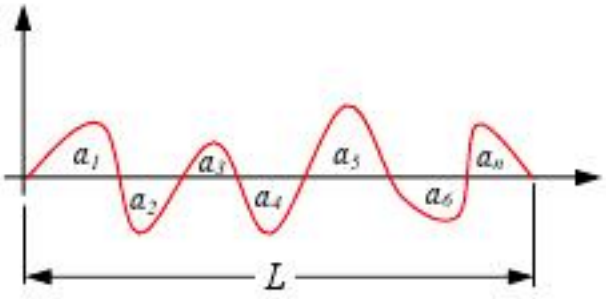
حيث إن :

R_a = خشونة السطح .

L = الطول التقديري .

y = الإرتفاع والإنخفاض .

x = المسافة على طول القياس .



تستَخدم هذه الطريقة في أُوربا لحساب خشونة السطح .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2- طريقة متوسط الجذر التربيعي (Root Mean Square Average) .

ويرمز لها إختصاراً ($MRMS$) أو (R_q) . تستخدم هذه الطريقة في الولايات المتحدة الأمريكية عن طريق ربط فولتميتر (AC) لقياس الجذر التربيعي للإشارة الكهربائية لإيجاد ارتفاعات وكما يلي :

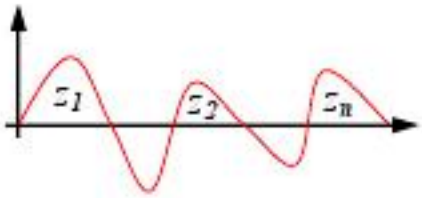
$$R_q = \sqrt{\frac{z_1^2 + z_2^2 + z_3^2 + \ldots + z_n^2}{n}}$$

$$\Rightarrow \boxed{R_q = \sqrt{\frac{1}{L}\int_0^L y^2(x)dx}} \qquad (5)$$

حيث إن :

n = عدد الإرتفاعات .

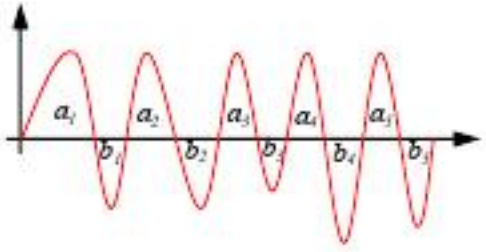
z = الإرتفاع .



3- طريقة متوسط الارتفاع بين القمة والقعر (Average Peak to valley Height).

ويرمز لها بالرمز (R_z) تأخذ هذه الطريقة خمسة إرتفاعات وخمسة إنخفاضات فقط والذي تقع ضمن طول محدد (L) . ويمكن حساب مقدار الخشونة من القانون التالي :

$$\Rightarrow \boxed{R_z = \frac{(a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5) - (b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + b_5)}{5}} \qquad (6)$$

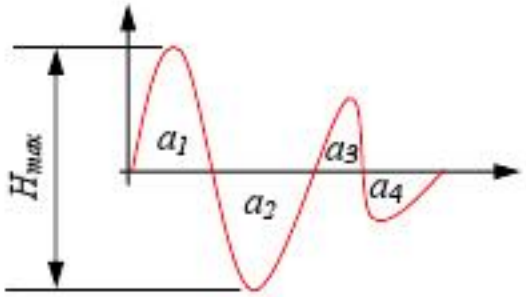


PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4 - طريقة أقصى إرتفاع (Maximum Height) .

ويرمز لها بالرمز (H_{max}) وهي من الطرق القديمة في حساب خشونة السطح وتعتمد على أخذ الإرتفاع الأقصى بين أعلى قمة وأدنى إنخفاض ويمكن حسابها من القانون التالي :

$$H_{max} = a_1 + a_2 \qquad (7)$$



حيث إن :

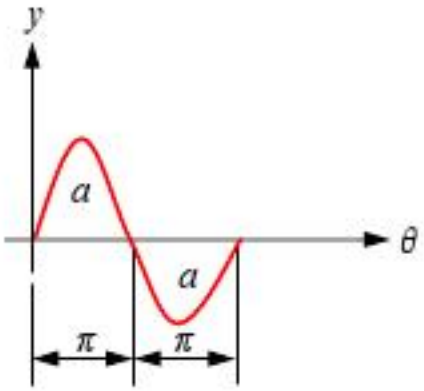
a_1 = أقصى إرتفاع .

a_2 = أدنى إنخفاض .

مثال3

في أحد عمليات التشغيل كانت العلامات المتروكة على سطح الشُغلة (الخشونة) على شكل دالة جيبية ($y=asin\theta$) ، المطلوب حساب قيمة هذه الخشونة بطُرق قياس الخشونة المختلفة .

الحل //



1- طريقة متوسط الخط المركزي (R_a) .

$$R_a = \frac{1}{L}\int_0^L y(x)dx \qquad \Rightarrow \quad R_a = \frac{1}{\pi}\int_0^{\pi} a\sin\theta d\theta$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$R_a = \frac{a}{\pi}(-\cos\theta)_0^{\pi} \Rightarrow \boxed{R_a = 0.637a}$$

2- طريقة متوسط الجذر التربيعي (R_q) .

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{L}\int_O^L y^2(x)dx} \Rightarrow R_q = \sqrt{\frac{1}{\pi}\int_O^{\pi} a^2 \sin^2 d\theta}$$

$$\sin^2\theta = \frac{1}{2}(1-\cos 2\theta) \Rightarrow R_q = \sqrt{\frac{a^2}{2\pi}\int_O^{\pi}(1-\cos 2\theta)d\theta}$$

$$\Rightarrow \boxed{R_q = 0.707a}$$

3- طريقة متوسط الإرتفاع بين القمة والقعر (R_z) .

$$R_z = \frac{5\times 2a}{5} \Rightarrow \boxed{R_z = 2a}$$

4- طريقة أقصى إرتفاع (H_{max}) .

$$H_{max} = a_1 + a_2 \Rightarrow \boxed{H_{max} = 2a}$$

إختبار ذاتي (4): عدد الطرق الرياضية لحساب الخشونة

4.2 أجهزة قياس الخشونة (*Measurement Instruments*)

هناك العديد من الأجهزة المستخدمة اليوم في قياس خشونة السطوح المختلفة وتتميز هذه الأجهزة عن بعضها البعض بمدى دقتها ومبدأ عملها . ويمكن أن نقسم أجهزة قياس الخشونة إلى ثلاث مجاميع رئيسية هي :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

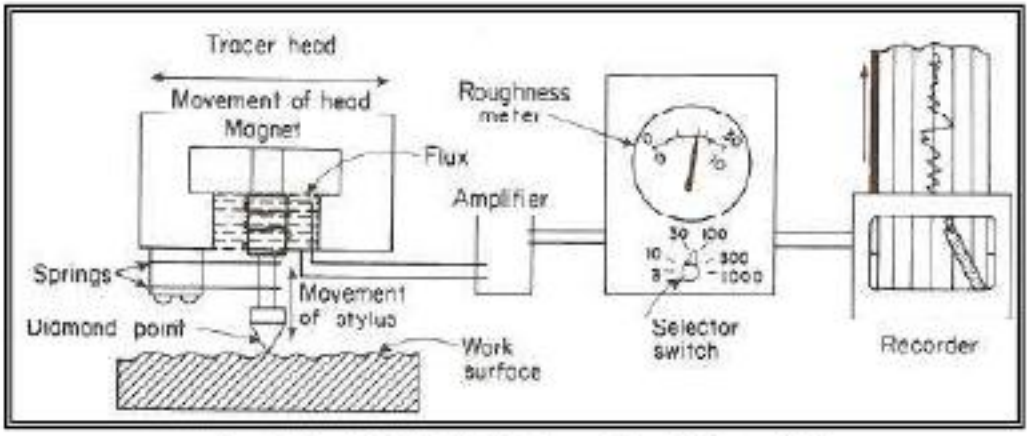
1- أجهزة الإستشعار . وتعتمد على مبدأ تحريك إبرة على السطح المراد قياس خشونته .

2- الأجهزة البصرية . وتقوم مبدأ عملها على سقوط الضوء وإنعكاسه من على السطوح المختبرة .

3- الأجهزة المجهرية . وتعتمد على إستخدام المجهر لمعرفة نوع السطح من حيث الخشونة .

1.4.2 أجهزة الإستشعار (*Stylus Instruments*)

تعتمد أجهزة الإستشعار والموضحة في الشكل رقم (2- 3) على مبدأ تحريك إبرة عبر السطح المراد فحصه لإستكشاف التنوع في الإرتفاع كدالة للمسافة . إن أجهزة الإستشعار الأولى كانت تستخدم نظام العدّات لتكبير الإزاحة العمودية للإستشعار لتسجيل المقطع الجانبي على صفيحة زجاجية - (*Smoked Glass Plate*) وهذا النوع من الأجهزة موضح في الشكل رقم (2- 4) والمسمى بمقياس خشونة تومبلنسون (*Roughness Meter Tomlinson*) .

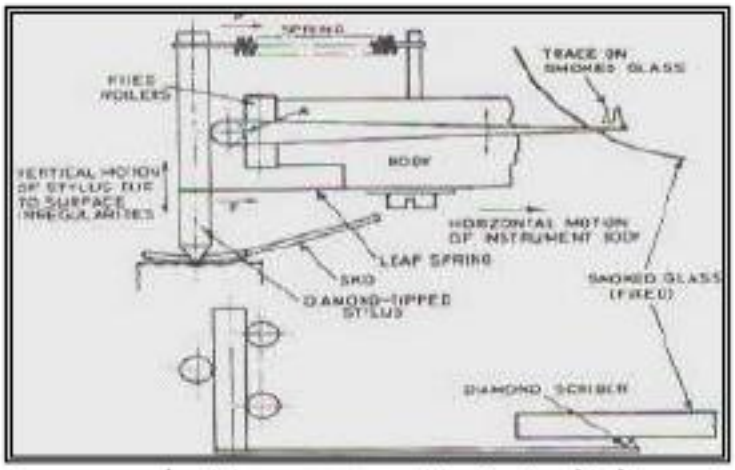


الشكل رقم (2- 3) : جهاز الإستشعار لقياس الخشونة

إن الخطوة التالية في تطور أجهزة الإستشعار كانت في دمج محول (*Transducer*) يُستخدم لتحويل الإزاحة العمودية إلى إشارة كهربائية ، وهذه الإشارة يمكن معالجتها بعد ذلك بواسطة الجهاز إلكترونياً لحساب وسيط الخشونة المناسبة . إن نوع المحول المستخدم يؤثر بشكل كبير في عمل الجهاز . وتستخدم غالباً بلورة كهروضغطية (*Piezoelectric*)

كمحول في الأجهزة منخفضة الكلفة ، وتتضمن آليات التحويل الأخرى محولات الملف المتحرك ، محولات المواسعة ، والمحولات التفاضلية ذات المتغير الخطي (*LVDT*) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

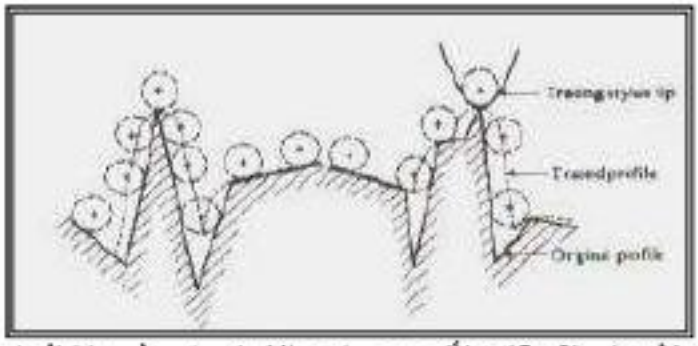


الشكل رقم (2- 4) : مقياس خشونة تومبلنسون

هنالك بعض الأخطاء التي يمكن أن تنتج في قياسات الخشونة عند إستخدام أجهزة الإستشعار وهذا راجع إلى الأسباب الآتية :

1- **حجم إبرة الإستشعار (Stylus Size)** .

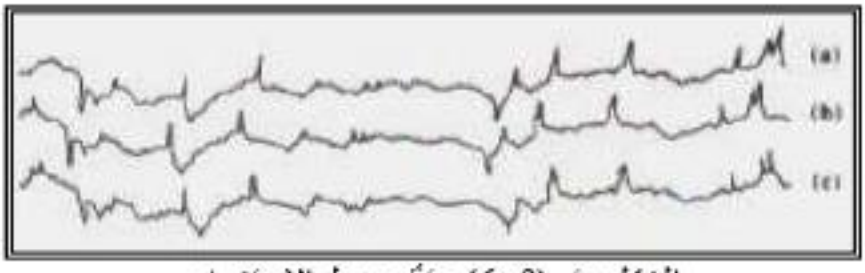
إن تأثير حجم إبرة الإستشعار موضح في الشكل رقم (2- 5) والذي يوضح مقارنة تخطيطية للمقطع الجانبي الحقيقي (*Actual Profile*) والمقطع الجانبي المقتفى(*Traced Profile*) . هذا التأثير لحجم الإبرة يصبح أكثر وضوحاً عندما تقل نقوس الإرتفاعات والإنخفاضات أو عندما يزداد الميل .



الشكل رقم (2- 5) : تأثير حجم إبرة الإستشعار على دقة القياس

2- **حمل الإستشعار (Stylus Load)** .

لقد وجد بأن النعومة اللدن يمكن أن يحدث على السطح إذا تم إستخدام حمل أعلى من الموصى به بواسطة الأحمال القياسية وما موضح في الشكل رقم (2- 6).



الشكل رقم (2- 6) : تأثير حمل الإستشعار

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3- الإنحراف الجانبي (Lateral Deflection) .

ويتم حساب الإنحراف الجانبي ليكون متوفر عندما تُقارن لأبعاد إبرة الإستشعار .

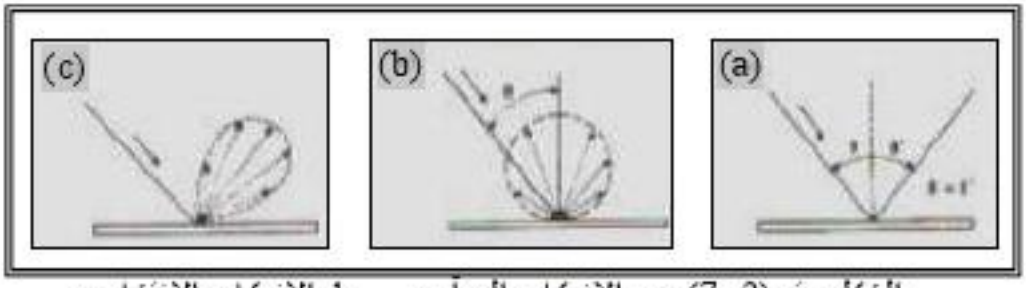
4- سرعة إبرة الإستشعار (Stylus Speed) .

إذا كانت سرعة إبرة الإستشعار عالية فيمكن أن تفقد الإبرة الإتصال مع السطح . ومع ذلك فقد وجد إنه لمعظم السطوح تكون الأخطاء الناتجة من سرعة الإبرة غير مهمة أو ثانوية .

إختبار ذاتي (5): وضح تأثير سرعة إبرة الإستشعار على قياس الخشونة

2.4.2 الأجهزة البصرية (*Optical Instruments*)

يعتمد مبدأ عمل هذه الأجهزة على تسليط حُزمة من إشعاع كهرومغناطيسي وإنعكاسه من على السطح الذي يتم إختباره ، وهذا الإنعكاس يتم بثلاث آليات هي : الإنعكاس المرآوي (*Specularly*) ، الإنعكاس الإنتشاري (*Diffusely*) ، أو يتم بكلا الآليتين معاً . الشكل رقم (2- 7) يوضح الأشكال الثلاثة من الإنعكاس .

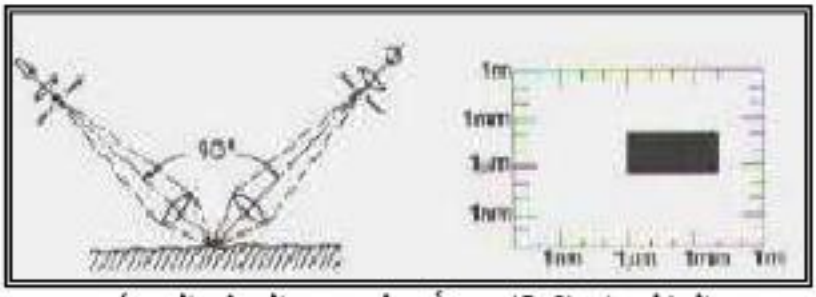


الشكل رقم (2- 7) :a- الإنعكاس المرآوي b- الإنعكاس الإنتشاري
c- الإنعكاس المرآوي و الإنتشاري

وإعتماداً على خشونة السطح ، فإن الإشعاع المسلط ذو طول موجي مُحدد يمكن أن ينعكس مرآوياً ، بينما الإشعاع لطول موجي آخر يمكن أن ينعكس إنتشارياً . لذلك فإن مقدار الإنعكاس المرآوي أو الإنعكاس الإنتشاري يمكن أن يستخدم لحساب خشونة السطح . أحد الأجهزة التي تستخدم الإنعكاس المرآوي لوصف الخشونة هو مجهر المقطع-الضوئي (*Light – Section Microscope*) ، حيث تسقط صورة لشق داخل السطح وتقوم العدسة الشيئية بإلتقاط الصورة عند زاوية الإنعكاس المرآوي ، فإذا كان السطح

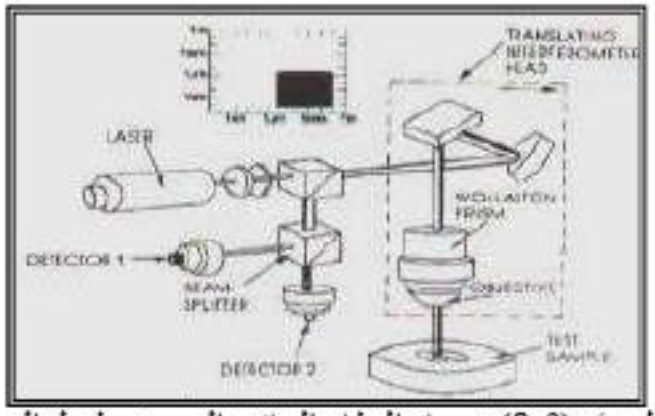
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

صقيل ، فسوف تكون الصورة الناتجة مستوية . أما إذا كان السطح خشناً فإنه سوف يتم ملاحظة نموذج متعرج في الصورة المنعكسة . هذا الجهاز مناسب لقياس خشونة الفصة إلى الإنخفاض مع إنجاز عمودي إلى حوالي ($0.5\ \mu m$) . الشكل رقم (2-8) يوضح مبدأ هذا الجهاز .



الشكل رقم (2-8) : مبدأ عمل مجهر المقطع-الضوئي

إن التأثير المتبادل للضوء المستقطب مع السطح يمكن أن يستعمل لتقدير خشونة السطح ، وهذا المبدأ تم إستخدامه في جهاز القطاع الجانبي البصري طويل المسار (*Long - Path length Optical Profile*) الموضح في الشكل رقم (2-9) والذي يركز حزمة ليزرية على السطح بواسطة مرايا متراصفة . قبل وصول الليزر للعينة المختبرة فإنه يذهب خلال موشور ولاستون (*Wollaston Prism*) الذي يقوم بإستقطاب الحزمة إلى مركبتين متعامدتين ، هذه الحزم تُركز بعد ذلك بؤرياً على السطح حيث تنعكس راجعة للموشور . وأخيراً يتم توجيه الحزم المنعكسة مباشرة إلى فالق الحزمة (*Beam Splitter*) الذي يُرسل كل حزمة إلى كاشف مختلف . إن الإختلاف الطوري للحزم المستقطبة ، والذي يتناسب مع الإرتفاع عند السطح ينتج فرق جهد يمكن قياسه . يمتلك جهاز القطاع الجانبي طويل المسار درجة وضوح ذات مدى عمودي ($2\ \mu m$) و($0.025\ nm$) على التوالي .



الشكل رقم (2-9) : جهاز القطاع الجانبي البصري طويل المسار

تُعرف الأجهزة التجارية التي تُقيم شدة الإنعكاس المرآوي بمقياس لمعان السطح (*Gloss Meters*) وتعتمد قدرة هذه الأجهزة على قياس الخشونة على الإرتباط العكسي بين شدة الإنعكاس المرآوي و

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الإختبار البعدي

ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- تعتمد طريقة أقصى إرتفاع على :
أ- أخذ خمسة إرتفاعات وخمسة إنخفاضات فقط والتي تقع ضمن طول محدد.
ب- أخذ الإرتفاع الأقصى بين أعلى قمة وأدنى إنخفاض .
ج- أخذ الجذر التربيعي للإرتفاعات فقط .
د- أخذ متوسط الإنحرافات الموجودة فوق وتحت المستوي الوسطي للسطح مُقاسة ضمن مسافة معينة.

2- يطلق مصطلح متوسط الخشونة على :
أ- طريقة متوسط الجذر التربيعي .
ب- طريقة متوسط الارتفاع بين القمة والقعر .
ج- طريقة أقصى إرتفاع .
د- طريقة متوسط الخط المركزي .

3- عند قطع معادن ليّنة بسرعة واطئة تتكون الخشونة بسبب :
أ- تمزق مادة الشُغلة.
ب- تضرر أو تخدش سطح الشُغلة.
ج- تكون حد القطع الناشئ.
د- تولد رايش غير مستمر .

4- تؤثر الخشونة على الخواص الميكانيكية والفيزيائية للسطح المُشغل حيث تنخفض مقاومة الكلال ومقاومة السد نتيجة لـ :
أ- إستخدام ظروف تشغيل غير ملائمة .
ب- إستخدام عُدة قطع ذات شكل هندسي ومادة لا تُلائم مادة الشُغلة المراد تشغيلها .
ج- تكون نقاط ضُعف تتركز فيها الإجهادات في نهايات الإنخفاضات الناتجة من عدم إنتظام السطح .
د- عدم جساءة وإستقرارية ماكنة التشغيل وعد ضبط حركاتها .

5- إن الإجراء الذي يُتخذ للتنبؤ بخشونة السطح الحقيقية هي بـ :
أ- حساب قيمة خشونة السطح المثالية وضربها مع نسبة الخشونة الحقيقية إلى الخشونة المثالية.
ب- حساب نصف قطر المقدمة للعدة .
ج- حساب قيمة خشونة السطح المثالية .
د- حساب نسبة الخشونة الحقيقية إلى الخشونة المثالية.

6- الخشونة الطبيعية هي :
أ- أفضل خشونة يمكن الحصول عليها لشكل عدة قطع ومقدار تغذية معينين .
ب- الخشونة الناتجة من عدم إنتظام عملية القطع.
ج- إرتفاع عدم الإنتظامات مستندة إلى خط مرجعي .
د- دالة لمقدار الفراغات الدقيقة الناتجة من عدم إنتظام السطح .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7- تعتمد قدرة مقياس لمعان السطح في قياس الخشونة على :
أ- التغيرات في زاوية السقوط .
ب- إستخدام حلقة التغذية المرتدة .
ج- قياس التغير في الإستقطاب بعد إنعكاس شعاع ضوئي من السطح .
د- الإرتباط العكسي بين شدة الإنعكاس المرآوي و متوسط الجذر التربيعي(*RMS*) .

8- يعمل المحول في أجهزة الإستشعار على :
أ- إلتقاط الصورة عند زاوية الإنعكاس المرآوي .
ب- إستقطاب الحزمة إلى مركبتين متعامدتين .
ج- تحويل الإزاحة العمودية إلى إشارة كهربائية .
د- توجيه الحزم المنعكسة مباشرة إلى فالق الحزمة .

9- يمتلك جهاز القطاع الجانبي طويل المسار درجة وضوح ذات مدى عمودي :
أ- (2 μm) و(0.025 nm) على التوالي .
ب- (1 nm).
ج- (0.01 nm) .
د- (0.1 nm) .

10- تعتمد درجة وضوح المادة عند إستخدام المجهر النفقي الماسح بشكل كبير على:
أ- تضاريس السطح .
ب- شكل طرف الإبرة .
ج- النهاية المتمركزة للإبرة .
د- التصوير السريع للسطوح المستوية .

ملاحظة :

1- لكل سؤال درجة واحدة.

2- يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة النمطية، ففي حالة حصولك على درجة (**9**) فأكثر فتكون غير محتاج لدراسة هذه الوحدة وإذهب لدراسة الوحدة التالية . أما في حالة حصولك على درجة أقل من (**9**) فستكون بحاجة لدراسة هذه الوحدة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مفاتيح الإجابة على الإختبارات

الإختبار القبلى		الإختبارات الذاتية	الإختبار البعدى	
رقم السؤال	الإجابة الصحيحة		رقم السؤال	الإجابة الصحيحة
1	د	1- هو المسافة الموازية للسطح الإسمي بين القمم أو النتوءات المتتابعة والتى تُحدد النموذج السائد للخشونة . تُقاس عُرض الخشونة بالميكرمتر .	1	ب
2	أ	2- عدم وجود حد القطع الناشئ $(B.U.E)$ ، عدم وجود إصطكاك ،حركات ماكنة القطع مضبوطة جداً .	2	د
3	ب	3- تكون حد القطع الناشئ في بعض المواد	3	أ
4	ج	4- طريقة متوسط الخط المركزي (R_a) ، طريقة متوسط الجذر التربيعي (R_q) ، طريقة متوسط الإرتفاع بين القمة والقعر (R_z)، طريقة أقصى إرتفاع (H_{max})	4	ج
5	أ	5- إذا كانت سرعة إبرة الإستشعار عالية فيمكن أن تفقد الإبرة الإتصال مع السطح ومع ذلك فقد وجد إنه لمعظم السطوح تكون الأخطاء الناتجة من سرعة الإبرة غير مهمة أو ثانوية	5	أ
6	د	6- يعتمد مبدأ عمل هذه الأجهزة على تسليط حُزمة من إشعاع كهرومغناطيسي وإنعكاسه من على السطح الذي يتم إختباره ، وهذا الإنعكاس يتم بثلاث آليات هي: الإنعكاس المرآوي ، الإنعكاس الإنتشاري ، أو يتم بكلا الآليتين معاً .	6	ب
7	ج	7- المجهر النفقي الماسح ، والدراسة المجهرية بالقوة الذرية .	7	د
8	أ		8	ج
9	د		9	أ
10	ج		10	ب

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المصادر :

1- E.P.DeGarmo, J.T. Black, and R.A. kohser " *Materials and processes in Manufacturing* " , 10th Edition , john Wiley & Sons , 2008 .

2- Sherif D.Elwakil " *Processes and Design Manufacturing* " , Second Edition , PWS Publishing Company , 1998 .

3- Boothroyd ,G. " *Fundamentals of Metal Machining and Machine Tools* " , McGraw Hill , 1975 .

4- عبد الخالق عبد حسن ، مازن عبد الستار المفتي " تصنيع المعادن " ، الطبعة العربية ، دار اليازوري ، 2005 .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

النظرة الشاملة

1- الفئة المستهدفة : طلبة المرحلة الثانية في الأقسام التكنولوجية للكليات والمعاهد التقنية في هيئة التعليم التقني.

2- مبررات الوحدة : إن أبعاد الأجزاء التي تُصنع يجب أن يتم فحصها قبل وبعد إجراء الإنهاء السطحي لها للتأكد من جودتها ونوعيتها ودقة أبعادها .

3- الفكرة المركزية :

أولاً- التعرف على مفهوم القياس والمعايرة .

ثانياً- التعرف على أنواع أجهزة القياس والمعايرة .

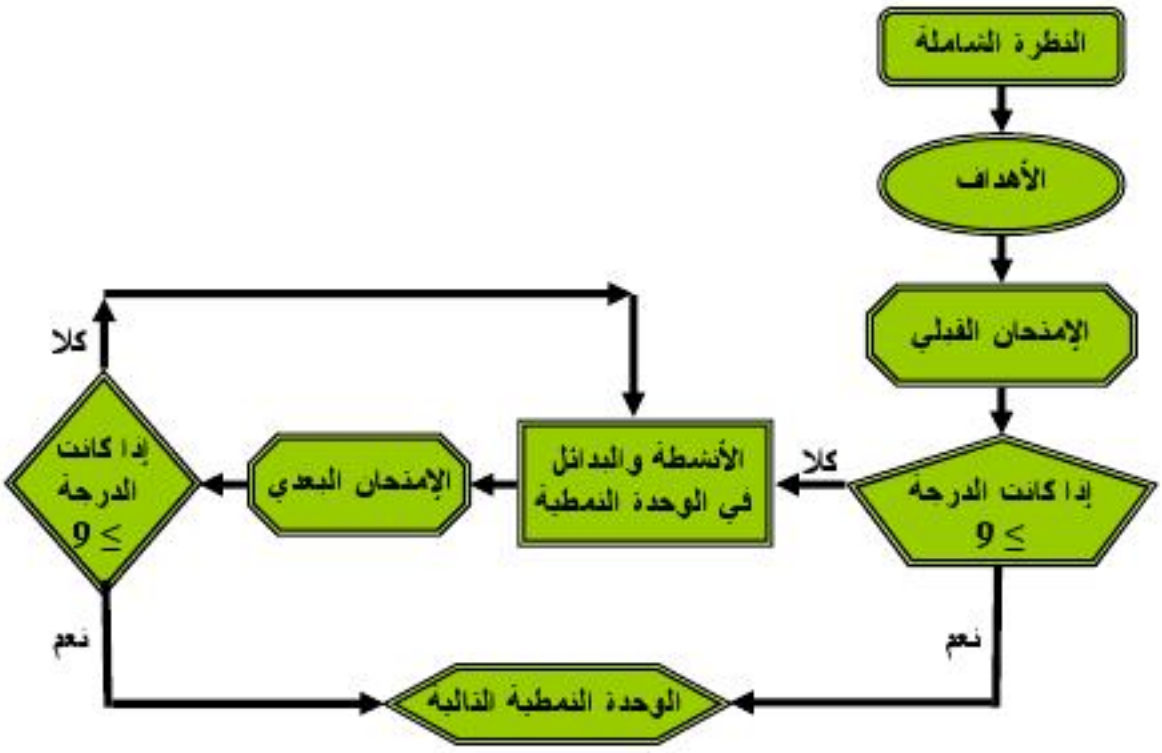
ثالثاً- معرفة كيفية عمل هذه الأجهزة .

4- أهداف الوحدة : سيكون الطالب بعد دراسته لهذه الوحدة قادراً على أن :

1- يتعرف على معنى القياس والمعايرة .

2- يستعمل أجهزة القياس والمعايرة .

5- المخطط الإنسيابي:



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الإختبار القبلي

ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- يستخدم القياس لمعرفة :
أ- الأجزاء الجيدة والرديئة الصنع .
ب- القياس الحقيقي للبُعد .
ج- فيما إذا كان البُعد يقع ضمن الحدود الثابتة المسموح بها .
د- مهارة العاملين .

2- تعتبر القدمة من أجهزة :
أ- القياس نوع النقل .
ب- القياس الليزرية والضوئية .
ج- المعايرة .
د- القياس مباشرة القراءة .

3- يوضح الجسم المراد قياسه بالمايكرومتر بين:
أ- المصد و عمود الدوران .
ب- عمود الدوران و الماسورة .
ج- المصد و العروة .
د- العروة والعروة المساعدة.

4- يستخدم السُبين ذو القرص المدرج في :
أ- معرفة توازن السطوح عند فحص المكائن الإنتاجية .
ب- قياس العمق للسقوق والثقوب .
ج- المقارنة بين إرتفاع سطح معلوم وإرتفاع سطح مجهول.
د- قياس العمق الداخلي والخارجي .

5- تحتوي مُحددات القياس السدادية الثنائية المتتابعة على :
أ- فتحة ثابتة والأخرى قابلة للحركة .
ب- حد الدخول و لا دخول واقعين في الجهة نفسها.
ج- حد الدخول و لا دخول واقعين في الأطراف .
د- فكوك متحركة .

6- ينتمي مقياس التداخل إلى :
أ- أجهزة القياس الخطية .
ب- أجهزة القياس نوع النقل.
ج- أجهزة المعايرة .
د- أجهزة القياس الضوئية والليزرية.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7- تستخدم مُحددات القياس الثنائية مسطحة الحدين لـ :
أ- قياس البُعد بين السطحين وتستخدم أيضاً لقياس عمق الثقوب ..
ب- قياس أجزاء الأسنان الداخلية والخارجية .
ج- قياس المسافة والسمك بواسطة قياس الأطوال الموجية .
د- قياس الأعمدة أو الأجزاء الإسطوانية .

8- إن معنى الحد لا دخول (*Not Go*) هو إن :
أ- الإبعاد لا يمكن قياسها .
ب- الأبعاد أكبر من جهاز المعايرة .
ج- الأبعاد التي لا تقع ضمن حدود القياس وغير مسموح بها .
د- الأبعاد أصغر من جهاز المعايرة.

9- تستخدم مسطرة الفولاذ كـ :
أ- جهاز نوع النقل .
ب- جهاز لضبط الزوايا القائمة.
ج- جهاز توازن .
د- جهاز قياس خطي يحتوي على تدريجات.

10- في مقياس التداخل يقوم فالق الحزمة بتقسيم حزمة الضوء إلى :
أ- حزمة الحيود وحزمة الضوء .
ب- حزمة الليزر وحزمة الضوء .
ج- الحزمة المقاسة وحزمة المرجع .
د- حزمة الليزر وحزمة المرجع .

ملاحظة :

1- لكل سؤال درجة واحدة.

2- يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة النمطية، ففي حالة حصولك على درجة (**9**) فأكثر فتكون غير محتاج لدراسة هذه الوحدة وإذهب لدراسة الوحدة التالية . أما في حالة حصولك على درجة أقل من (**9**) فستكون بحاجة لدراسة هذه الوحدة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

عرض الوحدة النمطية

1.3 المقـــدمـــة (*Introduction*)

يمكن تعريف القياس (*Measuring*) على إنه العملية التي تنفذ لإيجاد القياس الحقيقي للبُعد أما المعايرة (*Gauging*) فإنها العملية التي يتم من خلالها معرفة فيما إذا كان البُعد يقع ضمن الحدود الثابتة المسموح بها . لذلك وفي حالة الإنتاج الكمي فإنه يُلجأ إلى المعايرة في تحديد الأجزاء الجيدة والرديئة الصنع حيث يقل الزمن اللازم للفحص ، إضافة إلى ذلك فإن المعايرة لا تحتاج إلى خبرة ومهارة كبيرتين على عكس القياس الذي يكون من الدقة بحيث يستلزم الكثير من المهارة لإجراءه وكذلك يكون وقت القياس أكثر من المعايرة . وتختلف الدقة في أجهزة القياس من جهاز إلى آخر وحسب الغرض المصنوع لأجله .

إختبار ذاتي (1): ما الفرق بين القياس والمعايرة

2.3 أجهزة القياس (*Measuring Instruments*)

هنالك العديد من أجهزة القياس التي تستخدم اليوم في أكثر المصانع والورش لقياس الأبعاد للأجزاء المصنعة وتختلف هذه الأجهزة فيما بينها في طريقة عملها وطريقة قياسها للأبعاد والدقة التي يتم الحصول عليها منها ، حيث الأجهزة التي تقيس أبعاد إلى (0.02 *mm*) تعتبر أجهزة دقيقة . يمكن أن تُقسم أجهزة القياس إلى نوعين رئيسيين هما أجهزة القياس مباشرة الخطية و أجهزة القياس الضوئية واللزرية .

1.2.3 أجهزة القياس الخطية (*Linear Measuring Instruments*)

تقسم أجهزة القياس الخطية إلى نوعين أساسيين هما :

1- أجهزة القياس مباشرة القراءة .

2- أجهزة القياس نوع النقل .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

إختبار ذاتي (3): ما هو مبدأ عمل أجهزة القياس الصوتية والليزرية

3.3 أجهزة المعايرة (Gauging Instruments)

ويُطلق عليها أيضاً مُحددات القياس (Limiting Gauges) وتستخدم في الإنتاج الكمي الكبير حيث لا يمكن أخذ كل القراءات للأجزاء المصنعة بسبب الكلفة العالية لذلك يتم حساب فيما إذا كان الجزء المصنع يقع ضمن حدود الإنتاج المسموح بها أم لا ، وهنا تأتي وظيفة أجهزة المعايرة أو مُحددات القياس . تُصنع مُحددات القياس من المواد ذات الصلادة العالية مثل الفولاذ عالي الكاربون والفولاذ السبائكي ويكون لها حدان رئيسيان هما :

1- دخول (Go) . أي الأبعاد المسموح بها والتي تقع ضمن حدود القياس .

2- لا دخول (Not Go) . وهي الأبعاد التي لا تقع ضمن حدود القياس وغير مسموح بها .

4.3 أنواع أجهزة المعايرة (Type of Gauges)

هنالك أنواع عديدة من أجهزة المعيرة أو مُحددات القياس المستخدمة في جميع ورش التشغيل والتي تختلف في طبيعة عملها حسب الغرض المطلوب منها . ويمكن تصنيف مُحددات القياس حسب عملها كالآتي :

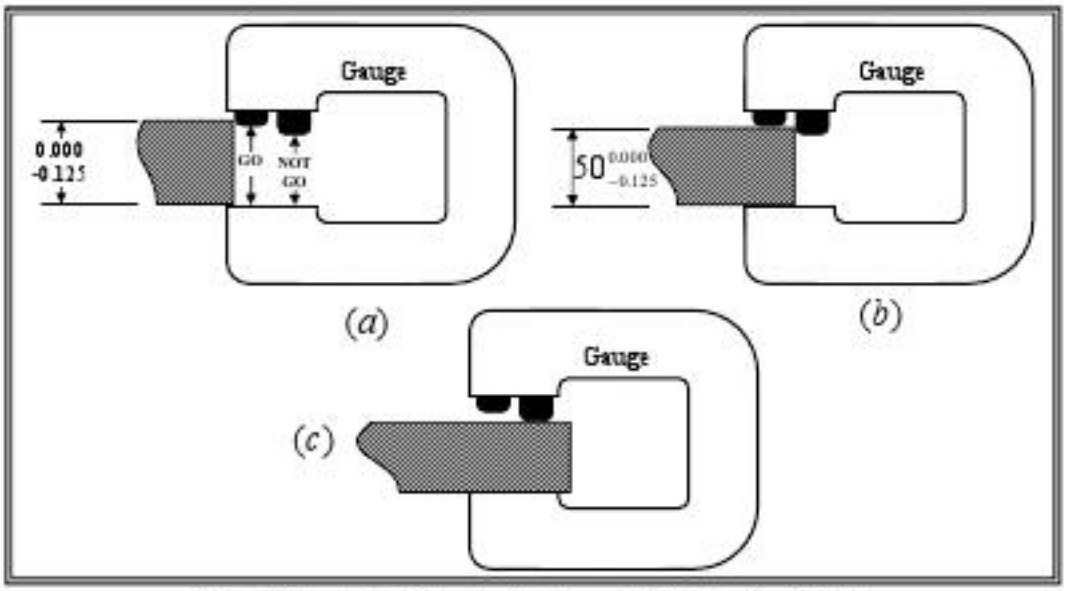
1.4.3 مُحددات قياس الأبعاد الخارجية (External Limiting Gauges)

تحتوي هذه المُحددات على فكوك يثبت عليها البعد الإسمي والسماحات المسموح بها للمنتج على حدي مُحدد القياس . هنالك عدة أنواع من هذه المُحددات وهي :

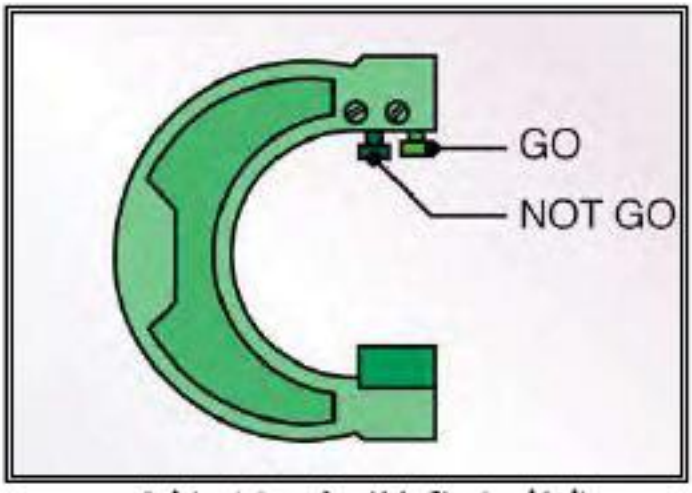
1- مُحددات القياس الإطباقية (Snap Gauges) .

وتمتلك هذه المُحددات فتحة ثابتة والأخرى قابلة للحركة ، وأيضاً يحتوي على حدين هما دخول (Go) و حد لا دخول (Not Go) . الشكل رقم (3-10) يوضح مبدأ عمل هذه المُحددات . أما الشكل رقم (3-11) فيستعرض أنواع مُحددات القياس الإطباقية .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



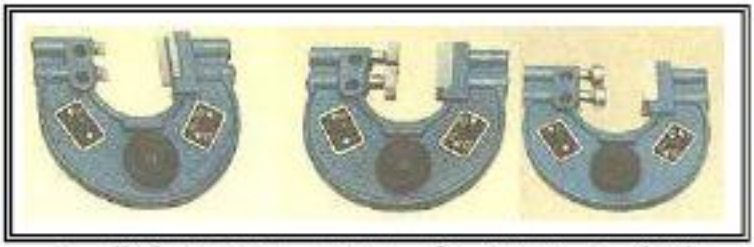
الشكل رقم (3-10) : مبدأ عمل مُحددات القياس الإطباقية



الشكل رقم (3-11) : مُحدد قياس إطباقي

2- مَحددات القياس الإطباقية القابلة للضبط (Adjustable Snap Gauges) .

وهو أيضاً من مُحددات القياس الإطباقية ، حيث هذا النوع يمكن أن يتحرك أحد الفكوك وبالتالي يمكن ضبطه على الأبعاد المطلوبة . الشكل رقم (3-12) يوضح هذا النوع من المُحددات .



الشكل رقم (3-12) : مُحددات قياس إطباقية قابلة للضبط

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3- مُحددات القياس الحلقية (Ring Gauges) .

وتستخدم لقياس الأعمدة (*Shafts*) أو الأجزاء الإسطوانية وهي موضحة في الشكل رقم (3-13) ، حيث تستخدم فتحة مساوية لحد البُعد (*Go*) وأخرى (*Not Go*) لنفس البُعد .

الشكل رقم (3-13) : مُحددات القياس الحلقية

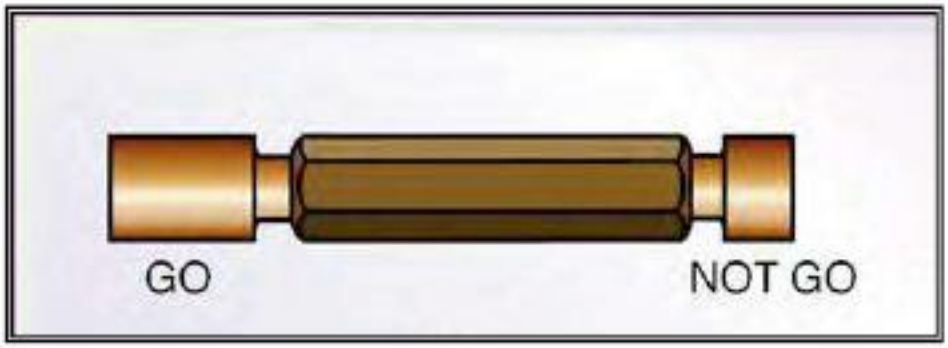
إختبار ذاتي (4): عدد أنواع مُحددات قياس الأبعاد الخارجية

2.4.3 مُحددات قياس الأبعاد الداخلية (Internal Limiting Gauges)

وتستخدم لقياس الأبعاد الداخلية للأجزاء المصنعة وتكون على أنواع هي :

1- مُحددات القياس السدادية ثنائية الطرف (Double End Plug Gauges) .

يمتلك هذا المحدد قطر مفرد للسيطرة على الحدود العليا والدنيا للثقب . تحتاج المعايرة في هذا النوع إلى محددين للقياس الأصغر يسمى (*GO*) للسيطرة على الأبعاد المسموح بها (الدنيا) والواسع (*NOT GO*) للسيطرة على الأبعاد الكبيرة . عادة يكون الجزء الواسع أقصر من الجزء الأصغر . الشكل رقم (3-14) يوضح محدد سدادي ثنائي الطرف .

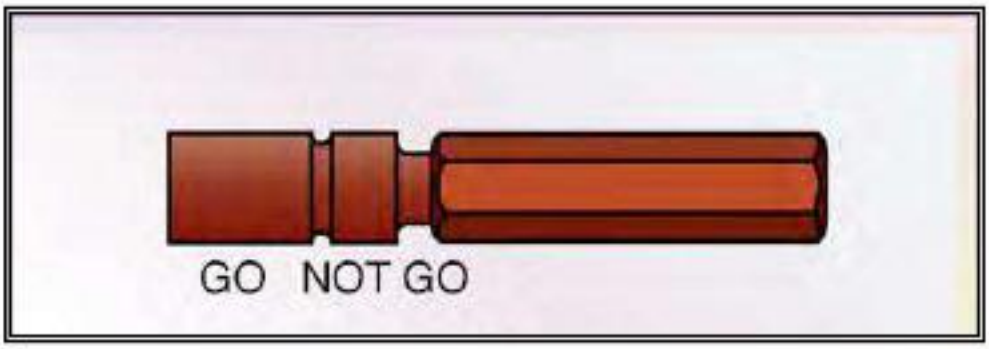


الشكل رقم (3-14) : مُحدد قياس سدادي ثنائي الطرف

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2- مَحددات القياس السدادية الثنائية المتتابعة (Sequent Double End Plug Gauges) .

ويكون حد الدخول و لا دخول واقعين في الجهة نفسها ، ويكون جزء الدخول على النهاية الخارجية وكما في الشكل رقم (3-14) .

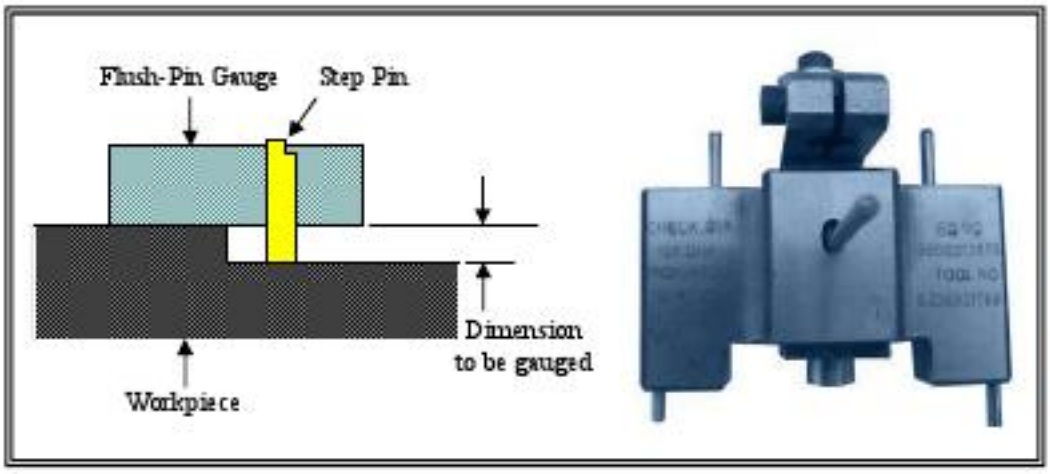


الشكل رقم (3-14) : مُحدد قِياس سدادي ثنائي متتابع

3- مَحددات القياس الثنائية مسطحة الحدين (Flush Pin Gauges) .

وتقيس هذه المحددات حدود البُعد بين السطحين وتستخدم أيضاً لقياس عمق الثقوب . يتم وضع المقطع الرئيسي للمحدد على أعلى السطحين مع إستناد المسمار المتدرج على السطح الأدنى فإذا كان العمق بين السطحين ليس كبير جداً ، فإن قمة المسمار ولكن ليس الخطوة المنخفضة سوف تكون فوق قمة سطح محدد القياس بشكل طفيف . أما إذا كان العمق كبير جداً فإن المسمار سوف تكون أسفل السطح .

وفي حالة كون العمق صغير سوف تكون الخطوة المنخفضة في أعلى سطح جسم محدد القياس . الشكل رقم (3-15) يوضح مُحدد قِياس ثنائي مسطح الحدين .

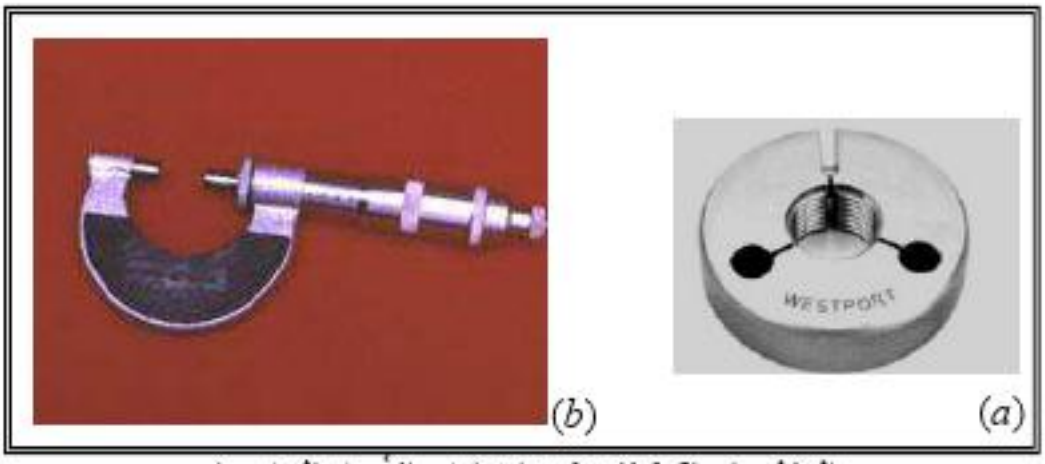


الشكل رقم (3-15) : مُحدد قِياس ثنائي مسطح الحدين

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3.4.3 مُحددات قياس الأسنان (*Threads Limiting Gauges*)

وتستخدم لقياس أجزاء الأسنان الداخلية والخارجية .الشكل رقم (3-16-a) يوضح مُحددات قياس حلقية تستخدم للأسنان الخارجية إضافة إلى إستخدام المايكرومتر في القياس الخارجي والموضح في الشكل رقم (3-16-*b*) . الشكل رقم (3-17) يوضح مُحددات قياس الأسنان الداخلية .



