

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

اللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَآلِ مُحَمَّدٍ وَعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



فرزکاری

(جلد ۲)

پایه‌های یازدهم - دوازدهم

دوره دوم متوسطه

شاخه: کاردانش

زمینه: صنعت

گروه تحصیلی: مکانیک

رشته‌های مهارتی: فرزکاری، فرزکاری CNC، تعمیر و نصب ماشین ابزار، ماشین ابزار، قالب‌سازی فلزی، تراشکاری و فرزکاری

نام استاندارد مهارتی مبنای: فرزکاری درجه (۲)

کد استاندارد متولی: ۸-۳۴/۳۲/۲/۳

سرشناسه: قربانی سالخورد، محسن، ۱۳۵۹-

عنوان و نام پدیدآور

فرزکاری: ساخت و تولید زمینه صنعت شاخه کاردانش/ مؤلف: محسن قربانی سالخورد؛ حمید شفیع نیا.

برنامه‌ریزی محتوا و نظرارت بر تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفة‌ای و کاردانش.

مشخصات نشر: تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

مشخصات ظاهري: ج. ۲

شابک: ۹۷۸-۸-۰۵-۲۲۲۸-۹۶۴-

وضعیت فهرستنوسی: فیبا

یادداشت

: مؤلفان جلد دوم محسن قربانی سالخورد و حمید شفیع نیا است.

موضوع: فرزکاری

شناسه افزوده: الف - شفیع نیا، حمید، ۱۳۴۹- ب - سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. ج - دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و

حرفة‌ای و کاردانش. د - اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی.

ردیه‌بندی کنگره: TJ ۱۲۲۵/۴۴۱۳۹۰

ردیه‌بندی دیوبی: ۶۲۱/۹۱

شماره کتاب‌شناسی ملی: ۲۲۳۳۸۸۳

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



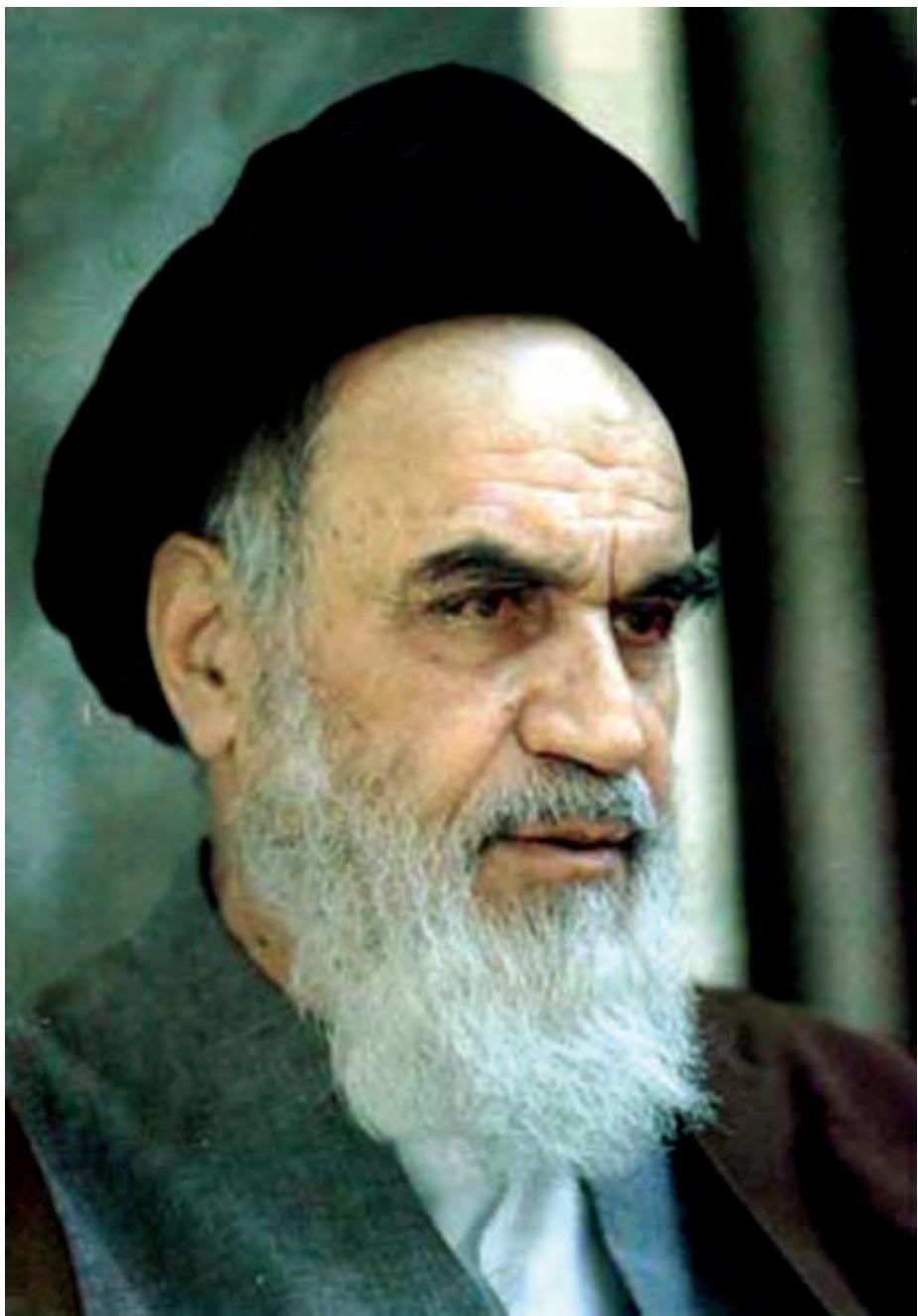
فرزکاری (جلد ۲) - ۳۱۱۱۳۰
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر تالیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کارداشی
غلامحسن پایگان، محمد مهرزادگان، سید حسن سید تقی‌زاده، حسن امینی، محمد سعید کافی، حسن آقابابایی و
محمد قنبری (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
محسن قربانی سالخورد، حمید شفیع‌نیا (اعضای گروه تألیف) - یحیی گیلک (ویراستار ادبی)
ادارة کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
زهرا ضیایی خرم (صفحه‌آرا) - حمید شفیع‌نیا، محسن قربانی سالخورد (رسام فنی)
تهران : خیابان ابراشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن : ۰۹۱۶۱۳۸۸۳۱، دورنگار : ۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۷۵۹
وبگاه : www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخت)
تلفن : ۰۹۱۶۱-۵۱۵۸۹۴۰، دورنگار : ۰۹۸۵۱۶-۴۴۹۸۵۱، صندوق پستی : ۳۷۵۱۵-۱۲۹
شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
چاپ چهارم ۱۳۹۹

نام کتاب :
پدیدآورنده :
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف :
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف :

مدیریت آماده‌سازی هنری :
شناسه افزوده آماده‌سازی :
نشانی سازمان :

ناشر :
چاپخانه :
سال انتشار و نوبت چاپ :

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن بهصورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان منوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



از شماست که مردان و زنان بزرگ تربیت می‌شود. شماها تحصیل کو شش کنید که برای فضائل اخلاقی،
فضائل اعمالی مجذب شوید. شما برای آتیه مملکت اجوانان نیز مند تربیت کنید. دامان شما یک مدرسه ای است که
در آن جوانان بزرگ تربیت بشود. شما فضائل تحصیل کنید تا کو دکان شما در دامان شما به فضیلت برند.
امام خمینی «قدس سرمه»

بنام خدا

سخنی با مدیران، همکاران و هنرجویان گرامی

فعالیت در عرصه آموزش و پرورش بیانگر اعتقاد راسخ به ارزش‌های والای انسانی و عبادت در محراب استقلال فرهنگی آموزشی است و سپاس از این که عنایات الهی شامل حال ما شد تا با بضاعت اندک علمی خود، بتوانیم در نظام جمهوری اسلامی ایران تجربیات علمی، عملی خود را در اختیار همکاران و جوانان شایسته کشور عزیزمان قرار دهیم.

یکی از روش‌هایی که از دیر باز تا به امروز در صنعت ماشین‌کاری کشورهای مختلف نقش اساسی ایفا نموده‌است، استفاده از ماشین‌های فرز به صورت عمومی و اختصاصی می‌باشد. تولید چرخ‌دنده که نماد صنعت و پویایی صنعتی در دنیا می‌باشد. عموماً به کمک این روش تولید می‌شود. کتاب حاضر که بر مبنای استاندارد مهارتی سازمان فنی و حرفه‌ای تألیف شده است، بر اساس جمع آوری مطالب علمی به روز و تجربیات عملی تهیه و مورد تصویب دفتر تأثیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش قرار گرفته است. در این مجموعه سعی شده است به آخرین تغییرات به وجود آمده در زمینه فرز‌کاری نیز اشاره شود و با ارائه تصاویر واقعی از دستگاه‌های موجود در کشور، استفاده از نرم افزارهای طراحی در نمایش تصاویر مجسم و مجموعه‌ای از سوالات مختلف، درک خوانندگان را در یادگیری مطالب بالا برد. از طرفی به منظور آگاهی بخشیدن بیشتر فرآگیران، نکات ایمنی در کادر زرد رنگ، تعاریف صورتی، نکات مهم سبز و آیا می‌دانید با رنگ آبی در متن درس لحاظ گردیده است.

در ادامه فرم نحوه ارزشیابی پایان هر دستور کار آمده است که لازم است همکاران ارجمند نسبت به آگاه کردن هنرجویان گرامی از محتوای آن اهتمام ورزند. سعی شده است که نقشه‌های کارگاهی به صورت یک پروژه کاربردی باشد تا انگیزه‌ی بیشتری را در فرآگیران ایجاد کند. با این حال ممکن است ساعت عملی در نظر گرفته شده برای هر واحد کار زیاد باشد که همکاران عزیز می‌توانند با مدیریت زمان از پروژه‌های پیشنهادی پایان کتاب نیز استفاده کنند.

به طور قطع با تمام دقیقی که در تهیه این کتاب شده است، خالی از اشکال نیست، لذا موجب امتحان است اگر خوانندگان عزیز نظرات و پیشنهادات خود را از ما دریغ نورزند.

فهرست

واحد کار ۷: توانایی تراشیدن چرخ دنده ساده میلی‌متری با ماشین فرز

۴	۱- آشنایی با انواع چرخ دنده و کاربرد هر یک از آن‌ها.....
۱۳	۲- واژه‌ها و مشخصات فنی چرخ دنده ساده.....
۱۵	۳- روش‌های تولید چرخ دنده.....
۱۸	۴- ترتیب و مراحل ساخت چرخ دنده‌های ساده.....
۳۰	ارزشیابی پایانی.....

واحد کار ۸: توانایی تراشیدن چرخ دنده ساده اختلافی میلی‌متری با ماشین فرز

۳۴	۱- تقسیم اختلافی.....
۳۵	۲- محاسبه چرخ دنده‌های تعویضی.....
۴۹	۳- اصول کنترل دنده‌های چرخ دنده ساده با کولیس دنده‌سنچ.....
۵۴	۴- اصول کنترل دنده‌های چرخ دنده ساده با میکرومتر فک بشقابی.....

واحد کار ۹: توانایی تراشیدن دنده‌های شانه‌ای ساده و مایل

۶۴	۱- دنده‌های شانه‌ای ساده و مایل و کاربرد آن‌ها.....
۶۵	۲- نحوه تراشیدن دنده‌های شانه‌ای.....
۶۵	۳- محاسبات دنده‌های شانه‌ای ساده و مایل.....
۶۹	۴- تراشیدن دنده شانه با استفاده از دستگاه فرز.....
۷۳	۵- دستورالعمل تراشیدن دنده‌های شانه‌ای ساده و مایل.....
۷۶	۶- کنترل اندازه‌های دنده‌های شانه‌ای ساده و مایل.....
۸۲	ارزشیابی پایانی.....

واحد کار ۱۰: توانایی تراشیدن شیارهای مارپیچ توسط ماشین فرز افقی و عمودی

۸۷	۱- شیار مارپیچ.....
۸۸	۲- آشنایی با پارامترهای یک شیار مارپیچ.....
۸۹	۳- ایجاد شیار مارپیچ با استفاده از ماشین فرز.....
۹۴	۴- محاسبات لازم جهت ایجاد حرکت چرخشی برای ایجاد مارپیچ.....
۱۰۰	۵- ایجاد شیار مارپیچ با استفاده از ماشین فرز عمودی.....
۱۰۷	ارزشیابی پایانی.....

واحد کار ۱۱: توانایی تراشیدن چرخ دنده‌های مارپیچ با ماشین فرز

۱۱۳	۱- آشنایی با چرخ دنده مارپیچ.....
۱۱۴	۲- محاسبات مربوط به چرخ دنده‌های مارپیچ.....
۱۱۹	۳- نحوه تنظیم میز ماشین.....
۱۱۹	۴- نحوه تنظیم دستگاه تقسیم.....

۱۱-۵	نحوه نصب و تنظیم تیغه فرز نسبت به قطعه کار	۱۲۳
	ارزشیابی پایانی	۱۲۹
۱۲	واحد کار ۱۲: توانایی خطکش و سوراخکاری با ماشین فرز.	۱۳۵
۱۲-۱	آشنایی با مفهوم سوراخکاری	۱۳۶
۱۲-۲	آشنایی با انواع مته و مته مرغک	۱۴۲
۱۲-۳	آشنایی با وسایل خطکشی	۱۴۷
۱۲-۴	شناصایی اصول خطکشی قطعات طبق نقشه	۱۵۰
۱۲-۵	آشنایی با انتخاب مته مرغک و مته مناسب	۱۵۱
۱۲-۶	نحوه تیز کردن مته با سنگ دو طرفه	۱۵۵
۱۲-۷	نکات ایمنی در تیز کردن مته	۱۵۶
۱۲-۸	مراحل سوراخکاری دقیق و خزینه کاری بر روی ماشین فرز	۱۵۶
۱۲-۹	نکات ایمنی در سوراخکاری با ماشین فرز	۱۶۴
	ارزشیابی پایانی	۱۷۱
۱۳	واحد کار ۱۳: توانایی قوس تراشی	۱۷۷
۱۳-۱	آشنایی با انواع قوس	۱۷۷
۱۳-۲	روش‌های ایجاد قوس	۱۷۸
۱۳-۳	تنظیم میزگردان	۱۸۱
۱۳-۴	بسن و تنظیم قطعه کار روی میزگردان	۱۸۳
۱۳-۵	تعیین موقعیت تیغه فرز نسبت به قطعه کار	۱۸۴
	ارزشیابی پایانی	۱۹۱
۱۴	واحد کار ۱۴: توانایی سروپس و نگهداری ماشین فرز	۱۹۷
۱۴-۱	آشنایی با مفهوم سروپس و نگهداری	۱۹۷
۱۴-۲	آشنایی با محل‌های گریس خور و روغن خور	۱۹۷
۱۴-۳	آشنایی با سیستم‌های روغن‌کاری (تمرکزی - منفرد)	۱۹۸
۱۴-۴	آشنایی با انواع گریس‌ها و روغن‌های مورد استفاده	۱۹۹
۱۴-۵	شناصایی اصول سروپس و نگهداری ماشین فرز	۲۰۴
۱۴-۶	شناصایی اصول و نکات ایمنی در روغن‌کاری	۲۰۶
	ارزشیابی پایانی	۲۱۷

جدول زیر برای ارزشیابی هر مرحله کار عملی و تحویل قطعه کار طراحی شده است.

فرم ارزشیابی حیطه روانی حرکتی و حیطه عاطفی							
نام گروه	نام و نام خانوادگی هنرجو:	شماره دستگاه	کارگاه				
				نام یا شماره قطعه کار:			
بارم بندی حیطه عاطفی (در این بخش عملکرد هنرجو حین کار به صورت امتیاز منفی از نمره اصلی کم خواهد شد)							
ملاحظات	مقیاس درجه‌بندی			عنایون عملکرد هنرجویان در حیطه عاطفی			
	بدون خطا	با خطای کم	با خطای زیاد				
-۰	-۱	-۲		سرمیس دستگاهها	۱		
				حضور به موقع در کارگاهها	۲		
				استفاده از وسایل حفاظتی	۳		
				تمیز کردن محیط و ابزارها و تحویل به انبار و قرار دادن برخی از ابزارها در جای اولیه	۴		
				کار گروهی	۵		
				جمع			
توجه: با توجه به صلاح‌دید هنرآموز محترم تعداد عوامل ردیف‌های بالا می‌تواند کم و زیاد شود. توضیح: پس از تعیین نتیجه، جمع نمرات را بر تعداد عوامل ردیف ۱ تا ۵ تقسیم کنید تا امتیاز منفی حیطه عاطفی به دست آمده و در نهایت آن را از نمره حیطه روانی حرکتی کم کنید.							
ارزشیابی حیطه حوزه شناختی - بخش کار بستن این بخش شامل رعایت ابعاد قطعه با توجه به نقشه کار می‌باشد. محاسبات مربوط به سرعت برش، سرعت پیش روی و عده دوران: (۲ نمره)							
رعایت تولرانس داده شده (۱ نمره): رعایت کیفیت سطح خواسته شده (۱ نمره):							
ملاحظات	بارم	عنایونی که مرتبط با ابعاد و شکل قطعه ارائه شده می‌باشد (مثل گونیا کاری، شیار و.....)	ردیف				
					۱		
					۲		
					۳		
					۴		
					۵		
					۶		
					۷		
					۸		
				جمع نمرات از ۱۶ نمره			
نمره نهایی با احتساب امتیاز حیطه عاطفی:							

هدف کلی:

فرزکاری سطوح داخلی و خارجی قطعات

تا دقیق ۵٪ میلی‌متر

واحد کار ۷



هدف کلی: توانایی تراشیدن چرخ دنده ساده میلی متری با ماشین فرز

اهداف رفتاری:

پس از آموزش این واحد کار از فرآگیر انتظار می‌رود:

- ۱- با انواع چرخ دنده آشنا و کاربرد هر یک آن‌ها را بداند.
- ۲- انواع چرخ دنده را بشناسد.
- ۳- محاسبات چرخ دنده ساده مدولی را انجام دهد.
- ۴- تنظیمات دستگاه فرز و دستگاه تقسیم را برای چرخ دنده زنی انجام دهد.
- ۵- چرخ دنده ساده را بتراشد.
- ۶- اصول کنترل شیارهای دنده را با کولیس و میکرومتر دانسته و انجام دهد.
- ۷- نکات فنی و اصول ایمنی در تراشیدن چرخ دنده ساده را بداند و رعایت کند.

چرخ دنده ساده

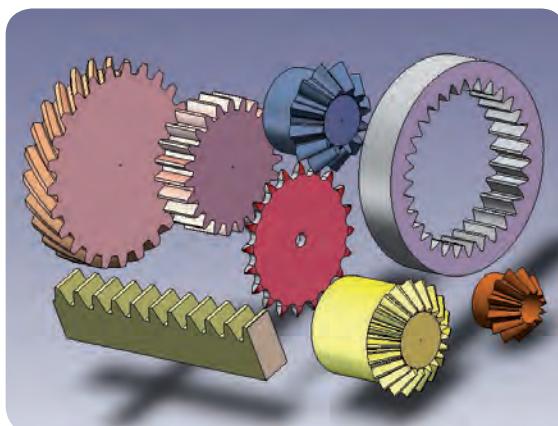
زمان آموزش		
عملی	نظری	
۱۴ ساعت	یک ساعت و ۳۰ دقیقه	توانایی تراشیدن چرخ دنده ساده میلی متری با ماشین فرز
یک ساعت	۳۰ دقیقه	ارزشیابی ورودی و پایانی توسط هنرآموز و ثبت در برگه ارزشیابی
۱۷ ساعت		جمع

پیش آزمون: (۱۵ دقیقه)

- ۱- چگونه می‌توان یک چرخ دنده ساخت؟
- ۲- آیا شکل ظاهری چرخ دنده‌ها با هم فرق می‌کند؟
- ۳- تفاوت چرخ دنده‌ها در چیست؟
- ۴- آیا از دستگاه تقسیم می‌توان برای چرخ دنده‌زنی استفاده کرد؟
- ۵- چه نوع تیغه فرزی برای چرخ دنده‌زنی استفاده می‌گردد؟
- ۶- یک چرخ دنده دارای چه مشخصاتی است؟

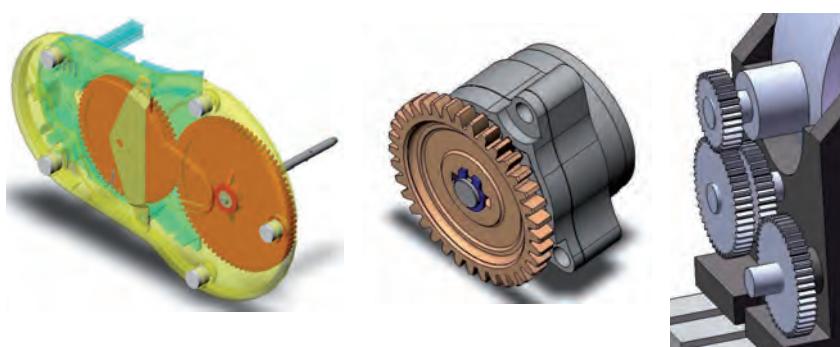
۷-۱- آشنایی با انواع چرخ دنده و کاربرد هر یک از آنها

در ابتدا انسان به وجود انرژی‌های نهفته‌ی در طبیعت مانند آب و باد پی‌برد و پس از آن به دنبال راه حلی برای انتقال و استفاده از آن‌ها افتاد. لذا از وسایلی همچون چرخ، سطح شیب‌دار، کanal و ... برای کنترل نیروهای طبیعی استفاده کرد. با گذشت زمان و ظهور انواع مختلفی از انرژی لزوم ایجاد ابزارهای جدید انتقال و تبدیل انرژی بیشتر محسوس شد. یکی از این وسایل چرخ‌های اصطکاکی بودند که تحت اعمال بار و اصطکاک بوجود آمده بین آن‌ها انتقال حرکت اتفاق می‌افتد. چرخ‌دنده‌ها شکل تکامل یافته چرخ‌های اصطکاکی هستند که برای جلوگیری از لغزش، دندانه به آن‌ها اضافه شده است.



نمونه‌هایی از انواع چرخ‌دنده‌ها

جالب است بدانید که ایرانیان باستان اولین چرخ را برای استفاده در زیر اربه و آسیاب ساخته‌اند. همچنین کشف چرخ‌دنده‌ای در آثار باستانی ما نشانگر این است که هموطنان ما در گذشته صنعت‌گران و مخترعان قابلی بوده‌اند. چرخ‌دنده‌هادر صنعت، تحول عظیمی را به عنوان انتقال دهنده‌ی نیرو ایجاد کرده‌اند.



نمونه‌هایی از کاربرد چرخ‌دنده در مکانیزم‌های صنعتی

چرخ دندنه ساده

چرخ دندنه ها یکی از بهترین گزینه ها برای انتقال حرکت دورانی هستند که از دیرباز نقش مهمی در صنعت داشته اند.

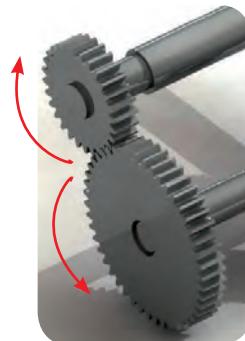
مزیت های ویژه چرخ دندنه ها را می توان به شرح زیر نام برد:

۱- توانایی انتقال دور با نسبت های مختلف:

اگر یک چرخ دندنه در دقیقه 40 دور بچرخد و حرکت دورانی آن به یک چرخ دندنه بزرگتر یا کوچک تر منتقل شود، چرخ دندنه دوم، دور کمتر یا بیشتر از 40 دور در دقیقه خواهد داشت.

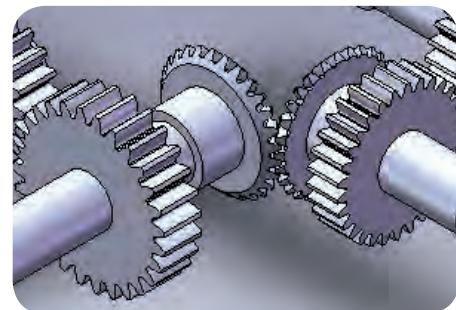
۲- توانایی تغییر جهت گردش:

دو چرخ دندنه در گیر، دارای جهت دور خلاف یکدیگر می باشند.



دور در دو چرخ دندنه در گیر با هم

۳- توانایی تغییر انتقال حرکت از محوری به محور دیگر با تغییر زاویه محورها: اگر دو محور در فاصله ای نه چندان دور از هم و با هر زاویه ای نسبت به یکدیگر، قرار گرفته باشند می توان انتقال حرکت را به سادگی انجام داد.



انتقال حرکت از محوری به محور دیگر با تغییر زاویه محورها

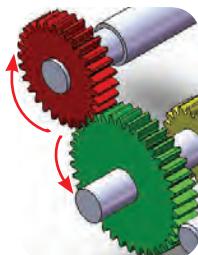
۴- انتقال نیرو با سرعت و جهت دلخواه:

با تغییر قطر یا به عبارتی تعداد دندانه های چرخ دندنه های در گیر می توان تغییر

سرعت یا تغییر عده دوران را ایجاد کرد.

۵- تماس دائمی و بدون لغزش چرخ‌ها:

در گیری دائم چرخ‌دنده و اطمینان از انتقال حرکت با حداقل لغزش دندانه‌ها از مزایای چرخ‌دنده‌ها می‌باشد.



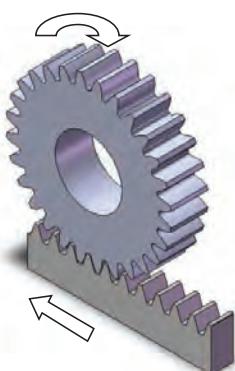
تماس دائمی و بدون لغزش چرخ‌دنده‌ها

۶- انتقال نیروی بیشتر:

در مقایسه با چرخ تسمه، چرخ زنجیر، چرخ‌های اصطکاکی و مکانیزم‌های مشابه دیگر، در صورت استفاده از چرخ‌دنده می‌توان سرعت بیشتر و قدرت بیشتری را انتقال داد. همچنین هنگام استفاده از چرخ‌دنده اتلاف نیرو کمتر می‌باشد و در نهایت دوام و عمر مجموعه بیشتر خواهد بود.

۷- تبدیل حرکت دورانی به خطی و بالعکس:

در نوع خاصی از چرخ‌دنده‌ها مثل چرخ و شانه تبدیل حرکت دورانی به خطی را می‌توانیم مشاهده کنیم.



تبدیل حرکت دورانی به خطی و بالعکس

معایب چرخ‌دنده‌ها:

در کنار مزایای ویژه‌ای که چرخ‌دنده‌ها دارند به معایبی نیز می‌توان اشاره کرد:

۱- نامناسب بودن در فواصل زیاد بین محورها: اگر فاصله محورهای انتقال

چرخ دندۀ ساده

دور زیاد باشد بهتر است از چرخ تسمه و یا چرخ زنجیر استفاده کنیم. زیرا پر کردن فاصله بین محورها با چرخدنده منجر به بزرگ شدن و در نتیجه سنگین شدن آن‌ها می‌شود و ممکن است چرخش آن‌ها در عمل غیر ممکن شده و یا نیازمند توان بالایی برای به حرکت درآوردن آن‌ها باشد.

۲- حرارت ایجاد شده بین دو چرخدنده: این پدیده ممکن است به علت رعایت نکردن لقی استاندارد بین دو چرخدنده و عدم روغن کاری مناسب اتفاق بیافتد.

۳- صداهای ناهنجار: هر وقت دندانه یک چرخدنده با چرخدنده دیگری درگیر شود، این برخورد و ضربه صدای بلندی تولید می‌کند. همچنین فشار روی چرخدنده را نیز افزایش می‌دهد. در چرخدنده‌های ساده صدای درگیری دو چرخدنده بیشتر و در چرخدنده‌های مارپیچ و جناغی صدا کمتر است.

۴- ترک خوردن و پوسته شدن دندنه‌ها: پدیده ترک خوردن به دلیل فشار اعمال شده از طرف دندانه‌ها به یکدیگر می‌باشد و پدیده‌ی پوسته‌ای شدن دندانه‌ها نیز اغلب در چرخدنده‌های آبکاری شده به وجود می‌آید.

۵- سائیدگی دندانه‌ها: درگیری دو دندانه با هم و ایجاد اصطکاک فلز با فلز در چرخدنده‌ها طبیعی است و در اغلب مواردی که دو چرخدنده با هم درگیر می‌شوند چرخدنده‌ای که قطوش کوچکتر است زودتر سائیده می‌شود.

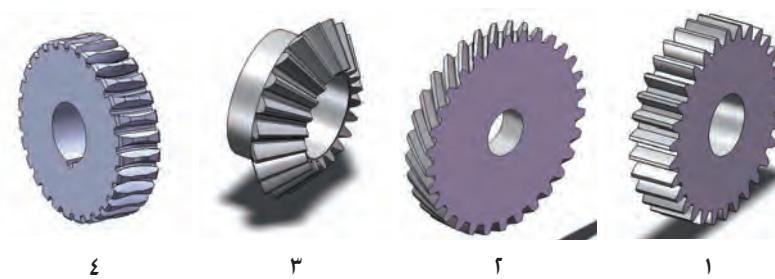
انواع چرخدنده‌ها

به دلیل کاربردهای مختلف چرخدنده‌ها، تنوع شکل و اندازه نیز در آن‌ها بسیار زیاد است. از چرخدنده‌های بسیار کوچک در ساعتهای مچی آنالوگ (عقربه‌ای) گرفته تا چرخدنده‌های بسیار بزرگ که در موتور کشتی‌های غول‌پیکر استفاده می‌شوند. در صنعت برای چرخدنده‌های معمول و متعارف مانند هر بخش دیگری استانداردهایی تعریف شده است. با این وجود در برخی کاربردهای خاص تولید کننده‌ها باید به صورت انحصاری و در واقع سفارشی دست به طراحی و ساخت چرخدنده‌ها بزنند. آنچه در اینجا حائز اهمیت است، شناخت کافی و کامل از انواع چرخدنده‌های متعارف است. به همین منظور هر تولید کننده‌ای که قصد استفاده از چرخدنده در محصول خود را داشته باشد، باید از فرد متخصصی

در این زمینه بهره بگیرد. چرخ دنده‌ها را به چند صورت می‌توان طبقه‌بندی کرد. ممکن است این تقسیم بندی بر حسب شکل ظاهری، نوع کاربرد و یا روش ساخت آن‌ها باشد. اما در اکثر مواقع چرخ دنده‌ها بر حسب شکل ظاهری طبقه‌بندی می‌شوند.

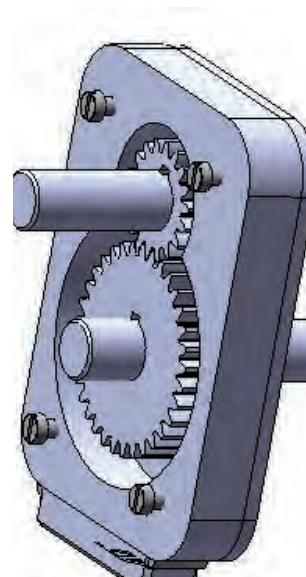
به طور کلی چرخ دنده‌های زیر از مهم‌ترین چرخ دنده‌ها می‌باشند:

۱. چرخ دنده‌های ساده^۱
۲. چرخ دنده‌های مارپیچی^۲
۳. چرخ دنده‌های مخروطی^۳
۴. چرخ دنده‌های حلزونی^۴



هر کدام از این چرخ دنده‌ها، خود شامل انواع مختلف دیگری هستند. به عنوان مثال از انواع چرخ دنده‌های مخروطی می‌توان به مستقیم، مارپیچ، غیر متعامد، متنافر و ... اشاره کرد. گاهی ترکیب چندین چرخ دنده در جعبه یا محفظه‌ای به منظور کاهش یا افزایش دور خروجی صورت می‌گیرد که این مجموعه جعبه‌دنده "گیربکس"^۵ نامیده می‌شود.

فرم و شکل دنده‌های چرخ دنده از منحنی‌های خاصی تبعیت می‌کند که می‌توان به منحنی اینولوت و سیکلوئید اشاره کرد. فرم منحنی چرخ دنده، نحوه درگیری آن‌ها را نسبت به هم تعیین می‌کند. (تفسیر و شرح منحنی‌ها را در مقاطع بالای تحصیلی خواهید آموخت). تنوع چرخ دنده‌ها را از نظر جنس نیز می‌توان دسته‌بندی کرد. انتخاب جنس بر مبنای کاربرد چرخ دنده می‌باشد. تا حد امکان جنس دو چرخ دنده را یکی انتخاب می‌کنند زیرا موجب می‌شود تا اثر متقابل آن‌ها بر هم یکسان باشد مگر اینکه به دلیل اختلاف بالای بین قطر دو چرخ دنده درگیر جنس‌ها متفاوت باشند..



کنار هم قرار گرفتن
چرخ دنده‌ها در یک
جعبه(گیربکس)

انتخاب جنس:

برای ساخت چرخ دنده‌ها از مواد مختلفی مانند انواع فولادها، آلیاژهای غیرآهنی و همچنین مواد کامپوزیت می‌توان استفاده کرد. اما در هنگام انتخاب جنس باید به چند نکته توجه کرد:

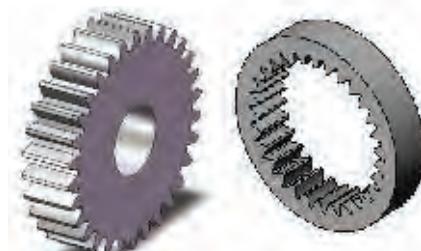
معمولًا برای ساخت چرخ دنده‌هایی که در ماشین‌های ابزار به کار می‌روند از فولادهای ریختگی با $1/3$ تا $45/40$ درصد کربن و همچنین فولادهای آلیاژی همراه با نیکل و کرم برای چرخ دنده‌هایی که بایستی بار زیادی را تحمل کنند و در مقابل سایش مقاوم باشند استفاده می‌کنند. در مواردی هم از چدن‌ها در ساخت چرخ دنده استفاده می‌شود.

۱- جنس چرخ دنده‌ها را باید طوری انتخاب کرد که قادر به تحمل فشار و انتقال نیروی لازم باشند.

۲- مواد تشکیل دهنده چرخ دنده‌ها را باید طوری انتخاب کرد که قابلیت ماشین کاری داشته باشند تا پس از عمل ماشین کاری کیفیت سطح، مناسبی داشته باشند. استفاده از مواد خیلی سخت مستلزم استفاده از روش‌های غیر سنتی ماشین کاری و در نهایت افزایش زمان تولید و افزایش هزینه‌ها خواهد شد.

۱-۷- چرخ دنده ساده

چرخ دنده‌های ساده، معمولی‌ترین نوع چرخ دنده می‌باشند. دندانه‌های آن‌ها مستقیم و بر روی محورهای موازی سوار می‌شوند. قبل از چرخ دنده‌های ساده بیشتر، برای به وجود آوردن دور و گشتاور مختلف در گیربکس‌ها استفاده می‌شود. مانند پیچ گشته‌کتریکی، ساعت زنگی، ماشین لباسشویی و ... اما شما در اتومبیل تعداد زیادی از آن‌ها را نخواهید یافت. زیرا چرخ دنده ساده، بسیار پر سر و صدا می‌باشد. سطح در گیری دو چرخ دنده ساده به صورت خطی می‌باشد. این یعنی دندنه‌های دو چرخ دنده در یک خط با هم در گیر و دور را انتقال می‌دهند. چرخ دنده‌های ساده به دو صورت داخلی و خارجی ساخته می‌شوند. در شکل هر دو نوع چرخ دنده‌ی ساده‌ی داخلی و خارجی نشان داده شده است.



چرخ دنده ساده داخلی و خارجی

۷-۱-۲- چرخ دنده مارپیچی

دندانه‌های چرخ دنده‌ی مارپیچی، مانند چرخ دنده‌های ساده بوده، با این تفاوت که در امتداد خود دنده، دارای تابیدگی و زاویه خاصی می‌باشد. این تابیدگی فرم مارپیچ و انحنا دارد و می‌تواند به صورت راست‌گرد و چپ‌گرد باشند. چرخ دنده‌های مارپیچی می‌توانند به صورت داخلی و یا خارجی با هم جفت شوند، ولی نوع داخلی آن خیلی معمول نیست. در مواردی که محورها با هم موازی نیستند یا به اصطلاح متنافر می‌باشند، از این نوع چرخ دنده کمک می‌گیریم. وقتی دنده‌ها در چرخ دنده مارپیچ با هم در گیر می‌شوند تماس از انتهای یکی از دنده‌ها شروع شده و به تدریج با چرخش چرخ دنده گسترش می‌یابد (تا زمانی که دو دنده بطور کامل در گیر شوند). در گیر شدن تدریجی، چرخ دنده‌های مارپیچی را وادر می‌کند که آرام‌تر و ملایم‌تر از چرخ دنده‌های ساده عمل کنند. به همین دلیل است که چرخ دنده‌های مارپیچی تقریباً در جعبه دنده‌های همه اتومبیل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. به علت زاویه دنده‌ها در چرخ دنده‌های مارپیچ وقتی که دنده‌ها در گیر می‌شوند، بار محوری به وجود می‌آورند.

در دو چرخ دنده مارپیچ خارجی در گیر سمت دندانه‌ها باید مخالف باشند. یعنی یکی راست‌گرد و دیگری چپ‌گرد، اما در نوع داخلی برخلاف خارجی، باید از یک نوع باشند. علاوه بر این دو چرخ دنده باید دارای زاویه مارپیچ یکسانی باشند.



در گیری دو چرخ دنده مارپیچی



چرخ دنده مارپیچی

۷-۱-۳- چرخ دنده مخروطی

اگر بر سطح جانبی یک مخروط، دندانه‌هایی ایجاد کنیم به این نوع چرخدنده مخروطی می‌گوئیم. چرخدنده مخروطی زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که محورها با هم موازی نیستند و امتداد آن‌ها با هم متقطع می‌باشند. معمولاً زاویه بین محورها 90° درجه است اما می‌توان آن‌ها را طوری طراحی کرد که در زوایای دیگر نیز به خوبی عمل کنند.



چرخدنده مخروطی

دندانه‌های روی چرخدنده‌های مخروطی می‌توانند صاف یا مارپیچی باشند. دندانه‌های چرخدنده‌های مخروطی صاف در حقیقت، شکلی مشابه دنده چرخدنده‌های ساده دارند که وقتی هر دنده در گیر می‌شود به دنده متناظر در آن لحظه ضربه می‌زند، راه حل این مشکل این است که دندانه‌های چرخدنده می‌باشد. تماس از یک انتهای چرخدنده شروع می‌شود و به صورت تصاعدی در سرتاسر دندانه گسترش می‌یابد. در چرخدنده‌های مخروطی صاف و مارپیچی محورها باید بر هم عمود باشند.



در گیری دو چرخدنده مخروطی با یکدیگر

۷-۱-۴- چرخ حلزون و پیچ حلزون

چرخ حلزون شبیه چرخدنده ساده می‌باشد. با این تفاوت که فرم کف شیار

دنده‌ها قوسی شکل می‌باشد. این چرخ دنده با پیچی بنام پیچ حلزون و پروفیل دنده‌ای، شبیه پروفیل دنده چرخ دنده درگیر می‌شود. از چرخ دنده حلزون و پیچ حلزون برای انتقال دور با نسبت استفاده می‌گردد. دستگاه تقسیم نمونه‌ای از این نسبت انتقال می‌باشد همچنین در موقعی که محورها نسبت به هم متناور بوده و همچنین انتقال دور یکطرفه است و نیاز به یک سیستم قفل شونده می‌باشد مثل جرثقیل، از این نوع مکانیزم استفاده می‌شود.



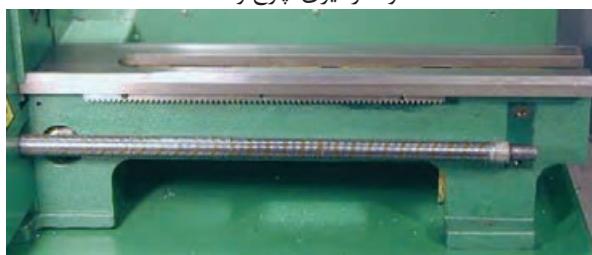
چرخ حلزون و پیچ حلزون

۷-۱-۵ - چرخ و شانه^۱

این مکانیزم از دو عضو چرخ دنده و چرخ شانه‌ای تشکیل شده است و از آن برای تبدیل حرکت دورانی به حرکت خطی استفاده می‌کنیم. در مواردی که بخواهیم دریچه‌ای را باز و بسته کنیم. در بسیاری موارد دیگر نیز می‌توانیم از این مکانیزم بهره بگیریم. جابجایی سوپرت طولی ماشین تراش، جابجایی دستگاه دریل نمونه‌هایی از کاربرد این نوع چرخ دنده ها می‌باشد.



نحوه درگیری چرخ و شانه



Jabjai سوپرت طولی ماشین تراش به کمک سیستم چرخ و شانه

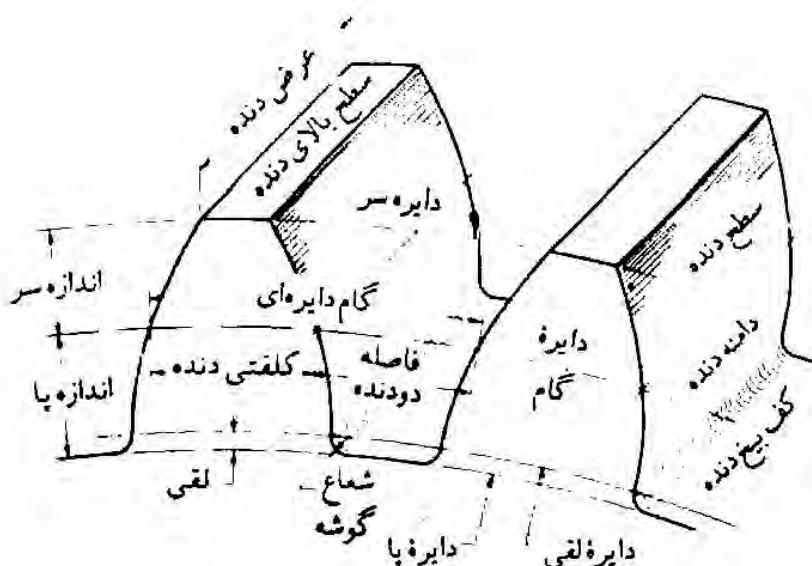
^۱-Rack & Pinion

۷-۲- واژه‌ها و مشخصات فنی چرخ دنده ساده

در ابتدا اصطلاحات فنی که ممکن است در یک دنده چرخ دنده ساده وجود داشته باشد را توضیح می‌دهیم.

دایره گام یا قطر متوسط (Pitch circle) : do

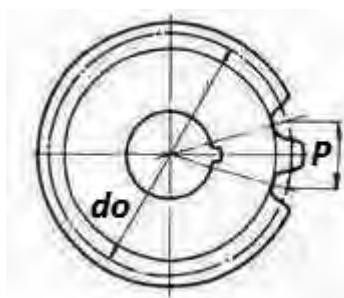
دایره‌ی فرضی است که همه محاسبات همیشه بر پایه قطر آن که قطر دایره گام می‌باشد انجام می‌شود. دوایر گام یک جفت چرخ دنده به هنگام کار با یکدیگر مماس هستند. به عبارتی دو چرخ دنده از محل قطر دایره گام با هم درگیر می‌شوند. از دو چرخ دنده درگیر آنکه کوچک‌تر است را چرخ کوچک^۱ و آنکه بزرگ‌تر است را معمولاً چرخ دنده^۲ گویند.



معرفی مشخصات فنی یک چرخ دنده ساده

گام (Circular Pitch) : p

روی دایره گام اندازه‌گیری می‌شود و فاصله نقطه‌ای روی دایره گام از یک دنده تا نقطه نظیر آن روی دنده مجاور است.



معرفی گام در چرخ دنده ساده

۱- pinion

۲-Gear

مدول (Module): m

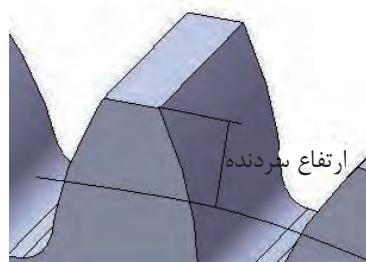
در استاندارد بین المللی SI که واحد اندازه‌گیری طول متر است، نسبت قطر گام به تعداد دندنهای را مدول گویند. مدول شکل دنده نیز می‌باشد.

دیامترال پیچ (Diametral Pitch): dp

در سیستم اندازه‌گیری بر حسب اینچ، اگر تعداد دندنهای چرخ دنده را به قطر گام که بر حسب اینچ است تقسیم کنیم مقدار به دست آمده را دیامترال پیچ گوییم. بنابراین دیامترال پیچ همان عکس مدول در سیستم متریک است.

ارتفاع سر دنده (h_k):

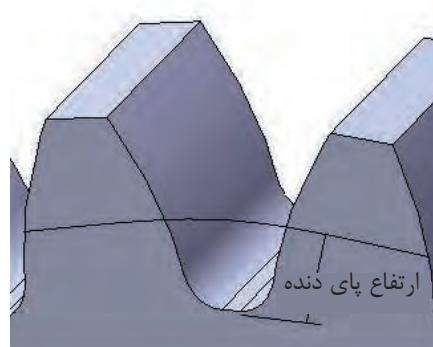
برابر است با فاصله شعاعی بین سطح سر دنده تا دایره گام که به آن ارتفاع سر دنده نیز می‌گویند.



معرفی ارتفاع سر دنده در چرخ دنده ساده

ارتفاع پای دنده (h_f):

برابر است با فاصله شعاعی بین سطح کف دنده تا دایره گام.

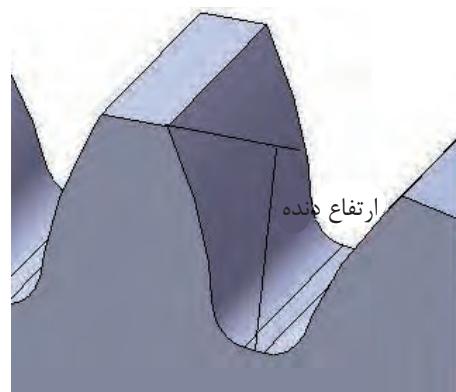


معرفی ارتفاع پای دنده در چرخ دنده ساده

چرخ دنده ساده

ارتفاع کل دنده h (Whole depth)

فاصله سر دنده تا پای دنده را ارتفاع دنده می‌گویند.



معرفی ارتفاع کل دنده در چرخدنده ساده

۷-۳- روش‌های تولید چرخدنده

روش‌های مختلفی برای ساخت چرخدنده وجود دارد که هر کدام دارای مزایای مختلفی است و باید با توجه به نوع چرخدنده، جنس، دقیق مورد نیاز، امکانات موجود و هزینه ساخت بهترین روش را انتخاب کرد. یکی از روش‌های تولید چرخدنده استفاده از ماشین‌های فرز است. در این روش با برداشتن برداری از قطعه کار توسط ابزارهای خاص شکل دنده ایجاد می‌شود.

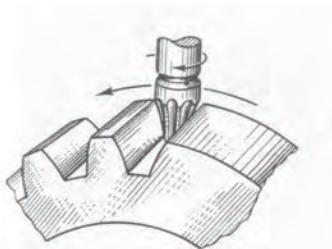
آیا می‌دانید:

تعدادی از روش‌های تولید چرخدنده به شرح زیر است:

- ۱- توسط فرزهای افقی و عمودی (به کمک دستگاه تقسیم)
- ۲- توسط دستگاه‌های هابینگ^۱ (غلطکی تراشی)
- ۳- توسط دستگاه‌های مخصوص دنده زنی
- ۴- توسط دستگاه‌های صفحه تراش و کلهزنی^۲
- ۵- توسط دستگاه‌های اسپارک^۳
- ۶- توسط دستگاه‌های خانکشی
- ۷- توسط ریخته‌گری^۴
- ۸- توسط قالب‌های دقیق^۵

تولید چرخ دنده با استفاده از ماشین‌های فرز

دنده چرخ دنده را می‌شود با ماشین‌های فرز افقی و عمودی تراشید. در فرز عمودی با استفاده از تیغه فرز انگشتی فرم داری که شکل فضای بین دنده را در می‌آورد، می‌توان این کار را انجام داد. از نظر تئوریک برای هر تعداد دنده و در یک قطر ثابت بایستی یک تیغه فرز خاص داشته باشیم که این عملًا مقرر به صرفه نیست. لذا تراش چرخ دنده‌ها با استفاده از تیغه فرزهای انگشتی خاص و فرمدار منتفی است.



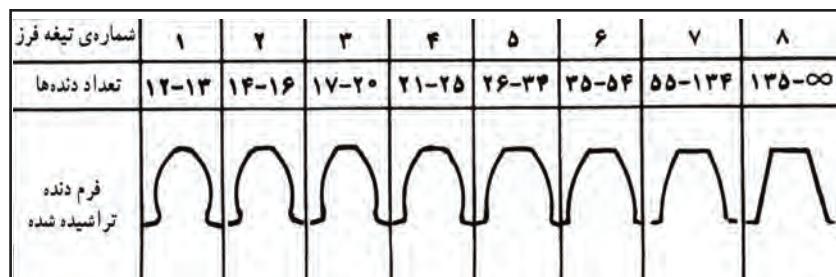
استفاده از تیغه فرز انگشتی خاص در تولید چرخ دنده

روش دیگر استفاده از تیغه فرز مدولی است. روش کار بدین ترتیب است که پس از ایجاد اولین شیار، به کمک دستگاه تقسیم و محاسبات انجام شده، شیارهای بعدی را ایجاد می‌کنیم. آن قدر این کار را تکرار می‌کنیم تا تمام دندها ایجاد شود. برای تولید چرخ دنده‌های با تعداد دندانه متفاوت نیاز به انواع تیغه فرز مدولی می‌باشد چرا که شکل پروفیل دندانه در هر حالت تغییر می‌کند. به منظور کاهش این تنوع اندازه مدول را استاندارد کرده‌اند. در جدول زیر این مدول‌ها را مشاهده می‌کنید:

مدول بر حسب استاندارد	اندازه تغییرات
۱-۰/۹-۰/۸-۰/۷-۰/۶-۰/۵-۰/۴-۰/۳	۰/۱
۴-۳/۷۵-۳/۵-۳/۲۵-۳-۲/۷۵-۲/۵-۲/۲۵-۲-۱/۷۵-۱/۵-۱/۲۵	۰/۲۵
۷-۶/۵-۶-۵/۵-۵-۴/۵	۰/۵
۱۶-۱۵-۱۴-۱۳-۱۲-۱۱-۱۰-۹-۸	۱
۲۴-۲۲-۲۰-۱۸	۲
۴۵-۴۲-۳۹-۳۶-۳۳-۳۰-۲۷	۳
۷۵-۷۰-۶۵-۶۰-۵۵-۵۰	۵

چرخ دنده ساده

به منظور محدود کردن تعداد تیغه فرزها برای هر چرخ دنده که شکل پهلوی آنها با هم تفاوت زیادی ندارند. یک تیغه فرز در نظر گرفته شده است. به این ترتیب هر سری تیغه فرز شامل ۸ عدد از شماره ۱ تا ۸ به شرح زیر بوده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این جدول فرم منحنی بغل دنده و تعداد دنده مربوط به آن مشاهده می‌شود.



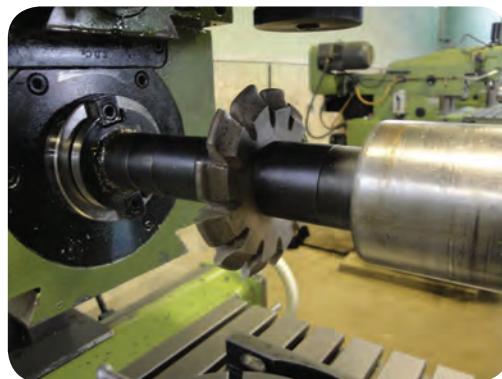
سری ۸ تایی تیغه فرزهای مدولی

برای تراشیدن چرخدنده‌های دقیق‌تر سری ۱۵ تایی از تیغه فرزهای مدولی به شرح جدول زیر ساخته شده است.

شماره تیغه فرز	۱	۱/۵	۲	۲/۵	۳	۳/۵	۴	۴/۵
تعداد دنده	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵-۱۶	۱۷-۱۸	۱۹-۲۰	۲۱-۲۲	۲۳-۲۵
شماره تیغه فرز	۵	۵/۵	۶	۶/۵	۷	۷/۵	۸	-
تعداد دنده	۲۶-۲۹	۳۰-۳۴	۳۵-۴۱	۴۲-۵۴	۵۵-۷۹	۸۰-۱۳۴	۱۳۵-۰۰	-

سری ۱۵ تایی تیغه فرزهای مدولی

لازم به ذکر است تیغه فرزهای مدولی را بر روی هر دو نوع دستگاه فرز افقی و عمودی می‌توان بست. بر روی ماشین فرز افقی تیغه فرز مدولی همانند تیغه فرز غلطکی بر روی میله فرزگیر دوطرفه بسته می‌شود. در ماشین فرز عمودی با استفاده از میله فرزگیر یک طرفه این کار انجام می‌شود.



بستن تیغه فرز مدولی بر روی میله فرزگیر یک و دو طرفه

۷-۴- ترتیب و مراحل ساخت چرخ‌دندوهای ساده

برای ساخت چرخ‌دندوهای ساده باید تمام مراحل زیر را به ترتیب دنبال کنیم:

۱- محاسبات لازم جهت تراش چرخ‌دندوهای را انجام دهیم.

این محاسبات بر اساس داده‌های موجود می‌تواند صورت بگیرد. دانستن مدول، قطر خارجی، عمق هر دنده و میزان گردش دستگیره دستگاه تقسیم از مهم‌ترین موارد است.

۲- جنس چرخ‌دندوه را مطابق نقشه انتخاب کنیم. موارد ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷ را بر روی ماشین تراش دنبال کنیم.

۳- در مرکز قطعه کار روی ماشین تراش، سوراخی ایجاد می‌کنیم. (جهت عبور درن یا محور مخروطی)

۴- یک طرف استوانه را پیشانی تراشی می‌نمائیم.

چرخ دنده ساده

۵- استوانه را روی درن یا محور مخروطی شکل سوار می‌نمائیم.

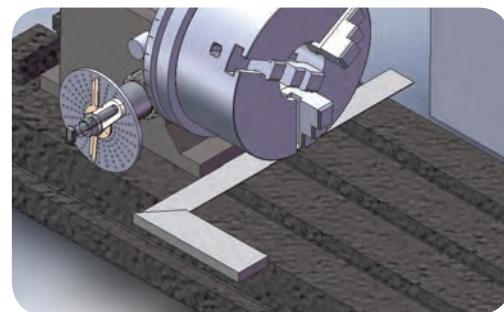


سوار کردن قطعه بر روی محور مخروطی

۶- طرف دیگر استوانه را که روی درن سوار و بین دو مرغک قرار دارد تا اندازه پهناى چرخ دنده (B) پیشانی تراشی می‌نمائیم.

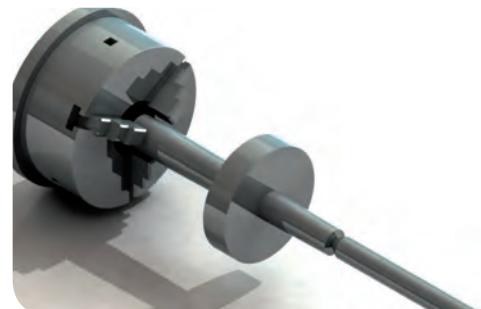
۷- استوانه را تا اندازه قطر خارجی حساب شده جهت چرخ دنده می‌تراشیم.

۸- دستگاه تقسیم را بر روی میز ماشین و به صورت صحیح مستقر می‌کنیم.
تمیز بودن سطح میز و سفت کردن پیچ‌ها را مد نظر داشته باشیم.



نصب صحیح دستگاه تقسیم بر روی میز ماشین

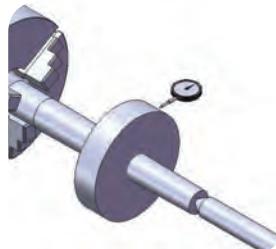
۹- درن یا محور را که استوانه روی آن قرار دارد بین دو مرغک یا مرغک و سه نظام ماشین فرز افقی محکم می‌نمائیم.



سوار کردن درن بر روی دستگاه تقسیم

۱۰- صفحه سوراخدار مناسب را بر اساس محاسبات انجام شده انتخاب و بر روی دستگاه تقسیم نصب کنیم. سایر متعلقات مثل قیچی، دستگیره، پیچ و مهره‌ها و ... را نیز در ادامه می‌بندیم.

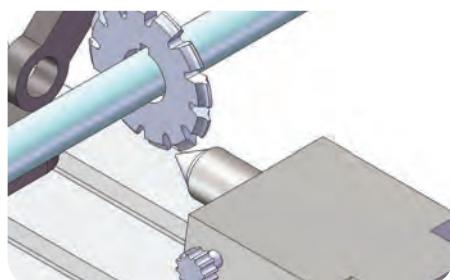
۱۱- دور بودن قطعه کار را با چرخش قطعه کار توسط دستگاه تقسیم و به کمک ساعت اندازه‌گیری کنترل می‌کنیم.



کنترل دور بودن قطعه با ساعت اندازه‌گیری

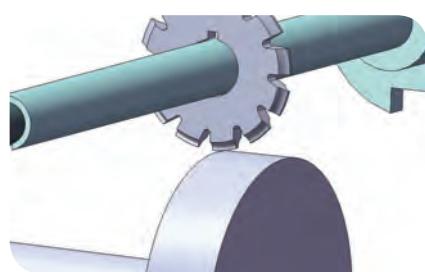
۱۲- عده دوران دستگاه، مایع خنک کننده مناسب و سایر شرایط لازم را تنظیم و کنترل می‌نماییم.

۱۳- تیغه فرز را روی محور ماشین فرز سوار نموده و سپس آن را با مرکز قطعه کار منطبق می‌کنیم. برای میزان کردن تیغه فرز از نوک مرغک کمک می‌گیریم.



منطبق کردن تیغه فرز با مرکز قطعه کار

۱۴- هنگام گردش تیغه فرز با حرکت طولی و عمودی میز ماشین تیغه فرز را روی چرخ مماس می‌کنیم.



