





دانشگاه فنی حرفه ای

دانشکده فنی انقلاب اسلامی

نام استاد: مجید سبزه‌علیان

نام واحد درسی: ماشین ابزار تولیدی

مواردی که می بایست مورد توجه دانشجویان محترم قرار گیرد:

- ۱- یکی از دانشجویان برای تبادل اطلاعات احتمالی گروهی را در واتس اپ تشکیل داده و لینک آن را برای من ارسال کند و یا اینکه من را نیز عضو آن نماید.
- ۲- یکی از دانشجویان زحمت ضبط کلاس را بکشد و در گروه واتس اپ برای استفاده دانشجویان قرار دهد.
- ۳- حتما با اسم واقعی خود وارد کلاس شوید چرا که می بایست حضور و غیاب انجام شود.
- ۴- هر زمان نیاز به پرسش سوالی بود لطفا دست خود را بالا برده تا در زمان مقتضی به شما اجازه پرسیدن داده شود.

۱- ماشینهای کپی تراش

۲- ماشینهای فرز کپی

۳- تراشکاری تولیدی

۳-۱ ماشین سری ماشین

۳-۲ ماشین تراش اتوماتیک

۴- ماشینهای چرخ دنده تراش: چرخ دنده های ساده، مارپیچ، عمودی و حلزونی، چرخ دنده های مخروط ساده، چرخ دنده های مخروطی مارپیچ، چرخ شانه، پرداخت سطح دندانه ها

۵- ماشینهای خان کشی

۶- ماشینهای خان کوبی

۷- ماشینهای سنگ زنی تولیدی

۸- ماشینهای سنگ زدن چرخ دنده ها

۹- روشهای مختلف تولید انواع پیچها

۱۰- روشهای پرداخت قطعات، هونینگ و لیپینگ و روشهای دیگر

۱۱- خطوط خودکار

۱- کار با ماشینهای کپی تراش

۲- کار با ماشینهای فرز کپی



۳- تراشکاری تولیدی

۳-۱ ماشین سری تراش و طرز کار با آن

۳-۲ ماشین تراش اتوماتیک: یک محوری، عمودی، چند محوری، ماشین تراش اتومات

۴- کار با ماشینهای چرخ دنده تراش: چرخ دنده های ساده، مارپیچ، عمودی، حلزونی، مخروطی

ساده و مارپیچ، دنده شانه پرداخت سطح دندانه ها

۵- کار با ماشینهای خان کشی

۶- کار با ماشینهای سنگ زنی تولیدی، ماشینهای سنگ زنی چرخ دنده ها

۷- کار با ماشینهای صفحه تراش دروازه ای و فرز دروازه ای

۸- کار با ماشینهای بورینگ، مقدمه ای بر بورینگ، ماشین بورینگ افقی و عمودی، ماشین

جیک بر، ابزارهای بورینگ، ماشین دقیق تولید بورینگ

۹- خطوط خودکار



تشکر ویژه از جناب آقای دکتر هاشمی بخاطر در اختیار قرار دادن مطالب درسی ماشین ابزار تولیدی

○ چرخنده ها اجزایی از ماشین هستند که قدرت و حرکت دورانی را از یک محور به محور دیگر انتقال می دهند. مزیت مهم آنها نسبت به محرکهای تسمه‌ای انتقال دقیق نسبتهای سرعت میباشد که گاهی وقتها در ماشین ابزارها امری ضروری است.

○ کاربردها:

- تغییر سرعت دورانی
- تغییر جهت دوران
- افزایش یا کاهش مقدار سرعت یا گشتاور
- تبدیل حرکت دورانی به حرکت خطی یا برعکس (محرک چرخ و شانه)
- تغییر بردار زاویه دوران (چرخنده مخروطی)
- جابجایی موقعیت حرکت دورانی (چرخنده‌های مارپیچ و حلزونی)

انواع چرخ دنده ها

7

- چرخدنده ساده: نوع معمولی هستند که قدرت یا حرکت دورانی را روی محورهای موازی و یا بین یک محور و یک شانه انتقال میدهند.
- چرخدنده مارپیچ: این نوع از چرخدنده ها برای انتقال حرکت بین دو محور موازی و یا متناظر یا بین یک محور و یک شانه مورد استفاده قرار میگیرند. دندانه های چرخدنده مارپیچ باید در راستای یک مارپیچ و تحت یک زاویه نسبت به محور قرار گیرند.
- چرخدنده های جناغی: بعضی وقتها چرخدنده مارپیچی دو تایی نامیده میشوند. این چرخدندهها حرکت بین محورهای موازی را انتقال میدهند. آنها مزایای اساسی چرخدندههای ساده و مارپیچ را ترکیب میکنند زیرا به صورت همزمان دو یا تعداد بیشتری دندانه نیرو را تحمل میکنند.



انواع چرخ دنده ها

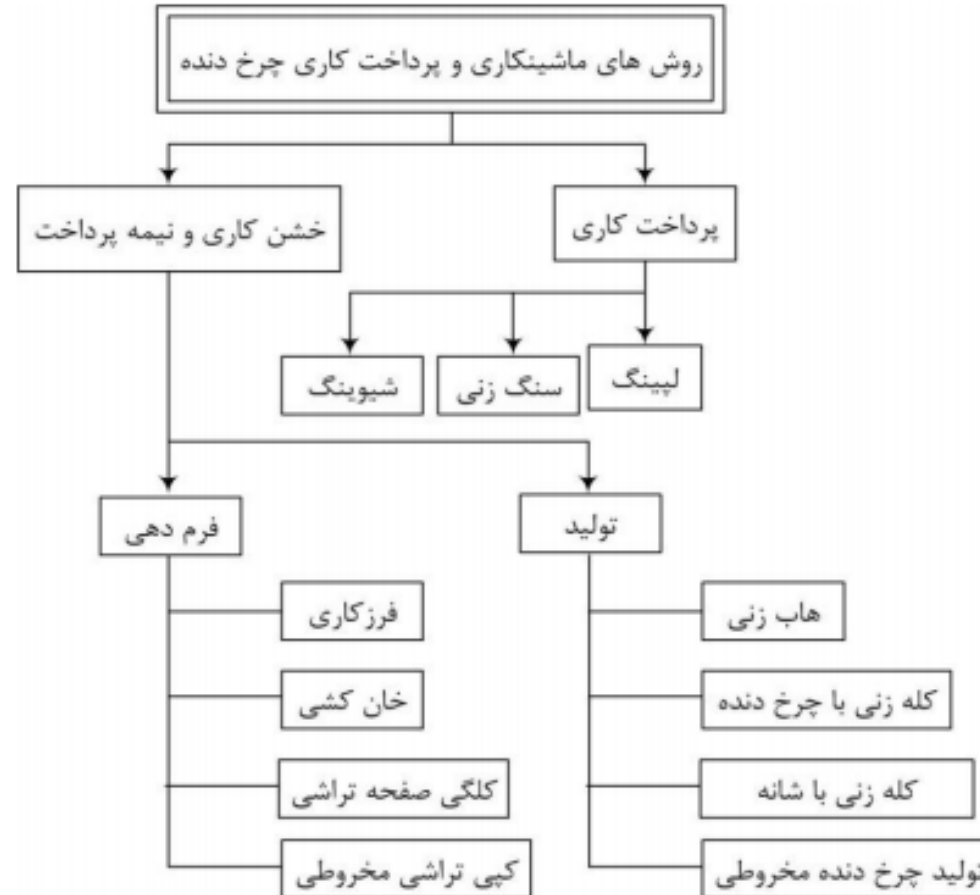
- حلزون و چرخ حلزون: این نوع چرخدنده ها در جایی مورد استفاده قرار میگیرند که نسبت سرعت بین عضو محرک (حلزون) به عضو متحرک (چرخ حلزون) بزرگ میباشد.
- چرخدنده های مارپیچ با محورهای متنافر: این نوع چرخدنده بر روی محورهای غیر موازی اما بدون برخورد (متنافر) کار میکنند. عمل جفت شدن دندانه ها دارای حرکت قلاب مانند میباشد که دلیل آن لغزش در سطح جانبی دندانه ها است.
- شانه ها: یک شانه، چرخدندهای با شعاع گام بی نهایت میباشد. دندانهها ممکن است صاف باشند و با یک چرخدنده ساده درگیر شوند و یا زاویهدار باشند و با یک چرخدنده مارپیچ جفت شوند.
- چرخدنده مخروطی: این نوع چرخدندهها حرکت دورانی را بین دو محور غیر موازی انتقال میدهند.



