

آموزشگاه شهید بهشتی کرج - گروه ماشین ابزار

برابر با سر فصل درسی دوره کاردانی ماشین ابزار

سنگ زنی

شناسنامه جزوه

نام جزوه : سنگ زنی

نام گردآورنده : گروه ماشین ابزار آموزشکده فنی شهید بهشتی کرج

بر اساس : سر فصل درسی دوره کاردانی ماشین ابزار (۱۳۷۴)

هدف

در دوره کاردانی گروه مکانیک رشته ساخت و تولید گرایش ماشین ابزار، درسی به نام سنگ زنی وجود دارد که دو واحد تئوری عملی است و مدت زمان آن پنج ساعت در هفته می باشد. هدف از گنجاندن این درس در دوره کاردانی ماشین ابزار در سرفصل درسها به قرار زیر بیان شده است:

فراگیر پس از گذراندن این واحد درسی توانایی سنگ زنی قطعات از جنس مختلف با دقت 0.1 میلی متر و زبری سطح $(Ra) 0.8$ میکرومتر را بدست آورد.

برابر با سرفصل پس از پایان این درس از فراگیر انتظار می رود که :

- ۱- مفهوم سنگ زنی را بیان نماید.
- ۲- مواد تشکیل دهنده سنگ سنباده را شرح دهد.
- ۳- ماشین سنگ کف سا را راه اندازی نماید.
- ۴- ماشین سنگ کف سا را سرویس و نگاه داری نماید.
- ۵- سرعت محیطی، کورس، پیشروی و زمان ماشین کاری در سنگ زنی تخت را تعریف و تعیین نماید.
- ۶- مشخصات محور کار ماشین سنگ تخت را شرح داده سنگ را بروی محور سوار کند.
- ۷- مشخصات میز مغناطیسی را شرح داده قطعه کار را بروی آن ببندد.
- ۸- مراحل انجام کار در سنگ زنی سطوح مستوی را شرح داده اجرا نماید.
- ۹- مراحل انجام کار در سنگ زنی سطوح عمود بر هم را شرح داده اجرا نماید.
- ۱۰- مراحل انجام کار در سنگ زنی سطوح پله ای را شرح داده اجرا نماید.
- ۱۱- مراحل انجام کار در سنگ زنی سطوح شیارها (وی شکل و ناودانی) را شرح داده اجرا نماید.
- ۱۲- مراحل انجام کار در سنگ زنی سطوح شیب دار را شرح داده اجرا نماید.
- ۱۳- ماشین سنگ گرد سایی را راه اندازی نماید.
- ۱۴- ماشین سنگ گرد سایی را سرویس و نگاه داری نماید.
- ۱۵- سرعت محیطی، کورس، پیشروی و زمان ماشین کاری در گردسایی را تعریف و تعیین نماید.
- ۱۶- مشخصات محور کار ماشین سنگ گردسایی را شرح دهد.
- ۱۷- وسایل بستن قطعه کار بروی ماشین سنگ گردسایی را معرفی نماید.
- ۱۸- مراحل انجام کار در سنگ زنی سطوح گرد خارجی را شرح داده اجرا نماید.
- ۱۹- مراحل انجام کار در سنگ زنی سطوح گرد داخلی را شرح داده اجرا نماید.
- ۲۰- مراحل انجام کار در سنگ زنی سطوح مخروطی را شرح داده اجرا نماید.
- ۲۱- مفهوم تیزکاری را بیان کرده قسمتهای ماشین سنگ ابزار تیزکنی را شرح دهد.
- ۲۲- انواع رنده های تراش کاری و صفحه تراشی را معرفی کرده زوایای لبه برنده را توضیح دهد.
- ۲۳- سنگ مناسب برای تیز کردن رنده ها را انتخاب کرده مراحل تیز کردن آنها را بنویسد.
- ۲۴- قسمتهای مته مارپیچ، زوایای لبه های برنده، تیپ و مراحل تیز کردن آن را شرح دهد.

ساعت‌های تدریس و مقدار نمره هر بخش، برابر با سرفصل

جلسه و نمره	سرفصل	ریز مطالب	نظری	عملی
۱۱ نمره	راه اندازی ماشین سنگ زنی تخت سایه	تعریف سنگ زنی، تشریح بخش‌های ماشین تخت سایه	۳۰ دقیقه	-----
		اصول تنظیم کورس، پیشروی و عمق بار، بررسی میزان مواد خنک کاری، آماده سازی و تعویض مواد خنک کننده	-----	۴۵ دقیقه
	سرویس و نگاه داری ماشین سنگ تخت	اصول تمیز کاری و روغن کاری ماشین سنگ، اصول ایمنی	۳۰ دقیقه	۴۵ دقیقه
		مواد تشکیل سنگ سنباده، عوامل مؤثر در انتخاب سنگ سنباده، شناسایی سنگ مناسب برای سطوح تخت	۴۵ دقیقه	-----
	انتخاب تعداد کورس و پیشروی میز در تخت سایه	تعریف سرعت محیطی، معرفی جدول سرعت محیطی مجاز، تعریف مقدار پیشروی، معرفی جدول پیشروی، روش انتخاب سرعت محیطی مجاز و مقدار پیشروی، تحلیل زمان اصلی انجام کار در سنگ زنی تخت	۴۵ دقیقه	-----
		سوار کردن سنگ بروی محور دستگاه	بررسی مشخصات محور کار دستگاه و سوراخ سنگ سنباده	۳۰ دقیقه
	روش سوار کردن سنگ بروی محور		-----	۱ ساعت
	بستن قطعه کار	تشریح میز مغناطیسی و قسمت‌های مختلف آن، نکات ایمنی	۴۵ دقیقه	-----
		روش سوار کردن میز بروی سنگ، روش بستن قطعه بروی میز	-----	۱ ساعت
	مراحل سنگ زنی سطوح تخت	روش تعیین مراحل انجام کار در سنگ زنی سطوح مستوی	۴۵ دقیقه	-----
		بررسی نقشه کار، سنگ زنی سطوح تخت، رعایت ایمنی	-----	۶ ساعت
	کنترل کیفیت قطعه سنگ کاری شده	معرفی تolerانسهای فرم، روش کنترل میزان تختی، روش کنترل توازی، کنترل پرداخت سطح	۱۵ دقیقه	۱ ساعت
		سنگ زنی سطوح عمود بر هم	مراحل کار سنگ زنی قطعات مکعبی	۴۵ دقیقه
	روش بستن مکعب، سنگ زنی سطوح عمود بر هم، کنترل تolerانس تعامد		-----	۶ ساعت
	سنگ زنی سطوح پله ای	مراحل کار سنگ زنی قطعات پله دار	۴۵ دقیقه	-----
		روش بستن و تنظیم قطعات، انتخاب سنگ مناسب، سنگ زنی سطوح پله دار، کنترل تolerانس تختی و توازی و تعامد	-----	۶ ساعت
	سنگ زنی سطوح شیارها	بررسی شکل سنگ سنباده ها، بررسی مراحل سنگ زنی شیارهای ناودانی و V شکل، روش بستن قطعه کار	۱ ساعت	-----
		سنگ زنی شیارهای ناودانی و V شکل، کنترل تolerانس توازی و تعامد و تقارن و زاویه	-----	۶ ساعت
	سنگ زنی سطوح شیب دار	معرفی گیره مدرج برای بستن قطعات شیبدار و روش بستن قطعه کار به آن، بررسی مراحل سنگ زنی سطوح شیبدار	۱ ساعت	-----
سنگ زنی سطوح شیب دار، اندازه گیری زاویه سطح شیب دار، کنترل تolerانس فرم سطوح شیب دار		-----	۶ ساعت	
		جمع ساعات تدریس تخت سایه	۸/۳۰ ساعت نظری	۳۵/۳۰ ساعت عملی

-----	۱۵ دقیقه	تشریح قسمتهای مختلف ماشین گردسای	راه اندازی ماشین سنگ زنی گردسای	۸ نمره	۱۰ ۱۱ ۱۲ ۱۳ ۱۴ ۱۵
۴۵ دقیقه	-----	اصول تنظیم کورس، پیشروی و عمق بار، بررسی میزان مواد خنک کاری، آماده سازی و تعویض مواد خنک کننده			
۱۵ دقیقه	۱۵ دقیقه	اصول تمیز کاری و روغن کاری ماشین سنگ، اصول ایمنی	سرویس و نگاه داری ماشین گردسای		
-----	۴۵ دقیقه	تعریف سرعت محیطی، معرفی جدول سرعت محیطی مجاز، تعریف مقدار پیشروی، معرفی جدول پیشروی، روش انتخاب سرعت محیطی مجاز و مقدار پیشروی، تحلیل زمان اصلی انجام کار در گردسای	انتخاب تعداد کورس و پیشروی میز در گردسای		
-----	۴۵ دقیقه	بررسی مشخصات محور کار دستگاه و سوراخ سنگ سنباده	سوار کردن سنگ بروی محور دستگاه		
۳۰ دقیقه	-----	روش سوار کردن سنگ بروی محور			
-----	۱۵ دقیقه	معرفی وسایل بستن قطعه کار	بستن قطعه کار		
۴۵ دقیقه	-----	روش سوار کردن وسایل بستن قطعه کار، روش بستن قطعه کار			
-----	۴۵ دقیقه	روش تعیین مراحل انجام کار در گردسای خارجی	گردسای خارجی		
۶ ساعت	-----	بررسی نقشه کار، گردسای خارجی، رعایت ایمنی			
۱ ساعت	۳۰ دقیقه	معرفی علائم و کنترل میزان تفرانس مستقیمی و استوانه ای			
-----	۴۵ دقیقه	روش تعیین مراحل سنگ زنی سوراخ راه بدر، بن بست و پله دار و کنترل تفرانس فرم	گردسای داخلی		
۹ ساعت	-----	تشریح قسمتهای مختلف ماشین گردسای و راه اندازی آن گردسای سطوح پیشانی، سوراخ راه بدر، بن بست و پله دار			
۱ ساعت	۳۰ دقیقه	معرفی علائم و کنترل میزان تفرانس مستقیمی و استوانه ای			
-----	۴۵ دقیقه	معرفی مشخصات مخروط، تعیین ویژگیهای مخروطهای مورس و متریک، مراحل انجام کار سنگ زنی مخروط خارجی و داخلی	سنگ زنی مخروطها		
۹/۱۵ ساعت	-----	بستن و تنظیم قطعه کار، سنگ زنی مخروطهای داخلی و خارجی، کنترل تفرانس فرم مخروط			
عملی ۲۸/۳۰	نظری ۵/۳۰	جمع ساعات تدریس گردسای			
-----	۱۵ دقیقه	تشریح قسمتهای مختلف دستگاه	راه اندازی ماشین سنگ زنی ابزار تیزکنی	۱ نمره	۱۶
-----	۱۵ دقیقه	بررسی اصول راه اندازی و نکات ایمنی			
-----	۴۵ دقیقه	انواع رنده های تراش کاری و صفحه تراشی، زوایای رنده ها، انتخاب سنگ برای تیز کردن رنده ها، مراحل تیز کردن رنده ها	رنده های تراش کاری و صفحه تراشی		
-----	۴۵ دقیقه	مته مارپیچ و قسمتهای مختلف آن، زوایای تشکیل دهنده متنه، معرفی تیپ متنه ها، جداول زوایای متنه، مراحل تیز کردن متنه	تیز کردن متنه های مارپیچ		
-----	۲ ساعت نظری	جمع ساعات تدریس ابزار تیزکنی			
۶۴ ساعت	۱۶ ساعت	جمع کل ساعات تدریس سنگ زنی			

فهرست مطالب

۷	یادآوری
۱۵	نکات ایمنی و فنی در عملیات سنگ زنی
	بخش اول :
۱۶	تخت سایی
	بخش دوم :
۶۴	گردسایی
	بخش سوم :
۸۹	تیزکردن ابزار
	بخش چهارم :
۹۷	پیوست
۱۰۷	مراجع

یادآوری

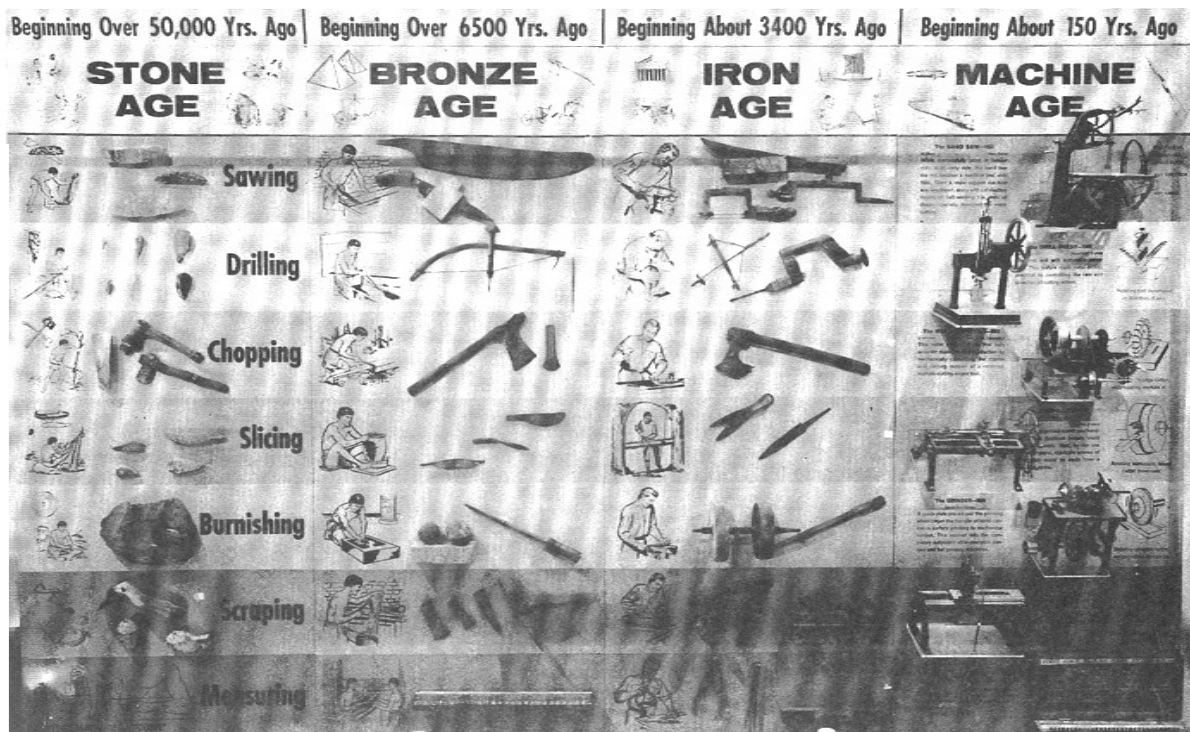
تاریخچه تصویری ابزارهای ساخت بشر

عصر سنگ

عصر برنز

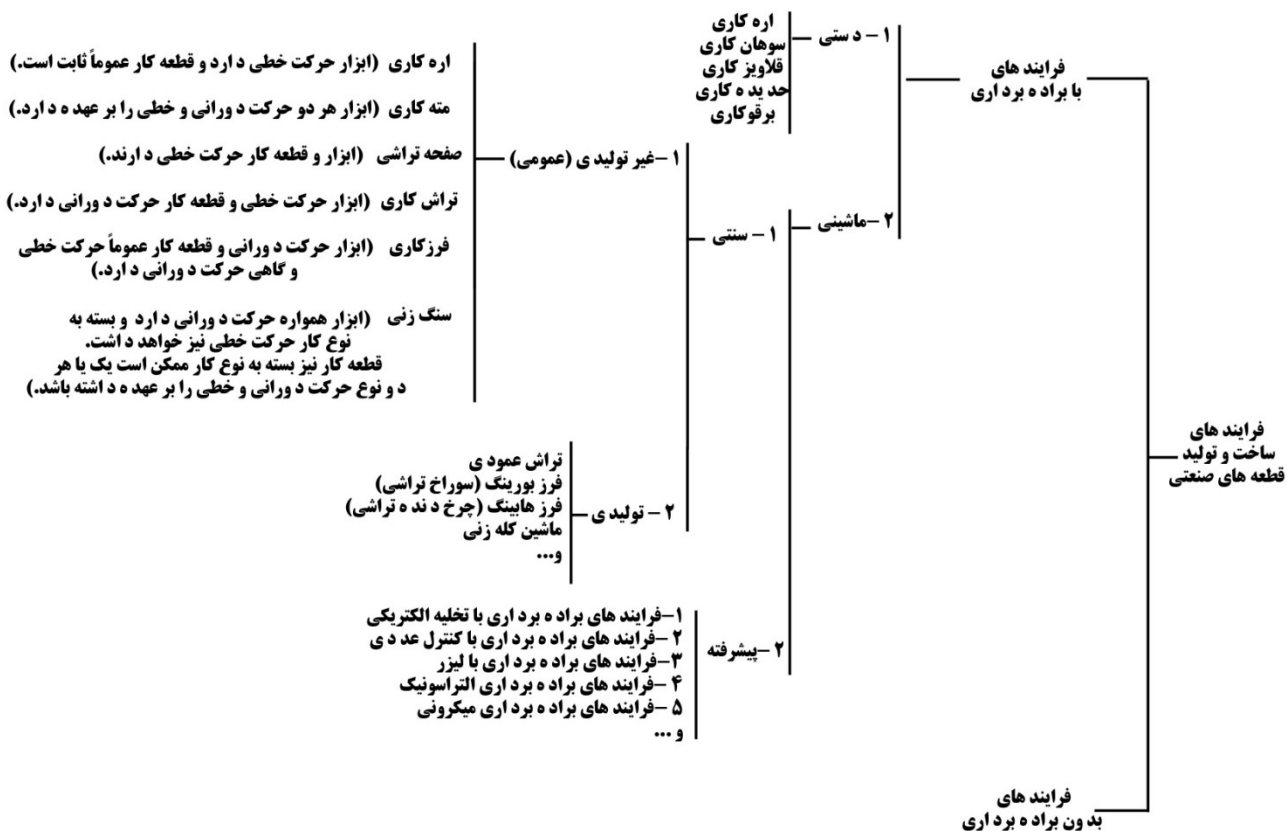
عصر آهن

عصر ماشین



اره کاری
سوراخکاری
خرد کردن
بریدن
صیقلکاری
خراشیدن
اندازه گیری

۱- انواع فرایندهای ساخت و تولید قطعه کارهای صنعتی



نمودار فرایندهای ساخت و تولید قطعه های صنعتی به کمک براده برداری از ماده خام (فرایندهای بدون براده برداری آورده نشده است.)

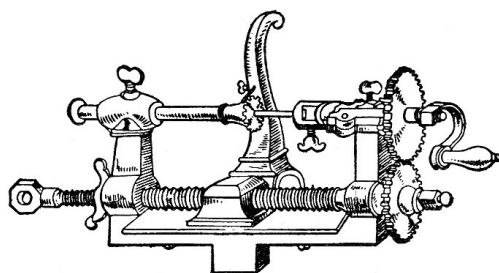
۲- تعریف ماشین ابزار :

ماشینی است شامل الکتروموتور که بوسیله نیروی برق راه اندازی می شود و حرکت آن بصورت دورانی یا خطی توسط چرخ دنده یا چرخ تسمه به ابزار منتقل می گردد تا با انجام فرایند مشخصی شکل یا عملیات مورد نظر را بروی قطعه کار پیاده کند.

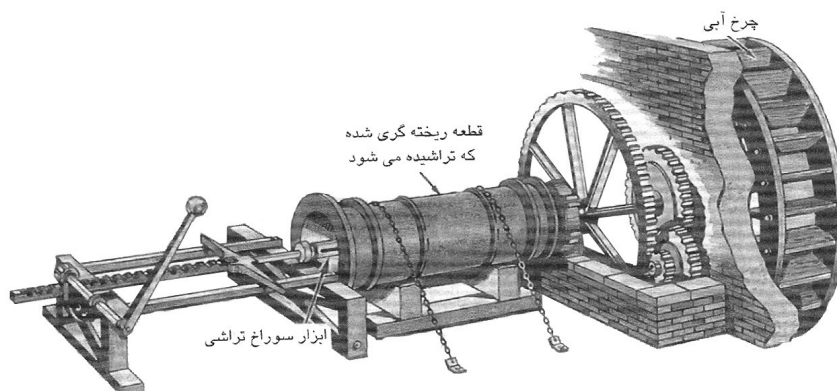
۳- مروری بر تاریخچه ماشین ابزار :

توجه : شروع پیشرفت در براده برداری از فلز، بیشتر در قرنهای ۱۸ و ۱۹ میلادی هم گام با انقلاب صنعتی بوده است.

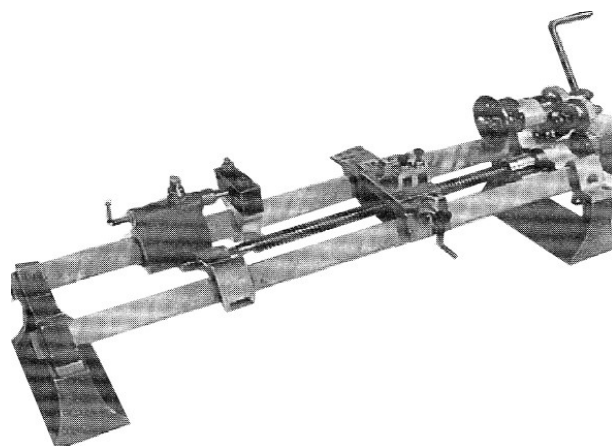
۱۷۴۰- میلادی : ساخت اولین ماشین تراش دستی در فرانسه (شکل زیر)



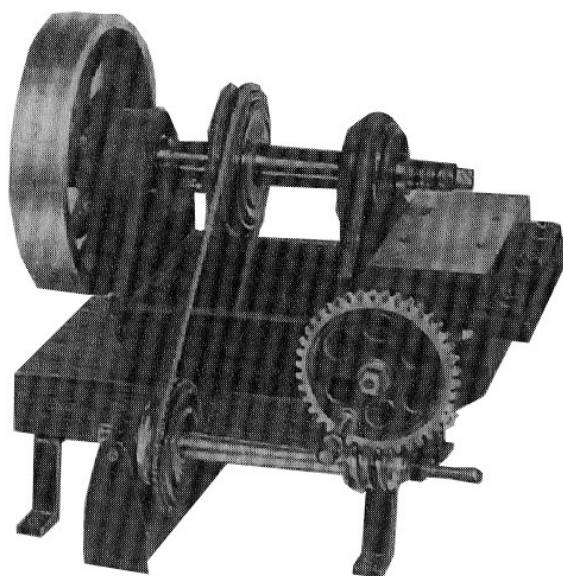
۱۷۷۴- میلادی : ساخت اولین ماشین ابزار بنام چرخ سوراخ تراشی توسط مخترع انگلیسی جان ویلکینسون - به کمک این ماشین ابزار، جیمز وات توانست ماشین بخار خود را کامل کند (شکل زیر).



۱۸۰۰- میلادی : ساخت اولین ماشین تراش با قابلیت رزوه تراشی توسط استاد ابزار سازی بنام هنری مادسلی - ماشین تراش مادسلی پدربزرگ تمام ماشینهای براده برداری مدرن امروز محسوب می گردد (شکل زیر).

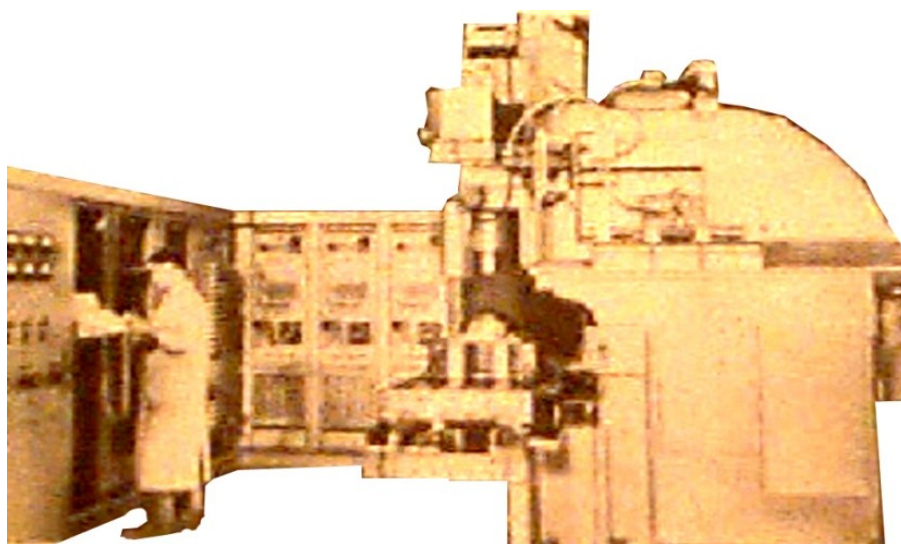


-۱۸۲۰ میلادی : ساخت ماشین فرز اولیه ای توسط الای ویتنی مخترع و تولید کننده آمریکایی (شکل زیر)



-دهه ۱۸۶۰ میلادی : ساخت اولین ماشینهای سنگ زنی جدید توسط شرکت **Brown & Sharpe**
توجه : مولد برق در سال ۱۸۸۶ بدست ورنر زیمنس ساخته شد.

-۱۹۴۳ میلادی : ساخت اولین ماشین تخلیه الکتریکی (اسپارک) توسط دو برادر روسی بنام لازارنکو
-۱۹۵۲ میلادی : ساخت اولین ماشین فرز CNC در امریکا



-۱۹۵۸ میلادی : معرفی مراکز ماشین کاری
-۱۹۶۸ میلادی : معرفی ماشین ابزار DNC که در آن ماشین ابزار با یک رایانه شخصی ارتباط داده می شود.
-۱۹۷۹ میلادی : معرفی سیستمهای تولید انعطاف پذیر (FMS) که در آن تمام فرایند تولید زیر نظر رایانه است و...

۴- انواع ماشین ابزار از نظر نوع عملیات ماشین کاری

۱- ماشین ابزار با براده برداری مانند ماشین ابزار تراش و فرز

۲- ماشین ابزار بدون براده برداری مانند ماشین ابزار نورد و پرس

۳- ماشین ابزار جدید مانند وایرکات و لیزر

توجه: ماشین ابزار عمومی برای کارهای با تعداد کم و ماشین ابزار تولیدی برای کارهای با تعداد زیاد بکار می روند.

۵- انواع ماشین ابزار با براده برداری از نظر نوع ابزار مورد استفاده

۱- ماشین ابزاری که از ابزار تک لبه استفاده می کند.

۲- ماشین ابزاری که از ابزار چند لبه استفاده می کند.

۳- ماشین ابزاری که از ذرات ساینده به عنوان ابزار استفاده می کند.

۶- ابزار در ماشین ابزار با براده برداری

۱-۶) جنس ابزارهای ماشین کاری

۱- فولاد ابزارسازی: فولاد ابزارسازی متشکل از آهن و ۱ تا ۱/۲ درصد کربن است و تا دمای ۳۰۰ درجه سانتی گراد قدرت براده برداری خود را حفظ می نماید. قدرت براده برداری کم این ماده باعث حذف آن از صنعت گردید.

۲- فولاد ابزار آلیاژی تندبر: متداولترین جنس مورد استفاده در ساخت ابزار براده برداری است که علاوه بر کربن دارای عناصری نظیر ولفرام و کبالت می باشد به همین دلیل به فولاد آلیاژی معروف است. قدرت برش خود را تا ۹۰۰ درجه حفظ می کند و در سرعتهای برش بالا استفاده می شود به همین جهت به فولاد تندبر (High Speed Steel (HSS معروف شده است.

۳- کاربیدهای سمانته: این مواد متشکل از کربن و یک فلز دیرگداز مانند تنگستن (کاربید تنگستن) یا تیتانیم (مانند کاربید تیتانیم) هستند و به همین دلیل به کاربیدهای سمانته (سخت) معروف شده اند. این مواد فاقد آهن هستند و با توجه به این که سختی ذاتی و فوق العاده بالایی دارند نیازی به سخت کاری آنها نیست. به صورت تکه هایی ساخته می شوند که به آنها اینسرت (Insert) اطلاق می گردد. اینسرت بروی نگاه دارنده ای بنام هولدر بسته می شود.

۴- سرامیک: سرامیک ها مواد معدنی با نقطه ذوب بالا هستند که با تغییر درجه حرارت، سختی ثابتی دارند در نتیجه می توانند ماشین کاری با سرعت های بالا را اجرا نمایند. تنها عیب سرامیک شکنندگی آن است. سرامیک ها در برابر سایش و شوک حرارتی مقاومت بالایی دارند و با مواد شیمیایی به سرعت واکنش نمی دهند.

۵- سرمت: سرمتهای ترکیبی از سرامیک و فلز هستند. این مواد از سرامیکهای غیر اکسید شونده (مانند نیکل) تأمین می گردد. سرمتهای بهترین خواص فلزها و سرامیکها را در خود ادغام کرده اند به این ترتیب که بیشترین مقاومت سایشی و تافنس (ضربه پذیری) را دارا هستند.

۲-۶) تاریخچه

- در قرن ۱۸ میلادی بیشتر قطعات تراشیده شده از جنس چوب بود. در ابتدای قرن ۱۹ میلادی ماشین کاری بسیار کند انجام می شد و مثلاً برای صفحه تراشی یک صفحه آهنی با مساحت ۱/۵ متر مربع یک روز کامل کاری وقت لازم بود.

- قبل از ۱۹۰۰ میلادی: ابزارهای فولاد کربنی با آهنگری ساخته می شد.

- ۱۹۱۵ میلادی: معرفی آلیاژهای ریختگی (آلیاژهای غیر آهنی دارای کبالت، کرم، تنگستن) مقاومت تا ۸۰۰ درجه سانتی گراد

ماشین کاری که با ابزار HSS ۲۶ دقیقه زمان می برد با ابزار آلیاژی ۱۵ دقیقه طول می کشید.

- ۱۹۳۰ میلادی: فولاد تندبر سوپر حاوی مقدار بیشتری آلیاژ کبالت

- دهه ۱۹۳۰ میلادی: دوران کاربردهای سمانته و ایجاد انقلابی در ماشین کاری

ماشین کاری که با HSS ۲۶ دقیقه و با ابزار آلیاژی ۱۵ دقیقه طول می کشید با کاربرد سمانته ۶ دقیقه زمان می برد.

دهه ۱۹۵۰ میلادی: ساخت اینسرت‌های سرامیکی

اگر ماشین کاری یک قطعه کار در سال ۱۹۰۰، صد دقیقه طول می کشید در سال ۱۹۸۰ با ابزارهای کاربرد سمانته این زمان به یک دقیقه کاهش یافته بود.

دهه ۱۹۶۰: معرفی اینسرت‌ها و حذف قطعات کاربردی لحیم کاری شده بروی بدنه ابزار - معرفی سرمتها
سرمتها که دهه ۶۰ پدیدار شدند تا دهه ۸۰ و ۹۰ منتظر ماندند تا شرایط و ماشینهای مناسبی جهت کاربرد آنها ساخته شود.

۳-۶) انواع ابزار ماشین کاری

۱- در ماشین اره

- تیغه صلب

- تیغه نواری

- تیغه مدور

نکته: گام دندان تیغ اره تغییر می کند. برای فلزات نرم از گام بزرگتر (دندان درشت تر) استفاده می شود و برعکس.

۲- در ماشین مته

- کم پیچ

- معمولی

- پر پیچ

نکته: مثالهایی از انواع مته های امروزی: مته بلند با شیار مستقیم، مته با سوراخ هدایت مایع خنک کننده، مته های ۳ و ۴ شیاره، مته های پله دار، مته برقو، مته های اینسرت دار و ...

۳- در ماشین تراش

-تراش کاری خارجی و داخلی یا راست تراشی و چپ تراشی یا خشن تراشی و پرداخت تراشی

۴- در ماشین فرز

-با دندان‌های فرزکاری شده (سنگ زنی سطح آزاد)

-با دندان‌های پشت تراشی شده (سنگ زنی سطح براده)

یا : عمودی تراش و افقی تراش

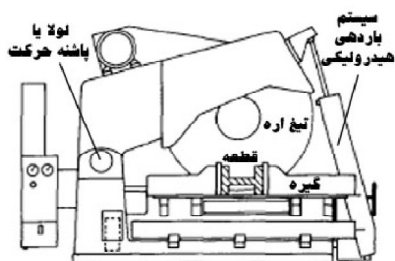
۵- در ماشین سنگ

-مواد ساینده طبیعی

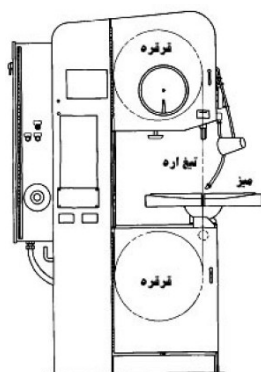
-مواد ساینده مصنوعی (اکسید آلومینیم - کاربید سیلیسیم - ابرساینده ها)

۷- بررسی ماشین ابزار با براده برداری

۷-۱) ماشین اره : یکی از انواع ماشین ابزار با براده برداری است که در آن ابزار حرکت خطی یا دورانی دارد و قطعه کار ثابت است. انواع آن عبارتند از :



۳- ماشین اره مدور

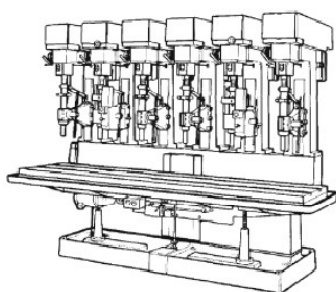


۲- ماشین اره نواری

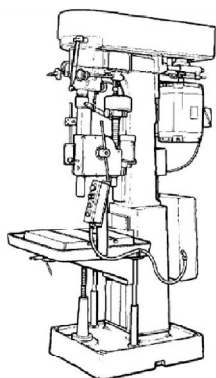


۱- ماشین اره کمان اهر ای یا رفت و برگشتی

۷-۲) ماشین مته : یکی از انواع ماشین ابزار با براده برداری است که در آن ابزار بطور هم زمان حرکت دورانی و خطی دارد و قطعه کار ثابت است. انواع آن عبارتند از :



گروهی



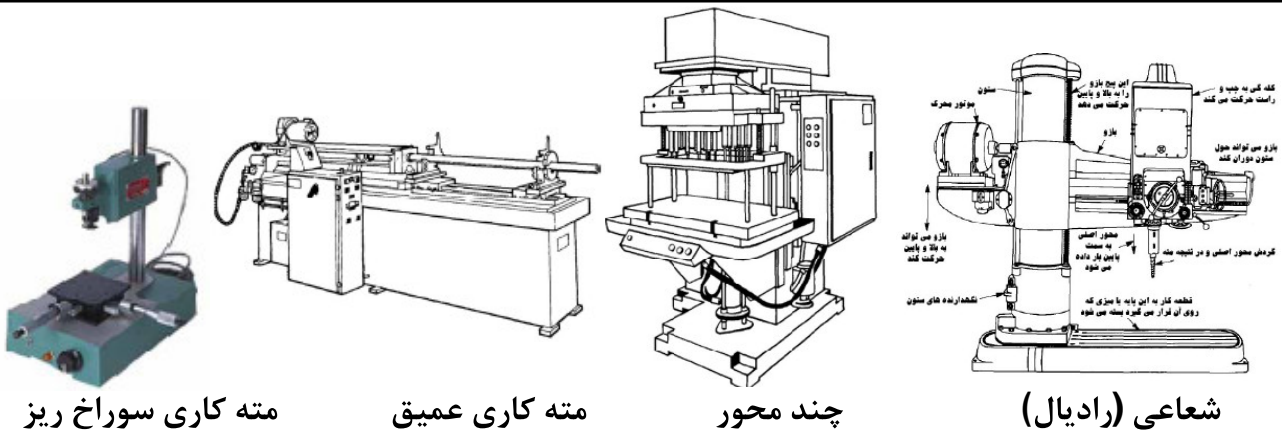
سنگین



سبک

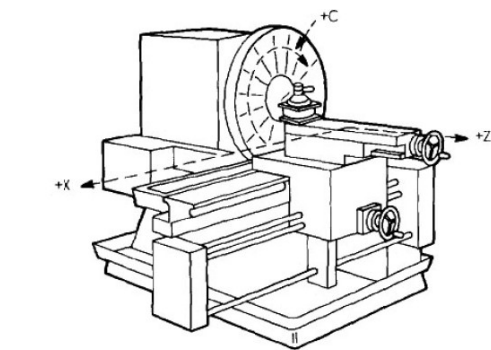


پرتابل (قابل حمل)



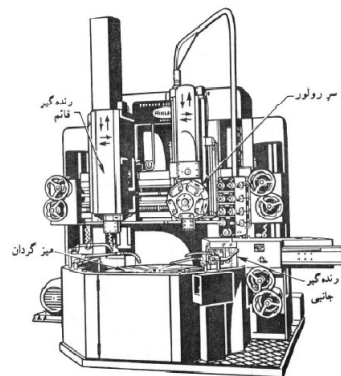
۳-۷) ماشین تراش: یکی از انواع ماشین ابزار با براده برداری است که در آن ابزار حرکت خطی و قطعه کار حرکت دورانی دارد. انواع آن عبارتند از:

۱- ماشین تراش موتور دار که عمومی ترین ماشینهای تراش هستند و خود به انواع رومیزی، معمولی، ابزارسازی، تولیدی و مخصوص (مانند گپ دار، عمودی، پیشانی تراش) تقسیم می شود.



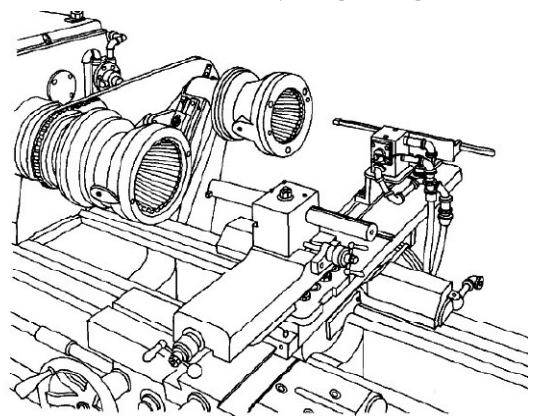
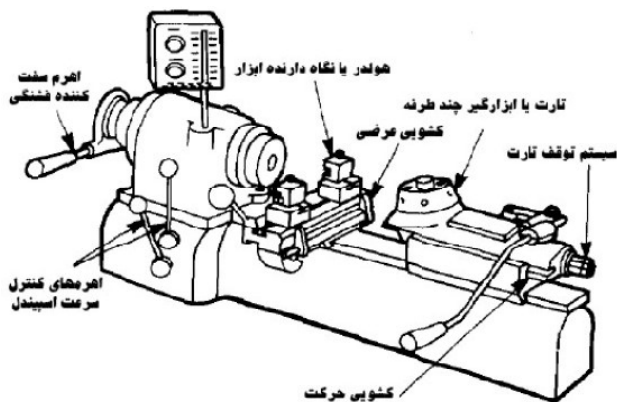
مخصوص (پیشانی تراش)

۳- ماشین تراش تارت دار (شکل زیر)

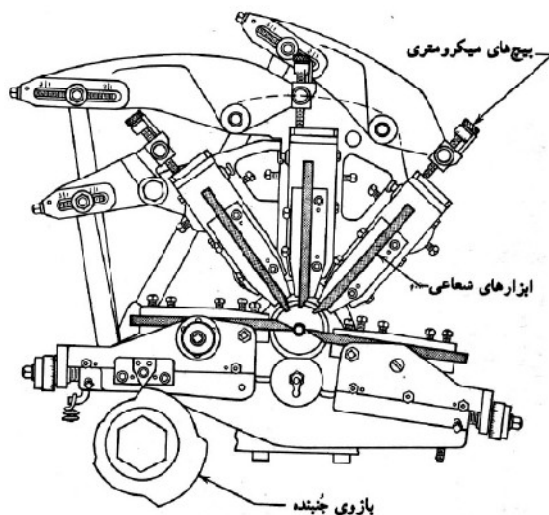


مخصوص (عمودی)

۲- ماشین تراش فرم (شکل زیر)



۴- ماشین تراش خودکار یا چندکاره (مانند شکل زیر : ماشین تراش پیچ ساز طرح سوئسی و یا ماشینهای چند محور)

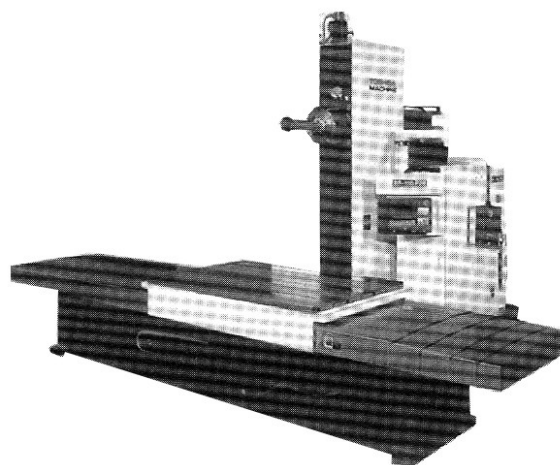
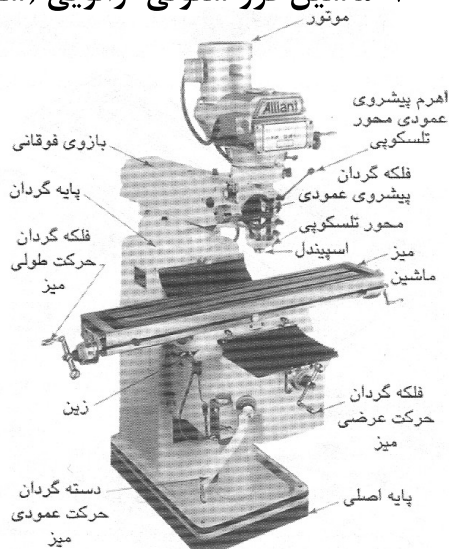


۵- ماشین تراش کنترل عددی

۴-۷) ماشین فرز : یکی از انواع ماشین ابزار با براده برداری است که در آن ابزار حرکت دورانی و قطعه کار حرکت خطی دارد. انواع آن عبارتند از :

۲- ماشین فرز ستونی- زانوبی (شکل زیر)

۱- ماشین فرز با میز ثابت (شکل زیر)



توجه : هر یک از این دو گروه ماشین فرز خود به سه گروه افقی، عمودی و یونیورسال تقسیم می شوند.

۵-۷) ماشین سنگ : یکی از انواع ماشین ابزار با براده برداری است که در آن ابزار حرکت دورانی و قطعه کار حرکت دورانی یا خطی دارد. انواع آن عبارتند از :

۱- تخت سایب (اسپیندل افقی با میز رفت و برگشتی - اسپیندل افقی با میز گردان - اسپیندل عمودی با

میز رفت و برگشتی - اسپیندل عمودی با میز گردان)

۲- گردسایب (ساده - یونیورسال - بدون مرغک - مداری)

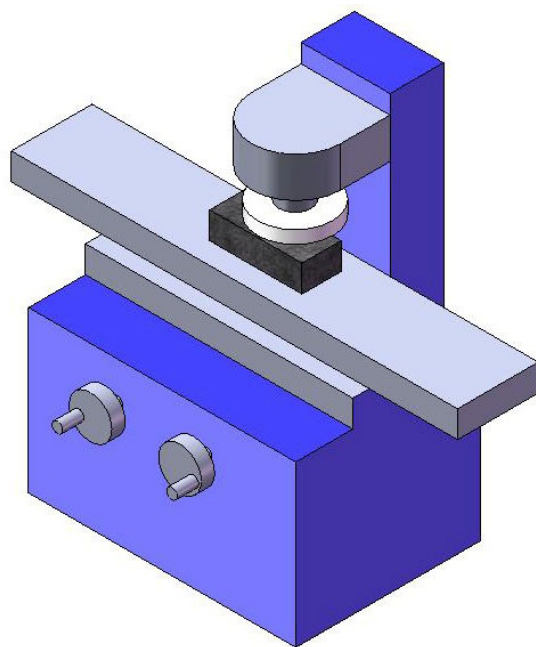
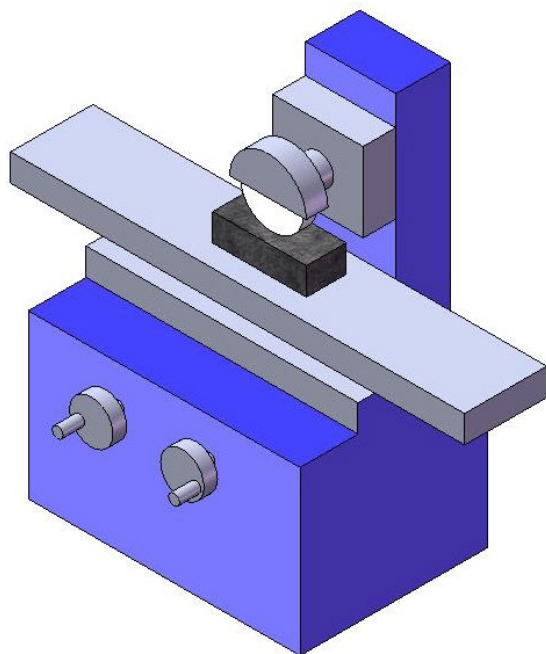
۳- ماشین سنگ تیز کردن ابزار

در ادامه به بررسی انواع ماشین سنگ زنی، سنگ سنباده و روش سنگ زنی انواع قطعات می پردازیم.

