الباب الرابع
4

آلات الثقب

DRILLING MACHINES

تمهيد

الثقب هو عملية تشغيل بحركة قطع دائرية ، وهو أحد أساليب التشغيل بالقطع ، الغرض منه هو عمل تجويف أسطواني بأقطار مختلفة بالمشغولات ، يتم ذلك باستعمال ماكينات الثقب التي يركب بها الثقابات (البنط).

وتعتبر ماكينات الثقب هي إحدى الآلات الهامة في الورش الميكانيكية ، حيث لا يمكن الاستغناء عن عمليات الثقب في أى عملية من عمليات الإنتاج الميكانيكية.

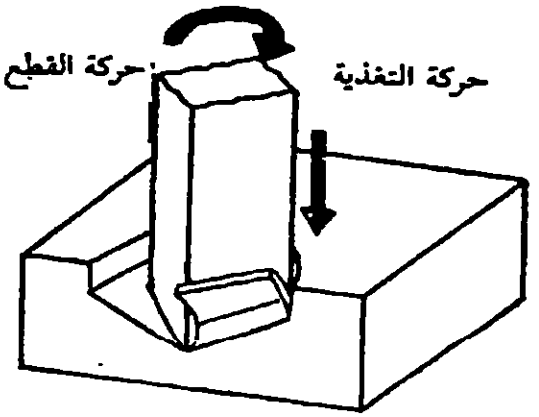
يتناول هذا الباب آلات الثقب المختلفة مثل المثاقب اليدوية ــ مثقاب النضد (مثقاب التزجة) ــ المثقاب القائم ــ مثقاب الدف ، ومجموعات تروس السرعات والتغذية بكل منهم .

كما يتعرض إلى الثقابات وأنواعها والشروط التي يجب أن تتوفر بها ، وعناصر القطع الأساسية لعمليات الثقب مثل سرعة القطع ومقدار التغذية وعمق القطع.

الثـــقب .. Drilling

تعتبر عملية الثقب من أقدم أســـاليب تشغيل المعادن ، فكثير من المواد مثل الخشب – اللدائن (البلاستيك) – المعادن المختلفة الصلادة – الرخام – الزجاج ..... الخ ، يتم ثقبها بواسطة عدد قطع خاصة تسمى بالثقابات (البنط).

يمكن تصور تشغيل الثقوب المستديرة (الأسطوانية) باستخدام أداة قطع ذات حـــد واحد كما هو موضح بشكل 4 – 1 ، حيث يتحرك الحد القاطع حركة دائرية حول محور معين ليبعد الحد القاطع عن محور الدوران بمقدار نصف القطر المراد ثقبه.

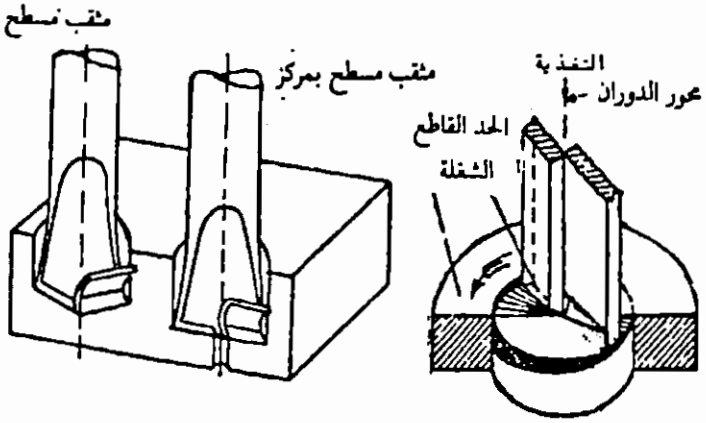


شكل 4 – 1

الثقـــب بحـــد واحـــد

تطور عملية الثقب Development of drilling :

لـــصعوبة تحقـــيق عملية الثقب باستخدام أداة قطع ذات حد واحد ، تستخدم أداة قطـــع ذات حـــدين كمـــا هو موضح بشكل 4 – 2 ، حيث يتحركان الحدين القاطعين الحـــركة الدائرية حول محوريهما ، بحيث يكون حديهما القاطعان على مستوى واحد بالنـــسبة لمحـــور الـــدوران ، بذلك يتحقق القطع من خلال إتزان الثاقب أثناء حركة الدوران.



شكل 4 – 2

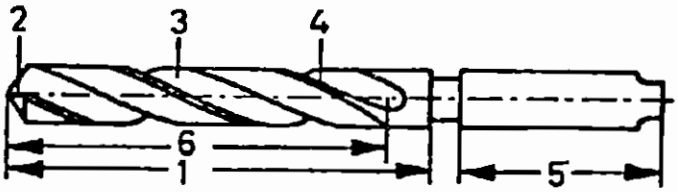
مبدأ الثقب بحدين والتطور إلى الثاقب المسطح

الثاقب الملتوي Twist drill :

تستخدم المثاقب الملتوية في ثقب المعادن المختلفة ، وأهم ما تتميز به هذه الثقابات (البنط) هو قنواتها الملتوية.

تصمم هذه القنوات بزوايا مختلفة بحيث يسهل خروج الرايش المزال من المشغولة أثناء ثقبها .

يتكون الثاقب الملتوي بالأجزاء الموضحة بشكل 4 – 3 التالية:-



شكل 4 – 3

ثاقـــب ملتوي

1- طول القناة الملتوية.

2- الحد القاطع.

3- القناة الملتوية.

4- الشريط الحلزوني للحد القاطع.

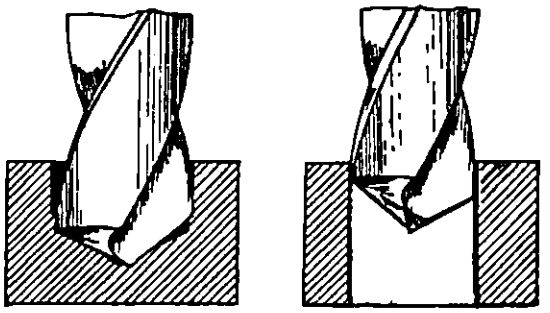
5- النصاب.

