

دستگاه

۵- خلاص بودن (عدم درگیری) اهرم‌های حرکتی

۶- روشن کردن کلید مغناطیسی محور (در خصوص ماشین‌های ساخت

ماشین‌سازی تبریز)

۷- روشن کردن موتور

در هنگام بروز حادثه کلید توقف اضطراری تعبیه شده روی دستگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد.



۶-۱- نکات ایمنی در هنگام راه اندازی دستگاه

در هنگام راه اندازی و کار با ماشین فرز، باید به نکات زیر توجه نمود:

نکات عمومی:

۱- به منظور جمع آوری براده های فلزی و تمیز کردن دستگاه باید از برس مویی یا وسایل مشابه استفاده کرد.

۲- تجمع و انباشت براده نباید به اندازه ای باشد که مانع از دید و یا بروز خطرات احتمالی گردد.

۳- استفاده از هوای فشرده برای نظافت ماشین، لباس کار و قطعه کار ممنوع است.

۴- قبل از اندازه گیری و تعویض قطعه کار، دستگاه باید به نحو اطمینان بخشی متوقف گردد.

۵- برای جابجایی و انتقال ابزارهای قطعه گیر و قطعات بزرگ و سنگین باید از وسایل حمل و نقل مکانیکی متناسب با نوع کار کمک گرفت. (جرثقیل)

نکات ایمنی مخصوص ماشین فرز:

۱- در هنگام کار با قطعاتی که ایجاد بخارات و گاز می کنند استفاده از سیستم تهویه الزامی است.

۲- ترک ماشین فرز در حال کار، ممنوع می باشد.

۳- بدنه فلزی ماشین باید مجهز به سیستم اتصال زمین باشد.

۴- هنگام کار با از ماشین فرز، استفاده از شال گردن، دستکش، حلقه، ساعت مچی، لباسهای گشاد و شل ممنوع است.

۵- هنگام تعویض تیغه فرز از دستکش یا پارچه

استفاده کنید.

۶- هنگام براده برداری با ماشین فرز، حتما از عینک استفاده کنید.

۷- از قرار دادن ابزار در جیب خود پرهیز کنید.

۸- حداکثر فاصله دست شما با قطعه کار در هنگام براده برداری ۳۰ سانتیمتر است، مراقب دست خود باشید.

۹- پس از بستن میله فرزگیر با آچار مربوطه، هرگز آچار را روی محور دستگاه جای نگذارید.

نکات فنی در مورد دستگاه فرز:

۱- در هنگام تعویض ابزار، ماشین روی دور کند باشد.

۲- بر اساس کتابچه راهنما، قبل از شروع به کار با دستگاه، برای گرم شدن دستگاه و این که روغن موجود در گیربکس دستگاه روان تر شده و به همه قسمت ها پمپاژ شود، صبر کنید تا ماشین گرم شود.

این نکته در فصل سرما اهمیت بیشتری دارد.

۳- تغییر جهت چرخش محور ماشین به یکباره موجب آسیب رساندن به ماشین خواهد شد

۴- از سالم بودن کلید قطع اضطراری دستگاه، اطمینان حاصل کنید.

۵- قبل از شروع به کار، سطح راهنماها را روغن کاری کنید.

۶- مخزن آب صابون را هر ماه یک بار تمیز و شستشو کنید.

۷- پس از اتمام کار، برق دستگاه را به وسیله کلید اصلی قطع کنید.

۸- در پایان کار، دستگاه را از براده ها و روغن پاک می کنیم. (احتمال خوردگی راهنماها به دلیل وجود روغن و مواد دیگر وجود دارد بنابراین سطوح آغشته به روغن بایستی تمیز شوند).

عنوان نقشه کار

عملی (هر فعالیت ۲ نمره)

دستور کار:

- ۱- پوشیدن لباس کار
- ۲- گرفتن تجهیزات از انبار
- ۳- استفاده از تجهیزات ایمنی برای انجام کار
- ۴- میز دستگاه را در راستای (قائم) جابه جا کنید. ۸- سرعت پیشروی را در ۳ حالت مختلف تنظیم کنید.
- ۵- عده دوران دستگاه را بر روی ۴ حالت مختلف تنظیم کنید.
- ۶- تیغه فرز تیغچه دار را از بین ابزارها انتخاب کنید.
- ۷- کلیدهای قطع اضطراری را بر روی دستگاه نشان دهید.

وسایل مورد نیاز:

- ۱- انواع تیغه فرز
- ۲- ماشین فرز



ماشین فرز

شماره کار عملی	شماره واحد کار	جنس ماده ی اولیه	اندازه ماده اولیه	مشخصات قطعه	تعداد	شماره
۱	۱	-----	-----	-----	-----	-----
زمان: (سه ساعت و ۴۵ دقیقه)	هدف آموزشی:					
درجه تolerانس:---	آشنایی با نحوه کار دستگاه و شناسایی تیغه فرزهای مختلف در فرزکاری					
	مقیاس: ۱:۱				استاندارد: ISO	

ارزشیابی پایانی

سوالات نظری (۱۵ دقیقه)

سوالات صحیح و غلط:

- ۱- در ماشین فرز حرکت چرخشی به عهده ابزار است.
- ۲- روبنده ها وظیفه بستن مطمئن قطعه کار به گیره را بر عهده دارند.

سوالات کوتاه پاسخ یا جای خالی:

- ۳- برای تامین حرکت های دورانی ابزار از چه مجموعه ای استفاده شده است؟
- ۴- برای تولید انواع چرخ دنده ها بر روی ماشین فرز از چه دستگاهی استفاده می کنیم؟

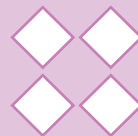
سوالات چند گزینه ای:

- ۵- کدام قسمت از ماشین فرز حرکت باردهی را به عهده دارد؟
 - الف- میز اصلی
 - ب- محور اصلی
 - ج- میز گونیایی
 - د- ابزار گیر
- ۶- تفاوت ماشین فرز عمودی و افقی در کدام مورد زیر می باشد؟
 - الف- جهت محور اصلی ماشین
 - ب- نوع قرارگیری ستون اصلی
 - ج- نوع حرکت میز ماشین
 - د- چرخش محور اصلی حول خود
- ۷- کدام نوع از تیغه فرزها معمولاً با فشنگی بسته می شوند؟
 - الف- انگشتی
 - ب- پولکی
 - ج- مدولی
 - د- غلطکی

سوالات تشریحی:

- ۸- سرعت برش را تعریف کنید.
- ۹- کاربرد میزگردان را شرح دهید.
- ۱۰- سه مورد از اصول ایمنی در فرزکاری را نام ببرید؟

واحد کار ۲



هدف کلی: توانایی و اصول بستن تیغه فرز و قطعه کار

اهداف رفتاری:

- پس از آموزش این واحد کار از فراگیر انتظار می‌رود:
- ۱- انواع گیره‌ها را بر روی میز ماشین بسته و تنظیم کند.
 - ۲- کاربرد انواع روبنده‌ها را توضیح دهد.
 - ۳- قطعه کار را توسط روبنده بر روی دستگاه ببندد.
 - ۴- انواع مختلف تیغه فرز سوراخ‌دار را با میله فرز‌گیر بر روی دستگاه ببندد.
 - ۵- انواع مختلف تیغه فرز دنباله‌دار را با کُلت بر روی دستگاه ببندد.

