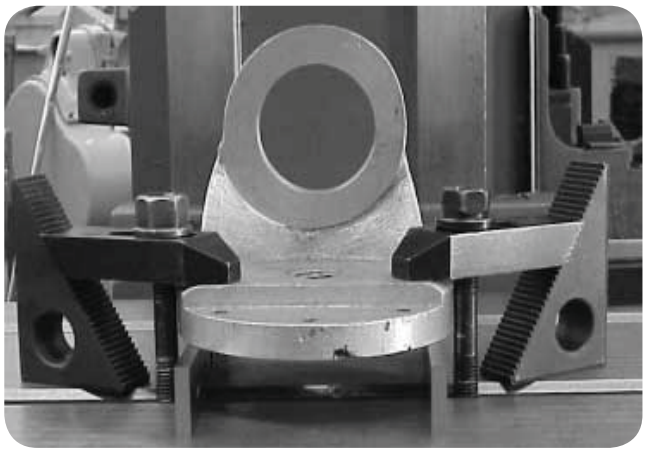
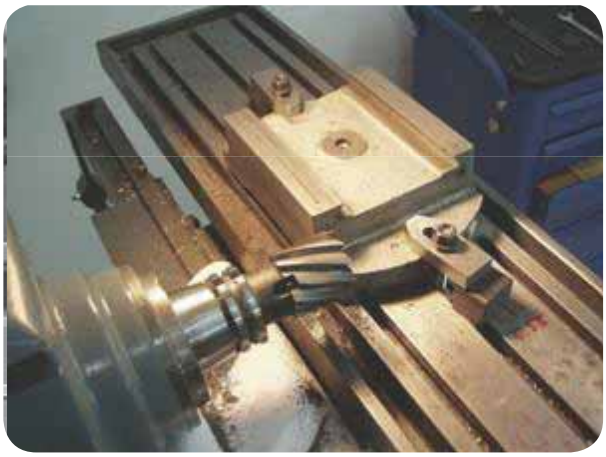
مراحل انجام کار		
ردیف	شرح مراحل کار	شکل
۱	گیــره را بر روی میز بســته و آن را ســاعت کنید.	
۲	سطح داخل گیره، فک‌ها و شمش زیرکاری را تمیز کنید.	
۳	قطعه را بر روی شمش گذاشته وبه فک ثابت تکیه دهیــد. گیــره را ببندید تا فک متحــرک به قطعه نزدیک شود.	
۴	میله گرد را بین قطعه و فک متحرک قرا ردهید.	
۵	در حین ســفت کردن گیره بر روی قطعه با چکش لاستیکی ضربه بزنید.	
۶	کنترل کنید شمش به قطعه کاملاً چشبیده باشد. این کار با تلاش در جابجا کردن شمش مشخص می‌شود.	
۷	ارائه گزارش به هنرآموز محترم	
ارزش‌یابی نهایی		

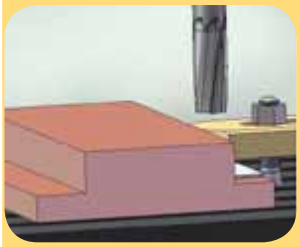
بستن قطعه با انواع روبنده





شماره‌کار عملی:	شماره واحد کار	جنس ماده‌ی اولیه	اندازه ماده اولیه	مشخصات قطعه	تعداد	شماره
۴	۲	------	------	شمش مکعبی	۱	------
زمان:۳ ساعت	هدف آموزشی: بستن قطعه با انواع روبنده			مقیاس: ۱:۱		
درجه تولرانس:				استاندارد ISO		

جدول تجهیزات و ابزار		
ابزارهای لازم	مشخصات فنی	تعداد
۱- ماشین فرز	افقی، عمودی یا انیورسال	۱
۲- روبنده و پیچ و مهره	مناسب شکل قطعه‌کار (ساده یا یک سرجاخورده)	حداقل ۲
۳- آچار	مناسب برای مهره‌ها	۱
۴- قطعه کار مناسب	یک ورق یا قطعه کار بزرگ به شکل و ابعاد دلخواه	۱

مراحل انجام کار		
ردیف	شرح مراحل کار	شکل
۱	سطح میز و شیارهای آن را کامل تمیز کنید	
۲	سطوح قطعه کار را کاملا تمیز و روبنده‌های مناسب با شکل قطعه را انتخاب کنید.	
۳	روبنده‌ها را با پیچ و مهره مخصوص بر روی قطعه محکم کنید.	
۴	بررسی کنید روبنده ها در حین کار مزاحمتی ایجاد نکنند	
۵	ارائه قطعه کار یا گزارش به هنرآموز محترم	
ارزش‌یابی نهایی		

بستن تیغه فرز بر روی میله فرزگیر و دور کردن آن

شماره‌کار عملی:	شماره واحد کار	جنس ماده‌ی اولیه	اندازه ماده اولیه	مشخصات قطعه	تعداد	شماره
۵	۲	------	------	شمش مکعبی	۱	------
زمان:۳ ساعت	هدف‌های آموزشی: بستن تیغه فرز و دور کردن آن			مقیاس: ۱:۱		
درجه تولرانس:				استاندارد :ISO		

جدول تجهیزات و ابزار		
ابزارهای لازم	مشخصات فنی	تعداد
۱- ماشین فرز	فرز افقی	۱
۲- تیغه فرز سوراخ‌دار	ترجیحاً غلطکی	حداقل ۲
۳- میله فرزگیر و متعلقات آن شـامل بوش تنظیم کننده، مهره تثبیت (متناسب با قطر سوراخ تیغه فرز) دوطرفه ۱	دوطرفه	۱
۴- آچار	متناسب با آچار خور مهره	۱
۵- ساعت اندازه گیری	با پایه مغناطیس	۱

مراحل انجام کار		
ردیف	شرح مراحل کار	شکل
۱	سطوح داخلی محل قرارگیری میله فرز و سطوح بیرونی میله فرز را پاک کنید.	
۲	میله فرزگیر را در دستگاه جا بزنید و مهره انتها را ببندید.	
۳	چند بوش را در میله فرزگیر بگذارید.	

۴	تیغه فرز را بر روی میله فرزگیر و در راستا خار قرار دهید.	
۵	چند گوش پر کننده بعد از تیغه فرز قرار دهید.	
۶	یاتاقان را جا بزنید و مهره تثبیت را محکم کنید.	
۷	با ساعت اندازه‌گیری، دور بودن تیغه فرز و لنگی احتمالی آن را کنترل کنید.	
۸	در صورت لنگی بیش از حد مراحل ۴ به بعد را کنترل کنید.	
۹	ارائه قطعه کار یا گزارش به هنر آموز محترم	
ارزش‌یابی نهایی		

بستن تیغه فرز با استفاده ازکُلِت

شماره‌کار عملی:	شماره واحد کار	جنس ماده‌ی اولیه	اندازه ماده اولیه	مشخصات قطعه	تعداد	شماره
۶	۲	------	------	شمش مکعبی	۱	------
زمان:۳ ساعت	هدف آموزشی: بستن تیغه فرز با با استفاده ازکلت			مقیاس: ۱:۱		
درجه تولرانس:				استاندارد ISO		

جدول تجهیزات و ابزارها		
ابزارهای لازم	مشخصات فنی	تعداد
۱- ماشین فرز	عمودی	۱
۲-انواع تیغه فرز انگشتی	تیغه فرز انگشتی حداقل با دو قطر متفاوت	حداقل ۲
۳- کُلِت	همراه با فشنگی متناسب با قطر تیغه فرز انتخابی	۱
۴- آچار آلن	متناسب با میله کشش‌ها	۱
۵- آچار کُلِت	آچار مخصوص (معروف به آچار گلویی)	۱

مراحل انجام کار		
ردیف	شرح مراحل کار	شکل
۱	فشنگی را درون مهره کُلِت جا بزنید.	
۲	تیغه فرز انگشتی را درون فشنگی قرار دهید.	
۳	مهره را روی کُلِت ببندید.	

۴	سطوح داخلی محل قرار گیری کُلِت را پاک کنید	
۵	سطوح بیرونی کُلِت را پاک کنید.	
۶	کُلِت را در گلویی دستگاه جا بزنید.	
۷	با آچار، میله کشنده را از بالا سفت کنید تا کُلِت را به سمت بالا بکشد.	
۸	با ساعت اندازه‌گیری لنگی تیغه فرز را اندازه بگیرید.	
۹	در صورت لنگی بیش از حد، مراحل ۴ به بعد را کنترل کنید.	
۱۰	ارائه قطعه کار یا گزارش به هنر آموز محترم	
ارزش‌یابی نهایی		

سوالات نظری (۱۵ دقیقه)	ارزشیابی پایانی

سوالات صحیح و غلط:

۱-جهت تعویض سریع قطعه کار از گیره هیدرولیک بیشتر استفاده می شود.

۲-میله فرز نشان داده شده، میله فرزگیر دو طرفه نام دارد.

سوالات کوتاه پاسخ یا جای خالی:

۳ - برای کنترل مستقیم بودن فک‌های گیره ساعت را به.....می‌بندیم.

۴-تیغه فرز نشان داده شده زیر را با استفاده از کدام میله فرزگیر قابل استفاده است.

سوالات چند گزینه ای:

۵- کدام یک از روش‌های زیر برای تنظیم گیره کاربرد ندارد؟

الف- تنظیم با ساعت اندازه گیری　　ب- تنظیم با صفحه گونیایی

ج- تنظیم با زاویه سنج　　د- تنظیم با گونیا

۶- کدام روش بستن قطعه مناسب تر است؟

الف- بستن بدون زیر کاری　　ب- بستن با میله گرد به عنوان زیر کاری

ج- بستن با شمش مکعبی به عنوان زیر کاری　　د- مورد ب و ج

۷-جهت بستن قطعه کار بر روی ماشین فرز از کدام وسایل زیر می‌توان استفاده کرد؟

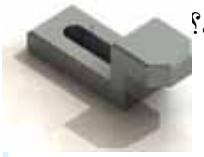
الف- گیره　　ب- روبنده

ج- صفحه گونیایی　　د- همه موارد

سوالات تشریحی:

۸-انواع گیره‌های متداول در فرزکاری را نام ببرید.

۹- صفحه گونیایی چه کاربردی دارد؟



۱۰-روبنده نشان داده شده در شکل زیر چه نوع روبنده ای است و در چه مواردی کاربرد دارد؟

واحد کار ۳

هدف کلی: توانایی کف تراشی، گونیا کاری، پیشانی تراشی و پله تراشی در فرز کاری

اهداف رفتاری:

پس از آموزش این واحد کار از فراگیر انتظار می‌رود:

۱- انواع عملیات‌های قابل انجام بر روی ماشین‌های فرز را نام ببرد.

۲- مناسب‌ترین ابزار را برای انجام هر فرایند انتخاب کند.

۳- تنظیم دور و پیشروی بر روی ماشین فرز را انجام دهد.

۴- نوع مایع خنک کننده را بر مبنای جنس قطعه کار انتخاب کند.

۵- کف‌تراشی با ماشین فرز افقی را انجام دهد.

۶- کف تراشی با ماشین فرز عمودی را انجام دهد.

۷- گونیا کاری با ماشین فرز افقی را انجام دهد.

۸- گونیا کاری با ماشین فرز عمودی را انجام دهد.

۹- پیشانی تراشی با ماشین فرز افقی را انجام دهد.

۱۰- پیشانی تراشی با ماشین فرز عمودی را انجام دهد.

۱۱- پله تراشی با ماشین فرز افقی را انجام دهد.

۱۲- پله تراشی با ماشین فرزعمودی را انجام دهد.

	زمان آموزش	
- توانایی کف تراشی، گونیا کاری، پیشانی تراشی و پله تراشی در فرز کاری	نظری	عملی
	چهار ساعت و ۳۰ دقیقه	۱۰۰ ساعت
ارزشیابی ورودی و پایانی توسط هنرآموز و ثبت در برگه ارزشیابی	۳۰ دقیقه	یک ساعت
جمع	۱۰۶	

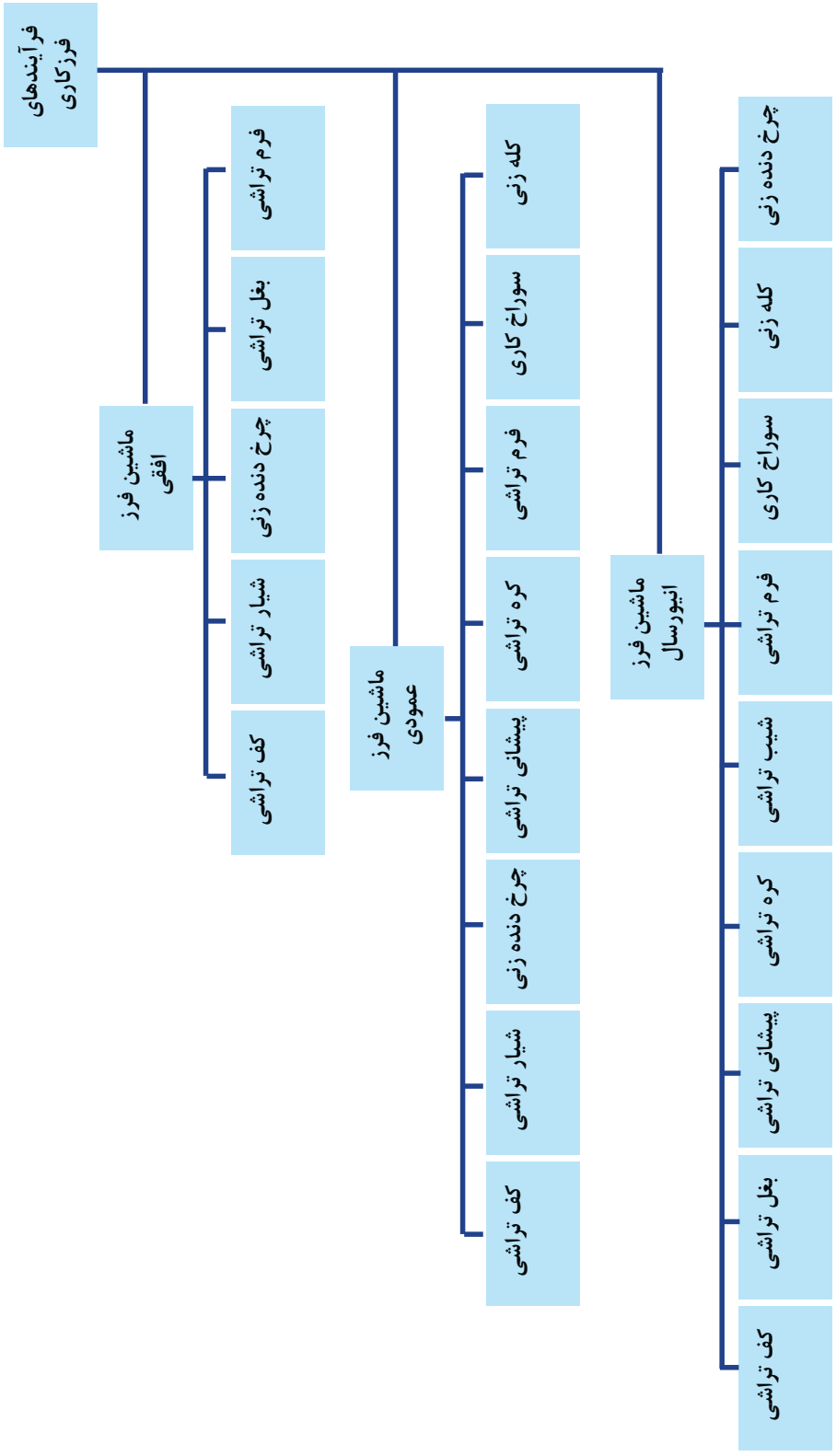
پیش آزمون: (۱۵ دقیقه)

۱- آیا با تیغه فرزهایی که آشـــنا شـــده اید می توان هم کف و هم دیواره قطعه کار را فرزکاری کرد؟

۲- عمود بودن دو سطح نسبت به هم را چگونه کنترل کنیم؟

۳- آیا ترتیب ماشین کاری شش وجه یک مکعب مهم است؟

۴- آیا تعداد دور تیغه فرز در کیفیت سطح ماشین کاری شده تاثیر دارد؟


فرآیندهای فرزکاری
ماشین فرز افقی
فرم تراشی
بغل تراشی
چرخ دنده زنی
شیار تراشی
کف تراشی
ماشین فرز عمودی
کله زنی
سوراخ کاری
فرم تراشی
کره تراشی
پیشانی تراشی
چرخ دنده زنی
شیار تراشی
کف تراشی
ماشین فرز انیورسال
چرخ دنده زنی
کله زنی
سوراخ کاری
فرم تراشی
شیب تراشی
کره تراشی
پیشانی تراشی
بغل تراشی
کف تراشی

۳-اصول کف تراشی، گونیا کاری، پیشانی تراشی، بغل تراشی و پله تراشی

همان طور که اشـاره شـد کارایی بالای ماشین فرز، عملیات مختلف را روی آن انجام پذیر می سـازد. با مطالعه دقیق نقشـه کار، می توان روش فرزکاری و نوع ابزار مناسـب را تعیین کـرد. عملیات مختلفی را می‌تـوان جهت ایجاد قطعات بر روی ماشـین فرز انجام داد. سطوح تخت، شـیب دار، سطوح زاویه‌ای و انواع شیارها با استفاده از ماشین فرز تولید می‌شوند.

کف تراشی با تیغه فرز غلطکی و با استفاده از ماشین فرز افقی

۳-۱- کف تراشی [۱]

معمولاً قبل از شکل دهی به یک قطعه کار، سطوح آن را صاف و عاری از ناصافی می‌کنند. براده‌برداری از سطوح رویی قطعه کار را کف‌تراشی گویند. این فرایند می‌تواند با ماشین فرز عمودی، افقی و انیور سال صورت گیرد.

۳-۱-۱- کف‌تراشی با ماشین فرز افقی

همان‌گونه که گفته شـد با اسـتفاده از ماشین فرز افقی می‌توان سطوح قطعه را کف‌تراشـی کرد. برای این کار پیش نیازهایی را می بایسـت فراهم کرد از جمله تنظیمات دستگاه و قطعه کار.

در دسـتور کار شـماره یک مراحل کف تراشـی یک قطعه آورده شده که شامل ملزومات اولیه و تنظیمات لازم جهت فرایند کف تراشی می باشد.

۳-۱-۲- کف تراشی با ماشین فرز عمودی

همان‌طور که گفته شد عملیات کف تراشی علاوه بر ماشین فرز افقی با استفاده از ماشـین فرز عمودی نیز امکان پذیر است. ابزارهای کف‌تراشی در ماشین فرز عمودی شامل ابزار کف تراش تیغچه‌دار و تیغه فرزهای انگشتی می‌باشد.