مماس کردن تیغه فرز بر روی قطعه کار

چرخ دندنه ساده

۱۵- با حرکت عمودی میز ماشین قطعه کار را با اندازه h که ارتفاع دندانه است بار می‌دهیم.



ورنیه فلکه باردهی

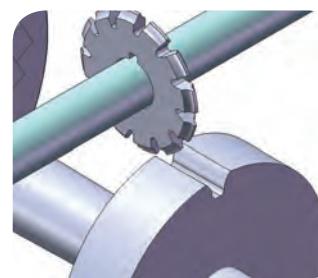
۱۶- در صورتی که جنس قطعه کار سخت باشد عمل بار دادن را در چند مرحله انجام می‌دهیم.

۱۷- به وسیله پیچ‌های مخصوص، حرکت عرضی و عمودی میز ماشین را متوقف (ترمز) می‌نمائیم.



اهرم‌های قفل کننده حرکت‌های ماشین فرز

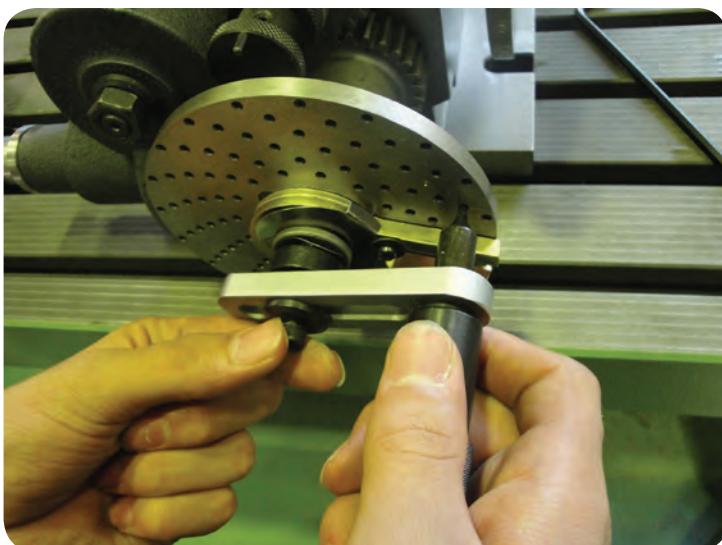
۱۸- با حرکت طولی میز ماشین (خلاف جهت دوران تیغه فرز) اولین شیار دندانه چرخدنده را ایجاد می‌کنیم.



زدن اولین شیار چرخدنده با حرکت طولی میز ماشین

۱۹- با حرکت طولی میز (موافق جهت دوران تیغه فرز) تیغه فرز را از کار خارج نموده و میز را به حالت اول برمی‌گردانیم.

۲۰- دسته دستگاه تقسیم را به اندازه حساب شده، برای هر دندانه که قبل از محاسبه شده می‌چرخانیم. سپس شروع به تراشیدن شیار دوم چرخ دنده می‌کنیم. دقت داشته باشیم که جهت چرخش را باید ثابت در نظر بگیریم و برگشت در جهت عکس حرکت قبل ممکن است در کار خطا ایجاد کند. به طور مثال اگر پس از زدن شیار اول، دستگیره را در جهت گردش عقربه ساعت به اندازه محاسبه شده بچرخانیم و شیار دوم را بزنیم، در ادامه نیز این کار را باید در جهت همان تکرار کنیم.



صفحه سوراخ دار و قیچی نصب بر روی دستگاه تقسیم

۲۱- با تکرار مراحل ۲۰ و ۲۱ تراشیدن بقیه دندانه های چرخدنده با توجه به جنس قطعه کار را ادامه می‌دهیم.

۲۲- هنگام تراشیدن چرخدنده با توجه به جنس قطعه کار از مواد خنک کننده، مانند آب صابون و گازوئیل استفاده می‌نمائیم تا نوک تیغه فرز، گرم نشده و از بین نرود.

چرخ دندۀ ساده

جدول روابط چرخ دندۀ های ساده

نام	فرمول
گام	$p = m \times \pi$
مدول	$m = \frac{p}{\pi} = \frac{d_k}{Z + 2}$
قطر دایره گام	$d_0 = m \times z = d_k - 2m$
ارتفاع سر دندۀ	$h_k = m$
لقی	$c = \frac{1}{6}m = 0.167m$
ارتفاع پای دندۀ	$h_f = m + c = 1.167m$
ارتفاع دندۀ	$h = m + m + c = 2.167m$
قطر سر دندۀ	$d_k = d_0 + 2m$
	$d_k = m(z + 2)$
قطر پای دندۀ	$d_f = d_0 - 2.334m$
	$d_f = m(z - 2.334)$
تعداد دندۀ	$z = \frac{d_0}{m} = \frac{d_k - 2m}{m}$
پهنای دندۀ	$B = 10m$
ضخامت دندۀ	$s = \frac{19}{40}p$
فاصله شیار دندۀ	$l = \frac{21}{40}p$
فاصله بین دو محور خارجی	$a = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}$
فاصله بین دو محور داخلی	$a = \frac{m(z_2 - z_1)}{2}$

مثال: مدول یک چرخ دنده ساده ۲ میلی متر و تعداد دندانه‌ی آن ۸۰ عدد است، سایر مشخصات آن را به دست آورید.

نام	فرمول	حل بر اساس فرمول
گام	$p = m \times \pi$	$p = 6.28$
مدول	$m = \frac{p}{\pi} = \frac{d_k}{z + 2}$	$dk = m(z + 2)$ 164mm
قطر دایره گام	$d_o = m \times z = d_k - 2m$	$do = 160mm$
ارتفاع سر دنده	$h_k = m$	2mm
لقی	$c = \frac{1}{6}m = 0.167m$	0.334mm
ارتفاع پای دنده	$h_f = m + c = 1.167$	2.334mm
ارتفاع دنده	$h = m + m + c = 2.167m$	4.334mm
قطر سر دنده	$d_k = d_o + 2m$ $d_k = m(z + 2)$	164mm
قطر پای دنده	$d_f = d_o - 2.334m$ $d_f = m(z - 2.334)$	155.33mm
تعداد دنده	$z = \frac{d_o}{m} = \frac{d_k - 2m}{m}$	80
پهنهای دنده	$b = 10m$	20mm
ضخامت دنده	$s = \frac{19}{40}p$	5.966mm
فاصله شیار دنده	$l = \frac{21}{40}p$	3.297mm

چرخ دنده ساده

مقدار گردش دسته دستگاه تقسیم:

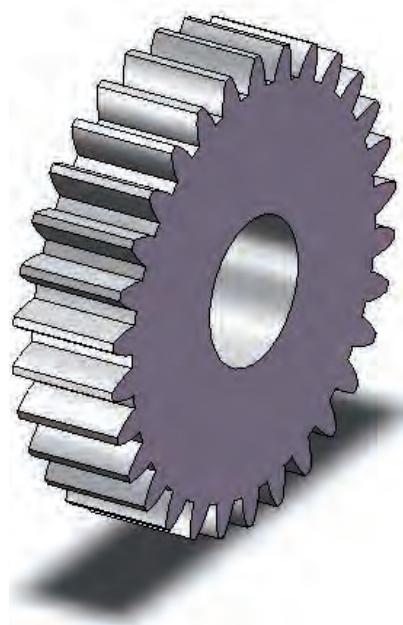
$$n_k = \frac{40}{80} = \frac{1}{2}$$

اگر نسبت دستگاه تقسیم ۱:۴۰ باشد بنابراین:

یعنی از هر ردیفی، ردیف زوجی را که انتخاب کردیم، تنها کافی است هر بار نیم دور دسته را دوران می‌دهیم. به طور مثال اگر ردیف ۱۶ سوراخ را داشته باشیم و دسته را در این ردیف تنظیم کنیم، کافی است هر بار ۸ سوراخ از این ردیف را پشت سر بگذاریم.

$$\frac{1}{2} \times \frac{8}{8} = \frac{8}{16}$$

در مواردی ممکن است تعداد دندانه‌ها به گونه‌ای باشد که هر چقدر کسر موجود را در اعدادی ضرب می‌کنیم صفحه سوراخ‌دار مربوط به آن موجود نباشد. در این شرایط باید به روش اختلافی چرخ دنده را تراشید.

ساخت چرخ دنده ساده $m=2$ و $Z=18$ 

جدول DIN ISO 2768

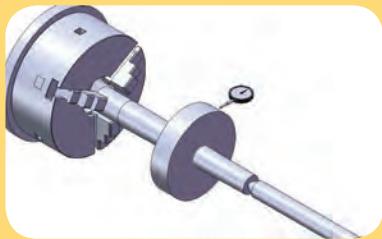
درجه اندازه تولرانس	از 0.5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	از 120 تا 400
f (ظرفی)	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2
m (متوسط)	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5
g (خشن)	± 0.15	± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2

شماره	تعداد	مشخصات قطعه	اندازه ماده اولیه	جنس ماده اولیه	شماره واحد کار	شماره کار عملی
	۱		۵۰ میلیمتر	St ۳۷	۷	۱
		مقیاس: ۱:۱			هدف آموزشی: ساخت چرخ دنده ساده	زمان: ۵ ساعت
		استاندارد: ISO				درجه تولرانس: m

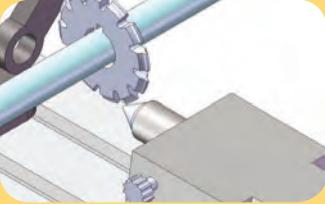
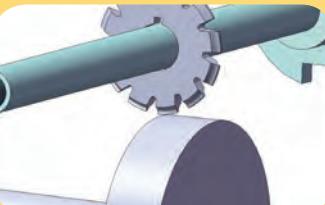
چرخ دنده ساده

جدول تجهیزات و ابزار		
تعداد	مشخصات فنی	ابزارهای لازم
۱	افقی، عمودی یا انيورسال	۱- ماشین فرز
۱	مدول ۲ شماره ۳	۲- تیغه فرز مدولی
۱	دو یا یک طرفه، بسته به نوع ماشین	۳- میله فرزگیر
۱	با نسبت ۱:۴۰ یا ۱:۶۰	۴- دستگاه تقسیم
۱	متناسب با محاسبات انجام شده	۵- صفحه سوراخ دار
۱	مخصوص دستگاه	۶- مرغک
۱	متناسب با قطر سوراخ داخلی قطعه	۷- درن

مراحل انجام کار

ردیف	شرح مراحل کار	شکل
۱	ابتدا محاسبات لازم جهت تراش چرخ‌دنده را انجام دهید.	
۲	ماده خام را بر اساس جنس چرخ‌دنده انتخاب و آماده کنید. قطر و عرض مواد انتخاب شده استوانه‌ای شکل را به اندازه اصلی یعنی d_k و B بگیرید. در مرکز کار روی ماشین تراش، سوراخی جهت عبور درن یا محور مخروطی ایجاد کنید. یک طرف استوانه را پیشانی تراشی نمایید پس از ترشیدن طرف دوم قطعه را به اندازه پهنه‌ای دنده بتراشید استوانه را روی درن یا محور مخروطی شکل سوار نمائید.	
۳	درن یا محور که استوانه روی آن قرار دارد را بین دو مرغک یا مرغک و سه نظام ماشین فرز محکم نمائید. از ساعت اندازه‌گیری جهت کنترل دور بودن قطعه کمک بگیرید.	
۴	به وسیله پیچ یا اهرم‌های مخصوص، حرکت عرضی و عمودی میز ماشین را متوقف (ترمز) نمایید.	

چرخ دندنه ساده

	<p>تیغه فرز را روی محور ماشین فرز سوار نموده و سپس آن را با مرکز چرخ دندنه میزان کنید.</p>	۵
	<p>هنگام گردش تیغه فرز با حرکت طولی و عمودی میز ماشین تیغه فرز را روی قطعه مماس کنید.</p>	۶
	<p>با حرکت عمودی میز ماشین کار را با اندازه h ارتفاع دندانه بار دهید. در صورتی که جنس کار سخت باشد عمل بار دادن را در چند مرحله انجام دهید. با حرکت طولی میز ماشین (خلاف جهت دور تیغه فرز) اولین شیار دندانه چرخ دندنه را درآورید.</p>	۷
	<p>با حرکت طولی میز (موافق جهت دور تیغه فرز) تیغه فرز را از کار خارج نموده و میز را به حالت اول برگردانید. دسته دستگاه تقسیم را به اندازه حساب شده، برای هر دندانه که قبلًا محاسبه و آماده شده بچرخانید. سپس شروع به تراشیدن شیار دوم چرخ دندنه نمائید.</p>	۸
	<p>با تکرار مرحله ۸ تراش بقیه دندانه های چرخ دندنه را ادامه دهید. هنگام تراش چرخ دندنه از مواد خنک کننده مانند آب صابون استفاده نمائید تا تیغه فرز گرم نشده و از بین نرود.</p>	۹
	<p>ارائه گزارش به هنرآموز محترم</p>	۱۰
<p>ارزشیابی نهایی</p>		

ارزشیابی پایانی

سوالات نظری (۱۵ دقیقه)

سوالات صحیح و غلط:

- ۱- چرخ‌دنده مخروطی در جایی کاربرد دارد که محورها با هم موازی هستند.
- ۲- در تمام چرخ‌دنده‌ها انتقال حرکت دورانی اتفاق می‌افتد.
- سوالات کوتاه پاسخ یا جای خالی:
- ۳- فرم دندانه‌های برنده تیغه فرزهای مدولی را به شکل می‌سازند.
- ۴- در چه مرحله‌ای مرکز قطعه‌ای که می‌خواهد تبدیل به چرخ‌دنده شود باید سوراخ‌کاری شود؟

سوالات چند گزینه‌ای:

- ۵- مدول یک چرخ‌دنده ساده $m = 5 \text{ mm}$ است. عمق شیار دندانه آن چند میلی‌متر است؟
- | | | |
|-------------|----------|---------|
| الف- ۱۰/۸۳۵ | ب- ۱۲/۵۶ | ج- ۹/۵۶ |
|-------------|----------|---------|
- ۶- مقدار گردش دسته دستگاه تقسیم برای یک چرخ‌دنده ساده با $Z=20$ و نسبت دستگاه $1:40$ برابر کدام مقدار است؟
- | | | |
|------------|----------|----------|
| الف- ۱ دور | ب- ۲ دور | ج- ۴ دور |
|------------|----------|----------|
- ۷- ضخامت یک چرخ‌دنده ساده با مدول $m = 3 \text{ mm}$ چند میلی‌متر است؟
- | | | |
|---------|-------|-------|
| الف- ۳۰ | ب- ۱۵ | ج- ۴۵ |
|---------|-------|-------|

سوالات تشریحی:

- ۸- هدف از ساختن چرخ‌دنده‌ها را بنویسید؟
- ۹- مراحل ساخت یک چرخ‌دنده ساده با دستگاه فرز را توضیح دهید؟
- ۱۰- اگر بخواهیم با تیغه فرز مدولی ۵ و تعداد دنده ۳۰ یک چرخ‌دنده ساده بسازیم. محاسبات لازم چیست؟

واحد کار ۸



هدف کلی: توانایی تراشیدن چرخ‌دنده ساده اختلافی میلی‌متری با ماشین فرز

هدف‌های رفتاری:

- ۱- پس از آموزش این واحد کار از فراگیر انتظار می‌رود:
- ۲- روش‌های تولید چرخ‌دنده اختلافی را شرح دهد.
- ۳- چرخ‌دنده‌ای با تعداد دندانه خاص که نیاز به چرخ‌دنده تعویضی دارد را بسازد.

زمان آموزش		
عملی	نظری	
۱۷ ساعت	یک ساعت و ۳۰ دقیقه	توانایی تراشیدن چرخ‌دنده ساده اختلافی میلی‌متری با ماشین فرز
یک ساعت	۳۰ دقیقه	ارزشیابی ورودی و پایانی توسط هنرآموز و ثبت در برگه ارزشیابی
۲۰ ساعت		جمع

چرخ دنده ساده اختلافی

پیش آزمون: (۱۵ دقیقه)

- ۱- آیا چرخ دنده با تعداد دندانه فرد دیده اید؟
- ۲- اگر تعداد دندانه های یک چرخ دنده ۵۳ عدد باشد و با نسبتی که در دستگاه تقسیم است نتوانیم صفحه سوراخ داری را پیدا کنیم، چگونه می توان آن را تولید کرد؟
- ۳- اگر در محاسبات گردش دسته دستگاه تقسیم به جای ۱۹ دندانه عدد ۲۰ را قرار دهیم، چه اتفاقی می افتد؟ آیا فرم دندنهای تغییر می کند؟

۸-۱- تقسیم اختلافی

در ادامه آشنایی با تقسیم محیط قطعه کار و تولید چرخ‌دنده ساده با تعداد دنده مشخص که امکان استفاده از صفحه سوراخ‌دار را میسر می‌ساخت، با طرح یک سوال به موضوع چرخ‌دنده‌های اختلافی می‌پردازیم:

می‌خواهیم چرخ‌دنده‌ای با تعداد ۵۱ دندانه بسازیم. مقدار گردش دسته دستگاه تقسیم را حساب کنید.

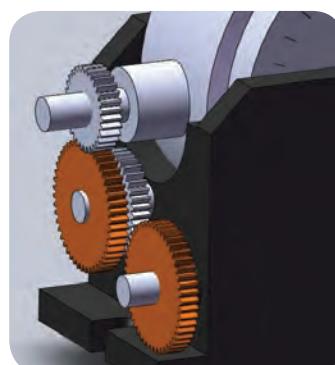
$$n_k = \frac{i}{z} \rightarrow n_k = \frac{40}{51}$$

این محاسبه نشان می‌دهد که دسته دستگاه تقسیم بایستی ۴۰ سوراخ از ردیف ۵۱ سوراخی گردش کند. همان‌طور که می‌دانیم صفحه سوراخ‌دار با تعداد سوراخ ۵۱ سوراخه همراه دستگاه تقسیم وجود ندارد. بطور کلی در تقسیم محیط یک قطعه با دستگاه تقسیم گاهی مواردی از این دست پیش می‌آید که صورت یا مخرج کسر قابل تجزیه و تبدیل شدن به کسر ساده نیست. برای حل این مشکل راه حل‌های مختلفی وجود دارد:

- ۱- استفاده از چرخ‌دنده‌های تعویضی
 - ۲- استفاده از روش ایجاد دنده با فاصله‌های متفاوت
- هر کدام از این دو روش در جای خود کاربرد دارند.

روش اول:

استفاده از چرخ‌دنده‌های تعویضی



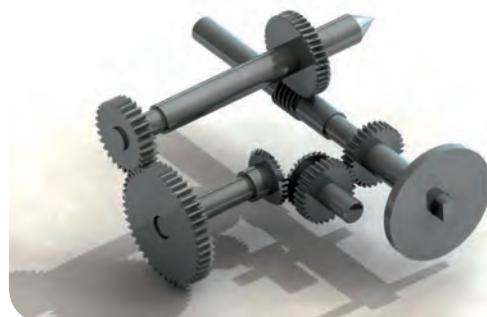
استفاده از چرخ‌دنده‌های تعویضی برای زدن چرخ‌دنده اختلافی

چرخ دندۀ ساده اختلافی

در مثال قبل مشاهده شد که مخرج کسر و گاهی نیز صورت کسر به گونه‌ای است که نمی‌توان تعداد سوراخ و یا مقدار گردش دسته را با آن تنظیم کرد. برای حل این مشکل می‌توان به جای تقسیمات واقعی تعداد تقسیمات فرضی را انتخاب کرد که مقدار گردش دسته تقسیم را بتوان به سهولت انجام داد. به عنوان مثال در حالت قبل به جای تعداد تقسیمات ۵۱ تعداد تقسیم ۵۲ را در نظر می‌گیریم و مقدار گردش دسته را با آن محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{Zt}{Zt} = \frac{i}{T'} \times (T' - T) \Rightarrow \frac{Zt}{Zg} = \frac{40}{50} (52 - 51) = \frac{40}{52} = \frac{20}{26}$$

مقدار گردش برابر ۲۰ سوراخ از ردیف ۲۶ سوراخه خواهد شد. همان‌طور که می‌دانیم این مقدار گردش برای تعداد تقسیم ۵۲ محاسبه شده است و در مجموع برای هر دندۀ مقداری اختلاف با تعداد تقسیمات ۵۱ وجود خواهد داشت. برای جبران این اختلاف باید ترتیبی اتخاذ کنیم که صفحه سوراخ‌دار، همزمان با گردش دسته دستگاه تقسیم به اندازه اختلاف دو مقدار محاسبه شده فوق برای هر فاصله جابجا شود. این جابجایی بوسیله سورکردن چرخ دندۀ‌های تعویضی بین محور کار و محور فرعی دستگاه امکان پذیر است.



سیستم انتقال دور بین قطعه کار و صفحه سوراخ‌دار در روش اختلافی

۸-۲- محاسبه چرخ دندۀ‌های تعویضی

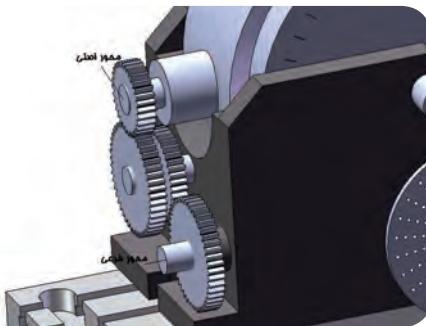
همان‌طور که در شکل فوق مشاهده می‌شود، در داخل دستگاه تقسیم دو چرخ دندۀ ساده و دو چرخ دندۀ مخروطی وجود دارد که انتقال دور را از محور پیچ حلقه‌زن با نسبت ۱:۱ به محور فرعی انتقال می‌دهند. بنابراین نسبت چرخ دندۀ‌های درون دستگاه ۱:۱ خواهد بود.



سیستم انتقال دور بین قطعه کار و صفحه سوراخدار در روش اختلافی

با استفاده از رابطه زیر می‌توان چرخدنده‌های مورد استفاده بر روی محورهای اصلی و فرعی را محاسبه کرد.

$$\frac{Z_t}{Z_g} = \frac{i}{T'} \times (T' - T)$$



معرفی محور اصلی و محور فرعی در دستگاه تقسیم

در رابطه فوق:

Z_t : تعداد دنده چرخدنده‌های محرک (محور اصلی دستگاه مرغک یا محوری که قطعه کار روی آن سوار می‌شود).

Z_g : تعداد دنده چرخدنده متحرک

i : نسبت دستگاه تقسیم ۱:۴۰

T' : تعداد تقسیمات فرضی

T : تعداد تقسیمات واقعی

معمولًاً به همراه دستگاه تقسیم، یک سری چرخدنده تعویضی استاندارد شده وجود دارد که عبارتند از:

۲۴-۲۴-۲۸-۳۰-۳۲-۳۶-۴۰-۴۴-۴۸-۵۶-۶۴-۷۲-۸۰-۸۶ و ۱۰۰

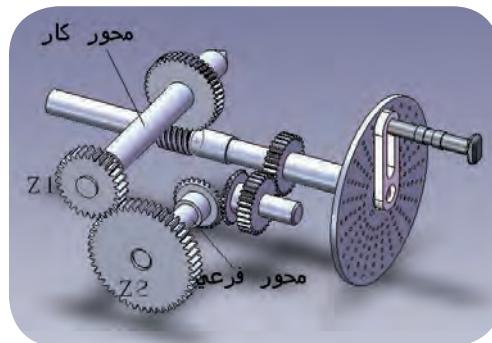
چرخ دنده ساده اختلافی



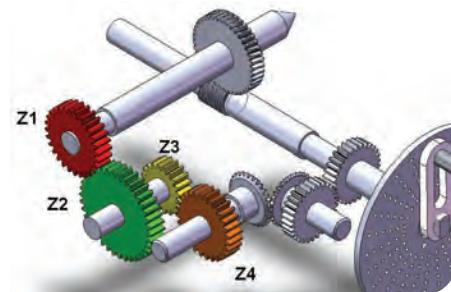
سری چرخدنده تعویضی استاندارد

مقدار عدد انتخابی T را می‌توان کاملاً به دلخواه بزرگتر یا کوچکتر از تعداد تقسیمات واقعی T انتخاب نمود. بهتر است عدد انتخابی نزدیکترین عدد به تعداد تقسیمات اصلی باشد. عدد فرضی را طوری انتخاب می‌کنیم که قابل تجزیه و تبدیل به یکی از تعداد سوراخ‌های صفحه سوراخ‌دار استاندارد و همچنین قابل تبدیل به تعداد دندنهای چرخدنده‌ای تعویضی باشد.

در هنگام محاسبه چرخدنده‌های تعویضی ممکن است محاسبه چرخدنده‌ها با نسبت ساده و یا مرکب انجام گیرد. اشکال زیر نحوه سوار شدن چرخدنده‌ها با نسبت ساده و مرکب را نشان می‌دهد.



نحوه سوار شدن چرخدنده‌ها با نسبت ساده

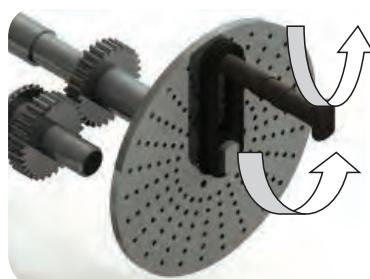


نحوه سوار شدن چرخدنده‌ها با نسبت مرکب

باید توجه داشت که اگر عدد انتخاب شده T' بزرگتر از عدد تقسیمات اصلی T باشد به عبارتی $T < T'$ باشد جهت حرکت گردش صفحه سوراخدار موافق جهت گردش دسته خواهد بود. در صورتیکه $T' > T$ باشد جهت حرکت صفحه سوراخدار مخالف گردش دسته دستگاه تقسیم می‌شود.

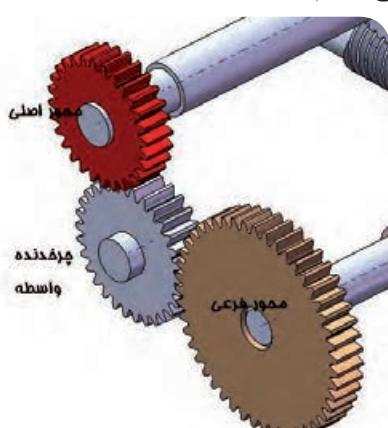


عدد انتخاب شده T' کوچکتر از عدد تقسیمات اصلی T و جهت حرکت گردش صفحه سوراخدار مخالف جهت گردش دسته تقسیم



عدد انتخاب شده T' بزرگتر از عدد تقسیمات اصلی T و جهت حرکت گردش صفحه سوراخدار موافق جهت گردش دسته تقسیم

چنانچه پس از سوار کردن چرخ‌نده‌های تعویضی جهت‌های گردش همانگ نبودند با سوار کردن یک چرخ‌نده واسطه در مسیر حرکت، جهت گردش را به شکل دلخواه تغییر می‌دهیم.



استفاده از چرخ‌نده واسطه برای تغییر جهت گردش

چرخ دنده ساده اختلافی

چون لازم است در تقسیم اختلافی صفحه سوراخ دار نیز ضمن گردش دسته تقسیم، گردش یا حرکت دورانی داشته باشد، لذا در تقسیم اختلافی بایستی ضامن نگهدارنده صفحه سوراخ دار را آزاد کرد.

مثال: جهت تراشیدن چرخ دنده‌ای با تعداد دنده ۷۱ مقدار گردش دستگاه تقسیم را در صورتی که نسبت دستگاه ۴۰:۱ باشد حساب کنید در صورت نیاز تعداد دنده‌های چرخ دنده‌های تعویضی را نیز محاسبه کنید.

$$n_k = \frac{i}{Z} = \frac{40}{71}$$

كسر فوق قابل تجزیه نیست و همچنین ۷۱ سوراخ نیز بر روی صفحه سوراخ دار وجود ندارد. پس باید عددی فرضی را برای محاسبه در نظر بگیریم.

حالت اول: عدد انتخابی از T' بزرگتر است $T' > T$ که مقدار T' را ۷۲ در نظر می‌گیریم. بنابراین:

$$n_k = \frac{40}{72} = \frac{20}{36}$$

مقدار گردش ۲۰ سوراخ از ردیف ۳۶ سوراخه خواهد بود:

$$\frac{Zt}{Zg} = \frac{i}{T'} = (T' - T)$$

$$\frac{40}{72} = \frac{72 - 71}{72}$$

$$\frac{40}{72} = \frac{Zt}{Zg}$$

چرخ دنده $Zt=40$ روی محور کار و چرخ دنده $Zg=72$ روی محور فرعی دستگاه تقسیم سوار می‌شود. چون در این حالت $T' > T$ است باید جهت حرکت صفحه سوراخ دار با جهت گردش دسته دستگاه تقسیم موافق باشد. که این موضوع را می‌توان از مثبت بودن تفاضل $T' - T$ نیز نتیجه گرفت.

$$N_k = \frac{i}{T} = \frac{40}{70} = \frac{4}{7} = \frac{14}{21}$$

حالت دوم: اگر عدد انتخابی کوچکتر از عدد تقسیمات اصلی باشد.

در این مثال می‌توان مقدار T' را 70 در نظر بگیریم. بنابراین:

مقدار گردش 12 سوراخ از ردیف 21 سوراخه خواهد بود. چرخدنده‌های تعویضی عبارتند از:

$$\frac{Zt}{Zg} = \frac{i}{T'}(T' - T) = \frac{40}{70} = (40 - 71)$$

$$\frac{Zt}{Zg} = \frac{40}{70} = -\frac{4}{7} = -\frac{32}{56}$$

$$\frac{Zt}{Zg} = \frac{32}{56}$$

علامت منفی در این عبارت صرفاً برای تشخیص جهت گردش صفحه سوراخ‌دار می‌باشد و در سایر محاسبات دخالت داده نمی‌شود.

مثال دوم: جهت ایجاد چرخدنده‌ای با تعداد دنده 63 مقدار گردش دسته دستگاه تقسیم و چرخدنده‌های تعویضی لازم را حساب کنید.

$$T = 63$$

$$T' = 60$$

$$N_k = \frac{i}{T'} = \frac{40}{60} = \frac{2}{3} = \frac{14}{21}$$

$$\frac{Zt}{Zg} = \frac{i}{T'}(T' - T) = \frac{40}{60} = (60 - 63)$$

$$\frac{Zt}{Zg} = \frac{40}{60}(-3)$$

چرخ دنده ساده اختلافی

$$\frac{Z_t}{Z_g} = \frac{120}{60} = \frac{(2 \times 6)}{(12 \times 5)}$$

$$\left(\frac{20}{12}\right) \times \left(\frac{6}{5}\right) =$$

$$\left(\frac{40}{24}\right) \times \left(\frac{36}{30}\right)$$

$$\left(\frac{Z_1}{Z_2}\right) \times \left(\frac{Z_3}{Z_4}\right) = \left(\frac{40}{24}\right) \times \left(\frac{36}{30}\right)$$

علامت منفی مخالف بودن جهت گردش دسته دستگاه تقسیم و با صفحه سوراخ دار نشان می دهد در این مسئله نسبت چرخ دنده ها مرکب بدست آمده است.

Z_1 روی محور کار و Z_2 و Z_3 روی محور ی بر روی گیتاری نصب می شود و Z_4 نیز روی محور فرعی دستگاه تقسیم نصب می گردد.

در نسبت مرکب ممکن است محور چرخدنده ها با هم برخور داشته باشند. برای کنترل عدم برخورد بایستی شرایط مجموع دنده ها را بررسی کنیم. با استفاده از رابطه زیر می توان شرط مجموع را کنترل کنیم. در صورتی که شرط مجموع دنده ها برقرار نباشد می توان با جابجایی چرخدنده ها این شرط را برقرار کرد. (جابجایی صورت با صورت و مخرج با مخرج کسر باید صورت بگیرد).

$$Z_1 + Z_3 \geq 15 + Z_2$$

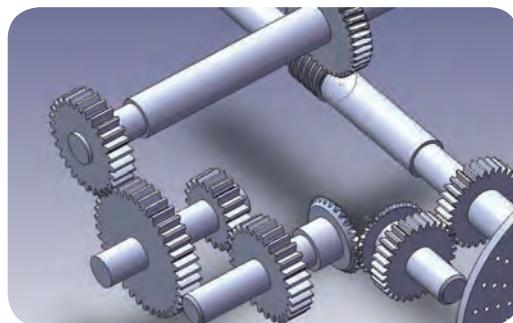
$$Z_3 + Z_4 \geq 15 + Z_2$$

در مثال فوق شرط مجموع به صورت زیر خواهد بود:

$$40 + 24 > 15 + 36 \rightarrow 51 > 64$$

$$36 + 30 > 24 + 15 \rightarrow 66 > 39$$

شکل زیر نمونه ای از طرز سوار کردن چرخدنده واسطه با توجه به جهت گردش آخرین چرخدنده را نشان می دهد که به محور فرعی دستگاه تقسیم متصل شده است.



نحوه نصب چرخ‌دنده‌های واسطه

برای تراشکاری و فرزکاری چرخ‌دنده‌های اختلافی بعد از محاسبات لازم جهت تقسیمات دنده همانند چرخ‌دنده‌های ساده عمل می‌کنیم.



نمایش تیغه فرز مدولی و قطعه کار

مثال: مطلوب است محاسبه چرخ‌دنده‌های تعویضی لازم برای تولید چرخدنده با ۳۱ دندانه.

$$T = 31$$

$$T' = 30$$

$$N_k = \frac{i}{T'} = \frac{40}{30} = 1\frac{1}{3} = 1\frac{7}{21}$$

$$\frac{Zt}{Zg} = \frac{i}{T'}(T' - T) = \frac{40}{30} = (30 - 31)$$

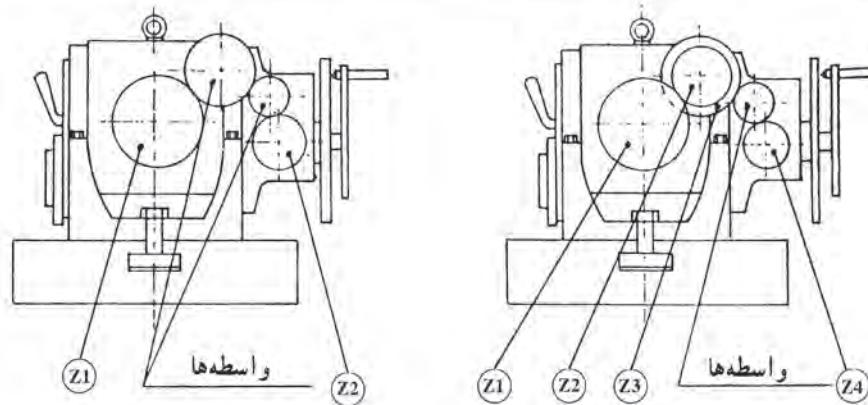
$$\frac{Zt}{Zg} = \frac{40}{60}(-1)$$

جهت تسهیل در محاسبه چرخدنده‌های تعویضی برای اعداد اول جداول زیر آورده شده است.

چرخ دنده ساده اختلافی

این جدول جهت سرعت عمل در یافتن حرم دندانه‌های تعویضی دندانه‌های اعداد اول در سه صفحه طراحی شده است.

نست دستگاه تقسیم ۱: ۴۰ است.



ادامه جدول

چرخ دنده ساده اختلافی

ادامه جدول

روش دوم:

(عدم استفاده از چرخ‌دنده‌های تعویضی)

این توضیحات برای تراشیدن چرخ‌دنده‌های اختلافی ساده بدون استفاده از چرخ‌دنده‌های تعویضی قابل استفاده خواهد بود. همانگونه که بیان شد برای تقسیمات اعداد اختلافی باید از چرخ‌دنده‌های تعویضی استفاده کرد. اما محاسبه این چرخ‌دنده‌ها و کار گذاشتن آن‌ها نیاز به وقت زیادی دارد. طبق محاسبات انجام شده می‌توان بدون استفاده از چرخ‌دنده‌های تعویضی به طور مستقیم، فقط با استفاده از دایره سوراخ‌های مناسب روی صفحه سوراخ‌دار چرخ‌دنده‌های اختلافی را تراشید.

روش کار بدین صورت است که ابتدا پس از ایجاد اولین دنده، گردش دسته بگونه‌ای است که دنده دوم تراشیده نخواهد شد، بلکه ممکن است مثلاً دنده هفتم، دنده بعدی باشد و بعد از آن نیز دنده‌ای غیر از دنده هشتم خواهد بود. در این روش توالی و ترتیب پی‌درپی تراشیدن دنده‌ها وجود ندارد، بلکه دنده بدون ترتیب در اولویت تراشیدن قرار خواهد گرفت.

جدول زیر مقدار گردش دسته دستگاه تقسیم برای اعداد اول و اختلاف دو دنده بر حسب میلی‌متر را آورده است. مثلاً برای تراشیدن چرخ‌دنده‌ای با تعداد دندانه ۶۱ می‌توان از روش زیر استفاده کرد:

از ردیف ۴۷ سوراخه ۷ دور کامل و ۱۰ سوراخ گردش کرده و فاصله دندانه‌های زده شده ۱۱ می‌باشد. یعنی بعد از تراشیدن دنده اول دنده یازدهم تراشیده خواهد شد و سپس دنده ۲۲ و

چرخ دنده ساده اختلافی

تعداد تقسیمات	تعداد دور دسته	تعداد فاصله‌های داخل قیچی	سوراخ‌های دایره تقسیم	مقدار اختلاف اندازه دو دندانه	فاصله یک دندانه به داندنه‌دیگر
۶۱	۷	۱۰	۴۷	-۰/۰۰۰۵۳۲	۱۱
۶۳	۶	۱۵	۴۳	-۰/۰۰۰۵۸	۱۰
۶۷	۲	۱۹	۴۹	-۰/۰۰۰۵۱	۴
۶۹	۵	۴۳	۵۴	-۰/۰۰۱۳	۱۰
۷۱	۳	۵۱	۵۴	-۰/۰۰۱۳	۷
۷۷	۵	۸	۴۱	+۰/۰۰۰۶	۱۰
۷۹	۲	۲۵	۴۷	+۰/۰۰۰۵۳	۵
۸۱	۱	۴۰	۴۱	+۰/۰۰۰۶	۴
۸۳	۵	۱۳	۴۳	-۰/۰۰۲۳	۱۱
۸۷	۵	۴۲	۴۳	-۰/۰۰۰۵۸	۱۳
۸۹	۴	۵۱	۵۴	+۰/۰۰۱۳	۱۱
۹۱	۶	۲۲	۳۷	+۰/۰۰۲۷	۱۵
۱۰۱	۱	۴۸	۴۹	-۰/۰۰۱۵	۵
۱۰۳	۳	۳۸	۴۳	+۰/۰۰۰۵۸	۱۰
۱۰۷	۲	۹	۳۷	+۰/۰۰۰۶۷	۶
۱۰۹	۵	۴۷	۵۳	+۰/۰۴۱	۱۶
۱۱۱	۳	۵۲	۵۴	+۰/۰۰۲۷	۱۱
۱۱۳	۳	۱۰	۵۴	-۰/۰۰۱۸	۹
۱۱۷	۱	۱۸	۴۹	-۰/۰۰۰۵۱	۴
۱۱۹	۶	۳۹	۵۴	-۰/۰۰۳۱	۲۰
۱۲۱	۱	۳۲	۴۹	+۰/۰۰۰۵۱	۵
۱۲۲	۲	۳۹	۴۱	+۰/۰۰۱۲	۹
۱۲۳	۲	۵۰	۵۴	-۰/۰۰۲۷	۹
۱۲۶	۲	۴۲	۴۹	+۰/۰۰۰۰۰۰۰۱	۹

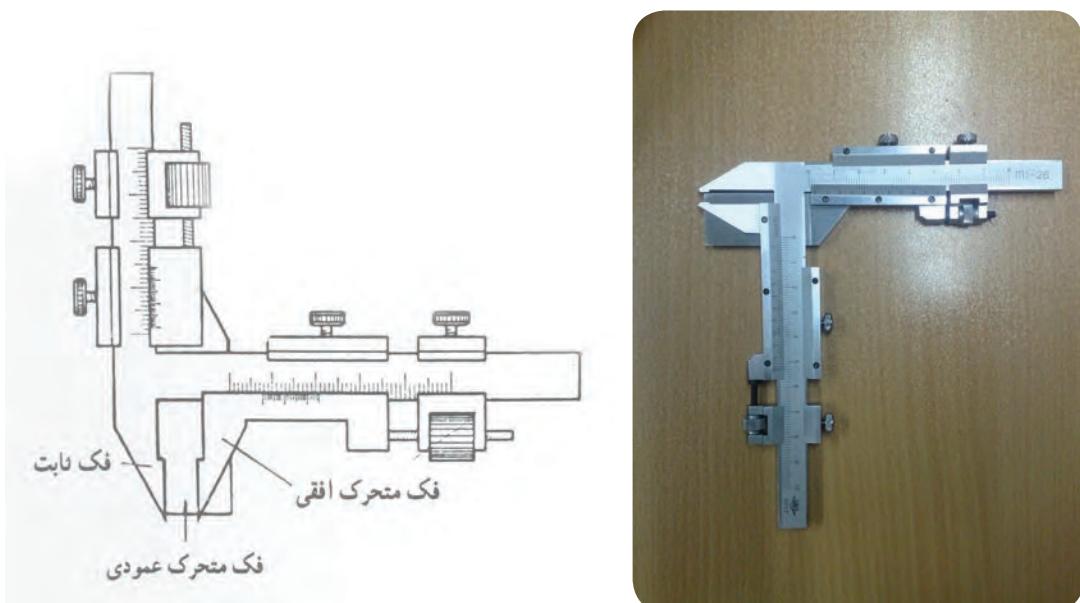
تعداد تقسیمات	تعداد دور دسته	تعداد فاصله‌های داخل قیچی	سوراخ‌های دایره تقسیم	مقدار اختلاف اندازه دو دندانه	فاصله یک دندانه به دندانه دیگر
۱۲۷	۲	۱۰	۴۹	-+/-۰۰۲۰	۷
۱۲۸	۴	۳	۴۹	-+/-۰۰۴۰	۱۳
۱۲۹	۲	۸	۴۷	-+/-۰۰۱۰	۷
۱۳۱	۵	۹	۴۷	+/-۰۰۲۱	۱۷
۱۳۳	۶	۱۷	۵۴	-+/-۰۰۳۲	۲۱
۱۳۴	۷	۲۵	۵۴	+/-۰۰۰۹	۲۵
۱۳۷	۳	۴۳	۵۴	+/-۰۰۲۳	۱۳
۱۳۸	۴	۱۷	۴۹	-+/-۰۰۳۰	
۱۳۹	۲	۱۳	۴۳	+/-۰۰۰۵۸	۸
۱۴۱	۲	۴۱	۴۹	-+/-۰۰۰۵۱	۱۰
۱۴۲	۵	۱۹	۵۴	-+/-۰۰۰۹۲	۱۹
۱۴۳	۴	۳۷	۴۹	-+/-۰۰۰۵۱	۱۷
۱۴۶	۱	۲۰	۵۴	+/-۰۰۱۸	۵
۱۴۷	۲	۳۱	۴۳	-+/-۰۰۰۵۸	۱۰
۱۴۸	۴	۱	۳۷	+/-۰۰۰۶۷	۱۵
۱۵۱	۲	۳۵	۵۴	-+/-۰۰۳۲	۱۰
۱۵۳	۱	۱۵	۴۹	-+/-۰۰۴۰	۵
۱۵۴	۲	۳	۳۹	-+/-۰۰۳۸	۸
۱۵۷	۳	۱۷	۳۰	-+/-۰۰۰۸۳	۱۴
۱۵۸	۲	۲۶	۴۹	-+/-۰۰۴۰	۱۰
۱۵۹	۲	۳۴	۶۶	-+/-۰۰۲۲	۱۰
۱۶۱	۱	۱۵	۶۲	-+/-۰۰۱۲	۵
۱۶۲	۱	۱۱	۴۷	-+/-۰۰۲۱	۵
۱۶۳	۱	۱۳	۵۷	+/-۰۰۴۳	۵

چرخ دنده ساده اختلافی

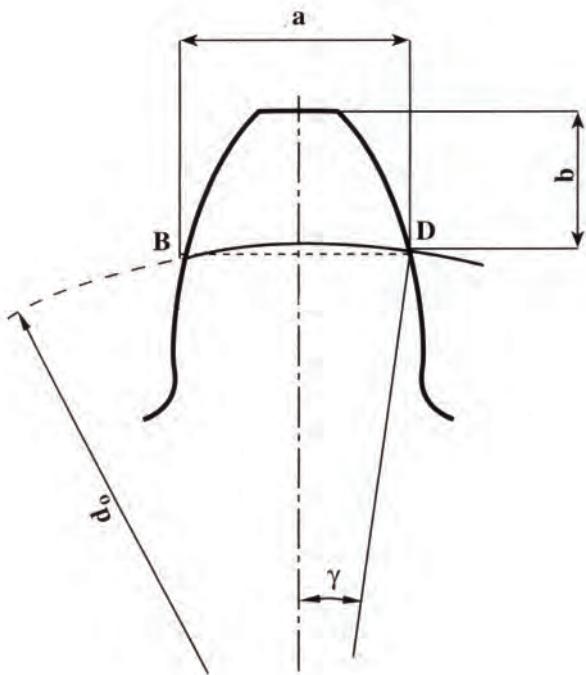
روش دوم برای تراشیدن چرخ دنده های اختلافی مارپیچ بدون استفاده از چرخ دنده های تعویضی نیز قابل استفاده خواهد بود. چرخ دنده های اختلافی مارپیچ دو سری چرخ دنده تعویضی لازم خواهند داشت. یک سری برای اختلافی بودن آن و دیگری برای ایجاد حرکت مارپیچی و امکان بستن هر دو سری این چرخ دنده ها بر روی دستگاه تقسیم وجود ندارد. بنابراین با این روش تنها چرخ دنده هایی را می بندیم که حرکت خطی میز را با حرکت دورانی قطعه همزمان می کند. این روش مناسب ترین روش برای چرخ دنده های اختلافی مارپیچ می باشد.

۸-۳- اصول کنترل دندانه های چرخ دنده ساده با کولیس دنده سنج

برای اندازه گیری دقیق ضخامت چرخ دنده ها از کولیس دنده سنج استفاده می شود.



کولیس دنده سنج

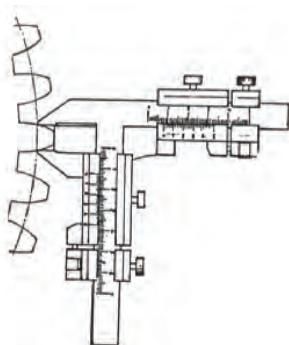


معرفی ضخامت و عمق دندانه قابل اندازه‌گیری در چرخدنده

این کولیس از دو فک متحرک تشکیل شده است. از فک متحرک افقی برای کنترل وتر، ضخامت دنده (a) و از فک متحرک عمودی برای تنظیم عمق دندانه (b) استفاده می‌شود.

اندازه‌گیری دقیق ضخامت دندانه چرخدنده

در این روش پس از تنظیم عمق اندازه‌گیری آن را روی یک دنده چرخدنده قرار می‌دهیم و فک افقی را به بغل دنده مماس کرده و ضخامت دنده را به کمک کولیس خوانده و با مقدار محاسبه شده آن مقایسه می‌کنیم. در نتیجه درستی چرخدنده را کنترل می‌کنیم.



کنترل دقیق ضخامت چرخدنده‌ی ساده با کولیس دنده‌سنجد

چرخ دنده ساده اختلافی

اندازه‌گیری دقیق عمق دندانه‌ها

برای اندازه‌گیری عمق ابتدا باید عمق فک متحرک عمودی را که برابر b می‌باشد تنظیم کرد. این مقدار کمی بزرگتر از ارتفاع سر دنده hk می‌باشد. در ابتدا زاویه گاما را که در اصل برابر $\frac{1}{4}$ زاویه گام دندانه می‌باشد محاسبه می‌کنیم.

$$\gamma = \frac{90}{Z}$$

و نهایتاً فرمول اندازه‌گیری عمق به صورت زیر است:

$$b = m(1 + z(1 - \cos \frac{\gamma}{2}))$$

محاسبه ضخامت دنده (a): این اندازه که در واقع با فک متحرک افقی سنجیده می‌شود عبارت است از اندازه‌گیری وتر و ضخامت دنده، اندازه بین نقطه D و B مقدار a از فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$a = m \times Z \times \sin \gamma$$

مثال: در چرخدنده ساده با ۲۰ دندانه و مدول ۳ اندازه عمق تنظیم و وتر ضخامت دنده را محاسبه کنید. ببینید با فرمول‌های اشاره شده به اعداد زیر می‌رسید؟

$$\gamma = 4/5$$

$$b = 3/90$$

$$a = 7/71$$

در جدول زیر مقادیر a و b بر حسب میلی‌متر و تعداد دندانه‌ها بر حسب مدول یک تعیین شده است. برای به دست آوردن مقادیر a و b با مدول غیر از یک کافیست آن‌ها را در عدد مدول ضرب کنیم.

لازم به ذکر است که روش‌های مختلف دیگری نیز برای کنترل چرخدنده‌ها وجود دارد. مثل استفاده از میکرومتر مخصوص و روش استفاده از میله‌های استاندارد.

z	b	a	z	b	a
۶	۱/۱۰۲۲	۱/۵۵۲۹	۳۲	۱/۰۱۹۳	۱/۵۷۰۲
۷	۱/۰۸۷۸	۱/۵۵۷۶	۳۴	۱/۰۱۸۱	۱/۵۷۰۲
۸	۱/۰۷۶۹	۱/۵۶۰۷	۳۵	۱/۰۱۷۶	۱/۵۷۰۲
۹	۱/۰۶۸۴	۱/۵۶۲۸	۳۶	۱/۰۱۷۱	۱/۵۷۰۳
۱۰	۱/۰۶۱۶	۱/۵۶۴۳	۳۸	۱/۰۱۶۲	۱/۵۷۰۳
۱۱	۱/۰۵۶۰	۱/۵۶۵۳	۴۰	۱/۰۱۵۴	۱/۵۷۰۴
۱۲	۱/۰۵۱۳	۱/۵۶۶۳	۴۲	۱/۰۱۴۷	۱/۵۷۰۴
۱۳	۱/۰۴۷۴	۱/۵۶۷۰	۴۵	۱/۰۱۳۷	۱/۵۷۰۵
۱۴	۱/۰۴۴۰	۱/۵۶۷۵	۴۸	۱/۰۱۲۸	۱/۵۷۰۵
۱۵	۱/۰۴۱۱	۱/۵۶۷۹	۵۰	۱/۰۱۲۳	۱/۵۷۰۵
۱۶	۱/۰۳۸۵	۱/۵۶۸۳	۵۵	۱/۰۱۱۲	۱/۵۷۰۶
۱۷	۱/۰۳۶۲	۱/۵۶۸۶	۶۰	۱/۰۱۰۳	۱/۵۷۰۶
۱۸	۱/۰۳۴۲	۱/۵۶۸۸	۶۵	۱/۰۰۹۵	۱/۵۷۰۶
۱۹	۱/۰۳۲۴	۱/۵۶۹۰	۷۰	۱/۰۰۸۸	۱/۵۷۰۷
۲۰	۱/۰۳۰۸	۱/۵۶۹۲	۷۵	۱/۰۰۷۷	۱/۵۷۰۷
۲۱	۱/۰۲۹۴	۱/۵۶۹۳	۸۰	۱/۰۰۶۹	۱/۵۷۰۷
۲۲	۱/۰۲۸۰	۱/۵۶۹۵	۹۰	۱/۰۰۶۲	۱/۵۷۰۷
۲۳	۱/۰۲۰۸	۱/۵۶۹۶	۱۰۰	۱/۰۰۵۶	۱/۵۷۰۷
۲۴	۱/۰۲۰۷	۱/۵۶۹۷	۱۱۰	۱/۰۰۵۱	۱/۵۷۰۷
۲۵	۱/۰۲۴۷	۱/۵۶۹۸	۱۲۰	۱/۰۰۴۹	۱/۵۷۰۸
۲۶	۱/۰۲۳۷	۱/۵۶۹۹	۱۲۷	۱/۰۰۴۷	۱/۵۷۰۸
۲۷	۱/۰۲۲۳	۱/۵۶۹۹	۱۳۰	۱/۰۰۴۴	۱/۵۷۰۸
۲۸	۱/۰۲۱۹	۱/۵۷۰۰	۱۴۰	۱/۰۰۴۴	۱/۵۷۰۸
۲۹	۱/۰۲۱۲	۱/۵۷۰۰	۱۵۰	۱/۰۰۳۹	۱/۵۷۰۸
۳۰	۱/۰۲۰۵	۱/۵۷۰۱	۱۶۰	۱/۰۰۳۴	۱/۵۷۰۸
		Grem.	۱		۱/۵۷۰۸

چرخ دنده ساده اختلافی

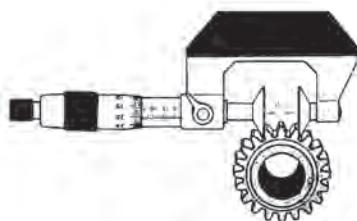
تعداد دنده	ضریب زاویه فشار $\alpha = 20^\circ$ Z						
12	4.5963	48	16.9090	84	0.2217	120	0.5344
13	4.6103	49	16.9230	85	0.2372	121	0.5485
14	4.6243	50	16.9370	86	0.2497	122	44.5146
15	4.6383	51	16.9510	87	32.2169	123	0.5266
16	4.6523	52	19.9121	88	0.2299	124	0.5406
17	7.6184	53	19.9311	89	0.2439	125	0.5566
18	7.6324	54	19.9451	90	0.2579	126	0.5706
19	7.6161	55	19.9592	91	0.2719	127	0.5866
20	7.6605	56	19.9732	92	0.2859	128	0.5986
21	7.6745	57	19.9872	93	0.2999	129	0.6166
22	7.6883	58	20.0012	94	0.3139	130	47.5768
23	7.7025	59	20.0152	95	0.3229	131	0.5998
24	7.7165	60	20.0292	96	35.2940	132	0.6068
25	7.7305	61	22.9953	97	0.3080	133	0.6263
26	10.6966	62	23.0093	98	0.3220	134	0.6308
27	10.7106	63	0.0233	99	0.3361	135	0.6488
28	10.7246	64	0.0373	100	0.3501	136	0.6698
29	10.7386	65	0.0513	101	0.3641	137	0.6768
30	10.7576	66	0.0654	102	0.3781	138	0.6958
31	10.7666	67	0.0791	103	0.3971	139	50.6569
32	10.7806	68	0.0934	104	38.3587	140	0.6769
33	10.7916	69	0.1074	105	0.3777	141	0.6809
34	10.8086	70	26.0735	106	0.3867	142	0.6989
35	13.7748	71	0.0625	107	0.4002	143	0.7179
36	13.7888	72	0.1015	108	0.4146	144	0.7270
37	13.6028	73	0.1155	109	0.4283	145	0.7410
38	13.8168	74	0.1265	110	0.4423	146	0.7550
39	13.8308	75	0.1435	111	38.4563	147	0.7650
40	13.8448	76	0.1575	112	0.4793	148	53.7191
41	13.8688	77	0.1715	113	41.4354	149	0.7391
42	13.8728	78	29.1377	114	0.4504	150	0.7651
43	13.8868	79	0.1517	115	0.4614	151	0.7771
44	16.8530	80	0.1657	116	0.4784	152	0.7911
45	16.8669	81	0.1797	117	0.4994	153	0.6051
46	16.8810	82	0.1937	118	0.5011	154	0.8192
47	16.8950	83	0.2077	119	0.5204	155	0.8338

۸-۴ - اصول کنترل دندانه‌های چرخ‌دنده ساده با میکرومتر فک بشقابی

با استفاده از این میکرومتر می‌توان فاصله بین دندانه‌های چرخ‌دنده ساده یا مارپیچ را اندازه‌گیری کرد.

روش کار به شرح زیر می‌باشد:

- ابتدا تعداد دندانه‌هایی که باید بین دو فک میکرومتر قرار داشته باشد را از جدول زیر استخراج می‌کنیم.



استفاده از شابلون در کنترل

دندنه‌ی چرخ‌دنده

| تعداد دندنه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z | Z |
| فریب زاویه
$\alpha = 20^\circ$
فشار C |
12	4.5963	48	16.9090	84	0.2217	120	0.5344
13	4.6103	49	16.9230	85	0.2372	121	0.5485
14	4.6243	50	16.9370	86	0.2497	122	0.55146
15	4.6383	51	16.9510	87	0.26169	123	0.55266
16	4.6523	52	16.9650	88	0.2299	124	0.5406
17	7.6184	53	19.9311	89	0.2439	125	0.5566
18	7.6324	54	19.9451	90	0.2579	126	0.5706
19	7.6161	55	19.9592	91	0.2719	127	0.5866
20	7.6605	56	19.9732	92	0.2859	128	0.5986
21	7.6745	57	19.9872	93	0.2999	129	0.6166
22	7.6883	58	20.0012	94	0.3139	130	0.5768
23	7.7025	59	20.0152	95	0.3229	131	0.5998
24	7.7165	60	20.0292	96	0.35240	132	0.6068
25	7.7305	61	22.9953	97	0.3080	133	0.6263
26	10.6966	62	23.0093	98	0.3220	134	0.6308
27	10.7106	63	0.0233	99	0.3361	135	0.6488
28	10.7246	64	0.0373	100	0.3501	136	0.6698
29	10.7386	65	0.0513	101	0.3641	137	0.6768
30	10.7526	66	0.0654	102	0.3781	138	0.6958
31	10.7666	67	0.0791	103	0.3971	139	0.6569
32	10.7806	68	0.0934	104	0.38587	140	0.6769
33	10.7916	69	0.1074	105	0.3777	141	0.6809
34	10.8086	70	0.1075	106	0.3867	142	0.6989
35	13.7748	71	0.0625	107	0.4002	143	0.7179
36	13.7888	72	0.1015	108	0.4146	144	0.7270
37	13.6028	73	0.1155	109	0.4283	145	0.7410
38	13.8168	74	0.1265	110	0.4423	146	0.7550
39	13.8308	75	0.1435	111	0.4563	147	0.7650
40	13.8448	76	0.1575	112	0.4793	148	0.77191
41	13.8688	77	0.1715	113	0.4354	149	0.7791
42	13.8728	78	0.1377	114	0.4504	150	0.7651
43	13.8868	79	0.1517	115	0.4614	151	0.7771
44	16.8530	80	0.1657	116	0.4784	152	0.7911
45	16.8669	81	0.1797	117	0.4994	153	0.8081
46	16.8810	82	0.1937	118	0.5011	154	0.8192
47	16.8950	83	0.2077	119	0.5204	155	0.8338

چرخ دندۀ ساده اختلافی

مقادیر داده شده برای مدول یک می‌باشد. به طور مثال اگر چرخدندۀ با مدول ۱ و تعداد دندانه ۴۲ عدد داشته باشیم، مقدار فاصله بین دو فک میکرومتر $W=7/7165$ می‌باشد. اگر مدول دو برابر بشود این مقدار هم دو برابر خواهد شد.