زمان آموزش		اصول و قواعد بستن تیغه فرز و قطعه کار زمان آموزش
عملی	نظری	
۱۴ ساعت	۳ ساعت و ۳۰ دقیقه	
۲ ساعت	۳۰ دقیقه	ارزشیابی ورودی و پایانی توسط هنرآموز و ثبت در برگه ارزشیابی
۲۰ ساعت		جمع

پیش آزمون: (۱۵ دقیقه)

- ۱- برای براده برداری از قطعات در فرزکاری باید قطعه را مهار کنیم. به نظر شما با چه ابزارها یا وسایلی می‌توان این کار را انجام داد؟
- ۲- برای بستن قطعات کوچک روی میز ماشین فرز از چه ابزاری استفاده می‌کنند؟
- ۳- برای بستن قطعات زاویه‌دار روی میز ماشین از چه وسیله‌ای استفاده می‌کنند؟
- ۴- اگر قطعه کار یک ورق بزرگ باشد، چگونه آن را مهار می‌کنیم؟
- ۵- آیا باید جنس قطعات نگهدارنده نسبت به قطعه کار متفاوت باشد؟
- ۶- شکل زیر دو نوع از ابزارهای فرزکاری را نشان می‌دهد. هر یک را چگونه بر روی دستگاه می‌بندند؟



۲-۱- آشنایی با وسایل بستن قطعه کار



گیره موازی ثابت



گیره هیدرولیکی



گیره موازی گردان



گیره نیوماتیکی (هوای فشرده)



گیره سینیوسی (انیورسال)

همان‌طور که در واحد کار قبل اشاره شد، در ماشین‌های فرز قطعه کار باید به طور ثابت و مطمئن بر روی میز ماشین قرار گیرد و حرکات‌های خطی خود را به همراه میز انجام دهد. برای این منظور بایستی از وسایل و تجهیزاتی استفاده کرد که مهم‌ترین آن‌ها گیره‌ها می‌باشند. انواع گیره‌های متداول عبارتند از:

۱- گیره موازی ثابت

۲- گیره هیدرولیکی

۳- گیره موازی گردان

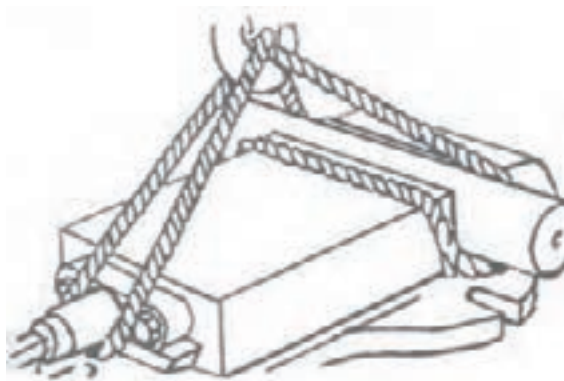
۴- گیره نیوماتیکی (هوای فشرده)

۵- گیره سینیوسی (انیورسال)

انتخاب گیره مناسب، بستگی به شکل و سایز قطعه کار دارد. همچنین در مواردی انتخاب گیره مناسب، مثل سری تراشی به جهت صرفه جویی در وقت اهمیت دارد. (مانند استفاده از گیره‌های هیدرولیکی و پنوماتیکی که سریع‌تر باز یا بسته می‌شوند).

برای بستن گیره‌ها بر روی میز ماشین نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

۱- در صورت سنگین بودن گیره، حتماً از وسایل حمل مانند جرثقیل استفاده کنیم.



جابجایی با گیره جرثقیل

۲- هنگام بستن گیره روی میز از پیچ و مهره مناسب استفاده کنیم.



در شکل بالا طول پیچ کوتاه است و حداقل باید دو رزوه ی پیچ بعد از مهره دیده شود

۳- هنگام جابجایی گیره روی میز مراقب دست‌های خود باشیم.

۴- قبل از قرار دادن گیره روی میز، براده‌های روی سطح میز را تمیز کنیم.

۵- در صورت عدم وجود جرثقیل برای حمل گیره، حداقل از دو نفر برای حمل با رعایت کامل نکات ایمنی کمک بگیریم.



جابجایی صحیح گیره

۲-۲- اصول بستن و گونیا کردن گیره بر روی میز ماشین فرز

برای گونیا کردن گیره روی میز ماشین فرز به سه روش می‌توان عمل کرد:

۱- تنظیم گیره با استفاده از ساعت اندازه‌گیری

قبل از هر چیز در مورد گیره‌های قابل انحراف از هم‌راستا بودن صفر صفحه مدرج گیره با شاخص آن مطمئن شویم. یک ساعت اندازه‌گیری با پایه مغناطیسی را به بدنه عمودی ماشین فرز چسبانیده و نوک ساعت اندازه‌گیری را به فک ثابت گیره مماس می‌کنیم. میز طولی را در طول فک گیره جابجا می‌کنیم تا اختلاف اندازه، مشخص شود و با ضربه چکش لاستیکی گیره را به اندازه نیمی از مقدار انحراف ساعت، جابجا می‌کنیم. دوباره ساعت را در طول فک ثابت حرکت می‌دهیم تا مطمئن شویم گیره گونیا شده است. سپس پیچ‌های گیره را محکم می‌کنیم.



کنترل گونیا بودن فک‌های گیره نسبت به میز دستگاه

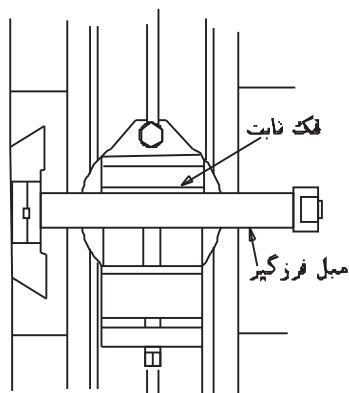
۲- تنظیم فک‌های گیره با استفاده از گونیا

پیچ‌های گیره را تا حدی محکم می‌کنیم سپس با باز کردن فک‌های گیره از هم و قرار دادن یک گونیا بر روی ستون ماشین به طور متعامد فک‌های گیره را با لبه گونیا هم راستا می‌کنیم. سپس پیچ‌های گیره را محکم می‌کنیم.



تنظیم فک‌های گیره با استفاده از گونیا

۳- در ماشین فرز افقی اگر گونیا و ساعت اندازه‌گیری در اختیار نبود می‌توان محور افقی دستگاه را بین دو فک گیره قرار داده و به آرامی فک‌های گیره را به آن نزدیک کرد و با جابجایی آرام گیره آن را تنظیم کنیم. این روش خیلی دقیق نیست.



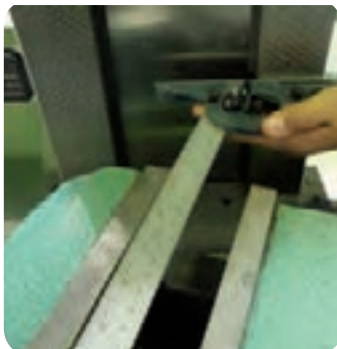
تنظیم فک‌های گیره با استفاده از میله فرز‌گیر ماشین

به دلیل آنکه فک‌های گیره پس از مدتی دقت و توازی خود را از دست می‌دهند بهتر است برای گونیا کردن لبه‌های گیره از بستن یک بلوک گونیایی استفاده کرده و عمل گونیایی توسط آن صورت گیرد.



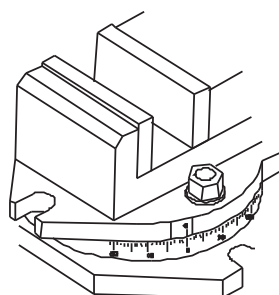
استفاده از بلوک‌های گونیایی برای کنترل فک‌های گیره

در صورتی که بخواهیم یک گیره ساده را به صورت زاویه دار بر روی میز ببندیم می‌توان از نقاله مدرج یا زاویه سنج انیورسال استفاده کرد. به طوری که لبه نقاله را بر روی ستون دستگاه قرار داده و خط کش نقاله را بر روی لبه گیره قرار می‌دهیم تا زاویه مورد نظر به گیره داده شود.