نمونه ای از تیغه فرز تیغچه دار

نکات قابل توجه در کف تراشی با ماشین‌های فرز عمودی:

در فرایند کف تراشـی با اسـتفاده از تیغه فرزهای پیشانی تراش در ماشین‌های فـرز عمودی، باید دقت کنیم که بیشـترین حجم براده با لبه‌های محیطی تیغه فرز برداشته می‌شود و لبه‌های کف تیغه فرز عموماً براده‌های کمی را برداشته و جهت تمیز کاری سطح و دور کردن براده ها به کار می‌روند.

۱-Plane milling

۳-۱-۳- نحوه مماس کردن ابزار با سطح قطعه کار

پس از اطمینان از انجام صحیح بستن گیره و تنظیم دستگاه فرز و کنترل نکات ایمنی با روشن کردن ماشین می‌توان به روش زیر ابزار را با سطح قطعه کار مماس کرد:

استفاده از کاغذی نازک(مثلاً کاربن) بین سطح مورد نظر و تیغه فرز و نزدیک کردن آهسته تیغه فرز به سطح کار، که به محض تماس تیغه فرز با کاغذ می‌توان گفت که تیغه فرز با کار مماس شده است و یا حداقل فاصله که به اندازه ضخامت کاغذ می‌باشد وجود دارد.

روش مماس کردن ابزار با سطح قطعه کار

۳-۲-روش‌های براده برداری

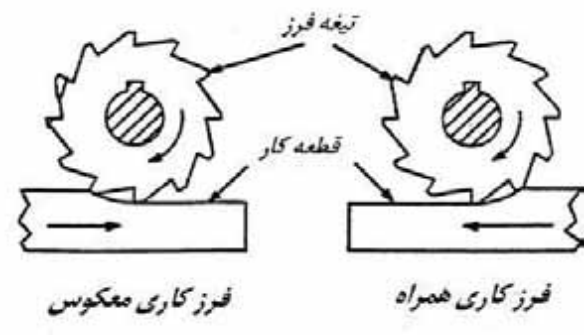
در عملیات فرزکاری جهت حرکت ابزار بر روی قطعه کار، باعث ایجاد روش خاص براده‌برداری می‌شود. این روش‌ها عبارتند از:

۱- همراه (نوع فشاری)

۲- معکوس (مخالف)

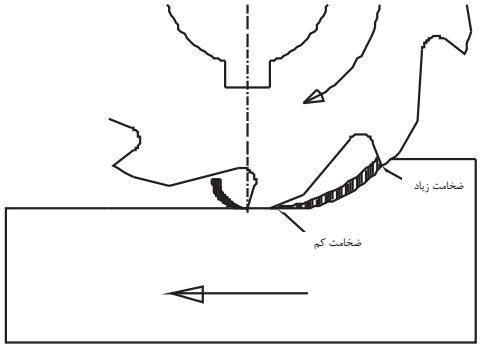
۳-۲-۱- روش براده‌برداری همراه

نمایش براده برداری معکوس و همراه



نمایش براده برداری معکوس و همراه

در این روش جهت حرکت پیش روی میز دستگاه (قطعه کار) و دوران تیغه فرز هم جهت با هم می‌باشد. در روش همراه، براده‌ها با ضخامت زیاد از سطح قطعه کار شـــروع به جدا شدن کرده و در انتها با حداقل ضخامت از کار جدا می‌شوند. نیروی برشی در این حالت سعی در چسباندن قطعه به میز ماشین را دارد.



براده برداری همراه

مزایا:

۱- عدم سُر خوردن لبه های برنده تیغه فرز که باعث صافی سطح بهتری نسبت به روش معکوس می‌شود.

۲-به علت فشرده شدن قطعه به سطح میز می توان قطعات نازک را براده‌برداری نمود

۳- در این روش کاهش حدود ۲۰ درصد در توان مصرفی به منظور براده‌برداری را خواهیم داشت.

معایب:

۱- این روش براده‌برداری در ماشـــین هایی که لقی میز گرفته نشده است، قابل اســـتفاده نیست و ممکن اســـت تیغه فرز به علت کشیده شدن قطعه کار به زیر لبه‌های برنده آن و افزایش سطح براده بشکند.

۲- ایـــن روش در براده‌بـــرداری از قطعات ریخته‌گری شـــده و قطعاتی که دارای سطح سخت کاری شده هستند استفاده نمی‌شود.

۳-۲-۲- روش براده‌برداری معکوس

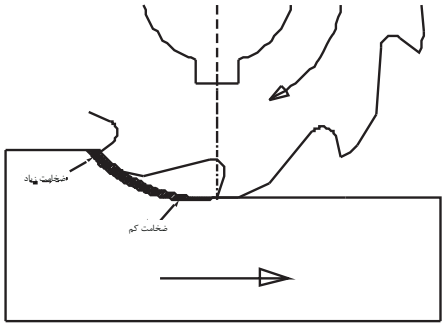
در ایـــن روش جهت پیشـــروی قطعه کار مخالف جهـــت دوران تیغه فرز بوده و نیروی برشـــی ســـعی در جدا کردن قطعه کار از میز را دارد بنابراین سطح قطعه کار کمی موج دار خواهد شد.

ایـــن روش باعث می‌شـــود، لقی بین پیچ و مهره میز دســـتگاه گرفته شـــود. در ماشین‌های فرز معمولی باید از روش براده‌برداری معکوس استفاده کرد.

معایب:

۱- در شروع کار، براده برداشته شده به قدری نازک است که تیغه فرز تمایل به سر خوردن بر روی قطعه کار را دارد.

۲- سـر خوردن‌های پی در پی در سـطح کار علائمی را ایجاد می‌کند(خطوط برجسته) که بعد از اتمام فرزکاری با چشم قابل مشاهده است.



براده برداری معکوس

تصویر واقعی از براده برداری معکوس

جهت گـردش ابزار در هر دو روش معکـوس و همراه ثابت اسـت و نحوه حرکـت قطعه نسـبت به ابزار نـوع معکوس یا همراه بـودن را تعیین می کند.

در مورد تیغه فرزهای غلطکی جهـت قرارگرفتـن آن‌هـا روی میله فرزگیر بایسـتی به گونه‌ای باشد تا با جهت دوران میلـه فرزگیر هماهنگ شـود در غیر این صورت پشت تیغه فرز با کار درگیر شـده و ابزار آسیب می بیند.

با تنظیم صحیـح اهرم‌های محکم کننده میز ماشین می توان کیفیت سطح ایجاد شده (خطـوط برجسـته) در روش معکوس را به حداقل رسانید.

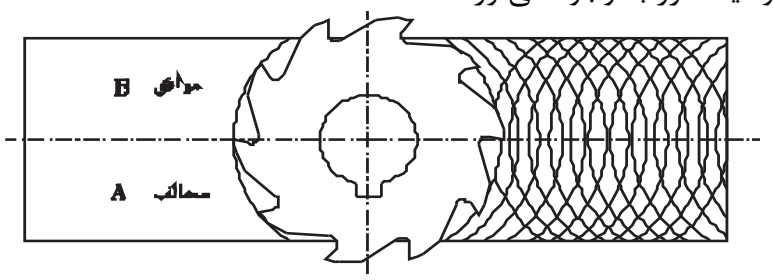
در مورد تراشیدن سطوح به وسیله تیغه فرز کف تراش اگر تیغه فرز را در مرکز سطح مورد تراش قرار دهیم و کل ابزار با قطعه درگیر باشد، سطح کار نامطلوب خواهد شد.علت این امر در ادامه توضیح داده خواهد شد.

کف تراشی یک تیغه فرز تیغچه دار

کف تراشی یک تیغه فرز تیغچه دار

نا مطلوب بودن سطح قطعه به دلیل درگیری کل ابزار با قطعه کار

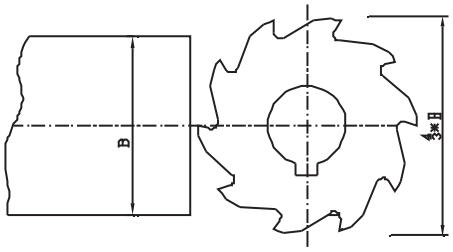
همان‌طور که در شکل دیده می‌شود تیغه فرز و جهت پیشروی میز در قسمت A به روش معکوس و در قسمت B به روش همراه خواهد بود و چون در قسمت B گردش تیغه فرز باعث کشـــیدن میز به طرف خود می‌شود اثرات نامطلوبی برای کار و تیغه فرز به وجود می‌آورد.



نمایش علت نا مطلوب بودن سطح قطعه به دلیل درگیری کل ابزار با قطعه کار

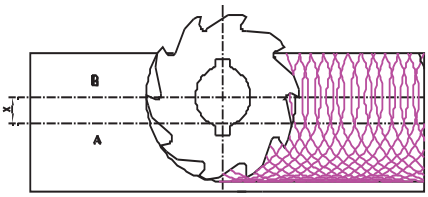
برای رفع این مشکل دو راه حل وجود دارد:

الـف- در صـورت امکان قطر تیغه فرز بزرگ تر از پهنای کار و حداقل $\frac{۴}{۳}$ عرض سطح قطعه کار انتخاب گردد.



بزرگتر بودن قطر ابزار از پهنای قطعه کار؛ یک روش برای بهبود کیفیت سطح

ب- تیغه فرز را طوری روی سـطح کار قـرار می‌دهیم که $\frac{۲}{۳}$ قطر تیغه فرز یک طرف خط مرکز قطعه و $\frac{۱}{۳}$ دیگر در طرف مقابل قرار گیرد.($\frac{۲}{۳}$ در قسـمت A و $\frac{۱}{۳}$ در قسمت B باشد) با این کار تمامی سطح درگیر لبه‌ی تیغه فرز به صورت موافق با جهت پیشروی میز خواهد شد.



کلیه مراحل محاسـباتی و تنظیمی قطعه و تیغه فرز مانند فرایند ماشین‌کاری با ماشین فرز افقی می‌باشد.

جهت آشنایی با عملیات کف تراشی توسط ماشین فرز عمودی دستور کار شماره ۳ را پیگیری می‌کنیم.

روشی دیگر برای بهبود کیفیت سطح

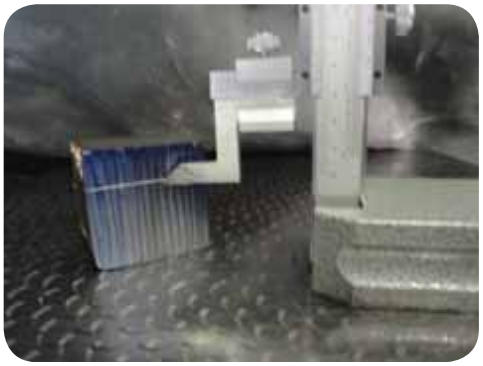
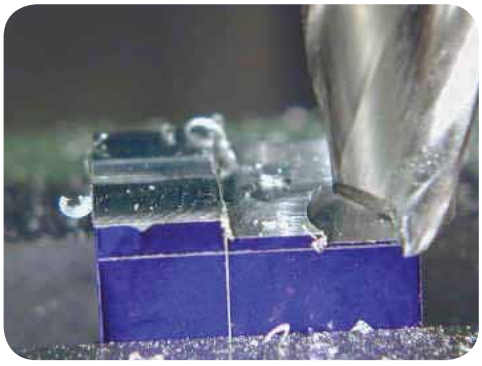
پس از تراشـیدن هر سـطح ضرورت دارد لبه‌های قطعه را پلیسه‌گیری کنیم تا در تماس با فک‌های گیره فاصله ایجاد نشـود و همچنین در اندازه‌گیری دچار خطا نشوید.

استفاده از مواد خنک کننده در مراحل مختلف فرزکاری علاوه بر دوام عمر ابزار، کیفیت سطح را نیز بالاتر می‌برد.

رعایت کلیه موارد ایمنی و نکات فنی در مورد دستگاه الزامی است.

- نحوه خط‌کشی قطعه کار

به منظور دقت بیشـــتر در فرز کاری ســـطوح می‌توان با استفاده از صفحه صافی، کولیس پایه‌دار و به طریق زیر قطعه را خط‌کشی نمود. رنگی کردن سطح قطعه کار با موادی چون کات کبود، دوده و یا ماژیک باعث مشـــخص‌تر شـــدن خطوط سطح قطعه می‌شود.

خط کشی قطعه کار جهت کنترل بهتر در هنگام براده برداری

- تنظیم حرکت پیشروی و تعداد دور ماشین فرز

جهت عملیات فرزکاری، دو مشـــخصه مهم بایســـتی محاسبه و بر روی دستگاه تنظیم گردد:

۱- پیشروی (سرعت حرکت قطعه کار)

۲- عده دوران (تعداد گردش تیغه فرز)

همان‌طور که اشاره شد حرکات طولی و عرضی و باردهی (حرکات خطی) به دو شکل دستی و اتوماتیک انجام می‌گیرد. در حالت دستی، با چرخش فلکه حرکت میز توسط فرزکار اتفاق می‌افتد.

فلکه‌های دستگاه برای جابجایی دستی

حرکت چرخش فلکه توسط دست بایستی پیوسته و به آرامی صورت گیرد در غیر این صورت احتمال شکستن ابزار وجود دارد.

در استفاده از اهرم‌های حرکت اتوماتیک، میزان جابجایی بر حسب میلی‌متر بر دقیقه قابل تنظیم می‌باشد.

اهرم حرکت اتوماتیک، فلکه‌های دستی و قفل کننده

نرخ پیشروی[1]

با حرکت چرخشی ابزار قطعه کار آرام آرام به آن نزدیک می‌شود.

مقدار حرکت قطعه از مقابل ابزار به ازای یک دور گردش ابزار را پیشروی می‌گویند.

تعیین مقدار پیشروی وابسته به چندین عامل است:

الف- جنس ابزار

ب- جنس قطعه کار

ج- قطر تیغه فرز

د-عمق و پهنای برش

ه-نوع ابزار

و- کیفیت سطح

ز- توان ماشین

میزان جابجایی میز (قطعه کار) در واحد زمان را نرخ پیشروی می‌گویند. معمولاً نرخ پیشروی را بر حسب میلی متر در دقیقه بیان می‌کنند.

هر کدام از موارد فوق در میزان پیشروی تعیین کننده‌اند که بعضی از آن‌ها در روابط ریاضی گنجانده شده و برخی نیز در جداول مربوطه در نظر گرفته می‌شوند.

نرخ پیشروی میز ماشین را می‌توان بر اساس عده دوران، مقدار پیشروی به ازای هر دندانه و تعداد دندانه‌های تیغه فرز محاسبه کرد:

$$S=Sz\times Z\times n$$

که در آن S مقدار پیشروی به ازای هر دور تیغه فرز و Sz مقدار پیشروی به ازای هر دندانه تیغه فرز و Z تعداد دندانه تیغه فرز و n تعداد دوران تیغه فرز در دقیقه می‌باشد.

۱-Feed Rate

در صورتیکه تیغه فرز کند باشد بایستی مقدار پیشروی را از حد معمولی (نرمال) کمتر انتخاب کنیم.

عده دوران[1]

همان‌طور که می‌دانیم آنچه که بر روی ماشین فرز یا هر نوع ماشین ابزاری قابل تنظیم است، سرعت پیشروی و عده دوران می باشد.

به تعداد چرخش ابزار در واحد زمان (بر حسب دقیقه) عده دوران گفته می‌شود. واحد آن دور بر دقیقه (RPM[2]) $\frac{u}{\min}$ می باشد.

عواملی که با توجه به آن‌ها تعداد دور ماشین را تعیین می‌کنیم عبارتند از:

الف- قطر ابزار

ب- جنس ابزار

ج- جنس قطعه کار

د- سرعت برش

سرعت برش[3]

منظور از سرعت برش در فرزکاری عبارتست از مقدار راهی که لبه برنده تیغه فرز در یک دقیقه بر حسب متر طی می‌کند.

رابطه سرعت برش در عملیات فرزکاری عبارتست از:

$$v = \frac{d \times \pi \times n}{1000}$$

d: قطر تیغه فرز بر حسب میلیمتر

n: عده دوران قابل تنظیم بر حسب دور بر دقیقه

V: سرعت برش بر حسب متر بر دقیقه

مثال ۱:

در فرزکاری یک قطعه فولاد معمولی با تیغه فرز انگشتی به قطر ۱۰ میلیمتر،

۱-Number of revolution
۲-Revolution Per Minute
۳-Cutting speed

عده دوران محاسباتی و تنظیمی را مشخص کنید. اگر بر روی دستگاه امکان تنظیم عده دوران‌های زیر وجود داشته باشد.

۱۰۰۰-۷۱۰-۵۵۰-۵۰۰-۳۵۵-۲۵۰-۲۰۰-۱۵۰

$$v = \frac{d \times \pi \times n}{1000}$$

$$\Rightarrow n = \frac{v \times 1000}{\pi \times d}$$

$$\Rightarrow n = \frac{17 \times 1000}{3.14 \times 10} = 541.40$$

انتخابی ۵۵۰ = n

پس از انجام محاسبات و یا انتخاب دو عامل پیشروی و عده دوران توسط نمودارها از طریق اهرم‌ها یا فلکه‌های روی دستگاه آن‌ها را تنظیم می‌کنیم.

نکته اینکه مقادیر به دست آمده توسط رابطه ریاضی برای تعداد دور دستگاه تقریبی بوده و بایستی نزدیک ترین عده دوران قابل تنظیم را به عدد حاصل بر روی دستگاه معین و تنظیم کنیم.

فلکه تنظیم پیشروی

فلکه تنظیم عده دوران

جداول داده شده در صفحات بعد مقادیر سرعت برش، عده دوران و سرعت پیشروی را با توجه به عوامل دیگر در اختیارمان قرار می دهد. پس از تعیین V بر اساس رابطه بالا، باید در نظر داشت که ابزارها هم دارای یک حداکثر سرعت برش قابل تحملی می باشند که در انتخاب ابزار باید لحاظ شود.

باید توجه داشت در صورتیکه مقدار عمق برش و نیز مقدار پیشروی بیش از حد ممکن باشد محور تیغه فرز به صورت خمیده در می آید و سبب می‌شود که در هر دور گردش تیغه فرز یک ضربه به کار وارد شود و امکان شکستن دندانه تیغه فرز و ناصافی سطح کار وجود دارد دیگر اینکه حرکت ابزار بر سطح قطعه کار باید پیوسته باشد و متوقف کردن آن در حین عمل براده‌برداری ایجاد گودی در قطعه می‌کند. اگر پس از رسیدن تیغه فرز به انتهای کار بدون دادن بار تیغه فرز را بر روی کار حرکت دهیم این عمل اشتباه بوده و موجب ناهموار شدن سطح قطعه خواهد شد.