6- عمق الثقب الذي يمكن تشغيله.

عملية الثقب Drilling operation:

تستخدم عملية الثقب في عمل تجاويف أسطوانية (ثقوب) قد تكون هذه الثقوب نافذة أو غير نافذة كما هو موضح بشكل 4 – 4 .

أهم ما تتميز بها الثقابات (البنط) هى قنواتها الملتوية . تصمم هذه القنوات بحيث يسهل خروج الرايش المزال من قطعة التشغيل.



(ب) (أ)

شكل 4 – 4

عمليـــة الثقـــب

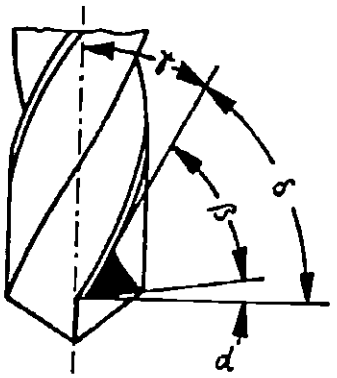
(أ) ثقب نافذ.

(ب) ثقب غير نافذ.

زوايا لوالب القنوات الملتوية بالثقابات :

Twisted grove helical angles for drills

تصنع الثقابات (البنط) الملتوية بزوايا لوالب مختلفة ، يختار الثاقب المستخدم طبقا لنوع المعدن المراد ثقبه ، ويوضح شكل 4 – 5 اتحاد زاوية الآلة وزاوية الجرف طبقا لزاوية اللولب الإلتوائي للثاقب.



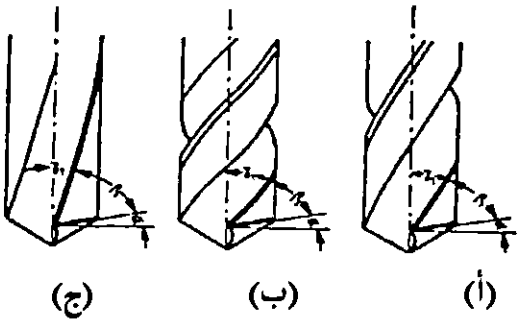
شكل 4 – 5

إتحاد زاويتي الآلة والجرف

طبقا لزاوية اللولب الالتوائى للثاقب

يتطلب لقطع الخامات الطرية ثقابات (بنط) ذات زاوية جرف كبيرة ، كما يتطلب لقطع الخامات الصلدة والقصفية زاوية جرف صغيرة ، لذلك ينبغي اختبار الثاقب (البنطة) بزاوية الجرف أو زاوية لولب القناة الملتوية المناسبة لمعدن المشغولة.

شكل 4 – 6 يوضح اختلاف زوايا جرف الثقابات (البنط) .. (زوايا لوالب القنوات الملتوية) .



شكل 4 – 6

اختلاف زوايا الجرف (زوايا لوالب القنوات الملتوية) بالثقابات

(أ) ثاقب نموذجي.

(ب) ثاقب نموذجي للخامات الطرية

(ج) ثاقب للخامات الصلدة

α .. زاوية الخلوص.

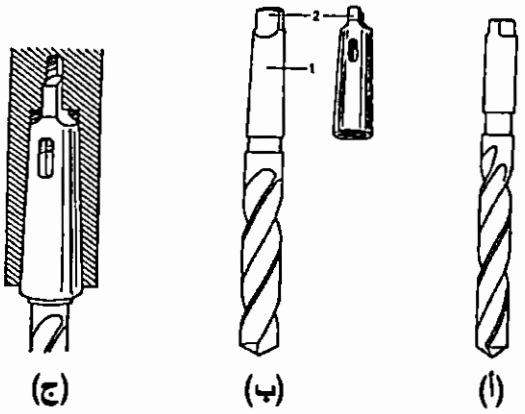
β.. زاوية الآلة.

δ .. زاوية الجرف.

أنواع الثقابات (البنط) Drilling types :

يمكن أن يكون الثاقب (البنطة) بنصاب أسطواني مستقيم كما هو موضح بشكل 4 – 7 (أ) ، وعادة يكون أقطاره لا تتجاوز 20 ملليمتر وهو النوع المستخدم في المثاقب اليدوية التي تدار عن طريق اليد أو بالتيار الكهربائي ، كما يستخدم في عمليات الثقب بآلات الثقب والمخارط والفرايز عن طريق ربطها بظرف المثقاب.

ويمكن أن يكون الثاقب بنصاب مسلوب كما هو موضح بشكل 4 – 7 (ب)، وهو النوع المستخدم في الماكينات المختلفة ، حيث يثبت الثاقب مباشرة في الماكينة أثناء الثقب أو باستخدام جلب (وصلات ذات مخروط مورس) كما هو موضح بشكل 4 – 7 (ج).



شكل 4 – 7

أشكال الثقابات (البنط).

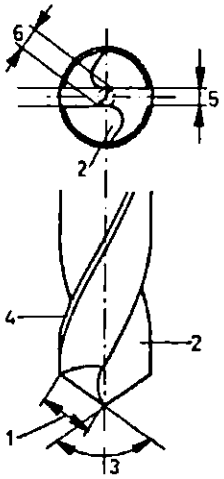
(أ) ثاقب بنصاب أسطواني مستقيم.

(ب) ثاقب بنصاب مخروطي.

(ج) ثاقب بنصاب مخروطي مزود بجلبة مخروطية.

زوايا رؤوس الثقابات Drilling head angles :

تشكل زاوية الرأس بالثاقب من الحدين القاطعين ، ويجب أن يكون كل من هذين الحدين القاطعين بشكل مستقيم كما هو موضح بشكل 4 – 8 ، أى لا يكونا بشكل مقوس إلى الأمام أو إلى الخلف.



شكل 4 – 8

زوايـــا رأس الثاقـــب

1- الحد القاطع.

2- القناة الملتوية.

3- زاوية الرأس.

4- الشريط الحلزوني للحد القاطع.

5- زاوية دليل المثقب = 55° على المحور.

6- دليل الثقب.