استفاده از زاویه سنج انیورسال در تنظیم گیره ساده

در هنگام گونیا کردن گیره‌های انیورسال شاخص درجه بایستی بر روی صفر تنظیم شده باشد.



صفر کردن گیره قبل از کنترل

۳-۲- نکات و اصول بستن قطعه کار در گیره

هنگام بستن قطعه کار بین فک‌های گیره اصول و قواعدی را بایستی رعایت کنیم تا قطعه از محل خود خارج نشده و دچار مشکل نشود. این اصول به ترتیب زیر می‌باشد:



استفاده از بلوک یا شمش
برای پر کردن زیر کار

۱- در صورت امکان در زیر قطعه کار از بلوک‌های سنگ زده شده با عرض کمتر از عرض قطعه کار استفاده کنیم.



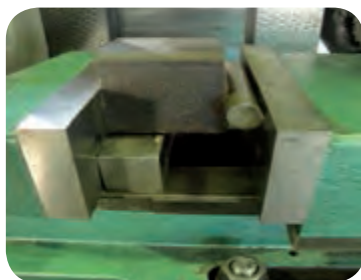
وسط بستن قطعه در گیره

۲- قطعه را باید به گونه‌ای ببندیم که نسبت به لبه‌های گیره در وسط آن قرار گیرد. در قطعات با طول بلند سعی کنیم بیشتر طول آن در گیره قرار گیرد و همیشه عملیات فرزکاری را بر روی طول قرار گرفته در گیره انجام دهیم. انجام کار بر روی سطح خارج از گیره صحیح نمی‌باشد.



اطمینان از چسبیدن قطعه به سطح
لوک زیرین

۳- برای اطمینان از تکیه داشتن قطعه بر روی سطح بلوک سنگ زده شده یا کف گیره، هنگام محکم کردن فک‌ها با چکش لاستیکی به سطح قطعه کار باید ضربه بزنیم. قبل از آن باید از تمیز بودن سطح قطعه، فک‌ها و زیر کاری‌ها مطمئن شویم.



قرار دادن میله گرد بین قطعه کار و فک
متحرک گیره

۴- به دلیل ناهموار بودن سطح جانبی قطعه کار و احتمال کج ایستادن قطعه بین فک‌های گیره، یک قطعه استوانه‌ای بین فک متحرک گیره و قطعه قرار می‌دهیم. بهتر است در قطعاتی که یک سطح آن قبلاً فرزکاری شده، ابتدا پلیسه‌های آن را گرفته و سپس در گیره ببندیم.



کنترل افقی بودن سطح مورد نظر برای
ماشین کاری

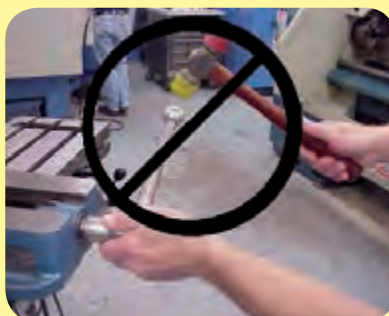
۵- افقی بودن سطح مورد نظر را هنگام بستن قطعه کنترل کنیم.

۶- در صورت بستن قطعه به طور عمودی بر روی گیره (طول قطعه در جهت عمود بر میز باشد). سعی کنیم کف قطعه کار بر روی گیره باشد تا طول بیشتری از قطعه در گیره قرار گیرد.



نا مناسب بستن قطعه در گیره

از ضربه زدن به اهرم گیره برای محکم کردن گیره خودداری کنید.

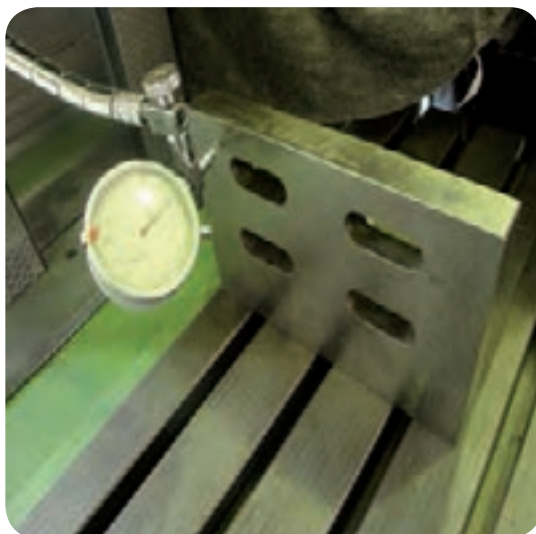


۴-۲- صفحات گونیایی^۱ و استفاده از آن‌ها در بستن قطعه کار

صفحات گونیایی عموماً از جنس چدن و با زاویه ۹۰ درجه ساخته می‌شوند و از آن‌ها برای نگهداری و بستن قطعات بزرگ بر روی میز استفاده می‌گردد. صفحات گونیایی دارای شیارهایی به منظور بستن روبنده و یا بستن صفحه بر روی میز می‌باشند. قبل از استفاده‌ی این صفحات بایستی آن‌ها را توسط گونیا و یا ساعت اندازه‌گیری نسبت به ستون ماشین هم راستا و عمود برهم کنیم.



تصویر چند صفحه گونیایی



نحوه کنترل توازی صفحه گونیایی با ساعت اندازه گیر



کاربرد صفحه گونیایی

همیشه به یاد داشته باشید:

در آغاز کار

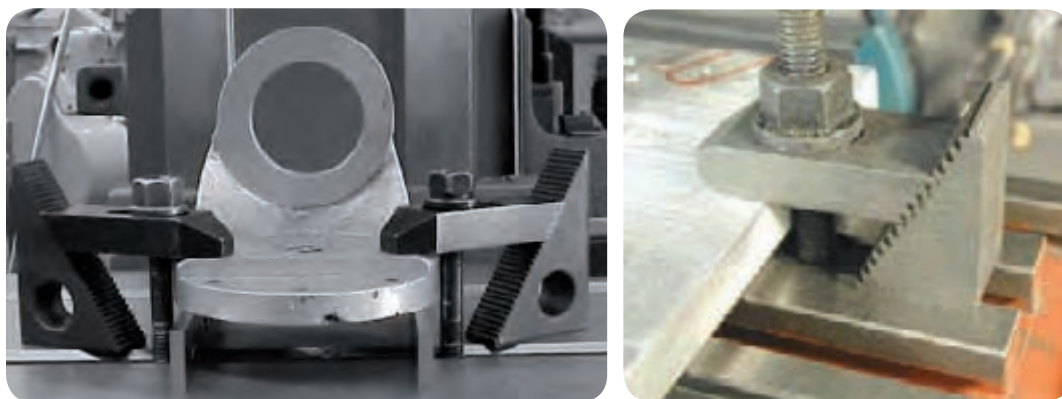
- ۱- پوشیدن لباس کار و کفش ایمنی
 - ۲- آماده سازی وسایل
 - ۳- رعایت نکات ایمنی و حفاظتی در طول مدت کار
- از ضروریات یک فرز کار خوب است

و همچنین در پایان

- ۱- تمیز کردن دستگاه و ابزارها
- ۲- تحویل وسایل به انبار
- ۳- تمیز کردن محیط کار از الزامات می باشد.

۵-۲- روبنده و نحوه‌ی استفاده از آن‌ها برای بستن قطعه

هنگامی که امکان بستن قطعه کار توسط گیره وجود ندارد (معمولاً قطعات بزرگ) با استفاده از روبنده می‌توان آن را بر روی میز ماشین مهار کرد. روبنده‌ها با توجه به کاربردشان دارای شکل‌های متفاوتی هستند. ولی همگی وظیفه یکسانی دارند و آن محکم نگهداشتن قطعه کار است.