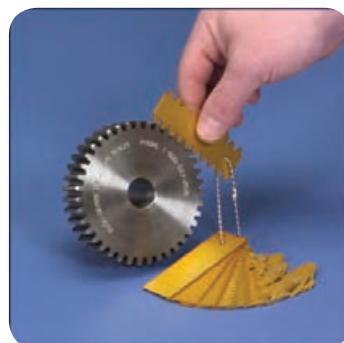
۲-دهانه میکرومتر را کمی بیشتر از اندازه W باز می‌کنیم.

۳-پس از تمیز کردن سطوح فک‌ها و دندانه‌ها، فک ثابت را با یک طرف دندانه‌ها مماس می‌کنیم.

۴-با گرداندن پیچ میکرومتر، فک متحرک را به دندانه نزدیک کرده و پیچ ثبیت را بسته و اندازه را می‌خوانیم.

۵-مقدار خوانده شده را با مقدار محاسبه شده مقایسه می‌کنیم. با استفاده از شابلون‌های مخصوص نیز می‌توان پروفیل دندانه‌ها را کنترل کرد.

زاویه فشار یک مشخصه در چرخدندۀ‌ها است و دو مقدار می‌تواند داشته باشد $\alpha=14/5$, $\alpha=20$ درجه. مقدار W در اینجا برای $\alpha=20$ قابل استفاده است.



استفاده از شابلون در کنترل دندۀ چرخدندۀ

ساخت چرخ دندۀ اختلافی $m=2$ و $Z=33$

توضیح: این چرخ دندۀ در صورت وجود صفحه سوراخ دار ۳۳ سوراخه بصورت ساده نیز می‌تواند تراشیده شود. اما به دلیل استفاده از این چرخ دندۀ در پروژه پایانی (سنگ رومیزی) و همچنین تمرين روش اختلافی، پیشنهاد می‌گردد که با روش اختلافی ساخته می‌شود.



جدول DIN ISO 7168

درجه تلرانس	اندازه مشخص	از 0.5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	از 120 تا 400
f (ظریف)	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2	
m (متوسط)	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	
g (خشن)	± 0.15	± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2	

شماره	تعداد	مشخصات قطعه	اندازه ماده اولیه	جنس ماده اولیه	شماره واحد کار	شماره کار عملی
	۱		۷۰ mm	st37	۸	۱
مقیاس: ۱:۱			هدف آموزشی: فرزکاری چرخ دندۀ اختلافی			زمان: ۶ ساعت
استاندارد: ISO						درجه تولرانس: متوسط

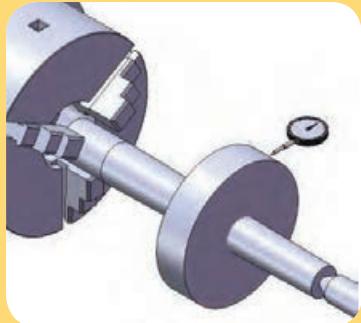
چرخ دنده ساده اختلافی

جدول تجهیزات و ابزار

تعداد	مشخصات فنی	ابزارهای لازم
۱	افقی، عمودی و آچارهای لازم	۱- ماشین فرز
۱	مدولی ۲ شماره ۳	۲- تیغه فرز و میله فرزگیر
۱	مخصوص دستگاه	۳- مرغک
۱	نسبت ۱:۴۰ یا ۱:۶۰	۴- دستگاه تقسیم
۱	دقت ۵/۰ میلی‌متر	۵- کولیس دنده‌سنچ
به تعداد محاسبه شده		۶- چرخدنده‌های تعویضی

مراحل انجام کار

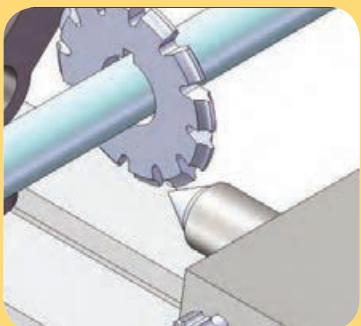
ردیف	شرح مراحل کار	شكل
۱	ابتدا محاسبات لازم جهت تراش چرخدنده اختلافی را انجام دهید. چرخدنده‌های تعویضی را با رعایت شرایط نصب، محاسبه و آماده کنید.	
۲	ماده خام را بر اساس جنس چرخدنده انتخاب و آماده کنید. در مرکز کار و روی ماشین تراش سوراخی در مرکز ایجاد کنید (جهت عبور درن یا محور مخروطی). یک طرف استوانه را پیشانی تراشی نمایید. استوانه را روی درن یا محور مخروطی شکل سوار کنید. قطر و عرض مواد انتخاب شده استوانه‌ای شکل را به اندازه اصلی یعنی dk و B بگیرید.	



درن یا محور را که استوانه روی آن قرار دارد، بین دو مرغک یا مرغک و سه نظام ماشین فرز محکم نمائید. از ساعت جهت کنترل دور بودن قطعه کمک بگیرید.



به وسیله پیچ‌های مخصوص، حرکت عرضی و عمودی میز ماشین را متوقف (ترمز) نمائید

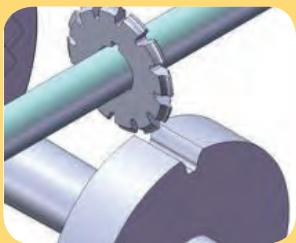


تیغه فرز را روی محور ماشین فرز سوار نموده و سپس آن را با مرکز چرخ‌دنده میزان کنید.



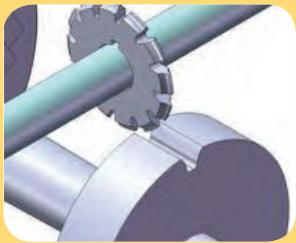
هنگام گردش تیغه فرز با حرکت طولی و عمودی میز ماشین تیغه فرز را روی چرخ مماس کنید

چرخ دندنه ساده اختلافی



با حرکت عمودی میز ماشین کار را با اندازه h ارتفاع دندانه بار دهید.

۷



در صورتی که جنس کار سخت باشد، عمل بار دادن را در چند مرحله انجام دهید.

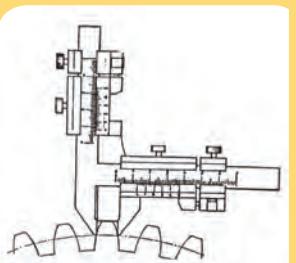
۸

با حرکت طولی میز ماشین (خلاف جهت دور تیغه فرز) اولین شیار دندانه چرخدنده را درآورید.



با حرکت طولی میز (موافق جهت دور تیغه فرز) تیغه فرز را از کار خارج نموده و میز را به حالت اول برگردانید. دسته حلوون دستگاه تقسیم را به اندازه حساب شده برای هر دندانه که قبلاً محاسبه و آماده شده بچرخانید. سپس شروع به تراشیدن شیار دوم چرخدنده نمائید.

۹



با کولیس دنده‌سنجدنده اولین دندنه تولید شده را کنترل کنید.

۱۰



با تکرار مرحله ۱۰ تراش بقیه دندانه‌های چرخدنده را ادامه دهید. هنگام تراش چرخدنده از مواد خنک کننده مانند آب صابون و گازوئیل و یا کمپرس باد استفاده نمایید تا نوک تیغه فرز گرم نشده و از بین نرود.

۱۱

ارائه قطعه کار یا گزارش به هنرآموز محترم

ارزشیابی نهایی

ارزشیابی پایانی

سوالات نظری (۱۵ دقیقه)

سوالات صحیح و غلط:

- ۱- در روش اختلافی صفحه سوراخدار با گردش دستگیره به چرخش در می آید.
- ۲- سریع ترین روش کنترل چرخدنده استفاده از کولیس مخصوص است.
- سوالات کوتاه پاسخ یا جای خالی:**
- ۳- برای ایجاد شیار دندانه، حرکت طولی میز ماشین باید جهت تیغه فرز حرکت کند.
- ۴- انتقال حرکت از محور خروجی دستگاه تقسیم به صفحه سوراخدار به کمک انجام می شود.

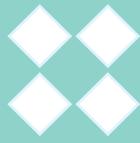
سوالات چند گزینه‌ای:

- ۵- در یک چرخدنده اختلافی قطر خارجی برابر $d_k = 50.5 \text{ mm}$ و $Z=99$ دندانه می باشد. مدول این چرخدنده چند میلیمتر است؟
- الف- ۲ ب- ۳ ج- ۴ د- ۵
- ۶- در یک چرخدنده اختلافی با $Z=51$ دندانه و $m=2$ میلیمتر، اگر $Z=50$ انتخاب شود، نسبت چرخدنده‌های تعویضی کدام است؟
- | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| الف- ۴۰ | ب- ۴۸ | ج- ۴۰ | د- ۵۶ |
| ۴۰ | ۴۰ | ۳۲ | ۲۸ |
| $\frac{40}{56}$ | $\frac{40}{48}$ | $\frac{32}{40}$ | $\frac{28}{40}$ |
- ۷- مدول یک چرخدنده اختلافی ۴ و تعداد دندانه آن $Z=89$ می باشد. قطر متوسط آن چقدر است؟
- الف- ۳۶۴ ب- ۳۵۶ ج- ۳۴۶ د- ۳۷۴

سوالات تشریحی:

- ۸- برای تولید یک چرخدنده ساده با ۶۳ دندانه و مدول ۲ محاسبات زیر را انجام دهید:
قطر متوسط، قطر داخلی، پهنازی دندانه B، ضخامت دندانه، چرخدنده های تعویضی
- ۹- اگر تعداد دندانه یک چرخدنده ۸۹ باشد از جدول، صفحه سوراخ دار مناسب و چرخدنده‌های تعویضی را به دست آورید.
- ۱۰- روش کنترل دنده به کمک کولیس مخصوص را شرح دهید.

واحد کار ۹



هدف کلی: توانایی تراشیدن دندوهای شانه‌ای ساده و مایل

پس از آموزش این واحد کار، از فراگیر انتظار می‌رود:

هدف‌های رفتاری:

- ۱- هدف از ساختن دندوهای شانه‌ای ساده و کچ و کاربرد آن‌ها را بیان کند.
- ۲- محاسبات مربوط به دندوهای شانه‌ای ساده و کچ را انجام دهد.
- ۳- قطعه کار مورد نظر را به دستگاه بسته و تنظیم کند.
- ۴- تیغه فرز مدول محاسبه شده را به میل فرز، کله‌گی بیندد و تنظیم کند.
- ۵- دندوهای شانه‌ای ساده و کچ را بتراسد.
- ۶- دندوهای تراشیده شده را کنترل کند.
- ۷- هنگام تراشیدن دندوهای شانه‌ای، نکات ایمنی را رعایت کند.

زمان آموزش		
عملی	نظری	
۱۹ ساعت	یک ساعت و ۳۰ دقیقه	توانایی تراشیدن دندنهای شانه‌ای ساده و مایل با ماشین فرز
یک ساعت	۳۰ دقیقه	ارزشیابی ورودی و پایانی توسط هنرآموز و ثبت در برگه ارزشیابی
۲۲ ساعت		جمع

پیش آزمون: (۱۵ دقیقه)

- ۱- تا به حال فکر کرده‌اید ، میز دریل‌های ستونی چگونه بالا و پایین می‌شود؟
- ۲- آیا تا به حال دقت کرده‌اید که وقتی فلکه سوپرت اصلی ماشین تراش را می‌چرخانید، چگونه این حرکت به حالت خطی تبدیل می‌شود؟
- ۳- آیا با دو چرخ دنده می‌شود حرکت دورانی را به خطی تبدیل کرد؟
- ۴- سیستم جابجایی سوپرت طولی دستگاه تراش چگونه است؟

۹-۱- چرخ‌دنده‌های شانه‌ای ساده و مایل و کاربرد آن‌ها

یکی دیگر از مکانیزم‌های پر کاربرد که در آن از چرخ‌دنده استفاده می‌شود مکانیزم چرخ و شانه است. در یک مکانیزم چرخ و شانه از یک چرخ‌دنده ساده یا مایل و یک شانه استفاده می‌شود.

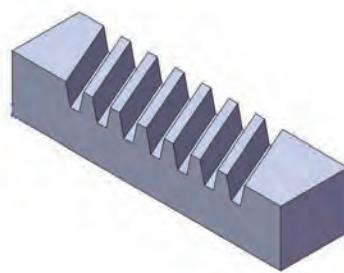
چرخ و شانه عمدتاً برای تبدیل حرکت دورانی به خطی به کار می‌رود. مانند حرکت سوپرت طولی ماشین‌تراش و یا حرکت عمودی میز دستگاه دریل ستونی که با گردش فلکه سوپرت اصلی می‌توان میز ماشین‌تراش را بطور خطی جابجا کرد. شانه نیز دارای دندانه‌هایی شبیه چرخ‌دنده ساده می‌باشد که می‌تواند مستقیم و یا مایل ایجاد شود. ساخت دندنه‌های شانه‌ای مایل مانند دندنه‌های شانه‌ای ساده بوده، با این تفاوت که برای ایجاد زاویه انحراف در دندنه‌های شانه‌ای مایل می‌بایست گیره مدرج دستگاه فرز انجورسال را به اندازه زاویه لازم در مقابل تیغه فرز کج نمود. نحوه انتخاب تیغه فرز مناسب جهت تراشیدن دندنه‌های مایل، مانند انتخاب تیغه فرز برای تراشیدن دندنه‌های شانه‌ای ساده می‌باشد. چون این نوع دندنه‌ها تعداد دندانه بی‌نهایت دارند، پس باید از تیغه فرز شماره ۸ در سری ۸ تایی و یا شماره ۱۵ در سری ۱۵ تایی استفاده کرد. اشکال زیر نمونه‌هایی از کاربرد چرخ و شانه در ماشین‌های ابزار می‌باشد.



کاربرد چرخ و شانه در ماشین‌های متنه



کاربرد چرخ و شانه در ماشین‌های تراش



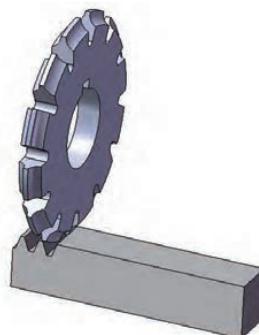
دند مایل در چرخ دند شانه ای

۹-۲- نحوه تراشیدن دند های شانه ای:

برای تراشیدن دند های شانه ای معمولاً از دو روش زیر استفاده می شود:

الف- بوسیله ماشین فرز افقی و عمودی:

در این روش باید از تیغه فرز مدولی استفاده نمود. بطوریکه از تیغه فرز مدولی با آخرین شماره و حرکت تدریجی (به اندازه گام) میز ماشین می توان دند های شانه را ایجاد کرد.



تراشیدن دند شانه ای بوسیله ماشین فرز افقی و عمودی

ب- تراشیدن دند شانه ای بوسیله ماشین های صفحه تراش یا کله زنی:

در این روش با استفاده از جابجایی تدریجی میز ماشین و یک رنده ذوزنقه ای شکل با زاویه 40° درجه می توان دند شانه ای را ایجاد کرد.

قبل از شروع به تراشیدن دند شانه ای باید محاسبات اولیه را برای آن انجام داد.

۹-۳- محاسبات دند های شانه ای ساده و مایل:

دندانه های شانه با چرخ دند های ساده و یا مایل درگیر می شود لذا بایستی دارای

مدول یکسان باشد. از این رو محاسبات ایجاد دندانه شانه‌ای مشابه محاسبات چرخ‌دنده ساده است.

۹-۳-۱- محاسبات مربوط به دندوهای شانه‌ای ساده:

مهمترین پارامتر و فرمول‌های محاسباتی این دنده به ترتیب عبارت است از:

الف- مدول

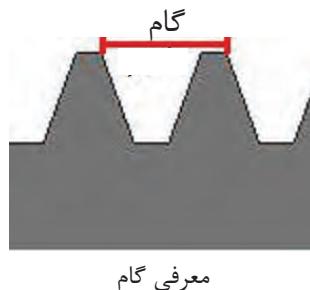
عدد ثابت چرخ‌دنده شانه‌ای مورد نظر است و آن را با m نشان می‌دهند که در سیستم متریک برحسب میلی متر است.

توجه: این اندازه برابر ارتفاع سردندانه می‌باشد. $h_k = m$

ب- گام

گام فاصله یک نقطه مشابه از دو دنده پی در پی بر روی چرخ‌دنده می‌باشد که آن را با P نشان می‌دهند. مقدار گام را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد.

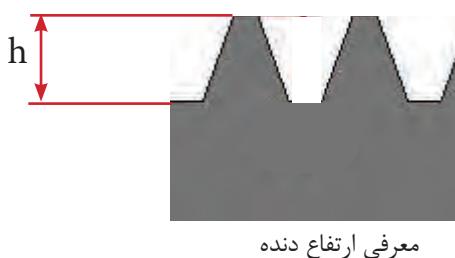
$$P = m \times \pi$$



ج- ارتفاع دندانه

فاصله سر دنده تا پای دنده را ارتفاع دنده می‌گویند و با h نشان می‌دهند. مقدار ارتفاع را می‌توان از رابطه زیر بدست آورد.

$$H = 2/167 \times m$$



چرخ و شانه

د- ارتفاع سر دندانه

ارتفاع سر دندنه فاصله‌ای است که برابر با مدول می‌باشد و این فاصله از سر دندنه تا خط تماس دندنه شانه با چرخدنده می‌باشد. (دایره گام) ارتفاع سر دندنه را با h_k نشان می‌دهند.

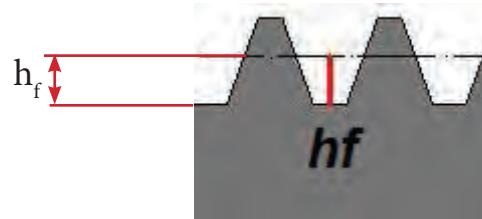


معرفی ارتفاع سر دندنه

ه- ارتفاع پای دندانه

ارتفاع پای دندنه فاصله خط تماس چرخ و شانه تا پای دندنه را گویند و آن را با h_f نشان می‌دهند. این مقدار برابر مدول به اضافه لقی می‌باشد.

$$h_f = m + c, c = 0.167 \quad h_f = 1.167 \times m$$



معرفی ارتفاع پای دندنه و- ضخامت دندانه

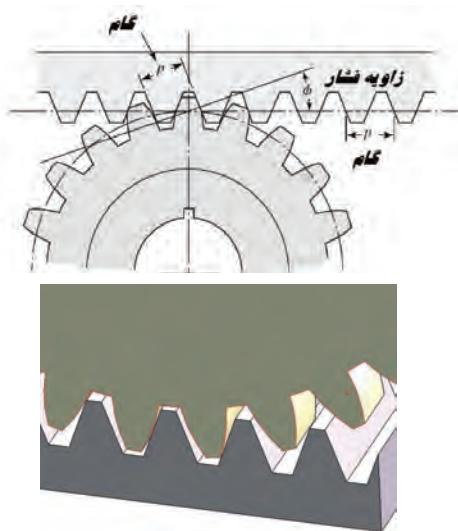
نصف مقدار گام دندنه را ضخامت دندنه می‌گویند. به عبارتی شیار دندنه و دندنه دقیقاً به اندازه هم بوده و نصف فاصله هر نقطه از دندنه و شیار برابر ضخامت دندنه خواهد شد. ضخامت دندنه را با S نشان می‌دهند.

لازم به ذکر است این اندازه را باید در عمق h_k در نظر گرفت.

$$S = \frac{P}{2}$$

ز-زاویه دندانه یا زاویه فشار

این زاویه را با α_p نشان می‌دهند و این مقدار در سیستم متريک برای دندانه‌های شانه‌ای ۲۰ درجه می‌باشد.



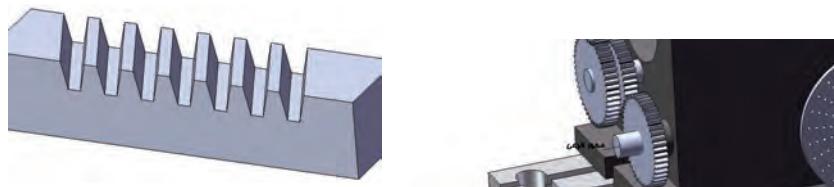
معرفی زاویه دندانه یا زاویه فشار

۹-۳-۲- محاسبات مربوط به دندانه‌های شانه‌ای مایل:

تنها تفاوت در چرخ دندنهای شانه‌ای مستقیم و مایل دو مورد زیر است:

۱- شماره تیغه فرز انتخابی

۲- زاویه تمایل (α) که در دندنهای شانه‌ی مایل با استفاده از گیره‌های انیورسال قابل تنظیم است. به دلیل زاویه‌دار بودن دندنه شانه‌ای مایل، با مشاهده مقطع دنده از دید روبرو گام و مدول واقعی دندنه‌ها دیده نمی‌شود لذا در این نوع شانه‌ها دو گام ظاهری و حقیقی وجود دارد.



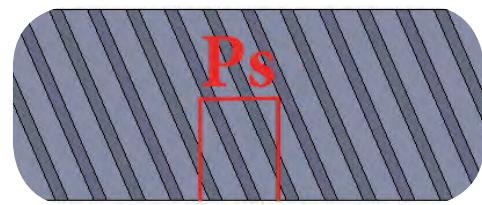
چرخ دندنه شانه‌ای مایل

مهمترین پارامترها و فرمولهای محاسباتی این دندانه‌ها به قرار زیر است.

الف- گام ظاهری (P_e):

اگر در امتداد محور فرضی دندانه شانه‌ای مورب به دندانه‌های آن نگاه کنیم فاصله یک نقطه از یک دنده تا نقطه مشابه از دنده بعدی (دو نقطه روی خط طول متوسطه دنده) را گام ظاهری گویند و آن را به P_e نشان می‌دهند.

$$P_e = m_s \times \pi$$



معرفی گام ظاهری در چرخ دنده شانه‌ای مایل

در این رابطه P_s گام ظاهری و m_s مدول ظاهری دنده‌ی شانه می‌باشد.
زاویه تمایل دنده‌های شانه‌ای حداکثر ۴۵ درجه می‌تواند در نظر گرفته شود.

ب- گام حقیقی یا نرمال:

در صورت مشاهده دنده‌های شانه از نمای بالا فاصله دو دنده از هم دیگر را گام حقیقی یا نرمال می‌گویند و آنرا با P_n نشان می‌دهند.
گام نرمال از رابطه $P_n = m_n \times \pi$ بدست می‌آید.



معرفی گام نرمال در چرخ دنده شانه ای مایل

آنچه که در عمل از آن استفاده می‌شود مدول حقیقی یا نرمال می‌باشد که تیغه فرز انتخابی را تعیین می‌کند و مدول ظاهری عمدتاً جنبه تئوریک دارد.

۹-۴- تراشیدن دنده شانه با استفاده از دستگاه فرز

برای تراشیدن دنده‌های شانه بایستی از میز دستگاه فرز کمک گرفت. گام پیچ میز ماشین دارای مقدار مشخصی است و جایگایی آن این امکان را فراهم می‌کند که بتوان دنده‌های متولی شانه را یکی یکی ایجاد کرد. بطور کلی این عمل را به دو صورت می‌توان با استفاده از میز ماشین انجام داد:



میز ماشین فرز و سیستم حرکتی آن

۹-۴-۱- جا به جا کردن میز طولی با ورنیه میز:

مشخص بودن گام میز و وجود ورنیه بر روی دسته یا فلکه میز ماشین امکان حرکت طولی را با دقت بالا فراهم می‌کند بطوری که با محاسبه مقدار جابجایی P و اعمال آن با استفاده از فلکه میز می‌توان دندانه‌های متواالی را ایجاد کرد. در صورت مستقیم بودن دندنه شانه گام یا حرکت میز برای ایجاد هر دندانه از رابطه $P_n = m_n \times \pi$ زیر بدست خواهد آمد.

و در صورتی که دندانه‌های شانه مایل باشند مقدار جابجایی برابر با گام ظاهري خواهد شد. $P_s = m_s \times \pi$

بنابراین برای ایجاد دندنه شانه با استفاده از حرکت میز بایستی نوع و فرم دندنه شانه و سپس گام حقیقی و یا ظاهري آن را مشخص کنیم.



mekanizm Jaboljavi Mizer Mashin

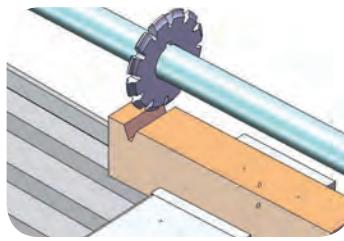
بین m_s و m_n رابطه زیر برقرار است:

$$m_n = \cos \times m_s$$

مثال: برای ایجاد یک چرخدنده شانه‌ای ساده با تعداد دندنه ۱۰ و مدول نرمال ۳ مقدار حرکت میز برای ایجاد هر دندنه را محاسبه کنید.

$$P_n = m_n \times \pi = 3 \times 3 / 14 = 9/52$$

این بدین معنی است که پس از تراشیدن دندنه اول با عمق h برای ایجاد دندنه بعدی بایستی تیغه فرز از کار خارج شده، سپس به مقدار $9/52$ میلی‌متر میز را جابجا کنیم و دندنه بعدی را به همین ترتیب بتراشیم.
(عمق دندنه $h = 2/167 \times m$)



نمایش ایجاد دنده اول در دنده شانه‌ای

(قابل توجه است که مانند ابعاد دنده شانه‌ای می‌تواند به صورت میلی‌متری و یا اینچی محاسبه و ساخته شود)

مثال: مقادیر لازم جهت تراشیدن شانه‌ای مایل با زاویه تمایل 30° درجه و مدول

$m_n = 4$ را محاسبه کنید.

$$m_n = \cos\alpha \times m_s \rightarrow m_s = \frac{m_n}{\cos\alpha}$$

$$m_s = \frac{4}{\cos 30^\circ} = \frac{4}{0.866} = 4.61 \text{ mm}$$

$$p_s = m_s \times p \rightarrow 4.61 \times 3/14 = 14/47 \text{ mm}$$

مقدار گام ظاهری یا به عبارتی مقدار حرکت میز به ازای هر دنده ۱۴/۴۷ میلی‌متر خواهد بود. مقدار انحراف گیره نیز 30° درجه باید در نظر گرفته شود. عمق بار:

$$h = 2/167 \times m_n = 2/167 \times 4 = 8/66$$

۲-۴-۶-جا به جا کردن میز طولی به وسیله دستگاه تقسیم خطی:

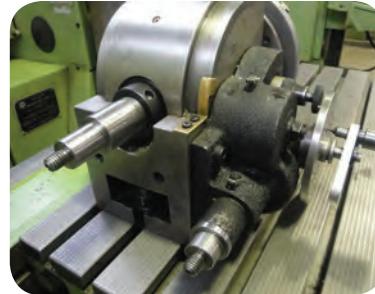
روش دیگری که برای ایجاد دندوهای شانه بر روی ماشین فرز بکار گرفته می‌شود

استفاده از دستگاه تقسیم خطی است که بر روی میز ماشین نصب می‌گردد.

دستگاه تقسیم می‌تواند بر روی میز ماشین نصب شود و با استفاده از چرخ دندوهای

تعویضی به پیچ ماشین فرز متصل گردد. در این حالت با چرخش دسته دستگاه

تقسیم میز ماشین نیز حرکت خواهد کرد.



محورهای خروجی دستگاه تقسیم

بر روی برخی از میزهای فرز، دستگاه تقسیمی تعبیه و نصب گردیده و یا بر روی برخی از میزهای فرز، دستگاه تقسیمی تعبیه و نصب گردیده و با مکانیزمی به پیچ میز ماشین متصل شده است. که در این حالت دیگر نیازی به محاسبه چرخدنده‌های تعویضی نیست.

در این روش دانستن مقدار گام پیچ میز ماشین ضروری است که با استفاده از دسته موجود بر روی دستگاه تقسیم میز می‌توان مقدار حرکت میز را کنترل و مقدار دهی کرد. در صورت موجود بودن دستگاه تقسیم خطی بر روی میز ماشین فرز این روش سریع و آسان تر می‌باشد.

محاسبه مقدار گردش دسته تقسیم خطی برای جابه‌جایی گام طولی میز: مقدار گردش دسته تقسیم را می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد.

$$P_t: \text{گام میله پیچ میز ماشین فرز}$$

$$P = m \times \pi: \text{گام دنده‌های شانه}$$

$$n_k: \text{مقدار گردش دسته دستگاه تقسیم}$$

دستگاه تقسیم فوق دارای صفحه سوراخ‌دار می‌باشد که توسط آن می‌توان حرکت میز را با دقت بالایی جابجا کرد.

گام میله هدایت ماشین فرز (P_t) می‌تواند بر حسب میلی‌متر یا اینچ باشد.

مکانیزم دستگاه تقسیم به گونه‌ای طراحی شده است که نسبت آن ۱:۱ می‌باشد بدین معنی که با یک دور چرخش دسته دستگاه تقسیم میز به اندازه یک گام حرکت می‌کند.

مثال: در یک دندانه شانه‌ای مدول مساوی ۲ میلی‌متر می‌باشد در صورتی که جا به جایی میز طولی به وسیله دستگاه تقسیم خطی با نسبت ۱:۱ انجام گیرد مقدار گردش دسته تقسیم را محاسبه کنید.

$$p_t = 6 \text{ mm}$$

$$\pi = \frac{22}{7}$$

$$P = m \times \pi = 2 \times \left(\frac{22}{7} \right) = \frac{44}{7}$$

گام میله هدایت ماشین فرز $P_t = 6 \text{ mm}$ می باشد. در ضمن در فرمول فوق به جای عدد $\frac{3}{14}$ باید کسر $\frac{22}{7}$ را قرار داد تا زودتر به نتیجه رسید. در صورتیکه دسته تقسیم را به اندازه یک دور و یک سوراخ از ردیف ۲۱ سوراخ بگردانیم گام روبرو به دست می آید.

امتحان طول گام:

پس از قرار دادن دسته تقسیم در موقعیت محاسبه شده به ترتیب زیر طول گام را امتحان می کنیم.
- ورنیه طولی میز را بر روی صفر قرار می دهیم.



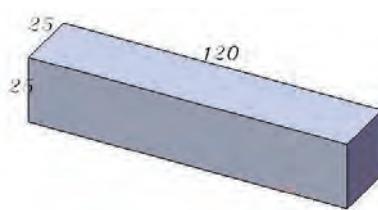
صفر کردن ورنیه دستگاه

- با مداد در روی میز ثابت و میز طولی در یک قسمت خطی می کشیم.
- مقدار گردش دسته تقسیم را طبق اندازه هی محاسبه شده می گردانیم و مجدداً در روی میز ثابت خطی می کشیم.

- تغییر طول گام را با کولیس اندازه گرفته و با درجات ورنیه مقایسه می کنیم.

۹-۵-دستورالعمل تراشیدن دندنه های شانه ای ساده و مایل

۹-۱- چرخدنده شانه ای به ابعاد $120 \times 25 \times 25$ میلی متر با مستوی تراشیده شود. فرم دندانه های آن ساده و دارای مدول ۳ و تعداد دنده ۸ می باشد. مراحل ساخت و محاسبات لازم برای ساخت این چرخدنده شانه ای را در دستور کار زیر پی گیری کنید.



ابعاد قطعه اولیه

در این دستور کار از ماشین فرز افقی جهت تراشیدن چرخ‌دنده شانه‌ای استفاده می‌کنیم. برای این کار بایستی از یک تیغه فرز مدولی شماره ۸ از سری ۸ تایی و میله فرز گیر دو طرفه استفاده کرد.



میله فرزگیر دو طرفه



تیغه فرز مدولی

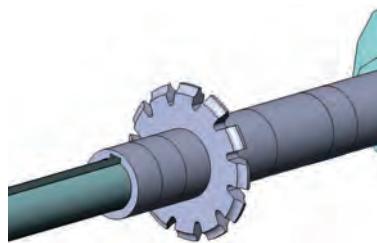
- ابتدا محاسبات لازم را برای ساخت شانه انجام می‌دهیم:

$$m=3 \rightarrow p=m \times \pi = 3 \times 3 / 14 = 9/42$$

$$h=2/167 \times 3 = 6/5$$

$$N_r=8 \text{ تیغه فرز}$$

- تیغه فرز را بر روی میله فرز گیر سوار کرده و روی ماشین فرز افقی در موقعیتی مناسب می‌بندیم.



نحوه قرار دادن تیغه فرز مدولی روی میله فرزگیر

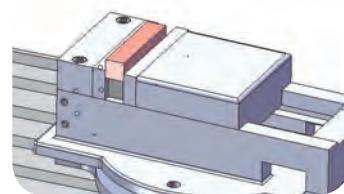
- پس از بستن مراحل گفته شده در مورد تیغه فرز و تنظیم آن دور بودن آن را با ساعت کنترل می‌کنیم.

- گیره را بر روی میز ماشین به گونه‌ای می‌بندیم که فک‌های گیره عمود بر امتداد طول میز باشد.



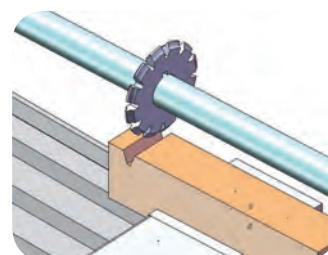
بستن گیره بر روی میز ماشین به طور صحیح

- قطعه کار را بین فک‌های گیره با استفاده از زیر سری مناسب در ارتفاعی حساب شده می‌بندیم.



بستن قطعه کار در گیره به طور صحیح

- پس از بستن قطعه کار تیغه فرز را در نقطه مناسب با قطعه کار مماس می‌کنیم.
- با سیستم باردهی عمودی مقدار ارتفاع دنده را در یک مرحله یا بیشتر بار می‌دهیم و با جابجا کردن میز در جهت عرض قطعه کار دنده اول را ایجاد می‌کنیم.

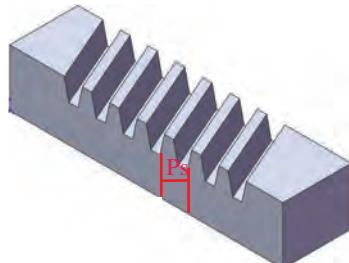


نمایش ایجاد دنده اول در دنده شانه‌ای

- پس از تراشیدن اولین دنده با جابجایی میز به اندازه گام محاسبه شده دنده دوم و دنده‌های بعد را نیز می‌توانیم بتراشیم.
(روش جابجایی با توجه به سیستم مورد استفاده در میز فرز تعیین می‌شود که در صورت امکان هر دو روش را امتحان می‌کنیم و دقیق هر کدام را کنترل می‌نماییم).

راعیت اصول ایمنی و فنی در هنگام کار الزامیست.

همان طور که گفته شد دندوهای مایل را بایستی با گیره انجور سال و زاویه دادن آن به مقدار زاویه دندانهای ایجاد کرد. روش کار مانند حالت قبل می‌باشد تنها تفاوت در مقدار جابجایی است که باید به اندازه Ps در نظر گرفته شود.



مقدار جابجایی میز که به اندازه Ps است

۹-۵-۳- فرزکاری دندوهای شانه‌ای استوانه‌ای:

در موقعي دندوهای شانه‌ای را روی بدنه استوانه و یا قسمتی از یک استوانه ایجاد کرده و استفاده می‌کنند. برای ایجاد دندوهای شانه‌ای روی استوانه می‌توان آن را بین سه نظام دستگاه تقسیم و مرغک بر روی میز ماشین فرز بسته و به همان صورت گفته شده دنده شانه‌ای را ایجاد کنیم.

در تمام طول مدت فرزکاری حتماً از مواد خنک کننده استفاده کنید.



ایجاد دنده روی استوانه

۹-۶- کنترل دندوهای شانه‌ای ساده و مایل

با استفاده از وسائل اندازه‌گیری مختلفی مانند کولیس و میکرومتر می‌توان دندوهای یک چرخ دنده شانه‌ای را کنترل کرد.



کولیس عمق سنج

چرخ و شانه

کولیس عمق سنج وسیله مناسبی برای سنجش عمق شیار دنده خواهد بود.

برای انجام عمل کنترل مراحل زیر را دنبال می‌کنیم:

- سطح دندانه‌های تراشیده شده را پلیسه‌گیری می‌کنیم.

- کولیس عمق سنج مناسبی انتخاب کرده و آن را از لحظه دقیق و عدم خرابی کنترل می‌کنیم.

- تکیه‌گاه کولیس را در روی سطح تراشیده شده قرار می‌دهیم.

- عمق شیار را اندازه‌گیری کرده و با اندازه محاسبه شده کنترل می‌کنیم.

- معایب احتمالی را بر طرف می‌کنیم.

برای اندازه‌گیری عمق دندانه در چرخ دنده شانه‌ای مایل نیز مراحل زیر را باید دنبال کنیم:

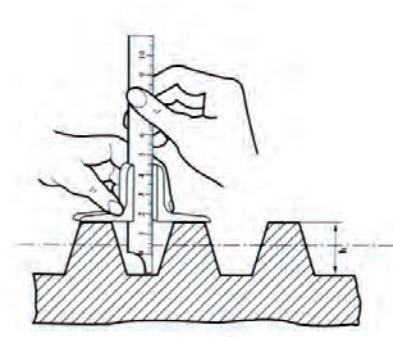
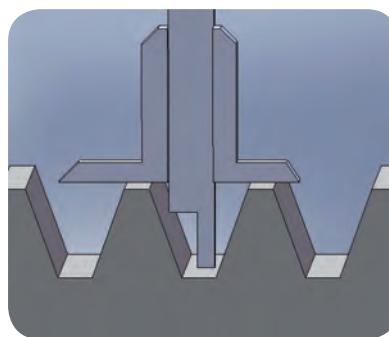
- سطح دنده تراشیده شده را کنترل کنیم.

- کولیس عمق سنج مناسبی انتخاب کنیم.

- تکیه گاه کولیس را در روی سطح تراشیده شده قرار دهیم.

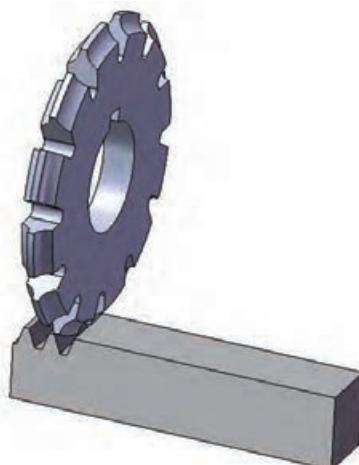
- عمق شیار را اندازه‌گیری کنیم.

- معایب احتمالی را بر طرف کنیم.



نحوه استفاده از کولیس عمق سنج

ساخت چرخ دنده شانه‌ای ساده

 $m=3$ 

جدول DIN ISO 7168

درجه تولرانس اندازه	از 0.5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	از 120 تا 210	از 210 تا 400
f (ظریف)	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2	
m (متوسط)	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	
g (خشن)	± 0.15	± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2	

شماره	تعداد	مشخصات قطعه	اندازه ماده اولیه	جنس ماده کار	شماره واحد کار	شماره کار عملی
-----	1		۱۲۰×۳۰×۳۰	st37	۹	۱
استاندارد: ISO	مقیاس: ۱:۱			هدف آموزشی: ساخت چرخ دنده شانه‌ای ساده	زمان: ۶ ساعت	درجه تولرانس: متوسط

چرخ و شانه

جدول تجهیزات و ابزار

تعداد	مشخصات فنی	ابزارهای لازم
۱	افقی یا انیورسال	۱- دستگاه فرز
۱	مدولی ۳ میلی‌متری نمره ۸ از سری ۸ تایی	۲- تیغه فرز
۱	با پایه مغناطیس و دقت ۰/۰۱ میلی‌متر	۳- ساعت اندازه‌گیری
۱	دقت ۰/۰۵ میلی‌متر	۴- کولیس
۱	دقت ۰/۰۵ میلی‌متر	۵- کولیس عمق سنج
۱	مناسب با طول و عرض قطعه کار	۶- گیره موازی

مراحل انجام کار

ردیف	شرح مراحل کار	شكل
۱	ابتدا محاسبات لازم جهت تراش چرخ شانه را انجام دهید.	
۲	با وسیله‌ای مطمئن گیره را بلنده کرده و در محل تعیین شده روی میز قرار دهید. بسن و تنظیم گیره مناسب در روی میز ماشین فرز را انجام دهید.	



توسط ساعت اندازه‌گیری موازی بودن آن را
کنترل کنید. معايب احتمالي را بطرف کنيد.
گيره و قطعه کار را کاملاً تميز کنيد.

۳



دو عدد زير سري مناسب انتخاب کرده و در
داخل گيره قرار دهيد. قطعه کار را در موقعیت
مناسب در داخل گيره ببنديد. تکيه‌گاه مناسبی
در دو طرف قطعه کار قرار دهيد تا در هنگام
براده برداری دچار ارتعاش نگردد.

۴



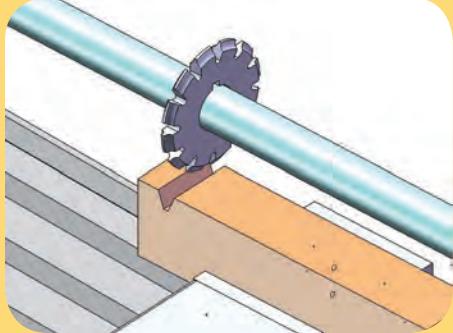
تيغه فرز را روی محور ماشین فرز سوار کنيد.

۵

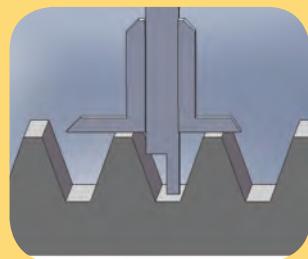


دستگاه را در دور و پيشروي مناسب قرار دهيد
و قبل از روشن کردن دستگاه، دور بودن تيغه
فرز را کنترل کنيد.

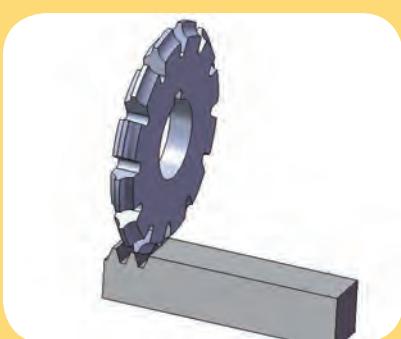
۶



دستگاه را روشن کرده و تیغه فرز را با روی قطعه کار مماس کنید. در صورتی که جنس قطعه کار سخت باشد عمل بار دادن را در چند مرحله انجام دهید. با جابه‌جا کردن میز طولی و عرضی تیغه فرز را در موقعیت مناسب قرار دهید. ورنیه عمودی را در روی صفر قرار دهید. با حرکت عمودی میز ماشین کار را با اندازه h ارتفاع دندانه بار دهید. با احتیاط تیغه فرز را به کار نزدیک کنید. با حرکت طولی میز ماشین (خلاف جهت دور تیغه فرز) اولین شیار دندانه چرخدنده را بوجود آورید و میز دستگاه را به عقب برگردانید.



ابتدا قطعه کار را پلیسه‌گیری کنید. کولیس عمق سنج مناسبی انتخاب کنید. تکیه گاه کولیس را در روی سطح دندنه تراشیده شده قرار دهید. عمق شیار را اندازه‌گیری کرده و معایب احتمالی را برطرف کنید.



میز طولی را نسبت به گام محاسبه شده تغییر دهید. تیغه فرز را به کار نزدیک کنید. دومین شیار را نیز تراشیده و میز عرضی را به عقب برگردانید و بقیه‌ی شیار را نیز بتراشید. در تمام مدت براده‌برداری از مواد خنک‌کننده استفاده کنید. با تکرار مراحل تراش بقیه دندانه‌های چرخدنده را ادامه دهید.

ارائه قطعه کار یا گزارش به هنرآموز محترم

ارزشیابی نهایی

ارزشیابی پایانی

سوالات نظری (۱۵ دقیقه)

سوالات صحیح و غلط:

- ۱- در یک دندانه شانه‌ای مایل مقدار جابجایی برابر گام ظاهری است.
- ۲- تیغه فرز چرخ‌دنده شانه‌ای از سری ۱۵ تایی باید با شماره ۱۵ انتخاب شود
- ۳- در صورتی که مدول یک دندانه شانه‌ای ساده ۵ میلیمتر باشد عمق شیار میلیمتر است.
- ۴- اگر از مقطع فاصله دو نقطه مشابه از دو دندانه متوالی دندانه شانه‌ای مایل را اندازه بگیریم. را اندازه گرفته‌ایم.

سوالات چند گزینه‌ای:

- ۵- در شکل رو به رو از کدام وسیله برای جابجای گام دندانه‌های شانه‌ای استفاده شده است؟



ب- دستگاه تقسیم اوپیورسال

د- دستگاه تقسیم اختلافی

الف- ورنیه طولی

ج- دستگاه تقسیم خطی

- ۶- در شکل زیر حرف P_n مشخص کننده کدام است؟

الف- گام ظاهری

ب- زاویه فشار

ج- گام حقیقی

د- زاویه تنظیم



- ۷- در یک دندانه شانه‌ای ساده مدول برابر ۴ می باشد گام این دندانه چند میلی‌متر است؟

الف- ۹/۵۶ ب- ۱۲/۵۶ ج- ۸/۳۵ د- ۶/۳۵

سوالات تشریحی:

- ۸- با رسم شکل، گام ظاهری را در یک چرخ‌دنده شانه‌ای مایل نشان دهید.
- ۹- ابزارهای کنترل دنده و عمق شیار در چرخ‌های شانه‌ای چیست؟ هر یک چگونه استفاده می‌شوند؟
- ۱۰- نحوه تنظیم ماشین فرز را برای تراشیدن شیارهای یک چرخ‌دنده شانه‌ای مایل را توضیح دهید.

واحد کار ۱۰



هدف کلی: توانایی تراشیدن شیارهای مارپیچ توسط ماشین فرز افقی و عمودی

پس از آموزش این واحد کار از فرآگیر انتظار می‌رود:

اهداف رفتاری:

- ۱- با مفهوم شیار مارپیچ و مشخصات آن آشنا شود.
- ۲- نحوه محاسبه چرخدنده‌های تعویضی را بداند.
- ۳- نحوه به کارگیری چرخدنده‌های تعویضی را بداند.
- ۴- شیار چپ یا راست را با ماشین فرز افقی و یا عمودی انجام دهد.

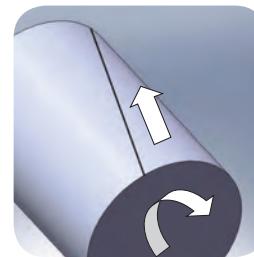
زمان آموزش		
عملی	نظری	
۱۶ ساعت	۲ ساعت و ۳۰ دقیقه	- توانایی تراشیدن شیارهای مارپیچ توسط ماشین فرز افقی و عمودی
یک ساعت	۳۰ دقیقه	ارزشیابی ورودی و پایانی توسط هنرآموز و ثبت در برگه ارزشیابی
۲۰ ساعت		جمع

پیش آزمون (۱۵ دقیقه)

- ۱- به یک متنه دقت کنید چه نوع شیاری بر روی آن قرار دارد؟
- ۲- هدف از ایجاد یک شیار بر روی متنه چیست؟ چرا از شیار مستقیم بر روی متنه استفاده نشده است؟
- ۳- جهت گردش یک متنه با شیارهای روی آن ارتباط دارد؟
- ۴- یک شیار مارپیچ متنه را چگونه می‌شود با دستگاه فرز ایجاد کرد؟
- ۵- مکانیزم مارپیچ در چرخ گوشت چه کاربردی دارد؟ آیا این مکانیزم در صنعت هم کاربرد دارد؟

۱۰-۱-شیار مارپیچ

اگر بر روی یک سطح استوانه مدادی را قرار دهیم و استوانه را دوران داده و همچنین به سمت جلو حرکت کنیم، بر روی سطح استوانه منحنی ایجاد خواهد شد که این منحنی را مارپیچ گویند.

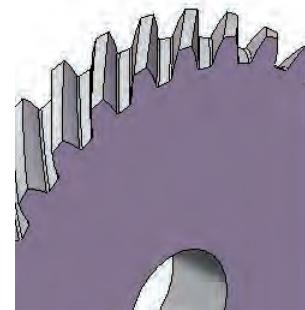


نحوه ایجاد یک مسیر مارپیچ

همچنین می‌توان گفت از چرخش یک تکه نخ بر روی سطح یک استوانه و حرکت به سمت جلوی استوانه، مسیر طی شده توسط نخ یک مسیر مارپیچ خواهد بود. منحنی‌های مارپیچ بر روی سطوح بعضی از قطعات صنعتی با اهداف خاص ایجاد می‌شود. به عنوان مثال بر روی متنهای، شیار مارپیچ جهت تسهیل در خروج براده ایجاد می‌شود و یا فرم دنده بعضی از چرخدنده‌ها را به صورت مارپیچ ایجاد می‌کنند تا سطح تماس و درگیری دنده‌ها به صورت نقطه‌ای شده و در نتیجه سر و صدا کمتر شود.



ایجاد شیار مارپیچ در یک میله گرد



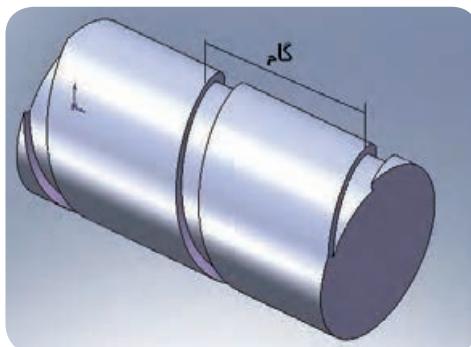
تصویر یک چرخدنده مارپیچ

جهت ایجاد شیار مارپیچ با استفاده از دستگاه فرز از تیغه فرزهای مختلفی می‌توان استفاده کرد یعنی با استفاده از انواع ابزارها می‌توان فرم شیار مارپیچ را ایجاد کرد. به غیر از نوع تیغه فرز همان‌طور که گفته شد یک مارپیچ از دو حرکت همزمان دورانی و خطی قطعه ایجاد می‌شود. بنابراین تامین این دو حرکت بطور همزمان از جمله مباحثی است که در این فصل به آن پرداخته می‌شود.

۱۰-آشنایی با پارامترهای یک شیار مارپیچ

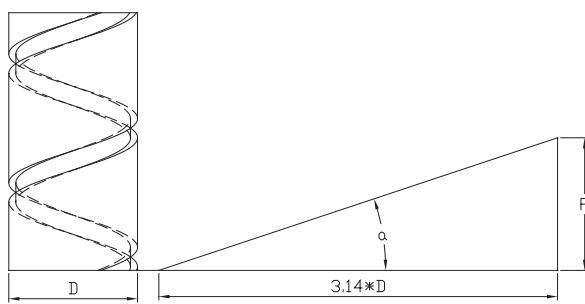
-گام مارپیچ:

همان‌طور که می‌دانید حرکت نقطه‌ای بر روی سطح استوانه به صورت چرخشی و خطی یک مارپیچ ایجاد می‌کند. فاصله دو نقطه از مارپیچ پس از یک دور چرخش حول استوانه را گام مارپیچ می‌گویند و با P_h یا P نشان می‌دهند.



معرفی گام در یک شیار مارپیچ

گام مارپیچ را با بیان ریاضی به شکل زیر می‌توان مطرح کرد. مثلثی با قاعده محیط استوانه را در نظر گرفته به طوری که گام و زاویه مارپیچ بر روی آن مشخص شده است. حال اگر یک تکه کاغذ را با مشخصات گفته شده به صورت مثلث در آورید و در پیرامون میله بچسبانید، وتر مثلث با شیار مارپیچ منطبق خواهد شد.



نمایش گام مارپیچ

-زاویه گام (زاویه مارپیچ):

زاویه مارپیچ پارامتری از مارپیچ است که به گام مارپیچ و قطر استوانه بستگی دارد.

نکته: قابل تأمل در مورد زاویه مارپیچ این است که هر چه گام بیشتر باشد زاویه مارپیچ نیز بیشتر خواهد بود.

در مورد پیچ‌ها با کاهش زاویه مارپیچ، خاصیت خود ترمزی ایجاد می‌شود. به عبارتی مارپیچ‌های با گام کمتر دارای خاصیت خود ترمز است. (توضیح بیشتر را در مقاطع بالاتر خواهید آموخت).

بنابراین یکی از پارامترهای منحنی مارپیچ که در آن وجود دارد زاویه مارپیچ می‌باشد که جز خصوصیات فیزیکی این منحنی می‌باشد. زاویه مارپیچ را می‌توان از رابطه ریاضی زیر محاسبه کرد:

$$\tan\alpha = \frac{P_h}{D \cdot \pi}$$

در این رابطه P_h گام مارپیچ و D قطر استوانه مارپیچ و α زاویه مارپیچ می‌باشد.

مثال:

زاویه مارپیچ منحنی با گام ۲۰ و قطر استوانه ۶۰ میلی‌متر را حساب کنید.

$$\tan\alpha = \frac{20}{6 \times 3 / 14} = 0.1061$$

از جدول مثلثاتی مقدار α تقریباً برابر ۶ درجه خواهد شد.

۱۰-۳- ایجاد شیار مارپیچ با استفاده از ماشین فرز

برای ایجاد شیار مارپیچ از هر دو ماشین فرز عمودی و انجیور سال می‌توان استفاده کرد. همان‌طور که گفته شده تیغه فرز مورد استفاده نیز به شکل و فرم مقطع شیار مارپیچ بستگی دارد ولی معمولاً از تیغه فرزهای فرم سوراخ‌دار و تیغه فرزهای انگشتی با فرم‌های مختلف استفاده می‌گردد.

۱۰-۳-۱- ایجاد شیار مارپیچ با استفاده از ماشین فرز افقی انیورسال

برای ایجاد شیار مارپیچ با استفاده از ماشین فرز انیورسال آنچه که حائز اهمیت است و بایستی به آن توجه داشت قرار گرفتن تیغه فرز انتخابی در امتداد شیار می‌باشد. اشکال زیر این مفهوم را بهتر بیان می‌کنند.



موقعیت اولیه قرارگیری تیغه فرز نسبت به قطعه کار قبل از فرزکاری



موقعیت قرارگیری تیغه فرز نسبت به قطعه کار برای فرزکاری شیار مارپیچ

با توجه به اشکال بالا انحراف تیغه فرز در ماشین فرز انیورسال لازم می‌باشد در غیر این صورت سطح درگیر شدن تیغه با کار، از بغل تیغه خواهد بود و فرم شیار نیز به شکل خواسته شده ایجاد نخواهد شد. از آنجا که انحراف محور تیغه فرز که در این نوع ماشین امکان پذیر نیست، لذا با انحراف میز می‌توان این زاویه را تامین کرد. زاویه انحراف تیغه فرز را با β نمایش می‌دهند و مقدار آن از

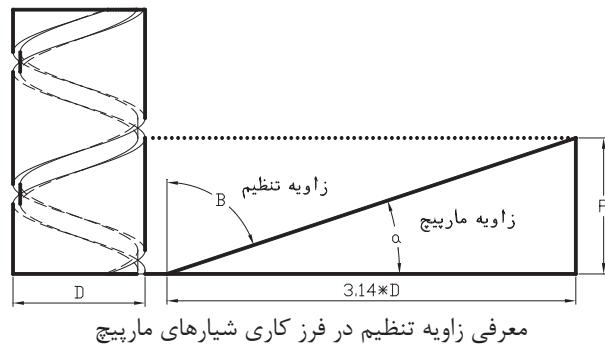
رابطه زیر بدست می‌آید.

$$\cot \beta = \frac{d \cdot \pi}{p_h}$$

با توجه به رابطه فوق می‌توان گفت که زاویه انحراف تیغه فرز یا زاویه تنظیم

متهم زاویه مارپیچ می‌باشد. به عنوان مثال اگر زاویه مارپیچ α مساوی ۲۰ درجه باشد مقدار β برابر ۷۰ درجه خواهد بود. یعنی:

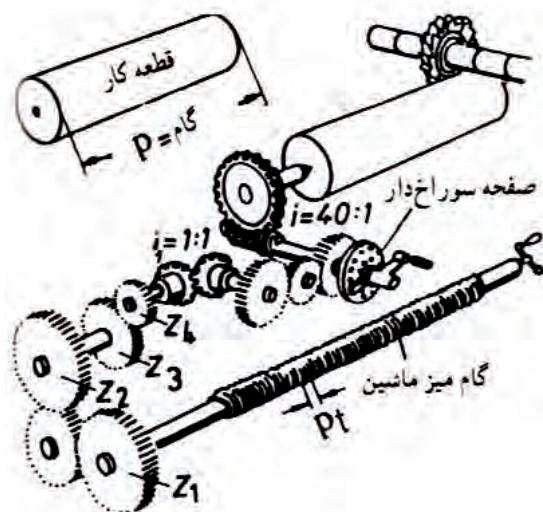
$$\beta + \alpha = 90^\circ$$



بنابراین جهت ایجاد شیار مارپیچ بر روی ماشین فرز انجیرسال انحراف میز ماشین الزامی است و زاویه آن بایستی محاسبه گردد.

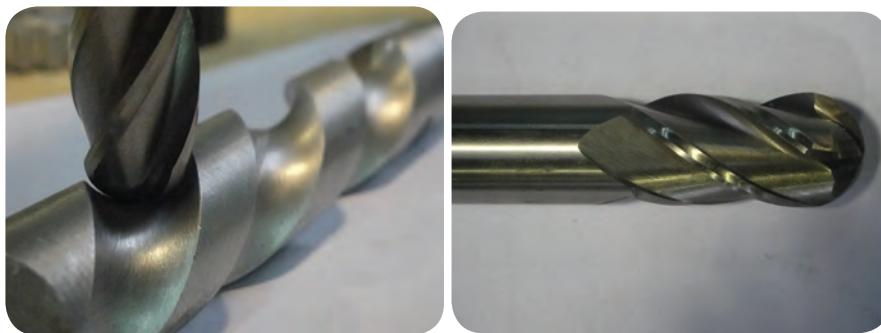
نکته بعد که در ایجاد شیار مارپیچ بایستی توضیح داده شود حرکت قطعه کار در دو جهت چرخشی و خطی می‌باشد. حرکت خطی قطعه کار توسط میز ماشین و توسط دست انجام می‌گیرد.