روش های ماشینکاری چرخ دنده

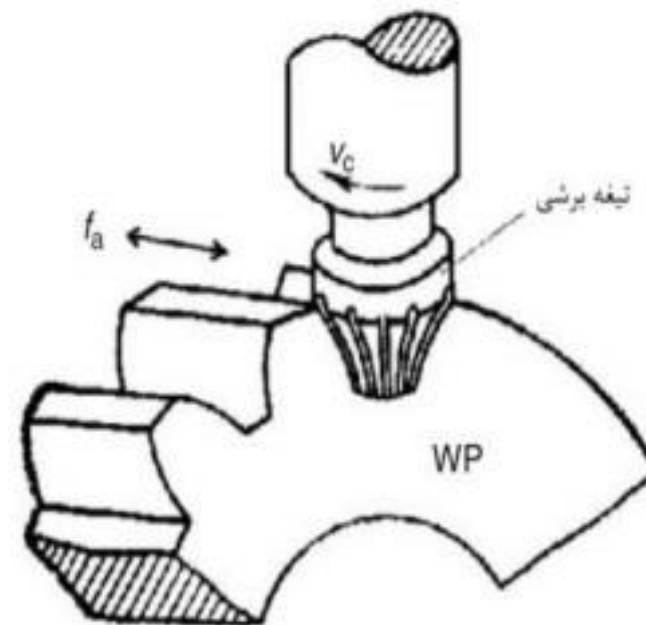
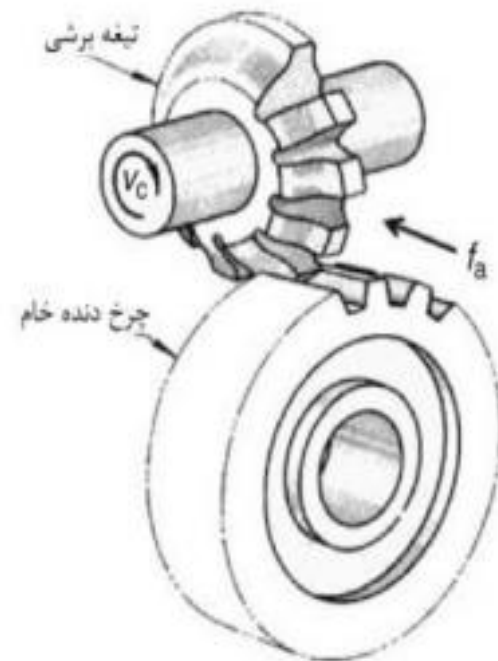
9

- ماشینکاری چرخدنده به وسیله فرم دهی: پروفیل دندانه به وسیله یک ابزار برشی فراهم‌دار ایجاد می‌شود .
- ماشینکاری چرخدنده به وسیله تولید: این تکنیک بر این اساس استوار است که دو چرخدنده اینولوتی از یک مدول و یک گام در حال درگیری با هم مانند قطعه کار و ابزار برشی هستند. پس این روش استفاده از یک چرخدنده برشی برای تولید یک چرخدنده دیگر با همان مدول و با تعداد دندانه متغیر را ممکن می‌سازد



فرزکاری چرخدنده

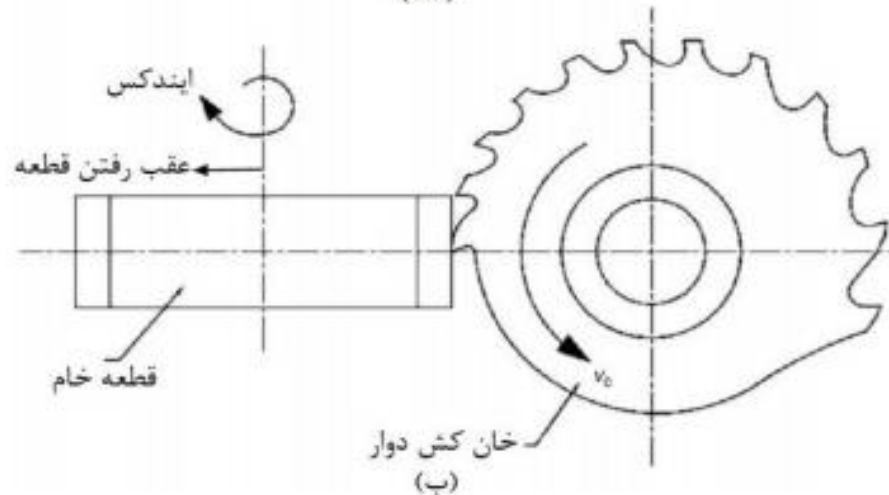
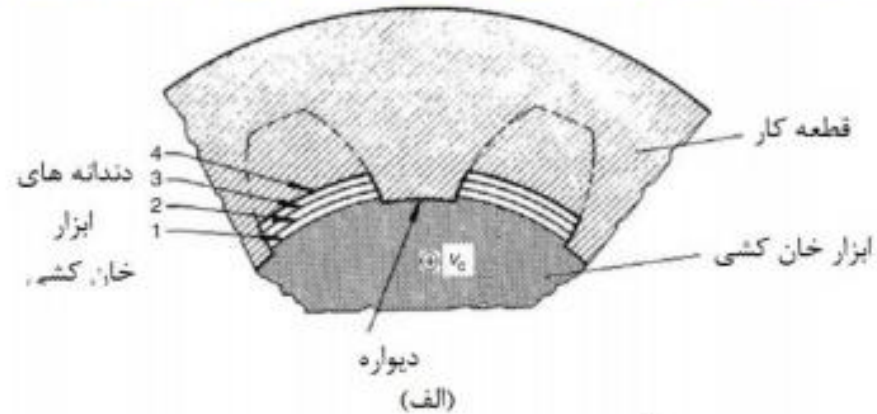
- در فرزکاری فقط یک فضای دندانه در یک زمان ماشینکاری میشود و پس از اتمام آن قطعه خام برای تراش فضای بعد ایندکس میشود.
- در عمل فرزکاری چرخدنده معمولاً به موارد زیر محدود میشود:
 - تولید با تعداد کم
 - خشن کاری و پرداختکاری چرخنده‌های با گام بزرگ
 - فرزکاری چرخنده‌های با فرم خاص



خانکشی چرخدنده

11

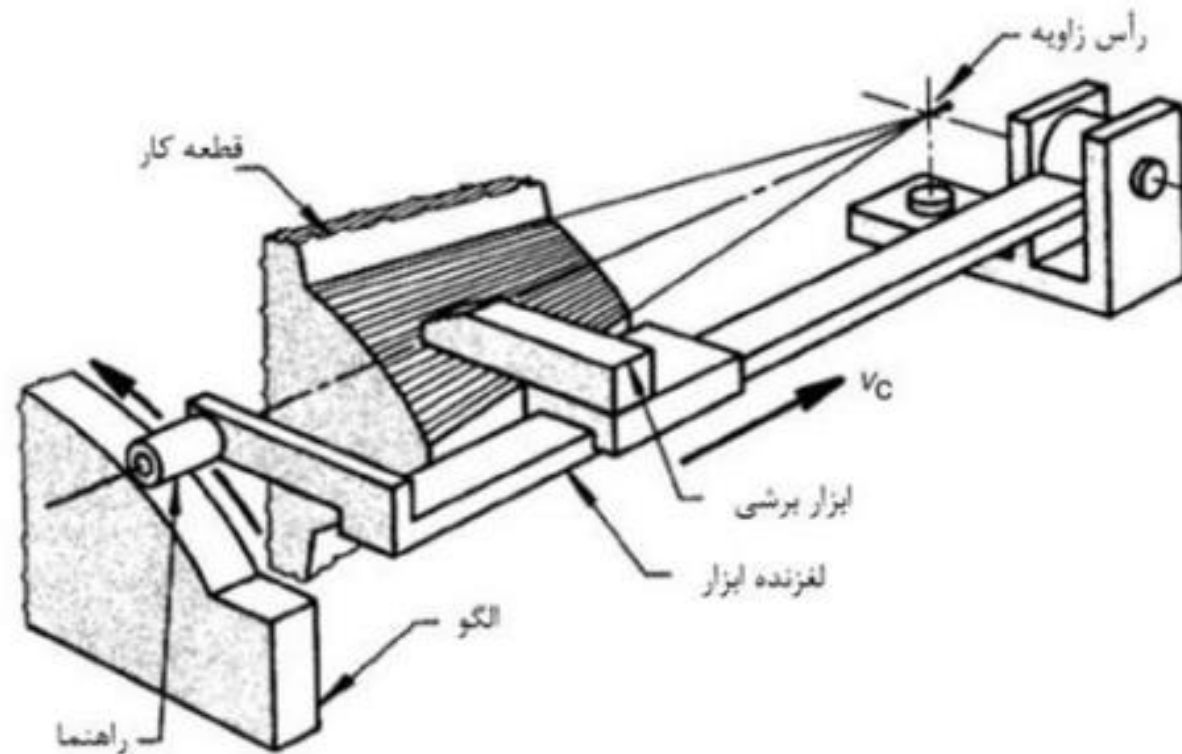
○ خانکشی چرخدنده معمولاً به چرخدنده های داخلی محدود میشود. اما چرخدنده های خارجی ساده و مارپیچ هم میتوانند با خانکشی تولید شوند. فرم فضای بین دندانهها منطبق بر فرم دندانههای ابزار خانکشی میباشد. قطر ابزار به طور تدریجی تا قطر اصلی افزایش یافته و فرم دندانه بر روی قطع هکار کامل میشود