استفاده از روبنده در مهار کردن قطعه

روبنده‌ها با کمک تجهیزات دیگری عهده‌دار مهار قطعه کار بر روی ماشین فرز می‌باشند. این تجهیزات عبارتند از پیچ و مهره، زیر سری‌ها (تکیه گاه) و صفحات زاویه‌دار.



چند نمونه روبنده و سایر متعلقات آن

۲-۴-۱- انواع روبنده و کاربرد آن‌ها:

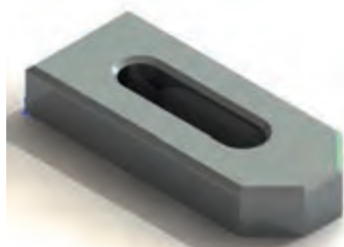
الف- روبنده تخت (ساده):

از این روبنده هنگامی استفاده می‌شود که قطعه از نظر شکل محدودیت خاصی

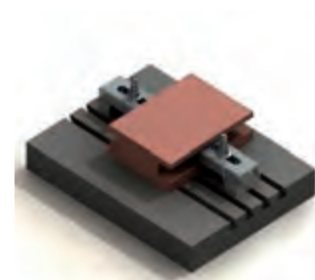
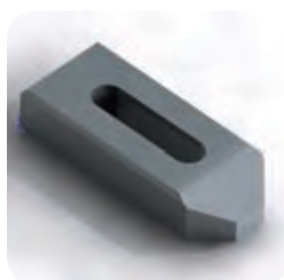
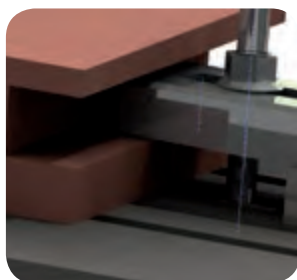
نداشته باشد. به عبارتی برای اتصال قطعات با اشکال عمومی از این روبنده استفاده می‌کنیم.

ب- روبنده پخ دار:

برای بستن قطعاتی که دارای لبه های شیاردار هستند، این نوع روبنده مناسبترین شرایط را دارد. قسمت پخ دار روبنده در محل شیاردار قطعه قرار گرفته و قطعه را به میز ماشین محکم می‌کند.



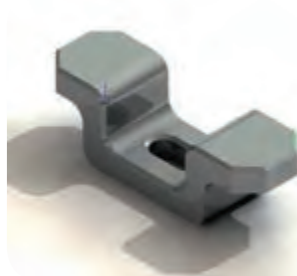
روبنده ساده



روبنده پخ دار و کاربرد آن

ج- روبنده دو سر جا خورده :

در مواقعی که نیاز باشد، لبه‌های دو قطعه با یک روبنده مهر گردد و یا قطعه از طریق شیارداخلی گرفته شود. از این نوع روبنده استفاده می‌شود. در این نوع روبنده سطح قرارگیری پیچ، پایین‌تر از سطح روبنده قرار می‌گیرد.



روبنده دو سر جا خورده و کاربرد آن



روبنده شتر گلوبی و کاربرد آن

د- روبنده پله‌ای (شتر گلوبی):

این نوع روبنده به دلیل داشتن لبه پله‌ای، احتمال سر خوردن قطعه را به حداقل می‌رساند و در مواقعی که پیچ و مهره نباید از سطح روبنده بالاتر باشد به کار گرفته می‌شود.

در مورد پیچ‌های مورد استفاده در روبنده باید توجه کنیم که شکل سر پیچ متناسب با شیار T شکل میز ماشین فرز باشد. از نظر ابعادی سر پیچ را کمی کوچکتر از ابعاد شیار T شکل در نظر می‌گیریم.

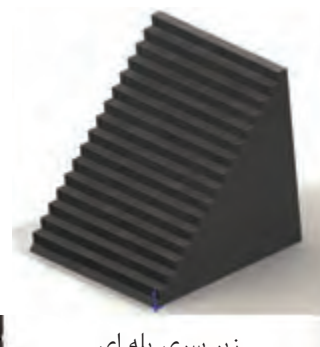


پیچ مورد استفاده در روبنده‌ها



جهت اعمال نیروی بیشتر در محکم کردن قطعات سنگین از مهره با ارتفاع بلندتر استفاده می‌کنیم.

برای اتکای سر دیگر روبنده از زیر سری استفاده می‌شود. زیر سری‌ها قطعات فلزی هستند که شکل‌های مختلفی دارند و در بعضی از آن‌ها امکان تغییر ارتفاع و تنظیم وجود دارد. انواع زیر سری در شکل زیر آورده شده است.

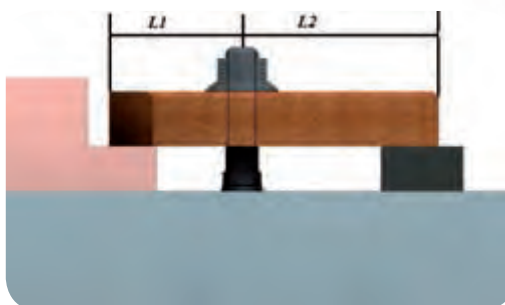
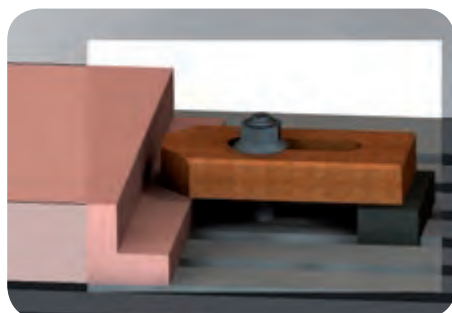


زیر سری پله ای

نکته قابل توجه در مورد محل قرارگیری موقعیت پیچ در روبنده:

فاصله محل قرارگیری پیچ تا قطعه (L1) و فاصله پیچ تا زیر سری (L2) دارای نسبت ۱ به ۲ می‌باشد. به عبارتی نزدیک بودن پیچ به قطعه موجب افزایش قدرت مهار قطعه کار می‌شود.

$$L1 = \frac{1}{2} \times L2$$



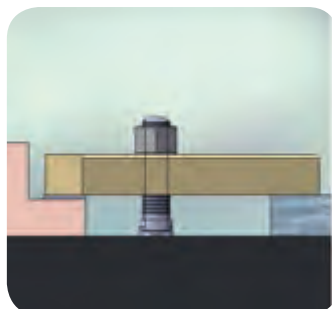
نحوه قرار گیری پیچ در روبنده که تا حد امکان باید به قطعه پایه نزدیک باشد

۲-۵-۱- اصولی که هنگام بستن قطعه کار با روبنده باید رعایت شود:

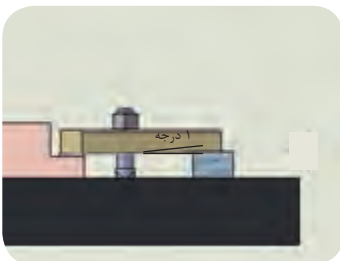
الف- در هنگام استفاده از روبنده ی تخت، مابین لبه روبنده و قطعه کار از یک تسمه فلزی به جهت توزیع نیروی فشاری بر سطح بیشتری از قطعه استفاده می کنیم.

ب- همیشه روبنده باید شیئی به سمت قطعه کار داشته باشد. این کار به بستن مطمئن تر قطعه کمک می کند.