نکات ایمنی و فنی در عملیات سنگ زنی

- ۱) هیچ وقت قبل از این که روش درست کار با ماشین سنگ و نکات ایمنی آن را به خوبی فرا نگرفته اید از ماشین سنگ زنی استفاده نکنید. اگر در انجام کاری ابهام دارید از سرپرست خود کمک بگیرید.
- ۲) پرتاب خرده فلزات و مواد ساییده شده در سنگ زنی عادی است لذا استفاه از عینک ایمنی توصیه می شود. هرگز در مسیر حرکت سنگ سنباده نایستید تا از پرتاب ذرات آن در امان باشید.
- ۳) قبل از شروع عملیات سنگ زنی تمام حفاظهای ماشین را به درستی ببندید.
- ۴) اگر به علت استفاده از دارو یا هر دلیل دیگر هوشیاری کامل ندارید از ماشین سنگ استفاده نکنید.
- ۵) مهم ترین حادثه در کار با ماشین های سنگ زنی، متلاشی شدن سنگ سنباده است. برای جلوگیری از این حادثه، سنگ سنباده را نباید با سرعتی بیش از سرعت نوشته شده بروی آن به حرکت واداشت. برای جلوگیری از متلاشی شدن سنگ سنباده، همواره موارد زیر را رعایت نمایید:
- جابه جایی و نگاه داری سنگ سنباده به روش درست، بررسی سنگ های جدید و نواز لحاظ وجود ترک و شکستگی، سوار کردن مناسب سنگ بطوری که تحت فشار نباشد، رعایت سرعت مجاز سنگ سنباده پس از روشن کردن ماشین سنگ کنار بایستید و اجازه دهید تا سنگ به مدت یک دقیقه آزادانه دوران کند. اگر سنگ به هر دلیلی مشکل داشته باشد متلاشی می گردد.
- ۶) در سنگ زنی آلیاژهای منگنز و آلومینیم، خطر آتش سوزی بسیار زیاد است. تهویه هوای محل و اطمینان از عدم وجود گرد و غبارهای قابل انفجار و اشتعال از نکاتی است که هنگام سنگ زنی این مواد باید رعایت گردد.
- ۷) عمده ترین خطر برای تندرستی متصدی ماشین سنگ، ایجاد بیماریهای تنفسی است لذا علاوه بر تهویه مناسب، استفاده از ماسک تنفسی توصیه می شود.
- ۸) همواره از پیشانی سنگ برای سنگ زنی استفاده کنید. هرگز سطح جانبی سنگ را برای سنگ زنی به کار نبرید مگر آن که سازنده بروی سنگ درج کرده باشد که استفاده از سطح جانبی مجاز است.
- ۹) هرگز بیش از حد مجاز به سنگ بار ندهید. بار مجاز در کف سایی در هر مرحله ۰/۰۱ میلی متر است.
- ۱۰) همواره از سنگ سنباده تمیز و تیز استفاده کنید.
- ۱۱) هنگام استفاده از گیره مغناطیسی مطمئن شوید که قطعه کار محکم شده است. ضمناً هنگام کار با گیره مغناطیسی ساعت مچی، حلقه یا دیگر وسایل قابل جذب را از خود دور نمایید.
- ۱۲) برای تمیز کردن ماشین سنگ از هوای فشرده استفاده نکنید.
- ۱۳) همواره ماشین را روغن کاری کنید. در صورتی که روغن یا مایع خنک کننده بروی زمین ریخت فوراً محل را تمیز کنید.
- ۱۴) پیش از روشن نمودن ماشین سنگ سنباده و یا بار دادن به سنگ مطمئن شوید که سنگ سنباده از قطعه کار فاصله دارد. قبل از اندازه گیری قطعه کار یا انجام تنظیمات، ماشین را متوقف کنید.
- ۱۵) بروز اشکال، خرابی، شکستن سنگ و پیش آمدهایی از این گونه را حتماً به مسئولین کارگاه اعلام کنید و از آنها کمک بگیرید.

بخش اول



تخت سایبی

۱) راه اندازی ماشین سنگ زنی تخت سایبی

۱-۱) تعریف سنگ زنی

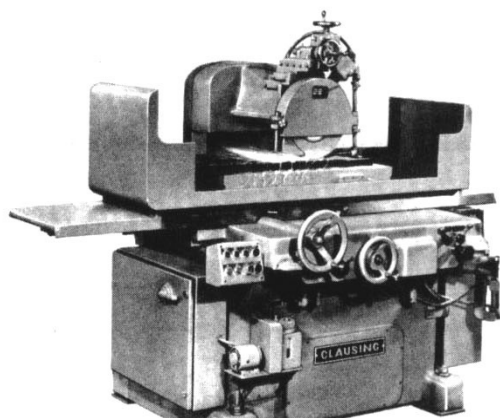
عموماً به تمام فرایندهای ماشین کاری که در آنها از ذرات ماده ساینده سخت به عنوان ابزار ماشین کاری استفاده می شود سنگ زنی اطلاق می گردد. احتمالاً فرایند سنگ زنی مواد قدیمی ترین روش ساخت در عالم هستی است. زمانی که انسان اولیه کشف کرد می تواند ابزارش را با مالش بر صخره های دارای شن تیز نماید. شاید بدون استفاده از قابلیت سنگ زنی در شکل دهی و تیز کردن ابزارآلات، ما هنوز در عصر حجر زندگی می کردیم. تقریباً هر چیزی که استفاده می کنیم یا در بعضی از مراحل تولیدش سنگ زده می شود یا توسط ماشینهایی تولید می گردد که دقتشان را مدیون عملیات سنگ زنی هستند. در بین فرایندهای ماشین کاری، منحصر به فرد بودن سنگ زنی به دلیل ابزار آن است. فرایند سنگ زنی هزاران دانه ساینده را هم زمان با هم و میلیون ها دانه را بطور مداوم استفاده می کند. سرعت براده برداری در سنگ زنی از چند میکرو متر تا چند سانتی متر متغیر است. کاربرد دیگر سنگ زنی، ماشین کاری مواد بسیار سخت یا ترد است که به وسیله روش های دیگر قابل شکل دهی نیستند و ماشین کاری مواد غیر فلزی شکننده ای نظیر سرامیکها، کاربیدهای سماتنه و شیشه تقریباً در انحصار سنگ زنی است.

۱-۲) انواع ماشین سنگ تخت سایبی

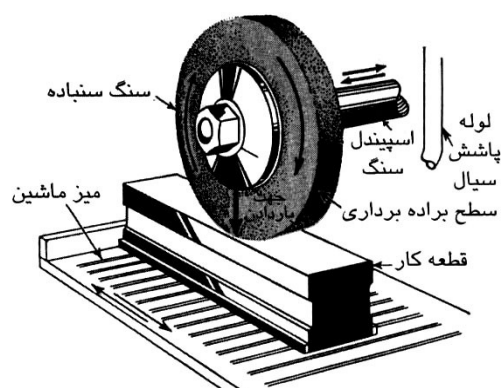
سنگ زنی سطوح تخت قطعات را تخت سایبی می گویند. ماشینهای سنگ زنی تخت سایبی به دو گروه اصلی اسپیندل افقی و اسپیندل عمودی تقسیم می گردند. هر کدام از این ماشینها نیز ممکن است دارای میز با حرکت رفت و برگشتی یا میز با حرکت دورانی باشند. پس انواع ماشین سنگ عبارتند از :

۱- ماشین سنگ زنی تخت سایبی با اسپیندل افقی و میز رفت و برگشتی

رایجترین نوع از ماشینهای سنگ زنی تخت سایبی هستند و از آنها معمولاً در کارگاههای قالب سازی و ابزار سازی استفاده می گردد. در این ماشین از گیره مغناطیسی برای بستن قطعات استفاده می شود و سنگ مورد استفاده اغلب سنگ سنباده استوانه ای تخت است.



A. ماشین سنگ تخت با اسپیندل افقی



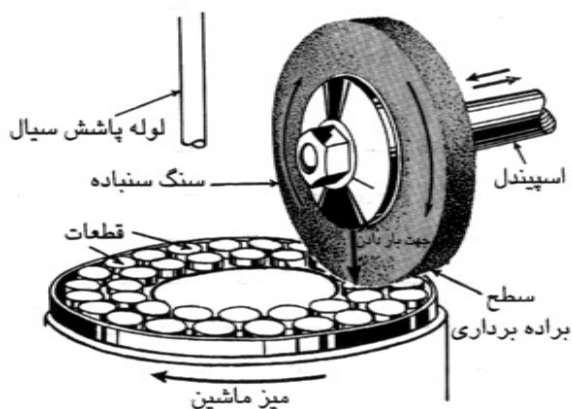
B. اصول سنگ زنی تخت

در ماشینهای سنگ تخت با اسپیندل افقی و با میز رفت و برگشتی، قطعه کار بر روی میز مغناطیسی نصب شده و از زیر

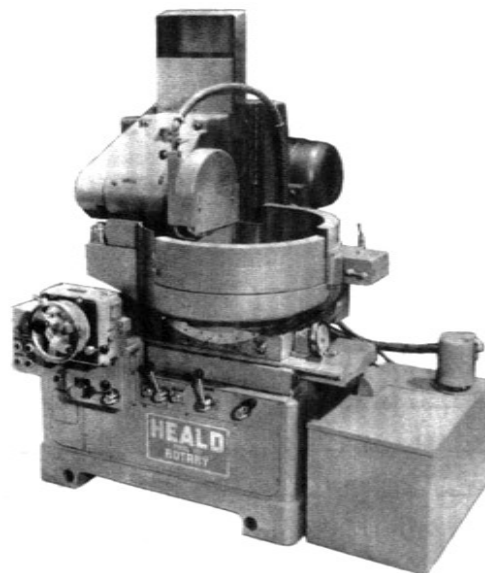
سنگ سنباده عبور می کند.

۲- ماشین سنگ زنی تخت سایبی با اسپیندل افقی و میز گردان

این ماشین برای سنگ زنی تخت قطعات گرد بکار می رود. عملیات سنگ زنی در این نوع ماشین سریعتر از ماشین سنگ زنی تخت سایبی با اسپیندل افقی و میز رفت و برگشتی است زیرا سنگ همواره با قطعه کار در تماس است. در این ماشین نیز از گیره مغناطیسی و سنگ تخت استفاده می شود.



B. اصول عملکرد

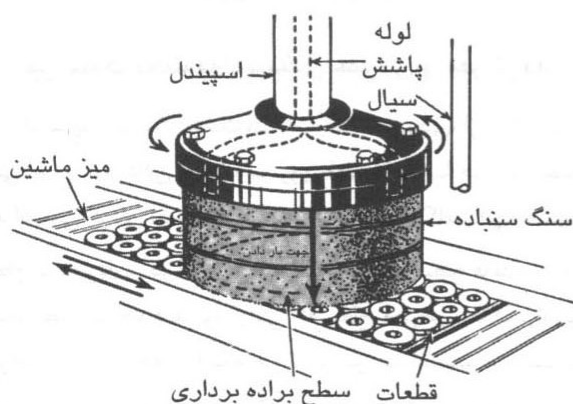


A تصویر ماشین

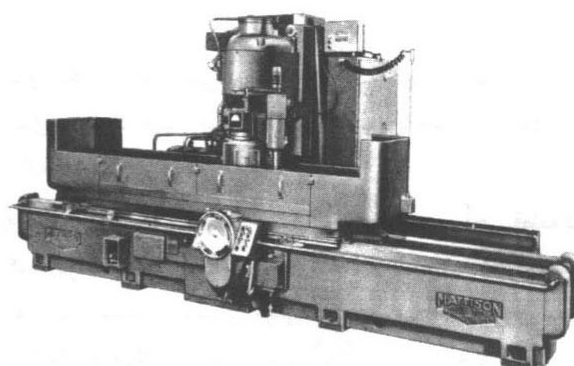
ماشین سنگ تخت با اسپیندل افقی و میز گردان. در این ماشین قطعات بر روی یک میز گردان چیده شده و از زیر سنگ سنباده عبور می کنند.

۳- ماشین سنگ زنی تخت سایبی با اسپیندل عمودی و میز رفت و برگشتی

برای سنگ زنی سنگین در خطوط تولیدی بکار می رود. از آنجا که قاعده سنگ سنباده عمل ماشین کاری را انجام می دهد پرداخت سطح در این نوع ماشین مطلوب نمی باشد. سطح تماس سنگ و قطعه کار در این ماشین زیاد است و نسبت به ماشینهای دیگر سرعت و توان برداری بالایی دارد.



B. اصول عملکرد

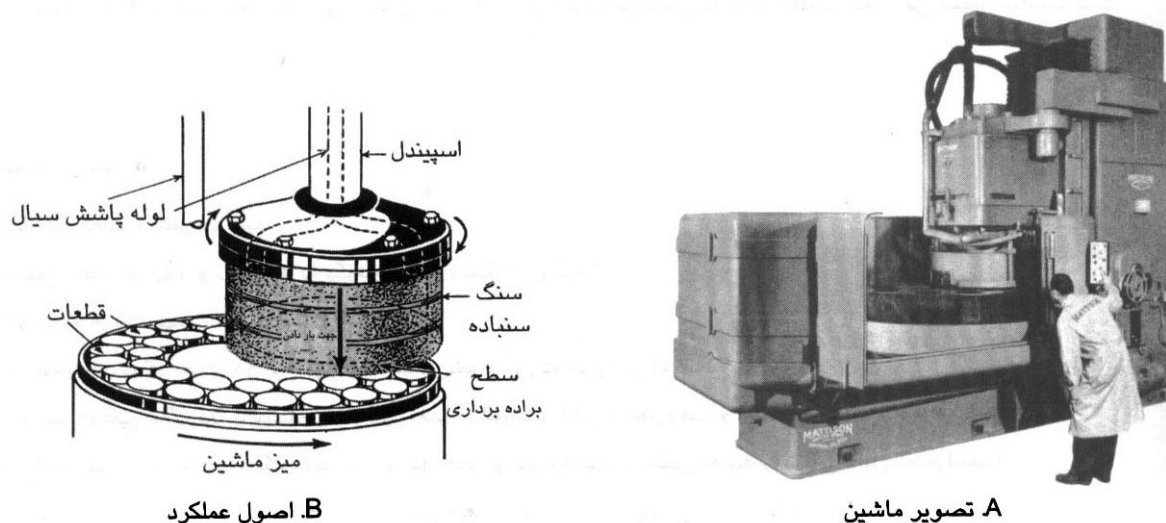


A تصویر ماشین

ماشین سنگ تخت با اسپیندل عمودی و میز رفت و برگشتی که برای عملیات سنگ زنی سنگین مناسب است.

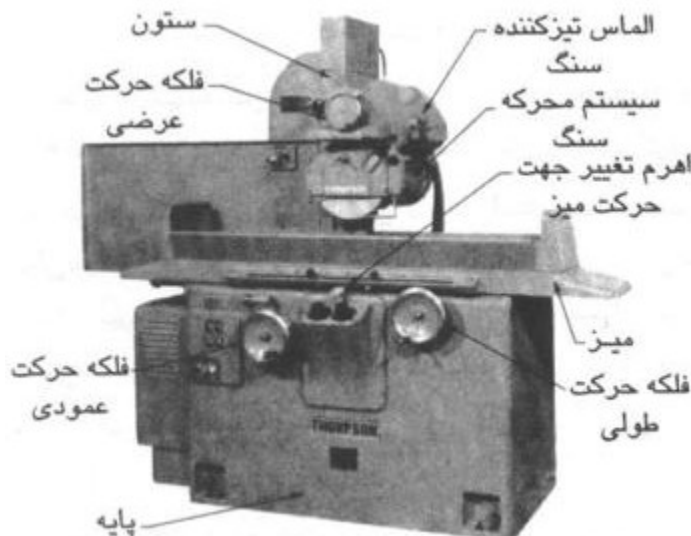
۴- ماشین سنگ تخت سایه با اسپیندل عمودی و میز گردان

در این ماشین یک سنگ کاسه ای شکل به صورت عمودی بروی اسپیندل نصب می گردد. جهت دوران سنگ و میز متفاوت می باشد. در این ماشین نیز پرداخت سطح چندان مطلوب نیست. کاربرد آن بیشتر در عملیات سنگ زنی تولیدی است و نسبت به دیگر ماشینهای سنگ دقت کمتری دارد.



ماشین سنگ تخت با اسپیندل عمودی و میز گردان که در اصل یک ماشین تولیدی محسوب می شود.

۱-۳) تشریح بخشهای ماشین سنگ تخت سایه (با اسپیندل افقی و میز رفت و برگشتی)
رایج ترین ماشین سنگ که برای سنگ زنی انواع سطوح تخت (کاملاً تخت، زاویه دار و فرم دار) به کار می رود، ماشین سنگ تخت با اسپیندل افقی و میز رفت و برگشتی است. این ماشین خیلی دقیق است و قطعات سنگ خورده توسط آن دارای ابعادی دقیق و سطوحی پرداخت خواهند بود. این نوع ماشین سنگ زنی در مدلها و ابعاد متنوع عرضه می شود. بعضی از مدل های کوچک این ماشین به صورت دستی و بعضی مدل های دیگر به صورت کاملاً خودکار کار می کنند. سنگ زنی در این نوع ماشین با سطح محیطی سنگ سنبلاده انجام می شود. قطعه کار مستقیماً بروی میز مغناطیسی ماشین و یا بروی فیکسچرهای مناسب دیگر مهار شده و با حرکت رفت و برگشتی میز از زیر سنگ سنبلاده عبور می کند.

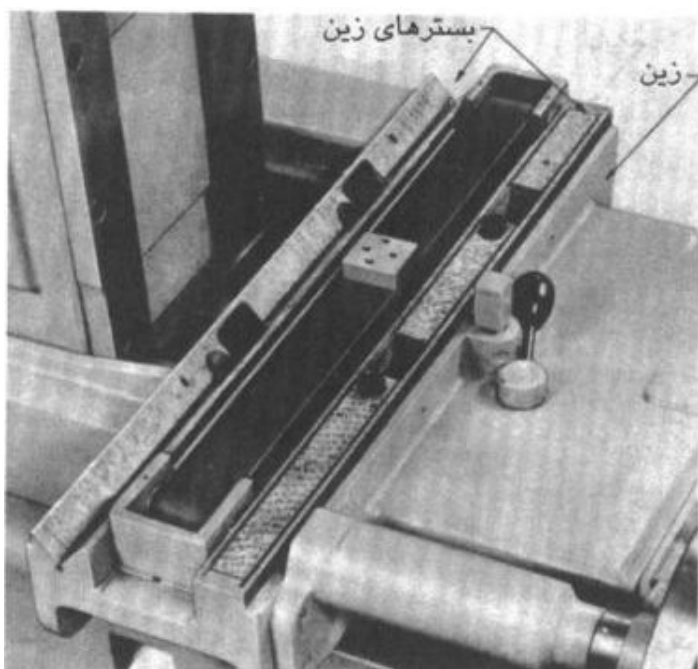


هر چند این نوع ماشینها در مدل‌های مختلف ساخته می‌شود، ولی ساختمان همه آنها با هم مشابه است. برای درک بهتر عملکرد ماشین لازم است توضیح مختصری راجع به ساختمان آن ارائه گردد. پایه (Base) ماشین‌های سنگ تخت معمولاً از چدن ساخته می‌شود و به عنوان نگهدارنده همه اجزای ماشین عمل می‌کند (شکل روبرو).



در مدل‌هایی که حرکات ماشین به صورت خودکار انجام می‌شود، یک سیستم تأمین قدرت هیدرولیک شامل پمپ، مخزن و دیگر ادوات کنترل نیز درون پایه نصب می‌شوند. زین (Saddle) ماشین که میز بر روی آن قرار دارد، بروی بسترهای عرضی پایه که به دقت ماشین کاری شده‌اند، می‌نشینند. بسترهای عرضی و عمودی گاهی اوقات با لایه‌ای از کرم سخت، پوشش داده می‌شوند یا با عملیات حرارتی سخت کاری می‌گردند. به این ترتیب دقت

عملکرد ماشین افزایش و اصطکاک کاهش می‌یابد. در نتیجه عمر ماشین طولانی خواهد شد و حرکات ماشین به نرمی و بدون لقی انجام می‌گردد. ستون ماشین (Column) معمولاً به صورت یک پارچه با پایه و به صورت ریخته‌گری ساخته می‌شود. بر روی ستون، بسترهای حرکت عمودی ماشین به دقت و با زاویه ۹۰ درجه نسبت به بسترهای عرضی ماشین، ماشین کاری می‌شوند. بر روی ستون، کله‌گی سنگ و اسپیندل نصب می‌شود. حرکت عمودی سنگ سنباده برای سنگ زنی تدریجی سطح قطعه کار نیز بر روی بسترهای ستون انجام می‌شود. زین یک قطعه ریخته‌گری شده H - شکل است که بر روی



بسترهای عرضی پایه نصب می‌گردد. در قسمت بالای زین نیز بسترهای ماشین کاری شده دقیق وجود دارد که میز ماشین بر روی آنها به صورت طولی به چپ و راست حرکت می‌کند. زین می‌تواند بر روی بسترهای عرضی پایه حرکت کرده و حرکت عرضی ماشین را به وجود آورد. با توجه به نوع ماشین، حرکت عرضی (یعنی حرکت عرضی میز به طرف ستون و بیرون) ممکن است به صورت دستی یا خودکار باشد. به کمک فلکه حرکت عرضی می‌توان حرکت زین را به صورت دستی انجام داد. در بعضی

ماشینها این امکان وجود دارد که زین را به صورت خودکار و با سرعت زیاد حرکت داد و به این ترتیب می‌توان میز و قطعه کار بسته شده روی آن را به سرعت به طرف سنگ سنباده هدایت کرد. میز بر روی بسترهای بالای زین که در راستای طولی ماشین قرار گرفته‌اند، می‌نشینند (شکل بالا).

بنابراین میز می تواند در راستای طولی ماشین به طرف چپ و راست یک حرکت رفت و برگشتی مداوم



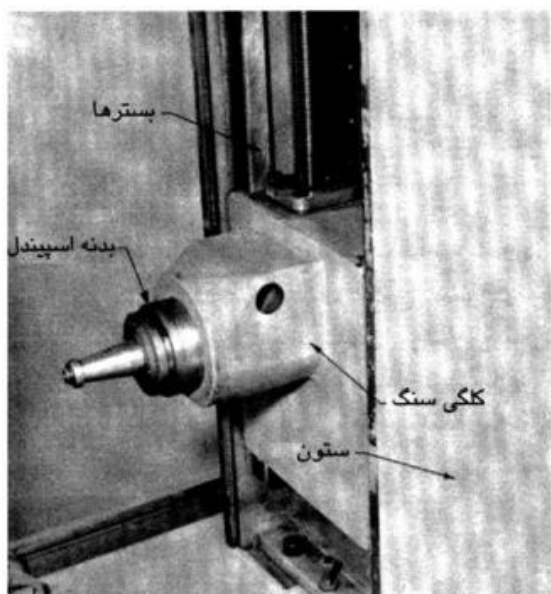
انجام دهد و قطعه کار را مرتباً از زیر سنگ سنباده عبور دهد.

حرکت طولی میز نیز به صورت دستی با استفاده از فلکه دستی یا خودکار با استفاده از سیستم هیدرولیک قابل کنترل است.

وقتی حرکت طولی میز به صورت خودکار انجام می شود، کورس حرکت میز را می توان با تنظیم قطعات مانع، به دلخواه تنظیم نمود. پس از برخورد اهرم تغییر جهت به هر کدام از

قطعات مانع، میز به صورت لحظه ای متوقف می گردد و بلافاصله در جهت مخالف حرکت می کند (شکل بالا).

کله گی سنگ (Wheel head) بروی بسترهای ستون مهار شده است و می توان آن را به صورت دستی یا خودکار به بالا و پایین حرکت داد. بدنه اسپیندل که درون آن چند بلبرینگ آب بندی شده دقیق وجود دارد، اسپیندل سنگ را در خود جای می دهد و اسپیندل می تواند درون آن با دقت و بدون لقی به گردش درآید.



سنگ سنباده بر روی دنباله انتهایی اسپیندل نصب می شود. اسپیندل در اغلب ماشین های سنگ به گونه ای فتر بندی می شود که در برابر نیروهای طولی وارده به اسپیندل در هر دو جهت مقاومت کند. این نیروها در اثر تماس سنگ با قطعه کار ایجاد می شود. فلکه حرکت عمودی سنگ معمولاً با دقت 0.01 میلی متر مدرج می شود و از آن برای پایین آوردن تدریجی سنگ بروی قطعه کار و تنظیم عمق براده برداری

استفاده می شود. در بعضی ماشینهای سنگ تخت دقیق، یک سیستم بار دادن یا حرکت عمودی دقیق نیز در کنار فلکه حرکت عمودی تعبیه شده است که توسط آن می توان بار دادن سنگ بر روی قطعه کار را با دقت 0.02 میلی متر انجام داد. در انواع دیگر ماشینهای سنگ زنی، فلکه تنظیم حرکت عمودی مجهز به یک سیستم ورنیه دار با دقت 0.02 میلی متر می باشد.

توجه:

برای آشنایی با روش کار دستگاه سنگ موجود در کارگاه به بخش ضمیمه مراجعه نمایید.

۴-۱) بررسی مواد خنک کاری در سنگ زنی

امروزه رقابت شدیدی بین شرکت های تولیدی مختلف و از جمله صنایع فلزکاری بر سر تصاحب سهم بیشتری از بازار وجود دارد. برای بقا در این عرصه رقابتی، شرکتها باید تلاش کنند محصولات خود را با کیفیت بهتر تولید کنند و با قیمت های قابل رقابت با محصولات مشابه به بازار عرضه نمایند. برای رسیدن به چنین هدفی لازم است کلیه مراحل تولید به طور مستمر بررسی و در صورت امکان برای افزایش بهره وری اصلاح شود تا اولاً بتوان کیفیت تولید را ارتقاء داد ثانیاً هزینه ها کاهش یابد. در فرایندهای براده برداری، سیالات خنک کننده از اهمیت زیادی برخوردار هستند، زیرا عمر ابزار را افزایش داده پرداخت سطح قطعات تولیدی را بهبود می بخشند.

۴-۱-۱) وظایف سیال خنک کننده در سنگ زنی

مهمترین اثر مایع خنک کننده در عملیات سنگ زنی، کاهش اصطکاک و حرارت است. با استفاده از سیال خنک کننده، توان براده برداری افزایش یافته، کیفیت و دقت ابعادی قطعه کار بهبود می یابد. همچنین هزینه های سنگ زنی کاهش خواهد یافت. ایجاد حرارت زیاد به هنگام سنگ زنی می تواند به ریز ساختار قطعه کار آسیب برساند و باعث سایش و خرابی زودرس قطعه کار شود. در انتخاب نوع سیال خنک کننده باید به دو وظیفه برشی و غیر برشی آن جهت حصول بهترین نتیجه توجه داشت.

الف) وظایف برشی

یک سیال خنک کننده خوب باید دو وظیفه مهم زیر را به خوبی انجام دهد :

روان کاری : کاهش حرارت تولید شده در محل تماس سنگ و قطعه کار

خنک کاری : دور کردن حرارت ایجاد شده به هنگام سنگ زنی

در عملیات سنگ زنی، تقریباً یک سوم حرارت ایجاد شده به علت اصطکاک خارجی حاصل از لغزش براده ها بروی دانه های ساینده و دو سوم حرارت ایجاد شده به علت مقاومت اتمهای فلزی قطعه کار در برابر کنده شدن از سطح قطعه کار می باشد. با روان کاری موثر محل تماس سنگ و قطعه کار، نتایج زیر حاصل می شود :

۱- حرارت حاصل از لغزش براده بر دانه های سنگ کاهش می یابد چون اصطکاک بین آنها کم می شود.

۲- زاویه برش افزایش و مسیر برش کاهش می یابد و در نتیجه، براده های نازکتری تولید می شود.

۳- تزاخم بین مولکولها کمتر می شود و بنابراین اصطکاک داخلی و حرارت ناشی از آن کاهش می یابد.

از طرف دیگر برای آن که سنگ سنباده خنک کاری را به خوبی انجام دهد، باید بدون آن که دمایش افزایش زیادی داشته باشد حرارت را جذب کند و این حرارت را به سرعت از محیط تماس دور نماید. با استفاده از یک خنک کننده خوب، عمر سنگ سنباده افزایش می یابد و می توان سرعت برشی و پیشروی بزرگتری را به کار برد و در مجموع بهره وری فرایند را بهبود بخشید. انتخاب یک سیال سنگ زنی مناسب و به کارگیری صحیح آن دارای مزایای زیر است :

۱- کاهش هزینه سنگ : کاربرد خنک کننده سبب می شود سایش سنگ و نیاز به تیز کردن آن کاهش و در نتیجه عمر سنگ سنباده افزایش یابد. زمان توقف ماشین برای تعویض سنگ نیز کمتر خواهد شد.

۲- افزایش کارایی : با توجه به این که سیالات سنگ زنی، اصطکاک و حرارت را کاهش می دهند، می توان سرعت براده برداری را افزایش داد.

۳- کاهش هزینه نیروی انسانی : هر چه سنگ سنباده کمتر به تیز کردن نیاز داشته باشد، زمان توقف ماشین نیز کمتر می گردد. به این ترتیب هزینه نیروی انسانی به ازاء هر قطعه کار تولید شده کمتر خواهد بود.

۴- کاهش هزینه انرژی : استفاده از سیالات سنگ زنی، میزان اصطکاک تولید شده را کاهش می دهد. به همین دلیل انرژی مورد نیاز برای براده برداری نیز کمتر شده هزینه ها نیز کاهش خواهد یافت.

۵- پرداخت سطح بهتر : اگر نوع سیال به درستی انتخاب شود و این سیال به میزان کافی در محل تماس سنگ و قطعه کار جریان یابد، می تواند براده های حاصل را به خوبی از محل دور کند. بنابراین از عبور مجدد این براده ها در منطقه تماس سنگ و قطعه کار جلوگیری می شود. عبور مجدد براده ها از روی سطح قطعه کار می تواند خراش های کوچکی بر روی سطح ایجاد کند.

۶- دقت ابعادی قطعه کار : استفاده موثر از سیالات سنگ زنی باعث کاهش اصطکاک و حرارت می شود. با خنک نگه داشتن قطعه کار حین عملیات سنگ زنی، از انبساط و اعوجاج ابعادی و تخریب ریز ساختار قطعه کار جلوگیری می شود و بنابراین فرم هندسی و ابعاد قطعه کار دقیق خواهد بود.

ب) وظایف غیر برشی

وظایف غیر برشی یک سیال سنگ زنی خوب عبارت است از :
ایجاد مقاومت در برابر خوردگی، کنترل رشد باکتریها، مقاومت در برابر آتش گیری، پایداری شیمیایی، ویسکوزیته پایین و غیر سمی بودن
در صورتی که سیال سنگ زنی چنین ویژگی هایی داشته باشد، عمر کاری طولانی دارد، قابل بازیافت است و کار کردن با آن برای اپراتور ایمن خواهد بود.

۲-۴-۱) آماده سازی ماشین

قبل از ریختن سیال سنگ زنی به درون ماشین باید اطمینان یافت که سیستم گردش سیال ماشین کاملاً تمیز است. هیچ وقت یک سیال تمیز و نو را به داخل سیستم قدیمی آلوده نریزید، زیرا سیال نو با بقایای سیال قدیمی آلوده خواهد شد.

برای تمیز کردن سیستم خنک کننده به ترتیب زیر عمل کنید :

۱- سیال کهنه را با پمپ از سیستم خارج و مخزن را از بقایای سیال و لجن ته نشین شده پاک کنید.

۲- نشتیهای سیستم را بررسی و آنها را برطرف کنید.

۳- با استفاده از یک محلول تمیز کننده، مخزن و لوله های سیستم گردش سیال را شستشو دهید.

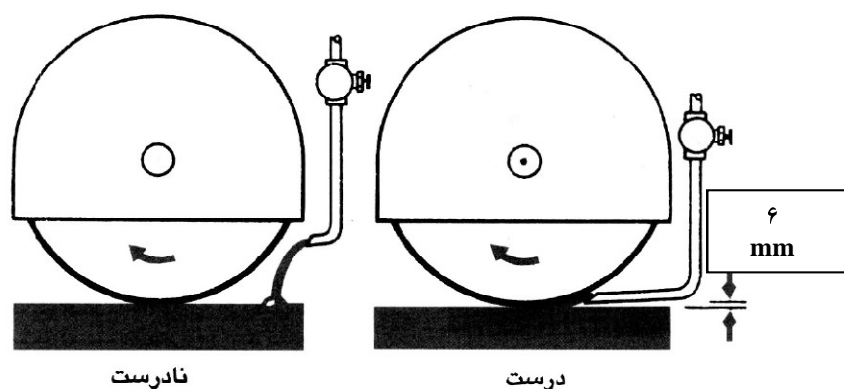
۴- سطوح خارجی ماشین سنگ زنی را پاک کنید.

۵- محلول تمیز کننده را تخلیه کنید و سیستم را با آب آن قدر شستشو دهید تا کاملاً تمیز شود.

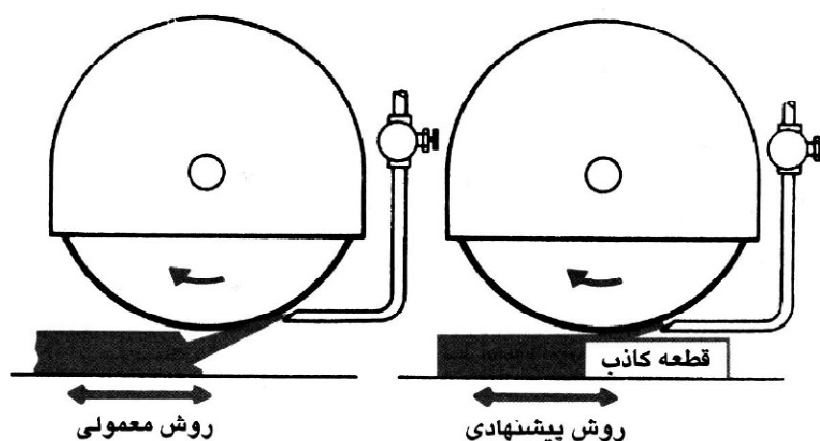
۶- فوراً مخزن ماشین را با محلول تازه که با نسبت های دقیق آماده شده است پر کنید تا از خوردگی قطعات سیستم در اثر تماس با آب خالص جلوگیری شود.

۳-۴-۱) روش های پاشش

همان طور که گفته شد برای اجرای موفق یک عملیات سنگ زنی، انتخاب سیال مناسب و روش درست پاشش آن به ناحیه تماس سنگ و قطعه کار، از اهمیت زیادی برخوردار است. اگر نتوان سیال را به مقدار کافی و به درستی به ناحیه تماس رساند، زمان و هزینه ای که برای تهیه سیال مناسب صرف شده، در واقع هدر رفته است. وقتی سیال به مقدار کافی و به درستی در ناحیه تماس جاری می شود، می تواند براده ها را از آن ناحیه دور و ناحیه تماس را روان کاری کند. در نتیجه حرارت ناشی از سنگ زنی کاهش می یابد. نازل پاشش سیال باید در جهت گردش سنگ سنبلاده و به ارتفاع تقریبی ۶ میلی متر نسبت به سطح قطعه کار و در نزدیکترین موضع نسبت به سنگ سنبلاده قرار گیرد (شکل زیر).



اطراف نازل پاشش را محصور کنید تا جریان سیال مجبور باشد فقط به طرف ناحیه تماس سنگ و قطعه کار جاری شود. در عملیات سنگ زنی تخت، بهتر است یک قطعه کاذب با ارتفاع کمی کوتاهتر از قطعه کار را در کنار قطعه قرار دهید. به این ترتیب سنگ سنبلاده همیشه با سیال در تماس است و هیچ وقت خشک کار نمی کند (شکل زیر).

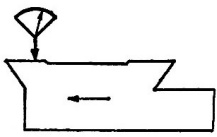
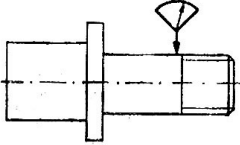
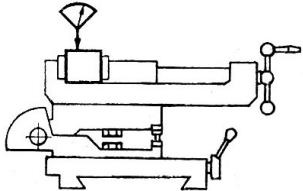
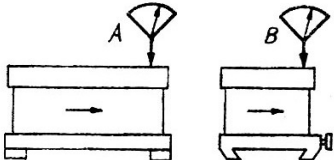


در عملیات سنگ زنی داخلی، قطر سنگ سنبلاده نباید از سه چهارم قطر سوراخ بزرگتر باشد تا فضای کافی برای جریان سیال در داخل قطعه کار وجود داشته باشد. در عملیات سنگ زنی گردسایبی، توصیه می شود از یک نازل پهن که بتواند جریان کافی از سیال را به ناحیه تماس برساند، استفاده شود. در عملیات سنگ زنی سنگین، باید از سه نازل پاشش تحت فشار استفاده کرد. یک نازل در قسمتی که سنگ با قطعه کار در تماس است، یک نازل در قسمتی که سنگ از قطعه کار جدا می گردد و یک نازل در قسمت بالای سنگ قرار داده می شود.

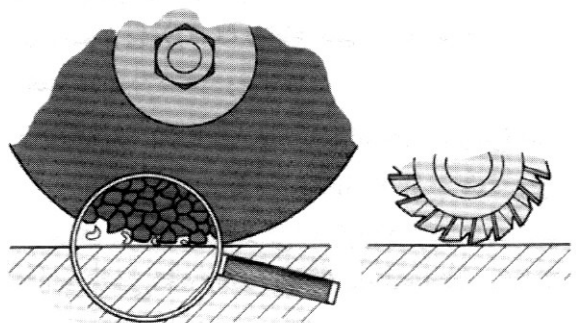
۲) سرویس و نگاه داری ماشین سنگ تخت

برای افزایش عمر ماشین سنگ و بالا بودن دقت عملکرد آن همواره به نکات زیر توجه نمایید:

- ۱- دستگاه را مطابق با آنچه سازنده ذکر کرده است به صورت روزانه، هفتگی یا ماهیانه با روغن پیشنهاد شده روغن کاری کنید.
- ۲- روکش های اجزای حرکتی دستگاه مانند پیچهای محرک میز را بررسی کنید. این روکشها مانع از ورود براده و ذرات سنگ زنی به بخشهای حساس ماشین می گردد و همواره باید در محل خود به درستی نصب شده باشند.
- ۳- برای تمیز کردن ماشین از هوای فشرده استفاده نکنید چرا که علاوه بر خطر پرتاب ذرات به چشم ممکن است این ذرات به ریلهای راهنما و دیگر بخشهای دستگاه نفوذ کرده منجر به فرسایش دستگاه شوند. نظافت روزانه دستگاه باید با دقت انجام شود.
- ۴- دستگاه باید در موقعیتی نصب شده باشد که هیچ ارتعاشی وجود نداشته باشد و دستگاه تراز باشد.
- ۵- از کاربرد سنگهایی با قطر یا سرعت بیشتر از آنچه سازنده دستگاه ذکر نموده است خودداری گردد.
- ۶- سرعتهای سنگ زنی مطابق با آنچه سازنده در کتاب کار با دستگاه ذکر کرده است انتخاب گردد.
- ۷- هرگز بیش از حد به محور اصلی دستگاه فشار وارد نکنید.
- ۸- از ماده خنک کاری مناسب استفاده نمایید و سیستم گردش ماده خنک کننده را طبق برنامه پیشنهاد شده توسط سازنده به موقع تمیز کنید.
- ۹- جهت دوران سنگ را پس از توقف کامل آن تغییر دهید.
- ۱۰- در دوره های معین به کمک ساعت اندازه گیری و میله ها و بلوکهای دقیق سنگ خورده آزمایشهای زیر را بروی دستگاه انجام دهید تا خطاهای حرکتی در حد تعیین شده توسط سازنده باشد.

آزمایش	شکل	نمونه مقدار مجاز خطا
بررسی تراز میز با حرکت عرضی آن		۰/۰۱ میلی متر در ۱۰۰ میلی متر
هم مرکزی محور سنگ		۰/۰۳ میلی متر
ترازی قطعه دقیق بسته شده به گیره با میز		۰/۰۲ میلی متر در ۱۰۰ میلی متر
ترازی سطح گیره مغناطیسی در دو جهت طولی و عرضی با میز		طولی: ۰/۰۲ میلی متر در ۲۰۰ میلی متر عرضی: ۰/۰۱ میلی متر در ۱۰۰ میلی متر

۳) انتخاب سنگ سنباده



ابزار سنگ زنی که به آن چرخ سنگ زنی یا سنگ سنباده گفته می شود از ذرات سخت و تیز مواد ساینده ساخته و با چسبهای مخصوص به هم متصل شده است. برخلاف دیگر روشهای ماشین کاری، ذرات ساینده موجود در سنگ سنباده دارای لبه های برش متعددی می باشند که بسته به نوع سنگ هر یک از

این ذرات براده کمی از قطعه کار جدا می کنند. در شکل بالا لبه های برش سنگ با یک تیغ فرز مقایسه شده است. مواد ساینده به کار رفته در سنگهای سنباده به دو گروه طبیعی و مصنوعی تقسیم می شوند.

۱-۳) مواد تشکیل دهنده سنگ سنباده

۱-۱-۳) مواد ساینده طبیعی

احتمالاً کوارتز به شکل ماسه آزاد، چخماق و ماسه سنگ، تنها مواد ساینده ای بوده اند که انسان ماقبل تاریخ می شناخته است. دیگر مواد ساینده طبیعی و مهم شناخته شده از دوران باستان سنگ سنباده، نارسنگ (garnet) و الماس هستند. سنگ سنباده در حقیقت شکل ناخالصی از کوراندوم (corundum) شامل اکسیدهای آلومینیم و آهن به نسبت تقریباً یکسان است. ارزش سنگ سنباده به عنوان یک ماده ساینده توسط یونانی ها و رومی های باستان کشف شده است. احتمالاً نارسنگ نیز به عنوان یک ماده ساینده شامل کانی های مختلف سیلیکات آلومینیم در عصر باستان شناخته شده است. اعتقاد بر آن است که استخراج الماس در هند و بین سالهای ششصد تا هشتصد قبل از میلاد آغاز شده است و تا قرن نوزدهم هند منبع اصلی الماس بوده است. قدیمی ترین تاریخ ثبت شده برای استفاده از پودر الماس به عنوان یک ماده ساینده قرن پانزدهم است که در بلژیک برای برش الماس و عملیات پرداخت کاری ظریف در ساعت سازی مورد استفاده قرار می گرفته است. مواد ساینده کوراندوم طبیعی که عمدتاً شامل بلورهای اکسید آلومینیم است در اوایل قرن نوزدهم بطور عمومی شناخته شد. بعد از الماس، کوراندوم سخت ترین ماده طبیعی مناسب برای سنگ زنی میباشد. البته الماس طبیعی و کوراندومی که بعنوان ماده ساینده بکار می رفتند آن قدر شفاف، بی نقص و تمام عیار نبودند که به عنوان سنگ قیمتی مورد استفاده قرار گیرند. در آغاز قرن نوزدهم که اولین چرخهای سنگ زنی یک پارچه در هند برای سنگ زنی دستی جواهرات ساخته شدند از سنگ سنباده یا کوراندوم برای ساختن این چرخها استفاده گردید.