کپی تراشی چرخ دنده مخروطی

12

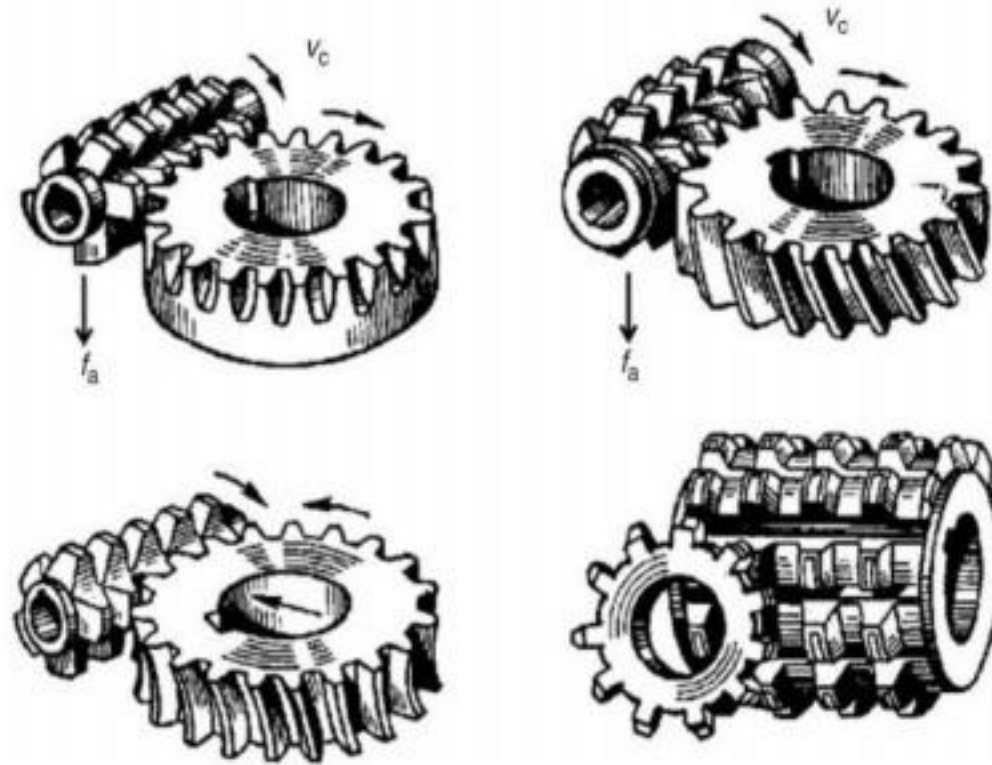
این روش برای تراش چرخدنده های مخروطی بزرگ با نرخ تولید کم توسط صفحه تراش مورد استفاده قرار میگیرد . مجموعه از دو الگو استفاده می کند که هر کدام یک طرف دندانه را ایجاد می کنند



هاب زنی چرخدنده

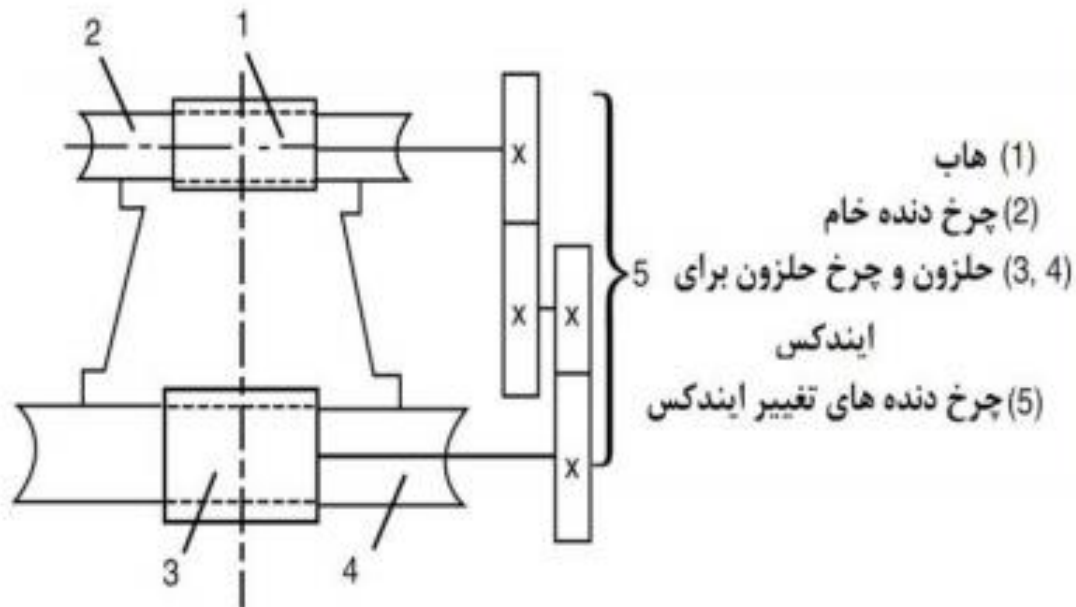
13

- هاب زنی یک روش تولید چرخدنده میباشد که به طور گسترده ای در ماشینکاری چرخدنده های ساده، مارپیچ، حلزون، چرخ حلزون و بسیاری از فرمهای خاص استفاده میشود.
- هزینه ابزار برای هاب زنی کمتر از خانکشی و کنگی صفحه تراشی چند ابزاره میباشد.
- در مقایسه با فرزکاری، هاب زنی سریع و دقیقتر است و بنابراین برای تولید متوسط و زیاد مناسب است.



