ماشینکاری

ماشینکاری به معنای براده برداری است. با برداشتن براده، قطعه کار با کیفیت سطح مورد نظر، تلرانس های ابعادی و هندسی به شکل دلخواه در خواهد آمد. ماشینکاری یکی از فرآیندهای مهم ساخت و تولید و گسترده ترین عملیات شکل دهی در صنایع تولید مکانیک می باشد.

علی رغم وجود دیگر روش های تولید اقتصادی مثل ریخته گری، متالورژی پودر و برخی فرآیندهای شکل دهی مانند آهنگری دقیق که در آنها قطعه بدون دور ریز و براده، نزدیک به شکل نهایی تولید می شود، سرمایه گذاری در صنعت ماشینکاری همچنان ادامه دارد.
علت این امر قابلیت بالای این فرآیند در دستیابی به دقت های بسیار بالا و توانایی این فرآیند در تولید شکل های بسیار پیچیده همراه با خصوصیات مختلف است که در تعداد کم تولید نسبت به روش های ریخته گری و آهنگری که نیازمند مدل و قالب می باشند، هزینه و زمان کمتری را می طلبد.

ماشینکاری یکی از روش های مستقل تولید قطعات و در عین حال یکی از مراحل تکمیلی سایر فرآیندها به حساب می آید.

فرآیندهای ماشینکاری

فرآیند ماشینکاری به دو دسته

۱) ماشینکاری سنتی

۲) ماشینکاری غیر سنتی
تقسیم بندی می شود.

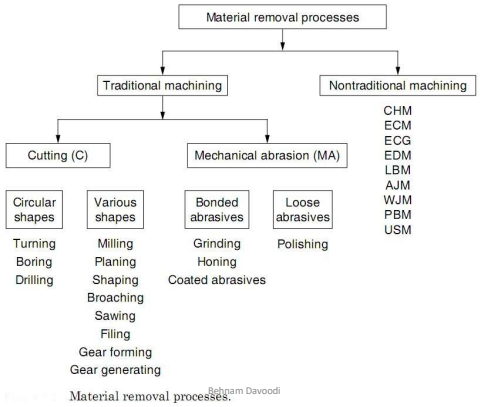
تکنولوژی ماشین کاری به پنج دسته اصلی تقسیم می گردد:

i. براده برداری مکانیکی با استفاده از ابزار های فلزی یا ابزارهای ساینده
ii. فرسایش الکتریکی مانند ماشینکاری بوسیله تخلیه ی الکتریکی (EDM)
iii. فرسایش الکتریکی و شیمیایی مانند ماشینکاری الکتروشیمیایی (ECM)
iv. فرسایش شیمیایی مانند فرزکاری شیمیایی (CHM)
v. ذوب و گداختن کنترل شده مانند ماشینکاری با ستون الکترونی (EBM)، ماشین کاری با لیزر (LBM) و ماشینکاری با قوس پلاسما (PAM)

عملیات فرزکاری، تراشکاری، سوراخکاری، صفحه تراش، برقوزنی، سنگ زنی و غیره در یک دسته یا دسته های مختلفی از تکنیک های ذکر شده قرار دارند.

Behnam Davoodi

انواع فرآیند های ماشینکاری

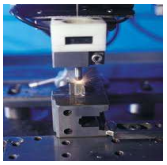


Material removal processes.

Behnam Davoodi

ماشینکاری غیر سنتی

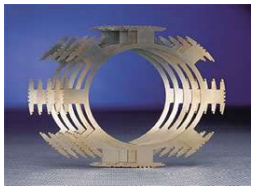
- در دهه های اخیر موادی به بازار معرفی شده اند که دارای سختی و یا چقرمگی زیاد می باشند. انجام فرایند بر روی این مواد با روش های سنتی بسیار مشکل و در برخی مواقع بطور عملی غیر ممکن است.
- به منظور رفع این مشکل، روش های جایگزین برای فرآیندهای سنتی پیشنهاد شده که به جای غلبه مستقیم بر استحکام مکانیکی، با تغییراتی در وضعیت فیزیکی ماده، فرایند مورد نیاز را بر روی مواد انجام می دهند.
- برای انجام عملیات براده برداری به جای غلبه مستقیم بر استحکام توسط نیروی مکانیکی، باید تغییراتی در وضعیت فیزیکی ماده با استفاده از خواص الکتریکی، حرارتی و یا شیمیایی آن بوجود آورد و این پدیده ای است که توسط روش های غیر سنتی تولید امکان پذیر است.