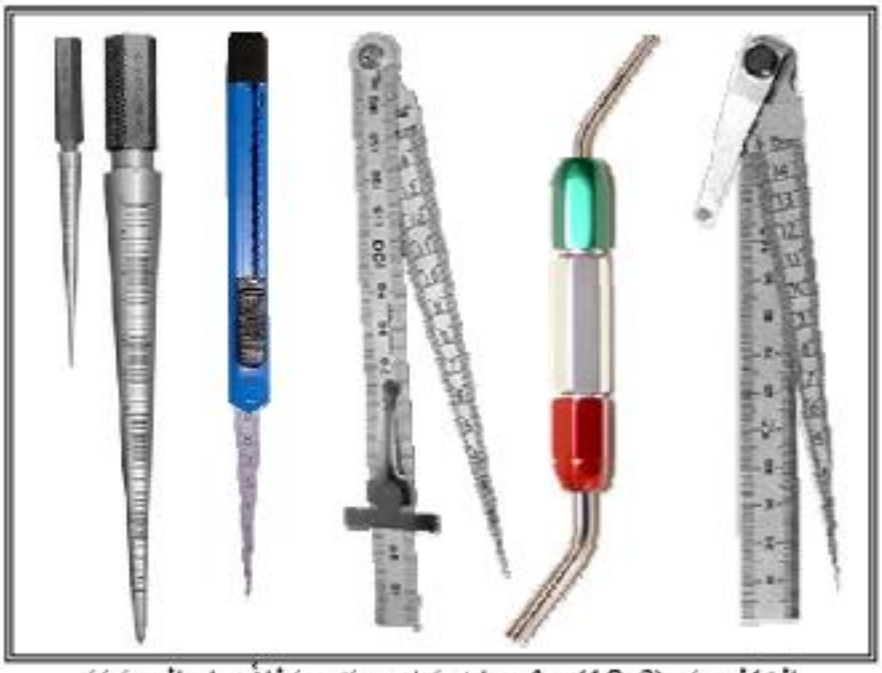
الشكل رقم (3-16) : مُحددات قياس الأسنان الخارجية

الشكل رقم (3-17) : مُحددات قياس الأسنان الداخلية

4.4.3 مُحددات قياس الأجزاء المستدقة الطرف (*Tapered Limiting Gauges*)

وتستخدم للأجزاء مستدقة الأطراف (السُّلبات) الداخلية والخارجية . تقوم هذه المحددات بمعايرة كل من زاوية الجزء المستدق وحجمه . أي إنحراف عن الزاوية الصحيحة سوف يلاحظ عن طريق الإسترخاء بين المحدد السدادي والثقب المستدق . أما الحجم فيفحص بواسطة العمق الذي تتوافق إليه السدادة داخل الثقب ، والعمق الصحيح يدرج بواسطة علامة على السدادة . الشكل رقم (3-18) يوضح عدد من مُحددات القياس للأجزاء المستدقة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل رقم (3-18) : مُحددات قياس متنوعة للأجزاء المستدقة

إختبار ذاتي (5): ما هو مبدأ عمل مُحددات قياس الأجزاء المستدقة الطرف

ملاحظة :

يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة النمطية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الإختبار البعدي

ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- تقوم محددات قياس الأجزاء المستدقة الطرف بمعايرة كل من :
أ- حدود البُعد بين السطحين .
ب- زاوية الجزء المستدق وحجمه .
ج- الأعمدة أو الأجزاء الإسطوانية .
د- أجزاء الأسنان الداخلية والخارجية .

2- تحتاج المعايرة في محددات القياس السدادية ثنائية الطرف إلى محددين للقياس هما :
أ- الأصغر يسمى (*GO*) والواسع (*NOT GO*) .
ب- حد (*GO*) و (*NOT GO*) واقعين في الجهة نفسها .
ج- فتحة مساوية لحد البُعد (*Go*) وأخرى (*Not Go*) لنفس البُعد .
د- فتحة ثابتة (*Go*) والأخرى قابلة للحركة (*Not Go*) .

3- ينتمي فرجال القياس الناضمي إلى :
أ- أجهزة القياس مباشرة القراءة .
ب- أجهزة القياس الخطية .
ج- محددات القياس الإطباقية .
د- أجهزة القياس نوع النقل .

4- تعتمد أجهزة القياس الليزرية والصوتية في مبدأ عملها على إستخدام :
أ- حزمة من الهليوم-النيون ، التي تنطلق إلى حزمتين كل حزمة مختلفة في التردد والإستقطاب .
ب- مصدر حزمة ومستقبل يتضمن صمام ثنائي ضوئي .
ج- الظواهر مثل التقاطع والتداخل وإستخدام الليزر في قياس أبعاد المنتجات الصناعية .
د- الأطوال الموجية كدالة لقياس المسافة والسمك .

5- يستخدم المايكرومتر لقياس الأسنان :
أ- الداخلية .
ب- الخارجية .
ج- الداخلية والخارجية .
د- اللولبية .

6- يمكن أن تستخدم مسطرة الفولاذ لقياس :
أ- العمق للشقوق والثقوب .
ب- إرتفاع سطح معلوم وإرتفاع سطح مجهول .
ج- الزوايا وبدقة عالية .
د- الأجزاء المستدقة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7- تحتوي المجموعة المركبة على :
أ- قارورة زجاجية مقوسة تحتوي على كحول وفقاعة هوائية .
ب- المصد ، عمود الدوران ، الماسورة ، العروة ، والعروة المساعدة .
ج- مسطرة محمولة على قاعدة .
د- مسطرة قياس ، زاوية الضبط القائمة ، ميزان التسوية الكحولي ، المنقلة القدمة .

8- يمكن بواسطة المدين ذو القرص المدرج تحديد:
أ- الأعمدة والقضبان ذات المقاطع الدائرية .
ب- العمق الداخلي والخارجي ، الأقطار ، المراكز ، السقوق المستقيمة ، المسطحة ، والمحيطية.
ج- الإستقامة والإستواء للسطوح ، وكذلك معرفة مقدار تمركز أي سطح إسطواني .
د- توازن السطوح عند فحص المكائن الإنتاجية .

9- تستخدم والمنقلة القدمة لقياس :
أ- الزوايا .
ب- الإرتفاع .
ج- العمق .
د- الأقطار .

10- يتم فحص الحجم بمحددات قياس الأجزاء المستدقة الطرف بواسطة :
أ- حدود البُعد بين السطحين .
ب- العمق الذي تتوافق إليه السدادة داخل الثقب .
ج- زاوية الجزء المستدق .
د- الإنحراف عن الزاوية الصحيحة .

ملاحظة :

1- لكل سؤال درجة واحدة.

2- يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة النظرية، ففي حالة حصولك على درجة (9) فأكثر فتكون غير محتاج لدراسة هذه الوحدة وإذهب لدراسة الوحدة التالية . أما في حالة حصولك على درجة أقل من (9) فستكون بحاجة لدراسة هذه الوحدة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مفاتيح الإجابة على الإختبارات

الإختبار القبلي		الإختبارات الذاتية	الإختبار البعدي	
رقم السؤال	الإجابة الصحيحة		رقم السؤال	الإجابة الصحيحة
1	ب	1- القياس هو العملية التي تنفذ لإيجاد القياس الحقيقي للبُعد ،أما المعايرة فإنها العملية التي يتم من خلالها معرفة فيما إذا كان البُعد يقع ضمن الحدود الثابتة المسموح بها .	1	ب
2	د	2- في هذا النوع من الأجهزة يتم أخذ قياس البُعد مباشرة من الجهاز والذي يحتوي على تدريجات والتي منها يتم قراءة الطول ، السمك ، العمق ، القطر ، الإرتفاع وغيرها .	2	أ
3	أ	3- تعتمد هذه الأجهزة على إستخدام الظواهر مثل التقاطع والتداخل وإستخدام الليزر في قياس أبعاد المنتجات الصناعية .	3	د
4	ج	4- شحددات القياس الإضافية ، شحددات القياس الإضافية القابلة للضبط ، وشحددات القياس الخلفية	4	ج
5	ب	5- تقوم هذه المحددات بمعايرة كل من زاوية الجزء المستدق وحجمه . أي إنحراف عن الزاوية الصحيحة سوف يلاحظ عن طريق الإسترخاء بين المحدد السدادي والثقب المستدق . أما الحجم فيفحص بواسطة العمق الذي تتوافق إليه السدادة داخل الثقب ، والعمق الصحيح يدرج بواسطة علامة على السدادة	5	ب
6	د		6	أ
7	أ		7	د
8	ج		8	ج
9	د		9	أ
10	ج		10	ب

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المصادر :

1- E.P.DeGarmo, J.T. Black, and R.A. kohser " *Materials and processes in Manufacturing* " , 10th Edition , john Wiley & Sons , 2008 .

2- Sherif D.Elwakil " *Processes and Design Manufacturing* " , Second Edition , PWS Publishing Company , 1998 .

3- Boothroyd ,G. " *Fundamentals of Metal Machining and Machine Tools* " , McGraw Hill , 1975 .

4- د. قحطان خلف الخزرجي ، د. عادل محمود حسن "*مبادئ عمليات الإنتاج* " ، الطبعة الثانية ، دار دجلة للطباعة ، 2009 .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الجنوبية
المعهد التقني الشطرة
قسم التقنيات الميكانيكية/ فرع الانتاج

وحدة تدريبية

لطلبة المرحلة الثانية / انتاج

الخراطة

- مكائن الخراطة الاعتيادية
- مكائن الخراطة البرجية، الاوتوماتيكية
- مكائن الخراطة الاوتوماتيكية المبرمجة
- نظرية تكوين الرايش

النظرة الشاملة

1- الفئة المستهدفة : طلبة المرحلة الثانية في الأقسام التكنولوجية للكليات والمعاهد التقنية في هيئة التعليم التقني.

2- مبررات الوحدة : تضم ورش التشغيل الكثير من المكنات المستخدمة في تشغيل المواد الهندسية والتي من ضمنها مكنة الخراطة والتي تنفذ عليها العديد من العمليات التشغيلية ولمختلف المواد ولذلك فمن المهم إلقاء الضوء على هكذا مكنة و عملياتها لبيان أهميتها بالنسبة لعمليات التصنيع .

3- الفكرة المركزية :

أولاً- التعرف على مكنة الخراطة وأجزاءها وأنواعها .

ثانياً- التعرف على أنواع العمليات المنفذة على المخرطة .

ثالثاً- معرفة المتغيرات التي تحكم عمليات الخراطة المختلفة .

رابعاً- التعرف على العُدد المستخدمة على المخرطة .

خامساً- معرفة القوانين الخاصة بحساب معدلات التشغيل وزمن التشغيل .

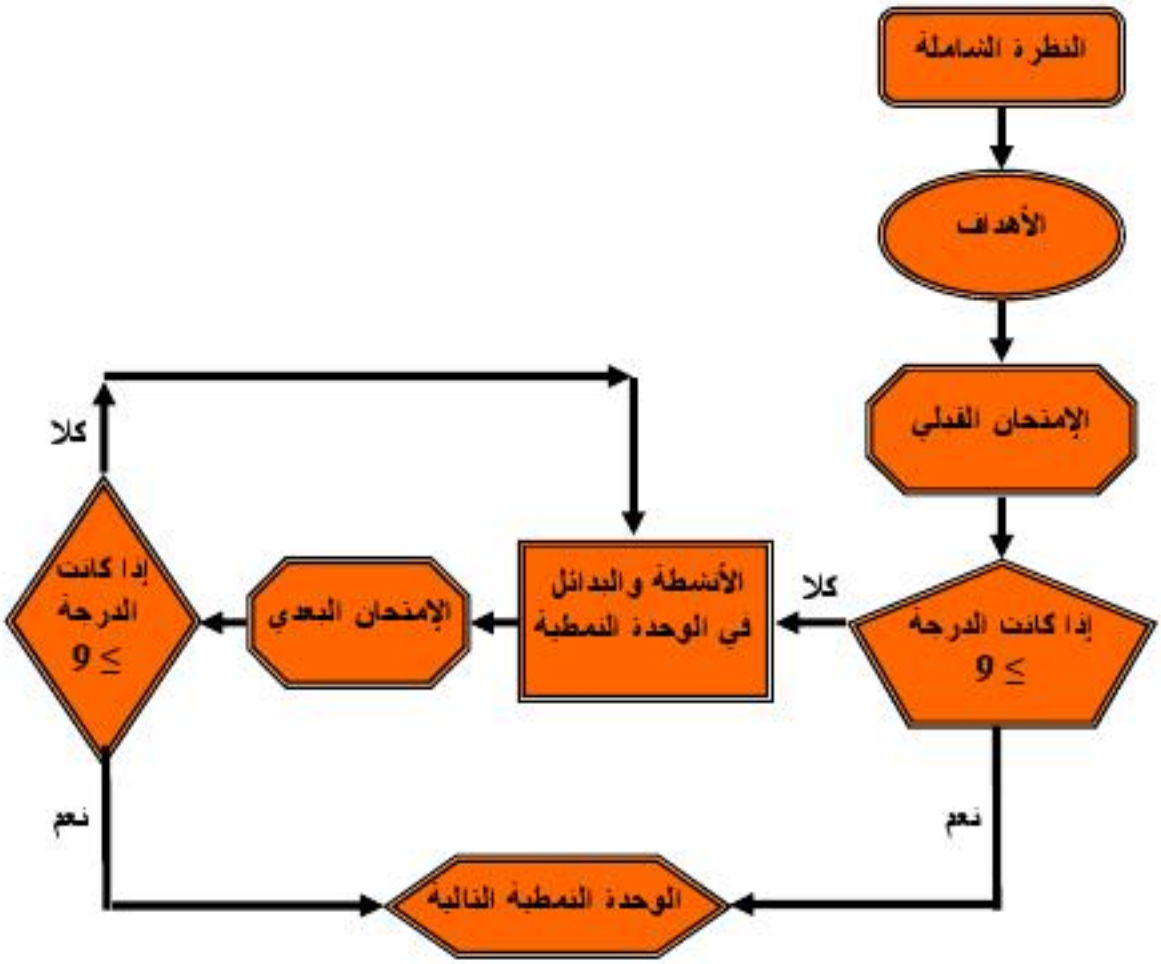
سادساً- معرفة كيفية إنشاء بطاقة التشغيل .

4- أهداف الوحدة : سيكون الطالب بعد دراسته لهذه الوحدة قادراً على أن :

1- يستعمل مكنة الخراطة في الورشة .
2- يتعرف على نوع العملية المجراة على المخرطة وكيفية تنفيذها .
3- تحديد متغيرات القطع الضرورية للتشغيل .
4- يحسب زمن التشغيل لعمليات الخراطة المتنوعة .
5- يصمم بطاقة التشغيل لكل عملية ولكل جزء يتم تشغيله .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5- المخطط الإنسيابي:



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الإختبار القبلي

ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- تكون التغذية القطرية هي السائدة في عملية :
أ- الخراطة العادية .
ب- التسوية .
ج- التشكيل الجانبي .
د- التخريش .

2- يتم تثبيت عُدة الخراطة في مثبت العُدة المستقر فوق :
أ- الراسمة العرضية .
ب- الغراب الثابت .
ج- السكك .
د- الراسمة الطولية .

3- إن الفرق بين مخرطة الدنبة والبرجية في كون الأخيرة تمتلك :
أ- أبراج تحل محل الغراب المتحرك ومركبة مثبت العُدة مجتمعة .
ب- سرج متحرك للأمام والخلف .
ج- تمساح منزلق على السرج .
د- برج مميز لإمساك العُدد .

4- تستخدم عملية السطب في الخراطة :
أ- لإنتاج الأسنان الداخلية والخارجية .
ب- لتوسيع الثقوب .
ج- لقطع زاوية على زاوية السطح الخارجي الإسطواني .
د- لقطع نهاية الجزء .

5- تلائم طريقة التثبيت بين المراكز :
أ- المشغولات الطويلة .
ب- الأجزاء الإسطوانية القصيرة .
ج- الأشكال غير المنتظمة .
د- الأشكال غير الدائرية مثل المربعة والمستطيلة .

6- إن فائدة زاوية الموسور هي :
أ- تقليل الإحتكاك بين حافة القطع والسطح المُشغل .
ب- تشكيل الرايش .
ج- تحمل الصدمات والقوى المؤثرة على العُدة .
د- قطع المعدن وإزالته .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7- يجب أن تكون قاعدة الماسكات الميكانيكية مسطحة بشكل تام :
أ- لأن أي نتوء فيها يسبب كسر اللقمة .
ب- من أجل تثبيت اللقمة بشكل صحيح في مكانها .
ج- للسماح بتمركز العُدة .
د- لتقليل القوى المؤثرة على العُدة .

8- تقاس سرعة القطع في الخراطة بوحدات :
أ- rev/min .
ب- m/min .
ج- mm/min .
د- m .

9- تقدر مسافة الخلوص المضافة في الخراطة بـ :
أ- 5mm-2mm .
ب- 5mm-1.5mm .
ج- 6mm-2mm .
د- 6mm-1.5mm .

10- تمتلك بطاقات التشغيل أهمية كبيرة في الصناعة لأنها تمثل :
أ- المسار الإنتاجي الذي يمر به المنتج خلال تصنيعه .
ب- لغة التخاطب والتعبير بين المُصمم والمُنفذ .
ج- متغيرات التشغيل المستخدمة في القطع .
د- الحسابات العملية للقطع .

ملاحظة :

1- لكل سؤال درجة واحدة.

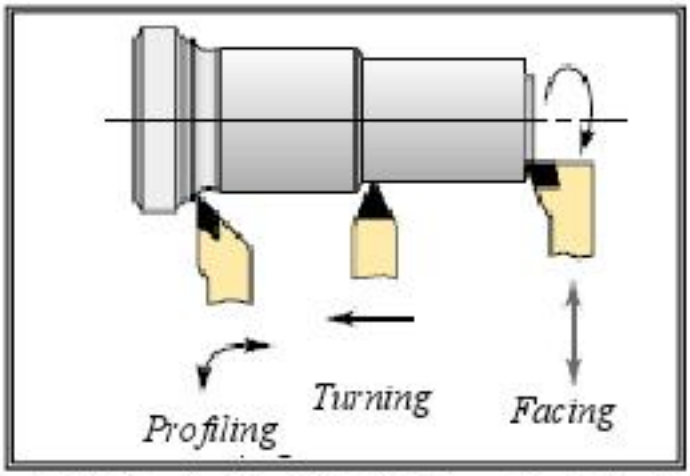
2- يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة النمطية، ففي حالة حصولك على درجة (9) فأكثر فتكون غير محتاج لدراسة هذه الوحدة وإذهب لدراسة الوحدة التالية . أما في حالة حصولك على درجة أقل من (9) فستكون بحاجة لدراسة هذه الوحدة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

عرض الوحدة النمطية

1.5 المقـــدمـــة (Introduction)

الخراطة هي عملية قطع المعدن والتي تستخدم لتوليد سطوح إسطوانية بواسطة ماكنة تسمى المخرطة (*Lathe*) ، وعادة تكون الشُغلة هي التي تدور على عمود الدوران وعُدة القطع تُغذى داخلها أما محورياً أو قطرياً أو كلا الطريقتين بشكل متزامن لإعطاء السطح المطلوب . إن مصطلح "خراطة" (*Turning*) بمعناه العام يُشير إلى توليد أي سطح إسطواني مع عُدة قطع مفردة (*Single Point Tool*) ، وبشكل أكثر دقة فإنه غالباً يُطبق فقط لتوليد سطوح إسطوانية خارجية موجهة أساسياً بشكل موازي لمحور الشُغلة . إن إتجاه حركة التغذية المحوري هو السائد في عملية الخراطة بالنسبة لعمود دوران الماكنة ، أما التغذية القطرية فهي السائدة في عملية التسوية (*Facing*) ، أما السطوح المخروطية والكنتورية فإنها تحتاج كلا النوعين من التغذية في الوقت نفسه و غالباً يُشار إليها بمصطلح التشكيل الجانبي (*Profiling*) . عمليات الخراطة و التسوية و التشكيل الجانبي موضحة في الشكل رقم (5-1) .



الشكل رقم (5-1) : عمليات الخراطة و التسوية و التشكيل الجانبي

إختبار ذاتي (1): عرف عملية الخراطة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2.5 مركبات المخرطة (*Lathe Components*)

تتكون المخرطة من تراكيب عديدة وكما موضح في الشكل رقم (5-2) وهذه التركيب هي :

1- **الغراب الثابت (Head Stock)** . وهو جزء الطاقة في المخرطة ويقع إلى يسار المُشغل ويضم تروس تغيير السرعة وعمود الدوران وجزء تثبيت الشُغلة .

2- **الغراب المتحرك (Tail Stock)** . وهو الجزء غير الدوار ولكن يمكن أن يتحرك للأمام والخلف على سكك المخرطة ويستخدم في عملية تمركز الشُغلة وأيضاً يتم تزويده بعُدد تشغيل مثل المثقب للقيام بعمليات الثقب .

3- **العربة (Carriage)** . وتتحرك للأمام والخلف يدوياً أو آلياً ويتم تثبيت باقي المركبات عليها ، وأثناء حركة العربة تتم عملية الخراطة وتتحرك العربة على طول المحور (z).

4- **الراسمة العرضية (Cross Slide)** . وهي مثبتة على العربة ويمكن أن تتحرك داخل أو خارج المحور (x) عمودياً على حركة العربة . تستخدم الراسمة العرضية لتثبيت عمق القطع ويمكن أن تتحرك بتغذية يدوية أو آلية .

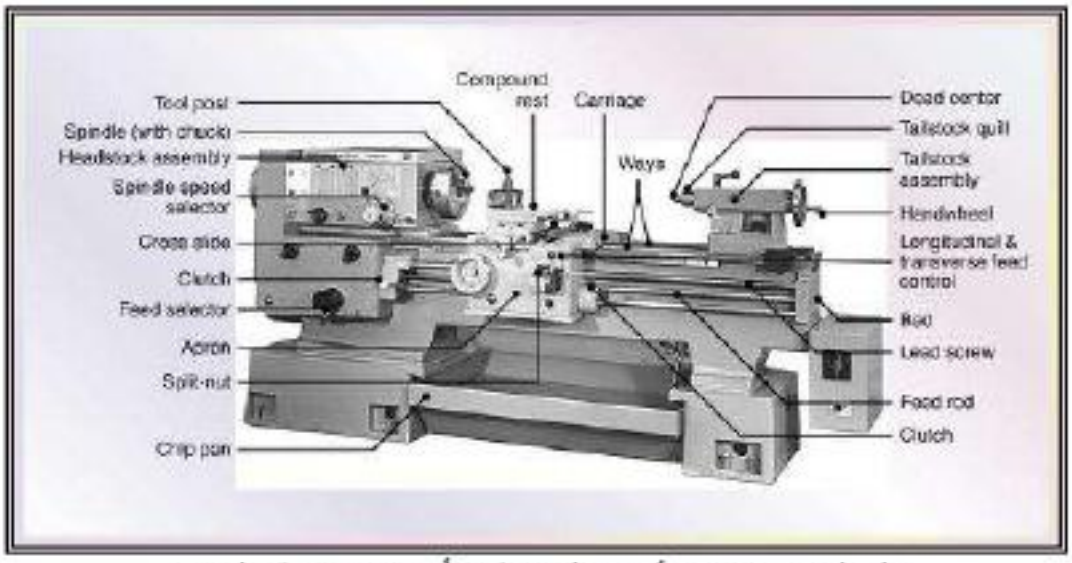
5- **الراسمة الطولية (Compound Rest)** . تثبت الراسمة الطولية فوق الراسمة العرضية ويمكن أن تتحرك للداخل والخارج يدوياً للتسوية أو لتثبيت عمق القطع ويمكن أن تدور بزاوية (360°) وتُغذى يدوياً بأي زاوية .

6- **مثبت العُدة (Tool Post)** . يتم تركيب مثبت العُدة على الراسمة الطولية ويمكن أن يكون بأشكال متنوعة .

7- **الفرش (Bed)** . ويمثل بدن المخرطة الذي تثبت عليه جميع الأجزاء . تُصنع الفرش من حديد الزهر أو الفولاذ ، ويجب أن يكون مستقر حتى يقاوم الإهتزازات .

8- **السكك (Ways)** . وتكون مسطحة أو بشكل حرف (*V*) وتتحرك عليها العربة والغراب المتحرك .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل رقم (5-2) : أجزاء المخرطة الأساسية (مخرطة الدنبة)

إختبار ذاتي (2):ما هي مكونات المخرطة

3.5 أنـــواع المخـــارط (*Types of Lathes*)

هنالك أنواع مختلفة من المخارط التي تستخدم اليوم في ورش التصنيع ونذكر بعضها في هذا الفصل وكما موضح أدناه .

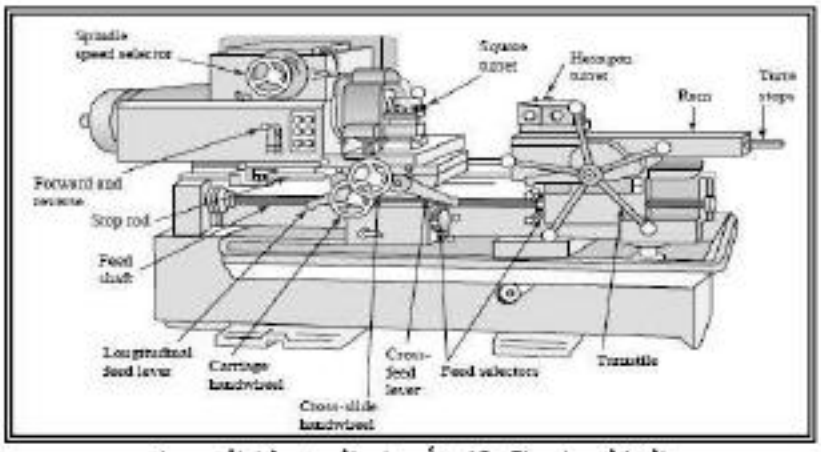
أولاً - مخرطة الدنبة (Center Lathe) .

وهي المخرطة الأكثر شيوعاً في الإستخدام والتي أخذت تسميتها من طريقة تثبيتها للشُغلة بواسطة المراكز في المخرطة ، على الرغم من كون هذه الطريقة ليست الوحيدة لتثبيت العمل . تسمى مخرطة الدنبة في بعض الأحيان بمخرطة المكنة (*Engine Lathe*) والتي تستخدم للتطبيقات العامة الكثيرة ولهذا يكون تركيب عُدة المكنة أكثر جساءة . مخرطة الدنبة موضحة في الشكل رقم (5-2) .

ثانياً – المخرطة البرجية (Turret Lathe) .

وهي تشبه مكنة المخرطة ما عدا إن الأبراج التي تثبت العُدة حلت محل الغراب المتحرك ومركبة متبت العُدة مجمعة ،وتعتبر المخرطة البرجية مكنة ذات إنتاج واسع وهي موضحة في الشكل رقم (5-3) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل رقم (5-3) : أجزاء المخرطة البرجية

هنالك نوعان من الأبراج التي تُثبت فيها العُدد في المخرطة البرجية وهي :

1- **الأبراج المربعة** **(Square Turrets)** .

يُثبت البرج المربع على قمة الراسمة العرضية وهو قادر على تثبيت أربعة عُدد في آن واحد .

2- **الأبراج السداسية** **(Hexagon Turrets)** .

وتحل محل العراب المتحرك ، ويوضع هذا البرج أما على تمساح متزلق أو على السرج أو على مؤخرة الهيكل .

وتقسم المخارط البرجية إلى نوعين أساسيين و حسب طبيعة عملها و هذين النوعين هما :

1- **المخارط البرجية الأفقية** **(Horizontal Turret Lathes)** .

وتقسم بدورها إلى نوعين هما:

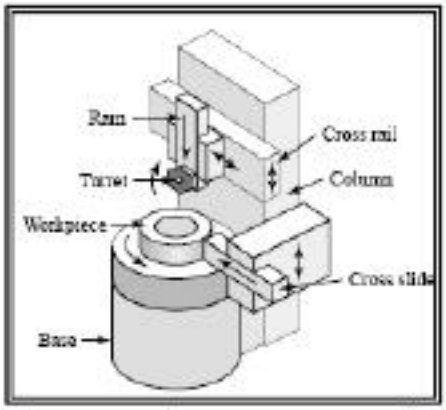
1- مخرطة التمساح البرجية (Ram Turret Lathe) . وهي تمتلك برج موضوع على متزلق أو تمساح يتحرك للأمام والخلف على السرج .

2- مخرطة السرج البرجية (Saddle Turret Lathe) . و تمتلك برج مثبت مباشرة على السرج المتحرك للأمام والخلف مع البرج .

2- **المخارط البرجية العمودية** **(Vertical Turret Lathes)** .

تشبه هذه المخرطة ماكنة التثقيب العمودية ولكنها تمتلك برج مميز ومنتظم للإمساك بالعُدد . تحتوي هذه المخارط ظرف دوار أو منضدة في الوضع الأفقي مع البرج مثبت لفوق على القضيب المستعرض ، إضافة إلى ذلك هنالك على الأقل رأس جانبي واحد يُزود مع البرج المربع لإمساك العُدد وكما موضح في الشكل رقم (5-4) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل رقم (5-4) : مخرطة برجية عمودية

ثالثا – مخرطة الورشة (Tool Room Lathe) .

وتستخدم عندما تكون هنالك حاجة إلى دقة أعلى بكثير مما هو مطلوب بشكل عادي للعمل الإنتاجي العام . إضافة إلى ذلك فإن مدى الأحجام والمواد المُعالجة هنا هو عادة أوسع ، ولهذا سوف تمتلك المكنة مدى سُرعات وتغذيات عالي مترافقة مع جساءة كبيرة .

رابعاً – مخارط الغرض الخاص (Special Purpose Lathes) .

تم تطوير هذه المخارط من مخارط الذنبة لإستخدامها في تطبيقات خاصة والتي لا يمكن معالجتها بمخرطة الذنبة التقليدية .

إختبار ذاتي (3):ما هي أنواع المخارط

4.5 العمليات التي يمكن إنجازها على المخرطة

إضافة إلى الخراطة والتسوية فإن هنالك عمليات تشغيل متنوعة أُخرى يمكن إنجاز ها على المخرطة و هي موضحة في الشكل رقم (5-5) و هي كالآتي :

1- **التشطيب (Chamfering)** . و هو ما يُعرف أيضاً بالتسمفرة ، حيث تستخدم العُدة لقطع زاوية على زاوية السطح الخارجي الإسطواني (الحافة) ،(الشكل رقم (5-5-a)) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

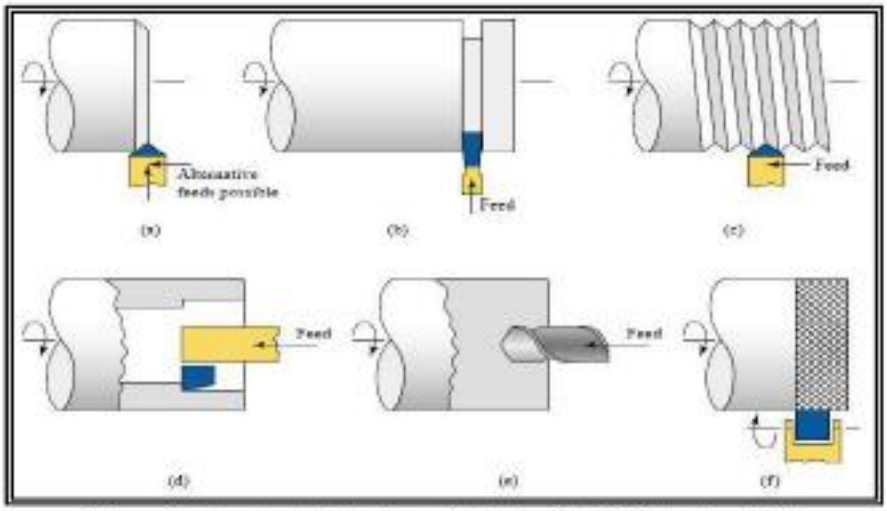
2- الفصل (Parting) . يتم تغذية العُدة قطرياً داخل الشُغلة التي تدور عند موضع معين على طول الشُغلة لقطع نهاية الجزء ،(الشكل رقم (5-5-*b*)).

3- **التسنين (Threading)** . وتستخدم لإنتاج الأسنان الداخلية والخارجية ،(الشكل رقم (5-5-*c*)).

4- **التثقيب (Boring)** . وتستخدم لتوسيع الثقوب حيث تُثبت أداة توسيع الثقب على الغراب المتحرك،(الشكل رقم (5-5-*d*)) .

5- **الثقب (Drilling)** . يتم تثبيت أداة الثقب على الغراب المتحرك وتستخدم لإنتاج الثقوب بواسطة تغذية المثقب داخل الشُغلة الدوارة على طول محورها ،(الشكل رقم (5-5- *e*)) .

6- **التخريش (Knurling)** . وتُدعى أيضاً بالتزريد وتستخدم لإنتاج سطح خشن مُهشر بشكل عرضي على سطح الشُغلة ،(الشكل رقم (5-5-*f*)).



الشكل رقم (5-5) : العمليات التي يمكن إنجازها على المخرطة

إختبار ذاتي (4): كيف تتم عملية الثقب على المخرطة

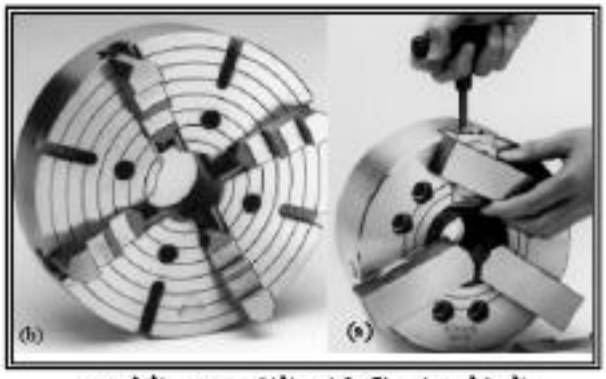
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5.5 تثبيت الشُغلة على المخرطة (Holding of Workpiece)

هنالك أربع طرق رئيسية تستخدم لتثبيت أو مسك الشُغلة على المخرطة وهي الأكثر شيوعاً في الإستخدام وهي كالآتي :

أولاً- التثبيت في الظرف (Holding in Chuck) .

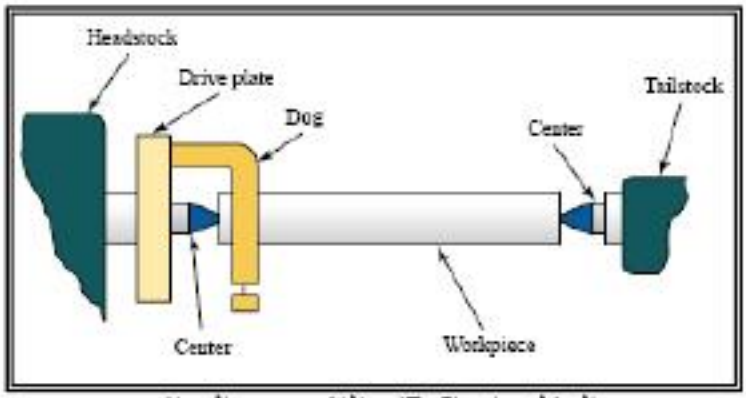
وهذه الطريقة هي الأكثر شيوعاً في الإستخدام على المخارط ، حيث يمتلك الظرف ذاتية أو أربعة فكوك وكما موضح في الشكل رقم (5-6) ويتم تثبيت الظرف على نهاية عمود الدوران . تتحرك الفكوك حركة قطرية للإمساك بالشُغلة يدوياً أو آلياً ، وتستخدم لتثبيت الأجزاء الإسطوانية القصيرة .



الشكل رقم (5-6) : التثبيت في الظرف

ثانياً- التثبيت بين المراكز (Holding Between Centers) .

من أجل الحصول على عمليات خراطة دقيقة وفي حالة كون السطح المُشغل لا يكون بالمعنى الصحيح لذلك يمكن إستخدام الخراطة بين المراكز (إنظر الشكل رقم (5-7)) .وتستخدم هذه الطريقة للمشغولات الطويلة ويكون عمق القطع والتغذية صغيرين وفي حالة عمل المسلوبات الطويلة .

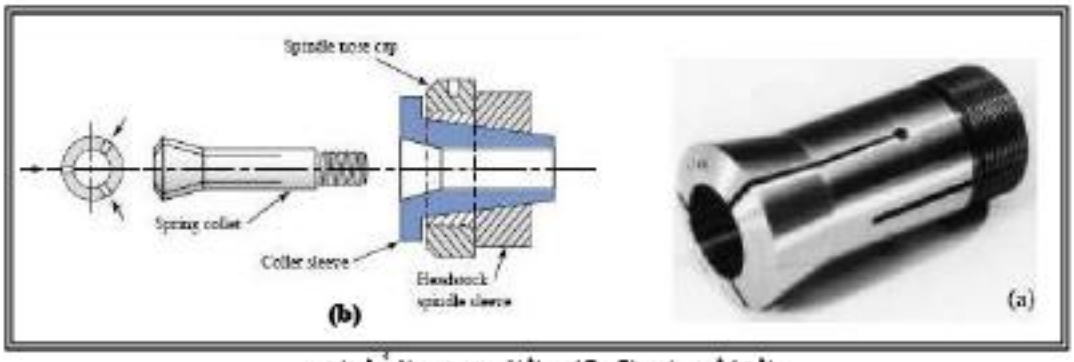


الشكل رقم (5-7) : التثبيت بين المراكز

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ثالثاً- التثبيت في الأطواق (Holding in Collets) .

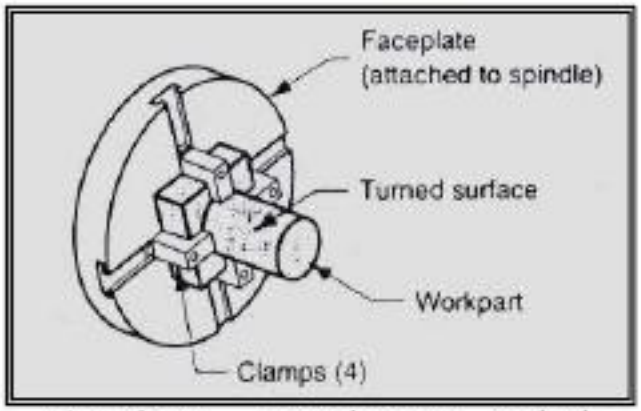
وهي عبارة عن وصلات أنابيب فولاذية رقيقة مشقوقة في ذاتها قطع طولية وكما موضح في الشكل رقم (5-8) ، وتستخدم هذه الطريقة عندما تكون هنالك حاجة لدقة تثبيت عالية . عندما يتم سحب الطوق داخل عمود الدوران بواسطة قضيب السحب فإن قطع الطوق سوف تُضغط مسببة الإمساك بالشغلة .



الشكل رقم (5-8) : التثبيت في الأطواق

رابعاً- التثبيت في صينية المخرطة (Holding in Face Plate) .

إن الصينية عبارة عن قرص من حديد الزهر مزود بصُرة تستخدم للربط على نهاية عمود الدوران وتوجد في المستوي الأمامي أربعة إلى ستة مجاري يكون الشكل الجانبي لها علـــى شكل حرف (T) وعدد من الثقوب النافذة . يمكن عمل معظم الأشكال الغير منتظمة الشكل والأشكال غير الدائرية مثل المربعة والمستطيلة وغيرها بإستخدام الصينية كمثبت وكما موضح في الشكل رقم (5-9) .



الشكل رقم (5-9) : التثبيت في صينية المخرطة

إختبار ذاتي (5): كيف يتم التثبيت بواسطة الأطواق

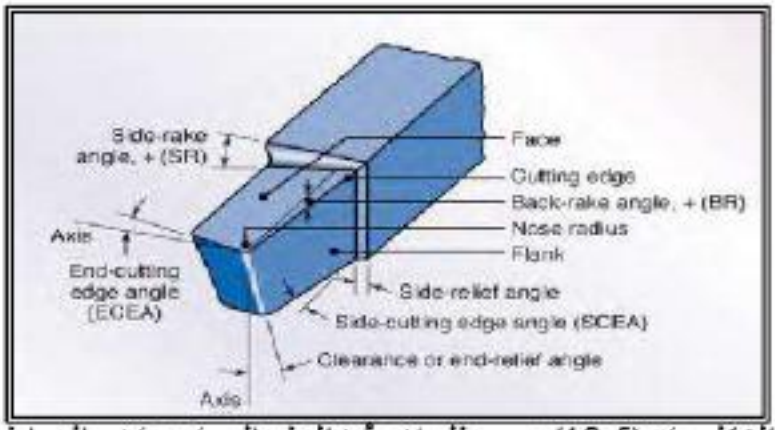
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

6.5 هندسية عُدة القطع (*Cutting Tool Geometry*)

تعتبر عُدة القطع المستخدمة في عمليات الخراطة عُدة قطع مفردة الإتصال (*Single Point Tool*) والذي يعني إن حافة قطع واحدة فقط هي التي تقوم بعملية التشغيل . تعتمد هندسة عُدة القطع بشكل رئيسي على خواص مادة العُدة والشُغلة . الشكل رقم (5-9) يوضح مصطلحات عُدة القطع المستخدمة في الخراطة . وفيما يلي وصف لهذه المصطلحات :

1- وجه العُدة (Face) . هو السطح العلوي من مقدمة طرف العُدة الأمامي والذي ينساب عليه الرايش .

2- نصف قطر المقدمة (r - Nose Radius) . وينشأ من تقاطع حافة القطع الرئيسية مع حافة القطع المساعدة ويمكن أن تكون المقدمة حافة الزاوية أو مستديرة .



الشكل رقم (5-10) : مصطلحات عُدة القطع المستخدمة في الخراطة

3- **زاوية الجرف (Rake Angle-γ)** . تؤدي هذه الزاوية دوراً هاماً في عملية تشكيل الرايش إذ بزيادتها يسهل دخول العُدة في المعدن ويقل تشوه الجزء المنزوع ويتحسن إنسياب الرايش وتقل قوة القطع ومقدار إستهلاك القدرة وتزداد جودة السطح المُشغل . أما عند زيادة هذه الزاوية يؤدي إلى إضعاف حافة القطع والتقليل من متانتها وزيادة بلى العُدة . تقسم زاوية الجرف إلى زاوية الجرف الخلفية (*Back Rake Angle*-γ_b) و زاوية الجرف الجانبية (*Side Rake Angle*- γ_s) .

4- **زاوية الخلوص (Clearance Angle - α)** . وتسمى أيضاً (*Relief Angle*) وهي مهمة لتقليل الإحتكاك بين حافة القطع وسطح الشُغلة وبالتالي زيادة عمر العُدة وزيادة قدرة المكنة أثناء التشغيل . إن زيادة زاوية الخلوص عن الحد المقرر يؤدي إلى إضعاف مقطع العُدة ويجعله معرضاً للكسر . هنالك نوعان من زاوية الخلوص هما زاوية الخلوص النهائية (*End Relief Angle* - α_b) و زاوية الخلوص الجانبية (*Side Relief) Angle* - α_s) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5- زاوية الموشور (Wedge Angle - β) . وهي الزاوية المحصورة بين السطح الأمامي ووجه العُدة ،وكلما كبر مقطع العُدة زادت قيمة زاوية الموشور ، ويجب أن تكون هذه الزاوية كبيرة من أجل تحمل الصدمات والقوى المؤثرة على العُدة أثناء التشغيل ، وكلما صغر هذا المقطع أصبح سهل الكسر كما إنها تزداد كلما كان المعدن المقطوع بمثلك صلادة عالية . ويلاحظ إن مجموع هذه الزوايا الثلاث يساوي ($\gamma + \alpha + \beta = 90^{\circ}$)، (90°) .

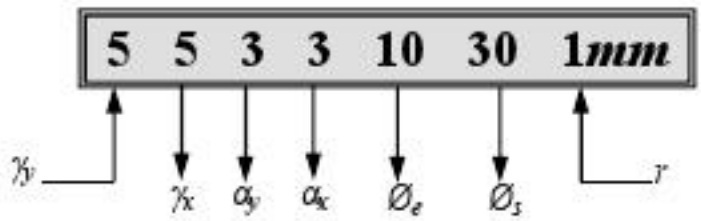
6- زاوية حافة القطع (Cutting Edge Angle – Ø) . وهي الزاوية المسؤولة عن القطع و إزالة المادة من على سطح الشُغلة وهي على نوعين هما:

a- زاوية حافة القطع الجانبية ($Ø_s$ - Side Cutting Edge Angle) . وتعين سمك وعرض الجزء المُزال حيث ينقص السمك عند نقصان هذه الزاوية يرافقه زيادة في عرض الجزء المُزال وتتوزع بفضل هذا الحرارة الناتجة في عملية القطع على مساحة أكبر من حافة القطع والذي يُحسن عملية تصريف الحرارة من حافة القطع وزيادة ثبات العُدة مما يسمح بزيادة القطع وتشغيل عدد أكبر من المشغولات في الوحدة الزمنية .

إلا إن تقليل هذه الزاوية يؤدي إلى زيادة قوى القطع وتزداد بشكل خاص القوة المحورية الدافعة مما يؤدي إلى إنحناء القطع عبر الحاسئة عند تشغيلها وإلى إنعدام الدقة وكذلك إلى ظهور الإهتزازات في الشُغلة والعُدة مما يُقلل من جودة السطح المُشغل .

b - زاوية حافة القطع النهائية ($Ø_e$ - End Cutting Edge Angle) . وتعمل على تقليل الإحتكاك بين السطح الخلفي المساعد للعُدة وسطح الشُغلة المعرض للتشغيل .

إن هذه الزوايا يتم جمعها سوية لتشكل الرقم التسلسلي لعُدة القطع وكما في المثال التالي والذي يمثل أحد عُدد القطع الخاصة بعملية الخراطة .



إختبار ذاتي (6): ما هو دور زاوية الجرف في عملية القطع

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7.5 ماسكات عُدة القطع (Tool Holders)

تُستخدم هذه التراكيب من أجل مسك عُدة القطع و هناك نوعين من الماسكات والتي تصنف حسن تعقيدها وطريقة تثبيتها للعُدة و هي :

1- **ماسكات العُدة البسيطة (Simple Holders)**. وتكون العُدة مثبتة بالماسك بشكل مباشر بواسطة اللحام .

2- **ماسكات العُدة الميكانيكية (Mechanical Holders)**. وتكون عُدة القطع والمسماة باللقمة قابلة للإستبدال ، وتتكون هذه الماسكات من الأجزاء التالية :

1- **النصاب (Shank or Tool Holder)** .

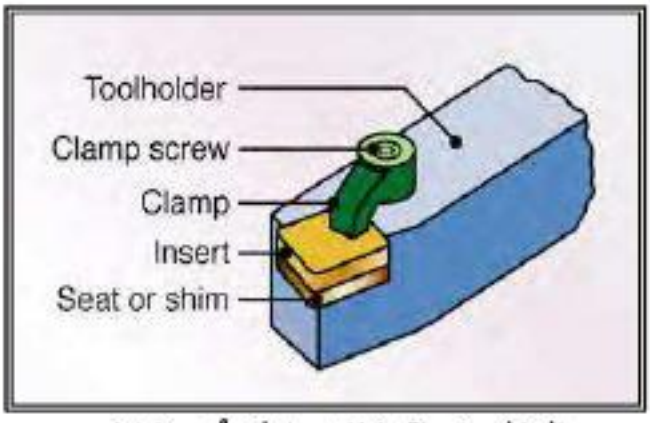
وهو الجزء الأساسي لماسك العُدة والغرض منه هو تقديم حافة القطع للشُغلة . يحتوي النصاب على فجوات نافذة ، أخاديد وقاطعات ، ويجب أن يزود الماسك بمسند ثابت لحافة القطع الكاربيدية . يُصنع النصاب من الفولاذ عالي الكاربون أو واطئ السبائك ويُعامل حرارياً لإعطاءه الخواص الميكانيكية والفيزيائية المناسبة .

2- **القاعدة (Seat)** .

معظم ماسكات العُدد تستعمل قاعدة كاربيدية كمسند للقمة . وتصنع القاعدة من كاربيدات التنكستن المسمنتة أو من الفولاذ ويجب أن تكون القاعدة مُسطحة بشكل تام وذلك لأن أي نتوء فيها سوف يسبب كسر اللقمة .

3- **مفتاح التثبيت أو القفل (Clamp or Locking Device)** .

العديد من أنظمة التثبيت والقفل طُورت لتثبيت اللقمة في ماسك العُدة . إن الوظيفة الأساسية لآلية التثبيت هي لمسك اللقمة بإحكام في موقعها . الشكل رقم (5- 11) يوضح ماسك عُدة ميكانيكي .



الشكل رقم (5-11) : ماسك عُدة ميكانيكي

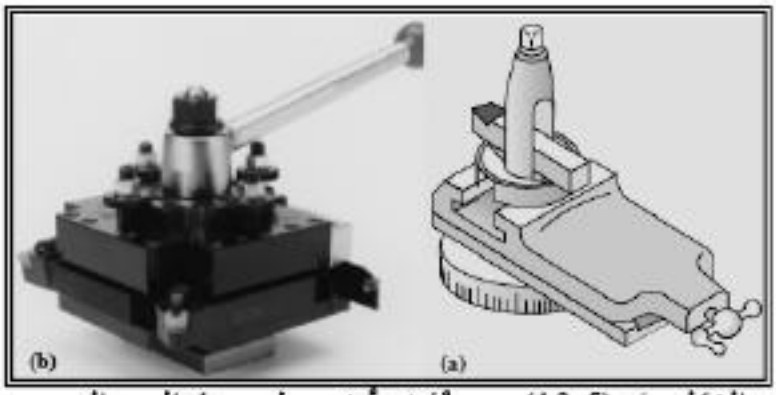
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

إختبار ذاتي (7): ما هو الفرق بين الماسكات البسيطة والميكانيكية

8.5 وسائل تثبيت عُدة القطع (Tool Holding Devices)

إن أبسط شكل لمثبت عُدة القطع موضح في الشكل رقم (5-12-a) ، وهو ملائم لتثبيت عُدة القطع مفردة الإتصال . يقع تحت العُدة مباشرة كتلة منحنية مستندة على سطح كروي مقعر ، وتعطي هذه الطريقة من الإسناد وسيلة سهلة لمبلان العُدة ، بحيث تكون زاويتها بالإرتفاع الصحيح لعملية التشغيل . ويتم وضع هذا المثبت على الراسمة الطولية .

الشكل رقم (5-12-b) يوضح مثبت عُدة يسمى البرج المربع وهو قادر على تثبيت أربعة عُدد قطع في آن واحد ، ويمكن أن توضع أي عُدة قطع في مكانها بواسطة فتح مسند العُدة بواسطة رافعة مجهزة تعمل على تدوير هذا المسند وبعدها يُعاد التثبيت بواسطة الرافعة نفسها .



الشكل رقم (5-12) :a - مُثبت عُدة بسيط b- البرج المربع

إختبار ذاتي (8): ما هو البرج المربع

9.5 ظروف القطع (Cutting Conditions)

بعد أن يتم إختيار الماكنة وعُدة القطع لإجراء عملية تشغيل معينة ، يجب أن تؤخذ ظروف القطع الرئيسية بنظر الإعتبار والتي تشمل :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1- سرعة القطع (Cutting Speed) .

2- عمق القطع (Cutting Depth) .

3- معدل التغذية (Feed Rate).

إن إختيار ظروف القطع هذه سوف يؤثر على إنتاجية عملية التشغيل بشكل عام ، وعلى عمر عُدة القطع ، الإنهاء السطحي والحرارة المتولدة وإستهلاك الطاقة بشكل خاص .

1.9.5 سرعة القطع (Cutting Speed)

تُشير سرعة القطع إلى سرعة السطح النسبية بين العُدة والشُغلة معبراً عنها بوحدات ($m\backslash min$)، ويمكن أن تتحرك الشُغلة أو العُدة أو كلاهما أثناء القطع . هناك عوامل عديدة تعتمد عليها سرعة القطع ويمكن إجمالها بالآتي :

1- نوع المعدن المراد قطعه .

2- معدن العُدة .

3- قابلية العُدة والشُغلة للتوصيل الحراري .

4- نوعية سطح الشُغلة المنتجة .

5- هندسة عُدة القطع .

6- سوائل القطع المستخدمة .

7- عمق القطع والتغذية .

8- نوع القطع (تخشين أو تنعيم) .

ويمكن أن تُحسب سرعة القطع من القانون التالي :

$$V_c = \frac{\pi DN}{1000} \qquad (1)$$

حيث :

V_c = سرعة القطع ($m\backslash min$) .

D = قطر الشُغلة (mm) .

N = دورة لكل دقيقة (rpm) .