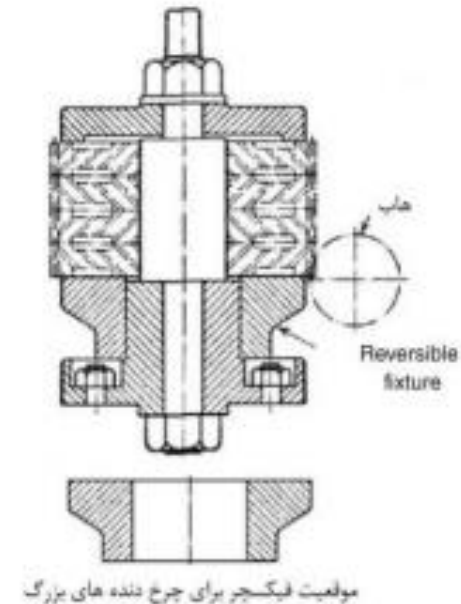
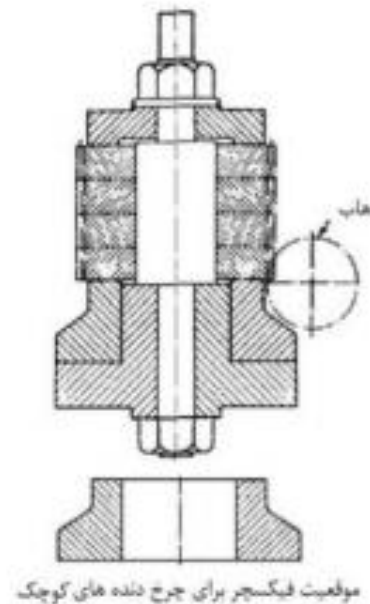
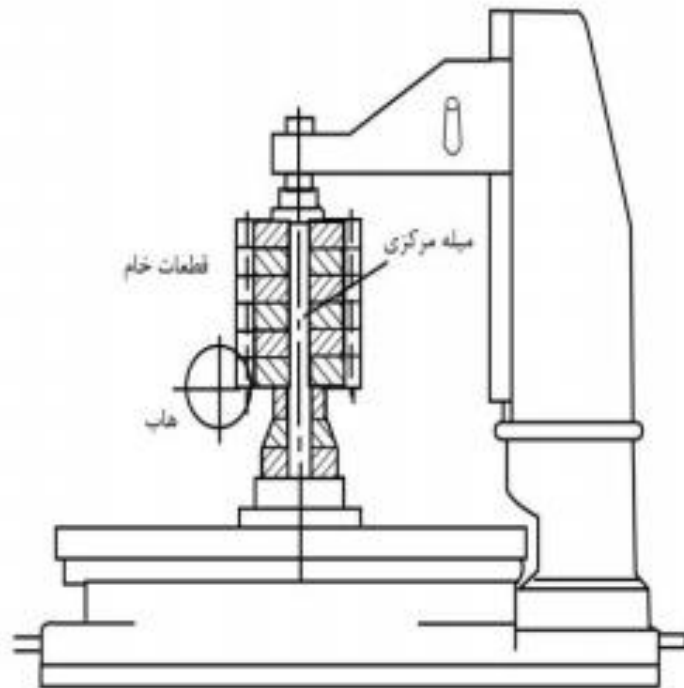
هاب زنی چرخدنده

- هاب یک حلزون شیاردار مارپیچ با زاویه آلفا همراه با دندالهای فرم داده شده برای تراش چرخدنده می باشد .
- روی تیغه های هاب شیارهایی ایجاد شده تا از درگیری پیوسته با قطعه کار و بالا رفتن دما جلوگیری شود. هم چنین فضایی برای براده های تولید شده ایجاد شده است.
- حداقل فاصله مورد نیاز تا مانع برای هاب باید حدود نصف قطر هاب به اضافه لقی کافی باشد تا زاویه پیچ هاب به طور کامل ایجاد شود.



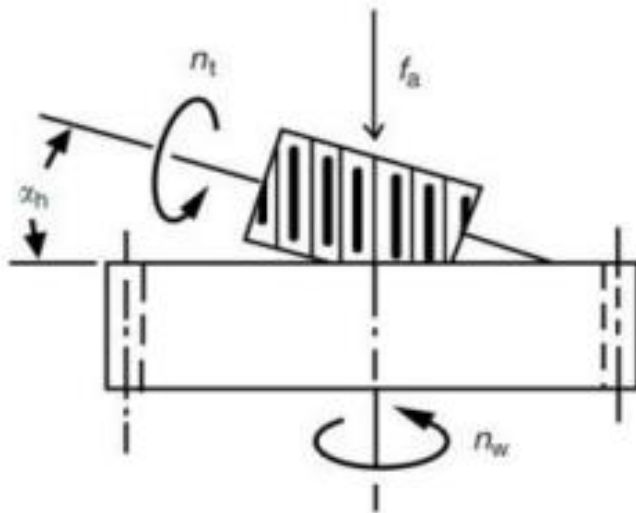
هاب زنی چرخنده

- توانایی تراش دندانه بر روی دو یا تعداد بیشتری چرخ دنده مشابه بر روی یک حالت و به صورت همزمان از مزایای فرآیند است



هاب زنی چرخدنده ساده

- هاب طوری تنظیم میشود که شیارهای مارپیچ هاب در تماس با چرخدنده خام عمود بر محور چرخدنده خام باشند. این عمل با تنظیم محور هاب تحت زاویه مارپیچ هاب نسبت به محور افقی انجام می شود.
- نسبت دوران بین هاب و قطعه کار تعیین کننده تعداد دندانه چرخدنده ماشینکاری شده خواهد بود. به عنوان مثال اگر نسبت دوران ۱:۴۰ باشد تعداد دندانه چرخدنده برابر ۴۰ خواهد بود. این نسبت به وسیله



برای ماشینکاری چرخ‌دنده مارپیچ، هاب باید طوری تنظیم شود که شیارهای آن بر روی چرخ‌دنده خام تحت زاویه مارپیچ چرخ‌دنده مورد نظر قرار گیرد. این عمل با تنظیم هاب تحت زاویه $\gamma = \alpha_h \pm \beta_g$ انجام می‌شود که β_g زاویه مارپیچ چرخ‌دنده مارپیچ مورد نظر و α_h زاویه مارپیچ خود هاب می‌باشد (شکل (۳-۱۲) (ب)). اگر از نظر راستگرد و چپگرد بودن، چرخ‌دنده مارپیچ و هاب متفاوت باشند علامت مثبت در نظر گرفته می‌شود و اگر از این نظر مشابه باشند علامت منفی در محاسبه استفاده می‌شود. هم چنین هاب برای حرکت تغذیه پیوسته به سمت محور چرخ‌دنده خام می‌باشد.

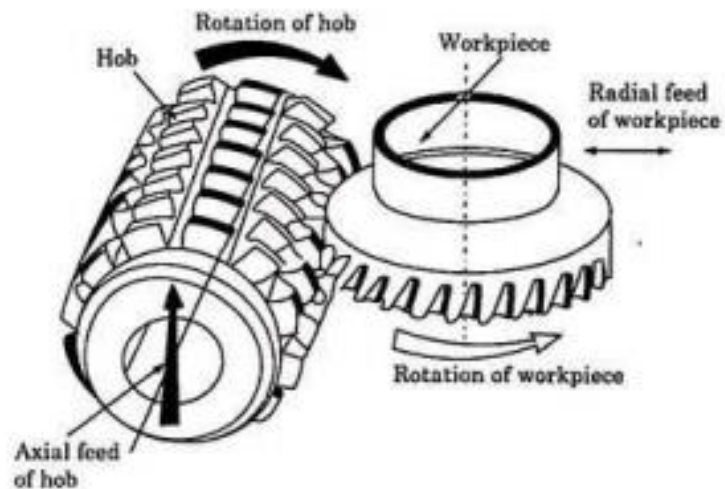
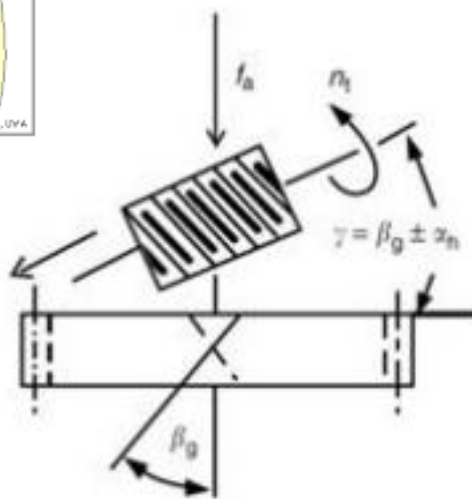
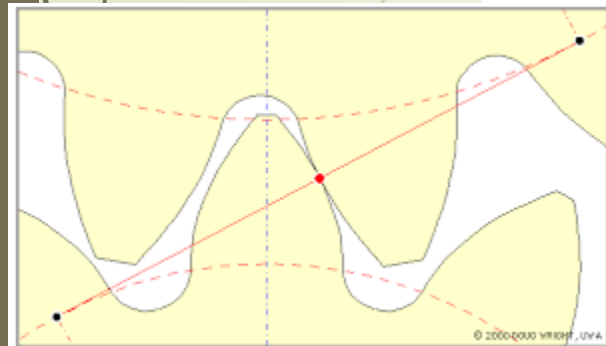
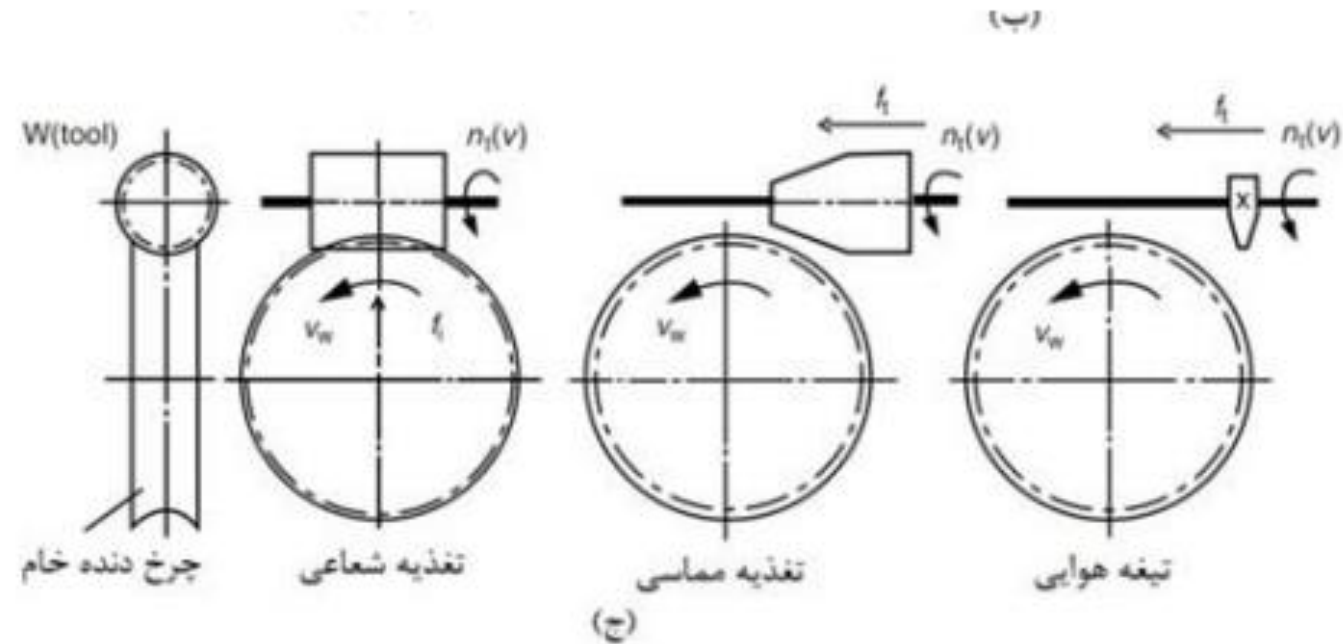