ماشینکاری سنتی

- در ماشینکاری سنتی، براده برداری به صورت مکانیکی انجام می شود، یعنی با اعمال نیروی مکانیکی به وسیله ابزار، براده بر روی قطعه کار شکل گرفته و از قطعه کار جدا می شود.
- در این نوع ماشینکاری، سختی ابزار باید از سختی قطعه کار بیشتر باشد.

ماشینکاری غیر سنتی

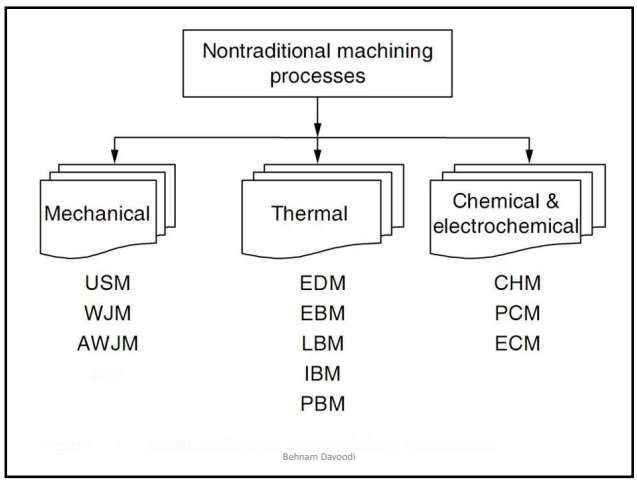


ماشینکاری غیر سنتی

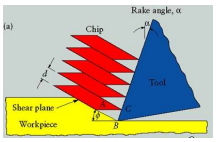
این فرایندها نه فقط به خاطر غلبه بر استحکام و سختی مواد مورد استفاده قرار می گیرند بلکه قابلیت آنها در

- ✓ تولید شکل های پیچیده غیر قابل ساخت توسط روش های سنتی (حتی بر روی مواد نرم)،
- ✓ قابلیت تولید سطوح با پرداخت بسیار عالی،
- ✓ ساخت قطعات کوچک و ریز
- ✓ حصول تلرانس های بسیار کم و محدود،

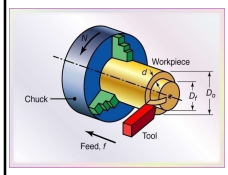
آنها را به عنوان تنها روش های قابل استفاده مطرح می سازد.



ماشینکاری سنتی – فرآیند تشکیل براده



عمل تشکیل براده در حقیقت یک تغییر شکل الاستیک–پلاستیک در لایه های فلز می باشد. عملیات مربوط به برش فلزات با جدا سازی بند های کوچک یا همان براده از قطعه کار برای رسیدن به شکل و اندازه مورد نظر برای قطعات تولیدی رخ می دهد.



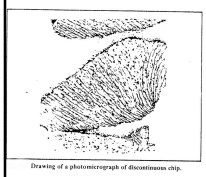
شکل گیری براده به سه اصل بنیادی نیازمند است که عبارتند از:

I. وجود ابزار برش که نسبت به جنس قطعه سخت تر و مقاوم تر به سایش باشد.
II. تداخلی بین ابزار و قطعه کار مطابق با پیشروی و عمق بار معین شده وجود داشته باشد.
III. یک حرکت نسبی یا سرعت برش بین ابزار و قطعه کار با نیروی کافی برای غلبه بر مقاومت جنس قطعه کار وجود داشته باشد.

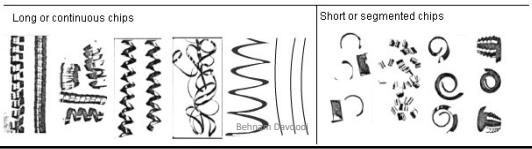
تا زمانی که این سه شرط وجود دارد، تکه ای از ماده ماشینکاری شونده با سطح آزاد ابزار تداخل پیدا کرده و جابه جا خواهد شد تا براده به وجود آید.