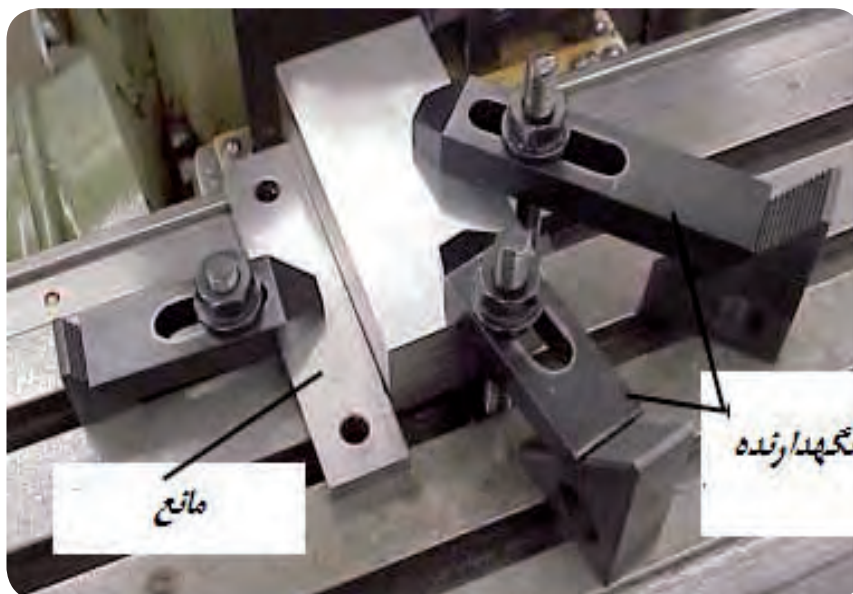
ج- گاهی اوقات روبنده را در مهار قطعه کار به کار نمی برند، بلکه روبنده در مکانی مستقر می شود که مانع حرکت ناگهانی قطعه کار گردد.



استفاده از یک تسمه برای توزیع نیرو



شیب روبند به سمت قطعه کار



نحوه استفاده از روبندها به عنوان مهارکننده قطعه و به عنوان مانع حرکت ناگهانی

به کارگیری روبنده در موقعیت های مختلف قطعه، نیاز به تجربه دارد ولی به طور کلی می توان گفت که روبنده را باید در نقاطی کار گذاشت که مخالف حرکت ابزار قرار گیرد، به عبارتی همگرا با حرکت برش نباشد. همچنین در مقابل حرکت های ناگهانی ماشین ایستادگی داشته باشد.

اصول ایمنی هنگام بستن قطعه با روبنده

۱- در هنگام استفاده از روبنده، پیچ و مهره متناسب با شیار میز دستگاه تهیه گردد.

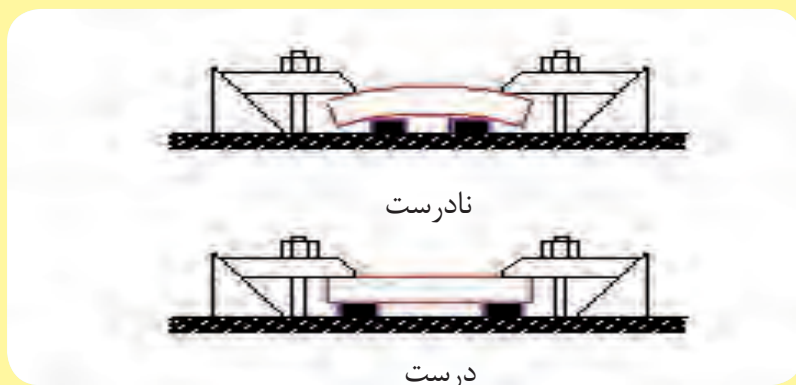
۲- شل بودن قطعه احتمال بروز خطر را دارد.

۳- از آچار مناسب برای محکم کردن مهره استفاده شود.

۴- روبنده را در مکان‌هایی از قطعه قرار دهید که حین کار با ابزار برشی برخورد نداشته باشند.

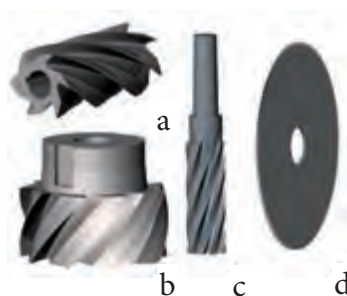
۵- در عملیات فرزکاری طولانی هر از چند گاهی مهره‌ها را آچار کشی می‌کنیم و از سفت بودن آن‌ها اطمینان حاصل می‌کنیم.

۶- هنگام استفاده از زیر کاری باید آن‌ها را در لبه قطعه قرار داد تا پس از بستن قطعه با روبنده موجب خم شدن قطعه نگردد.



۶-۲- معرفی تیغه فرزها

همان‌طور که قبلاً گفته شد، برای براده‌برداری از قطعه کار در فرزکاری از ابزاری به نام تیغه فرز استفاده می‌شود. تیغه فرزها دارای چند لبه برنده هستند و شکل‌های خاصی دارند. لبه‌های برنده بر روی محیط تیغه و یا بر روی پیشانی آن‌ها ایجاد شده است. بنابراین ممکن است بعضی از آن‌ها فقط بتوانند با یکی از دو سطح پیرامون یا پیشانی خود براده‌برداری کنند، البته ابزارهایی نیز وجود دارند که هم با پیشانی و هم با پیرامون خود براده‌برداری می‌کنند.



معرفی چند نمونه از تیغه فرزها

a: تیغه فرز غلطکی با لبه های برنده در پیرامون

b: تیغه فرز کف تراش با لبه های برنده در پیشانی

c: تیغه فرز انگشتی با لبه برنده در دو سطح

d: تیغه فرز اره ای با لبه های برنده در پیرامون

در عملیات فرزکاری هر یک از لبه های تیغه فرز در حین گردش دورانی خود، مدت کوتاهی با قطعه کار درگیر بوده و براده برداری می کنند. در نوبت بعد بدون براده برداری و به صورت آزاد گردش کرده تا خنک می شوند. از این رو تیغه فرزها مانند رنده تراشکاری که یک ابزار تک لبه است در اثر برش تحت فشار دائم قرار نمی گیرند بنابراین براده برداری با آنها سریع تر انجام می گیرد.

تیغه فرزها دارای انواع مختلفی هستند که از لحاظ شکل، اندازه، تعداد دندانه، نوع بکارگیری، نوع تولید، طرز بستن و جنس با یکدیگر فرق دارند و ممکن است بر اساس همین اختلافات تقسیم بندی شوند.

۱-۶-۲- تقسیم بندی بر حسب شکل و سطح برنده تیغه ها:

از نظر شکل و سطح، تیغه فرزها انواع مختلفی دارند که از جمله تیغه فرزهای غلطکی، غلطکی پیشانی تراش، زاویه دار، پولکی، فرمی، چرخ دنده تراش (مدولی)، اره ای و تیغه دار را می توان نام برد که در ادامه به مهم ترین آنها می پردازیم:

۱- تیغه فرزهای غلطکی:

این تیغه فرزها فقط لبه برنده محیطی دارند و آنها را برای روتراشی و پرداخت سطوح هموار در ماشین های فرز افقی به کار می برند.

از این تیغه فرزها در فرزکاری سطوح تخت استفاده می کنند.