برای تأمین حرکت دورانی توام با حرکت خطی از دستگاه تقسیمی که با چرخدنده‌های تعویضی به میله هادی میز ماشین متصل شده باشد استفاده می‌کنیم. برای تبدیل حرکت خطی میز به حرکت چرخشی قطعه، از چرخدنده‌های تعویضی محاسبه شده متصل به انتهای میله هادی استفاده می‌کنیم.



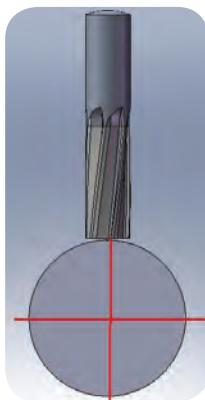
۱۰-۳-۲- ایجاد شیار مارپیچ با استفاده از ماشین فرز عمودی:

با استفاده از ماشین فرز عمودی و با استفاده از تیغه فرزهای انگشتی معمولی و فرم و همچنین به کمک دستگاه تقسیم می‌توان شیار مارپیچ ایجاد کرد.



استفاده از تیغه فرز انگشتی سر کروی برای ایجاد شیار مارپیچ

در این روش که نسبتاً از روش قبل ساده‌تر است نیاز به انحراف کله‌گی یا تیغه‌فرز نیست و تیغه کاملاً عمود بر محور افقی قطعه کار و در امتداد محور عمودی قرار خواهد گرفت.



نحوه قرار گیری ابزار نسبت به قطعه کار در مارپیچ تراشی برای حرکت خطی از دسته میز ماشین و برای تامین حرکت چرخشی از دستگاه تقسیم استفاده می‌کنیم که هر دو با هم این حرکتها را بطور همزمان تامین می‌کنند. کلیه محاسبات در مورد چرخ‌دنده‌های تعویضی و گام مارپیچ مانند حالت قبل می‌باشد.

شیار مارپیچ



انحراف کله‌گی فرز عمودی

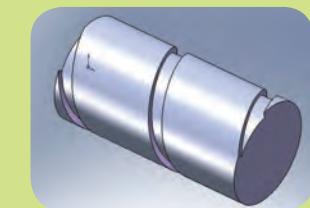


بسن تیغه فرز انگشتی
خاص برای ایجاد شیار در قطعه



میله فرزگیر یک طرفه

در مارپیچ تراشی با ماشین فرز افقی و تیغه فرز سوراخدار در صورتیکه زاویه تنظیم را بر روی میز با انحراف به چپ انجام دهیم مارپیچ حاصل را مارپیچ راست گویند.



در صورتیکه جهت انحراف میز برای زاویه تنظیم به سمت راست باشد مارپیچ ایجاد شده مارپیچ چپ خواهد بود.



بر روی محور ماشین فرز عمودی نیز می‌توان تیغه فرز سوراخدار و میله فرز یک طرفه بست و با انحراف کله‌گی مقدار زاویه انحراف را ایجاد کرد و شیار مارپیچ را تولید کرد.

۱۰-۴- محاسبات لازم جهت ایجاد حرکت چرخشی برای ایجاد مارپیچ

برای تبدیل حرکت خطی میز ماشین به حرکت چرخشی توسط دستگاه تقسیم باقیستی چرخدنده‌های تعویضی بر روی دستگاه و میله پیچ میز ماشین نصب گردد. برای محاسبه چرخدنده‌های تعویضی دانستن گام میله پیچ میز ماشین و گام مارپیچ ضروری است.

توسط رابطه زیر چرخدنده‌های تعویضی لازم را می‌توان محاسبه کرد:

$$\frac{Z_t}{Z_g} = \frac{p_t \cdot i}{p_h}$$

که در این رابطه:

Z_t : چرخدنده‌ای است که بر روی محور اصلی میز دستگاه فرز نصب می‌شود.

Z_g : چرخدنده‌ای است که بر روی محور اصلی دستگاه تقسیم نصب می‌شود.

P_t : گام میله پیچ میز ماشین فرز

i : نسبت دستگاه تقسیم ($40:1$)

P_h : گام منحنی مارپیچ می‌باشد.

پس از مقدارگذاری و محاسبه رابطه بالا نسبت چرخدنده‌های تعویضی ممکن

حاصل می‌شود که این چرخدنده‌ها به صورت ساده و یا مرکب باید نصب شوند.

در وضعیت نسبت ساده، رابطه زیر برقرار است:

و در نسبت مرکب:

$$\frac{Z_t}{Z_g} = \frac{Z_1}{Z_2} \times \frac{Z_3}{Z_4}$$

که در این حالت Z_1 روی محور میز و Z_4 روی محور اصلی دستگاه تقسیم نصب

خواهد شد و Z_2 و Z_3 نیز روی محور گیتاری نصب می‌شوند.

نکته: قابل تأمل در مورد زاویه مارپیچ این است که هر چه گام بزرگتر باشد زاویه مارپیچ نیز بیشتر خواهد بود.

در هر شرایطی که از چرخ دندوهای تعویضی مرکب استفاده می‌کنیم شرط زیر را که قبلًاً هم اشاره شده مد نظر داشته باشیم:

$$Z_1 + Z_2 > 15 + Z_3$$

$$Z_3 + Z_4 > 15 + Z_2$$

یاد آوری:

معمولًاً به همراه دستگاه تقسیم یک سری چرخ دنده تعویضی استاندارد شده وجود دارد که عبارتند از:

۲۴-۲۴-۲۸-۳۰-۳۲-۳۶-۴۰-۴۴-۴۸-۵۶-۶۴-۷۲-۸۰-۸۶ و ۱۰۰



چرخ دندوهای تعویضی برای ایجاد حالت مرکب یا ساده

مثال: برای ایجاد شیار مارپیچ بر روی استوانهای به قطر ۸۰ میلی‌متر و به گام ۳۰۰ mm بر روی ماشین فرز انیورسال که گام میله پیچ آن ۵ میلی‌متر است و نسبت دستگاه تقسیم ۱:۴۰ زاویه تنظیم و نسبت چرخ دندوهای تعویضی را به دست آورید.

$$\cot \beta = \frac{(d \times 14/3)}{ph}$$

$$= \frac{(80 \times 14/3)}{300} = 1/25$$

$$\beta = 51^\circ$$

$$\frac{Zt}{Zg} = \frac{(pt \times i)}{ph} = \frac{(5 \times 4)}{300} \quad \cot \beta = 1/25 \rightarrow$$

$$\frac{Zt}{Zg} = \frac{2}{3}$$

$$m_n = \cos$$

زاویه قابل تنظیم:

پس از ساده کردن نسبت فوق و یا با استفاده از جداول آورده شده نسبت فوق

$$\frac{Zt}{Zg} = \frac{2}{3} \times \frac{12}{12} = \frac{24}{36}$$

به صورت زیر درخواهد آمد:

با همین شرایط امکان بستن چرخدنده‌ها وجود دارد چرا که هر دو چرخدنده در لیست چرخدنده‌های تعویضی وجود دارد. اما اگر بخواهیم حالت مركب را پیاده کنیم و به اعداد پیشنهادی در جدول بررسیم به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\frac{Zt}{Zg} = \frac{6 \times 4}{6 \times 4} = \frac{6}{6} \times \frac{4}{4} \times \frac{2}{2} = \frac{6}{6} \times \frac{8}{12} = \frac{6}{12} \times \frac{4}{4} \times \frac{8}{8} \times \frac{4}{4}$$

۴ از صورت و ۶ از مخرج را در ۲ ضرب می‌کنیم.

بنابراین

$$\begin{aligned}\frac{Zt}{Zg} &= \frac{12 \times 32}{48 \times 24} = \frac{Z_1 \times Z_r}{Z_r \times Z_r} \\ \frac{Zt}{Zg} &= \frac{(Z_1 \times Z_r)}{(Z_r \times Z_r)} \\ \frac{Zt}{Zg} &= \frac{(32 \times 24)}{(24 \times 48)}\end{aligned}$$

اعداد بدست آمده برای Z_1, Z_r, Z_2, Z_3 مطابق جدول داده می‌باشند.

جدول زیر جهت تسهیل در بدست آوردن تعداد چرخدنده‌های تعویضی آمده است.
در جدول صفحه ۹۵ مقدار گردش دسته دستگاه تقسیم و صفحه سوراخ‌دار مورد نظر آورده شده است. در جدول صفحه ۹۶ دومی چرخدنده‌های تعویضی بر اساس گام شیار مارپیچ و گام میله هادی دستگاه آورده شده است.

جدول تعداد دور دسته تقسیم و صفحه سوراخدار در حالتی که
نسبت دستگاه تقسیم غیر مستقیم ۱:۴۰ می باشد.

تعداد تقسیمات	صفحات سوراخدار	تعداد دور	تعداد سوراخ	تعداد تقسیمات	صفحات سوراخدار	تعداد سوراخ	تعداد تقسیمات	صفحات سوراخدار	تعداد سوراخ
2		20		55	33	24	168	21	5
3	39	13	13	56	49	35	170	17	4
4		10		58	29	20	172	43	10
5		8		60	39	26	180	18	4
6	39	6	26	62	31	20	184	23	5
7	49	5	35	64	16	10	185	37	8
8		5		65	39	24	188	47	10
9	27	4	12	66	33	20	190	19	4
10		4		68	17	10	195	39	8
11	33	3	21	70	49	28	196	49	10
12	39	3	13	72	27	15	200	20	4
13	39	3	3	74	37	20	205	41	8
14	49	2	42	75	15	8	210	21	4
15	39	2	26	76	19	10	215	43	8
16	20	2	10	78	39	20	216	27	5
17	17	2	6	80	20	10	220	33	6
18	27	2	6	82	41	20	230	23	4
19	19	2	2	84	21	10	232	29	5
20		2		85	17	8	235	47	8
21	21	1	19	86	43	20	240	18	3
22	33	1	27	88	33	15	245	49	8
23	23	1	17	90	27	12	248	31	5
24	39	1	26	92	23	10	260	39	6
25	20	1	12	94	47	20	264	33	5
26	39	1	21	95	19	8	270	27	4
27	27	1	13	98	49	20	280	49	7
28	49	1	21	100	20	8	290	29	4
29	29	1	11	104	39	15	296	37	5
30	39	1	13	105	21	8	300	15	2
31	31	1	9	108	27	10	310	31	4
32	20	1	5	110	33	12	312	39	5
33	33	1	7	115	23	8	320	16	2
34	17	1	3	116	29	10	328	41	5
35	49	1	7	120	39	13	330	33	4
36	27	1	3	124	31	10	340	17	2
37	37	1	3	128	16	5	344	43	5
38	19	1	1	130	39	12	360	18	2
39	39	1	1	132	33	10	370	37	4
40		1		135	27	8	376	47	5
41	41		40	136	17	5	380	19	2
42	21		20	140	49	14	390	39	4
43	43		40	144	18	5	392	49	5
44	33		30	145	29	8	400	20	2
45	27		24	148	37	10	410	41	4
46	23		20	150	15	4	420	21	2
47	47		40	152	19	5	430	43	4
48	18		15	155	31	8	440	33	3
49	49		40	156	39	10	460	23	2
50	20		16	160	20	5	470	47	4
52	39		30	164	41	10	490	49	4
54	27		20	165	33	8			

جدول چرخ دنده‌های تعویضی موردنیاز فرزکاری در شیارها و چرخ دنده‌های ماربیچی
نسبت دستگاه تقسیم غیرمستقیم ۱:۴۰ می‌باشد.

نسبت دستگاه تقسیم ۱:۴۰
چرخ دنده‌های تعویضی موجود
24, 24, 28, 32, 40, 44,
48, 56, 64, 72, 86, 100.

گام ماربیچ					چرخ دنده‌های تعویضی					گام ماربیچ					چرخ دنده‌های تعویضی				
میلی‌متری			اینجی		Z1	Z2	Z3	Z4	میلی‌متری			اینجی		Z1	Z2	Z3	Z4		
5 mm	6 mm	8 mm	6,35 mm	5,08 mm					5 mm	6 mm	8 mm	6,35 mm	5,08 mm						
13,4	16,1	21,4	0,670	0,536	86	24	100	24	55	66	88	2,750	2,200	64	40	100	44		
15,6	18,7	25	0,781	0,624	86	24	100	28	56	67,2	89,6	2,800	2,240	24	24	100	28		
16	19,2	25,6	0,800	0,640	72	24	100	24	57	68,4	91,2	2,849	2,279	64	28	86	56		
17,9	21,4	28,6	0,893	0,714	86	24	100	32	58,2	69,8	93,1	2,909	2,327	44	32	100	40		
18,6	22,3	29,8	0,930	0,744	72	24	86	24	59,2	71	94,7	2,960	2,368	44	28	86	40		
21	25,2	33,6	1,050	0,840	64	24	100	28	60	72	96	3	2,400	40	24	56	28		
22,3	26,8	35,7	1,116	0,892	86	24	100	40	61,1	73,3	97,8	3,055	2,444	44	28	100	48		
24	28,8	38,4	1,200	0,960	48	24	100	24	62	74,4	99,2	3,101	2,480	72	40	86	48		
25	30	40	1,250	1	64	24	72	24	63	75,6	100,8	3,150	2,520	100	28	64	72		
26	31,2	41,7	1,302	1,041	86	28	100	40	64	76,8	102,4	3,200	2,560	100	28	56	64		
27,4	32,9	43,9	1,371	1,096	56	24	100	32	65,1	78,1	104,2	3,256	2,604	24	24	86	28		
28	33,6	44,8	1,400	1,120	48	24	100	28	66	79,2	105,6	3,300	2,640	64	44	100	48		
29,2	35	46,7	1,458	1,166	64	24	72	28	67	80,4	107,2	3,349	2,679	86	40	100	72		
30	36	48	1,500	1,200	64	24	100	40	68,1	81,7	108,9	3,403	2,722	64	28	72	56		
31	37,2	49,6	1,550	1,240	72	24	86	40	68,8	82,5	110	3,438	2,750	48	24	84	44		
32	38,4	51,2	1,600	1,280	48	24	100	32	70	84	112	3,500	2,800	64	40	100	56		
33	39,6	52,8	1,650	1,320	64	24	100	44	71	85,2	113,7	3,552	2,841	44	56	86	24		
34,1	40,9	54,6	1,706	1,364	72	24	86	44	72	86,4	115,2	3,600	2,880	48	72	100	24		
35	42	56	1,750	1,400	64	28	100	40	73,1	87,8	117	3,657	2,925	56	64	100	32		
36	43,2	57,6	1,800	1,440	64	24	100	48	74,1	88,9	118,5	3,704	2,963	48	32	72	40		
37,2	44,6	59,5	1,860	1,488	56	28	86	32	75	90	120	3,750	3	32	24	48	24		
38,1	45,7	61	1,905	1,524	56	24	72	32	76	91,2	121,6	3,799	3,039	48	56	86	28		
39,1	46,9	62,5	1,954	1,563	40	24	86	28	77	92,4	123,2	3,850	3,080	64	44	100	56		
40	48	64	2	1,600	40	24	72	24	78,2	93,9	125,2	3,911	3,128	72	44	100	64		
41,1	49,4	65,8	2,057	1,645	28	24	100	24	79,5	95,4	127,3	3,977	3,181	44	28	64	40		
42	50,4	67,2	2,100	1,680	64	24	100	56	80	96	128	4	3,200	40	24	48	32		
43,4	52,1	69,5	2,171	1,736	72	24	86	56	81,2	97,4	129,9	4,060	3,248	44	64	86	24		
44	52,8	70,4	2,200	1,760	48	24	100	44	82,3	98,7	131,6	4,114	3,291	28	48	100	24		
45	54	72	2,250	1,800	40	24	84	24	82,9	99,5	132,6	4,144	3,315	44	56	86	28		
46,5	55,8	74,4	2,326	1,860	64	32	86	40	84	100,8	134,4	4,200	3,360	64	48	100	56		
47,4	56,8	75,8	2,368	1,894	44	28	86	32	85,1	102,1	136,1	4,253	3,402	56	64	86	32		
48	57,6	76,8	2,400	1,920	56	28	100	48	86	103,2	137,6	4,300	3,440	56	86	100	28		
49	58,8	78,4	2,450	1,960	64	28	100	56	87,2	104,7	139,6	4,361	3,488	64	100	86	24		
50	60	80	2,500	2	48	24	56	28	88	105,6	140,8	4,400	3,520	24	24	100	44		
51,2	61,4	81,9	2,558	2,046	64	32	86	44	89,3	107,2	142,9	4,466	3,572	40	48	86	32		
52,1	62,5	83,4	2,605	2,084	40	28	86	32	90	108	144	4,500	3,600	64	72	100	40		
53,2	63,8	85,1	2,658	2,126	56	32	86	40	91	109,2	145,5	4,548	3,638	72	44	86	64		
54	64,8	86,4	2,700	2,160	64	24	100	72	93	111,6	148,8	4,651	3,720	24	40	86	24		

ادامه جدول

گام بیچ هدایت												چرخ‌نده‌های تعویضی				گام بیچ هدایت											
بر حسب میلی متر			بر حسب اینچ			Z1 Z2 Z3 Z4				بر حسب میلی متر			بر حسب اینچ			Z1 Z2 Z3 Z4				Z1 Z2 Z3 Z4							
5 mm	6 mm	8 mm	8,35 mm	5,08 mm					5 mm	6 mm	8 mm	8,35 mm	5,08 mm					5 mm	6 mm	8 mm	8,35 mm	5,08 mm					
94,3	113,1	150,8	4,714	3,771	40	44	56	24	155	186	248,1	7,752	6,201	48	100	86	32	95,2	114,3	152,4	4,762	3,809	28	40	72	24	
95,2	114,3	152,4	4,762	3,809	28	40	72	24	156,3	187,6	250,1	7,815	6,252	40	56	86	48	96	115,2	153,6	4,800	3,840	24	48	100	24	
97	116,4	155,2	4,849	3,879	44	32	72	48	158,4	190,1	253,4	7,920	6,336	40	72	100	44	98	117,6	158,8	4,900	3,920	32	56	100	28	
99	118,8	158,4	4,950	3,960	44	56	72	28	164,2	197,1	262,6	8,212	6,569	64	86	72	44	100	120	160	5	4	24	24	56	28	
100	122,5	163,4	5,105	4,084	48	28	64	56	166,2	199,5	266	8,312	6,649	44	64	56	32	102,1	123,8	165	5,158	4,124	32	44	64	24	
103,1	125	166,7	5,210	4,168	40	64	86	28	170,1	204,1	272,2	8,506	6,804	28	64	86	32	104,2	126	168	5,250	4,200	32	24	40	28	
105	127,3	169,7	5,303	4,242	44	28	48	40	174,4	209,3	279,1	8,721	6,976	32	100	86	24	106,1	128,4	171,1	5,348	4,278	32	44	72	28	
107	129,6	172,8	5,400	4,320	32	72	100	24	175	210	280	8,750	7	24	28	32	24	108	130,9	174,6	5,455	4,364	44	48	100	44	
109,1	132	176	5,500	4,400	40	44	48	24	180	216	288	9	7,200	32	48	40	24	110	133,3	177,8	5,556	4,444	24	40	72	24	
111,1	134,4	179,2	5,600	4,480	24	56	100	24	184,2	221	294,7	9,210	7,368	40	72	86	44	112	135,8	181	5,657	4,525	44	56	72	32	
113,1	136,8	182,3	5,698	4,558	32	56	86	28	186	223,2	297,7	9,302	7,441	24	48	86	40	114	138,2	184,3	5,760	4,608	40	72	100	32	
115,2	139,6	186,2	5,818	4,654	44	64	100	40	190,5	228,8	304,8	9,524	7,619	28	40	48	32	116,4	140,4	187,1	5,848	4,678	28	44	86	32	
117	141,9	189,2	5,912	4,729	64	86	100	44	195,4	234,4	312,6	9,768	7,814	48	72	86	56	118,2	142,8	190,5	5,952	4,761	56	100	72	32	
119	144	192	6	4,800	40	48	56	28	198	237,6	316,8	9,900	7,920	32	72	100	44	120	145,5	194	6,061	4,848	44	40	48	24	
121,2	146,7	195,6	6,112	4,889	24	24	72	44	202	242,4	323,2	10,101	8,080	44	100	72	32	122,2	147,8	197,1	6,160	4,928	40	56	100	44	
123,2	148,8	198,5	6,202	4,961	24	40	86	32	205,3	246,4	328,5	10,267	8,213	24	56	100	44	124	150	200	6,250	5	24	64	40	24	
125	151,2	201,6	6,300	5,040	32	72	100	28	208,3	250	333,3	10,417	8,333	32	100	72	24	126	152,7	203,6	6,364	5,091	44	56	40	24	
127,3	153,6	204,8	6,400	5,120	24	64	100	24	212,1	254,5	339,4	10,606	8,484	44	56	48	40	128	154,8	206,4	6,450	5,160	64	86	40	40	
129	156,3	208,4	6,512	5,209	24	56	86	24	215	258	344	10,750	8,600	40	86	48	24	130,2	157,2	209,5	6,548	5,238	48	44	56	40	
131	158,4	211,2	6,600	5,280	32	48	100	44	216	259,2	345,6	10,800	8,640	32	72	100	48	132	160,8	214,3	6,698	5,358	40	72	100	44	
133,3	162	216	6,750	5,400	40	72	64	24	224	268,8	358,4	11,200	8,960	24	56	100	48	134	163,3	217,8	6,806	5,444	32	56	72	24	
135	164,8	219,4	6,857	5,485	28	32	40	24	226,3	271,5	362	11,313	9,050	44	64	72	56	137,1	166,7	222,2	6,944	5,555	48	100	72	28	
138,9	168	224	7	5,600	24	28	40	24	228	273,6	364,8	11,401	9,120	44	86	48	28	140	170,7	227,6	7,111	5,688	40	64	72	24	
141,4	171,8	229,1	7,159	5,727	44	72	64	28	235,1	282,2	376,2	11,757	9,405	32	86	64	28	142,2	172,8	230,4	7,200	5,760	24	72	100	44	
143,2	174,4	232,6	7,268	5,814	64	100	86	40	238,1	283,8	378,4	11,825	9,460	32	86	100	44	144	175,4	233,9	7,310	5,848	28	44	86	40	
145,4	176,9	235,9	7,372	5,897	28	86	100	24	242,4	290,9	387,9	12,121	9,696	24	40	44	32	146,2	177,6	236,8	7,400	5,920	44	100	86	24	
147,4	179,2	238,9	7,465	5,972	64	86	72	40	245	294	392	12,250	9,800	32	56	40	28	148	180	240	7,500	6	24	48	40	24	
149,3	182,4	243,2	7,601	6,080	44	86	72	28	246,4	295,6	394,2	12,318	9,854	48	86	64	44	150	184,8	246,4	7,700	6,160	32	56	100	44	
151	184,8	246,4	7,700	6,160	32	56	100	44	250	300	400	12,500	10	24	40	32	24										

ادامه جدول

ادامه چدول

گام بیچ هدایت												چرخ دنده های تعویضی				گام بیچ هدایت											
بر حسب میلی متر			بر حسب اینچ			Z1 Z2 Z3 Z4				بر حسب میلی متر			بر حسب اینچ			Z1 Z2 Z3 Z4				چرخ دنده های تعویضی							
5 mm	8 mm	8 mm	6,35 mm	5,08 mm					5 mm	8 mm	8 mm	6,35 mm	5,08 mm														
498,6	598,3	797,8	24,930	19,944	28	64	44	48	684	820,8	1094,4	34,200	27,360	44	86	32	56										
500	600	800	25	20	24	72	48	40	685,8	823	1097,3	34,290	27,432	48	72	28	64										
502,8	603,4	804,5	25,140	20,112	28	64	40	44	691	829,2	1105,6	34,550	27,640	32	86	56	72										
510,2	612,2	816,3	25,510	20,408	28	100	56	40	694,4	833,3	1111	34,720	27,776	24	100	48	40										
512	614,4	819,2	25,600	20,480	28	86	48	40	698	837,6	1116,8	34,900	27,920	56	100	44	86										
514,2	617	822,7	25,710	20,568	24	72	56	48	700	840	1120	35	28	24	72	48	56										
516	619,2	825,6	25,800	20,640	24	86	100	72	702	842,4	1123,2	35,100	28,080	28	86	56	64										
520,8	625	833,3	26,040	20,832	32	100	48	40	711,2	853,4	1137,9	35,560	28,448	24	64	24	32										
525	630	840	26,250	21	32	72	48	56	714,2	857	1142,7	35,710	28,568	32	100	56	64										
526,6	631,9	842,6	26,330	21,064	28	86	56	48	720	864	1152	36	28,800	32	72	40	64										
530,4	636,5	848,6	26,520	21,216	44	100	48	56	727,2	872,6	1163,5	36,360	29,088	44	100	40	64										
535,8	643	857,3	26,790	21,432	48	100	56	72	733,4	880,1	1173,4	36,670	29,336	24	48	24	44										
540	648	864	27	21,800	32	72	40	48	737,2	884,6	1179,5	36,860	29,488	28	86	40	48										
542,6	651,1	868,2	27,130	21,704	24	100	86	56	740,8	889	1185,3	37,040	29,632	24	100	72	64										
544,4	653,3	871	27,220	21,776	24	56	24	28	746,6	895,9	1194,6	37,330	29,864	32	100	72	86										
545,4	654,5	872,6	27,270	21,816	40	100	44	48	748	897,6	1196,8	37,400	29,920	28	72	44	64										
546	655,2	873,6	27,300	21,840	28	86	72	64	750	900	1200	37,500	30	48	100	40	72										
548,6	658,3	877,8	27,430	21,944	28	64	40	48	752,6	903,1	1204,2	37,630	30,104	32	86	40	56										
550	660	880	27,500	22	32	56	28	44	757,6	909,1	1212,2	37,880	30,304	24	100	44	40										
552,8	663,4	884,5	27,640	22,112	40	86	56	72	762	914,4	1219,2	38,100	30,480	24	64	28	40										
555,6	666,7	889	27,780	22,224	32	100	72	64	764	916,8	1222,4	38,200	30,560	24	100	48	44										
558,4	670,1	893,4	27,920	22,336	28	86	44	40	767,8	921,4	1228,5	38,390	30,712	40	100	56	86										
560	672	896	28	22,400	64	100	48	86	771,4	925,7	1234,2	38,570	30,856	28	72	32	48										
562,6	675,1	900,2	28,130	22,504	40	100	64	72	777,8	933,4	1244,5	38,890	31,112	24	56	24	40										
565,8	679	905,3	28,290	22,632	28	72	40	44	779,2	935	1246,7	38,960	31,168	28	100	44	48										
568,2	681,8	909,1	28,410	22,728	32	100	44	40	785,8	943	1257,3	39,290	31,432	28	100	40	44										
581,8	698,2	930,9	29,090	23,272	24	64	44	48	788,4	946,1	1261,4	39,420	31,536	24	86	40	44										
584,4	701,3	935	29,220	23,376	56	100	44	72	789,8	947,8	1263,7	39,490	31,592	28	86	56	72										
586,4	703,7	938,2	29,320	23,456	48	86	44	72	795,4	954,5	1272,6	39,770	31,816	32	100	44	56										
587,8	705,4	940,5	29,390	23,512	28	72	56	64	800	960	1280	40	32	24	72	48	64										
591,2	709,4	945,9	29,560	23,648	32	86	40	44	803,6	964,3	1285,8	40,180	32,144	32	100	56	72										
595,2	714,2	952,3	29,760	23,808	28	100	48	40	806,2	967,4	1289,9	40,310	32,248	32	86	48	72										
598	717,6	956,8	29,900	23,920	28	100	86	72	816,4	979,7	1306,2	40,820	32,656	28	100	56	64										
600	720	960	30	24	28	56	32	48	818,2	981,8	1309,1	40,910	32,728	40	100	44	72										
604,6	725,5	967,4	30,230	24,184	32	86	64	72	822,8	987,4	1316,5	41,140	32,912	28	72	40	64										
606	727,2	969,6	30,300	24,240	48	100	44	64	825	990	1320	41,250	33	24	72	32	44										
610,8	733	977,3	30,540	24,432	44	100	84	86	833,4	1000,1	1333,4	41,670	33,336	32	100	48	64										
612,2	734,6	979,5	30,610	24,488	28	100	56	48	836,2	1003,4	1337,9	41,810	33,448	24	86	48	56										
614,2	737	982,7	30,710	24,568	24	86	56	48	838,2	1005,8	1341,1	41,910	33,528	24	64	28	44										
620,2	744,2	992,3	31,010	24,808	24	100	86	64	840	1008	1344	42	33,600	24	72	40	56										
622,2	746,6	995,5	31,110	24,888	24	64	48	56	844,6	1013,5	1351,4	42,230	33,784	28	86	32	44										
625	750	1000	31,250	25	28	100	64	56	855,6	1026,7	1369	42,780	34,224	24	56	24	44										
628,6	754,3	1005,8	31,430	25,144	28	64	32	44	860	1032	1376	43	34,400	32	86	40	64										
630	756	1008	31,500	25,200	32	72	40	56	872,8	1047,4	1396,5	43,640	34,912	24	72	44	64										
635	762	1016	31,750	25,400	72	100	28	64	875	1050	1400	43,750	35	32	100	40	56										
636,4	763,7	1018,2	31,820	25,456	44	100	40	56	879,6	1055,5	1407,4	43,980	35,184	32	86	44	72										
640	768	1024	32	25,600	28	64	40	56	888,8	1066,6	1422,1	44,440	35,552	24	64	24	40										
641,8	770,2	1026,9	32,090	25,672	24	56	32	44	892,8	1071,4	1428,5	44,640	35,712	28	100	32	40										
645	774	1032	32,250	25,800	48	86	40	72	895,8	1075	1433,3	44,790	35,832	40	100	48	86										
648,2	777,8	1037,1	32,410	25,928	24	100	72	56	900	1080	1440	45	36	28	72	32	56										
651,6	781,9	1042,6	32,580	26,064	24	86	44	40	909	1090,8	1454,4	45,450	36,360	32	100	44	64										
654,6	785,5	1047,4	32,730	26,184	32	72	44	64	912,2	1094,6	1459,5	45,810	36,488	24	86	44	56										
660	792	1056	33	26,400	24	72	40	44	918,4	1102,1	1469,4	45,920	36,736	28	100	56	72										
666,6	799,9	1066,6	33,330	26,684	24	100	40	32	921,4	1105,7	1474,2	46,070	36,856	24													

پیچ گشتی چرخشی

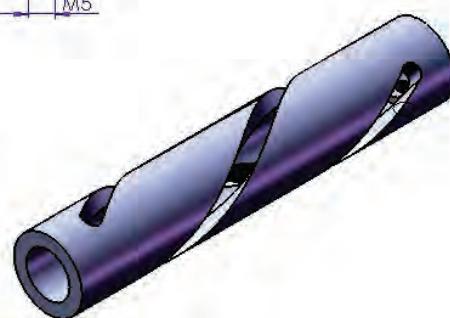
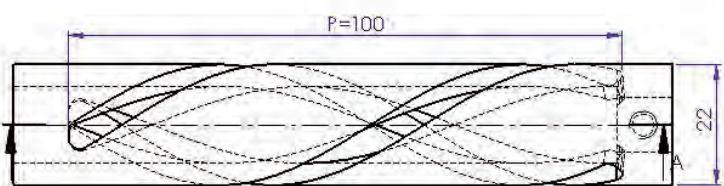
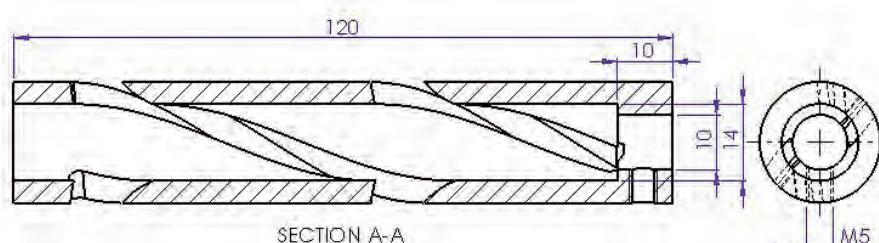
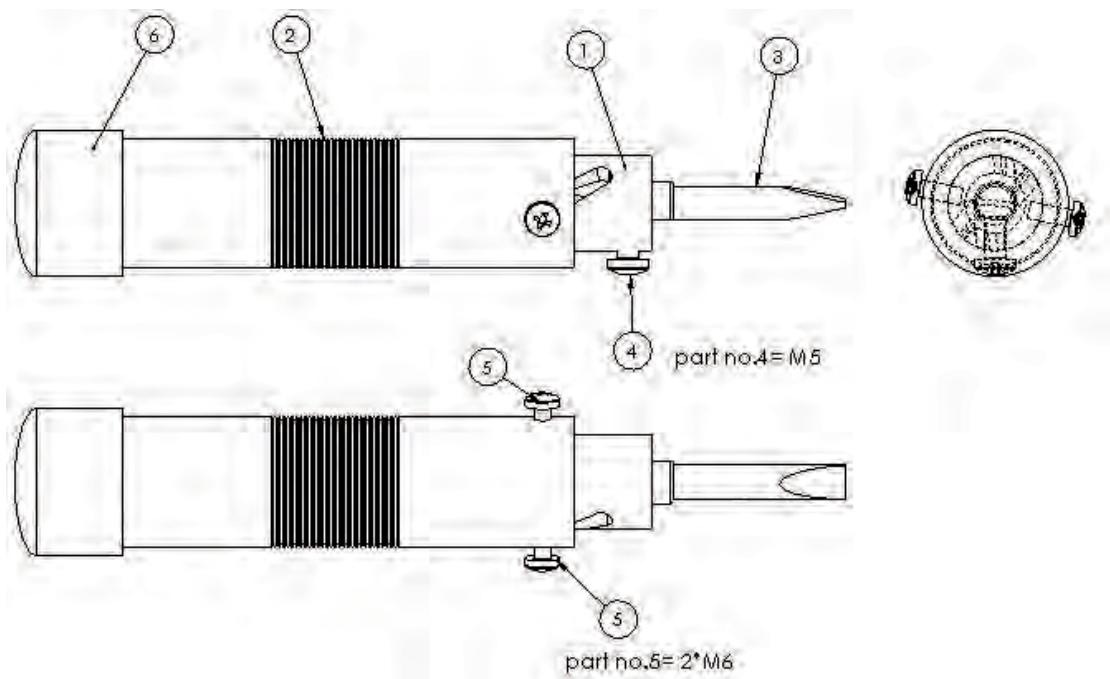


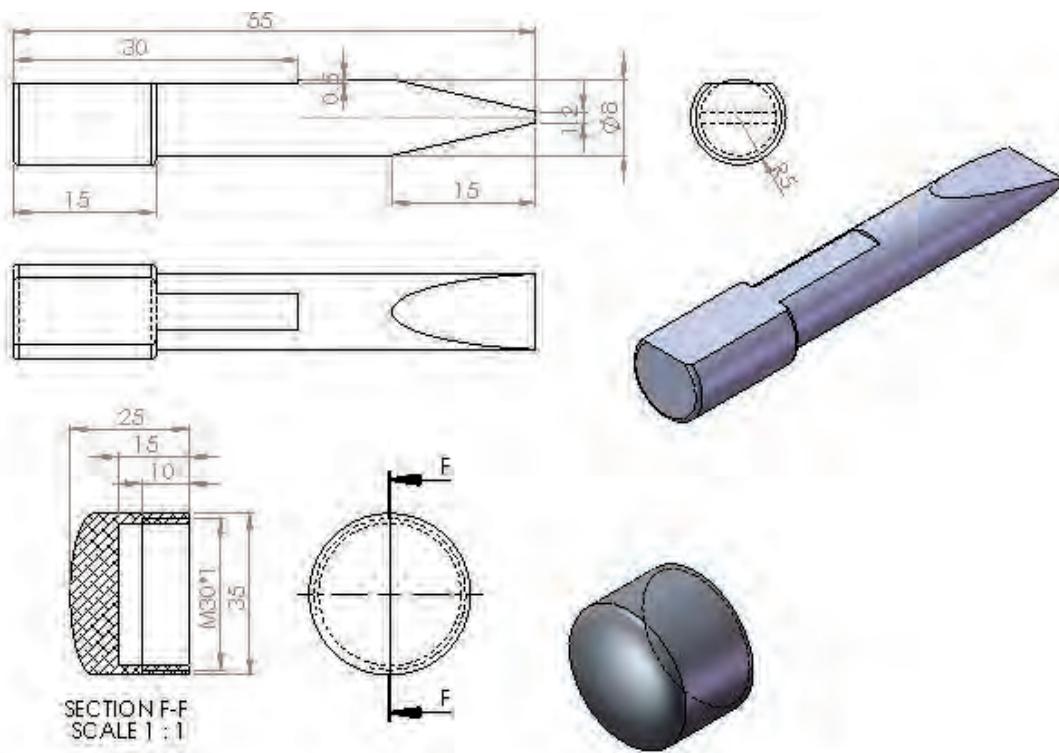
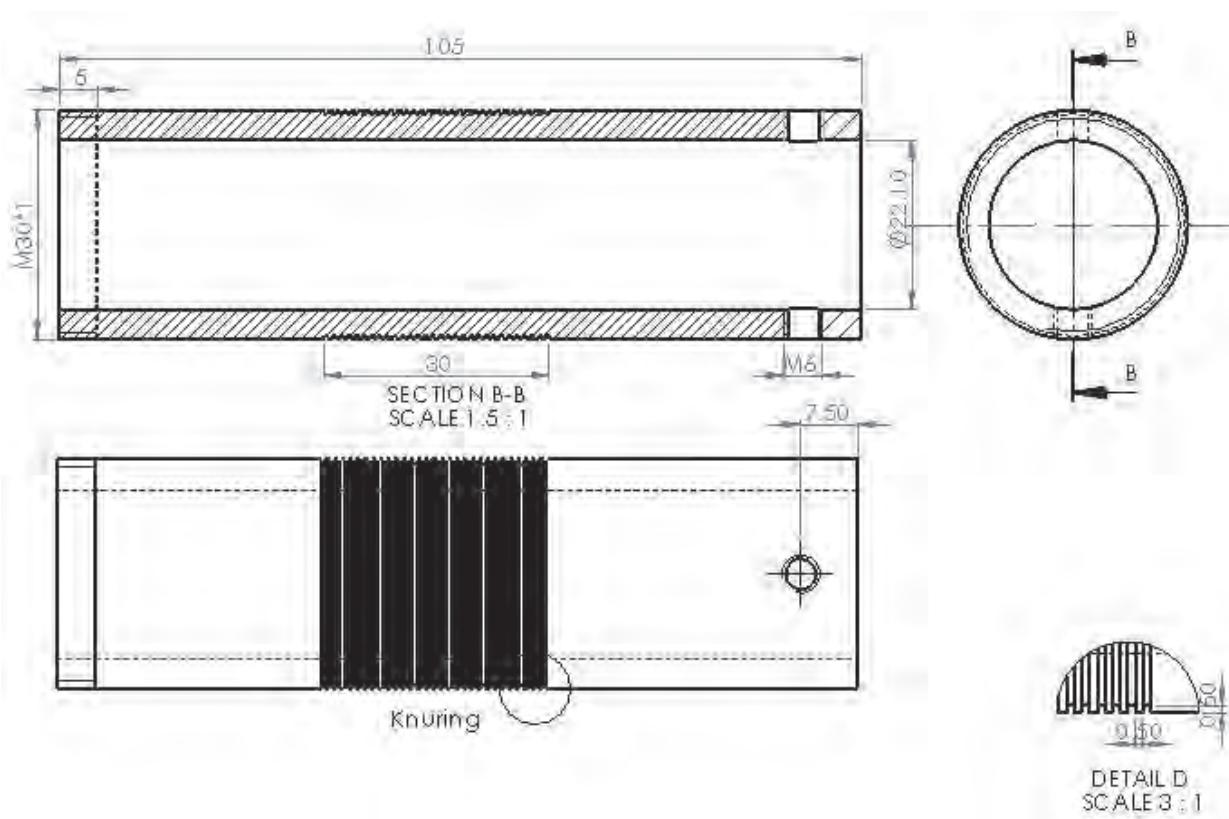
جدول DIN ISO 2768

درجه تولرانس	اندازه تولرانس	از 0.5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	از 120 تا 400
f (ظریف)		± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2
m (متوسط)		± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5
g (خشن)		± 0.15	± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2

شماره	تعداد	مشخصات قطعه	اندازه ماده اولیه	جنس ماده اولیه	شماره واحد کار	شماره کار عملی
-----	1	-----	-----	St37	10	1
مقیاس: 1:1			هدف آموزشی:			زمان: ۰۱ ساعت
استاندارد: ISO			پیچ گشتی چرخشی			درجه تولرانس: m

شیار مارپیچ



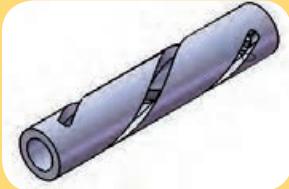
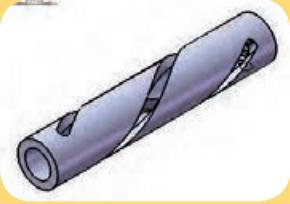


جدول تجهیزات و ابزار

تعداد	مشخصات فنی	ابزارهای لازم
۱	عمودی یا انیورسال	۱- ماشین فرز
۱	انگشتی سر کروی قطر ۵ میلیمتر	۲- تیغه فرز
۱	مغنطیس با دقیق ۰/۰۱	۳- ساعت اندازه‌گیری
۱	مخصوص دستگاه	۴- مرغک
به تعداد محاسبه شده	مخصوص دستگاه	۵- چرخ‌دنده‌های تعویضی

مراحل انجام کار

ردیف	شرح مراحل کار	شكل
۱	ابتدا محاسبات لازم جهت تراش شیار را انجام دهید.	
۲	چرخ‌دنده‌های تعویضی را با رعایت شرایط نصب محاسبه و آماده کنید.	
۳	ماده خام را انتخاب و بر روی دستگاه فرز آماده کنید. تیغه فرز انگشتی سر کروی را در گلوبن دستگاه بیندید.	

	<p>قطعه کار را بسته و از دور بودن قطعه مطمئن شوید.</p>	۴
	<p>قطعه را تا حد امکان کوتاه بسته یا از مرغک کمک بگیرید.</p>	۵
	<p>تیغه فرز را در حالت روشن با سطح کار مماس کنید.</p>	۶
<p>ابزار را از کار دور کرده و بار لازم را به ابزار بدهید. در صورت زیاد بودن عمق بار، تعداد مراحل براده برداری را بیش از یک مرتبه انتخاب کنید.</p>		۷
	<p>پس از ایجاد شیار اول، قطعه را بدون جابجایی میز به اندازه لازم دوران دهید. مثلاً 180° درجه گردش با چرخش 20° دور دسته دستگاه تقسیم انجام می‌شود. مراحل مماس و باردهی را تکرار کنید.</p>	۸
	<p>ارائه قطعه کار یا گزارش به هنرآموز محترم</p>	
	<p>ارزشیابی نهایی</p>	

ارزشیابی پایانی

سوالات نظری (۱۵ دقیقه)

سوالات صحیح و غلط:

- ۱- چپ یا راست بودن منحنی مارپیچ تنها با تغییر جهت چرخش دستگاه تقسیم امکان پذیر است.
 - ۲- امکان ساخت پیش از یک شیار مارپیچ بر روی قطعه امکان پذیر است.

سوالات کوتاه پاسخ یا جای خالی:

- ۳- فاصله دو نقطه از مارپیچ پس از یک دور چرخش حول استوانه را مارپیچ گویند.

۴- زاویه انحراف تیغه فرز یا زاویه تنظیم زاویه مارپیچ می باشد.

سوالات چند گزینه‌ای:

- بر روی یک میله به قطر ۵۰ میلیمتر یک شیار مارپیچ با زاویه ۲۰ درجه ایجاد می‌کنیم. اگر $t = 6$ mm و نسبت دستگاه تقسیم $i = 40 : 1$ باشد، گام مارپیچ را به دست آورید.

۴۳۱/۶۵-۵

ج-٦٠٠/٢

۴۸۰ -

٤٦٠-الف

- ۶- قطر یک میله ۲۰ میلیمتر و $p_t = 6\text{ mm}$, $p_h = 60\text{ mm}$ و نسبت دستگاه تقسیم $i = 40$ باشد، زاویه مارپیچ را به دست آورید.

ب- ۵۸ دقیقه و جه د

الف-٨ درجه و ٢٨ دقیقه

د-۶ د، جه و ۲۰ دقیقه

ج- ۳۰ دقیقه و ۵۰ جه

۷- کدام جمله صحیح است؟

- الف- Z_1 روی محور اصلی و Z_4 روی محور میز دستگاه تقسیم نصب خواهد شد.

ب- فرز کاری شیار مارپیچ با ماشین فرز عمودی مشکل تر است.

ج- در این حالت Z_1 روی محور میز و Z_4 روی محور گیتاری نصب می شود.

د- Z_1 روی محور میز و Z_4 روی محور اصلی دستگاه تقسیم نصب خواهد شد.

سوالات تشریحی:

- ۱۰- مارپیچ چپ و مارپیچ راست چه تفاوتی با هم دارند؟

۹- برای زدن مارپیچ با ماشین فرز عمودی چه مراحلی را باید دنبال کرد؟

۸- هر یک از پارامترهای رابطه $\frac{Zt}{Zg} = \frac{(pt \times i)}{ph}$ را شرح دهید.

واحد کار ۱۱



هدف کلی: توانایی تراشیدن چرخ‌دنده‌های مارپیچ با ماشین فرز

پس از آموزش این واحد کار از فرآگیر انتظار می‌رود:

اهداف رفتاری:

- ۱- شرایط استفاده از چرخ‌دنده مارپیچ را بیان کند.
- ۲- مشخصه‌های چرخ‌دنده مارپیچ را بداند.
- ۳- محاسبات لازم برای تولید یک چرخ‌دنده مارپیچ را انجام دهد.
- ۴- دستگاه را برای تولید یک چرخ‌دنده مارپیچ تنظیم و آماده کند.

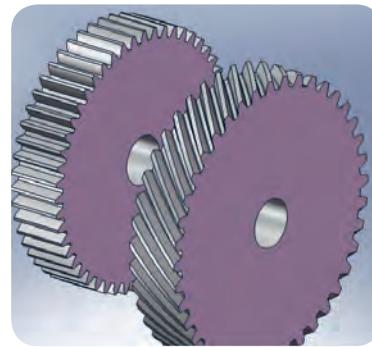
زمان آموزش		
عملی	نظری	
۲۶ ساعت	۳۰ دقیقه	- توانایی تراشیدن چرخ‌دنده‌های مارپیچ با ماشین فرز
یک ساعت	۳۰ دقیقه	ارزشیابی ورودی و پایانی توسط هنرآموز و ثبت در برگه ارزشیابی
۳۰ ساعت		جمع

پیش آزمون (۱۵ دقیقه)

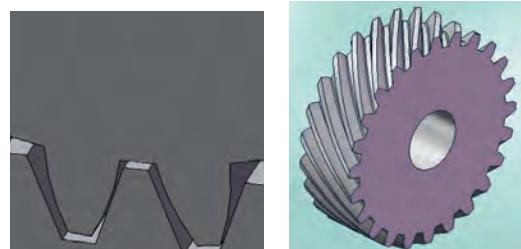
- ۱- از شیار مارپیچ به جز مته‌ها در چه موارد دیگری می‌توان استفاده کرد؟ آیا می‌توانید نام ببرید.
- ۲- آیا تا به حال به گیربکس ماشین دقت کرده‌اید؟ از چه نوع چرخ‌دنده‌هایی در آن استفاده شده است؟
- ۳- اگر دنده‌های یک چرخ‌دنده ساده به صورت مایل باشد چه اتفاقی می‌افتد؟
- ۴- دو محور که با هم موازی نیستند را چگونه با هم ارتباط دهیم تا دور یکی به دیگری منتقل شود؟

۱۱-۱- آشنایی با چرخ دندۀ مارپیچ

یکی از موارد استفاده منحنی های مارپیچ ایجاد شیار مارپیچ در تولید چرخ دندۀ ها می باشد. چرخ دندۀ های مارپیچ همانند چرخ دندۀ ساده دارای شیارهایی است که برای انتقال قدرت و حرکت استفاده می شوند با این تفاوت که راستای شیارها بر روی استوانه به صورت مایل قرار گرفته است. این تفاوت را در اشکال زیر مشاهده می کنیم.



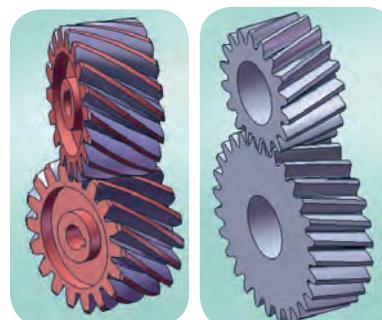
تفاوت دندۀ چرخ دندۀ ساده و مارپیچ



شکل چرخ دندۀ مارپیچ

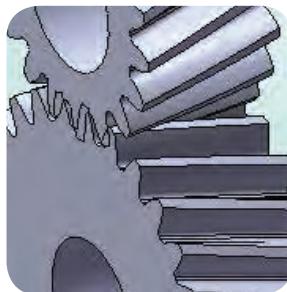
بر خلاف چرخ دندۀ های ساده که تنها برای محورهای موازی به کار می رود چرخ دندۀ های مارپیچ دارای مزیت های زیر است:

- ۱- علاوه بر محورهای موازی در محورهایی که نسبت به هم زاویه دارند و به اصطلاح متنافر هستند، هم به کار می روند. این حالت از زاویه صفر درجه (محورهای موازی) تا ۹۰ درجه می تواند باشد.



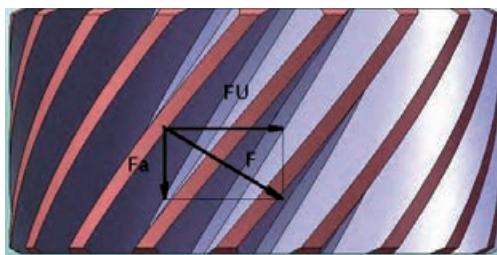
انتقال دور در دو محور متنافر با چرخ دندۀ های مارپیچ

۲- به دلیل تقسیم نیرو بر روی چند دندانه در هر لحظه از درگیری این چرخدنده‌ها نسبت به نوع ساده آرام تر کار کرده و سر و صدای کمتری دارند.



درگیری آرام تر بین دو چرخدنده مارپیچ نسبت به چرخدنده ساده

۳- در چرخدنده‌های مارپیچ نیروی عمل و عکس العمل در دو چرخدنده تنها در راستای شعاع نبوده و می‌تواند در دو جهت محوری و شعاعی تجزیه شده و فشار کمتری را بر محورها وارد کند.



تجزیه نیروها در چرخدنده مارپیچ

برای فرزکاری چرخدنده‌های مارپیچی، عمدتاً از ماشین فرز انیورسال استفاده می‌شود، البته استفاده از ماشین فرز عمودی و افقی معمولی هم امکان پذیر است. عمل فرزکاری با تیغه فرز مدولی صورت می‌گیرد.



استفاده از ماشین فرز عمودی و میله فرزگیر یکطرفه در ساخت چرخدنده مارپیچ

۱۱-۲- محاسبات مربوط به چرخدنده‌های مارپیچ

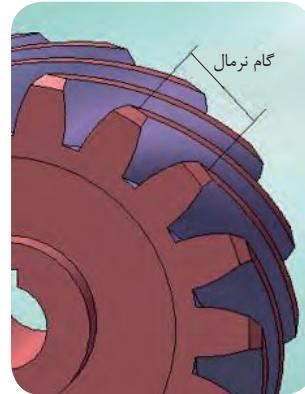
مدول و گام نرمال و پیشانی:

همان‌طور که به یاد دارید در چرخدنده شانه‌ای کج دو نوع گام و مدول را تعریف

چرخ دندۀ مارپیچ

کردیم نرمال و پیشانی. این حالت در چرخ دندۀ های مارپیچ هم وجود دارد. گامی که در پیشانی یک چرخ دندۀ اندازه گرفته می شود (P_a) بزرگتر از گام نرمال آن (P_n) است.

مدول عادی (نرمال) m_n : مدولی است که روی سطح عمودی در جهت دندۀ های چرخ دندۀ اندازه گرفته می شود.



نمایشی گام نرمال در چرخ دندۀ مارپیچ

مدولی که روی سطح پیشانی چرخ دندۀ اندازه گرفته می شود مدول پهلوی (مدول پیشانی یا ظاهری) نامیده می شود و با حرف m_a مشخص می گردد. مدول نرمال و مدول پهلوی یک چرخ دندۀ مارپیچی نسبت به هم دارای رابطه

$$m_a = \frac{m_n}{\cos \beta} \quad \text{زیر می باشد:}$$

که در آن β زاویه انحراف و یا زاویه تنظیم و بر حسب درجه می باشد. به همین صورت می توان بر اساس میزان زاویه شبیه رابطه زیر را بین دو گام

$$p_a = \frac{p_n}{\cos \beta} \quad \text{برقرار کرد:}$$

در هنگام استفاده از چرخ دندۀ های مارپیچ در حالتی که محور آنها موازی باشد بهترین زاویه مارپیچ برای آنها زاویه 20° درجه می باشد. عمدتاً به لحاظ فشار بروی دندۀ ها این زاویه بهینه می باشد.

معمولًاً مدول نرمال در نقشه های صنعتی داده می شود و انتخاب تیغه فرز بر مبنای این مدول می باشد.

برای درگیری دو چرخ دندۀ مارپیچ باید زاویه آنها چپ و راست ایجاد گردد. یعنی یکی از چرخ دندۀ ها مارپیچ چپ و دیگری راست تراشیده شود.

محاسبات قطر متوسط:

برای محاسبه قطر متوسط در چرخ‌دنده مارپیچ لازم است محیط متوسط را به دست آوریم و این محیط از مجموع گام‌های پیشانی حاصل می‌شود بنابراین قطر متوسط از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$d_o = m_a \times Z$$

$$d_o = \frac{m_n \times Z}{\cos \beta}$$

محاسبه قطر خارجی:

از قبل آموختیم که در چرخ‌دنده‌های ساده با جمع کردن دو ارتفاع سر دنده (h_k) که برابر مدول m است با قطر متوسط، قطر خارجی به دست می‌آید و این حالت در مورد چرخ‌دنده‌های مارپیچ هم صادق است.

$$d_k = d_o + 2h_k$$

$$d_k = d_o + 2m_n$$

محاسبه تعداد دندانه ایده‌آل:

همان‌طور که در چرخ‌دنده‌های ساده گفته شد برای انتخاب شماره تیغه فرز داشتن دو عامل مدول و تعداد دنده موجود در محیط چرخ‌دنده ضروری است. در چرخ‌دنده‌های مارپیچ مدول انتخابی همان مدول نرمال (m_n) خواهد بود ولی چون شکل دندانها در این چرخ‌دنده در مقطع قایم بر مارپیچ با شکل آن در مقطع عمود بر محور چرخ‌دنده (پیشانی چرخ‌دنده) تفاوت دارد بنابراین شماره تیغه فرز را از روی تعداد دندانه حقیقی انتخاب نکرده بلکه از روی تعداد دنده ایده‌آل (Z_y) که تعداد دنده آن بیش از تعداد دنده حقیقی بوده و به زاویه انحراف (B) بستگی دارد، انتخاب می‌کنیم.

تعداد دندنهای فرضی و واقعی نسبت به هم دارای رابطه‌ی زیر می‌باشند:

$$Z_y = \left(\frac{Z}{\cos^3 \beta} \right)$$

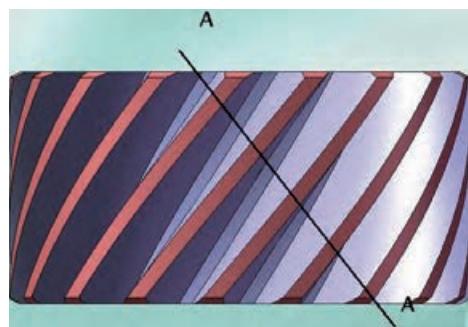
که در آن:

Z_y = تعداد دندانه فرضی .

Z = تعداد دندانه‌های حقیقی .

B = زاویه شیب دندانه‌های چرخ‌دنده‌ای که تراشیده می‌شود.

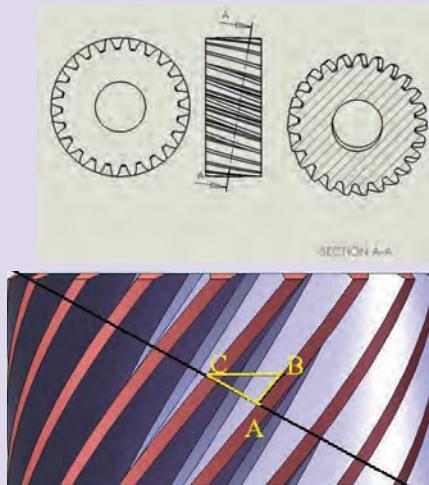
چرخ دندنه مارپیچ



صفحه برش فرضی که عمود بر دندنهای میباشد و برای انتخاب مدول نرمال و تعداد دندانهای فرضی کاربرد دارد

$BC = P_n$ (گام نرمال) و طول $AC = P_n$ (گام پیشانی) می باشد و چون در مثلث قائم الزاویه ABC طول BC برابر با وتر و طول آن از دو ضلع دیگر یعنی AB و AC بزرگتر است. نتیجه می شود که $AC < BC$ و در نتیجه $P_s > P_n$ است و چون محیط چرخدنده در صفحه برش نرمال A-A نسبت به محیط چرخدنده در صفحه عمود بر محور (محیط پیشانی) بیشتر خواهد شد و اگر بخواهیم در این محیط بیشتر دندانه ایجاد کنیم تعداد دندانه ایجاد شده بیشتر از تعداد دندانه هایی می باشد که در محیط پیشانی چرخدنده ایجاد می شود. لذا این افزایش دندانه همان مقدار است که نمره تیغه فرز را برای آن محاسبه می کنیم. حال اگر فرض کنیم که دو دایره (دایره برش نرمال و دایره پیشانی) با هم مساوی باشد چون در دایره برش نرمال گام کوچکتر ایجاد می شود (P_n) به همین دلیل در دایره برش نرمال دندانه بیشتری نسبت به دایره پیشانی خواهیم داشت.

مطالعه آزاد:
جهت درک بهتر تعداد دندانه فرضی و حقیقی و رابطه آنها با یکدیگر و در نتیجه جهت انتخاب نمره تیغه فرز، شکل زیر را مورد بررسی قرار می دهیم.