Behnam Davoodi

انواع براده

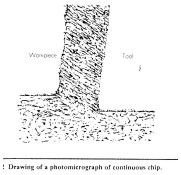

Drawing of a photomicrograph of discontinuous chip.

۳ – براده ناپیوسته: در حین تشکیل براده، ماده تحت کرنش زیاد قرار می گیرد و اگر ماده شکننده (Brittle) باشد، در ناحیه تغییر شکل اولیه یعنی هنگامی که براده کاملا تشکیل نشده است، شکست رخ می دهد و در این صورت براده تکه تکه می شود. معمولا در ماشینکاری چدن یا برنج همواره براده ناپیوسته تولید می شود اما در هنگام ماشینکاری فلزات شکل پذیر با سرعت بسیار کم و نرخ پیشروی زیاد نیز ممکن است این نوع براده تشکیل شود. البته با استفاده از براده شکن در ابزارها نیز می توان به این نوع براده دست یافت.



Behnam Davoodi

انواع براده


Drawing of a photomicrograph of continuous chip.

به طور کلی در فرایندهای ماشینکاری سه نوع براده تشکیل می شود:

۱ – براده پیوسته: این نوع براده در هنگام ماشینکاری مواد شکل پذیر (Ductile) مثل فولاد کم کربن، مس و آلومینیوم فراوان دیده می شود.

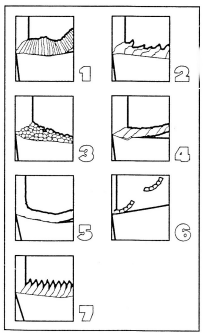
۲ – براده پیوسته با لبه انباشته: در بعضی شرایط معمولا در سرعت های نسبتا پایین، اصطکاک بین براده و ابزار چنان زیاد است که براده به سطح ابزار جوش می خورد. وجود این ماده جوش خورده اصطکاک را افزایش داده و موجب افزایش لایه های چسبیده به ابزار می شود. انباشتگی این لایه ها بر روی هم لبه انباشته را پدید می آورد. با بزرگتر شدن لبه انباشته، زمینه برای ناپایداری و شکست آن فراهم می شود و قطعات شکسته شده به سطح زیرین براده و سطح ماشینکاری شده قطعه می چسبند که در این صورت صافی سطح قطعه کار کاهش می یابد.

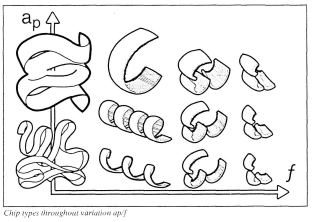
Behnam Davoodi

ماشینکاری

Behnam Davoodi

انواع براده





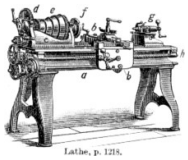
Chip types throughout variation ap/f

1. Steel
2. Stainless steel
3. Cast-iron
4. Heat resistant alloys
5. Aluminium, etc.
6. Hard steels
7. Titanium

Behnam Davoodi

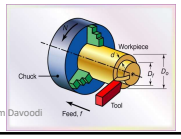
گرد تراشی(Turning) و داخل تراشی(Boring)

یکی از مهمترین و قدیمی ترین روش های ماشـینکاری، گردتراشـی (تراشـکاری) است.



Lathe, p. 1215.

در این فرآیند، قطعه کار دارای حرکت دورانی و ابزار دارای حرکت خطی می باشد و با حرکت نسبی بین این دو، ابزار مانند گوه در قطعه کار نفوذ کرده و لایه ای از آن را بر می دارد.



Behnam Davoodi

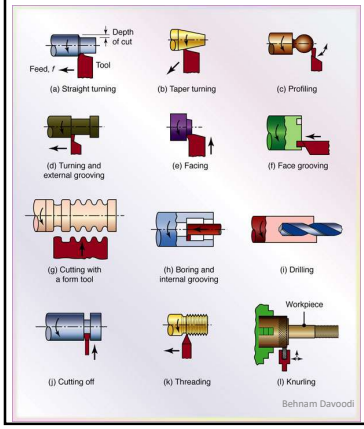
ماشین های ابزار

اغلب محصولات در مرحله ای از تولید به ماشین های براده برداری نیاز دارند. ماشین های ابزار در تمام صنایع بکار می روند. بخشی از تولیدات ماشین های ابزار عبارتند از:

- ماشین ها و وسایل اکتشاف، حفاری و تکامل مواد خام
- سیستم های انتقال و جابجایی مواد
- تجهیزاتی برای تولید، توزیع و دریافت انرژی الکتریکی و امواج رادیویی
- ماشین ها و ابزار های دستی برای تولید، مونتاژ و بسته بندی
- قالب هایی برای فرم دهی فلزات، پلاستیک ها، لاستیک ها، مواد غذایی و دیگر مواد که نیاز به قالب گیری دارند.
- ابزارهای دقیق و وسایل اندازه گیری
- قطعات یدکی و ....