Fig. 31.8

هاب زنی چرخ حلزون

18

- در زمان تراش چرخ حلزون، محور هاب عمود بر محور دوران چرخنده خام تنظیم میشود:
- ۱. حرکت برشی دورانی هاب
- ۲. حرکت دورانی پیوسته ایندکسی چرخ دنده خام



ویژگی های هاب زنی

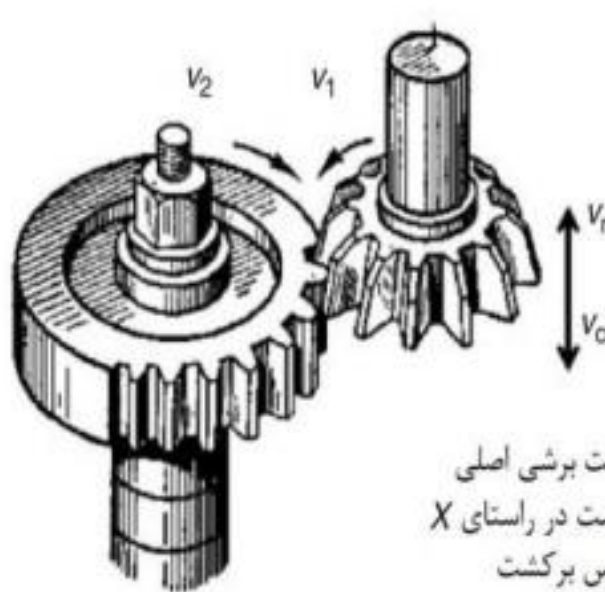
19

- هابزنی چرخدنده دارای ویژگی های زیر میباشد:
- ۱. دقت بالا
- ۲. انعطاف پذیری برای هر حجم تولید
- ۳. هزینه کم
- ۴. قابلیت برش فلزات با سختی متوسط به بالا
- ۵. یک هاب با مدول مشخص میتواند برای تراش همه چرخدندههای ساده و مارپیچ اینولوتی در هر تعداد دندانه با همان مدول به کار برده شود.
- ۶ دقت چرخدندههای تولید شده با هابزنی به دقت ماشین، دقت قطعه خام و ابزار، دقت موقعیت دهی اولیه به هاب و چرخدنده خام، روش تغذیه و صلبیت ماشین وابسته است.
- ۷. عمل ایندکس پیوسته است و خطای کمتری دارد.
- ۸. سرعت تولید به سرعت تغذیه هاب وابسته است.
- ۹. هابزنی نمیتواند برای موارد زیر استفاده شود:
- • چرخدنده مخروطی
- • چرخدنده داخلی
- • چرخدندههایی که دارای مانعی در نزدیکی دندانه باشند.

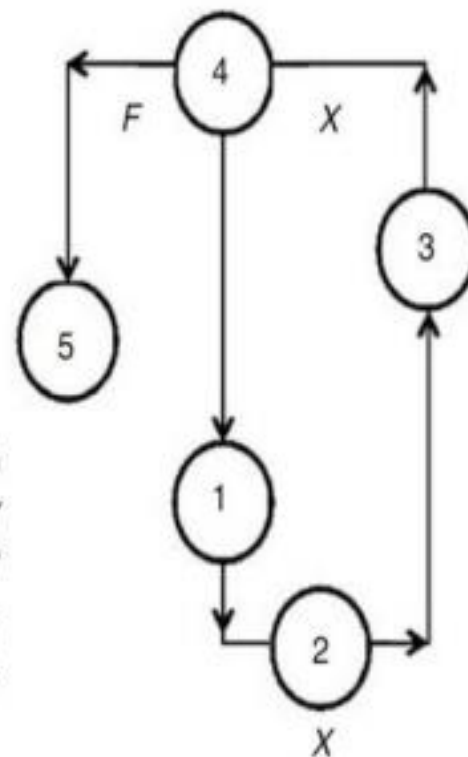
کله زنی چرخنده به وسیله پینیون

20

- این فرآیند جامع ترین فرآیند چرخنده زنی میباشد. اگر چه کله زنی معمولا برای تراش چرخنده های ساده و مارپیچ استفاده میشود اما این فرآیند برای تولید چرخنده های جناغی، داخلی، سهموی، چرخ حلزون و شانه قابل کار برد است. کله زنی نمیتواند برای تولید چرخنده های مخروطی استفاده شود.
- به دلیل هزینه به نسبت کم ابزار، کله زنی چرخنده در تولید انبوه کاربرد دارد.