صفحه برش فرضی A-A عمود بر دندانه های چرخدنده مارپیچی، آن را برش می دهد. این صفحه برش را صفحه برش نرمال گویند که در شکل به صورت خط دیده می شود. فاصله بین دو دندانه روی خط برش نرمال را گام حقیقی خوانده و با حرف (P_n) نشان میدهند و فاصله دو دندانه در پیشانی چرخدنده را گام پیشانی (ظاهری) گویند و با حرف (P_s) نشان می دهند. با توجه به شکل در مثلث ABC طول

متداولترین سری تیغه فرزهای مدولی سری ۸ تایی آن می‌باشد که در درس‌های قبل مورد ملاحظه قرارگرفت.

به دلیل کاربرد آن در چرخ‌دندوهای مارپیچ جدول این تیغه فرزها را مجددآورده‌ایم.

سری ۸ تایی تیغه فرزهای مدولی								
شماره‌ی تیغه فرز	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
تعداد دندوهای	۱۲-۱۳	۱۴-۱۶	۱۷-۲۰	۲۱-۲۵	۲۶-۳۴	۳۵-۵۴	۵۵-۱۳۴	۱۳۵-۱۰۰
فرم دندنه ترانشیده شده								

جدول سری ۸ تایی تیغه فرزهای مدولی

روش تراشیدن چرخ‌دنده مارپیچ را با ذکر یک مثال دنبال می‌کنیم:

مثال:

برای فرزکاری یک چرخ‌دنده مارپیچی که مدول نرمال آن $m_n = 4$ میلی‌متر و تعداد دندانه‌هایش $Z = 45$ و زاویه شیب دندانه‌ها $\beta = 20^\circ$ درجه است. نمره تیغه فرز مدول را بدست آورید.

حل:

$$(\cos 20^\circ = 0.9397)$$

$$0.9397$$

به منظور انجام عمل فرزکاری، تیغه فرز چرخ‌دنده تراش که مدول آن ۴ میلی‌متر است باید از سری تیغه فرزهای موجود انتخاب شود.

تعداد دندانه‌های فرضی را تعیین می‌کنیم:

$$Z_y = \left(\frac{Z}{\cos \beta} \right)$$

$$Z_y = \left(\frac{45}{\cos 20^\circ} \right) = 54$$

از جدول سری ۸ تایی درمی‌یابیم که تیغه فرز شماره ۶ را باید برای فرزکاری به کاربرد. در عمل به خاطر راحتی بیشتر جهت تعیین تعداد دندانه‌های فرضی فرمول زیر به کاربرده می‌شود:

چرخ دندنه مارپیچ

که در آن:

$Z_y =$ تعداد دندانه‌های فرضی چرخ دندنه‌ای که تراشیده می‌شود.

$K =$ ضریبی است که بامقدار زاویه شیب دندانه یعنی β تغییر می‌کند.

$Z =$ تعداد دندانه‌های واقعی چرخ دندنه می‌باشد.

جدول ضریب K در آخر این مبحث آورده شده. بدین طریق در مورد مثال فوق k برابر $1/20.5$ می‌باشد.

$$Z_y = k \times z$$

$$Z_y = 1/20.5 \times 45$$

بنابراین خواهیم داشت:

۱۱-۳- نحوه تنظیم میز ماشین

قبل از شروع به کار برای تراشیدن چرخ دندنه بایستی میز ماشین را به اندازه زاویه تنظیم چرخاند. با چرخش میز به سمت چپ منحنی مارپیچ چرخ دندنه راست گرد و در صورت انحراف میز به سمت راست منحنی مارپیچ چرخ دندنه چپ گرد خواهد شد.

در صورتیکه از ماشین فرز عمودی استفاده شود بایستی مقدار انحراف را به کله‌گی دستگاه اعمال کنیم.



انحراف میز ماشین فرز در صورت امکان



انحراف کله‌گی در صورتیکه از ماشین فرز عمودی برای چرخ دندنه مارپیچ استفاده شود

۱۱-۴- نحوه تنظیم دستگاه تقسیم

تنظیم دستگاه همانند تنظیم دستگاه در مورد شیار مارپیچ می‌باشد. بطوری که

پس از محاسبات لازم برای زاویه تنظیم و چرخ‌دنده‌های تعویضی، بایستی چرخ‌دنده‌های تعویضی را بر روی گیتاری دستگاه نصب و ارتباط آن را با میله پیج دستگاه برقرار کنیم. نسبت دنده چرخ‌دنده‌های تعویضی گیتار به وسیله فرمولی که قبلاً یاد گرفته‌اید تعیین می‌شود.

یاد آوری:

در شیارهای مارپیچ برای به دست آوردن چرخ‌دنده‌های تعویضی گام مارپیچ و گام پیج هدایت (هادی) ماشین P_t که معمولاً ۶ میلی‌متر است و نسبت دستگاه تقسیم i که آن هم معمولاً ۴۰ می‌باشد، لازم است. در نهایت بر اساس رابطه زیر هم نسبت تعداد دندانه چرخ‌دنده‌های محرک و متحرک (گیتاری) به دست می‌آید.

$$\frac{Z_t}{Z_g} = \frac{(p_t \times i)}{p_h}$$

$$\frac{Z_t}{Z_g} = \frac{(p_t \times i)}{p_h} = \frac{40 \times 6}{p_h}$$

تعداد دندانه چرخ‌دنده‌ای که به میز ماشین متصل است و Z_t تعداد دندانه چرخ‌دنده‌ای که به دستگاه تقسیم متصل می‌شود.

همان‌طور که به یاد دارید در ایجاد شیار مارپیچ رابطه زیر برقرار بود:

$$p_h = \frac{(d \times \pi)}{\tan \beta}$$

در همین رابطه به جای قطر میله در چرخ‌دنده مارپیچ باید قطر متوسط را جایگزین کرد.

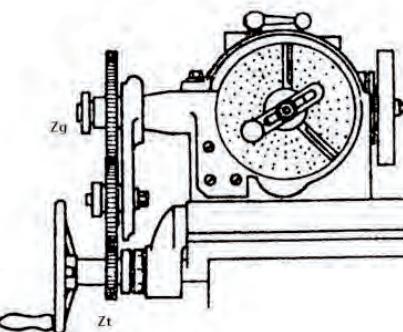
$$p_h = \frac{d_{\circ} \times \pi}{\tan \beta}$$

$$p_h = d_{\circ} \times \pi \times \cot \beta$$

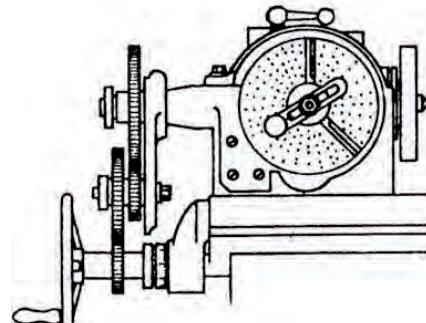
پیشنهاد می‌شود در محاسبه چرخ‌دنده‌های تعویضی به جای مقدار

$$\pi = \frac{22}{7}$$
 عدد را انتخاب کنید.

چرخ دندنه مارپیچ



نحوه نصب چرخ دندنه‌ها به صورت ساده برای ساخت چرخ دندنه مارپیچ



نحوه نصب چرخ دندنه‌ها به صورت مرکب برای ساخت چرخ دندنه مارپیچ



نحوه انتقال حرکت بین میز و دستگاه تقسیم

پس از زدن اولین دندنه از چرخ دندنه برای تکمیل تمامی دندنه‌ها با یستگاهی مقدار گردش دسته دستگاه تقسیم محاسبه و اعمال شود. یعنی همان مراحل محاسبه به صورت مستقیم یا اختلافی را باید دنبال کرد.

البته زدن نوع مارپیچ اختلافی شرایط ویژه‌ای را می‌طلبد که دستگاه باید شرایط آن را داشته باشد.

نکته قابل توجه این است که چرخش دسته دستگاه تقسیم برای زدن دندانه‌های بعدی به راحتی انجام شده و این حرکت به میز و چرخ دندنه‌های تعویضی منتقل نمی‌شود.

مثال:

می خواهیم یک چرخ دنده مارپیچی را با دندانه های چپ و تعداد دندانه ۴۵ عدد و مدول ۴ را فرزکاری کنیم در صورتی که زاویه شیب دندانه ها ۲۰ درجه باشد موارد زیر را حساب کنید.

- ۱- محاسبه و تعیین نمره تیغه فرز
- ۲- محاسبه و تعیین قطر متوسط
- ۳- محاسبه و تعیین گام
- ۴- محاسبه و تعیین نسبت چرخ دنده ها اگر گام پیچ هدایت ماشین ۶ میلی متر باشد.
- ۵- محاسبه و تعیین نسبت گردش دسته دستگاه تقسیم n_k
- ۶- تعیین جهت انحراف میز ماشین فرز اونیورسال

$$(\cos 20^\circ = 0.9397)$$

$$0.9397$$

حل:

- ۱- محاسبه و تعیین نمره تیغه فرز که قبلاً حل شده

$$Z_y = k \times Z$$

$$Z_y = 45 \times 1 / 20.5 = 54$$

بنابر این نمره تیغه فرز ۶ می باشد.

۲- قطر دایره گام چرخ دنده:

$$d_o = \frac{Z \times m_n}{\cos \beta}$$

$$= 191 / 48$$

۳- گام دندانه مارپیچی:

$$p_h = d_o \times \pi \times \cot \beta$$

$$p_h = 1652 / 22$$

۴- نسبت چرخ دنده های گیتاری (چرخ دنده های تعویضی را پیدا می کنیم).

$$\frac{Zt}{Zg} = I$$

$$\frac{240}{1652 / 22} = 0.145$$

$$\frac{145}{1000} = \frac{29}{200} = \frac{29 \times 1}{50 \times 4} = \frac{29}{50} \times \frac{1(25)}{4(25)} = \frac{29}{50} \times \frac{25}{100}$$

$$= \frac{29}{50} \times \frac{25}{100}$$

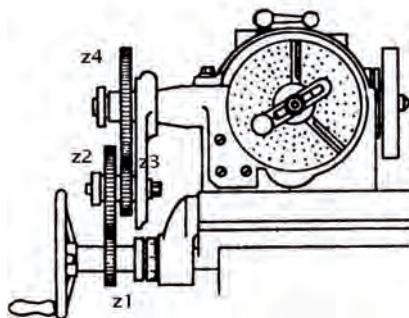
چرخ دندنه مارپیچ

$$Z_1 = 29$$

$$Z_2 = 50$$

$$Z_3 = 25$$

$$Z_4 = 100$$



ترتیب قرار گیری چرخ دندنهای تعویضی Z_1 تا Z_4

بدین طریق برای تراشکاری دندانه‌های این چرخ دندنه یک چرخ دندنه که تعداد دندانه‌هایش $Z_1 = 29$ می‌باشد باید بطور استثنائی ساخته شود، زیرا در سری چرخ دندنهای صفحه تقسیم چنین چرخ دندنهای با این تعداد دندانه وجود ندارد. (مدول این چرخ دندنه باید با مدول چرخ دندنهای موجود در سری چرخ دندنهای صفحه تقسیم برابر باشد) درصورتیکه شرایطی که برای دقت زاویه شیب دندانه‌ها قائل شده‌اند زیاد نباشد محاسبات را می‌توان در حدودی که با چرخ دندنهای تعویضی موجود در سری هماهنگی داشته باشد انجام داد. یعنی:

$$Z_1 = 30$$

$$Z_2 = 50$$

$$Z_3 = 25$$

$$Z_4 = 100$$

۵. تعداد دوره‌ای دستگیره صفحه تقسیم را حساب می‌کنیم.

$$n_k = \frac{40}{Z} = \frac{40}{40} = \frac{8}{9} = \frac{24}{27}$$

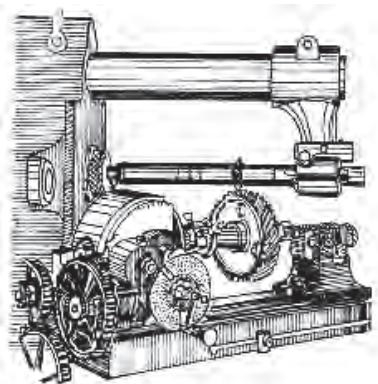
۶. تعیین جهت انحراف میز؛ که بایستی درجهٔ عقربه‌های ساعت به اندازه زاویه گردش نماید.

۱۱-۵- نحوه نصب و تنظیم تیغه فرز نسبت به قطعه کار

تیغه فرز بایستی در وضعیتی نصب و تنظیم شود که تراشیدن صحیح دندانه‌های چرخ دندنه را تامین کند.

بدین منظور محل نصب تیغه فرز بر روی محور باید محل مناسبی باشد که پس از زاویه دادن به میز (در ماشین‌های فرز انجیل) میز ماشین زاویه مورد نظر را بگیرد و به بدنه ماشین بخورد نکند. اگر تیغه فرز در محل مناسب بر روی محور قرار نگرفته باشد میز ماشین هنگام زاویه دادن قبل از رسیدن به زاویه مورد نظر به بدنه ماشین بخورد کرده و این امر باعث می‌شود که فرد محصور شود مجدداً محل نصب تیغه فرز را بر روی محور عوض کند. لذا جهت جلوگیری از تکرار این عمل و در نتیجه کاهش زمان تنظیم ماشین روش زیر جهت نصب محل مناسب تیغه فرز بر روی محور توصیه می‌شود:

جهت نصب تیغه فرز در محل مناسب بر روی محور می‌توان پس از زاویه دادن میز ابزار را بر روی محور در محلی نصب نماییم که حدوداً با چشم در مرکز قطعه کار قرار گیرد بعد از این عمل دوباره میز ماشین را به حالت صفر بر می‌گردانیم و به وسیله‌ی مرغک با حرکت میز عرضی دقیقاً تیغه فرز را در مرکز قطعه کار قرار داده و مجدداً میز ماشین را به اندازه‌ی زاویه لازم می‌چرخانیم.



نحوه نصب و تنظیم تیغه فرز نسبت به قطعه کار

قواعد و مقررات انتخاب تیغه فرز برای فرزکاری دندنه‌های مارپیچی چرخدنده‌ها عبارتست از:

الف) مدول تیغه فرز باید مساوی مدول نرمال (عادی) چرخدنده‌ای که ماشین کاری می‌شود باشد.

ب) شماره تیغه فرز از سری تیغه‌های فرز مدولی مطابق تعداد دندنه‌های فرضی انتخاب می‌گردد و نه مطابق تعداد دندنه‌های حقیقی.

چرخ دنده مارپیچ

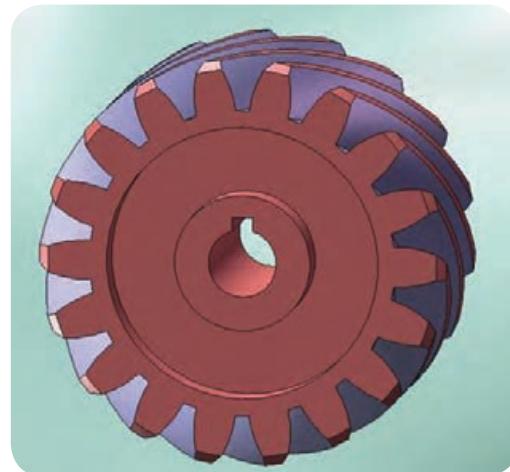
جدول انتخاب K بر اساس زاویه $\beta^0 \beta^0$

β	K	β	K	β	K	β	K
0	1,000	26	1,377271	52	4,285229	78	111,2662
0,5	1,000	26,5	1,395168	52,5	4,432601	78,5	126,1927
1	1,000	27	1,4137	53	4,587868	79	143,9473
1,5	1,001	27,5	1,432891	53,5	4,751571	79,5	165,2346
2	1,002	28	1,452765	54	4,924294	80	190,9806
2,5	1,003	28,5	1,473345	54,5	5,106671	80,5	222,4192
3	1,004	29	1,494659	55	5,299393	81	261,2177
3,5	1,006	29,5	1,516735	55,5	5,503208	81,5	309,6662
4	1,007	30	1,539601	56	5,718933	82	370,966
4,5	1,009	30,5	1,563287	56,5	5,94746	82,5	449,6835
5	1,012	31	1,587827	57	6,189759	83	552,48
5,5	1,014	31,5	1,613254	57,5	6,446892	83,5	689,3245
6	1,017	32	1,639602	58	6,720025	84	875,5809
6,5	1,020	32,5	1,666911	58,5	7,010431	84,5	1135,746
7	1,023	33	1,695219	59	7,31951	85	1510,47
7,5	1,026	33,5	1,724568	59,5	7,648801	85,5	2070,476
8	1,030	34	1,755001	60	8	86	2946,093
8,5	1,034	34,5	1,786565	60,5	8,374975	86,5	4395,155
9	1,038	35	1,819309	61	8,775792	87	6975,888
9,5	1,042	35,5	1,853284	61,5	9,204735	87,5	12049,29
10	1,047	36	1,888544	62	9,664338	88	23525,7
10,5	1,052	36,5	1,925147	62,5	10,15742	88,5	55749,75
11	1,057	37	1,963153	63	10,6871	89	188119,6
11,5	1,063	37,5	2,002627	63,5	11,25687	89,5	1504785
12	1,069	38	2,043636	64	11,87064		
12,5	1,075	38,5	2,086253	64,5	12,53277		
13	1,081	39	2,130552	65	13,24815		
13,5	1,088	39,5	2,176616	65,5	14,0223		
14	1,095	40	2,224529	66	14,86141		
14,5	1,102	40,5	2,274382	66,5	15,77252		
15	1,110	41	2,326272	67	16,76355		
15,5	1,118	41,5	2,380299	67,5	17,84354		
16	1,126	42	2,436574	68	19,02277		
16,5	1,134	42,5	2,495211	68,5	20,31298		
17	1,143	43	2,556334	69	21,72764		
17,5	1,153	43,5	2,620073	69,5	23,28221		
18	1,162	44	2,686567	70	24,99453		
18,5	1,173	44,5	2,755966	70,5	26,88526		
19	1,183	45	2,828427	71	28,97839		
19,5	1,194	45,5	2,90412	71,5	31,3019		
20	1,205	46	2,983226	72	33,88854		
20,5	1,217	46,5	3,065938	72,5	36,77686		
21	1,229	47	3,152463	73	40,01234		
21,5	1,242	47,5	3,243023	73,5	43,64903		
22	1,255	48	3,337854	74	47,75136		
22,5	1,268	48,5	3,437212	74,5	52,39665		
23	1,282	49	3,54137	75	57,67815		
23,5	1,297	49,5	3,650621	75,5	63,70904		
24	1,312	50	3,765282	76	70,6276		
24,5	1,327	50,5	3,885692	76,5	78,60393		
25	1,343	51	4,012219	77	87,84881		
25,5	1,360	51,5	4,145255	77,5	98,62562		

ساخت چرخ دنده مارپیچ

مشخصات:

$$m_n = 2 \text{ mm}, Z = 30, d_k = 67/85 \text{ mm}, h = 4/334, d_o = 63/85 \text{ mm}, \beta = 20^\circ$$



جدول DIN ISO 7168

درجه اندازه تولرانس	از 0.5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	از 120 تا 210	از 210 تا 400
f (ظریف)	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2	
m (متوسط)	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	
g (خشن)	± 0.15	± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2	

شماره	تعداد	مشخصات قطعه	اندازه ماده اولیه	جنس ماده اولیه	شماره واحد کار	شماره کار عملی
-----	1	-----	70 میلی متر	st37	11	1
مقیاس: 1:1			هدف آموزشی: زمان: ۱۰ ساعت			
استاندارد: ISO			ساخت چرخ دنده مارپیچ			درجه تولرانس: m

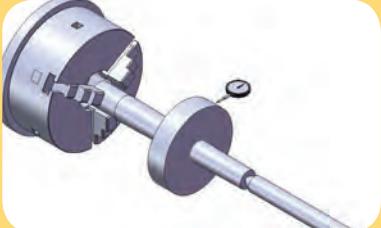
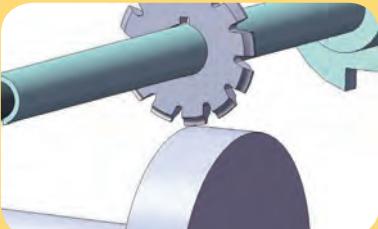
چرخ دندۀ مارپیچ

جدول تجهیزات و ابزار

تعداد	مشخصات فنی	ابزارهای لازم
۱	انیورسال یا عمودی	۱- دستگاه فرز
۱	مدولی ۲ شماره ۶	۲- تیغه فرز
۱	پایه مغناطیس	۳- ساعت اندازه‌گیری
۱	مخصوص دستگاه	۴- مرغک
۱	متناسب با قطر سوراخ روی قطعه کار	۵- درن
به تعداد محاسبه شده		۶- چرخ دندۀ‌های تعویضی
۱	با قابلیت نصب چرخ دندۀ تعویضی	۷- دستگاه تقسیم

مراحل انجام کار

ردیف	شرح مراحل کار	شكل
۱	ابتدا محاسبات لازم را انجام دهید.	
۲	چرخ دندۀ‌های تعویضی را با رعایت شرایط نصب محاسبه و آماده کنید.	
۳	ماده خام را انتخاب و بر روی دستگاه آماده کنید.	

	<p>تیغه فرز مدولی را در گلوبی دستگاه بیندید. قطعه کار را بسته و از دور بودن قطعه مطمئن شوید. قطعه را تا حد امکان کوتاه بیندید.</p>	۴
	<p>تیغه فرز را در حالت روشن با سطح کار مماس کنید.</p>	۵
	<p>ابزار را از کار دور کرده و بار لازم را به ابزار بدهید. پس از ایجاد شیار اول، قطعه را بدون جابجایی میز به اندازه لازم دوران دهید، با چرخش دسته دستگاه تقسیم این کار انجام می‌شود.</p>	۶
	<p>با کولیس دنده سنج اولین دنده تولید شده را کنترل و مراحل باردهی را تکرار کنید.</p>	۷
<p>ارائه قطعه کار یا گزارش به هنرآموز محترم</p>		
<p>ارزشیابی نهایی</p>		

ارزشیابی پایانی

سوالات نظری (۲۰ دقیقه)

سوالات صحیح و غلط:

- ۱- تعداد دندانه فرضی در محاسبات مربوط به انتخاب قطر قطعه خام موثر است.
- ۲- مدول نرمال برای انتخاب تیغه فرز باید مد نظر باشد.

سوالات کوتاه پاسخ یا جای خالی:

- ۳- محورها در دو چرخ‌دنده مارپیچ چه شکلی نسبت به هم دارند؟

- ۴- برای محاسبات مربوط به گام شیارهای مارپیچ از قطر و برای گام مارپیچ چرخ‌دنده‌های مارپیچ از قطر استفاده می‌شود.

سوالات چند گزینه‌ای:

- ۵- در یک چرخ‌دنده مارپیچ $m_n = 3 \text{ mm}$, $Z = 65$, $\beta = 30^\circ$ گام مارپیچ چند میلی‌متر است؟

الف - ۲۵۰	ب - ۲۱۷/۱۳	ج - ۲۸۲/۶۰	د - ۲۰۰/۸۳
-----------	------------	------------	------------

- ۶- در یک چرخ‌دنده مارپیچ $m_n = 3 \text{ mm}$, $Z = 65$, $\beta = 15^\circ$ می‌باشد. در صورتیکه نسبت دستگاه $1:40$ باشد، گام میله هدایت $p_t = 6 \text{ mm}$ باشد گام پیچش چرخ‌دنده چند میلی‌متر است؟

الف - ۱۱۸۰/۶	ب - ۲۲۲۰/۶۸	ج - ۲۰۸۰/۲۰	د - ۲۳۶۷/۴۴
--------------	-------------	-------------	-------------

- ۷- در یک چرخ‌دنده مارپیچ $do = 250 \text{ mm}$, $p_t = 6 \text{ mm}$, $p_h = 180 \text{ mm}$ باشد، زاویه تنظیم چند درجه است؟

الف - ۲۵۰ و 40°	ب - 34° و 30°	ج - 30° و 20°	د - 20° و 30°
------------------------	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

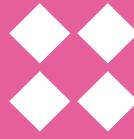
سوالات تشریحی:

- ۸- اگر مدول نرمال در یک چرخ‌دنده ۳ میلی‌متر باشد و زاویه تنظیم β برابر 70° درجه باشد، گام حقیقی، پیشانی و همچنین زاویه مارپیچ را به دست آورید.

۹- گام نرمال و گام پیشانی را با رسم شکل بر روی یک چرخ‌دنده مارپیچ نشان دهید.

- ۱۰- اگر گام یک چرخ‌دنده مارپیچ 400 میلی‌متر و گام ماشین 6 میلی‌متر و تعداد دندانه آن 50 عدد و مدول نرمال انتخابی 3 باشد محاسبات چرخ‌دنده مارپیچ و چرخ‌دنده‌های تعویضی را بر اساس محاسبه و با استاندارد جدول انجام دهید. (در صورتی که نسبت دستگاه تقسیم 40% باشد.)

واحد کار ۱۲



هدف کلی: توانایی خطکشی و سوراخکاری با ماشین فرز

پس از آموزش این واحد کار از فراغیر انتظار می‌رود:

اهداف رفتاری:

- ۱- اصول خطکشی و سوراخکاری قطعات با ماشین فرز را بداند.
- ۲- اصول خزینه‌کاری قطعات با ماشین فرز را بداند.
- ۳- اصول تنظیم ورنیه‌های ماشین فرز را برای انجام سوراخکاری و خزینه‌کاری شرح دهد.
- ۴- سوراخکاری و خزینه‌کاری را با انجام خطکشی دقیق بر روی قطعات و بر روی دستگاه انجام دهد.
- ۵- مقررات حفاظت و ایمنی را هنگام خطکشی و سوراخکاری رعایت کند.

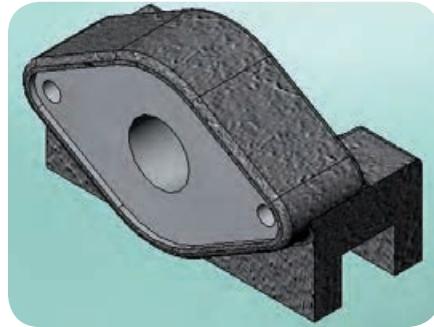
زمان آموزش		
عملی	نظری	
۷ ساعت	۱ ساعت و ۳۰ دقیقه	- توانایی خطکشی و سوراخکاری با ماشین فرز
یک ساعت	۳۰ دقیقه	ارزشیابی ورودی و پایانی توسط هنرآموز و ثبت در برگه ارزشیابی
۱۰ ساعت		جمع

پیش آزمون (۱۵ دقیقه)

- ۱- با استفاده از چه دستگاههایی می‌توان به روش براده برداری بر روی قطعه سوراخ ایجاد کرد؟
- ۲- آیا از دستگاه فرز عمودی می‌توان برای سوراخکاری استفاده کرد؟ دستگاه فرز افقی چطور؟
- ۳- به نظر شما دقت کدام دستگاه برای سوراخکاری بیشتر است؟ فرز یا دریل؟
- ۴- اگر بتوان بوسیله ماشین فرز سوراخکاری کرد، از متنه استفاده می‌کنید یا تیغه فرز؟

۱۲-۱ آشنایی با مفهوم سوراخ کاری

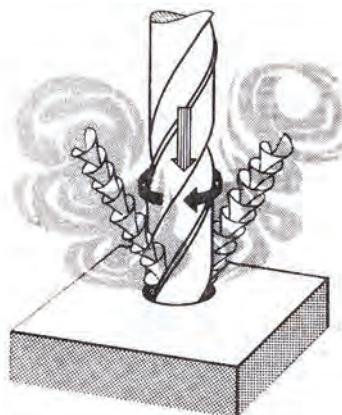
در موارد گوناگون مجبور به ایجاد سوراخ در قطعات صنعتی هستیم، مثلاً عبور پیچ، ساخت مهره، یاتاقان، عبور مایعات و غیره.



نمونه‌ای از یک قطعه صنعتی دارای سوراخ

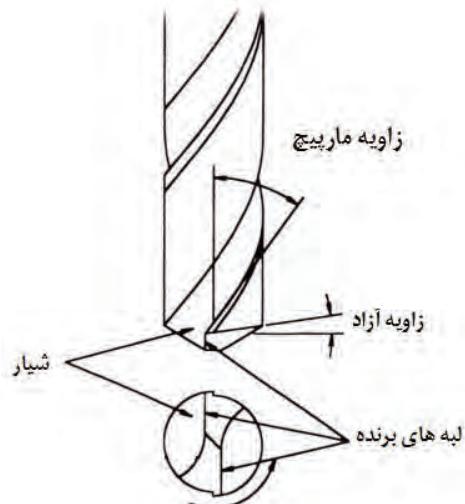
فرایند براده‌برداری و ایجاد
حفره در داخل قطعه را
سوراخ کاری می‌گویند.

در خیلی از موارد این حفره دایره‌ای شکل بوده و با ابزار دورانی به نام مته ایجاد می‌شود. معمولاً در عملیات سوراخ کاری از ماشین دریل استفاده می‌شود و ابزاری که بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد یک ابزار دو لبه به نام مته است.



مته در حال سوراخ کاری قطعه کار

البته با ماشین‌هایی نظیر ماشین تراش یا ماشین فرز هم می‌توان عملیات سوراخ کاری را انجام داد. در اینجا به شرح اصول سوراخ کاری با ماشین فرز می‌پردازیم. برای سوراخ کاری مته باید حرکت چرخشی داشته باشد و در امتداد محور چرخش نیز حرکت پیشروی وجود داشته باشد. قطعه کار نیز در حین تراش همواره ساکن است. در سر مته، دو لبه برش وجود دارد که وظیفه براده‌برداری را به عهده دارند.



معرفی قسمت‌های مختلف یک مته

۱۲- آشنایی با انواع مته و مته مرغک

معرفی قسمت‌های مختلف مته:

هر مته دارای قسمت‌هایی به شرح زیر است:

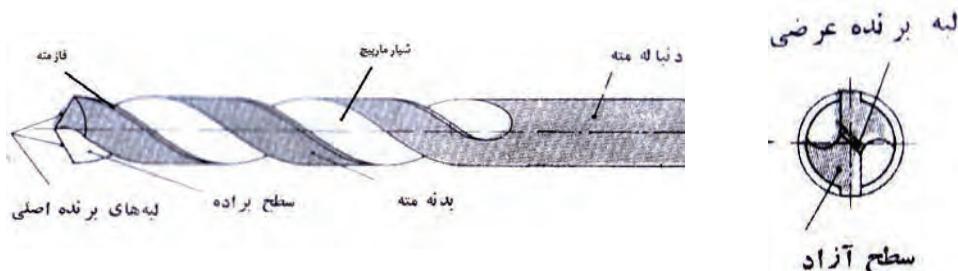
۱- لبه‌های برنده اصلی مته

۲- شیارهای مته

۳- ساق یا دنباله مته

۴- جان مته

۵- فاز مته



معرفی قسمت‌های مختلف مته

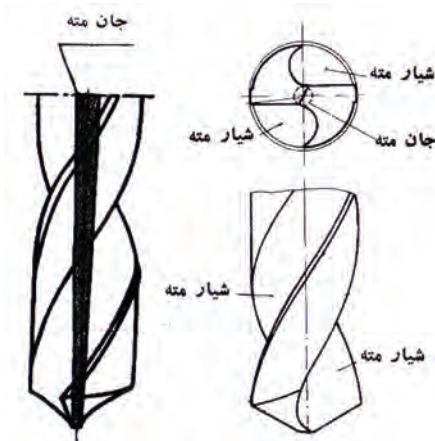
۱- لبه‌های برنده اصلی مته:

نقش اصلی برآده برداری را در تمام طول مسیر برآده برداری به عهده دارد.

۲- شیار مته:

سوراخ کاری با ماشین فرز

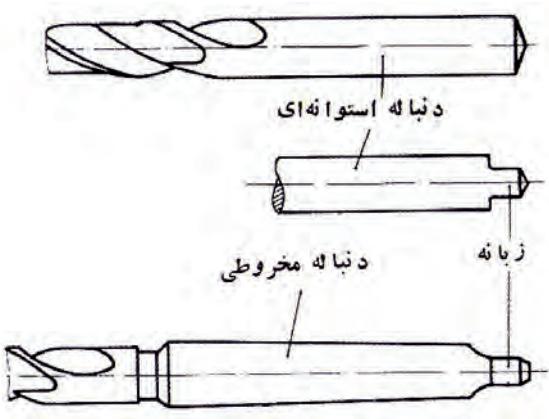
می‌دانیم که برای جدا شدن بهتر براده از روی قطعه کار، زاویه براده نقش مهمی دارد. به منظور ایجاد زاویه براده و هدایت براده‌های جداشده در هنگام سوراخ کاری به بیرون از سوراخ، روی طرفین بدنه متّه‌ها دو شیار مارپیچی ایجاد شده است.



معرفی قسمت‌های مختلف متّه

۳- دنباله متّه:

دنباله متّه‌ها را به فرم‌های استوانه‌ای، مخروطی و یا هرمی می‌سازند. معمولاً متّه‌هایی که قطر آن‌ها تا ۱۳ میلیمتر می‌باشند، دارای دنباله‌ی استوانه‌ای بوده و در بعضی موارد متّه‌هایی با قطر بزرگتر نیز با دنباله‌ی استوانه‌ای یافت می‌شود که در قسمت انتهای دنباله‌ی آن‌ها، زبانه‌ای برای جلوگیری از چرخش در داخل سه نظام درست می‌کنند. دنباله متّه‌های بزرگتر از ۱۳ میلی‌متر را مخروطی انتخاب کرده و برای جلوگیری از چرخش متّه در داخل کلاهک یا گلوئی ماشین متّه، انتهای آن را به فرم زبانه درست می‌کنند.



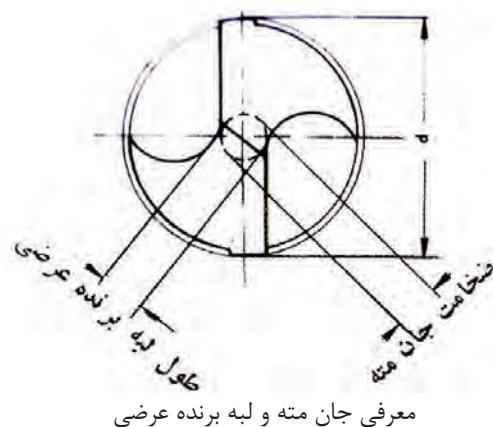
دنباله استوانه‌ای و مخروطی در متّه‌ها

۴-جان متنه:

فاصله‌ای که بین دو شیار مارپیچ باقی می‌ماند جان متنه نام داشته و برای استحکام بیشتر، مقدار آن در امتداد طول متنه بتدریج زیادتر شده و در انتها قطر آن بیشتر از سر متنه می‌باشد.

از برخورد منحنی شبیداری که در سر متنه وجود دارد خطی در روی جان متنه بوجود می‌آید، که آنرا لبه برنده عرضی می‌نامند. کنترل زاویه این خط با امتداد لبه‌های برنده اصلی برابر بودن و مقدار زوایای آزاد را روی هر یک از لبه‌ها مشخص می‌کند. مقدار این زاویه در متنهای در حدود ۵۵ درجه می‌باشد.

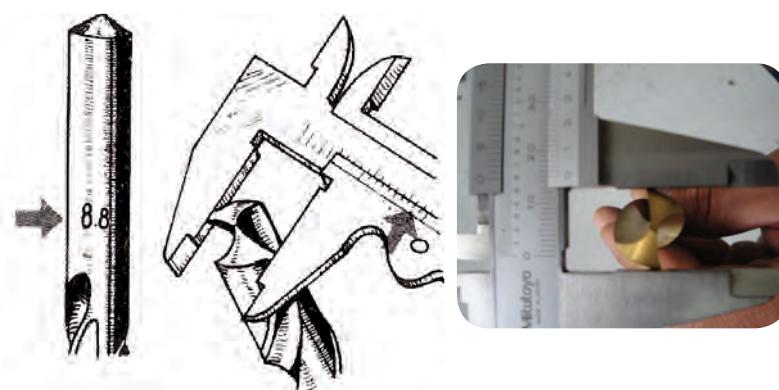
(جنس قطعه کار بر روی مقدار این زاویه اثر می‌گذارد)



معرفی جان متنه و لبه برنده عرضی

۵-فاز متنه:

برجستگی نازکی که در کنار شیار مارپیچ متنهای وجود دارد، فاز متنه نامیده می‌شود. هدف از ایجاد آن کاهش اصطکاک و سطح تماس بدنه متنه با سوراخ بوده و هدایت متنه در داخل سوراخ را آسان می‌کند.



نحوه اندازه‌گیری صحیح قطر متنه با کولیس

قطر متنهای در هر ۱۰۰ میلیمتر از طول آن‌ها به اندازه ۰/۱ میلیمتر کوچک ساخته شده‌اند، تا هنگام سوراخ کاری سوراخ‌های عمیق، از تماس متنه با سوراخ جلوگیری شود. به همین دلیل قطرهای متنهای را بایستی در سر آن‌ها و روی فاز اندازه‌گیری کرد.

سوراخکاری با ماشین فرز

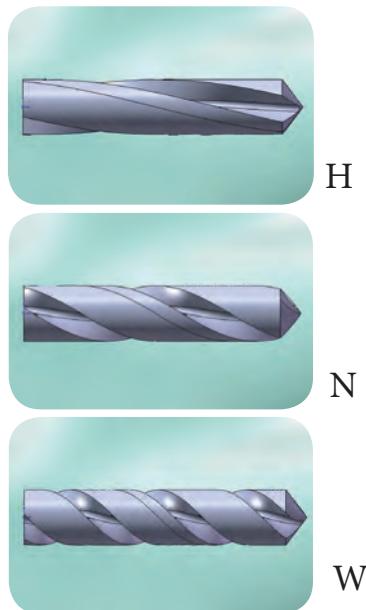
مته‌ها را براساس جنس ساخت آن‌ها، نوع دنباله و زاویه پیچش که تاثیرپذیر از جنس قطعه کار است می‌توان دسته‌بندی کرد.

اگر بخواهیم مته‌ها را بر اساس جنس قطعه کار یا زاویه پیچش تقسیم بندی کنیم آن‌ها را در سه تیپ (گروه) قرار می‌دهیم:

۱- تیپ (H) با زاویه مارپیچ ۱۰ تا ۱۳ درجه برای سوراخکاری موادی مانند باکلیت، لاستیک سخت، فیبر استخوانی، فولاد سخت، برنج، برنز و منیزیم.

۲- تیپ (N) با زاویه مارپیچ ۱۶ تا ۳۰ درجه برای سوراخکاری مواد با سختی متوسط که استحکام تا 500 N/mm^2 دارند. مانند فولاد ریختگی و چدن.

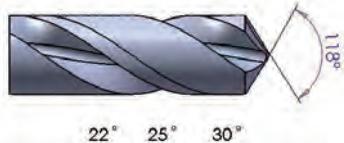
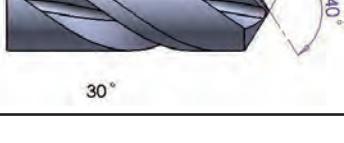
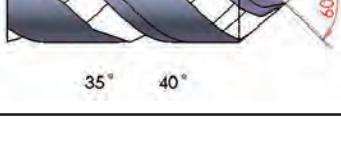
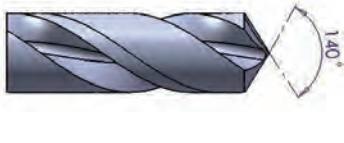
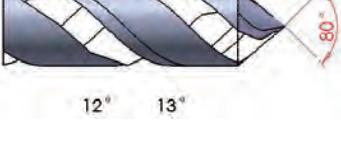
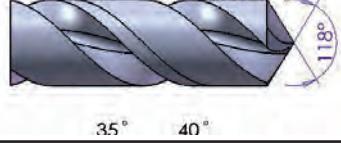
۳- تیپ (W) با زاویه مارپیچ ۳۵ تا ۴۰ درجه برای سوراخکاری مواد نرم. مانند آلومینیوم و مسن.



مقایسه سه گروه مته‌ها از نظر شکل ظاهری

جدول زیر به تقسیم‌بندی دقیق‌تری برای مته‌ها اشاره کرده است:

کاربرد مته های مختلف از نظر زاویه مارپیچ و زاویه راس

کاربرد مته	زاویه راس	کاربرد مته	زاویه راس
زاویه مارپیچ		زاویه مارپیچ	
فولادها، چدن ها، آلیاژ های آلمینیوم، نیکل، ورشو	 22° 25° 30°	مس و آلمینیوم - مس تا ضخامت ۳ میلیمتر	 35° 40°
برنج، برنز	 12° 13° 13°	آلیاژ های منیزیم	 12° 13°
فولادهای نرم	 30°	مواد پرسی و قالبی	 35° 40°
فولادهای ضد زنگ مس با ضخامت بیشتر از ۳۰ میلیمتر - آلیاژ های براده کوتاه الومینیوم		کائوچوی سخت - لاستیک سخت - سنگ - فیبر استخوانی - ذغال صنعتی	 12° 13°
		آلیاژ های روی	 35° 40°

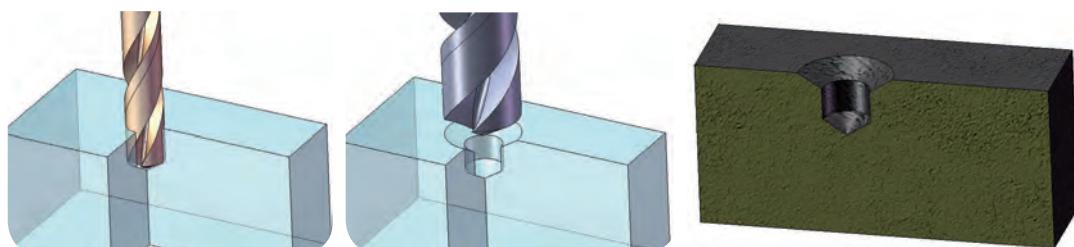
مته مرغک

مته مرغک برای نشانه زدن مرکز سوراخی که قرار است در قطعه بوسیله مت
ایجاد شود به کار می‌رود به عبارت دیگر برای مشخص کردن محل دقیق فرود
آمدن مته در قطعه کار و اجتناب از جابجایی مته در سطح قطعه کار از مت
مرغک استفاده می‌شود. جنس این ابزار از فولاد ابزار^۱ یا فولاد آلیاژی
سخت کاری شده می‌باشد.



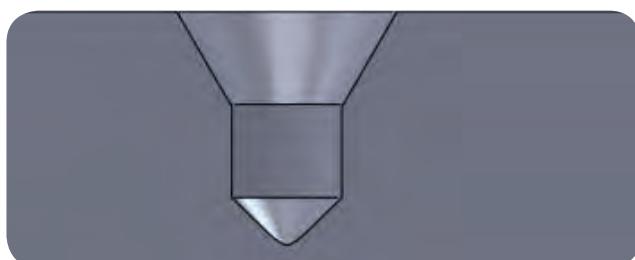
تصویر یک مته مرغک

زاویه راس مته مرغک ۶۰ درجه است و می‌توان گفت که مته مرغک در اصل دو
مته ساده و مته خزینه است. اندازه اسمی مته مرغک‌ها بر اساس قطر قسمت
استوانه‌ای آن می‌باشد.



ایجاد اثر مته مرغک به کمک دو مته

در شکل سوراخ ایجاد شده توسط مته مرغک به صورت برش خورده نشان داده
شده است.



سوراخ ایجاد شده توسط مته مرغک به صورت برش خورده

^۱-High speed steel

۱۲-۳- آشنایی با وسایل خطکشی

منظور از خطکشی، انتقال اندازه و شکل‌های لازم از روی نقشه، قطعه مشابه و یا سایر معلوماتی که در دست است بر روی قطعه کار می‌باشد.

قبل از انجام سوراخکاری باید به کمک ابزارهای خطکشی نظری صفحه صافی، سوزن خطکش، پرگار، خطکش، کولیس پایه‌دار و سنبه نشان محل دقیق سوراخکاری را مشخص و نشانه‌گذاری کنیم.

۱- میز یا صفحه صافی:

از این وسیله به عنوان محل عملیات خطکشی استفاده می‌کنند. جنس آن‌ها از چدن سنگ زنی شده یا سنگ گرانیت می‌باشد. مهمترین مشخصه این وسیله مسطح بودن آن است به همین منظور پشت آن‌ها به صورت پرهای درآورده تا علاوه بر سبکی، دچار اعوجاج نشوند. تراز بودن آن‌ها نیز حائز اهمیت است.



صفحه صافی

۲- سوزن خطکش:

برای رسم خطوط بر روی فلزات استفاده شده و جنس آن از فولاد سخت شده(آب دیده) می‌باشد و زاویه راس آن بین ۱۰ تا ۱۵ درجه است.

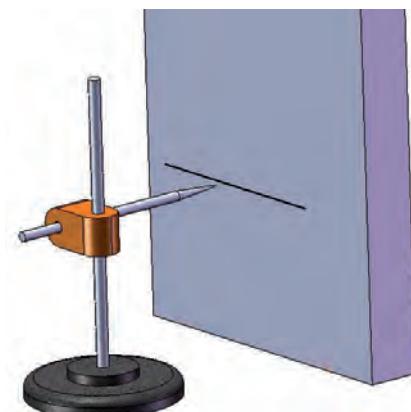


سوزن خطکش

سوراخ کاری با ماشین فرز

۳- سوزن خطکش پایه دار:

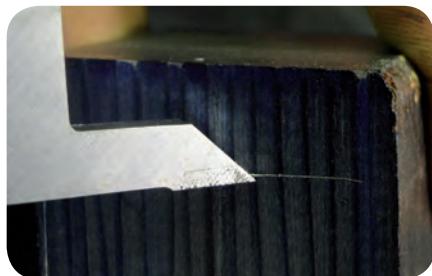
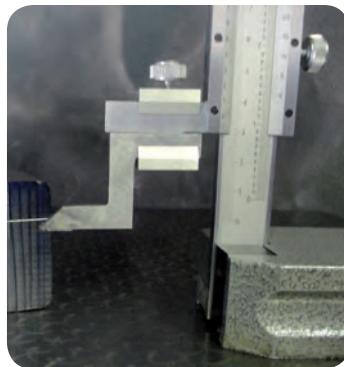
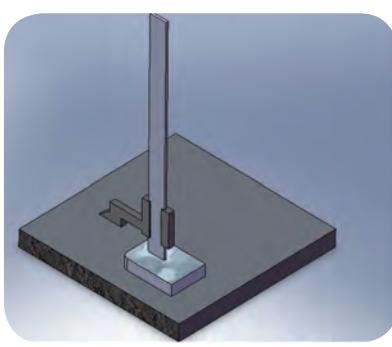
این وسیله برای رسم خطوطی که باید به موازات صفحه صافی باشد استفاده می‌شود. در دو نوع ساده و مدرج وجود دارد که تنظیم ارتفاع را در نوع ساده باید با متر، خطکش یا وسیله دیگری انجام داد. نکته مهم در هر حال این است که طول سوزن را کوتاه ببندیم تا از انحراف آن جلوگیری شود.



سوزن خطکش پایه دار

۴- کولیس پایه دار:

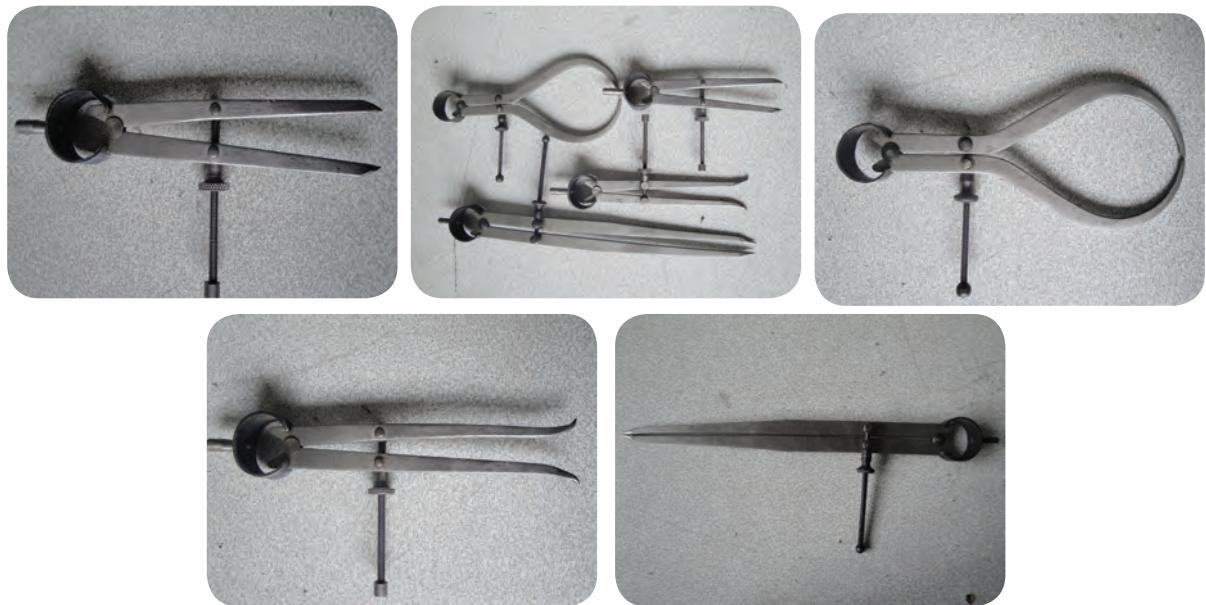
همانند سوزن خطکش پایه دار این نوع کولیس هم برای رسم خطوط موازی با صفحه صافی استفاده می‌شود. دقیق در این وسیله به مراتب بالاتر از نوع قبل است.



کولیس پایه دار

۵- پرگار:

از پرگار برای نقل اندازه یا رسم منحنی و دایره استفاده می‌شود. جنس آن‌ها از فولاد ابزار است.



نوع پرگار

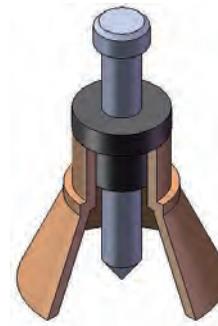
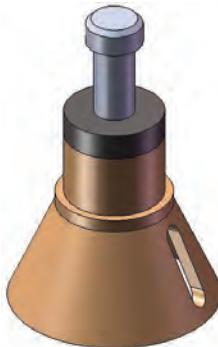
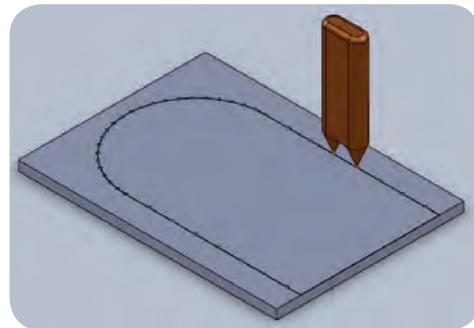
۶- سنبه نشان:

وسیله‌ای برای علامت زدن محل مرکز سوراخ‌ها و استقرار پایه پرگار است. جنس آن‌ها از فولاد ابزار بوده و زاویه‌ای بین 30° تا 60° درجه می‌باشد. نوع 30° درجه برای تثبیت خط و نوع 60° درجه برای نشانه گذاری استفاده می‌شود.

سنبه نشان 30° و 60° درجه

سوراخ کاری با ماشین فرز

سن به نشان دوتایی (دو قلو) برای تثبیت خط و مرکز یاب هم از انواع دیگر سن به ها است.



مرکز یاب

۷- وسایل کمکی:

برای تسهیل و تسريع در خط کشی از ابزارهایی مانند منشورهای V شکل، گونیای ساده و مرکب، صفحه گونیا و ... استفاده می شود.



منشور



گونیای مرکب



روش ترسیم خط به کمک گونیای ساده و سوزن خطکش



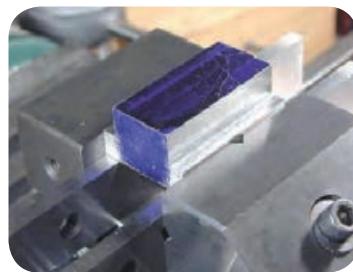
صفحه گونیابی

۱۲-۴- شناسایی اصول خطکشی قطعات طبق نقشه

خطکشی صحیح و دقیق باید بر اساس اصول زیر صورت گیرد:

الف- آماده کردن قطعه کار:

رنگ کردن سطح قطعه کار به وضوح خطوط ترسیمی کمک می کند به همین منظور می توان در قطعات یا سطح زبر نظیر قطعات ریختگی از دوغ آب گچ و در قطعات براق از کات کبود یا رنگ استفاده کرد.



رنگ کردن سطح قطعه کار برای وضوح بیشتر خطوط ترسیمی

ب- انتقال اندازه:

در انتقال اندازه از روی نقشه باید از وسیله مناسب استفاده کرد و در نهایت بهتر است محل نشانه گذاری را با علامت ۸ نشان داد تا خطای در نشانه گذاری به حداقل برسد.



اگر بخواهیم به کمک ابزارهای خطکشی بر روی قطعه انتقال اندازه را انجام دهیم باید چند مورد را در نظر بگیریم.

۱- از دقیق بودن این کار مطمئن شویم چرا که دقت در خطکشی سبب می شود که انجام فرایندهای بعدی بر روی قطعه هم دقیق تر صورت بگیرد.

۲- ضخامت خطوط اندازه در حداقل باشد بنابراین رسم خطوط با ماژیک، گچ و مداد پیشنهاد نمی شود.

۳- خطوط ترسیمی بر روی قطعه مبنای انجام کارهای بعدی خواهد بود بنابراین باید از ثبات لازم برخوردار باشند و در حین کار پاک نشوند.

خط کشی بر مبنای نقشه می تواند با ابزارهایی نظیر کولیس، خط کش و ... بر روی قطعه انجام شود که دارای دقت بالاتری در مقایسه با انتقال اندازه از روی نقشه با ابزارهایی مثل پرگار می باشد.

ج- خط کشی:

پس از انتقال اندازه و نشانه گذاری با استفاده از خط کش و سوزن خط کش خطوط را ترسیم می کنیم.

به منظور جلوگیری از خطای خط کشی بهتر است موارد زیر را رعایت کنیم:

- ۱- زاویه تمایل سوزن خط کش نسبت به لبه خط کش به نحوی باشد که راس آن روی قطعه کار و در کنار خط کش قرار گیرید. در شکل زیر این زاویه مقدار ۱۵ درجه را دارد.



رعایت زاویای تمایل سوزن خط کش

- ۲- علاوه بر زاویه 15° ، سوزن خط کش باید یک زاویه تمایل هم در جهت حرکت خود داشته باشد تا در هنگام حرکت به راحتی و بدون مکث یا وقفه خط مورد نظر را ترسیم نماییم. داشتن این دو زاویه به صورت هم زمان لازم است.



صحیح گرفتن سوزن خط کش

سوراخ کاری با ماشین فرز

در رسم منحنی‌ها با پرگار این زاویه در هر لحظه تغییر می‌کند.

۵- سنبه نشان زدن:

در استفاده از سنبه نشان مراحل زیر را در نظر بگیریم:

- ۱- انتخاب سنبه نشان با زاویه راس مناسب.
- ۲- استقرار نوک سنبه نشان در محل مناسب به طوریکه قابل دید باشد.



قابل دید بودن نوک سنبه نشان در محل مناسب

- ۳- قائم بودن امتداد سنبه نشان نسبت به سطح کار.



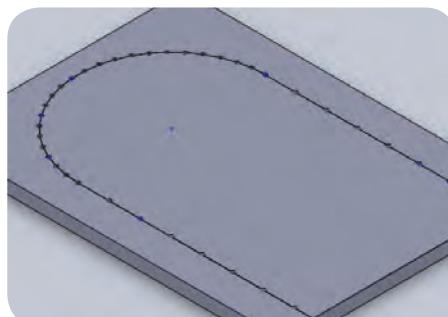
طرز صحیح گرفتن سنبه نشان نسبت به سطح قطعه کار

- ۴- ضربه زدن به انتهای سنبه نشان به طور صحیح.



ضربه زدن به انتهای سنبه نشان

۵- در قسمت‌هایی که خطوط به صورت منحنی می‌باشند و یا تغییر مسیر می‌دهند باید محل سنبه نشان‌ها را نزدیک به هم و با فاصله کمتری زد.



نزدیک شدن نقاط سنبه نشان در قسمت‌های انحنایار خطوط

برای محافظت از نوک و سایل نوک تیز خط‌کشی مثل سوزن خط‌کش و پرگار و همچنین برای جلوگیری از بروز سانحه، پس از استفاده نوک آن‌ها چوب پنبه قرار دهید.



۱۲-۵- آشنایی با انتخاب مته و مته مرغک مناسب

در انتخاب مته و مته مرغک همان‌طور که پیش از این گفته شد باید جنس قطعه کار را در نظر گرفت. از جهتی در زدن سوراخ‌های بزرگ باید سوراخ‌کاری را با افزایش تعداد متنهای انجام داد. به متنهایی که قبیل از مته اصلی زده می‌شود پیش مته می‌گویند. توجه داشته باشیم که هر چه قطر مته یا مته مرغک کوچک‌تر باشد باید عده دوران بیشتری را انتخاب کرد.

نکاتی که در سوراخ‌کاری باید رعایت شود:

- ۱- مته را بر اساس جنس قطعه کار انتخاب کنیم.
- ۲- تمیز کردن زیر قطعه و پاک کردن سطح گیره مانع از کج شدن راستای سوراخ، یا انحراف و شکستگی مته خواهد شد.
- ۳- قبل از استفاده مته قطر را کنترل کنیم و از تیز بودن لبه‌ها اطمینان حاصل کنیم. لبه کند موجب ایجاد پلیسه و خارج از دور شدن سوراخ می‌شود.

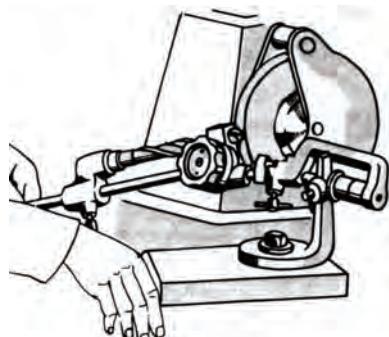
سوراخ کاری با ماشین فرز

- ۴- پس از بستن مته، لنگی آن را کنترل کنیم.
- ۵- مته های دنباله مخروطی را هرگز در سه نظام نبندیم.
- ۶- قبل بستن مته ها داخل سه نظام یا کلاهک را تمیز کنیم.
- ۷- در مواردی که قطر سوراخ بزرگتر است از مته های با قطر کمتر (پیش مته) سوراخ کاری را شروع کنیم تا حجم براده برداری به چند مرحله تقسیم شود.