اگر تکنولوژی پیشرفته ماشین ابزار در اختیار کشوری باشد، سطح زندگی مردم آن کشور از استاندارد بالایی برخوردار خواهد بود.

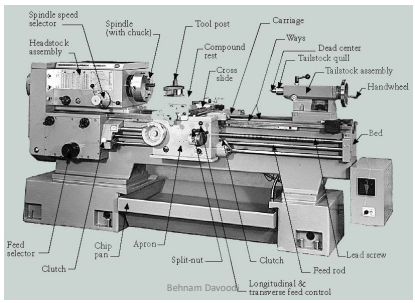
عملیات گردتراشی



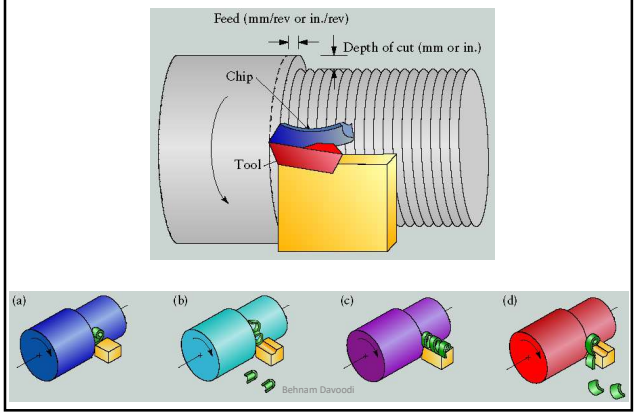
با ماشین تراش می توان عملیاتی مانند رو تراشی، کف تراشی (پیشانی تراشی)، برشکاری، لنگ تراشی، مخروط تراشی داخلی و خارجی، آج زنی، سوراخکاری، داخل تراشی، برقو کاری، فرم تراشی، پرداخت کاری، پیچ تراشی داخلی و خارجی را انجام داد.

گرد تراشی و داخل تراشی

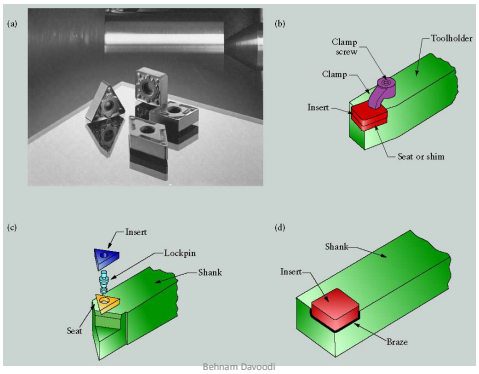
حرکت اصلی در ماشین تراش، حرکت دورانی قطعه کار است که توسط الکترو موتور تامین و به واسطه تعدادی تسمه و چرخدنده به محور اصلی نگهدارنده قطعه کار (Spindle) منتقل می شود. قسمت های مهم ماشین تراش در شکل زیر نشان داده شده است.



انواع براده در تراشکاری

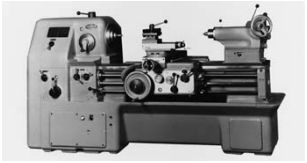


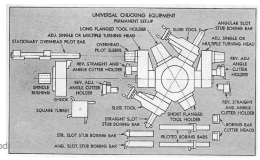
ابزارتراشکاری



دستگاه تراش (گردتراش) انیورسال

•ماشین هایی که به صورت دستی کار می کنند: ماشین تراش رومیزی (برای ماشینکاری قطعات با شکل های غیر استاندارد و تولید تکی) و ماشین تراش تارت دار یا برجک دار(برای ماشینکاری مواد با شکل استاندارد و تولید دسته ای یا انبوه)