دندانه ها ممکن است به صورت مستقیم (موازی محور چرخش) و یا روی یک زاویه مارپیچ باشد. امروزه بیشتر تیغه فرزهای غلطکی را با دنده های مارپیچ می سازند. در واقع زاویه مارپیچ لبه برنده این فرزها با تماس تدریجی در قطعه کار نفوذ می کنند و در نتیجه تیغه فرز آرامتر کار می کند و سطح تراشیده شده به وسیله آن هموارتر و صاف تر می شود. به علاوه هدایت براده در این تیغه فرزها، بهتر انجام می گیرد. زیرا خود دنده تیغه فرز نیز در کنار زدن براده کمک می کند. زاویه تمایل دنده های مارپیچی را برای تیغه فرزهای دنده ریز در حدود ۲۰ تا ۵۲ و برای تیغه فرزهای دنده درشت در حدود ۵۰ تا ۵۵ درجه انتخاب می کنند. تیغه فرز غلطکی بر روی میله فرزگیر دو طرفه و در دستگاه فرز افقی نصب می شود. با بستن در تیغه فرز غلطکی شیار مارپیچ چپ و راست می توان نیروی محوری را خنثی کرد



تیغه فرز غلطکی



تیغه فرز غلطکی با دنده های مارپیچ

۲- تیغه فرزهای غلطکی پیشانی تراش:

این تیغه فرزها علاوه بر لبه های برنده محیطی، دارای لبه های برنده پیشانی نیز می باشند و از آن ها برای فرزکاری سطوح هموار و پله ها استفاده می کنند. تیغه فرزهای پیشانی تراش را در انواع معمولی و خشن تراش می سازند. لازم به ذکر است که فرزکاری سطوح مستوی با تیغه فرز پیشانی تراش سطح صاف تری را نسبت به فرزکاری با تیغه فرزهای غلطکی به ما می دهد، زیرا تیغه فرزهای پیشانی تراش لنگی محیطی را به سطح تراش منتقل نمی کنند. همچنین قدرت براده برداری در این روش حدود ۲۰ درصد بیشتر است. این تیغه فرز عمدتاً در ماشین فرزهای عمودی به کار گرفته می شود.



تیغه فرز غلطکی پیشانی تراش

۳- تیغه فرزهای تیغچه دار:

این تیغه فرزها دارای تیغچه قابل تعویض می باشند که در صورت صدمه دیدن یکی از دندانه ها (تیغچه ها) می توان به سهولت آن را تعویض نمود. معمولاً برای تراش سطوح تخت مورد استفاده قرار می گیرند. در این نوع تیغه فرزها هنگام تعویض تیغچه ها تنظیم مجدد آن ها به منظور مشارکت داشتن یکسان در فرایند فرز کاری حائز اهمیت می باشد.



نمونه تیغه فرزهای تیغچه دار

۴- تیغه فرزهای انگشتی:

ساختمان این تیغه فرز مانند مته و یا برزو بوده و دارای دنباله ای استوانه ای و یا مخروطی می باشد.

این تیغه فرزها در اصل نوعی تیغه فرز پیشانی تراش با قطر کوچکتر می باشند. از این تیغه فرزها برای تراشیدن شیارهای باریک به اشکال مختلف استفاده می شود. دنباله این تیغه فرزها را به شکل استوانه و یا مخروطی ساخته و نوع استوانه ای آن ها را به کمک فشنگی و نوع مخروطی را با کلاhek بر روی محور اصلی ماشین سوار می کنند. شیارهای تیغه فرزهای انگشتی را به صورت مستقیم و مارپیچ تولید می کنند. به دلیل تنوع در نوع کار، تیغه فرزهای انگشتی را در شکل های مختلفی می سازند و از آن ها برای ایجاد پله، شیار، جای خار و هم



نمونه تیغه فرزهای تیغچه دار

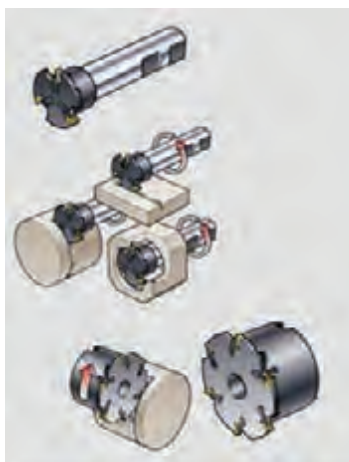
چنین فرزکاری سطوح مستوی باریک استفاده می‌کنند. تیغه فرزهای انگشتی دیگری نیز وجود دارد که معمولاً دارای دو یا سه لبه برنده بوده و از آنها برای فرزکاری شکاف‌ها و شیارهای عمیق و جای خارها استفاده می‌گردد. تیغه فرزهای انگشتی دیگری نیز برای تراشیدن شیارهای T شکل یافت می‌شوند که دارای لبه‌های برنده محیطی و پیشانی می‌باشند.



نمونه هایی از تیغه فرز انگشتی

۵- تیغه فرز پولکی:

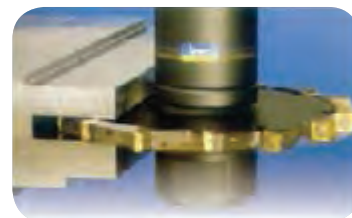
این تیغه فرزها معمولاً برای بریدن، در آوردن شکاف‌ها، لبه‌ها، شیارهای باریک مورد استفاده قرار می‌گیرند. در تیغه فرزهای پولکی لبه برنده در دو طرف، جلو و طرفین قرار گرفته است. به عبارتی سطح جانبی فرز عمل اصلی فرزکاری را انجام می‌دهد و پیشانی‌های آن جدار شیار را صاف و پرداخت می‌نماید. تیغه فرزهای پولکی دارای انواع زیادی می‌باشند که در زیر به شرح چند نمونه می‌پردازیم.



نمونه هایی از تیغه فرز پولکی

الف: تیغه فرزهای اره‌ای: این تیغه فرزها دارای لبه برنده محیطی بوده و از آنها برای بریدن و در آوردن شیارهای باریک مانند شیار سرپیچ‌ها استفاده می‌گردد. به وسیله این تیغه فرزها می‌توان شکاف‌هایی به عرض $\frac{3}{4}$ تا ۴ میلیمتر در فلزات را ایجاد نمود. عموماً این نوع تیغه فرزها جای خار ندارند.

ب: تیغه فرز شکاف تراش (شیار تراش): این تیغه فرزها علاوه بر لبه برنده محیطی دارای لبه برنده پیشانی نیز می‌باشند. از آن‌ها برای فرزکاری شکاف و شیارهای عمیق و جای خار استفاده می‌گردد.



تیغه فرز اره‌ای

فرزهای غلطکی و پولکی بزرگ را اغلب دو پارچه می‌سازند یعنی بدنه فرز را از فولاد معمولی و تیغه‌های آن را از فولادهای ابزار یا تندبر ساخته، به یکدیگر متصل می‌کنند.



تیغه فرز شکاف تراش

۶- تیغه فرزهای فرم تراشی:

این تیغه فرزها دارای لبه برنده فرم داری بوده و زاویه براده در آن صفر می‌باشد. تیغه فرزهای فرم را نیز در دو نوع انگشتی و غلطکی می‌سازند، تیغه فرزهای دنده تراش (مدولی) نیز جز این دسته محسوب می‌شوند.



چند نمونه تیغه فرزهای فرم تراشی

۷- هد بورینگ یا مته لنگ

در مواردی که بخواهیم قطر سوراخ داخل یک قطعه را بزرگ‌تر کنیم و اندازه آن بزرگ‌تر از مته‌های موجود است، از این ابزار تک لبه که به صورت خارج از مرکز می‌چرخد استفاده می‌کنیم. از دیگر کاربردهای این ابزار در گره تراشی می‌باشد.



نمونه ای از هد بورینگ یا مته لنگ

۸- تیغه فرزهای زاویه تراش:



لبه‌های برنده این تیغه فرزها نسبت به محور تیغه فرز دارای زاویه بوده و از آن‌ها برای ایجاد سطوح و شیارهای زاویه دار استفاده می‌گردد. در دو نوع انگشتی و غلطکی موجود می‌باشند. برای تراشیدن شیارهای دم چلچله‌ای با تیغه فرزهای زاویه تراش لازم است که ابتدا شیار توسط تیغه فرز انگشتی ایجاد کرده و سپس به وسیله تیغه فرز زاویه تراش شکل آن‌ها را تکمیل نمود.