القيم المفضلة لزوايا رؤوس الثقابات :

The preferred values for drilling head angles

من خلال التجارب العديدة فقد وضعت قيم مفضلة لزوايا رؤوس الثقابات (البنط) لاستخدام المناسب منها عند ثقب المشغولات ذات المعادن المختلفة ، ويوضح جدول 4 – 1 نوع معدن المشغولات وزوايا رؤوس الثقابات المناسبة لكل معدن :-

جدول 4 – 1

قيم زوايا رؤوس الثقابات

نوع معدن المشغولة	زاوية الرأس
حديد الصلب وحديد الزهر الرمادي	116° – 118°
النحاس الأصفر والأحمر	120° – 125°
سبائك الألمونيوم	130° – 140°
الرخام والاردواز	70° – 80°

الشروط التي يجب توفرها في الثقابات :

Conditions to be available at drillings

يجب أن تتوفر في الثقابات (البنـــط) الشروط التالية:-

1- الصلادة بحيث تفوق صلادة المادة المراد ثقبها.

2- وجود وجه للحد القاطع ينساب عليه الرايش المزال أثناء عملية الثقب بسهولة ، وبأقل ما يمكن من احتكاك ، ويلزم لهذا الوجه أن يميل بزاوية تتناسب مع انحناء الرايش أثناء انفصاله من الجزء الجاري تشغيله ، وتعرف هذه الزاوية بزاوية الجرف (δ).

3- وجود سطح بأسفل الحد القاطع يخلصه من الاحتكاك الذي لا مبرر له ، ويساعد على حركة دوران الحد القاطع والتغلغل في الجزء المراد ثقبه ، ولابد لهذا السطح أن يميل بزاوية تبعده عن السطح المراد قطعه ، وتسمى هذه الزاوية بزاوية الخلوص (α).

4- سطحي الحد القاطع المنحصران ما بين زاويتي الجرف والخلوص ، تعرف بزاوية الآلة أو زاوية العدة (β).

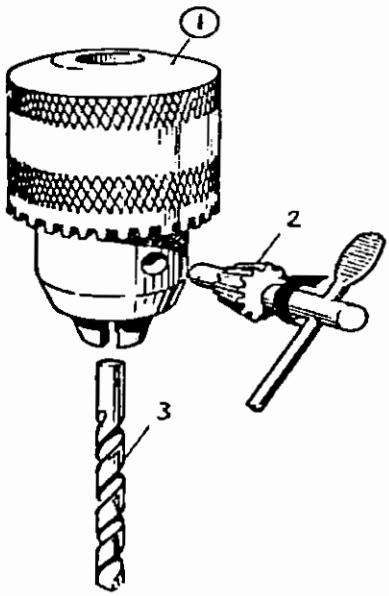
كلما صغرت هذه الزاوية .. كلما ضعف الحد القاطع وتعرض للكسر . لذلك يلاحظ عند تقدير زاويتي الجرف والخلوص اختيار الحد الأدنى لكل منهما ليحقق بذلك جودة الأداء ، بهدف ترك زاوية العدة أكبر ما يمكن.

ظرف المثقاب Drill chuck :

يثبت ظرف المثقاب في عمود الدوران ، ويشترط تطابق محوره مع المحور الطولي لعمود دوران المثقاب، كما يتيح سرعة وسهولة تغيير الثاقب (البنطة).

صمم نصاب ظرف المثقاب بشكل مخروطي (بمخروط مورس) 1.5 درجة تقريباً وذلك لقوة تماسكه مع عمود الدوران ، ونتيجة لقوة التماسك بين مخروط الظروف والمخروط الداخلي لعمود الدوران ، يؤدى إلى التمركز الدقيق لحركة دوران الثاقب ، والذي ينعكس على جودة التشغيل.

عـــادة يستخدم ظرف المثقاب ذو الثلاثة فكوك الموضح بشكل 4 – 9 في ربط الثقابات (البنط) المختلفة أثناء عمليات التشغيل.



شكل 4 – 9

ظـــرف مثـــــقاب

1- ظرف المثقاب

2- مفتاح الظرف.

3- الثاقب (بنطة).

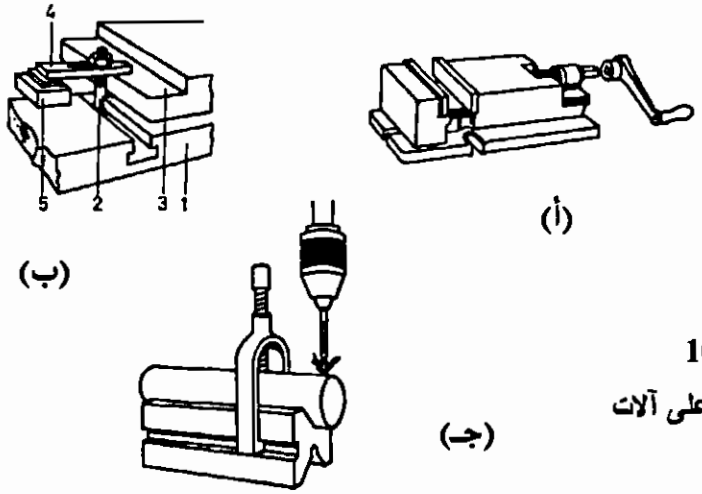
مرابط المشغولات Working piece vices :

لما كان لدوران الثاقب (البنطة) يؤدى بالتالي إلى محاولة دوران الشغلة ، لذلك كان من الضروري ربط الشغلة ربطاً محكماً بدرجة تكفى مقاومة جذب الثاقب لها . كما يجب توجيه عناية خاصة عند ربط الألواح المعدنية والمشغولات الأخرى التي لها أسطح تلامس صغيرة ، إذ أن المشغولات التي لا يتم ربطها ربطاً محكماً ، قد تصبح في كثير من الأحيان مصدر كبير للخطر والتي تؤدى إلى حوادث مؤسفة ، وتتزايد احتمالات الخطر بازدياد قطر الثاقب (البنطة).

يتم ربط المشغولات الصغيرة والمتوسطة على ملازم غير مثبتة على الماكينة كما هو موضح بشكل 4 – 10 (أ) ، لذلك يراعى أن يكون وزن الملزمة كبيراً بقدر كافي بحيث لا يسمح بتحركها ومقاومتها جذب الثاقب لها.