۲-۱-۳) مواد ساینده مصنوعی

با پیشرفت صنایع و تکنولوژی، مواد ساینده طبیعی دیگر پاسخگوی نیاز های صنعت نبودند به همین دلیل تلاشهای متعددی در راستای ساخت مواد ساینده مصنوعی صورت گرفت و ترکیبات مختلفی تولید شدند که بطور کلی می توان آنها را به سه گروه تقسیم کرد :

۱- اکسید آلومینیم (الکترو کروند)

۲- کاربید سیلیسیم

۳- ابر ساینده ها

در ابتدای قرن بیستم مواد ساینده مصنوعی نظیر کاربید سیلیسیم (silicon carbide) و اکسید آلومینیم (aluminum oxide) ظهور یافتند. کشف کاربید سیلیسیم به آچسون (E.G. Acheson) در سال ۱۸۹۱ نسبت داده شده است. (واژه کربوراندم (Carborundum) که هنوز گاه گاهی بکار می رود مترادف کاربید سیلیسیم است). مدت کوتاهی بعد و در سال ۱۸۹۷ اکسید آلومینیم مصنوعی یا کوراندم (Corundum) توسط جاکوبز (C.B. Jacobs) از طریق ذوب بوکسیت (bauxite) در یک کوره الکتریکی تولید گردید. امروزه برای تولید اکسید آلومینیم، بوکسیت که یک سنگ معدنی است و درصد زیادی اکسید آلومینیم دارد با مقداری کک نرم و براده آهن در کوره الکتریکی و در دمای حدوداً ۲۰۰۰ درجه سانتی گراد حرارت داده می شود. در نهایت ماده ای در ته کوره باقی می ماند که از سخت ترین مواد سنگ زنی محسوب می گردد و مقاومت زیادی دارد. حدوداً ۷۵ درصد سنگهای سنباده از اکسید آلومینیم ساخته می شود. بسته به درجه خلوص، اکسید آلومینیم به ۵ گروه معمولی، نیمه ترد، سفید، خشن تراش و بسیار خشن تراش دسته بندی می گردد. با افزایش درجه خلوص اکسید آلومینیم سختی و شکنندگی آن زیاد می شود.

کاربید سیلیسیم نیز با حرارت دادن مخلوطی از ماسه سیلیسی و کک به همراه اندکی خاک اره (جهت ایجاد تخلخل) و نمک طعام در کوره الکتریکی و در دمای حدوداً ۲۲۰۰ درجه سانتی گراد بدست می آید. کاربید سیلیسیم به دو نوع معمولی یا سیاه و کاربید سیلیسیم سبز دسته بندی می شود. کاربید سیلیسیم سیاه نسبت به سبز درجه خلوص کمتری دارد و در نتیجه سختی و شکنندگی آن کمتر است اما در هر حال سختی کاربید سیلیسیم از اکسید آلومینیم بیشتر و البته شکننده تر می باشد.

مواد حاصل پس از خروج از کوره مورد بررسی قرار گرفته مواد خالص از ناخالص جدا می شوند. سپس آنها را به دستگاههای آسیاب هدایت می نمایند تا بر حسب نیاز به دانه هایی با ابعاد و اندازه های مشخص تبدیل گردند و به کمک الک، ذرات با دانه بندی یکسان جدا می شوند. ذرات بدست آمده با چسبهای مخصوص ترکیب شده، در قالبهای فرم دار ریخته می شوند و در نهایت با اعمال حرارت به قالبها، سنگ های سنباده یک پارچه ای حاصل می گردند.

توسعه ابر ساینده های الماس و سی بی ان (cubic boron nitride (CBN) نیتريد بور مکعبی) از ارزشهای قرن بیستم بود. از اوایل دهه ۱۹۴۰ تا به امروز سنگ زنی کاربیدهای سممانته مهمترین علت مصرف الماس صنعتی است. در سال ۱۹۵۵ شرکت جنرال الکتریک توانست الماس مصنوعی تولید کند. اگرچه الماس مصنوعی دو سال قبل از آن در سوئد ساخته شده بود اما الماس مصنوعی از سال ۱۹۵۰ به صورت تجاری در دسترس قرار گرفت. الماس در هر دو نوع طبیعی و مصنوعی برای سنگ زنی مواد مختلفی مانند کاربیدهای سممانته، سرامیکها، فلزات، شیشه و کامپوزیتها تقویت شده با فیبر بکار می رود. اما علی رغم سختی زیادی که الماس دارد برای سنگ زنی اکثر فلزات آهنی مناسب نیست چرا که به علت پدیده گرافیتی شدن دچار فرسایش بیش از حدی می گردد. در تلاش جهت یافتن جانشینی

برای الماس سال ۱۹۵۷ شرکت جنرال الکتریک برای اولین بار به کمک روشی مشابه آنچه در تولید الماس مصنوعی بکار برده بود موفق به ساخت CBN شد اما این ماده در سال ۱۹۶۹ بخصوص جهت سنگ زنی فلزات آهنی به صورت تجاری در دسترس قرار گرفت. CBN به عنوان دومین ماده بسیار سخت بعد از الماس شناخته شده است به طوری که امروزه فن آوری سنگ زنی به سمت استفاده موثرتر از این ماده پیش می رود.

۳-۱-۳) چسبها

دانه های ساینده با چسب (Bond) در کنار یکدیگر قرار می گیرند. انواع چسب عبارتند از:

۱- چسب شیشه ای (Vitrified bond) یا سرامیکی با علامت مشخصه V که در ۵۰ درصد سنگها بکار می رود. هنگام کند شدن سنگ، به راحتی شکسته می شود و تیز شدن سنگ را تسهیل می کند. تحت تأثیر اسید، آب، روغن یا تغییرات سریع دما قرار نمی گیرد و لذا در سنگ زنی خشک یا تر قابل استفاده است. سرعت کار سنگهای دارای این چسب حدود ۱۹۵۰ متر بر دقیقه است.

۲- چسب رزینی (Resinoid bond) با علامت مشخصه B: سنگها با این چسب کمتر گرم می شوند و سرعت و توان براده برداری بیشتری دارند. تقریباً یک سوم سنگهای سنباده دارای این چسب هستند. از سنگهای با چسب رزینی در عملیات خشن کاری، برش و گاهی در پرداخت کاری استفاده می گردد. سرعت کار سنگهای دارای این چسب حدود ۲۸۵۰ الی ۴۸۰۰ متر بر دقیقه است.

۳- چسب لاستیکی (Rubber bond) با علامت مشخصه R: سنگهای دارای این چسب استحکام، قابلیت انعطاف و قابلیت جذب ضربه خوبی دارند و برای ایجاد برشهای نازک و پرداخت کاری مناسب هستند. سرعت کار سنگهای دارای این چسب حداکثر حدود ۴۸۰۰ متر بر دقیقه است. ده درصد کل سنگهای سنباده با این چسب تولید می شوند.

۴- چسب شلاک (Shellac bond) با علامت مشخصه E: این چسب از تولید گرمای زیاد جلوگیری می کند و برای سنگ زنی کم عمق و ظریف مناسب است. سنگها با این چسب سطح صیقلی ارائه می دهند و سرعت کار آنها حداکثر حدود ۴۸۰۰ متر بر دقیقه است. درصد کمی از سنگها، چسب شلاک دارند.

۵- چسب سیلیکات (Silicate bond) با علامت مشخصه S: دانه های ساینده براحتی از این چسب جدا می شوند بنابراین سنگهای دارای این چسب در شرایط بسیار خنک تر کار می کنند و حداکثر سرعت کار آنها حدود ۱۶۵۰ متر بر دقیقه است. کاربرد این چسب بسیار محدود است و برای جلوگیری از گرم شدن قطعه کار حین سنگ زنی استفاده می گردد.

۶- چسب اکسی کلرید (Oxychloride bond) با علامت مشخصه O: از سنگهای دارای این چسب در سنگ زنی خشک کارهای خاص مانند انتهای فنرهای فشاری که لازم است گرما حداقل ممکن باشد استفاده می گردد.

نکته:

برای تعیین مشخصات هر سنگ سنباده سیستم علامت گذاری استاندارد وجود دارد که توسط آن نوع ماده ساینده، اندازه دانه های ساینده، درجه سختی سنگ، میزان فشردگی یا تراکم دانه های

ساینده و نوع چسب را به صورت یک کد بروی سنگ مشخص می نمایند. این کد از سمت چپ خوانده می شود. به عنوان مثال در انتهای جدول صفحه بعد ابعاد و مشخصات یک سنگ مطابق استاندارد DIN آلمان داده شده است. لازم به ذکر است که اندازه دانه ساینده (Grit) تعداد شبکه غربال مورد استفاده جهت جداسازی دانه های ساینده در واحد طول است و درجه سختی (Grade) نشان دهنده میزان استحکام چسب موجود در سنگ سنباده می باشد.

سنگ زنی							
مواد ابزار سنگ							
مقایسه با (7.88) DIN 69 100							
علامت	مواد ابزارسنگ	ترکیب شیمیایی	سختی طبق		محدوده کاربرد		
			موس	کنوپ			
SL	سنباده	$Al_2O_3 + SiO_2 + Fe_2O_3$	8	-	پوشش کاغذهای سنگ زنی ، ماشینکاری و پرداخت فولاد ، چدن ، چوب		
A	الکتروکروند	Al_2O_3	≈ 9	1635... 2080	مواد چقرمه ، فولادسخت نشسته ، اتصالات جوشی ، فولادسخت شده ، تیتانیوم		
C	کاربید سیلیسیم	SiC	9,6	2480	مواد سخت : HSS, GG, HM ، سرامیک ، شیشه ، مواد نرم : مس ، آلومینیم ، مواد مصنوعی		
B	نیتريد بر	BN	-	4700	فولاد - HSS ، فولاد گرم کار و سرد کار		
D	الماس	C	10	7000	سنگ زنی دقیق موادسخت چقرمه مانند GG, HM ، شیشه ، سرامیک ، تیز کردن دیسکهای سنگ زنی		
			دانه بندی		درجه سختی		
درشت	4 5 6 7 8 10 12 14 16 20 22 24			کاملاً نرم	A B C D	سنگ زنی عمق و جانبی (بغل) مواد - سخت	
متوسط	30 36 46 54 60			خیلی نرم	E F G -		
ظریف	70 80 90 100 120 150 180 220			نرم	H I Jot K	سنگ زنی معمولی - فلزات	
خیلی ظریف	230 240 280 320 360 400 500 600 800 1000 1200			متوسط	L M N O		
			دانه بندی الماس (D) و نیتريد بر (B) به μm :		سخت	P Q R S	سنگ زنی محوری خارجی مواد نرم
			از (ظریف) 46 (D(B) تا (درشت) 1181 (D(B)		خیلی سخت	T U V W	
					کاملاً سخت	X Y Z -	
ساختار							
و غیره 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14							
رقم مشخصه							
ساختار ← بسته (متراکم) ← باز (منفذ دار)							
چسب (اتصال)							
علامت	نوع چسب	خواص	محدوده کاربرد				
V	چسب سرامیکی	منفذ دار ، ترد ، غیر حساس به آب ، روغن و آب	سنگهای زبر و ظریف با کروند و کاربید سیلیسیم				
B BF	چسب با رزین مصنوعی ، تقویت با پشم شیشه	متراکم یا منفذ دار ، الاستیک ، پایدار به روغن ، سنگ زنی با خنک کننده	سنگهای زبر یا برشی ، سنگهای پروفیلی با الماس - نیتريد بر ، سنگهای فشار بالا				
M	چسب فلزی	متراکم یا منفذ دار ، چقرمه ، غیر حساس به فشار و حرارت	سنگهای پروفیل و ابزار با الماس یا نیتريد بر سنگهای تر				
G	چسب گالوانیکی	درگیری بالا با دانه های برآمده	سنگهای داخل فلزات سخت ، سنگهای دستی				
R RF	چسب لاستیکی ، تقویت شده با پشم شیشه	الاستیک ، سنگ زنی با خنک کننده ، حساس به روغن و حرارت	سنگهای برشی				
E	چسب شلاکی	حساس به تغییرات دما ، الاستیک چقرمه ، غیر حساس به ضربه	سنگهای تیغه اره و فرم دار ، دیسکهای سنگ زنی معمولی و بدون نیاز به تیز کردن				
Mg	چسب کربنات منیزیم	نرم ، الاستیک ، حساس به آب	سنگهای خشک ، سنگهای چاقو				
 <p>مشخصه دیسک سنگ زنی تخت DIN 69 120 ، فرم حاشیه A ، قطر خارجی $D=300\text{ mm}$ ، پهنا $H=127\text{ mm}$ ، سوراخ $T=20\text{ mm}$ ، موادسنگ زنی الکتروکروند (A) ، دانه بندی 60 ، درجه سختی K ، ساختار 5 ، چسب سرامیکی (V) ، حداکثر سرعت محیطی 50 m/s :</p> <p>DIN 69 120 - 1 A - 300×20×127 - A 60 L - 5 V - 50 دیسک سنگ زنی</p>							

۲-۳) عوامل مؤثر در انتخاب سنگ سنباده

عوامل زیر در انتخاب سنگ سنباده دخالت دارند:

۱- جنس قطعه کار و سختی آن

معمولاً برای سنگ زنی فولادها از اکسید آلومینیم و برای سنگ زنی چدن، فلزات غیر آهنی و شبه فلزات از کاربرد سیلیسیم استفاده می شود. همچنین برای مواد سخت و شکننده از دانه های با اندازه کوچک و برای مواد نرم از سنگ با سایز دانه بزرگ (زبر) استفاده می گردد. سنگ های نرم برای مواد سخت و سنگ سنباده های سخت برای مواد نرم بکار می روند.

۲- نوع عملیات سنگ زنی

برای خشن کاری و سنگ زنی سریع از سنگهای زبر استفاده می شود و برعکس. برای خشن تراشی از چسبهای رزینی و برای کارهای دقیق از چسبهای شیشه ای استفاده می گردد.

۳- انجام عملیات سنگ زنی با یا بدون مواد خنک کننده

بطور کلی در سنگ زنی با مواد خنک کننده سختی سنگ را یک درجه بیشتر از سختی سنگ در سنگ زنی بدون مواد خنک کننده با شرایط مشابه انتخاب می نمایند. به عبارت دیگر استفاده از سنگهای سخت در سنگ زنی با مواد خنک کننده کارایی را افزایش می دهد.

۴- سرعت سنگ زنی

با توجه به این که هر چسبی دارای سرعت محیطی معینی است باید متناسب با نوع چسب سرعت را انتخاب نمود و هرگز نباید سنگ را با سرعتی بیشتر از حد مجاز بکار برد. توجه شود که قطر سنگ سنباده با سرعت محیطی نسبت مستقیم دارد.

۵- سطح تماس سنگ زنی

مشخصات زیر بر این عامل تأثیر گذارند:

سنگهای زبر برای سطوح تماس بزرگ بکار می روند و برعکس. هرچه سطح تماس سنگ سنباده با کار کمتر باشد سختی سنگ باید بیشتر شود.

۶- شدت سنگ زنی

معمولاً مواد ساینده زبر و خشن برای سنگ زنی تحت شرایط نه چندان شاق و دقیق استفاده می شود و برای مواد ساینده با سختی متوسط نیز برای سنگ زنی با شدت متوسط استفاده می گردد.

۷- توان ماشین سنگ زنی

هرچه سنگ سخت تر باشد باید ماشینی با توان بیشتر انتخاب نمود.

۸- شکل سنگ سنباده

با توجه به تنوع عملیات سنگ زنی سنگهای سنباده با شکلهای مختلفی ساخته می شوند و برای کاربردهای مختلف نیز باید استفاده شوند.

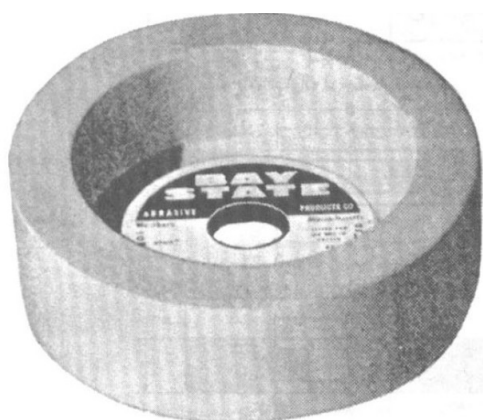
توجه:

در جدول صفحه بعد برای شرایط مختلف سنگ زنی مشخصات سنگ سنباده داده شده است.

سنگ زنی									
انتخاب دیسک سنگ زنی									
سنگ زنی محوری خارجی									
جنس قطعه کار	مواد ابزار-سنگ	قطر دیسک سنگ زنی به mm							
		تا 350		350 تا 450		450 تا 600			
		دانه بندی	سختی	دانه بندی	سختی	دانه بندی	سختی		
فولاد سخت نشده	A	60	L...M	50	L...M	46	L...M		
فولاد سخت شده	A		K...L		K...L		K...L		
فولاد تندبر سخت شده	A		H...J		H...J		H...J		
فلز سخت	C	80	H	60	H	-	-		
چدن	A, C	60	J	50	J	46	J		
سنگ زنی محوری داخلی									
جنس قطعه کار	مواد ابزار-سنگ	قطر دیسک سنگ زنی به mm							
		تا 16		از 16 تا 36		از 36 تا 80		از 80 تا 125	
		دانه بندی	سختی	دانه بندی	سختی	دانه بندی	سختی	دانه بندی	سختی
فولاد سخت نشده	A	80	M	60	L	46	K	46	J
فولاد بهسازی	A		K...L		J...K		H...J		H
فلز سخت ، فولاد سخت شده	D	D 100	-	D 150	-	D 200	-	D 250	-
چدن	C	80	K	60	J	46	H	36	H
سنگ زنی تخت									
جنس قطعه کار	مواد ابزار-سنگ	قطر دیسک سنگ زنی به mm						قطعی	
		تا 200		200 تا 350		از 200 تا 350			
		دیسک تخت		دیسک استکانی					
		دانه بندی	سختی	دانه بندی	سختی	دانه بندی	سختی	دانه بندی	سختی
فولاد سخت نشده	A	46	J...K	46	J...K	36	J...K	24	J...K
فولاد سخت شده	A		H...J	36	H...J	30	H...J	30	J
فولاد تندبر سخت شده	A		G...H	46	G...J	36	H	30	H
فلز سخت	C	60	H	60	H	50	H	46	H
چدن	A, C	46	J	46	J	36	J	30	J
سنگ زنی ابزار									
دیسک سنگ زنی	فولاد ابزاری			فولاد تندبر			فلز سخت		
	مواد ابزار-سنگ	دانه بندی	سختی	مواد ابزار-سنگ	دانه بندی	سختی	مواد ابزار-سنگ	دانه بندی	سختی
قطر دیسک سنگ زنی ابزار طبق DIN 69149 تا Ø 200 mm	A	46...80	K...L	A	46...80	J...K	C	70...100	J
دیسک تخت تا Ø 500 mm برای سنگ زنی محیطی	A	36...60	M...O	A	36...60	L...M	C	سنگ زنی اولیه 36 J...K سنگ زنی پرداخت 80... 100 H... J	
دیسک استکانی و استوانه ای برای سنگ زنی پیشانی تا Ø350 mm	A	30...46	L...M	A	30...46	K...L	C	سنگ زنی ظریف 240 H... J	
پلیسه گیری و تمیزکاری									
جنس قطعه کار	مواد ابزار-سنگ	قطر دیسک سنگ زنی به mm							
		تا 200				از 200 تا 400			
		$v_c = 30 \text{ m/s}$		$v_c = 45 \text{ m/s}$		$v_c = 30 \text{ m/s}$		$v_c = 45 \text{ m/s}$	
		دانه بندی	سختی	دانه بندی	سختی	دانه بندی	سختی	دانه بندی	سختی
فولاد و فولاد ریختگی	A	20	Q	16	R	20	Q	16	R
درزهای جوشکاری	A	24	P	20	Q	24	P	20	Q
چدن (GG)، آلیاژهای CuZn-	C		P	-	-	20	Q	-	-
آلیاژهای CuSn-	C	20	N...P	-	-	24	P	-	-
فلزات سبک	A, C	36	O	-	-	36	N	-	-

۳-۳) شناسایی سنگ مناسب برای سطوح تخت

با توجه به تنوع عملیات تولید و انواع ماشین های سنگ زنی، لازم است سنگ های سنباده را به شکل ها و ابعاد مختلفی تولید نمود. برای یکسان شدن سنگ های سنباده تولیدی توسط تولیدکنندگان مختلف باید برای شکل سنگ استاندارد خاصی در نظر گرفت. در این استاندارد شکل های مختلف سنگ با شماره های ۱ تا ۲۸ شماره بندی می شوند که فقط ۲۱ عدد از این شماره ها مورد استفاده قرار می گیرند. بقیه شماره ها مربوط به شکل های خاص است که امروزه به ندرت از آنها استفاده می شود. در هر سنگ سنباده یا از سطح محیطی سنگ و یا از سطح کناری سنگ برای براده برداری استفاده می شود. سنگ سنباده استوانه ای ساده که نوع ۱ نیز نامیده می شود ساده ترین نوع سنگ سنباده است که سطح محیطی آن براده برداری می کند. در سنگ نوع ۶ که سنگ کاسه ای ساده است سطح کناری، براده برداری می کند. بقیه شکل های سنگ های سنباده در واقع فرم اصلاح شده این دو شکل اولیه محسوب می شود.



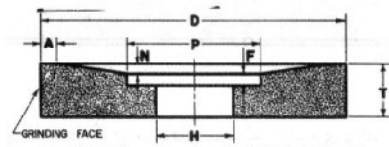
سنگ سنباده با سطح براده برداری جانبی



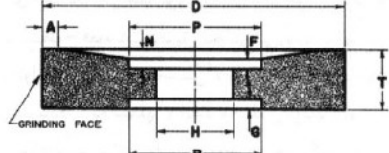
سنگ سنباده با سطح براده برداری محیطی

در سنگ های سنباده با سطح براده برداری محیطی، سطح محیطی سنگ عمل براده برداری را انجام می دهد. سنگ استوانه ای ساده نوع ۱، رایج ترین سنگ سنباده از این گروه است و می توان آنها را تقریباً در تمام انواع ماشین های سنگ زنی به کار برد. از جمله این ماشینها می توان به ماشین سنگ تخت با اسپیندل افقی، ماشین سنگ سنترلس و ماشین سنگ گردسایبی اشاره نمود. ابعاد یک سنگ سنباده استوانه ای ساده را با قطر خارجی (D)، ضخامت (T) و قطر سوراخ (H) مشخص می کنند. در شکل صفحه بعد انواع رایج و استاندارد سنگهای سنباده با سطح براده برداری محیطی نشان داده شده اند. علامت فلش در این شکلها نشان دهنده سطح براده برداری سنگها می باشد.

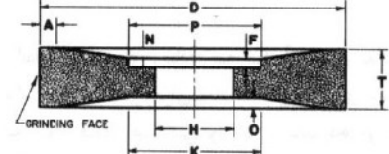
با ایجاد تغییرات جزئی در سنگ سنباده استوانه ای ساده، انواع دیگری از این گروه ها ساخته می شوند. مثلاً سنگ نوع ۵ (فرورفته در یک طرف) و نوع ۷ (فرورفته در دو طرف) همان سنگ نوع ۱ هستند که از نظر ظاهری به گونه خاصی اصلاح شده اند. هدف از ایجاد فرورفتگی یا زاویه در طرفین این نوع سنگها آن است که فلنج نگاه دارنده سنگ بر روی اسپیندل، بیرون از سنگ قرار نگیرد و بتوان شعاع مؤثر سنگ را در عملیات سنگ زنی افزایش داد.



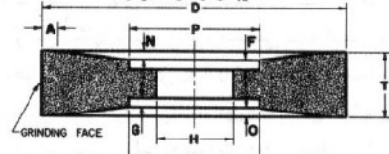
نوع 23 استوانه ای شیبدار و فرو رفته از یک طرف



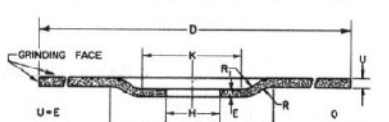
نوع 24 استوانه ای شیبدار و فرو رفته از یک طرف و فرو رفته از طرف دیگر



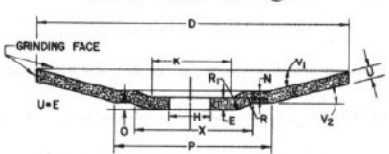
نوع 25 استوانه ای شیبدار و فرو رفته از یک طرف و شیبدار از طرف دیگر



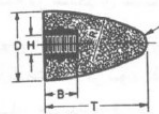
نوع 26 استوانه ای شیبدار و فرو رفته از دو طرف



نوع 27 نازک فرو رفته در مرکز



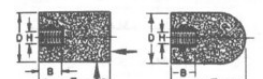
نوع 28 نازک بشقابی فرو رفته در مرکز



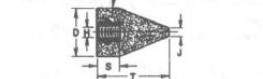
داخل تراش مخروطی گنبدی نوع 16



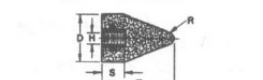
داخل تراش مخروطی سرگرد نوع 17R



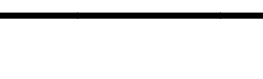
داخل تراش مخروطی سر تخت نوع 7



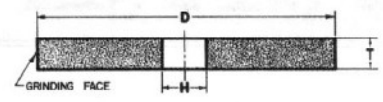
داخل تراش استوانه ای سرگرد نوع 18R



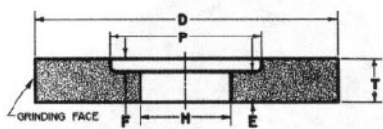
داخل تراش استوانه ای سر تخت نوع 19



داخل تراش استوانه ای مخروطی سرگرد نوع 19R



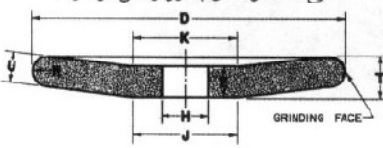
نوع 1 استوانه ای ساده



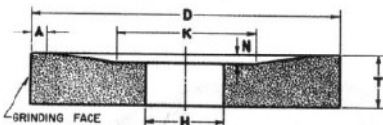
نوع 5 استوانه ای با فرورفتگی یک طرفه



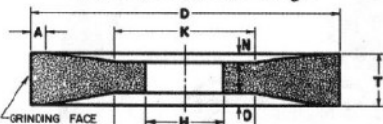
نوع 7 استوانه ای با فرو رفتگی دو طرفه



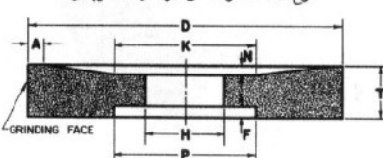
نوع 13 بشقابی



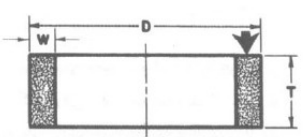
نوع 20 استوانه ای یک طرف شیبدار



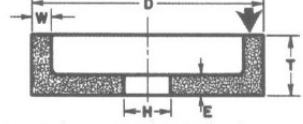
نوع 21 استوانه ای دو طرف شیبدار



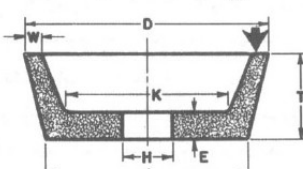
نوع 22 استوانه ای یک طرف شیبدار- یک طرف فرو رفته



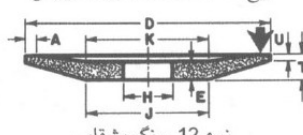
نوع 2 سنگ استوانه ای



نوع 6 سنگ کاسه ای ساده



نوع 11 سنگ کاسه ای مخروطی



نوع 12 سنگ بشقابی

در سنگ های سنبناده با سطح براده برداری کناری، سطح جانبی سنگ عمل براده برداری را انجام می دهد.

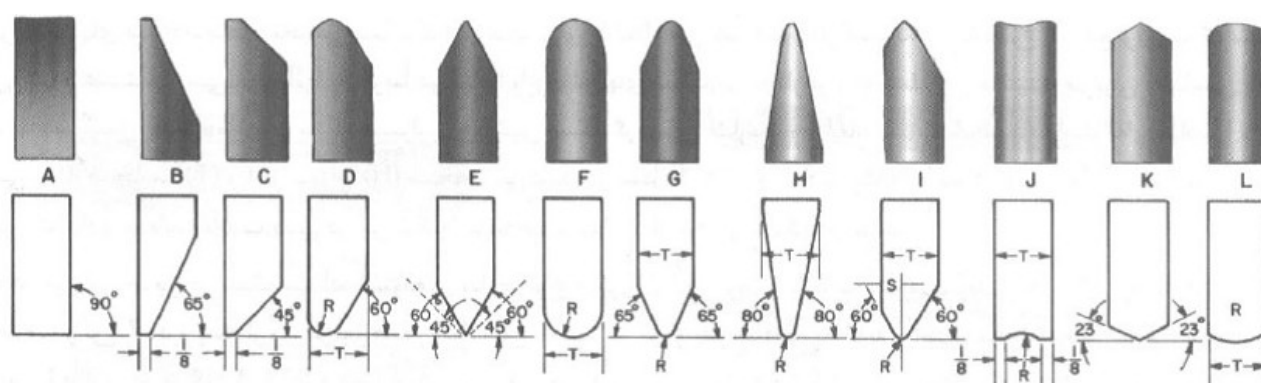
سنگ کاسه ای نوع ۶ رایج ترین سنگ از این گروه است و در ماشین های سنگ زنی تخت با اسپیندل عمودی و بعضی ماشین های سنگ ابزار تیز کنی به کار می رود. چند نوع دیگر از این گروه سنگها عبارتند از :

سنگ استوانه ای نوع ۲ که غالباً در ماشین های سنگ تخت با اسپیندل عمودی (سنگ آسیایی) به کار می رود.

نوع ۱۱ سنگ کاسه ای مخروطی است که در بعضی ماشین های سنگ قابل حمل و ماشین های سنگ ابزار تیزکنی به کار می رود.

سنگ بشقابی نوع ۱۲ نوعی سنگ سنبناده با سطح براده برداری کناری است که می تواند با سطح محیطی خود نیز براده برداری کند و معمولاً از آن برای تیز کردن ابزارهای برشی استفاده می شود. سنگهای سنبناده نوع ۱۶ تا ۱۹، فرم های استاندارد سنگهای سنبناده داخل تراش هستند. این گروه سنگها در یک طرف سوراخی دارند که داخل آن یک بوش رزوه دار نصب شده است. با استفاده از این سوراخ می توان از بقیه سطوح برای براده برداری استفاده کرد. سطوح براده برداری اصلی این سنگها در شکل با فلش مشخص شده است.

با توجه به تنوع زیاد عملیات سنگ زنی، لبه سنگهای استوانه ای را به فرم های مختلف و استاندارد عرضه می کنند که این فرمها با حروف A تا Z مشخص می شوند. در شکل زیر بعضی از این فرمها به همراه کد حرفی آنها رسم شده اند. البته می توان یک سنگ سنبناده ساده خریداری کرد و با استفاده از قلم الماس، فرم لبه آن را به طور دلخواه تراشید ولی معمولاً خرید یک سنگ استوانه ای با فرم لبه آماده، راحت تر و ارزان تر است.



انواع شکل لبه سنگ

در جدول صفحه بعد انواع سنگ های سنبناده نشان داده شده است. در این جدول، نوع عملیات و ماشین سنگ زنی مربوط به هر نوع سنگ نیز درج شده است و بنابراین برای انتخاب نوع سنگ سنبناده می توان از آن استفاده کرد.

۴-۲) پیشروی

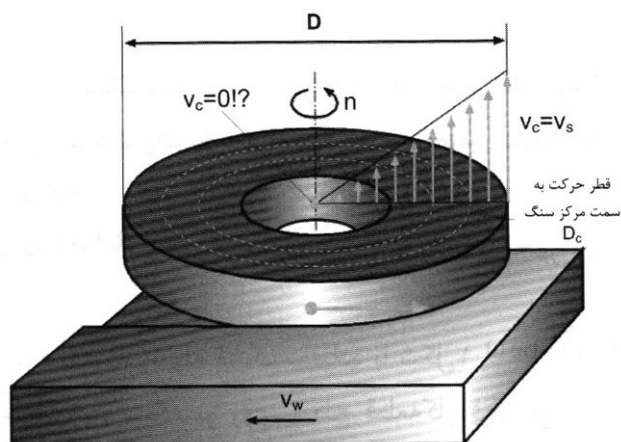
سرعت پیشروی میز مسافتی است که میز در مدت یک دقیقه طی می کند :

$$V_f = L \times n_H$$

V_f = سرعت پیشروی (متر بر دقیقه)، L = طول پیشروی میز (متر) و n_H = تعداد کورس در دقیقه علاوه بر این که میز دارای حرکت پیشروی در راستای طولی به چپ و راست است در جهت عرضی نیز باید حرکت داده شود تا سنگ تمام سطح کار را ماشین کاری نماید. مقدار پیشروی عرضی متناسب با عرض سنگ سنباده، جنس قطعه کار و پرداخت سطح مورد نیاز انتخاب می گردد. مقدار این حرکت در هر مرحله باید تا حد امکان کمتر از نصف پهنای سنگ باشد.

۴-۳) سرعت محیطی

سرعت محیطی (V_s) سرعت خطی سنگ در هر مقطع از آن می باشد و رابطه آن عبارت است از :



که در آن d قطر هر مقطع از سنگ بر حسب متر، n سرعت دوران سنگ بر حسب دور بر دقیقه می باشد. واضح است که هر چه d افزایش یابد V_s نیز زیاد می شود. در محیط سنگ V_s بیشترین مقدار ممکن یعنی همان سرعت برش (V_c) است و مسافتی بر حسب متر می باشد که یک دانه از ماده ساینده سنگ در مدت یک ثانیه طی می کند. در محاسبه بیشتر از V_c که بیشترین

سرعت محیطی است استفاده می گردد. همانطور که قبلاً ذکر گردید سرعت محیطی مجاز هر سنگ سنباده توسط سازنده بروی آن حک می گردد و نباید از حد آن تجاوز نمود. فرمول سرعت محیطی

$$V_c = \pi \times d_s \times n_s \quad \text{از :}$$

V_c = سرعت محیطی (متر بر ثانیه)، d_s = قطر سنگ سنباده (متر) و n_s = تعداد دوران سنگ در ثانیه از تقسیم سرعت محیطی سنگ بر سرعت پیشروی میز نسبت سرعت سنگ زنی (q) حاصل می گردد :

$$q = \frac{V_c}{V_f}$$

سرعت براده برداری v_c ، سرعت پیش روی v_f ، نسبت سرعت q

جنس قطعه کار	سنگ زنی تخت					
	سنگ زنی رو			سنگ زنی جانی		
	v_c m/s	v_f m/min	q	v_c m/s	v_f m/min	q
فولاد	30	10...35	80	25	6...25	50
چدن			65		6...30	40
فلز سخت	10	4	115	8	4	115
آلیاژهای Al-	18	15...40	30	18	20...45	20
آلیاژهای Cu-	25		50			30

۴-۴) عمق براده برداری

اصولاً عمق برش در سنگ زنی بسیار کم انتخاب می شود و حدود آن بین ۰/۰۰۲۵ الی ۰/۰۳ میلی متر پیشنهاد می گردد. افزایش عمق برش باعث افزایش فشار به سنگ و افزایش حرارت می گردد و ممکن است قطعه کار بسوزد یا کج شود. برای قطعات نازک عمق برش کم انتخاب می گردد. همچنین در سنگ زنی بدون ماده خنک کننده نیز باید عمق برش کمتر از سنگ زنی با ماده خنک کننده انتخاب شود.

۴-۵) مدت زمان اصلی انجام کار در سنگ زنی تخت

همان طور که در جدول زیر ملاحظه می گردد با معین بودن تعداد کورس، تعداد پاس سنگ زنی، عرض سنگ زنی و مقدار پیشروی عرضی در یک کورس می توان مدت زمان اصلی در تخت سایه افقی با میز رفت و برگشتی را از رابطه زیر محاسبه نمود:

$$t_h = \frac{i}{n} \times \left(\frac{B}{f} + l \right)$$

مقادیر طول و عرض سنگ زنی بسته به این که سنگ زنی بدون پله یا با پله است متفاوت می باشد. مقادیر پیشروی عرضی در پرداخت کاری و خشن کاری نیز متغیر است. به جدول زیر توجه نمایید.

مدت زمان اصلی در سنگ زنی تخت			
t_h	مدت زمان اصلی	n	تعداد کورس در دقیقه
l	طول قطعه کار	v_f	سرعت پیش روی
l_a	طول خلاصی ابتدا و انتها	i	تعداد پاس سنگ زنی
L	طول سنگ زنی	t	اضافه تراش سنگ زنی
b	عرض قطعه کار	b_s	عرض سنگ
b_u	عرض خلاصی	a	عمق براده برداری، عمق بار
B	عرض سنگ زنی		
f	پیش روی عرضی در یک کورس		
		مدت زمان اصلی	
		$t_h = \frac{i}{n} \cdot \left(\frac{B}{f} + l \right)$	
		تعداد کورس	
		$n = \frac{v_f}{L}$	
		تعداد پاس سنگ زنی	
		$i = \frac{t}{a} + 8^{(1)}$	
		$(1) 8$ کورس کامل جهت پرداخت کامل	
$L = l + 2l_a$; طول پیش روی $B = b - \frac{1}{3} \cdot b_s$; عرض سنگ زنی		$L = l + 2l_a$; طول پیش روی $B = b - \frac{2}{3} \cdot b_s$; عرض سنگ زنی	
در پرداخت کاری: $f = \frac{1}{4} b_s \dots \frac{1}{2} b_s$		در خشن کاری: $f = \frac{1}{2} b_s \dots \frac{2}{3} b_s$	

مثال: برای پرداخت کاری ۰/۰۵ میلی متر از تمام سطح تسمه ای فولادی به طول ۱۰۰ میلی متر و عرض ۵۰ میلی متر با یک سنگ تخت به قطر ۱۰۰ و عرض ۸ میلی متر با بار ۰/۰۱ در هر مرحله در ماشین تخت سایه افقی با میز رفت و برگشتی، سرعت دوران سنگ و پیشروی میز و زمان ماشین کاری را محاسبه نمایید. طول خلاصی ۱۰ میلی متر و پیشروی عرضی نصف عرض سنگ است.

حل : با توجه به جدول صفحه ۳۶، V_c را ۳۰ متر بر ثانیه انتخاب می کنیم :

$$V_c = \pi \times d_s \times n_s \Rightarrow 30 = 3.14 \times 0.1 \times n_s \Rightarrow n_s = 95.5 \text{ rps} \times 60 = 5730 \text{ rpm}$$

$$q = \frac{V_c}{V_f} \Rightarrow 80 = \frac{30}{V_f} \Rightarrow V_f = \frac{30}{80} = 0.375 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 60 = 22.5 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$i = \frac{t}{a} + 8 = \frac{0.05}{0.01} + 8 = 13 \rightarrow L = l + 2l_a = 100 + 2 \times 10 = 120 \text{ mm}$$

$$B = b - \frac{1}{3} \times b_s = 50 - \frac{8}{3} = 47.3 \text{ mm}$$

$$n = \frac{V_f}{L} = \frac{22.5}{0.12} = 187.5, \quad f = \frac{1}{2} \times b_s = \frac{1}{2} \times 8 = 4 \text{ mm}$$

$$t_h = \frac{i}{r} \times \left(\frac{B}{f} + l \right) = \frac{13}{187.5} \times \left(\frac{47.3}{4} + 100 \right) = 7.75 \text{ min}$$

۵) سوار کردن سنگ بروی محور دستگاه

برای اطمینان از ایمنی و بازدهی مطلوب یک عملیات سنگ زنی، لازم است در جابه جایی و نصب سنگ سنباده بر روی ماشین سنگ زنی، با دقت عمل کرد. سهل انگاری در هر کدام از این کارها ممکن است باعث شکستگی سنگ، آسیب رسیدن به ماشین و قطعه کار و احتمالاً صدمه دیدن اپراتور ماشین و پرسنل دیگر شود. قبل از نصب سنگ بر روی ماشین توصیه می شود که سلامت ساختاری سنگ را با انجام آزمون ضربه و گوش کردن به صدای آن مورد آزمایش قرار داد. سنگ های با چسب رزینی را باید دقیق تر بررسی کرد، زیرا به هنگام ضربه زدن صدای طنین دار ایجاد نمی کنند. بوش داخل سنگ را نیز باید بررسی نمود که اولاً لقی نباشد و ثانیاً از دو طرف سنگ بیرون نیامده باشد. برای نصب سنگ سنباده بر روی ماشین های سنگ زنی از دو نوع اسپیندل استفاده می شود :

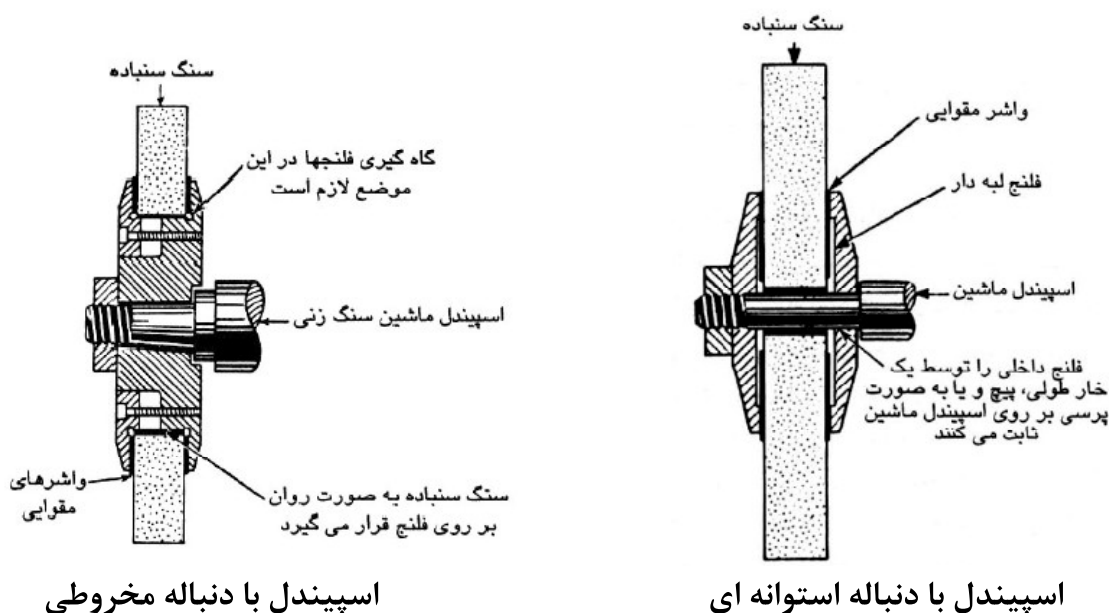
۱- اسپیندل با دنباله استوانه ای

۲- اسپیندل با دنباله مخروطی

قسمت انتهایی اسپیندل با دنباله استوانه ای، باریکتر است و به صورت استوانه ای ساخته می شود. این قسمت باریک برای نصب در سنگ در نظر گرفته شده است. ابتدا یک فلنج فولادی بر روی این قسمت قرار داده می شود تا به پله های انتهایی اسپیندل برخورد کند. این فلنج به وسیله یک خار یا با انطباق بررسی بر روی دنباله استوانه ای ثابت می شود. سپس سنگ بر روی دنباله اسپیندل قرار داده می گیرد که این کار باید به راحتی و بدون فشار انجام شود. یک فلنج دیگر و یک مهره نیز بر روی دنباله فلنج قرار می گیرد و به این ترتیب سنگ سنباده بر روی اسپیندل نصب می گردد. سنگ های سنباده که سوراخ مرکزی آنها کوچک است معمولاً بروی همین اسپیندل های دنباله استوانه ای نصب می شوند.

فلنج های دو طرف سنگ باید قطرهای مساوی داشته باشند و به صورت لبه دار ساخته شوند تا فقط لبه خارجی فلنج بر روی سنگ تکیه کند. قطر این فلنج ها نباید کمتر از یک سوم قطر سنگ سنباده باشد. واشرهای مقوایی باید بین سنگ سنباده و فلنج ها قرار گیرند تا در اثر فشار مستقیم وارده از طرف فلنجها به سنگ آسیبی نرسد. این واشرهای مقوایی که توسط کارخانه تولید کننده سنگ بروی آن نصب می شوند، نباید کوچکتر از فلنج های فولادی باشند. ضخامت این واشرهای مقوایی نیز نباید بیشتر از ۰/۶۳ میلی متر باشد. قبل از نصب سنگ سنباده بر روی اسپیندل، باید این واشرها را با کمی آب

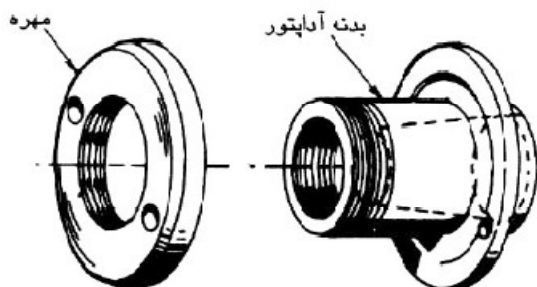
معمولی خیس نمود. در ماشین های سنگ زنی که سیال خنک کننده از داخل سنگ عبور می کند، باید از واشرهای مقوایی سوراخ دار یا از واشرهای پلاستیکی مخصوص استفاده گردد.