مثال۲:

حداکثر حد تحمل سرعت برش یک ابزار $v=15\ \frac{m}{min}$ می‌باشد. در صورت استفاده از تیغه فرزی به قطر ۳۰ میلیمتر عده دوران لازم را حساب می‌کنیم.

$$v = \frac{d \times \pi \times n}{1000}$$

$$\Rightarrow 15 = \frac{3.14 \times 30 \times n}{1000} \quad \Rightarrow \quad n = 159 \frac{u}{min}$$

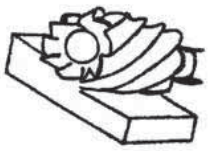
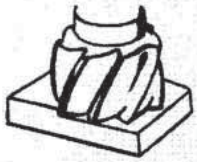
همانطور که مشاهده کردید در محاسبات معمولاً مقدار سرعت برش با توجه به عده دوران و قطر ابزار حاصل می‌شود و با تغییر این دو عامل، مقدار آن را با مقدار سرعت برش موجود در جدول که بر اساس جنس قطعه کار است، یکی کرده و یا به آن نزدیک می‌کنیم. در عمل قاعده کلی به این ترتیب است که برای ماشین‌کاری مواد سخت، خورنده، پر آلیاژ و همچنین برای براده‌برداری‌های عمیق از سرعت برش کمتر استفاده می‌کنند و برای ماشین‌کاری فلزات نرم و براده‌برداری‌های سطحی و همچنین برای پرداخت‌کاری از سرعت برش زیادتر استفاده می‌کنند. از این قاعده دو نتیجه کاربردی نیز می‌توان گرفت:

الف- در انتخاب جنس تیغه فرز سرعت برش عامل مهمی محسوب می‌شود. به طور مثال هنگامی که سرعت برش کم مورد استفاده است. تیغه فرزهایی با جنس SS برای انجام کار کافی است و در صورت انتخاب سرعت برش بالا، تیغه فرز با جنس سخت‌تر (تیغچه دار) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

ب- چون سرعت برش با تعداد دور تیغه فرز رابطه مستقیم دارد لذا برای پرداخت سطح بایستی سرعت برش بالا در نتیجه عده دوران بالا انتخاب گردد و بالعکس.

حال به رابطه بین سرعت برش و تعداد دور تیغه فرز می پردازیم. برای تعیین عده دوران به جز سرعت برش ابزار عوامل دیگری نیز وجود دارد.

سرعت برش با توجه به جنس قطعه کار و سایر شرایط براده‌برداری تعیین می‌شود و برای هر جنس مقداری ثابت است.

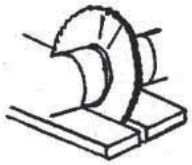
	فرز غلتکی				پیشانی‌تراش غلتکی				فرز پولکی			
												
عرض فرز b	b=100 mm				b=70 mm				b=20 mm			
	خشن		پرداخت		خشن		پرداخت		خشن		پرداخت	
عمق برش a	a=5mm		a=0.5mm		a=5mm		a=0.5mm					
	سرعت برش m/min	بار mm/min	سرعت برش m/min	بار mm/min	سرعت برش m/min	بار mm/min	سرعت برش m/min	بار mm/min	سرعت برش m/min	بار mm/min	سرعت برش m/min	بار mm/min
فولاد ساده 65kg/mm²	۱۷	۱۰۰	۲۲	۶۰	۱۷	۱۰۰	۲۲	۷۰	۱۸	۰۰	۲۲	۴۰
فولاد آلیاژ تابانده 75kg/mm²	۱۴	۸۰	۱۸	۵۰	۱۴	۹۰	۱۸	۵۵	۱۴	۸۰	۱۸	۳۰
فولاد آلیاژ احیا 100kg/mm²	۱۰	۵۰	۱۴	۳۶	۱۰	۵۵	۱۴	۴۲	۱۲	۵۰	۱۴	۲۰
چدن سیاه تا ۱۸۰ برینل	۱۲	۱۲۰	۱۸	۶۰	۱۲	۱۴۰	۱۸	۷۰	۱۴	۱۲۰	۱۸	۴۰
برنج Ms 58	۳۵	۷۰	۳۵	۵۰	۳۶	۱۹۰	۵۵	۱۵۰	۳۶	۱۵۰	۵۵	۷۵
فلزات سبک	۲۰۰	۲۰۰	۲۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۱۱۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۵۰	۱۰۰

مثال:

با استفاده از جدول بالا مقدار پیشروی و سرعت برش برای پرداخت سطح قطعه ای از جنس فولاد با استحکام کششی ۶۵ kg/mm۲ با تیغه فرز غلطکی و در فرآیند خشن کاری چقدر است؟

$V=۱۷\frac{m}{min}$

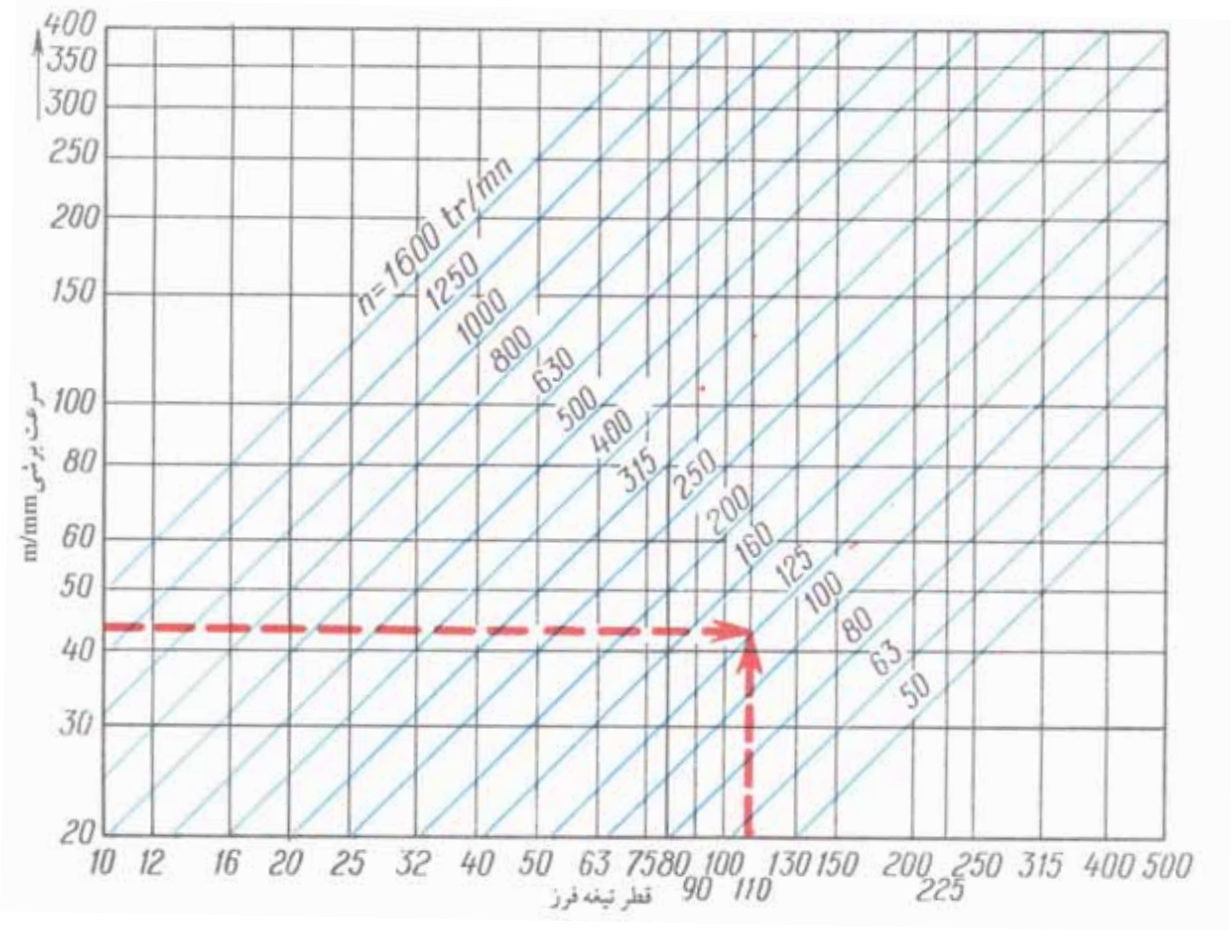
$S=۱۰۰\frac{m}{min}$

	تیغه فرز انگشتی				تیغه فرز تیغچه‌دار نوع کف‌تراش				تیغه فرز اره‌ای		
											
عرض فرز b	b=25mm										
	خشن		پرداخت		خشن		پرداخت		خشن		
عمق برش a	a=5mm		a=$\frac{1}{2}$mm		a=5mm		a=$\frac{1}{2}$mm		a=10mm		
	سرعت u m/min	بار s mm/min	سرعت u m/min	بار s mm/min	سرعت u m/min	بار s mm/min	سرعت u m/min	بار s mm/min	سرعت u m/min	بار s mm/min	
فولاد ساده تا 65kg/mm²	۱۷	۵۰	۲۲	۱۲۰	۲۰	۶۵	۳۰	۵۰	۴۵	۵۰	
فولاد آلیاژ تابانده تا 100kg/mm²	۱۵	۴۰	۱۹	۱۰۰	۱۶	۳۶	۲۳	۴۰	۳۵	۴۰	
فولاد آلیاژ احیا تا 100kg/mm²	۱۳	۲۰	۱۷	۶۵	۱۴	۲۰	۱۸	۳۰	۲۵	۳۰	
چدن سیاه تا ۱۸۰ برینل	۱۵	۶۰	۱۹	۱۲۰	۱۶	۱۰۰	۲۴	۹۰	۱۴	۳۵	
برنج Ms 58	۳۵	۸۰	۵۵	۱۲۰	۵۰	۲۰۰	۶۰	۱۲۰	۳۵۰	۲۰۰	
فلزات سبک	۱۶۰	۹۰	۱۸۰	۱۲۰	۲۵۰	۲۵۰	۳۰۰	۹۰	۳۲۰	۱۸۰	

مثال : با استفاده از جدول فوق برای پرداخت قطعه ای چدنی با سختی ۱۸۰ برینل با استفاده از تیغه فرز تیغچه دار سرعت برش و مقدار پیشروی را به دست آورید.

$V=۱۴\ \frac{m}{min}$

$S=۲۰\ \frac{mm}{min}$



مثال:

قطر تیغه فرزی ۱۱۰ mm و با سرعت برش $\frac{m}{\min}$ ۴۲ عملیات فرزکاری را انجام می دهد. با توجه به دیاگرام فوق ،تعداد دوران مناسب برای آن را به دست آورید.

$$N=۱۲۵\ \frac{u}{\min}\ (RPM)$$

مقدار سرعت برش بر حسب $\frac{m}{min}$ و پیشروی به ازای هر دندانه تیغه فرز در فرزکاری

استحکام قطعه کار	سرعت برش $\frac{m}{min}$ تیغه فرز تیغچه‌دار HM						مقدار پیشروی Sz = برحسب mm تیغه فرز تیغچه‌دار				
	تیغه فرز SS										
	∇ $\sqrt{Rz100}$	∇∇ $\sqrt{Rz25}$	∇∇∇ $\sqrt{Rz6/3}$	∇ $\sqrt{Rz100}$	∇∇ $\sqrt{Rz25}$	∇∇∇ $\sqrt{Rz6/3}$	تیغه‌فرز غلتکی SS	تیغه‌فرز پیشانی تراش SS	تیغه‌فرز بولکی و انگشتی و فرم SS	HM ∇ $\sqrt{Rz100}$	∇∇ $\sqrt{Rz25}$
فولاد به استحکام ۵۰۰_۶۰۰ $\frac{N}{mm^2}$	۱۶	۲۵	۳۲	۱۵۰	۱۸۰	۲۰۰	۰/۲	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۴	۰/۰۸
فولاد به استحکام ۶۰۰_۷۰۰ $\frac{N}{mm^2}$	۱۸	۲۲	۲۸	۱۱۰	۱۴۰	۱۸۰	۰/۱۵	۰/۱	۰/۰۶	۰/۳	۰/۰۸
فولاد به استحکام ۷۰۰_۸۰۰ $\frac{N}{mm^2}$	۱۳	۲۰	۲۵	۱۰۰	۱۲۰	۱۶۰	۰/۱	۰/۱	۰/۰۶	۰/۳	۰/۰۸
فولاد به استحکام ۸۰۰_۱۱۰۰ $\frac{N}{mm^2}$	۱۰	۱۶	۲۰	۵۰	۸۰	۱۰۰	۰/۱	۰/۱	۰/۰۶	۰/۲	۰/۰۸
فولاد به استحکام بیشتر از ۱۱۰۰ $\frac{N}{mm^2}$	۱۰	۱۲	۱۴	۵۰	۷۰	۹۰	۰/۱	۰/۱	۰/۰۶	۰/۱۵	۰/۰۸
چدن ۱۵	۱۳	۲۰	۲۵	۵۰	۶۳	۸۰	۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۵	۰/۱
چدن ۲۵	۱۰	۱۶	۲۰	۴۰	۵۰	۶۳	۰/۲	۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۴	۰/۱
آلیاژهای مس و روی	۳۲	۴۰	۵۰	۸۰	۱۰۰	۱۲۵	۰/۲	۰/۲	۰/۰۷	۰/۵	۰/۰۷
فلزات سبک	۲۰۰	۳۱۵	۴۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۶۳۰	۰/۱	۰/۱	۰/۰۵	۰/۲	۰/۱

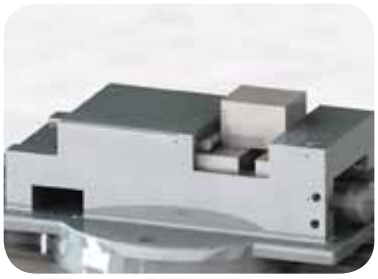
مثال:

در صورتی‌که بخواهیم چدن ۲۵ را با استفاده از تیغه فرز SS با کیفیت سطح R_Z= ۲۵ فرزکاری کنیم. در محاسبات مقدار V سرعت برش را چقدر در نظر بگیریم؟

$V=۱۶ \ \frac{m}{min}$

۳-۳- روش گونیا کاری یک بلوک

معمولاً به منظور خط کشی دقیق یک قطعه کار و برای ایجاد شکل های خاص نیاز است. ابتدا چهار سطح قطعه نسبت به هم گونیا (متعامد) باشند. برای گونیا کاری چهار سطح قطعه کار ترتیب کف تراشی سطوح و نحوه قرار دادن آن بر روی گیره حائز اهمیت است.



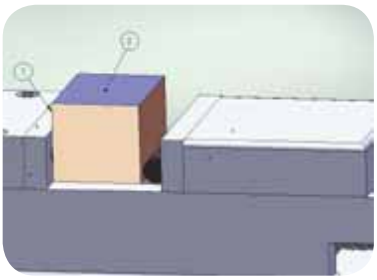
بستن قطعه در گیره

پس از بستن تیغه فرز و تنظیمات لازم، طی مراحل زیر می‌توان عملیات گونیا کاری یک قطعه را انجام داد:

۱- قطعه را طبق اصول گفته شده در گیره مناسب می‌ببندیم.(استفاده از زیرسری و قطعه استوانه‌ای)

نحوه دور کردن براده ها

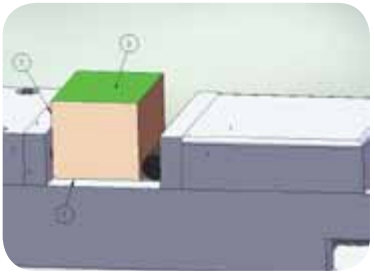
۲- اولین سطح را فرز کاری می‌کنیم و براده‌های روی آن را کاملا تمیز می‌کنیم. سپس قطعه را طوری برگردانیم که سطح فرزکاری شده به فک ثابت گیره تکیه دهد. بین فک متحرک و قطعه کار، میله استوانه ای قرار می‌دهیم.



موقعیت سطح دوم نسبت به سطح اول

۳- سطح دوم را فرز کاری می‌کنیم.

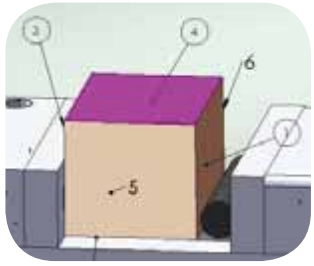
۴- سپس قطعه را طوری می‌چرخانیم که سطح دوم به فک ثابت تکیه داده شوده و سطح اول به کف گیره بچسبد. برای براده‌برداری سطح سوم نیاز است، قبلاً قطعه را اندازه‌گیری کنیم تا میزان بار برای براده‌برداری مشخص شود.



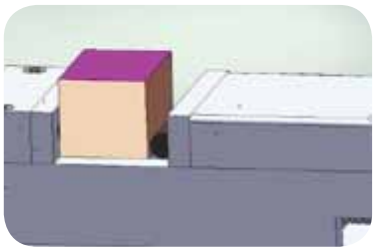
موقعیت سطح سوم نسبت به سطح دوم

۵- قطعه را دوران داده و سطح چهارم را ماشین‌کاری می‌کنیم. اندازه گیری بین سطح چهارم و دوم مقدار بار را در این مرحله مشخص می‌کند.

۶- برای ماشین‌کاری سطح پنجم و ششم قطعه می‌توان آن را به طور عمودی و با استفاده از گونیا بین گیره بست و ماشین‌کاری کرد. در صورت بلند بودن طول قطعه، می‌توان قطعه را از پهلو با استفاده از تیغه فرز بغل تراش(پولکی) فرزکاری کرد.



موقعیت سطح پنجم و ششم



سطح چهارم مقابل سطح دوم می باشد

در صورت نیاز پس از ماشین‌کاری هر سطح به صورت خشن می‌توان سطح مورد نظر را فرز کاری ظریف نیز انجام داد.

برای تمرین بیشتر گونیا کاری قطعات، مربیان محترم می‌توانند در صورت صلاحدید، قطعه‌ای با طول بلندتر برای گونیا کاری به هنرجویان ارائه دهند تا در فرزکاری سطوح ۵ و ۶ از تیغه فرز بغل تراش نیز استفاده کنند.

۳-۴- پیشانی تراشی[۱]

اگر سطوح جانبی قطعه کار را با ماشین فرز براده‌برداری کنیم می‌گوییم پیشانی تراشی انجام داده‌ایم. در این فرایند فرزکاری، سطح تراشیده شده موازی با ستون ماشین می‌باشد. عمل پیشانی تراشی با ماشین فرزهای عمودی و ماشین فرزهای خاص پیشانی تراشی[۲] انجام می‌گیرد. این فرایند در ماشین فرزهای عمودی، می‌تواند با استفاده از لبه‌های برنده محیطی تیغه فرزهای انگشتی صورت گیرد و در ماشین‌های مخصوص پیشانی تراش با تیغه فرزهای پیشانی تراش انجام می‌شود. عمل پیشانی تراشی به خاطر وارد آمدن بار یکسان به سطح کار بسیار آرام و بی صدا انجام می‌گیرد. توان براده‌برداری در این روش در حدود ۲۰ درصد بیشتر از روش غلطکی می باشد. در ماشین فرزهای عمودی محور تیغه فرز باید وضعیتی کاملاً عمود نسبت به سطح قطعه داشته باشد، در غیر این‌صورت سطح قطعه کار صاف تراشیده نمی‌شود. لازم به ذکر است که یکی از قابلیت‌های ماشین فرز دروازه‌ای پیشانی تراشی است.