تستعمل مسامير الربـــط للمشغولات الكبيرة ، بحيث تكون رؤوسها بشكل يناسب شكل مقطع مشقبية (مجرى) الربط بصينية الماكينة كما هو موضـــح بشكل 4 – 10 (ب).

أما المشغولات الأســـطوانية المطلوب تشغيلها (ثقبها) ، فإنها توضـــع على زهرة حرف V وتربط بزرجينة خاصة ذات شكل مناســـب كما هو موضح بشكل 4 – 10 (ج).



(أ)

(ب)

(جـ)

شكل 4 – 10
مرابط المشغولات على آلات الثقب.

(أ) ملزمة تستخدم على آلات الثقب.

(ب) ربط المشغولة مباشرة على آلة الثقب باستخدام مسامير مناسبة.

(ج) ربط قطعة تشغيل أسطوانية على زهرة حرف V بالاستعانة بزرجينة أثناء عملية الثقب.

1- صينية الآلة.

2- مسمار ربط.

3- قطعة التشغيل.

4- ذراع ربط.

5- قطع وشرائح للتعلية.

آلات الثقب

Drilling Machines

تعتبر آلات الثقب من أكثر الآلات الميكانيكية انتشاراً ، حيث توجد في جميع المصانع ذات المجالات الصناعية المختلفة ، وجميع ورش التصنيع والصيانة مثل الورش الميكانيكا والسيارات والحدادة والكهرباء والنجارة ..... الخ.

توجد أنواع مختلفة من آلات الثقب ، فهناك المثاقب اليدوية البسيطة التي تدار يدويا أو التي تدار بالهواء المضغوط أو بالتيار الكهربائي . كما توجد آلات ثقب أخرى كمثاقب التزجة، والقائم (الشجرة)، بالإضافة إلى مثاقب الدف التي تستخدم لتثقب المشغولات الكبيرة ، والمثاقب المتعددة الأعمدة ، والمثاقب الأفقية ، وماكينات تشغيل المرشدات التي تستخدم في عمل الثقوب التي تتطلب الدقة العالية والتي تحقق أقصى دقة عند تشغيلها والتي يوصي أن توضع مثل هذه الماكينات (ماكينات تشغيل المرشدات) في غرف مكيفة الهواء في درجة حرارة 20 درجة مئوية.

فيما يلي عرض للمثاقب المختلفة والأكثر انتشاراً كل منها على حدة.

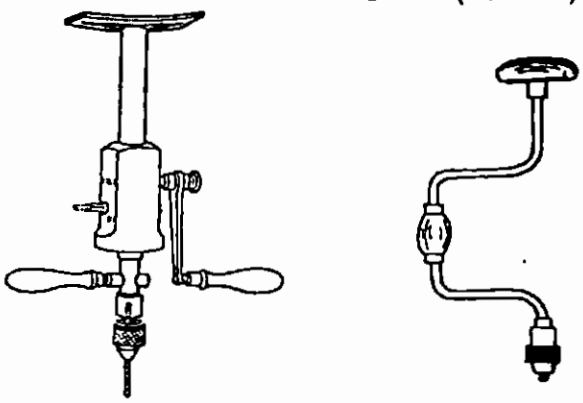
المثقاب اليدوي Hand drill :

يعتبر المثقاب اليدوي الموضح بشكل 4 – 11 من أبسط أنواع المثاقب ، حيث

يعمل من خلال إدارة المقبض يدويا للحصول على الحركة الدورانية للثاقب . تزود بعض المثاقب اليدوية بمجموعة تروس بسيطة لغرض زيادة سرعة الثاقب.

تنتقل الحركة الدورانية إلى الثاقب (البنطة) من خلال الحركة الدورانية من يد الفني ، وتؤدى التغذية المحورية للثاقب أما من خلال الضغط المحوري من يد الفني الأخرى على الثاقب أو عن طريق الضغط بصدره على الساند العلوي للمثقاب.

يستخدم المثقاب اليدوي في ثقب المشغولات الرقيقة أو المواد السهلة مثل الخشب – اللدائن (البلاستيك) – الورق ..... وما شابه ذلك.



شكل 4 – 11

مثقـــاب يـــدوى

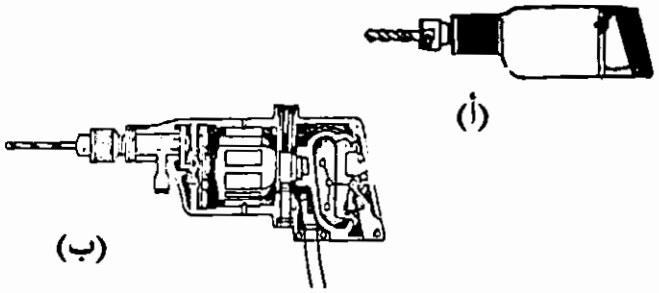
(أ) مثقاب يدوى مرفقي.

(ب) مثقاب يدوى مزود بمجموعة تروس.

توجد مثاقب يدوية أخرى تعمل من خلال الهواء المضغوط شكل 4 – 12 (أ)، حيث تتحول طاقة الهواء المضغوط إلى طاقة ميكانيكية . كما توجد المثاقب اليدوية التي تعمل بالتيار الكهربائي شكل 4 – 12 (ب) وهى المثاقب الأكثر انتشاراً.

تنتقل الحركة الدورانية للمثاقب المذكورة من خلال الهواء المضغوط أو التيار الكهربائي ، أما التغذية فيمارسها الفني من خلال الضغط المحوري على مقبض الثاقب أو بالضغط بالصدر على الساند العلوي للمثقاب.

تتميز المثاقب اليدوية بسهولة حملها وتنقلها وتشغيلها بالأماكن المختلفة ، دون الحاجة إلى نقل المشغولة من مكان إلى آخر ، إلا أن استخدامها مقتصر على تشغيل الثقوب الصغيرة التي لا تتجاوز 15 ملليمتر والتي لا يتطلب بها الدقة.



شكل 4 – 12

مثاقـــب يـــــدوية

(أ) مثقاب يدوى يعمل بالهواء المضغوط.