در اسپیندل های با دنباله مخروطی، قسمت انتهایی اسپیندل به صورت مخروطی ساخته شده است که بروی آن یک آداپتور با سوراخ مخروطی نصب می شود. آداپتور با یک مهره به اسپیندل ثابت می گردد. برای نصب سنگ سنباده بر روی این نوع اسپیندل باید ابتدا سنگ را بر روی آداپتور نصب کرد و سپس این مجموعه را بر روی اسپیندل قرار داد. معمولاً سنگ های سنباده با سوراخ بزرگ را به کمک این آداپتورها نصب می کنند. در بعضی از ماشین های سنگ زنی گرد سایی و تخت از این نوع اسپیندل استفاده می شود. آداپتور های اسپیندل های مخروطی طرح های مختلفی دارند که به منظور های خاص طراحی شده اند. فلنج این آداپتورها برای انجام کارهای زیر، به گونه های مختلف طراحی می شوند:

-مهار سنگ های سنباده با ابعاد متنوع، عملیات سنگ زنی با یا بدون سیال خنک کنند و امکان عبور سیال خنک کننده از داخل سنگ سنباده

بر روی ماشین های سنگ زنی تخت و ماشین های ابزار تیزکنی معمولاً از آداپتورهای استاندارد استفاده می شود. این آداپتورها برای عملیات سنگ زنی خشک و با سیال خنک کننده مناسب هستند. سطح



روی آداپتور به صورت استوانه ای و متناسب با سوراخ سنگ های سنباده ساخته شده است. یکی از فلنج های فولادی با بدنه آداپتور یک پارچه است. فلنج دیگر نیز به صورت رزوه دار ساخته شده است که بتواند هم وظیفه فلنج و هم وظیفه مهره را انجام دهد. در این نوع آداپتورها باید یک واشر ثابت قبل از مهره،

بر روی واشر مقوایی قرار گیرد تا به هنگام سفت کردن مهره، به واشر مقوایی آسیب نرسد.

۱-۵) روش سوار کردن سنگ بروی محور

هر چند که عمده مراحل نصب سنگ سنباده روی اسپیندل ماشین های سنگ زنی یکسان است، تفاوت‌هایی نیز در این روشها برای اسپیندل های با دنباله استوانه ای و با دنباله مخروطی وجود دارد.

الف) اسپیندل های دنباله استوانه ای

- ۱- کلیه سطوح اسپیندل و فلنج ثابت آن را تمیز کنید.
- ۲- اگر سنگ سنباده واشر مقوایی ندارد، یک واشر مقوایی تهیه کرده آن را مرطوب نمایید و بروی فلنج ثابت قرار دهید.
- توجه: قطر واشر مقوایی نباید از قطر فلنج کوچکتر باشد.
- ۳- آزمون ضربه را انجام دهید و با گوش کردن به صدای سنگ از سلامت آن اطمینان یابید.
- ۴- بوش داخل سوراخ سنگ را بررسی کنید و مطمئن شوید که از طرفین سنگ بیرون نیامده باشد.
- ۵- سنگ سنباده را بر روی دنباله اسپیندل قرار دهید. در انجام این کار هرگز از زور استفاده نکنید، زیرا این کار باعث ایجاد تنش در سنگ سنباده می شود و ممکن است به هنگام کار، سنگ سنباده بشکند. به طور کلی می توان گفت که لقی قطری بین سنگ و اسپیندل باید حدود ۰/۱۲ میلی متر باشد.
- ۶- یک واشر مقوایی مرطوب دیگر را بر روی سنگ قرار دهید (اگر سنگ واشر نداشته باشد) و فلنج خارجی را نیز بر روی اسپیندل بگذارید.
- ۷- دقت کنید که فلنج خارجی به خوبی روی سنگ قرار گرفته باشد.
- ۸- مهره خارجی را روی پیچ اسپیندل قرار داده و آن را محکم کنید (خلاف گردش عقربه های ساعت). توجه: به هنگام سفت کردن مهره، فشار زیادی وارد نکنید زیرا تنش حاصل ممکن است باعث شکستن سنگ شود.
- ۹- اکنون سنگ سنباده بر روی اسپیندل ماشین سنگ زنی محکم شده است و می توان ماشین را روشن کرد. ماشین را روشن نمایید و در حالی که از ماشین فاصله گرفته اید، اجازه دهید سنگ با حداکثر سرعت مجاز به مدت یک دقیقه گردش کند. این یک نکته ایمنی است که باید مورد توجه قرار گیرد زیرا اغلب شکستگی های سنگ سنباده (به دلیل وجود ترک و یا نصب نادرست آن روی اسپیندل) در یک دقیقه اول کار اتفاق می افتند.

ب) اسپیندل های با دنباله مخروطی

روش نصب سنگ همانند نصب سنگ بر روی اسپیندل های دنباله استوانه ای است. معمولاً به همراه تجهیزات هر ماشین، بیش از یک عدد آداپتور ارائه می شود. بنابراین توصیه می شود بعد از باز کردن یک سنگ سنباده و آداپتور آن از روی اسپیندل ماشین، مجموعه را با هم نگاه دارید. به این ترتیب مجدداً به هنگام نصب سنگ سنباده و آداپتور، این مجموعه کاملاً بالانس و نسبت به هم تنظیم هستند. قبل از نصب مجموعه آداپتور و سنگ بر روی اسپیندل ماشین، سطوح مخروطی آداپتور و اسپیندل را بررسی کنید و اطمینان یابید که برجستگی و ناهمواری نداشته و کاملاً تمیز باشد.

۶) بستن قطعه کار

قطعاتی که بر روی ماشین های سنگ تخت، سنگ زنی می شوند معمولاً بروی یک صفحه نگاه دارنده مغناطیسی (Magnetic Chuck) مهار می شوند. البته ممکن است در بعضی ماشینها و یا در شرایط خاص دیگری مجبور باشید قطعه را بر روی گیره و یا بر روی قسمت دیگری از میز ماشین ببندید. استفاده از صفحه مغناطیسی، یک روش سریع و آسان برای بستن قطعات از جنس فلزات آهنی (فولاد، چدن) بر روی میز ماشین سنگ تخت است. فلزات غیر آهنی (برنج، برنز و آلومینیم) خاصیت مغناطیسی ندارند و به صفحه مغناطیسی نمی چسبند. این گونه قطعات را باید با استفاده از بلوکه های فولادی که در طرفین قطعه کار قرار می گیرند، بر روی صفحه مغناطیسی مهار نمود.

۱-۶) تشریح میز مغناطیسی و قسمتهای مختلف آن

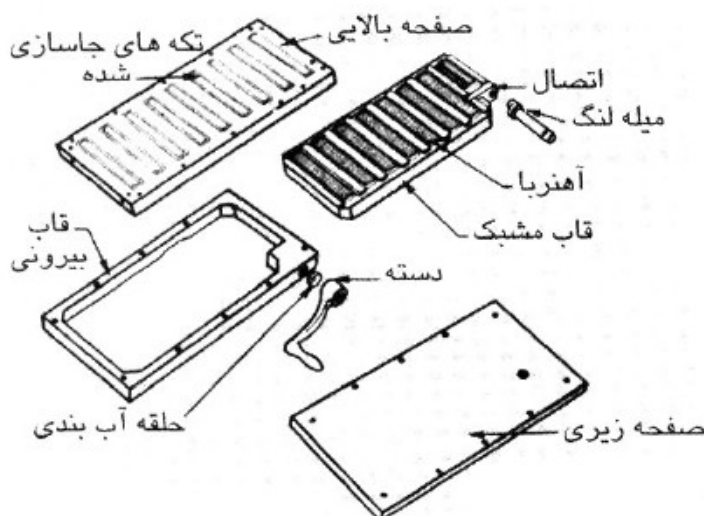
دو نوع صفحه مغناطیسی وجود دارد :

۱- صفحه مغناطیس دائم

۲- صفحه الکترومغناطیس

۱-۱) صفحه مغناطیس دائم

در صفحات مغناطیس دائم، نیروی نگاه دارنده به واسطه وجود یک سری قطعات مغناطیس دائم، که در یک قاب مشبک از جنس چدن سیلیسیم دار قرار گرفته اند و توسط تیغه های هادی از یکدیگر جدا شده اند، ایجاد می گردد. در داخل قاب بیرونی یک مخزن کوچک روغن نیز تعبیه شده است که قطعات متحرک مجموعه را روغن کاری می نماید. در صفحه بالایی، تعدادی تکه های فلزی جاسازی شده است که به کمک تیغه هایی از آلیاژ قلع از صفحه جدا شده اند. این کار سبب می شود که صفحه بالایی دو قطبی شود و بتواند خطوط میدان مغناطیسی را به طرف بالا هدایت کند. صفحه زیری مجموعه در واقع به عنوان تکیه گاه اجزای صفحه مغناطیس عمل می کند و می توان توسط آن، صفحه مغناطیس را بروی میز ماشین نصب کرد.



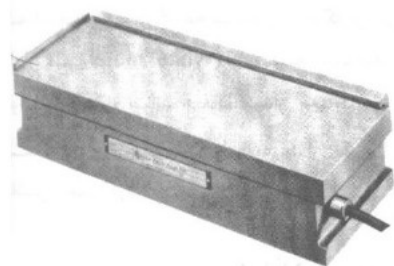
وقتی قطعه کار بر روی صفحه مغناطیس قرار گرفت، با چرخاندن دسته به موقعیت وصل (On) صفحه مغناطیس فعال می شود (شکل زیر سمت راست). با چرخاندن دسته، صفحه مشبک به صورت طولی جابه جا شده، به طوری که تیغه های هادی آن و تکه های جاسازی شده صفحه بالایی با هم در یک راستا قرار می گیرند. خطوط میدان مغناطیس در این وضعیت از صفحه بالایی، تیغه های هادی و قطعه کار عبور کرده مدار خطوط مغناطیسی بسته می شود و می تواند قطعه کار را بر روی صفحه نگاه دارد. وقتی دسته به موقعیت قطع (Off) چرخانده می شود، صفحه مشبک به عقب بر می گردد و به این ترتیب تیغه های هادی و تکه های جاسازی شده از حالت هم راستایی خارج می شوند (شکل زیر سمت چپ). در موقعیت قطع، خطوط میدان وارد قطعه کار نمی شود بلکه از داخل صفحه بالایی مجدداً به پایین منحرف و مدار خطوط مغناطیسی بین دو صفحه کامل می شود. در این وضعیت می توان قطعه کار را از روی میز برداشت.



۲-۱-۶) صفحه الکترومغناطیس

اصول عملکرد صفحه الکترومغناطیس با صفحه مغناطیس دائم یکسان است ولی نیروی مغناطیسی آن از الکتریسیته حاصل می شود. صفحات نگاه دارنده الکترومغناطیسی در صنعت از صفحات مغناطیس دائم کاربرد بیشتری دارند. مزایای صفحات الکترومغناطیس عبارتند از:

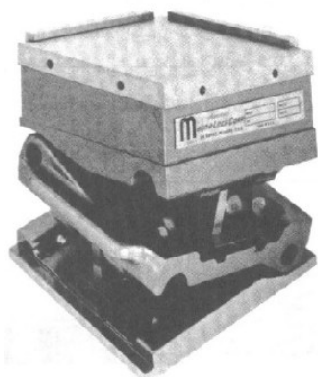
۱- نیروی نگاه دارنده را با توجه به فرم و اندازه قطعه کار می توان تغییر داد. این ویژگی مخصوصاً برای سنگ زنی قطعات نازک که تاب برداشته اند، مفید است زیرا برای نگاه داشتن این گونه قطعات باید نیروی زیادی صرف گردد تا قطعه به خوبی محکم و از اعوجاج آن پس از سنگ زنی جلوگیری گردد.



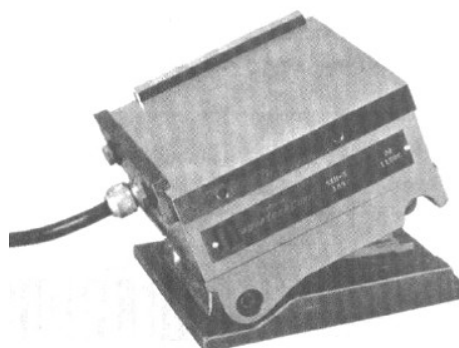
۲- با تحریک یک کلید می توان صفحه را کاملاً از باقی مانده میدان مغناطیسی خنثی کرد و قطعه کار را به راحتی از صفحه جدا نمود.

۳- صفحات الکترومغناطیس را می توان در ابعاد بزرگتر تولید کرد. البته صفحات الکترومغناطیس یک عیب بزرگ نیز دارند. اگر جریان برق قطع شود، قطعه کار ممکن است در حین کار از صفحه جدا شده

و در اثر برخورد سنگ با آن، به طرف خارج پرتاب شود. برای حل این مشکل بستهبندی در کنار قطعه کار تعبیه می شود که از پرتاب شدن آن جلوگیری می کند. صفحه نگاه دارنده سینوسی (Sine Chuck) که در دو نوع الکترومغناطیسی و مغناطیس دائم عرضه می گردد، برای سنگ زنی قطعات تخت به صورت زاویه دار ساخته شده است. این صفحات در دو نوع ساده و مرکب تولید می گردد و توسط آنها می توان تنظیم زاویه ای ساده (در یک جهت) و ترکیبی (در دو جهت) را انجام داد. برای تنظیم این صفحات باید از بلوک های اندازه گیری استفاده نمود.



گیره سینوسی الکترومغناطیسی ترکیبی



گیره سینوسی الکترومغناطیسی ساده

۲-۶) نکات ایمنی و فنی صفحات مغناطیس

همه انواع صفحه مغناطیس را باید به دقت نگاه داری کرد تا سطوح آنها همیشه صاف، تخت و عاری از زائده و پلیسه باشد و بتوان قطعاتی دقیق با آنها تولید نمود. در نگاه داری بهینه از صفحات مغناطیس باید به نکات زیر توجه کرد:

۱- بهتر است قبل از قرار دادن قطعه کار بر روی صفحه مغناطیس، یک تکه کاغذ بر روی صفحه قرار دهید. به این وسیله می توان پس از پایان کار، قطعه کار را به راحتی و بدون صدمه رسیدن به صفحه مغناطیس از آن جدا کرد.

۲- پس از برداشتن قطعه کار، سطح صفحه مغناطیس را پاک کنید.

۳- برآمدگیها و پلیسه های کوچک را با استفاده از یک سنگ دستی ظریف و یا یک سنگ گرانیت هونینگ برطرف نمایید.

۴- در صورتی که صفحه مغناطیس قبلاً از روی میز ماشین برداشته و مدتی در محل دیگری نگاه داری شده است، قبل از نصب آن بر روی میز ماشین، سطح زیر آن را بررسی کنید و هرگونه آلودگی و برآمدگی را برطرف کنید.

۵- در صورت ناصافی، پس از نصب صفحه مغناطیس بر روی میز ماشین و پیش از آن که قطعه ای را برای سنگ زنی روی آن قرار دهید، سطح بالایی صفحه را با عمق کم سنگ بزنید. در صورتی که در کناره های صفحه، تکه های جانبی نصب شده است پیش از سنگ زنی صفحه، آنها را باز کنید. برای سنگ زنی سطح بالای صفحه، دسته آن را در حالت وصل قرار دهید تا از بروز هرگونه اعوجاج در قطعات آن پیش گیری شود.

۶- سطح روغن موجود در صفحه مغناطیس را تحت کنترل داشته باشید تا درستی عملکرد قطعات متحرک آن تضمین شود.

۷- در صورتی که از یک صفحه مغناطیس دائم برای مدتی طولانی استفاده نشده و یا برای مدتی به طور عمودی مورد استفاده قرار گرفته است، احتمالاً دسته آن سفت خواهد شد. لذا توصیه می شود چندین بار دسته را در جهات قطع و وصل حرکت دهید تا با روغن کاری سطوح متحرک، حرکت آنها به حال عادی بازگردد.

۱۰- زمانی که از صفحه مغناطیس استفاده نمی کنید، حتماً روی آن را بپوشانید.
توجه: قدرت نگاه دارنده یک صفحه مغناطیس به تعداد خطوط میدان مغناطیس عبوری از قطعه کار بستگی دارد. بنابراین هر چه سطح تماس قطعه کار با صفحه مغناطیس، بزرگتر باشد، نیروی نگاه دارنده قطعه کار نیز بیشتر خواهد بود.

۳-۶) روش سوار کردن قطعه کار بروی میز مغناطیسی

برای دستیابی به حداکثر دقت در هر نوع عملیات سنگ زنی، باید قطعه کار به درستی و به خوبی بر روی ماشین بسته شود. روش بستن و نگاه داشتن قطعه کار بر روی ماشین، بستگی به اندازه، شکل و نوع جنس آن دارد. انواع مختلف قطعاتی که بر روی ماشین های سنگ تخت سنگ زنی می شوند را می توان در چهار گروه دسته بندی کرد:

۱- قطعات تخت معمولی (مکعب مستطیلی)

۲- قطعات نازک

۳- قطعات کوتاه

۴- قطعات غیر مغناطیسی

۱- ۳-۶) قطعات تخت معمولی (مکعب مستطیلی)

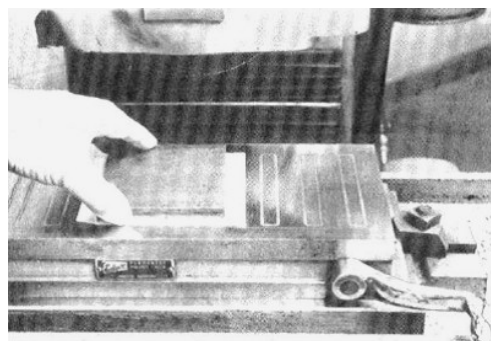
اغلب قطعاتی که بر روی ماشین های سنگ زنی تخت براده برداری می شوند، از نظر ابعاد خارجی به گونه ای هستند که می توان آنها را بدون احتیاج به قطعات جانبی بطور مستقیم بروی صفحه مغناطیس محکم نگاه داشت. روش قرار دادن قطعات تخت بر روی صفحه مغناطیس به قرار زیر است:

۱- تمامی پلیسه ها و گوشه های تیز را از سطح قطعه کار برطرف کنید.

۲- با استفاده از یک سنگ ظریف دستی، پلیسه ها و برآمدگی های صفحه مغناطیس را برطرف کنید.

۳- یک تکه کاغذ که سطح آن کمی بزرگتر از سطح قطعه کار باشد را بروی صفحه مغناطیس قرار دهید.

۴- با یک پارچه تمیز، سطح صفحه مغناطیس را تمیز و سپس با کف دست، ذرات ریز و غبار باقی مانده را نیز پاک کنید.



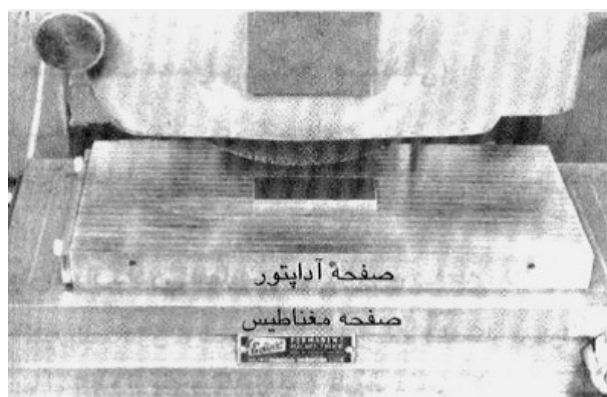
۵- قطعه کار را بر روی کاغذ به گونه ای قرار دهید که بیشترین تعداد تکه های جاسازی شده (نوارهای عرضی روی صفحه مغناطیس) در زیر آن قرار گیرد.

۶- اگر سطح زیر قطعه کار کاملاً تخت نبوده یا منحنی شکل باشد به طوری که وقتی بروی صفحه مغناطیس قرار می گیرد لق باشد، توصیه می شود قبل از وصل کردن صفحه

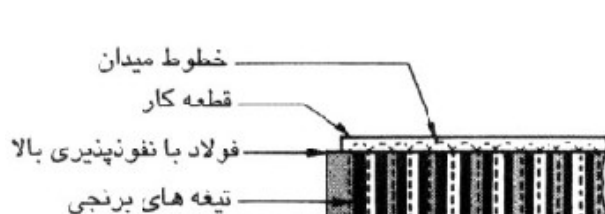
مغناطیس، زیر قطعه کار را با ورق های مناسب پر کنید. در غیر این صورت، به هنگام وصل کردن صفحه مغناطیس سطوح قطعه کار به طرف پایین کشیده می شود و ظاهراً به صورت تخت قرار می گیرد اما پس از قطع کردن صفحه مغناطیس، قطعه کار مجدداً به فرم اولیه خود باز می گردد.

- ۷- وقتی از موقعیت قطعه کار بر روی صفحه مغناطیس مطمئن شدید، دسته را به حالت وصل بچرخانید.
۸- قطعه کار را با دست جا به جا کنید. قطعه کار نباید با نیروی دست تکان بخورد.

۲- ۳- ۶) قطعات نازک



توصیه می شود برای قرار دادن قطعات نازک بروی صفحه مغناطیس از یک صفحه آداپتور (صفحه کمکی) استفاده نمایید، زیرا این گونه قطعات در اثر نیروی شدید میدان مغناطیسی صفحه اصلی، به راحتی دچار اعوجاج می شوند. فواصل کوتاه تیغه های فلزی بر روی صفحه آداپتور باعث می شود تعداد زیادتری خطوط مغناطیسی ضعیف تر از درون قطعه کار عبور کنند. به این ترتیب نیروی کافی برای نگاه داشتن قطعات نازک تأمین خواهد شد بدون اینکه دچار اعوجاج شوند.



تعداد زیاد خطوط میدان در صورت استفاده از صفحه آداپتور

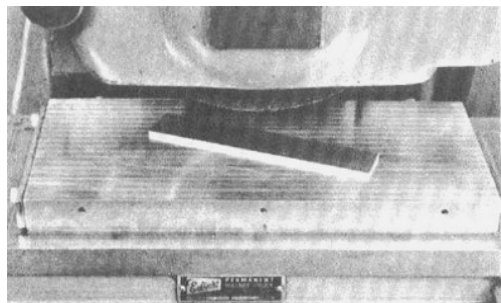


تعداد کم خطوط میدان در صورت عدم وجود صفحه آداپتور

روش استفاده از صفحه آداپتور به قرار زیر است :

- ۱- سطح صفحه مغناطیس را از نظر وجود پلیسه و برآمدگی های کوچک کنترل کنید و در صورت نیاز، سطح آن را با استفاده از یک سنگ دستی ظریف، پرداخت نمایید.
- ۲- سطح صفحه مغناطیس را کاملاً تمیز کنید.
- ۳- یک صفحه آداپتور که از نظر اندازه با صفحه مغناطیس متناسب باشد، تهیه کنید.
- ۴- سطح زیر صفحه آداپتور را به خوبی تمیز نمایید.
- ۵- یک ورق کاغذی که کمی بزرگتر از صفحه آداپتور باشد را بر روی صفحه مغناطیس پهن کنید.
- ۶- صفحه آداپتور را بر روی ورق کاغذی قرار دهید و موقعیت آن را بروی صفحه درست کنید. در صورتی که صفحه آداپتور در موقعیت نامناسبی قرار گیرد، ممکن است نیروی کافی برای نگاه داشتن قطعه کار اعمال نکند.
- ۷- قطعه کار را بر روی صفحه آداپتور قرار دهید و بررسی کنید تا بروی صفحه لق نباشد. در صورتی که قطعه کار بر روی صفحه لقی داشته باشد باید لقی آن را با ورق های نازک برنجی یا کاغذی برطرف کرد.

هیچ وقت از ورق های با خاصیت مغناطیسی برای گرفتن لقی قطعه کار استفاده نکنید زیرا این ورقها باعث می شوند خطوط میدان مغناطیسی به درون قطعه کار نفوذ نکنند.



۸- دسته صفحه مغناطیس را در حالت وصل قرار دهید.

۹- محکم بودن قطعه بروی صفحه را با دست امتحان کنید.

در مورد قطعات نازک و بلند نیز برای جلوگیری از ایجاد اعوجاج ابعادی، قطعه کار را بر روی صفحه آداپتور نصب کنید. برای این کار مراحل ۱ تا ۷ ذکر شده در قسمت قبل را

تکرار کنید. سپس قطعه را تحت زاویه ۱۵ تا ۳۰ درجه بر روی صفحه آداپتور قرار دهید. با این کار، مدت زمانی که سنگ سنباده با قطعه کار در تماس است کوتاهتر شده حرارت زیادی در قطعه کار به وجود نخواهد آمد. دسته صفحه مغناطیس را در حالت وصل قرار دهید و محکم بودن قطعه کار بر روی صفحه را با دست امتحان کنید.

۳-۳-۶) قطعات کوتاه

اگر قطعه کار از نظر طولی کوتاه باشد به طوری که نتواند سه تکه جاسازی شده صفحه مغناطیس را بپوشاند، احتمالاً نیروی مغناطیسی برای نگه داشتن آن کافی نخواهد بود. در اینگونه موارد باید دور قطعه را با بلوک های فولادی پوشاند تا این قطعات از جابه جا شدن قطعه کار بروی صفحه به هنگام سنگ زنی جلوگیری کنند. روش قراردادن قطعات کوچک بر روی صفحه مغناطیس عبارت است از :

۱- کلیه پلیسه ها و برآمدگی های کوچک را از سطح صفحه مغناطیس برطرف کنید.

۲- سطح صفحه مغناطیس را به خوبی پاک کنید.

۳- یک ورق کاغذی تمیز بر روی صفحه قرار دهید.

۴- قطعه کار را بروی صفحه مغناطیس به گونه ای قرار دهید که حتی الامکان تعداد زیادی از تکه های جاسازی شده صفحه مغناطیس را بپوشاند.

۵- بلوک های فولادی را در چهار طرف قطعه کار و بروی صفحه مغناطیس بچینید تا از حرکت قطعه کار

به هنگام سنگ زنی جلوگیری کنند. ارتفاع بلوک ها باید کوتاهتر از قطعه کار باشد.

۶- دسته صفحه مغناطیس را در حالت وصل قرار دهید.

۷- محکم بودن قطعات بر روی صفحه را با دست امتحان کنید.

۴-۳-۶) قطعات غیر مغناطیسی

با توجه به این که نمی توان این گونه قطعات را با نیروی میدان مغناطیسی مهار کرد، لازم است از قطعات جانبی خاصی برای مهار کردن آنها بر روی صفحه مغناطیس استفاده نمود. در این باره می توان به این موارد اشاره نمود :

۱- قطعات غیرمغناطیس را می توان داخل یک گیره یا فیکسچر مناسب بست و سپس فیکسچر را بروی صفحه مغناطیس قرار داد.

۲- بعضی از این گونه قطعات را می توان با استفاده از نوارها و تسمه های فولادی، که در چهار طرف قطعه کار بر روی صفحه مغناطیس قرار می گیرند بروی صفحه مغناطیس مهار نمود.

۷) مراحل سنگ زنی سطوح تخت

رایج ترین عملیاتی که بر روی ماشین های سنگ تخت انجام می شود، سنگ زنی سطوح تخت است. پس از سنگ زنی معمولاً سطح قطعه کار پرداخت می شود، ولی ممکن است عملیات دیگری نیز پس از سنگ زنی بروی قطعه کار انجام شود. به همین دلیل انتخاب نوع سنگ سنباده مناسب و تنظیم درست ماشین و قطعه کار در کیفیت سنگ زنی یک سطح تخت از اهمیت زیادی برخوردار است. روش سنگ زنی سطوح تخت به ترتیب زیر است :

۱- نوع سنگ سنباده مناسب را برای کار خود انتخاب کنید و آن را بر روی اسپیندل ماشین نصب نمایید.

۲- در صورت نیاز سنگ سنباده را با الماس تیز کنید.

۳- سطح صفحه مغناطیس را بررسی کرده در صورت نیاز آن را با یک سنگ دستی ظریف کاملاً صاف نمایید. در صورتی که بروی صفحه مغناطیس ناهمواریهای بزرگی وجود دارد یا بعضی از قسمت های آن زخمی شده است، سطح صفحه را سنگ بزنید.

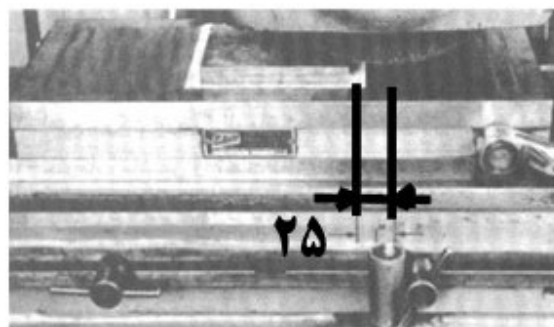
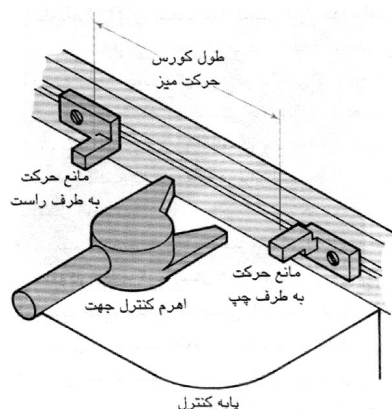
۴- سطح صفحه را از براده ها و دیگر آلودگیها پاک نمایید.

۵- کاغذی کمی بزرگتر از قطعه کار را بروی صفحه مغناطیس و در قسمت مرکزی آن پهن کنید.

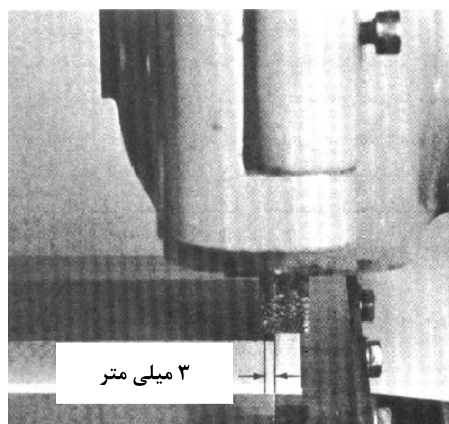
۶- قطعه کار را بروی کاغذ قرار داده، دسته صفحه مغناطیس را به حالت وصل بچرخانید.

۷- محکم بودن قطعه بروی صفحه را با دست امتحان کنید.

۸- دو قطعه مانع مخصوص تغییر جهت حرکت میز ماشین را به گونه ای تنظیم نمایید که مرکز سنگ سنباده در حرکت رفت و برگشت، حدود ۲۵ میلی متر از هر طرف، بیشتر از طول قطعه کار حرکت کند.



۹- سرعت حرکت عرضی سنگ سنباده (جهش عرضی سنگ در هر حرکت رفت و برگشت) را تنظیم نمایید. برای اغلب عملیات سنگ زنی تخت، مقدار جا به جایی عرضی سنگ در هر رفت و برگشت را ۰/۷۶ الی ۱/۲۷ میلی متر تنظیم می کنند.



۱۰- میز ماشین را با دست جا به جا کنید تا جایی که حدود سه میلی متر از لبه قطعه کار در زیر سنگ قرار گیرد. (شکل روبرو)

۱۱- ماشین را روشن کنید تا سنگ سنباده به گردش درآید. سنگ را خیلی آهسته پایین بیاورید تا فقط با قطعه کار تماس شود. در این وضعیت، سنگ را به اندازه ۰/۱۲ میلی متر بالاتر ببرید تا به هنگام جابه جایی سنگ از روی قسمت های مختلف قطعه کار، برخوردی بین آنها به وجود نیاید. برای انجام این مرحله می توان به این روش نیز عمل کرد:

ماشین را روشن کنید تا سنگ به گردش درآید و سپس با به کار انداختن سیستم هیدرولیک رفت و برگشت میز، آن را به طور خودکار به حرکت درآورید. هم زمان با حرکت رفت و برگشتی میز و حرکت عرضی سنگ سنباده، سنگ را آهسته پایین بیاورید تا با بلندترین نقطه قطعه کار تماس شود.

۱۲- در همین حالت سنگ را از روی تمام سطح قطعه کار عبور دهید تا نقاط بلند آن معلوم گردد.

۱۳- کله گی سنگ را به اندازه ۰/۰۵ الی ۰/۱۲ میلی متر پایین آورده تا ماشین برای انجام یک پاس خشن تراشی آماده شود. در خشن تراشی لازم است سرعت حرکت میز آهسته تر باشد.

۱۴- مقدار زیادی سیال باید بروی موضع سنگ زنی ریخته شود تا اولاً سنگ سنباده تمیز بماند و ثانیاً قطعه کار خنک نگاه داشته شود.

۱۵- هر م حرکت عرضی خودکار را درگیر کنید و سطح قطعه کار را با یک پاس، خشن تراشی نمایید.

۱۶- حرکات ماشین را تحت نظر داشته باشید و مطمئن شوید که در حرکات رفت و برگشت طولی و عرضی، سنگ کاملاً از روی قطعه کار عبور کرده از طرفین آن خارج می گردد.

توجه: مرحله ۱۶ را باید قبل از بار دادن به سنگ سنباده انجام داد در غیر این صورت سطح براده برداری سنگ خراب خواهد شد.

۱۷- چند پاس خشن تراشی انجام دهید تا آثار به جا مانده از عملیات براده برداری قبلی از روی قطعه کار پاک شود و ابعاد قطعه کار نیز به ابعاد نهایی نزدیک گردد.

۱۸- سنگ سنباده را برای سنگ زنی نهایی تیز نمایید.

۱۹- دو گوشه سنگ سنباده را با قلم تیزکننده دستی کمی گرد کنید. بدین ترتیب خطوط ناشی از حرکت عرضی سنگ بر روی قطعه کار، بر روی سطح قطعه باقی نخواهد ماند.

۲۰- سنگ سنباده را مجدداً با سطح قطعه کار تماس کنید تا جرقه های کمی دیده شود و سپس به اندازه ۰/۰۱ تا ۰/۰۲ میلی متر به سنگ بار دهید. این عمق براده برداری برای سنگ زنی ظریف است.

۲۱- سرعت عرضی سنگ را برای سنگ زنی ظریف تنظیم کنید.

۲۲- تمام سطح قطعه کار را با این عمق براده، سنگ بزنید.

۲۳- مجدداً تمام سطح قطعه کار را با همان تنظیم قبلی سنگ بزنید تا دیگر با عبور سنگ از روی سطح قطعه، جرقه ای مشاهده نشود. پس از اتمام سنگ زنی، سنگ را به بیرون قطعه کار هدایت کنید.

۲۴- جریان سیال را قطع و حرکت میز را متوقف کنید.

۲۵- اجازه دهید تا سنگ سنباده در همین موقعیت، تقریباً نیم دقیقه به گردش خود ادامه دهد. با این کار، همه سیال از خلل و فرج سنگ سنباده خارج خواهد شد.

۲۶- ماشین را خاموش کنید.

۲۷- دسته صفحه مغناطیس را در حالت قطع قرار دهید و سپس با بلند کردن یک طرف قطعه کار، جاذبه مغناطیسی صفحه را شکسته قطعه را از آن جدا کنید. با این عمل از آسیب رسیدن به صفحه مغناطیس جلوگیری خواهد شد.

۸) کنترل کیفیت قطعه سنگ کاری شده

۱-۸) معرفی تolerانسهای هندسی

تولرانسهای هندسی به سه گروه تقسیم می شوند:

۱- تولرانسهای هندسی فرم (مستقیمی، تختی، گردی و ...)

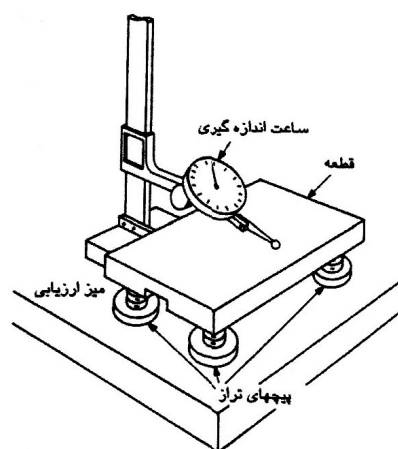
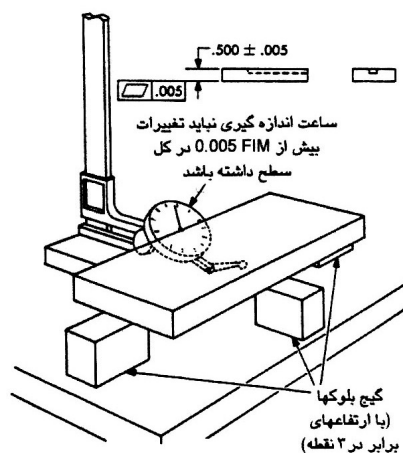
۲- تولرانسهای هندسی راستا (تعامد، توازی و ...)

۳- تولرانسهای هندسی مکان (هم محوری و ...)

همانطور که از نام تولرانسها مشخص است تولرانسهای فرم، درستی شکل و فرم اجزای قطعه کار را بررسی می کنند. تولرانسهای راستا به بررسی جهت و راستای اجزای قطعه کار اختصاص دارند و بالاخره تولرانسهای مکان، موقعیت و وضعیت اجزای قطعه کار را تعیین می کنند.

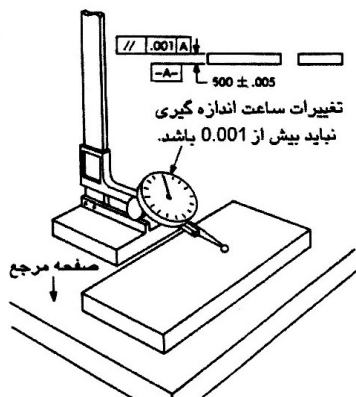
۲-۸) روش کنترل میزان تختی

برای بررسی تختی باید قطعه کار بروی سه بلوک هم اندازه قرار گیرد (این سه بلوک روی صفحه صافی هستند) سپس به کمک ساعت اندازه گیری کل سطح مورد نظر پیمایش می شود. در هیچ حالتی نباید مقدار نشان داده شده توسط ساعت از عدد تولرانس بیشتر گردد. توجه شود که تراز بودن سطح مورد بررسی دارای اهمیت زیادی است چرا که در غیر این صورت ممکن است عدم توازی سطح زیرین باعث خروج از تختی ظاهری سطح مورد بررسی (سطح بالایی) گردد. برای همین توصیه می شود به جای بلوک از پایه های پیچی در زیر قطعه کار استفاده شود تا کار قابل تراز کردن باشد.



۳-۸) روش کنترل توازی

با توجه به شکل روبرو، سطح مبنای A بروی صفحه صافی قرار می گیرد و سطح توسط ساعت پیمایش می شود. کل تغییرات ساعت نباید از عدد تلرانس هندسی بیشتر باشد.



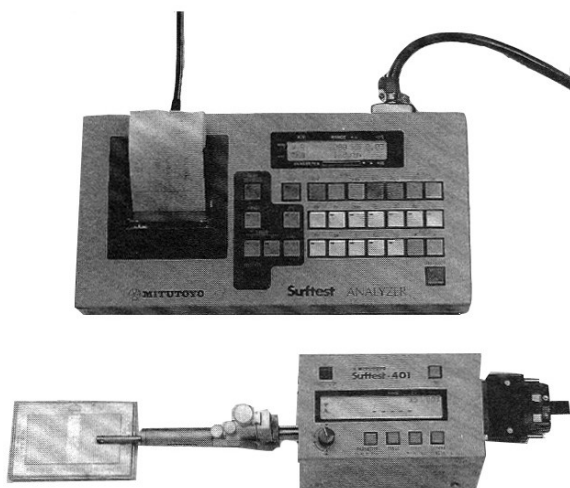
۴-۸) کنترل پرداخت سطح

در سنگ زنی، عوامل زیر بر پرداخت سطح موثر هستند:

- ۱- نوع ماده ای که سنگ زنی می شود: سطح مواد نرم به خوبی سطح مواد سخت، پرداخت نمی شود.
- ۲- حجم براده برداری: در سنگ زنی خشن باید از سنگ های دانه درشت، سخت و متخلخل استفاده کرد این نوع سنگ های سنباده نمی توانند سطح قطعه کار را پرداخت کنند.
- ۳- نوع سنگ: سنگ های ریزدانه و نرم، بهتر از سنگ های دانه درشت سطح را پرداخت می کنند.
- ۴- تیز کردن سنگ: اگر تیز کردن سنگ با الماس، سریع انجام شود سطح قطعه کار پس از سنگ زنی به خوبی پرداخت نمی شود اما اگر سرعت آهسته تر باشد، قابلیت صیقل کاری سنگ بهتر می شود.
- ۵- شرایط ماشین سنگ زنی: اگر یا تاقانهای ماشین لقی داشته باشد، سطح پرداخت خوب نخواهد بود.
- ۶- سرعت پیشروی: با افزایش سرعت پیشروی سطح حاصل خشن تر می شود.

۱-۴-۸) دستگاه زبری سنج الکترونیکی

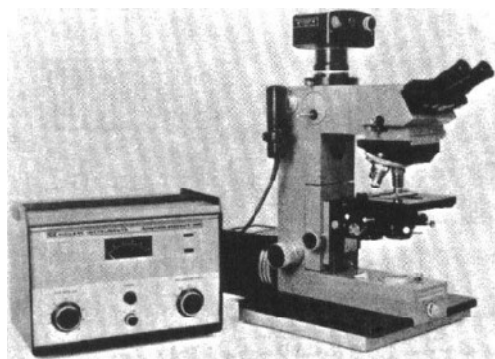
این دستگاه از یک پویش گر و یک تقویت کننده تشکیل می شود. در داخل پویش گر یک حس کننده ظریف (Stylus) از جنس الماس که شعاع نوک آن ۰/۰۱ میلی متر است قرار دارد. این حس کننده بروی سطح قطعه کار تکیه می کند. با حرکت دادن پویش گر بر روی سطح قطعه کار توسط یک موتور، نوک حس کننده بر روی پستی و بلندیها جا به جا و تکان



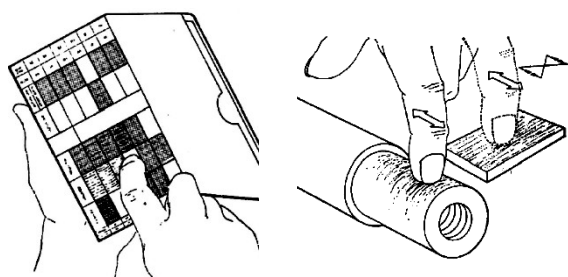
های ریز آن به نوسانات الکتریکی تبدیل می گردد. این سیگنالهای الکتریکی تقویت می شود و از طریق یک قلم متحرک بروی کاغذ مدرج ثبت می گردد. مقادیر حاصل بر حسب Ra (میانگین حسابی) یا Rq (جذر میانگین مربعات) هستند و نشان دهنده میانگین تغییرات واقعی سطح نسبت به یک سطح فرضی مبنا یا یک خط مرکزی (Center line) می باشند.

۲-۴-۸) میکروسکوپ تعیین زبری سطح

این میکروسکوپها، سطح قطعه کار را ۱۲۵ تا ۱۷۰ برابر بزرگ نمایی می کنند. این دستگاه از اصل فیزیکی امواج نوری برای اندازه گیری استفاده می کنند (شبهه شیشه های تخت



اپتیکی). تصویر حاصل از سطح قطعه کار با تصویر یک سطح مبنای استاندارد مقایسه می شود (تصویرها بر روی هم گذاشته می شوند). طرح های راه راه حاصل از این روی هم گذاری، بروی عدسی چشمی میکروسکوپ قابل مشاهده می باشد. هر یک از این خطوط نشان دهنده یک فرورفتگی با عمق 0.00025 میلی متر است که 125 برابر بزرگ نمایی شده است. بنابراین اگر بتوان 3 خط را از درون چشمی میکروسکوپ مشاهده کرد معنای آن این است که عمق زبری سطح 0.00025×3 یا 0.00075 میلی متر (0.75 میکرومتر) می باشد.