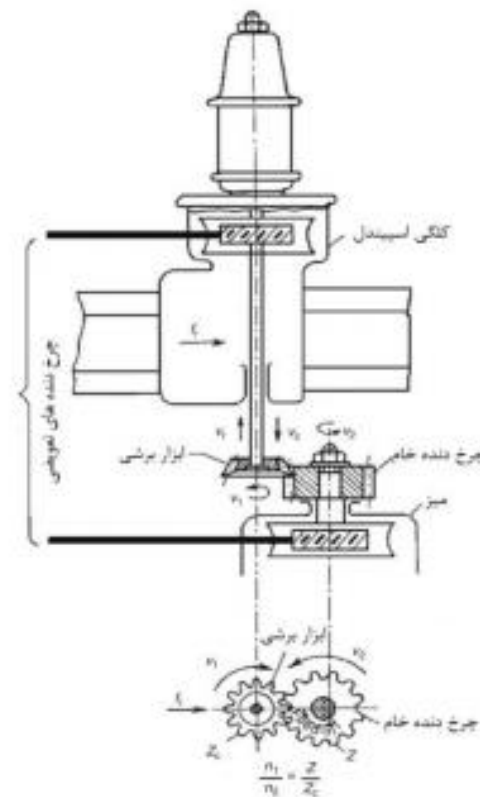
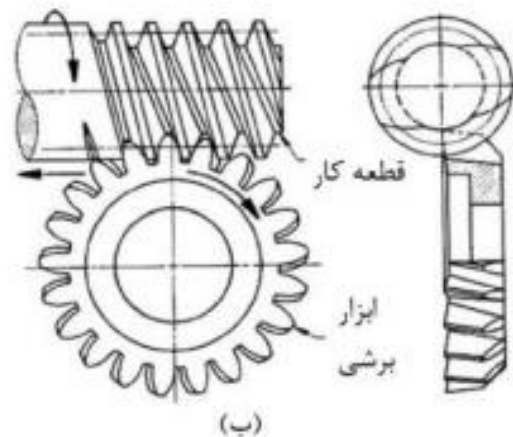
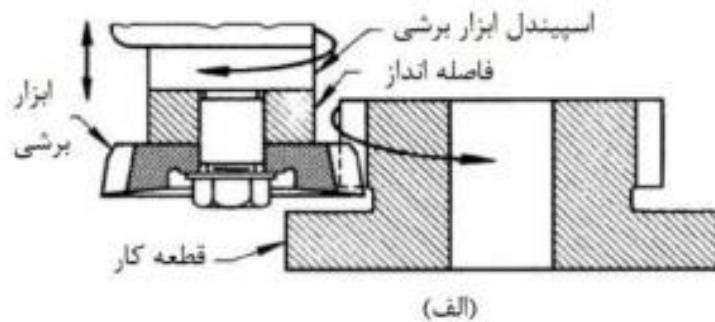
۱. حرکت برشی اصلی
 ۲. برگشت در راستای X
 ۳. کورس برگشت
 ۴. X + تغذیه F
 ۵. حرکت برشی اصلی
- X = عقب کشیدن
 F = تغذیه

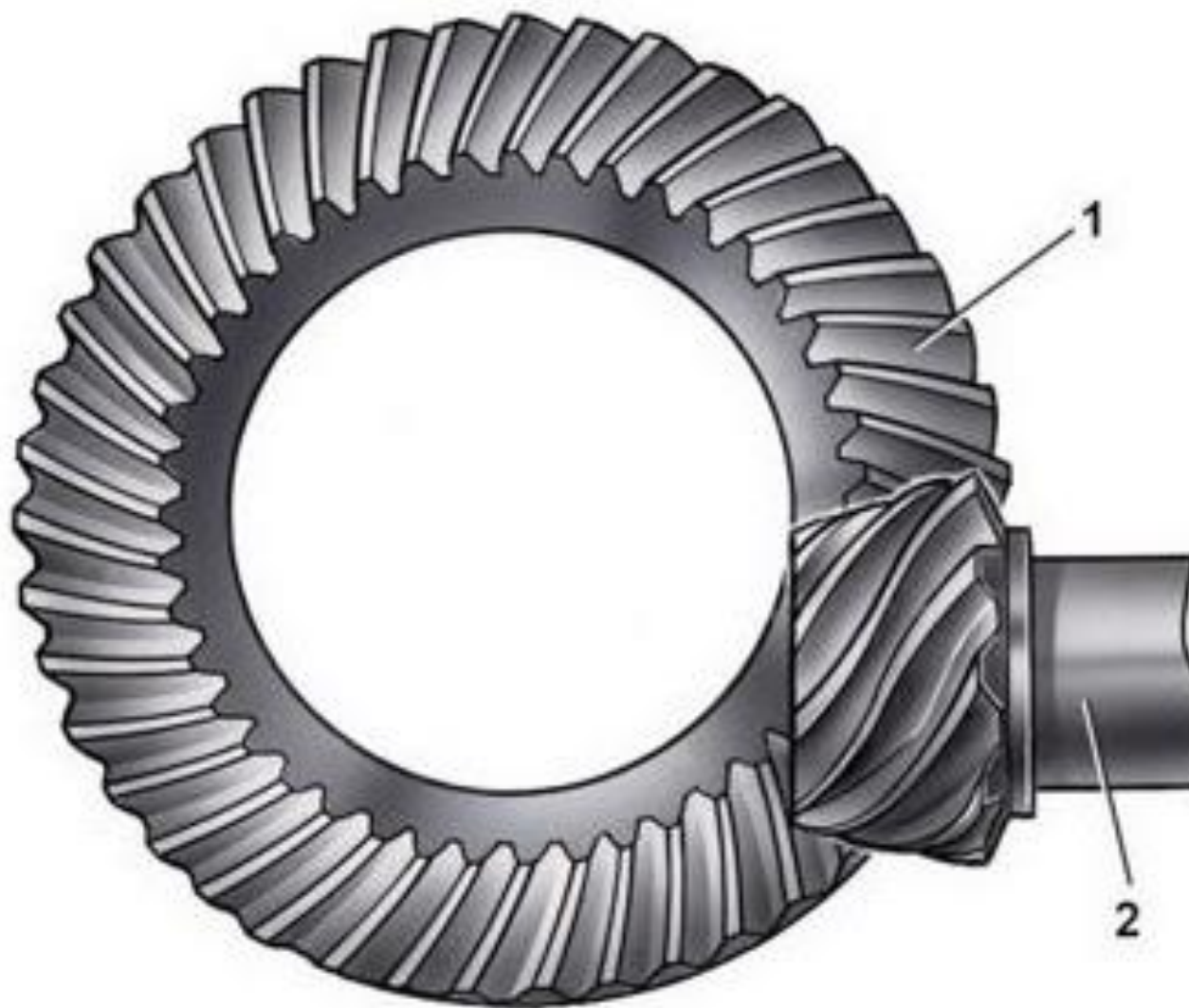


کله زنی چرخدنده به وسیله پینیون

21

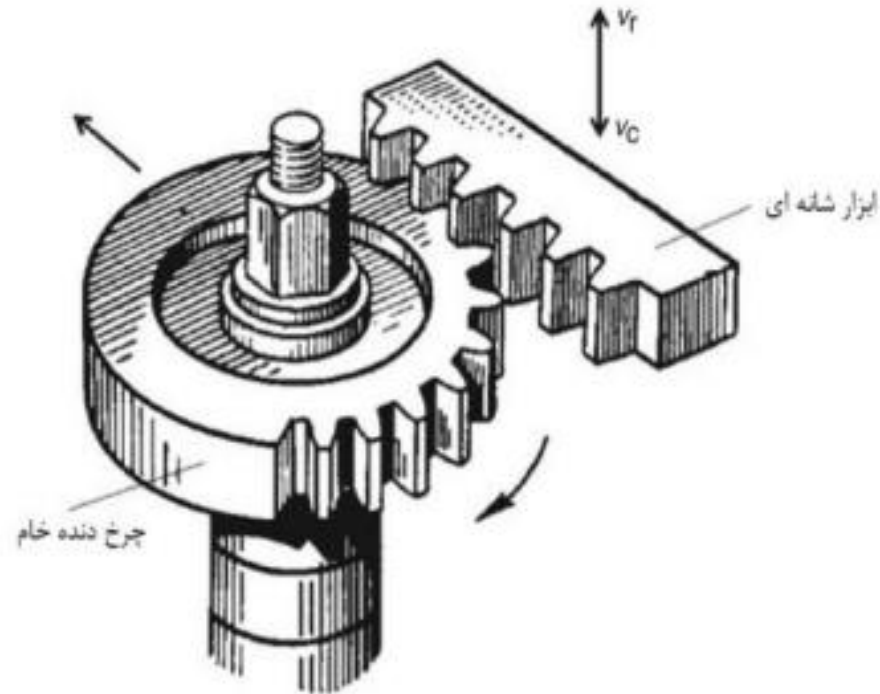
- ویژگی های ماشینهای کله زنی چرخدنده عبارتند از:
- - آنها چرخدنده های دقیقی را تولید می کنند.
- - هر دو چرخدنده داخلی و خارجی به وسیله این روش قابل تولید هستند.
- - نرخ تولید آنها کمتر از ماشین هاب زنی می باشد.
- - چرخدنده های مخروطی و چرخ حلزون قابل تولید به وسیله آنها نیستند.