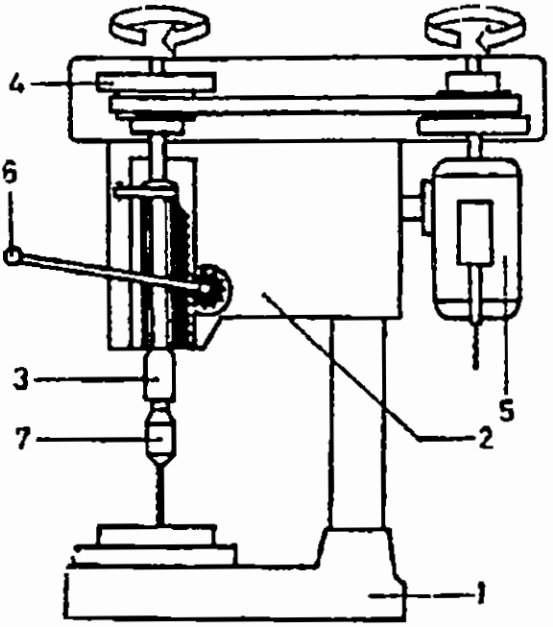
(ب) مثقاب يدوى يعمل بالتيار الكهربائي.

مثقاب التزجة Bench drilling machine :

يتكون مثقاب التزجة الموضح بالشكل 4 – 13 من رأس الآلة المثبتة على قائم المصنوع من حديد الزهر ، يمكن تحريك الرأس حول القائم حركة دائرية في بعض التصميمات.

يتحرك عمود الدوران حركة دائرية داخل الرأس بواسطة بكرة مدرجة ، بحيث يمكن تحريكه رأسيا (لأعلى ولأسفل) بواسطة ذراع مثبت على ترس يتحرك على جريدة مسننة موجودة على عمود الدوران.

تتصل البكرة المدرجة المثبتة على عمود الدوران بالبكرة المثبتة على المحرك الكهربائي عن طريق سير إسفيني، وفى الغالب يستعمل لهذا الغرض بكرتين ذات ثلاثة مدرجات ، مما يتيح الحصول على ثلاثة سرعات مختلفة ، يتم تغييرها بنقل السير على مختلف درجات البكرتين ، كما يثبت ظرف المثقاب في المخروط الداخلي الموجود بالجزء الأسفل لعمود الدوران.



شكل 4 – 13

مثقـــاب التـــزجة

1- قاعدة الآلة من حديد الزهر.

2- رأس الآلة.

3- عمود الدوران .. (عمود الثقب).

4- بكرة مدرجة منقادة.

5- محرك كهربائي مثبت به بكرة (طارة) مدرجة قائدة.

6- ذراع لرفع أو خفض عمود الدوران.

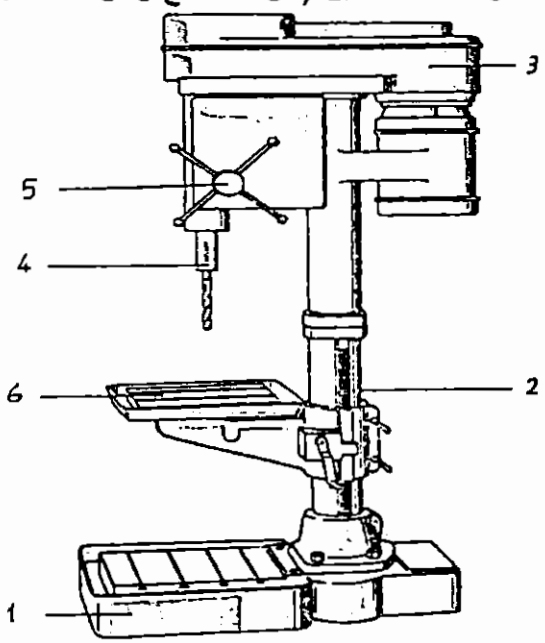
7- ظرف المثقاب .. مربط لربط الثاقب (البنطة).

تنتقل الحركة الدورانية إلى عمود الدوران 3 عند تشغيل المحرك الكهربائي حيث تنتقل الحركة من البكرة القائدة المثبتة على عمود المحرك 5 إلى البكرة المنقادة 4 عن طريق السير الإسفيني، وتتم عملية التغذية عند خفض الذراع 6 يدوياً من خلال الحركة الدورانية للترس الذي يؤثر على الجريدة المسننة بعمود الدوران 3 لينخفض إلى أسفل ويتغلغل الثاقب (البنطة) بالمشغولة المطلوب ثقبها.

المثقاب القائم Upright drilling machine :

يتكون المثقاب القائم الموضح بشكل 4 – 14 من قاعدة من حديد الزهر – قائم بشكل عمودي – محرك كهربائي – عمود الدوران (عمود الثقب) – صندوق التروس – طاولة الثقب القابلة للارتفاع والانخفاض.

تتميز المثاقب القائمة بجودتها وقدرتها على تشغيل الثقوب ذات الأقطار الكبيرة بالإضافة إلى قيامها بحركتين أساسيتين (حركة القطع وحركة التغذية الآلية).



شكل 4 – 14

مثقـــــاب قـــــائم

1- قاعدة المثقب.

2- قائم بشكل عمودي.

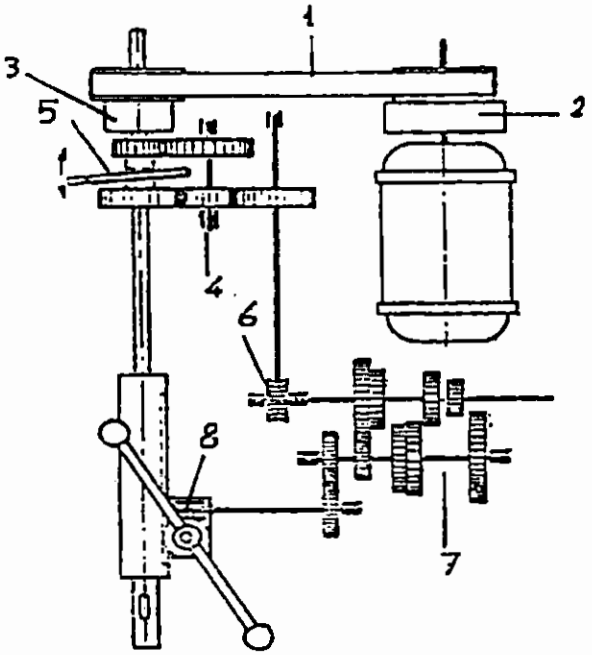
3- محرك كهربائي.