۳-۴-۸) شابلن زبری سطح

بروی این شابلن ها، سنجه هایی با زبری های مختلف که به صورت استاندارد درجه بندی شده اند، ایجاد شده است. هر شابلن با یکی از روش های ماشین کاری تولید می گردد. با کشیدن ناخن بر روی سطح قطعه کار و بر

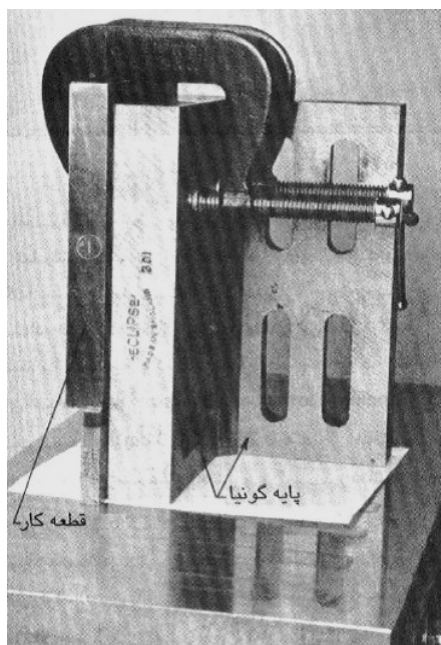
روی سطح شابلون، می توان یک مقایسه منطقی انجام داد و میزان زبری را کنترل نمود. در بعضی از این لوازم، یک دستگاه بزرگ نمایی نیز وجود دارد که با کمک آن می توان این مقایسه را دقیق تر انجام داد.

۹) سنگ زنی سطوح عمود بر هم (گونیا کردن قطعه کار)

در بیشتر قطعات لازم است همه سطوح قطعه به صورت موازی و عمود بر یکدیگر سنگ زده شود. قطعه کار برای سنگ زنی باید به گونه ای براده برداری شده باشد که ابعاد کافی برای سنگ زنی کلیه سطوح وجود داشته باشد. با توجه به این که پرداخت سطح در قطعات فرزکاری یا صفحه تراشی شده متفاوت است، نمی توان یک مقدار دقیق و ثابت برای اضافه ابعاد قطعه کار برای انجام عملیات سنگ زنی تخت ارائه نمود. ولی تجربه نشان داده است که مقدار 0.25 میلی متر به عنوان اضافه ابعاد برای هر یک از سطوح کافی خواهد بود. با سنگ زنی این مقدار می توان خطوط حاصل از مراحل ماشین کاری قبلی و هر گونه عدم دقت در توازی یا تعامد سطوح را رفع نمود.

معمولاً در ابتدا دو سطح بزرگ قطعه کار سنگ زنی می شود تا اولاً این دو سطح نسبت به هم موازی شوند و ثانیاً اندازه بین این دو سطح کامل گردد. از این دو سطح می توان به عنوان سطوح مبنا برای سنگ زنی بقیه سطوح استفاده کرد. یکی از سریع ترین و راحت ترین روشها برای بستن قطعه کار بر روی صفحه ماشین و سنگ زنی سطوح جانبی آن، استفاده از پایه گونیا است. با این روش، تعامد سطوح جانبی نسبت به سطوح بزرگ قطعه کار، پس از سنگ زنی تضمین می گردد. روش بستن قطعه کار به پایه گونیا به شرح زیر می باشد:

- ۱- سطوح و لبه های قطعه کار را پلیسه گیری کنید.
- ۲- صفحه مغناطیس و پایه گونیا را به خوبی پاک کنید.
- ۳- یک تکه کاغذ که کمی بزرگتر از پایه گونیا باشد را بر روی صفحه مغناطیس پهن کنید.
- ۴- یکی از سطوح جانبی پایه گونیا (یکی از لبه های گونیایی) را بر روی کاغذ قرار دهید.

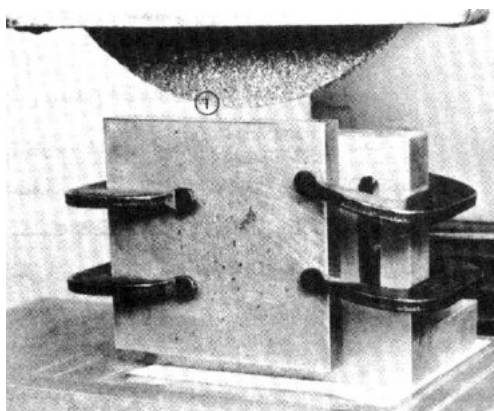


۵- یکی از سطوح سنگ خورده قطعه کار را به پایه گونیا تکیه دهید. موقعیت قطعه کار نسبت به پایه گونیا باید طوری باشد که لبه فوقانی و لبه سمت راست قطعه کار، حدود ۱۲ میلی متر از لبه های پایه گونیا بالاتر و جلوتر قرار گیرد ولی لبه سمت چپ قطعه کار از سطح کف پایه گونیا بیرون نزده باشد. اگر ارتفاع قطعه کار بلندتر از پایه گونیا نباشد باید از یک بلوکه فولادی دقیق که زیر قطعه کار قرار داده می شود، استفاده کرد.

۶- در همین وضعیت با دست قطعه کار را به پایه گونیا تکیه داده دسته صفحه مغناطیس را به حالت وصل بچرخانید.

۷- با استفاده از یک یا چند گیره دستی، قطعه کار را به پایه گونیا ببندید. گیره ها نباید مزاحمتی برای عملیات سنگ زنی ایجاد

کنند. توصیه می شود برای جلوگیری از آسیب رسیدن به سطح سنگ خورده قطعه کار، یک صفحه آلومینیومی یا برنجی نرم بین فک های گیره دستی و قطعه کار گذاشته شود.



۸- صفحه مغناطیس را قطع کنید. مواظب باشید تنظیم قطعه کار نسبت به پایه گونیا بر هم نخورد. در این وضعیت سطح کف پایه گونیا را بروی صفحه مغناطیس (بروی کاغذ پهن شده) قرار دهید. (شکل روبرو : اعدادی که داخل دایره ها و بروی شکل نوشته شده اند، نشان دهنده ترتیب سنگ زنی سطوح قطعه کار هستند).

۹- دوباره دسته صفحه مغناطیس را به حالت وصل بچرخانید.

۱۰- با استفاده از گیره های دیگری، طرف راست قطعه کار را نیز به پایه گونیا ببندید تا از هر گونه جا به جایی قطعه کار نسبت به گونیا جلوگیری شود.

وقتی قطعه کار و پایه گونیا، به ترتیبی که گفته شد بروی صفحه مغناطیس قرار گرفتند می توان سطح جانبی شماره ۱ و با چرخاندن پایه گونیا، سطح شماره ۲ را نیز سنگ زد. به ترتیب زیر عمل نمایید :

۱- کله گی را آن قدر بالا ببرید تا زیر سنگ تقریباً ۱۲ میلی متر بالاتر از سطح بالایی قطعه کار قرار گیرد.
۲- در صورتی که حرکت رفت و برگشت میز ماشین به صورت خودکار انجام می شود، دو قطعه مانع مخصوص تغییر جهت حرکت میز را طوری تنظیم کنید که مرکز سنگ سنباده در هر رفت و برگشت، حدود ۲۵ میلی متر از لبه های قطعه کار خارج شود.

۳- فلکه حرکت عرضی را بچرخانید تا حدود ۳ میلی متر از لبه سنگ بر روی قطعه کار قرار گیرد.

۴- ماشین را روشن کنید و کله گی سنگ را پایین بیاورید تا سنگ با قطعه کار فقط تماس شود.

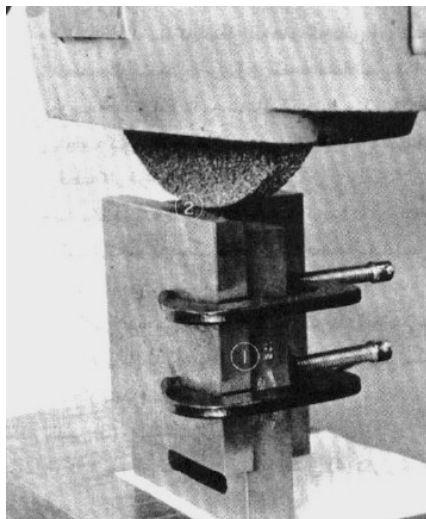
۵- با چرخاندن فلکه حرکت عرضی، سنگ را از روی قطعه کار کنار بکشید.

۶- با توجه به اینکه ممکن است بر روی سطح ۱، نقاطی مرتفع تر از محل تماس شده سنگ بر روی قطعه کار نیز وجود داشته باشد، کلگی سنگ را حدود ۰/۱۲ میلی متر بالاتر ببرید.

۷- به صورت دستی، قطعه کار را از زیر سنگ عبور دهید تا مشخص شود که هیچ نقطه ای از آن با سنگ برخورد ندارد. اگر هنگام حرکت، قسمتی از قطعه کار با سنگ درگیر شد بهتر است سنگ را ۰/۱۲ میلی متر دیگر بالا ببرید.

۸- با تنظیم عمق براده برداری ۰/۰۵ الی ۰/۱۲ برای خشن تراشی و ۰/۰۱ الی ۰/۰۲ برای سنگ زنی نهایی، سطح ۱ را آن قدر سنگ بزنید تا تمام خطوط و نقوش حاصل از عملیات براده برداری قبلی پاک شود.

۹- پس از پایان سنگ زنی سطح ۱، ماشین را خاموش کنید و گیره های بسته شده در طرف راست قطعه کار را بردارید.



۱۰- صفحه مغناطیس را قطع و مجموعه قطعه کار و پایه گونیا را از صفحه مغناطیس جدا کنید. مواظب باشید که تنظیم قطعه کار و پایه گونیا بر هم نخورد.

۱۱- سطح صفحه مغناطیس و پایه گونیا را به خوبی تمیز نمایید.

۱۲- با چرخاندن پایه گونیا، لبه گونیایی آن را بر روی صفحه مغناطیس قرار دهید تا سطح ۲ در بالا قرار گیرد.

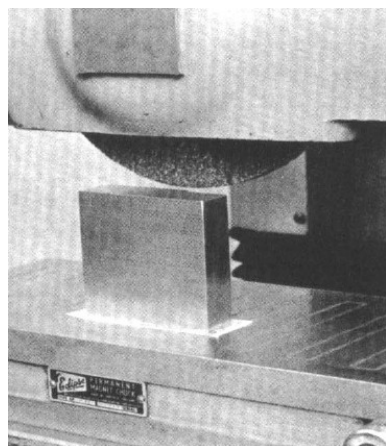
۱۳- دو گیره دستی به طرف راست قطعه کار ببندید (شکل روبرو).

۱۴- گیره های دستی بالای قطعه کار را بردارید.

۱۵- اگر لازم است، گیره های دیگری را به قطعه کار ببندید، ولی مواظب باشید که گیره ها مزاحم عملیات سنگ زنی نباشند.

۱۶- مراحل ۱ تا ۸ را تکرار کنید و سطح ۲ را سنگ بزنید.

۱۷- مجموعه پایه گونیا و قطعه کار را پس از سنگ زنی سطح ۲، از روی صفحه مغناطیس برداشته قطعه کار را از پایه گونیا جدا کنید.



وقتی دو سطح جانبی قطعه کار سنگ زده شد، با مینا قرار دادن آنها می توان دو سطح باقی مانده را نیز با دقت سنگ زد. اگر یکی از سطوح

۱ یا ۲ بروی صفحه مغناطیس تکیه کند، می توان سطوح مقابل آن را سنگ زد و ضمن کامل کردن اندازه، دو سطح را نیز با هم موازی کرد:

۱- سطوح صفحه مغناطیس، قطعه کار و پایه گونیا را خوب تمیز کنید.

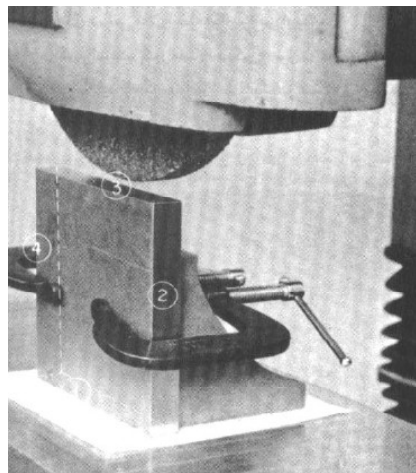
۲- یک تکه کاغذ تمیز بروی صفحه مغناطیس پهن نمایید.

۳- قطعه کار را بروی کاغذ قرار دهید به طوری که سطح جانبی روی کاغذ قرار گیرد. اگر ضخامت قطعه کار بیش از ۲۵ میلی متر و طول آن

به اندازه کافی بلند باشد به طوری که طول قطعه حداقل سه تکه جاسازی شده در صفحه را بپوشاند، می توان قطعه نهایی را به تنهایی بروی صفحه مغناطیس قرار داد و دسته آن را به حالت وصل چرخاند (شکل روبرو). اگر ضخامت قطعه کار کمتر از ۲۵ میلی متر و یا طول آن کوتاهتر است، باید از قطعات جانبی برای مهار کردن قطعه کار بر روی صفحه مغناطیس استفاده نمود.

۴- سطح جانبی ۱ را بروی صفحه مغناطیس قرار دهید.

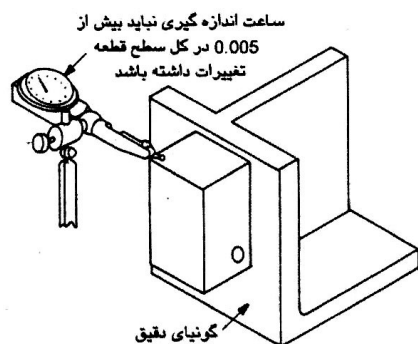
۵- یک پایه گونیا که ارتفاع لبه های آن بلندتر از قطعه کار نباشد را بروی صفحه مغناطیس قرار داده قطعه کار را به آن تکیه دهید. اگر پایه گونیا بلندتر از قطعه کار نباشد، لازم است یک بلوک در زیر قطعه کار قرار داده شود.



- ۶- با یک دست قطعه کار و پایه گونیا را در کنار هم نگاه دارید و با دست دیگر، دسته صفحه مغناطیس را به حالت وصل بچرخانید.
- ۷- با گیره دستی، قطعه کار و پایه گونیا را به هم ببندید. گیره ها نباید مزاحمتی برای عملیات سنگ زنی ایجاد کند (شکل روبرو).
- ۸- سطح جانبی ۳ را سنگ بزنید.
- ۹- مراحل ۱ تا ۴ را باری سنگ زنی سطح جانبی ۴ تکرار کنید.

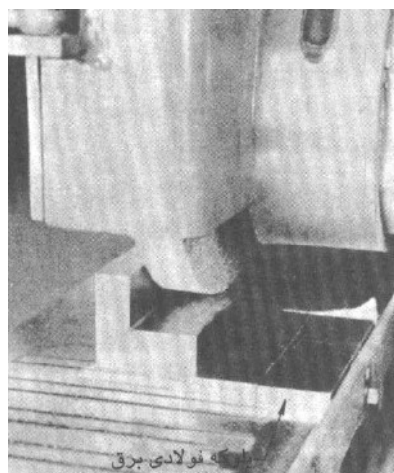
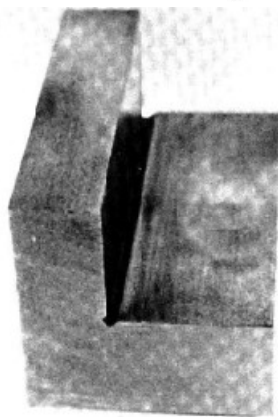
۹-۱) کنترل تلرانس تعامد

به منظور ایجاد راستای صحیح قطعه مورد بررسی، سطح مبنا روی یک صفحه گونیایی قرار می گیرد و ساعت اندازه گیری روی سطح مورد نظر حرکت داده می شود. چنانچه در حرکت کامل ساعت روی سطح عددی بیشتر از عدد تلرانس قرائت نگردد، قطعه کار مورد قبول می باشد..



۱۰) سنگ زنی سطوح پله ای

هر چند که سنگ زنی سطوح تخت عمودی (پله ای) به اندازه سنگ زنی سطوح تخت افقی رایج نیست ولی گاهی لازم است در یک قطعه، بدون تغییر وضعیت آن، یک سطح افقی و یک سطح عمودی را سنگ زنی کرد. سنگ زنی یک سطح عمودی تخت نیازمند تنظیم دقیق قطعه کار و دقت فراوان حین عملیات سنگ زنی است (شکل روبرو). برای انجام عملیات سنگ زنی تخت عمودی، لازم است سطح قاعده سنگ سنباده نوع ۱ را با



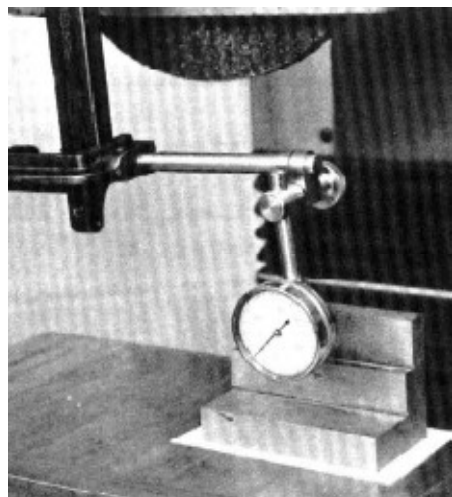
الماس کمی گود کرد یعنی از لبه سنگ به طرف مرکز کمی شیب داشته باشد. به این ترتیب فقط لبه سنگ سنباده با قطعه کار در تماس است و از ایجاد حرارت زیاد یا جا به جا شدن قطعه کار جلوگیری خواهد شد. همچنین قبل از شروع سنگ زنی یک سطح تخت عمودی که در مجاور یک سطح تخت افقی قرار گرفته باشد، باید گوشه بین این دو سطح گاه گیری شود (خالی شود) تا لبه سنگ سنباده به هنگام سنگ زنی آزاد باشد (شکل روبرو). روش سنگ زنی یک سطح تخت عمودی به قرار زیر است:

۱- سنگ مناسب را بروی ماشین نصب و در صورت نیاز، آن را تیز کنید.

۲- پایه الماس را بروی صفحه مغناطیس قرار داده سطح قاعده سنگ سنباده را با شیب کمی از خارج به داخل بتراشید تا این سطح کمی گود شود. طول قسمت شیب دار سطح قاعده سنگ باید بیشتر از ارتفاع سطح عمودی قطعه کار و عمق سطح گود شده باید تقریباً $1/5$ میلی متر باشد.

۳- سطوح قطعه کار و لبه های آن را پلیسه گیری کنید.

۴- سطح صفحه مغناطیس را تمیز کنید و سپس قطعه کار را به واسطه کاغذ بروی صفحه قرار دهید.



۵- موقعیت قطعه کار را طوری تنظیم نمایید که سطح عمودی قطعه کار (که قرار است سنگ زده شود) با لبه طولی میز ماشین به صورت موازی قرار گیرد. برای انجام این کار می توان از یک ساعت اندیکاتور استفاده کرد. در صورتی که طول قطعه کار کم باشد، باید اطراف قطعه کار را با بلوک های فولادی مکعب مستطیلی مهار کرد تا از جابه جایی قطعه کار به هنگام سنگ زنی جلوگیری شود. روش دیگر در تنظیم موازی قطعه کار و میز ماشین، تکیه دادن قطعه کار به لبه صفحه مغناطیس است. در صورت نیاز می توان یک بلوک فولادی با سطح موازی را نیز بین قطعه کار و لبه صفحه مغناطیس قرار داد. (شکل صفحه قبل پایین).

۶- دسته صفحه مغناطیس را به حالت وصل بچرخانید و از محکم بودن قطعه کار و توازی آن با لبه طولی میز ماشین مطمئن شوید.

۷- قطعات مانع مخصوص تغییر جهت حرکت میز را طوری تنظیم کنید که مرکز سنگ سنباده در حرکات رفت و برگشتی حدود ۲۵ میلیمتر از طرفین قطعه کار خارج شود.

۸- ماشین را روشن کنید و قطعه کار را به نزدیک سطح قاعده سنگ (که به صورت شیب دار تیز شده است) هدایت کنید.

۹- سنگ را پایین آورید تا حدود $0/07$ میلی متر با سطح افقی قطعه کار فاصله داشته باشد.

۱۰- سرعت حرکت عرضی میز را پایین آورده سطح عمودی قطعه کار را آهسته با سنگ مماس کنید.

۱۱- سطح عمودی را آن قدر خشن تراشی کنید تا فقط $0/05$ میلی متر برای سنگ زنی نهایی باقی بماند. در خشن تراشی می توانید در هر پاس حدود $0/01$ میلی متر براده برداری کنید.

۱۲- در صورت نیاز، سطح سنگ را مجدداً تیز نمایید. برای این کار کافی است با استفاده از قلم تیزکننده دستی، بار مختصری از سطح سنگ بردارید.

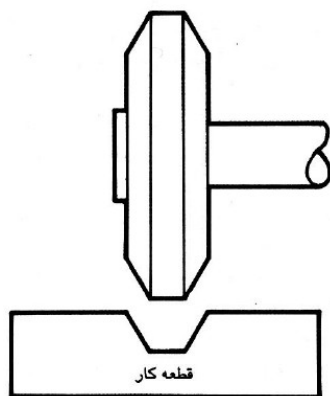
۱۳- در سنگ زنی نهایی می توانید در هر پاس حدود $0/002$ الی $0/007$ میلی متر براده برداری کنید تا ابعاد قطعه کار کامل شود.

۱۴- قبل از برداشتن قطعه کار از روی صفحه مغناطیس، اندازه قطعه کار را بررسی کنید.

۱-۱۰) کنترل تلرانس تختی، توازی و تعامد

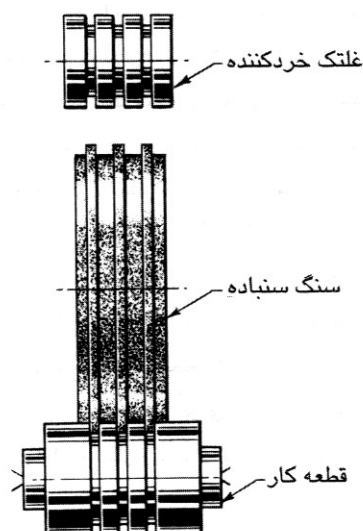
این موارد در قسمتهای قبل ذکر شد.

۱۱) سنگ زنی سطوح شیاریها



از ماشین های سنگ تخت می توان برای سنگ زنی سطوح تخت قطعات، طبق یک فرم دلخواه نیز استفاده کرد. برای این کار باید سطح براده برداری (پیرامون) سنگ سنباده را طبق فرم مورد نظر (البته معکوس فرم مورد نظر) تیز کرد (شکل روبرو). وقتی سطوح فرم دار، زاویه دار، تخت و گرد بر روی سطح یک قطعه کار در کنار هم قرار گرفته باشند و یک فرم ترکیبی را ایجاد کرده باشند، از روش سنگ زنی فرم استفاده می شود. با استفاده از تجهیزات فرم دهنده دقیق بر روی پایه الماس می توان فرم

های پیچیده را با دقت بسیار خوب بر روی سطح پیرامونی سنگ سنباده ایجاد کرده و قطعه کار را به فرم



مورد نظر سنگ زد. ساده ترین روش تیز کردن سنگ به صورت فرم دار، استفاده از قلم های تیزکننده دستی است. البته قلم های دستی (از جنس بُر کارباید یا الماس) وقتی قابل استفاده هستند که فرم مورد نظر دقت زیادی نداشته باشد. از قلم های تیز کننده دستی می توان برای تیز کردن خشن سنگ سنباده نیز استفاده کرد و سپس با استفاده از تجهیزات فرم دهنده دقیق، سنگ را به فرم نهایی در آورد. با این کار در زمان تیز کردن صرفه جویی خواهد شد. تجهیزات فرم دهنده سنگ سنباده ممکن است از نوع پایه الماس با حرکت طبق یک الگوی فرم دار و یا از نوع خردکننده سنگ با غلتک فرم دار باشد. سنگ هایی که تیز شده و به فرم مورد نظر درآمده است را می توان به

دو روش برای سنگ زنی قطعات به کار برد. در یک روش، فقط با پیشروی تدریجی سنگ به طرف پایین، رفته رفته فرم مورد نظر کامل گردد. وقتی سطح قطعه کار بزرگ باشد، معمولاً از این روش استفاده می شود. در روش دیگر، سنگ سنباده را ابتدا در یک طرف قطعه کار قرار داده تا عمق نهایی پایین می آورند. سپس با یک پاس عبور سنگ از روی قطعه کار، فرم قطعه کامل خواهد شد. مسلم است که در این روش، ماشین باید مجهز به سیستم کنترل سرعت حرکت طولی میز باشد تا بتواند میز را با سرعت بسیار آهسته یا خزشی مثلاً حدود ۲۵ میلی متر در دقیقه یا کمتر از زیر سنگ سنباده عبور دهد. سنگ زنی فرم قطعات تخت کوچک را می توان با این روش انجام داد.

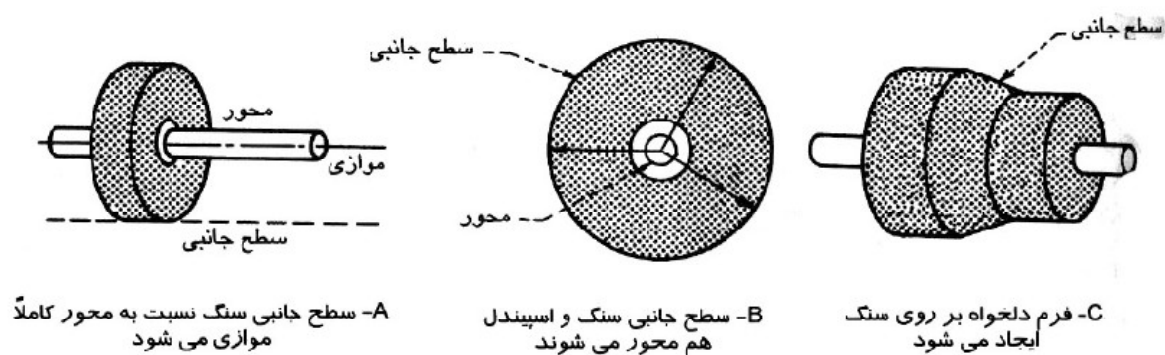
توجه :

تیز کردن سنگ در اصل برای برداشتن لایه فرسوده ذرات ساینده از روی سطح کار سنگ سنباده مورد استفاده قرار می گیرد. البته همان طور که توضیح داده شد تیز کردن سنگ برای فرم دادن به لبه های آن مطابق شکل قطعه کار نیز مرسوم است. بنابراین در ادامه به طور خلاصه اصول کار و ابزاری که به کمک آن عمل تیز کردن سنگهای سنباده صورت می گیرد بررسی می شود.

انتخاب سنگ سنباده مناسب برای سنگ زنی یک ماده خاص و انتخاب نوع عملیات سنگ زنی، دو عامل مهم در اجرای یک عملیات سنگ زنی موفق هستند. برای این که یک سنگ سنباده بازده خوبی داشته

باشد، سطح آن باید حداکثر قابلیت براده برداری را دارا بوده بتواند سطح قطعه کار را به خوبی پرداخت نماید. با تیز کردن سطح سنگ سنباده می توان این شرایط را فراهم آورد.

دور کردن (Truing) و تیز کردن (Dressing) سنگهای سنباده اغلب به یک معنا به کار برده می شود ولی در واقع با هم متفاوت هستند. در دور کردن سنگ سنباده، سطح سنگ را با قلم الماس می تراشند تا مرکز دوران این سطح با خط محور اسپیندل، بر هم منطبق شوند و یا فرم خاصی را بر روی سنگ سنباده ایجاد نمایند. وقتی که فرم سنگ از حالت مطلوب خارج شود، لازم است سنگ را با الماس مجدداً دور کرد.



A- سطح جانبی سنگ نسبت به محور کاملاً موازی می شود

B- سطح جانبی سنگ و اسپیندل هم محور می شوند

C- فرم دلخواه بر روی سنگ ایجاد می شود

در تیز کردن، سطح سنگ سنباده احیا می شود تا قدرت براده برداری آن بهتر شود. به هنگام سنگ زنی قطعات، لبه های تیز دانه های ساینده گند شده و ذرات براده های فلزی نیز حفره های خالی سطح سنگ را پر می کنند. در تیز کردن سنگ با قلم الماس، دانه های گنده شده و براده های چسبیده به سطح سنگ، تراشیده شده سطح سنگ سنباده احیا می گردد و لبه های تیز دانه های ساینده خواهند توانست به خوبی از قطعه کار براده برداری کنند. این شرایط برای عملیات خشن تراشی و براده برداری با حجم زیاد بسیار مطلوب است. اگر دانه های سنگ سنباده کمی گند شده باشد، قابلیت پرداخت کاری سنگ بهتر خواهد بود. هنگامی که علائم زیر ظاهر شوند، باید سنگ را تیز کرد:

۱- در اثر وجود ذرات فلزی در حفره های سنگ، خطوطی بر روی قطعه کار ایجاد شود.

۲- خطوط ناشی از لرزش بر روی قطعه کار ظاهر شود.

۳- سنگ به هنگام تماس با قطعه کار شروع به ارتعاش کند.

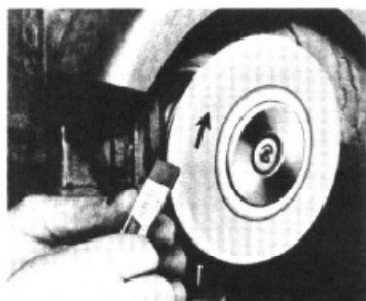
۴- حرارت زیادی به هنگام سنگ زنی ایجاد گردد.

۵- علائم سوختگی سطحی بر روی سطح قطعه کار ظاهر شود.

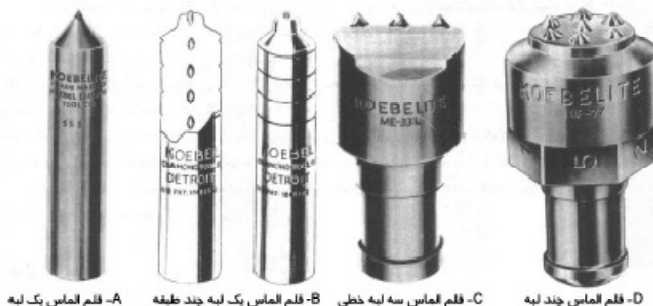
با توجه به این که در عملیات تیز کردن، دانه های گند شده تراشیده می شود، به هنگام سنگ زنی قطعه کار حرارت کمتری تولید شده، تنش های کوچکتری به سنگ و ماشین وارد می گردد و سرعت براده برداری افزایش می یابد. در صورتی که عبور قلم الماس از روی سطح سنگ سنباده آهسته باشد، سطح بعضی از دانه های ساینده تخت شده سطح سنگ براق می شود. این نوع سنگ برای عملیات پرداخت کاری مناسب است ولی توان براده برداری سنگ در این حالت کم و دقت آن نیز پایین است. استفاده از این نوع سنگ باعث ارتعاش و ایجاد سوختگی سطحی قطعه کار نیز خواهد شد. روش های مختلفی برای

تیز کردن سطح سنگ های سنبلاده وجود دارد که انتخاب آنها به دقت ابعادی و کیفیت سطح قطعه کار بستگی دارد. انواع ابزارهای رایج برای تیز کردن سنگ عبارتند از :

قلم های الماس (Diamond Dresser)، قلم های تیز کننده سایشی (Abrasive Stick) و قلم های مکانیکی (Mechanical Dresser).



قلم تیزکننده سایشی



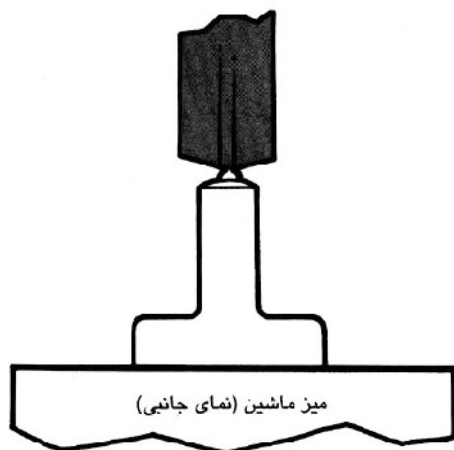
A- قلم الماس یک لبه B- قلم الماس یک لبه چند طبقه C- قلم الماس سه لبه خطی D- قلم الماس چند لبه



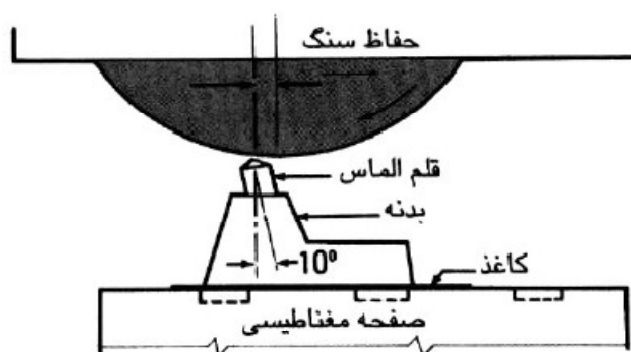
قلم تیزکننده مکانیکی

در به کارگیری قلم های تیز کننده الماس باید به نکات زیر توجه کرد :

- ۱- قلم های تیزکننده الماس گران قیمت هستند و باید با احتیاط نگاه داری و حمل شوند.
- ۲- قلم الماس را به هنگام تیز کردن سنگ سنبلاده باید با زاویه ۱۰ تا ۱۵ درجه نسبت به محور سنگ و در جهت گردش آن تنظیم کرد. قلم الماس باید در راستای قطر سنگ اندکی به طرف چپ قرار گیرد به این ترتیب از فرورفتن نوک الماس در سنگ جلوگیری شده و ارتعاش زیادی به وجود نمی آید.



B- نوک قلم الماس باید با بلندترین نقطه سنگ سنبلاده تنظیم شود



A- روش قرارگیری درست قلم تیزکننده الماس نسبت به سنگ سنبلاده

- ۳- هر از چند گاهی قلم الماس را در نشیمنگاه خود بچرخانید تا در عملیات پی در پی تیز کردن، یک طرف از قلم الماس تخت نشود.

- ۴- اندازه قلم الماس باید متناسب با اندازه سنگ انتخاب شود. مثلاً برای سنگ سنبلاده بزرگ نباید از یک قلم الماس کوچک استفاده شود و برعکس.

۵- در ابتدای عملیات تیز کردن مراقب باشید که نوک قلم الماس، ابتدا با بلندترین نقطه سنگ سنباده تماس پیدا کند. با توجه به اینکه در سنگ های سنباده استوانه ای، معمولاً گوشه های سنگ بیشتر ساییده می شوند، بلندترین قسمت سنگ باید در وسط آن باشد.

۶- سنگ سنباده را در شرایطی مشابه شرایط سنگ زنی تیز کنید. مثلاً اگر عملیات سنگ زنی با سیال خنک کننده انجام می شود به هنگام تیز کردن نیز بروی سنگ سیال خنک کننده بریزید.

۷- در هر پاس تیز کردن، عمق تراش سنگ باید حداکثر 0.1 میلی متر یا کمتر باشد. تیز کردن باید آن قدر تکرار شود تا سنگ به وضعیت مطلوب برسد.

۸- سرعت جابه جایی قلم الماس از مقابل سنگ، برای سنگ زنی خشن باید متوسط و برای سنگ زنی ظریف باید آهسته باشد. اگر سرعت عبور الماس زیاد باشد، دانه های سنگ کاملاً تیز خواهد شد و اگر سرعت عبور الماس آهسته باشد دانه های سنگ تا حدودی تخت و سطح سنگ براق خواهد شد و توان براده برداری سنگ کاهش می یابد. چنین سنگ سنباده ای برای عملیات صیقل کاری و سنگ زنی ظریف مناسب است. هر چه سرعت عبور قلم الماس تندتر باشد، دانه های سنگ تیزتر و حفره های میان دانه ها بازتر می شود. چنین سنگ سنباده ای توان براده برداری بیشتری دارد اما نمی تواند سطح قطعه کار را به خوبی پرداخت نماید.



سرعت تیز کردن سنگ کم بوده است. سرعت تیز کردن سنگ زیاد بوده است.

روش تیز کردن سنگ سنباده در ماشین های سنگ زنی تخت به صورت زیر است :

- ۱- یک قلم الماس یک لبه مناسب برای تیز کردن تهیه کنید.
- ۲- نوک الماس را از نظر ساییدگی کنترل و آن را به گونه ای بر پایه نگاه دارنده نصب کنید که قسمت تیز آن به طرف سنگ سنباده قرار گیرد.
- ۳- سطح صفحه مغناطیس را با یک پارچه تمیز، پاک کنید و سپس با کف دست خود هر گونه ذرات باقی مانده را نیز برطرف نمایید.
- ۴- یک تکه کاغذ که بزرگتر از سطح قاعده پایه نگاه دارنده قلم الماس باشد را در منتهی الیه سمت چپ صفحه مغناطیس قرار دهید. وجود کاغذ سبب می شود که پس از اتمام عملیات تیز کردن، پایه نگاه دارنده به راحتی از صفحه مغناطیس جدا شود، بدون آن که آسیبی به صفحه وارد شود.
- ۵- پایه نگاه دارنده قلم الماس را بر روی کاغذ بگذارید به طوری که کاملاً بروی خطوط موازی صفحه مغناطیس قرار گیرد. در این حالت صفحه مغناطیسی را فعال کنید. قلم الماس باید تحت زاویه 10 الی 15 درجه در جهت گردش سنگ سنباده تنظیم شود.
- ۶- سنگ سنباده را به بالای نوک قلم الماس هدایت کنید.

۷- میز ماشین را در جهت طولی جابه جا کنید تا الماس در راستای قطر سنگ (خط محور سنگ) و یا اندکی در طرف چپ این موقعیت قرار گیرد.

۸- موقعیت عرضی میز را طوری تنظیم کنید که نوک الماس در زیر بلندترین قسمت سنگ قرار گیرد.

۹- عینک محافظ را به چشم خود بزنید و از ماشین فاصله بگیرید. در این حالت ماشین را روشن کنید.

۱۰- با دقت و به آرامی سنگ سنباده را پایین آورید تا با نوک الماس تماس پیدا کند.

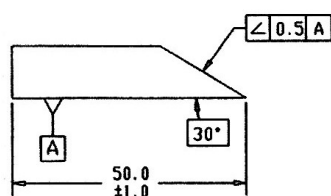
۱۱- با حرکت عرضی میز، قلم الماس را در پهناي سنگ جابه جا کنید. سرعت حرکت عرضی میز به هنگام تیز کردن، تعیین کننده قابلیت براده برداری و یا قابلیت صیقل کاری سنگ خواهد بود. برای عملیات سنگ زنی عمومی سرعت حرکت عرضی الماس به هنگام تیز کردن متوسط باشد.

۱۲- پس از هر پاس تیز کردن، سنگ سنباده را حداکثر $0.1/0$ میلی متر پایین آورده پاس بعدی تیز کردن را انجام دهید. این کار را تا تیز شدن کامل سنگ تکرار کنید.

۱- ۱۱) کنترل تolerانس توأزی، تعامد، تقارن و زاویه

تولرانس توأزی و تعامد در قسمتهای قبل بررسی شد. در ادامه تولرانس تقارن و زاویه تشریح می گردد. زاویه دار بودن (Angularity) با نماد \sphericalangle به این معنی است که محور یا صفحه مورد نظر نسبت به محور

یا صفحه مبنا زاویه معینی غیر از 90° داشته باشد. جدول کنترل مشخصه $\sphericalangle 0.5 A$ در نمایی از نقشه داده می شود که زاویه در آن مشخص شده است.



در مثال فوق سطح مورد نظر باید در محدوده تولرانس به ضخامت $0.5/0$

میلی متر قرار گیرد بدین صورت که از بالاترین نقطه سطح کار یک صفحه

به موازات صفحه مورد بررسی رسم شده و صفحه دوم (داخلی) به فاصله

اندازه تولرانس (در اینجا $0.5/0$) موازی با صفحه اول رسم می گردد. سطح

واقعی باید در این محدوده (بین دو صفحه ۱ و ۲) قرار گیرد تا تولرانس زاویه

یا بودن رعایت شده باشد. تولرانس زاویه دار بودن تولرانسهای تختی و راستی

را نیز کنترل می کند. این تولرانس مستقل از اندازه زاویه است. برای بررسی

این تولرانس کافی است ساعت عمود بر سطح بروی آن قرار گیرد و مانند اندازه گیری تختی عمل شود.

تولرانس تقارن (Symmetry) با نماد \equiv به این معنی است که قطعه مورد بررسی در دو طرف یک صفحه میانی مبنا دارای مقطع یکسان باشد. تولرانس تقارن مستقل از اندازه قطعه کار مورد بررسی است.

ناحیه تولرانی، یک ناحیه متقارن در دو طرف صفحه میانی مبنا است. به این

ترتیب محور تقارن باید درون این ناحیه تولرانی قرار گیرد. در مثال شکل

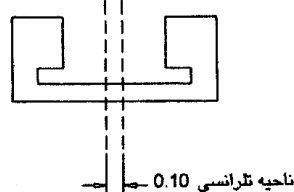
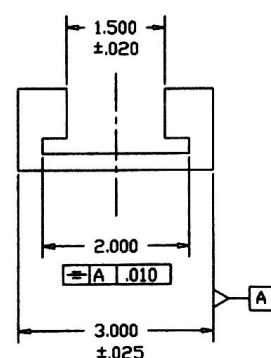
روبرو محور تقارن قطعه می تواند حداکثر $0.5/0$ میلی متر به طرفین انتقال یابد.

برای اندازه گیری تقارن، به مثال صفحه بعد توجه

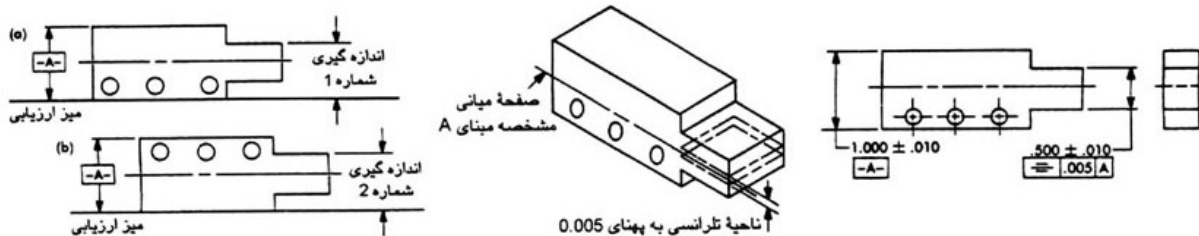
نمایید. قطعه کار باید بروی صفحه صافی قرار

گیرد. سپس فاصله صفحه صافی تا صفحه بالایی

اندازه گیری و مقدار حداکثر آن ثبت می شود.



برای این که طرف دیگر سطح مبنا روی سطح صفحه صافی قرار گیرد، قطعه کار را مطابق تصویر بچرخانید. مجدداً باید حداکثر فاصله از صفحه صافی، تا صفحه بالایی اندازه گیری و ثبت شود. اختلاف بین دو مقدار ثبت شده مقایسه می شود. اگر این اختلاف از مقدار تolerانس مجاز تجاوز نکند، تقارن قطعه مورد قبول است.



۱۲) سنگ زنی سطوح شیب دار

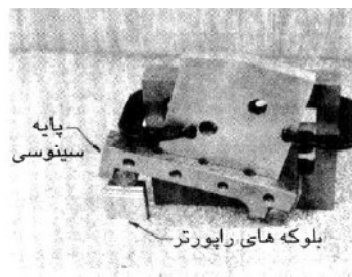
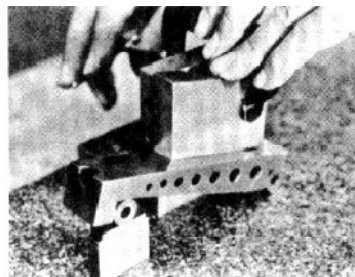
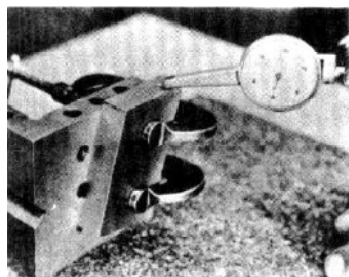
سطوح تخت شیب دار (زاویه دار) را به دو روش می توان سنگ زد:

الف- قطعه کار به صورت زاویه دار بر روی صفحه مغناطیس مهار و با یک سنگ استوانه ای معمولی سنگ زده شود.