کله زنی چرخ دنده با ابزار شانه ای

○ کله زنی چرخدنده با ابزار شانه دارای ۳ الی ۶ دندانه برشی انجام می شود. در زمان تراش چرخدندههای ساده ابزار موازی با محور قطعهکار حرکت رفت و برگشتی انجام میدهد و در زمان تراش چرخدنده مارپیچ حرکت تحت زاویه مارپیچ چرخدنده انجام میشود. علاوه بر حرکت رفت و برگشتی ابزار، در هر کورس رفت و برگشت قطعهکار دارای دوران مشخصی است تا دندانه ها به صورت همزمان روی آن ایجاد شوند. حرکت تغذیه نیز به صورت پیوسته در راستای شعاعی انجام میشود. ابزار شانههای ارزاتر از ابزار پینیون و هاب میباشد.

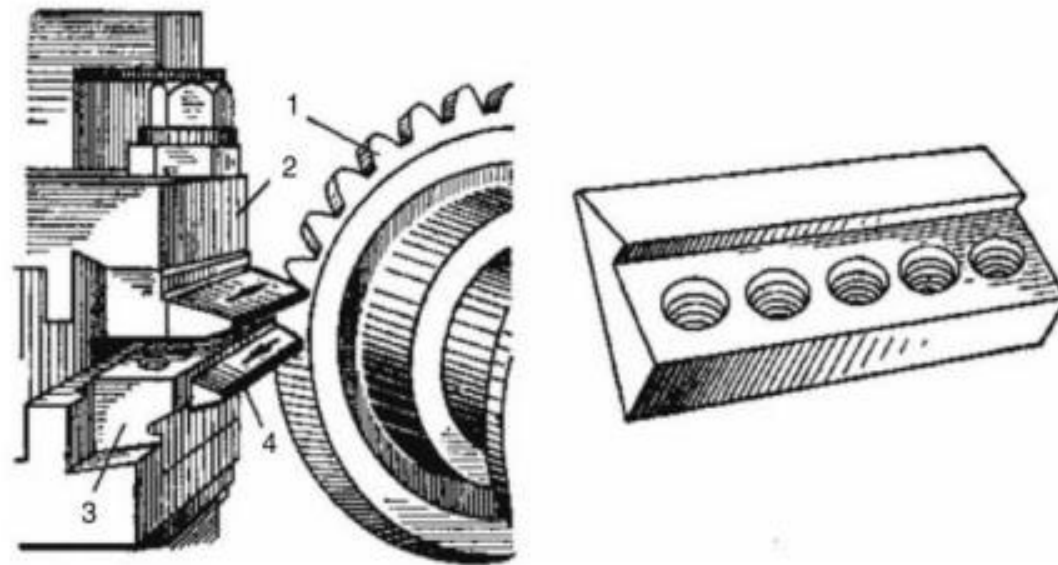


ماشینکاری چرخدنده مخروطی با ابزار دوتایی رفت و برگشتی

24

این روش از ابزار رفت و برگشتی برای تولید چرخدنده مخروطی صاف استفاده میکند که هر ابزار یک طرف دندانه را تراش میدهد

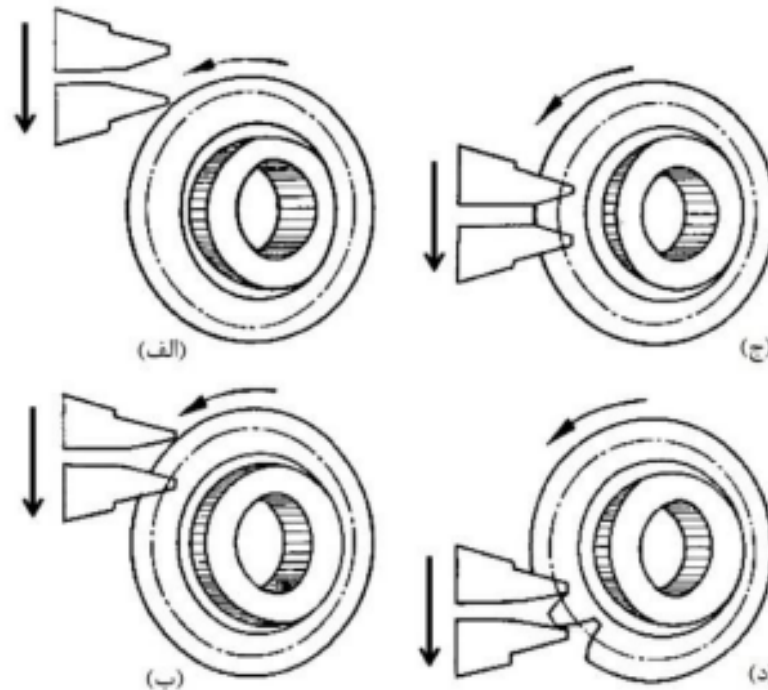
ماشین، چرخدنده خام (۱) تحت سرعت n_1 می‌چرخد. همچنین گهواره (۲) با ابزارهای برشی رفت و برگشتی تحت سرعت n_2 چرخیده که در واقع نشان‌دهنده حرکت بر روی لبه‌های مجاور یک دندانه چرخدنده تاجی مجازی می‌باشد. کشویی (۳) به همراه ابزارها (۴) تحت سرعت V_c و در راستای مسیرهای تعبیه شده بر روی گهواره حرکت رفت و برگشتی دارد (شکل (۳-۲۳)).



ماشینکاری چرخدنده مخروطی با ابزارهای به هم پیوسته

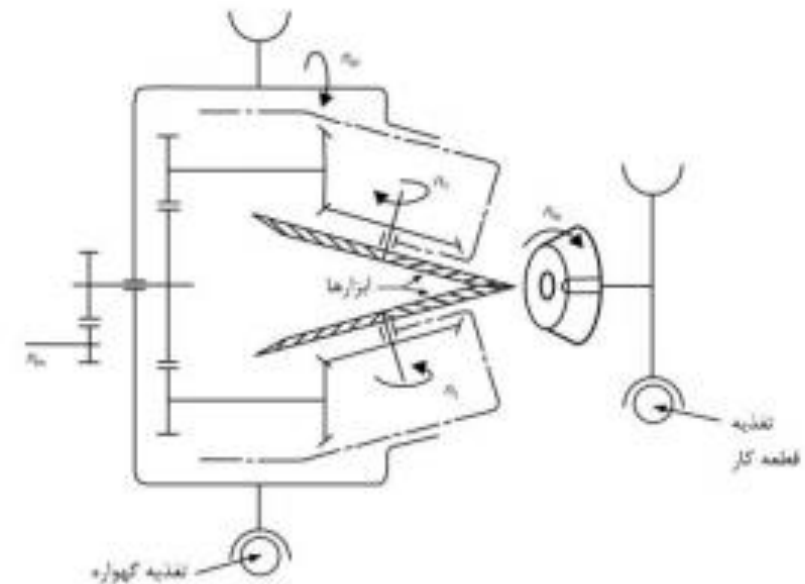
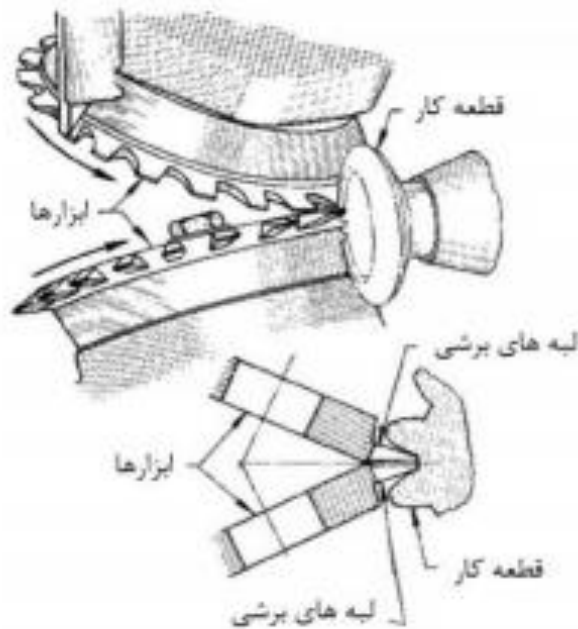
25

○ برای ماشینکاری یک طرف دندانه ها، ابزار برش قطعه را در موقعیت (الف) شروع میکند. سپس ابزار دوم اجازه شکل دادن به طرف دیگر دندانه را در موقعیت (ب) دارد. در موقعیت (ج)، هر دو ابزار در درگیری کامل میباشند. با چرخیدن بیشتر گهواره، ابزارها از درگیری با چرخدنده خام آزاد میشود (موقعیت د)). در این مرحله، اولین دندانه تولید شده است. سپس قطعه خام به صورت اتوماتیک عقب کشیده شده و گهواره به موقعیت اول باز میگردد و سپس قطعه خام برای تراش دندانه بعدی ایندکس میشود. این روند برای تراش همه دندانه ها تکرار میشود.