4- عمود الدوران .. (عمود المثقب).

5- صندوق التروس.

6- طاولة الثقب القابلة للارتفاع والانخفاض.

تتشابه المثاقب القائمة مع مثاقب التزجة باختلاف الإدارة بالمثاقب القائمة ، حيث تدار بمجموعة تروس سرعات ومجموعة تروس تغذية بجانب السيور كما هو موضح بالشكل 4 – 15 .



شكل 4 – 15

مجموعة تروس السرعات والتغذية بالمثقاب القائم

1- سير.

2- بكرة قائدة.

3- بكرة منقادة.

4- مجموعة تروس السرعات.

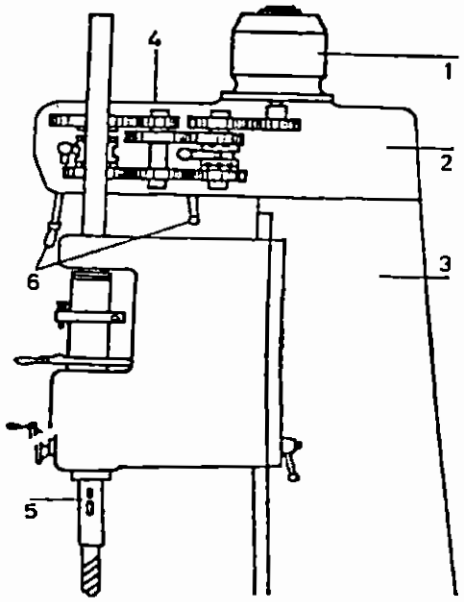
5- رافعة تشغيل المثقاب.

6- ترس دودي وعجلة دودية لنقل الحركة من مجموعة تروس السرعات إلى مجموعة تروس التغذية.

7- مجموعة تروس التغذية.

8- ترس دودي وعجلة دودية لنقل حركة التغذية إلى عمود الدوران.

يوجد برأس الآلة مجموعة من التروس الموضحة بشكل 4 – 16 التي يمكن تعشيقها بأوضاع مختلفة عن طريق مقابض خاصة ، وبذلك يمكن تحقيق مدى واسع من السرعات.



شكل 4 – 16

مثقاب قائم يدار بواسطة مجموعة تروس

1- محرك كهربائي.

2- صندوق التروس.

3- قائم.

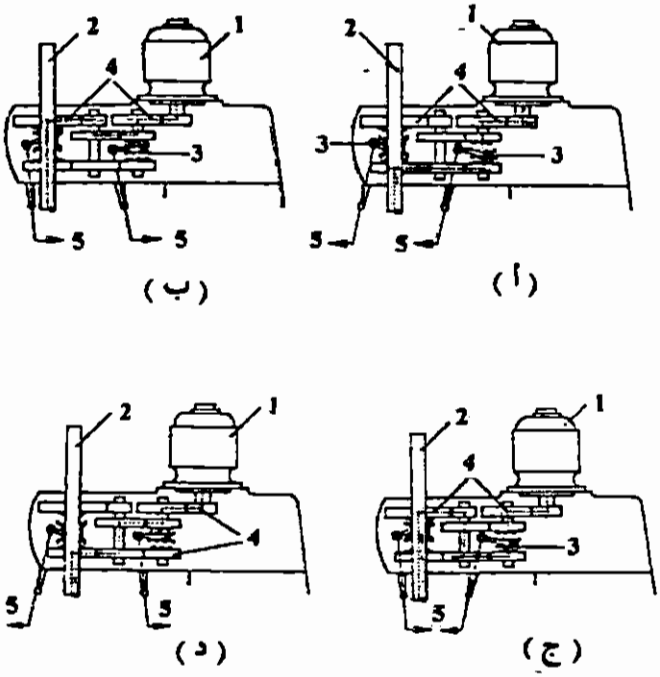
4- مجموعة تروس.

5- عمود الدوران.

6- مقابض تحكم لتعشيق التروس.

تنتقل الحركة الدائرية من المحرك الكهربائي إلى عمود الدوران بتعشيق التروس المتزاوجة عن طريق القارنات المخلبية المثبتة بعمود الدوران.

شكل 4 – 17 يوضح رسم تخطيطي لمجموعة تروس بسيطة بمثقاب قائم أثناء نقل الحركة إلى عمود الدوران للحصول على أربعة سرعات مختلفة.



شكل 4 – 17

رسم تخطيطي لمجموعة تروس بسيطة بمثقاب قائم

يوضح الحصول على أربعة سرعات مختلفة

1- المحرك الكهربائي.

2- عمود الدوران.

3- قارنة.

4- تروس التعشيق.

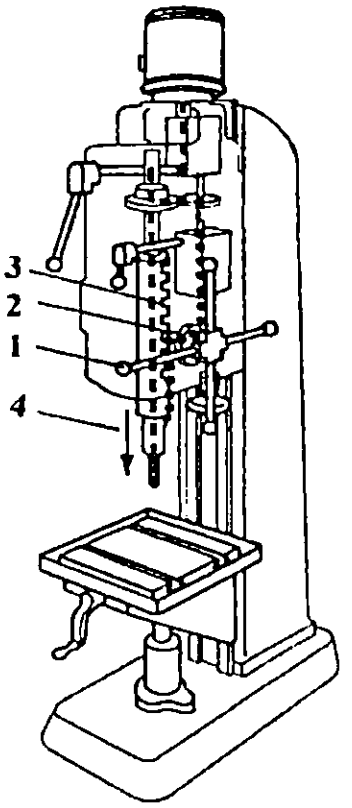
5- حركة مقابض التحكم.