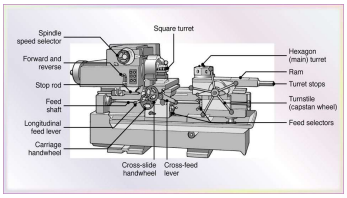


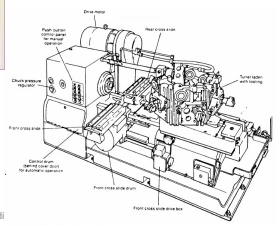


Behnam Davoodi

دستگاه تراش (گردتراش) اتوماتیک

•ماشین های اتوماتیک: نیمه خودکار یا کاملا خودکار هستند. عملیات متوالی توسط مکانیزم های نصب شده روی ماشین فعال می شوند.





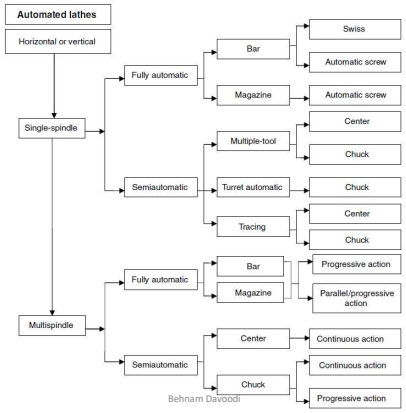
Behnam Davoodi

دستگاه تراش (گردتراش) اتوماتیک

•ماشین تغذیه محوری خودکار: برای تولید پیچ ها و قطعات مشابه کاربرد دارد. درسه نوع ساخته می شوند: تک اسپیندل، چند اسپیندل و نوع سوئیسی

Behnam Davoodi

دستگاه های تراش (گردتراش) اتوماتیک



Behnam Davoodi

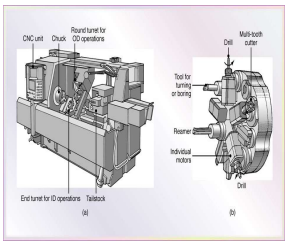
دستگاه های تراش کنترل عددی

•Turning Center: به طور کامل خودکار هستند. ماشین هایی با قابلیت تراشکاری، فرزکاری، داخل تراشی و سوراخکاری به صورت یکپارچه با یکبارتنظیم قطعه کار بر روی ماشین

Behnam Davoodi

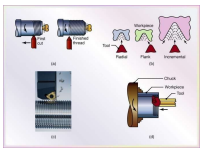
دستگاه های تراش کنترل عددی(CNC)

•ماشین های کنترل عددی: در این ماشین ها حرکت و کنترل ابزار، کلگی و میز با یک برنامه کامپیوتری و به کمک موتورهای پله ای، جریان مستقیم یا متناوب انجام می شود.

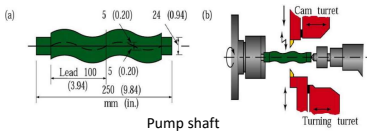


Behnam Davoodi

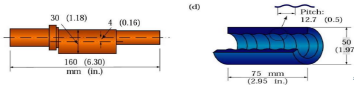
کاربردها



➢هرقطعه دارای تقارن محوری که نیاز بـه تلـرانس های دقیق داشته باشد.
➢قطعات غیر استاندارد که نیاز به عملیـات ثانویـه دارند.
➢ماشینکاری شفت ها، پیچ ها و وسایل نگهداری و محکم کننده، اجزای انتقال قدرت، قطعات موتور