۹- تیغه فرزهای مرکب:



نمونه تیغه فرزهای زاویه تراشی

فرزکاری شکل‌های مرکب را می‌توان به کمک کوپله کردن (کنار هم چیدن) تیغه فرزهای مختلف روی یک محور (دُرَن) انجام داد. مسلماً زمان و هزینه ساخت کاهش خواهد یافت و از به کار بردن تیغه فرزهای فرم گران قیمت نیز می‌توان صرف نظر کرد.



کوپله کردن چند تیغه فرز و انجام چند مرحله کار با هم

تعداد دندانه و زاویه برنده در تیغه فرزها به جنس قطعه کار و قطر تیغه فرز بستگی دارد. به طور کلی تیغه فرزها را در سه تیپ W, N, H تولید می‌کنند که تفاوت آن‌ها در تعداد دندانه، زاویه مارپیچ و جنس قطعه کار می‌باشد.

۲-۶- جنس تیغه فرزها:

تیغه فرزها از مواد مختلفی ساخته می‌شوند که به شرح چند نمونه از آن‌ها می‌پردازیم:

۱- فولاد ابزار سازی:

تیغه‌هایی که از فولاد ابزارسازی ساخته می‌شوند، دارای قدرت براده‌برداری کم هستند. بدین سبب در مصارف محدود از آن‌ها استفاده می‌شود. این فولادها مقدار ۱ تا ۱/۲ درصد کربن دارند و تا دمای ۳۰۰ درجه سانتیگراد را می‌توانند تحمل کنند. با توجه به تکنولوژی امروزه استفاده از این تیغه فرزها مقرون به صرفه نیست.

۲- فولاد ابزار آلیاژی تند بر:

متداول‌ترین نوع تیغه فرزها از فولاد تندبر ساخته می‌شوند. در جنس این تیغه فرزها علاوه بر آهن و کربن عناصری نظیر وانادیم، مولیبدن، تنگستن و کروم به میزان زیاد آلیاژ شده، از این رو قدرت تحمل و برش زیادی دارند و تا ۶۰۰ درجه سانتیگراد ویژگی‌های خود را حفظ می‌کنند و آن را با علامت SS نشان

می‌دهند. نوع دیگری از فولاد آلیاژی که آلیاژ فولاد و کربن و ولفرام و کبالت است به نام فولاد HSS بوده و تا حدود ۹۰۰ درجه سانتیگراد دما را تحمل می‌کنند.

۳- کاربرد سمانته شده:

این تیغه فرزها از موادی ساخته می‌شوند که فاقد آهن است و آن را از کاربردهای پودر شده تنگستن و تیتانیوم می‌سازند. کاربردها مخلوطی از کربن با فلزات دیرگداز هستند و بهترین شرایط برش را دارا می‌باشند و قابلیت برش خود را تا حدود ۹۰۰ درجه سانتیگراد حفظ می‌کنند. این تیغه‌ها احتیاجی به عملیات سخت کردن ندارند و از استحکام طبیعی برخوردار هستند. چون کاربردهای سمانته گران قیمت هستند. از این رو فقط لبه‌های برنده تیغه فرزها از این جنس انتخاب می‌شوند که به وسیله لحیم یا پیچ، آن را بر روی بدنه تیغه فرز قرار می‌دهند. کاربردها انواع و اقسام گوناگونی دارند که با حروف S1 و S2 و H1 و G1 و F1 نشان می‌دهند.

۴- سرامیک‌ها:

سرامیک‌ها از مواد جدیدی هستند که مزایای زیادی دارند. از جمله آن‌ها می‌توان به قیمت مناسب آن‌ها اشاره کرد. اکسید آلومینیوم Al_2O_3 نمونه ارزان قیمت و مناسبی است که جایگزین خوبی برای کاربردها است.

۳-۶-۲- زوایای تیغه فرزها:

لبه برنده تیغه فرز مانند رنده تراشکاری دارای زوایای آزاد، براده و گوه می‌باشد. زوایای داده شده با لبه‌ها سطوحی را ایجاد کرده است که به توضیح مختصر آن‌ها می‌پردازیم:

۱- **زاویه گوه β :** زاویه بین سطح براده و سطح آزاد را زاویه گوه تیغه فرز می‌نامند و با β نشان می‌دهند و مقدار آن بسته به جنس قطعات متفاوت است در اجسام سخت مقدار آن بیشتر و در اجسام نرم مقدار زاویه β کمتر است و مقدار تقریبی آن مانند زاویه رنده‌های تراشکاری که در حدود ۵۶ تا ۸۱ درجه است، یکی می‌باشد.

۲- **زاویه آزاد α :** زاویه بین سطح آزاد تیغه و صفحه مماس بر سطح برش را زاویه آزاد تیغه می‌نامند و آن را با علامت α نشان می‌دهند.

معمولاً مقدار زاویه آزاد را در طولی از لبه برنده ایجاد می‌کنند که در شکل با



نصب با پیچ کاربردهای سمانته به عنوان لبه‌های برنده اصلی

حرف C نشان داده شده است.

۳- زاویه براده γ :

زاویه بین سطح براده و سطح قائم بر سطح برش را به نام زاویه براده می‌نامند و با علامت γ نشان داده می‌شود. مقدار تقریبی آن بین ۵ تا ۳۰ درجه است.

۴- **زاویه برش δ :** مجموع زوایای آزاد و گوه را به نام زاویه برش می‌نامند و با علامت δ نشان داده می‌شود.

۵- زاویه مارپیچ تیغه فرز λ :

تیغه فرز ممکن است دارای لبه های برنده مستقیم (موازی محور فرز) و یا لبه برنده مارپیچ باشد. مقدار این زاویه به گام مارپیچ لبه برنده تیغه فرز بستگی دارد. برای اجسام سخت مقدار این زاویه کم و در حدود ۱۰ تا ۳۵ درجه است و در اجسام نرم مقدار این زاویه بیشتر و بین ۲۵ تا ۴۵ درجه است. در جدول صفحه بعد زوایای تیغه فرزهای از جنس فولاد تندبر نشان داده شده است.

۴-۶-۲- سطوح فرز کاری

قبل از پرداختن به سطوح ایجاد شده بر روی لبه های تیغه فرز بایستی توجه کرد که به طور کلی سطوح در فرز کاری به دو دسته تقسیم می‌شوند:

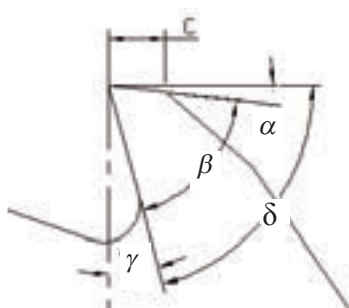
الف- سطوح تیغه فرز

ب- سطوح قطعه کار

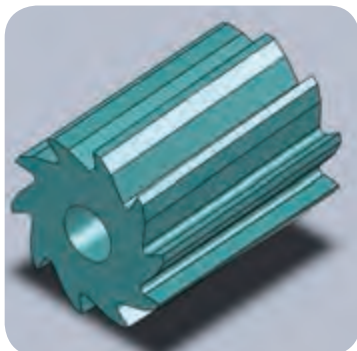
۱- سطوح واقع بر روی تیغه فرز:

الف- سطح براده: سطح براده به سطحی از تیغه فرز گفته می‌شود که در هنگام فرز کاری براده‌های برداشته شده از روی قطعه کار بر روی آن قرار می‌گیرد.

ب- سطح آزاد: سطح آزاد به سطحی از تیغه فرز گفته می‌شود که مقابل سطح برش قرار می‌گیرد و ممکن است به نام سطح فاز تیغه نیز نامیده شود.