صندوق تروس تغذية المثقاب القائم :

Feeding gearbox at upright drilling machine

يتحرك عمود الدوران الحامل للثاقب (البنطة) حركة دائرية (بسرعة دوران الآلة) مع حركة تغذية (حركة طولية إلى أسفل) للتغلغل بالقطعة المطلوب ثقبها ، ويوضح شكل 4 – 18 حركة التغذية اليدوية بالمثقاب القائم التي تتم عن طريق الحركة

الدورانية للمقبض 1 المثبت عليه الترس 2 الذي ينقل الحركة إلى الجريدة المسننة 3 المتصلة بجلبة عمود الدوران ، حيث تتحول الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة.



شكل 4 – 18

حركة التغذية اليدوية بالمثقاب القائم

1- مقبض.

2- ترس ذو أسنان مستقيمة (أسنان عدلة).

3- جريدة مسننة بجلبة عمود الدوران.

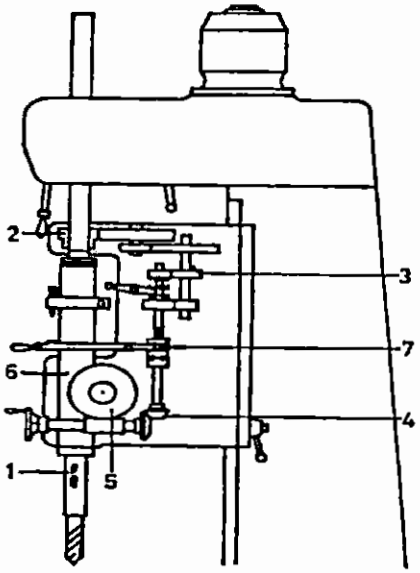
4- حركة التغذية المستقيمة.

وقد يتطلب الأمر أحياناً قدرة كبيرة عند إنجاز حركة التغذية اليدوية لتشغيل الثقوب ذات الأقطار الكبيرة ، لذلك فقد زودت المثاقب القائمة بصناديق تروس تغذية التي تحتوى على مجموعة من أزواج التروس ، حيث يتم تعشيق المناسب منها تبعاً

للتغذية المختارة والمناسبة لمعدن المشغولة.

شـــكل 4 – 19 يوضح رسم تخطيطي لصندوق تروس تغذية بمثقاب قائم أثناء تعشيق مجموعة تروس.

تنتقل الحركة من مجموعة تروس التغذية 3 إلى الترسين المخروطين 4 إلى الترس الدودي والعجلة الدودية 5 التي تتصل بجلبة عمود الدوران ، حيث يتم تتحول الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة ، مما يؤدى في النهاية إلى حركة عمود الدوران إلى أسفل ، و تعتمد سرعة هذه الحركة على مجموعة التروس المختارة التي يتم تعشيقها بصندوق تروس التغذية.



شكل 4 – 19

صندوق تروس التغذية بمثقاب قائم

1- عمود الدوران.

2- الترس المثبت على عمود الدوران.

3- ترس التغذية.

4- التروس المخروطية.

5- ترس دوري و عجلة دورية.

6- جلبة عمود الدوران.

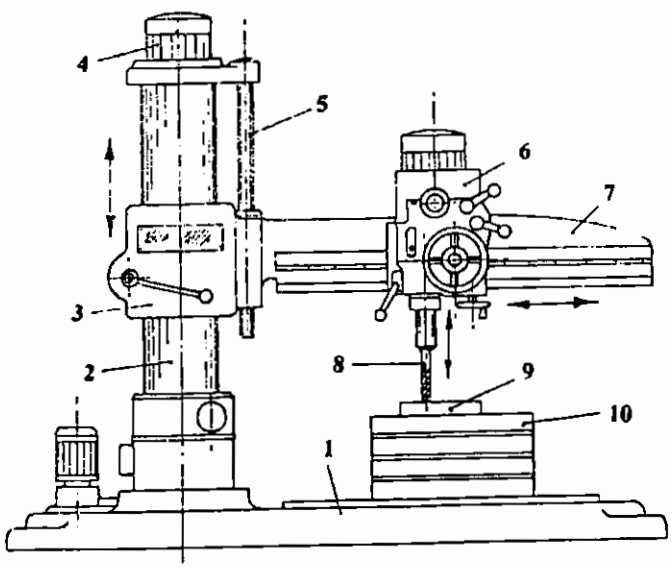
7- قارنة تعشق بتروس التغذية.

مثقاب الدف Radial Drill :

مثقاب الدف الموضح بشكل 4 – 20 يسمى أيضاً بالمثقاب النصف قطري .. سمي بهذا الاسم نظراً لسهولة حركة الدف الحركة التي على شكل قوس (نصف قطر) وتثبيته بالوضع المناسب.

يتحرك دف المثقاب في حركة نصف دائرية ، و بذلك يمكن تغطية مساحة كبيرة بسطح المشغولة المراد ثقبها ، و علاوة على ذلك يمكن ارتفاعه وانخفاضه وتثبيته بالوضع المناسب للمشغولة عن طريق محركات كهربائية ، كما تمارس التغذية الرأسية يدويا أو آليا.

يستخدم مثقاب الدف في ثقب المشغولات ذات الأحجام الكبيرة والتي يصعب تشغيلها على المثاقب الأخرى أسفل عدة القطع.



شكل 4 – 20

مثقـــــاب الدف

1- الفرش (مثبت في أرضية الورشة).

2- قائم رأسي مجوف مثبت بالفرش وينزلق عليه الدف.
3- مقبض تثبيت الدف.
4- محرك كهربائي.
5- عمود قلاووظ ناقل للحركة.
6- راسمة يوجد بها مجموعة تروس و تحمل محرك كهربائي.
7- الدف .. (ذراع نصف قطري).
8- الثاقب (البنطة) أو العدة المستخدمة.
9- قطعة التشغيل.
10- منضدة أو قاعدة.

مميزات مثقاب الدف Advantages of radial drill :

تتميز مثقاب الدف عن آلات الثقب الأخرى بالآتي :-

1- حركة الدف (الذراع النصف قطري) الحركة التي على شكل نصف دائرة ، وتثبيته بالوضع الأفقي والرأسي المناسبين.