ماشین پیشانی تراش دروازه ای

۱-Face milling
۲-Boring

۴-۴- بغل تراشی[۱]

بغل تراشی با ماشین فرز افقی

عمل بغل تراشی معمولاً با ماشین فرز افقی و با استفاده از تیغه فرز پولکی انجام می گیرد. در این روش تیغه فرز پولکی از پهلو قطعه کار را می تراشد، تیغه فرز پولکی به کار گرفته شده دارای سه لبه برنده می باشد.

بغل تراشی را می توان با استفاده از دو تیغه فرز انجام داد به طوری‌که تیغه فرزها دارای فاصله‌ای از یکدیگر هستند.

بغل تراشی با استفاده از دو تیغه فرز را استرادل[۲] می‌گویند.

زدن دو سطح بغل به صورت هم زمان (استرادل)

به دلیل احتمال برخورد قطعه کار با میله فرزگیر، بغل تراشی با تیغه فرز پولکی دامنه حرکت محدودی دارد.در دستور کار شماره ۴، در صورت بلند بودن طول قطعه کار می‌توان سطوح ۵ و ۶ را بغل تراشی کرد.

در دستور کار شماره ۵ مراحل بغل تراشی یک قطعه کار را پیگیری می‌کنیم.

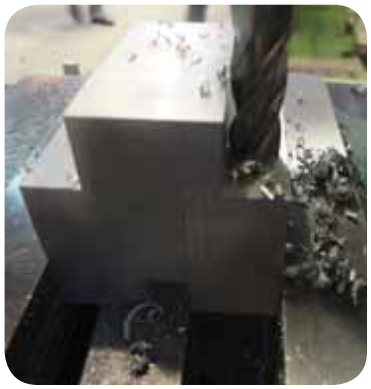
برای این فرایند از ابزار تیغه فرز انگشتی نیز می توانیم استفاده کنیم.

۴-۵- پله تراشی

نمونه‌ای از یک قطعه پله‌ای شکل

پله تراشی یکی از فرایندهای فرزکاری است که در آن با استفاده از تیغه فرز بر روی سطح اختلاف ارتفاع ایجاد می‌کنند. به بیان دیگر اختلاف ارتفاع دو سطح کنار هم را پله می‌گویند. پله تراشی را با ماشین‌های فرز عمودی و افقی می‌توان انجام داد.

۵-۴-۱- پله تراشی با ماشین فرز عمودی



پله تراشی با تیغه فرز انگشتی

پله تراشی با ماشین فرز های عمودی و توسط تیغه فرز های انگشتی انجام می‌شود به طوریکه از لبه‌های برنده محیطی و لبه های برنده پیشانی تیغه فرز انگشتی در این عمل استفاده می گردد.

۱-Side milling
۲-Straddle

۵-۴-۲- پله تراشی با ماشین فرز افقی

پله تراشی با ماشین فرز افقی

با استفاده از تیغه فرزهای غلطکی و یا پولکی سوار شده بر روی ماشین فرز افقی می‌توان عملیات پله تراشی را انجام داد. با ترکیب کردن چند تیغه فرز[۱] می‌توان چندین پله را هم زمان بر سطح کار ایجاد کرد[۲].

۵-۵- مواد خنک کننده

نحوه پاشش صحیح مواد خنک کننده

مواد خنک کننده موادی هستند که در هنگام عملیات براده‌برداری و یا تغییر شکل فلزات با روش‌های بدون براده‌برداری وظیفه خنک کردن و روغن کاری را به عهده دارند. بدین ترتیب وظایف مواد خنک کننده را می توان چنین بیان کرد:

الف- جلوگیری از چسبیدن براده به تیغه فرز

ب-کاهش حرارت حاصل از عملیات ماشین‌کاری

ج- روغن کاری بین ابزار و قطعه کار که نتیجه آن کم کردن مقاومت اصطکاکی و در نتیجه کاهش نیروی تلف شده می‌باشد.

د- افزایش دوام ابزار

ه- تاثیر در کیفیت سطح ماشین‌کاری شده

و- جلوگیری از زنگ زدن قطعه کار، ابزار و ماشین

در انتخاب مواد خنک کننده بایستی جنس ابزار، جنس قطعه کار و نحوه براده‌برداری را مورد توجه قرار دهیم. نحوه صحیح پاشش مواد خنک کننده بر روی منطقه ماشین‌کاری باید به گونه‌ای باشد که مایع خنک کننده دقیقاً بر روی ابزار برنده، اعمال شده و موجب دور شدن براده از محل فرزکاری نیز بشود. مایع خنک کننده باید به وفور و به طور مداوم بر روی منطقه ماشین‌کاری جریان داشته باشد.

مهم ترین موادی که به عنوان مواد خنک کننده به کار می روند به شرح ذیل می باشند:

۱-روغن‌های برش:

این روغن ها ممکن است از روغن های معدنی، حیوانی و یا گیاهی و در بعضی مواقع ترکیبی از آن‌ها باشد. این مواد در آب حل نمی‌شوند ولی برای افزایش قدرت چرب کاری به آن‌ها گوگرد اضافه می‌کنند.

۱- Gang milling
۲- Couple

۲- روغن های مته:

ایــن روغــن ها که نقش خنــک کنندگی و چرب کاری را با هــم به عهده دارند محلول‌هایی از صابون و روغن‌های معدنی هســتند. نســبت اختلاط بســتگی به مورد اســتفاده داشته و ممکن اســت ۵ تا ۲۵ درصد آن‌ها از مواد صابونی باشد. این مقدار بســتگی دارد به این که نقش خنک‌کنندکی بیشتر مورد نظر باشد یا نقش چرب کاری.

۳-آب صابون :

این مایع که در صنایع فلزکاری ایران به همین نام (آب صابون) معروف است در حقیقت امولســیونی از ۱۰ تا ۱۲ درصد روغن مته در آب اســت و به علت مقدار آب زیادی که دارد قابلیت خنک کنندگی و چرب کاری بالایی دارد. برای درست کردن آن باید از آبی استفاده نمود که املاح معدنی کمی داشته و همچنین نباید از آب خیلی ســرد و یا خیلی گرم نیز استفاده نمود. همیشه باید آب را به روغن اضافه کرد و نه بالعکس. ماده خنک کننده نباید کثیف شود و به دلیل بیماری‌های پوســتی که ممکن است بوجودآورد نبایستی دســت را با آن شست. روغنی که بــرای تهیه آب صابــون به کار مــی‌رود در ایران بنام روغن Z۱ معروف اســت.

۴-محلول سود:

این محلول اگر چه جزء روغن ها نمی‌باشد، ولی از آنجایی که در سنگ کاری به عنوان مایع خنک کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد دارای اهمیت زیادی بوده و از مخلوط۳ تا ۵ درصد ســود در آب تهیه می‌شود. وجود سود مانع از زنگ زدن قطعات ماشین و قطعه کار می شود.

هیچگاه از مواد خنک کننده به عنوان مواد پاک کننده استفاده نکنید.

مواد خنک کننده پس از مدتی خاصیت خود را از دست می‌دهند و باید تخلیه شوند. تغییر رنگ و به صورت لجن در آمدن از نشانه‌های فاسد شدن آن می‌باشد.

نوع مایع خنک کننده	جنس قطعات متناسب با آن
خشک - هوای فشرده	چدن
نفت سفید	آلومینیوم
آب صابون- محلول سود	فولاد

نــکات ایمنــی مربوط بــه مواد خنک کننده :

۱- بخشــی از مــواد خنــک کننده ممکن است به دلیل حرارت بالا به صورت بخار در محیط وجود داشته باشــد که برای فرد مضر می باشد، لذا اســتفاده از ماسک در حین کار الزامی است.

۲- ترکیبات مورد استفاده به عنوان مایــع خنــک کننده ممکن اســت با ســطح ابزار، گیره و میز دستگاه ترکیب و موجــب خوردگی و زنگ زدگی ســطوح فلزی شــود. لذا در پایان کار حتما" ســطوح را خشک کنیم.

معمولا در ماشـــین‌ها از فضای خالی داخل پایه ماشـــین به عنوان محل ذخیره مایع خنک کننده استفاده می‌شود.

پایه ماشین محلی
برای ذخیره مایع خنک کننده

درهنـــگام کار از این خطرات بزرگ اجتناب کنیم و این نکات ایمنی را به خاطر داشته باشیم.

ماشـــین‌های فرز ایمن هستند، اما با وجود ایمن بودن،خطر هم دارند که این خطرات بیشـــتر مربوط به رعایت نکردن نکات ایمنی توسط کاربر و برخی نیز مربوط به ماشـــین اســـت. از جمله چرخش ســـریع ابزار، پرتاب براده، درست نبستن قطعه کار که می‌تواند موجب پرتاب شدن قطعه یا شکستن ابزار شود. در این جا بایست اشتباهاتی که ممکن است ایجاد خطر کند را متذکر شویم. این موارد جدای از خطرات ناشی از بریدن انگشت، آسیب دیدن چشم در اثر عینک نزدن و نظایر آن است.

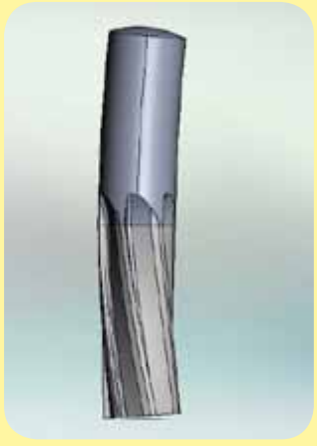
۱-لقی در ماشین که می‌تواند در براده‌برداری همراه موجب شکستن ابزار شود.

۲- خـــم شـــدن ابزار در اثر نیروهـــای وارده که می‌تواند موجـــب پایین آمدن کیفیت سطح و یا شکستن ابزار شود

۳- عدم اســـتفاده صحیـــح بلوک هایی که در رو بنده ها به عنوان زیر ســـری (تکیه گاه) استفاده می شود.

۴- صلبیت(عدم تغییر شکل در اثر نیروی وارده)، که می‌تواند مربوط به ابزار، قطعه کار و سیستم گیره بندی باشد.

۵- ســـطح گیـــره باید عـــاری از براده بوده و قطعه را به طـــور مطمئنی در بر بگیرد. محلی که به عنوان نشـــیمنگاه قطعه محســـوب می‌شود نیز باید کاملاً تمیز و یکنواخت باشد.



ابزاری که در اثر اعمال نیرو خم شده است

۵-۷ مشـــکلاتی که در هنگام ماشین‌کاری ممکن است رخ دهد و روش برطرف کردن آن‌ها

۱- جابه‌جایی قطعه درحین فرزکاری.

علت:

۱- قطعه کار به طور مطمئن بسته نشده است

۲- فشار بیش از حد ابزار به قطعه کار

۳- محکم نکردن کامل قطعه به دلیل شکل قطعه

راه حل:

۱- استفاده از گیره‌ای که فک‌ها به طور موازی سطوح قطعه را در برمی‌گیرد.

۲- استفاده از رو بنده‌های پله‌ای.

۲- انتخاب نادرست ابزار:

بلندی و بیرون زدگی زیاد ابزار از فشنگی:

عیوب:

۱- چرخـــش ابـــزار در داخـــل فشـــنگی (کُلِت) هنـــگام تماس بـــا قطعه کار

۲- پدید چتر[1] یا کرنجه شدن سطح

۳- شکستن ابزار

راه‌حل:

۱- همیشـــه از ابـــزار کوتاه‌تـــر اســـتفاده کنیـــم. چـــرا کـــه خـــم شـــدن ابزار کمتر اتفاق می‌افتد.

۲- بـــا اســـتفاده از آچـــار مخصوص مهـــره نگهدارنـــده ابزار را محکـــم کنیم.

۳- میله کشش ابزار را در حین کار دوباره بازرسی شود.

۳- انتخاب نادرست سرعت ابزار:

عیوب : نتایج حاصل از انتخاب دور بالاتر:

۱- چتر(مُضَرَّس شدن سطح) ۲-فرسایش ابزار ۳- سخت شدن سطح قطعه.

۱-Chatter

نتایــج حاصــل از پایین بودن دور: ۱- عدم کیفیت ســطح۲- صدمه دیدن ابزار، ۳- انبساط حرارتی.

راه‌حل: ۱- همیشــه عــده دوران را محاســبه کنید. ۲- از مایــع خنک کننده استفاده کنید.

۴- کند بودن ابزار:

عیوب:

۱- حرارت بالا و وجود براده‌های داغ که می‌تواند فرزکار را بسوزاند.

۲- سخت شدن سطح قطعات در اثر افزایش حرارت.

۳- محبوس شدن براده در داخل ابزار مخصوصاً آلومینیوم.

راه‌حل:

۱- کنترل ابزار قبل از استفاده.

۲- استفاده از مایع خنک کننده.

۳- استفاده صحیح از سرعت و پیشروی.

۴- دیدن فرایند و شنیدن صداهای در حین کار.

۵- عملکرد نادرست فرزکار:

خطا در حرکت دادن و خطا در زمان

عیوب:

۱- جابجایی نادرســت ابزار و تماس با قطعاتی مثل گیره، میز ماشین و بستن ناصحیح فیکسچرها بر سر راه ابزار و شاید شکستن و آسیب ابزار.

۲- عدم چرخش صحیح ابزار که عمدتاً اتفاق می‌افتد.

راه‌حل:

۱- شناخت و مرور عملکرد کنترلی هر ماشین

۲- تفکر قبل از عمل

۳- اطلاع از نحوه توقف اضطراری ماشین.

۶- سرعت پیشروی بالا:

عیوب:

۱- سطح خشن قطعات.

۲- شکستن یا جابجایی ابزار.

راه‌حل:

۱-آگاهی بیشتر در خصوص سرعت پیشروی مناسب.

۲- حرکت کردن آهسته و بعد افزایش سرعت به صورت پیوسته.

۷- اعمال روش براده‌برداری همراه بدون در نظر گرفتن شرایط

عیوب:

۱- شکستن ابزار.

۲- کشیده شدن قطعه زیر ابزار.

راه حل:

۱- قفل کردن جا بجایی‌های گیره و میز.

۲- گرفتن لقی‌ها.

۸- جا ماندن آچار بر روی میله کشش:

عیوب:

پرتاب شدن آچار و ایجاد خطر.

راه‌حل:

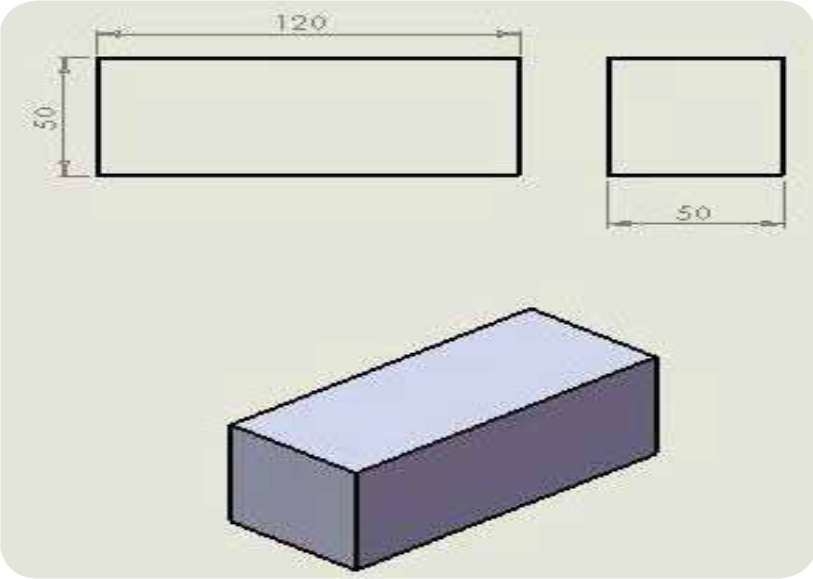
۱- هرگز دست خود را از آچاری که بر روی ماشین است برنداریم.

۲- همیشه کنترل کنیم قبل از روشن شدن ماشین ابزار جانمانده باشد.

۳- از تجمع ابزار بر روی میز ماشین حین کار خودداری کنیم.

کف‌تراشی

به دلیل اهمیت این واحد کار و زمان مناسب آن، پیشنهاد می‌شود فعالیت‌های ردیف ۱ تا ۵ به صورت فردی و یا گروه‌های با تعداد کمتر صورت پذیرد.



جدول DIN ISO ۷۱۶۸ تولرانس های آزاد را در سه کیفیت سطح نشان می دهد که لازم است در کلیه نقشه ها مد نظر قرار گیرد.

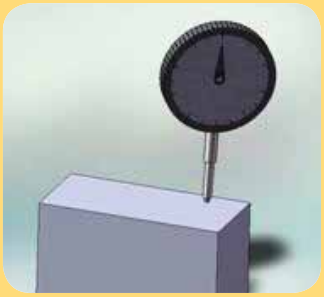
جدول DIN ISO 7168					
اندازه / درجه تولرانس	از 0.5 تا 3 میلی‌متر	از 3 تا 6 میلی‌متر	از 6 تا 30 میلی‌متر	از 30 تا 120 میلی‌متر	از 210 تا 400 میلی‌متر
f (ظریف)	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2
m (متوسط)	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5
g (خشن)	± 0.15	± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2

شماره‌کار عملی	شماره واحد کار	جنس ماده‌ی اولیه	اندازه ماده اولیه	مشخصات قطعه	تعداد	شماره
۱	۳	S ۳۷	۱۲۵×۵۵×۵۵	شمش مکعبی	۱	-------
زمان:۴ ساعت	هدف آموزشی: کف تراشی			مقیاس:۱:۱		
درجه تولرانس: خشن				استاندارد:ISO		

جدول تجهیزات و ابزار		
ابزارهای لازم	مشخصات فنی	تعداد
۱- ماشین فرز	افقی، عمودی یا انیورسال	۱
۲-تیغه فرز تیغچه‌دار یا انگشتی یا غلطکی	متناسب با میله فرزگیر یا کلت	۱
۳- آچارهای باز کردن و بستن	آچار تخت و آچار آلن	۱
۴- ساعت اندازه‌گیری یا صفحه صافی	دقت ۰,۰۱ میلیمتر	۱

مراحل انجام کار		
ردیف	**شرح مراحل کار**	**شکل**
۱	طبق نقشه قطعه کار را خط‌کشی کنید.	
۲	تیغه فرز مناسب را انتخاب کرده و بر روی دستگاه فرز ببندید.	
۳	قطعه کار را بر روری میز ماشین، توسط گیره یا روبنده محکم کنید	

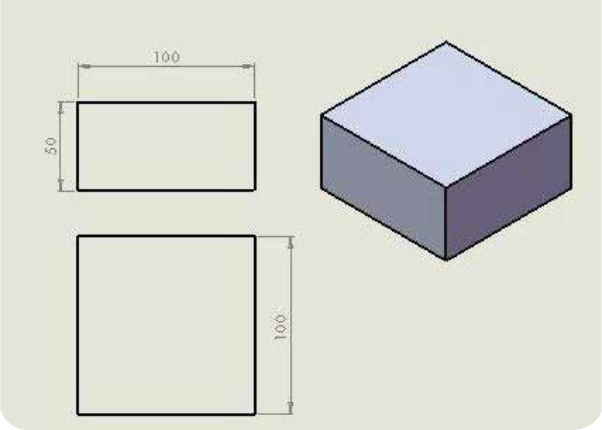
۴	تعداد دور تیغه فرز را انتخاب کرده و بر روی دستگاه تنظیم کنید. در این دستور کار مقدار عده دوران را هنر آموز محترم تعیین می کند.	
۵	حرکت دادن میز به طور دستی و کنترل عدم برخورد ابزار با گیره یا روبنده.	
۶	قفل کردن محورهایی که نیاز به جابه جایی wآن‌ها نیست.	
۷	کنترل کردن مخزن آب صابون و سیستم مایع خنک کننده قبل از براده‌برداری.	
۸	دستگاه فرز را روشن کنید و ابزار را با سطح کار مماس کنید. روشن کردن دستگاه و مماس کردن تیغه فرز با قطعه کار جهت صفر کردن فلکه بار دهی است. (پیشروی میز توسط دست انجام شود.)	
۹	بیرون آوردن تیغه فرز از روی کار و بار دهی و سپس انجام عملیات ماشین‌کاری. با توجه به مشخص نمودن عمق بار از سطح کار براده‌برداری کنید. در حین انجام فرایند نکات ایمنی را رعایت کنید.	