2.9.5 عُمق القطع (Depth of Cut)

عمق القطع متعلق بعمق حافة عُدة القطع الذي تصل إليه أثناء تعشقها بالشُغلة . ويتم حساب عمق القطع بُعد خطي واحد لمساحة القطع . على سبيل المثال لإختزال القطر الخارجي لقطعة مُشغلة بمعدل ($0.5mm$) سوف يكون عمق القطع ($0.25mm$) . ويمكن حساب عمق القطع من القانون التالي :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$\Rightarrow \boxed{d_p = \frac{D_1 - D_2}{2}} \qquad (2)$$

حيث :

d_p = عمق القطع (mm) .

D_1 = قطر الشُّغلة الإبتدائي (mm) .

D_2 = قطر الشُّغلة النهائي (mm) .

3.9.5 التغذية ومعدل التغذية (*Feed and Feed Rate*)

يمكن تعريف التغذية على إنها كمية المادة المُزالة من الشُّغلة لكل دورة لها أو لكل سوط للعُدة مُقاسة بوحدات (mm/rev) . أما معدل التغذية فيعرف على إنه معدل الحركة الجانبية التي تتحركها عُدة القطع على طول الشُّغلة الدوارة مقاساً بوحدات (mm/min) . تملك التغذية ، السرعة ، وعمق القطع تأثيراً مباشراً على الإنتاجية ، عُمر العُدة ، ومتطلبات المكنة . لذلك يجب أن يتم إختيار هذه العناصر بكل عناية لكل عملية ، وسواء أكان المطلوب هو قطع خشن أو إنهاء سطحي سوف يملك تأثيراً كبيراً على ظروف القطع المختارة .

مثال

إحسب سرعة القطع التي يتم بها تشغيل قطعة من الفولاذ الطري ذات قطر $(100mm)$ وتدور بسرعة $(300rpm)$.

الحل //

$$V_c = \frac{\pi DN}{1000}$$

$$V_c = \frac{\pi \times 100 \times 300}{1000} \Rightarrow \boxed{V_c = 94.2m \setminus \min}$$

إختبار ذاتي (9): عرف سرعة القطع

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وبمكن حساب عمق القطع الكلي من المعادلة التالية :

$$d_{ptotal} = \frac{D_1}{2} - \frac{D_2}{2} \qquad (13)$$

حيث إن :

D_1 = قطر الشُّغلة قبل القطع (mm) .

D_2 = قطر الشُّغلة بعد القطع (mm) .

مثال1

إحسب زمن التشغيل اللازم لخراطة شُغلة من الفولاذ الطري من قطر أولي $(50mm)$ إلى قطر $(26mm)$ فإذا كان طول الشُّغلة $(100mm)$ وسرعة القطع $(25m/min)$ والتغذية $(2mm/rev)$ وعمق القطع $(2mm)$. أُفرض إن خلوص البداية والنهاية هو $(4mm)$.

الحل //

$$V_c = \frac{\pi DN}{1000}$$

$$25 = \frac{\pi \times 50 \times N}{1000} \Rightarrow \boxed{N = 159rpm}$$

$$d_{ptotal} = \frac{D_1}{2} - \frac{D_2}{2}$$

$$d_{ptotal} = \frac{50}{2} - \frac{26}{2} \Rightarrow \boxed{d_{ptotal} = 12}$$

$$I = \frac{d_{ptotal}}{d_p}$$

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

$$T_c = \frac{L + C}{f \times N} \times i$$

$$T_C = \frac{100 + 4}{2 \times 159} \times 6 \Rightarrow \boxed{T_C = 1.96\,\text{min}}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مثال2

شُغلة من الفولاذ واطئ الكاربون بطول ($85mm$) تم تشغيلها على ماكنة خراطة مركزية بعُدة قطع مصنوعة من فولاذ السرعات العالية(HSS) بعمق قطع ($2mm$) وتغذية ($0.2mm/rev$) وبعدد أسواط خراطة مقدارها (4) عند سرعة قطع ($30m/min$) . فإذا علمت إن قطر الشُغلة النهائي بعد التشغيل أصبح ($44mm$) ، إحسب زمن التشغيل لهذه الشُغلة .

الحل //

بما إن سوط القطع الواحد يقطع من المادة ($4mm$) وبعمق قطع قدره ($2mm$) ، إذاً خلال أربعة أسواط يتم قطع مادة قدرها ($16mm = 4 \times 4$) .

لذلك يكون القطر الإبتدائي للمادة قبل القطع = (القطر النهائي + $16mm$)

$$60mm = 16 + 44 \quad =$$

$$V_c = \frac{\pi DN}{1000}$$

$$30 = \frac{\pi \times 60 \times N}{1000} \quad \Longrightarrow \quad \boxed{N = 159.2rpm}$$

$$T_c = \frac{L + C}{f \times N} \times i$$

$$T_c = \frac{85 + 0}{0.2 \times 159.2} \times 4 \quad \Longrightarrow \quad \boxed{T_c = 10.7 \min}$$

مثال3

إحسب زمن التشغيل الحقيقي اللازم لتشغيل عمود من الفولاذ نوع (C40) طوله ($120mm$) وقطره ($50mm$) ليصبح بقطر ($42mm$) ، إذا علمت إن سرعة القطع في حالة قطع التخشين هي ($30m/min$) وبعدد دورات ($176rpm$) وعمق قطع ($2mm$) عند تغذية قدرها ($0.24mm/rev$) ، وفي حالة الإنهاء السطحي يكون سرعة القطع($60m/min$) وبسماحة إنهاء مقدارها($0.75mm$) وبعدد دورات (440 rpm) و تغذية($0.1\ mm/rev$) . أفرض إن مسافة الخلوص المضافة هي($2mm$) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الحل //

بما إن الخلم المراد إزالته = $4mm = \frac{42-50}{2}$

وسماحة الإنهاء = $0.75mm$

إذاً الخلم الممكن إزالته بالتخشين = $3.25mm = 0.75-4$

بما إن أعظم عمق قطع يمكن أخذه هو $(2mm)$ لذلك سوف يكون هنالك شوطين للقطع .

معدل عمق القطع = $46mm = \frac{42+50}{2}$

1- في حالة التخشين .

$$T_C = \frac{L+C}{f \times N} \times i$$

$$T_C = \frac{120+2}{0.24 \times 176} \times 2 \Longrightarrow \boxed{T_C = 5.776 \min}$$

2- في حالة الإنهاء .

$$T_C = \frac{120+2}{0.1 \times 440} \Longrightarrow \boxed{T_C = 2.77 \min}$$

$$T_{total} = T_{Rough} + T_{Finish}$$

$$T_{total} = 5.776 + 2.77 \Longrightarrow \boxed{T_{total} = 8.546 \min}$$

11.5 قدرة التشغيل (*Machining Power*)

إن القدرة اللازمة في الخراطة عند عمود الدوران تعتمد على سرعة القطع ، عمق القطع ، التغذية ، وصلادة مادة الشغلة وقابلية التشغيل . إضافة إلى ذلك تعتمد القدرة المتطلبة في الخراطة على قوة القطع لتكون دالة قدرة لمعدل التغذية (F) وعمق القطع (d_p) . ومن المعادلة أدناه يمكن حساب قوة القطع :

$$\boxed{F_c = k \times dp \times F} \qquad (14)$$

حيث :

F_c = قوة القطع .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

k = ثابت يعتمد على مادة الشُغلة وقيم هذا الثابت موضحة في الجدول رقم (5-1) .

dp = عمق القطع .

F = معدل التغذية .

عندها تكون القدرة تساوي :

$$P = F \times V \qquad (15)$$

وبجمع المعادلة (11) مع المعادلة (12) يكون :

$$Power(P) = k \times dp \times f \times V \qquad (16)$$

حيث :

P = القدرة (w) .

وهذه المعادلة تمثل معادلة القدرة اللازمة للخراطة .

الجدول رقم (5-1): قيم الثابت (k) لحساب القدرة اللازمة للخراطة

Material being Cut	*k (Nmm^{-2})*
Steel , 100-150BHN	1200
Steel , 150-200BHN	1600
Steel , 200-300BHN	2400
Steel , 300-400BHN	3000
Cast Iron	900
Brass	1250
Bronze	1750
Aluminum	700

مثال

إحسب القدرة اللازمة للخشن والإنهاء للجزء المُشغل في المثال رقم (3) مستخدماً المعلومات المتوفرة فيه . إذا علمت إن قيمة الثابت (k) للشُغلة هو ($1600Nmm^{-2}$) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الحل //

1- في حالة التخشين .

$$Power(P) = k \times d \times f \times V$$

$$P = \frac{1600 \times 30 \times 0.24 \times 2}{60} \Longrightarrow \boxed{P = 384w}$$

2- في حالة الإنهاء .

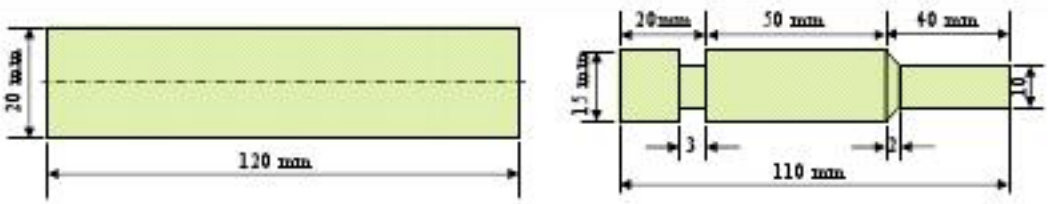
$$Power(P) = k \times d \times f \times V$$

$$P = \frac{1600 \times 60 \times 0.1 \times 0.75}{60} \Longrightarrow \boxed{P = 120w}$$

12.5 بطاقة التشغيل (*Operating Card*)

تمثل بطاقة التشغيل المسار الإنتاجي الذي يمر به المنتج خلال تصنيعه موضحاً في جدول يضم العمليات التي يتم إجراءها عليه . وتمتلك بطاقات التشغيل أهمية كبيرة في الصناعة حيث إنها تعتبر لغة التخاطب والتعبير بين المُصمم والمُنفذ ، إضافة إلى ذلك تعطي فهم كامل لأبعاد الأجزاء المصنعة مما يُقلل أخطاء التنفيذ وبالتالي تقليل كُلف إنتاجها إضافة إلى تقليل زمن الإنتاج ومعرفة عدد العمليات الواجب إجراءها على المُنتج . الشكل رقم (5-14) يوضح جزء ميكانيكي مصنع وبطاقة التشغيل الخاصة به والعمليات المنفذة عليه .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



(الجزء الميكانيكي بعد التشغيل) (الجزء الميكانيكي قبل التشغيل)

بطاقة التشغيل

مادة عُدة القطع	أداة القياس	سرعة القطع (m/min)	عمق القطع (mm)	التغذية (mm/rev)
$H.S.S$	قدمة بدقة قياس ($0.1\ mm$)	55 60 65	0.5 1 2	0.1 0.2

وصف للعمليات المنفذة على الجزء الميكانيكي

نوع العملية		التغذية (mm/rev)	عمق القطع (mm)	سرعة القطع (m/min)	أداة القياس	مادة عُدة القطع
خراطة طولية إلى قطر (15mm) وطول (110mm) بشوطين	تخشين	0.2	2	65	قدمة بدقة قياس ($0.1\ mm$)	هـ.أ.س السرعات العالية ($H.S.S$)
	إنهاء	0.1	0.5	60		
خراطة طولية إلى قطر (10mm) وطول (40mm) بشوطين	تخشين	0.2	2	55		
	إنهاء	0.1	0.5	55		
فتح مجرى بطول (3mm) وقطر (10mm) بثلاثة أشواط	تخشين	0.2	1	65		
	إنهاء	0.1	0.5	60		
قلب الشغلة وقطع الزائد منها وتسوية الوجه الثاني لها إلى الطول المطلوب بشوطين	تخشين	0.2	2	65		
	إنهاء	0.1	0.5	60		

الشكل رقم (5-14) : بطاقة التشغيل الخاصة بتصنيع جزء ميكانيكي ووصف للعمليات المنفذة

إختبار ذاتي (10): ما هي أهمية بطاقة التشغيل

ملاحظة :

يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة التعليمية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الإختبار البعدي

ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- إن الغرض من النصاب في عُدة القطع هو :
أ- مسك اللقمة بإحكام في موقعها .
ب- تقديم حافة القطع للشُغلة .
ج- مسند للقمة .
د- تثبيت اللقمة على القاعدة .

2- تعمل زاوية حافة القطع النهائية على :
أ- تعيين سمك و عرض الجزء المزال .
ب- تقليل الإحتكاك بين حافة القطع والشُغلة .
ج- تسهيل دخول العُدة في المعدن وتقليل تشوه الجزء المنزوع .
د- تقليل الإحتكاك بين السطح الخلفي المساعد للعُدة وسطح الشُغلة المعرض للتشغيل .

3- تستخدم طريقة التثبيت في الأطواق عندما تكون هناك حاجة :
أ- لدقة تثبيت عالية .
ب- لتثبيت الأجزاء المربعة أو المستطيلة .
ج- لعمل المسلوبات الطويلة .
د- لتثبيت الأجزاء الإسطوانية القصيرة .

4- يستخدم الغراب المتحرك في عملية :
أ- تحديد عمق القطع .
ب- تثبيت العُدة .
ج- تمركز الشُغلة وأيضاً يتم تزويده بعُدد تشغيل مثل المثقب للقيام بعمليات الثقب .
د- التسوية وتثبيت عمق القطع .

5- التغذية السائدة في التشكيل الجانبي هي :
أ- القطرية .
ب- القطرية والمحورية .
ج- المحورية .
د- العرضية .

6- يسمى الجزء الذي ينساب عليه الرايش بـ :
أ- النصاب .
ب- نصف قطر المقدمة .
ج- مثبت العُدة .
د- وجه العُدة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7- يمثل الرمز (g) في قانون زمن صناعة الأسنان :
أ- عدد أبواب السن المراد إنتاجه .
ب- عدد أشواط القطع للسن .
ج- عدد الدورات المنجزة على السن .
د- طول السن المراد إنتاجه .

8- إن معدل التغذية هو :
أ- سرعة السطح النسبية بين العُدة والشُغلة .
ب- كمية المادة المُزالة من الشُغلة لكل دورة لها أو لكل شوط للعُدة .
ج- التقدم المحوري للعُدة على طول الشُغلة لكل دورة للشُغلة .
د- المسافة التي تتغلغلها العُدة داخل الشُغلة .

9- تحل الأبراج السداسية في المخرطة البرجية محل :
أ- الراسمة العرضية .
ب- الغراب المتحرك .
ج- مثبت العُدة .
د- السرج .

10- يستخدم الثقب لإنتاج :
أ- سطح خشن مهشر بشكل عرضي على سطح الشُغلة .
ب- زاوية على السطح النهائي للشُغلة .
ج- ثقب داخل الشُغلة .
د- أسنان داخلية وخارجية .

ملاحظة :

1- لكل سؤال درجة واحدة .

2- يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة النمطية، ففي حالة حصولك على درجة (9) فأكثر فتكون غير محتاج لدراسة هذه الوحدة وإذهب لدراسة الوحدة التالية . أما في حالة حصولك على درجة أقل من (9) فستكون بحاجة لدراسة هذه الوحدة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مفاتيح الإجابة على الإختبارات

الإختبار القبلي		الإختبارات الذاتية	الإختبار البعدي	
رقم السؤال	الإجابة الصحيحة		رقم السؤال	الإجابة الصحيحة
1	ب	1- الخراطة هي عملية قطع المعدن والتي تستخدم لتوليد سطوح إسطوانية بواسطة ماكنة تسمى المخرطة (*Lathe*) ، وعادة تكون الشُغلة هي التي تدور على عمود الدوران وعُدة القطع تُغذى داخلها أما محورياً أو قطرياً أو كلا الطريقتين بشكل متزامن لإعطاء السطح المطلوب .	1	ب
2	د	2- الخراب الثابت ، الخراب المتحرك ، العربة ، الراسمة العرضية ، الراسمة الطولية ، منبت العُدة ، الفرش ، السكك .	2	د
3	أ	3- مخرطة الأتمتة ، المخرطة الرجية ، مخرطة الورشة ، مخارط الغرض الخاص .	3	أ
4	ج	4- يتم تثبيت أداة القطع على الخراب المتحرك ويستخدم لإنتاج الثقوب بواسطة تغذية المثقب داخل الشُغلة الدوارة على طول محورها .	4	ج
5	أ	5- وهي عبارة عن وصلات أنابيب فولاذية رفيعة مثقوبة في نهاية قطع طولية ، وتستخدم هذه الطريقة عندما تكون هنالك حاجة لدفة تثبيت عالية . عندما يتم سحب الطوق داخل عمود الدوران بواسطة قضيب السحب فإن قطع الطوق سوف تُضغط مسببة الإمساك بالشُغلة .	5	ب
6	ج	6- هذه الزاوية دوراً هاماً في عملية تشكيل الرايش إذ بزيادتها يسهُل دخول العُدة في المعدن وبقل تشوه الجزء المنزوع ويتحسن إنسياب الرايش وتقل قوة القطع ومقدار إستهلاك القدرة وتزداد جودة السطح المشغل . أما عند زيادة هذه الزاوية يؤدي إلى إضعاف حافة القطع والتقليل من متانتها وزيادة بلى العُدة .	6	د
7	أ	7- في الماسكات العُدة البسيطة تكون العُدة مثبتة بالماسك بشكل مباشر بواسطة اللحام . أما في الماسكات العُدة وتكون عُدة القطع والمسماة باللقمة قابلة للإستبدال .	7	أ
8	ب	8- وهو منبت عُدد في المخرطة ويكون قادراً على تثبيت أربعة عُدد قطع في آن واحد ، ويمكن أن توضع أي عُدة قطع في مكانها بواسطة فتح مسند العُدة بواسطة رافعة مجهزة تعمل على تدوير هذا المسند وبعدها يُعاد التثبيت بواسطة الرافعة نفسها .	8	ج
9	د	9- تُشير سرعة القطع إلى سرعة السطح النسبية بين العُدة والشُغلة معبراً عنها بوحدات (*m/min*)، ويمكن أن تتحرك الشُغلة أو العُدة أو كلاهما أثناء القطع .	9	ب
10	ب	10- تعتبر لغة التخاطب والتعبير بين المصمم والمنفذ ، إضافة إلى ذلك تعطي فهم كامل لأبعاد الأجزاء المصنعة مما يُقلل أخطاء التنفيذ وبالتالي تقليل كُلف إنتاجها إضافة إلى تقليل زمن الإنتاج ومعرفة عدد العمليات الواجب إجراءها على المُنتج .	10	أ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المصادر :

1- E.P.DeGarmo, J.T. Black, and R.A. kohser " *Materials and processes in Manufacturing* " , Eighth Edition , john Wiley & Sons , 1999 .

2- P N Rao " *Manufacturing Technology Metal Cutting and Machine Tool* " , Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited , New Delhi . Ninth Reprint , 2004 .

3- Lawrence E. Doyle, Carl A. keyser, James L.Leach, George F. Schrader, and Morse B. Singer " *Manufacturing processes and Materials for Engineering* " , Third Edition, prentice - Hall, Inc. 1985 .

4- George Schneider Jr " *Cutting Tool Applications* " , Manufacturing Center , 2001 .

5- Sherif D.Elwakil " *Processes and Design Manufacturing* " , Second Edition , PWS Publishing Company , 1998 .

6- المهندس صباح عبد الصمد البجاري ، المهندس سلمي البجاري" هندسة الإنتاج " ، مؤسسة المعاهد الفنية ، 1987 .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

عرض الوحدة النمطية

1.12 المقـــدمـــة (Introduction)

يمكن تعريف التحكم الرقمي (NC) لماكنة التشغيل على إنها طريقة للأتمتة والتي يسيطر فيها على وظائف الماكنة المتعددة بواسطة الحروف ، الأرقام ، والرموز وتُدار هذه الماكنات بواسطة برنامج يُغذى فيها وهذا البرنامج يتضمن التعليمات الدقيقة حول منهجية التصنيع بالإضافة إلى بقية الحركات، وعلى سبيل المثال ما هي العُدة التي تستخدم ، ما هي السرعة والتغذية ، والحركة من أية نقطة إلى أُخرى وفي أي مسار ، حيث يتم إعطاء كل هذه التعليمات في البرنامج . إن وظائف التحكم الرقمي يسيطر عليها إلكترونياً ، هيدروليكياً ، أو بالهواء المضغوط ، ويمكن أن تكون واحدة أو أكثر من الوظائف التالية ذاتية الحركة في ماكنات (NC) :

1- تشغيل وإيقاف عمود دوران الماكنة .
2- السيطرة على سرعة عمود الدوران .
3- تحديد موضع طرف العُدة عند المواقع المرغوبة وتوجيهها على طول المسارات المرغوب بها بواسطة السيطرة الذاتية على منزلقات الحركة .
4- السيطرة على معدل حركة طرف العُدة (معدل التغذية) .
5- تغيير العُدد في عمود الدوران .

إن التطبيقات الرئيسية للتحكم الرقمي هي في ماكنات قطع المعادن مثل ماكنات التفريز ، المخارط ، ماكنات التجليخ ، وماكنات توليد التروس . إلى جانب ذلك ، يستخدم التحكم الرقمي برامج السيطرة لعدد من ماكنات تشكيل المعادن مثل المثقب،ماكنات القطع باللّهب ، ثني الأنابيب ، وماكنات فص ولف الصفائح ، وأخيراً يمكن أن تكون الروبوتات (Robots) بشكل أساسي وحدات معالجة المادة ولكن أساسيات السيطرة تكون قريبة جداً للتحكم الرقمي. إن ماكنات التحكم الرقمي تلائم الأعمال الآتية :

1- الأجزاء التي تمتلك منحنيات كنتورية معقدة والتي لا يمكن تصنيعها بالطرق التقليدية .
2- الأعمال التي تتطلب دقة وتكرارية عاليتين جداً .
3- كمية الإنتاج الصغيرة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4.12 التطور التأريخي لتقنية التحكم الرقمي

لقد تم أول تطوير لتقنية التحكم الرقمي في الفترة ما بين العام 1948 و 1952 في معهد ماسوشوست للتقنية (*MIT*) بالتعاون مع شركة جون بارسونس للطائرات في مدينة مبشيغان بالولايات المتحدة الأمريكية . وترجع فكرة التحكم الرقمي في ذلك الوقت إلى ظهور حاجة ماسة لإنتاج قطع غاية في الدقة لأشكال هندسية معقدة تُشكل أجزاءاً من الطائرات الحربية وعلى وجه الخصوص مراوح للطائرات العمودية .

ونسبة لتعقيد هذه الأشكال فقد إقتضى ذلك إستغراق وقت طويل للتأكد من صحة العلاقة من حيث الموقع بين عُدة القطع والشُغلة وذلك قبل الشروع في عمليات التشغيل . وقد أدى ذلك إلى إطالة الزمن المطلوب لإكمال عمليات التصنيع وبالتالي زيادة التكلفة . ومن ثم فقد نشأت فكرة التحكم الرقمي لتحقيق الأهداف التالية :

1- زيادة الإنتاج .

2- تحسين جودة ودقة القطع المُشغلة .

3- تحقيق الإستقرار في تكاليف الإنتاج .

4- إمكانية تصنيع القطع المعقدة التي قد يستحيل تصنيعها بإستخدام الماكنات التقليدية .

وتم في عام 1952 تصنيع أول ماكنة للتحكم الرقمي وكانت ذات ثلاثة محاور وتعمل بواسطة شريط مُثقب . وفي العام 1954 تم الإعلان رسمياً عن تطبيق تقنية التحكم الرقمي وبعدها بثلاث سنوات تم أول إنتاج لهذه الماكنات وتركيبها لتكون جاهزة للإستخدام . وبحلول عام 1960 كانت تقنية التحكم الرقمي قد لاقت قبولاً واسعاً وأصبح بمقدور الجهات الراغبة في إستخدامها الحصول عليها دون عوائق .

5.12 أنواع أنظمة التحكم الرقمي

هنالك ثلاثة أنواع رئيسية من أنظمة التحكم الرقمي المستخدمة اليوم في عمليات التشغيل المختلفة وهذه الأنواع هي :

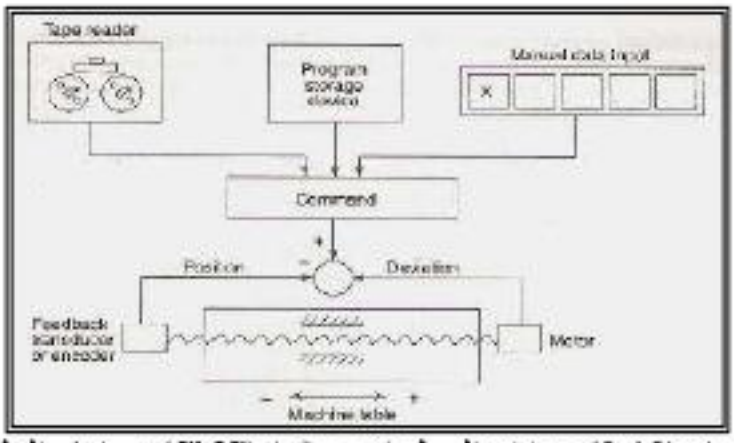
أولاً- التحكم الرقمي (Numerical Control-NC) .

وهو صورة من صور الأتمتة القابلة للبرمجة حيث يتم التحكم في معدات التصنيع بواسطة برنامج خاص بالقطعة المراد إنتاجها ، ويكون البرنامج بشكل أرقام وحروف ورموز ويُحفظ على هيئة شريط مُثقب يتم قراءته بواسطة جهاز التحكم في الماكنة . عندما تتغير القطعة المراد تصنيعها يتغير البرنامج أيضاً ،

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ثانياً- التحكم الرقمي بالحاسوب (Computer Numerical Control-CNC) .

وهو عبارة عن نظام تحكم رقمي يستخدم فيه الحاسوب ، الذي تُخزن فيه البرامج التي تتحكم في الماكنة ، ويمكن برمجة ماكنة التحكم الرقمي مباشرة بإستخدام لوحة مفاتيح الحاسوب أو بواسطة شريط مثقب يقوم الحاسوب بقراءته كما إن بعض ماكنات (*CNC*) يستطيع فيها الحاسوب بالإضافة إلى ما تم ذكره قراءة البرامج المسجلة على إسطوانات . يعمل نظام السيطرة على حركة المحور في حلقة تغذية خلفية مع محولات مناسبة مثل المقاسات الخطية و/أو المرمزات الدوارة للحصول على الموقع أو سرعة التغذية الخلفية المناسبين ، وكما موضح في الشكل رقم (12-2) .



الشكل رقم (12-2) : بيانات المعالجة في ماكنة (CNC) في تحكم الحلقة المغلقة

لا تنتج ماكنات (*CNC*) بالضرورة منتجات أكثر دقة من ماكنات (*NC*) ولكنها فقط أسرع في التشغيل نتيجة لسرعة إنتقال تجميعة البرنامج إلى وحدة التحكم . هنالك صفات عديدة يتميز بها نظام (*CNC*) على نظام (*NC*) وهي كالآتي :

1- يمكن إدخال البرامج مباشرة من على الماكنة وحفظها في ذاكرة الحاسوب الملحق بالماكنة .

2- سهولة تصحيح ومراجعة البرنامج وبالتالي التوفير في زمن تصميم البرنامج المطلوب لتصنيع المشغولات .

3- التخفيض في كمية المعلومات اللازم إدخالها في برنامج التصنيع ، وكذلك السرعة في تنفيذ البرنامج .

هنالك أسباب عديدة أدت إلى الإنتشار الواسع لإستخدام ماكنات (*CNC*) في الصناعة ، حيث هيأ ظهور هذه الماكنات وسيلة لتخفيض كلفة الإنتاج للصناعات التي تتميز بحجم إنتاج منخفض مثل صناعة القطع المساعدة في صناعة الطائرات وقطع الدوائر الهيدرولية وصناعة ماكنات العُدد نفسها ، ففي كل هذه الصناعات التي ذكرناها وغيرها من الصناعات ذات المتطلبات الشبيهة ، نجد إنه من الضروري أن يكون المنتج عالي الجودة ومضمون عند إستعماله . لذلك فعند إستعمال ماكنات (*CNC*) في مثل هذه المجالات التي تم ذكرها يمكن أن يحقق المزايا التالية :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1- تقليل الوقت الضائع بدون إنتاج فعلي للماكنة .

2- إستخدام مثبتات (*Fixtures*) أكثر بساطة من تلك المستخدمة في الماكنات التقليدية .

3- تحقيق نظام إنتاج أكثر مرونة للتغيرات في جداول الإنتاج .

4- السهولة في تقبل أي تغييرات في تصميم القطع المنتجة لأن ذلك يحتاج فقط إلى تغيير في البرنامج السابق للقطع .

5- زيادة دقة التصنيع والتقليل من الأخطاء التي يقع فيها العاملون .

ولكن إلى جانب هذه المزايا لماكنات(*CNC*) فإن هنالك بعض المحددات التي يجب الإنتباه لها عند إستخدام مثل هكذا ماكنات وهي :

1- إرتفاع كلفة تشغيل الماكنات .

2- إرتفاع التكلفة الإبتدائية لماكنات (*CNC*) .

3- إجراء تدريب جديد للعاملين على كل المستويات لإستيعاب نظام (*CNC*) ومتطلباته من برمجة وتشغيل وصيانة .

4- زيادة الصيانة الكهربائية وتنوعها داخل المصنع .

ثالثاً- التحكم الرقمي المباشر (Direct Numerical Control-DNC) .

وهو عبارة عن نظام تصنيع يقوم فيه حاسوب واحد بالتحكم في عدة ماكنات تحكم رقمي بصورة مباشرة وحية ، حيث ينتقل برنامج القطعة المراد إنتاجها من ذاكرة الحاسوب مباشرة إلى ماكنة التحكم الرقمي .

هنالك نوعان من التحكم الرقمي المباشر هما :

1- الكلفة الأقل (Minimum Cost) .

في هذا النظام تكون الإمكانيات المزودة بها كل ماكنة هي أقل المتطلبات منها بحيث يمكن تنفيذ كل عملية تشغيل . وهنالك مشكلة مع هذا النظام وهي إنه يمكن حدوث تأخير في توصيل الحاسوب للتفاصيل إلى الماكنة بينما هي تقوم بتنفيذ شُغلة سابقة . ومن مميزاته إن هنالك نقطة واحدة للتحكم .

2- أقصى مرونة (Maximum Flexibility) .

في هذا النظام يكون لكل ماكنة الحاسوب الخاص بها ويقوم الحاسوب الرئيسي بتوصيل البرنامج الكامل للشُغلة ، ولا يتدخل الحاسوب الرئيسي مباشرة عند تشغيل القطعة على الماكنة . والميزة الكبيرة لهذا النظام إنه يمكن بسهولة نسبية توصيل ماكنات العدد والمصانع الأُخرى ، ويمكن إستخدام كل ماكنة على بعيداً عن الحاسوب الرئيسي .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

على الرغم من إن ماكنات(*CNC*) و ماكنات(*DNC*) تستخدم الحاسوب في عملها إلا إنه يجب ملاحظة الفروق التالية فيما بينها :

1- الحاسوب في(*CNC*) يتحكم في ماكنة واحدة ، في حين إنه يسيطر على عدد كبير من الماكنات في نظام (*DNC*) .

2- الحاسوب في نظام (*DNC*) يكون بعيداً عن الماكنات ولكنه يوجد مباشرة مع نظام(*CNC*) .

3- الحاسوب في نظام (*DNC*) ليس هدفه الوحيد التحكم في الماكنات التي تعمل معه بل هو يمثل جزء من نظام توفير المعلومات لإدارة المصنع ، أما بالنسبة لنظام(*CNC*) فالحاسوب يقتصر عمله على ماكنة واحدة فقط .

4- نظراً لمشاكل التنسيق التي ترافق نظام (*DNC*) فإنه لا يكون مجدياً من الناحية الإقتصادية إلا في حالة الشركات الكبرى .

إختبار ذاتي (4): ما هي أنواع التحكم الرقمي

6.12 أنواع أنظمة التحكم في ماكنات التحكم الرقمي

يمتلك معظم أنظمة التحكم إستجابة عالية جداً مع إنجاز جيد للثمر بحوالي ($1\mu m$) أو أقل . و تمتلك مفاتيح التحكم عدد من الأساليب التي يمكن تشغيلها من خلالها ، و هنالك أربعة أساليب أو أنظمة والتي من خلالها يمكن للمراقب أن يعمل في علاقة مع مركز التشغيل وكما موضح في الشكل رقم (12-3) ، و هذه الأساليب (الأنظمة) هي :

1- **إسلوب نقطة - إلى- نقطة** .

في هذا الإسلوب يمتلك نظام التحكم القدرة على العمل في ثلاثة محاور ، ولكن ليس بالضرورة بشكل متزامن . وكنتيجة لهذا يمكن تحريك العُدة إلى أي نقطة (في محاور x , y) في السرعة الأكبر الممكنة ونقل عملية التشغيل في محور واحد (المحور z) عند تلك النقطة . هذا الشيء سوف يكون مفيد لماكنات الثقب والتخريم . (إنظر الشكل رقم (12-3-a)) . يسمى هذا النوع من الماكنات بماكنات التحكم الموضعي .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2- **إسلوب نقطة- إلى- نقطة في خط مستقيم** .

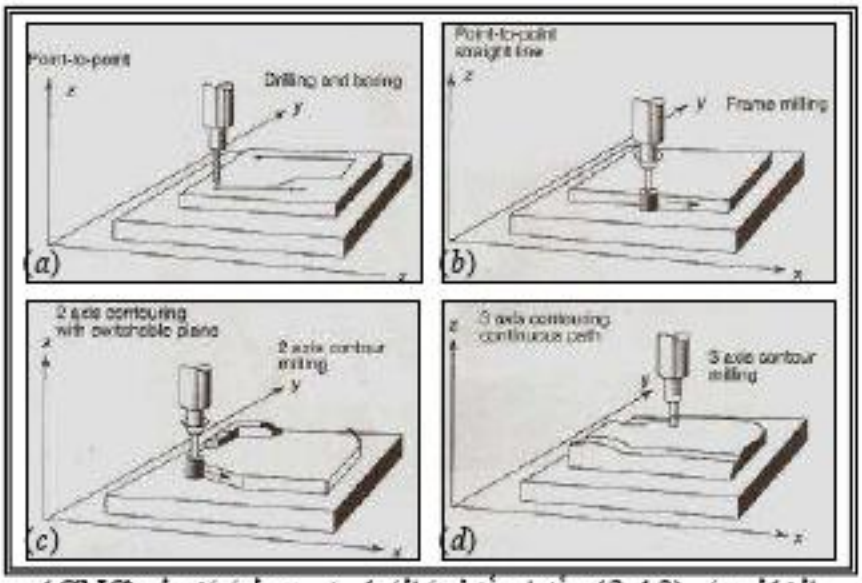
هو تحسين لإسلوب نقطة إلى نقطة ، حيث تكون الماكنة قادرة لنقل الحركة المستمرة في كل إتجاه للمحور . هذا الشيء سوف يساعد في الحصول على التفريز في خط مستقيم على طول أي محور وكما موضح في الشكل رقم (12-3-*b*) . تسمى الماكنات هنا بماكنات التحكم في المسار الخطي .

3- **إسلوب المحوران الكنتوريان مع مستوي قابل للتحويل** .

وهو تطوير للنظام السابق حيث يتم في هذا النظام إضافة قدرة حركة تلقائية في أي محورين وكما موضح في الشكل رقم (12-3-*c*) ، وهذا ما يُحتاج إليه في معظم الحالات .

4- **إسلوب المحاور الثلاثة الكنتورية ذات المسار المستمر** .

ويعتبر الإسلوب الأعلى للتحكم والذي يوجد عموماً في معظم أنظمة التحكم المستخدمة اليوم . يعطي هذا الإسلوب القدرة على الحركة التلقائية في ثلاثة محاور أو أكثر ، وهذا سوف يفيد في تشغيل معظم المقاطع الثلاثية الأبعاد المعقدة والتي تصادف في الممارسات الصناعية مثل المركبات ، الطائرات ، والقوالب . (إنظر الشكل رقم (12-3-*d*)) .



الشكل رقم (12-3) : أنواع أنظمة التحكم في عملية تشغيل (*CNC*)

إختبار ذاتي (5): ما هو إسلوب نقطة إلى نقطة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المائل هي في كونها وسيلة للسيطرة على الرايش ، حيث كما ذكرنا يكون الرايش بشكل نابض حلزوني.

لقد وضح ستابلر بأن ($\beta = \theta$) كتقريب أول . ويمكن التوضيح بأنه تحت هذه الظروف يكون :

$$\sin\gamma_e = \sin^2\theta + \cos^2\theta \sin\gamma_n \qquad (7)$$

وتكون زاوية الجرف الفعالة أكبر دائماً من زاوية الجرف الإسمية (*Nominal Rake Angle*) .

إختبار ذاتي (7): عدد أنواع عمليات القطع

8.4 أنـــواع الرايـــش (*Types of Chips*)

إن عملية قطع المعدن تنتج شظايا متطايرة تدعى بالرايش ويقسم الرايش الناتج من عمليات القطع إلى ثلاث أنواع رئيسية هي :

1- الرايش غير المستمر أو المتشظي (Discontinuous or Segmented) .

ينتج الرايش غير المستمر أو المتشظي عند قطع المعادن الهشة (*Brittle Metals*) مثل حديد الزهر والبرونز الصلد أو عندما يتم قطع معادن مطيلية تحت ظروف قطع رديئة . ويكون الرايش غير المستمر على أنواع هي :

1- الرايش المتفتت .

2- الرايش المتقطع .

3- الرايش الدقيق .

يحصل الرايش غير المستمر نتيجة لسرعة القطع المنخفضة وزاوية الجرف الصغيرة . الشكل رقم (4-8-*a*) يوضح هذا النوع من الرايش .

2- الرايش المستمر (Continuous Chip).

ينتج الرايش المستمر عندما لا تُعاق جريان المعدن الأقرب إلى وجه العُدة بواسطة حافة القطع الناشئ أو الإحتكاك عند السطح البيني للعُدة . ينتج الرايش المستمر في المعادن المطيلية حيث تكون سرعة القطع عالية إضافة إلى إن زاوية الجرف تكون كبيرة . يكون هذا النوع من الرايش بشكل شريط مستمر ويعتبر

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مثالي لفعل القطع الفعال ، هذا النوع من الرايش موضح في الشكل رقم (4-8-*b*) . يكون الرايش المستمر على أنواع هي :

1- الرايش المستقيم (Straight Chip) .

الرايش المستقيم هو الأكثر إز عاجاً من بين أنواع الرايش حيث هذا النوع من الرايش يلتف على عُدة القطع والشُغلة وأداة التثبيت . هذا النوع من الرايش يتكون في المواد المطيلية مثل الفولاذ واطئ الكاربون والألمنيوم ، ولإزالة هذا الرايش يتم إجراء الآتي :

1- زيادة معدل التغذية .
2- تقليل زاوية المقدمة .
3- زيادة سرعة القطع .
4- إستخدام عُدة قطع ذات زاوية جرف سالبة .
5- إستخدام لقمة حاوية على كسارة رايش .
6- إستخدام سوائل التبريد .

2- الرايش المتشابك (Snarling Chip) .

وهو رايش مستمر يشبه تقريباً الرايش المستقيم ، ويتكون بنفس الظروف التي يتكون فيها الرايش المستقيم ويولد نفس المشاكل إلا إنه يكون ملتوي الشكل أو متشابك . يتم إستخدام نفس وسائل إزالة الرايش المستقيم للتخلص من هذا النوع من الرايش .

3- الرايش الحلزوني (Helix Chip) .

ويكون بشكل نابض حلزوني غير منتهي . إن المشاكل التي تتولد من هذا النوع من الرايش تشابه تلك المتولدة في حالة الرايش المستقيم . يتكون الرايش الحلزوني في المواد المطيلية اللاحديدية . يحصل هذا النوع من الرايش غالباً عندما يستخدم قطع خفيف مع عُدد جرف موجب ، وللتخلص منه نتبع الآتي :

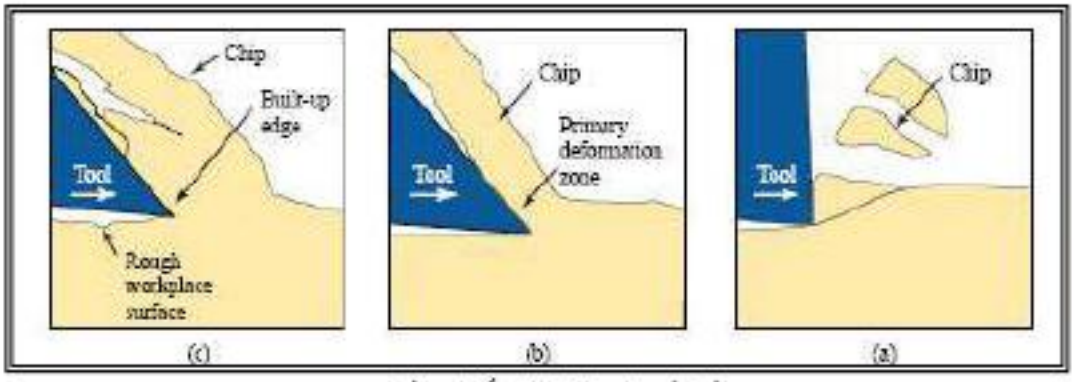
1- إستخدام لقمة تشغيل تحتوي على كسارة رايش ملتوية .
2- زيادة التغذية أو سرعة القطع .

3- الرايش المستمر مع حافة القطع الناشئ (Continuous Chip with BUE).

يتكون هذا النوع من الرايش عندما يُضغط المعدن الواقع أمام العُدة حيث يبدأ الرايش بالإنسياب على طول السطح البيني للعُدة - الرايش ، ونتيجة للحرارة والضغط العاليين والناتجين من عملية القطع إضافة إلى المقاومة العالية للإحتكاك ضد جريان الرايش ، تبدأ قطع صغيرة من المعدن بالإلتصاق على حافة عُدة القطع .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

يبدأ الحافة الناشئة بالتراكم حتى تنفصل عن العُدة مما يسبب تثلم السطح المُشغل منتجة سطح رديء الإنهاء السطحي . ينتج هذا النوع من الرايش في المعادن المطيلية عندما تكون التغذية كبيرة وزاوية الجرف صغيرة ويحدث إنخفاض في سرعة القطع ، وأيضاً تكون حافة القطع متلومة . الشكل رقم (4-8-c) يوضح هذا النوع من الرايش .



الشكل رقم (4-8) : أنواع الرايش

إختبار ذاتي (8): ما هي أنواع الرايش غير المستمر

9.4 سوائل التبريد (*Cooling Liquids*)

إن عمليات القطع بمختلف أنواعها يصاحبها إرتفاع كبير في درجة الحرارة التي تتولد من مصدرين أساسيين هما :

1- الحرارة المتولدة من إحتكاك الرايش بسطح الحد القاطع الأمامي والخلفي لعُدة القطع .

2- الحرارة المتولدة من عملية القطع التي تحدث على سطح الشُغلة .

وهذا الإرتفاع في درجة الحرارة يتوزع على كل من عُدة القطع و الشُغلة و الرايش الناتج من عملية القطع . ولهذا السبب يتم إستخدام سوائل التبريد من أجل تقليل الإحتكاك بين عُدة القطع و الشُغلة و بين عُدة القطع و الرايش ، والذي بدوره يقلل القدرة اللازمة للقطع كذلك تعمل سوائل التبريد على تصريف ونقل كمية كبيرة من الحرارة المتولدة في عملية القطع .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1.9.4 فوائد سوائل التبريد (Cooling Liquids Benefit)

ويمكن إجمال فوائد سوائل التبريد بالنقاط التالية :

1- ترفع كفاءة القطع وتُطيل عمر الحد القاطع .
2- تقلل القدرة اللازمة للقطع بنسبة تتراوح من (10 % - 15 %) .
3- تمنع تمدد الشُغلة مما يُحسن الدقة في القياس وإنتاج سطوح ذات جودة عالية .
4- تمنع تلوث الشُغلة الذي ينتج من حرارة إحتكاك القطع .
5- تمنع تكون الأدخنة وكذلك الضباب الذي يتصاعد من عملية القطع .
6- تعمل على إزالة الرايش من منطقة القطع .
7- تمنع إلتحام الرايش بالحد القاطع لعُدة القطع .
8- تمنع صدأ وبلى عُدة القطع والشُغلة . ويوجد إستثناءات لهذه الحالة .

إختبار ذاتي (9): لماذا يتم إستخدام سوائل التبريد

2.9.4 خواص سوائل التبريد (Properties of Cooling Liquids)

لكي تعمل سوائل التبريد بصورة صحيحة وتؤدي الغرض الذي تُضاف لأجله فيجب أن تتوفر فيها الخواص التالية :

1- يجب أن تكون صالحة كيميائياً فلا تتفاعل مع معدن الشُغلة أو معدن عُدة القطع أو مع أجزاء الماكنة المختلفة .
2- يجب أن لا تساعد على تكون الصدأ .
3- لا تتبخر بسرعة ولا تكون ضارة بصحة العاملين باللمس أو الرائحة أي لا تكون سامة .
4- يجب أن تكون لها خواص تبريد عالية ، أي تكون جيدة الحمل للحرارة مع قابلية إبتلال سطح الشُغلة وذلك ليتم التلامس بينها وبين الشُغلة بصورة جيدة وبالتالي تسهل عملية إنتقال الحرارة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5- يجب أن تكون لها خواص تزييت عالية .

6- يجب أن تكون لزوجتها مناسبة حتى تناسب عملية التشغيل وتسهل إنزلاق الرايش .

7- تكون قابلة للخزن لفترة طويلة دون أن تتلف بالتأكسد أو التجمد فتفقد خواصها .

8- يجب أن تكون رخيصة الثمن ويمكن إعادة إستخدامها مرات عديدة بعد ترشيحها حتى تصبح العملية إقتصادية .

9- يجب أن تكون درجة إشتعالها عالية .

10- لا تزغو بسهولة لأن الزغوة تؤدي إلى إرتفاع درجة الحرارة .

3.9.4 أنواع سوائل التبريد (*Types of Cooling Liquids*)

تقسم سوائل التبريد حسب حالتها إلى نوعين أساسيين هما :

أولاً- الأنواع الغازية (Gas Type) .

هذا النوع قليل الإستخدام لأنه لا يحمل صفة التزييت وتوصيله الحراري ضئيل و مثال عليه الهواء ، الآركون ، وأكاسيد الكاربون (CO_2 , CO) ..

ثانياً – الأنواع السائلة (Liquid Type) .

وهذا النوع يكون واسع الإستخدام في الصناعة بسبب خواص التزييت والتبريد التي يمتلكها . وتقسم الأنواع السائلة إلى عدد من المجاميع هي :

1- الماء . وهو مزيج من الماء الطبيعي وبعض الأملاح (أكاسيد الصوديوم) ، ويتميز برخصه وتوصيله الحراري الجيد ومن مساوءه إنه يولد الصدأ على السطح المُشغل .

2- الزيوت . وتقسم إلى :

a- الزيوت الطبيعية . يمتاز هذا النوع بلزوجته المنخفضة وخصائص ترطيب سريعة ولكنه يتطاير داخل المعدن بمعدل عالي مما يسبب تغير في خواص المعدن المُشغل . تستخدم الزيوت الطبيعية مع المعادن اللاحديدية .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

b- الزيوت الدهنية . إستخداماته محدودة وقليلة بسبب كلفته العالية وقابليته على التعفن السريع . يستخدم في التطبيقات الثقيلة .

c- الزيوت الطبيعية – الدهنية . وهي مزيج من الزيوت الطبيعية والزيوت الدهنية ، ومن مميزاته إنه ذو كلفة قليلة نسبياً بالمقارنة مع الزيت الدهني ،ويعمل على تحسين الإنجاز السطحي للمعادن اللاحديدية وكذلك للفولاذ ولا توجد أي تأثيرات على خواص المعدن المُشغل وبمثلك خواص تزييت عالية .

3- الماء المستحلب . وهو مزيج من الزيوت سواء كانت طبيعية أو دهنية مع الماء . يمثلك هذا النوع من سوائل التبريد خصائص تبريد عالية وهو شائع الإستعمال في معظم عمليات القطع بسبب كلفته المنخفضة .

إختبار ذاتي (10): ما هو الماء المستحلب

ملاحظة :

يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة المطبعة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الإختبار البعدي

ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- تسمى الزاوية التي يحصل عندها القص :
أ- زاوية الجرف .
ب- زاوية القص .
ج- زاوية الخلوص .
د- زاوية الموشور .

2- إن الصلاحية الكيميائية لسوائل التبريد تعني :
أ- أن لا تكون ضارة بصحة العاملين باللمس أو الرائحة أي لا تكون سامة.
ب- أن لا تساعد على تكون الصدأ .
ج- أن تمنع تلوث السَّغلة الذي ينتج من حرارة إحتكاك القطع .
د- عدم تفاعلها مع معدن السَّغلة أو معدن عُدة القطع أو مع أجزاء الماكنة المختلفة .

3- يعتمد إختيار عُدة القطع على :
أ- طبيعة العمل الذي تقوم به عُدة القطع و على نوع المادة المشغلة .
ب- كلفة العُدة .
ج- إمكانية إستخدامها بشكل متكرر .
د- صلادتها العالية .

4- يعمل الطلاء لعُدد القطع على تحسين الصفات الكيميائية لها وذلك بتقليل :
أ- الإحتكاك بين سطح العُدة و السَّغلة مما يؤدي إلى خفض درجة الحرارة المتولدة .
ب- الفترة الزمنية اللازمة لتدخل العامل للسيطرة على عملية القطع .
ج- قابلية إلتصاق معدن السَّغلة على سطح العُدة .
د- الإجهادات الحرارية المتولدة .

5- إن الفائدة الرئيسية للقطع المائل هي في كونها :
أ- وسيلة للسيطرة على الرايش .
ب- تسهل حساب قوى القطع .
ج- تزيد كفاءة القطع .
د- تُطيل عُمر العُدة .

6- عملية القطع على إنها عملية قص في مستوي قص حسب نظرية :
أ- تريسكا .
ب- أرنست ومير شنت .
ج- أرمارجو وبراون .
د- نيمي .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7- تتوزع الحرارة في عملية القطع على كل من:
أ- عُدة القطع و الشُغلة .
ب- عُدة القطع و الشُغلة و الرايش .
ج- عُدة القطع و الرايش .
د- الشُغلة و الرايش .

8- إن مبلان عُدة القطع في القطع العمودي بسبب تغيرات في :
أ- إتجاه تدفق الرايش فوق وجه العُدة .
ب- قوة القص .
ج- زاوية الجرف والخلوص .
د- سمك الرايش .

9- إن عيب الزيوت الطبيعية في كونها :
أ- عالية الكلفة وقابليتها على التعفن السريع .
ب- تولد الصدأ على السطح المُشغل .
ج- تسبب تغير في خواص المعدن المُشغل عند تعلقها فيه .
د- لا تحمل صفة التزييت وتوصيلها الحراري ضئيل .

10- ينتج الرايش المستمر مع حافة القطع الناشئ في المعادن المطيلية عندما تكون :
أ- تُقطع تحت ظروف قطع رديئة .
ب- سرعة القطع عالية و زاوية الجرف كبيرة.
ج- زاوية المقدمة كبيرة .
د- التغذية كبيرة وزاوية الجرف صغيرة .

ملاحظة :

1- لكل سؤال درجة واحدة.

2- يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة النمطية، ففي حالة حصولك على درجة (**9**) فأكثر فتكون غير محتاج لدراسة هذه الوحدة وإذهب لدراسة الوحدة التالية . أما في حالة حصولك على درجة أقل من (**9**) فستكون بحاجة لدراسة هذه الوحدة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مفاتيح الإجابة على الإختبارات

الإختبار القبلي		الإختبارات الذاتية	الإختبار البعدي	
رقم السؤال	الإجابة الصحيحة		رقم السؤال	الإجابة الصحيحة
1	د	1- إن عملية إزالة المعدن تتم عن طريق تعشق عُدة القطع مع الشغلة وتكون المادة المُزالة على شكل شظايا تُعرف بالرايش .	1	ب
2	ب	2- كلما زادت جساءة الماكنة قلت الإهتزازات وبالتالي تزداد دقة التشغيل والتي تنعكس على جودة السطح المُشغل .	2	د
3	أ	3- نظرية أردست وميرشنت	3	أ
4	ج	4- الصلادة الساخنة ، المتانة ، مقاومة الإلى العالية ، مقاومة ضغط وحني عالية ، مقاومة عالية للتأكسد ، قابلية إنتشار واطئة ، تمدد حراري واطئ ، قابلية تشغيل عالية	4	ج
5	د	5- الدورة الزمنية التي تنجز فيها عُدة القطع عملها بكفاءة ، وتتضمن هذه الدورة الزمنية الفترة الفاصلة بين عمليتي سحذ لحافة العُدة أو عملية إستبدالها	5	أ
6	أ	6- النتوء اللدن للطبقة المطبوعة ، التعلب على الإحتكاك في سطح(وجه) عُدة القطع أو حافتها .	6	د
7	ج	7- القطع العمودي ، القطع المائل .	7	ب
8	ب	8- الرايش المتفتت، الرايش المتقطع ، الرايش الدقيق .	8	أ
9	د	9- أجل تقليل الإحتكاك بين عُدة القطع و الشغلة و بين عُدة القطع و الرايش ، والذي بدوره يقلل القدرة اللازمة للقطع كذلك تعمل سوائل التبريد على تصريف ونقل كمية كبيرة من الحرارة المتولدة في عملية القطع .	9	ج
10	ب	10- وهو مزيج من الزيوت سواء كانت طبيعية أو دهنية مع الماء . يمتلك هذا النوع من سوائل التبريد خصائص تبريد عالية وهو شائع الإستعمال في معظم عمليات القطع بسبب كلفته المنخفضة .	10	د

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المصادر :

1- E.P.DeGarmo, J.T. Black, and R.A. kohser " *Materials and processes in Manufacturing* " , 10th Edition , john Wiley & Sons , 2008 .

2- Sherif D.Elwakil " *Processes and Design Manufacturing* " , Second Edition , PWS Publishing Company , 1998 .

3- Boothroyd ,G. " *Fundamentals of Metal Machining and Machine Tools* " , McGraw Hill , 1975 .

4- د. قحطان خلف الخزرجي ، د. عادل محمود حسن "*مبادئ عمليات الإنتاج* " ، الطبعة الثانية ، دار دجلة للطباعة ، 2009 .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الجنوبية
المعهد التقني الشطرة
قسم التقنيات الميكانيكية/ فرع الانتاج

وحدة تدريبية

لطلبة المرحلة الثانية / انتاج

التفريز، التروس وانواعها

النظرة الشاملة

1- **الفئة المستهدفة** : طلبة المرحلة الثانية في الأقسام التكنولوجية للكليات والمعاهد التقنية في هيئة التعليم التقني.

2- **مبررات الوحدة** : تضم ورش التشغيل الكثير من الماكنات المستخدمة في تشغيل المواد الهندسية والتي من ضمنها ماكنات التفريز والتي تنفذ عليها العديد من العمليات التشغيلية ولمختلف المواد ولذلك فمن المهم إلقاء الضوء على هكذا ماكنة و عمليات لبيان أهميتها بالنسبة لعمليات التصنيع .

3- **الفكرة المركزية** :

أولاً- التعرف على ماكنة التفريز وأجزاءها وأنواعها .

ثانياً- التعرف على أنواع العمليات المنفذة على ماكنة التفريز .

ثالثاً- معرفة تصنيف القواطع المستخدمة في عمليات التفريز .

رابعاً- التعرف على العُدد المستخدمة على ماكنة التفريز وأهم المصطلحات المتعلقة بها .

خامساً – التعرف على ملحقات ماكنة التفريز .

سادساً - التعرف على طرق التقسيم .

سابعاً – التعرف على طرق ربط عُدد التفريز .

ثامناً- معرفة القوانين الخاصة بحساب معدلات التشغيل وزمن التشغيل .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4- أهداف الوحدة : سيكون الطالب بعد دراستهِ لهذه الوحدة قادراً على أن :

1- يستعمل ماكنة التفريز في الورشة .

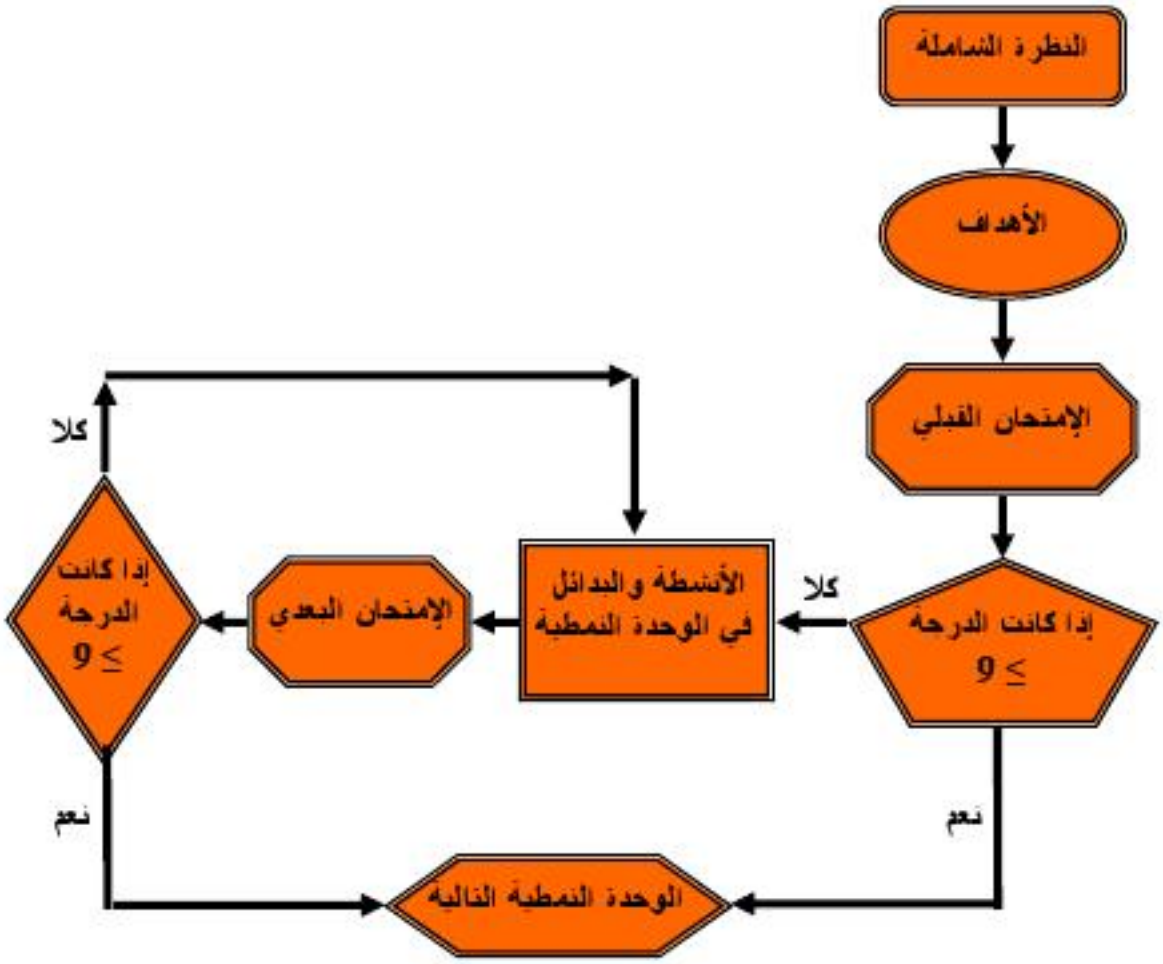
2- يتعرف على نوع العملية المجراة على ماكنة التفريز وكيفية تنفيذها .

3- تحديد متغيرات القطع الضرورية للتشغيل .

4- يستعمل طرق التقسيم لإنتاج الأشكال المعقدة .

5- يختار بالشكل الأمثل الملحقات المناسبة لعملية تفريز معينة .

5- المخطط الإنسيابي:



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الإختبار القبلي

ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- في التفريز المزدوج يتم إستخدام :
أ- قواطع تشكيل محدبة ومقعرة .
ب- قاطعي تفريز جانبيين .
ج- ثلاثة قواطع أو أكثر .
د- قواطع تفريز وجهية .

2- يسمى التفريز التقليدي أيضاً بـ :
أ- التفريز للأسفل .
ب- تفريز الصعود .
ج- التفريز المتماثل .
د- التفريز للأعلى .

3- إن الفائدة من السرج في ماكنة العمود والركبة هو في كونه :
أ- يحمل المنضدة .
ب- يضم التروس الضرورية للإدارة .
ج- يضم عمود الدوران والمحامل .
د- يثبت الشُّغلة .

4- تكون زاوية الحلزون كبيرة في القاطع العادي عندما الإنجاز من أجل :
أ- تفريز الأكتاف .
ب- تفريز الأشكال المعقدة .
ج- إستخدامه في معدلات إزالة معدن عالية .
د- تفريز المجاري والشقوق .

5- إن فائدة زاوية الخلوص الثانوية هو :
أ- تسهيل تقطع حافة القطع في المعدن .
ب- إزالة المعدن .
ج- منع إحتكاك السطح الطليق للسن بسطح الشُّغلة .
د- إعادة السطح الطليق إلى عرضه الأصلي .

6- يسمح الإنحناء بـ :
أ- جريان الرايش بين الأسنان .
ب- جريان الرايش وإنفاقه .
ج- إزالة المعدن في التفريز المحيطي .
د- جريان الرايش على الأرضية .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7- تُستخدم القاطعات من أجل :
أ- تثبيت المشغولات المعقدة والكبيرة .
ب- تثبيت الأجزاء المنتظمة والقصيرة .
ج- المشغولات غير المنتظمة .
د- لإنتاج التروس والمسننات .

8- إذا الرقم التقريبي المختار في التقسيم التفاضلي أكبر من التقسيمات المطلوبة يتم إستخدام :
أ- ترسين عاطلين لتكون الحركتين متعاكستين .
ب- ترس عاطل واحد لتكون الحركتين متعاكستين .
ج- ترس عاطل واحد لتبقى الحركة بنفس الإتجاه.
د- ترسين عاطلين لتبقى الحركة بنفس الإتجاه .

9- تسبب القوة المماسية في التفريز :
أ- قوة ضغط على الشُغلة .
ب- عزم القطع اللازم تسليطه من قبل المحرك الكهربائي .
ج- دفع العُدة داخل الشُغلة .
د- رفع الشُغلة من المنصدة .

10- تقاس سرعة القطع في التفريز بـ :
أ- معدل ما تتقدمه الشُغلة مخترقة العُدة الدوارة .
ب- معدل إنتقال القاطع فوق الشُغلة .
ج- مقدار تغلغل القاطع داخل الشُغلة .
د- مقدار الحدود القاطعة .

ملاحظة :

1- لكل سؤال درجة واحدة .

2- يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة النظرية، ففي حالة حصولك على درجة (9) فأكثر فتكون غير محتاج لدراسة هذه الوحدة وإذهب لدراسة الوحدة التالية . أما في حالة حصولك على درجة أقل من (9) فستكون بحاجة لدراسة هذه الوحدة .

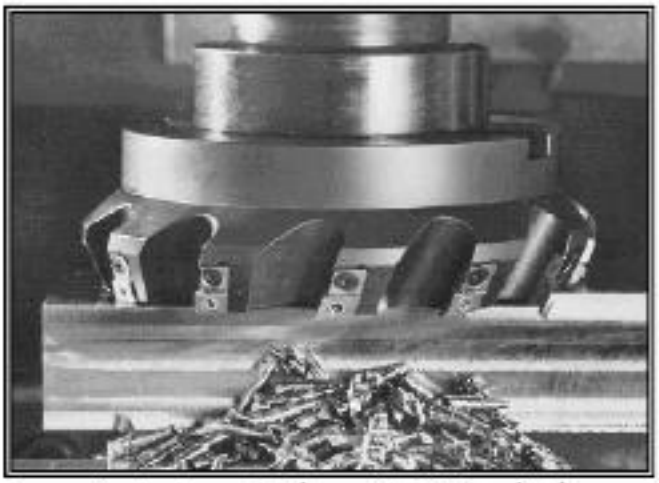
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

عرض الوحدة النمطية

1.6 المقـــدمـــة (*Introduction*)

إن أنواع عُدد القطع الأساسية المستخدمة في تشغيل المعادن هي العُدد أُحادية الإتصال (*Single Point*) والعُدد متعددة الإتصال (*Multi Point*) وعلى الرغم من إنها يمكن أن تختلف في المظهر وفي طُرُق تطبيقها ، إلا إنها متشابهة من حيث المبدأ في إن فعل القطع هو نفسه بغض النظر عن نوع العملية . وعند جمع مجموعة من العُدد أُحادية الإتصال في ماسك دائري سوف يتكون قاطع التفريز والذي هو عُدة إتصال متعدد .

ويمكن تعريف التفريز على إنه عملية توليد سطوح مستوية بواسطة الإزالة التدريجية لكمية الخام المحسوبة مُسبقاً من الشُغلة والتي تتقدم عند معدل تغذية بطيئة نسبياً لقاطع التفريز الدوار بسرعة عالية جداً . إن الصفة المميزة لعملية التفريز هي إن كل قاطع تفريز يعمل بشكل عُدة مستقلة والتي تُزيل حصتها من الخام على شكل رايش مفرد وصغير . الشكل رقم (6-1) يوضح عملية تفريز نموذجية .



الشكل رقم (6-1) : عملية تفريز نموذجية

إختبار ذاتي (1): ما هي أنواع عُدد القطع

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2.6 أنواع عمليات التفريز (Types of Milling Operations)

هنالك عمليات تفريز متنوعة والتي تستخدم لإنجازها حدود قاطعة مفردة أو بشكل مجاميع ، وهذه العمليات موضحة في الشكل رقم (2-6) وهي :

1- التفريز العادي أو اللوحي (Plain or Slab Milling) .

التفريز العادي هي عملية تفريز سطح موازي لمحور القاطع ومستوي بشكل أساسي . ينفذ هذا النوع من التفريز مع قواطع تمتلك أسنان على محيطها فقط ، وهو موضح في الشكل رقم (2-6-*a*).

2- التفريز الوجهي (Face Milling) .

ينتج التفريز الوجهي سطحاً مستوياً عمودي لعمود الدوران الذي يثبت عليه القاطع . (إنظر الشكل رقم (2-6-*b*)) .

3- التفريز الطرفي (End Milling) .

التفريز الطرفي هو على الأرجح من أكثر عملية تفريز تعدداً في الجوانب (الشكل رقم (2-6-*c*)) . قواطع التفريز الطرفية يمكن أن تستخدم بشكل مفرد أو في أزواج لتشغيل المجاري المختلفة .

4- التفريز المزدوج (Straddle Milling) .

في التفريز المزدوج يتم إستخدام قاطعي تفريز جانبيين وكما موضح في الشكل رقم (2-6-*d*) ، وتكون القواطع جانبية عادية أو نصف جانبية وتمتلك أسنان مستقيمة أو حلزونية أو جانبية متعرجة الأسنان . تقطع هذه القواطع على الجوانب الداخلية فقط أو على الجوانب الداخلية والمحيط .

5- التفريز التشكيلي (Form Milling) .

ويستخدم لإنتاج الأشكال الكنتورية المعقدة والتي لا يمكن إنتاجها بقواطع التفريز الأخرى (الشكل رقم (2-6-*e*)) .

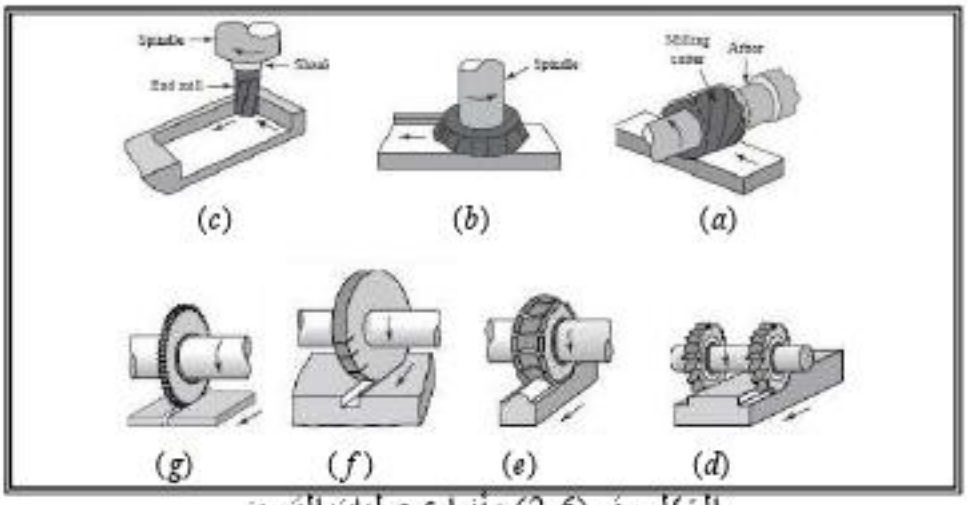
6- التفريز الجماعي (Gang Milling) .

في التفريز الجماعي ، يتم تثبيت ثلاثة قواطع أو أكثر على محور الدوران ويتم تشغيل عدة سطوح أفقية ، عمودية ، أو زاوية في شوط واحد . يستخدم التفريز الجماعي في العمل الإنتاجي الكبير من أجل توفير الوقت والجهد .

7- تفريز المجاري والشقوق (Slotting & Slitting Milling) .

تستخدم قواطع التفريز العادية والجانبية لعمليات فتح المجاري والشقوق وكما في الشكل رقم (2-6-*g,f*)).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل رقم (6-2) : أنواع عمليات التفريز

إختبار ذاتي (2): ماذا يعني التفريز الجماعي

3.6 إتجاه تغذية التفريز (*Direction of Milling Feed*)

هنالك نوعان من عمليات التفريز والتي حسب نوع دوران وتغذية القاطع وهي :

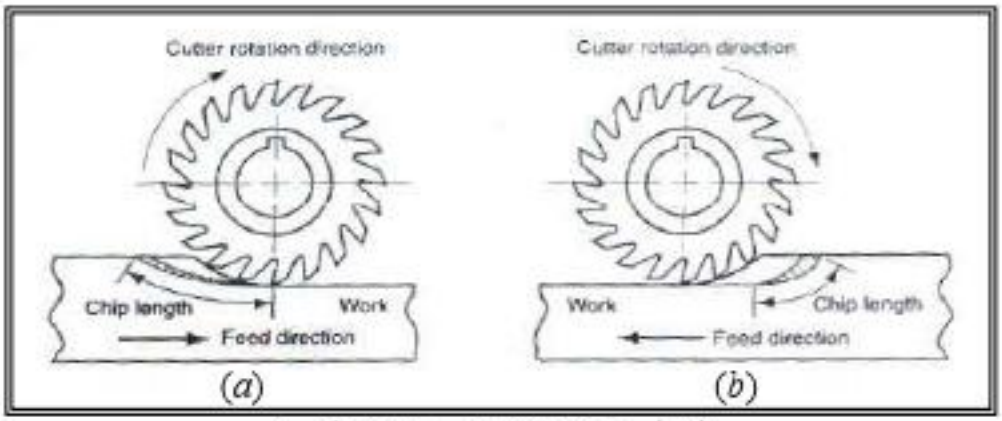
1- التفريز التقليدي **(Conventional Milling)** .

ويُطلق عليه أيضاً التفريز للأعلى (*Up-Cut Milling*) ، حيث يدور القاطع عكس إتجاه التغذية ، لذلك تقاوم قوى القص الناتجة بين القاطع والشُغلة حركة العمل . يكون سمك الرايش عند بداية القطع في أدنى قيمة ويزداد تدريجياً إلى أعلى قيمة عند نهاية القطع . التفريز التقليدي موضح في الشكل رقم (6-3-*a*) .

2- تفريز الصعود **(Climb Milling)** .

ويسمى أيضاً التفريز للأسفل (*Down-Cut Milling*) . في هذا النوع من التفريز يدور القاطع بإتجاه التغذية وبإتجاه حركة الشُغلة . عندما تبدأ أسنان القاطع بالقطع فإن القوى الناتجة تبدأ بدعم حركة الشُغلة وتؤدي إلى سحبها تحت القاطع . يكون سمك الرايش في أعظم قيمة عند بداية القطع ويتنزل إلى أدنى قيمة عند نهاية القطع . تفريز الصعود موضح في الشكل رقم (6-3-*b*) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل رقم (6-3) : إتجاه تغذية التفريز

أدناه مقارنة بين التفريز التقليدي وتفريز الصعود .

التفريز التقليدي (للأعلى)	تفريز الصعود (للأسفل)
حركة القاطع عكس إتجاه التغذية حيث الأسنان تتحرك للأعلى	حركة القاطع تكون بإتجاه التغذية والأسنان تتحرك للأسفل
القوى الناتجة تحاول خلع الشغلة من مكانها	القوى تؤدي إلى سحب الشغلة تحت القاطع
سمك الرايش يكون في أدنى قيمة عند بداية القطع ويزداد إلى أعلى قيمة عند نهاية القطع	سمك الرايش هو في أعلى قيمة عند بداية القطع ويقل إلى أدنى قيمة عند نهاية القطع
إنهاء سطحي متواضع و عمر عدة أقصر	إنهاء سطحي أفضل و عمر عدة أطول

إختبار ذاتي (3): ما هي أنواع إتجاه التغذية في التفريز

4.6 ماكنات التفريز (*Milling Machines*)

إن ماكنات التفريز الحديثة تبدو كثيرة الشبه بالتي ظهرت قبل الخمسة والعشرين سنة السابقة ، وتزود هذه الماكنات بقدرة حصانية وجساءة أعلى ومديات سرعات وتغذية واسعة عما كان قبل ذلك . وتصنف ماكنات التفريز المستخدمة في التصنيع إلى ثلاثة مجاميع رئيسية هي :

1- ماكنات تفريز العمود والركبة .
2- ماكنات التفريز ذات الفرش .
3- ماكنات التفريز الخاصة .

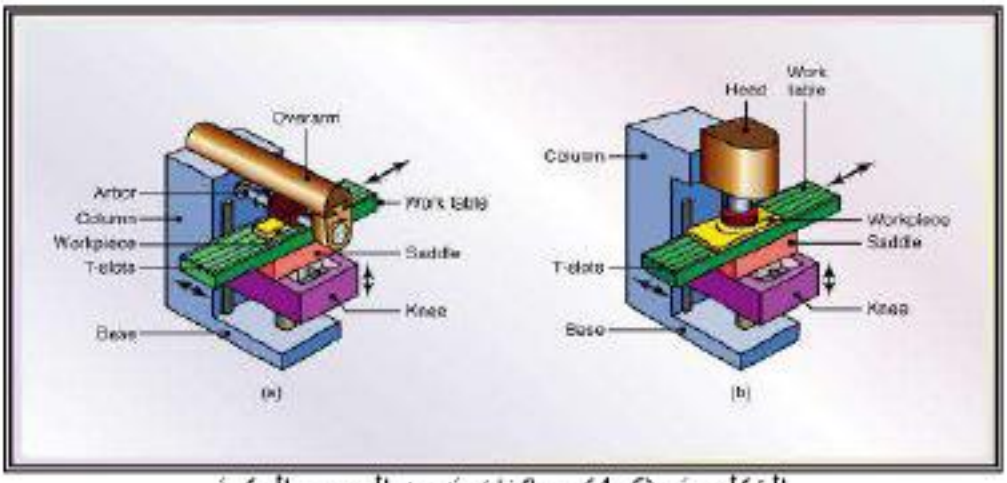
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1.4.6 ماكنات تفريز العمود والركبة (*Column & Knee Machines*)

تصنع ماكنات التفريز ذات العمود والركبة بنوعين أساسيين هما :

1- الماكنات الأفقية (Horizontal Machines) وكما موضح في الشكل رقم (6-4-*a*) .

2- الماكنات العمودية (Vertical Machines) وهي موضحة في الشكل رقم (6-4-*b*) .



الشكل رقم (6-4) : ماكنات تفريز العمود والركبة

في هذا النوع من الماكنات يمكن أن تتحرك كل من المنضدة ، السرج ، والركبة . وهنالك العديد من الملحقات التي تزود بها هذه الماكنات مثل الملازم عامة الغرض ، المناضد الدوارة ورؤوس التقسيم . وبغض النظر عن كون الماكنة عمودية أو أفقية فإن هنالك العديد من المركبات المتشابهة التي تجمع بين هذه الماكنات وهذه المركبات هي :

1- **العمود (Column)** . ويصنع من حديد الزهر الرمادي أو الحديد المطيلي . ويضم العمود كل من عمود الدوران ، المحامل ، والتروس الضرورية ، القوابض ، الأعمدة ، المضخات ، وآليات التبديل أو إزاحة من أجل نقل القدرة من المحرك الكهربائي لعمود الدوران عند سرعات مختارة .

2- **عمود الدوران (Spindle)** . يصنع عمود الدوران عادة من الفولاذ السبائكي المطروق ويعامل حرارياً ليقاوم البلى ، الإهتزاز ، أحمال الدفع ، والإنحناء . تكون هذه الأعمدة مجوفة بحيث إن قضيب السحب يمكن أن يستخدم لمسك محاور الدوران في مكانها .

3- **الركبة (Knee)** . الركبة هي مصبوبة تتحرك للأعلى أو للأسفل بواسطة لولب الرفع ، وتضم التروس الضرورية ، اللوالب ، والآليات الأخرى للتزويد بطاقة التغذيات في كل الإتجاهات .

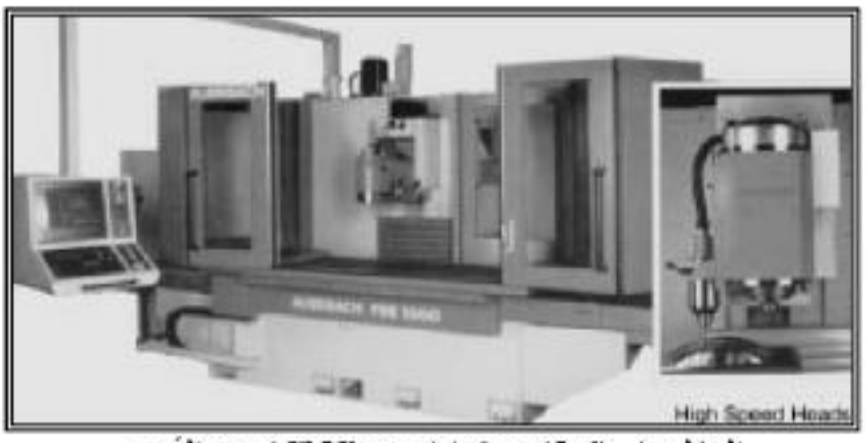
4- **السرج (Saddle)** . ويقوم بحمل المنضدة ويستند على الركبة ويتحرك للداخل وللخارج على طول المحور (*y*).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5- **المنضدة (Table)** . تثبت المنضدة على السرج ، وتمتلك محامل في كل نهاية لحمل لولب تغذية المنضدة . تثبت الشُّعلة على المنضدة وأيضاً بقية الملحقات لماكنة التفريز .

2.4.6 ماكنات التفريز نوع الفَرش (*Bed – Type Machines*)

يتطلب الإنتاج العالي قطوعات عنيفة ، لذلك يمكن أن تكون جساءة ماكنة تفريز العمود والركبة غير كفوءة . وغالباً تكون ماكنة التفريز نوع الفَرش مثالية لمثل هذا النوع من العمل . في هذا النوع من الماكنات تستند المنضدة مباشرة على فَرش ثقيل بينما يوضع العمود خلف الفَرش . الشكل رقم (6-5) يوضح ماكنة تفريز (*CNC*) نوع الفَرش .



الشكل رقم (6-5) : ماكنة تفريز (*CNC*) نوع الفَرش

هنالك مزايا عديدة لماكنة التفريز نوع الفَرش خصوصاً لدورات الإنتاج ، حيث من الممكن تغذية المنضدة هيدروليكياً وهذا يسمح بقوى تغذية عالية جداً ، معدلات تغذية متغيرة أثناء أي قطع ثابت ، والتدوير الآلي للمنضدة . إن المُحدد الرئيسي لماكنة التفريز نوع الفَرش مقارنة بماكنة تفريز العمود والركبة هي إنها أقل تعدداً في الإستخدام لتشغيل الأجزاء الصغيرة ، ومميزاتها تصب في إنتاجيتها العالية ، قابليتها للتعديل لماكنات واسعة الحجم ، وسهولة تعديلها للتطبيقات الخاصة .

3.4.6 ماكنات التفريز الخاصة (*Special Machines*)

إن الهدف من هذه الماكنات هو لإنتاج مشغولات محددة وهي تلائم العمل الواسع والمعقد ، وتكون ماكنات التفريز الخاصة على أنواع هي :

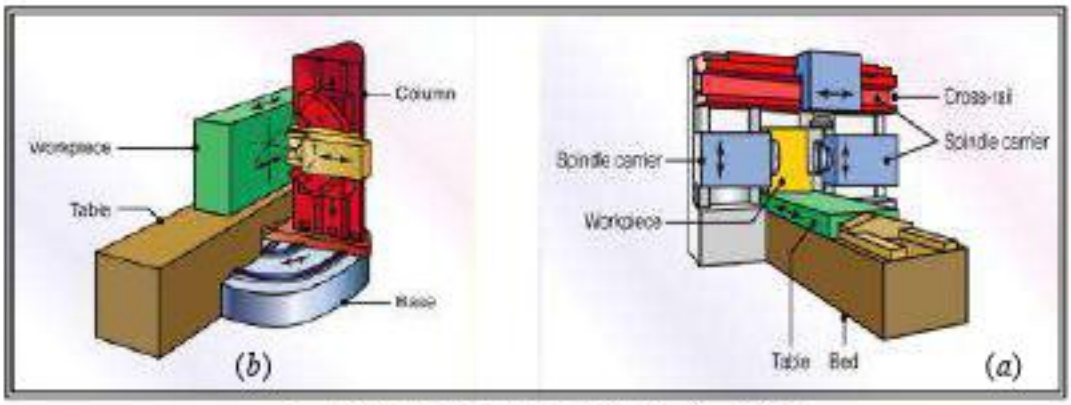
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1- ماكنات التفريز نوع العربة (Planer- Type Milling Machines) .

إن الترتيب العام لهذه الأنواع من الماكنات هو مشابه لمقاشط العربة ماعدا إن رؤوس التفريز تحل محل ألُقم القشط المفردة . تستخدم هذه الماكنات لتشغيل الأجزاء مثل سكك الفرش لعُدد الماكنة الواسعة وبقية المشغولات الطويلة التي تحتاج سطح دقيق وسطوح زاوية أو حزوز . هذه الماكنات موضحة في الشكل رقم (6-6-a) .

2- ماكنات التفريز الجانبي (Profile Milling Machines) .

يمكن أن يتم إنجاز تشكيل جانبي ثنائي الأبعاد بواسطة إستخدام قالب مُعاير ة ، أو مع ماكنة تفريز عمودية مسيطر عليها رقمياً . ماكنة تفريز جانبي بخمسة محاور موضحة في الشكل رقم (6-6-b) .



الشكل رقم (6-6) : ماكنات التفريز الخاصة

إختبار ذاتي (4): عدد أنواع ماكنات التفريز الخاصة

5.6 قواطع التفريز (Milling Cutters)

إن التنوع الموجود في قواطع التفريز لكل أنواع ماكنات التفريز ساعد في جعل التفريز عملية ذات جوانب متعددة . يتم تصنيع قواطع التفريز في مدى واسع من الأحجام والأشكال والمواد ،وتصنع هذه القواطع من فولاذ السرعات العالية (HSS) والباقي ملقم بالكاربيد والعديد منها يكون قابل للإستبدال ، وتقسم قواطع التفريز إلى نوعين أساسيين هما :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

أولاً - قواطع التفريز المحيطية (Periphery Milling Cutters).

قواطع التفريز المحيطية و الموضحة في الشكل رقم (6-7) تكون عادة مثبتة بمحور لتنجز عملها وتقسم إلى الأنواع التالية :

1- القاطع الإعتيادي خفيف الإنجاز . وهو قاطع عام الغرض لعمليات التفريز المحيطي . تحتوي القواطع الضيقة على أسنان مستقيمة بينما الواسعة تمتلك أسنان حلزونية (الشكل رقم (6-7-*a*)) .

1- **القاطع الإعتيادي عنيف الإنجاز** . هذه القواطع مشابهة لقاطع الإنجاز الخفيف ماعدا إنه يُستخدم لمعدلات إزالة المعدن العالية ، لذلك تكون أسنانه ذات مساحة واسعة بشكل أكثر وزاوية الحلزون تكون حوالي (45°) .

2- قاطع التفريز الجانبي . يمتلك هذا القاطع حافات قطع على الجوانب إضافة للمحيط . يسمح هذا القاطع بتفريز الشقوق ، كما الشكل رقم (6-7-*b*) .

3- قاطع التفريز نصف - الجانبي . وهو نفس النوع السابق إلا إنه يمتلك حافات قطع على جانب واحد . يستخدم هذا القاطع لتفريز الأكتاف .

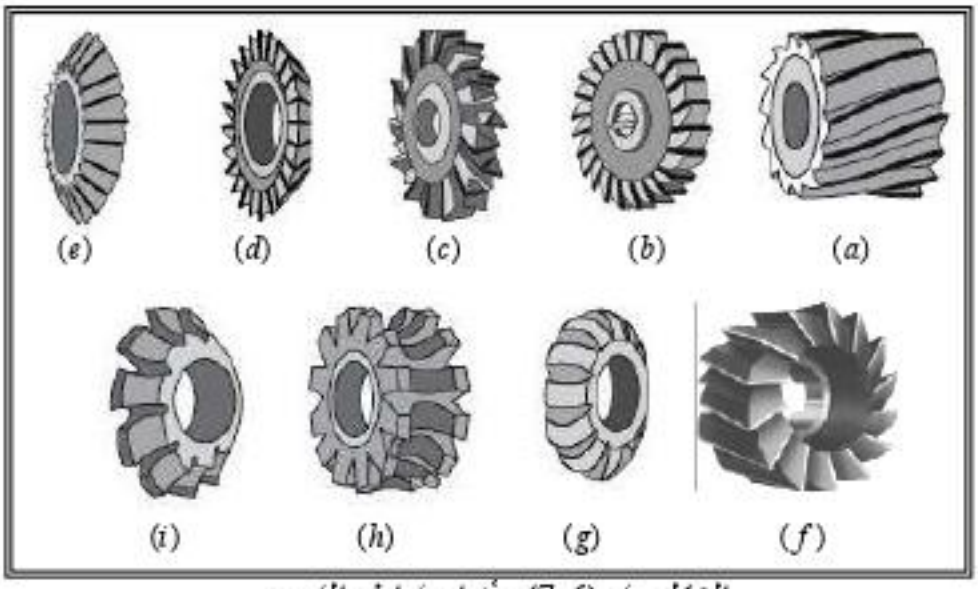
4- قاطع التفريز الجانبي متعرج الأسنان . هذا القاطع يشبه قاطع التفريز الجانبي عدا إن أسنانه تكون متعرجة ، ويستخدم هذا القاطع في عمليات التفريز العميقة والعنيفة . القاطع المتعرج موضح في الشكل رقم (6-7-*c*) .

5- قاطع التفريز الزاوي . في حالة القواطع الزاوية ، تقع حافات القطع المحيطية على مخروط بدلاً من الإسطوانة ويمكن أن تزود بزاوية مفردة أو مزدوجة (إنظر الشكل رقم (6-7-*e, d*)) .

6- قاطع التفريز الحلقي المحدب . يمتلك هذا القاطع حافات قطع محيطية إضافة إلى حافات القطع الوجهية على نهاية واحدة (إنظر الشكل رقم (6-7-*f*)) .

7- قاطع التفريز التشكيلي . القاطع التشكيلي هو قاطع محيطي والذي يستخدم لإنتاج شكل خاص على سطح الشُغلة مثل الشكل المحدب أو المقعر (الشكل رقم (6-7-*i, h, g*)) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل رقم (6-7) : أنواع قواطع التفريز

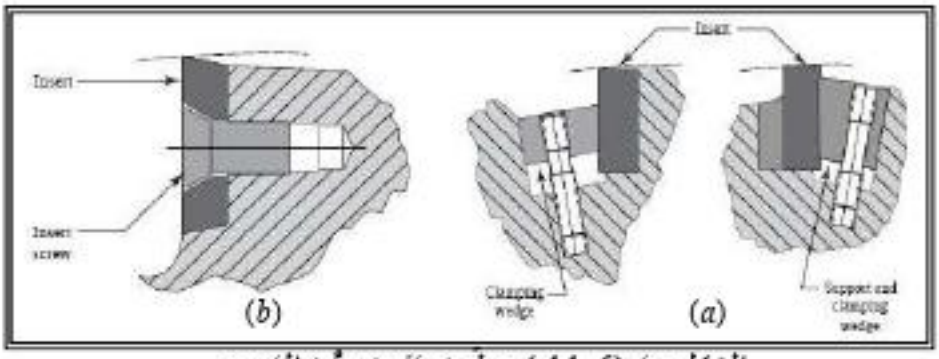
ثانياً - قواطع التفريز الخلفية (End Milling Cutters).

تصنع القواطع الخلفية غير المجوفة من فولاذ السرعات العالية أو الكاربيد المسمنت ، أما الأنواع الأُخرى مثل القواطع المجوفة والقواطع الدوارة (*Fly Cutters*) تضم عُدد القطع التي تثبت بالبراغي أو بطريقة أُخرى للوصلات الملائمة . وتقسم قواطع التفريز الخلفية إلى :

1- **قواطع التفريز الخلفية الصلدة (Solid End Mill)** . وتمتلك عدد من الأخاديد ، وتكون حافات القطع على النهاية والمحيط . وهي تشبه المثقب في شكلها وتكون مزودة بنصاب مستقيم (الشكل رقم (6-8-*a*)) أو نصاب مستدق(الشكل رقم (6-8-*b*)) .

الشكل رقم (6-8) : قواطع التفريز الخلفية الصلدة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل رقم(6-11) : طرق تثبيت عُدة التفريز

إختبار ذاتي (7): كيف يتم الربط باللوالب

8.6 ملحقات ماكنة التفريز *(Milling Machines Accessories)*

هنالك العديد من الملحقات التي تضاف إلى ماكنة التفريز من أجل تثبيت الشُغلة على منضدة الماكنة أو من أجل تشغيل الأجزاء المعقدة والتي لا يمكن تشغيلها بشكل مباشر مثل التروس و غيرها . وفيما يلي وصف لهذه الملحقات .

1- القامطات **(Clamps)** .

تستخدم القامطات لتثبيت المشغولات معقدة الشكل أو الكبيرة مباشرة على منضدة ماكنة التفريز . تصنع جميع القامطات بتقوب بيضوية لكي تستطيع القامطة أن تتحرك فيها بالنسبة للشُغلة المراد تثبيتها .

2- الملازم **(Vises)** .

تتكون الملزمة بشكل عام من فكين أحدهما ثابت والآخر متحرك ، وتستخدم لتثبيت الأجزاء المنتظمة والصغيرة إلى متوسطة الحجم . هنالك ثلاثة أنواع من الملازم تستخدم على ماكنات التفريز وهي :

a- الملزمة البسيطة (Plain Vise) .

وتستخدم بشكل واسع لإنتاج المشغولات بسبب توفيرها للوقت والجهد ، إضافة إلى إمكانية الحصول على ضغط التثبيت المتجانس . الشكل رقم (6-12-*a*) يوضح هذا النوع من الملازم .

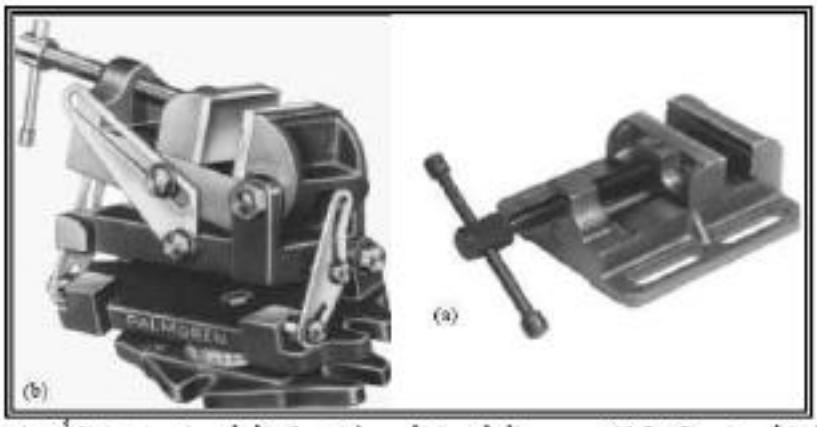
b- ملزمة القاعدة الدوارة (Swivel-Base Vise) .

وهي أكثر ملائمة للإستخدام من الملزمة البسيطة ، ولكنها أقل ثباتية من حيث التركيب . تمتلك هذه الملزمة قاعدة دوارة مقسمة إلى درجات يمكن من خلالها أن تدور (360°) حول محورها .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

c- الملزمة جامعة الأغراض (Universal Vise) .

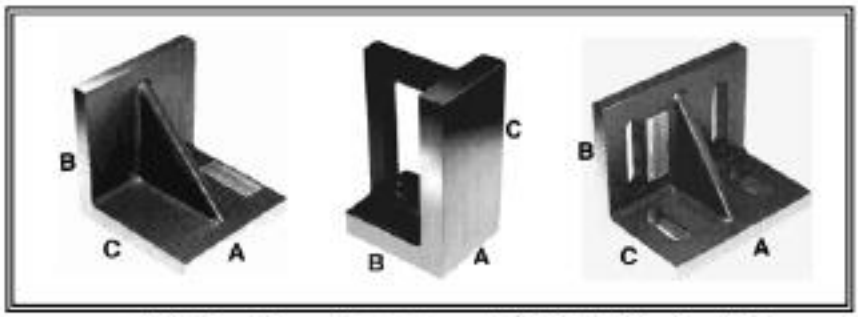
وتستخدم لتثبيت السطوح المائلة بزاوية ، وإلى جانب إمكانية دورانها حول محورها فإنها يمكن أن تدور حول محور أفقي أيضاً (انظر الشكل رقم (6-12-b)) .



الشكل رقم (6-12) : a - الملزمة البسيطة b- الملزمة جامعة الأغراض

3- **الألواح الزاوية (Angle Plates)** .

تستخدم هذه الألواح للمشغولات غير المنتظمة الشكل والتي لا يمكن تثبيتها في المازرم . يتم إستخدام لوحين من هذه الألواح لتثبيت الشُغلة والتي يصنع إثنان من مستوياتها زاوية(90°) فيما بينها . الشكل رقم (6-13) يوضح أشكال الألواح الزاوية .



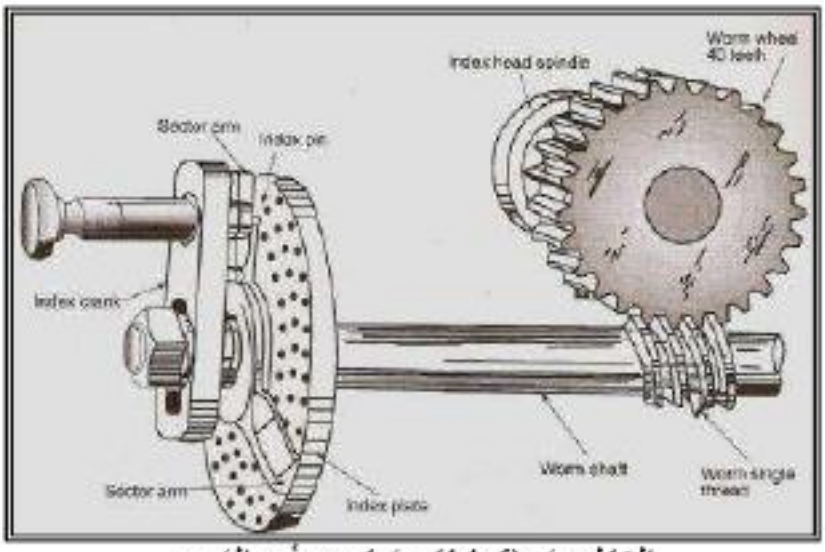
الشكل رقم (6-13) : ألواح زاوية تستخدم على مائدة التفريز

4- **رؤوس التقسيم (Dividing Heads)** .

وتسمى أيضاً الرؤوس الدليلية (*Indexing Heads*) ، وتستخدم هذه الأدوات في عمليات التفريز عندما يراد تفريز التروس والمسننات والأشكال المربعة والخماسية والسداسية و غيرها ، حيث يتم تقسيم محيط الشُغلة إلى عدد من الأجزاء المتساوية أو غير المتساوية بواسطة أداة رأس التقسيم والموضحة في الشكل رقم (6-14) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تعمل رؤوس التقسيم على تثبيت الشُغلة عمودياً أو أفقياً أو بصورة مائلة نسبة إلى منصدة التثبيت وبزاوية مُحددة ، كذلك تعمل على تدوير الشُغلة بصورة تدريجية حول محور ها لإتمام عملية التقسيم المحيطي لها . إضافة إلى ذلك تقوم رؤوس التقسيم بتدوير الشُغلة بشكل مستمر لإنجاز المجاري الحلزونية . تحتوي رؤوس التقسيم على عدد من الأقراص والتي تتوزع عليها الثقوب التي يتم من خلالها تقسيم سطح الشُغلة.



الشكل رقم (6-14) : تركيب رأس التقسيم

إختبار ذاتي (8): عدد ملحقات ماكنة التفريز

9.6 طُرق التقسيم (*Dividing Methods*)

هنالك خمسة طُرق رئيسية للتقسيم تُنفذ بواسطة رؤوس التقسيم والتي تختلف فيما بينها في كيفية حسابها ودرجة تعقيدها ومدى دقتها ، وفيما يلي عرض لهذه الطُرق .

1.9.6 التقسيم المباشر البسيط (*Simple Direct Dividing*)

يعتبر هذا النوع من التقسيم من أبسط الطرق وأسهلها حيث يقتصر تطبيقها فقط عند وجود عدد محدد من التقسيمات مثل تفريز الصواميل المربعة والسداسية . ويمكن حساب عدد الثقوب اللازمة للتقسيم من المعادلة التالية :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$N_D = \frac{n_d}{n_r} \qquad (1)$$

حيث :

N_D = عدد الثقوب اللازمة للتقسيم .

n_d = عدد الثقوب الموجودة على قرص التقسيم .

n_r = عدد التقسيمات المطلوبة .

مثال

إحسب عدد الثقوب اللازمة لتقسيم محيط شُغلة إلى عشرة أقسام متساوية بإستخدام قرص تقسيم يحتوي على ثلاث دوائر للثقوب هي (24 ، 30 ، 36) ثقباً .

الحل //

نختار دائرة التقسيم التي تحتوي على عدد الثقوب عندما يتم تقسيمها على الثقوب المطلوبة يكون الناتج عدد صحيح وبدون باقي .

$$N_D = \frac{n_d}{n_r}$$

$$N_{D1} = \frac{24}{10} \Longrightarrow \boxed{N_{D1} = 2.4}$$

$$N_{D2} = \frac{30}{10} \Longrightarrow \boxed{N_{D2} = 3}$$

$$N_{D3} = \frac{36}{10} \Longrightarrow \boxed{N_{D3} = 3.6}$$

الإختيار الصحيح هو الدائرة ذات (30) ثقب لأنها تقبل القسمة على عدد الثقوب المطلوبة وبدون باقي .وهذا يعني إنه يتم إدارة ذراع التقسيم بمقدار (3) ثقوب على الدائرة التي عدد ثقوبها (30) ثقب من أجل الحصول على التقسيم المطلوب .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الجدول رقم (6-1): رأس التقسيم نوع براون وشارب

Circle / Plate	Circle1 (Holes I,Io)	Circle2 (Holes I,Io)	Circle3 (Holes I,Io)	Circle4 (Holes I,Io)	Circle5 (Holes I,Io)	Circle6 (Holes I,Io)
Plate 1	15	16	17	18	19	20
Plate 2	21	23	27	29	31	33
Plate 3	37	39	41	43	47	49

الجدول رقم (6-2): رأس التقسيم نوع سنسيناتي وبارکنسون

Plate 3		Plate 2		Plate 1		Circle
Side 2 (Holes I,Io)	Side 1 (Holes I,Io)	Side 2 (Holes I,Io)	Side 1 (Holes I,Io)	Side 2 (Holes I,Io)	Side 1 (Holes I,Io)	
28	26	32	34	46	24	Circle 1
38	42	44	46	47	25	Circle 2
71	73	77	79	49	28	Circle 3
83	87	89	93	51	30	Circle 4
101	103	107	109	53	34	Circle 5
113	119	121	123	57	37	Circle 6
131	133	137	139	58	38	Circle 7
143	149	151	153	59	39	Circle 8
159	161	163	167	62	41	Circle 9
173	175	179	181	66	42	Circle 10
187	191	193	197	-	43	Circle 11

مثال

إحسب حركة ذراع التقسيم اللازمة للحصول على تقسيمات عددها 25 ، 70 .

الحل //

$$N_C = \frac{40}{n_r} \qquad N_C = \frac{40}{25}$$

$$N_C = 1\frac{15}{25} \quad , \quad N_C = 1\frac{3}{5} \times \frac{4}{4} \Rightarrow \boxed{N_C = 1\frac{12}{20}}$$

$$N_C = \frac{40}{n_r} \quad , \quad N_C = \frac{40}{70}$$

$$N_C = \frac{4}{7} \qquad N_C = \frac{4}{7} \times \frac{3}{3} \Rightarrow \boxed{N_C = \frac{12}{21}}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3- عندما يكون الرقم التقريبي المختار أصغر من عدد التقسيمات المطلوبة ويكون التعشيق بسيط ، يتم إستخدام ترسين عاطلين ليكون دوران قرص التقسيم عكس حركة ذراع التقسيم.

4- عندما يكون الرقم التقريبي المختار أصغر من عدد التقسيمات المطلوبة ويكون التعشيق مركب ، يتم إستخدام ترس عاطل واحد لتكون الحركتين متعاكستين .

مثال1

أوجد نسبة التعشيق للتروس الفرقية وحركة ذراع التقسيم لتقسيم (323) تقب على محيط سُغلة إسطوانية .

الحل // نختار العدد التقريبي (320) .

$$E_R = \frac{40}{a_u} \times (a_u - n_r)$$

$$E_R = \frac{40}{320} \times (320 - 323)$$

$$E_R = (-3)\frac{1}{8} \qquad E_R = \frac{3}{8} \times \frac{8}{8} \qquad \Longrightarrow \qquad \boxed{E_R = \frac{24}{64}}$$

$$Z_1 = 24 \quad , \quad Z_4 = 64$$

بما أن ناتج الطرح كمية سالبة (-3) والتعشيق بسيط (Z_1, Z_4) لذلك نحتاج إلى لتكون حركة قرص التقسيم عكس حركة ذراع التقسيم .

$$N_C = \frac{40}{320}$$

$$N_C = \frac{1}{8} \times \frac{2}{2} \qquad \Longrightarrow \boxed{N_C = \frac{2}{16}}$$

إذاً عدد دورات ذراع التقسيم هي تقبان من القرص الحاوي على (16) تقب .