2- إمكانية ضبط عمود الثقب بما يحمله من عدد عند الموضع المطلوب للثقب.

3- إمكانية تشغيل أكبر عدد من العمليات الصناعية المختلفة مع بقاء المشغولة مثبتة على قاعدة المثقاب.

4- تعـــدد سرعات دوران عمـــود الثقب ليصل إلى 24 سرعة .. تتراوح ما بين 20 - 2000 r.p.m .

5- ممارسة قيم متعددة من معدلات التغذية تتراوح ما بين 0.05 - 2 mm لكل دورة.

6- الدقة العالية في التشغيل.

عناصر القطع بآلات الثقب

Elements of cutting with drilling machines

سرعة القطع :

Cutting speed

يمكن إيجاد سرعة القطع أثناء عملية الثقب من العلاقة التالية:-

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

حيث V ... سرعة القطع m / min

π ... النسبة التقريبية = 3.14

d ... قطر الثاقب (البنطة) mm

N ... عدد اللفات فى الدقيقة r. p. m

1000 .. تعنى التحويل من mm إلى m

تتوقف سرعة القطع بآلات الثقب على نوع صلادة الجزء المراد ثقبه . ومن المعروف إنه كلما زادت صلادة الجزء المراد قطعه ، كلما انخفضت سرعة القطع.

كما تعتمد سرعة القطع على نوع معدن الثاقب (البنطة) ومعدل التغذية . وجدول 4 – 2 يوضح العلاقة بين نوع معدن الجزء المراد ثقبه وسرعة القطع والتغذية.

جدول 4 – 2

سرعات القطع والتغذية المناسبة لنوع معدن المشغولة أثناء الثقب

المعدن الذي يتم ثقبه	ثقابات (بنط) مصنوعة من صلب لعدة		ثقابات (بنط) مصنوعة من صلب السرعات العالية	
	سرعة القطع متر/ دقيقة	التغذية متر/ لفة	سرعة القطع متر/ دقيقة	التغذية مم/ لفة
صلب متوسط الصلادة	16 ــ 12	0.3 ــ 0.03	35 ــ 20	0.45 ــ 0.05
صلب مرتفع الصلادة	9 ــ 6	0.2 ــ 0.02	20 ــ 15	0.35 ــ 0.03
زهر	12 ــ 8	0.3 ــ 0.03	25 ــ 18	0.45 ــ 0.05

المعدن الذي يتم ثقبه	ثقابات (بنط) مصنوعة من صلب العدة		ثقابات (بنط) مصنوعة من صلب السرعات العالية	
	سرعة القطع متر/ دقيقة	التغذية متر/ لفة	سرعة القطع متر/ دقيقة	التغذية مم/ لفة
النحاس الأصفر	25 ــ 35	0.2 ــ 0.02	40 ــ 60	0.5 ــ 0.04
النحاس الأحمر	25 ــ 50	0.4 ــ 0.1	35 ــ 70	0.6 ــ 0.15
الألمنيوم	40 ــ 80	0.4 ــ 0.1	50 ــ 150	0.6 ــ 0.15

تعتمد اختيار سرعة دوران آلة الثقب على خبرة ومهارة الفني ، فعندما تكون سرعة الدوران أكثر من المعدل الطبيعي ، يتلثم الثاقب (البنطة) ، وإذا استمر الفني في عملية الثقب فإن الثاقب يفقد خواصه ولا يصلح للتجليخ والاستعمال مرة أخرى.

وعندما تكون سرعة دوران آلة الثقب أقل من المعدل الطبيعي ، فإن الثاقب يحدث أصواتاً ويتآكل ، وقد ينكسر ، هذا بالإضافة إلى أن زمن الثقب سوف يكون أطول.

وعادة تزداد سرعة الآلة كلما إنخفض قطر الثاقب ، وبالعكس تنخفض السرعة كلما زاد قطر الثاقب .

جدول 4 – 3 يوضح أقطار الثقابات من 1 ــ 30 ملليمتر ونوع معدن المشغولة والسرعة المناسبة لكل منها.

جدول 4 – 3

السرعة المناسبة لأقطار الثقابات ونوع معدن المشغولة

قطر الثاقب بالملليمتر	عدد لفات المثقاب / الدقيقة			قطر الثاقب بالمليمتر	عدد لفات المثقاب / دقيقة		
	صلب طرى	زهر متوسط الصلادة	نحاس		صلب طرى	زهر متوسط الصلادة	نحاس
1	3000	2500	5000	15	210	170	340
2	1500	1250	2500	18	180	145	290
4	750	600	1200	20	160	130	260

قطر الثاقب بالمليمتر	عدد لفات المثقاب / الدقيقة			قطر الثاقب بالمليمتر	عدد لفات المثقاب / دقيقة		
	صلب طرى	زهر متوسط الصلادة	نحاس		صلب طرى	زهر متوسط الصلادة	نحاس
6	500	400	800	22	165	115	230
8	400	320	640	25	130	100	205
10	325	260	520	28	115	95	190
12	275	220	440	30	105	85	170

التغذية Feeding :

هي المسافة التي يتحركها الثاقب (البنطة) عند تغلغله بالمشغولة إلى أســفل في كل لفة من لفات الثاقب . وحدة قياسها mm / rev.

وتختلف معدلات التغذية أثناء ثقب المعادن المختلفة الصلادة ، كما تختلف أيضاً باختلاف نوع مادة الثاقب المستخدم في عملية الثقب.

عمق القطع Depth of Cut :

هو المسافة التي يقطعها الثاقب (انبنطة) في المادة المراد ثقبها . ويقاس عمق القطع بالمليمتر.

زمن التشغيل Operation Time :

هو الزمن الذي يستغرق أثناء عملية الثقب لإنتاج الثقب بالقطر والعمق المطلوب . ويمكن إيجاد زمن تشغيل عملية الثقب من العلاقة التالية :-

$$t_m = = \frac{L}{S.n} \ldots\ldots \text{ min}$$

حيث t_m .... الزمن المستغرق فى عملية الثقب min

L... عمق الثقب المطلوب mm

S.... التغذية mm/rev

n... عدد لفات المثقاب في الدقيقة r.p.m