برای محافظت از سطح گیره ها در زیر قطعات از زیر کاری فلزی و یا چوبی استفاده کنید.

۱۲-۶ نحوه تیز کردن مته با سنگ دو طرفه

سایش و سوختگی ابزار امری اجتناب ناپذیر است و عموماً ابزارها را با دستگاه سنگ ابزار تیز کن تیز می کنند، اما مته را می توان با سنگ دو طرفه نیز تیز کرد.



نحوه تیز کردن مته با سنگ ابزار تیز کن

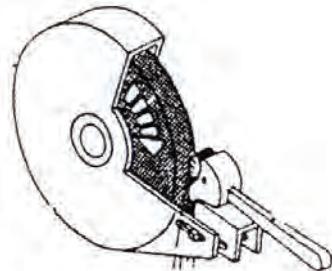


تیز کردن مته با دست و سنگ دو طرفه

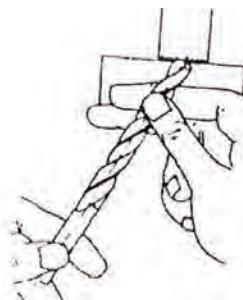
تیز کردن مته با دست و سنگ دوطرفه

برای تیز کردن مته مراحل زیر را دنبال کنید:

- در ابتدا پس از بازرسی سنگ و اطمینان از سالم بودن آن دستگاه را روشن کرده و به وسیله قرقه سنگ صاف کن پیشانی آن را یکنواخت نموده و برای کار بدون عیب آماده کنید.

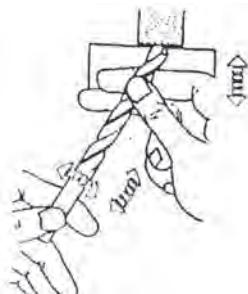


استفاده از قرقه سنگ صاف کن برای یکنواخت نمودن پیشانی سنگ مته را در دست به گونه ای نگهدارید که دو انگشت اشاره و سبابه از زیر و شست از رو آن را در بر بگیرند و با دست دیگر دنباله مته را بگیریم. حال با زاویه‌ی مته که حدود ۶۰ درجه است آن را به سنگ نزدیک می‌کنیم. با حرکت از بالا به پایین و چرخشی و فشار یکنواخت سطح آزاد مته را سنگ بزنید. (لبه برنده آن را به پیشانی سنگ مماس کنید به طوری که سنگ از لبه مته برآده برداری کند).



نحوه صحیح در دست گرفتن مته برای تیز کردن

این عمل را با تغییر زاویه به اندازه ۱۸۰ درجه تکرار می‌کنیم.



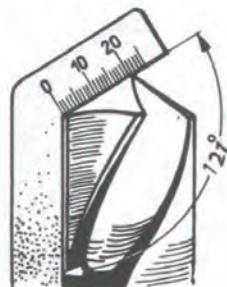
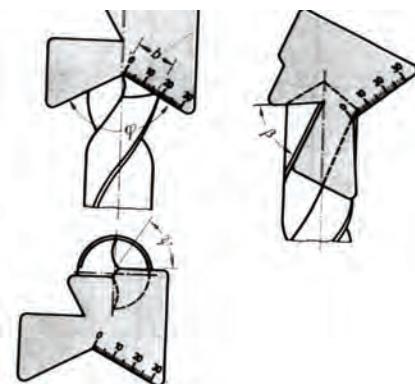
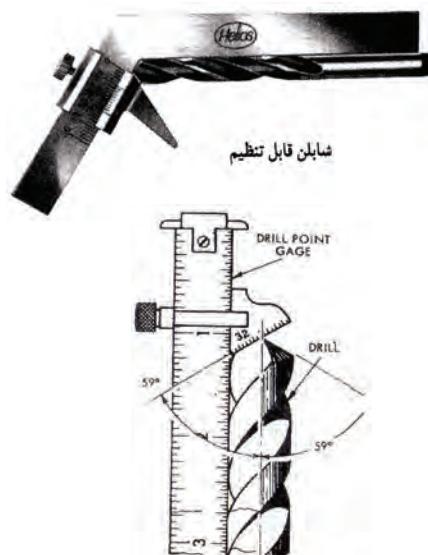
نحوه حرکت دادن صحیح مته برای تیز کردن

سوراخ کاری با ماشین فرز

در این روش تیز کردن مته به وسیله دست آزاد و بدون استفاده از تکیه گاه سنگ انجام می شود.

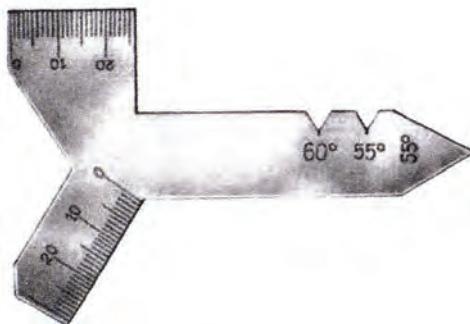
در هنگام تیز کردن مته بایستی توجه داشت که زوایا بر حسب نوع مته و جنس کار به نحو صحیحی انتخاب شده و با دقت کامل بوجود آیند.

جهت کنترل زاویه نوک مته می توان از شابلن های زاویه و یا زاویه سنج استفاده کرد.



عيوب تيز کردن مته

پیامد	شكل	اشتباهات تیز کردن مته
<p>الف- سطح مقطع براده ها نا مساوی بوده و باعث کم شدن دوام ابزار و در بعضی مواقع شکستن آن می شود.</p> <p>ب- قطر سوراخ بزرگتر از اندازه اسمايی مته می شود.</p>		طول لبه های برنده نامساوی، زوایای لبه برنده نسبت به محور مساوی، راس مته در مرکز
<p>الف- فقط یکی از لبه های برنده عمل برداری را انجام می دهد، این حالت باعث کند شدن زود تر مته شده و ممکن است مته بشکند.</p> <p>ب- مقطع سوراخ کاملاً گرد نخواهد شد.</p>		زوایای لبه برنده نسبت به محور نامساوی، راس مته خارج از مرکز
<p>الف- اختلاف سطح مقطع براده ها در این حالت زیادتر بوده و نیروهای وارد بر لبه نا متعادل می باشد.</p> <p>ب- قطر سوراخ بزرگتر از اندازه اسمايی مته می شود.</p>		زوایای لبه برنده نسبت به محور نامساوی و طول لبه های برنده نیز نامساوی راس مته خارج از مرکز
<p>این عمل باعث افزایش زاویه گوه و کاهش زاویه لبه برنده عرضی مته شده و نیروی لازم برای براده برداری را افزایش می دهد. زمان سوراخ کاری افزایش و احتمال شکستن مته هم بیشتر می شود.</p>		زاویه آزاد کوچک
<p>این عمل باعث کاهش زاویه گوه و افزایش زاویه لبه برنده عرضی مته شده سرعت کند شدن مته افزایش می یابد. در هنگام سوراخ کاری احتمال قلاب کردن و شکستن مته در کار افزایش می یابد.</p>		زاویه آزاد بزرگ
<p>مته بدون ارتعاش کار کرده و قطر سوراخ دقیق و اقتصادی انجام می شود.</p>		مته بدون اشتباه تیز شده است



شابلن کنترل زاویه راس مته

چنانچه شابلن مته در دسترس نباشد برای کنترل زاویه راس مته می‌توان از زاویه سنج و یا نقاله استفاده نمود.

۱۲- نکات ایمنی در تیز کردن مته

در هنگام تیز کردن مته موارد زیر را مد نظر داشته باشیم:

- ۱- از عینک استفاده کنیم.
- ۲- از سالم بودن سنگ اطمینان حاصل کنیم.
- ۳- انگشتان دست به عنوان تکیه گاه مته هستند، بنابراین مراقب باشیم مته به داخل سنگ کشیده نشود.
- ۴- از سطح پیرامون سنگ استفاده کنیم نه سطح پیشانی آن.
- ۵- در هر لحظه که ابزار را از سنگ جدا می‌کنیم آن را خنک کنیم.



در تیز کردن مته قسمت‌های زیر را باید کنترل کرد:

۱- برابری لبه‌های مته

۲- برابری زاویه‌های نوک مته

۳- مناسب بودن زاویه آزاد

۱۲-۸-مراحل سوراخکاری دقیق و خزینه کاری بر روی ماشین فرز

با ماشین فرز عمودی می‌توان فرایند سوراخکاری، خزینه کاری و برقو کاری را توسط مته، برقو و یا تیغه فرز انگشتی انجام داد. در بعضی دستگاه‌ها این ویژگی وجود دارد که باردهی توسط گلویی (ابزار) انجام می‌شود و در شرایط دیگر این کار بایستی با میز دستگاه و حرکت آن به سوی بالا انجام شود.

مزیت استفاده از ماشین فرز برای سوراخکاری آن است که به کمک ورنیه‌های تعییه شده بر روی پیچ‌های حرکتی میز دستگاه می‌توان با دقت بالایی محل سوراخکاری را مشخص کرد.

نکته مهم در سوراخکاری با ماشین فرز آن است که پس از تنظیم مته یا تیغه فرز انگشتی در محل مشخص شده بر روی قطعه کار تمام اهرمهای حرکتی طولی و عرضی را باید قفل کرد تا از حرکت‌های ناخواسته در این دو جهت خودداری شود.



جابجایی دقیق میز ماشین فرز به کمک ورنیه ها

سوراخ کاری با ماشین فرز

به کمک یک میله که در گلوبی دستگاه بسته شده نیز می‌توان محل دقیق سوراخکاری را مشخص کرد. در نحوه حرکت متنه بر روی قطعه کار می‌توان اینگونه عمل کرد که اول میله را در گلوبی دستگاه بسته و آن را با سطح جانبی قطعه مماس کنیم. سپس جایگاه آن را با در نظر گرفتن مقدار شعاع آن انجام دهیم. به طور قطع با خط کشی و سننه زدن محل سوراخ می‌توان از محل فرود آمدن متنه مطمئن شد.



مشخص کردن محل دقیق سوراخ کاری به کمک یک میله راهنمای

نحوه بستن متنه بر روی ماشین فرز عمودی:

متنه را همانند دستگاه دریل به دو صورت می‌توان در گلوبی دستگاه بست:

- ۱- استفاده از سه نظام یا کلت برای متنهای دنباله استوانه‌ای
- ۲- استفاده از کلاهک (مورس) برای متنهای دنباله مخروطی

سوراخ کاری تحت زاویه:

از مزایای سوراخ کاری با ماشین فرز این است که می‌توانیم به کمک زاویه دار کردن کله‌گی و یا گیره انجیر سال سوراخ‌های تحت زاویه را نیز در قطعه ایجاد کرد.

انتخاب عده دوران و پیش روی در سوراخ کاری:

بر اساس جنس قطعه کار، جنس ابزار، توان دستگاه، سطح مقطع براده، وجود مایع خنک کننده و سرعت برش از جداول استخراج و پس از آن عده دوران مناسب بر روی دستگاه تنظیم می‌شود.

مایع خنک کننده	جنس مته			جنس کار
	HM	SS	WS	
	قطر			
آب صابون	۵۰ تا ۳۰	۳۵ تا ۲۵	۱۵ تا ۱۰	فولاد تا استحکام ۵۰۰ N/mm ^۲
آب صابون	۴۰ تا ۳۰	۲۵ تا ۱۵	۱۰ تا ۵	فولاد با استحکام بیشتر از ۵۰۰ N/mm ^۲
خشک	۹۰ تا ۶۰	۲۵ تا ۱۵	۱۲ تا ۸	چدن خاکستری
خشک	۱۰۰ تا ۸۰	۳۵ تا ۲۵	۲۵ تا ۱۵	برنج، برنز
خشک	۲۰۰ تا ۱۰۰	۸۰ تا ۶۰	۳۵ تا ۳۰	مس
خشک	۲۰۰ تا ۱۰۰	۱۰۰ تا ۹۰	۸۰ تا ۶۰	فلزات سبک
خشک	۱۰۰ تا ۸۰۲	۴۰ تا ۳۰	۱۵ تا ۱۰	مواد مصنوعی پرس شده

مقدار پیشروی نیز به عنوان عامل مهم بعد از سرعت برش بوده و در حرکت باردهی اتومات یا حرکت با دست باید به آن توجه داشت. مبنای انتخاب آن جنس ابزار و جنس قطعه کار است.

سوراخ کاری با ماشین فرز

قطر متنه بر حسب میلی‌متر				جنس کار
مقدار پیشروی				
۲۱-۴۰	۱۰-۲۰	۶-۱۰	>۵	
۰/۳ تا ۰/۴	۰/۲ تا ۰/۳	۰/۱ تا ۰/۱۵	با دست	فولاد تا استحکام ۵۰۰ N/mm ^۲
۰/۲ تا ۰/۳	۰/۱۵ تا ۰/۲	۰/۱ تا ۰/۱۲	با دست	فولاد با استحکام بیشتر از ۵۰۰ N/mm ^۲
۰/۳ تا ۰/۵	۰/۲ تا ۰/۳	۰/۱۵ تا ۰/۲	با دست	چدن خاکستری
۰/۲۵ تا ۰/۳۵	۰/۱۵ تا ۰/۲۵	۰/۱ تا ۰/۲	با دست	برنج، برنز
۰/۳ تا ۰/۴	۰/۲ تا ۰/۳	۰/۱ تا ۰/۱۵	با دست	مس
۰/۳ تا ۰/۵	۰/۲ تا ۰/۳	۰/۱ تا ۰/۲	با دست	فلزات سبک
مقدار پیشروی با دست معمولاً ۰/۲ تا ۰/۳ میلی‌متر در هر دور انتخاب می‌شود.				

کنترل لبه‌های برنده متنه قبل از سوراخ کاری:

همان‌طور که می‌دانیم قسمتی از سر مخروطی متنه که هنگام سوراخ کاری عملأ قطعه کار را می‌تراشد، لبه برنده متنه نامیده می‌شود. باید توجه داشت که در هنگام سنگ زدن، این لبه‌ها باید با هم برابر باشد.

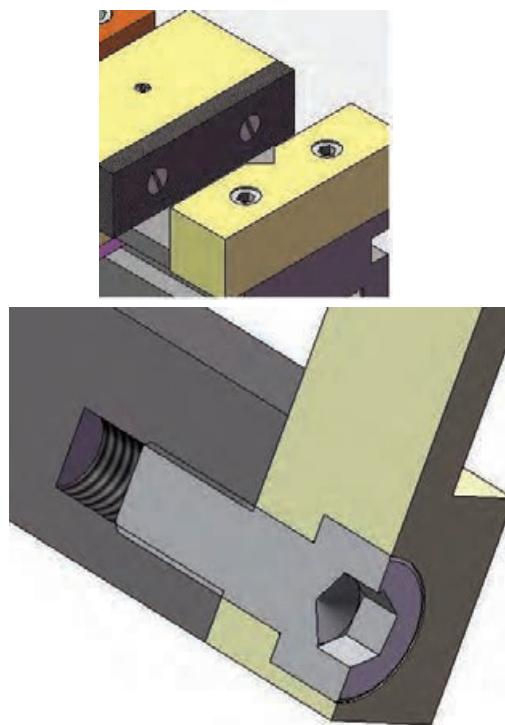
در صورتی که لبه‌های برنده و یا زوایای آن‌ها با هم برابر نباشد سوراخ ایجاد شده بزرگ‌تر از اندازه قطر متنه خواهد شد

خزینه کاری بر روی ماشین فرز

خزینه کاری یک روش برآده‌برداری است که به یکی از دلایل زیر استفاده می‌شود:

- ۱- پلیسه‌گیری از لبه سوراخها
- ۲- جاسازی سر پیچ‌ها و میخ پرج‌ها
- ۳- پخ زدن سر سوراخ مهره‌ها
- ۴- آسان نمودن جای گذاری قلاویزها
- ۵- بزرگ کردن قطر سوراخها

در مواردی لازم است این سر پیچ با سطح کار هم سطح و یکنواخت شود و در عمل هیچ بر جستگی در سطح مشاهده نشود بنابراین با تعییه فضایی به عنوان نشیمن‌گاه سر پیچ می‌توان به این خواسته رسید.



ایجاد خزینه مخروطی^۱ با متنه خزینه یا با متنه با قطر بزرگ‌تر امکان پذیر است. برای پلیسه‌گیری زاویه مخروط ۶۰ درجه، سر میخ پرج‌ها ۷۵ یا ۹۰ درجه و میخ پرج‌های ورق کاری ۱۲۰ درجه می‌باشد. برای جلوگیری از ناهموار (مضرس) بودن محل خزینه‌ها فاصله لبه‌های برنده متنه خزینه‌ها را نا مساوی انتخاب می‌کنند. قطر متنه خزینه‌ها از ۸ تا ۸۰ میلی‌متر بوده و دنباله آن‌ها را مشابه متنه‌ها استوانه‌ای و مخروطی می‌سازند.

^۱-counter sinking

سوراخ کاری با ماشین فرز

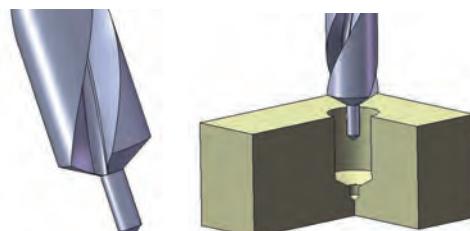


مته خزینه زبانه‌دار استوانه‌ای

برای ایجاد خزینه راست گوشه^۱ از ابزارهای زیر می‌توان استفاده کرد.

۱- مته خزینه زبانه‌دار استوانه‌ای

این نوع مته‌ها را در دو نوع سر تخت و سر مخروطی می‌سازند. برای هدایت بهتر و دقیق‌تر خزینه با سوراخ در قسمت سر آن‌ها زبانه استوانه‌ای وجود دارد که در دو نوع ثابت و قابل تعویض می‌سازند. مزیت نوع زبانه قابل تعویض این است که برای انواع بیشتری از سوراخ‌ها که دارای قطر مختلف هستند قابل استفاده خواهند بود.



مته خزینه زبانه‌دار استوانه‌ای

۲- تیغه فرز انگشتی

به کمک تیغه فرز انگشتی با قطر بزرگ‌تر از سوراخ ایجاد شده می‌توان خزینه راست گوشه را به راحتی ایجاد کرد.

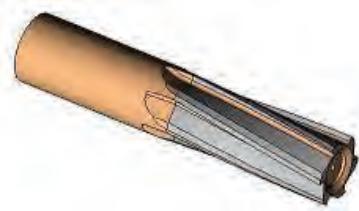


مته خزینه زبانه‌دار استوانه‌ای

^۱-counter boaring

۳- مته خزینه مارپیچ

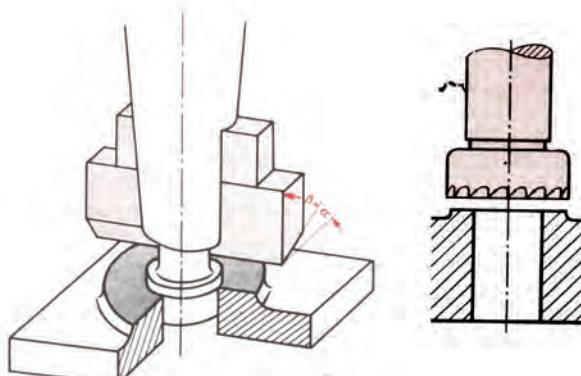
این مته‌ها شبیه به مته‌های معمولی می‌باشند که قسمت سر آن‌ها کاملاً تخت می‌باشد و بیشتر از دو لبه برنده دارند. به دلیل تخت بودن سر این مته‌ها قطر سوراخ اولیه نباید از $7/0$ قطر خارجی مته خزینه کوچکتر باشد.



مته خزینه مارپیچ

۴- مته خزینه تخت

از این مته‌ها برای مسطح کردن تکیه گاه پیچ‌ها، مهره‌ها، واشرها و قطعات دیگری که باید روی سوراخ‌ها به طور صاف قرار گیرند استفاده می‌شوند. این مته خزینه‌ها را در دو نوع یک پارچه و تیغه‌های قابل تعویض می‌سازند.



مته خزینه تخت

سرعت برش در خزینه کاری کمتر از سوراخ کاری است. بنابراین در قطر برابر مته و مته خزینه باید عده دوران مته خزینه را کمتر انتخاب کرد.

مقادیر سرعت برش و پیش روی در خزینه کاری

جنس مته خزینه		جنس کار	
فولاد تندبر	فولاد ابزار	فولاد تا استحکام	فولاد تا استحکام
s mm/u	v m/min	s mm/u	v m/min
۰/۷ ۰/۱۵	۳۵ تا ۴۰	۰/۴ ۰/۱	۱۲ تا ۸
۰/۴ ۰/۱	۲۵ تا ۱۵	۰/۴ ۰/۱	۶ تا ۳
۰/۶۵ ۰/۱	۲۵ تا ۲۰	۰/۳ ۰/۱	۱۴ تا ۱۲
۰/۹۵ ۰/۱	۳۵ تا ۴۰	۰/۳ ۰/۱	۱۰ تا ۸

۱۲-۹- نحوه کنترل سوراخ‌ها

سوراخ‌های ایجاد شده در قطعه را از دو بُعد می‌توان کنترل کرد. یکی از نظر قطر و دیگری از نظر عمق.

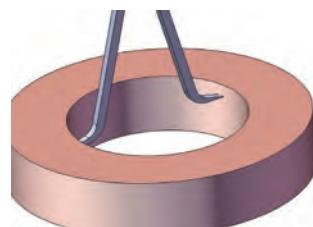
ابزارهای اندازه‌گیری قطر سوراخ می‌تواند کولیس، میکرومتر، پرگار پاشنه‌ای و فرمان‌های برو نرو باشد.



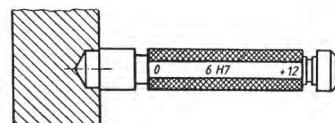
کنترل عمق سوراخ با استفاده از کولیس



کنترل عمق سوراخ با استفاده از میکرومتر



انتقال اندازه قطر سوراخ با پرگار پاشنه



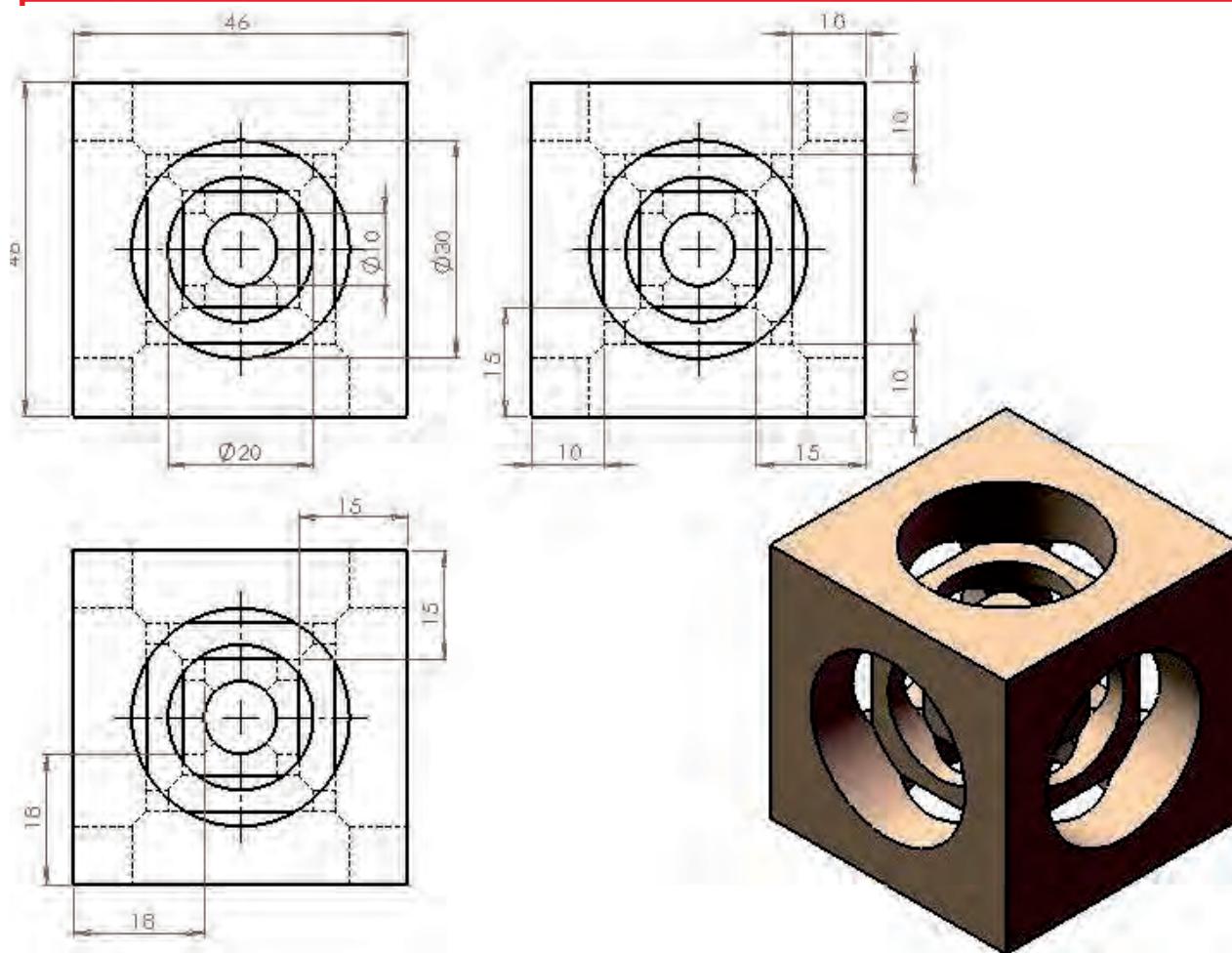
کنترل قطر سوراخ با فرمان برو و نرو

۱۰-۱۲- نکات ایمنی در سوراخ کاری و خزینه کاری با ماشین فرز

۱. روش مناسبی برای بستن قطعه کار انتخاب کنیم و آن را طوری روی میز قرار دهیم که هنگام سوراخ کاری به میز آسیبی نرسد. مثلاً استفاده از زیر کاری جهت خروج مطمئن مته از قطعه کار و یا قرار دادن تکه چوب در محلی که قرار است مته از قطعه خارج شود.
۲. از عینک ایمنی استفاده کنیم.
۳. در حین کار انگشت خود را به مته یا تیغه فرز در حال گردش نزدیک نکنیم.
۴. برآدهای پیوسته‌ای که از قطعه خارج می‌شود را با انبر یا سیم یا برس از محل کار دور کنیم نه با انگشت.
۵. در صورتی که طول سوراخ زیاد باشد به دفعات مته را از کار خارج نموده تا برآهه برداری از سوراخ خارج شده و مته هم زیاد گرم نشود.
۶. از آنجا که لازم است سوراخ کاری را به تناب و ادامه دهیم بنابراین پیشنهاد می‌شود از حرکت اتومات استفاده نشود تا کنترل فرایند توسط فرد قابل انجام باشد.
۷. در سوراخ کاری سراسری (راه به در) حتماً از زیر کاری مناسب (شمშهای موازی) استفاده شود تا به میز یا گیره آسیبی نرسد.
۸. در بستن قطعات به منظور خزینه کاری به لبه‌های تیز و همراه با پلیسه سوراخ‌ها دقت کنید.
۹. قبل از خزینه کاری از هم راستابودن سوراخ و مته خزینه اطمینان حاصل کنید.

سوراخ کاری با ماشین فرز

سه مکعب درون هم



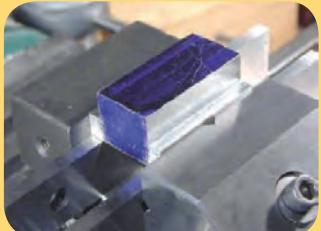
درجه تولرانس	اندازه تولرنس	از 0.5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	از 120 تا 210	از 210 تا 400
f (ظریف)		± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2	
m (متوسط)		± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	
g (خشن)		± 0.15	± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2	

شماره	تعداد	مشخصات قطعه	اندازه ماده اولیه	جنس ماده اولیه	شماره واحد کار	شماره کار عملی
	۱		۵۰×۵۰×۵۰	st37	۱۲	۱
مقیاس: ۱:۱			هدف آموزشی:			
استاندارد: ISO			سه مکعب درون هم			

جدول تجهیزات و ابزار

تعداد	مشخصات فنی	ابزارهای لازم
۱	عمودی یا انیورسال	۱- دستگاه فرز
۱	نوک مخروطی قطر ۱۰ میلیمتر	۲- میله استوانهای
۱	۶ یا ۴	۳- متنه مرغک
۱	انگشتی به قطرهای ۲۰ و ۳۰ میلیمتر	۴- تیغه فرز
۱	به قطر ۱۰ میلیمتر	۵- متنه

مراحل انجام کار

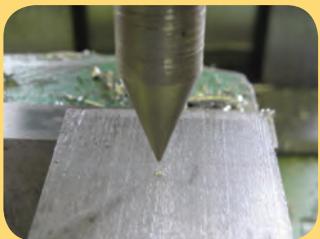
ردیف	شرح مراحل کار	شكل
۱	بستن گیره (گیره‌ی مناسبی انتخاب کرده و در روی میز ماشین فرز بیندید و تنظیم کنید).	
۲	قطعه کار را به گیره یا روبندهای مناسب بسته و تنظیم کنید. از موازی بودن قطعه با میز مطمئن شوید.	
۳	میله مناسبی انتخاب کرده و به گیره فشنگی بیندید.	

سوراخ کاری با ماشین فرز



ضمن مماس کردن میله تنظیم با دو طرف قطعه کار ورنیه ها را در جهت طولی و عرضی روی صفر قرار دهید.

۴



میله تنظیم را از کار دور کنید.

۵



از روی نقشه اندازه های لازم را یادداشت کنید. با احتساب شعاع میله آن را در مرکز سوراخ کاری قطعه قرار دهید.

۶



در این لحظه مرکز میله باید از محل خط کشی شده یا سنبه نشان زده شده منطبق باشد.

۷



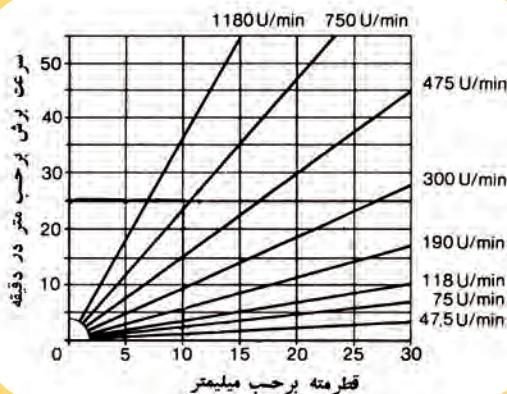
یک متنه مرغک مناسب انتخاب کنید و به سه نظام یا فشنگی ببندید.

۸



دستگاه را در دور و پیش روی مناسب مته مرغک قرار دهید. موقعیت مته مرغک را کنترل کنید.

۹



می توانید برای پیدا کردن دور مناسب از جدول روبرو استفاده کنید. در قسمت افقی جدول قطر مته و در قسمت عمودی جدول سرعت برش مشخص شده است.

۱۰



برای حرکت مته مرغک به سمت قطعه کار دستگاه را روشن کرده و از اهرم دستی و یا حرکت میز استفاده کنید. موقعیت اثر مته مرغک را به وسیله اندازه گیر مناسب کنترل کنید. معایب احتمالی را بر طرف کنید.

۱۱



به یاد داشته باشید که در طول مدت براده برداری از آب صابون استفاده کنید و به وسیله اهرم دستی بار بدھید تا مته مرغک قطعه کار را کمی سوراخ نماید.

۱۲

اهرم دستی را بالا بیاورید و براده ها را از کار دور کنید. سوراخ کاری را ادامه دهید تا اثر مته مرغک به عمق لازم برسد.

سوراخ کاری با ماشین فرز



مته مناسبی جهت سوراخ کاری انتخاب کرده و قطر مته را قبل از سوراخ کاری کنترل کنید.

۱۳



دنباله مته را به سه نظام و یا گیره فشنگی ببندید. در صورتی که دنباله مته مخروطی باشد کلاهک مناسبی انتخاب کرده و دنباله مته را در آن قرار داده و محکم کنید. بنابراین قسمت مخروطی کلاهک و مخروط محور میل فرز را کاملا تمیز کنید و کلاهک را در قسمت مخروطی جا بزنید.

۱۴



دستگاه را در دور و پیشروی مناسب قرار دهید.

۱۵



دستگاه را روشن و موقعیت مته را از نظر لنگ
نبوذ کنترل کنید. به وسیله‌ی اهرم دستی مته
را آن قدر پایین بیاورید تا نوک آن داخل سوراخ
ایجاد شده توسط مته مرغک قرار گیرد.

۱۶



هنگام براده‌برداری حتماً از مواد خنک کننده
استفاده کنید.

۱۷



در صورت نیاز عملیات خزینه‌کاری نیز مشابه
سوراخ کاری انجام می‌شود.

۱۸



در طول انجام کار مقررات ایمنی را رعایت کنید.

۱۹

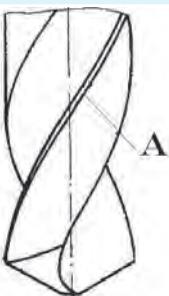


ارائه قطعه کار یا گزارش به هنرآموز محترم

ارزشیابی نهایی

ارزشیابی پایانی

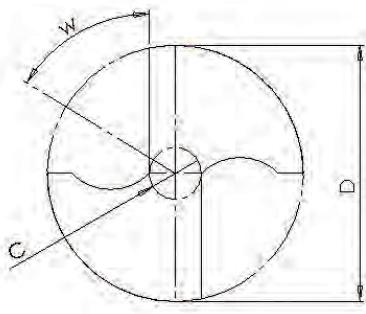
سوالات نظری (۱۵ دقیقه)



۲- با ماشین فرز موقعیت سوراخکاری را به طور دقیق می‌توان مشخص کرد.

سوالات صحیح و غلط:

۱- در شکل رو برو فلش A فازمته را نشان می‌دهد.



سوالات کوتاه پاسخ یا جای خالی:

۳- در شکل روبرو به ترتیب C و D معرف و هستند.

۴- محل برخورد دو لبه برنده متنه را می نامند.

سوالات چند گزینه‌ای:

۵- در یک فرایند سوراخ کاری قطر سوراخ بزرگ‌تر از اندازه است. علت چیست؟

الف- در مرکز نبودن محور مته **ب- نابرابری طول لبه‌های برنده**

ج- افزایش زاویه راس مته د- افزایش زاویه آزاد مته

۶- سنیه نشان مناسب برای نشانه‌گذاری دارای زاویه راس می‌باشد.

5 48 3 11

الف- ٣٠ ب- ٤٥ ج- ٦٠ د- ٩٠

Such a system has been developed by the University of Michigan.

۷- اندازه اسمی مته مرعک کدام یک از موارد زیر می‌باشد؟

الف- طول متنه مرغک **ب- قطر سوراخ استوانه‌ای ایج**

5. *Conclusions* The results of this study indicate that the proposed model can be used to predict the performance of the system.

سوالات تشریحی

۸- قسمت‌های مهی بک متنه، اد، بک شکا، تسمیه، نام ببند.

۹- هدف از سه اخ کار، را یافته سید.

واحد کار ۱۳



هدف کلی: توانایی قوس تراشی قطعات توسط صفحه گردان با دقت

۰.۰۵ میلی‌متر

پس از آموزش این واحد کار از فرآگیر انتظار می‌رود:

اهداف رفتاری:

- ۱- مفهوم قوس تراشی را بداند.
- ۲- روش‌های ایجاد سطح منحنی در قطعه را بداند.
- ۳- نحوه کاربرد میزگردان در فرزکاری را بداند.
- ۴- سطوح منحنی (داخلی- خارجی) و شیارهای قوسی شکل را با صفحه گردان ایجاد کند.

زمان آموزش		
عملی	نظری	
۱۵ ساعت	۳۰ دقیقه	- توانایی قوس تراشی قطعات توسط صفحه گردان با دقت ۰.۰۵ میلی متر
یک ساعت	۳۰ دقیقه	ارزشیابی ورودی و پایانی توسط هنرآموز و ثبت در برگه ارزشیابی
۱۸ ساعت		جمع

پیش آزمون (۱۵ دقیقه)

- ۱- اگر قطعه کار حرکت چرخشی داشته باشد و تیغه فرز خارج از مرکز قطعه
کار قرار بگیرد مسیر حرکت ابزار چگونه است؟



- ۲- آیا این قطعه را با دستگاه فرز می‌توان تولید کرد؟

- ۳- اگر امکان تولید این شیار منحنی وجود داشته باشد، نحوه حرکت قطعه کار
یا ابزار چگونه است؟



۱۳-۱-آشنایی با انواع قوس

قوس و فرم‌های گرد بخش زیادی از قطعات صنعتی را به خود اختصاص داده است. اصولاً وجود گوشه‌های تیز به جهت تمکن تنش در قطعات کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر قطعات با گوشه تیز در مقابل ضربه آسیب پذیرترند. لذا فرم‌دهی گوشه‌ها و ایجاد سطوح قوس دار یکی از عملیات پرکاربرد در فرزکاری می‌باشد. البته در مواردی هم قوسی شکل بودن قطعه به خاطر کاربرد آن است. قوس‌ها در سطح قطعه بصورت مقعر و محدب دیده می‌شوند. در مواردی هم می‌توان شیارهای منحنی شکل را در سطح داخل قطعه مشاهده کرد.



نمونه قطعات دارای شکل منحنی

۱۳-۲-روش‌های ایجاد قوس

۱۳-۲-۱- ایجاد قوس با استفاده از تیغه فرزهای فرم

تیغه فرزهای فرم عموماً از جنس فولاد تندبر ساخته می‌شوند و تنها برای یک حالت از فرم (قوس) به کار گرفته می‌شوند. به عنوان مثال تیغه فرز با قوس ۲۰ میلی‌متر تنها برای ایجاد شیار فرم یا برجستگی قوسی با شعاع ۲۰ میلی‌متر به کار گرفته می‌شود.

تیغه فرزهای فرم را به صورت برجسته و یا فرو رفته می‌سازند و همچنین آن‌ها را به صورت یک چهارم قوس و یا یک دوم به بازار عرضه می‌کنند. از نوع یک چهارم برای گوشه و از یک دوم برای ایجاد شیار و یا برجستگی استفاده می‌شود.



تیغه فرزهای فرم نوع غلطکی

۱۳-۲-۲- فرم تراشی با استفاده از مته لنگ (هد بورینگ)

مته لنگ اصطلاحی است که به نوعی ابزار برشی اطلاق می‌شود. این ابزار بر روی دستگاه فرز عمودی نصب شده و قابلیت نصب تیغه‌های HSS یا الماسه با فرم‌های مختلف را بر روی خود دارد.

از مته لنگ برای فرم تراشی لبه‌های قطعات و کره تراشی بر روی دستگاه فرز استفاده می‌کنند.

فاصله تیغه با مرکز ابزار قابل تنظیم است بر این اساس برای ایجاد فرم یا سوراخ شعاع آن قابل تنظیم می‌باشد.



استفاده از مته لنگ برای فرم تراشی لبه های قطعات و کره تراشی بر روی دستگاه فرز

۱۳-۲-۳- قوس تراشی با میزگردان

گاهی فرم یا قوس ایجاد شده بر روی قطعه به گونه‌ای است که با ابزارهای فرم قابل ایجاد نیست به عبارتی کوچکی ابزار فرم قابلیت ایجاد فرم‌های بزرگ را ندارد لذا میزگردان توانایی ایجاد این گونه قوس‌ها را فراهم می‌کند. میزگردان بطور کلی نگهدارنده قطعه است و می‌تواند قطعه را حول مرکز خود دوران دهد. با تغییر فاصله قطعه از مرکز میز و ثابت نگه داشتن ابزار ساده در نقطه مورد نظر می‌توان قوس با شعاع‌های مختلف را ایجاد کرد.



استفاده از میزگردان در قوس تراشی با ماشین فرز

بر روی میز شیارهایی T شکل تعبیه شده است که محل نصب گیره و یا روبند برای نگهداری قطعه می‌باشد.



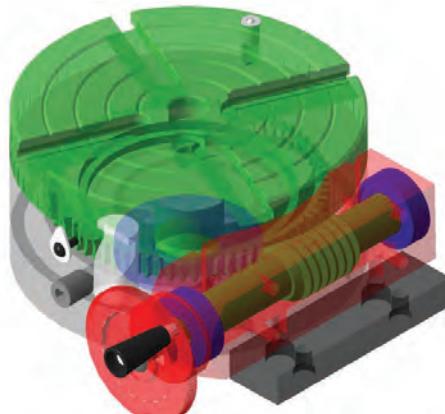
استفاده از شیارهای T میزگردان برای بستن گیره یا روبند

میزگردان از یک پیچ حلقه ای و یک چرخ حلقه ای ۹۰° دندنه تشکیل شده است. به انتهای پیچ حلقه ای دسته و یا صفحه تقسیم (صفحه سوراخ دار) سوار شده و روی چرخ حلقه ای میز مدرج قرار دارد. سطح جانبی این میز به ۳۶۰ قسمت مساوی تقسیم شده است. بنابراین اگر دسته پیچ حلقه ای یک دور بزند میز مدرج به اندازه ۴ درجه جابجا می شود.

برای تامین حرکت ظرفی و دقیق میزگردان روی پیچ حلقه ای حلقه مدرجی تعییه شده است که محیط آن را به ۴۸ قسمت مساوی تقسیم کرده اند. بنابراین به ازای گردش هر تقسیم دسته، میز به اندازه ۵ دقیقه ($\frac{2\pi}{48} = 5$) جابجا خواهد شد.



تقسیم پیرامون میزگردان به ۳۶۰ قسمت مساوی



نمایش سیستم داخلی میزگردان



حلقه مدرج دستگیره میزگردان برای جابجایی دقیق تر

۱۳-۳- تنظیم میزگردان

میزگردان به خاطر حرکت دورانی خود بایستی به نوعی با امتداد محور دستگاه فرز هم راستا باشد.

همان طور که در تصاویر مشاهده کردید در وسط میزگردان سوراخی وجود دارد. به روش های گوناگونی می توان محور سوراخ روی میز را با محور میله فرزگیر یکی کرد.

۱۳-۳-۱- بستن میزگردان

قبل از هر کار بایستی میزگردان را بر روی میز ماشین فرز بست. این کار توسط پیچ های مربوطه صورت می گیرد. قبل از بستن پیچ ها با استفاده از قطعه ای (میله تنظیم) که درون میله فرزگیر بسته شده است میزگردان را در امتداد محور ماشین قرار می دهیم.



هم محور کردن گلوبی دستگاه با مرکز میزگردان به کمک یک میله تنظیم برای این کار کافی است میله مزبور داخل سوراخ میز قرار گیرد. در حالیکه میله تنظیم کاملاً در سوراخ میزگردان قرار دارد ورنیه میز عرضی و طولی را روی صفر تنظیم کرده و هر دو کشوی عرضی و طولی را قفل می کنیم. با بسته های ثابت کننده میزگردان را محکم ببندیم. میله تنظیم را از میزگردان خارج می کنیم.



خروج میله و محکم کردن بسته های میزگردان

برای بلند کردن و حمل میزگردان حتماً با جرثقیل و یا با کمک چند نفر این کار را انجام دهید.



۱۳-۳-۲- تنظیم میزگردان توسط ساعت اندازه‌گیری

هدف از ساعت کردن میزگردان "دور بودن" لبه میز نسبت به محور میله فرزگیر می‌باشد. به عبارتی با این کار محور سوراخ روی میز را با محور میله فرزگیر در یک امتداد قرار می‌دهیم. بدین ترتیب که ابتدا سوراخ روی میزگردان را تمیز کرده تا عاری از برآده باشد. میله ای استوانه‌ای با نوک مخروطی را داخل سوراخ میزگردان قرار می‌دهیم مشروط بر آنکه میله در سوراخ میز جذب شده باشد. سپس میله ساعت اندازه‌گیری را به کله‌گی می‌بندیم. نوک لمس کننده ساعت را بر روی استوانه مورد نظر قرار داده و با چرخش دستی محور دستگاه "دور بودن" میله استوانه و در نتیجه میزگردان را کنترل می‌کنیم. در نهایت بسته‌های تثبیت کننده میز را بسته و مجدداً عمل کنترل را انجام می‌دهیم. کشویی میز عرضی و طولی را قفل می‌کنیم.



قفل بودن اهرم‌ها قبل از تنظیم میز گردان

۱۳-۴- بستن و تنظیم قطعه کار روی میزگردان

به علت حرکت چرخشی مورد نیاز قطعه کار و ایجاد قوس، قطعه بایستی به گونه‌ای بر روی میز بسته شود که مرکز قوس یا قوس‌ها هم‌راستا با مرکز سوراخ روی میز باشد.

به همین دلیل برای ایجاد قوس‌های پی در پی که مرکز یکسانی ندارند بر روی یک قطعه گاهی مجبور به تغییر موقعیت قطعه خواهیم بود. مهمترین عاملی که در بستن قطعه بر روی میزگردان شما را یاری خواهد کرد خط کشی و تعیین مرکز قوس یا قوس‌های روی قطعه خواهد بود. بنابراین نکات زیر را در هنگام بستن قطعه مد نظر داشته باشیم:

الف- سطح میزگردان را با ساعت اندازه‌گیری کنترل می‌کنیم تا از افقی بودن آن اطمینان یابیم.



کنترل افقی بودن سطح میزگردان با ساعت اندازه‌گیری

ب- قطعه را با دقیقیت خط کشی می‌کنیم و سپس با استفاده از روبند و زیرسرو مناسب آن را بر روی میز بطور موقت و شل ببندیم.



بستن قطعه با استفاده از روبند و زیر سری مناسب

ج- بر روی میله فرزگیر دستگاه میله‌ای مخروطی به جای تیغه فرز ببندیم.



میله مخروطی جهت هم محور کردن گلوبی دستگاه و مرکز گیره

د- نوک مخروطی میله بسته شده را بر روی مرکز قوس روی قطعه منطبق می‌کنیم.



انطباق نوک مخروطی میله با مرکز قوس قطعه

ه- با استفاده از دسته میزگردان قطعه را یک دور بچرخانید تا در ابتدا کار جابجایی احتمالی مرکز قوس را کنترل کرده باشیم.

و- درجه صفر صفحه مدرج میزگردان را با نقطه صفر ورنیه صفحه پایین میزگردان بدقت تنظیم کرده و میز را قفل می‌کنیم.



انطباق صفر ورنیه با صفر صفحه مدرج

ز- نوک مخروطی میله تنظیم را بر روی سطح کار و در مرکز قوس کمی فشار می‌دهیم. موازی بودن سطح کار با سطح میز ضروریست آن را با زدن ضربه آرام و تماس کامل با سطح زیر سری می‌توان کنترل کرد.

ح- پس از کنترل و مرکز کردن نوک مخروطی با مرکز قوس قطعه را توسط

روبند محکم ببندیم.



بستن قطعه با روبند بر روی میز گردان

۱۳-۵- تعیین موقعیت تیغه فرز نسبت به قطعه کار

پس از نصب تیغه فرز انتخابی که به شرایط قطعه کار بستگی دارد (معمولًاً از تیغه فرزهای انگشتی استفاده می‌گردد) موقعیت تیغه فرز را بر روی قطعه کار

قوس تراشی با ماشین فرز

بایستی تنظیم کرد.

برای این کار با احتساب قطر تیغه فرز، آن را از مرکز دوران به استفاده از حرکت عرضی و یا طولی حرکت داده و به موقعیت مناسب ببرید.



بر روی مسیر خط کشی شد

با چرخش میزگردان موقعیت خط کشی شده روی قطعه را به زیر تیغه فرز می‌بریم. پوسته مدرج و ورنیه میزگردان را صفر می‌کنیم و میز دستگاه فرز را قفل می‌کنیم. سپس با استفاده از حرکت عمودی دستگاه تیغه را به سطح کار مماس کرده و مسیر مورد نظر را یک بار بدون بار رفته و کنترل می‌کنیم. در نهایت با حرکت عمودی ماشین، بارداده و برادهبرداری می‌کنیم. کنترل عمق و پهنهای شیار در انجام کار لازم است.

هنگام برادهبرداری حتماً ضامن های ثبیت کننده میز را محکم می‌کنیم تا از هرگونه حرکت احتمالی جلوگیری شود.

اگر قطعه دارای چند قوس با مرکزهای مختلف باشد جابجایی بین مرکزها با استفاده از حرکت عرضی و طولی میز ماشین می‌تواند صورت گیرد.

در جابجایی تیغه فرز از مرکز میزگردان شعاع تیغه فرز بایستی مد نظر باشد.

بهتر است ابتدا مسیر قوس را با یک تیغه فرز خشن تراشی و سپس با تیغه فرز دیگری پرداخت کنیم. این کار علاوه بر کیفیت سطح کنترل صحت مسیر را نیز به دنبال دارد.

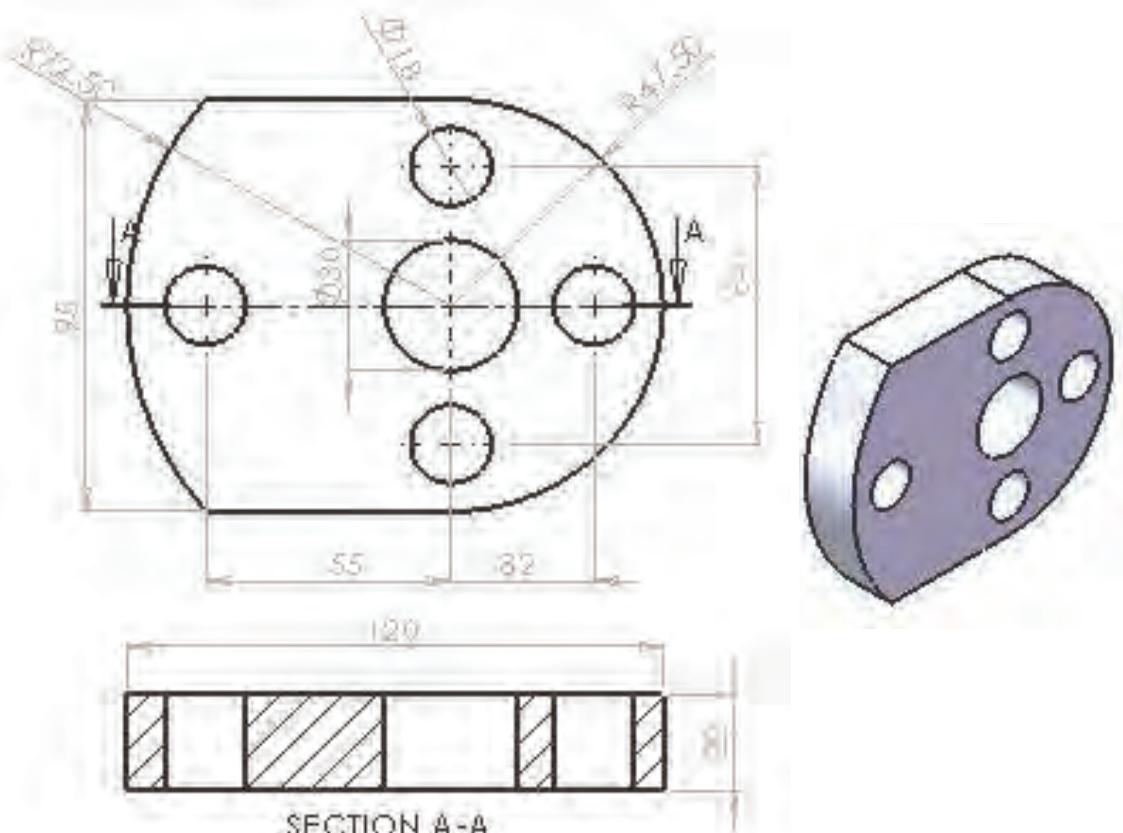
جهت گردش میز گردان باید با جهت گردش ابزار مخالف هم باشد.

در حین کار از مواد خنک کننده استفاده می‌شود.

قبل از اندازه‌گیری کار را پلیسه گیری می‌کنیم و برای این کار باید مواظب
دستهای خود باشیم.

در موقع تنظیم و تغییر شعاع به اندازه ۵/۵ میلی‌متر بیشتر از شعاع کار میز
را تغییر می‌دهیم تا مقداری بار برای پرداخت کاری باقی بماند.

ایجاد یک قطعه با دو قوس خارجی



جدول DIN ISO 2768

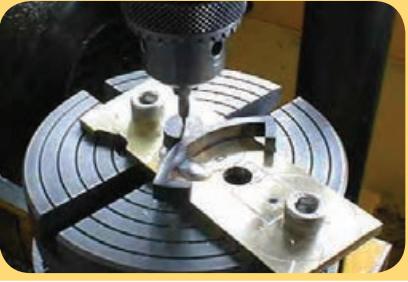
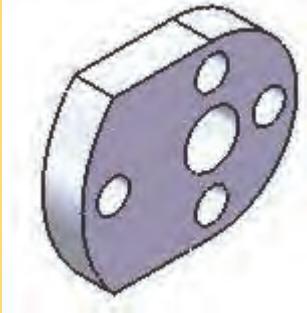
درجه توپرانس	اندازه 3 تا 0.5	اندازه 6 تا 3	اندازه 30 تا 6	اندازه 120 تا 30	اندازه 400 تا 210
f (ظریف)	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2
m (متوسط)	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5
g (خشن)	± 0.15	± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2

شماره	تعداد	مشخصات قطعه	اندازه ماده اولیه	جنس ماده اولیه	شماره واحد کار	شماره کار عملی
-----	1	-----	130×100	st37	13	1
		مقیاس: 1:1			هدف آموزشی:	زمان: 6 ساعت
		استاندارد: ISO		ایجاد یک قطعه با دو قوس خارجی		درجه توپرانس: f

جدول تجهیزات و ابزار

تعداد	مشخصات فنی	ابزارهای لازم
۱	عمودی یا انیورسال	۱- دستگاه فرز
۱	انگشتی حداقل قطر ۱۰	۲- تیغه فرز
۱	دقت ۱۰۰ میلیمتر	۳- ساعت اندازه‌گیری
۱	مخصوص ماشین فرز	۴- مرغک
۱	مخصوص ماشین فرز	۵- میزگردان
به تعداد مورد نیاز	معمولی	۶- روبنده
هر کدام یک عدد	قطر ۱۸-۳۰ میلیمتر	۷- متنه یا تیغه فرز
۱	مناسب جنس قطعه کار	۸- سوزن خطکش
۱	فلزی	۹- خطکش یا گونیا
۱	به اندازه اسمی ۳ یا ۴	۱۰- متنه مرغک
۱	با زاویه رأس ۳۰ درجه	۱۱- سنبه
۱	۵۰۰ گرمی	۱۲- چکش

قوس تراشی با ماشین فرز

مراحل انجام کار		
ردیف	شرح مراحل کار	شکل
۱	انتخاب یک ورق فلزی، خط کشی دقیق آن و مشخص کردن محل سوراخها	
۲	مهار کردن قطعه کار توسط روبنده	
۳	فرزکاری سطوح منحنی پیرامون قطعه	
۴	استفاده از مته مرغک برای ایجاد محل دقیق سوراخ کاری	
۵	بستن مته در فشنگی و گلویی دستگاه	



۶ تنظیم عده دوران و سوراخکاری با استفاده از مواد خنک کننده



۷ پلیسه زدایی و تحويل قطعه کار

ارائه گزارش به هنرآموز محترم

ارزشیابی نهایی

ارزشیابی پایانی

سوالات نظری (۲۰ دقیقه)

سوالات صحیح و غلط:

- ۱- جهت گردش میزگردان و تیغه فرز بهتر است مخالف هم باشد.
- ۲- اگر دسته پیچ حلزون یک دور بزند میز مدرج به اندازه ۴ درجه جابجا می‌شود.

سوالات کوتاه پاسخ یا جای خالی:

- ۳- سطح جانبی میزگردان به چند قسمت تقسیم شده است؟
- ۴- معمولاً قطعات را به کمک روی میز گردان می‌بندند.

سوالات چند گزینه‌ای:

- ۵- در صورتیکه دسته میزگردان را یک دور کامل بچرخانیم صفحه مدرج میز چند دور می‌چرخد؟

۴ - ۵

۹ - ۱۰

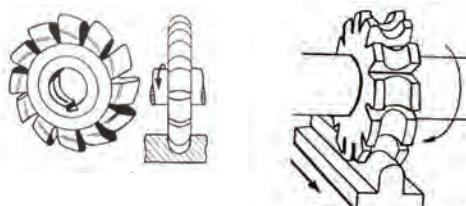
۳ - ۴

- ۶- تیغه فرزهای زیر چه نوع تیغه فرزهایی هستند.

د- لبه تراش

ج- مدولی

الف- فرم تراش ب- لبه تراش



- ۷- تعداد دندانه چرخ حلزون در سیستم میزگردان و صفحه مدرج کدام است؟

۸۰ - ۹۰

۹۰ - ۱۰۰

۴۰ - ۶۰



سوالات تشریحی:

- ۸- کاربرد میزگردان در فرزکاری چیست؟

- ۹- سه روش از روش‌های ایجاد سطوح منحنی را توضیح دهید؟

- ۱۰- آیا با میزگردان امکان ایجاد یک منحنی به شکل روپرتو که به مارپیچ ارشمیدوس معروف است وجود دارد؟

واحد کار ۱۴



هدف کلی: توانایی سرویس و نگهداری ماشین فرز

پس از آموزش این واحد کار از فرآگیر انتظار می‌رود:

اهداف رفتاری:

- ۱- اهمیت سرویس و نگهداری ماشین‌های فرز را بداند.
- ۲- اصول و روش‌های روغن‌کاری را بشناسد.
- ۳- نحوه استفاده از تجهیزات روغن‌کاری را بداند.
- ۴- محل‌های روغن‌کاری یک دستگاه فرز را بشناسد.
- ۵- انواع روغن و گریس‌ها را بشناسد.
- ۶- قسمت‌های قابل روغن‌کاری یک ماشین فرز را بصورت روزانه، هفتگی، ماهانه و سالانه انجام دهد.