معرفی زوایای اصلی در تیغه فرز



تیغه فرز دارای لبه برنده مستقیم



تیغه فرز دارای لبه‌های برنده مارپیچ



معرفی سطوح مختلف در فرایند فرز کاری

فرز کردن





مبنای تعداد دندانه ها و زاویه برش بر پایه تیغ فرز فولاد تند بر فولاد نرم

α - زاویه تاند
 γ - زاویه براده

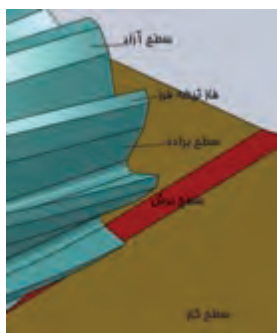
λ - زاویه الحاق براده به تیغ
لبه برنده پائینتر

فرز کردن عمیق

فرز کردن عمیق

نوع تیغ فرز	فولاد سبیل 75 kg/mm^2 استحکام					سود پرستالیت 180 kg/mm^2 استحکام					ظرفیت سبک				
	تعداد دندانه		زاویه برش			تعداد دندانه		زاویه برش			تعداد دندانه		زاویه برش		
	d	z	α	γ	λ	d	z	α	γ	λ	d	z	α	γ	λ
 فلکی	40	6	عمیق			40	10	عمیق			40	4	عمیق		
	50	6				50	10				50	4			
	60	6	$7^\circ 10' 38^\circ$			60	10	$4^\circ 5' 35^\circ$			60	4	$8^\circ 25' 45^\circ$		
	75	6				75	12				75	5			
	90	8	عمیق			90	14	عمیق			90	5	عمیق		
	110	8				110	16				110	6			
	130	10	$12^\circ 16' 35^\circ$			130	16	$8^\circ 12' 30^\circ$			130	6	$14^\circ 30' 45^\circ$		
 فلکی و شقی تراش	40	8				40	12				40	4			
	50	10				50	14				50	5			
	60	10	عمیق			60	14	عمیق			60	6			
	75	10				75	16	$4^\circ 5' 20^\circ$			75	6	$8^\circ 25' 35^\circ$		
	90	12				90	18				90	6			
	110	12				110	20				110	7			
	130	14				130	22				130	8			
 چرخ	50	10				50	16				50	4			
	60	10	عمیق			60	16	عمیق			60	6	عمیق		
	75	12	$\alpha \quad \gamma \quad \lambda$			75	18	$\alpha \quad \gamma \quad \lambda$			75	6	$\alpha \quad \gamma \quad \lambda$		
	90	12	$7^\circ 12' 15^\circ$			90	20	$5^\circ 6' 10^\circ$			90	8	$8^\circ 25' 30^\circ$		
	110	14				110	22				110	8			
	130	16				130	24				130	10			
	150	18	عمیق			150	26	عمیق			150	10	عمیق		
 آهکشی	175	18	$\alpha \quad \gamma \quad \lambda$			175	28	$\alpha \quad \gamma \quad \lambda$			175	12	$\alpha \quad \gamma \quad \lambda$		
	200	20	$12^\circ 18' 15^\circ$			200	30	$8^\circ 14' 12^\circ$			200	12	$14^\circ 30' 30^\circ$		
	10	4				10	6				10	3			
	12	4				12	6				12	3			
	14	5				14	6				14	3			
	16	5	عمیق			16	8	عمیق			16	3	عمیق		
	20	6	$7^\circ 8' 15^\circ$			20	8	$4^\circ 6' 15^\circ$			20	4	$8^\circ 20' 25^\circ$		
	24	6				24	8				24	4			
	30	6				30	10				30	4			
	36	6				36	10				36	5			
	40	6				40	10				40	5			

۲-۸-۲- سطوح واقع بر قطعه کار:



سطوح مختلف در فرایند فرز کاری



معرفی سطح کار شده در فرز کاری

الف- سطح کار: سطح کار به سطحی گویند که از روی آن براده برداری می‌شود.
ب- سطح برش: سطح برش به سطحی از قطعه کار گفته می‌شود که مستقیماً زیر لبه برنده تیغه فرز قرار می‌گیرد و از آن براده برداشته می‌شود.
ج- سطح کارشده: سطحی که پس از براده برداری از روی قطعه کار ظاهر می‌شود، سطح کار نامیده می‌شود.

۲-۷- نکات مورد توجه در نگهداری و استفاده از تیغه فرزها:

- تیغه فرزها گرانبه‌قیمت هستند و اگر در نحوه‌ی استفاده و انبار کردن آن دقت نشود آسیب خواهند دید. نکات زیر در طول عمر تیغه فرز تاثیر زیادی دارند.
- ۱- از تیغه فرز تیز استفاده کنیم. ماشین کاری به وسیله تیغه فرز کند به خراب شدن سطح ماشین کاری و لبه‌های تیغه فرز می‌انجامد. چرا که با سنگ زدن دیگر قادر نخواهید بود زوایای تیغه فرز را اصلاح کنید.
- ۲- تیغه فرز و قطعه کار باید محکم بسته شوند.
- ۳- از تعداد دور و سرعت پیش روی مناسب با توجه به جنس قطعه کار استفاده کنیم.
- ۴- از تیغه فرز مناسب برای عملیات ماشین کاری مورد نظر استفاده کنیم.
- ۵- تیغه فرزها را در یک تخته سوراخ‌دار نگهداری کنیم و هرگز آن‌ها را در تماس با یکدیگر قرار ندهیم.
- ۶- قبل از انبار کردن، تیغه فرزها را تمیز کنیم، بهتر است روی آن یک لایه نازک از روغن محافظ بمالیم.
- ۷- هرگز تیغه فرز را در روی میله فرز گیر با چکش جا نزنیم در صورتی که تیغه فرز به سختی در میل فرز برود، حتماً میله فرز را از وجود خراش و شکاف بازرسی کنیم.
- ۸- در موقع در آوردن تیغه انگشتی از ماشین فرز عمودی یک تخته در زیر تیغه فرز بگذاریم تا در اثر افتادن آسیب نبیند.

۸-۲- اصول بستن تیغه فرز

همان‌طور که در مبحث قبل گفته شد برای بستن انواع تیغه فرز بر روی محور ماشین فرز از میله فرز‌گیر و کُلت استفاده می‌گردد. میله فرز‌گیر در اصل میله تیغه فرز‌گیر بوده است که به اختصار به آن میله فرز‌گیر گفته می‌شود. قبل از بستن تیغه فرز‌ها ابتدا باید میله فرز‌گیر را بر روی محور دستگاه طبق اصولی نصب کرد.

بنابراین ابتدا با انواع میله فرز‌گیر و قسمت‌های مختلف آن آشنا می‌شویم.

انواع میله فرز‌گیر:

۱- میله فرز‌گیر یک‌طرفه

۲- میله فرز‌گیر دو طرفه

۳- کلت



میله فرز‌گیر دو طرفه

۸-۲-۱- میله فرز‌گیر دو طرفه

از این نوع میله فرز‌گیر برای بستن تیغه فرز‌های سوراخ‌دار بر روی محور ماشین فرز‌های افقی استفاده می‌شود. این میله فرز‌گیر از بخش‌های مختلفی تشکیل شده است که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: دنباله مخروطی، محور استوانه‌ای (ساق)، بوش‌های تنظیم کننده (پرکننده)، مهره سفت کننده.

در انتهای دنباله مخروطی میله فرز‌گیر سوراخی رزوه شده وجود دارد که با قرار گرفتن دنباله مخروطی در گلویی محور اصلی ماشین فرز می‌توان توسط پیچی که بیرون بدنه ماشین قرار دارد میله فرز‌گیر را سفت کرد.

میله فرز‌گیرها را با قطرهای مختلفی به بازار عرضه می‌کنند مانند: قطر ۸-۱۰-