۱۰	در هنگام فرزکاری از مایع خنک کننده متناسب با جنس قطعه کار استفاده کنید.	
۱۱	سطوح فرز کاری شده را کنترل کنید.کنترل سطح کف تراشی شده از دو جهت می تواند صورت گیرد یکی کنترل موازی بودن سطح که با استفاده از ساعت اندازه‌گیری و صفحه صافی انجام می‌شود و دیگری کنترل سطح با استفاده از حرکت قطعه بر روی یک سطح صاف دوده مالی شده می باشد.	
۱۲	(در پایان کار، قطعه را با قطعه دستور کار شماره ۲ مقایسه کنید.)	
ارائه قطعه کار یا گزارش به هنرآموز محترم		
ارزش‌یابی نهایی		

کف‌تراشی

قطعه ای به ابعاد ۵۰×۱۰۰×۱۰۰ را بر روی ماشـــین فرز و با اســـتفاده از گیره بسته و از تیغه فرز غلطکی به قطر ۵۰ دو سطح آن را خشن کاری و سپس پرداختکاری کنید. در پایان آن را با قطعه ایجاد شده در دستور کار شـــماره ۱ مقایســـه کنید. (با استفاده از رابطه ریاضی عده دوران را محاسبه کنید و از جدول ذیل مقدار پیشروی را در نظر بگیرید)

عمق بار	پیشروی(پرداخت)	پیشروی (خشن)
۰٫۵ میلیمتر	٦۰m/ min	۱۰۰ Mm/ min
سرعت برش برای تیغه فرز SS	16 m/mim	32 m/ min



جدول DIN ISO 7168

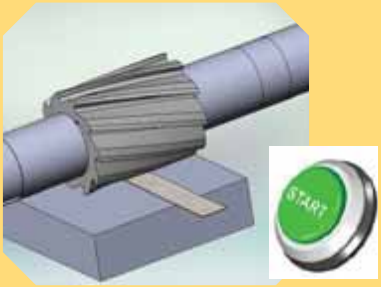
اندازه / درجه تولرانس	از 0.5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	از 210 تا 400
f (ظریف)	± 0.05	± 0.05	± 0.1	± 0.15	± 0.2
m (متوسط)	± 0.1	± 0.1	± 0.2	± 0.3	± 0.5
g (خشن)	± 0.15	± 0.2	± 0.5	± 0.8	± 1.2

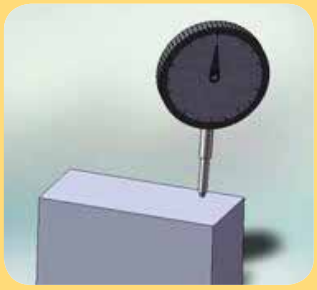
شماره‌کار عملی	شماره واحد کار	جنس ماده‌ی اولیه	اندازه ماده اولیه	مشخصات قطعه	تعداد	شماره
۲	۳	----------	----------	شمش مکعبی	۱	-------
زمان:۴ ساعت	هدف آموزشـــی: انجام عملیات کف‌تراشـــی با توجه به مقادیر محاســـبه شـــده عده دوران، پیشروی و مقایســـه آن به سطح قطعه دستور کار شماره ۱			مقیاس: ۱:۱----------		
درجه تولرانس:				استاندارد:ISO		

جدول تجهیزات و ابزار		
ابزارهای لازم	مشخصات فنی	تعداد
۱- ماشین فرز	افقی	۱
۲- تیغه فرز SS	غلطکی قطر ۵۰	۱
۳- قطعه کار	۱۰۰×۱۰۰×۵۰	۱
۴- آچارهای باز کردن و بستن	آچار تخت و آچار آلن	۱
۵- ساعت اندازه گیری یا صفحه صافی	دقت ۰,۰۱	۱

مراحل انجام کار(برای خشن‌کاری و پرداخت‌کاری)

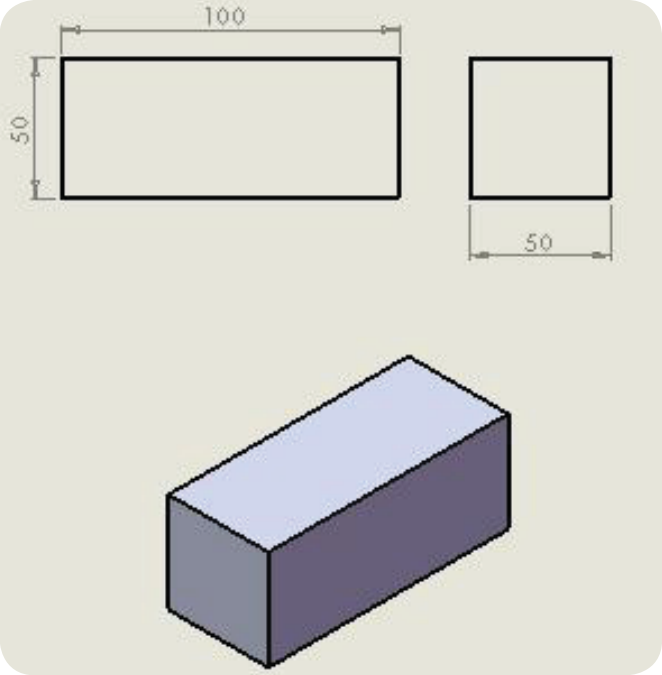
ردیف	شرح مراحل کار	شکل
۱	طبق نقشه قطعه کار را خط‌کشی کنید.	
۲	عده دوران را محاسبه و انتخاب کنید.	$V=\frac{\pi \times d \times n}{1000} \Rightarrow n=\frac{1000 \times v}{\pi . d}$ $n=\frac{1000 \times 16}{3 \cdot 14 \times 50}=$ $n=101$ عده دوران قابل تنظیم (خشن‌کاری) n =۱۰۰ به همین ترتیب با سرعت برش ۲۲ برای پرداخت: n= ۱۵۰
۳	نگهدارنده‌های قطعه را تنظیم و قطعه را ببندید.	

۴	سرعت پیشروی را بر روی دستگاه تنظیم کنید.	
۵	میز را به طور دستی حرکت دهید و عدم برخورد ابزار با گیره یا روبنده را کنترل کنید.	
۶	محورهایی که نیاز به جابه جایی آن‌ها نیست را قفل کنید.	
۷	مخزن و سیستم مایع خنک کننده را قبل از شروع براده‌برداری کنترل کنید.	
۸	دستگاه فرز را روشن کنید و ابزار را با سطح کار مماس کنید. روشن کردن دستگاه و مماس کردن تیغه فرز با قطعه کار جهت صفر کردن فلکه بار دهی است. (پیشروی میز توسط دست انجام شود.)	
۹	تیغه فرز را از روی کار بیرون آورید و بار دهی کنید سپس عملیات ماشین‌کاری را انجام دهید.	

۱۰	با توجه به مشخص نمودن عمق بار از سطح کار براده‌برداری کنید. در حین انجام فرایند نکات ایمنی را رعایت کنید. در هنگام فرزکاری از مایع خنک کننده متناسب با جنس قطعه کار استفاده کنید.	
۱۱	سطوح فرز کاری شده را کنترل کنید. کنترل سطح کف تراشی شده از دو جهت می تواند صورت گیرد یکی کنترل موازی بودن سطح که با استفاده از ساعت اندازه گیر و صفحه صافی انجام می‌شود و دیگری کنترل سطح با استفاده از حرکت قطعه بر روی یک سطح صاف دوده مالی شده می باشد.	
۱۲	(در پایان کار، قطعه را با قطعه کار دستور کار شماره ۱ مقایسه کنید.)	
	ارائه قطعه کار یا گزارش به هنر آموز محترم	
	ارزش‌یابی نهایی	

کف‌تراشی معکوس وهمراه

قطعه به ابعاد ۵۰×۵۰×۱۰۰ را آماده کنید. سپس فرایند کف تراشی با یک تیغه فرز پیشانی تراش را در دو سطح آن انجام داده و با هم مقایسه کنید. (در یک سطح تیغه فرز به قطر ۶۰ میلیمتر را در وسط قطعه قرار داده و در سطح دوم با ۱۰ میلیمتر جابجایی مرکز تیغه فرز از مرکز کار فرایند را انجام دهید)



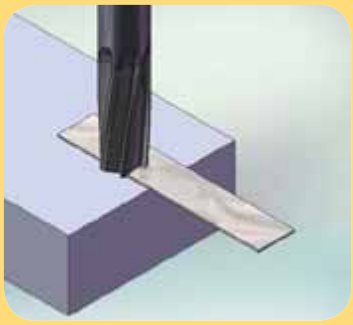
جدول DIN ISO 7168

اندازه / درجه تولرانس	از 0.5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	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

شماره‌کار عملی	شماره واحد کار	جنس ماده‌ی اولیه	اندازه ماده اولیه	مشخصات قطعه	تعداد	شماره
۳	۳	----------	----------	قطعه		-------

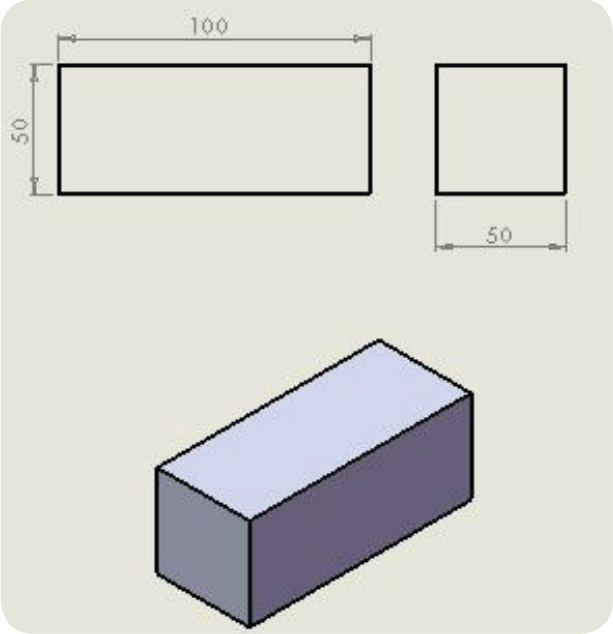
زمان:۴ ساعت	هدف‌های آموزشی: مقایسه کیفیت سطح در دو روش معکوس و همراه	مقیاس: ۱:۱
درجه تولرانس:		استاندارد: ISO

جدول تجهیزات و ابزار		
ابزارهای لازم	مشخصات فنی	تعداد
۱- ماشین فرز	افقی یا انیورسال	۱
۲- تیغه فرز پیشانی تراش	قطر ۶۰ میلیمتر	۱
۳- آچارهای باز کردن و بستن	آچار تخت و آچار آلن	۱
۴- ساعت اندازه گیری یا صفحه صافی	دقت ۰/۰۱ میلیمتر	۱

مراحل انجام کار		
ردیف	شرح مراحل کار	شکل
۱	تیغه فرز را طبق اصول و نکات گفته شده ببندید.	
۲	قطعه کار را با استفاده از گیره ببندید.	
۳	مقدار عده دوران و سرعت پیشروی را محاسبه و تنظیم کنید.	
۴	تیغه فرز را با سطح کار مماس و انجام عملیات فرز کاری را شروع کنید	
۵	شکل نهایی قطعه کار	
ارائه قطعه کار یا گزارش به هنر آموز محترم		
ارزش‌یابی نهایی		

گونیا کاری

قطعه ای مکعبی مستطیل به ابعاد ۵۰×۵۰×۱۰۰ را آماده کنید و به ترتیب چهار سطح آن را گونیا کاری کنید. تا پس از اتمام عمل گونیا کاری ابعاد قطعه ۴۵×۴۶×۹۰ شود. همچنین عمود بودن سطوح را نیز در پایان کنترل کنید.



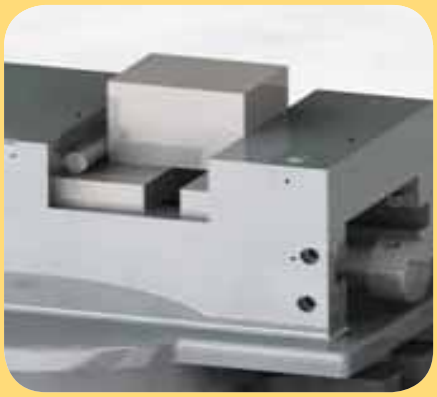
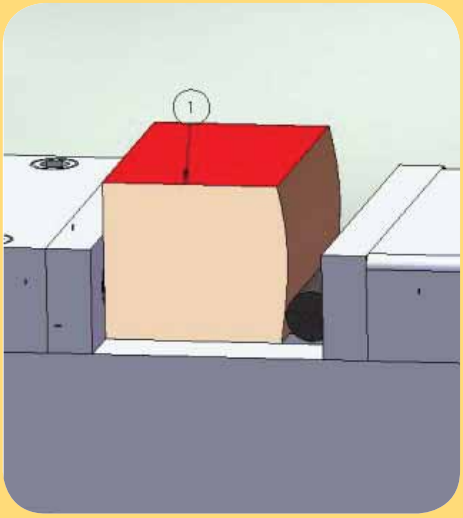
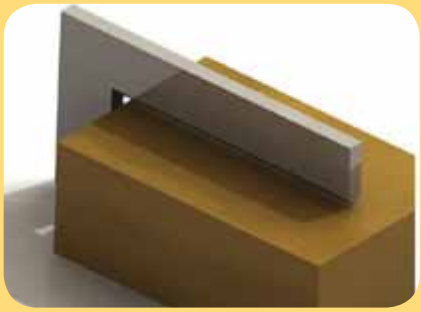
جدول DIN ISO 7168

اندازه / درجه تولرانس	از 0.5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	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

شماره‌کار عملی	شماره واحد کار	جنس ماده‌ی اولیه	اندازه ماده اولیه	مشخصات قطعه	تعداد	شماره
۴	۳	S ۳۷	----------	قطعه		-------
زمان:۴ ساعت	هدف آموزشی: گونیا کاری			مقیاس: ۱:۱		
درجه تولرانس:				استاندارد: ISO		

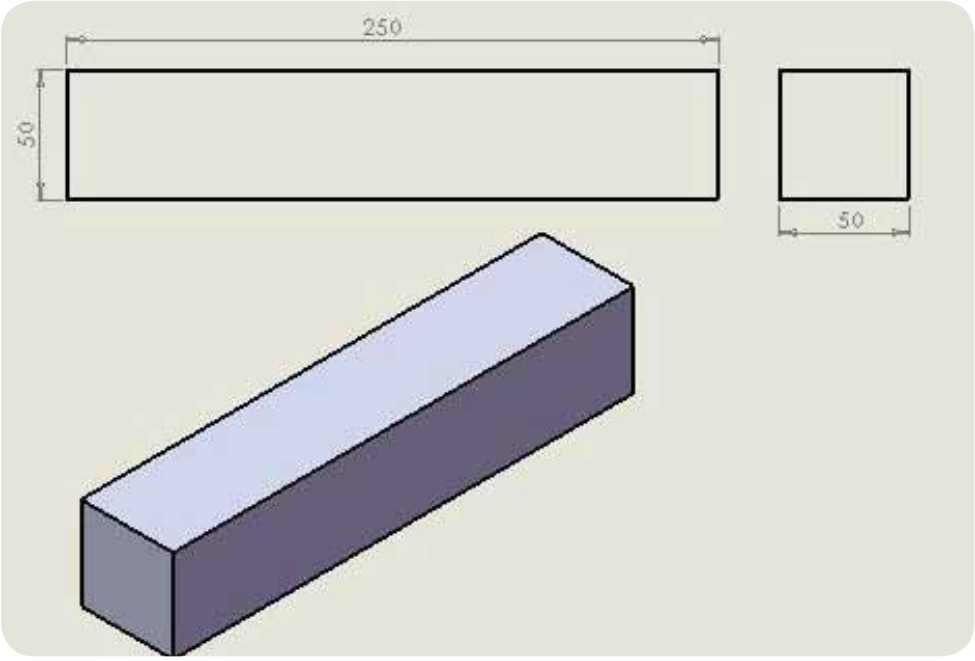
جدول تجهیزات و ابزار		
ابزارهای لازم	مشخصات فنی	تعداد
۱- ماشین فرز	افقی، عمودی یا انیورسال	---
۲- تیغه فرز	غلطکی - پیشانی یا انگشتی	---
۳- گونیا مویی	برای کنترل تعامد	۱
۴- کولیس	دقت ۰,۰۱	۱

مراحل انجام کار		
ردیف	شرح مراحل کار	شکل
۱	یک تیغه فرزمثلاً غلطکی را بر روی میل فرزگیر دو طرفه بسته و آن را مطابق اصول آموخته شده بر روی دستگاه فرز افقی سوار کنید.	
۲	مقدار عده دوران و سرعت پیشروی را محاسبه و تنظیم کنید.	