مثال2

أوجد التروس الفرقية وحركة ذراع التقسيم اللازمة لتقسيم ترس يحتوي على (96) سن .

الحل // نختار العدد التقريبي (98) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

11.6 قوى القطع في التفريز (Cutting Forces)

هنالك قوى عديدة تؤثر على عُدة القطع في عملية التفريز وهذه القوى موضحة في الشكل رقم (6-12) وهي كالآتي :

1- القوة المماسية (F_z) : والتي تسبب عزم القطع اللازم تسليطه من قبل المحرك الكهربائي وتسبب أيضاً عزم إنحناء على أسنان العُدة . ويمكن حساب القوة المماسية (F_z) من المعادلة التالية :

$$F_z = \frac{60 \times 102 N_{cut}}{V} \qquad (16)$$

حيث :

N_{cut} = القدرة اللازمة للقطع (w) .

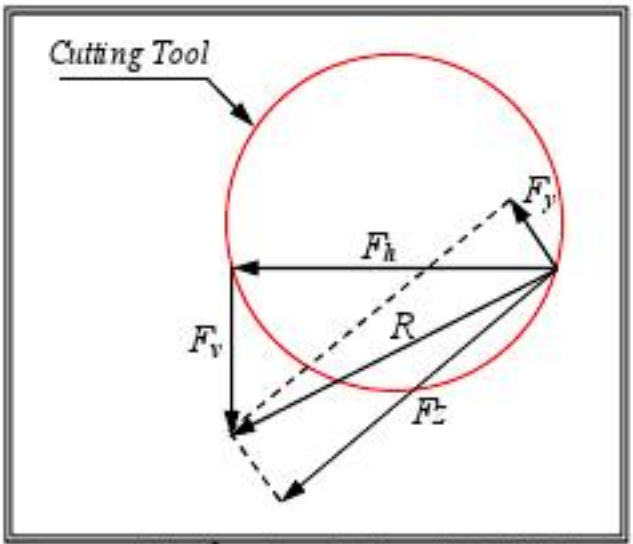
V = سرعة القطع (m/min) .

2- القوة المحورية (F_y) : تكون بإتجاه نصف القطر وتسبب عزم إنحناء على أسنان العُدة .

3- القوة الأفقية (F_h) : وهي قوة التغذية وتكون مسؤولة عن دفع العُدة داخل الشُغلة .

4- القوة العمودية (F_v) : وهي قوة ضغط العُدة على الشُغلة نفسها ، ورد فعل هذه القوة يحاول رفع الشُغلة من المنضدة المثبتة عليها.

5- محصلة القوى المؤثرة (R) .



الشكل رقم (6-17) : القوى المؤثرة على عُدة القطع في عملية التفريز

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الإختبار البعدي

ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- تُثبت قواطع التفريز بواسطة :
أ- الربط باللولب والربط الإسفيني .
ب- مفتاح التثبيت أو القفل .
ج- اللحام لبدن القاطع .
د- مثبت العُدة .

2- تنتمي ماكنات التفريز نوع العربة إلى :
أ- ماكنات تفريز العمود والركبة .
ب- ماكنات التفريز نوع الفرش .
ج- ماكنات التفريز الخاصة .
د- ماكنات التفريز الجانبي .

3- يُصنع العمود في ماكنات العمود والركبة من :
أ- الفولاذ السبائكي المطروق .
ب- حديد الزهر الرمادي أو الفولاذ المطيلي .
ج- حديد الزهر أو الفولاذ .
د- الفولاذ عالي الكاربون أو واطئ السبائك .

4- تستخدم الملازم لتثبيت :
أ- المشغولات المعقدة الكبيرة .
ب- المشغولات غير المنتظمة .
ج- المشغولات الكبيرة .
د- المشغولات المنتظمة والصغيرة إلى المتوسطة الحجم .

5- ينتمي القاطع الإعتيادي خفيف الإنجاز إلى :
أ- قواطع التفريز المحيطية .
ب- قواطع التفريز الوجهية .
ج- قواطع التفريز التشكيلية .
د- قواطع التفريز الطرفية .

6- يمتلك قاطع التفريز الخلفي المجوف على :
أ- حافات على النهاية والمحيط .
ب- حافات قطع على الجوانب والمحيط .
ج- حافات محيطية ووجهية .
د- حافات قطع محيطية .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7- تنقسم قواطع دوفتيل إلى :
أ- قواطع التفريز المحيطية .
ب- قواطع التفريز الوجهية .
ج- قواطع التفريز الخلفية الصلدة .
د- قواطع التفريز الخلفية الخاصة .

8- إن الجزء المسؤول عن عملية إزالة المعدن في التفريز المحيطي هو :
أ- حافة القطع المحيطية .
ب- حافة القطع الوجهية .
ج- زاوية الموسور .
د- زاوية الجرف المحورية .

9- سُمي التقسيم غير المباشر البسيط بهذا الإسم لأن :
أ- التقسيم يطبق عند وجود عدد محدد من التقسيمات .
ب- نقل الحركة من قرص التقسيم إلى عمود الدوران تتم عن طريق ترس حلزوني معشق مع العمود الدودي ،و تتم عملية التقسيم هنا بحركة واحدة .
ج- دوائر التقسيم لا تلائم عدد التقسيمات المطلوبة .
د- التقسيم يتم بدون إستخدام التروس الفرقية .

10- تقاس التغذية لكل سن بوحدات :
أ- m/tooth .
ب- mm/min .
ج- mm/rev .
د- mm/tooth .

ملاحظة :

1- لكل سؤال درجة واحدة .

2- يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة التعليمية، ففي حالة حصولك على درجة (9) فأكثر فتكون غير محتاج لدراسة هذه الوحدة وإذهب لدراسة الوحدة التالية . أما في حالة حصولك على درجة أقل من (9) فستكون بحاجة لدراسة هذه الوحدة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مفاتيح الإجابة على الإختبارات

الإختبار القبلي		الإختبارات الذاتية	الإختبار البعدي	
رقم السؤال	الإجابة الصحيحة		رقم السؤال	الإجابة الصحيحة
1	ب	1- العُدد أُحادية الإتصال والعُدد متعددة الإتصال .	1	أ
2	د	2- في التفريز الجماعي ، يتم تثبيت ثلاثة قواطع أو أكثر على محور الدوران ويتم تشغيل عِدة سطوح أفقية ، عمودية ، أو زاوية في شوط واحد . يستخدم التفريز الجماعي في العمل الإنتاجي الكبير من أجل توفير الوقت والجهد .	2	ج
3	أ	3- التفريز التقليدي وتفريز الصعود .	3	ب
4	ج	4- ماكنات التفريز نوع العربة ، ماكنات التفريز الحاجبي .	4	د
5	د	5- تمتلك عدد من الأحاديد ، وتكون حافات القطع على الجهة والمحيط وهي تشبه المثقب في شكلها وتكون مزودة بنصاب مستقيم	5	أ
6	ب	6- يتم عملها لإعادة السطح الطليق إلى عرضه الطبيعي والذي يتغير نتيجة تكرار سَحْ حافة القطع . تكون هذه الزاوية أكبر من زاوية الخلوص الرئيسية .	6	ج
7	أ	7- تستخدم الألواف في ربط عُدة القطع . هذا النوع من الربط ملائم لقواطع التفريز صغيرة الحجم ،كذلك يزود بمجرى مفتوح لإنسياب الرايش بشكل حر .	7	د
8	ج	8- القامطات ،الملازم ،الأكواح الزاوية ،رؤوس التقسيم .	8	أ
9	ب	9- التقسيم المباشر ،التقسيم غير المباشر البسيط ، التقسيم التفاضلي ، التقسيم المركب بدون إستخدام التروس الفرقية ، التقسيم بالدرجات .	9	ب
10	د	10- التعديه لكل سن (S_t) . وتقاس بوحدات ($mm/tooth$) ، التعديه لكل دورة (S_{rev}) . ووحداتها (mm/rev) ، التعديه لكل دقيقة (S_m) . وتقاس بوحدات (mm/min) .	10	د

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المصادر :

1- E.P.DeGarmo, J.T. Black, and R.A. kohser " *Materials and processes in Manufacturing* " , Eighth Edition , john Wiley & Sons , 1999 .

2- P N Rao " *Manufacturing Technology Metal Cutting and Machine Tool* " , Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited , New Delhi . Ninth Reprint , 2004 .

3- Lawrence E. Doyle, Carl A. keyser, James L.Leach, George F. Schrader, and Morse B. Singer " *Manufacturing processes and Materials for Engineering* " , Third Edition, prentice - Hall, Inc. 1985 .

4- George Schneider Jr " *Cutting Tool Applications* " , Manufacturing Center , 2001 .

5- Sherif D.Elwakil " *Processes and Design Manufacturing* " , Second Edition , PWS Publishing Company , 1998 .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

النظرة الشاملة

1- الفئة المستهدفة : طلبة المرحلة الثانية في الأقسام التكنولوجية للكليات والمعاهد التقنية في هيئة التعليم التقني.

2- مبررات الوحدة : تعتبر التروس من أهم الأجزاء الميكانيكية المستخدمة في نقل الحركة والتي لا يخلو جهاز منها ولذلك من الواجب بيان أهميتها في الصناعة إضافة إلى كيفية تصنيعها ومميزاتها وطريقة عملها .

3- الفكرة المركزية :

أولاً- التعرف العوامل أنواع التروس المختلفة .

ثانياً- التعرف على أهم مصطلحات التروس .

ثالثاً- معرفة القوانين التي تحكم تصميم التروس .

رابعاً- التعرف على طرق تصنيعها .

4- أهداف الوحدة : سيكون الطالب بعد دراسته لهذه الوحدة قادراً على أن :

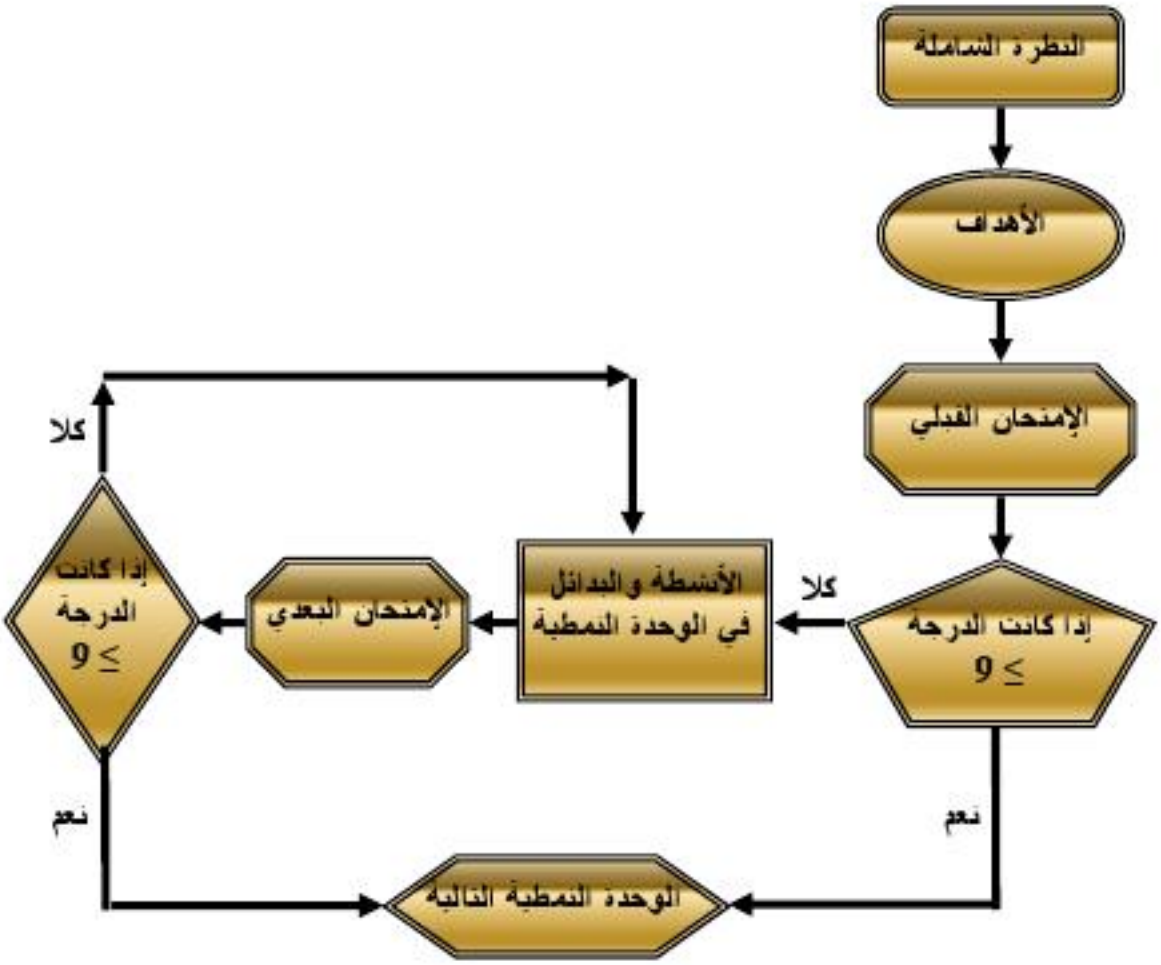
1- يفرق بين كل نوع من أنواع التروس المختلفة .

2- يصمم الترس وفق القوانين الخاصة به .

3- يصنع التروس المختلفة في الورشة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5- المخطط الإنسيابي:



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الإختبار القبلي

ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- تمتلك الثروس المخروطية الصغرية أسنان :
أ- مستقيمة .
ب- عبارة عن شظايا حلزونية .
ج- على شكل أقواس دائرية .
د- ذات قمة مخروطية .

2- يطلق مصطلح زاوية التقدم على زاوية :
أ- الخطوة .
ب- الحلزون .
ج- الوجه .
د- الجذر .

3- دائرة الخطوة هي :
أ- المسافة على أحد الأسنان إلى النقطة المماثلة لها على السن الآخر .
ب- عدد الأسنان لكل إنچ لقطر الخطوة .
ج- الدائرة التي تمر بأعلى نقطة على طرف السن .
د- دائرة نظرية تستند إليها جميع حسابات الترس .

4- تمثل زاوية الضغط :
أ- الزاوية المحصورة بين راسم مخروط الخطوة والمحور .
ب- الزاوية الواقعة بين خط الفعل والمماس لدائرتي الخطوة للسنين المتعشقين .
ج- الزاوية المقابلة لعمق جذر السن .
د- الزاوية المحصورة بين الرأس الخلفي للأسنان وقاعدة مخروط الخطوة .

5- تمتلك الثروس المخروطية الناجية زاوية قمة مخروطية مقدارها :
أ- 110° .
ب- 200° .
ج- 180° .
د- 150° .

6- تستخدم طريقة التشكيل :
أ- قاطع له مقطع جانبي مشابه لسن الترس المعشق .
ب- عُدة قطع ترددية توجه بواسطة مشكل رئيسي .
ج- قاطع بأسنان حلزونية واسعة .
د- قاطع له نفس شكل الفراغ بين الأسنان المراد قطعها .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7- ينتمي بنق التروس إلى طريقة :
أ- التروس المسكلة .
ب- التروس المصبوبة .
ج- قسط التروس .
د- مينلور جيا المساحيق .

8- تعتبر التروس العدلة أحد أنواع التروس :
أ- اللولبية .
ب- الإسطوانية .
ج- الحلزونية .
د- الدودية .

9- تصنع التروس الدودية مع قمة محدبة لـ :
أ- نقل طاقة أكبر .
ب- زيادة الخطوة المحورية .
ج- زيادة قطر الخطوة الدائرية .
د- إعطاء إتصال أكبر بين الترس الدودي والترس المتعشق معه .

10- تستخدم الجريدة المسننة لـ :
أ- تحويل الحركة الدورانية إلى حركة خطية وبالعكس .
ب- التوصيل الأعمدة المتوازية .
ج- نقل الحركة بين المحاور التي لا تتقاطع في الفراغ .
د- نقل الحركة الدورانية بين المحاور المائلة المتقاطعة .

ملاحظة :

1- لكل سؤال درجة واحدة.

2- برجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة النمطية، ففي حالة حصولك على درجة (9) فأكثر فتكون غير محتاج لدراسة هذه الوحدة وإذهب لدراسة الوحدة التالية . أما في حالة حصولك على درجة أقل من (9) فستكون بحاجة لدراسة هذه الوحدة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

عرض الوحدة النمطية

1.11 المقـــدمـــة (Introduction)

تُعرف التروس على إنها عجلات تحتوي على أسنان تقع على محيطها الخارجي أو الداخلي ، وتستخدم لنقل الحركة الدورانية من محور إلى آخر وكذلك لتحويل الحركة الدورانية إلى حركة خطية في بعض الحالات . إن عملية نقل الحركة تتم بدون إنزلاق بسبب تداخل أسنان أحد التروس في فجوات أسنان الترس الآخر وهو ما يُعرف بالتعشيق .

في الأزمنة القديمة كانت تضاف الأسنان الخشبية أو الأوتاد إلى الأقراص لتكوين التروس ، أما اليوم فإن أسنان التروس تنتج بواسطة طُرق التشغيل أو التشكيل على الجزء الخارجي للعجلة . وللتزويد بضغط وحركة منتظمين ولتقليل الإحتكاك والبلى تصمم التروس لتمتلك حركة دحرجة(*Rolling Motion*) عما هي حركة إنزلاق ، وللحصول على هذه الحالة فإن معظم التروس تستخدم شكل السن الذي يستند على المنحنى المنشأ (*Involute Curve*) .

إن دراسة نظرية الترس قادت إلى إستنتاج خمسة متطلبات يجب الحصول عليها لكي تعمل التروس بشكل كفوء وهي :

1- المقطع الجانبي الحقيقي للسن يجب أن يكون هو نفسه المقطع النظري .

2- فراغ السن يجب أن يكون منتظم وصحيح .

3- دوائر الخطوة الحقيقية والنظرية يجب أن تتطابق وتتمركز مع محور دوران الترس .

4- سطوح الوجه والجانب يجب أن تكون ملساء وصلدة بشكل كافي لمقاومة البلى ومنع الضوضاء .

5- المحامل والأعمدة يجب أن تزود بحيث يحافظ على مسافة المركز - إلى- المركز المطلوبة تحت أحمال التشغيل .

المتطلبات الأربعة الأولى تحسب بواسطة إختيار المادة و عملية التصنيع .

إختبار ذاتي (1): عرف التروس

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2.11 أنواع التروس (*Types of Gears*)

تقسم التروس إلى ثلاثة أنواع أساسية حسب شكلها والوظيفة التي تؤديها و هذه الأنواع هي :

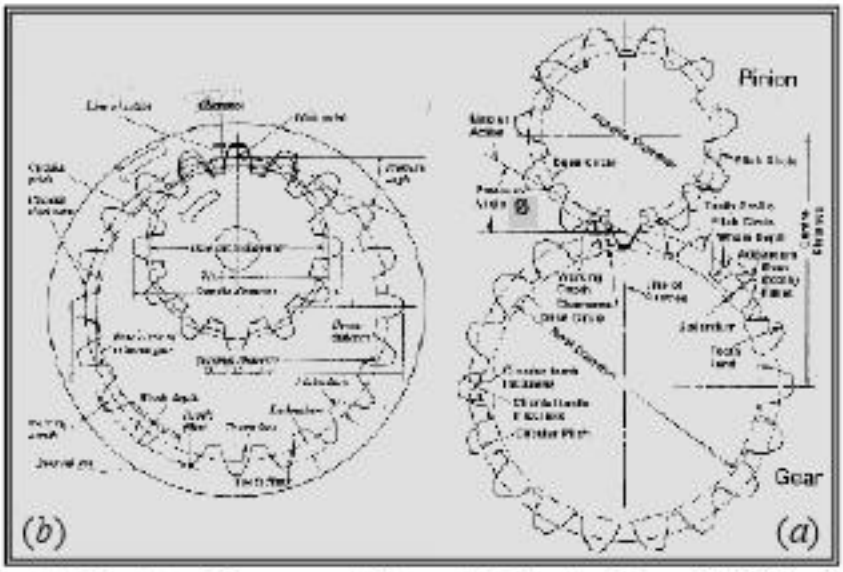
1- التروس الإسطوانية .

2- التروس اللولبية .

3- التروس المخروطية .

1.2.11 التروس الإسطوانية (*Cylindrical Gears*)

تقع الأسنان في هذا النوع من التروس على إسطوانة ويمكن أن تكون الأسنان خارجية أو داخلية وكما موضح في الشكل رقم (11-2) . تستعمل التروس الإسطوانية لنقل الحركة بين المحاور المتوازية التي تقع في مستوي واحد . يضم الترس الإسطواني مجموعة من العناصر المادية والنظرية والتي تكون شكل السن الخاص بالترس وكما موضح في الشكل رقم (11-2) والشكل رقم (11-3).



الشكل رقم (11-2) :*a*- ترسان متعشقان من الخارج *b*- ترسان متعشقان من الداخل

وفيما يلي وصف لهذه المكونات :

1- دائرة الخطوة (Pitch Circle-*D*) . وهي دائرة نظرية تستند عليها جميع حسابات الترس .

2- الخطوة الدائرية (Circular Pitch-*P*) . وهي المسافة على أحد الأسنان إلى النقطة المماثلة لها على السن الآخر .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3- الخطوة القطرية (Diametral Pitch) . وهي عدد الأسنان لكل إنج لقطر الخطوة ، وهي تستخدم في نظام الإنجات(Inches System) وهي تقابل المودل في نظام الملليمترات .

4- المودل (Module-*M*) . ويمثل قطر دائرة الخطوة مقسوماً على عدد أسنان الترس ، ويستخدم المودل في نظام الملليمترات (Millimeters System) .

5- نقطة الخطوة (Pitch Point) . وتمثل نقطة التماس بين دوائر الخطوة لترسين متعشقين .

6- خط الفعل (Line of Action) . إن الإتصال بين أسنان التروس المتعشقة يحصل على طول الخط المماسي لدائرتي القاعدة ، وهذا الخط يمر خلال نقطة الخطوة ويسمى خط الفعل .

7- العمق الفعال (Working Depth-H_w) . وهو أقصى عمق يمثله سن على أحد التروس داخل فراغ السن للترس الآخر المتعشق معه ، وهو يمثل مجموع أطراف سن الترس .

8- دائرة رأس السن (Addendum Circle-D_1) . وتسمى أيضاً بالدائرة الرئيسية . وهي الدائرة التي تمر بأعلى نقطة على طرف السن وتمثل القطر الخارجي للسن .

9- دائرة جذر السن (Dedendum Circle-D_2) . وهي الدائرة التي تمر بأوطأ نقطة في سن الترس والتي يمثلها الجذر (Root) و دائرة جذر السن تمثل القطر الخارجي أو قطر جذر السن .

10- رأس السن (Addendum-*a*) . ويمثل الإرتفاع القطري للسن فوق دائرة الخطوة ويسمى أيضاً طرف السن .

11- جذر السن (Dedendum-*b*) . وهو العمق القطري تحت دائرة الخطوة .

12- العمق الكلي (Whole Depth-*H*) . وهو مجموع رأس السن وجذر السن .

13- الخلوص(Clearance-*C*) . هو الفرق بين رأس السن وجذر السن .

14- دائرة الخلوص(Clearance Circle) . هي الدائرة التي تمس دائرة رأس السن المتعشق .

15- زاوية الضغط (Pressure Angle-Ø) . وهي الزاوية الواقعة بين خط الفعل والمماس لدائرتي الخطوة للسنين المتعشقين عند نقطة الخطوة .

16- جانب السن (Tooth Flank) . ويمثل سطح السن تحت دائرة الخطوة ،وهو وموازي أيضاً لمحور الترس .

17- وجه السن (Tooth Face) . وهو سطح السن فوق دائرة الخطوة ، وموازي لمحور الترس .

18- المقطع الجانبي للسن (Tooth Profile) . هو جانب واحد للسن في المقطع العرضي بين الدائرة الخارجية ودائرة الجذر . المقطع الجانبي هو عادة منحني تقاطع سطح السن والمستوي أو السطح العمودي لسطح الخطوة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

19- السمك الوتري (t_c-Chordal Thickness) . هو طول الوتر الذي يقابل قوس السمك الدائري في المستوي العمودي لحلزون الخطوة .

20- رأس السن الوتري (Chordal Addendum) . هو الإرتفاع من قمة السن إلى الوتر المقابل لقوس السمك الدائري .

21- السمك الدائري (t-Circular Thickness) . وهو السمك المقاس على طول دائرة الخطوة .

22- إنحناء السن (Tooth Fillet) .وهو القوس الواصل بين جذر السن وقعر السن (الفراغ بين سنين).

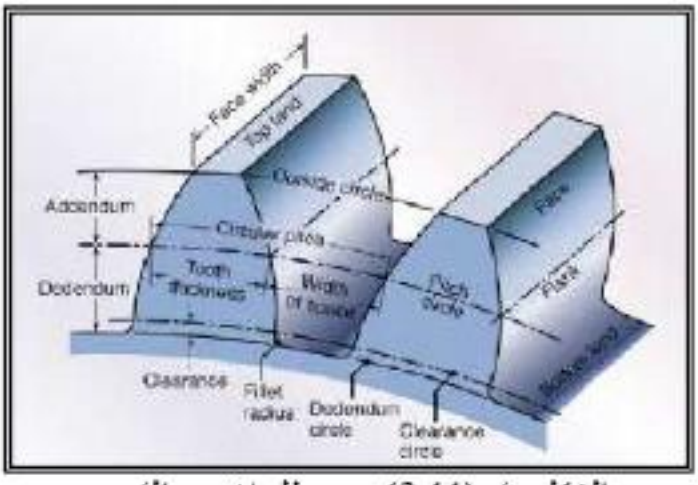
23- قمة السن (Top Land) . ويمثل أعلى نقطة على السن التي تمر فيها دائرة رأس السن .

24- قعر السن (Bottom Land) . ويمثل أوطأ نقطة على السن التي تمر فيها دائرة جذر السن .

25- عرض وجه السن (Face Width) . ويمثل طول أسنان الترس في المستوي المحوري .

26- دائرة القاعدة أو الأساس (D_b- Base Circle) . وهي الدائرة التي ينشأ أو يتولد منها المنحنى المنشأ وبتم إستنتاجها من الرسم .

27- نسبة السرعة (R-Speed Ratio) .هي النسبة بين عدد دورات الترس القائد وعدد دورات الترس المقاد .



الشكل رقم (11-3) : مصطلحات سن الترس

إختبار ذاتي (2): ما الفرق بين السمك الوتري والسمك الدائري

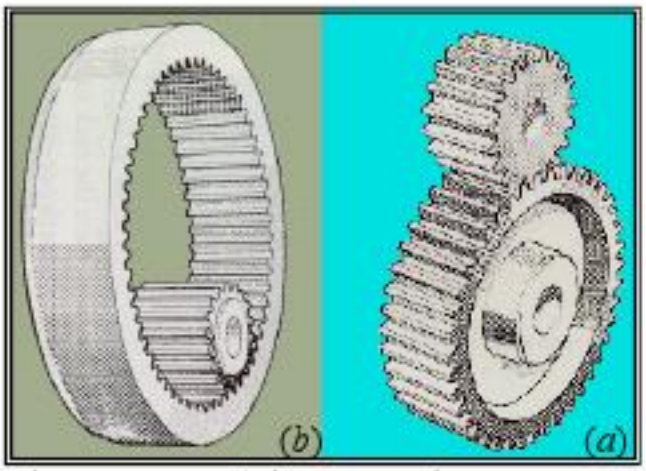
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1.1.2.11 أنواع التروس الإسطوانية (Cylindrical Gears Types)

تقسم التروس الإسطوانية إلى نوعين رئيسيين هما :

1- التروس العدلة (المستقيمة) (Spur Gears) .

تمثلك التروس العدلة أسنان مستقيمة توازي محوري العمودين المترافقين ، وتستخدم هذه التروس للتوصيل بين الأعمدة المتوازية . تعتبر التروس العدلة من أسهل أنواع التروس من حيث التصنيع وأرخصها . إذا كانت أسنان الترسين المتعشقين الصغير والكبير من الخارج فإن كل عمود لهما يدور في إتجاه معاكس لدوران العمود الآخر ، أما إذا كانت أسنان الترس الكبير داخلية فالترسين يدوران في إتجاه واحد وكما موضح في الشكل رقم (11-3) . يسمى الترس الصغير (*Pinion*) ويسمى الترس الكبير (*Toothed Wheel*) .



الشكل رقم (11-3) :*a* - تروس عدلة متعشقة من الخارج *b*- تروس عدلة متعشقة من الداخل

2- الجريدة المسننة (Toothed Rack) .

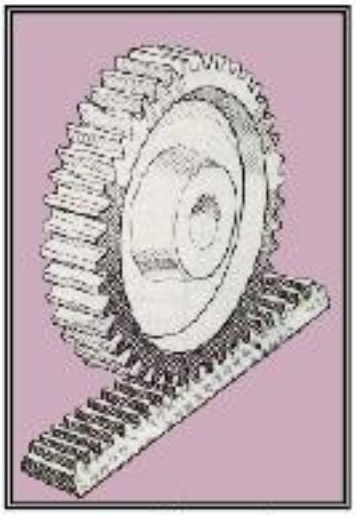
وهي عبارة عن ترس مستقيم مرتبة أسنانه على إستقامة واحدة وتستخدم لتحويل الحركة الدورانية إلى حركة خطية وبالعكس . الشكل رقم (11-4) يوضح الجريدة المسننة متعشقة مع ترس صغير . إن عملية تحويل الحركة الدورانية إلى حركة خطية وبالعكس ويتم ذلك بثلاثة طُرق هي :

1- دوران الترس الصغير (*Pinion*) حول مركز ثابت بسبب حركة الجريدة بخط مستقيم .

2- حركة الجريدة بخط مستقيم بسبب دوران الترس حول مركز ثابت .

3- إذا كانت الجريدة المُسننة ثابتة والترس الصغير هو الذي يدور عندها يتحرك مركز الترس في خط مستقيم آخذاً الترس معه .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل رقم (11-4) : الجريدة المُسننة متعشقة مع ترس صغير

إختبار ذاتي (3): ما هي الجريدة المسننة

2.1.2.11 القوانين التي تحكم التروس الإسطوانية

هنالك عدد من القوانين التي تحكم عملية تصميم التروس وطريقة عملها وحسب نوع الترس المستخدم ، ويتم إستخدام نظامين خاصين لحساب متغيرات سن الترس وتصميمه وهما :

1- نظام الملليمترات (Millimeters System) . ويعتمد هذا النظام على الموديل في حساباته وهو موضح في الجدول رقم (11-1) .

2- نظام الإنجات (Inches System) . ويعتمد على الخطوة القطرية في حساباته .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الجدول رقم (11-1)

القوانين الخاصة بحسابات التروس العدلة والجريدة المسننة

ت	إسم العنصر	الرمز	القانون
1	قطر دائرة الخطوة	D	$M \times N$
2	المودول	M	D/N ، P/π
3	الخطوة الدائرية	P	$\pi \times M$ ، $(\pi \times D)/N$
4	رأس السن	a	M
5	جذر السن	b	$a+C$ ، $1.25M$
6	دائرة رأس السن	D_1	$D+2a$ ، $D+2M$
7	دائرة جذر السن	D_2	$D-2b$ ، $D-2.5M$
8	سمك السن	t	$(\pi/2) \times M$ ، $P/2$
9	الخلوص	C	$0.25 \times M$
10	العمق الكلي للسن	H	$a+b$ ، $2.25M$
11	العمق الفعال	H_w	$H-C$
12	زاوية الضغط	$\emptyset$	قيمتها (20° - 14.5°)
13	السمك الوتري	t_c	$D\sin(90°/N)$
14	نسبة السرعة	R	n_P/n_G ، D_G/D_P ، N_G/N_P

ملاحظة // الخطوة الدائرية للترس تساوي الخطوة الخطية للجريدة المسننة .

N= عدد أسنان الترس n_P, n_G = عدد الدورات بالدقيقة للترس الكبير و الصغير على التوالي .

مثال1

ترس إسطواني ذو أسنان مستقيمة قطر دائرة الخطوة له ($90mm$) وعدد أسنانه (15) ،إحسب : الخطوة الدائرية ، سمك السن ، العمق الكلي للسن .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الحل//

$$M = \frac{D}{N} \quad , \quad M = \frac{90}{15} \Rightarrow \boxed{M = 6mm}$$

$$P = \pi \times M \quad , \quad P = \pi \times 6 \Rightarrow \boxed{P = 18.84mm}$$

$$t = \frac{P}{2} \quad , \quad t = \frac{18.84}{2} \Rightarrow \boxed{t = 9.42mm}$$

$$H = 2.25M \quad , \quad H = 2.25 \times 6 \Rightarrow \boxed{H = 13.5mm}$$

مثال2

ترس إسطواني قطر دائرة الخطوة له $(70mm)$ وخطوته الدائرية $(16mm)$ أوجد : دائرة رأس السن ، دائرة جذر السن ، الموديل ، سمك السن .

الحل//

$$M = \frac{P}{\pi} \quad , \quad M = \frac{16}{\pi} \Rightarrow \boxed{M \approx 5mm}$$

$$D_1 = D + 2M \quad , \quad D_1 = 70 + (2 \times 5) \Rightarrow \boxed{D_1 = 80mm}$$

$$D_2 = D - 2.5M \quad , \quad D_2 = 70 - (2.5 \times 5) \Rightarrow \boxed{D_2 = 57.5mm}$$

$$t = \frac{P}{2} \quad , \quad t = \frac{16}{2} \Rightarrow \boxed{t = 8mm}$$

مثال3

ترس إسطواني ذو أسنان مستقيمة قطر دائرة رأس السن له $(111mm)$ و قطر دائرة جذر السن $(75mm)$. أوجد : الموديل ، دائرة الخطوة ، الخطوة الدائرية ، سمك السن ، العمق الكلي للسن ، و عدد أسنان الترس .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الحل//

$$H = \frac{D_1 - D_2}{2} \quad , \quad H = \frac{111 - 75}{2} \Rightarrow \boxed{H = 18mm}$$

$$H = 2.25M \quad , \quad M = \frac{18}{2.25} \Rightarrow \boxed{M = 8mm}$$

$$D_1 = D + 2M \quad , \quad 111 = D + (2 \times 8) \Rightarrow \boxed{D = 95mm}$$

$$P = \pi \times M \quad , \quad P = \pi \times 8 \Rightarrow \boxed{P = 25.13mm}$$

$$t = \frac{P}{2} \quad , \quad t = \frac{25.13}{2} \Rightarrow \boxed{t = 12.565mm}$$

$$D = M \times N$$

$$95 = 8 \times N \Rightarrow \boxed{N = 11}$$

2.2.11 التروس اللولبية (*Screw Gears*)

تستعمل التروس اللولبية لنقل الحركة بين المحاور التي لا تتقاطع في الفراغ والتي لا تقع في مستوي واحد. تكون أسنان هذا النوع من التروس متبنة على السطح الخارجي لشكل إسطواني مثلما هي الحال في التروس الإسطوانية ، وتميل أسنان هذه التروس بزاوية معينة تسمى زاوية الحلزون (*Helix Angle*) .

1.2.2.11 أنواع التروس اللولبية (*Screw Gears Types*)

تقسم التروس اللولبية إلى نوعين رئيسيين هما :

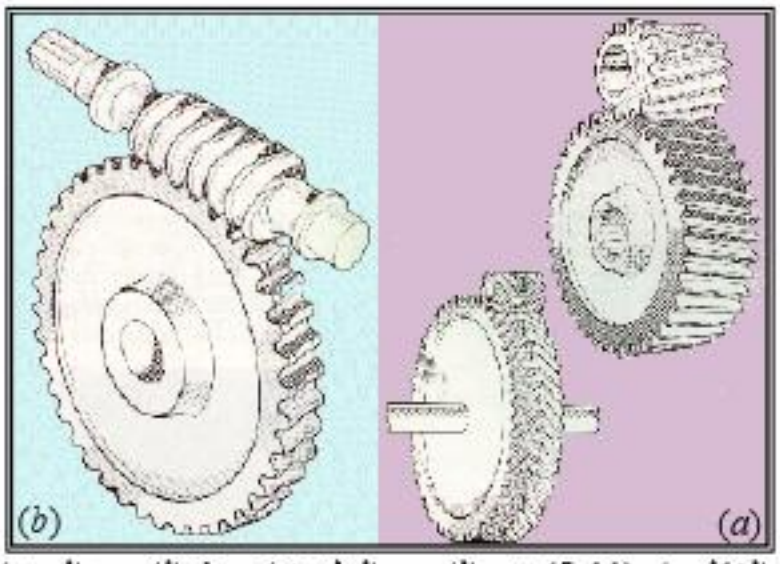
1- التروس الحلزونية (Helical Gears) .

تقع الأسنان على الترس الحلزوني على طول الحلزون ، وزاوية الحلزون تكون بين الحلزون وإسطوانة الخطوة وهي العنصر المتوازي مع الترس . يمكن أن تربط التروس الحلزونية أما متوازية أو غير متوازية للأعمدة غير المتقاطعة . هنالك نوعان من التروس الحلزونية والموضحة في الشكل رقم (11-5-*a*) وهي :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1- التروس الحلزونية مفردة الأسنان .

2- التروس الحلزونية مزدوجة الأسنان .



الشكل رقم (11-5) :a- التروس الحلزونية b- التروس الدودية

هنالك عدد من المصطلحات التي تصف مكونات الترس الحلزوني وهذه المصطلحات هي :

1- زاوية الحلزون (Helix Angle - ψ) . وهي الزاوية بين المماس للحلزون ومحور الترس .

2- الخطوة الدائرية العمودية (Normal Circular Pitch - P_n) . وهي الخطوة الدائرية في المستوي العمودي للأسنان .

3- الخطوة الدائرية المستعرضة (Transverse Circular Pitch - P) . وتمثل الخطوة الدائرية في مستوي دوران الترس .

إختبار ذاتي (4): ما هو إستعمال التروس اللولبية

2.2.2.11 القوانين التي تحكم التروس الحلزونية

الجدول رقم (11-2) يوضح القوانين الخاصة بحسابات التروس الحلزونية وحسب نظام المليمترات .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الجدول رقم (11-2)
القوانين الخاصة بحسابات التروس الحلزونية

ت	إسم العنصر	الرمز	القانون
1	قطر دائرة الخطوة	D	$(M\times N)/\cos\psi$
2	المودل	M	$(D\times\cos\psi)/N$
3	الخطوة الدائرية العمودية	P_n	$P\times\cos\psi$
4	دائرة رأس السن	D_1	$D+2M$
5	إرتفاع السن	H	$2.25M$
6	طول الخطوة الحلزونية	L	$(\pi\times D)/\tan\psi$
7	عدد الأسنان الفرضي	Z'	$N/\cos^3\psi$

مثال

إحسب الأبعاد اللازمة لفتح ترس حلزوني عدد أسنانه (30) ويمتلك موديل ($3mm$) وزاوية ميل الحلزون ($20°$).

الحل//

$$D=\frac{M\times N}{\cos\psi}\quad,\quad D=\frac{3\times 30}{\cos 20}\Rightarrow \boxed{D=95.8mm}$$

$$D_1=D+2M$$

$$D_1=95.8+(2\times 3)\Rightarrow \boxed{D_1=101.84mm}$$

$$H=2.25M\quad,\quad H=2.25\times 3\Rightarrow \boxed{H=2.25M}$$

$$L=\frac{\pi\times D}{\tan\psi}\quad,\quad L=\frac{\pi\times 95.8}{\tan 20}\Rightarrow \boxed{L=800mm}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الإختبار البعدي

ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- العمق الفعال هو :
أ- أقصى عمق يمتده سن على أحد القوس داخل فراغ السن للقوس الآخر المتعشق معه .
ب- الإرتفاع القطري للسن فوق دائرة الخطوة .
ج- العمق القطري تحت دائرة الخطوة .
د- الفرق بين رأس السن وجذر السن .

2- وجه السن هو :
أ- سطح السن تحت دائرة الخطوة .
ب- أعلى نقطة على السن .
ج- سطح السن فوق دائرة الخطوة .
د- القوس الواصل بين جذر السن وقعره .

3- يمثل الخلوص :
أ- مجموع رأس السن وجذره .
ب- الفرق بين رأس السن وجذره .
ج- المسافة على أحد الأسنان إلى النقطة المماثلة لها على السن الآخر .
د- طول الوتر الذي يقابل قوس السمك الدائري .

4- الخطوة الدائرية المستعرضة هي :
أ- المسافة على أحد الأسنان إلى النقطة المماثلة لها على السن الآخر .
ب- الدائرة التي ينشأ منها المنحنى المنشأ .
ج- الخطوة الدائرية في المستوي العمودي للأسنان .
د- الخطوة الدائرية في مستوي دوران القرص .

5- يمكن تعريف خطوة الجزء المسنن على إنها :
أ- المسافة بين المستوي الخلفي وتاج القرص .
ب- المسافة من مخروط الخطوة إلى المستوي الخلفي للقرص .
ج- المسافة من أي نقطة على السن إلى النقطة المماثلة على الدورة التالية لنفس السن .
د- المسافة على أحد الأسنان إلى النقطة المماثلة لها على السن الآخر .

6- زاوية الجذر هي :
أ- الزاوية المحصورة بين خط الجذر والمحور .
ب- الزاوية المقابلة لعمق جذر السن .
ج- الزاوية المحصورة بين راسم مخروط الخطوة والمحور .
د- الزاوية الواقعة بين خط الفعل والمماس لدائرتي الخطوة للقرسين المتعشقين .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7- زاوية رأس السن هي :
أ- الزاوية المحصورة بين خط رأس السن والمحور .
ب- الزاوية المقابلة لرأس السن .
ج- الزاوية المحصورة بين الرأس الخلفي للأسنان وقاعدة مخروط الخطوة .
د- الزاوية بين المماس للحلزون والمستوي العمودي للمحور .

8- تتراوح قيمة زاوية الضغط بحوالي :
أ- (10° - 15°) .
ب- (14.5° - 25°) .
ج- (15° - 30°) .
د- (14.5° - 20°) .

9- تستعمل التروس اللولبية لنقل الحركة بين :
أ- المحاور التي لا تتقاطع في الفراغ والتي لا تقع في مستوي واحد .
ب- المحاور المائلة المتقاطعة غير المتوازية والتي تقع في مستوي واحد .
ج- المحاور المتوازية والتي تقع في مستوي واحد.
د- المحاور المتوازية والتي لا تقع في مستوي واحد.

10- تنتمي التروس الهايبودية إلى التروس :
أ- الإسطوانية .
ب- اللولبية .
ج- المخروطية .
د- الدودية .

ملاحظة :

1- لكل سؤال درجة واحدة.

2- يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة النمطية، ففي حالة حصولك على درجة (9) فأكثر فتكون غير محتاج لدراسة هذه الوحدة وإذهب لدراسة الوحدة التالية . أما في حالة حصولك على درجة أقل من (9) فستكون بحاجة لدراسة هذه الوحدة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مفاتيح الإجابة على الإختبارات

الإختبار القبلى		الإختبارات الذاتية	الإختبار البعدى	
رقم السؤال	الإجابة الصحيحة		رقم السؤال	الإجابة الصحيحة
1	ج	1- تُعرف القروس على إنها عجلات تحتوي على أسنان تقع على محيطها الخارجي أو الداخلي ، وتستخدم لنقل الحركة الاورانية من محور إلى اخر وكذلك لتحويل الحركة الاورانية إلى حركة خطية في بعض الحالات .	1	أ
2	أ	2- السمك الوتري هو طول الوتر الذي يقابل قوس السمك الدائري في المستوي العمودي لخطوط الخطوة . أما السمك الدائري فهو السمك المقاس على طول دائرة الخطوة .	2	ج
3	د	3- وهي عبارة عن ترس مستقيم مرتبة أسنانه على إستقامة واحدة وتستخدم لتحويل الحركة الاورانية إلى حركة خطية وبالعكس	3	ب
4	ب	4- تستعمل القروس اللولبية لنقل الحركة بين المحاور التي لا تتقاطع في الفراغ والتي لا تقع في مستوي واحد	4	د
5	ج	5- يتم قطع القروس بواسطة قاطع تردي على شكل سن مفرد ، حريدة ، أو ترس صغير تتحرك كتلة الخام المراد إنتاج الترس منها والقاطع سوية كما في حالة التمشيط ، ويحدث عدد من القطوعات نتيجة لهذا التمشيط .	5	ج
6	د		6	أ
7	أ		7	ب
8	ب		8	د
9	د		9	أ
10	أ		10	ج

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المصادر :

1- E.P.DeGarmo, J.T. Black, and R.A. kohser " *Materials and processes in Manufacturing* " , Eighth Edition , john Wiley & Sons , 1999 .

2- Lawrence E. Doyle, Carl A. keyser, James L.Leach, George F. Schrader, and Morse B. Singer " *Manufacturing processes and Materials for Engineering* " , Third Edition, prentice - Hall, Inc. 1985 .

3- Sherif D.Elwakil " *Processes and Design Manufacturing* " , Second Edition , PWS Publishing Company , 1998 .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الجنوبية
المعهد التقني الشطرة
قسم التقنيات الميكانيكية/ فرع الانتاج

وحدة تدريبية

لطلبة المرحلة الثانية / انتاج

القشط

- القشط
- مكائن القشط
- العمليات المختلفة للمقشطة

النظرة الشاملة

1- الفئة المستهدفة : طلبة المرحلة الثانية في الأقسام التكنولوجية للكليات والمعاهد التقنية في هيئة التعليم التقني.

2- مبررات الوحدة : تضم ورش التشغيل الكثير من الماكنات المستخدمة في تشغيل المواد الهندسية والتي من ضمنها ماكنات القشط والتي تنفذ عليها العديد من العمليات التشغيلية ولمختلف المواد ولذلك فمن المهم إلقاء الضوء على هكذا ماكنة و عملياتها لبيان أهميتها بالنسبة لعمليات التصنيع .

3- الفكرة المركزية :

أولاً- التعرف على ماكنة القشط وأجزاءها وأنواعها .

ثانياً- التعرف على أنواع الإدارة في ماكنات القشط .

ثالثاً- التعرف على كيفية تثبيت العُدد والمشغولات على المقشطة .

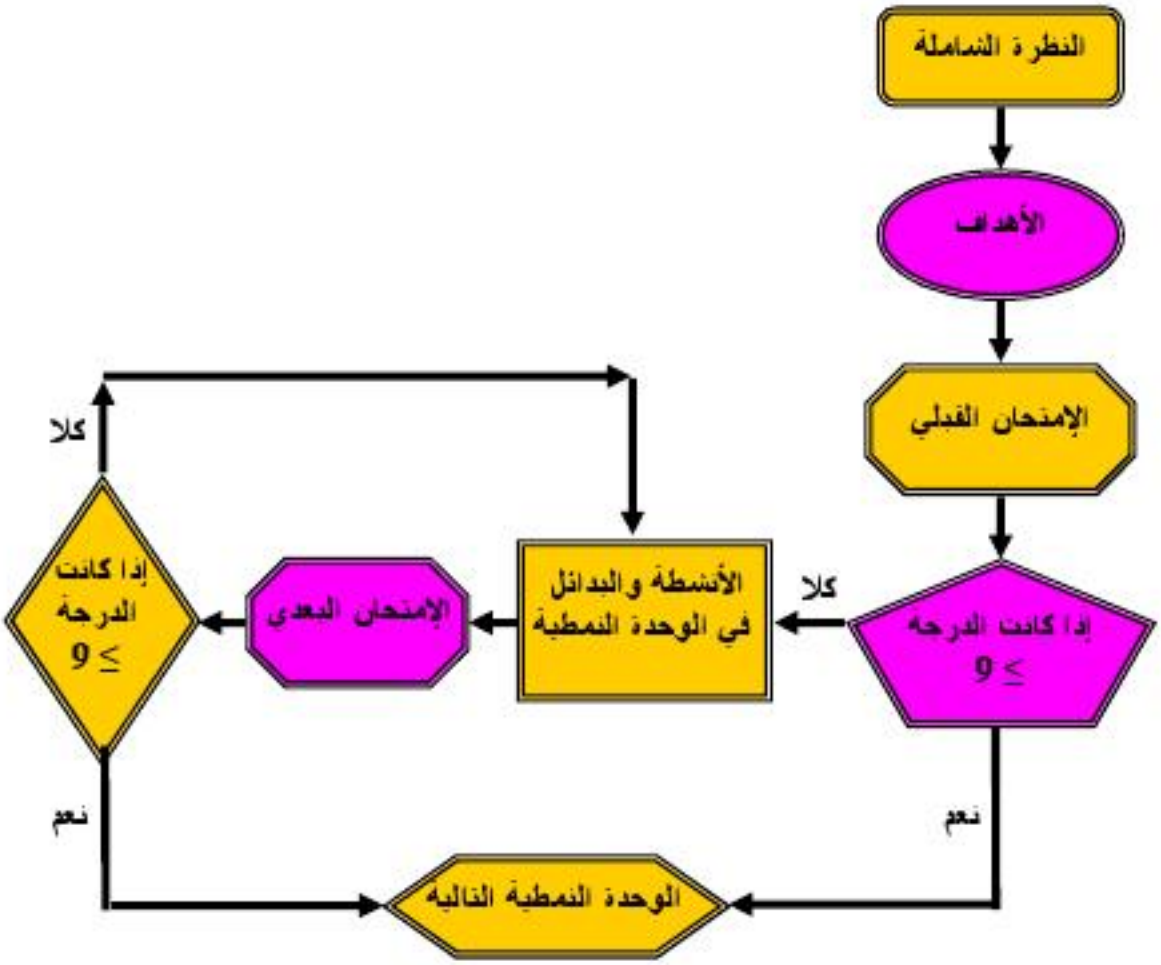
رابعاً- معرفة القوانين الخاصة بحساب معدلات التشغيل وزمن التشغيل.

4- أهداف الوحدة : سيكون الطالب بعد دراسته لهذه الوحدة قادراً على أن :

1- يستعمل ماكنة القشط في الورشة .
2- يتعرف على نوع العملية المجراة على ماكنة القشط وكيفية تنفيذها .
3- تحديد متغيرات القطع الضرورية للتشغيل .
4- حساب زمن شوط القطع وزمن شوط الرجوع .
5- يختار بالشكل الأمثل الملحقات المناسبة لعملية قشط معينة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5- المخطط الإنسيابي:



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الإختبار القبلي

ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- تكون الحركة الرئيسية للعُدة في المقشطة حركة :
أ- خطية .
ب- ترددية .
ج- دورانية .
د- محورية .

2- يكون سَوط الرجوع :
أ- أقل فعالية من سَوط القطع .
ب- متساوي مع سَوط القطع .
ج- أكثر فعالية من سَوط القطع .
د- أسرع من سَوط القطع .

3- تمتلك المقشطة الرأسية :
أ- تمساحاً عمودياً مع منضدة دوارة .
ب- تمساحاً أفقياً مع منضدة ترددية .
ج- تمساحاً عمودياً مع منضدة ترددية .
د- تمساحاً أفقياً مع منضدة دوارة .

4- تستخدم المقشطة النطاحة في :
أ- عمل الثقوب الرأسية .
ب- فتح المجاري والشقوق .
ج- التخشين الإبتدائي للتجاويف الأولية .
د- تشغيل الأعمدة وألواح الإنحناء .

5- تمارس الشُغلة في مقشطة العربة حركة :
أ- تغذية ترددية .
ب- القطع والرجوع .
ج- تغذية دائرية .
د- تغذية أفقية .