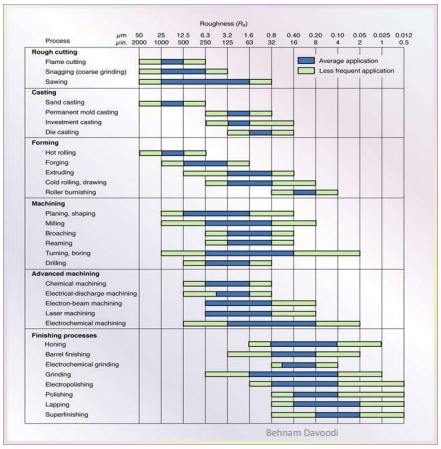
Pump shaft



Crankshaft

Tubular part with internal threads

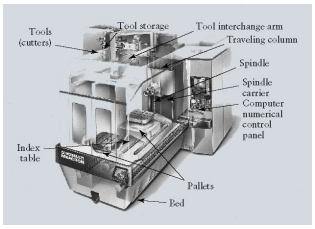
Behnam Davoodi



Range of Surface Roughnesses in Machining Processes

Behnam Davoodi

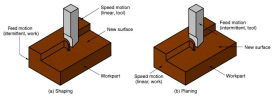
Machining Center

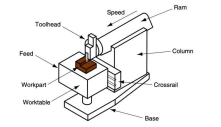


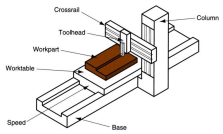
A horizontal-spindle machining center, equipped with an automatic tool changer. Tool magazines can store 200 cutting tools.

Behnam Davoodi

صفحه تراشی و صفحه تراشی دروازه ای







توصیف فرآیند

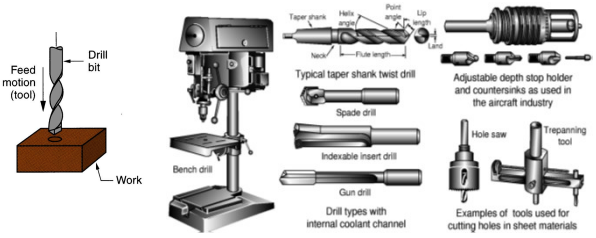
برداشت ماده بوسیله فرآیند براده برداری توسط ابزار برش تک لبه که در یک خط مستقیم موازی با سطح قطعه کار با حرکت رفت و برگشت ابزار (صفحه تراشی) یا حرکت رفت و برگشت قطعه کار (صفحه تراش دروازه ای) انجام می شود.
در این فرآیند حرکت اصلی به صورت رفت و برگشتی است که به ابزار یا قطعه کار داده می شود. حرکت رفت و برگشتی ابزار در صفحه افقی انجام شده و تنها در حرکت به سمت جلو براده برداری انجام می شود. در حرکت برگشت، ابزار اندکی از روی سطح قطعه کار بلند شده و فقط بر روی آن می لغزد. بعد از یک بار رفت و برگشت ابزار، میز و به تبع آن قطعه کار اندکی به چپ یا راست حرکت می کند و مجددا با حرکت ابزار به جلو براده برداری انجام می شود. با تکرار این عمل می توان تمام سطح قطعه را ماشینکاری کرد.

Behnam Davoodi

سوراخکاری

توصیف فرآیند

برداشت ماده با فرآیند براده برداری بوسیله انواع مختلف ابزارهای چرخشی با دو یا چند لبه برش برای ایجاد سوراخهای استوانه ای در قطعه کار را سوراخکاری **(Drilling)** می نامند.
این فرآیند یکی از مهم ترین فرآیندهای ماشینکاری می باشد و در صنایع تولیدی بیشتر از هر گونه شکل دیگر، سوراخ ایجاد می شود و بخش عمده ای از این عملیات با مته کاری صورت می پذیرد.
همه ی فلزات (اغلب مواد خوش تراش) و برخی از سرامیک ها، پلاستیک ها و کامپوزیت ها با این فرآیند سوراخکاری می شوند.



Behnam Davoodi

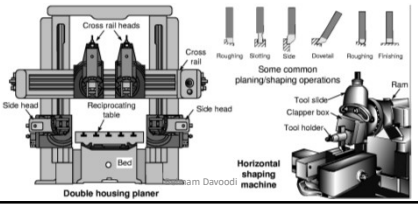
صفحه تراشی و صفحه تراشی دروازه ای

کاربردها

از ماشین های صفحه تراش برای تراش سطوح تخت افقی، عمودی، شیبدار، سطوح با انحنای جزئی، ایجاد شیارهای صاف و دم چلچله ای و انواع دیگر شیارهای طولی استفاده می شود.