ب- سنگ را با زاویه مور نظر تیز کرد و قطعه کار را به صورت تخت بروی صفحه مغناطیس قرار داد.

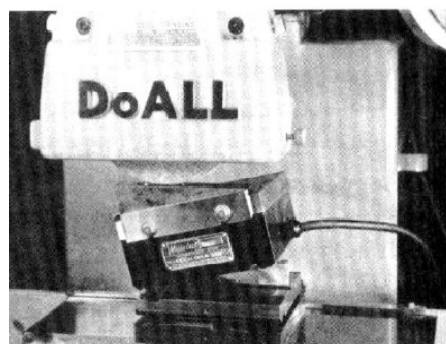
۱- ۱۲) سنگ زنی سطوح شیب دار از طریق بستن قطعه کار به صورت زاویه دار

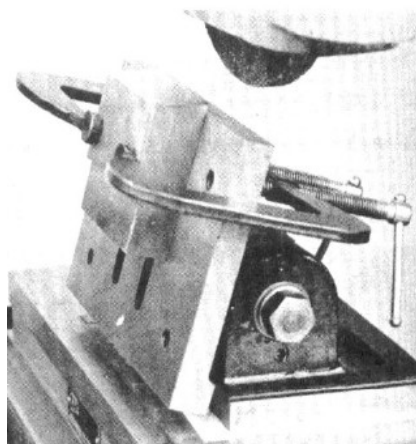
به روشهای گوناگونی می توان قطعه کار را به صورت زاویه دار بر روی میز ماشین قرار داد. از جمله این روشها می توان به پایه گونیایی، پایه و گیره سینوسی و گیره های قابل تنظیم (یونیورسال) اشاره کرد که استفاده از هر یک از این روشها به شکل قطعه کار و دقت ابعادی مورد نیاز بستگی دارد. با استفاده از پایه سینوسی و بلوکهای اندازه گیری می توان قطعه کار را تحت زاویه دلخواه و با دقت پنج دقیقه تنظیم کرد. با قرار دادن بلوکهای اندازه گیری در زیر یکی از استوانه ها می توان پایه سینوسی را با هر زاویه دلخواه منحرف کرد. پایه سینوسی و بلوک های اندازه گیری را باید بروی سطح تخت و دقیق (صفحه صافی) به کار برد تا زاویه حاصل دقیق باشد.



استفاده از گیره های قابل تنظیم مانند گیره های سینوسی نیز رایج است که می توان قطعه کار را بطور مستقیم بروی آنها قرار داد و طبق زاویه مورد نظر منحرف نمود (شکل روبرو).

در صورتی که لازم باشد قطعه کار تحت یک زاویه مرکب (زاویه در دو جهت) تنظیم شود، باید از پایه سینوسی مرکب و صفحه مغناطیسی مرکب استفاده شود.

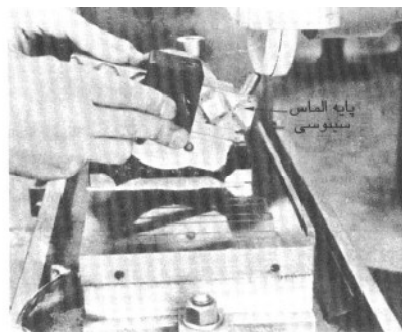




با بستن قطعه کار به پایه زاویه ای قابل تنظیم نیز می توان قطعه کار را به صورت زاویه دار بروی میز ماشین سنگ زنی کرد. البته پایه زاویه ای قابل تنظیم، به اندازه پایه های سینوسی دقت ندارد (شکل روبرو). از یک گیره قابل تنظیم نیز می توان برای بستن قطعه کار به صورت زاویه دار، استفاده کرد. این گیره یک پایه لولایی دارد که می تواند در یک جهت از صفر تا ۹۰ درجه بچرخد. گیره های قابل تنظیم (Universal) قابلیت تنظیم زاویه در دو جهت را دارند و با آنها می توان زوایای مرکب را تنظیم کرد. وقتی با یک گیره یونیورسال می خواهید یک زاویه ساده را تنظیم کنید، باید مطمئن شوید که یکی از جهت های زاویه ای آن بروی صفر قرار داشته باشد. در صورتی که قطعه کار به صورت زاویه دار بروی ماشین بسته شود، مراحل سنگ زنی دقیقاً مشابه سنگ زنی تخت ساده است.

۲-۱۲) سنگ زنی سطوح شیب دار از طریق تیز کردن سنگ تحت زاویه مورد نظر

با استفاده از یک قلم تیز کننده سینوسی (Sine dresser) می توان سطح براده برداری سنگ سنباده



را طبق زاویه مورد نظر تیز کرد. بعضی از پایه های الماس مدرج هستند و می توان از آنها برای تیز کردن زاویه دار سنگ استفاده کرد. وقتی پایه قلم تیز کننده سینوسی و یا پایه الماس

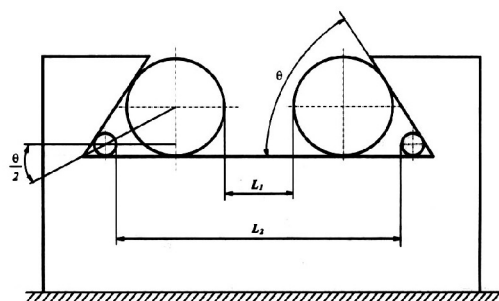
مدرج در دسترس نباشد، می توان با استفاده از یک بلوک فولادی، یک پایه گونیایی و یک پایه سینوسی، ابتدا یک سطح اتکای زاویه ای آماده کرد و با هدایت پایه الماس بر روی این سطح اتکا، سنگ سنباده را به صورت زاویه دار تیز کرد. مراحل تیز کردن سنگ به صورت زاویه دار به شرح زیر است:

- ۱- پایه الماس را طبق زاویه مورد نظر تنظیم و آماده کنید.
- ۲- صفحه مغناطیس را تمیز کرده پایه الماس را روی آن نصب نمایید.
- ۳- پایه الماس را طوری بروی صفحه مغناطیس قرار دهید که حرکت الماس دقیقاً در عرض میز باشد.
- ۴- میز ماشین را حرکت دهید تا نوک الماس دقیقاً بروی خط مرکز سنگ قرار گیرد.
- ۵- میز ماشین را در این وضعیت قفل کنید تا از حرکت طولی آن به طور ناخواسته جلوگیری شود.
- ۶- با چرخاندن فلکه حرکت عرضی، پایه الماس را به نزدیکی سنگ سنباده ببرید.
- ۷- ماشین را روشن کنید. سنگ را پایین بیاورید تا الماس با سنگ مماس گردد.
- ۸- الماس را در عرض سنگ سنباده بر روی سطح شیب دار حرکت دهید.
- ۹- برای هر پاس تیز کردن، سنگ را تقریباً ۰/۰۵ تا ۰/۰۷ میلی متر پایین آورده مجدداً الماس بزنید.
- ۱۰- تیز کردن را آن قدر ادامه دهید تا سطح زاویه دار با ابعاد و فرم مطلوب کامل شود.

- در صورتی که سنگ به صورت زاویه دار تیز شده باشد، برای سنگ زنی باید به ترتیب زیر عمل کرد :
- ۱- قطعه کار را با استفاده از صفحه مغناطیس یا تجهیزات مناسب دیگر بروی میز ماشین مهار کنید.
 - ۲- با حرکت دادن میز ماشین، قطعه کار را به زیر قسمت زاویه دار سنگ هدایت کنید.
 - ۳- در صورت امکان میز را در این وضعیت قفل کنید تا از جا به جا شدن ناخواسته آن جلوگیری شود.
 - ۴- ماشین را روشن کنید و سنگ را به آهستگی پایین بیاورید تا با قطعه کار تماس شود.
 - ۵- با حرکت دادن قطعه کار به طرفین در زیر سنگ، مطمئن شوید که با یکدیگر برخوردی ندارند.
 - ۶- سنگ را برای هر پاس سنگ زنی به اندازه ۰/۰۲ الی ۰/۰۵ میلی متر پایین آورده سنگ زنی را تا مرحله قبل از پاس نهایی ادامه دهید.
 - ۷- سنگ را مجدداً الماس زده در نهایت با انجام سنگ زنی نهایی، قطعه کار را کامل کنید.

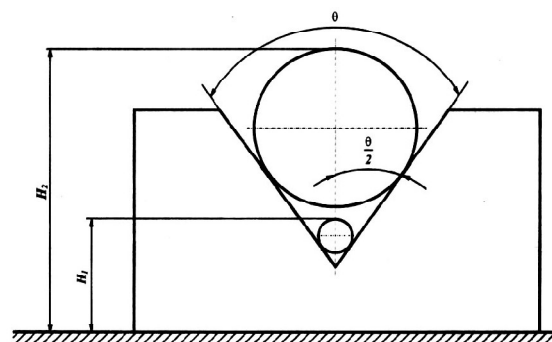
۳-۱۲) اندازه گیری زاویه سطح شیب دار

چنان چه نتوان به کمک زاویه سنج، زاویه سطح شیب دار را اندازه گیری نمود می توان از رابطه های زیر و به کمک میله های اندازه گیری استفاده نمود :



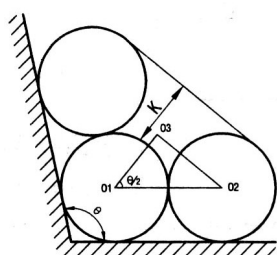
$$\operatorname{tg} \frac{\theta}{2} = \frac{(d_2 - d_1)}{(L_2 - L_1) - (d_2 - d_1)}$$

محاسبه زاویه یک شیار دم چلچله ای شکل (θ)



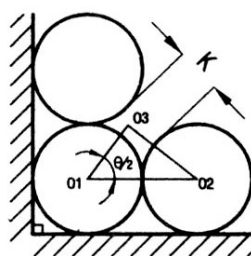
$$\sin \frac{\theta}{2} = \frac{(d_2 - d_1)}{2(H_2 - H_1) - (d_2 - d_1)}$$

محاسبه زاویه یک شیار V شکل (θ)



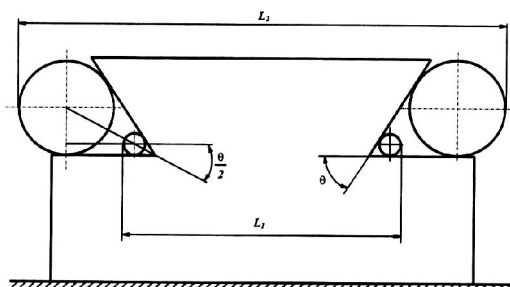
$$\cos \frac{\theta}{2} = \frac{K}{D}$$

محاسبه زاویه باز



$$\sin \frac{\theta}{2} = \frac{D+K}{2D}$$

محاسبه زاویه ۹۰ درجه



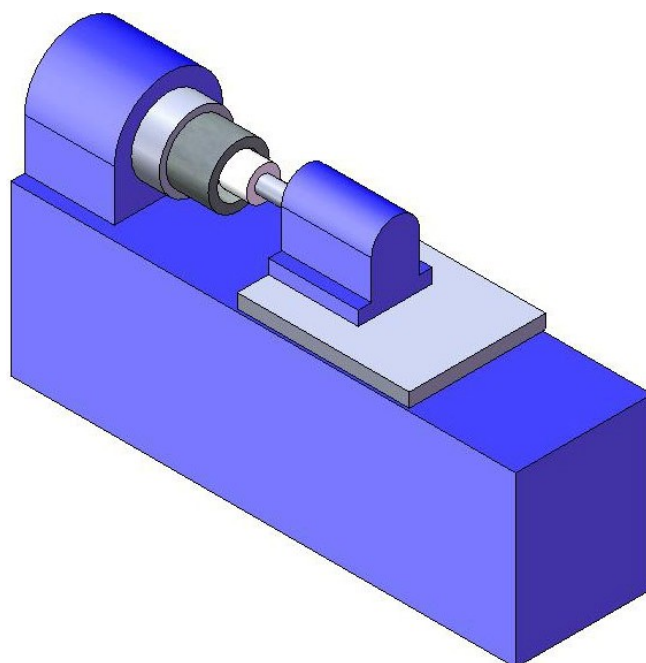
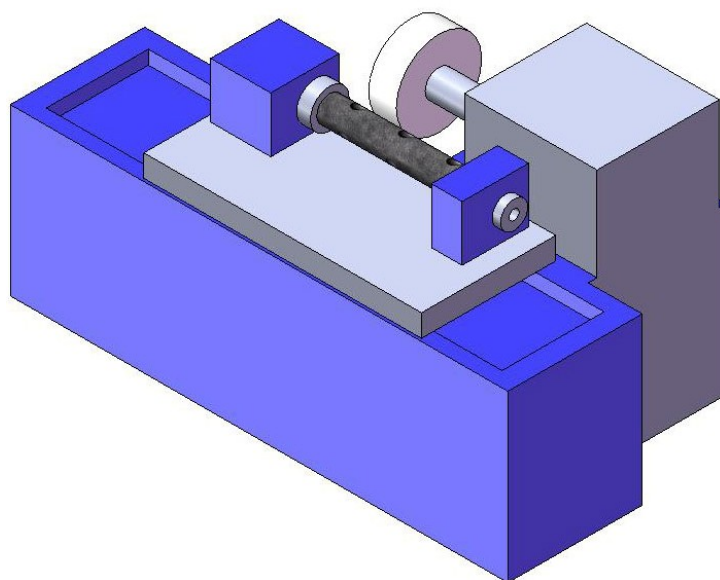
$$\operatorname{tg} \frac{\theta}{2} = \frac{d_2 - d_1}{(L_2 - L_1) - (d_2 - d_1)}$$

محاسبه زاویه یک لقمه دم چلچله ای (θ)

۴-۱۲) کنترل تolerانس فرم سطوح شیب دار

این مورد (tolerانس هندسی زاویه دار بودن) در قسمتهای قبل بررسی گردید.

بخش دوم



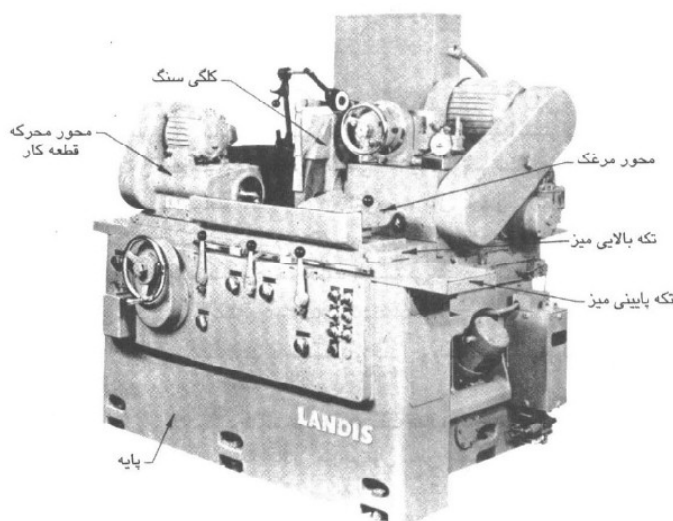
گرد سایی

۱) راه اندازی ماشین سنگ زنی گرد سایی

در نیمه دوم قرن نوزدهم، ساخت قطعات مختلف صنعتی از جنس فولادهای سخت کاری شده باعث گردید ماشین ابداع شود که بتواند همانند یک ماشین تراش، از روی قطعات فولادی سخت، براده برداری کند. به این ترتیب بود که ماشین های سنگ گردسایی (Cylindrical grinder) ساخته شد و پس از گذشت سالها با انجام اصلاحاتی بروی آن به ماشین های مدرن و دقیق امروزی بدل گردید. گردسایی عبارت است از سنگ زنی سطوح جانبی (و گاهی سطوح قاعده) قطعات دوار که بین اسپیندل و مرغک ماشین مهار شده اند. نوع دیگر سنگ زنی قطعات دوار نیز وجود دارد که در آن قطعه کار بروی اسپیندل مهار نمی شود و به آن سنگ زنی سنترلس (Centerless) یا بدون مرغک گفته می شود. امروزه می توان علاوه بر قطعات استوانه ای، قطعات پیچیده دیگر نظیر مخروطها، بادامکها، مقاطع بیضوی و دیگر فرم های دوار را نیز با ماشین های گرسایی سنگ زد. نوعی ماشین گردسایی سریع نیز ساخته شده است که می تواند تمامی عملیات خشن تراشی (که در روش سنتی بر روی ماشین تراش باید انجام شود)، ظریف تراشی و پرداخت نهایی را در یک مرحله اجرا نماید. به این ترتیب با حذف ماشین تراش از فرایند تولید می توان قطعات دوار مختلف را به صورت اقتصادی، فقط توسط ماشین های سنگ گردسایی تولید نمود. همه این ماشینها در مدل های خودکار و نیمه خودکار عرضه می شوند. در ماشین های گردسایی پیشرفته با به کارگیری واحدهای هیدرولیکی و کنترل الکترونیکی، می توان قطعات را با دقت ابعادی ± 0.002 میلی متر تولید کرد. ماشین های گردسایی مرغک دار برای سنگ زنی سطوح جانبی قطعات دوار، که بین دو مرغک یا بروی سه نظام مهار شده اند، به کار می روند. در ماشین های گردسایی چهار حرکت اصلی گردش سنگ، گردش قطعه کار، حرکت رفت و برگشت طولی قطعه کار مقابل سنگ و حرکت عرضی سنگ به طرف قطعه کار (بار دادن بروی قطعه کار) و یا به طرف بیرون وجود دارد. ماشین های سنگ گردسایی در دو مدل اصلی ساخته می شوند: ماشین های گردسایی ساده و ماشین های گردسایی یونیورسال که به بررسی آنها می پردازیم.

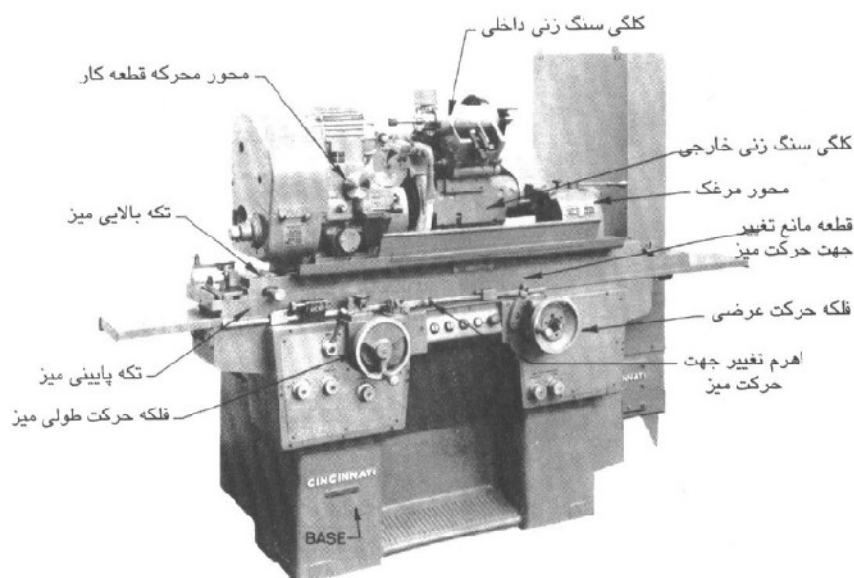
۱-۱) تشریح قسمتهای مختلف ماشینهای گردسایی

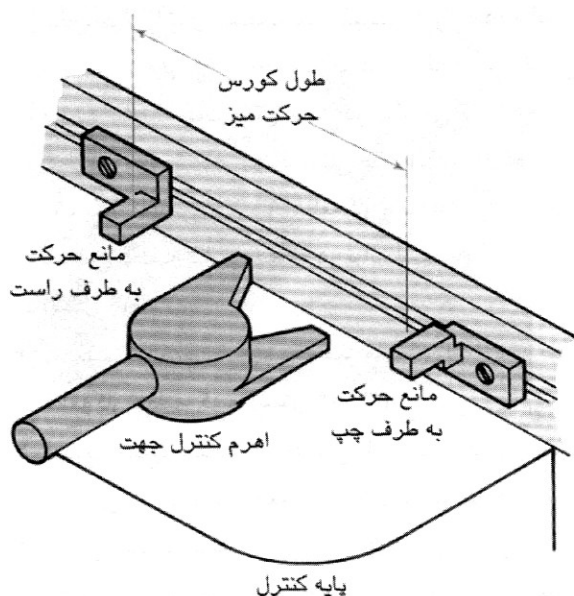
ماشین گرد سایی ساده در شکل زیر نشان داده شده است.



این ماشین برای سنگ زنی دقیق سطوح دوار استوانه ای، مخروطی، فرم دار، گوشه ها و گاه گیری قطعات سخت و نرم به کار می رود. از نظر ظاهری شبیه ماشین های گردسای یونیورسال است و قسمت های اصلی آنها یکسان می باشد ولی قابلیت های آنها برابر نیست. قسمت های اصلی یک ماشین گردسای ساده عبارتند از: پایه، کله گی سنگ، میز، محور محرکه قطعه کار و محور مرغک. پایه ماشین، یک قطعه بزرگ و سنگین ریخته گری شده است که تمامی قسمت ها و قطعات ماشین بر روی آن نصب می شوند و استحکام ماشین به واسطه آن تأمین می گردد. کله گی سنگ بروی یک بستر کشویی قرار می گیرد و در حالت کلی به گونه ای بروی این بستر محکم می شود که محور اسپیندل سنگ به صورت موازی با حرکت طولی میز ماشین قرار گیرد. میز ماشین از دو قسمت تشکیل می شود، تکه پایینی که به صورت کشویی عمل می کند و تکه بالایی که به صورت چرخشی ۱۰ تا ۲۰ درجه می چرخد و امکان سنگ زنی سطوح مخروطی را فراهم می نماید. قطعه کار بین محور محرک قطعه کار و محور مرغک مهار شده در اثر چرخش محور محرک به گردش در می آید. هم محور محرک قطعه کار و هم مرغک را می توان به صورت طولی بروی بستر کشویی میز جابه جا کرد. به این ترتیب می توان موقعیت این دو قسمت را بر اساس طول قطعه کار تنظیم نمود. در بعضی مدل های ماشین گردسای ساده، می توان محور محرک قطعه کار را نیز حول یک محور عمودی چرخاند و سطح قطعه کار را به صورت مخروطی سنگ زد ولی در بیشتر آن ها این کار امکان ندارد. ماشین های گردسای ساده در اندازه های متنوع ساخته می شوند. ماشین های کوچک به صورت دستی یا خودکار کنترل می گردد. در ماشین های بزرگ، قسمت های مختلف ماشین معمولاً به صورت هیدرولیکی حرکت می کند.

با توجه به قابلیت های مختلف ماشین های گردسای یونیورسال، از این ماشینها بیشتر از ماشین های گردسای ساده استفاده می شود. توسط این ماشینها می توان انواع عملیات سنگ زنی خارجی مانند سنگ زنی استوانه ای، گوشه های تیز و دایره ای، فرم های دوار و سطوح مخروطی را انجام داد. در اغلب ماشین های گردسای یونیورسال، تجهیزات دیگری برای سنگ زنی داخلی سوراخ های استوانه ای و مخروطی، سنگ زنی سطوح پیشانی و ابزار تیزکنی نیز طراحی شده است. این ماشینها که برای کارگاه های ابزارسازی و تعداد تولید محدود، مناسب می باشد در اندازه های متنوعی عرضه می گردد.

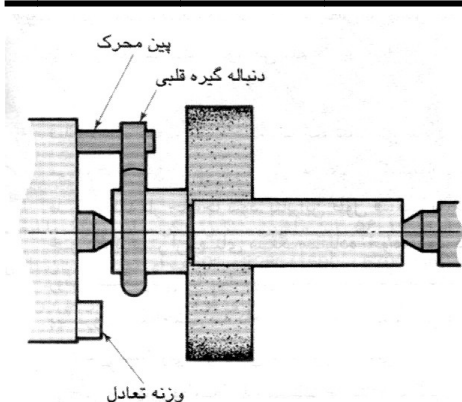




پایه ماشین، یک قطعه بزرگ ریخته گری شده است که سیستم های کنترل و واحد محرک هیدرولیک در آن جای گرفته اند. به واسطه وجود این پایه سنگین، استحکام کافی در ماشین ایجاد شده است. میز ماشین که بروی بسترهای طولی پایه، می تواند بلغزد، خود از دو قسمت تشکیل شده است: تکه پایینی با حرکت طولی و تکه بالایی با حرکت گردشی حول محور عمودی. با چرخاندن تکه بالایی میز می توان سطوح خارجی را سنگ زد. حرکت طولی میز را می توان به صورت دستی یا خودکار کنترل نمود. میزان حرکت طولی میز به صورت خودکار را می توان توسط

اهرم و دو قطعه مانع تغییر جهت حرکت میز کنترل نمود. سرعت حرکت طولی میز از ۵ تا ۷۵ متر در دقیقه قابل تنظیم است. نکته قابل توجه در تنظیم کردن حرکت رفت و برگشتی میز این است که میز پس از رسیدن به انتهای کورس برای مدتی کوتاه توقف کند، تا در دو موضع انتهایی قطعه کار، بتواند به حد کافی از قطعه براده برداری کند. با استفاده از سیستم کنترل می توان این زمان توقف را تنظیم نمود. کله گی سنگ که بروی تکه لغزنده (پایینی) میز ماشین نصب می شود، هم اسپیندل سنگ زنی خارجی و هم اسپیندل سنگ زنی داخلی را در خود جای داده است. حرکت عرضی کله گی سنگ به طرف قطعه کار و یا مخالف آن، هم به صورت دستی و هم به صورت خودکار قابل انجام است. در بسیاری از ماشین های گردسایبی یونیورسال می توان کله گی سنگ را حول محور عمودی در هر دو جهت چرخاند و از آن برای سنگ زنی سطوح مخروطی کوچک یا سنگ زنی سطوح پیشانی استفاده نمود. در بعضی ماشین های گردسایبی یونیورسال کوچک، اسپیندل دو طرفه برای انجام کارهای خاص تعبیه می شود.

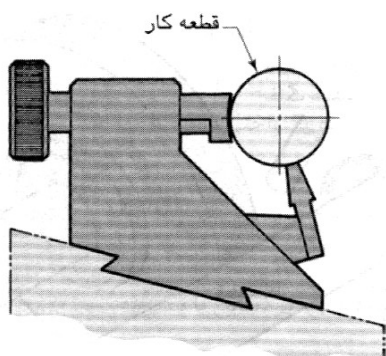
اسپیندل سنگ زنی داخلی، در مواقعی که از آن استفاده نمی شود، معمولاً در بالای اسپیندل سنگ زنی خارجی قرار می گیرد. برای استفاده از اسپیندل داخلی، به راحتی می توان آن را به پایین چرخانده در موضع سنگ زنی قفل نمود. اسپیندل سنگ زنی داخلی، معمولاً توسط یک تسمه تخت که به یک موتور اختصاصی وصل شده است به گردش در می آید. در قسمت محرک قطعه کار که قطعه کار به آن متصل شده به گردش در می آید، قطعاتی از جمله اسپیندل، موتور محرک، مرغک ثابت و صفحه نظام تعبیه شده است. قسمت محرک قطعه کار را می توان به طور کامل و حول یک محور عمودی چرخاند و از آن برای سنگ زنی سطوح مخروطی و پیشانی قطعه کار استفاده نمود. میزان چرخش این قسمت ۹۰ درجه به طرف کله گی سنگ و ۳۰ درجه در طرف مخالف می باشد. سرعت گردش محور محرک را می توان به تناسب اندازه قطعه کار تغییر داد. در بعضی ماشینها برای تغییر سرعت محور محرک از پولیه های پله دار و در بعضی ماشین های دیگر از موتورهای دور متغیر استفاده می شود. مرغک ثابت در جای خود ثابت است و نمی چرخد. یک طرف قطعه کار بر روی مرغک ثابت می نشیند. طرف دیگر با استفاده از یک شاخک واسطه به صفحه نظام متصل شده به گردش در می آید. انتهای سمت راست قطعه کار نیز بروی



یک مرغک ثابت دیگر که در قسمت محور مرغک قرار دارد، می نشیند. در پشت مرغک یک سیستم فنربندی وجود دارد که باعث می شود فشار بیش از حد، از طرف مرغک بر قطعه کار وارد نشود. هم محور محرک قطعه کار و هم محور مرغک را می توان بروی بستر کشویی میز ماشین جا به جا کرد و بر اساس طول قطعه کار در موقعیت مناسب قرار داد. همانند انواع دیگر ماشین های ابزار، با استفاده از متعلقات جانبی می توان دامنه قابلیت های ماشین را گسترش داد. برخی متعلقات رایج عبارتند از :

-لینت ثابت برای مهار کردن قسمت میانی قطعات باریک و بلند به هنگام عملیات سنگ زنی استفاده می شود. با استفاده از لینت، از خم شدن قطعه کار در اثر فشار سنگ سنباده، نوسان ناخواسته و لرزش قطعه کار جلوگیری می گردد. لینت ها را می توان به تعداد کافی (در فواصل حدود ۶ تا ۱۰ برابر قطر قطعه کار) بروی میز ماشین و در پشت قطعه کار نصب کرد. به هنگام استفاده از لینت باید فک های لینت را به درستی تنظیم کرد و بروی قطعه کار تکیه داد تا اولاً سطح اتکایی خوبی با قطعه کار داشته باشد و ثانیاً قطعه کار را به جلو خم نکند.

-از جمله دیگر وسایل جانبی سه نظام، چهار نظام، صفحه نظام، صفحه های مغناطیسی گردان، فشنگی یا کولت می باشد.



۲) سرویس و نگاه داری ماشین سنگ گردسای

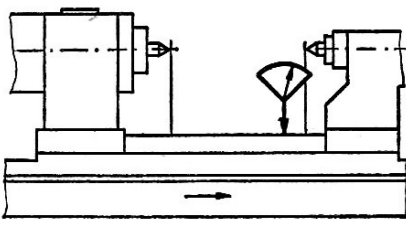
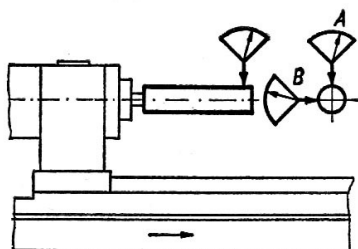
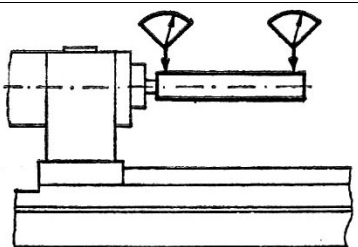
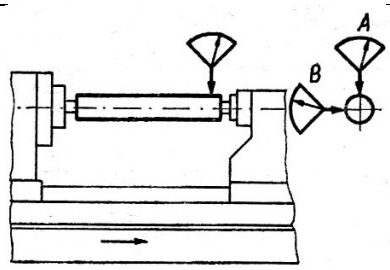
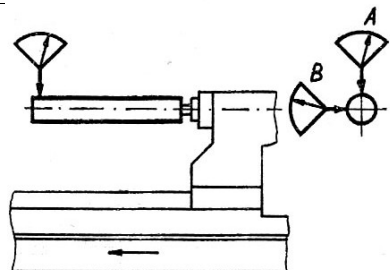
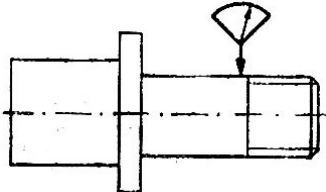
برای افزایش عمر ماشین سنگ و بالا بودن دقت عملکرد آن همواره به نکات زیر توجه نمایید :

- ۱- دستگاه را مطابق با آنچه سازنده ذکر کرده است به صورت روزانه، هفتگی یا ماهیانه با روغن پیشنهاد شده روغن کاری کنید.
- ۲- روکش های اجزای حرکتی دستگاه مانند پیچهای محرک میز را بررسی کنید. این روکشها مانع از ورود براده و ذرات سنگ زنی به بخشهای حساس ماشین می گردد و همواره باید در محل خود به درستی نصب شده باشند.
- ۳- برای تمیز کردن ماشین از هوای فشرده استفاده نکنید چرا که علاوه بر خطر پرتاب ذرات به چشم ممکن است این ذرات به ریلهای راهنما و دیگر بخشهای دستگاه نفوذ کرده منجر به فرسایش دستگاه شوند. نظافت روزانه دستگاه باید با دقت انجام شود.
- ۴- دستگاه باید در موقعیتی نصب شده باشد که هیچ ارتعاشی وجود نداشته باشد و دستگاه تراز باشد.
- ۵- از کاربرد سنگهایی با قطر یا سرعت بیشتر از آنچه سازنده دستگاه ذکر نموده است خودداری گردد.
- ۶- سرعتهای سنگ زنی مطابق با آنچه سازنده در کتاب کار با دستگاه ذکر کرده است انتخاب گردد.
- ۷- هرگز بیش از حد به محور اصلی دستگاه فشار وارد نکنید.

۸- از ماده خنک کاری مناسب استفاده نمایید و سیستم گردش ماده خنک کننده را طبق برنامه پیشنهاد شده توسط سازنده به موقع تمیز کنید.

۹- جهت دوران سنگ را پس از توقف کامل آن تغییر دهید.

۱۰- در دوره های معین به کمک ساعت اندازه گیری و میله ها و بلوکهای دقیق سنگ خورده آزمایشهای زیر را بروی دستگاه انجام دهید تا خطاهای حرکتی در حد تعیین شده توسط سازنده باشد.

نمونه مقدار مجاز خطا	شکل	آزمایش
۰/۰۲ میلی متر در ۳۰۰ میلی متر		توازی میز کار در حرکت طولی
A: ۰/۰۱ میلی متر B: ۰/۰۳ میلی متر		بررسی توازی محور کارگیر با میز A: در راستای عمودی B: در راستای افقی
۰/۰۳ میلی متر در ۲۰۰ میلی متر		هم مرکزی محور کارگیر
۰/۰۳ میلی متر در ۳۰۰ میلی متر		هم راستایی محور کارگیر با محور مرغک A: در راستای عمودی B: در راستای افقی
A: ۰/۰۲ میلی متر B: ۰/۰۲ میلی متر		توازی محور مرغک با میز A: در راستای عمودی B: در راستای افقی
۰/۰۳ میلی متر		هم مرکزی محور سنگ

۳) انتخاب تعداد کورس و پیشروی در گردسایبی

۳-۱) تعداد کورس

تعداد کورس عبارت است از تعداد دفعات حرکت قطعه کار یا سنگ به چپ و راست در مدت یک دقیقه.

۳-۲) سرعت پیشروی

مسافتی است که قطعه کار یا کله گی در هر دور چرخش قطعه کار طی می کند: $V_f = \pi \times d_1 \times n$

V_f = سرعت پیشروی (متر بر دقیقه) d_1 = قطر قطعه کار بر حسب متر، n = دوران کار در دقیقه در حین گردسایبی قطعه کار نیز دوران می کند. علاوه بر حرکت پیشروی در راستای طولی به چپ و راست در جهت عرضی نیز باید عمل باردهی ایجاد شود تا سنگ از قطر کار مقدار معینی را براده برداری نماید. مقدار پیشروی عرضی متناسب با عرض سنگ سنباده، جنس قطعه کار و پرداخت سطح مورد نیاز انتخاب می گردد اما توصیه می شود که مقدار آن حداکثر سه چهارم عرض سنگ انتخاب شود.

۳-۳) سرعت محیطی

به مانند آنچه که در بخش تخت سایبی گفته شد سرعت محیطی یا براده برداری سنگ همان سرعت برش فرض می شود و سرعت برش مسافتی بر حسب متر می باشد که یک دانه از ماده ساینده سنگ در مدت یک ثانیه طی می کند. سرعت دوران سنگ با سرعت محیطی نسبت مستقیم دارد. سرعت محیطی مجاز هر سنگ سنباده توسط سازنده بروی آن حک می گردد و نباید از حد آن تجاوز نمود.

فرمول سرعت محیطی سنگ عبارت است از: $V_c = \pi \times d_s \times n_s$

V_c = سرعت محیطی (متر بر ثانیه)، d_s = قطر سنگ سنباده (متر)، n_s = دوران سنگ در ثانیه

از تقسیم سرعت محیطی بر سرعت پیشروی نسبت سرعت سنگ زنی (q) حاصل می گردد: $q = \frac{V_c}{V_f}$

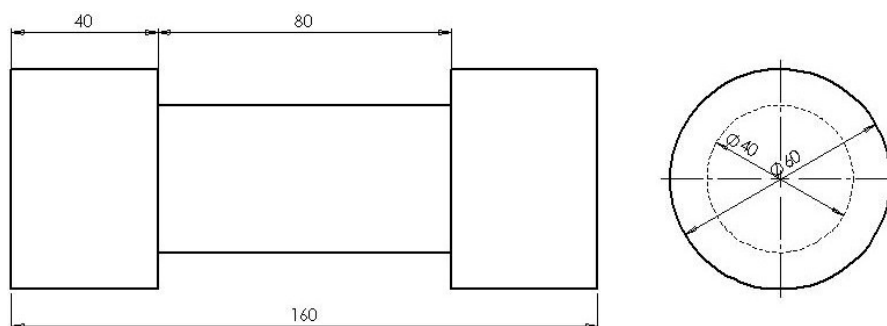
سرعت براده برداری v_f ، سرعت پیش روی v_c ، نسبت سرعت q

جنس قطعه کار	سنگ زنی محوری			سنگ زنی داخل (سوراخ)		
	v_c m/s	v_f m/min	q	v_c m/s	v_f m/min	q
فولاد	30...35	10	125	25	19...23	80
چدن	25	11	100		23	65
فلز سخت	8	4	100	8	8	60
آلیاژهای Al-	18	24...30	50	16	30...40	30
آلیاژهای Cu-	25...35	16	80	25	25	50

سرعت محیطی قطعه کار معمولاً بین ۱۸ تا ۳۰ متر در دقیقه منظور می گردد. در سنگ زنی قطعات لنگ باید سرعت کار را کمتر نمود و سرعت قطعه کار در پرداخت کاری معمولاً نصف سرعتهای فوق الذکر است. برای آلیاژهای غیر فلزی و فلزات نرم سرعت کار باید زیاد باشد و حداکثر سرعت محیطی ۶۰ متر بر دقیقه منظور شود. اگر فرم

پیشانی یا محیط سنگ دارای دقت و اهمیت باشد (در فرم سایبی) سرعت محیطی کار بین ۱/۶ الی ۱/۸ متر بر دقیقه خواهد بود. توصیه می گردد که سنگ در راستای طولی بین یک چهارم تا یک سوم عرض خود از طرفین قطعه کار خارج گردد تا تمام طول کار به درستی سنگ زده شود و اندازه ها در انتهای کار نیز برقرار گردد.

ماشین گرد سایی یونیورسال به کار می رود. سرعت دوران سنگ و قطعه کار، سرعت پیشروی طولی میز و زمان ماشین کاری را محاسبه نمایید.



حل : با توجه به جدول صفحه ۶۳، V_c را بین ۳۰ تا ۳۵ به فرض ۳۰ متر بر ثانیه و V_f را ۱۰ متر بر دقیقه انتخاب می کنیم. ضمناً بار کل در هر مرحله ۰/۰۲ میلی متر می باشد یعنی $2a=0.02 \text{ mm}$

$$V_c = \pi \times d_s \times n_s \Rightarrow 30 = 3.14 \times 0.16 \times n_s \Rightarrow n_s \cong 59.7 \text{ rps}, 59.7 \times 60 = 3582 \text{ rpm}$$

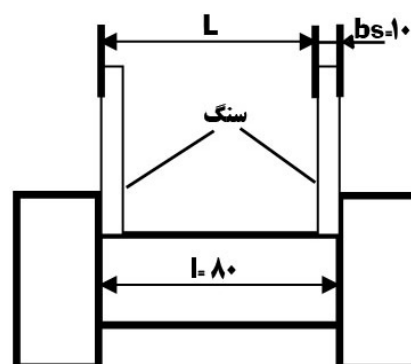
$$i = \frac{d_1 - d}{2a} + 8 = \frac{40.1 - 40}{0.02} + 8 = \frac{0.1}{0.02} + 8 = 13$$

$$L = l - bs = 80 - 10 = 70 \text{ mm}$$

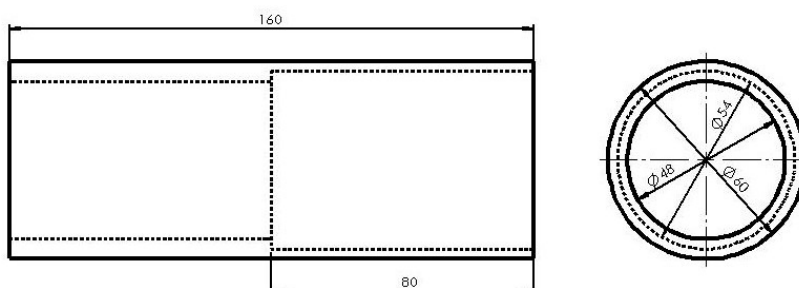
$$f = \frac{1}{2} \times b_s = \frac{1}{2} \times 10 = 5 \text{ mm}$$

$$n = \frac{V_f}{\pi \times d_1} = \frac{10}{3.14 \times 0.0401} \cong 79.4 \text{ rpm}$$

$$t_h = \frac{L \times i}{n \times f} = \frac{70 \times 13}{79.4 \times 5} \cong 2.3 \text{ min}$$



توجه : لازم به ذکر است که این زمان، زمان خالص ماشین کاری با پیشروی خودکار است و زمان توقف سنگ در دو انتهای کار و زمانهای تنظیم نیز باید به آن اضافه گردد تا زمان حقیقی یا کل حاصل گردد. تمرین : برای پرداخت کاری ۰/۰۵ میلی متر از تمام سطح سوراخ بزرگ لوله چدنی شکل زیر بیشترین قطر سنگ سنباده، سرعت دوران سنگ و قطعه کار، سرعت پیشروی طولی میز و زمان ماشین کاری را محاسبه نمایید. عرض سنگ ۳۰ میلی متر و مقدار بار کل در هر مرحله ۰/۰۱ میلی متر است. (راهنمایی : بیشترین قطر سنگ سه چهارم قطر سوراخ است.)



۴) سوار کردن سنگ بروی محور دستگاه این مورد مشابه بخش تخت سایی می باشد.

۵) بستن قطعه کار

هنگامی که لازم باشد درون سوراخ قطعه کار سنگ زده شود یا وقتی سطوح داخل و خارج یک قطعه استوانه ای باید به صورت هم مرکز سنگ کاری گردد، باید قطعه کار را در یک سه نظام بست. اگر طول قطعه کار کوتاه باشد می توان بدون استفاده از مرغک نیز آن را فقط بروی یک سه نظام مهار کرد. سه نظامها و چهار نظامها در ابعاد و مدل های مختلف عرضه می شوند. اگر لازم باشد سطح پیشانی قطعه کار سنگ زده شود، می توان آن را هم بروی سه نظام و هم بروی صفحه مغناطیس گردان قرار داد. قرار دادن قطعات کوچک بین دو مرغک دشوار است. معمولاً این گونه قطعات را داخل کولت می بندند. به خصوص وقتی لازم باشد جلوی یک قطعه کوچک به صورت زاویه دار سنگ زده شود، می توان به راحتی قطعه کار را درون کولت نصب و کله گی سنگ را به زاویه مورد نظر منحرف کرد و به این ترتیب می توان یک سطح زاویه دار را توسط یک سنگ استوانه ای ساده سنگ زد.

۶) گردسایبی خارجی

تقریباً تمام قطعاتی که بروی ماشین گردسایبی سنگ زده می شوند، یک یا چند سطح استوانه ای دارند. هر چند که ماشین های سنگ گردسایبی، ماشین های دقیقی هستند، ولی فقط یک اپراتور ماهر با رعایت فنون و دستورالعمل های لازم می تواند یک قطعه را با دقت مطلوب سنگ بزند. برای بهره گیری از دقت ماشین های گردسایبی، باید قبل از شروع عملیات سنگ زنی، آن را به خوبی آماده سازی کرد. رعایت نکاتی همچون انتخاب نوع سنگ مناسب، تیز کردن سنگ، تنظیم سرعت گردش سنگ و سرعت پیشروی و استفاده از سیال مناسب در انجام یک عملیات سنگ زنی دقیق و مطمئن بسیار اهمیت دارد. اگر چه این نکات در بخش های قبلی توضیح داده شد اما به جهت اهمیت این نکات به خصوص در گردسایبی، مجدداً توضیحات مختصری درباره آنها ارائه می گردد.