۳	قطعه کار را بر روی یک گیره مناسب ببندید و از استحکام آن اطمینان حاصل کنید. استفاده از زیر سری در صورت نیاز و میله استوانه ای الزامی است. قطعه را طوری در گیره قرار دهید که طول ۱۵۰میلی‌متر در راستای فک‌های گیره قرار گیرد.	
۴	سطح شماره ۱ را یک بار خشن کاری کرده تا اختلاف ارتفاع نقاط مختلف آن از بین برود. سپس یک فرز کاری ظریف بر روی آن انجام دهید. عمل فرزکاری را به ترتیب بر روی سطوح ۲ و۳ و۴ انجام دهید. کنترل ابعاد قطعه بعد از فرزکاری هر سطح ضروری است. بعد از فرزکاری چهار سطح مورد نظر قطعه را از جهت طول ۱۵۰ میلی متر به طور عمودی بین گیره بسته و برای این کار از گونیای مویی می‌توانید استفاده کنید. سپس سطح شماره ۵ را فرزکاری کرده و بعد با گردش قطعه و گونیا کردن مجدد آن سطح شماره ۶ را فرزکاری کنید.	
۵	در پایان با استفاده از وسایل اندازه گیری ابعاد قطعه و با استفاده از گونیا مویی عمود بودن اضلاع را کنترل کنید.	
ارائه قطعه کار یا گزارش به هنرآموز محترم		
ارزش‌یابی نهایی		

گونیا کاری

قطعه ای به ابعاد ۵۰×۵۰×۲۵۰ را در نظر بگیرید. این قطعه به دلیل بلند بودن برای تراشیدن مقطع ۵۰×۵۰ آن نمی توان آن را به طور ایستاده بین گیره بست، لذا قطعه را به طور افقی بین فک‌های گیره بسته سپس از پهلو با تیغه فرز انگشتی و با ماشین فرز عمودی پیشانی تراشی کنید.



جدول DIN ISO 7168

اندازه / درجه تولرانس	از 0.5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	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

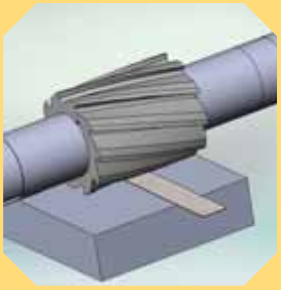
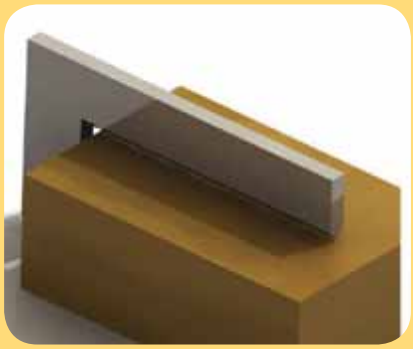
شماره‌کار عملی	شماره واحد کار	جنس ماده‌ی اولیه	اندازه ماده اولیه	مشخصات قطعه	تعداد	شماره
۶	۳	St ۳۷	----------	قطعه ۱		-------

زمان:۴ ساعت	هدف آموزشی: گونیا کاری	مقیاس:۱:۱
درجه تولرانس:		استاندارد:ISO

جدول تجهیزات و ابزار		
ابزارهای لازم	مشخصات فنی	تعداد
۱- ماشین فرز	انیورسال	۱
۲- تیغه فرز کف تراش و انگشتی	تیغه فرز انگشتی ۱۶ میلیمتر	هر کدام یک عدد
۳- گونیا مویی	برای کنترل تعامد	۱
۴- کولیس	دقت ۰,۰۱	۱

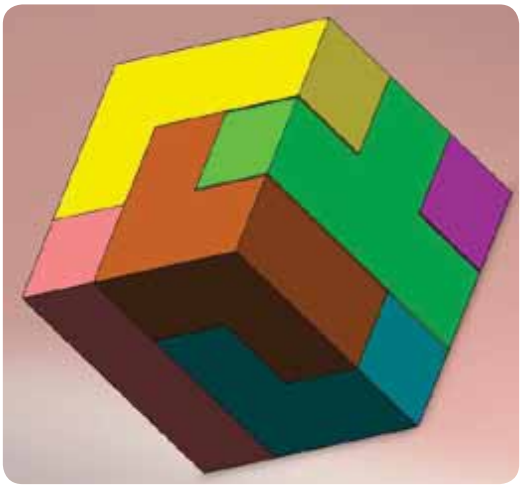
مراحل انجام کار

ردیف	شرح مراحل کار	شکل
۱	تیغه فرز انگشتی به قطر ۱۶میلی متر را بر روی دستگاه ببندید.	
۲	قطعه کار را با استفاده از یک گیره بر روی میز ماشین ببندید.	
۳	تنظیمات و محاسبات لازم را انجام داده و دستگاه را تنظیم کنید. (تنظیم عده دوران و سرعت پیشروی)	

۴	تیغه فرز را بر روی سطح مورد نظر مماس کرده و پس از تماس با کار بیرون آمده و عمل پیشانی تراشی را انجام دهید. رعایت نکات فنی از قبیل عدم تداخل ابزار بـا کار و محکم بودن قطعه را مد نظر داشـته باشـید. رعایت نکات ایمنی در حین کار الزامی است.	
۵	کنترل سطح فرز کاری با وسایل کنترل و اندازه گیری ابعاد را انجام دهید.	
ارائه قطعه کار یا گزارش به هنر آموز محترم		
ارزش‌یابی نهایی		

پله تراشی

مطابق نقشـــه داد شـــده پله های ایجاد شده بر روی سطح قطعه کار را با استفاده از ماشین فرز عمودی و تیغه فرز انگشتی انجام دهید. نقشه های آورده شده متشکل از ۶ قطعه است که شامل پله تراشی و گونیا کاری می باشد. در پایان با کنار هم قرار دادن آن‌ها یک مکعب تشکیل می‌شود. این پروژه با صلاحدید هنرآموز محترم می تواند انجام شود.



جدول DIN ISO 7168

اندازه / درجه تولرانس	از 0.5 تا 3	از 3 تا 6	از 6 تا 30	از 30 تا 120	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

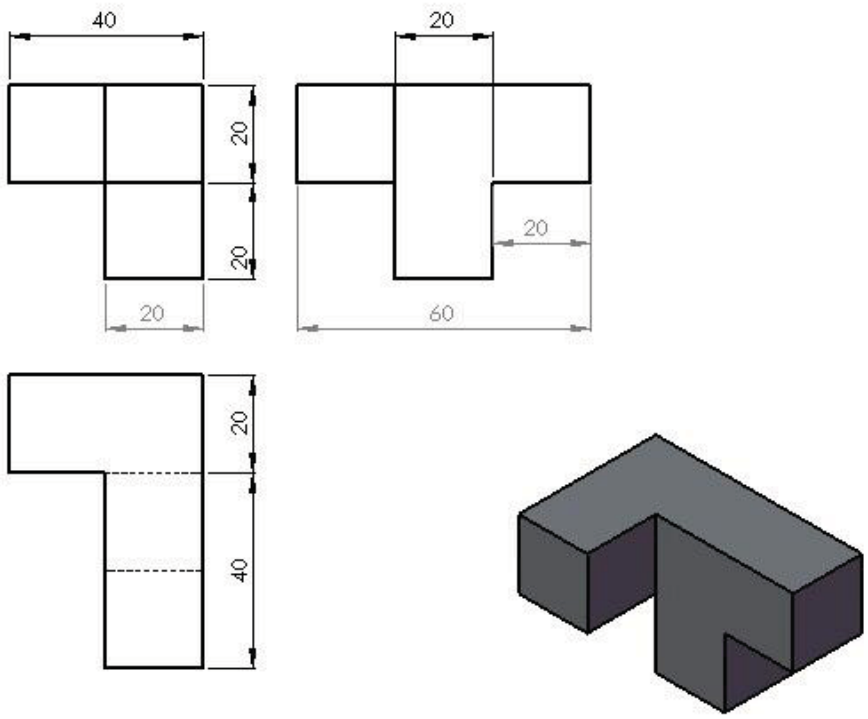
شماره‌کار عملی	شماره واحد کار	جنس ماده‌ی اولیه	اندازه ماده اولیه	مشخصات قطعه	تعداد	شماره
۷	۳	آلومینیوم	۴۰×۴۰و ۶۰×۴۰	قطعه	۶	-------

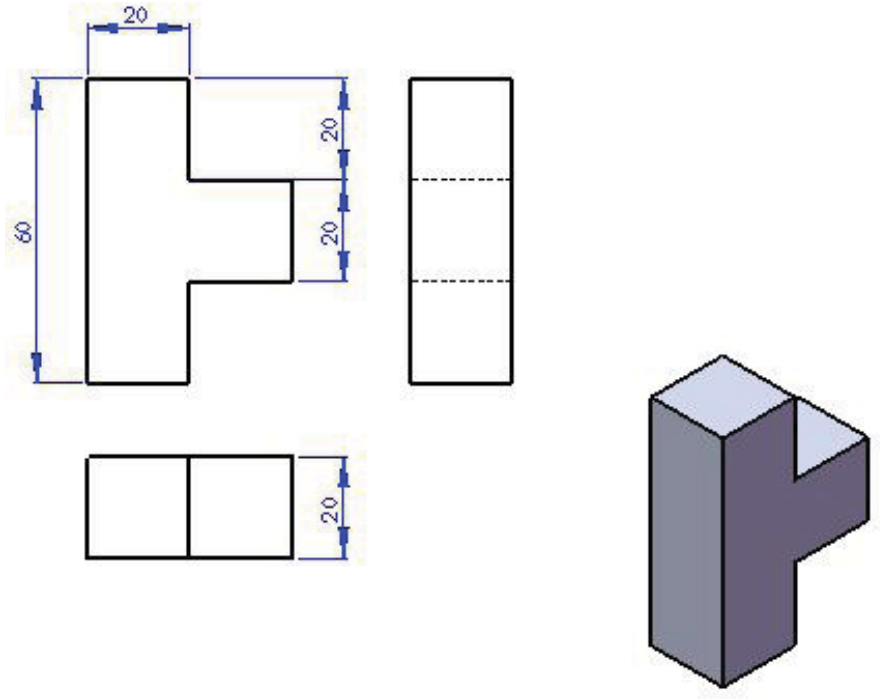
زمان:هرقطعه۶ ساعت	هدف آموزشی: پله تراشی	مقیاس: ۱:۱
درجه تولرانس: متوسط		استاندارد:ISO

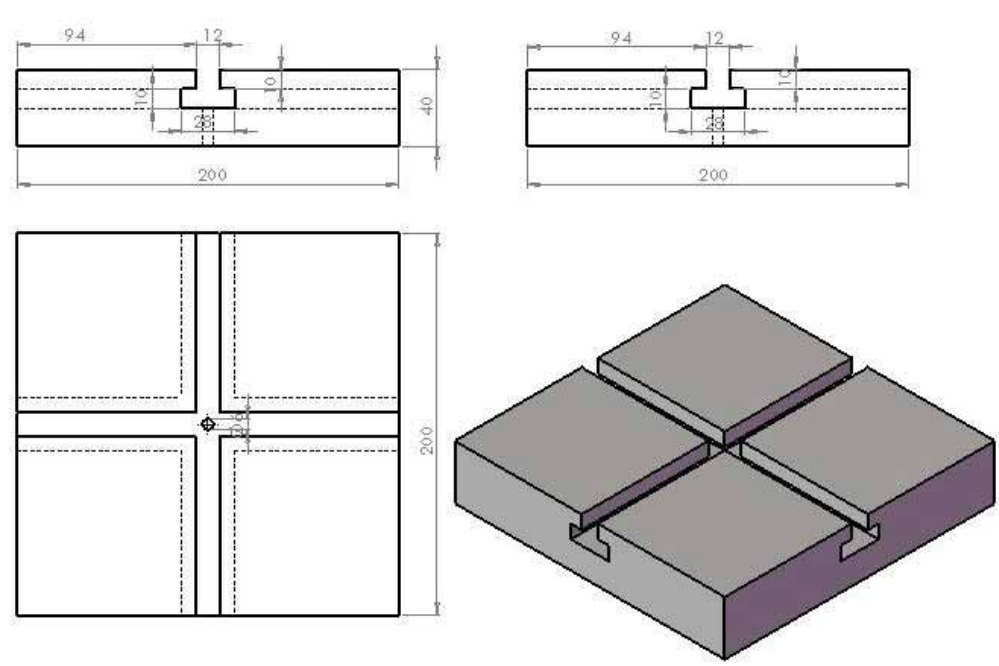
جدول تجهیزات و ابزار		
ابزارهای لازم	مشخصات فنی	تعداد
۱- ماشین فرز	عمودی یا انیورسال	---
۲- تیغه فرز انگشتی	قطر حداقل ۱۰ میلی متر	---
۳- کولیس	دقت ۰,۰۱ میلی‌متر	۱
۴- قطعه خام	۴۵×۵۰×۵۰	۱
	۶۵×۵۰×۵۰	۵

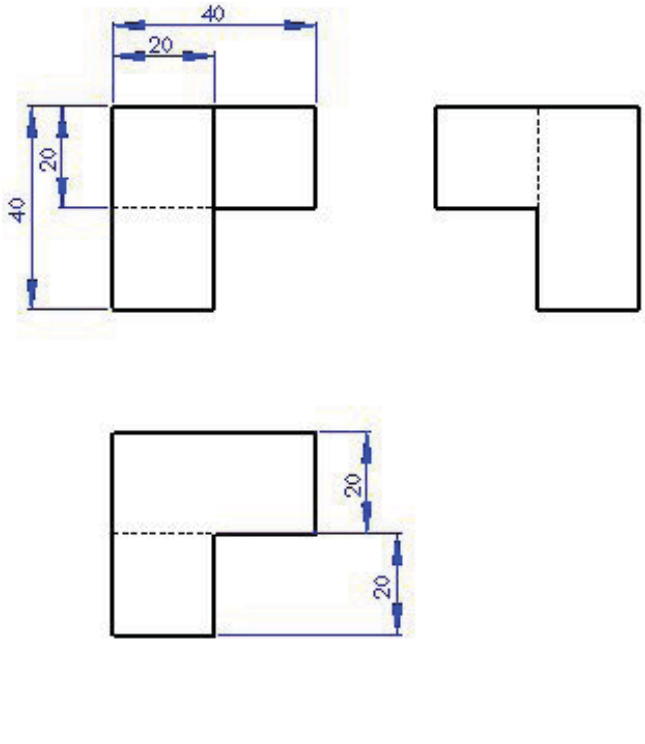
عنوان نقشه کار

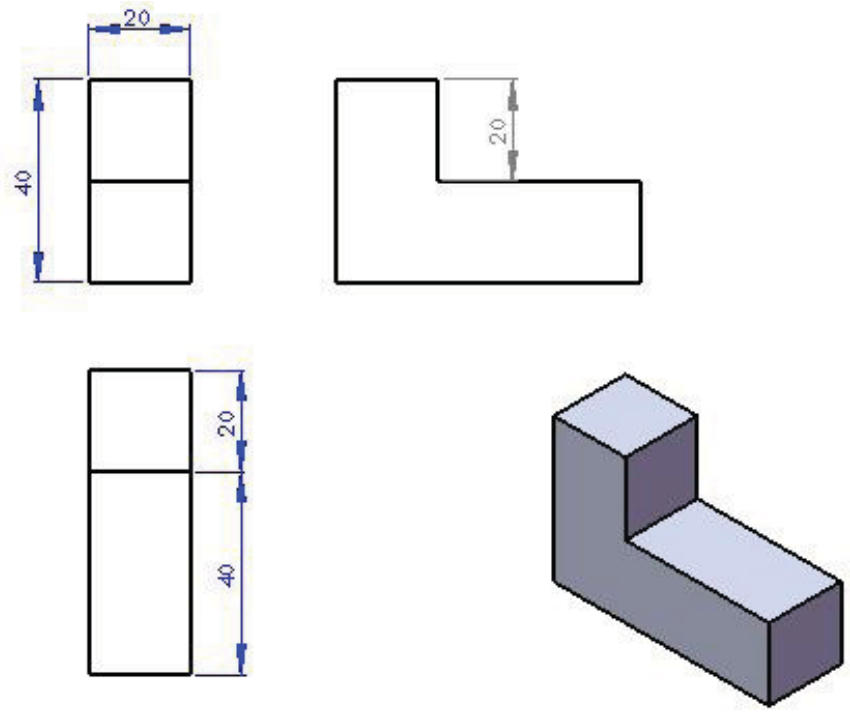
مکعب شش تکه

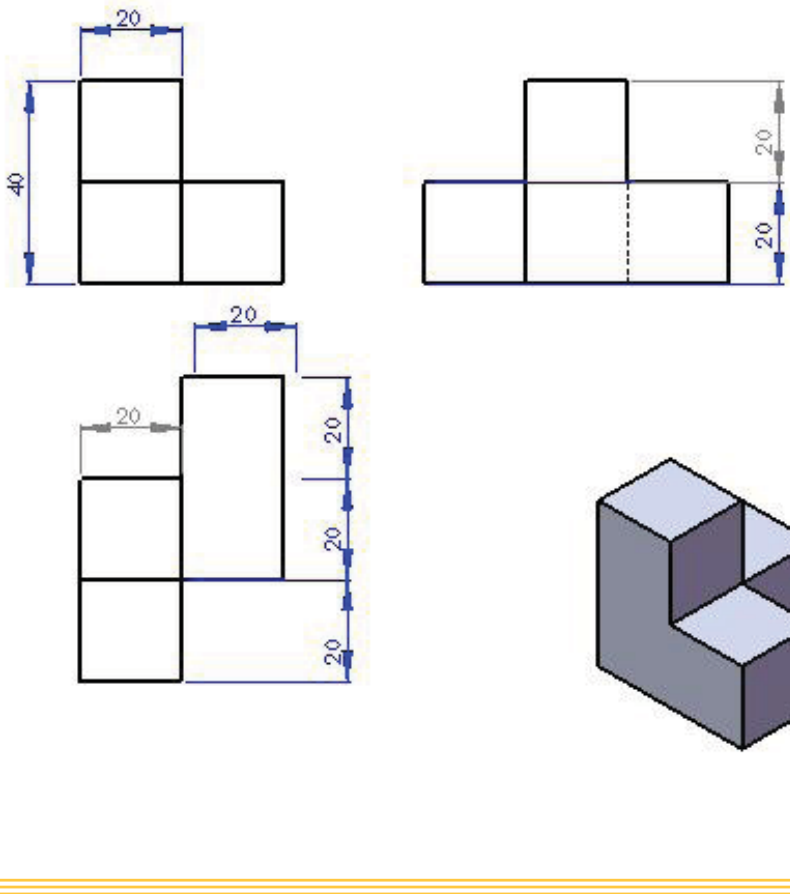





94
12
10
10
28
40
200
94
12
10
10
28
200
200


40
20
20
40
20
20


20
40
20
20
40


20
40
20
20
20
20
20
20
20

سوالات نظری (۱۵ دقیقه)	ارزشیابی پایانی

سوالات صحیح و غلط:

۱- با ماشین فرز افقی می‌توان پله تراشی کرد.

۲-گونیا مویی در کنترل عمود بودن دو سطح دقیق‌تر از گونیای فلزی است.

سوالات کوتاه پاسخ یا جای خالی:

۳-ماده خنک کننده قطعات چدنی چیست؟

۴-در چهارگوش کردن یک قطعه، بعد از زدن سطح اول آن را به فک ..... گیره. می‌چسبانیم.