6- يتحرك برج تثبيت العُدة حركة :
أ- محورية .
ب- دورانية .
ج- خطية .
د- مفصلية .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7- يتم أخذ مسافة الإقتراب الكلية للقشط بحوالي :
أ- (25mm-15mm).
ب- (20mm-10mm).
ج- (25mm-10mm).
د- (15mm-5mm).

8- يتم إدارة المقاشط الهيدروليكية بواسطة :
أ- آلية ذراع التدوير .
ب- محرك كهربائي .
ج- إسطوانة هيدروليكية تتحرك بالسوائل .
د- دوران الترس الأكبر والترس الأصغر .

9- تكون حركة التغذية في القشط :
أ- مماثلة لحركة القطع .
ب- معاكسة لحركة القطع .
ج- موازية لحركة القطع .
د- متقاطعة مع حركة القطع .

10- يتم ربط مثبت العُدة في مقشطة العربة على :
أ- القضيب المستعرض .
ب- التمساح العمودي .
ج- رأس التمساح .
د- التمساح الأفقي .

ملاحظة :

1- لكل سؤال درجة واحدة .

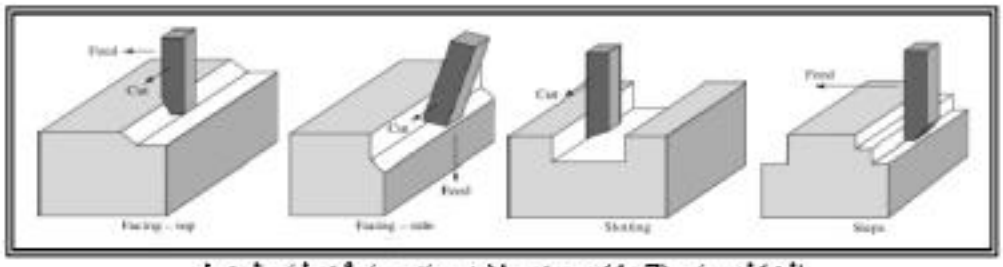
2- يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة التطبيقية، ففي حالة حصولك على درجة (9) فأكثر فتكون غير محتاج لدراسة هذه الوحدة وإذهب لدراسة الوحدة التالية . أما في حالة حصولك على درجة أقل من (9) فستكون بحاجة لدراسة هذه الوحدة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

عرض الوحدة النمطية

1.7 المقـــدمـــة (*Introduction*)

يمكن تعريف عملية القشط على إنها حركة نسبية مستوية ترددية في خط مستقيم بين عُدة القطع والمشغلة بإستخدام عُدة قطع ذات حافة قطع مفردة الإتصال للحصول على سطوح مستوية أو مائلة بإستخدام ماكنات القشط متعدد الأنواع والأشكال . تكون الحركة الرئيسية كما ذكرنا هي حركة ترددية لعُدة القطع والتي تمثل حركة القطع ، أما حركة التغذية فتكون بشكل عام عبارة عن حركة المنضدة التي تثبت عليها المشغلة وتكون هذه الحركة متقاطعة مع الحركة الرئيسية لعُدة القطع . تُعطى حركة التغذية بوحدات (*mm\Stroke*) ويقصد بالشوط (*Stroke*) هو حركة العُدة للأمام والذي يمثل شوط القطع (*Cutting Stroke*) والرجوع إلى وضعها السابق وهذا يمثل شوط الرجوع (*Return Stroke*) وفي هذا الشوط لا يحدث قطع ، ويكون شوط الرجوع أسرع من شوط القطع من أجل تقليل الوقت الضائع الناتج من عدم القطع في عودة عُدة القطع . الشكل رقم (7-1) يوضح مشغولات متنوعة مشغلة بالقشط .



الشكل رقم (7-1) : مشغولات متنوعة مُشغلة بالقشط

إختبار ذاتي (1): عرف عملية القشط

2.7 ماكنات القشط (*Shaping & Planing Machines*)

هنالك ثلاث أنواع رئيسية لماكنات القشط والتي تختلف فيما بينها في إسلوب شوط القطع والرجوع وحركة التغذية ، وكذلك في أشكالها وتطبيقاتها ولكنها تشترك في ميزة واحدة وهي إنها تستخدم للحصول على سطوح مستوية ، وهذه الماكنات هي :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1- المقشطة النطاحة . وتقسم إلى نوعين هما

a- المقشطة النطاحة الأفقية .

b- المقشطة النطاحة العمودية

2- مقشطة العربة .

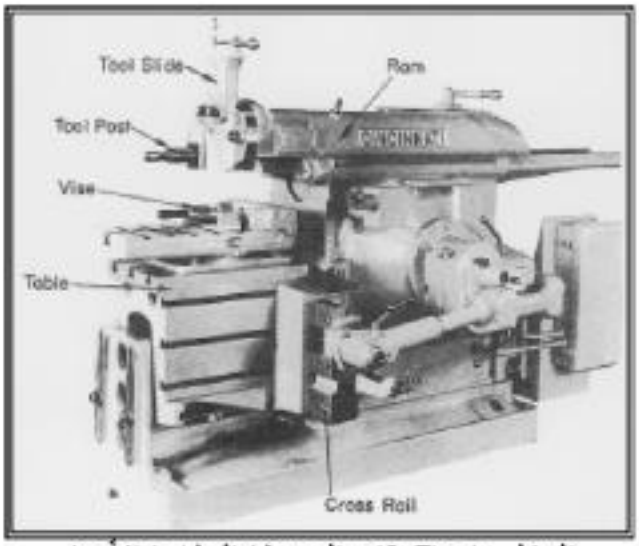
1.2.7 المقشطة النطاحة (*Shaper Machine*)

المقشطة النطاحة هي مقشطة بطيئة نسبياً وتملك قدرة إزالة معدن واطئة جداً . المقشطة النطاحة هي ماكنة واطئة الكلفة وتستخدم للتخشين الإبتدائي للنماذج الأولية ، وهذه المقاشط نادراً ما تستخدم للعمل الإنتاجي . هنالك نوعان من المقشطة النطاحة هما :

1.1.2.7 المقشطة النطاحة الأفقية (*Horizontal Shaper*)

تستخدم المقشطة النطاحة الأفقية للمشغولات الصغيرة نسبياً ،وهي موضحة في الشكل رقم (7-2) . تكون حركة ذراع التشغيل الذي تثبت فيه عُدة القطع والمسمى بالمِسَاح (*Ram*)

حركة أفقية ذهاباً وهو شوط القطع (V_a) وإياباً وهو شوط الرجوع (V_r) فوق الشغلة التي يتم تثبيتها على منضدة المقشطة أما المنضدة فتتحرك حركة تغذية عرضية ترددية(S) بإتجاهين . إن حركة المِساح يمكن التحكم فيها من حيث طولها ونقطة بدايتها ونهايتها . تستخدم المقشطة النطاحة الأفقية لتشغيل السطوح المستوية أو المائلة بزاوية .



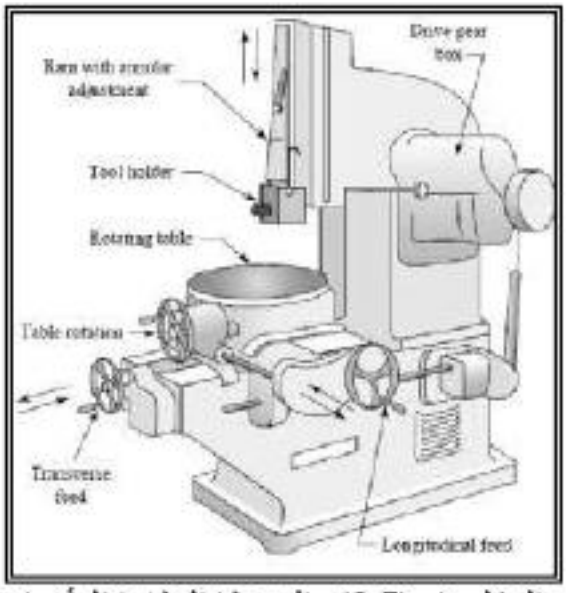
الشكل رقم (7-2) : المقشطة النطاحة الأفقية

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2.1.2.7 المقشطة النطاحة الرأسية (*Vertical Shaper or Slotter*)

تمتلك المقشطة النطاحة الرأسية والموضحة في الشكل رقم (7-3) تماس عمودي مع منضدة دوارة تثبت عليها الشُغلة وسرج مشابه للموجود في المقشطة النطاحة الأفقية ، و يمكن أن تعمل هذه المقشطة داخل أو خارج الجزء المُشغل . إن معظم العمل الذي تنفذه المقشطة النطاحة الرأسية هي فتح المجاري في الثقوب الرأسية التي يتم عملها بعمليات تشغيل أُخرى

مثل الثقب . يمارس التماس الذي تثبت فيه عُدة القطع حركة القطع والرجوع أما المنضدة الدوارة فتمارس حركة التغذية .

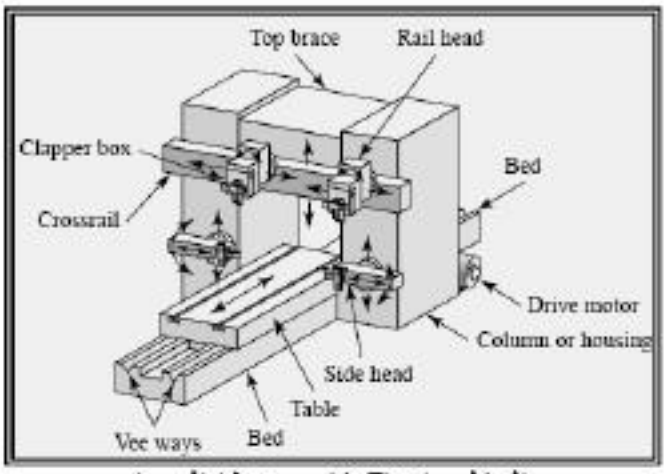


الشكل رقم (7-3) : المقشطة النطاحة الرأسية

2.2.7 مقشطة العربة (*Planer Machine*)

تستخدم هذه المقشطة والموضحة في الشكل رقم (7-4) لتشغيل الأجزاء الكبيرة والتي لا يمكن تشغيلها في المقاشط النطاحة ، حيث يمكن تشغيل السطوح المستوية أو المائلة وكذلك عمل الحزوز والمجاري في المشغولات . إن الفرق بين مقشطة العربة والمقشطة النطاحة هو إن الشُغلة هي التي تمارس شوط القطع و شوط الرجوع بينما لا تمارس عُدة القطع سوى التغذية العرضية . تكون عُدة القطع مثبتة في مُثبت العُدة (*Clapper Box*) القابل للدوران ويتم ربطه إلى القضيب المستعرض (*Cross Rail*) ، أما الشُغلة فتوضع على المنضدة المثبتة على فرش المقشطة . إن العمل النموذجي الذي يمكن إنجازه بواسطة مقشطة العربة هو الأعمدة ، مجموعات محرك الدبزل البحري ، وألواح الإنحناء لعمل الصفائح المعدنية .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل رقم (7-4) : مقشطة العربة

إختبار ذاتي (2): عدد أنواع المقاشط

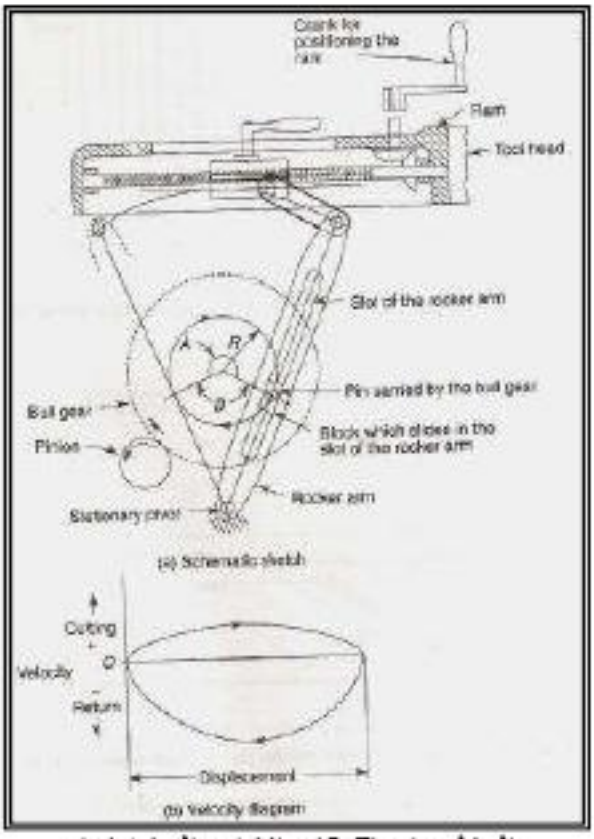
3.7 إدارة المقاشط النطاحة (*Shaper Machines Drive*)

تستمد حركة عُدة القطع الترددية في المقاشط النطاحة من محرك كهربائي أو عمود إدارة مرتبط بصندوق تغيير السرعات للتحكم في حركة المسّاح وهذه الإدارة تكون على نوعين هما :

1.3.7 الإدارة الميكانيكية (*Mechanical Drive*)

وتستخدم في المقاشط النطاحة واطئة الكلفة . تعتمد هذه الإدارة على آلية ذراع الدوير (*Crank Mechanism*) وكما موضح في الشكل رقم (7-5) ، حيث يتم قيادة الترس الأكبر (*Bull Gear*) بواسطة الترس الأصغر (*Pinion Gear*) والموصول بذراع المحرك خلال صندوق تروس مع أربع أو ثماني سرعات أو أكثر أحياناً . إن دورات الترس الأكبر يتم نقلها إلى المسّاح عن طريق الذراع المرتبط به لتتحول إلى شوط لكل دقيقة للمقشطة (*Stroke\ min*) . وكما ذكرنا سابقاً فإن سرعة الرجوع تكون أكبر من سرعة القطع لعدم وجود قطع ولتقليل الزمن الضائع .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل رقم (7-5) : الإدارة الميكانيكية

2.3.7 الإدارة الهيدروليكية (*Hydraulic Drive*)

وهي موضحة في الشكل رقم (7-6) . تمتلك مقشطة الإدارة الهيدروليكية نفس الأجزاء الرئيسية التي في مقشطة الإدارة الميكانيكية ، ولكن التماس هنا تتم إدارته بواسطة إسطوانة هيدروليكية تتحرك بالسوائل . يتم ضخ السائل الهيدروليكي بواسطة مضخة إلى أنابيب متصلة بالإسطوانة التي تحتوي داخلها على مكبس . عند إمتلاء هذه الإسطوانة بالسائل يتحرك المكبس للأمام مُحركاً التماس معه بحركة شوط القطع ، أما عند إفراغ الإسطوانة من السائل يرجع المكبس إلى وضعه الأصلي مسبباً شوط الرجوع . تستخدم مقشطة الإدارة الهيدروليكية محركات ذات قدرة حصانية تتراوح بين (5 *hp* - 10 *hp*) . هنالك مميزات عديدة للمقشطة الهيدروليكية والتي يمكن إدراجها كالآتي :

1- تبقى سرعة القطع ثابتة خلال شوط القطع بخلاف المقشطة الميكانيكية حيث السرعة تتغير بإستمرار .

2- بما إن القدرة المتوفرة تبقى ثابتة خلال القشط ، لذلك يمكن إستخدام القدرة الكاملة للعُدة أثناء شوط القطع .

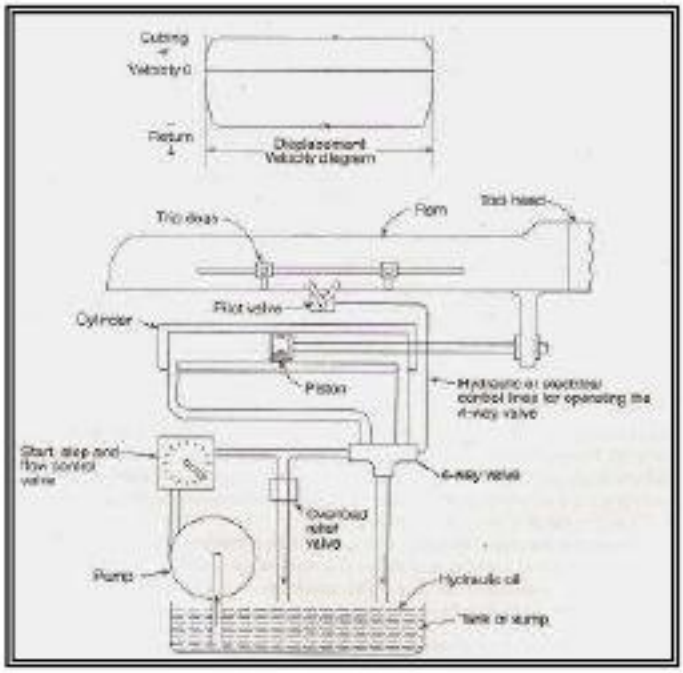
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3- ينعكس المسار سريعاً بدون أية صدمة حالما يتم إستخدام الإسطوانة الهيدروليكية ، ويكون القصور الذاتي لحركة الأجزاء صغير نسبياً .

4- إن مدى سرعات القطع الممكنة عالي نسبياً في المقسطة الهيدروليكية .

5- يمكن إنجاز أشواط لكل دقيقة بشكل أكثر بواسطة إستهلاك وقت أقل عن طريق أشواط الإنعكاس والعودة .

وعلى الرغم من هذه المميزات إلا إن المقسطة الهيدروليكية تكون مكلفة بشكل أكبر مقارنة مع المقسطة الميكانيكية ، إضافة إلى ذلك تتغير نقطة التوقف لشوط القطع إعتماداً على المقاومة للقطع بواسطة مادة الشُغلة .



الشكل رقم (7-6) : الإدارة الهيدروليكية

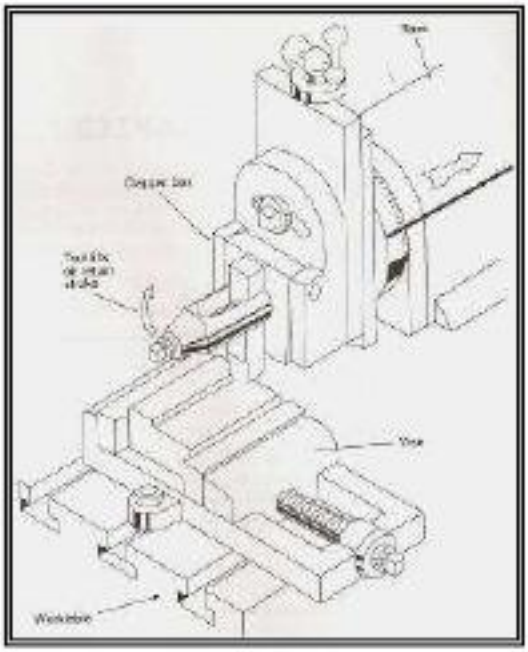
إختبار ذاتي (3): ما هو فرق الإدارة الميكانيكية عن الهيدروليكية

4.7 تثبيت عُدة القطع (Cutting Tool Holding)

يتم تثبيت عُدة القطع في برج خاص برأس النحاس وكما موضح في الشكل رقم (7-7) ، ويتحرك هذا البرج حركة مفصلية حول نقطة في أعلاه بحيث إن هذه الحركة تسمح للعُدة بالإنحراف خلال شوط

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الرجوع والعودة إلى وضعها الأصلي مستندة على جهة المساح أثناء سَوط القطع وبذلك لا تتعرض عُدة القطع للتلف أثناء الرجوع . كذلك تستطيع عُدة القطع الدوران بأية زاوية ، وهذا الدوران مهم للسطوح المُشغلة والتي ليست في مستوي أفقي .



الشكل رقم (7-7) : موضع تثبيت عُدة القطع في المقشطة

إختبار ذاتي (4): لماذا يتحرك الدرج في المقشطة حركة مفصلية

5.7 تثبيت المشغولات (*Workpecies Holding*)

هنالك ملحقات عديدة تضاف إلى المقاشط من أجل إستخدامها في تثبيت المشغولات عليها ، وهذه الملحقات هي نفسها المستخدمة في ماكنات الفرز حيث المشغولات الصغيرة نسبياً يتم تثبيتها بواسطة الملزمة (*Vice*) وكما تم ذكره في فصل سابق هنالك ثلاثة أنواع من الملازم التي تستخدم لهذا الغرض هي الملزمة البسيطة ، الدوارة ، والملزمة جامعة الأغراض . إضافة إلى ذلك هنالك معدات أُخرى يمكن إستخدامها في تثبيت المشغولات وهي الألواح الزاوية (*Angle Plates*) والقلاطات (*Clamps*) وعناصر الإسناد . إن إستخدام هذه الأنواع من المثبتات يعتمد على شكل وهندسة الشُغلة المراد توليدها .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

6.7 معدلات التشغيل (*Machining Rates*)

تعتمد معدلات التشغيل التي يتم إختيارها على عوامل عديدة هي :

1- نوع المعدن المقطوع .

2- نوع عملية القشط .

3- طبيعة القشط .

4- طبيعة وشكل السطح المقشوط .

إضافة إلى هذه العوامل فهنالك عدة إمور يجب الإنتباه لها في عملية القشط ، فمثلاً يجب أن يتم ضبط شوط المقشطة الميكانيكية بطريقة بحيث تبدأ العُدة شوط القطع عند مسافة صغيرة قبل الشُغلة وإكمال الشوط بعد مسافة قصيرة أُخرى . هذه المسافة تسمى مسافة الإقتراب (*Approach Distance - A_D*) وهي ضرورية لإعطاء زمن كافي لإنعكاس الحركة وللتأكد بأن القطع لا يحدث عند سرعة بطيئة جداً ، كما هي الحال عند بداية ونهاية الشوط . يتم أخذ مسافة الإقتراب الكلية حوالي (*15 mm - 25 mm*) .

إختبار ذاتي (5) : ما هي فائدة مسافة الإقتراب في القشط

1.6.7 سرعة القطع (*Cutting Speed*)

إن سرعة القطع في عملية القشط هي سرعة التماس في إتجاه القطع ويتم حسابها من المعادلة التالية :

$$V = \frac{L \times N(N_r + N_f)}{1000 \times N_f} \qquad (1)$$

حيث :

V = سرعة القطع (m/min) .

L = طول الشوط (ويمثل طول الشُغلة + مسافة الإقتراب (A_D)) (mm).

N = عدد دورات الترس الأكبر ($Stroke/min$) .

N_r = زمن شوط الرجوع .

N_f = زمن الشوط الأمامي (القطع) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وبمكن حساب نسبة السر عة (*Speed Ratio*) والتي تُشير إلى نسبة الزمن عندما يحدث القطع الحقيقي وكما يلي :

$$r = \frac{N_f}{N_r} = \frac{3}{2} \qquad (2)$$

حيث :

r = نسبة السر عة .

تكون قيمة نسبة السر عة للآليات النموذجية حوالي (1.5) .

2.6.7 زمن التشغيل (*Machining Time*)

يمكن من خلال المعادلة التالية حساب زمن التشغيل لشوط كامل واحد و هي كالتالي :

$$T = \frac{L}{N} \qquad (3)$$

ومن المعادلة التالية يمكن حساب عدد الأشواط اللازمة للقشط :

$$S_N = \frac{W}{f} \qquad (4)$$

حيث :

S_N = عدد الأشواط المطلوبة للقشط .

W = عرض الشُغلة (mm) .

f = التغذية ($mm\backslash Stroke$) .

ويكن حساب زمن التشغيل الكلي من المعادلة أدناه :

$$T_C = T \times S_N \qquad (5)$$

حيث :

T_C = زمن التشغيل الكلي (min) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مثال

ماكنة قشط نطاحة تعمل عند (120 Stroke\min) وتستخدم لتشغيل شُغلة أبعادها (120mm×250mm) وتغذية (0.6 mm\Stroke) وعمق قطع (6mm) . فإذا علمت إن الشوط الأمامي يكمل في (230°) ، إحسب زمن التشغيل الكلي لهذه الشُغلة والنسبة المئوية للزمن عندما العُدة لا تلامس الشُغلة وسرعة القطع المستخدمة في التشغيل .

الحل//

نفرض مسافة الإقتراب $(A_D) = 25mm$.

$$L = l + A_D = 250 + 25 \quad \Rightarrow \boxed{L = 275mm}$$

$$S_N = \frac{W}{f}$$

$$S_N = \frac{120}{0.6} \quad \Rightarrow \boxed{S_N = 200Stroke}$$

$$T = \frac{L}{N}$$

$$T = \frac{275}{120} \quad \Rightarrow \boxed{T = 2.292\min}$$

$$T_C = T \times S_N$$

$$T_C = 2.292 \times 200 \quad \Rightarrow \boxed{T_C = 458.33\min}$$

نسبة الزمن عندما العُدة لا تلامس الشُغلة (لا يوجد قطع) تساوي :

$$time\% = \frac{360 - 230}{360} = 36.11\%$$

$$V = \frac{L \times N(N_r + N_f)}{1000 \times N_f}$$

$$V = \frac{275 \times 120 \times 360}{1000 \times 230} \quad \Rightarrow \boxed{V = 51.65m \setminus \min}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3.6.7 القدرة المستهلكة في القشط (Power Consumed)

إن القدرة الحصانية المستهلكة في عملية القشط يمكن حسابها من المعادلة أدناه :

$$Power(P) = K \times MRR \qquad (6)$$

حيث :

P = القدرة المستهلكة (hp) .

K = ثابت يستخدم لحساب القدرة الحصانية المستهلكة .

MRR = معدل إزالة المادة (mm^3) .

ويمكن حساب معدل إزالة المادة من المعادلة التالية :

$$MRR = V \times f \times d \qquad (7)$$

حيث :

V = سرعة القطع $(m\backslash min)$.

dp = عمق القطع (mm) .

ويمكن تطبيق هذه المعادلة على عمليات الخراطة ، الثقب ، والتفريز إضافة إلى القشط .

مثال

إحسب القدرة المستهلكة لتشغيل قطعة من الفولاذ ذو صلادة $(375BHN)$ بواسطة القشط مع عمق قطع $(4mm)$ وتغذية $(0.4 \quad mm\backslash Stroke)$ وبسرعة قطع قدرها $(65m\backslash min)$. علماً إن ثابت القدرة الحصانية المستهلكة هو (79×10^{-6}) .

الحل//

$$MRR = V \times f \times d$$

$$MRR = 1000 \times 65 \times 0.4 \times 4 \Rightarrow \boxed{MRR = 104 \times 10^3 mm^3}$$

$$P = K \times MRR$$

$$P = 79 \times 10^{-6} \times 104 \times 10^3 \Rightarrow \boxed{P = 8.216hp}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الإختبار البعدي

ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- تستخدم مقشطة الإدارة الهيدروليكية محركات ذات قدرة حصانية :
أ- (12hp-5).
ب- (20hp-10).
ج- (15hp-5).
د- (10hp-5).

2- إن العمل الأساسي للمقاشط الرأسية هو :
أ- فتح المجاري والشقوق .
ب- تشغيل السطوح المستوية .
ج- تشغيل المشغولات الكبيرة .
د- إنتاج السطوح المعقدة .

3- تمثل سرعة القشط في المقاشط النطاحة :
أ- سرعة الشُّغلة .
ب- سرعة منضدة العمل .
ج- سرعة التماس بإتجاه القطع .
د- سرعة الرجوع .

4- تتغير نقطة التوقف لشوط القطع للمقاشط الهيدروليكية إعتماداً على :
أ- سرعة القطع .
ب- المقاومة للقطع بواسطة مادة الشُّغلة .
ج- سرعة القطع .
د- قدرة القطع المتوفرة .

5- يكون شوط الرجوع أسرع من القطع من أجل :
أ- تقليل الصدمة عند إنعكاس التماس .
ب- ضبط سرعة المقشطة .
ج- تقليل الوقت الضائع عند عدم القطع .
د- تثبيت نقطة التوقف لشوط القطع .

6- تستعمل مقاشط العربة لتشغيل :
أ- الأجزاء الكبيرة .
ب- الأجزاء المعقدة .
ج- الأجزاء الصغيرة .
د- الأجزاء غير المنتظمة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7- يمكن إستعمال القدرة الكاملة للعُدة في المقاشط الهيدروليكية أثناء القطع بسبب :
أ- ثبوت سرعة سقوط القطع .
ب- القصور الذاتي الصغير لحركة الأجزاء .
ج- الإنعكاس المستمر للتمساح .
د- ثبوت القدرة المتوفرة خلال الفشط .

8- تستعمل الإدارة الميكانيكية في المقاشط :
أ- ذات الدقة العالية في التشغيل .
ب- واطئة الكلفة .
ج- عالية الكلفة .
د- عديمة الإنجاز .

9- العُدة في مقاشط العربة :
أ- تمارس حركة التغذية العرضية فقط .
ب- تمارس حركة القطع والرجوع .
ج- تمارس حركة التغذية الدائرية فقط .
د- تبقى ثابتة .

10- تتحرك المنضدة في المقاشط النطاحة الأفقية حركة تغذية :
أ- بإتجاه واحد .
ب- دائرية .
ج- ترددية بإتجاهين .
د- عرضية .

ملاحظة :

1- لكل سؤال درجة واحدة .

2- يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة النظرية، ففي حالة حصولك على درجة (9) فأكثر فتكون غير محتاج لدراسة هذه الوحدة وإذهب لدراسة الوحدة التالية . أما في حالة حصولك على درجة أقل من (9) فستكون بحاجة لدراسة هذه الوحدة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مفاتيح الإجابة على الإختبارات

الإختبار القبلى		الإختبارات الذاتية	الإختبار البعدى	
رقم السؤال	الإجابة الصحيحة		رقم السؤال	الإجابة الصحيحة
1	ب	1- هي حركة نسبية مستوية ترددية في خط مستقيم بين عُدة القطع والشُعلة بإستخدام عُدة قطع ذات حافة قطع مفردة الإتصال للحصول على سطوح مستوية أو مائلة بإستخدام ماكنات القشط متعدد الأنواع والأشكال .	1	د
2	د	2- المقاشط القاطعة وتقسم إلى الأفقية والرأسية ، مقاشط العربة .	2	أ
3	أ	3- تعتمد الإدارة الميكانيكية على آلية ذراع التدوير ، حيث يتم قيادة الترس الأكبر بواسطة الترس الأصغر والموصول بذراع المحرك حامل صندوق تروس مع تربح أو ثمانى سرعات أو أكثر أحياناً . أما فى الإدارة الهيدروليكية فيتم إدارة المساح بواسطة إسطوانة هيدروليكية تتحرك بالسوائل . يتم ضخ السائل الهيدروليكى بواسطة مضخة إلى أنابيب متصلة بالإسطوانة التى تحتوى داخلها على مكبس . عند إمتلاء هذه الإسطوانة بالسائل يتحرك المكبس للأمام محركاً المساح معه بحركة شوط القطع ، أما عند إفراغ الإسطوانة من السائل يرجع المكبس إلى وضعه الأصلى مسبباً شوط الرجوع .	3	ج
4	ج	4- تسمح هذه الحركة للعُدة بالإنحراف خلال شوط الرجوع والعودة إلى وضعها الأصلى مستندة على جهة المساح أثناء شوط القطع وبذلك لا تتعرض عُدة القطع للتلف أثناء الرجوع . كذلك تستطيع عُدة القطع الدوران بأية زاوية ، وهذا الدوران مهم للسطوح المشغلة والتى ليست في مستوى أفقي	4	ب
5	ب	5- إعطاء زمن كافي لإنعكاس الحركة وللتأكد بأن القطع لا يحدث عند سرعة بطيئة جداً ، كما هي الحال عند بداية ونهاية الشوط	5	أ
6	د		6	ج
7	أ		7	د
8	ج		8	ب
9	د		9	أ
10	أ		10	ج

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المصادر :

1- E.P.DeGarmo, J.T. Black, and R.A. kohser " *Materials and processes in Manufacturing* " , Eighth Edition , john Wiley & Sons , 1999 .

2- P N Rao " *Manufacturing Technology Metal Cutting and Machine Tool* " , Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited , New Delhi . Ninth Reprint , 2004 .

3- Lawrence E. Doyle, Carl A. keyser, James L.Leach, George F. Schrader, and Morse B. Singer " *Manufacturing processes and Materials for Engineering* " , Third Edition, prentice - Hall, Inc. 1985 .

4- George Schneider Jr " *Cutting Tool Applications* " , Manufacturing Center , 2001 .

5- Sherif D.Elwakil " *Processes and Design Manufacturing* " , Second Edition , PWS Publishing Company , 1998 .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

هيئة التعليم التقني

المعهد التقني الموصل

قسم التقنيات الميكانيكية

وحدة تدريبية

لطلبة المرحلة الثانية / انتاج

التجليخ

- مكائن التجليخ
- احجار التجليخ

النظرة الشاملة

1- الفئة المستهدفة : طلبة المرحلة الثانية في الأقسام التكنولوجية للكليات والمعاهد التقنية في هيئة التعليم التقني.

2- مبررات الوحدة : تضم ورش التشغيل الكثير من المكنات المستخدمة في تشغيل المواد الهندسية والتي من ضمنها مكنات التجليخ والتي تعتبر من مكنات الإنهاء السطحي والمستعملة لإجراء العديد من العمليات التشغيلية النهائية ولمختلف المواد ولذلك فمن المهم إلقاء الضوء على هكذا مكنة و عمليات لبيان أهميتها بالنسبة لعمليات التصنيع .

3- الفكرة المركزية :

أولاً- التعرف على مكنات التجليخ .

ثانياً- التعرف على مكونات أحجار التجليخ .

ثالثاً- التعرف على أنواع ومزايا أحجار التجليخ .

رابعاً- معرفة طرق ترقيم أحجار التجليخ .

خامساً- التعرف على كيفية شحذ أحجار التجليخ .

سادساً- التعرف على الحسابات المتعلقة بعمليات التجليخ .

4- أهداف الوحدة : سيكون الطالب بعد دراسته لهذه الوحدة قادراً على أن :

1- يستعمل حجر التجليخ المناسب لعملية الإنهاء السطحي .

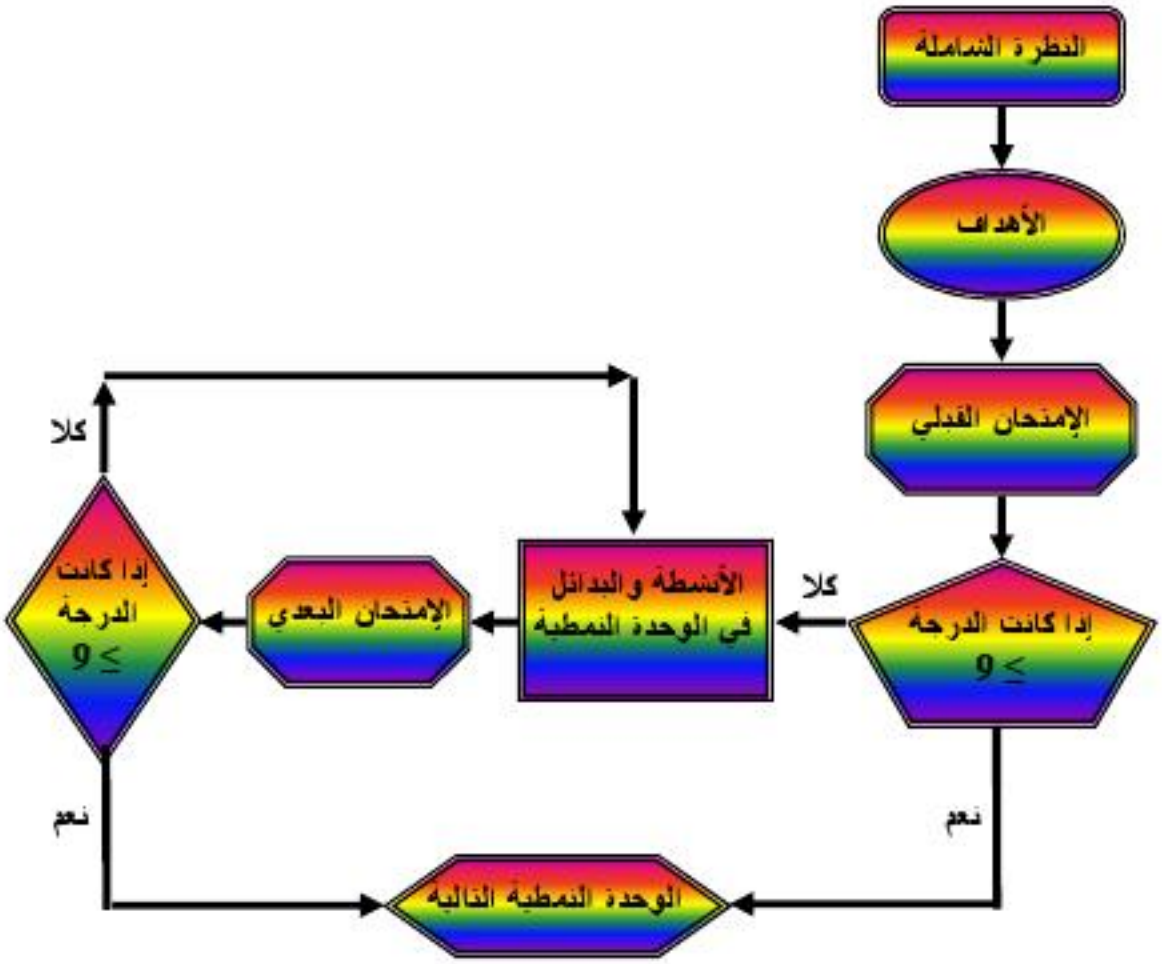
2- يتعرف على نوعية المواد الداخلة في تركيب حجر التجليخ المستعمل .

3- يشحذ ويسن الأحجار وبدقة .

4- يحسب قيم معدلات التشغيل وزمن التجليخ .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5- المخطط الإنسيابي:



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الإختبار القبلي

ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- تمتلك الحبيبات الحادة زاوية جرف مقدارها :
أ- صفر أو موجبة .
ب- صفر أو سالبة .
ج- صفر أو متعادلة .
د- صفر .

2- تعتبر عمليات التجليخ من عمليات :
أ- الإنهاء السطحي .
ب- التخشين .
ج- التنعيم .
د- التشغيل العنيف .

3- يتأثر لون حجر التجليخ المصنع من أُوكسيد الألمنيوم بـ :
أ- الحجم الحبيبي لأُوكسيد الألمنيوم .
ب- درجة صلادة أُوكسيد الألمنيوم .
ج- درجة نقاوة أُوكسيد الألمنيوم .
د- نوع المادة الرابطة .

4- تستعمل أحجار تجليخ كاربيد السليكون الخضراء لتجليخ :
أ- المعادن الحديدية .
ب- الفولاذ الحساس للحرارة .
ج- فولاذ العُدد .
د- الكاربيد المسمنت .

5- يتكون الرابط الراتنجي من راتنج :
أ- الإيبوكسي .
ب- الفينول .
ج- البولي أستر .
د- الفنيل أستر .

6- يستعمل الحجر الفنجاني لتجليخ :
أ- العُدد .
ب- السطوح الإسطوانية .
ج- السطوح المستوية .
د- التنوعات .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7- إن الرقم الأول في نظام ترقيم أحجار التجليخ يعني :
أ- مقياس صلادة الحجر .
ب- التركيب الهيكلي للحجر .
ج- رمز المصنع للحجر .
د- الرمز التعريفي للحجر المصنع .

8- يمثل حجر الضبط في التجليخ اللامركزي بزاوية (α) من أجل :
أ- دفع الشُّغلة للأسفل .
ب- منح الشُّغلة حركة محورية .
ج- تجليخ السطوح المائلة بزاوية .
د- تجليخ الزوايا والأكتاف .

9- تستعمل القوة السراعية لحساب :
أ- عزم التدوير والقدرة اللازمة للإدارة .
ب- القدرة الناتجة من التغذية .
ج- الضغط المسلط على الشُّغلة .
د- صلادة وجساءة النظام الآلي للمكنة .

10- تمثل سرعة دوران الشُّغلة :
أ- التغذية الدائرية .
ب- التغذية الطولية .
ج- التغذية العرضية .
د- معدل التغذية .

ملاحظة :

1- لكل سؤال درجة واحدة .

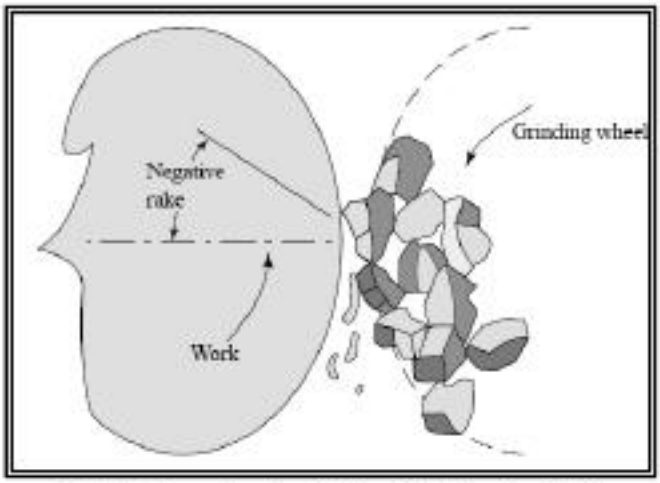
2- يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة التطبيقية، ففي حالة حصولك على درجة (9) فأكثر فتكون غير محتاج لدراسة هذه الوحدة وإذهب لدراسة الوحدة التالية . أما في حالة حصولك على درجة أقل من (9) فستكون بحاجة لدراسة هذه الوحدة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

عرض الوحدة النمطية

1.8 المقـــدمـــة (*Introduction*)

تُعرف التَجليخ (*Grinding*) أو التَشغيل الإحتكاكي على إنه عملية إزالة للمعدن بشكل دقائق رايش صغيرة بواسطة فعل الإحتكاك الناتج من تماس المعدن مع حجر التَجليخ الذي يحتوي على الحبيبات الحادة غير المنتظمة (*Abrasive Grits*) . تُستخدم أحجار التَجليخ (*Grinding Wheels*) في تَشغيل السطوح ذات الصلادة العالية والتي لا يمكن تَشغيلها بطرق التَشغيل الأُخرى بحيث تعطي إنهاء سطحي جيد وبتفاوت مضبوط . ويمكن إعتبار التَجليخ عملية إنهاء سطحي نظراً للمعدن القليل الذي يزيله وجودة السطح الناتجة . تمتلك الحبيبات الحادة زاوية جرف (*Rake Angle*) مقدارها صفر أو تكون قيمتها سالبة عندما تبدأ بالقطع مولدة عدد كبير من دقائق الرايش الصغيرة والمتوهجة نتيجة السرعة الدورانية العالية لحجر التَجليخ. الشكل رقم (8-1) يوضح كيفية عمل الحبيبات الحادة .



الشكل رقم (8-1) : كيفية عمل الحبيبات الحادة

إختبار ذاتي (1): لما يعتبر التجليخ عملية إنهاء سطحي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2.8 تركيب أحجار التجليخ (Grinding Wheels Structure)

تتكون أحجار التجليخ من مادتين أساسيتين هما :

أولاً – المادة الحاكة (Abrasive Material) .

وتكون بشكل حبيبات صلدة تستطيع حك بقية المواد ، ويوجد نوعان من المواد الحاكة هي :

1- المواد الحاكة الطبيعية (Natural Abrasive Materials) .

هذه المواد موجودة في الطبيعة وتستخدم منذ أزمنة طويلة ومن الأمثلة عليها الحجر الرملي والماس الطبيعي .

2- المواد الحاكة الصناعية (Manufactured Abrasive Materials) .

تصنع هذه المواد من أكاسيد وكاربيدات صناعية وهي شائعة الإستخدام في عمليات التجليخ ، وتقسم هذه المواد إلى عدة أنواع هي :

1- أوكسيد الألمنيوم (Aluminum Oxide) .

ينتج أوكسيد الألمنيوم (Al_2O_3) من تنقية وتكرير خام البوكسايت في فرن كهربائي . تُصنع أحجار تجليخ أوكسيد الألمنيوم من مواد حاكة تختلف في درجات نقاوتها لإعطائها صفات معينة لعمليات وتطبيقات التجليخ المختلفة . يتأثر لون حجر التجليخ بدرجة نقاوة أوكسيد الألمنيوم ، ومن أكثر الدرجات إستخداماً هي :

a- أحجار التجليخ ذات اللون الرمادي (Gray Grinding Wheels) .

وتبلغ نقاوتها (95%) وتستخدم لتجليخ أنواع الفولاذ وبقية السبائك الحديدية .

b- أحجار التجليخ ذات اللون الأبيض (White Grinding Wheels) .

وتكون نقية إلى حد ما وقابلة للتفتت . تستخدم هذه الأحجار في تجليخ أنواع الفولاذ عالية المقاومة الحساسة للحرارة .

2- كاربيد السليكون (Silicon Carbide) .

وتكون الأحجار المُصنعة من كاربيد السليكون أصلد وأكثر هشاشة من أحجار تجليخ أوكسيد الألمنيوم . هنالك نوعان من أحجار كاربيد السليكون هي :

a- أحجار التجليخ السوداء (Black Grinding Wheels) .

وتستخدم لتجليخ حديد الزهر ، المعادن اللاحديدية مثل النحاس ، البراص ، الألمنيوم ، والمغنيسيوم ، والمواد اللامعدنية مثل السيراميك والأحجار الكريمة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

b- أحجار التجليخ الخضراء (Green Grinding Wheels) .

وتكون أكثر قابلية للتفتت من الأحجار السوداء وتستخدم لتجليخ الكاربيد المسمنت .

3- نتريد البورون المكعب (Cubic Boron Nitride) .

ويمتلك صلادة عالية وحاد جداً وهو أحدث المواد الحاكة المُصنعة وأصلد من أُوكسيد الألمنيوم بمرتين ونصف ويمكن أن يحتفظ بصلادته حتى درجة حرارة (650°C) . يُستخدم نتريد البورون المكعب(CBN) لتجليخ فولاذ السرعات العالية خارق الصلادة ، فولاذ العُدد والقوالب ، والفولاذ المقاوم للصدأ .

4- الماس الصناعي (Synthetic Diamond) .

ويستخدم في تجليخ أنواع الفولاذ ذات المتانة والصلادة العاليتين ، الكاربيد المسمنت ، وعُدد قطع أُوكسيد الألمنيوم .

ثانياً– المادة الرابطة (Bond Material) .

يتم جمع المواد الحاكة مع بعضها داخل حجر التجليخ بواسطة المادة الرابطة . المادة الرابطة لا تقطع خلال عملية التجليخ وإنما هي وسيلة لمسك الحبيبات الحاكة مع بعضها بدرجات مقاومة متفاوتة . ويمكن تقسيم المواد الرابطة إلى مجاميع عديدة هي :

1- المواد الرابطة المزججة (Vitrified Bonds) .

تُستخدم هذه المواد في أكثر من (75%) من أحجار التجليخ . يتم خلط المادة الحاكة مع المادة الرابطة والتي تكون على شكل مادة طينية ، وبعدها يُشكل الخليط لشكل الحجر المطلوب ثم يُلبد بدرجة حرارة (1316 °C) حتى يتماسك . الأحجار المزججة تكون قوية وذات ثباتية عالية وتحتفظ بمقاومة عالية في درجات الحرارة العالية ولا تتأثر بالماء ، الزيوت ، والأحماض ولكن أحد عيوب هذه المواد هي مقاومتها الضعيفة للصدمة .

2- المواد الرابطة الراتنجية (Resinoid Bonds) .

وتأتي بالمرتبة الثانية من حيث الإستخدام مقارنة بالمواد المزججة . يتم خلط راتنج الفينول بشكل سائل أو مسحوق مع الحبيبات الحاكة وصبها بشكل حجر التجليخ المطلوب ، ويُعالج عند درجة حرارة (182 °C) . الإستخدام الرئيسي لهذه الأحجار هو في التجليخ الخشن .

3- المواد الرابطة السليكاتية (Silicate Bonds) .

تُستخدم هذه المواد عندما تكون هنالك حاجة لإبقاء الحرارة المتولدة بواسطة التجليخ في أدنى مستوى .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4- مواد ربط الشيلاك (Shellac Bonds) .

هو مادة ربط عضوية تُستخدم في أحجار التجليخ لإنتاج سطوح ذات نعومة عالية مثل الدراقيل ، ولا تُستخدم هذه المواد عادة في عمليات التجليخ العنيفة .

5- المواد الرابطة المطاطية (Rubber Bonds) .

تكون هذه النوعية من الأحجار ذات قوة والمتانة العاليتين وتستخدم عندما تكون هنالك حاجة لإنتاج سطوح ذات نعومة عالية مثل سطوح المحامل .

6- المواد الرابطة المعدنية (Metallic Bonds) .

و تُستخدم كمواد ربط للمواد الحاكة الماسية وتستخدم كذلك في التجليخ الإلكترولايتي حيث المادة الرابطة يجب أن تكون موصلة كهربائياً .

إختبار ذاتي (2): ما هو تركيب أحجار التجليخ

3.8 تصنيع أحجار التجليخ (*Manufacturing of G. W.*)

يمكن إتباع الخطوات التالية في تصنيع أحجار التجليخ :

1- يتم طحن المواد الحاكة التي تُراد تصنيع الحجر منها في مطاحن خاصة للحصول على الحبيبات بحجم حبيبي مشرح .

2- تُعرض الحبيبات الحاكة المطحونة في الخطوة الأولى لمجال مغناطيسي من أجل عزل المركبات الحديدية منها .

3- تُغسل الحبيبات بعد ذلك بالماء والمحاليل الخاصة لإزالة الأتربة والمواد الغريبة منها .

4- تُخلط الحبيبات الحاكة بعد تجفيفها مع المادة الرابطة المناسبة ومن ثم صب الخليط الناتج في قوالب خاصة لها نفس حجم حجر التجليخ المطلوب وتُعرض إلى درجات حرارية مختلفة وحسب نوع المادة الرابطة من أجل تليدها وإكسابها المتانة المطلوبة .

5- يتم تسوية سطح الأحجار وإختبارها لمعرفة خواصها الميكانيكية والفيزيائية وأي من عمليات التشغيل تناسبها .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

4.8 أنواع أحجار التجليخ (*Types of Grinding Wheels*)

إن نوع حجر التجليخ يتم تحديده على أساس شكله وحجمه واللذان يُعتبران من العوامل المهمة التي تُحدد إختيار حجر التجليخ المناسب لكل عملية تشغيل . وعلى العموم يجب أن يوفر حجم وشكل الحجر الإتصال المناسب بينه وبين السطح المُشغل . هنالك ثمانية أشكال قياسية لأحجار التجليخ موضحة في الشكل رقم (8-2) وهي كالآتي :

1- المستوي (Straight) . و يستخدم لتجليخ السطوح المستوية و السطوح الإسطوانية الداخلية والخارجية.

2- المجوف من طرف واحد (Recessed One Side) . وإستخدامه أيضاً مثل الحجر المستوي ويمكن تثبيته أما على محيطه أو على جانبيه .

3- المجوف من طرفين (Recessed Two Side) . وهو يشبه الحجر المجوف من طرف واحد وله نفس إستخداماته .

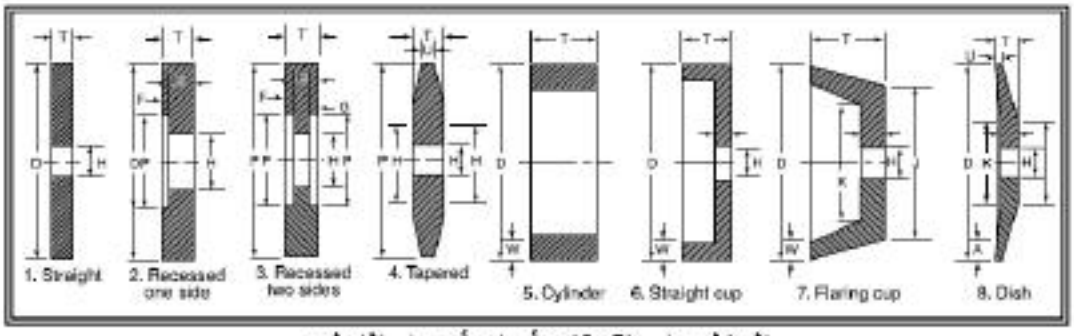
4- المُستدق من الجانبين (Tapered) . يُستخدم هذا الحجر مع شفة مُستدقة الطرفين (*Tapered Flange*) بحيث إذا كُسر الحجر أثناء التجليخ الخشن مثل إزالة النتوءات فإن هذه الشفة سوف تمنع أجزاء الحجر المتكسرة من التطاير .