زمان آموزش		
عملی	نظری	
۳ ساعت و ۳۰ دقیقه	پنج ساعت و ۳۰ دقیقه	- توانایی سرویس و نگهداری ماشین فرز
۳۰ دقیقه	۳۰ دقیقه	ارزشیابی ورودی و پایانی توسط هنرآموز و ثبت در برگه ارزشیابی
۶ ساعت		جمع

پیش آزمون (۱۵ دقیقه)

- ۱- چرا ماشین‌ها را روغن کاری می‌کنیم؟
- ۲- اگر دو قطعه چوب را روی یکدیگر بلغزانید. سپس روی هر دو سطح را صابون یا نفت خام ژله شده (چیزی شبیه روغن سوخته ماشین) بمالید و دوباره قطعات چوبی را روی یکدیگر بلغزانید. چه اتفاقی می‌افتد؟



- ۳- یک سنجاق قفلی کهنه را صابونی کنید و می‌بینید چقدر آسانتر می‌توانید از آن استفاده نمایید. چرا؟

- ۴- آیا تاکنون متوجه شده‌اید که چرا یک یا دو قطره روغن صدای ناهنجار لولای در را قطع می‌کند؟

- ۵- در اسکی روی یخ کمی از بزیر کفش اسکی ذوب می‌شود و در حقیقت اسکی باز روی لایه نازکی از آب می‌لغزد. این امر برای او مفید است؟

- ۶- چرا کمی پارافین خشک (شمغ) به شما کمک می‌کند که خیلی راحت‌تر کشوهای میز تحریر خودتان را باز و بسته کنید؟

۱۴-۱- آشنایی با مفهوم سرویس و نگهداری

هر وسیله‌ای که در اختیار ماست نیازمند مراقبت می‌باشد. این وسیله می‌تواند یک دوچرخه یا اتومبیل یا یک دستگاه فرز باشد. شکل مراقبت در هر وسیله‌ای خاص می‌باشد. به طور مثال یک ساعت عقربه‌ای (آنالوگ) کافی است که شما آن را از محیط‌های رطوبتی و خیس دور نگهدارید و به عمر باطری آن توجه کنید. اما در یک ماشین فرز قطعاتی که با هم در تماس هستند مانند چرخ‌دنده‌های جعبه دنده، سطوح راهنمایی که به عنوان یاتاقان لغزشی می‌باشند و بلبرینگ‌ها که به عنوان یاتاقان‌های غلتشی هستند و ... نیازمند مراقبت دائم بوده و با کمک موادی مثل روغن یا گریس باید اصطکاک ناشی از سطوح تماس را کاهش داد. این مراقبت که با یک برنامه‌ریزی مشخص و بر اساس نحوه درگیری قطعات و وظیفه هر یک در سیستم تعیین می‌شود را سرویس و نگهداری می‌گوییم. عموماً کارخانه سازنده توصیه لازم در این رابطه را ارائه می‌دهد.

از طرفی قطعات دارای طول عمر مشخصی هستند یعنی حتی با رعایت نکاتی که باعث افزایش طول عمر مفید قطعات می‌گردد در نهایت مجبور به تعمیر اساسی یا تعویض قطعات هستیم.

۱۴-۲- آشنایی با محل‌های گریس‌خور و روغن‌خور

روغن و گریس سطوح را طوری صاف می‌کنند که قطعات بر روی هم تماس و درگیری کمتری داشته باشند. در یک ماشین فرز ممکن است بعضی از قطعات را با گریس روانکاری کرد و بعضی دیگر را با روغن. سطوح راهنمایی در میز ماشین فرز، جعبه دنده و سیستم‌های یاتاقان‌بندی شده با روغن روانکاری می‌شوند. استفاده از گریس در جاهایی است که امکان دسترسی دائم وجود ندارد مثل بلبرینگ‌ها.

بر روی ماشین‌های افزار مثل ماشین فرز بخش‌هایی تعییه شده که به کمک روغن‌دان می‌توان روغن را به محل مورد نظر انتقال داد.



نمونه محل تزریق روغن به دستگاه

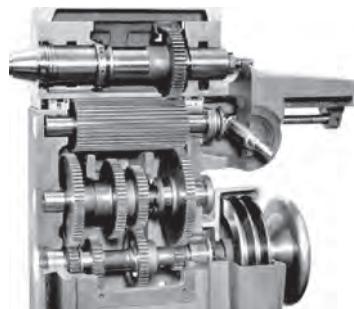
آب هم می‌تواند به عنوان یک لغزننده، سطح را صاف کند. در ناودان‌ها و مجراهای شیبدار مخصوص انتقال زغال سنگ آب می‌پاشند تا سطوح تماس لغزننده‌تر شود.

اما در بیشتر ابزار آلات و ماشین‌ها از روغن یا گریس استفاده می‌کنیم و این‌ها همان کاری را انجام می‌دهند که صابون در قطعات چوبی انجام می‌دهد، با این تفاوت که زنگزدگی و کف‌کردن و بخار شدن در روغن و گریس کمتر است.

۱۴-۳- آشنایی با سیستم‌های روغنکاری (تمرکزی - منفرد)

همان‌طور که اشاره شد تماس قطعات با هم باعث سایش و افزایش دما می‌شود که هر دو عامل مخرب در عمر قطعات می‌باشد که وجود روغن یا گریس غلبه بر این دو عامل مضر می‌باشد. روغنکاری به دو شکل کلی انجام می‌شود:

- ۱- روش تمرکزی
- ۲- روش منفرد



در حالت تمرکزی کافیست که از محلی مشخص حجمی از روغن را وارد محفظه‌ای کرده و خود به خود این روغن به قسمت‌های مورد نیاز پمپاژ شود. تنها وظیفه اپراتور کنترل حجم روغن و تغییر شکل روغن می‌باشد. این روش در سیستم روغنکاری مجموعه جعبه دنده ماشین فرز دیده می‌شود.

گیربکس ماشین فرز



شاخص های نمایشگر سطح و کیفیت روغن در حال گردش

در روش منفرد روغن یا گریس فقط مربوط به روانکاری همان بخش می‌باشد و به سایر قسمت‌ها منتقل نمی‌شود. روش روغن‌کاری و گریس کاری به طور دستی و به کمک روغن دان و گریس پمپ می‌باشد.



روغن دان

گریس پمپ

۱۴-۴- آشنایی با انواع گریس‌ها و روغن‌های مورد استفاده

منشا تولید روغن می‌تواند از مواد آلی یا گیاهی، مواد معدنی و یا مواد حیوانی باشد.

در صنعت به منظور روانکاری و خنک‌کاری سیستم‌ها معمولاً از روغن معدنی استفاده می‌شود.

روغن‌های گیاهی از دانه‌های روغنی مثل زیتون، کرچک، کلزا و... تهیه شده و خاصیت اسیدی دارند.

روغن‌های حیوانی هم که از آب کردن و پختن چربی حیوانات به دست می‌آید خاصیت چربکاری خوبی داشته و در بعضی دستگاه‌های ظرفیف مثل ساعت استفاده می‌شود.

روغن از نظر غلظت که در بقا و دوام قطعات نقش مؤثری دارد، دارای درجات مختلفی است که کارخانه‌های سازنده روغن اندازه درجات غلظت یا گرانبوی (ویسکوزیته) را روی بدنه خارجی قوطی روغن ذکر می‌کنند.

نقشه ریزش یا سفت شدن روغن را ویسکوزیته گویند. به عبارتی مقدار مقاومت روغن در مقابل جاری شدن را ویسکوزیته گویند.

روغن‌ها را از نقطه نظر درجه غلظت به درجات ۱۰ - ۲۰ - ۳۰ - ۴۰ - ۵۰ شماره گذاری کرده‌اند که روغن ۲۰ از روغن ۱۰ غلیظتر و روغن ۳۰ از روغن ۲۰ غلیظتر است. روغن شماره ۱۰ بیشتر در اتومبیل و یا دستگاه‌های هیدرولیک صنعتی مورد مصرف دارد.

بر اساس این ویژگی می‌توان روغن‌ها را در ۳ گروه زیر دسته‌بندی کرد.
۱- روغن رقیق:

این گروه برای روغنکاری محورهایی که سرعت محیطی بالایی دارند اما نیروی کمی بر آن‌ها وارد می‌شود استفاده می‌شود.

۲- روغن نیمه رقیق:

این گروه برای محورهایی که سرعت محیطی بالایی دارند در عین حال نیروی متوسطی بر آن‌ها وارد می‌شود قابل استفاده می‌باشند. (مثل یاتاقان‌های ماشین افزار و یاتاقان‌های الکتروموتور)

۳- روغن غلیظ و سنگین:

برای کمپرسورها، جعبه دنده‌ها و مواردی که درجه حرارت بالا بوده و سرعت محیطی محور کم ولی فشار زیادی بر روی آن اعمال می‌شود استفاده می‌شود. جدول زیر طبقه‌بندی روغن‌ها از نظر کار و نوع چسبندگی و افزودنی‌ها می‌باشد:

طبقه‌بندی روغن‌ها از نظر کار، نوع، چسبندگی و افزودنها

شمار کار	چسبندگی در SUS	شرح و افزوده‌هایی که معمولاً به کار می‌روند.
I روغن محور	۱۰۰ درجه فارنهایت	روغن معدنی تصفیه شده عالی
سرعت محور < ۳۶۰۰ دور دقیقه	۳۵-۱۰۰	FS;RT;MD
سرعت محور > ۳۶۰۰ دور در دقیقه	۱۰۰-۱۵۰	FS;RT;MD
سرعت محور < ۱۸۰۰ دور در دقیقه	۱۵۰-۹۰۰	RI;OI
III روغن هیدرولیک	۱۵۰-۳۰۰	روغن معدنی تصفیه شده عالی
پمپ‌های پرهای	۱۵۰-۳۰۰	فسفات استرها
پمپ‌های پیستون زاویه‌ای و شعاعی	۱۵۰-۹۰۰	RI;OI
پیستون محوری	۱۵۰-۳۰۰	RI;OI
پمپ‌های پرفشار	۳۰۰	AW
پمپ‌های چرخ دنده‌ای	۱۵۰-۶۰۰	
IV روغن متحرک یاتاقان‌ها با سبک	۱۵۰-۴۰۰	نوع روغن توربین RI;OI
بار متوسط	۴۰۰-۹۰۰	نوع روغن توربین RI;OI
بار سنگین	۹۰۰-۲۵۰۰	نوع روغن توربین RI;OI
بار خیلی سنگین	۱۵۰۰-۳۵۰۰	ترکیبات سرب‌دار
V روغن چرخ دنده		
جعبه دنده‌ها، ساده، مارپیچی و مخروطی با کارتر روغن	۶۰۰۰-۱۸۰۰	روغن توربین با ترکیبات سرب
بار سنگین ضریب‌های	۱۵۰۰-۲۵۰۰	روغن با ترکیبات سرب

گریس:

گریس از کلمه لاتین «گراسوس» به معنی چربی گرفته شده و عبارت است از یک محصول نیمه مایع تا جامد که از اختلاط عامل غلیظ کننده و روغن تشکیل می‌شود. در بیشتر موارد در تهیه گریس علاوه بر روغن و غلیظ کننده از مواد افزودنی خاصی هم استفاده می‌شود که کیفیت و کارایی گریس را تحت تاثیر قرار می‌دهند. بنابراین در انتخاب گریس باید به فاکتورهای زیر توجه داشت و با توجه به نظر کارشناس، گریس را انتخاب و مصرف نمود. همان‌طور که گفته شد در گریس موادی به کار گرفته می‌شود که هر یک تاثیراتی را بر روی ویژگی آن خواهد داشت:

- روغن پایه: هر چه میزان شاخص گرانروی روغن پایه مصرفی بالاتر باشد، تغییرات دما در گرانروی روغن تاثیر کمتری خواهد داشت.
- پرکننده‌ها: نوع پایه صابونی باید با کارکرد دستگاه متناسب باشد.
- مقاومت در برابر اکسیداسیون: این عامل رابطه بسیار نزدیکی با انتخاب روغن پایه گریس دارد.
- مقاومت در برابر دما: اگر نتوان محل گریس کاری را به طور مرتب با گریس نوشارژ کرد باید از گریسی استفاده کرد که در مقابل دما مقاوم باشد.

در مصرف گریس به این نکته باید توجه داشت که حداکثر درجه حرارتی که گریس می‌تواند در آن درجه حرارت عملکرد خوبی داشته باشد برابر با درجه حرارت قطره‌ای شدن گریس منهای 50° درجه سانتیگراد است. البته باید توجه داشت که این حد بالای درجه حرارت فقط برای شرایط کارکرد حرکت و ایستادن (Stop and go) مثلاً حرکت خطی رفت و برگشتی می‌باشد.

- مقاومت در برابر خوردگی: برای بهبود این خاصیت از مواد غیرآلی مانند مولیبدن، گرافیت و PTFE^۱ استفاده می‌شود. پلی تترا فلوئورواتیلن که معمولاً به صورت مخفف پی تی اف ای (PTFE) نمایش داده می‌شود جز خانواده

فلوئوروپلاست ها است که دارای مقاومت شیمیایی بالا، محدوده کاری حرارتی بالا، اصطکاک و سایش کم، عایق حرارتی و الکتریکی است. البته افزودنی هایی که جهت ازدیاد مقاومت استفاده می شود در کاهش خوردگی نیز بسیار مؤثراند.

- مقاومت در برابر آب: عموماً در سیستم هایی که از خنک کننده های آبی استفاده می شود، احتمال ورود آب به گریس بسیار افزایش می یابد. از آنجایی که آب عامل اصلی خوردگی قطعات است، بنابراین گریس انتخاب شده باید در مقابل آب مقاوم باشد و از سوی دیگر بتواند عمل روانکاوی را هم انجام داده و شسته نشود. به عنوان مثال گریس سدیمی رطوبت را به خود جذب کرده و نمی گذارد آب به سطح قطعه برسد ولی مشکلی که وجود دارد این است که گریس ساختار ناپایداری پیدا خواهد کرد. در مقابل گریس های کلسیمی و لیتیومی ساختارشان را در مقابل آب از دست نمی دهند.

- مقاومت در برابر زنگ زدگی: هم تراز با مقاومت در برابر آب است. اگر کار کرد در مجاورت آب باشد وجود آن باعث زنگ زدگی می شود. به عنوان مثال گریس پایه صابونی آلومینیوم در مقابل زنگ زدگی مقاوم است.

- مطابقت داشتن با جنس قطعات مثل بوش و سایر قطعات آب بندی.

- سرعت یاتاقان: اگر سرعت یاتاقان خیلی زیاد باشد گریس همراه با روغن پایه با گرانروی کم استفاده می شود ولی اگر سرعت یاتاقان کم باشد، گریس با روغن پایه با گرانروی زیاد استفاده می شود.

نکاتی در مورد انواع گریس:

گریس ها را براساس نوع روغن پایه (سنتری و یا معدنی) و نیز نوع ماده غلیظ کننده (صابون های فلزی، پلیمرها و مواد معدنی) تقسیم بندی می کنند.

اگر گریس فقط از روغن و ماده غلیظ کننده تهیه شده باشد و هیچ افزودنی در تهیه آن به کار نرود، به راحتی در بسیاری از کاربردهای سبک صنعتی قابل استفاده خواهد بود.

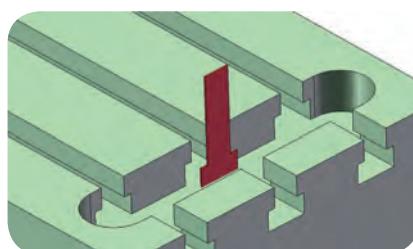
باید توجه داشت که «والوالین» نام یکی از تولیدکنندگان روانکار می‌باشد که به اشتباه به نام یک نوع گریس شناخته شده است.

- در مواردی که ریسک آلودگی شدید و گرد و غبار زیاد باشد (مانند شرایط کار ماشین آلات کشاورزی و معدن) لازم است که برای خارج کردن آلودگی از سیستم، تعداد دفعات گریس کاری را افزایش داد.
- از نظر قوام و سفتی گریس‌ها مانند روغن‌ها با درجاتی مشخص می‌شوند. این درجات به NLGI یا نفوذ پذیری موسومند و به صورت ۶، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱، ۰، ۰۰، ۰۰۰ دسته بندی می‌شوند که سفت ترین گریس‌ها با درجه ۶ و روان‌ترین آن‌ها ۰۰۰ است.

۱۴-۵- شناسایی اصول سرویس و نگهداری ماشین فرز

سرویس و نگهداری دستگاه فرز شامل موارد زیر می‌شود:

- ۱- انتخاب دور و پیشروی متناسب با شرایط فرز کاری
 - ۲- مراقبت از عدم برخورد قطعات متحرک مثل ابزار با سایر قسمتهای ماشین
 - ۳- تمیز کردن کامل و روزانه دستگاه
 - ۴- روغن کاری و گریس کاری بر اساس برنامه زمان بندی شده.
- برای دور کردن براده از قلم مو یا فرچه مویی استفاده کنید. داخل شیارها را با ورقی به شکل زیر تمیز کنید.



استفاده از قطعه T شکل برای دور کردن براده از داخل شیارها



استفاده از قلم مو یا فرچه مویی برای دور کردن براده

خشک کردن سطوح از آب صابون در پایان کار ضروری است.

هرگز از دست برای دور کردن براده استفاده نکنیم.

زمان‌های روغن‌کاری یا گریس‌کاری هم ممکن است متفاوت باشد به این صورت که بعضی قسمت‌ها روزانه، هفتگی، ماهانه و یا سالیانه باید مورد توجه قرار بگیرند.

علاوه بر اصطکاک، چون در هنگام کار آب صابون و مواد خنک کاری به کار برد می‌شود، چنانچه در پایان کار سطوح راهنمای خوب پاک نشود و تمیز نگردد سطوح راهنمای زنگ می‌زند و در نهایت موجب فرسودگی دستگاه‌ها می‌شود. برای رفع این عیب به روغن‌کاری در پایان کار و بخصوص در سطوح راهنمای نیاز است. روغن‌کاری علاوه بر کم کردن اصطکاک از اکسیده شدن سطوح راهنمای نیز جلوگیری می‌کند.

آیا می‌دانید:

آنچه که در گریس‌ها بر نوع کاربرد آن‌ها تاثیر بسیار زیادی دارد، پایه صابونی تشکیل دهنده گریس است که در ترکیب با روغن پایه و مواد افروزنی محصول مورد نظر را برای ما تامین می‌کند. گریس‌ها بر اساس پایه صابونی (ماده قوام دهنده) می‌توانند تنوع بسیار زیادی داشته باشند.

سه دسته اصلی و پر مصرف آن‌ها شامل موارد زیر هستند:

- ۱- گریس‌های پایه لیتیم
- ۲- گریس‌های پایه کلسیم
- ۳- گریس‌های پایه سدیم

البته انواع ویژه‌ای از گریس‌ها نیز می‌توانند با پایه‌های صابونی از ترکیب مواد فوق مانند لیتیم/کلسیم و ... تولید شوند.

حال بینیم از نظر کاربردی این گریس‌ها چه تفاوتی با هم دارند. در گریس‌ها دو خاصیت پایداری حرارتی و پایداری در برابر آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. در واقع نوع صابون پایه‌ای که در گریس استفاده می‌شود، می‌تواند بر دو خاصیت بالا تاثیرگذار باشد. از این رو می‌توان این

خواص را در گریس‌های مختلف به صورت زیر مقایسه نمود.

همان‌طور که دیده می‌شود گریس‌های با پایه لیتیم پایداری حرارتی بسیار خوبی دارند، همچنین دارای پایداری در برابر آب نسبتاً مناسبی نیز هستند. این ویژگی در این نوع گریس‌ها باعث می‌شود که در کاربردهای مختلف مورد استفاده قرار گیرند. به این نوع گریس‌ها، گریس چند منظوره یا Multi purpose گفته می‌شود. لازم به ذکر است این گریس‌ها به خاطر پایداری حرارتی خوبشان به گریس نسوز معروف هستند. همچنین با توجه به کاربرد بسیار وسیع این گریس‌ها در چرخ خودروها و ماشین آلات سنگین به نام گریس چرخ نیز شناخته می‌شوند. این نوع گریس با وجود گرانتر بودن نسبت به دو دسته دیگر، به دلیل تنوع بالای کاربرد، پرمصرف ترین نوع گریس صنعت هست.

گریس‌های پایه کلسیم به دلیل پایداری بسیار خوبشان در برابر آب به گریس شاسی یا گریس ضد آب معروف شده‌اند. البته فراموش نشود که منظور از ضد آب، توانایی کار کرد در زیر آب نیست و فقط نشان دهنده پایداری مناسب شان در برابر شستشو با آب است.

پایداری حرارتی:

گریس پایه لیتیم > گریس پایه سدیم > گریس پایه کلسیم
پایداری در برابر آب:

گریس پایه کلسیم > گریس پایه لیتیم > گریس پایه سدیم

۱۴- شناسایی اصول و نکات ایمنی در روغن کاری

به نکاتی در مورد مصرف گریس و روغن‌ها توجه کنید:

اطلاعات عمومی:

۱- ماشین را به طور منظم سرویس کنیم.

۲- از روغن مناسب استفاده کنیم.

۳- موقع ریختن روغنی با درجه دیگر، تمام لوله ها و مخازن روغن را از روغن قبلی تمیز نماییم.

۴- جهت جلوگیری از آلودگی روغنها آنها را در مخازن مناسب نگهداری کنیم.

۵- هرگز از پارچه پشمی، کنه های کتانی و یا پارچه های دیگری که پرز دارند جهت تمیز کردن ماشین و یا اجزای آن استفاده نکنیم.

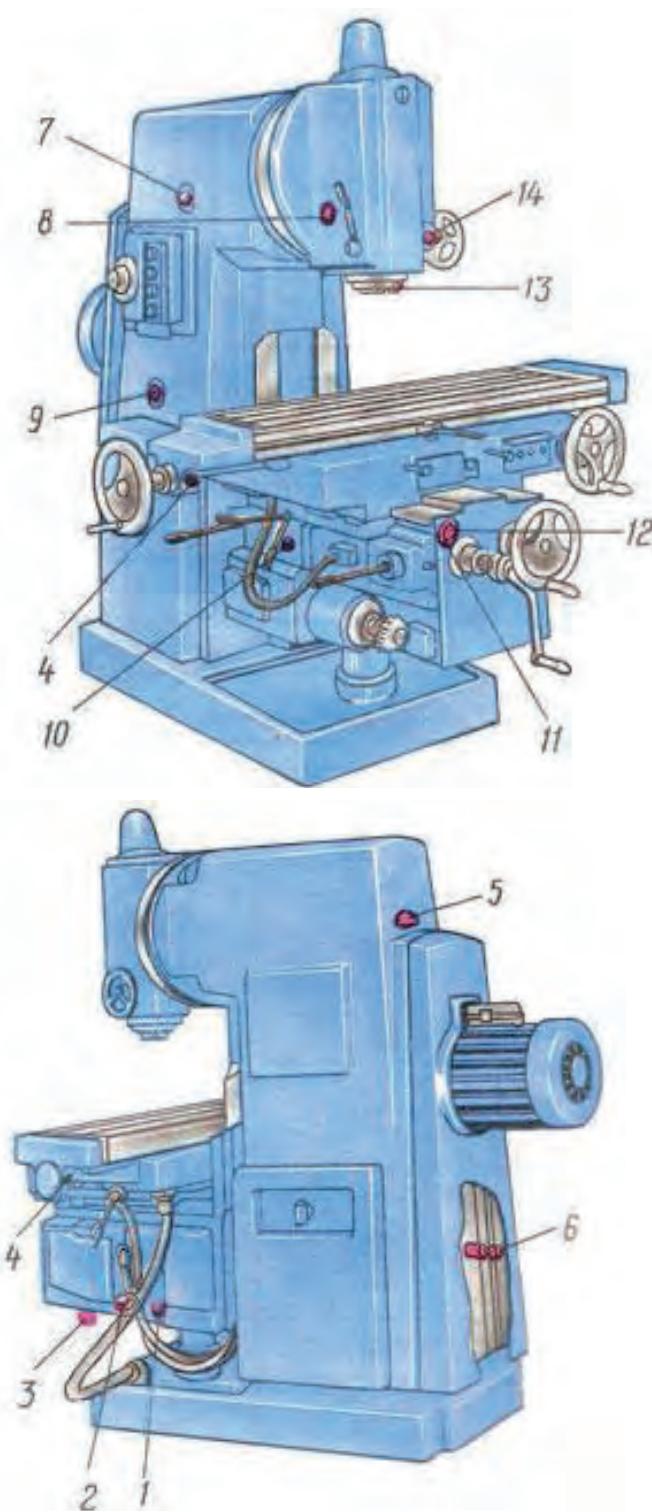
۶- همیشه قبل از هرگونه سرویس، کلید اصلی برق را قطع کنیم.

۷- هرگز از هوای تحت فشار برای تمیز کردن ماشین استفاده نکنیم.

در صورتی که در انبار، روغن از گریس جدا شود نباید از آن استفاده کرد.
با هم زدن نمی توان روغن جدا شده را به ساختار گریس بازگرداند.

روغن یک ماده شیمیایی هیدروکربنی قابل اشتعال است، و این خصوصیت ایجاد می کند مسایل مربوط به ایمنی در برابر آتش سوزی در زمان انبارداری این ماده رعایت گردد. پس باید در زمان طراحی و ساخت انبار روغن، موارد و تجهیزات ایمنی مربوط به اطفا حریق را در نظر داشته باشیم.

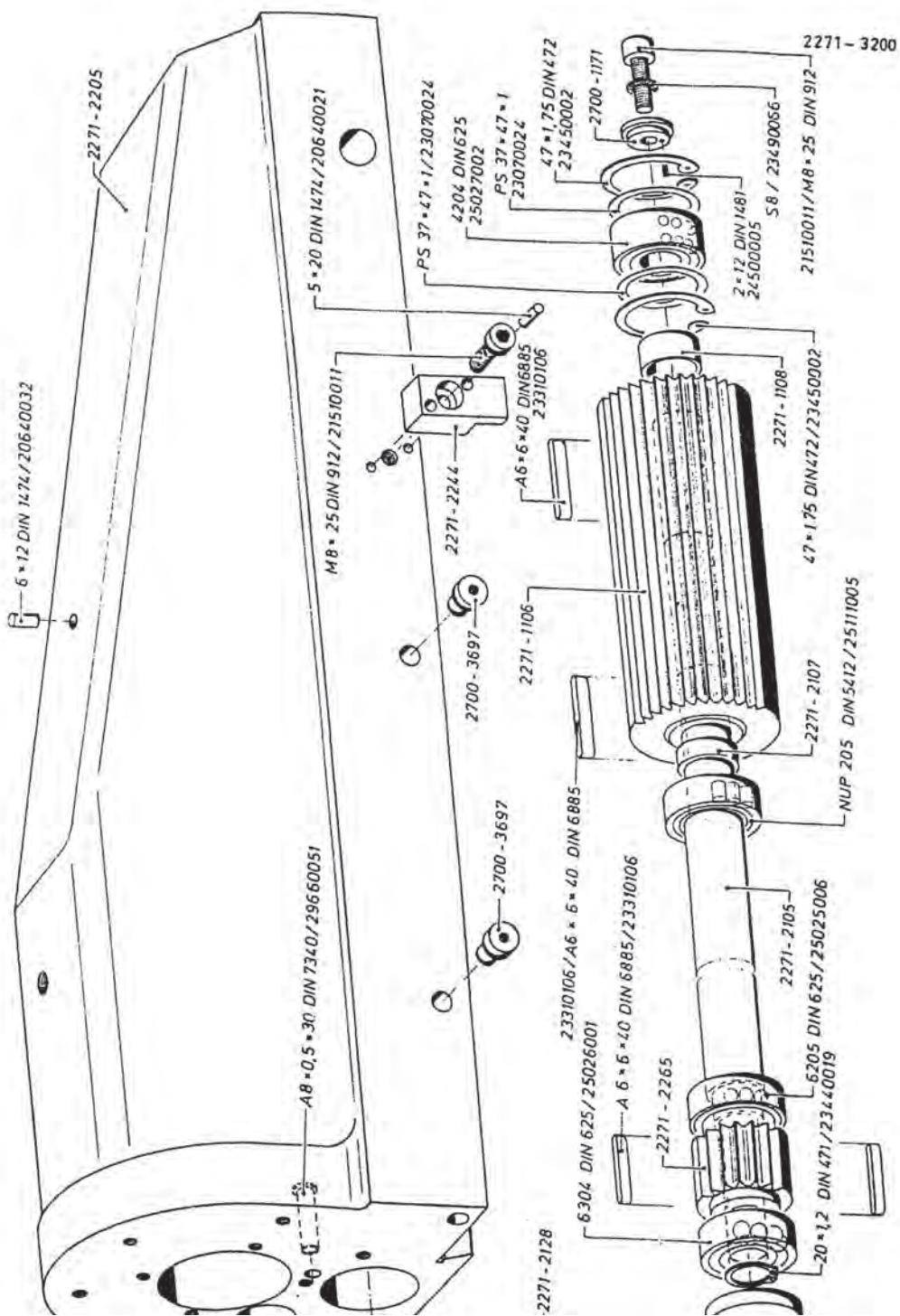
در شکل زیر سیستم روغنکاری یک ماشین فرز عمودی را مشاهده می‌کنید که بر اساس استاندارد COST روسیه ارائه شده است. در این تصویر قسمت‌های مختلف شماره‌گذاری شده و زمان‌های روغنکاری یا گریسکاری را همراه با روش کار توضیح داده است.

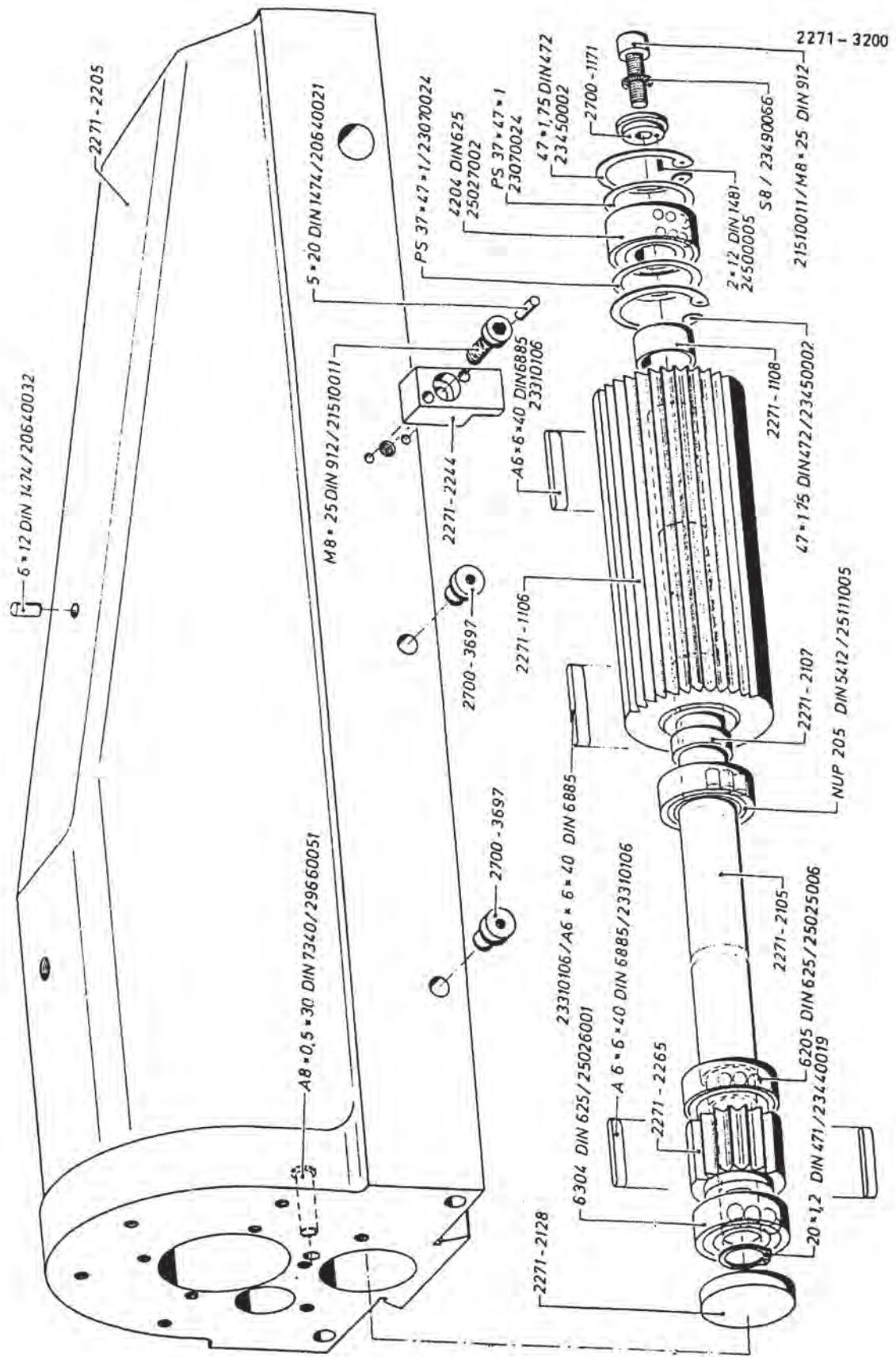


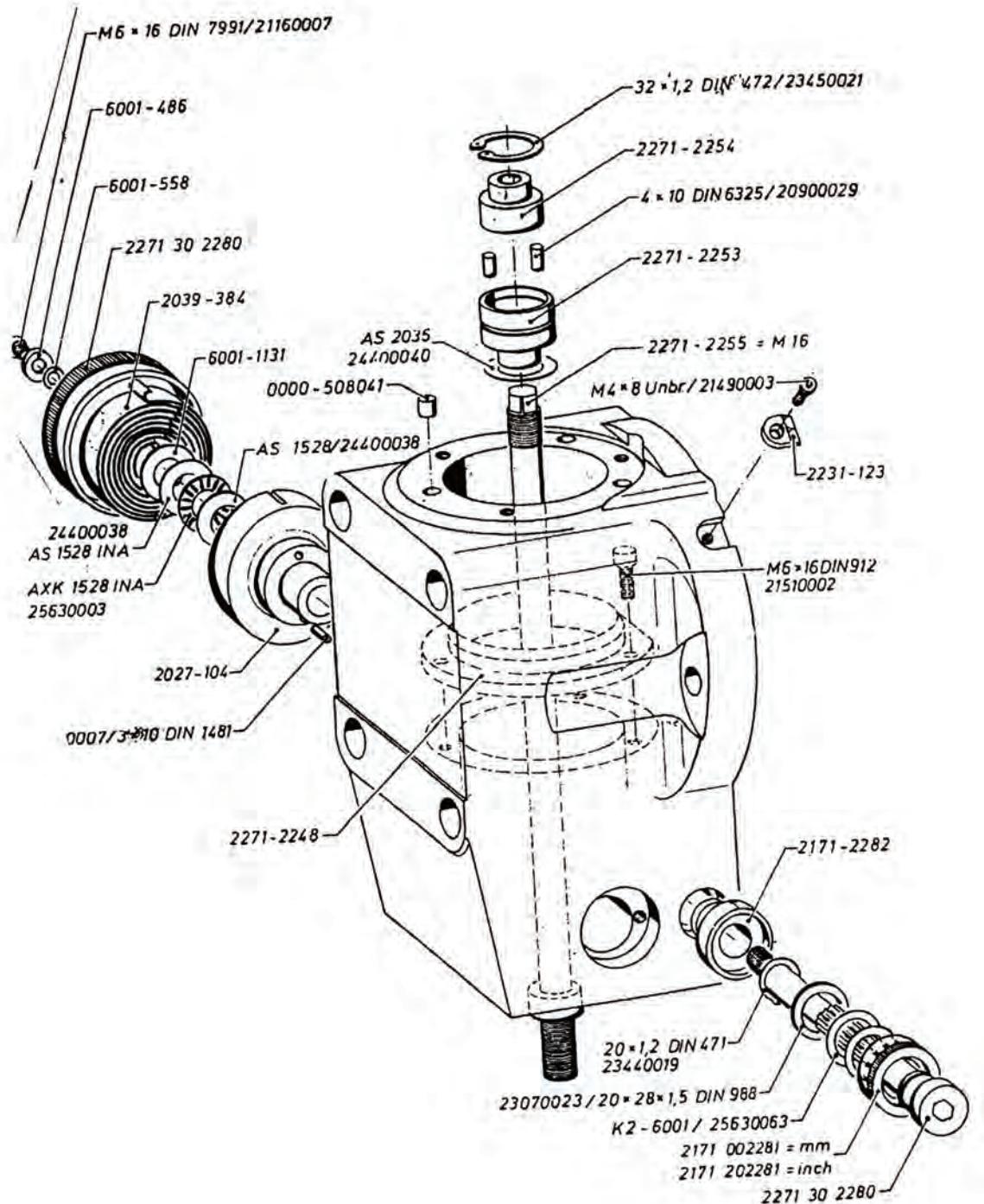
سرویس و نگهداری

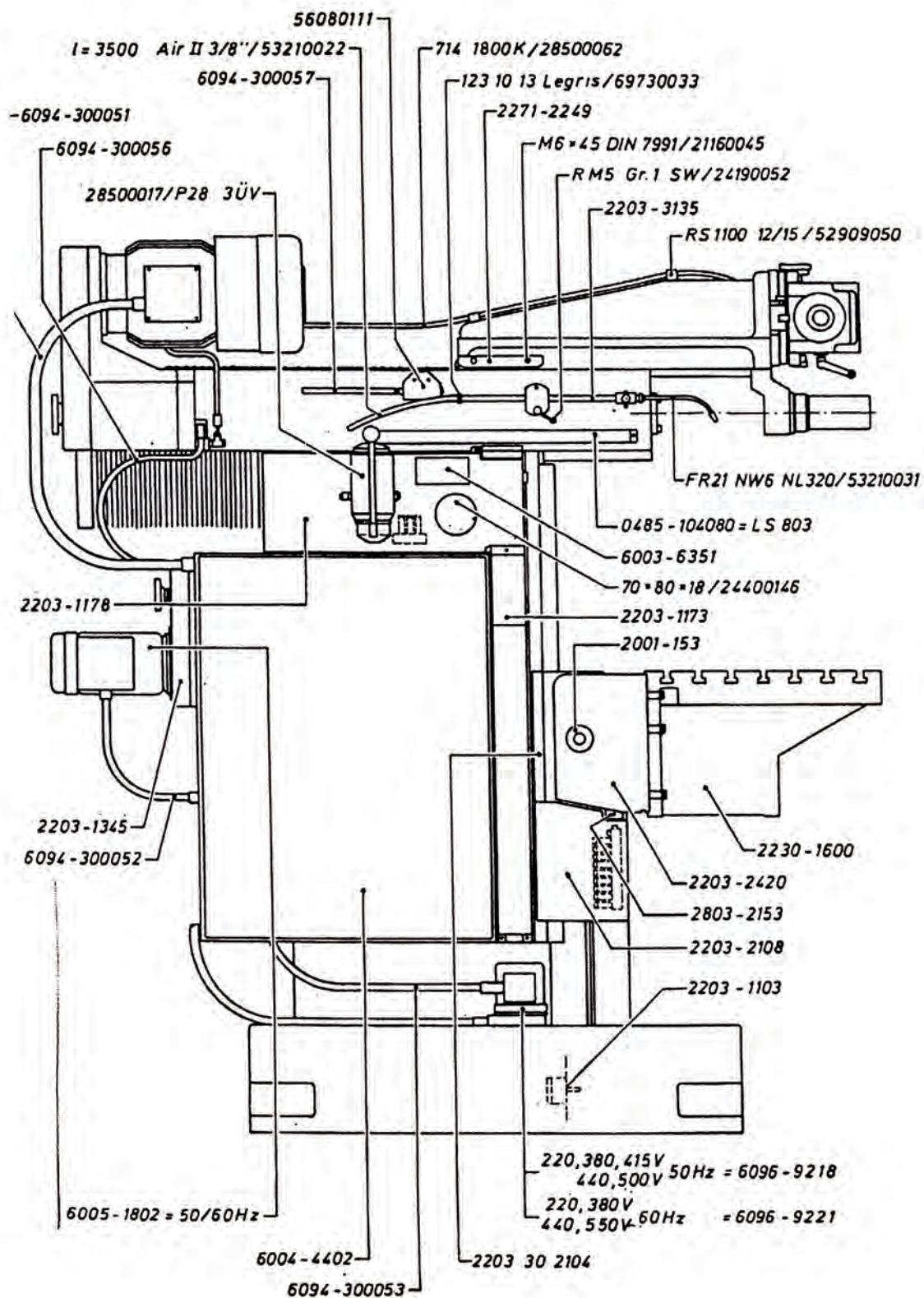
شماره قسمت	شرح	روش کار	زمان تعویض روغن	نوع روغن
۱	نشان دهنده میزان روغن در مخزن میز (کنسول)	دستی	اولین بار پس از ۱۵ روز عوض کنید. دومین بار پس از ۳۰ روز عوض کنید. سپس هر سه ماه یک مرتبه عوض کنید.	GOST-۸۴۴۵-۶۲-۳۰
۲	محل پر کردن روغن در مخزن میز			
۳	محل خالی کردن روغن میز	گریس پمپ	یکبار در ماه	GOST-۱۶۳۱-۶۱-۱۳
۴	محل گریس کاری یاتاقان‌های انتهای میز			
۵	محل پر کردن مخزن بدنه	دستی	اولین بار پس از ۱۵ روز عوض کنید. دومین بار پس از ۳۰ روز عوض کنید. سپس هر سه ماه یک مرتبه عوض کنید.	GOST-۸۴۴۵-۶۲-۳۰
۶	محل تخلیه مخزن بدنه ماشین فرز	گریس پمپ	یک مرتبه در ماه	گریس پمپ GOST-۶۲۶۷-۲۰۱-۷۴
۷	روغن نمای کنترل عمل پمپ جعبه دنده			
۸	محل گریس کاری فشاری یاتاقان جلومحور			
۹	نشان دهنده میزان روغن در مخزن بدنه			
۱۰	روغن نمای کنترل عمل پمپ میز (کنسول)			
۱۱	دکمه روغن کاری کشویی افقی			
۱۲	دکمه روغنکاری مکانیزم حرکت کشویی‌های میز			GOST ۸۶۷۵-۶۲-Idem
۱۳	محل گریس فشاری یاتاقان	گریس پمپ	هر ماه یکبار	GOST-۶۲۶۷-۷۴ ۲۰۱ ۱۶۳۱-۶۱
۱۴	محل گریس کاری فشاری			

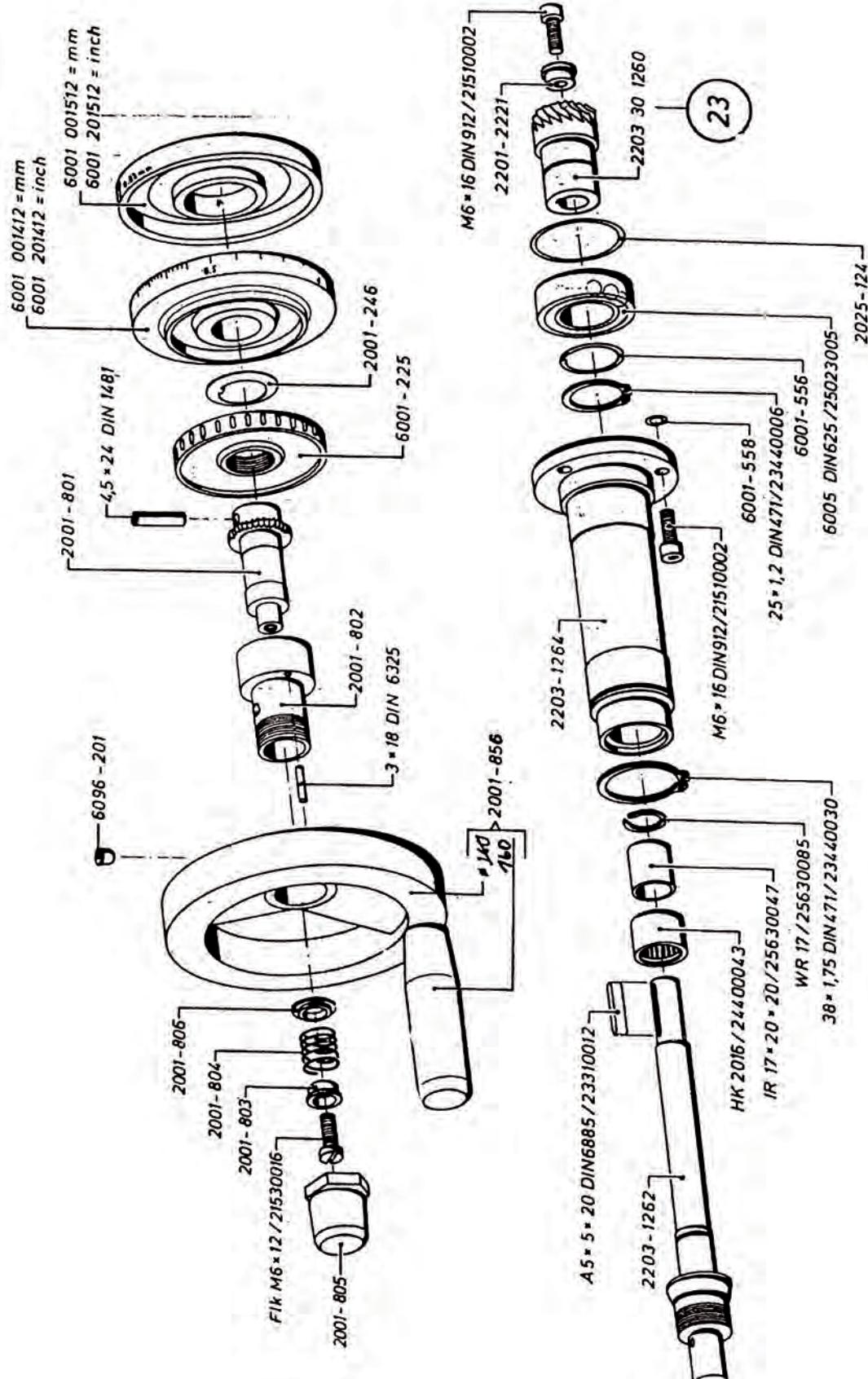
در ادامه چند نقشه انفجاری سه بعدی مربوط به قسمت های مختلف ماشین فرز Fp_m آورده شده که می تواند در تعمیرات جزئی مورد استفاده واقع شود.

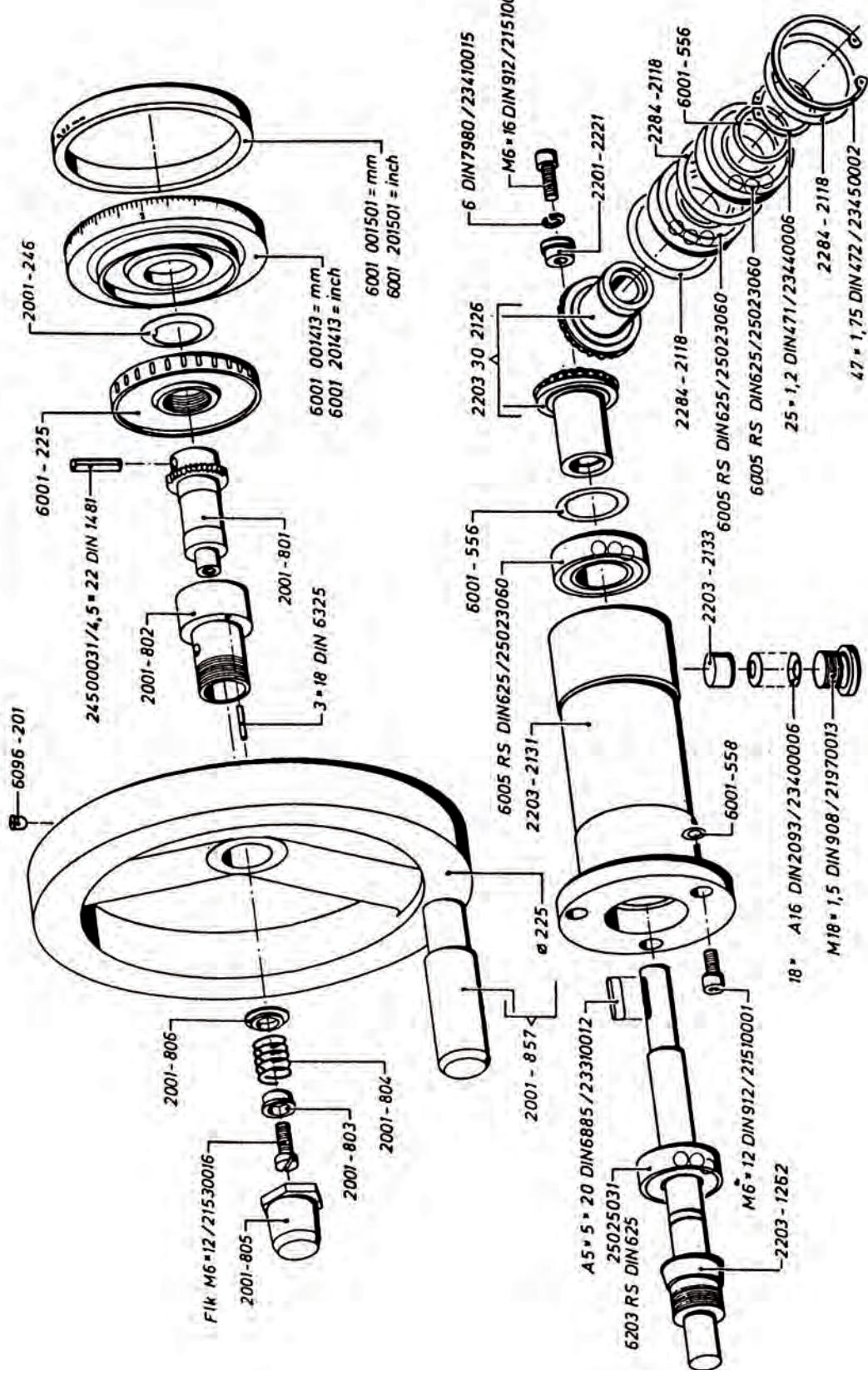


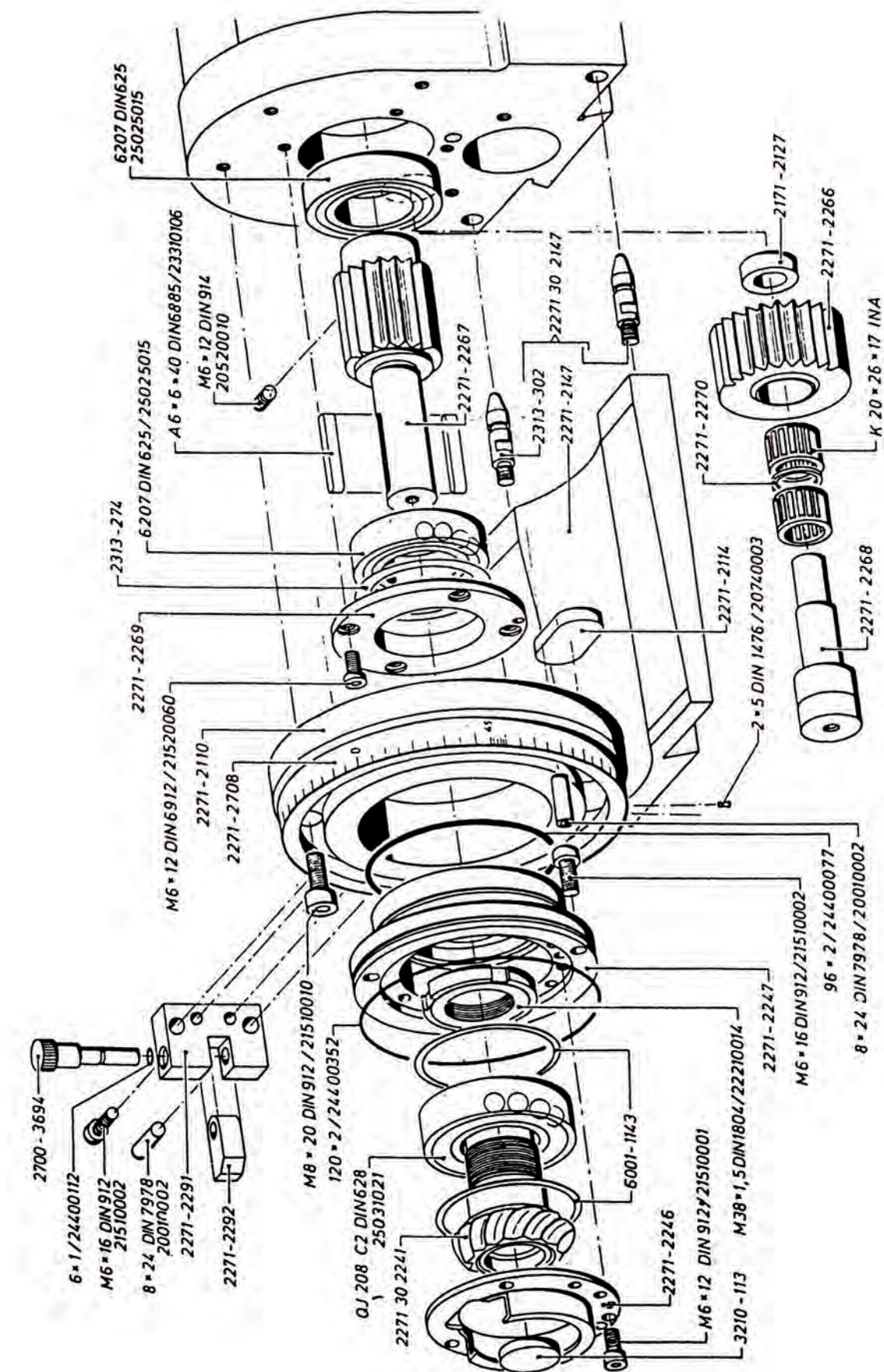












ارزشیابی پایانی

سوالات نظری (۱۵ دقیقه)

سوالات صحیح و غلط:

- ۱- مقاومتی که در مقابل حرکت اتفاق می افتد به دلیل اصطکاک است.
- ۲- آب صابون یک مایع مناسب در کاهش اصطکاک و بین سطوح راهنمایی دستگاه فرز به کار می رود.

سوالات کوتاه پاسخ یا جای خالی:

- ۳- نقطه ریزش یا سفت شدن را گویند.
- ۴- تماس قطعات با هم باعث و افزایش می شود که هر دو عامل مخرب در عمر قطعات می باشد.

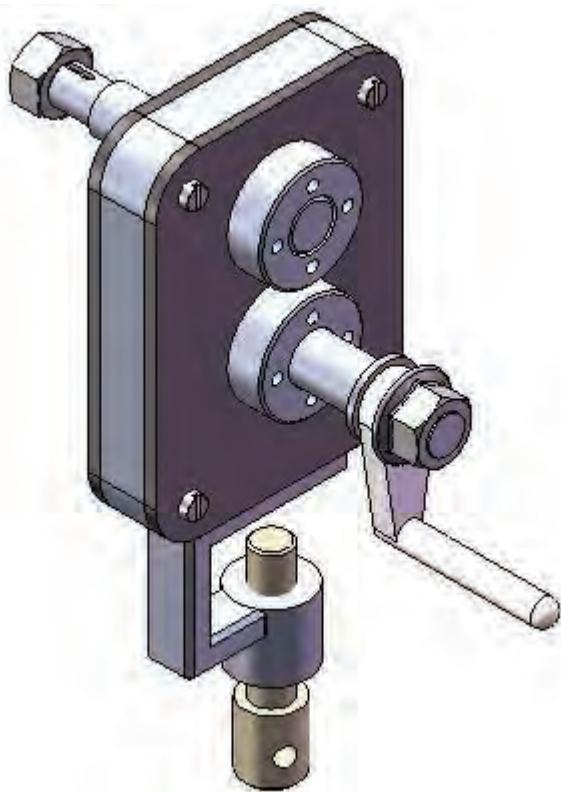
سوالات چند گزینه‌ای:

- ۵- پایه روغن‌ها کدام یک از موارد زیر نیست.
الف- حیوانی ب- گیاهی ج- معدنی د- جامد
- ۶- این روغن برای روغن‌کاری محورهایی که سرعت محیطی بالایی دارند اما نیروی کمی بر آن‌ها وارد می شود استفاده می شود.
الف- رقیق ب- نیمه رقیق ج- غلیظ د- جامد
- ۷- در گریس‌ها هر چه میزان شاخص گرانزوی روغن پایه مصرفی بالاتر باشد،
الف- تغییرات دما در گرانزوی روغن تاثیر بیشتری خواهد داشت.
ب- تغییرات دما در گرانزوی روغن تاثیر خواهد داشت.
ج- تغییرات دما در گرانزوی روغن تاثیر کمتری خواهد داشت.
د- تغییرات دما در گرانزوی روغن بی تاثیر است.

سوالات تشریحی:

- ۸- ویژگی‌های مهم یک گریس را شرح دهید.
- ۹- سرویس و نگهداری دستگاه فرز شامل چه مواردی می باشد؟
- ۱۰- دسته‌بندی گریس‌ها از نظر NLGI را نام ببرید.