سوالات چند گزینه‌ای:

۵-عوامل قابل تنظیم بر روی ماشین‌های فرز عبارتند از:

الف- عده دوران و سرعت برش ب- عده دوران و سرعت پیشروی

ج- سرعت برش و سرعت پیشروی د- سرعت برش و قطر ابزار

۶-با کنترل سایر عوامل موثر و افزایش سرعت برش کیفیت سطح ..... خواهد شد.

الف- بهتر ب- بدتر ج- بدون تغییر خیلی بدتر

۷-کدام جمله در مورد براده برداری معکوس نادرست است؟

الف- تمایل به جدا کردن قطعه از گیره را دارد.

ب- در ماشین‌های فرز معمولی باید به این روش فرزکاری کرد.

ج- براده از ضخامت کم شروع و رفت رفته ضخامت آن افزایش می‌یابد.

د- لقی در گیره عامل اثر گذار در شکستن ابزار خواهد شد.

سوالات تشریحی:

۸-براده‌برداری همراه و معکوس را توضیح دهید.

۹- چهارتفاوت کف تراشی و پیشانی تراشی را توضیح دهید.

۱۰-بغل تراشی با ماشین فرز افقی چگونه ممکن است؟

واحد کار۴

هدف کلی:توانایی تراشیدن شیارهای راست گوشه، T شکل و V شکل(جناقی) تا دقت ۰,۰۵ میلیمتر

اهداف رفتاری:

پس از آموزش این واحد کار از فراگیر انتظار می‌رود:

۱- یک شیار راست گوشه را بر روی فرز افقی تراشیده و آن را از نظر ابعادی و هندسی کنترل کند.

۲- اصول تراشیدن شیار راست گوشه بر روی ماشین فرز عمودی را توضیح دهد.

۳- یک شیار T شکل را بر روی قطعه ایجاد و با وسایل اندازه‌گیری در اختیار آن را کنترل کند.

۴- یک شیار V شکل را بر روی فرز افقی تراشیده و آن را از نظر ابعادی کنترل کند.

۵- یک راهنمای دم چلچه‌ای را بر روی ماشین فرز تراشیده و آن را کنترل کند.

	زمان آموزش	
- توانایی تراشیدن شیارهای راست گوشه، T شکل و جناقی (V شکل) تا دقت ۰،۰۵ میلیمتر	نظری	عملی
	پنج ساعت و ۳۰ دقیقه	۳۳ ساعت
ارزشیابی ورودی و پایانی توسط هنرآموز و ثبت در برگه ارزشیابی	۳۰ دقیقه	یک ساعت
جمع	۴۰	

پیش آزمون (۱۵ دقیقه)

۱- کاربرد شیارها در قطعات صنعتی چیست؟

۲- آیا شیارها دارای یک شکل یکسان هستند؟

۳- با مشاهده محیط اطراف خود چند نوع از شیارهایی که بر روی قطعات ایجاد شده است را نام ببرید.

۴- میز فرزی که قبلاً با آن آشنا شده‌اید چه نوع شیاری دارد؟

۵- تفاوت شـــیارهای میز ماشـــین فرز با شیارهای سوپرت عرضی دستگاه تراش در چیست؟

۴-۱- آشنایی با مفهوم شیار تراشی

شـــیار ، فرو رفتگی فرم داری اســـت که عمدتاً جهت هدایت و اتصال قطعات بر روی هم ایجاد و استفاده می‌شود. گاهی هم از شیار جهت اتصال و انتقال قدرت استفاده می‌گردد. مانند شیار هزار خار بر روی محورها. در مکانیزم حرکت خطی حرکت دو قطعه بر روی هم بایستی توسط مسیر فرم داری هدایت شود تا علاوه بر انتقال حرکت اســـتحکام مســـیر نیز تضمین گردد. این حرکت توسط شیاری با شـــکلی مشخص کنترل می‌شود، مانند حرکت ســـوپرت عرضی ماشین تراش که توســـط شیار دم چلچله‌ای حرکت هدایت می‌شـــود. از نظر اتصال نیز بعضی شـــیارها به دلیل شکل خاصی که دارند دارای لبه‌هایی هستند که از آن‌ها برای گیر کردن یا اتصال اســـتفاده می‌گردد مانند شیار T شکل روی میز ماشین‌های فـــرز که جهت اتصال تجهیزات بســـتن قطعه بر روی میز بـــه کار می‌رود. گاهی شیار جهت اتصال موقت به کار گرفته می‌شود، مانند شیار جای خار که بر روی محورها ایجاد می‌گردد.

جهت مطالعه:

در مواردی که شـــیار به منظور سطوح راهنما ماشین به کار گرفته می‌شود بـــه گونه‌ای طراحی و شـــکل دهی می‌شـــود که علاوه بـــر هدایت و کنترل محموله خود وظیفه دفع نیروهای وارده بر بســـتر ماشـــین را نیز به عهده دارد. مانند شیار های بستر ماشین تراش.

شیار دم چلچله ای بستر ماشین تراش

۲- آشنایی با انواع شیارها و کاربرد آن‌ها

همان‌طور که اشـــاره شد ایجاد شـــیارها به منظور دستیابی به اهدافی برای یک قطعه می‌باشد. شکل هندسی شیار توانایی و خصوصیات خاصی به یک

شـــیار می‌دهد به طوریکه می‌توان گفت کاربرد خاصی را دارد. در ذیل به انواع شیار ها و کاربرد آن‌ها می‌پردازیم. آشنایی با کاربرد و نحوه استفاده شیار ها توانایی شما را در ساخت و ایجاد آن‌ها بالا می برد.

۱- اگر یک مســیر مســتقیم را با مقطع مربع یا مستطیل شکل بر روی یک سطح به صورت فرو رفتگی ایجاد کنیم فرو رفتگی حاصل، شیار راست گوشه نامیده می‌شود.

شیار راست گوشه

از شیار های راست گوشه در راهنماهای تخت قطعات متحرک بر روی سطح راهنما اســتفاده می‌کنند. همچنین نمونه بارز این شــیار را می‌توان در شیار جای خار بر روی محورهای استوانه‌ای مشاهده کرد. شیارهای راست گوشه بر سطح میلگرد که در دو نوع باز و بسته ایجاد می‌شوند معمولاً برای قرارگیری خارها استفاده می‌شوند.

نمونه شیارهای راست گوشه

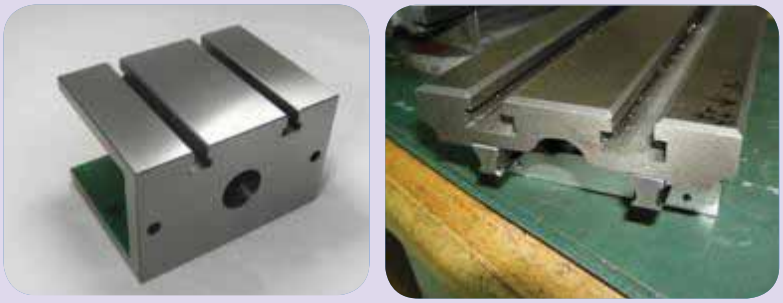
۲-شیارهای V شکل نیز یکی دیگر از شیارهای پرکاربرد می‌باشد. سطوح این شــیار بایستی دارای سطحی کاملاً صیقلی باشد چرا که با تماس دو قطعه در این شــیار اصطکاک به حداقل برســد لذا سطوح شیارهای V شکل را پس از

تولید شابر و یا سنگ می‌زنند.

شیار های V به دلیل شکل هندسی که دارند می‌توانند نیروهایی جانبی وارده را تحمل کرده و مانع خارج شـــدن قطعه از مسیر شیار شوند و حرکت بدون انحراف قطعه متحرک را امکان پذیر می‌سازند. شیارهای V را به طور V کامل نمیسازند یعنی انتهای شیار را تیز ایجاد نمی کنند بلکه انتهای شیار را تخت در نظر می‌گیرند. بهترین زاویه داخلی برای این شـــیار ۹۰ درجه می باشـــد. بارز ترین نمونه مورد استفاده این نوع شیار در راهنمای ماشین تراش می باشد. چنانچه پیرامون میله گردی را با شیارهای راست گوشه یا V شکل کم عمق فرزکاری کنیم یک هزار خاری ساخته‌ایم.

از شیارهای V شکل در ابعاد بزرگ‌تر به عنوان تکیه گاه قطعات گرد استفاده می‌گردد.

۳- شـــیارهای T نوع دیگری از شیار می‌باشد که به خاطر شکل لبه‌هایی که دارد برای گیر کردن لبه‌های سر پیچ جهت اتصال مناسب می باشد. با ایجاد این شـــیار بر روی میز ماشـــین‌های فرز و دریل می توان وسایل نگهدارنده را مانند گیره یا روبنده به میز محکم بست. شکل مستطیل شکل قسمت پایین شیار مانع از چرخش گل پیچ در جای خود می‌گردد.



نمونه شیارهای T شکل

نکته حائز اهمیت در ســـاخت این نوع شـــیار ها ارتفاع لبه T شکل می باشد که بایســـتی به اندازه‌ای باشـــد که تحمل فشار و نیروی وارده از طرف پیچ را داشته باشد.(ارتفاع H).

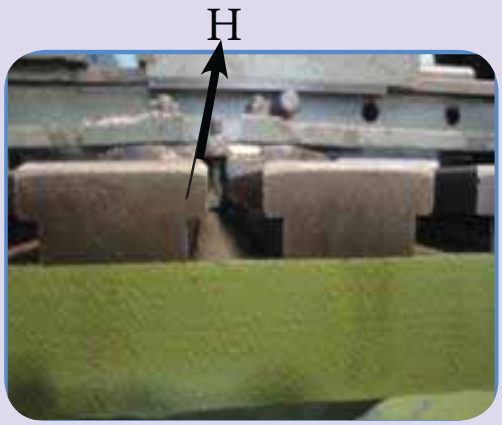
نمونه شیار V شکل

یک قطعه با تنوع شیارها

بستر ماشین تراش با شیار V شکل در سطح راهنمای آن

شکل یک هزار خاری

استفاده از شیار V شکل به عنوان تکیه گاه قطعات گرد



اهمیت داشتن ارتفاع لبه شیار در تحمل نیروهای کششی

۴-شیارهای دم چلچله ای به دو صورت داخلی و خارجی بر روی قطعات ایجاد می‌شـود. حرکت قطعه متحرک بر روی این شـیار دقیق تر از حالت های قبل صورت می‌گیرد. به خاطر شکل شیار، درگیری دو قطعه با تضمین بالایی انجام می‌شـود به طوریکه انحراف از مسـیر در این نوع غیر ممکن است. در مکانیزم حرکت خطی جهت هدایت صحیح حرکت قطعات اسـتفاده از این شیار مرسوم اسـت. نمونه شاخص این شیار سوپرت عرضی دسـتگاه تراش می باشد. جهت گرفتن لقی بین دو قطعه محرک و متحرک از قطعه ای منشوری بنام شمشیری استفاده می‌گردد.

کاربرد شیاردم چلچله ای در سوپرت دستگاه

زاویه شیار دم چلچله‌ای را معمولاً ۶۰ درجه در نظر می‌گیرند.

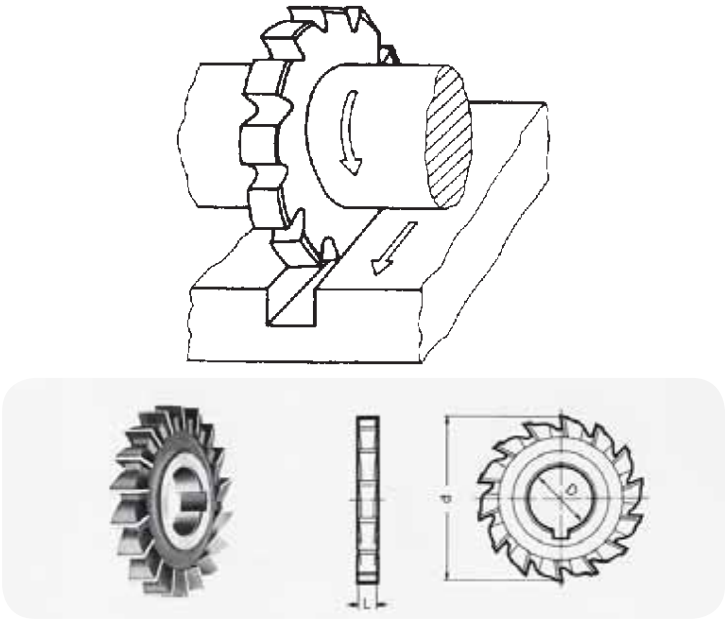
۴-۲- اصول تراشیدن شیارهای راست گوشه

انواع شـیار راست گوشه توسط ماشـین فرز افقی و عمودی قابل تولید است. در ادامه به تشریح هر یک از این دو روش خواهیم پرداخت.

۴-۲- ۱- اصول تراشیدن شیارهای راست گوشه روی ماشین فرز افقی

به طور عمده شـیارهای تولید شـده به این روش به صورت طولی و سرتاسـری ایجاد می‌شوند. ابزار به کار رفته، تیغه فرز پولکی می‌باشد که به واسطه لبه های برنـده خود بـه طور هم زمان از دو دیواره و کف قطعـه براده‌برداری می‌کند. به عبارتی تیغه فرز با سه لبه برنده کف و کناره های شیار را براده‌برداری می کند.

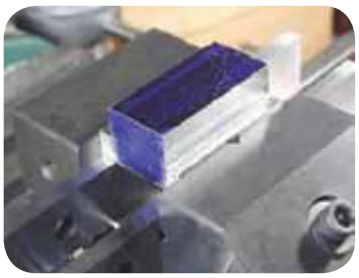
قطـر و پهنای تیغه فرزهای پولکی اسـتاندارد بوده و به صورت راسـت یا مایل می‌باشد. اندازه های معمول قطر آن‌ها بین ۵۰ تا ۲۰۰ میلیمتر و پهنای آن‌ها بین ۵ تا ۴۰میلیمتر است. راست یا مایل بودن تیغه فرز به شکل قرارگیری لبه‌های برنـده آن‌ها بـر می‌گردد. نوع مایل در هنگام براده‌بـرداری آرام تر کار می کند.



استفاده از تیغه فرز پولکی در ایجاد شیار راست گوشه

الف- مراحل بستن و تنظیم قطعه کار

- بـا وسـیله‌ای مطمئن،گیره را بر روی میز ماشـین قـرارداده و آن را به روش توضیح داده شده قبل با میز هم راستا می‌کنیم. (بستن شمش درگیره و حرکت ساعت در طول آن)



خط کشی قطعه کار

- قطعه کار را خط‌کشی می‌کنیم.

- قطعه را به همراه زیر سری های مناسب وهم اندازه در گیره محکم می‌کنیم. با چکش لاستیکی از تکیه کردن قطعه بر سطح زیر سری‌ها مطمئن می‌شویم.

ب- مراحل بستن تیغه فرز

نصب تیغه فرزشیار تراش برروی ماشین فرز افقی

- تیغه فرز مناسب را انتخاب می‌کنیم.
- تیغه فرز را به همراه میله فرزگیر و سایر قطعات بر روی دستگاه نصب می‌کنیم.
- دستگاه را با توجه به جنس قطعه کار، ابزار و سایر شرایط مؤثر در تعداد دور و پیشروی مناسب قرار می‌دهیم.
- ابزار را نسبت به سطح بالا و سطح جانبی مماس می‌کنیم.
- پس از مماس کردن در هر مرحله ورنیه را روی صفر قرار می‌دهیم.
- ابتدا تیغه فرز را با میز عرضی در مرکز شیار قطعه کار قرار می‌دهیم. قطعه کار را به ابزار نزدیک و عمل شیار تراشی را انجام می‌دهیم.
- در تمام فرایند فرز کاری از مایع خنک کننده استفاده می‌کنیم.

صفر کردن ورنیه های فلکه ها پس از مماس کردن ابزار با قطعه کار

۴-۳-۲-اصول تراشیدن شیارهای راست گوشه بر روی ماشین فرز عمودی

روی ماشـــین فرز عمودی نیز می‌توان توسط تیغه فرزهای انگشتی شیار تراشی را انجام داد.

شیار تراشی با تیغه فرز انگشتی

البته با بستن تیغه فرز پولکی در میله فرزگیر یکطرفه نیز می توان شیار تراشی با ماشـــین فرز عمودی را از کنار قطعه انجام داد. لازم به ذکر است به دلیل بلند بودن طول میله فرزگیر ممکن اســت ابزار دچار ارتعاش شــده و این ارتعاش بر سطح قطعه کار انتقال یابد. بنابراین باردهی باید با دقت و تعداد مراحل بیشتری صورت بگیرد.

بستن تیغه فرز پولکی در میله فرز گیر یکطرفه

۴-۶- اصول کنترل شیارهای راست گوشه

بـــرای کنترل عرض و عمق شـــیار ایجاد شـــده از کولیس و میکرومتر اســـتفاده می‌کنیم. اگر پهنای شیار و عرض تیغه فرز یکی باشد، اندازه گیری عمق اهمیت بیشـــتری دارد. در مواردی که پهنای شـــیار بزرگ تر است با جا به جایی عرضی ابزار می توان پهنای شیار را نیز بیشتر کرد.

اندازه گیری پهنای شیارها با کولیس ورنیه دار امکان پذیر است.

اندازه گیری عمق شیار به وسیله کولیس عمق سنج، امکان پذیر است.

همچنین به کمک میکرومتر داخلی و میکرومتر عمق سنج امکان اندازه گیری عمق و پهنای شیارها امکان پذیر است.

گاهی اوقات هدف از شیار تراشی بر روی میله ایجاد جای خار می‌باشد که به کمک گودی سنج عمق آن و به کمک بلوک سنجه‌های طول و اندازه پهنای آن را کنترل می‌کنیم.

همان‌طور که اشاره شد خط کشی قطعه بسیار حائز اهمیت است. با این حال می‌توان وسط بودن شیار در میله را نیز در نهایت کنترل کرد.

مراحل کنترل شیار راست گوشه بر روی میله استوانه ای (جاخار):

۱- قطعه کار را در منشور V شکل طوری قرار می‌دهیم که شیار به سمت چپ یا راست قرارگیرد. جهت اطمینان از افقی بودن شیار می‌توان سطح زیر خار را با بلوک‌های اندازه پر کنیم.

۲- خار یا منشور را در داخل شیار گذاشته و با کولیس پایه‌دار ارتفاع تا سطح رویی خار را اندازه‌گیری می‌کنیم.

۳- میله را دقیقاً ۱۸۰ درجه بچرخانیم و همین عمل را روی سطح دوم خار با کولیس اندازه می‌گیریم.

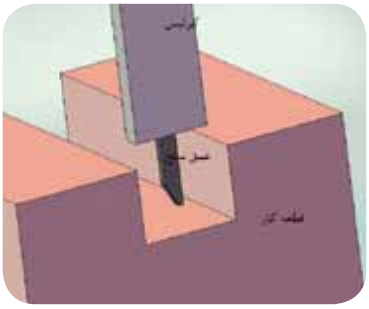
۴- این روش اختلاف شکاف از مرکز را نشان می‌دهد.