برخی از کاربردها عبارتند از:

- ماشینکاری بدنه ماشین های ابزار
- ماشینکاری قطعات بزرگ ریخته گری شده
- ماتریس قالب
- ماشینکاری خشن دندانه های چرخ دنده های بزرگ



هندسه ابزار سوراخکاری

بیشتر عملیات سوراخکاری با ابزارهایی که دارای دو لبه ی برنده هستند انجام می گیرد. این ابـزار یک مته ی مار پیچ است که رایج ترین هندسه ی مته محسوب می شود. ایـن دو لبـه ی برنـده در انتهای یک ابزار نسبتا انعطاف پذیر قرار دارند. عمل تراش درون قطعه صورت می گیرد.

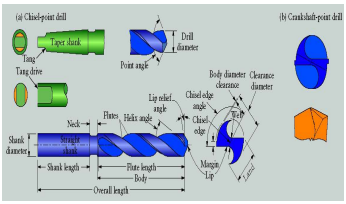
چهار عمل عمده در نوک مته اتفاق می افتد:

۱- یک سوراخ کوچک توسط مته ایجاد می شود.

۲- تراشه ها به وسیله لبه های در حال دوران تشکیل می شوند.

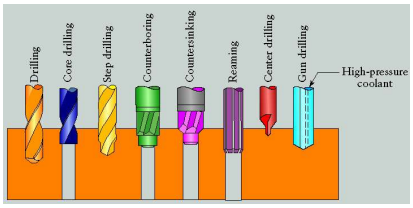
۳- تراشه ها در نتیجه حرکت چرخشی خیاره های مارپیچی به خارج سوراخ رانده می شوند.

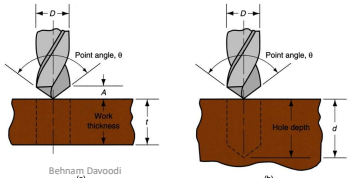
۴- مته با مالیده شدن لبه هایش به دیواره ی سوراخ، به پیش می رود.



هندسه نوک مته که هدف از آن کاهش نیروهای برش وتوانایی خود مرکز کردن است.

انواع مختلف عملیات سوراخکاری

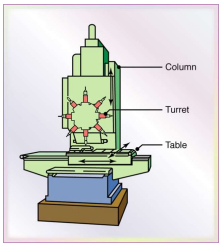




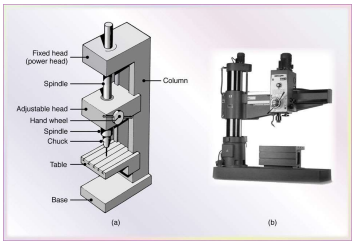
Behnam Davoodi

ماشین های درل

ماشین های سوراخکاری (درل) شامل انواع ماشین درل رومیـزی، درل سـتونی، ماشـین هـای درل رادیال، ماشین های درل چند محوره، ماشین های درل قائم با ابزار گاه چرخان (دارای تارت و تـارت کنترل شونده با سیستم کنترل عددی) هستند.



Three-Axis Computer Numerical-Control Drilling Machine



Vertical Drill Press and Radial Drilling Machine

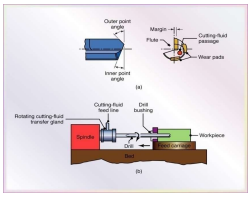
Behnam Davoodi

انواع مته

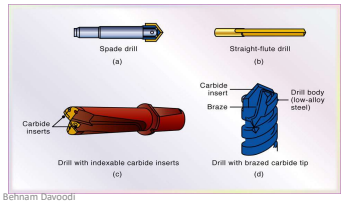
در سال های اخیر با ساخت مته هایی با شکل های هندسی پیش رفته و نوک پو شیده شده با نیترید تیتانیم امکان بهبود دقت سوراخکاری، طول عمر بیشتر ابزار، خود مرکز کنی بهتر و قابلیت آهنـگ تغذیه افزون تر فراهم آمده است.

اکثر مته های تولیدی مته های مارپیچی هستند (کارخانه های تولیدی آمریکا سالانه در حـدود ۲۵۰ میلیون مته ی دورانی مصرف می کنند).

انواع آن بر اساس نوع مته شامل: مته های مارپیچ، مته حلزونی (سه شیاره، سـاقه مخروطـی، سـر مخروطی و لبه مستقیم)، **(Gun Drill)**، مته بیلچه ای **(Spade Drill)**، مته با تیغچه تعویض شو، مته **(Ejector Drill)**، سوراخ اره ای، مته گشاد کن و مته داخل تراش.



Gun Drill



Behnam Davoodi