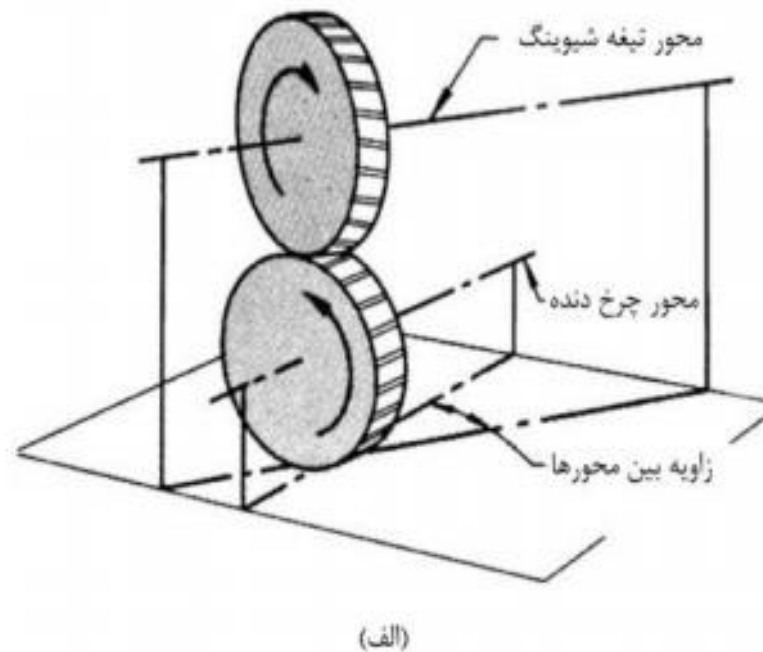
ماشینکاری چرخنده مخروطی با ابزارهای به هم پیوسته

در این روش، دو ابزار به هم پیوسته دیسکی شکل با سرعت برابر بر روی محورهای مایل بر روی گهواره پایه دوران میکنند و هر دو عمل برشی را در یک فضای بین دندانه ای انجام میدهند. چرخنده خام در اسپیندل نگه داشته شده و با نسبت زمانی مشخص با گهواره میچرخد که ابزارهای برشی بر روی آن قرار دارند



شیوینگ چرخدنده

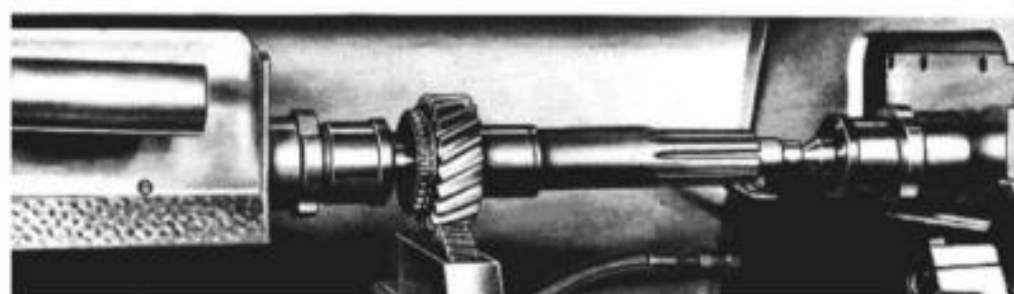
یک عملیات تکمیلی براساس برداشت متوالی لایه های نازک براده از پروفیل‌های دندانه به وسیله تیغه شیوینگ میباشد. این عملیات نمیتواند عیوب بزرگ را حذف کند اما میتواند خطاهای کوچک در سطوح مانند فضای بین دندانه‌ها، زاویه مارپیچ، پروفیل دندانه و خروج از مرکز بودن را اصلاح کند. شیوینگ درجه صدا و تمرکز تنش ریشه دندانه را کاهش میدهد و ظرفیت تحمل بار، کیفیت سطح و دقت را بالا می‌برد. شیوینگ با دوران یک تیغه و چرخ دنده تحت محورهای متنافر انجام میشود. مقدار زاویه محورها اندازه پرداختکاری را تعیین میکند. زاویه کوچکتر باعث کیفیت سطح بالاتر میشود.



○ به طور عمومی در فرآیند شیوینگ، تیغه های مارپیچ با زاویه مارپیچ ۱۰ تا ۱۵ درجه برای چرخدنده های ساده استفاده میشود و تیغه های ساده برای شیوینگ چرخدنده های مارپیچ مورد استفاده قرار میگیرد. عمل بین چرخدنده و ابزار ترکیبی از لغزش و غلتش میباشد. شیار عمودی با عمق $\frac{6}{10}$ الی یک میلی متر در دندانه ابزار برادهای به شکل موی نازک از پروفیل دندانه چرخدنده جدا میکند. در عمل یک عضو (تیغه یا چرخدنده) محرک بوده و باعث دوران دیگر میشود. هم زمان با دوران، یک حرکت محوری رفت و برگشتی به میز کار داده میشود. این حرکت از $\frac{1}{10}$ تا $\frac{3}{10}$ میلی متر بر دور چرخدنده تغییر میکند. بعد از هر کورس، جهت دوران ابزار و قطعه کار برعکس میشود تا هر دو طرف دندانه پرداخت شود



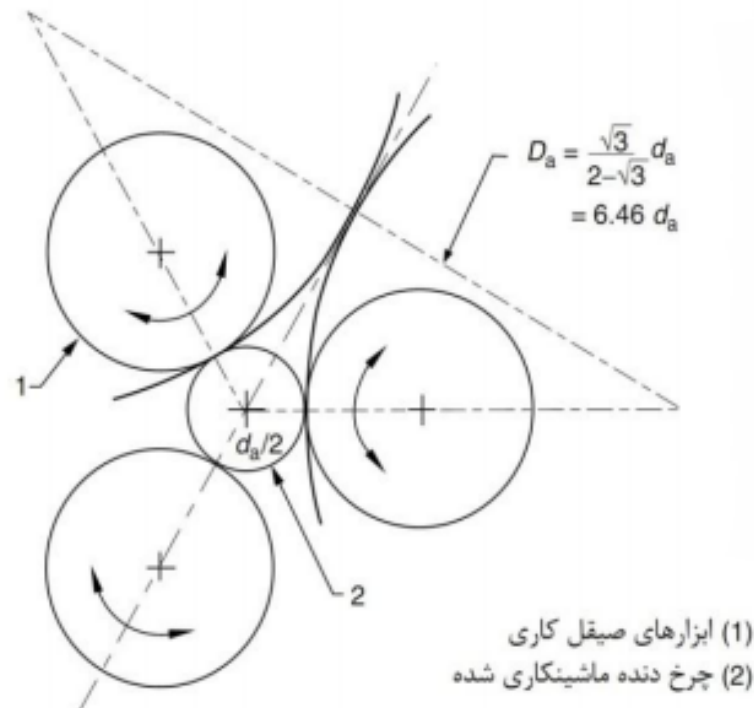
(الف)



(ب)

صیقل کاری چرخدنده

روش دیگری برای تکمیل سطوح دندانه چرخدنده میباشد که قبل از سختکاری به کار گرفته میشود. این فرآیند شامل غلتش چرخدنده ماشینکاری شده با چرخدنده صیقلکاری با فشار بر روی هم میباشد. سه چرخدنده صیقلکاری (ساده یا مارپیچ وابسته به نوع چرخدنده ماشینکاری) تحت زاویه ۱۲۰ درجه با قطعه کار درگیر میشوند. یکی از چرخدندههای صیقلکاری محرک بوده و دو تای دیگر هرزگرد هستند که فشار صیقلکاری را بر روی قطعه وارد میکنند. سیکل صیقلکاری با چرخش چرخدندهها در یک جهت و در طی دوره زمانی مشخص آغاز میشود.



برای مشاهده فیلم های
مربوط به روش های
ماشینکاری چرخ دنده
به کانال تلگرامی زیر
مراجعه کنید
@abaqusbaz