-کنترل شیار از نظر طولی

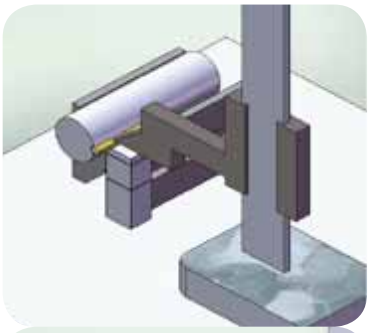
با استفاده از همان شرایط قبل و حرکت ساعت اندازه‌گیری در جهت طول می‌توان مستقیم بودن شیار را نیز کنترل کرد.

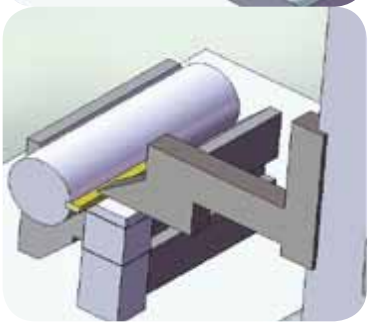
جابجایی تیغه فرز انگشتی برای افزایش پهنای شیار

اندازه گیری پهنای شیارها با کولیس ورنیه دار

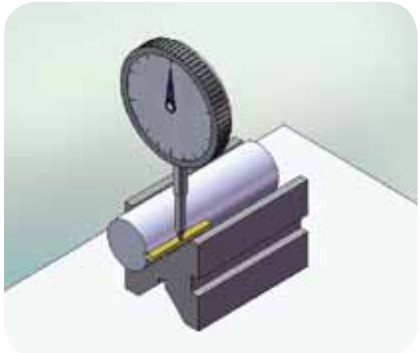


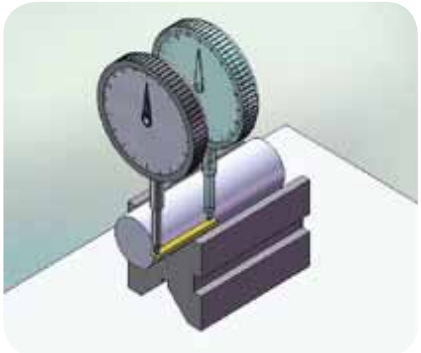
اندازه گیری عمق شیار





کنترل شیار راست گوشه بر روی میله استوانه ای (جا خار)





کنترل شیار از نظر طولی

۴-۷- اصول تراشیدن شیار T و کنترل آن

تیغه فرز T شکل

شیارهای T به دلیل داشتن شکل خاص تنها توسط تیغه فرزهای انگشتی T شکل و بر روی ماشین فرز عمودی ایجاد می‌شود. پیش نیاز ایجاد شیار T در قطعه، زدن یک شیار به منظور حرکت دنباله ابزار Tمی باشد. بنابراین هر شیار T شکل، ابتدا به یکی از روش‌های گفته شده شیار تراشی راست گوشه شده است، سپس با استفاده از تیغه فرز انگشتی T فرم T آن ایجاد می‌گردد.

مراحل تراشیدن و کنترل شیار T شکل به شرح زیر است:

زدن شیار راست گوشه در ابتدای ایجاد شیار T

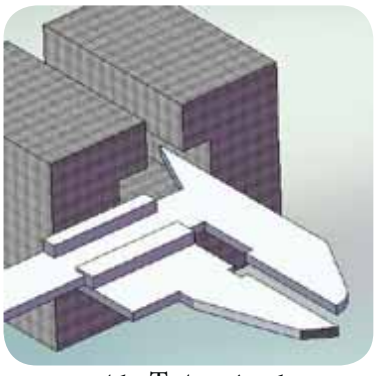
الف- بستن و تنظیم قطعه کار

خط کشی قطعه قبل از شیار تراشی بسیار حائز اهمیت است. اگر سطح قطعه قبلاً براده‌برداری شده باشد، می توان عمود بودن و موازی بودن سطوح را با ساعت اندازه گیر کنترل کرد. در بستن قطعه کار از زیر سری استفاده می‌کنیم و مطمئن می‌شویم که بر روی سطح تکیه‌گاه ها قرار گرفته است.

ایجاد شیار T شکل پس از ایجاد شیار راست گوشه

ب- ایجاد شیار راست گوشه

در ابتدا با انتخاب یک تیغه فرز انگشتی مناسب که بتواند راه را برای حرکت تیغه فرز T شکل فراهم کند، شیار راست گوشه را با دقت لازم ایجاد می‌کنیم. این شیار می‌تواند تا عمق نزدیک به عمق نهایی ادامه پیدا کند.



کنترل شیار T شکل

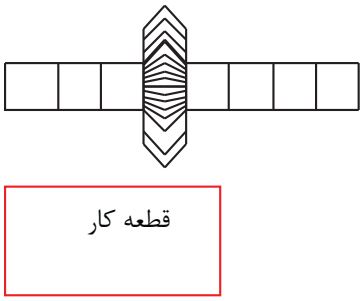
ج- ایجاد شیار T شکل

پس از ایجاد شیار راست گوشه، تیغه فرز انگشتیT شکل را به طور دقیق در وسط شیار قرار می‌دهیم. با باردهی میز می‌توان ارتفاع قسمت T شکل را عمیق‌تر کرد.

د- روش کنترل شیار T شکل

شیارهای T شکل را با کولیس، میکرومتر و یا بلوک سنجه‌های طول که دقت بالایی دارند اندازه گرفته و کنترل می‌کنیم.

۴-۸- اصول تراشیدن شیارهای V

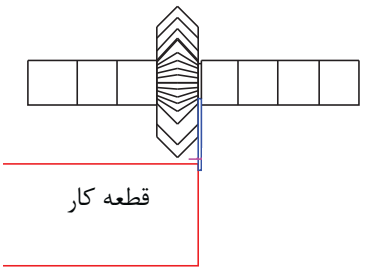


انتخاب تیغه فرز و بستن آن

شیارهای V شکل می توانند بر اساس شکل تیغه فرز بسیار متنوع باشند. زیرا با تغییر زاویه آن ها شیارهای مختلفی ایجاد خواهد شد. اما بیشتر این تیغه فرزها در دو نوع زاویه دار یکطرفه و زاویه دار دو طرفه با زوایای مختلف در بازار موجود می‌باشد. شیارهای V شکل را با هر دو ماشین فرز افقی و عمودی می‌توان ایجاد کرد.

۴-۸- ۱- اصول تراشیدن شیارهای V بر روی ماشین فرز افقی

الف- ایجاد شیارهای V شکل با تیغه فرز V شکل



قرار دادن تسمه فلزی و
مماس کردن آن با کار

مراحل بستن تیغه فرز V شکل و قطعه کار:

۱-انتخاب تیغه فرز مناسب را انتخاب می‌کنیم و آن را بر روی میله فرزگیر در محل مناسب می‌بندیم.

۲- گیره مناسب را انتخاب می‌کنیم و آن را بر روی میز با اطمینان از تمیزبودن سطوح و در نهایت ساعت کردن می‌بندیم.

۳-انتخاب زیر سری‌های مناسب و بستن قطعه کار خط کشی شده.

مراحل ایجاد شیار V شکل:

از آنجا که مماس کردن تیغه فرز V شکل کمی مشکل می‌باشد، می‌توانیم راه حل زیر را برای مماس کردن به کار بگیریم.

۱- مهره میله فرزگیر را باز می کنیم.

۲- یک قطعه ورق فلزی (تسمه) با سطح‌های موازی را بین بوش میله فرزگیر و تیغه فرز قرار می دهیم.

۳- مهره میله فرزگیر را محکم کنیم. به طوری که تسمه به طور مطمئن و محکم در کنار تیغه فرز قرار گرفته باشد.

۴- با حرکت میز به صورت عرضی تسمه را با دیواره قطعه مماس می‌کنیم.

۵- ورنیه میز عرضی را روی صفر تنظیم می‌کنیم.

۶- حال با دانستن پهنای تسمه و تغییر میز عرضی می‌توان ابزار را در مرکز شیار قرار داد.

مقدار حرکت = نصف پهنای تیغه فرز + ضخامت تسمه + نصف ضخامت قطعه

۷- در نهایت مهره میله فرزگیر را شـل کرده و تسـمه را خارج و مجدداً مهره را محکم می‌کنیم.(ضخامت تسمه را در مقدار جابجایی محاسبه کرده‌ایم)

۸- مقدار دور و پیشروی مناسب را انتخاب می‌کنیم.

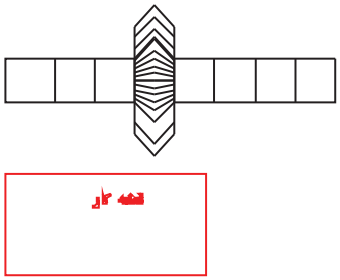
۹- دستگاه را روشن می کنیم.

۱۰- برای بار دهی باید میز را بالا آورده تا ابزار با کار مماس شود. (از یک کاغذ می‌توان برای مماس کردن ابزار و قطعه کار استفاده کرد).

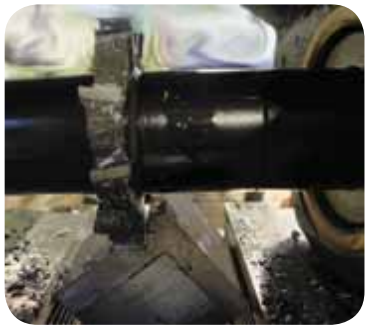
۱۱- سپس میز عرضی را قفل می‌کنیم تا جابه‌جایی عرضی نداشته باشد. حرکت‌ها با میز عمودی و با میز طولی انجام می‌شود.

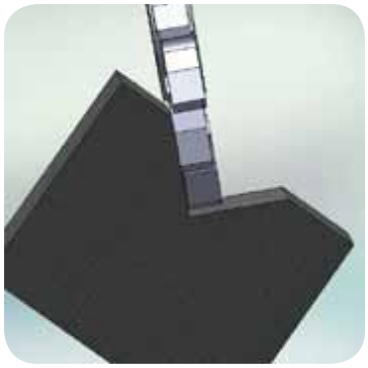
۱۲- از آب صابون در طول فرایند براده‌برداری استفاده می‌کنیم.

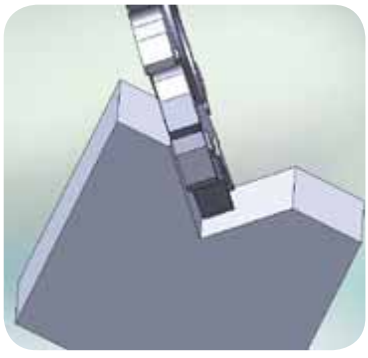
۱۳- تمام موارد ایمنی مربوط به عملیات فرزکاری (اشاره شده در واحدهای کار قبل) را باید رعایت کنیم.



تنظیم تیغه فرز







ایجاد شیارهای V شکل با تیغه فرز پولکی

ب- ایجاد شیارهای V شکل ۹۰ درجه با تیغه فرزهای پولکی

یکی ازروشهای ایجاد شیارV شکل استفاده از تیغه فرز پولکی است. برای انجام این کار لازم است قطعه کار را به طی مراحل زیر آماده کنیم:

۱- با خط کشـی سطح قطعه کار محل ایجاد شیار و شکل آن را مشخص کنیم. از آنجا که این روش به خطوط ترسیمی بر روی قطعه وابسته است باید از صحت خط‌کشی اطمینان حاصل کرد و اشتباهات احتمالی را رفع کنیم.

۲- گیره مناسبی را انتخاب می‌کنیم و بر روی ماشین می‌بندیم.

۳- اگـر از گیره فک موازی اسـتفاده می‌کنیم باید قطعـه را طوری ببندیم که خطوط شـیار موازی سطح گیره باشـد و اگر از گیره انیورسال استفاده می‌کنیم باید قطعه را به صورت افقی بسـته و به اندازه ای که خطوط سطح قطعه موازی میز شود باید به گیره زاویه داد.

۴-تیغه فرز پولکی مناسبی را انتخاب و بر روی میله فرزگیر می بندیم.

۶-اگر شیارV شکل ۹۰ درجه باشد می توان هم زمان دو سطح شیار را فرز کاری کرد. ۷-اگر شیارV شکل غیر از ۹۰ باشد باید برای هر سطح جدا گانه تنظیم قطعه

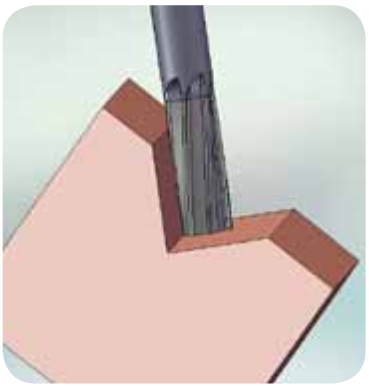
را انجام داد. در این حالت ممکن است دنباله ای از شیار V شکل در راس باقی بماند.

ایجاد شیارهای V شکل ۹۰ درجه
با تیغه فرز پولکی

۸-استفاده از مایع خنک کننده و رعایت نکات عمومی فرز کاری الزامی است.

۹-در تمام مراحل باردهی مراقب باشیم ابزار و میله فرزگیر بابقیه سطوح تماس پیدا نکنند.

۱۰-باید توجه داشته باشیم برای هرشیارVشکل انجام این روش میسر نیست چرا که ممکن است در شیارهای Vشکل بازاویه کوچک نتوانیم سطوح را فرزکاری کنیم.



بستن یک تیغه فرز انگشتی و
انحراف کله گی یا قطعه کار

۴-۸- ۲- اصول تراشیدن شیارهای V بر روی ماشین فرز عمودی

بر روی دستگاه فرز عمودی به دو روش می توان شیارهای V شکل را ایجاد کرد. یکی با استفاده از تیغه فرز فرم و میله فرزگیر یکطرفه و دیگری با استفاده از تیغه فرز انگشتی و انحراف دادن کله‌گی.

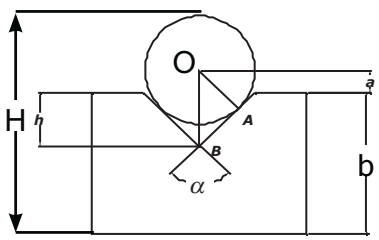
الف- اگر به جای تیغه فرز شیار تراش از یک تیغه فرز V شکل استفاده شود میتوان شیار V شکل را بر روی قطعه با بستن تیغه فرز در میله فرزگیر یک طرفه انجام دهیم.

باقیماندن قسمتی از راس شیار در
شیارهای v کمتر از ۹۰ درجه

ب- روش دیگر بستن یک تیغه فرز انگشتی و انحراف کله گی یا قطعه کار می باشد. باید توجه داشت که در این حالت باید انتهای شیار را به صورت شیار مستقیم در آورد تا از تماس پیشانی ابزار با سطح مقابل اجتناب کرد.

۴-۹- اصول کنترل شیارهای V شکل

اگر شیار V شکل ایجاد شده با تیغه فرز فرم انجام شده باشد، زاویه شیار مشخص بوده و تنها کافی است عمق شیار را کنترل کنیم برای این منظور پس از پلیسه‌گیری قطعه، یک میله اندازه گیری با شعاع مشخص R را درون شیار انداخته و ارتفاع کل H که بزرگتر از ارتفاع قطعه است را می‌خوانیم. از آن‌جا که ارتفاع کل قطعه کار h و زاویه شیار α مشخص است، می‌توان محاسبات را به شرح زیر انجام دهیم:



$$h+a=OB+R$$

$$h=OB+R-a$$

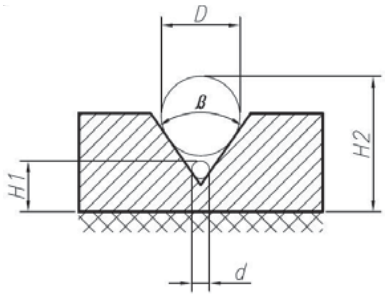
$$OB = \frac{R}{Sin\frac{\alpha}{2}}$$

$$a = H - b$$

$$h = \frac{R}{Sin\frac{\alpha}{2}} + R - (H - b)$$

$$h = R(1 + \frac{1}{Sin\frac{\alpha}{2}}) - H + b$$

و اگر کنترل زاویه را بخواهیم انجام دهیم با گذاشـــتن دو میله به طور متولی و ثبت مقادیر H_1 و H_2 محاسبه می‌کنیم.



$$Sin\frac{\beta}{2} = \frac{D-d}{2(H_2-H_1)-(D-d)}$$

۴-۱۰- اصول تراشیدن شیارهای دم چلچه‌ای داخلی و خارجی

همان‌طور که گفته شـــد شـــیار دم چلچله‌ای در هدایت حرکت خطی ســـطوح کاربرد دارد. این نوع شیار را در سطوح حرکتی سوپرت عرضی می‌توان دید.

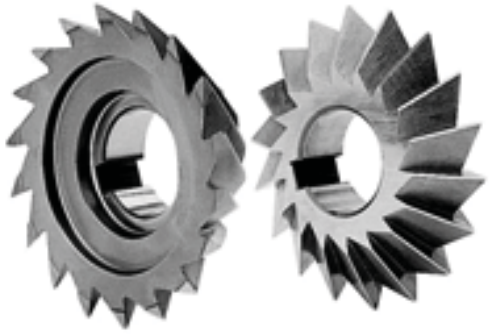
کاربرد شیار دم چلچله‌ای در هدایت حرکت خطی قطعاتی مثل سوپرت

نمونه قطعات ساخته شده با شکل دم چلچله‌ای

روش ایجاد این نوع شیار با استفاده از ماشین فرز افقی و عمودی می باشد.

الف- ایجاد شیار دم چلچله ای خارجی با ماشین فرز افقی

با بستن تیغه فرزهایی که دارای یک ضلع قائمه و یک ضلع شیبدار هستند، می توان شیار خارجی دم چلچله را ایجاد کرد. معمولاً زاویه این تیغه فرزها ۳۰و۴۵و۶۰ درجه است.



نمونه تیغه فرز دم چلچله ای قابل نصب بر روی میله فرزگیر دو طرفه

ب- ایجاد شیار دم چلچله‌ای داخلی و خارجی با ماشین فرز عمودی

با تیغه فرزهای انگشتی دم چلچله امکان تراش شیار راهنماهای داخلی و خارجی وجود دارد. در تراش سطح راهنماهای داخلی بهتر است، ابتدا شیار T شکل را ایجاد کرده و پس از آن، شیار را به شکل دم چلچله‌ای درآوریم.

نحوه ایجاد شیار دم چلچله در قطعه

۴-۱۱- اصول کنترل شیارهای دم چلچله‌ای

۱- برای کنترل زاویه شیارهای دم چلچه‌ای از چهار میله می توان استفاده کرد. ابتدا دو میله را گذاشته و اندازه L۲ را می‌خوانیم و بعد دو میله کوچکتر را گذاشته و طول L۱ را می‌خوانیم. قطر میله ها D,d مشخص هستند.