5- الإسطواني (Cylinder) . و يستخدم لتجليخ السطوح المستوية .

6- المُنسح المستوي (Straight Cup) . و يستخدم أيضاً لتجليخ السطوح المستوية .

7- المُنسح المدرج أو الفنجاني (Flaring Cup) . ويستخدم لتجليخ العُدد .

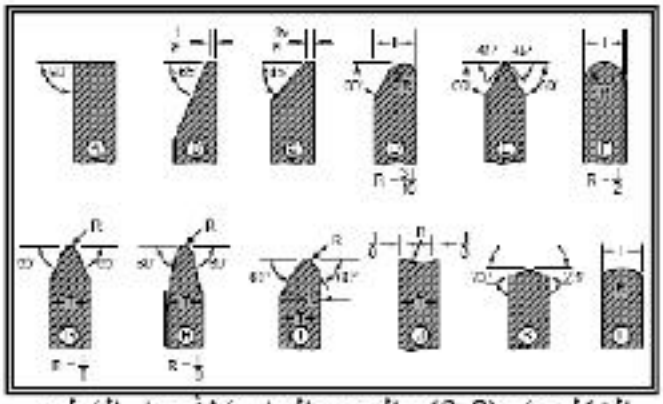
8- القرصي (Dish) . يستخدم لتجليخ العُدد والمناشير .



الشكل رقم (8-2) : أنواع أحجار التجليخ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الشكل رقم (8-3) يوضح الوجوه القياسية الشائعة الإستخدام في أحجار التجليخ . إن حجر التجليخ المستخدم يتأثر قبل كل شيء بقيم دوران عمود الدوران (*rpm*) المتوفرة على ماكنة التجليخ وسرعة القطع المناسبة للحجر .



الشكل رقم (8-3) : الوجوه القياسية لأحجار التجليخ

إختبار ذاتي (3): عدد أنواع أحجار التجليخ

5.8 نظام ترقيم أحجار التجليخ (*Marking System*)

تمتلك أحجار التجليخ نظام ترقيم خاص بها يعتمد على عدد من المتغيرات والتي من خلالها يتم تصنيف نوع حجر التجليخ وهذه المتغيرات هي :

1- نوع المادة الحاكة .
2- نوع المادة الرابطة .
3- الحجم الحُبيبي للمادة الحاكة .
4- التركيب الهيكلي للحجر .
5- صلادة حجر التجليخ .
6- شكل وحجم حجر التجليخ .

ونظام الترقيم الذي يضم كل هذه المتغيرات تم إقراره من قبل المعهد الوطني الأمريكي للقياسات (*ANSI*) ، ويضم نظامين أساسيين هما :

1- **نظام ترقيم أوكسيد الألمنيوم وكاربيد السليكون (Al$_2$O$_3$ & SiC Marking System).**

هذا النظام موضح في الشكل رقم (8-4) ويمكن أن نأخذ المثال التالي لتوضيحه .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

حيث تعني هذه الرموز الآتي :

51–A–36–L–5–V–23

51 - رمز المصنع للحجر .

A - رمز المادة الحاكة $(Al_2O_3=A,\ SiC=C)$.

36 - الحجم الحُبيبي للمادة الحاكة .

[(8 - 24) خشن ، (30 - 60) متوسط ، (70 - 180) ناعم ، (220 - 600) ناعم جداً] وكما موضح في الشكل رقم (8-5-a) .

L - مقياس صلادة الحجر . [$(H\text{-}A)$ لين ، $(P\text{-}I)$ متوسط ، $(Z\text{-}Q)$ صلد] .

5- التركيب الهيكلي للحجر .

ويُشير إلى كون تركيب الحجر مفتوح إذا كانت المسافات الفاصلة بين الحبيبات كبيرة أو يكون تركيبه مكتظ إذا كانت هذه المسافات صغيرة وهو يتراوح من (1 – 16) وكما موضح في الشكل رقم (8-5-b).

V – نوع المادة الرابطة .

[B=رانتج ، BF= رانتج مقوى ، E= شيلاك ، O= أوكسي كلورايد ، R= مطاط ، RF = مطاط مقوى ، S= سيليكات ، V= رابط مزجج].

23- الرمز التعريفي للحجر المُصنّع . (إنتاج ضمن مواصفات قياسية معتمدة) .

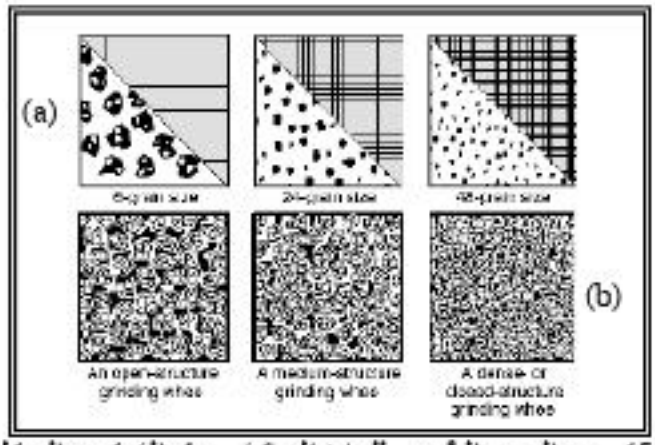
STANDARD MARKING SYSTEM CHART

Sequence Prefix	1 Abrasive Type	2 Grain Size	3 Grade	4 Structure	5 Bond Type	6 Manufacturer's Record
51	A	36	L	5	V	23

Prefix	Abrasive Type	Abrasive grain Size: Coarse	Medium	Fine	Very fine	Grade: Soft	Medium	Hard	Structure: Dense to Open		Bond Type	Manufacturer's Record
Manufacturer's option (including special kind of abrasive) (Use if desired)	A = Aluminum Oxide; C = Silicon Carbide	8	30	70	220	E,F	H	O,N	1	9	B = Resinoid	Manufacturer's private marking to identify other (Use if desired)
		10	36	80	240	I,J	K,L	P,W	2	10	BF = Resinoid Reinforced	
		12	46	90	280	G,H	M,O	S,X	3	11	E = Shellac	
		14	54	100	320	R,S	T,U	T,Y	4	12	O = Oxychloride	
		16	60	120	400			U,Z	5	13	R = Rubber	
		20		150	500				6	14	RF = Rubber reinforced	
		24		180	600				7	15	S = Silicate	
									8	16 (Use optional)	V = Vitrified	

الشكل رقم (8-4) : نظام ترقيم أوكسيد الألمنيوم وكاربيد السليكون

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل رقم (8-5) a - الحجم الحُبيبي للمادة الحاكة b- التركيب الهيكلي لحجر الجلخ

1- نظام ترقيم نتريد البورون المكعب والماس (CBN& Diamond Marking System).

وهو موضح في الشكل رقم (8-6) ، والمثال التالي يوضح هذا النظام .

M – D – 100 – P – 100 – B – – ⅛

حيث إن :

M- رمز المُصنع .

D- نوع المادة الحاكة . (*D*= الماس ، *B*= نتريد البورون المكعب) .

100- حجم الحبيبات الحاكة . (20 – 1000) .

P- مرتبة الصلادة . (*A* لين – *Z* صلب) .

100- تركيز الماس . (25 واطئ – 100 عالي) .

B- نوع المادة الرابطة . (*B*= راتنج ، *M*= معدن ، *V*= رابط مزجج) .

1/8- عمق الماس (بالإنج) . (1/8 ، 1/4 ، 1/16) .

STANDARD MARKING SYSTEM CHART
FOR DIAMOND AND CBN WHEELS

M D 100 - P 100 - B 1/8

Prefix	Abrasive Type	Grit Size	Grade	Diamond Concentration	Bond	Bond Modification	Diamond Depth (in.)
Manufacturer's symbol to indicate type of diamond	B Cubic boron nitride D Diamond	20 1000	A (soft) K Z (hard)	25 (low) 50 75 100 (high)	B Resinoid M Metal V Vitrified	A letter or numeral or combination used here to indicate a variation from standard bond	1/16 1/8 1/4 Absence of depth symbol indicates full diamond

الشكل رقم(8-6) : نظام ترقيم نتريد البورون المكعب والماس

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

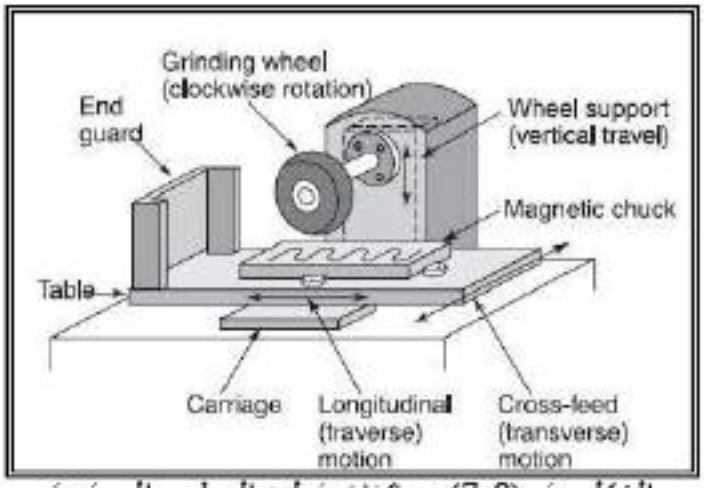
إختبار ذاتي (4): ما هو التركيب الهيكلي لأحجار التجليخ

6.8 ماكنات التجليخ (*Grinding Machines*)

يمكن تقسيم ماكنات التجليخ إلى أربعة مجاميع رئيسية هي :

أولاً – ماكنات تجليخ السطوح المستوية (Surface Grinding Machines) .

وتستخدم بشكل أساسي لتجليخ السطوح المستوية وهي موضحة في الشكل رقم (8-7) . هنالك أربعة أنواع أساسية من هذه الماكنات موضحة في الشكل رقم (8-8) والتي تختلف من حيث حركة المنضدة وتوجيه أعمدة دوران حجر التجليخ وهذه الأنواع هي :



الشكل رقم (8-7) : ماكنات تجليخ السطوح المستوية

1- عمود الدوران الأفقي والمنضدة الترددية .

وهو من أكثر الأنواع شيوعاً في الإستخدام الصناعي . هذا النوع من الجاخات متوفر في أحجام مختلفة لتلائم الشغلات الكبيرة والصغيرة . تتحرك الشغلة للأمام وللخلف تحت حجر التجليخ المثبت على عمود دوران أفقي ومحيطه هو الذي يمارس القطع(الشكل رقم (8-8-*a*)) .

2- عمود الدوران الأفقي والمنضدة الدوارة .

يمتلك هذا النوع من الجاخات السطحية حجر التجليخ موضوع بشكل أفقي أيضاً ومحيطه هو المسؤول عن القطع إلا إن المنضدة التي تثبت عليها الشغلة تدور (360°) تحت رأس الحجر (إنظر الشكل رقم (8-8-*b*)).

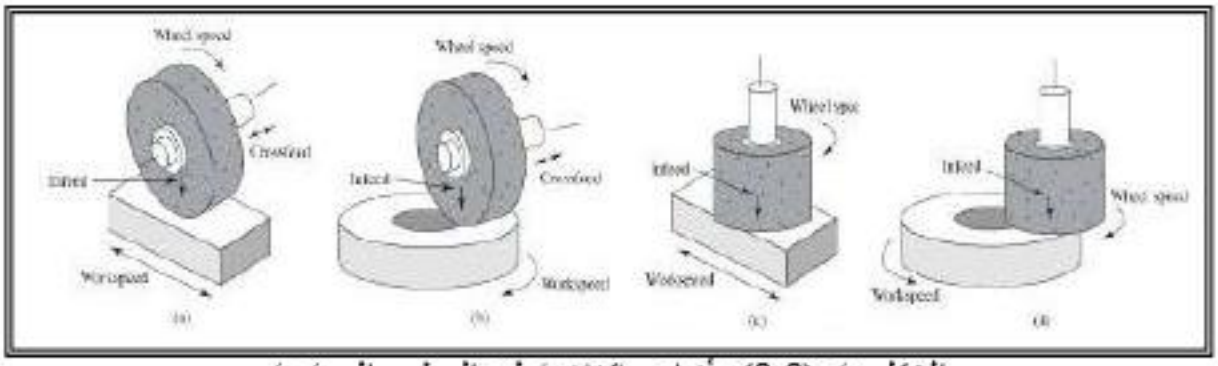
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3- عمود الدوران العمودي والمنضدة الترددية .

هذا النوع من ماكنات التجليخ يلائم تجليخ المسبوكات الطويلة والضيقة مثل سكك المخرطة . يتم إزالة المعدن بواسطة وجه الحجر المثبت عمودياً بينما السُّطَة تتردد تحت حجر التجليخ(الشكل رقم (8-8- c)).

4- عمود الدوران العمودي والمنضدة الدوارة .

يمتلك هذا النوع من ماكنات التجليخ له القدرة على إنجاز قطوعات عنيفة ومعدلات إزالة معدن عالية (الشكل رقم (8-8- d)).



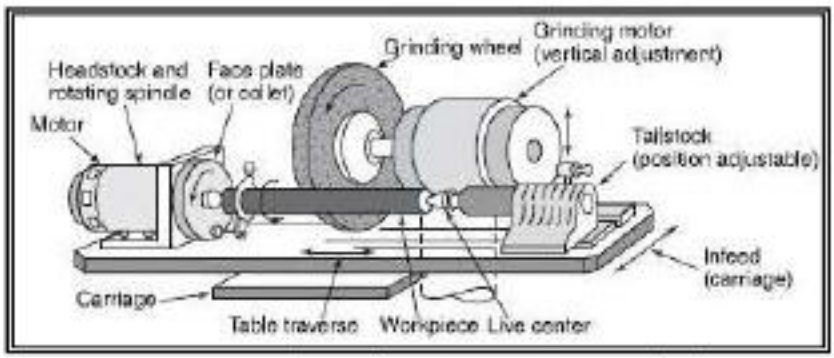
الشكل رقم (8-8) : أنواع ماكنات تجليخ السطوح المستوية

ثانياً– ماكنات التجليخ الإسطواني (Cylindrical Grinding Machines) .

تُستخدم هذه الماكنات لتجليخ السطوح الإسطوانية الخارجية والداخلة ، وتقسم إلى نوعين هما

1- ماكنات التجليخ الإسطواني الخارجي (External Cylindrical Grinding) .

تُستخدم هذه الماكنات لتجليخ السطوح الإسطوانية الخارجية حيث يمكن أن تكون هذه السطوح مستوية ، مستدقة الأطراف أو كنتورية . عمليات التجليخ الإسطواني تشبه عمليات الخراطة العادية على ماكنة المخرطة . ماكنات التجليخ الإسطواني الخارجي موضحة في الشكل رقم (8-9) .

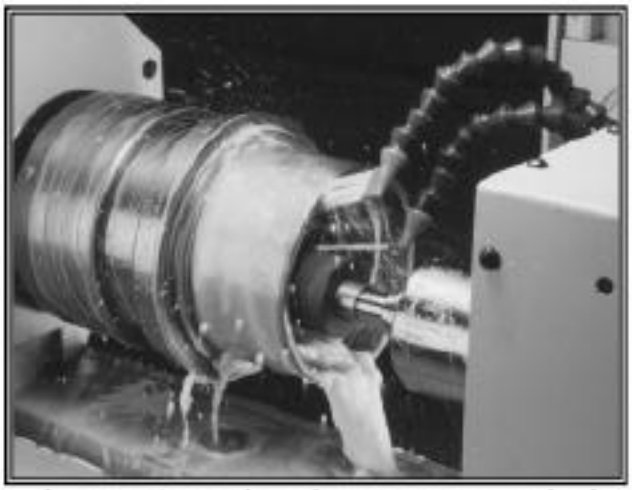


الشكل رقم (8-9) : ماكنة تجليخ إسطواني خارجي

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2- **ماكنات التجليخ الإسطواني الداخلي** (Internal Cylindrical Grinding) .

وتستخدم لإنهاء الدقيق للثقوب المستقيمة ، المستدقة أو المشكلة وهي تشبه عملية التثقيب (*Boring*) في المخرطة حيث يتم تغذية حجر التجليخ الدوار داخل وخارج الشُغلة لعمق القطع المطلوب . عملية تجليخ إسطواني داخلي موضحة في الشكل رقم (8-10) .



الشكل رقم (8-10) : عملية تجليخ إسطواني داخلي

ثالثاً- ماكنات التجليخ اللامركزي (Centerless Grinding Machines) .

تعمل ماكنات التجليخ اللامركزي على الحد من الحاجة إلى الثقوب المركزية للشُغلة أو إستخدام أدوات التثبيت للعمل . في هذا النوع من التجليخ والموضح في الشكل رقم (8-11) تستند الشُغلة على المِسند (*Rest Blade*) ويتم دعمها بواسطة الحجر الثاني المُسمى بحجر الضبط (*Regulating Wheel*) . إن دوران حجر التجليخ يعمل على دفع الشُغلة للأسفل على المِسند وضد حجر الضبط والذي يُصنع من المواد الحاكة المربوطة بالمطاط ويدور بنفس إتجاه حجر التجليخ . يميل حجر الضبط بزاوية تسمى زاوية الميل (α) عن مستوي حجر التجليخ وذلك لمنح الشُغلة حركة محورية (تغذية) .

ويمكن حساب مقدار معدل التغذية من زاوية الميل (α) من المعادلة التالية :

$$F = \pi \times d \times N \times \sin\alpha \qquad (1)$$

حيث :

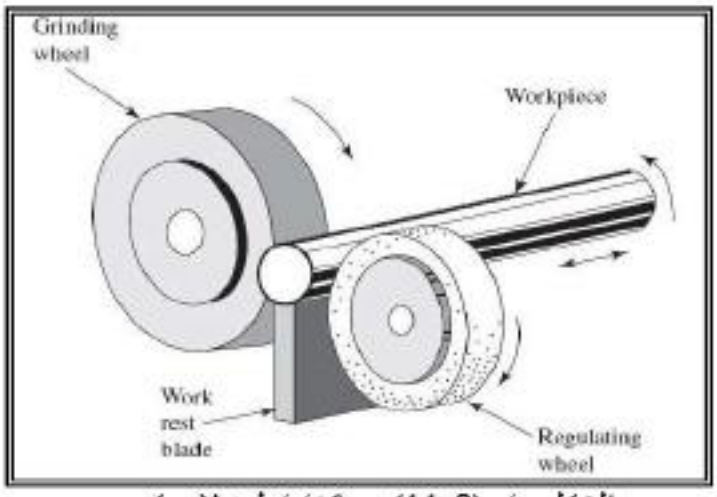
F= معدل التغذية ($mm\backslash min$) .

d= قطر حجر الضبط (mm) .

N= سرعة دوران الحجر (rpm) .

α= زاوية الميل (0°-10°) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل رقم (8-11) : ماكنة تجليخ لامركزي

ثالثاً– ماكنات التجليخ الخاصة (Special Type Grinding Machines) .

يُستخدم هذا النوع من الماكنات لعمليات تشغيل مُحددة ومنها تجليخ الأعمدة المرفقية وأعمدة الحدبات ، ومن هذه الماكنات :

1- ماكنات تجليخ القواطع والعُدد (Tools & Cutters Grinding Machines) .

وتستخدم لتجليخ وشحذ قواطع التفريز ، البراغل ، والسدادات الملولبة وقواطع وعُدد أُخرى . أحد أنواع هذه الماكنات موضحة في الشكل رقم (8-12) والذي يمثل ماكنة تجليخ قواطع التفريز الخلفية .

الشكل رقم (8-12) : ماكنة تجليخ قواطع التفريز الخلفية

2- ماكنات التجليخ ذات دليل التشغيل (Jig Grinding Machines) .

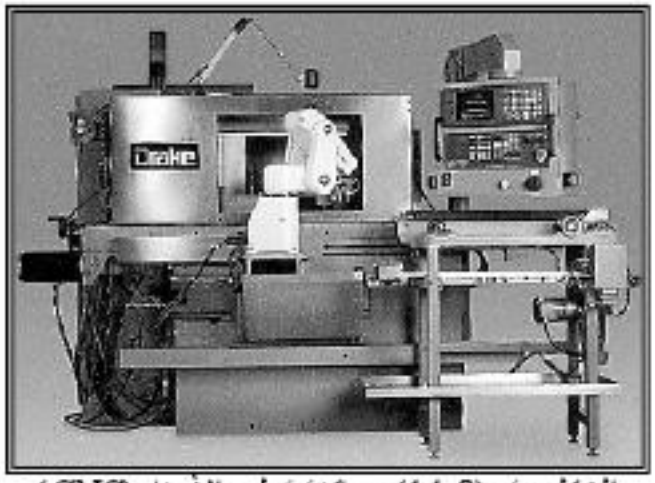
دليل التشغيل يُستخدم لتوجيه الشُغلات بصورة دقيقة ، وتستخدم للتجليخ الدقيق للثقوب المستدقة أو المستقيمة . أحد أنواع هذه الماكنات موضحة في الشكل رقم (8-13) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الشكل رقم (8-13) : ماكنة تجليخ ذات دليل التشغيل

3- ماكنات تجليخ الأسنان (Threads Grinding Machines) .

وتستخدم هذه الماكنات والتي تشبه ماكنات التجليخ الإسطواني في تجليخ الأسنان ، ويجب أن تمتلك هذه الماكنة خطوة لولبية دقيقة (*Lead Screw*) حتى يمكنها إنتاج الخطـوة (*Pitch*) أو خطوة الجزء المسنن (*Lead*) على الشغلة المراد صنع أسنان لها . الشكل رقم (8-14) يوضح ماكنة تجليخ الأسنان(*CNC*) .



الشكل رقم (8-14) : ماكنة تجليخ الأسنان(*CNC*)

إختبار ذاتي (5): عدد أنواع ماكنات التجليخ

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الإختبار البعدي

ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- إن الحجم الحبيبي الناعم للحجر يقع ضمن المدى :
أ- (8-24) .
ب- (30-60) .
ج- (70-180)
د- (220-600) .

2- إذا كان مقياس الصلادة للحجر يقع ضمن المجموعة (P-I) فيعتبر :
أ- لين .
ب- متوسط .
ج- صلد .
د- صلد جداً .

3- إن نوع ملكنات التجليخ المستوية الملائم لتجليخ سكك المخرطة هو :
أ- عمود الدوران الأفقي والمنضدة الترددية .
ب- عمود الدوران الأفقي والمنضدة الدوارة .
ج- عمود الدوران العمودي والمنضدة الترددية .
د- عمود الدوران العمودي والمنضدة الدوارة .

4- يُشير رمز المادة الحاكة (D) إلى :
أ- الماس .
ب- نتريد البورون المكعب .
ج- أوكسيد الألمنيوم .
د- كاربيد السليكون .

5- إن الرمز التعريفي للحجر المصنع يعني :
أ- إنتاج ضمن مواصفات قياسية محلية .
ب- إنتاج ضمن مواصفات قياسية معتمدة .
ج- إنتاج ضمن مواصفات قياسية خاصة .
د- الحجر لا يخضع للمواصفات المعتمدة .

6- يتم تجليخ سطوح الدرافيل بواسطة أحجار التجليخ ذات مادة رابطة :
أ- مزججة .
ب- راتنجية .
ج- مطاطية .
د- السيراميك .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7- إن أحد عيوب المواد الرابطة المزججة هو :
أ- مقاومتها الضعيفة للصدمة .
ب- تأثرها بالماء .
ج- تأثرها بالزيوت والأحماض .
د- معامل تمددها الطولي المنخفض .

8- تستعمل أحجار أوكسيد الألمنيوم البيضاء للتجليخ :
أ- السبائك الحديدية .
ب- السيراميك .
ج- الفولاذ عالي المقاومة الحساس للحرارة .
د- فولاذ السرعات العالية .

9- يحتفظ نتريد البورون المكعب بصلادته لحد درجة حرارة :
أ- (182 °C).
ب- (1316 °C).
ج- (400 °C).
د- (650 °C).

10- تستعمل أحجار التجليخ ذات الرابط الراتنجي في :
أ- إنتاج سطوح ذات نعومة عالية .
ب- التجليخ الخشن .
ج- التجليخ الإلكتروليتي .
د- المحافظة على الحرارة المتولدة من التجليخ بأدنى مستوى .

ملاحظة :

1- لكل سؤال درجة واحدة

2- يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة النمطية، ففي حالة حصولك على درجة (9) فأكثر فتكون غير محتاج لدراسة هذه الوحدة وإذهب لدراسة الوحدة التالية . أما في حالة حصولك على درجة أقل من (9) فستكون بحاجة لدراسة هذه الوحدة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مفاتيح الإجابة على الإختبارات

الإختبار القبلي		الإختبارات الذاتية	الإختبار البعدي	
رقم السؤال	الإجابة الصحيحة		رقم السؤال	الإجابة الصحيحة
1	ب	1- نظراً للمعدن القابل الذي يزيله وجودة السطح الناتجة .	1	ج
2	أ	2- تتركب أحجار التجليخ من مادتين : المادة الحاكة والمادة الرابطة .	2	ب
3	ج	3- المستوى ،المحوف من طرف واحد ، المحوف من طرفين ، المستدق من الجانبين ، الإسطواني ، المنسح المستوي ، المنسح تدريجياً أو الفجائي، القرصي .	3	ج
4	د	4- وتشير إلى كون تركيب الحجر معروف إذا كانت المسافات الفاصلة بين الحبيبات كبيرة أو يكون تركيبه مكتظ إذا كانت هذه المسافات صغيرة وهو يتراوح من (1 – 16)	4	أ
5	ب	5- ماكنات تجليخ السطوح المستوية ، ماكنات التجليخ الإسطواني ، ماكنات التجليخ اللامركزي ، ماكنات التجليخ الخاصة	5	ب
6	أ	6- ويتم بطريقتين : إستخدام مواد صلدة كالماس والسيرامك تحتك مع الحجر الكامل وتقوم بسنه ، أو يتم إستخدام مساحيق تُزيل الطبقة الخارجية الرقيقة من على وجه الحجر الممتلئة بالراتنج والحُبيبات المتلومة وإخراج طبقة جديدة وحادة	6	د
7	ج		7	أ
8	ب		8	ج
9	د		9	د
10	أ		10	ب

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المصادر :

1- E.P.DeGarmo, J.T. Black, and R.A. kohser " *Materials and processes in Manufacturing* " , Eighth Edition , john Wiley & Sons , 1999 .

2- P N Rao " *Manufacturing Technology Metal Cutting and Machine Tool* " , Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited , New Delhi . Ninth Reprint , 2004 .

3- Lawrence E. Doyle, Carl A. keyser, James L.Leach, George F. Schrader, and Morse B. Singer " *Manufacturing processes and Materials for Engineering* " , Third Edition, prentice - Hall, Inc. 1985 .

4- George Schneider Jr " *Cutting Tool Applications* " , Manufacturing Center , 2001 .

5- Sherif D.Elwakil " *Processes and Design Manufacturing* " , Second Edition , PWS Publishing Company , 1998 .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الجنوبية
المعهد التقني الشطرة
قسم التقنيات الميكانيكية/ فرع الانتاج

وحدة تدريبية

لطلبة المرحلة الثانية / انتاج

التشكيل

- طرق تشكيل المعادن
- القص والتخريم، السحب والسحب العميق
- العمليات غير التقليدية في تشكيل المعادن

النظرة الشاملة

1- الفئة المستهدفة : طلبة المرحلة الثانية في الأقسام التكنولوجية للكليات والمعاهد التقنية في هيئة التعليم التقني.

2- مبررات الوحدة : تضم ورش التشكيل الكثير من الماكنات المستخدمة في تشكيل المواد الهندسية والذي تنفذ عليها العديد من العمليات ولمختلف المواد ولذلك فمن المهم إلقاء الضوء على هكذا ماكنات و عمليات لبيان أهميتها بالنسبة لعمليات التصنيع .

3- الفكرة المركزية :

أولاً- التعرف على أنواع عمليات التشكيل الميكانيكي .

ثانياً- التعرف على الفرق بين التشكيل على الساخن و على البارد .

ثالثاً- معرفة المواد التي يمكن تشكيلها بكل طريقة من طرق التشكيل .

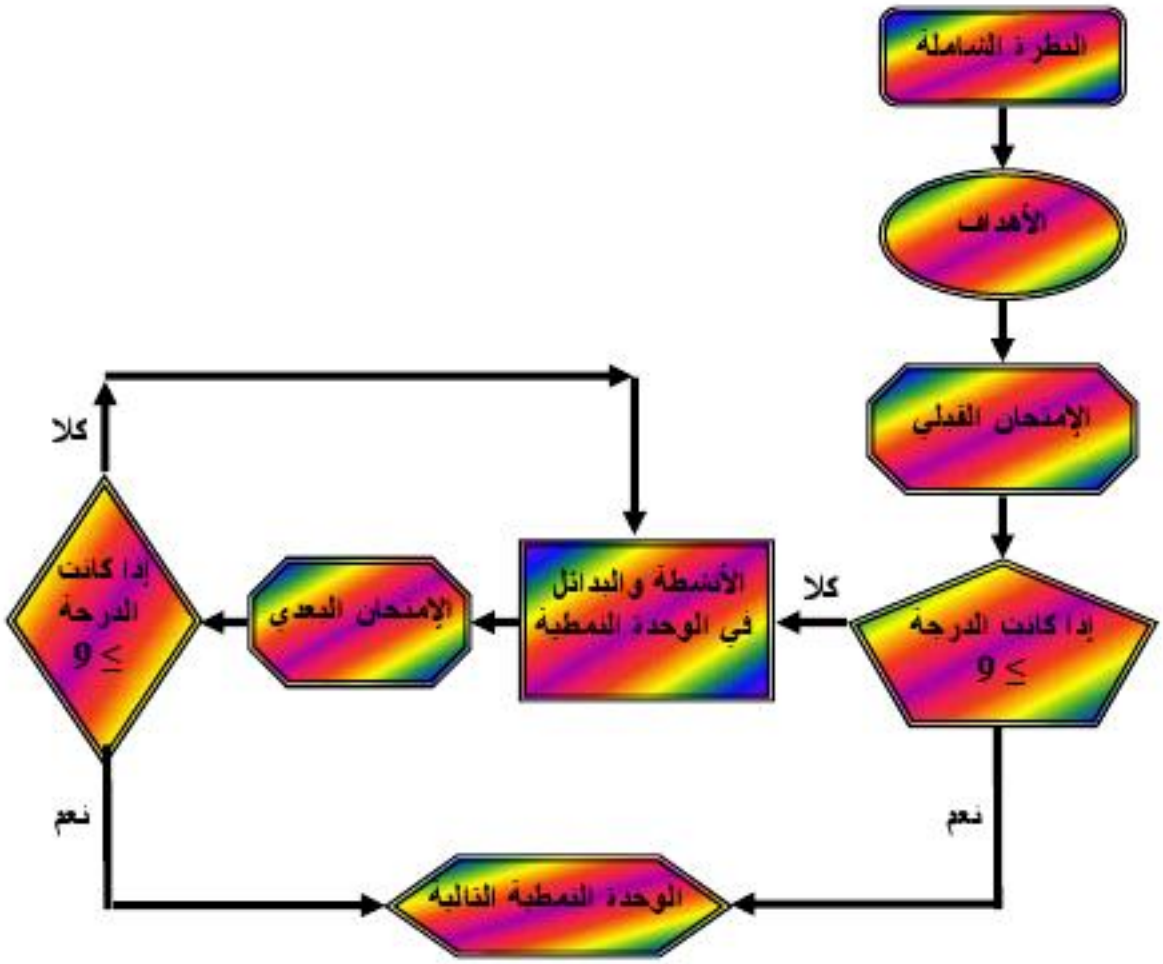
رابعاً- التعرف على أهمية القوالب في الصناعة .

4- أهداف الوحدة : سيكون الطالب بعد دراسته لهذه الوحدة قادراً على أن :

1- يتعرف على المدى الحراري في التشكيل على الساخن و على البارد .
2- يتعرف على مزايا و عيوب كل طريقة تشكيل في الورشة .
3- يحسب قيمة المعدن الفائض من عمليات التشكيل .
4- يختار بشكل صحيح عملية التشكيل المناسبة للعمل .
5- يصمم القالب المستعمل في التشكيل ومعرفة الظروف المؤثرة عليه .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

5- المخطط الإنسيابي:



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الإختبار القبلي

ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- إن عملية البزق التي يكون فيها إتجاه إنسياب المعدن بنفس إتجاه المعدن تسمى :
أ- البزق المباشر .
ب- البزق غير المباشر .
ج- البزق الصلد .
د- البزق بالطرق .

2- في عملية الدرفلة عند تطابق النقطة (C) مع (A) عندئذ :
أ- يتحرك المعدن أسرع من سطح الدرفيل .
ب- لا تستطيع الدرافيل سحب المعدن تلقائياً .
ج- لا يمكن سحب المعدن بواسطة الدرافيل حتى لو وضع بينها .
د- تصنع الدرافيل إتصالاً مع المعدن فوق طول الإتصال .

3- إن الطريقة المستخدمة لصنع الإنحناءات الواسعة غير المنتظمة غير الدائرية هي :
أ- ثني الدرافيل .
ب- ثني التمدد .
ج- ثني الضغط .
د- ثني الكبس .

4- تتضمن عمليات القص الجزئي :
أ- عملية قص المشغولات الناتجة من عملية الفصل .
ب- إزالة جزء من الشُغلة مع تكوين ثقب .
ج- عملية فصل المعدن الزائد عن الشُغلة .
د- قص جزئي للشُغلة مع عدم الفصل التام لها .

5- تستخدم طريقة التشكيل بالخرق الساخن :
أ- لتحويل المسبوكات الأولية إلى أنابيب أو إسطوانات ذات جدران سميكة .
ب- تشكيل الألواح المعدنية لإنتاج أوعية الضغط الفولاذية .
ج- تشكيل المعادن والسبائك فائقة الصلادة .
د- تشكيل الكتل والأقراص المعدنية الصغيرة .

6- يتم إنتاج هياكل الثلاجات بواسطة :
أ- حدادة المطرقة .
ب- عمليات القص .
ج- السحب العميق .
د- ثني الكبس .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7- يجب أن تكون قوة الثني كافية من أجل :
أ- ثني الأقطار الواسعة بسهولة .
ب- الحصول على التشكيل المطلوب بوقت أقصر .
ج- التخلص من الصدمة المتولدة جراء الثني .
د- توليد إنفعالات لدنة في المعدن تبقى بعد إزالة القوة المؤثرة .

8- تستخدم طريقة الطرق الحر :
أ- لإعطاء شكل نهائي للقطعة .
ب- للتشكيل ما قبل النهائي .
ج- للحصول على القطع الجاهزة .
د- لتشكيل الأجزاء الصغيرة ومتوسطة الحجم .

9- يتم ضمان إنطباق جزئي القالب بدقة عن طريق إستخدام :
أ- الدلائل .
ب- اللوالب .
ج- الكتل .
د- السكك .

10- يستند التشكيل على درجة حرارة معينة تسمى :
أ- درجة حرارة الإنصهار .
ب- درجة حرارة الإنجماد .
ج- درجة حرارة التبلور .
د- درجة حرارة التخمير .

ملاحظة :

1- لكل سؤال درجة واحدة.

2- يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة التطبيقية، ففي حالة حصولك على درجة (9) فأكثر فتكون غير محتاج لدراسة هذه الوحدة وإذهب لدراسة الوحدة التالية . أما في حالة حصولك على درجة أقل من (9) فستكون بحاجة لدراسة هذه الوحدة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

عرض الوحدة النمطية

1.10 المقـــدمـــة (Introduction)

يمكن تعريف عمليات التشكيل الميكانيكي على إنها العمليات التي تستخدم قوى ميكانيكية مثل الشد والضغط إضافة إلى الحرارة من أجل تشكيل المعدن بأشكال مختلفة وبدون خسارة في حجم أو كمية المعدن . إن عمليات التشكيل الميكانيكي لا يندرج فيها رايش مثل بقية عمليات التشغيل مثل الخراطة والتفريز . تعتمد هذه العمليات على عدد من العوامل الخاصة بالمعدن المُشكل وبماكنات التشكيل والتي يمكن توضيحها كما يلي :

1- لدونة المعدن المُشكل . وتعني قابلية المعدن للخضوع للقوى المسلطة عليه من أجل تغيير شكله .

2 - كفاءة ماكنة التشكيل. حيث يجب أن تمتلك الماكنة الجساءة الملائمة التي توفر الكفاءة المطلوبة والتي تنعكس على جودة الجزء المُشكل .

3- خواص عُدة التشكيل . يجب أن تكون عُدة التشكيل ممتلكة صلادة ومتانة أعلى من المعدن المُشكل .

4- القوى المُسلطة في التشكيل . وهي تمثل القوى التي تسلطها ماكنة و عُدة التشكيل على المعدن والتي يجب أن تكون كافية لإيصاله إلى حدود اللدونة وبالتالي الحصول على الشكل المطلوب .

إختبار ذاتي (1): عرف عمليات التشكيل الميكانيكي

2.10 تصنيف عمليات التشكيل (Classification of F. P)

تصنف عمليات التشكيل الميكانيكي إعتماداً على درجة الحرارة التي يجري فيها التشكيل إلى مجموعتين أساسيتين هما التشكيل على الساخن والتشكيل على البارد ويتم أحياناً الجمع بين النوعين من التشكيل لغرض الحصول على النتائج المطلوبة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1.2.10 عمليات التشكيل على الساخن (*Hot Forming*)

يُقصد بالتشكيل على الساخن التغيير أو التشوه اللدن الدائمي الذي ينتج في المعادن نتيجة تأثير قوى أو جهود عليها وهي ساخنة ، حيث تكون درجة حرارتها دائماً فوق درجة حرارة الغرفة بمقادير تختلف بإختلاف المعدن والسبائك قيد التشغيل . والتمييز بين التشكيل على الساخن و التشكيل على البارد يستند على درجة حرارة معينة وخاصة بكل معدن أو سبيكة والتي تسمى بدرجة حرارة إعادة التبلور (*Recrystallization Temperature*) ، وتتراوح هذه الدرجة بين نصف أو ثلث درجة إنصهار هذه المعادن والسبائك .

وتمتاز بعض المعادن بكون درجة إعادة تبلورها منخفضة جداً ومقاربة لدرجة حرارة الغرفة أو حتى أقل منها لذلك فإن هذه المعادن لدى تشكيلها في درجة حرارة الغرفة يعتبر هذا التشكيل تشكيلاً على الساخن ،وكمثال على هكذا معادن هو الرصاص والقصدير . ويمكن القول بغض النظر عن الحالات السابقة بأنه كلما كانت درجة إنصهار المعدن عالية كلما إرتفعت درجة إعادة تبلوره . هنالك عدد من المزايا التي يتصف بها التشكيل على الساخن والتي يمكن إدراجها أدناه :

1- إن الطاقة الضرورية للتشكيل على الساخن أقل بكثير من الطاقة التي يتطلبها التشكيل على البارد .

2- يطرأ تحسن على بعض الخواص الفيزيائية والميكانيكية للمعدن المُشكل على الساخن ، حيث تتحسن المطيلية ومقاومة الصدمة إضافة إلى التحسن في مدى التجانس داخل بنية المعدن .

3- يساعد التشكيل على الساخن على التخلص من بعض عيوب المسبوكات الأولية مثل الفجوات والمسامية الغازية ، والتي تلتحم نتيجة درجة الحرارة العالية والضغط المستعمل في التشكيل .

ولكن هذا النوع من التشكيل يمتلك أيضاً بعض العيوب والتي يمكن توضيحها كالآتي :

1- تأكسد السطوح الساخنة بسهولة .

2- صعوبة السيطرة على أبعاد ومقاس المنتجات نظراً للتمدد الحراري الناتج في المشغولات قيد التشكيل على الساخن .

2.2.10 عمليات التشكيل على البارد (*Cold Forming*)

إن عمليات التشكيل التي تُجرى في درجة حرارة الغرفة أو في درجة حرارة قريبة منها تسمى بالتشكيل على البارد . وبصورة عامة فإنه بالإمكان تشكيل المعادن على البارد في درجة حرارة أعلى من درجة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

حرارة الغرفة ، حيث إن الحد الفاصل بين التشكيل على البارد و التشكيل على الساخن هو في درجة حرارة إعادة التبلور التي تكون عادة ولمعظم المعادن أعلى من درجة حرارة الغرفة . يتميز التشكيل على البارد بعدد من المميزات التي تؤهله للتنافس مع بقية عمليات التشكيل ، وهذه المميزات هي :

1- بسبب التشكيل على البارد إرتفاعاً في الخواص الميكانيكية مثل الصلادة ومقاومة الشد وإنخفاضاً في خواص أُخرى مثل المطيلية .

2- تتميز المنتجات المُشكلة على البارد بإنهاء سطحي ومظهر خارجي جيدين .

3- يمكن التحكم بصورة دقيقة في أبعاد ومقاسات المنتجات المُشكلة على البارد ، لذلك فإن التشكيل على البارد يستخدم كمرحلة نهائية لتشكيل المنتجات المُشكلة على الساخن .

وبرغم ذلك يمتلك التشكيل على البارد عدد من المحددات التي يجب الإنتباه لها في حالة إستخدامه في التشكيل وهذه المحددات هي :

1- تعتبر متطلبات الطاقة العالية من أهم عيوب التشكيل على البارد ، مما يستوجب ذلك من إستخدام المعدات والأجهزة المصنوعة من مواد معدنية عالية الكفاءة والمقاومة .

2- مقدار التشكيل الذي يمكن إنجازه تحت قوة أو جهد ثابت في التشكيل على البارد يكون أقل منه في التشكيل على الساخن تحت نفس الجهد .

3- إنخفاض مطيلية المنتجات بعد تشكيلها على البارد .

إختبار ذاتي (2): كيف يتم التمييز بين التشكيل على الساخن وعلى البارد

3.10 أنواع عمليات التشكيل *(Types of F. P)*

هنالك أنواع عديدة من عمليات التشكيل والتي سواء أكانت تنفذ على الساخن أو على البارد ،وتختلف هذه العمليات في مبدأ عملها والمكائن المستخدمة فيها ونوعية الأشكال المنتجة فيها والمعادن التي تعمل على تشكيلها ومن هذه العمليات مايلي :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1.3.10 عمليات البثق (Extrusion Processes)

يمكن تعريف البثق على إنه عملية كبس المعدن فوق حدود مرونته في حاوية وإجباره على الخروج من فتحة في نهاية الحاوية ليأخذ شكل هذه الفتحة . تستخدم عملية البثق عادة لتشكيل المعادن اللاحديدية التي تمتاز بإرتفاع ليونتها وإنخفاض درجة إنصهارها مثل الألمنيوم ، النحاس ، النحاس الأصفر ن المغنيسيوم ، والرصاص . و تستخدم عملية البثق بشكل محدود لتشكيل الفولاذ بسبب صعوبة التشكيل وإرتفاع درجات الحرارة الضرورية للتشكيل . تنفذ عملية البثق بطريقتين أساسيتين هما :

1- **البثق على الساخن (Hot Extrusion)** . إن المشكلة الرئيسية في البثق على الساخن تكمن في حماية أدوات البثق من درجات الحرارة العالية والحفاظ عليها كما هي لذلك يكون من الضروري تزييت وحماية كل من الحاوية ، المكبس ، والقالب .

2- **البثق على البارد (Cold Extrusion)** . يتم إنجاز البثق على البارد عند سرعات عالية من أجل تقليل القوة المسلطة .

تتم عملية البثق سواء أكانت على البارد أو على الساخن بإسلوبين أساسيين وإعتماداً على إتجاه البثق وهما:

1- البثق المباشر (Direct Extrusion) .

ويسمى أيضاً البثق الأمامي (*Forward Extrusion*) حيث يكون إتجاه إنسياب المعدن المبثوق بنفس إتجاه حركة المكبس ، حيث تقابل فتحة خروج المعدن مكبس الدفع . هذا النوع من البثق موضح في الشكل رقم (10-1-*a*) . إن الكتلة المعدنية في البثق المباشر سوف تحتك بالجدران الداخلية للحاوية لذلك يتم إستخدام التزييت لتخفيف قوى الإحتكاك وخاصة لتشكيل المعادن الصعبة التشكيل من الفولاذ .

2- البثق غير المباشر (Indirect Extrusion) .

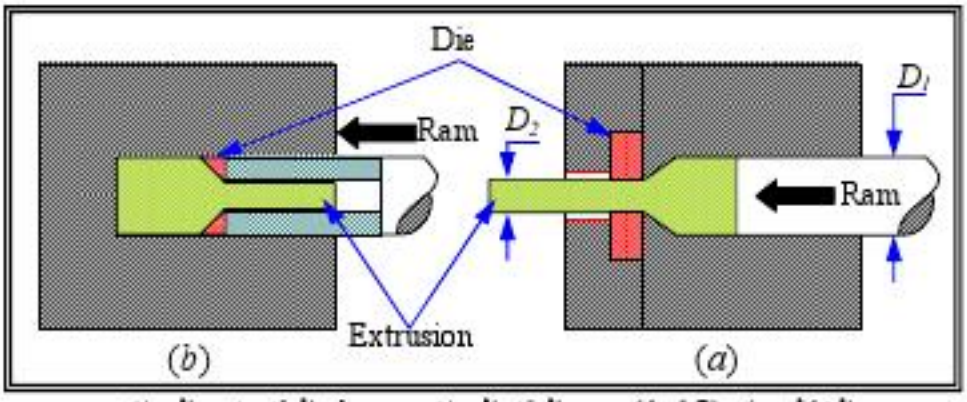
ويدعى كذلك بالبثق الخلفي (*Backward Extrusion*) ، حيث تكون حركة المعدن بعكس حركة المكبس إذ يكون المكبس مجوف ويتم تثبيت القالب عليه الذي سوف يُشكل فيه المعدن . البثق غير المباشر موضح في الشكل رقم (10-1-*b*) . إن الإحتكاك سوف يقل كثيراً في البثق غير المباشر ويكون مقتصراً فقط على الإحتكاك بين جدران فتحة القالب الصغيرة المساحة نسبياً وبين المعدن المبثوق . ويستخدم هذا التزييت أيضاً لتقليل قوى الإحتكاك . هنالك عدة مواصفات يجب أن يمتلكها المكبس والقالب المستخدمين للبثق و هذه المواصفات هي :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1- مقاومة درجات الحرارة المتولدة نتيجة لضغط المعدن المبثوق.

2- مقاومة الإحتكاك العالي بين المعدن المبثوق وسطح القالب حيث كلما زادت مقاومة الإحتكاك قل تآكل القالب .

3- مقاومة الإجهادات العالية المتولدة من عملية البثق .



الشكل رقم (10-1) :a- البثق المباشر b- البثق غير المباشر

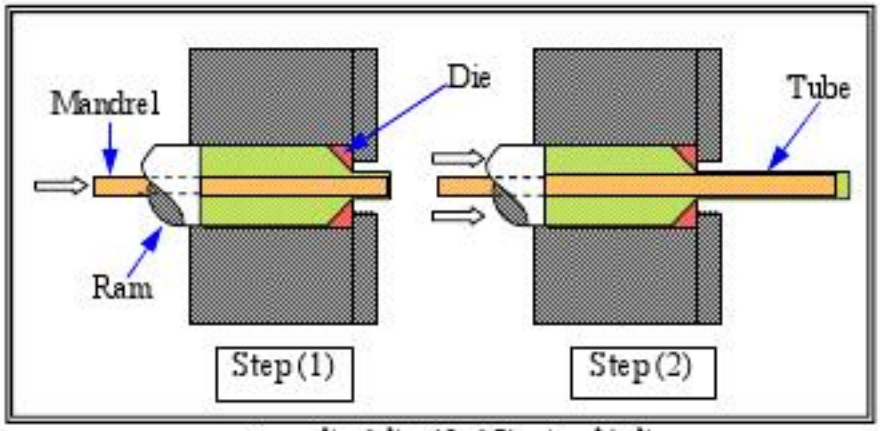
تقسم عملية البثق إلى أنواع عديدة وإعتماداً على طبيعة وميكانيكية البثق وهذه العمليات هي :

1- البثق الصلد **(Solid Extrusion)** .

ويمكن أن يتم للأمام أو للخلف على حد سواء وينتج مشغولات صلدة وغير مجوفة وهو موضح في الشكل رقم (10-1) .

2- البثق المجوف **(Hollow Extrusion)** .

في هذا النوع من البثق يتم إنتاج الأشكال المجوفة حيث يحتوي المكبس على قلب (*Mandrel*) يمكن أن يدور مع المكبس أو يتحرك بشكل منفصل عنه وكما موضح الشكل رقم (10-2) ، حيث في الخطوة (1) يتم دفع القلب وفي الخطوة (2) يتحرك المكبس ليقوم بدفع المادة حول القلب .



الشكل رقم (10-2) : البثق المجوف

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

3- البثق الهيدروستاتيكي (Hydrostatic Extrusion) .

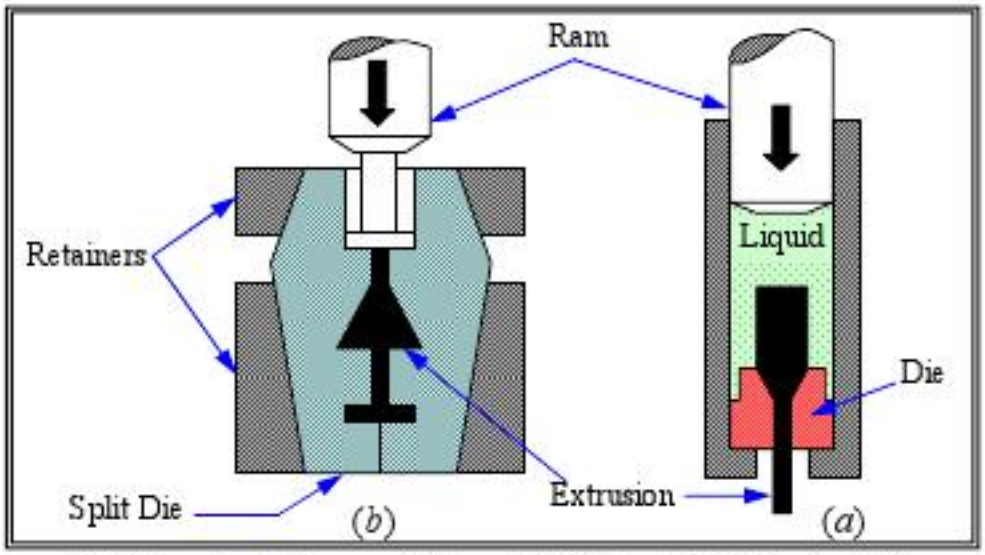
في هذا النوع من البثق يقوم سائل هيدروستاتيكي بتسليط القوة الضرورية للبثق ، ويتم بثق المعدن أما بالضغط الجوي للسائل الذي يملئ الحاوية أو بواسطة سائل واطئ الضغط (إنظر الشكل رقم (10-3-a)) . هذه العملية تشبه البثق المباشر ولكن ضغط السائل يحيط الخام الموجود في الحاوية ويمنع الإختلاف في الكبس . يكون الإحتكاك بين المعدن والحاوية محدود بسبب وجود السائل المضغوط الذي يعمل كمزيت ، كذلك تقل القوة اللازمة للبثق نتيجة لوجود السائل وتكون الحرارة المتولدة نتيجة للإحتكاك في أدنى قيمة والمنتج يكون ذو تركيب متجانس وإنهاء سطحي جيد .