الف) سنگ سنباده

با توجه به این که حجم براده برداری در واحد زمان و پرداخت سطح قطعه کار، بستگی زیادی به نوع سنگ سنباده دارد، بنابراین انتخاب نوع سنگ اهمیت زیادی دارد. از اکسید آلومینیم برای سنگ زنی مواد با استحکام بالا مانند فولاد استفاده می شود. برای سنگ زنی قطعات نرم تر مانند آلومینیم و مس از کاربید سیلیسیم استفاده می گردد. سنگ های دانه درشت، نرم و متخلخل برای عملیات سنگ زنی خشن مناسب هستند چرا که باید حجم زیادی براده برداری شود. سنگ های دانه ریز، سخت و متراکم برای سنگ زنی نهایی و ایجاد پرداخت سطح خوب مناسب هستند. به این ترتیب با توجه به نوع عملیات سنگ زنی و جنس قطعه کار می توان سنگ سنباده مناسب را انتخاب کرد.

ب) تیز کردن سنگ سنباده

تیز کردن سنگ سنباده باعث می شود که لبه های تیزی در دانه های ساینده به وجود آمده و دانه های کند شده از سطح سنگ جدا شوند. به علاوه، ذرات براده فلزی که در حفره های سطحی سنگ گیر کرده اند نیز از سنگ سنباده جدا می شوند و به این ترتیب سنگ سنباده قابلیت براده برداری بهتری پیدا خواهد کرد. اگر لازم باشد سنگ بروی قطعه کار خشن تراشی کند، باید سرعت عبور قلم الماس از روی

سنگ، سریع باشد. برای سنگ زنی نهایی، سرعت عبور الماس از روی سنگ باید آهسته باشد.

ج) سرعت گردش سنگ سنباده

بهترین سرعت گردش که البته در سنگ های مختلف متفاوت است، سرعتی است که دانه های ساینده می توانند بیشترین براده برداری را انجام دهند بدون آن که شکسته یا به سرعت کند شوند. سرعت گردش سنگ سنباده با قابلیت براده برداری آن نسبت مستقیم دارد. هر چه سرعت سنگ بالاتر باشد، سنگ سخت تر عمل می کند و عمق نفوذ دانه های ساینده در قطعه کار کمتر می شود. هر چه سرعت سنگ پایین تر باشد سنگ سنباده نرم تر عمل کرده عمق نفوذ دانه های ساینده در قطعه کار بیشتر می شود. هر چه قطر سنگ به دلیل سایش تدریجی و تیز کردن های مکرر، کوچک تر شود باید سرعت گردش سنگ را افزایش داد تا سرعت محیطی آن در حد مورد نظر حفظ شود. نیروی گریز از مرکز در سرعت های محیطی بالا ممکن است باعث از هم گسیختن سنگ شود. این نیرو با توان دوم سرعت محیطی متناسب است. به مثلاً اگر دوران سنگ حدود ۲۲ درصد افزایش یابد نیروی گریز از مرکز ۴۹ درصد افزایش دارد به همین دلیل همواره حد سرعت نوشته شده بروی سنگ باید رعایت گردد.

سرعت محیطی پیشنهادی (متر بر دقیقه)								قطر سنگ (میلی متر)
۲۶۰۰	۲۴۰۰	۲۲۰۰	۲۱۰۰	۱۹۸۰	۱۸۰۰	۱۶۵۰	۱۵۰۰	
سرعت دوران سنگ (دور بر دقیقه)								
۴۵۳۸	۴۳۶۶	۴۰۹۲	۳۸۲۰	۳۵۴۷	۳۲۷۴	۳۰۰۱	۲۷۲۸	۱۸۰
۴۰۵۸	۳۸۲۰	۳۵۸۰	۳۳۴۲	۳۱۰۳	۲۸۶۵	۲۶۲۶	۲۳۸۷	۲۰۰
۳۲۴۷	۳۰۵۶	۲۸۶۵	۲۶۷۴	۲۴۸۳	۲۲۹۲	۲۱۰۱	۱۹۱۰	۲۵۰
۲۷۰۵	۲۵۴۶	۲۳۸۶	۲۲۲۸	۲۰۶۹	۱۹۱۰	۱۷۵۱	۱۵۹۱	۳۰۰
۲۳۱۹	۲۱۸۲	۲۰۴۶	۱۹۱۰	۱۷۷۳	۱۶۳۷	۱۵۰۰	۱۳۶۴	۳۵۰
۲۰۲۹	۱۹۱۰	۱۷۹۱	۱۶۷۲	۱۵۵۲	۱۴۳۲	۱۳۱۳	۱۱۹۴	۴۰۰
۱۸۰۳	۱۶۸۹	۱۵۹۱	۱۴۸۵	۱۳۷۹	۱۲۷۳	۱۱۶۷	۱۰۶۱	۴۵۰
۱۶۲۳	۱۵۲۸	۱۴۳۲	۱۳۳۷	۱۲۴۱	۱۱۴۶	۱۰۵۰	۹۵۵	۵۰۰
۱۴۷۶	۱۳۸۸	۱۳۰۲	۱۲۱۵	۱۱۲۸	۱۰۴۲	۹۵۵	۸۶۸	۵۵۰
۱۳۵۳	۱۲۷۴	۱۱۹۴	۱۱۱۵	۱۰۳۴	۹۵۵	۸۷۵	۷۹۶	۶۰۰
۱۲۴۸	۱۱۷۶	۱۱۰۱	۱۰۲۸	۹۵۵	۸۸۱	۸۰۸	۷۳۴	۶۵۰
۱۱۵۹	۱۰۹۲	۱۰۲۳	۹۵۵	۸۸۷	۸۱۸	۷۵۰	۶۸۲	۷۰۰
۱۰۸۲	۱۰۱۸	۹۵۵	۸۹۱	۸۲۸	۷۶۴	۷۰۰	۶۳۷	۷۵۰
۱۰۱۴	۹۵۴	۸۹۵	۸۳۶	۷۷۶	۷۱۶	۶۵۶	۵۹۷	۸۰۰
۹۵۵	۸۹۸	۸۴۳	۷۸۶	۷۳۰	۶۷۴	۶۱۸	۵۶۲	۸۵۰
۹۰۲	۸۴۸	۷۹۵	۷۴۲	۶۹۰	۶۳۷	۵۸۳	۵۳۰	۹۰۰
۸۵۴	۸۰۴	۷۵۴	۷۰۴	۶۵۳	۶۰۳	۵۵۳	۵۰۳	۹۵۰
۸۱۲	۷۶۴	۷۱۶	۶۶۹	۶۲۰	۵۷۳	۵۲۵	۴۷۸	۱۰۰۰
۷۷۵	۷۳۲	۶۸۲	۶۳۶	۵۹۱	۵۴۵	۵۰۰	۴۵۴	۱۰۵۰

مقادیر جدول بالا از سیستم اینچی به متریک تبدیل شده اند به همین دلیل اعداد مقداری خرده دارند و تقریبی هستند.

د) میزان پیشروی سنگ (عمق براده برداری)

میزان پیشروی سنگ به طرف قطعه کار یا عمق براده برداری در ماشین های گردسای می مدرن هم به صورت دستی و هم به صورت خودکار قابل تنظیم است. پیشروی سنگ در هر حرکت رفت و برگشت میز ماشین باید ثابت و یک نواخت باشد. اگر میزان پیشروی، نامنظم، ناگهانی یا سریع باشد ممکن است شکستن سنگ، سایش زودرس، افت پرداخت سطح و کاهش دقت ابعادی قطعه کار را باعث گردد. در انتخاب و تنظیم میزان پیشروی یا عمق براده برداری در ماشین های گردسای باید به عوامل زیر توجه

داشت : توان و استحکام ماشین، میزان حجم براده برداری، پرداخت سطحی مورد نیاز، دقت ابعادی مورد نیاز، سنگ زنی با استفاده از سیال خنک کننده یا بدون استفاده از سیال خنک کننده، جنس قطعه کار، اندازه و شکل قطعه کار، نحوه قرارگیری قطعه کار بر روی ماشین

ه) سیالات سنگ زنی



در عملیات گردسایي نیز همانند دیگر عملیات براده برداری گرمای زیادی ایجاد می شود. برای کاهش این گرما از سیالات خنک کننده استفاده می گردد. این سیالات علاوه بر خنک کردن، عمل تیز کردن سنگ را نیز انجام می دهند. برای آن که یک سیال بتواند بیشترین بازده را داشته باشد، باید در تمام طول عملیات سنگ زنی، مقدار زیادی

سیال را بروی محل براده برداری جاری گردد. اگر جریان سیال کافی نباشد، حفره های سطحی سنگ با براده های فلزی پر و سبب می شود که سنگ به جای براده برداری، فقط بر روی سطح قطعه کار کشیده شود. بنابراین در محل تماس سنگ با قطعه کار گرمای زیادی ایجاد می گردد و ممکن است باعث تاب برداشتن، دو پهنی و کاهش دقت ابعادی قطعه کار گردد. مراحل پیشنهادی عملیات سنگ زنی سطوح استوانه ای بروی یک ماشین سنگ گردسایي به این شرح است :

۱- نوک میله های مرغک ماشین و داخل سوراخ های مرغک قطعه کار را تمیز کنید. اگر داخل سوراخ های مرغک آسیب دیده یا شکل مناسبی ندارد، داخل آنها را سنگ بزنید. اگر قطعه کار از نظر ابعادی دقت داشته باشد، باید داخل سوراخ های مرغک به روش هونینگ یا لپینگ، به دقت پرداخت شود.

۲- با قرار دادن یک میله آزمون بین دو مرغک ماشین و به کمک ساعت اندازه گیری، هم محوری محور محرک قطعه کار و محور مرغک را بررسی و در صورت نیاز، عدم هم محوری ماشین را اصلاح نمایید. به این ترتیب می توان اطمینان داشت که قطعه کار پس از سنگ زنی کاملاً استوانه ای خواهد بود.

۳- موقعیت طولی محور محرک و محور مرغک را بروی ماشین تنظیم کنید به طوری که اولاً فاصله آنها متناسب با طول قطعه کار باشد و ثانیاً قطعه کار تقریباً در وسط میز ماشین قرار گرفته باشد.

۴- داخل سوراخ های مرغک قطعه کار را کمی روغن کاری کنید.

۵- یک شاخک مناسب را به کمک یک گیره قلبی به انتهای قطعه کار وصل کنید و سپس قطعه کار را بین دو مرغک قرار دهید.

۶- فشار وارده از طرف مرغک بر قطعه کار را به گونه ای تنظیم کنید که قطعه کار به خوبی بین دو مرغک مهار شود. فشار وارده نباید خیلی زیاد باشد.

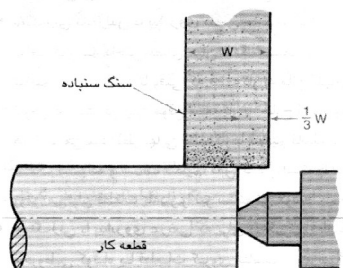
۷- موقعیت شاخک را در انتهای قطعه کار تنظیم و آن را محکم کنید. سپس پین محرک صفحه نظام را در موقعیتی قرار دهید که در محل مناسبی با شاخک درگیر شود.

۸- در صورتی که قطعه کار بلند و باریک باشد، یک یا چند لینت برای مهار کردن قطعه کار در برابر خمش بروی میز ماشین نصب کنید. فاصله بین لینتها باید شش تا ده برابر قطر قطعه کار باشد.

۹- ماشین را بر اساس دفترچه نگاه داری آن، روغن کاری کنید.

۱۰- ماشین را روشن کرده اجازه دهید که سنگ سنباده آزادانه چند دقیقه بچرخد. به این ترتیب یاتاقانهای اسپندل گرم می شود و ماشین برای عملیات سنگ زنی دقیق آماده می گردد.

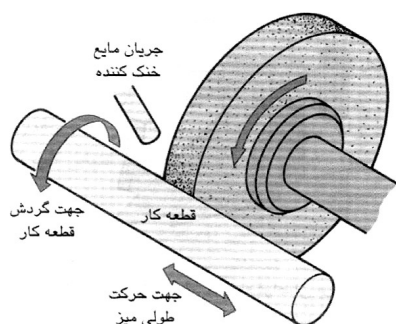
۱۱- در صورت نیاز سنگ را با قلم الماس تیز کنید.



۱۲- قطعات تنظیم کورس حرکت طولی میز را بر اساس طول قطعه کار تنظیم نمایید. در انجام این کار باید به گونه ای عمل کنید که فقط یک سوم پهنای سنگ سنباده از انتهای قطعه کار خارج شود. اگر یک انتهای قطعه کار پله دار بود یا شاخک محرک به آن وصل شده باشد، میز ماشین باید قبل از برخورد سنگ به آن متوقف شده تغییر جهت دهد.

۱۳- سرعت گردش سنگ را محاسبه و تنظیم نمایید. می توان از جدول صفحه ۶۸ نیز استفاده نمود.

۱۴- سرعت گردش قطعه کار را بر اساس اندازه و جنس آن تعیین و تنظیم کنید. در عملیات گردسایبی



عمومی، سرعت محیطی قطعه کار حدوداً بین ۱۸ الی ۳۰ متر در دقیقه انتخاب می شود.

۱۵- جهت گردش محور محرک قطعه کار باید در خلاف جهت عقربه های ساعت باشد (همچنین خلاف جهت گردش سنگ سنباده در محل تماس سنگ و قطعه کار). هنگام سنگ زنی، جرقه های حاصل باید در جهت پایین و به طرف میز ماشین پرتاب شود.

۱۶- در صورتی که ماشین به مکانیزم پیشروی خودکار مجهز است، مقدار پیشروی مورد نظر را برای هر حرکت رفت و برگشت میز، بروی ماشین تنظیم کنید. زمان توقف لحظه ای میز در دو انتهای قطعه کار نیز باید تنظیم شود تا سنگ سنباده در انتهای قطعه کار بتواند قبل از برگشت میز، کمی مکث کند.

۱۷- سرعت حرکت طولی میز را باید با توجه به پهنای سنگ سنباده و پرداخت سطح مورد نیاز، در حد مطلوب تنظیم کنید. در خشن تراشی سرعت حرکت طولی میز باید از یک دوم تا دو سوم پهنای سنگ سنباده به ازای هر دور گردش سنگ باشد. با انتخاب این سرعت، سنگ به صورت یک نواخت ساییده شده تعداد دفعات تیز کردن سنگ کمتر خواهد شد. در سنگ زنی نهایی این سرعت باید از یک چهارم تا یک دوم پهنای سنگ در هر دور گردش قطعه کار باشد. در سنگ زنی نهایی هرگز نباید این سرعت از یک دوم پهنای سنگ در هر دور گردش قطعه کار بیشتر باشد. برای ایجاد پرداخت سطح خیلی خوب، بهتر است سرعت طولی میز ۳ میلی متر در هر دور گردش قطعه کار یا کمتر باشد.

۱۸- میز ماشین را با حرکت خودکار روشن و سنگ سنباده را به آرامی بروی قطعه کار مماس کنید.

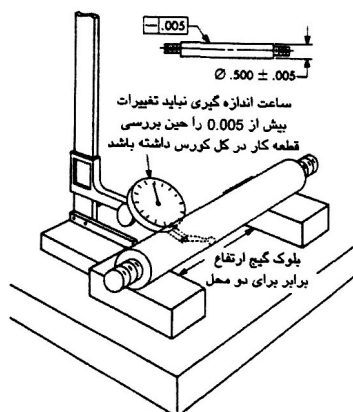
۱۹- با همین تنظیم، سرتاسر قطعه کار را سنگ بزنید.

۲۰- ماشین را متوقف کرده با اندازه گیری قطر دو انتهای قطعه کار، از استوانه ای بودن آن اطمینان یابید. در صورت نیاز، هم محوری مرغک و محور محرک ماشین را تنظیم نمایید.

۲۱- مقدار بار اضافه قطعه کار که باید سنگ زنی شود را حساب کنید. در صورتی که ماشین به سیستم پیشروی خودکار مجهز باشد، مقدار پیشروی هر پاس را تنظیم نمایید. در صورتی که این مقدار به

درستی تنظیم شده باشد، پس از کامل شدن اندازه قطعه کار، پیشروی سنگ به صورت خودکار متوقف می‌گردد. در صورتی که پیشروی خودکار نباشد، مقدار آن در هر پاس باید دستی تنظیم گردد.

۲۲- در پایان کار با دور کردن سنگ از قطعه کار، ماشین را خاموش نمایید و قطعه کار را اندازه بگیرید. اگر هنوز اندازه قطعه کار کامل نشده است، سنگ زنی را ادامه دهید.



۱-۶) کنترل میزان تلرانس مستقیمی و استوانه ای

برای بررسی راستی قطعه کار همان طور که در شکل روبرو دیده می‌شود قطعه کار باید بروی دو پایه هم ارتفاع تکیه نماید. سپس سوزن ساعت اندازه گیری باید در زیر قطعه کار و عمود بر محور آن قرار گیرد و در تعدادی از نقاط در راستای محور کار عدد نشان داده شده توسط ساعت ثبت شود. بیشترین مقدار قرائت، خطای راستی خواهد بود.

جهت اطمینان می‌توان قطعه کار را دوران داد و عملیات را روی قطعه کار تکرار کرد. برای اندازه گیری استوانه ای بودن، قطعه کار بین دو مرغک قرار می‌گیرد. ساعت در موقعیت دلخواهی روی قطعه کار صفر و قطعه کار یک دور چرخانده می‌شود. بیشترین و کمترین مقدار نشان داده شده توسط ساعت در این مقطع ثبت می‌گردد. سپس بدون آن که ساعت صفر شود مقاطع دلخواه دیگری از استوانه به همین ترتیب بررسی می‌گردد. مجموع بیشترین و کمترین مقادیر قرائت شده در تمام مقاطع مورد بررسی خطای استوانه ای بودن قطعه کار می‌باشد.

۷) گردسایبی داخلی

گردسایبی داخلی برای پرداخت کردن و اندازه کردن سوراخ‌های استوانه ای و مخروطی در قطعاتی که قبلاً سوراخ کاری یا سوراخ تراشی شده اند، به کار می‌رود. این روش به خصوص برای اندازه کردن و پرداخت کردن سطوح سوراخ قطعات سخت کاری شده مناسب است. در سنگ زنی داخلی می‌توان به تلرانسهای دقیق ۰/۰۰۲ میلی‌متر و حتی کمتر و پرداخت سطحی بسیار خوب دست یافت به طوری که غالباً پس از سنگ زنی نیازی به عملیات پرداخت کاری دیگری نخواهد بود.

در تمام عملیات سنگ زنی داخلی، همانند دیگر عملیات سنگ زنی، لازم است اپراتور معلومات و تجربه کافی در این زمینه داشته باشد و مراقبت‌های لازم را نیز به عمل آورد. اپراتور باید روش کار دستگاه، روش‌های نگاه‌داری از آن و چگونگی تنظیم دستگاه برای انجام کارهای مختلف را آموخته باشد. انتخاب نوع درست سنگ، اندازه ابعاد خارجی، دانه بندی، گرید سنگ و همچنین شناسایی اشکالات رایج در سنگ زنی و روشهای رفع آنها نیز مهم است. اغلب عوامل و مشکلات موجود در سنگ زنی داخلی با سنگ زنی خارجی مشابه می‌باشد ولی در بعضی موارد باید بیشتر مراقب بود. این موارد عبارتند از: نحوه بستن قطعه کار، میزان براده برداری از قطعه کار، انتخاب سنگ و تنظیم آن، مشخصات قطعه کار، انتخاب سرعت سنگ و قطعه کار، مقدار براده برداری، وضعیت ماشین سنگ زنی و نحوه استفاده از خنک کننده که در ادامه برای درک بهتر، این عوامل مورد بررسی قرار می‌گیرند.

الف) نحوه بستن قطعه کار

در تمام انواع ماشین های سنگ زنی داخلی، باید قطعه کار را با سه نظام، کولت و یا فیکسچر مناسب بست. انتخاب نحوه بستن قطعه کار بروی ماشین، به نوع، شکل و دقت قطعه کار بستگی دارد.

ب) میزان براده برداری از قطعه کار

برای افزایش بازده سنگ زنی، بهتر است از مراحل قبلی ماشین کاری حداقل براده برداری برای سنگ زنی باقی بماند. این مقدار بر حسب میلی متر در جدول زیر بر اساس طول و قطر سوراخ داده شده است:

طول سوراخ (میلی متر)														قطر سوراخ (میلی متر)
۲۰۰	۱۷۸	۱۵۲	۱۲۷	۱۰۰	۸۹	۷۶	۶۳	۵۰	۳۸	۲۵	۲۰	۱۳	۸	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱/۰۲	۱/۰۲	۳
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱/۲۷	۱/۲۷	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱/۵۲	۱/۵۲	۱/۲۷	۱/۲۷	۶
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	۲/۰۳	۲/۰۳	۱/۵۲	۱/۵۲	-
-	-	-	-	-	-	-	-	۲/۵۴	۲/۵۴	۲/۰۳	۲/۰۳	۱/۵۲	۱/۵۲	۱۲
-	-	-	-	-	-	۲/۵۴	۲/۵۴	۲/۵۴	۲/۵۴	۲/۰۳	۲/۰۳	۱/۵۲	۱/۵۲	۲۰
-	-	-	-	-	-	۳/۰۵	۳/۰۵	۳/۰۵	۳/۰۵	۲/۵۴	۲/۵۴	۲/۰۳	۲/۰۳	-
-	-	-	-	۲/۵۴	۲/۵۴	۲/۵۴	۲/۵۴	۲/۵۴	۲/۵۴	۲/۰۳	۲/۰۳	۲/۰۳	۲/۰۳	۲۵
-	-	-	-	۳/۰۵	۳/۰۵	۳/۰۵	۳/۰۵	۳/۰۵	۳/۰۵	۲/۵۴	۲/۵۴	۲/۰۳	۲/۰۳	-
-	-	-	۳/۰۵	۳/۰۵	۳/۰۵	۳/۰۵	۳/۰۵	۳/۰۵	۳/۰۵	۲/۵۴	۲/۵۴	۲/۰۳	۲/۰۳	۳۸
-	۳/۸۱	۳/۸۱	۳/۸۱	۳/۸۱	۳/۸۱	۳/۸۱	۳/۸۱	۳/۰۵	۳/۰۵	۳/۰۵	۲/۵۴	۲/۵۴	۲/۵۴	۵۰
-	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۳/۸۱	۳/۸۱	۳/۸۱	۳/۰۵	۳/۰۵	۳/۰۵	-
۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۳/۸۱	۳/۸۱	۳/۸۱	۳/۸۱	۳/۰۵	۳/۰۵	۳/۰۵	۳/۰۵	۶۳
۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۳/۸۱	۳/۸۱	۳/۸۱	۳/۸۱	-
۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۳/۸۱	۳/۸۱	۳/۸۱	۳/۸۱	۳/۰۵	۳/۰۵	۳/۰۵	۷۶
۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۳/۸۱	۳/۸۱	۳/۸۱	۳/۸۱	-
۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۱۰۰
۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	۴/۵۷	-
۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۱۲۷
۷/۶۲	۷/۶۲	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	۵/۰۸	-
۸/۸۹	۸/۸۹	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۱۵۲
۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	-
۸/۸۹	۸/۸۹	۸/۸۹	۸/۸۹	۸/۸۹	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۱۷۸
۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	۶/۳۵	-
۸/۸۹	۸/۸۹	۸/۸۹	۸/۸۹	۸/۸۹	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۷/۶۲	۲۰۰

ج) انتخاب سنگ سنباده و تنظیم آن

از دلایل عمده ایجاد مشکل در سنگ زنی داخلی، نوع نامناسب سنگ است. انتخاب سنگ با قطر کوچک تر، علاوه بر اجازه عبور سیال بیشتر، باعث می گردد فشار بیشتری در محل تماس سنگ با قطعه کار ایجاد گردد یا سطح تماس کوچکتر شود. هرچه سنگ پهن تر باشد باید نیروی بیشتری برای براده برداری به آن وارد کرد. هرچه سطح تماس بین سنگ و قطعه کار بیشتر باشد، توان براده برداری سنگ کاهش یافته سوراخ مخروطی شکل می شود. توجه به نکات زیر در گردسای سوراخها مفید است:

۱- قطر سنگ تقریباً باید دو سوم تا سه چهارم قطر سوراخ باشد.

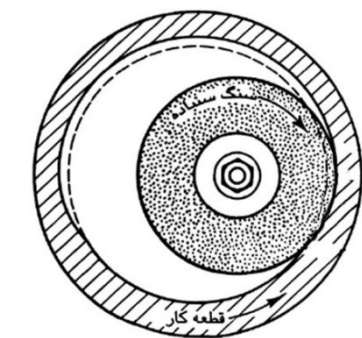
۲- برای سوراخ های با قطر ۳۸ میلی متر و کمتر، پهنای سنگ تقریباً برابر قطر سوراخ است. برای سوراخهای با قطر بیشتر از ۳۸ میلی متر، پهنای سنگ را ۲۵ تا ۵۰ میلی متر انتخاب کنید.

د) ویژگی های قطعه کار

هرچه سختی قطعه کار بیشتر باشد باید از سنگ ریز دانه تر و کمی سخت تر استفاده نمود. در اغلب عملیات سنگ زنی داخلی سنگهای با دانه بندی نمره ۸۰ و ریزتر مناسب است. در جدول روبرو، دانه بندی پیشنهادی و گرید سنگ سنباده برای عملیات سنگ زنی داخلی، ارائه شده است.

ه) سرعت گردش سنگ و قطعه کار

نسبت بین سرعت گردش سنگ و قطعه کار نیز عامل مهمی است که در سنگ زنی داخلی باید به آن توجه نمود. در بیشتر عملیات سنگ زنی داخلی سرعت محیطی سنگ باید بین ۱۵۰۰ تا ۱۸۰۰ متر بر دقیقه باشد تا بتوان به صورت موثر براده برداری نمود. محدوده پیشنهادی سرعت محیطی قطعه کار برای سنگ زنی داخلی نیز حدود ۴۵ تا ۶۰ متر بر دقیقه است. هرچه سرعت گردش قطعه کار بیشتر شود، بار وارده به سنگ سنباده افزایش یافته در نتیجه فرسایش سنگ بیشتر خواهد بود. بنابراین اگر سرعت گردش قطعه کار و یا قطر سوراخ قطعه کار افزایش یابد باید از سنگ سخت تر استفاده کرد. برای حصول بهترین نتیجه توصیه می شود سرعت محیطی سنگ سنباده در حد مجاز نگاه داشته شود و با تغییر دادن سرعت محیطی قطعه کار بازدهی براده برداری تحت کنترل قرار گیرد.



سرعت محیطی پیشنهادی (متر بر دقیقه)					قطر سنگ (میلی متر)
۱۸۰۰	۱۶۵۰	۱۵۰۰	۱۳۵۰	۱۲۰۰	
سرعت دوران سنگ (دور بر دقیقه)					
۱۸۳۳۵۰	۱۶۸۰۶۰	۱۵۲۷۹۰	۱۳۷۵۱۰	۱۲۲۳۰	۳
۹۱۶۷۲	۸۴۰۳۲	۷۶۳۹۲	۶۸۷۵۶	۶۱۱۱۶	۶
۶۱۱۱۵	۵۶۰۲۱	۵۰۹۲۸	۴۶۵۹۴	۴۰۷۴۴	۹
۴۵۸۳۶	۴۲۰۱۶	۳۸۱۹۶	۳۴۳۷۸	۳۰۵۵۸	۱۳
۳۶۶۶۹	۳۳۶۱۵	۳۰۵۵۷	۲۷۵۰۲	۲۴۴۴۶	۱۶
۳۰۵۵۷	۲۸۰۱۱	۲۵۴۶۴	۲۲۹۱۸	۲۰۳۷۲	۱۹
۲۶۱۹۲	۲۴۰۰۹	۲۱۸۲۶	۱۹۶۴۵	۱۷۴۶۲	۲۲
۲۲۹۱۸	۲۱۰۰۸	۱۹۰۹۸	۱۷۱۸۹	۱۵۲۷۹	۲۵
۱۸۳۵۰	۱۶۸۰۰	۱۵۳۰۰	۱۳۷۵۰	۱۲۲۷۵	۳۱
۱۵۲۸۰	۱۴۰۰۵	۱۲۷۳۰	۱۱۴۶۰	۱۰۱۸۵	۳۷
۱۳۱۰۰	۱۲۰۰۰	۱۰۹۲۰	۹۸۲۰	۸۷۲۵	۴۴
۱۱۴۵۹	۱۰۵۰۴	۹۵۴۹	۸۵۹۴	۷۶۳۹	۵۰
۱۰۱۹۰	۹۳۴۰	۸۴۹۰	۷۶۴۰	۶۷۹۰	۵۷
۹۱۶۵	۸۴۰۵	۷۶۴۰	۶۸۷۵	۶۱۱۰	۶۳
۸۳۴۰	۷۶۴۰	۶۹۴۰	۶۲۵۰	۵۵۶۰	۶۹
۷۶۳۹	۷۰۰۳	۶۳۶۶	۵۷۲۹	۵۰۹۳	۷۵
۶۵۵۰	۶۰۰۰	۵۴۶۰	۴۹۱۰	۴۳۶۰	۸۸
۵۷۲۹	۵۲۵۲	۴۷۷۵	۴۲۹۷	۳۸۲۰	۱۰۰
۴۵۸۴	۴۲۰۲	۳۸۲۰	۳۴۳۸	۳۰۵۶	۱۲۵
۳۸۲۰	۳۵۰۱	۳۱۸۳	۲۸۶۵	۲۵۴۶	۱۵۰

مقادیر جدول بالا از سیستم اینچی به متریک تبدیل شده اند. به همین دلیل اعداد مقداری خرده دارند و تقریبی هستند.

و) میزان براده برداری

معمولاً هرچه دانه های سنگ درشت تر باشد، میزان براده برداری آن بیشتر است. البته برای سنگ زنی قطعات سخت بهتر است دانه های سنگ کمی ریزتر انتخاب شود زیرا دانه های ریزتر راحت تر می توانند در سطح قطعه کار نفوذ کنند. برای پرداخت کردن سطح قطعات باید از یک سنگ دانه ریز استفاده نمود.

ز) وضعیت ماشین سنگ

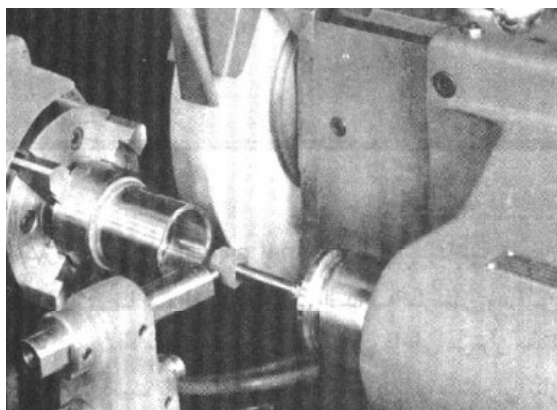
در سنگ زنی داخلی باید به استحکام اسپیندل سنگ و وضعیت عمومی ماشین نیز توجه کرد. اگر یاتاقان های اسپیندل لق و قطعات متحرک ماشین ساییده شده باشد باید از یک سنگ سخت تر استفاده کرد. ولی اگر ماشین در وضعیت خوبی باشد، می توان سنگ های نرم را نیز به خوبی به کار گرفت. در ماشین های خودکار و نیمه خودکار نسبت به ماشین های دستی باید از سنگ های سخت تر، استفاده نمود زیرا در ماشین های خودکار، سرعت حرکت طولی میز ماشین و سرعت تیز کردن سنگ الماس سریعتر است.

ح) استفاده از سیال خنک کننده

استفاده از سیال خنک کننده نیز بر بازده عملیات سنگ زنی اثر دارد. در استفاده از سیال خنک کننده باید به چهار عامل جهت پاشش، حجم سیال، فشار سیال و نوع سیال توجه نمود. بنابراین نوع سیال باید مناسب باشد و درست در ناحیه تماس سنگ و قطعه جریان یابد. حجم سیال نیز باید کافی باشد تا حرارت به حداقل برسد. برای دور کردن براده ها نیز باید جریان سیال فشار کافی داشته باشد.

۱-۷) تشریح قسمتهای مختلف ماشین گردسای

در کارگاه های ابزار سازی و آموزشی، از ماشین های گردسای یونیورسال برای سنگ زنی داخلی استفاده می شود. البته با توجه به این که ماشین های گردسای یونیورسال، قابلیت های متفاوتی (مانند سنگ زنی خارجی، پیشانی و داخلی) دارند، از نظر سنگ زنی داخلی نسبت به ماشین هایی که صرفاً برای سنگ زنی داخلی طراحی شده اند، توانایی کمتری دارند. ماشین های مخصوص سنگ زنی داخلی، می توانند تمام عملیات سنگ زنی داخلی را با سرعت و به صورت اقتصادی انجام دهند. ماشین های سنگ زنی داخلی را در انواع دستی، نیمه خودکار و تمام خودکار و یا ماشین های خاص می سازند. ماشین های سنگ زنی داخلی را می توان در سه گروه اصلی طبقه بندی کرد:

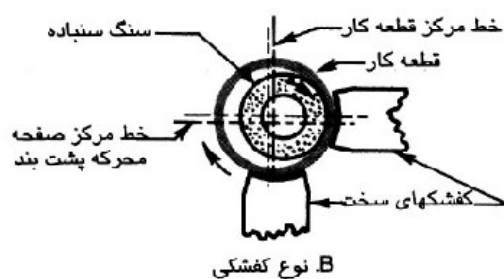
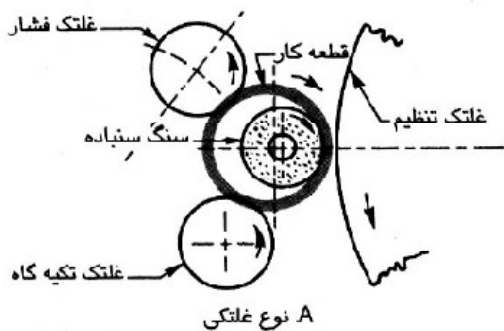
۱-۷) ماشین های سنگ زنی یونیورسال

از ماشین های سنگ زنی یونیورسال فقط در کارگاه های ابزار سازی و مراکز آموزشی برای سنگ زنی داخلی استفاده می شود (شکل روبرو). در این ماشینها برای سنگ زنی داخلی باید تجهیزات سنگ زنی داخلی را به طرف پایین چرخاند تا در موضع سنگ زنی قرار گیرد. قطعه کار درون

سه نظام یا کولت محور محرک قطعه کار بسته شده به گردش در می آید. با حرکت طولی میز ماشین که محور محرک قطعه کار نیز بروی آن قرار دارد، قطعه کار بروی سنگ رفت و برگشتی می کند و سنگ فقط حرکت گردشی انجام می دهد. توسط این ماشینها می توان سوراخهای استوانه ای و مخروطی را سنگ زد، زیرا محور محرک قطعه کار را می توان تحت هر زاویه دلخواه منحرف کرد.

۲-۱-۷) ماشینهای سنگ سنترلس داخلی

ماشین سنترلس داخلی یک ماشین تولیدی است که برای سنگ زنی قطعاتی به شکل لوله به کار می

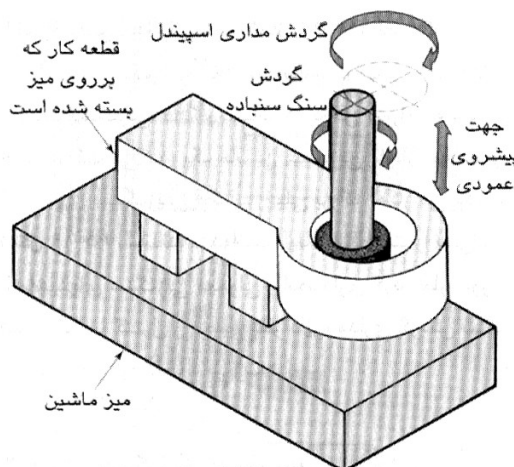


رود. قطعه کار در این ماشین می چرخد ولی حرکت طولی رفت و برگشت ندارد. ماشینهای سنترلس کاملاً خودکار عمل می کنند و می توانند سوراخ قطعات را به صورت استوانه ای یا مخروطی، راه به در یا ته بسته، با تیراژ و سرعت بالا سنگ بزنند. از نظر روش مهار کردن قطعه کار، به دو نوع غلتکی و کفشکی تقسیم می شوند. نوع غلتکی برای سنگ زنی قطعاتی استفاده می گردد که در آنها تعامد پیشانی نسبت به قطر قطعه کار خیلی دقیق نباشد. نوع کفشکی برای سنگ زنی قطعاتی مناسب است که تعامد پیشانی قطعه نسبت به قطر باید دقیق باشد. در ماشینهای نوع غلتکی، سه غلتک وجود دارد: غلتک تنظیم که قطعه

کار را می چرخاند و سرعت گردشی آن را تنظیم می کند، غلتک تکیه گاه و غلتک فشار. غلتک فشار باعث می شود که قطعه کار دائماً با دو غلتک دیگر در تماس باشد. غلتکهای تنظیم و تکیه گاه، محورهای ثابتی دارند و بنابراین تکیه گاه های صلب و دقیقی برای قطعه کار هستند. در این ماشین، قطعه کار در یک مکان ثابت می چرخد و سنگ سنباده علاوه بر گردش، حرکت رفت و برگشتی درون قطعه کار را برعهده دارد. در ماشینهای کفشکی، به جای غلتکها از کفشکهای سخت به عنوان تکیه گاه استفاده می گردد و یک صفحه محرک به قاعده قطعه کار چسبیده آن را به گردش در می آورد.

۳-۱-۷) ماشین های گردسای داخلی مداری

ماشین های گردسای مداری برای سنگ زنی سطوح داخل، خارج و پیشانی قطعاتی که به دلیل بزرگی، سنگینی و عدم تقارن شکل، قابل نصب و گردش بروی محور محرک ماشین های گردسای معمولی نیستند، طراحی شده اند. قطعه کار در وضعیتی ثابت بسته می شود و سنگ بروی اسپیندل علاوه بر گردش حول محور خود، یک گردش مداری (با شعاع قابل تنظیم) نیز انجام می دهد.



۲-۷) مراحل سنگ زنی سوراخ راه به در و بن بست

روش سنگ زنی سوراخهای استوانه ای با ماشین سنگ یونیورسال به شرح زیر است :

- ۱- با استفاده از ساعت اندازه گیری، تکه بالایی میز ماشین را دقیقاً به صورت طولی تنظیم کنید.
- ۲- اسپیندل محور محرک قطعه کار را تمیز و یک سه نظام یا کولت مناسب در آن نصب کنید.
- ۳- با قرار دادن یک میله سنگ خورده دقیق در سه نظام و توسط ساعت اندازه گیری، هم محوری سه نظام و میز را کنترل کنید.
- ۴- یک محور سنگ مناسب بروی ماشین نصب کنید.
- ۵- سنگ مناسب را انتخاب کرده بروی اسپیندل نصب کنید.
- ۶- سنگ را تیز کنید.
- ۷- قطعه کار را درون سه نظام یا کولت قرار داده با استفاده از ساعت اندازه گیری آن را دور کنید (لنگی آن را به حداقل برسانید). در صورتی که هم محوری سوراخ با قطر خارجی قطعه کار مهم باشد، دور کردن آن لازم است. اگر طول قطعه کار زیاد باشد، باید انتهای سمت راست قطعه را در یک لینت مهار کنید تا از ارتعاش آن به هنگام سنگ زنی جلوگیری شود.
- ۸- برای تنظیم کورس حرکت طولی میز، قطعات مانع را تنظیم کنید. اگر سوراخ به سنگ زنی نیاز داشته باشد، قطعات مانع را به گونه ای تنظیم کنید که در حرکت رفت و برگشتی میز ماشین، حدود یک سوم پهنای سنگ از دو طرف قطعه کار خارج شود. اگر داخل سوراخ پله دار باشد، قطعه مانع سمت چپ را باید به دقت تنظیم کرد طوری که قبل از برخورد سنگ با پله، میز تغییر جهت دهد و به عقب بازگردد.
- ۹- در حالی که سنگ با قطعه کار فاصله دارد قطعه کار و سنگ را به گردش در آورید (ماشین را روشن کنید) و صبر کنید تا ماشین گرم شود.
- ۱۰- کله گی سنگ را حرکت دهید تا سنگ با سطح داخل قطعه کار تماس شود.
- ۱۱- سیستم هیدرولیک ماشین را روشن کنید.
- ۱۲- با حرکت دادن میز ماشین در جهت طولی و به صورت دستی، عملکرد قطعات مانع تغییر جهت میز و موقعیت آنها را کنترل کنید تا به هنگام عملکرد خودکار ماشین مشکلی بوجود نیاید.
- ۱۳- سیستم گردش سیال خنک کننده را روشن کنید و براده برداری را آغاز نمایید تا تمام سطح داخل سوراخ سنگ زده شود. به این ترتیب می توان اولین اندازه گیری را انجام داد. اگر ماشین مجهز به سیستم پیشروی خودکار باشد، میزان عمق براده برداری در هر پاس رفت و برگشت میز را تنظیم کنید. زمان توقف میز در دو انتهای کورس حرکتی را نیز تنظیم نمایید تا قبل از تغییر جهت حرکت، سنگ سنباده اندکی توقف کرده پاک شود و ضمناً ابعاد قطعه کار در دو انتها نیز به درستی ایجاد گردد.
- ۱۴- سنگ سنباده را از قطعه کار دور کنید.
- ۱۵- ماشین را خاموش کرده قطر سوراخ را اندازه بگیرید. اختلاف قطر دو انتهای سوراخ را نیز کنترل کنید تا مطمئن شوید سوراخ کاملاً استوانه ای است.
- ۱۶- میزان براده برداری باقی مانده را حساب کنید و پیشروی ماشین را براساس آن تنظیم نمایید.
- ۱۷- بر اساس پهنای سنگ و پرداخت سطحی مورد نیاز، سرعت حرکت طولی میز را تنظیم کنید. در

خشن تراشی، سنگ باید در هر دور گردش قطعه کار، به اندازه یک چهارم تا نصف پهنای سنگ جا به جا شود. در سنگ زنی نهایی، سنگ باید در هر دور گردش قطعه کار، ۳ میلی متر یا کمتر جا به جا شود تا سطح قطعه کار بخوبی پرداخت گردد.

۱۸- پاس آخر سنگ زنی را آن قدر ادامه دهید تا در رفت و برگشت سنگ، جرقه ای مشاهده نشود.
۲۰- سنگ را از سوراخ خارج نمایید و پس از خاموش کردن ماشین، ابعاد سوراخ را کنترل کنید. در صورت لزوم براده برداری را ادامه دهید تا اندازه سوراخ کامل شود.
توجه: اگر میزان براده برداری زیاد باشد، ابتدا باید سنگ زنی خشن انجام شود. سپس باید سنگ را برای سنگ زنی نهایی تیز کرد و سنگ زنی نهایی را انجام داد.

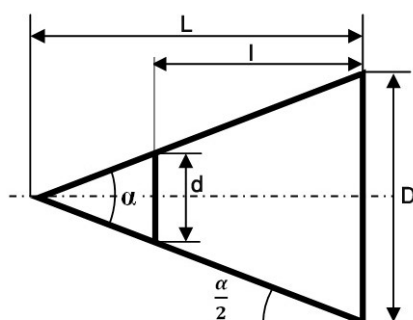
۳-۷) کنترل میزان تolerانس مستقیمی و استوانه ای در قسمت‌های قبل بررسی گردید.

۸) سنگ زنی مخروط ها

از ماشین سنگ زنی گردسایبی می توان برای سنگ زنی دقیق قطعات مخروطی شکل نیز استفاده کرد. قطعه کار ممکن است بین دو مرغک و یا به تنهایی درون سه نظام یا کولت بسته شود. مخروط های با زاویه کوچک (تا ۱۰ درجه) را می توان با انحراف میز ماشین سنگ زد. مخروط هایی با زاویه بزرگ و طول کوتاه را می توان با تیز کردن سنگ به صورت زاویه دار سنگ زد. در ماشین های گردسایبی یونیورسال، می توان کله گی سنگ و یا محور محرک قطعه کار را نیز به هر زاویه دلخواه منحرف کرد و قطعه کار را سنگ زد. بنابراین روش مورد استفاده در سنگ زنی قطعات مخروطی، به عواملی مانند زاویه مخروط، موقعیت قسمت مخروطی بروی قطعه کار و طول قسمت مخروطی بستگی دارد.