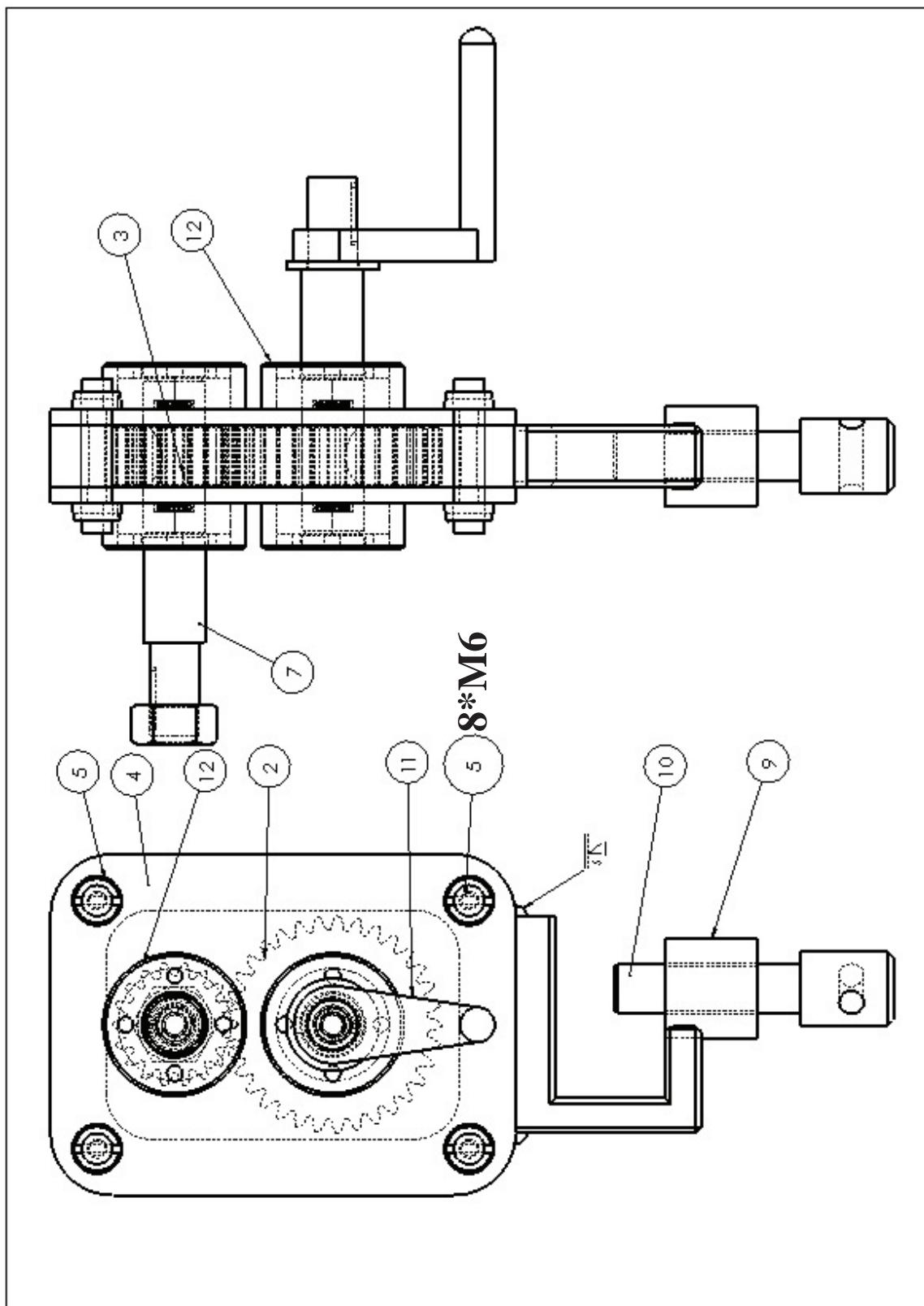
سنگ دستی

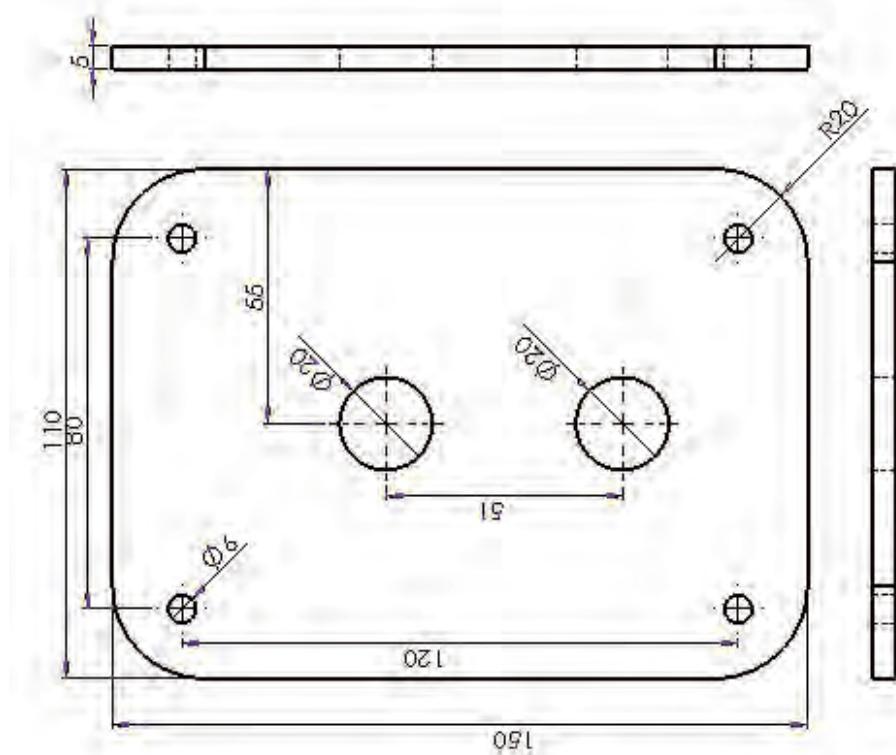
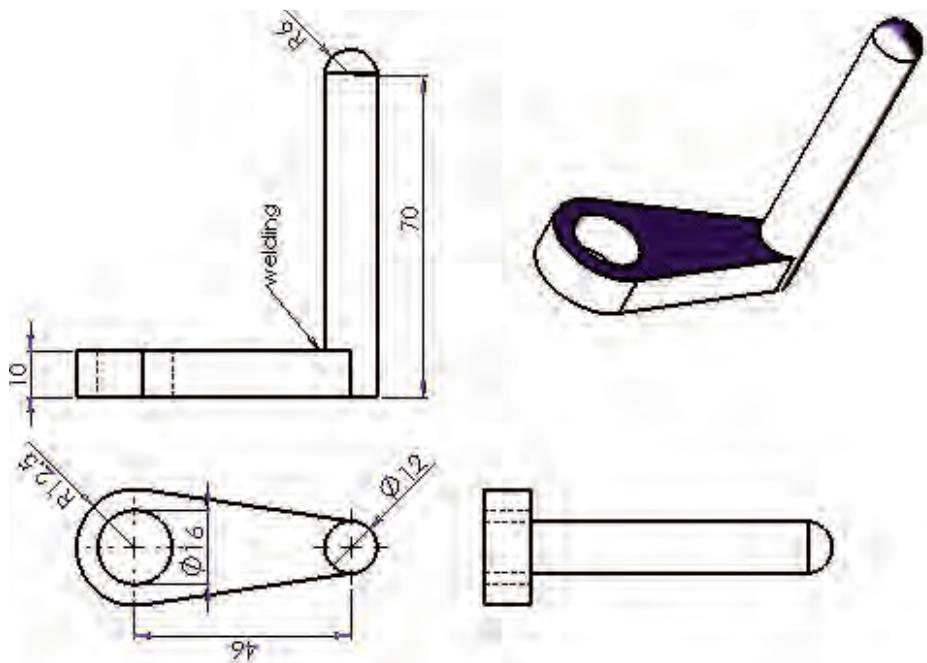


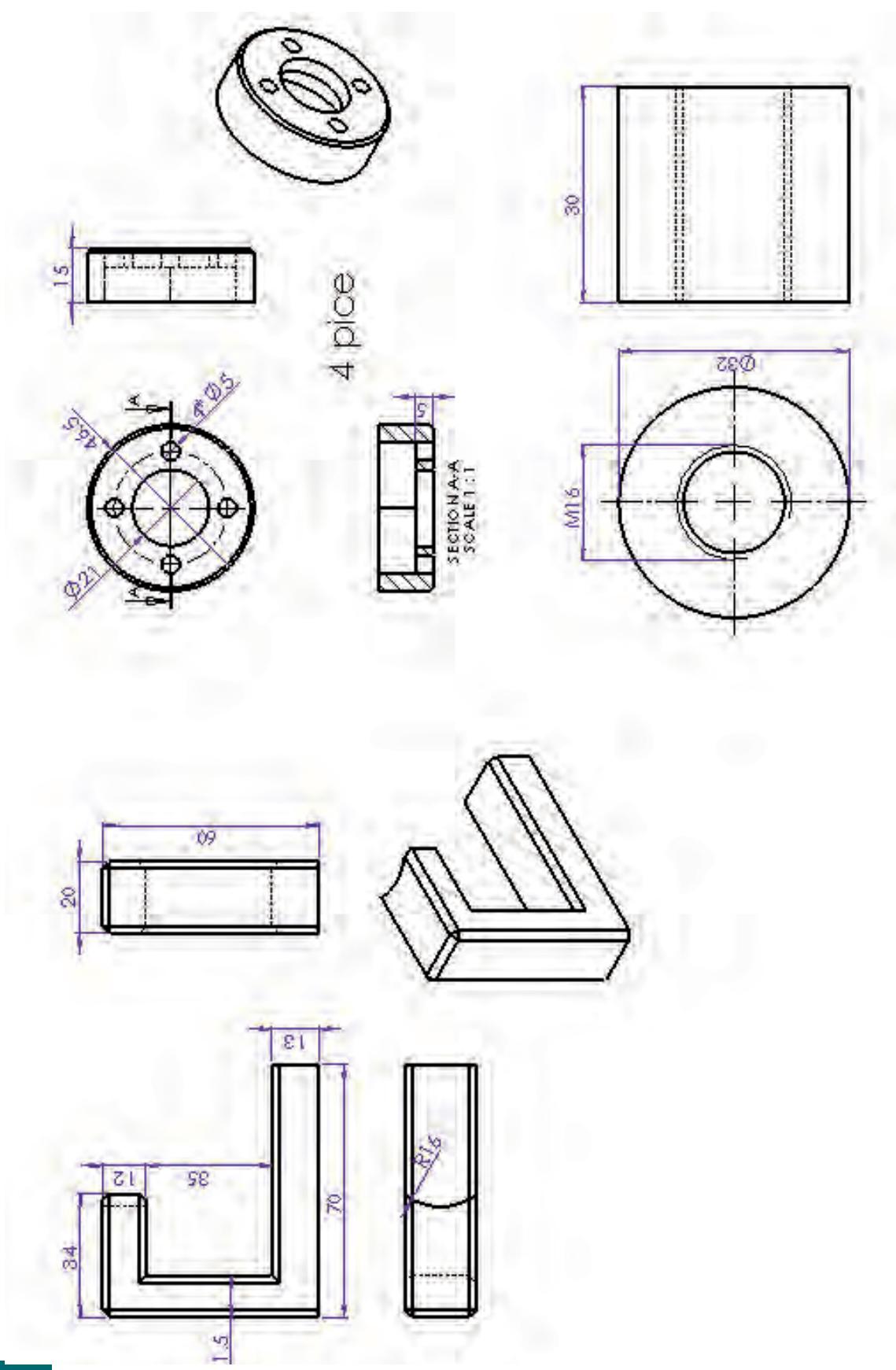
جدول DIN ISO 2768

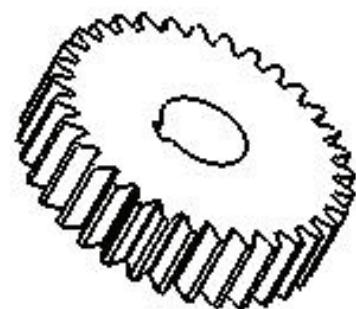
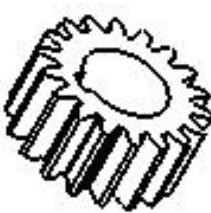
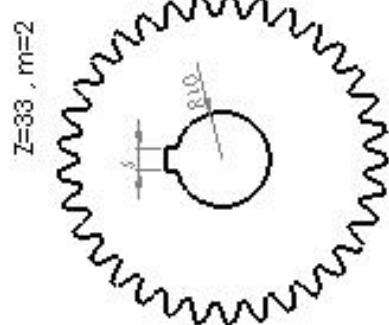
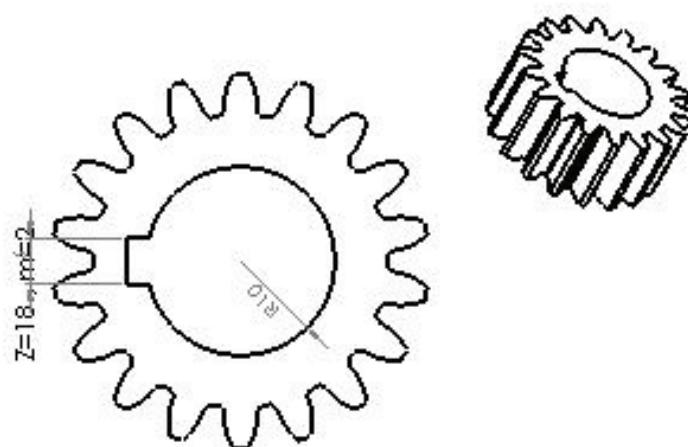
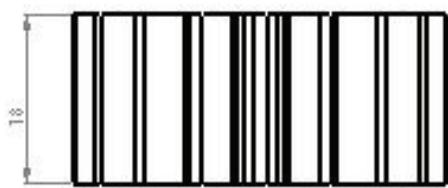
درجه اندازه تولرانس	از 0.5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	از 120 تا 400	از 210 تا 210
f (ظریف)	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2	
m (متوسط)	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	
g (خشن)	± 0.15	± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2	

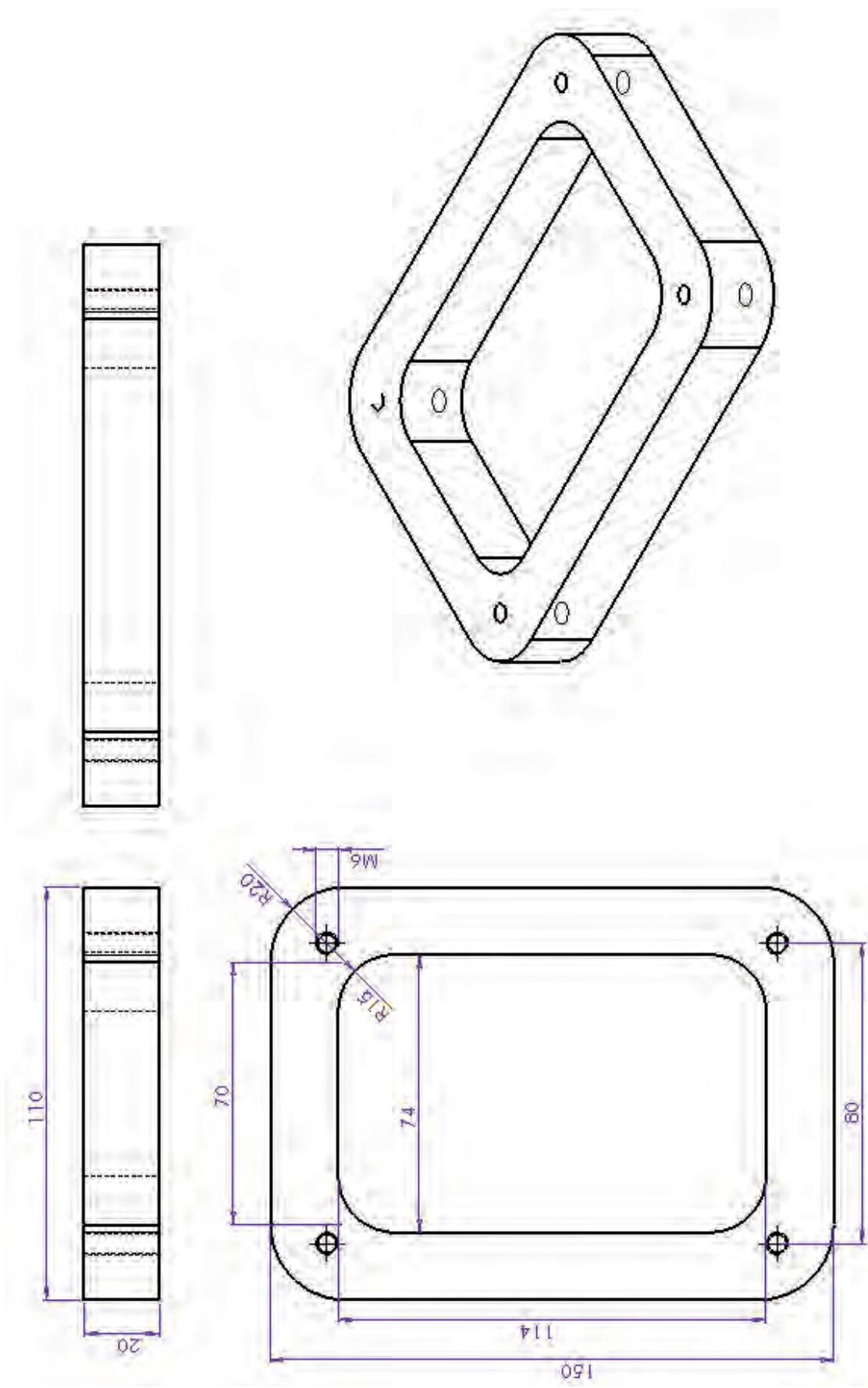
شماره	تعداد	مشخصات قطعه	اندازه ماده اولیه	جنس ماده اولیه	شماره واحد کار	شماره کار عملی
-----	-----	-----	-----	st37	تکمیلی	۱
مقیاس: ۱:۱				هدف آموزشی:		زمان: ساعت
استاندارد: ISO				مرور مطالب جلد ۲		درجه تولرانس: f

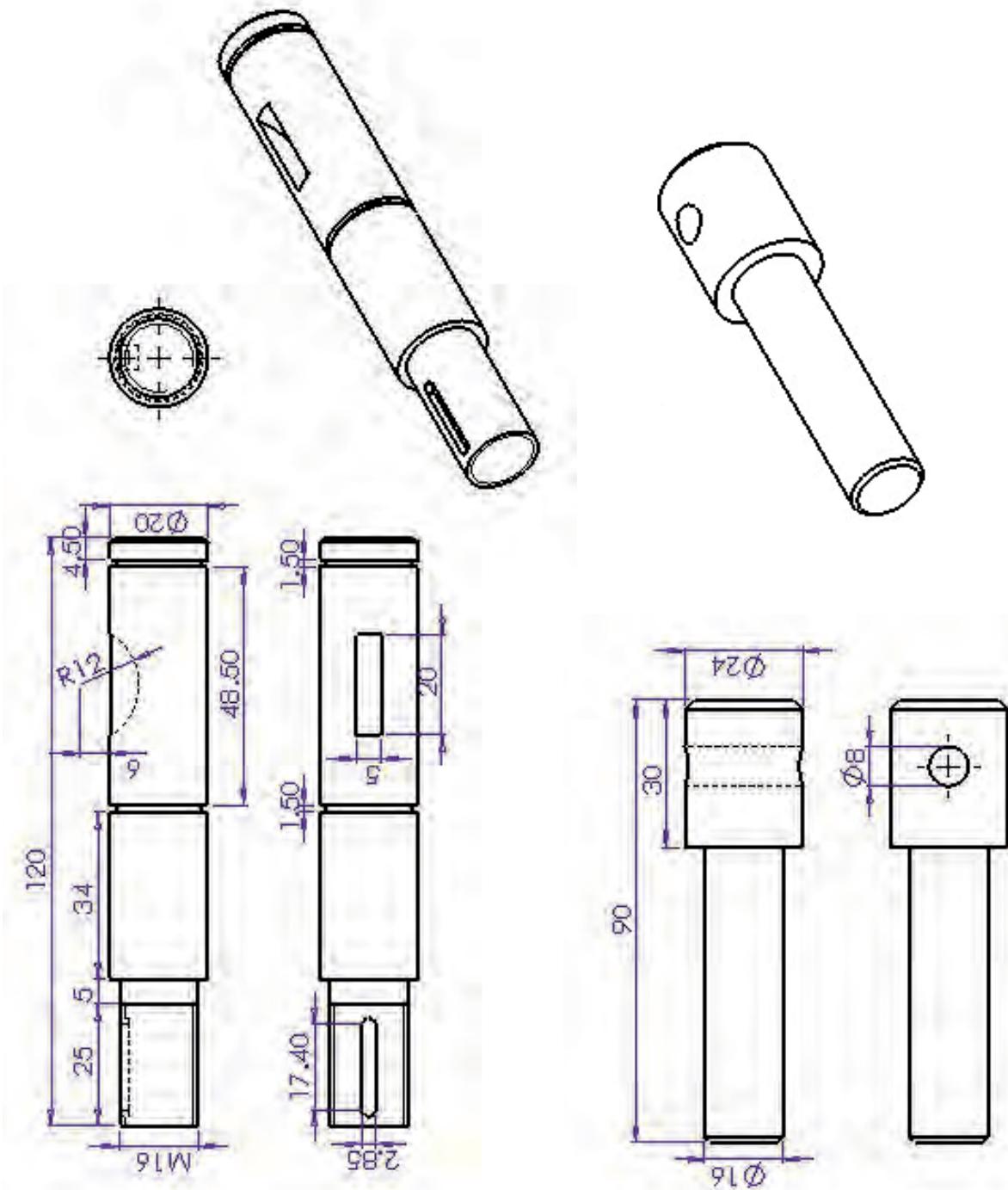




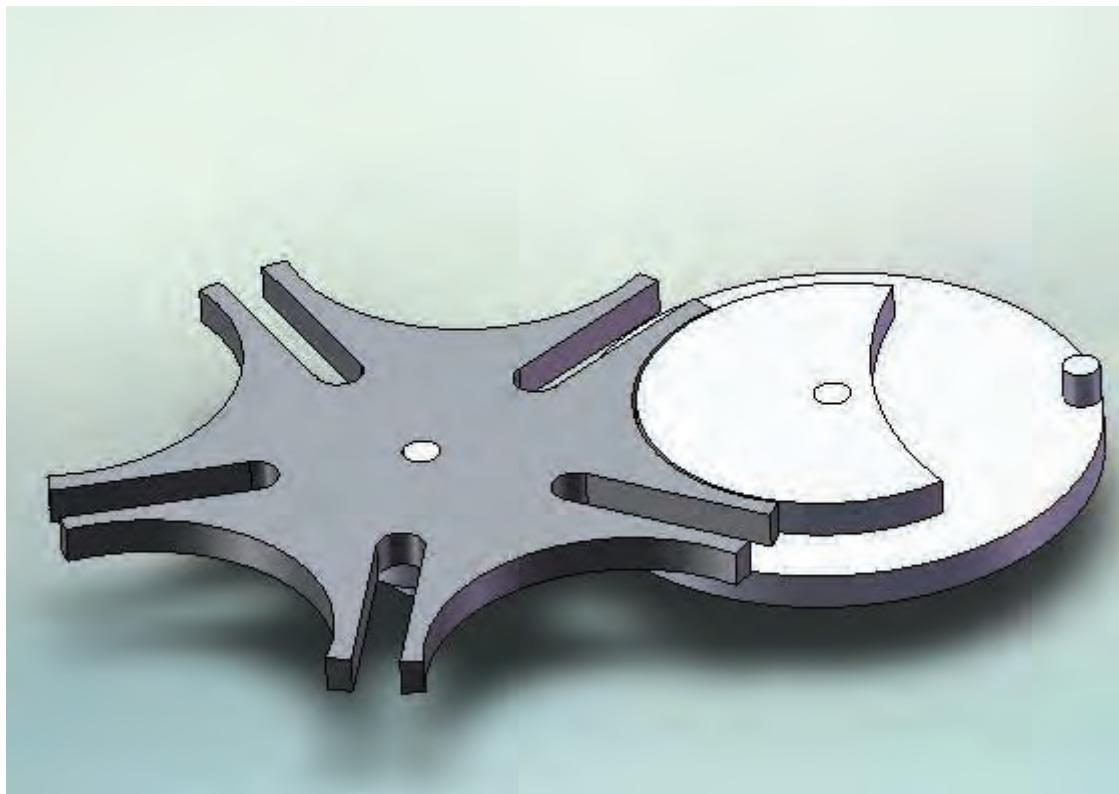








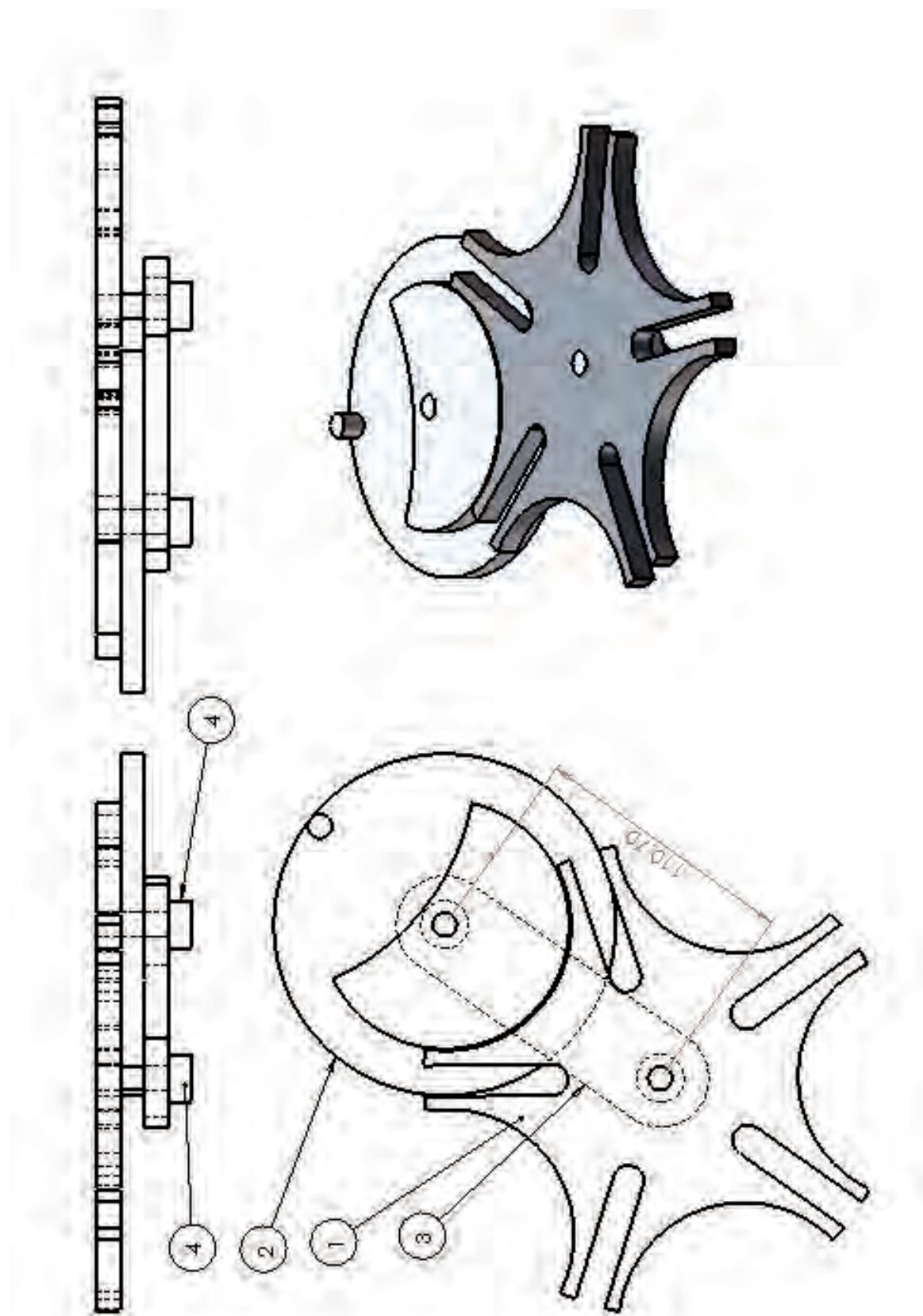
mekanizm-e-harakat-e-dorani-e-gheir-e-piyooste

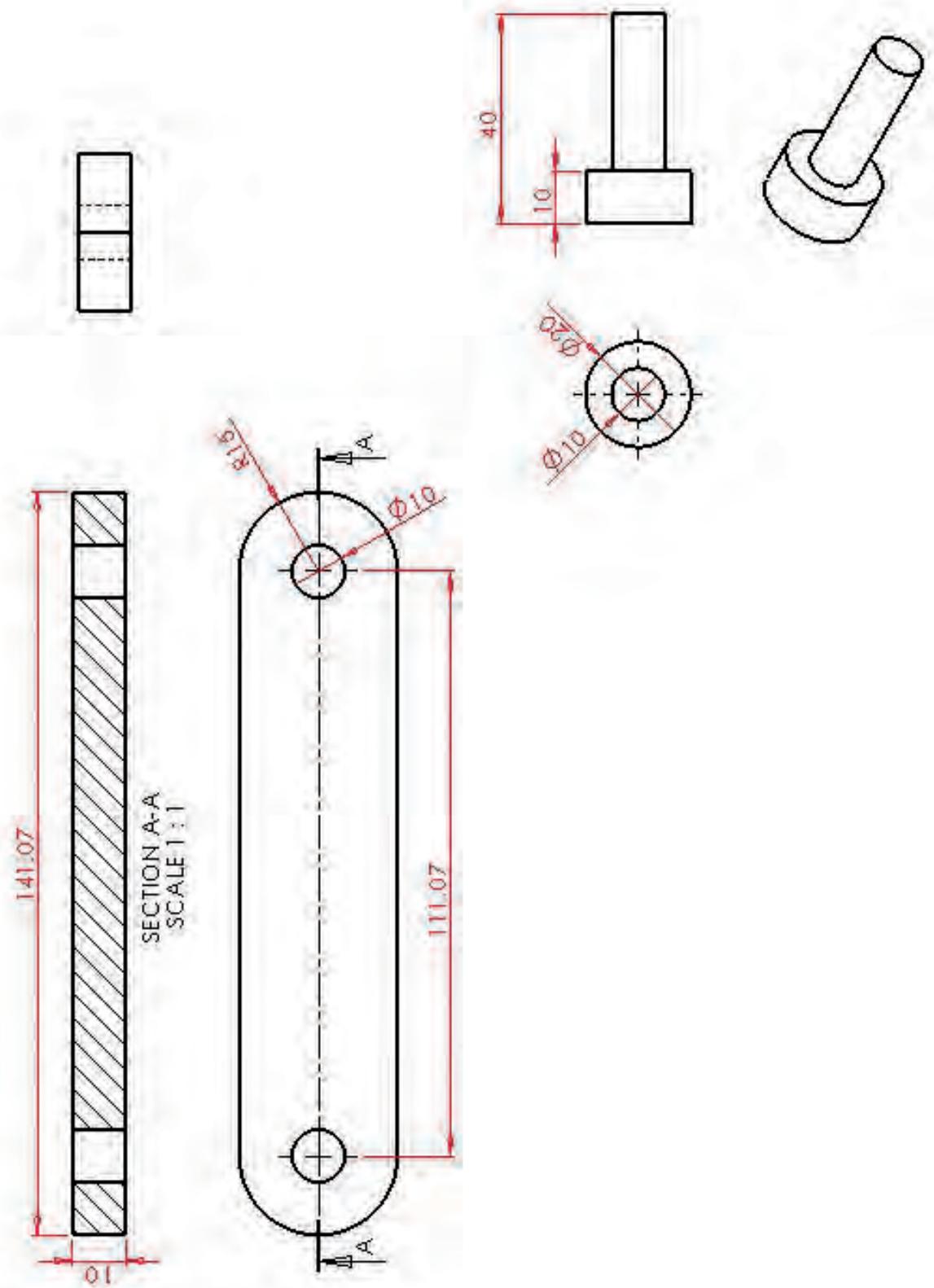


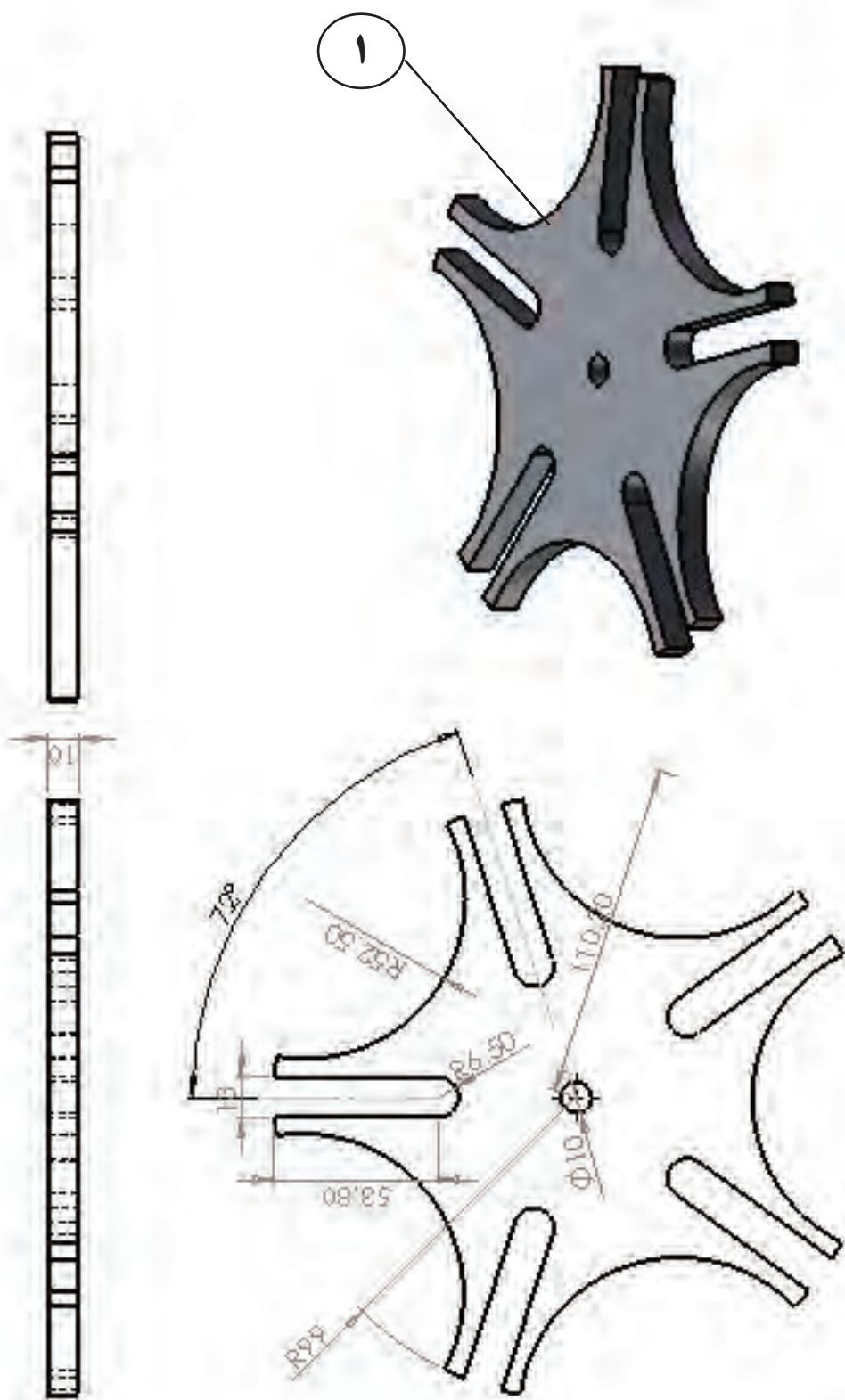
جدول DIN ISO 2768

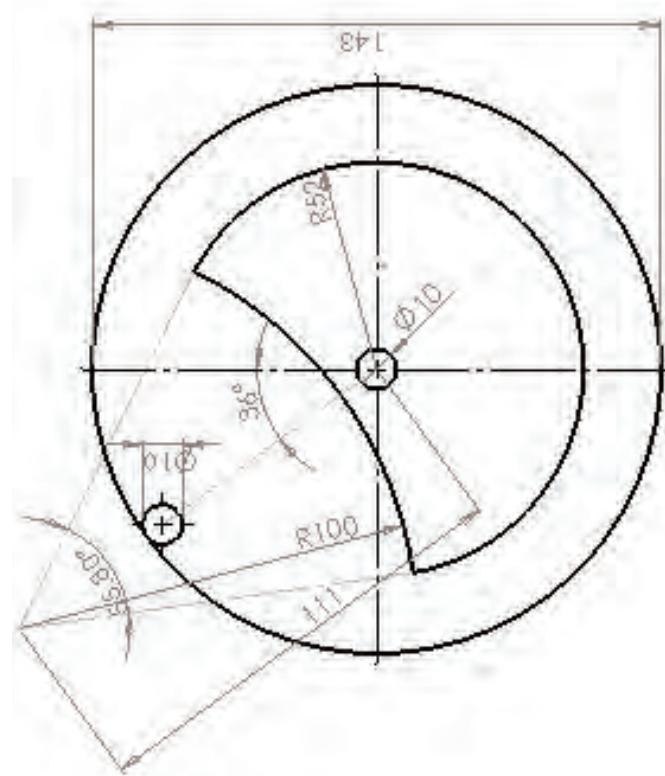
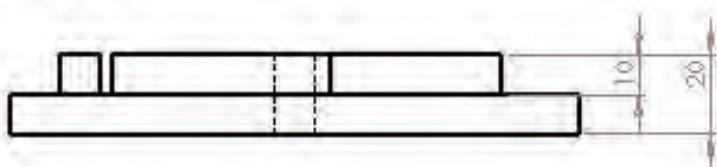
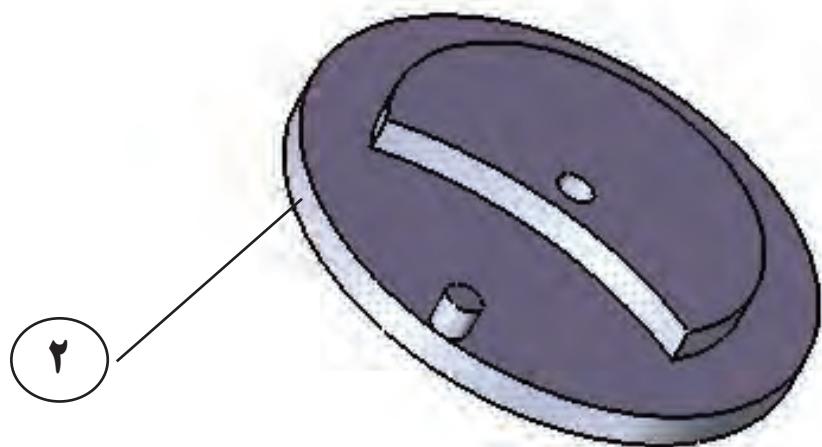
درجه تولرانس	اندازه تولرانس	از 0.5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	از 120 تا 210	از 210 تا 400
f (ظریف)		± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2	
m (متوسط)		± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5	
g (خشن)		± 0.15	± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2	

شماره	تعداد	مشخصات قطعه	اندازه ماده اولیه	جنس ماده ای اولیه	شماره واحد کار	شماره کار عملی
---	-----	-----	-----	آلومینیوم	تکمیلی	۲
		مقیاس: ۱:۱			هدف آموزشی:	زمان: ساعت
		استاندارد: ISO		مرور مطالب جلد ۲		درجه تولرانس: f

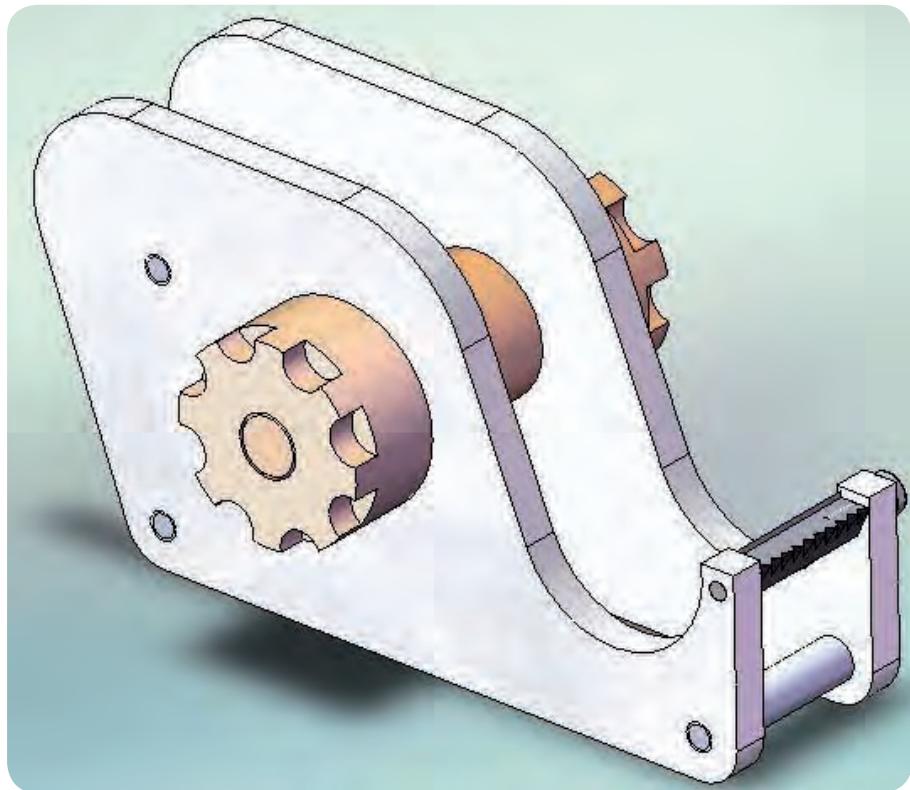








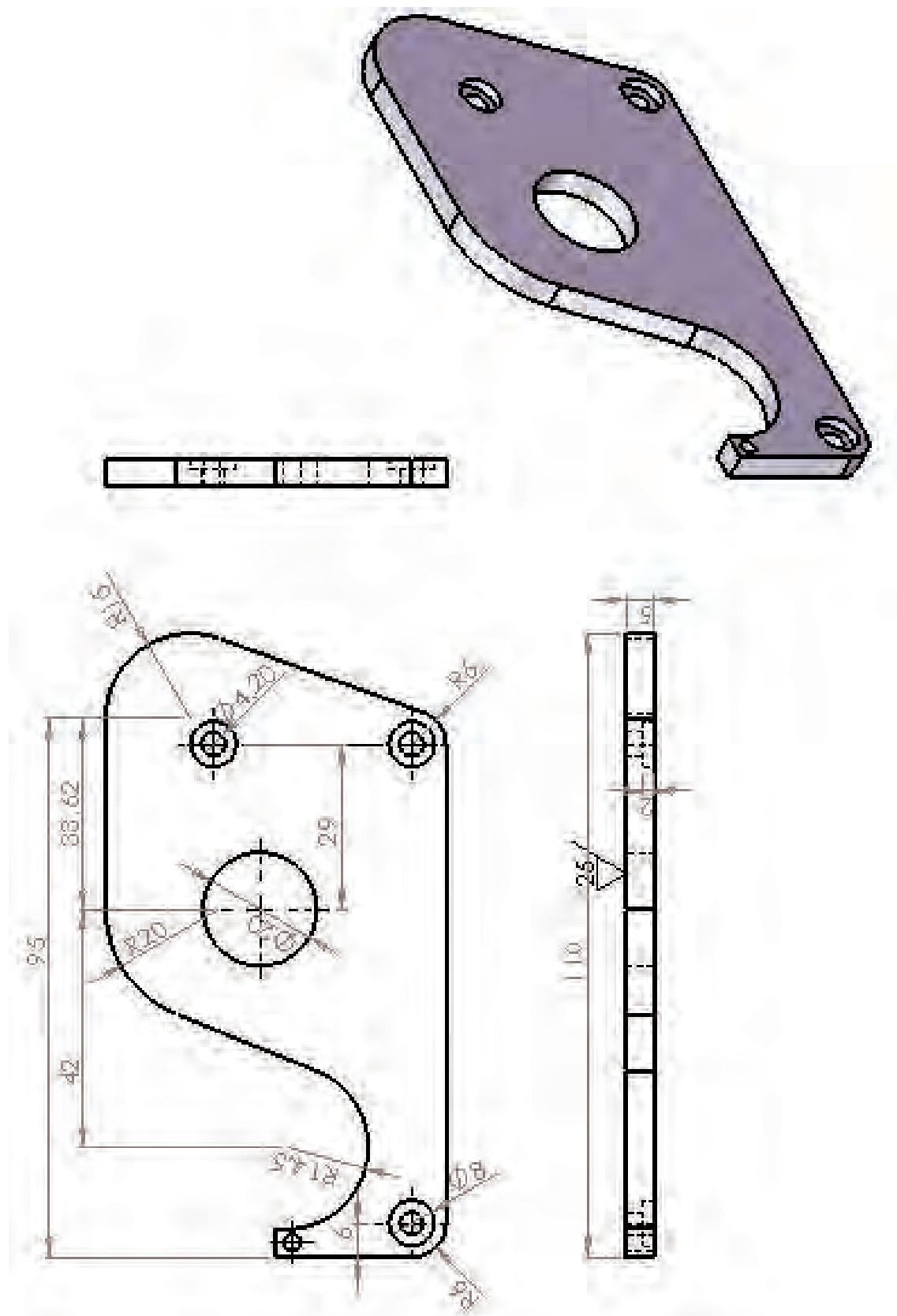
پایه چسب

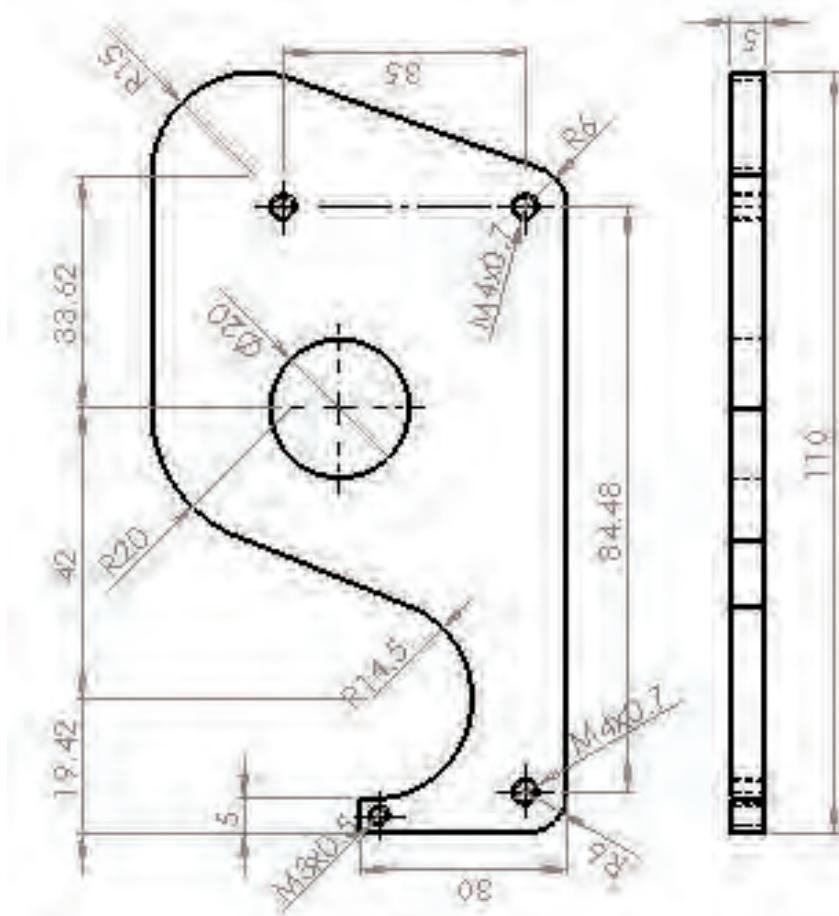
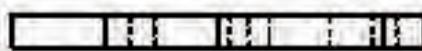
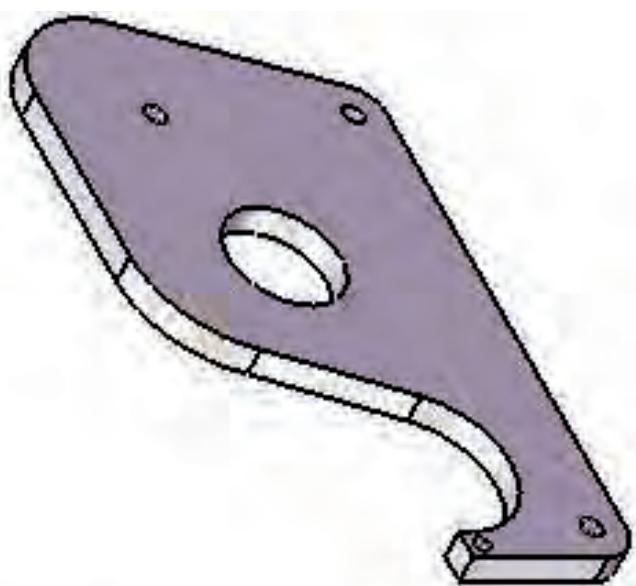


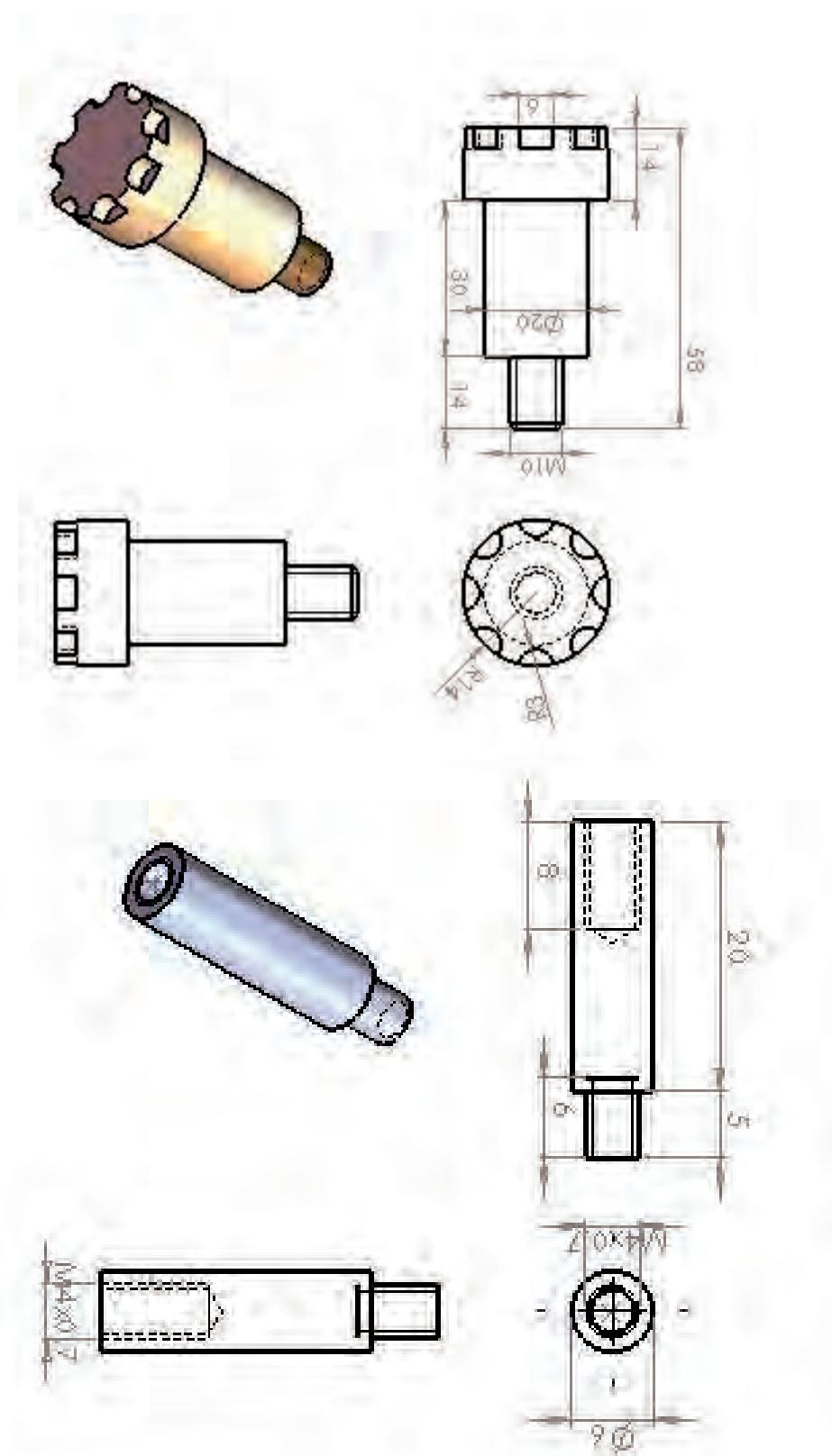
جدول DIN ISO 2768

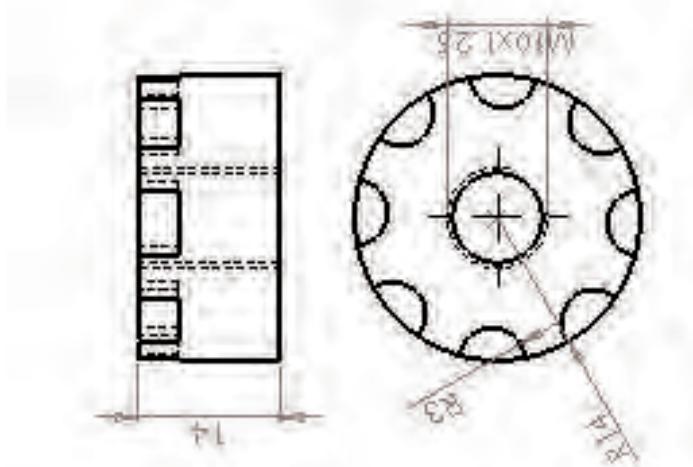
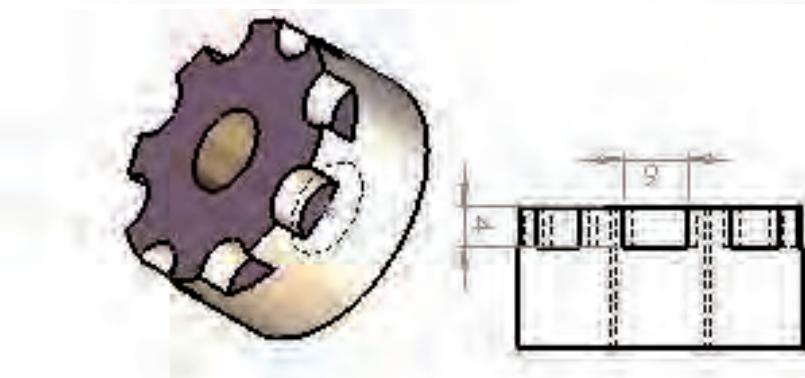
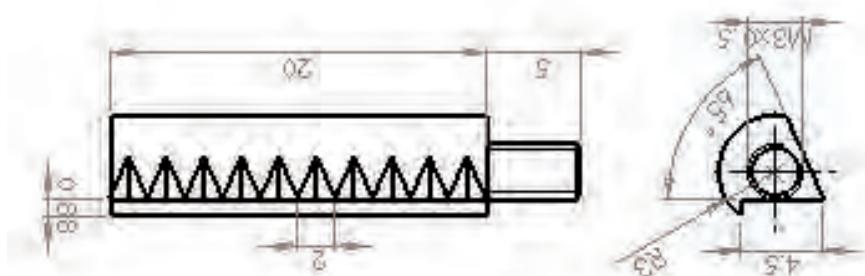
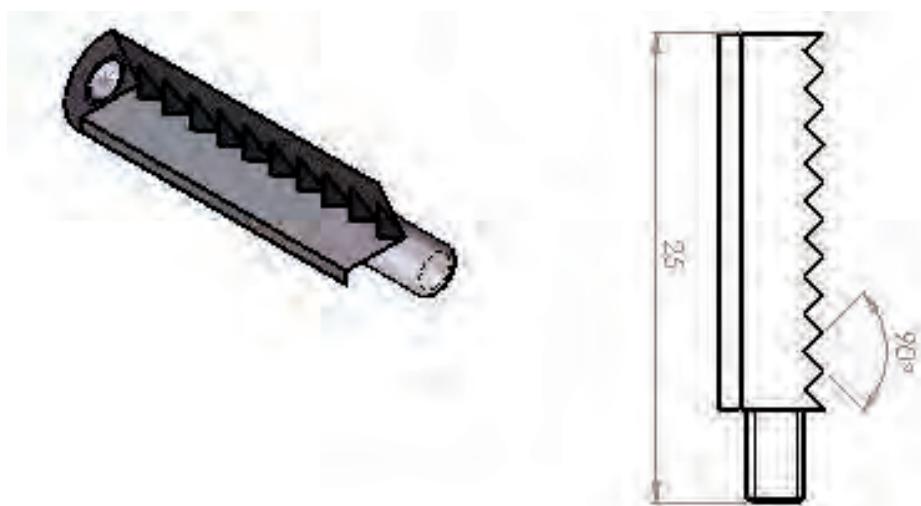
درجه تولرانس	اندازه تولرانس	از 0.5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	از 120 تا 400
f (ظریف)		± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2
m (متوسط)		± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5
g (خشن)		± 0.15	± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2

شماره	تعداد	مشخصات قطعه	اندازه ماده اولیه	جنس ماده اولیه	شماره واحد کار	شماره کار عملی
----	-----	-----	-----	st37	تکمیلی	۳
		مقیاس: ۱:۱			هدف آموزشی:	زمان: ساعت
		استاندارد: ISO		مرور مطالب تکمیلی جلد ۲		درجه تولرانس: f









1-Title : Machining and CNC Technolgy

Author(s) : Michael Fitzpatric

Publication center : Dubuque, IA Publisher: MC Graw-Hill Year of Publication: 2011

Collation book: XVI,1072p.; ill(col.),table

ISBN: 0073373745

LC: TJ 1165 .F54 2011

2- Title :Hard milling & high speed machining tools of change

Author(s): editor Date Mickelson

Publication center : cincinnati Publisher : Hanser Gardner Year of Publication :2005

Collation book :165p .: ill,table

ISBN: 1569903778

LC:TJ 1185 .H165 E72 2005

3- Title :Technology of Machine tools

Author(s) : Steven F,Krar.Albert F. Check

Publication center : NEW YOURK Publisher :Glencoe Year of Publication :1997

Collation book :X,869 p.;illus.

ISBN :0-02-803071-0

LC: TJ 1185 ,K688 1997

۴- چرخ دندهها

مؤلف: ابراهیم صادقی

محل نشر: تهران ناشر: دانشکده علم و صنعت ایران سال نشر: ۱۳۸۵

۵- جداول و استانداردهای طراحی و ماشین سازی

مترجم: عبدالله ولی نژاد

۶- درس فنی سال اول هنرستان مکانیک عمومی ۱۳۶۳

مؤلفان: محسن اکبری، صمد خادمی اقدم، بهروز نصیری زنوزی

۷- درس فنی سال دوم هنرستان مکانیک عمومی ۱۳۶۳

مؤلفان: محسن اکبری، صمد خادمی اقدم، بهروز نصیری زنوزی

۸- حساب فنی سال سوم هنرستان ۱۳۶۵

مؤلفان: محسن اکبری، صمد خادمی اقدم، بهروز نصیری زنوزی

۹- فرزکاری ۱ و ۲ هنرستان شاخه کار دانش نظام جدید

نویسنده: محمد علی صافی ۸۹

۱۰- فرزکاری ۱ و ۲

نویسنده‌گان: سید مصطفی ضیایی - محمد تقی محمودزاده