4- بثق الفجوة المغلقة (Closed Cavity Extrusion) .

إن آلية عمل بثق الفجوة المغلقة تشبه عملية السبلكة حيث يتم كبس المعدن داخل قالب مغلق من نهايتيه بعدها يتم فتح القالب وإخراج المنتج منه وكما موضح في الشكل رقم (10-3-b) .

5- البثق بالطرق (Pressing Extrusion) .

وهو أحد طُرق البثق على الساخن ، حيث يتم تسخين المعدن إلى درجة حرارة معينة ومن ثم طرقه ليتم بثقه من القالب .

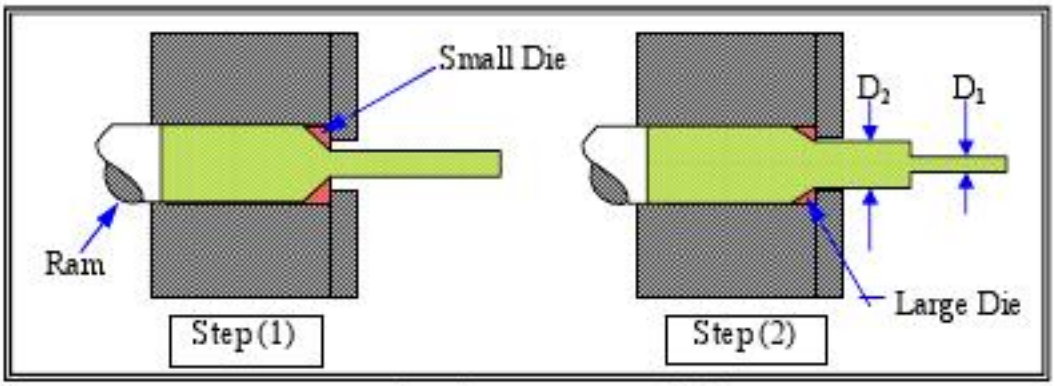


الشكل رقم (10-3) :a- البثق الهيدروستاتيكي b- بثق الفجوة المغلقة

6- البثق المتدرج (Step Extrusion) .

في هذه العملية يكون البثق على مراحل ، حيث في المرحلة الأولى يتم بثق المعدن من خلال قالب صغير ومن ثم يتم إستبدال القالب بآخر أكبر ليتم بثق المعدن مرة ثانية فينشأ من ذلك منتج متدرج في أبعاده الخارجية وكما موضح في الشكل رقم (10-4).

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

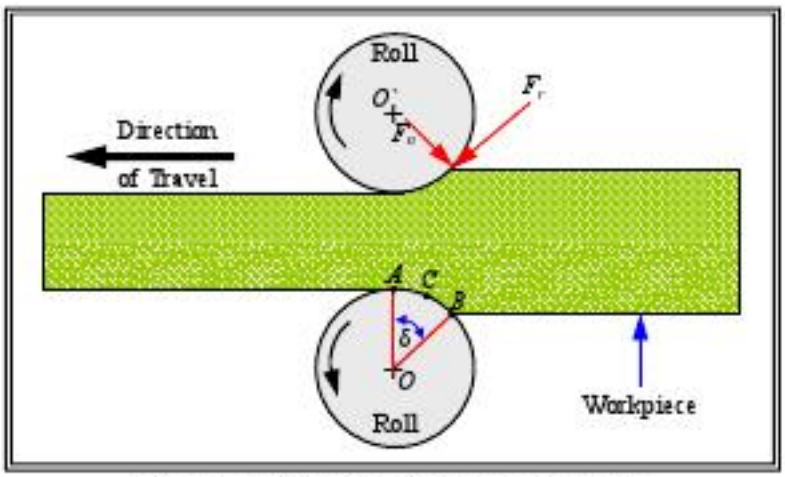


الشكل رقم (10-4) : البثق المتدرج

إختبار ذاتي (3): ما هو الفرق بين البثق المباشر وغير المباشر

2.3.10 عمليات الدرفلة (*Rolling Processes*)

الدرفلة أو الدلفنة هي عملية تشكيل المعدن بين درافيل دوارة عن طريق ضغطه بينها من أجل الحصول على الشكل والحجم المطلوبين ، تتضمن عملية التشكيل هذه نقصان في سمك المعدن المُشكل مع زيادة في طوله وعرضه . تستخدم الدرفلة للحصول على الألواح ، القضبان ، البكرات ، الأنابيب ، والأشرطة المعدنية وغيرها من المنتجات والأشكال . الشكل رقم (10-5) يوضح عملية التشكيل بين الدرافيل .



الشكل رقم (10-5) : عملية التشكيل بالدرفلة

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

تصنع الدرافيل إتصال مع المعدن فوق طول الإتصال الموضح بالقوس (AB) في الشكل رقم (10-5) . عند بعض نقاط الإتصال تتحرك سطوح المادة والدرفيل عند نفس السرعة وهذه تمثل نقطة عدم الإنزلاق (C') . من النقطة (C') إلى النقطة الخروج (A) يكون المعدن تحت تأثير البثق ويتحرك أسرع من سطح الدرفيل . وفي هذه المنطقة يقاوم الإحتكاك بين السُّغلة والدرافيل الإنتقال ويعوق إختزال المعدن. يتحرك المعدن بشكل أبطأ من الدرافيل بين النقاط (C')و(B) ،وتقوم محصلة قوة الإحتكاك فوق القوس(CB)بسحب المعدن بين الدرافيل . إن موقع نقطة عدم الإنزلاق (C') في القوس(AB) تعتمد على مقدار إختزال المعدن ، قطر الدرافيل ، ومعامل الإحتكاك . وتميل هذه النقطة للتحرك إلى النقطة (A) عند زيادة مقدار الإختزال وزاوية الإتصال (δ) .

عندما قيمة زاوية الإتصال تتجاوز زاوية الإحتكاك ففي هذه الحالة لا تستطيع الدرافيل سحب القطعة الجديدة من المادة تلقائياً في الفراغ الذي بينهما . أما إذا كانت زاوية الإتصال أكبر بمرتين من زاوية الإحتكاك بين الدرافيل والسُّغلة ، عندئذ تتطابق النقطة (C') مع النقطة (A) والمعدن لا يمكن أن يُسحب بواسطة الدرافيل حتى إذا تم وضعه بينهما . وهذا يرجع إلى إن المركبة الأُفقية للضغط العمودي للدرافيل ضد المعدن تساوي وتلغي المركبة الأُفقية للإحتكاك التي تميل لسحب المعدن . هنالك خواص مهمة يجب توفرها في المعادن التي يتم درفلتها وأهم هذه الخواص هي قابلية المعدن للإنسياب نتيجة الضغط المسلط عليه وبدون أن ينكسر كذلك يجب أن تكون له قوة تحمل كبيرة حتى لا يفشل تحت الضغط .

يمكن أن تتم الدرفلة على البارد (*Cold Rolling*) مثل درفلة النحاس أو تتم على الساخن (*Hot Rolling*) مثل درفلة الفولاذ . ويعتمد إختيار إسلوب الدرفلة على صلادة أو ليونة المعدن المُشكل. هنالك نوعان من القوى التي تؤثر في عملية الدرفلة والموضحة في الشكل رقم (10-5) وهي القوة العمودية أو نصف القطرية (F_n) وتمثل قوة ضغط الدرافيل وقوة الإحتكاك (F_T) . يمكن أن تقسم عملية الدرفلة إلى خمسة أنواع رئيسية والتي تختلف فيما بينها من حيث آلية عمل الدرافيل وشكل المنتج وهذه الأنواع هي :

1- الدرفلة الطولية (Longitudinal Rolling) .

في هذا النوع من الدرفلة يتم وضع السُّغلة بين درفيلين يدوران بإتجاهين مختلفين ،ويستخدم هذا النوع لإنتاج الصفائح المعدنية (إنظر الشكل رقم(10-5)) .

2- الدرفلة العرضية (Cross Rolling) .

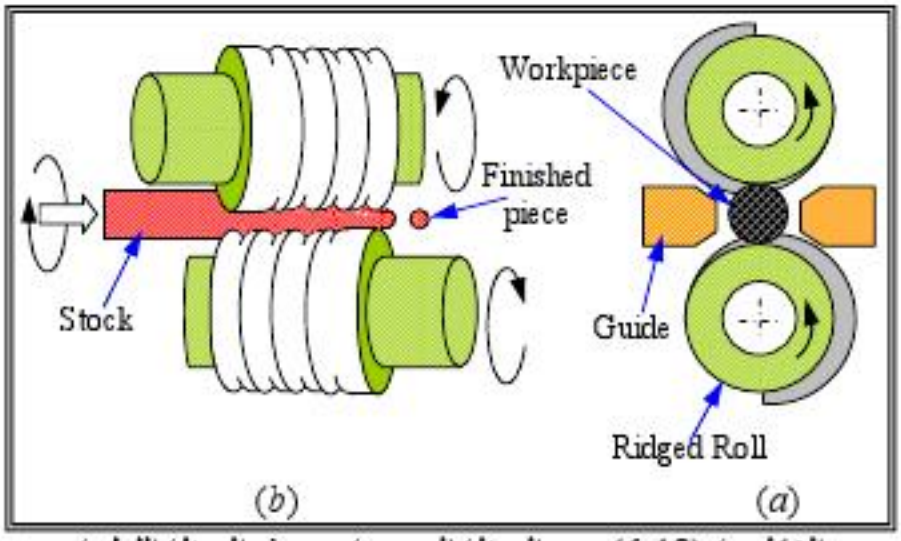
وتسمى أيضاً بالدرفلة الإسفينية (*Wedge Rolling*) . يستخدم في الدرفلة العرضية درفيلين متزامنين يدوران بنفس الإتجاه مع تنوع حلزوني صاعد حول كل منهما (*Spiral Ridge*) . تكون محاور الدرفيلين

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

متقاطعة بشكل طفيف أي بزاوية صغيرة أو متوازية . يمكن أن يصنع بهذه الطريقة الأعمدة وحديات التروس . الدرفلة العرضية موضحة في الشكل رقم (10-6-*a*) .

3- الدرفلة اللولبية (Skew Rolling) .

تنفذ هذه الطريقة مع درفيلين على محاور متعامدة (*Cross Axes*) كما موضح في الشكل رقم(10-6-*b*). بمثلك كل درفيل شكل حلزوني خارجي يحمل الخام قيد التشغيل ويُشكل بشكل مستمر عند دوران الدرفيل. تستخدم الدرفلة اللولبية لإنتاج الكرات الفولاذية (فوق 400 لكل دقيقة) ومحاور مركبات السكك الحديدية.



الشكل رقم(10-6) :*a*- الدرفلة العرضية *b*- الدرفلة اللولبية

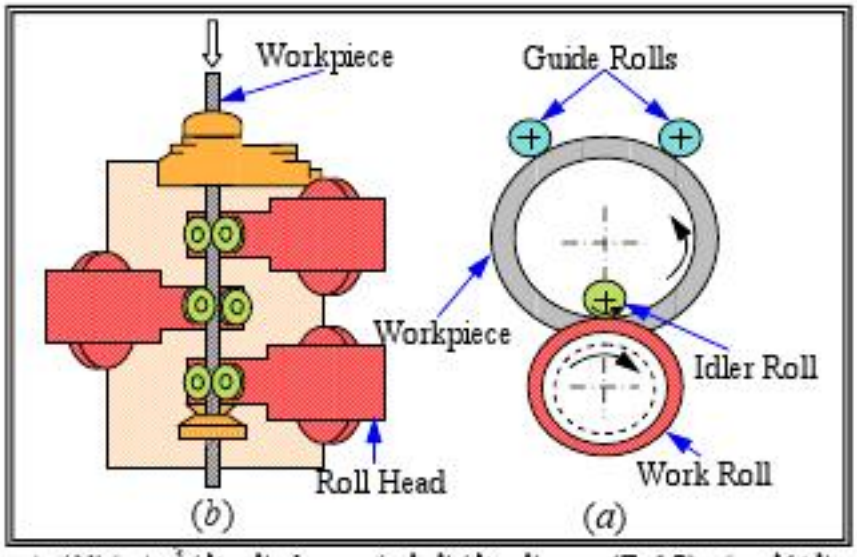
4- الدرفلة الحلقية (Ring Rolling) .

يبدأ هذا النوع من الدرفلة مع حلقة صغيرة مجوفة ويتم تشكيلها بين درفيل واحد أو درفيلين ودرفيل وسطي . الحلقة تزداد في القطر وتقل وتشكل في المقطع العرضي(إنظر الشكل رقم (10-7-*a*)) . الشُعلة المجوفة يمكن أن تُحضر بالحدادة أو التخريم . تمتد القِطع المنجزة بواسطة هذه العملية من المحامل المتدحرجة الصغيرة إلى الحلقات التي قطرها حوالي (*9mm*) .

5- الدرفلة أحادية الإتجاه (Unidirectional Rolling) .

وتسمى أيضاً درفلة القالب (*Die Rolling*) وتتضمن تمرير الخام بشكل مستمر بين زوج واحد أو أكثر من الدرافيل مع قالب ذو أثار غائرة حول محيطها وكما موضح في الشكل رقم (10-7-*b*). يمكن بالدرفلة أحادية الإتجاه إنتاج الأعمدة ، المحاور ، والعدائات .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل رقم (7-10) :a - الدرفلة الحلقية b- الدرفلة أحادية الإتجاه

ويمكن حساب مقدار زاوية الإتصال (δ) بين الدرفيل والمعدن المُشكل من المعادلة التالية :

$$\sin\delta = 1 - \frac{H-h}{D} \qquad (1)$$

حيث :

δ= زاوية الإتصال .

H= سمك الشُعلة قبل الدرفلة (mm) .

h= سمك الشُعلة بعد الدرفلة (mm) .

D= قطر الدرفيل (mm) .

إن مقدار الدرفلة (الإنضغاط في المعدن) يزداد بزيادة قطر الدرفيل ونتيجة لهذه العملية يزداد عرض وطول الشُعلة ويقل سمكها . تسمى نسبة طول الشُعلة بعد الدرفلة إلى طول الشُعلة قبل الدرفلة بمعامل الإستطالة والذي يمكن حسابه من المعادلة التالية :

$$K = \frac{l}{L} = \frac{F}{f} \qquad (2)$$

حيث :

K= معامل الإستطالة .

l= طول الشُعلة بعد الدرفلة (mm) .

L= طول الشُعلة قبل الدرفلة (mm) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

F= مساحة مقطع الشُغلة قبل الدرفلة (mm^2) .

f= مساحة مقطع الشُغلة بعد الدرفلة (mm^2) .

إختبار ذاتي (4): كيف تتم عملية الدرفلة أحادية الإتجاه

3.3.10 عمليات الثني (Bending Processes)

تجري عمليات الثني أو الإنحناء أما بالطرق اليدوي أو الميكانيكي ، وتسبب هذه العمليات إجهادات شد في الألياف الخارجية وإجهادات ضغط للألياف الداخلية للشُغلة . تتوقف الإنفعالات المتولدة من عملية الثني على عدد من العوامل من ضمنها نوع معدن الشُغلة وسمكها وكذلك على زاوية ونصف قطر الإنحناء المراد إنتاجه . إضافة إلى ذلك يجب أن تكون قوة الثني كافية لتوليد إنفعالات لدنة في المعدن تبقى بعد إزالة القوة المؤثرة ، ويمكن التخلص من الإجهادات المتولدة من عملية الثني بواسطة المعالجات الحرارية للمعدن المُشكل .

إن تمدد الإنحناءة (*Bend*) بسبب محور متعادل (*Neutral Axis*) كما في الشكل رقم (*a*-8-10) والذي لا ينفعل الخام على طوله ليتحرك لمسافة ($0.5t$ - $0.3t$) من داخل الإنحناءة في معظم الحالات ، وغالباً ما يستخدم المعدل لهذه المسافة ($0.4t$) في الحسابات . إذا كانت الإنحناءة تمتلك قطر خارجي مقداره (r) فيمكن تقدير الطول الإبتدائي للخام (L) في الإنحناءة والذي يحسب من المعادلة التالية :

$$L = 2\times\pi\,(r + 0.4t)\times\left(\frac{\alpha}{360}\right) \qquad (3)$$

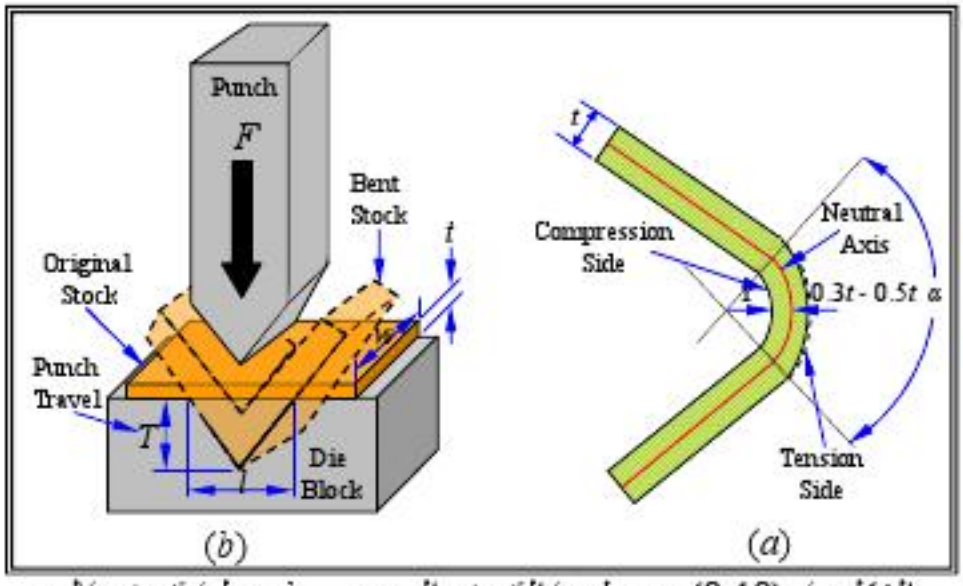
حيث :

t= السمك الإبتدائي للخام (mm) .

α= زاوية الإنحناءة .

وعلى الرغم من إن المعدن يُجهد فوق حد المرونة فإنه يميل إلى إستعادة قدر معين من المرونة ، حيث إذا صنعت الإنحناءة زاوية معينة فيتوقع إرتداد نابضي (*Spring back*) إلى زاوية أصغر بشكل طفيف عندما يُترك . يكون الإرتداد النابضي كبير لأقطار الإنحناءة الأصغر ، الخام الأسمك ،زوايا الإنحناءة الواسعة ، والمواد الصلدة الشكل رقم (*b*-8-10) يوضح عملية ثني في قالب .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل رقم (8-10) :a- طبيعة الثني في المعدن b- عملية ثني في قالب

يمكن حساب القوة اللازمة للتشوه المرن (*Elastic Deformation*) من المعادلة التالية :

$$F_E = 0.67\frac{Swt^2}{l} \qquad (4)$$

حيث :

S= مقاومة الشد القصوى للمادة .

w= عرض المادة (mm) .

t= سمك المادة (mm) .

l = طول الإنحناءة (mm) .

أما القوة اللازمة للإنحناء اللدن (*Plastic Bending*) فتحسب من المعادلة التالية :

$$F = 1.33\frac{Swt^2}{l} \qquad (5)$$

حيث :

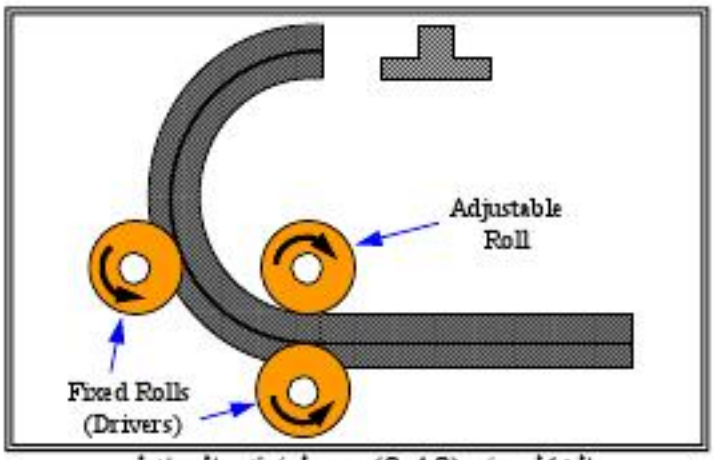
F= قوة الإنحناء اللدن .

هنالك عدة أنواع من عمليات الثني و هي مدرجة كالآتي :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

1- ثني الدرافيل (Rolls Bending) .

تستخدم هذه العملية لثني الألواح ، القضبان ، التراكيب الهيكلية ، والأنابيب سميكة الجدران عن طريق إستخدام ثلاثة درافيل وكما موضح في الشكل رقم (10-9) . أحد الدرافيل تثبت بين الدرفيلين الآخرين من أجل الضبط لأنصاف الأقطار المطلوبة . ويمكن عمل لفات مستمرة بهذه الطريقة . أنصاف أقطار الإنحناء يمكن تغييرها بسهولة ، ولكن من الصعوبة السيطرة على الزوايا .



الشكل رقم (10-9) : عملية ثني الدرافيل

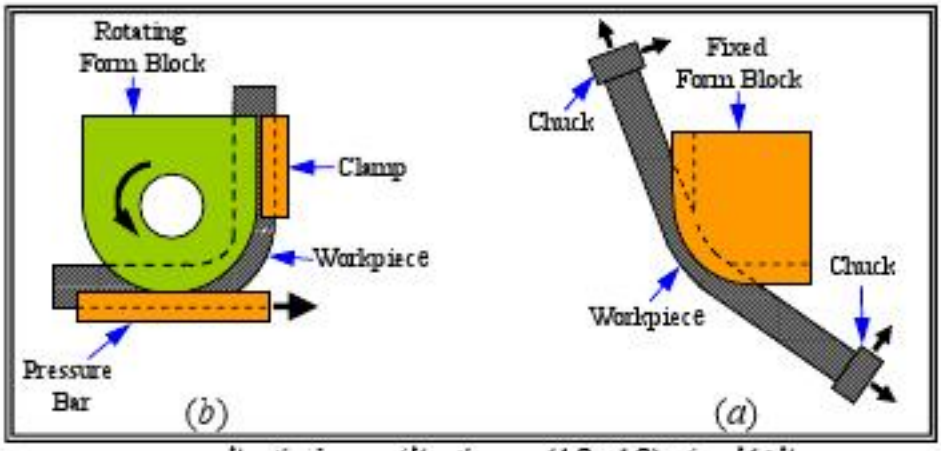
2- ثني التمدد (Stretch Bending) .

ويسمى أيضاً بثني التشكيل . تكون هذه العملية بطيئة ولكنها يمكن أن تحد من الإرتداد النابضي ، وتستخدم لصنع الإنحناءات الواسعة غير المنتظمة غير الدائرية وبدون قلب كما في الشكل رقم (10-10-a) .

3- ثني السحب (Draw Bending) .

تكون الشُغلة في هذا النوع من الثني مثبتة ضد كتلة التشكيل والتي تدور وتسحب الشُغلة حول الإنحناء(إنظر الشكل رقم (10-10-b)) . يتم تثبيت المادة التي تذهب إلى الإنحناء بقضيب الضغط (*Pressure Bar*)، ويمكن أن يوضع القلب داخل الإنبوب لمنع التسطح . تقوم قلوب الكرات المرنة ، المواد الطبقية ، أو القلوب السلكية بالتزويد بمسند حول طول الإنحناء للعمل الدقيق . ثني السحب هو الأفضل للأقطار الصغيرة ، الجدران الرقيقة ، والأكثر تنوعاً في الجوانب . يمكن أن تدمج هذه الطريقة مع ثني التمدد لعمل أجزاء الإنحناءات الصعبة وهي تسمى تشكيل السحب نصف القطري *Radial Forming* (*Draw*) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



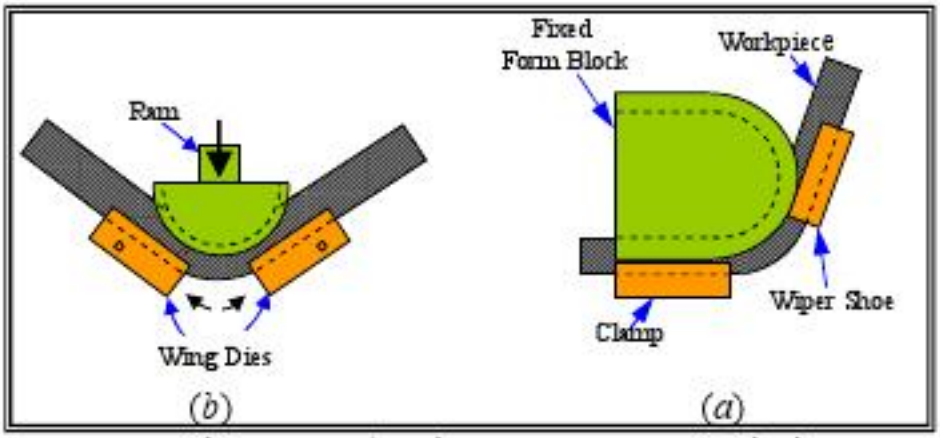
الشكل رقم (10- 10) :*a* - ثني التمدد *b*- ثني السحب

4- ثني الضغط (Compression Bending) .

يتم تثبيت الشُّغلة حول كتلة التشكيل الثابتة ويلوى حوله بفعل إطار ماسح (*Wiper Shoe*) وكما في الشكل رقم (10-11-*a*) . يتم ثني الألواح المعدنية المسطحة بنفس الطريقة على أجسام غير محززة بعملية تسمى ثني الجناح أو الثني المماسي ، و يمكن أن تكون أقطار الإنحناءة صغيرة جداً .

5- ثني الكبس (Ram or Press Bending) .

ينفذ هذا النوع من الثني بواسطة كبس الشُّغلة بين كتلة مكبس متحركة وقالبي ضغط متوازيين وكما موضح في الشكل رقم (10-11-*b*) . يمكن أن يستخدم مكبس ثاقب ذو شوط ثابت ، ولكن مكبس الثني ذو الشوط القابل للتعديل هو الأفضل . كلفة الأدوات هي أقل بكثير من ثني السحب ، والزوايا محددة لحوالي (165°) ، ولكن ثني الكبس هو أسرع بثلاث إلى أربع مرات من بقية الطُّرق . تكون هنالك حاجة لتصديات مكبس مختلفة لكل عملية ثني مختلفة ، لذلك فإن هذه العملية ملائمة فقط للإنتاج الكمي .



الشكل رقم (10-11) :*a* - ثني الضغط *b*- ثني الكبس

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

6- ثني البثق بالدرافيل (Roll Extrusion Bending) .

ويستخدم لثني الأنابيب التي قطرها الخارجي فوق (130mm) وبسمك جدران إلى (16mm) . في هذه العملية ، يدور رأس داخل الإنبوب مع درافيل دفع عربضة على جانب واحد ودرفيل عمل ضيق على الجانب الآخر . يطوق الإنبوب بواسطة حلقات العمل خارج الرأس . يتحرك الدرفيل للداخل والخارج حالما يدور الرأس ليطبق الضغط الكافي لبثق المعدن في جدار الإنبوب على جانب لعمل إنحناءاته ، وتعتبر هذه الطريقة أسرع بعشر مرات من بقية طُرق عمل الأنابيب الواسعة .

إختبار ذاتي (5): كيف تتم عملية ثني السحب

4.3.10 عمليات القص (*Shearing Processes*)

تستخدم عمليات القص للحصول على قطع معدنية من الألواح أو الشرائط أو تستخدم لفصل جزء من القطعة المعدنية عن جزء آخر الشكل رقم (10-12-*a*) يوضح مبدأ عملية القص . هنالك عدد من عمليات القص المستخدمة في تشكيل المعادن والتي تختلف في كيفية إنجازها للقص و هذه العمليات هي :

1- عمليات الفصل . تستخدم لفصل جزء من الشُعلة .

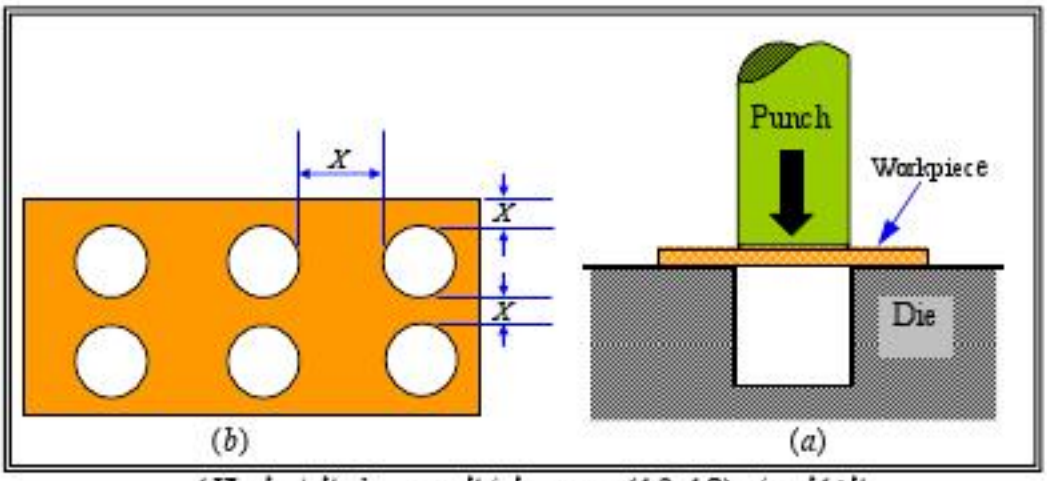
2- عمليات القص . وهي عملية قص المشغولات الناتجة من عمليات الفصل ، شريحة تستخدم كمنتج للألواح المعدنية .

3- عمليات الثقب . وهي عملية إزالة جزء من الشُعلة مع تكوين ثقب و عدم إستخدام الجزء الذي يتم إزالته.

4- عمليات القص الجزئي . تتضمن هذه العمليات قص جزئي للشُعلة مع عدم الفصل التام للشُعلة على إمتداد الطول أو العرض.

5- عمليات قص الزوائد . وهي عملية فصل المعدن الزائد عن الشُعلة مع عدم إستخدام المعدن المُزال .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com



الشكل رقم (10-12) :a- عملية القص b- الفاصل (X)

أثناء إجراء عملية القص ، يجب أن يكون مقدار المعدن غير المستغل بعد القص(*Scrap*) أقل ما يمكن ، لذلك يجب أن يكون مقدار الفاصل (X) بين الأجزاء التي يتم قصها أصغر ما يمكن والذي يعتمد مقداره على أبعاد الشُغلة (السمك ، الطول ، والعرض) . ويمكن حساب قيمة الفاصل من المعادلة التالية :

$$X = \frac{t}{2} \qquad (6)$$

حيث :

X = الفاصل بين الأجزاء المقصوصة (mm) .

t = سمك الشُغلة (mm) .

أما إذا كان مقدار الفاصل (X) بين الأجزاء المقصوصة صغيراً فيمكن أن يشرخ الفاصل أثناء القص .

الشكل رقم (10-12-b) يوضح هذا الفاصل بين بعض الأجزاء المقصوصة .

ويمكن أيضاً حساب الخلوص نصف القطري (*Radial Clearance*) الذي يكون بين القالب والمكبس من المعادلة التالية :

$$C_R = \frac{D_d - D_P}{2} \qquad (7)$$

حيث :

C_R = الخلوص نصف القطري(mm) .

D_d = قطر القالب (mm) .

D_p = قطر المكبس (mm) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

إضافة إلى ذلك يمكن حساب قيمة الخلوص المثالي (*Ideal Clearance*) من المعادلة التالية :

$$C_I = \frac{C_R}{t} \qquad (8)$$

حيث :

C_I = الخلوص المثالي (%) ، وتتراوح قيمته بين (8% - 14%) .

C_R = الخلوص نصف القطري (mm) .

t = سمك الشغلة (mm) .

ويمكن حساب نسبة المعدن غير المستغل (*Scrap*) الذي يتم طرحه بعد عملية القص من المعادلة التالية :

$$Scrap(S\%) = \frac{A_P - (N_D \times A_D)}{A_P} \qquad (9)$$

حيث :

$S\%$ = نسبة المعدن غير المستغل

A_P = مساحة اللوح (mm^2) .

N_D = عدد القطع المراد قصها .

A_D = مساحة القطعة المقصوصة .

مثال

لوح معدني أبعاده ($1300mm \times 2500mm$) وبسمك ($2mm$) يراد عمل أقراص دائرية منها وبقطر ($50mm$) . إحسب عدد الأقراص التي يمكن الحصول عليها من هذا اللوح وما هي نسبة المعدن غير المستغل الذي يطرح بعد القص مع حساب الخلوص المثالي بين المكبس والقالب .

الحل//

قبل البدء بعملية القص يجب حساب قيمة الفاصل (X) بين الأقراص التي يراد عملها بعدها يتم إضافتها الفاصل إلى قطر الأقراص .

$$X = \frac{t}{2}$$

$$X = \frac{0.002}{2} \Longrightarrow \boxed{X = 0.001m}$$

$$D_{total} = D + X$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$D_{total} = 0.05 + 0.001 \Rightarrow \boxed{D_{total} = 0.051m}$$

عدد الأقراص الممكن الحصول عليها من عرض اللوح (N_W) .

$$N_W = \frac{W}{D_{total}}$$

$$N_W = \frac{1.3}{0.051} \Rightarrow \boxed{N_W \approx 25}$$

عدد الأقراص الممكن الحصول عليها من طول اللوح (N_L) .

$$N_L = \frac{L}{D_{total}}$$

$$N_L = \frac{2.5}{0.051} \Rightarrow \boxed{N_L \approx 49}$$

إذاً يكون عدد الأقراص الكلية الناتجة (N_T) هي :

$$N_T = N_W \times N_L$$

$$N_T = 25 \times 49 \Rightarrow \boxed{N_T = 1225}$$

$$A_P = L \times W$$

$$A_p = 2500 \times 1300 \Rightarrow \boxed{A_p = 3.25m^2}$$

$$A_D = \frac{\pi}{4} D^2$$

$$A_D = \frac{\pi}{4} \times 0.05^2 \Rightarrow \boxed{A_D = 0.00196m^2}$$

$$Scrap(S\%) = \frac{A_P - (N_D \times A_D)}{A_P}$$

$$S\% = \frac{3.25 - (1225 \times 0.00196)}{3.25} \Rightarrow \boxed{S\% = 26\%}$$

نفرض إن قطر المكبس هو $(50mm)$ وقطر القالب هو $(50.5mm)$.

$$C_R = \frac{D_d - D_P}{2}$$

$$C_R = \frac{0.0505 - 0.05}{2} \Rightarrow \boxed{C_R = 0.00025m}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$C_t = \frac{C_R}{t}$$

$$C_t = \frac{0.00025}{0.002} \quad \Rightarrow \quad \boxed{C_t = 12.5\%}$$

وهذه النسبة جيدة وتقع ضمن الحدود المطلوبة (8% - 14%) .

إختبار ذاتي (6): ما الفرق بين عمليات الثقب وعمليات قص الزوائد

5.3.10 عمليات السحب على البارد (*Cold Drawing Processes*)

تتضمن عمليات السحب على البارد تشكيل القضبان المعدنية كبيرة القطر نسبياً إلى الأسلاك وكذلك تشكيل الصفائح المعدنية إلى أوعية بواسطة السحب العميق . وتعتبر المطيلية العالية نسبياً من أهم خواص المواد المعدنية التي تؤهلها لعمليات التشكيل بالسحب على البارد . يسمى السحب على البارد في بعض الأحيان بضبط الأبعاد نظراً لدقته العالية بالأبعاد وجودة السطح الناتج بعد السحب . هنالك عدد من المميزات التي تنفرد بها عملية السحب على البارد والتي يمكن إجمالها بالآتي :

1- إمكانية الحصول على منتجات ذات دقة عالية في أبعاد المقطع العرضي وسطح ذو جودة عالية .

2- يمكن إستخدام السحب لتشكيل الأعمدة المجوفة والغير مجوفة التي لا يمكن تشكيلها بالطرق الأخرى .

3- يحقق المزج بين عملية التشكيل على البارد والمعاملة الحرارية إكساب المعدن خواص ميكانيكية عالية .

4- عدم فقدان جزء من المعدن على هيئة رايش متلما يحدث في عمليات القطع وبعض عمليات التشكيل .

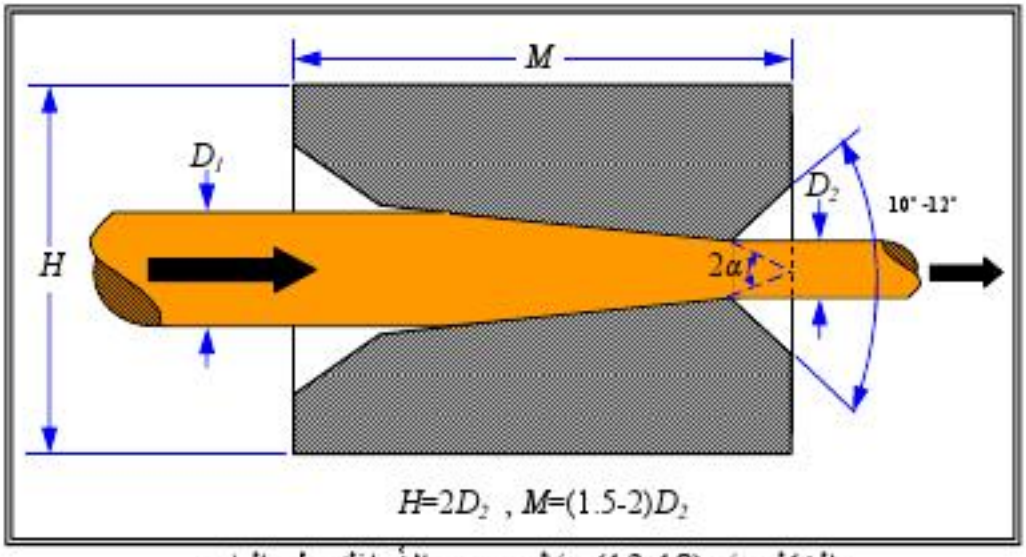
5- يعتبر السحب على البارد عملية إنتاجية وأقل صعوبة في التنفيذ من باقي الطرق .

تصنف عمليات السحب على البارد إلى نوعين أساسيين هما :

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

أولاً- سحب الأسلاك (Wire Drawing) .

تصنع الأسلاك بالسحب على البارد من قضبان مصنوعة بواسطة الدرفلة على الساخن ، وذلك بإمرار هذه القضبان من فتحات قوالب خاصة تعمل على تخفيض قطرها وزيادة طولها على عدة مراحل إلى أن تتحول إلى أسلاك بالأقطار المطلوبة . الشكل رقم (10-13) يوضح قالب يستخدم في سحب الأسلاك . يتم إعداد القضبان المراد سحبها بدرفلة كتل معدنية على الساخن إلى قطر يساوي حوالي (6mm - 5mm) ثم يجري سحبها بواسطة قوالب السحب إلى أسلاك . وقبل عملية السحب من الضروري تنظيف طبقات الأوكسيد السطحية بمعاملتها ببعض الحوامض .ويستعمل عادة بعض مواد التزييت لتسهيل عملية السحب.



الشكل رقم (10-13) : قالب سحب الأسلاك على البارد

ويمكن حساب إجهاد السحب (*Drawing Stress*) من المعادلة التالية :

$$\sigma = y\left[1+\frac{\tan\alpha}{\mu}\right]\left[1-\left(\frac{A_2}{A_1}\right)^{\mu\cot\alpha}\right] \qquad (10)$$

حيث :

σ = إجهاد السحب (N/mm^2) .

y = إجهاد الخضوع (N/mm^2) .

α = زاوية نصف القالب (*Semi Angle*) .

μ = معامل الإحتكاك .

A_2 = المساحة بعد السحب (mm^2) .

A_1 = المساحة قبل السحب (mm^2) .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ويتم حساب زاوية نصف القالب من المعادلة التالية :

$$\sin\alpha = \frac{D_1 - D_2}{2(0.9)D_2} \qquad (11)$$

حيث :

D_1= القطر قبل السحب (mm) .

D_2= القطر بعد السحب (mm) .

كذلك يمكن حساب قوة السحب $(Draving\ Force)$ من المعادلة التالية :

$$F = A_2 \times \sigma \qquad (12)$$

مثال

سلك من النحاس قطره $(2mm)$ ، وإجهاد الخضوع له $(140N/mm^2)$ يراد سحبه بمرحلة واحدة ليصبح قطره$(1.8mm)$. إحسب إجهاد السحب وقوة السحب اللازمين لعملية التشكيل بالسحب إذا علمت إن معامل الإحتكاك هو (0.025) .

الحل //

$$\sin\alpha = \frac{D_1 - D_2}{2(0.9)D_2}$$

$$\sin\alpha = \frac{2 - 1.8}{2(0.9)\times 1.8} \Rightarrow \boxed{\alpha = 3.539^\circ}$$

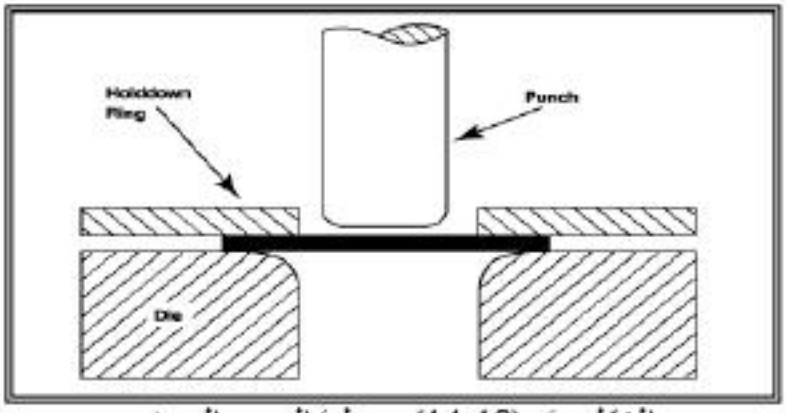
$$A_1 = \frac{\pi D_1^2}{4} \quad ; \quad A_1 = \frac{\pi \times 2^2}{4} \Rightarrow \boxed{A_1 = 3.14159\,mm^2}$$

$$A_2 = \frac{\pi D_2^2}{4} \quad ; \quad A_2 = \frac{\pi \times 1.8^2}{4} \Rightarrow \boxed{A_2 = 2.54469\,mm^2}$$

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

ثانياً- السحب العميق (Deep Drawing) .

السحب العميق عبارة عن تشكيل لوح معدني بسمك معين بواسطة مكبس دائري المقطع والذي يضغط على اللوح ويكبسه داخل قالب دائري المقطع أيضاً . الشكل الناتج عبارة عن وعاء بسمك يساوي الفرق بين قطر المكبس والقطر الداخلي للقالب . الشكل رقم (10-14) يوضح عملية السحب العميق .



الشكل رقم (10-14) : عملية السحب العميق

وللقيام بعملية السحب العميق بنجاح وإنتاج منتجات خالية من العيوب لا بد من توفر العوامل التالية :

1- المطيلية العالية للمعادن المراد سحبها .

2- المكبس والقالب المستخدم يجب أن يمتازا بسطوح عالية الدقة وإنجاز سطحي جيد .

3- إستخدام مواد لتزييت القالب والمكبس يسهل عملية التشكيل ويقلل من القوى الضرورية لعملية السحب .

بالإمكان إنتاج أوعية ذات أعماق كبيرة ، وذلك بإجراء العملية على عدة مراحل كما في عملية سحب الأسلاك ، حيث يتم أولاً التشكيل إلى عمق معين على البارد ثم يسخن الوعاء الناتج فتزداد ليونته ويقبل مقداراً إضافياً من التشكيل فيجرى سحبه مرة ثانية . وقد تتكرر عملية السحب والتسخين عدة مرات إلى حين تحقيق العمق المطلوب . تستعمل عملية السحب العميق بشكل واسع لإنتاج أغلفة أو ظروف القذائف و هياكل السيارات و هياكل الثلاجات وإسطوانات الغاز السائل و غيرها من المنتجات .

إختبار ذاتي (7): ما هو السحب العميق

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

الإختبار البعدي

ضع دائرة حول الحرف الذي يسبق الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي :

1- من أهم عيوب التشكيل على البارد هي :
أ- إستخدامه كمرحلة نهائية للتشكيل .
ب- صعوبة السيطرة على أبعاد المنتج .
ج- متطلبات الطاقة العالية .
د- تكسد السطوح بسهولة .

2- من أهم الخواص التي يجب أن تمتلكها المعادن المدرفلة هي :
أ- قابلية المعدن للإنسياب نتيجة الضغط المسلط عليه .
ب- مقاومة المعدن العالية .
ج- قلة الإجهادات المتولدة فيه .
د- قابليته على تحمل الإجهادات الحرارية .

3- يطلق مصطلح ثني التشكيل على عملية :
أ- ثني السحب .
ب- ثني الضغط .
ج- ثني الكبس .
د- ثني التمدد .

4- عند دمج طريقة ثني السحب مع ثني التمدد تسمى الطريقة الناتجة بـ :
أ- تشكيل السحب-التمدد .
ب- تشكيل السحب نصف القطري .
ج- التشكيل المزدوج .
د- التشكيل المتماثل .

5- يسمى السحب على البارد أحياناً بضبط الأبعاد بسبب :
أ- دقته العالية بالأبعاد وجودة السطح الناتج بعد السحب .
ب- كونه عملية تشكيل نهائية .
ج- عدم تغير الأبعاد بسبب التكسد .
د- دقته العالية بتشكيل الأجزاء الصغيرة .

6- تتم عملية الدرفلة اللولبية مع :
أ- درفيلين متزامنين بدوران بنفس الإتجاه .
ب- درفيلين بدوران بإتجاهين مختلفين .
ج- درفيلين بدوران على محاور متعامدة .
د- زوج أو أكثر من الدرافيل .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7- تتراوح ضغوط البخار في حدادة المطرقة بشكل عام بين :
أ- (900kpa-600) .
ب- (850kpa-500) .
ج- (650kpa-300) .
د- (750kpa-450) .

8- تستخدم عملية الختم كـ :
أ- عملية تشكيل للكتل والأقراص المعدنية الصغيرة نسبياً .
ب- عملية تشكيل ألواح معدنية بالضغط عليها بواسطة عُدة تشكيل .
ج- عملية تحويل المسبوكات الأولية إلى إسطوانات .
د- مرحلة نهائية لإعطاء شكل نهائي للقطعة المُشكلة مسبقاً .

9- تتم عملية البثق الهيدروستاتيكي بواسطة :
أ- مكبس يضغط المعدن داخل قالب مغلق من نهايته .
ب- مكبس يتحرك بشكل عكسي للمعدن المبثوق .
ج- سائل يسلط القوة الضرورية للبثق .
د- طرق المعدن في القالب ليتم بثقه .

10- تمثل القوة نصف القطرية في الدرفلة :
أ- عزم الإنحناء على الدرافيل .
ب- قوة ضغط الدرافيل .
ج- قوة التغذية للدرافيل .
د- رد فعل السُطة .

ملاحظة :

1- لكل سؤال درجة واحدة.

2- يرجى التحقق من سلامة إجابتك بمراجعة صفحة (مفاتيح الإجابات على الإختبارات) في نهاية الوحدة النمطية، ففي حالة حصولك على درجة (9) فأكثر فتكون غير محتاج لدراسة هذه الوحدة وإذهب لدراسة الوحدة التالية . أما في حالة حصولك على درجة أقل من (9) فستكون بحاجة لدراسة هذه الوحدة .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

مفاتيح الإجابة على الإختبارات

الإختبار القبلى		الإختبارات الذاتية	الإختبار البعدى	
رقم السؤال	الإجابة الصحيحة		رقم السؤال	الإجابة الصحيحة
1	أ	1- هي العمليات التي تستخدم قوى ميكانيكية مثل الشد والضغط إضافة إلى الحرارة من أجل تشكيل المعدن بأشكال مختلفة وبدون خسارة في حجم أو كمية المعدن . إن عمليات التشكيل الميكانيكي لا ينتج فيها راسبس مثل بقية عمليات التشغيل مثل الحراطة والتفريز .	1	ج
2	ج	2- يستند التمييز بين التشكيل على الساخن و التشكيل على البارد على درجة حرارة معينة وخاصة بكل معدن أو سبيكة والتي تسمى بدرجة حرارة إعادة التبلور ، وتتراوح هذه الدرجة بين نصف أو ثلث درجة إنصهار هذه المعادن والسبائك .	2	أ
3	ب	3- في البثق المباشر يكون إتجاه إنسياب المعدن المبثوق بنفس إتجاه حركة المكبس ، حيث تقابل فتحة خروج المعدن مكبس الدفع . أما في البثق غير المباشر تكون حركة المعدن بعكس حركة المكبس إذ يكون المكبس مجوف وينتم تثبيت القالب عليه الذي سوف يُشكل فيه المعدن .	3	د
4	د	4- تتضمن تمرير الخام بشكل مستمر بين روح واحد أو أكثر من الدرافيل مع قالب ذو ثقب غائرة حول محيطها .	4	ب
5	أ	5- تكون الشعلة في هذا النوع من اللحام متنبئة ضد كتلة التشكيل والتي تدور وتسحب الشعلة حول الإنحناء يتم تثبيت المادة التي تذهب إلى الإنحناء بقصب الضغط ، ويمكن أن يوضع القلب داخل الإنبوب لمنع التسطح . تقوم قلوب الكرات المرنة ، المواد الطبقية ، أو القلوب السلكية بالتزويد بمسند حول طول الإنحناءة للعمل الدقيق .	5	أ
6	ج	6- عمليات القلب هي عملية إزالة جزء من الشعلة مع تكوين ثقب وعدم إستخدام الجزء الذي يتم إزالته أما عمليات قص الزوائد فهي عملية فصل المعدن الزائد عن الشعلة مع عدم إستخدام المعدن المزال .	6	ج
7	د	7- السحب العميق عبارة عن تشكيل لوح معدني بسمك معين بواسطة مكبس دائري المقطع والذي يضغط على اللوح ويكبسه داخل قالب دائري المقطع أيضاً .	7	ب
8	ب	8- يتم وضع الخام في فجوة النصف الأسفل لقالب الحدادة على سندان المطرقة الساقطة ، أما النصف العلوي فيربط للمطرقة أو التمساح والذي يسقط على الخام .	8	د
9	أ	9- تستخدم هذه الطريقة لتشكيل المعادن والسبائك الهشة الصلدة والتي يكون تشكيلها صعباً بالطرق الأخرى ، مثل معدن التيتانيوم وسبائك الفولاذ المقاوم الصدأ وبعض سبائك الألمنيوم .	9	ج
10	ج	10- لكي تضمن إنطباق الجزئين على بعضهما بدقة .	10	ب

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

المصادر :

1- E.P.DeGarmo, J.T. Black, and R.A. kohser " *Materials and processes in Manufacturing* " , Eighth Edition , john Wiley & Sons , 1999 .

2- Lawrence E. Doyle, Carl A. keyser, James L.Leach, George F. Schrader, and Morse B. Singer " *Manufacturing processes and Materials for Engineering* " , Third Edition, prentice - Hall, Inc. 1985 .

3- Sherif D.Elwakil " *Processes and Design Manufacturing* " , Second Edition , PWS Publishing Company , 1998 .

4- د. فحطان خلف الخزرجي ، د. عادل محمود حسن "*مبادئ عمليات الإنتاج* " ، الطبعة الثانية ، جامعة بغداد ، مطبعة التعليم العالي ، 1987 .

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com