۱-۸) معرفی مشخصات مخروط

مخروط یک شکل هندسی دوار سه بعدی با این مشخصات است
 D : قطر بزرگ، d : قطر کوچک (در مخروط ناقص)، L : طول مخروط کامل، l : طول مخروط ناقص، α : زاویه رأس مخروط، $\frac{\alpha}{2}$: زاویه تنظیم در مخروط تراشی، C : نسبت باریک شدن مخروط، $\frac{C}{2}$: شیب مخروط که در مخروط ناقص داریم: $\frac{C}{2} = \frac{D-d}{2 \times l}$ و در مخروط کامل $\frac{C}{2} = \frac{D}{2 \times L}$

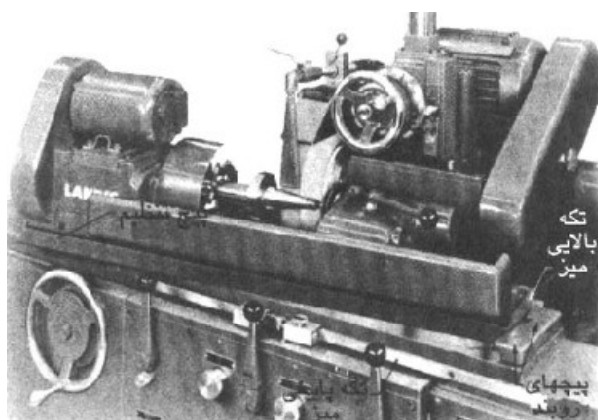


۲-۸) ویژگیهای مخروط های مرس و متریک

مخروط مرس بیشتر برای گلوگاه ماشین تراش و ماشین مته و همچنین دنباله مته ها بکار می رود. مخروط های مرس از صفر تا شش شماره گذاری می شوند و به عنوان مخروط های داخلی یا خارجی کاربرد دارند. مقدار باریک شدن این مخروط ها اندک است به همین دلیل خود به خود در یکدیگر

محکم می شوند و برای جدا کردن آنها باید از آچار گوه ای شکل استفاده نمود. مخروط های متریک استاندارد دارای باریک شدگی یکسانی هستند و با قطر بزرگ مخروط تعیین می گردند. در جدول زیر مشخصات این مخروط ها دیده می شود (DIN 228 - به بخش پیوست مراجعه نمایید).

مخروط متریک	باریک شدگی	زاویه تنظیم (نصف زاویه رأس) بر حسب درجه
۴ میلی متر	یک بیستم (یا ۰/۰۵)	۷/۴۳۲
۶ میلی متر		
۸۰ میلی متر		
۱۰۰ میلی متر		
۱۲۰ میلی متر		
۱۶۰ میلی متر		
۲۰۰ میلی متر		
مخروط مرس	باریک شدگی	زاویه تنظیم (نصف زاویه رأس)
۰	۱ تقسیم بر ۱۹/۲۱۲	۷/۴۹۱
۱	۱ تقسیم بر ۲۰/۰۷۴	۷/۴۲۹
۲	۱ تقسیم بر ۲۰/۰۲۰	۷/۴۳۱
۳	۱ تقسیم بر ۱۹/۹۲۲	۷/۴۲۸
۴	۱ تقسیم بر ۱۹/۲۵۴	۷/۴۸۸
۵	۱ تقسیم بر ۱۹/۰۰۲	۷/۵۰۷
۶	۱ تقسیم بر ۱۹/۱۸۰	۷/۴۹۳



۳-۸) سنگ زنی مخروط خارجی و داخلی

۱-۳-۸) مخروط خارجی با زاویه کوچک

میز ماشین های گردسایی از دو تکه پایینی (با حرکت طولی) و تکه بالایی تشکیل شده است. تکه بالایی میز را می توان تا ۱۰ درجه چرخاند (مقدار این زاویه در ماشین ها متفاوت است). روش سنگ زنی مخروط با زاویه کوچک به شرح زیر است:

- ۱- پیچ های روبند دو طرف تکه بالایی میز را شل کنید (شکل بالا).
- ۲- پیچ تنظیم را بچرخانید تا تکه بالایی میز در جهت مورد نظر و به مقدار مورد نیاز منحرف شود.
- ۳- پیچ های روبند را سفت کنید تا میز در این وضعیت محکم شود.
- ۴- سنگ سنباده را بروی ماشین نصب کرده آن را تیز کنید.
- ۵- نوک میله های مرغک و سوراخ های مرغک قطعه کار را تمیز نمایید.
- ۶- قطعه کار را بین دو مرغک قرار دهید.
- ۷- قطعات تغییر جهت میز را طوری تنظیم کنید که $\frac{1}{3}$ پهنای سنگ از دو انتهای مخروط خارج شود.
- ۸- ماشین را برای شروع عملیات سنگ زنی آماده کنید.
- ۹- قطعه کار را به صورت طولی، آن قدر سنگ بزنید تا تمام سطح مخروط سفید شود.
- ۱۰- دقت ابعادی مخروط را کنترل کرده در صورت لزوم زاویه میز را اصلاح کنید.
- ۱۱- سطح مخروط را مجدداً سنگ بزنید و دقت ابعادی مخروط را دوباره کنترل کنید.
- ۱۲- پس از اطمینان از دقت ابعادی (زاویه یا اختلاف قطر دو سر مخروط)، سنگ زنی را کامل کنید.

۲-۳-۸) مخروط خارجی با زاویه بزرگ

ماشین های گردسایي يونيورسال برای سنگ زنی سطوح مخروطی با زاویه بزرگ ایده آل هستند، زیرا می توان هم کله گی سنگ و هم محور محرک قطعه کار را به صورت زاویه ای منحرف کرد. در صورتی که بتوان قطعه کار را فقط داخل سه نظام یا کولت بست، به سادگی با انحراف محور محرک قطعه کار به اندازه زاویه مخروط می توان قسمت مخروطی قطعه کار را با حرکت طولی میز، سنگ زد. در صورتی که قطعه کار باید بین دو مرغک مهار شود، کله گی سنگ را زاویه دهید و مخروط را به صورت سنگ زنی عرضی ماشین کاری کنید. در این روش نیازی نیست که سنگ به صورت زاویه ای تیز شود.

۳-۳-۸) کنترل مخروط خارجی

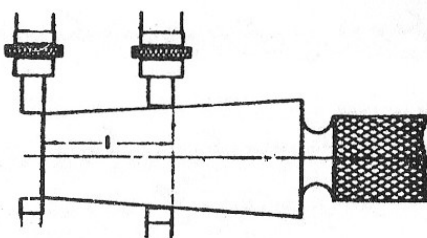
برای کنترل ابعاد مخروط اگر سنجه (فرمان) رینگی مناسب در دسترس نباشد، با استفاده از یک میکرومتر استاندارد نیز می توان مخروط را از نظر ابعادی کنترل نمود. روش کار چنین است:



۱- قطعه کار مخروطی را تمیز کرده تمام سطح آن را رنگ آبی بزنید (معمولاً با ماژیک آبی رنگ).

۲- دو خط دایره ای با فاصله دقیق ۲۵ میلی متر از هم، بروی مخروط رسم کنید (شکل روبرو).

۳- قطر قطعه مخروطی را بروی این دو خط دایره ای اندازه بگیرید. لبه های دو فک میکرومتر باید دقیقاً بروی این خطوط قرار گیرد. اندازه ها را یادداشت کنید. اختلاف این دو اندازه، نشان دهنده شیب مخروط خواهد بود.

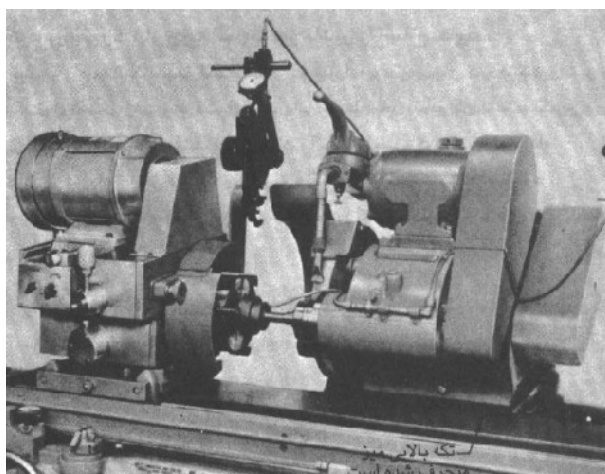


با استفاده از پایه سینوسی نیز می توان زاویه یک مخروط را با دقت زیاد اندازه گرفت که روش آن قبلاً در درس اندازه گیری دقیق بررسی گردید.

۴-۳-۸) سنگ زنی سوراخهای مخروطی با زاویه کوچک

توجه :

مراحل آماده سازی ماشین برای سنگ زنی سوراخهای مخروطی شبیه سنگ زنی سوراخهای استوانه ای است. در واقع این مراحل ترکیبی از مراحل سنگ زنی سوراخهای استوانه ای و مراحل آماده سازی برای سطوح خارجی است. نحوه بستن و تنظیم قطعه کار بروی ماشین، شبیه به سنگ زنی سوراخهای استوانه ای است. نکات مربوط به انتخاب



نوع سنگ سنباده، سرعت سنگ، استفاده از سیال خنک کننده، همانند نکات ارائه شده در بخش

گردسایبی سطوح استوانه ای داخلی است و در سنگ زنی سوراخهای مخروطی نیز باید عیناً رعایت شود. سوراخهای مخروطی نیز به دو نوع با زاویه کوچک و زاویه بزرگ تقسیم می شوند. در ماشینهای سنگ زنی یونیورسال، معمولاً با منحرف کردن تکه بالایی میز ماشین به اندازه زاویه یک طرف مخروط، سوراخ مخروطی را سنگ می زنند. مراحل این کار به شرح زیر است:

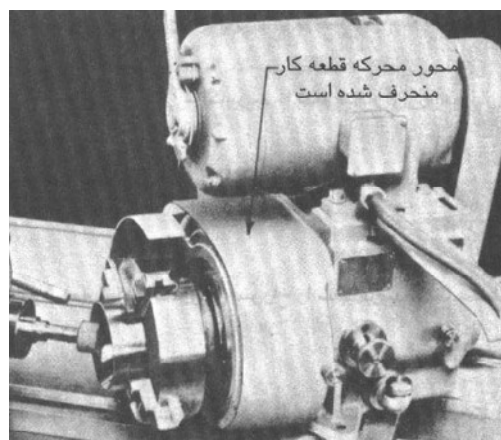
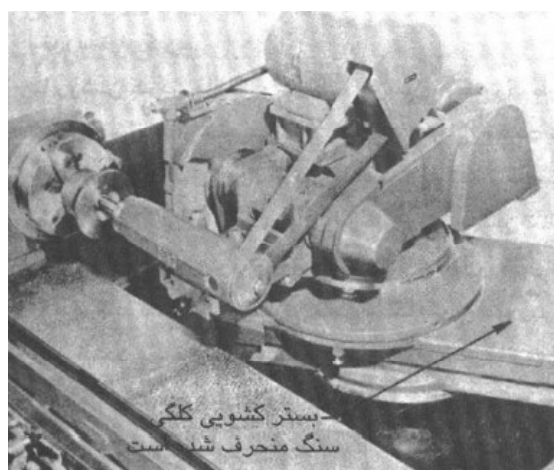
- ۱- زاویه اسپیندل سنگ را بروی صفر تنظیم کنید.
- ۲- اسپیندل سنگ زنی داخلی را به پایین بچرخانید تا در موضع سنگ زنی قرار گیرد.
- ۳- یک سنگ سنباده مناسب انتخاب کرده بروی اسپیندل نصب نمایید.
- ۴- با توجه به قطر سنگ و عوامل دیگر، سرعت سنگ را بروی عدد مناسب تنظیم کنید.
- ۵- سنگ را تیز کنید.
- ۶- تکه بالایی میز ماشین را طبق زاویه یک طرف مخروط منحرف کنید تا بتوان سوراخ را به صورت مخروطی سنگ زد.
- ۷- قطعه کار را درون سه نظام یا کولت ببندید و در صورت نیاز با استفاده از یک ساعت اندازه گیری، لنگی قطعه کار را کنترل و آن را بر طرف نمایید. در صورتی که طول قطعه کار زیاد باشد باید انتهای سمت راست آن را در لینت مهار کنید.
- ۸- کورس حرکت طولی میز را با قطعات مانع تنظیم کنید. اگر سوراخ قطعه کار راه به در باشد، قطعات مانع را به گونه ای تنظیم کنید که در حرکت رفت و برگشت حدود یک سوم پهنای سنگ از دو طرف قطعه کار خارج شود. اگر داخل سوراخ پله دار یا ته بسته است موقعیت قطعه مانع سمت چپ باید به دقت تنظیم شود طوری که قبل از برخورد سنگ به پله یا ته قطعه کار، جهت حرکت میز تغییر کند.
- ۹- سنگ را از قطعه کار دور کنید. محور محرک قطعه کار و اسپیندل سنگ را روشن نمایید و اجازه دهید تا ماشین گرم شود.
- ۱۰- کله گی سنگ را جابجا کنید تا سنگ، انتهای سمت راست سطح داخل سوراخ را لمس کند.
- ۱۱- سیستم هیدرولیک ماشین را روشن کنید.
- ۱۲- میز را به صورت دستی در جهت طولی حرکت دهید و موقعیت تغییر جهت حرکت میز را در دو طرف کنترل کنید. در صورت نیاز موقعیت قطعات مانع را مجدداً تنظیم نمایید.
- ۱۳- سیستم پاشش سیال خنک کننده را روشن کنید و آن قدر از سطح داخلی سوراخ براده برداری کنید تا تمام سطح آن سنگ زده شود.
- ۱۴- ماشین را خاموش نمایید و با استفاده از یک سنج (فرمان) مخروطی، دقت زاویه مخروط را کنترل کنید. در صورت نیاز زاویه انحراف میز ماشین را اصلاح نمایید.
- ۱۵- اگر ماشین به سیستم پیشروی خودکار مجهز است، مقدار عمق براده برداری برای هر حرکت رفت و برگشت میز را تنظیم کنید. زمان توقف میز در دو انتهای مسیر رفت و برگشت نیز در این مرحله باید تنظیم گردد تا سنگ در دو انتهای سوراخ اندکی مکث کند. در صورتی که ماشین فاقد این سیستمها باشد، این عملیات را باید به صورت دستی انجام داد.
- ۱۶- سنگ زنی را آن قدر ادامه دهید تا در پاس آخر، دیگر جرقه ای مشاهده نشود.

۱۷- سنگ را از قطعه کار دور کنید و ابعاد و دقت زاویه ای مخروط را کنترل نمایید. در صورت نیاز سنگ زنی را تا رسیدن به ابعاد مورد نظر ادامه دهید.

توجه: اگر در سنگ زنی یک سوراخ مخروطی، میزان براده برداری زیاد باشد ابتدا با سنگ زنی خشن، قطعه کار را به اندازه نهایی نزدیک کنید و پس از تیز کردن سنگ برای سنگ زنی نهایی، ابعاد سوراخ را کامل نموده پرداخت سطحی آن را به حد دلخواه برسانید.

۵-۳-۸) سنگ زنی سوراخهای مخروطی با زاویه بزرگ

سوراخهای مخروطی با زاویه بزرگ را می توان به دو روش بروی ماشینهای سنگ یونیورسال، سنگ زد: با انحراف محور محرک قطعه کار به اندازه زاویه مورد نظر (شکل زیر سمت راست) و یا انحراف بستر کشویی کله گی سنگ به اندازه زاویه مورد نظر (شکل زیر سمت چپ).



مراحل سنگ زنی به شرح زیر است:

الف) روش انحراف محور محرک قطعه کار

در سنگ زنی سوراخهای مخروطی با زاویه بزرگ، این روش رایج تر است زیرا ماشین به تنظیم کمتری نیاز دارد.

۱- مراحل ۱ تا ۶ سنگ زنی سوراخهای مخروطی با زاویه کوچک را تکرار کنید.

۲- تکه بالایی میز ماشین را بروی صفر تنظیم کنید.

۳- محور محرک قطعه کار را به اندازه زاویه یک طرف مخروط منحرف کنید.

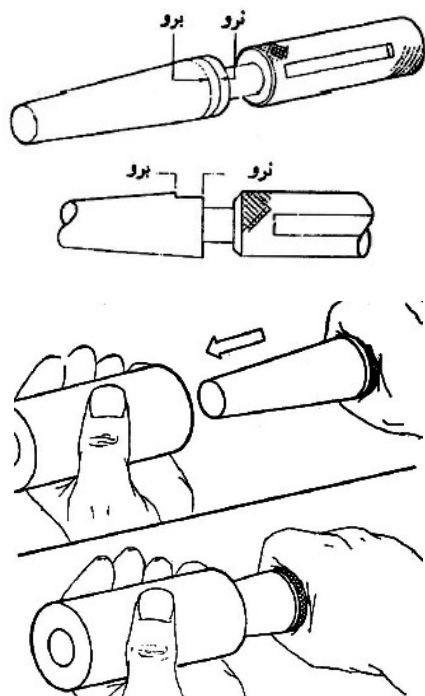
۴- طبق مراحل ۸ تا ۱۷ سنگ زنی سوراخهای مخروطی با زاویه کوچک، قطعه کار و ماشین را تنظیم کرده سنگ زنی سوراخ را انجام دهید.

ب) روش انحرافی کله گی سنگ

با حرکت دادن بستر کشویی کله گی سنگ (که به صورت زاویه ای تنظیم شده)، قسمت مخروطی سوراخ را سنگ بزنید تا تمام سطح این قسمت براده برداری و آماده کنترل ابعادی شود. اندازه قسمت مخروطی و دقت زاویه ای آن را کنترل کنید. در صورت نیاز زاویه انحراف کله گی سنگ را اصلاح کرده

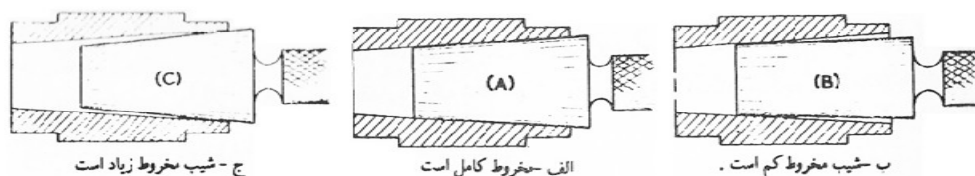
عملیات سنگ زنی را آن قدر ادامه دهید تا ابعاد قسمت مخروطی کامل گردد. برای تنظیم عمق براده برداری در هر پاس، می توانید میز ماشین را کمی در جهت طولی جابجا کنید..

۶-۳-۸) کنترل سوراخ مخروطی



بهترین روش برای کنترل ابعاد و دقت زاویه ای سوراخ های مخروطی، استفاده از سنجه های (فرمانهای) مخروطی است. در بعضی از این سنجه ها، در قسمت قطورتر مخروط، دو خط یا دو پله وجود دارد که نشان دهنده حد بالا و پایین قطر بزرگ سوراخ مخروطی است. با این نوع سنجه، علاوه بر دقت زاویه ای می توان اندازه قطری مخروط را نیز کنترل کرد. اگر لبه دهانه سوراخ مخروطی بین این دو علامت قرار گیرد، معلوم می شود که اندازه قطری مخروط درست است. برای انجام این اندازه گیری باید دقت کنید که سنجه بخوبی داخل سوراخ قرار گرفته باشد تا خطایی در اندازه گیری به وجود نیاید. مراحل کنترل یک سوراخ مخروطی با یک سنجه به ترتیب زیر است:

- ۱- سطح سنجه را با یک پارچه تمیز و خشک، کاملاً پاک کنید.
- ۲- سطح داخلی سوراخ مخروطی قطعه کار را نیز به خوبی پاک کنید.
- ۳- سطح مخروطی سنجه را با رنگ آبی مخصوص رنگ کنید (می توان از ماژیک استفاده کرد).
- ۴- سنجه را کاملاً داخل سوراخ قرار دهید.
- ۵- سنجه را به اندازه ربع دایره و در جهت خلاف گردش عقربه های ساعت بچرخانید، در حالی که کمی فشار رو به داخل نیز به آن وارد می کنید.
- ۶- ببینید که آیا لبه دهانه سوراخ، بین دو علامت (حد بالا و پایین) قرار گرفته است یا خیر.
- ۷- سعی کنید سنجه را به صورت عرضی داخل سوراخ حرکت دهید تا معلوم شود لقی دارد یا خیر. وجود لقی در دهانه ورودی سوراخ نشان دهنده بزرگ بودن زاویه و لقی در انتهای سوراخ (قطر کوچکتر) نشان دهنده کوچک بودن زاویه سنجه است.



- ۸- سنجه را از سوراخ خارج کنید و نحوه پاک شدن رنگ آبی را مورد بررسی قرار دهید. اگر رنگ آبی در تمام طول سنجه به صورت یک نواخت پاک شده باشد، نشان دهنده برابری زاویه فرمان و سوراخ مخروطی است. اگر پاک شدن رنگ به صورت نامتقارن و یک طرفه باشد، نشان دهنده عدم انطباق صحیح و نابرابری زاویه مخروط و فرمان می باشد.

بخش سوم



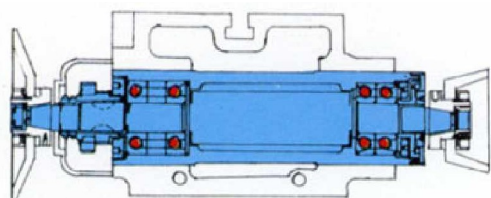
تیز کردن ابزار



۱) راه اندازی ماشین سنگ ابزار تیز کنی غالباً در کارگاهها برای تیز کردن انواع ابزارهای برشی، از ماشینهای ابزار تیز کن یونیورسال استفاده می شود. این ماشینها برای تیز کردن انواع تیغ فرزها، برقوها و قلاویزها مناسب هستند ولی گاهی اوقات می توان از آنها برای عملیات سنگ زنی گردسایبی داخلی و خارجی (استوانه ای و مخروطی) و حتی سنگ زنی تخت نیز استفاده نمود. البته قاعدتاً نباید از ماشینهای ابزار تیز کنی، برای این گونه عملیات استفاده کرد مگر این که ماشین مناسب دیگری در دسترس نباشد.

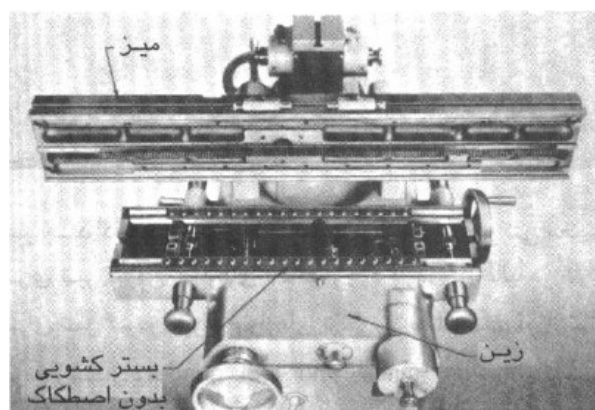
۱-۱) تشریح قسمتهای مختلف ماشین

پایه این ماشینها یک قطعه بزرگ، سنگین و شبیه جعبه است که معمولاً از چدن ساخته می شود. در سطح بالای پایه، کشوییهایی برای قرار گیری و حرکت زین، ماشین کاری شده است. با توجه به وجود انواع غبارهای مواد ساینده در این نوع ماشین ابزار، کشوییها و دیگر سطوح لغزشی ماشین، سخت کاری



و در برابر نفوذ این غبارها محافظت می شوند تا دقت عملکرد ماشین در مدت زمان طولانی حفظ گردد. ستون در قسمت پشت پایه نصب شده است که بروی آن کله گی سنگ قرار می گیرد. ستون و کله گی سنگ را می توان توسط فلکه

هایی که در دو طرف پایین پایه نصب شده اند، به طرف بالا و پایین جابجا نمود. کله گی سنگ را نیز می توان به صورت ۳۶۰ درجه چرخاند و در هر وضعیتی آن را قفل کرد. اسپیندل سنگ یک محور دو طرفه

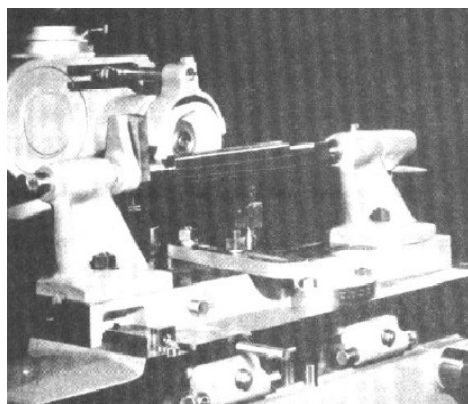


است که هر دو طرف آن به صورت مخروطی و رزوه دار ساخته می شود و می توان سنگ را به هر یک از این دو طرف نصب نمود. اسپیندل معمولاً توسط یک تسمه تخت به گردش در می آید. تسمه بروی پولیهای چند پله قرار می گیرد و با تغییر موقعیت تسمه بروی این پله ها می توان سرعت اسپیندل را تغییر داد. زین که میز ماشین بروی آن قرار می گیرد، توسط فلکه

پیشروی، به داخل و خارج (به صورت عرضی) قابل حرکت است. فلکه پیشروی نیز دو تا است که در جلو و عقب میز قرار گرفته اند. بروی سطح بالایی زین، کشوییهایی به صورت طولی و برای حرکت طولی میز ایجاد شده است. میز روی این کشوییها قرار می گیرد و بدون لقی حرکت می کند (شکل بالا).

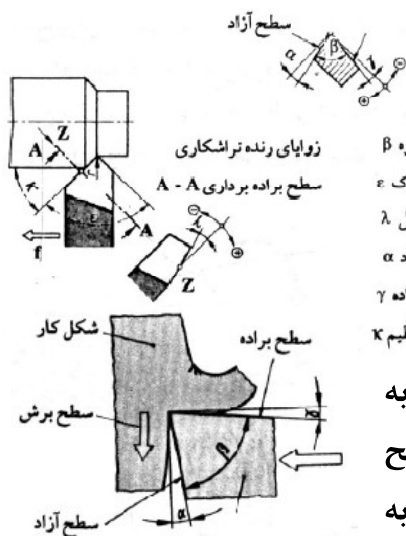
میز از دو تکه بالا و پایین تشکیل شده است. تکه پایینی میز بروی بستر کشویی زین و توسط یاتاقانهای بدون اصطکاک در جهت طولی حرکت می کند. تکه بالایی میز قابل چرخش است و می توان برای سنگ زنی مسیرهای مخروطی آن را تحت زاویه مورد نظر منحرف کرد. میز ماشین را می توان با استفاده از فلکه حرکت طولی با دو سرعت آهسته و سریع، حرکت داد. دو اهرم تغییر جهت حرکت میز نیز در عقب و جلوی ماشین تعبیه شده اند که توسط آنها می توان کورس حرکت میز را کنترل کرد. بنابراین حرکت میز را می توان از چهار موضع مختلف کنترل نمود. در بعضی ماشینهای ابزار تیز کنی یونیورسال، می توان با استفاده از پیچهای قفل کننده، میز را در جهات طولی و عرضی قفل کرد. کورس حرکت میز و موقعیت آن را می توان با جابجا نمودن دو قطعه مانع که در شیارهای تی شکل قرار گرفته اند، تنظیم کرد. قطعات مانع را می توان در دو حالت بروی شیارها قرار داد به طوری که از یک طرف به صورت یک مانع صلب و از طرف دیگر به صورت یک بالشتک ضربه گیر عمل نماید.

ماشینهای ابزار تیز کنی یونیورسال معمولاً قطعات جانبی و متعلقات متعددی دارند که با استفاده از آنها می توان کارهای متنوعی را انجام داد.



ابزارهایی مانند تیغ فرزها و برقوهای که بر روی ماندلر (Mandrel) قرار می گیرند و یا در دو طرفشان سوراخ مرغک وجود دارد را می توان بین دو پایه مرغک چپ و راست مهار کرد و آنها را تیز نمود. پایه های مرغک بر روی شیارهای تی شکل میز نصب می شوند و می توان موقعیت آنها را به صورت طولی تغییر داد. محور نگاه دارنده قطعه کار نیز بروی میز ماشین نصب

می شود و می توان ابزارهای دنباله دار مانند تیغ فرزهای انگشتی، تیغ فرزهای پیشانی تراش و ابزارهای زاویه ای را بروی آن بست. محور نگاه دارنده را می توان تحت هر زاویه دلخواه منحرف کرد و زاویه های آزاد و زاویه براده انواع ابزارهای برشی را به دلخواه تیز نمود. محور نگاه دارنده قطعه کار، تو خالی است و دو طرف آن به صورت مخروطی و طبق زاویه مخروطهای استاندارد سنگ زده شده است. بنابراین می توان انواع تیغ فرزها و دیگر ابزارهای برشی دنباله مخروطی استاندارد را مستقیماً داخل اسپیندل قرار داد. به این ترتیب از هیچ قطعه واسطه ای برای بستن ابزار استفاده نمی شود و هم محوری ابزار و محور سنگ تضمین می گردد.

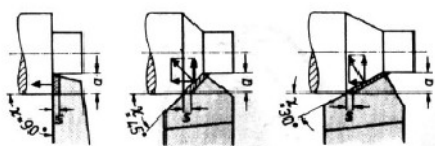


۲) تیز کردن رنده های تراش کاری و صفحه تراشی

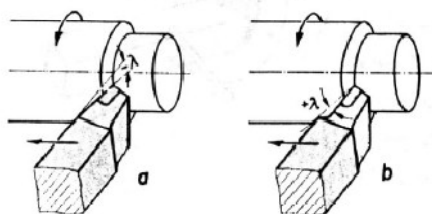
۱- ۲) زاویای رنده ها

یک رنده رو تراشی مانند هر ابزار براده برداری دیگر سه زاویه اصلی به نامهای زاویه براده (γ)، زاویه گوه (β) و زاویه آزاد (α) دارد. زاویه ای که سطح براده رنده با صفحه افق به وجود می آورد زاویه براده نام دارد و آن را با γ نشان می دهند. زاویه بین سطح براده و سطح آزاد رنده را زاویه گوه می نامند و آن را با علامت β نشان می دهند. زاویه

بین سطح آزاد رنده و سطح برش قطعه کار را زاویه آزاد رنده می نامند و با علامت α نشان می دهند. علاوه بر این زوایا، زوایای فرعی دیگری وجود دارد که توجه به هر کدام از آنها قابلیت براده برداری صحیح را افزایش می دهد.

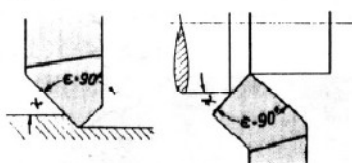


زاویه تنظیم در جهت نیروی برش و فرم سطح براده



زاویه شیب منفی

زاویه شیب مثبت



تراش و صفحه تراش

زاویه تنظیم K (کاپا): زاویه بین لبه برنده اصلی و سطح کار را زاویه تنظیم گویند و مقدار آن در حالت طبیعی ۴۵ درجه است. زاویه تیزی ϵ (اپسیلون): زاویه بین لبه برنده اصلی و فرعی رنده و مقدارش ۹۰ درجه است.

زاویه تمایل λ (لاندا): تمایل لبه برنده اصلی نسبت به افق زاویه تمایل نام دارد. ممکن است بالاتر یا زیر افق باشد و مقدار آن در رنده های تراش کاری حدود ۳ تا ۵ درجه است.

برای کنترل زوایای رنده های تراش کاری از شابلنهای مختلفی استفاده می گردد. هر رنده تراش همان طور که قبلاً ذکر شد، دارای زوایای اصلی است که تیز شدن صحیح آن کمک شایانی

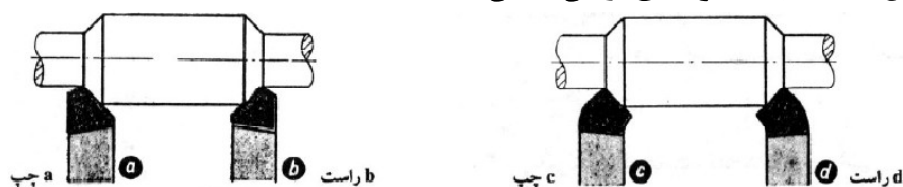
به صرفه جویی در وقت و دوام و عمر ابزار برنده خواهد کرد. برای این منظور برای زوایای اصلی در تراش

زوایای لبه برنده α		افزار	جنس
γ	β		
۲۰	۶۲	۸ W SS	فولاد
۱۸	۶۷	۵ H	با استحکام 50 kg/mm^2
۱۴	۶۸	۸ W SS	با استحکام
۱۰	۷۵	۵ H	$50 - 70 \text{ kg/mm}^2$
۱۴	۶۸	۸ W SS	با استحکام
۱۰	۷۵	۵ H	$70 - 85 \text{ kg/mm}^2$
۶	۷۱	۸ W SS	فولاد افزار
۶	۷۹	۵ H	

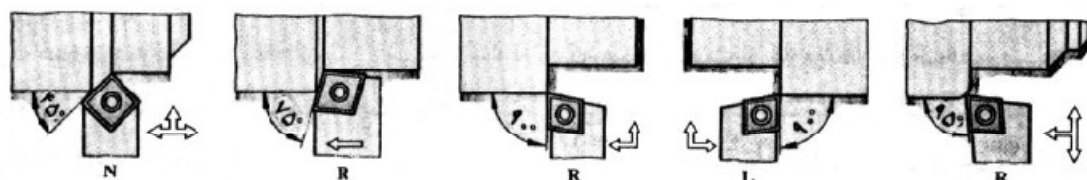
کاری مانند زاویه آزاد، گوه و براده جدولی تهیه شده که مناسب ترین زاویه را برای هر مورد توصیه کرده است. شابلون های رنده روتراشی هم بر اساس همین زاویه ها ساخته شده در دسترس قرار گرفته اند.

۲-۲) انواع رنده های رو تراشی

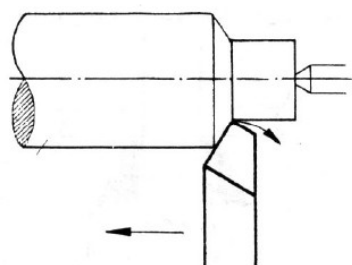
رنده های رو تراشی را می توان از نظر فرم ظاهری و نوع کاری که باید انجام دهند، به صورت های مختلف دسته بندی کرد:
الف) فرم ظاهری: به دو صورت سر خمیده و سر راست تقسیم می شوند که در شکل صفحه بعد نمونه ای از آن نشان داده شده است.



گاه ممکن است به صورت تکه های کاربردی (اینسرت) بروی بدنه یک رنده گیر به صورت پیچی یا جوشی در شکل و اندازه های مختلف استفاده شوند (شکل زیر).



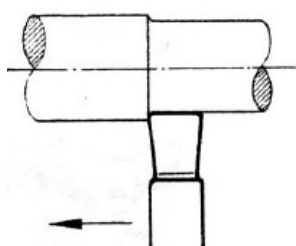
ب) از نظر براده برداری: به دو دسته خشن تراشی و پرداخت کاری تقسیم می شوند:



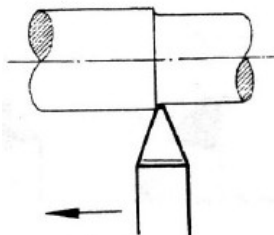
۱- رنده های خشن تراشی: چون باید در زمان کوتاهی مقدار زیادی براده برداری کنند، بسیار قوی بوده با توجه به جنس قطعه کار زوایای مناسبی دارند. شکل زیر رنده خشن تراشی را نشان می دهد.

۲- رنده های پرداخت کاری: چون در پرداخت کاری، سطح کار صاف و تمیز و یک نواخت می شود باید از رنده هایی که نوک لبه آنها کمی گرد

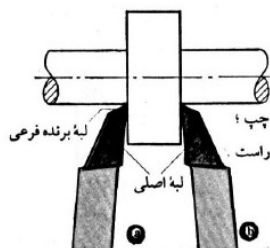
شده است استفاده کرد. بعضی اوقات هم از رنده های سر پهن استفاده می کنند (شکل زیر). که در هر دو صورت رنده ها باید بسیار دقیق سنگ زده شوند و به هیچ وجه نباید گوشه های تیز داشته باشند. پس از سنگ زنی لبه های آنها را با سنگ نفت باید به دقت پلیسه گیری کرد.



رنده پرداخت سرپهن



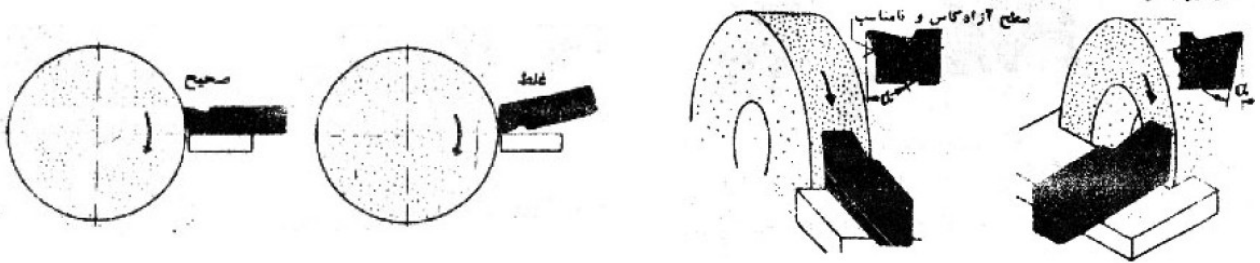
رنده پرداخت سرگرد



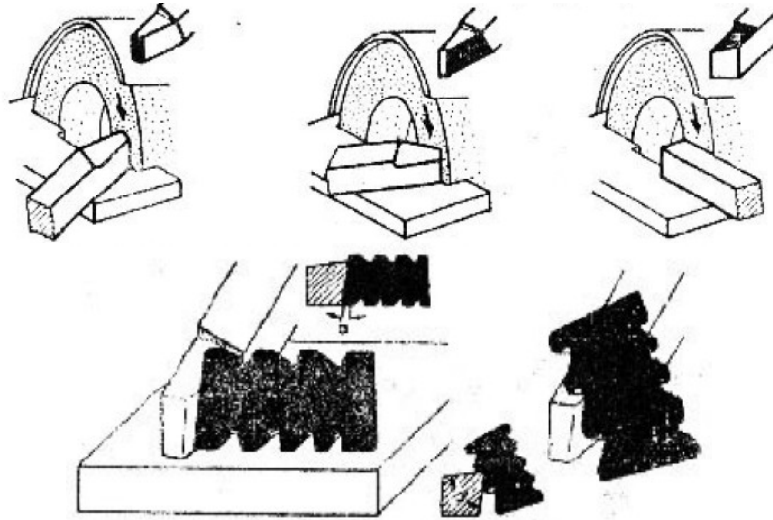
توجه: برای تراش پله ها از رنده بغل تراش استفاده می شود که از نظر جنس با سایر رنده ها و از جمله رنده رو تراشی تفاوتی ندارند اما برای قائم بودن گوشه پله مورد تراش باید کمی به طرف جلو خمیده شود. این رنده ها به صورت راست و چپ ساخته می شود.

۳-۲) تیز کردن رنده ها

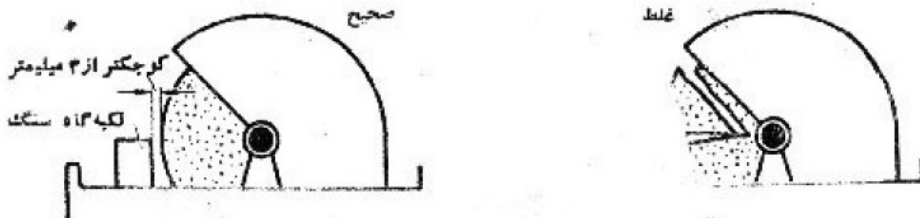
برای تیز کردن رنده هایی از جنس فولاد تند بر، از سنگ سنباده های اکسید آلومینیم با چسب سرامیک استفاده می شود و رنده های کاربیدی را نیز با سنگ سنباده های نرم سیلیسیم کارباید تیز می کنند. در سنگ زدن مقدماتی بهتر است که از سنگ سنباده دانه درشت استفاده نمود و در انتها به وسیله سنگ سنباده دانه ریز، زوایا را کامل نمود. سنگ سنباده ای که برای این منظور به کار می روند، ممکن است که دارای فرم استوانه ای یا کاسه ای باشد. در صورت امکان بهتر است که برای جلوگیری از قوس دار شدن سطوح رنده، از پیشانی سنگ سنباده کاسه ای استفاده گردد. در صورتی که فقط سنگ سنباده استوانه ای در اختیار باشد باید تا حد امکان قطر آن را بزرگ انتخاب نمود تا از انحناء زیاد سطوح و در نتیجه زیاد شدن ناخواسته زوایا جلوگیری گردد. برای این که هنگام سنگ زدن، رنده بیش از حد گرم نشود و سختی خود را از دست ندهد لازم است که آن را با فشار مناسبی بروی سنگ حرکت داد و به دفعات خنک نمود. گاهی ممکن است که پر شدن فضاهای خالی بین دانه های سنگ سنباده نیز باعث گرم شدن سریع رنده گردد و در این صورت باید به وسیله قرقره های مخصوص سنگ صاف کن و یا به کمک الماس سنگ را تیز نمود. هنگام هدایت رنده بروی سنگ سنباده، باید جهت لبه برنده را خلاف جهت گردش سنگ انتخاب نمود تا از ایجاد پلیسه و قاپیده شدن رنده جلوگیری گردد.



هنگام تیز کردن رنده ها بهتر است که سطوح را به ترتیب درست بروی رنده ایجاد کرد و پس از پلیسه گیری به کمک سنگ نفت، زوایا را با استفاده از زاویه سنج یا شابلن مناسب کنترل نمود.



توجه: در هنگام تیز کردن رنده ها به فاصله صحیح تکیه گاه سنگ دقت نمایید زیرا زیاد بودن فاصله تکیه گاه با سنگ سنباده، خطر قاپیده شدن رنده، خرد شدن سنباده و ایجاد سانحه را به همراه دارد.



برای تیز کردن رنده ها به کمک ماشین سنگ ابزار تیز کن باید سطوح براده و آزاد رنده را به کمک میز سینوسی در مقابل سنگ قرار داد و متناسب با زاویه مورد نظر منحرف نمود. سپس رنده را به آرامی با سنگ مماس کرد و سنگ زد. عمل سنگ زنی تا شکل گرفتن کامل سطح رنده ادامه داده می شود.

۳) تیز کردن مته مارپیچ

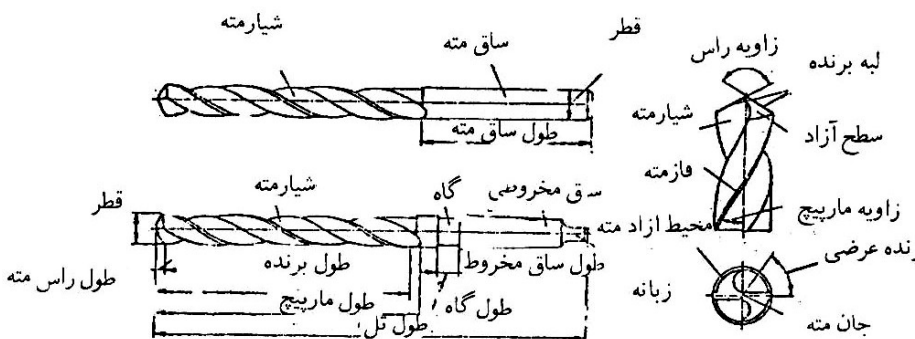
۱-۳) مته مارپیچ و قسمتهای

مختلف آن

شکل روبرو قسمتهای

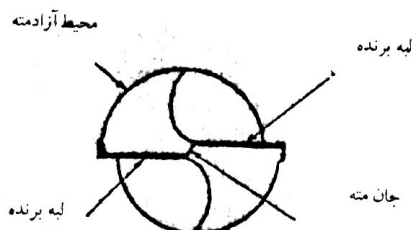
مختلف یک مته مارپیچ را

نشان می دهد.



۱- ساق یا دنباله مته : بخشی از مته که در ابزار گیر ماشین مته قرار می گیرد. مته های تا قطر ۱۳ و گاهی تا ۱۸ میلی متر را با دنباله استوانه ای و بقیه را با دنباله مخروطی می سازند. برای جلوگیری از چرخش مته با دنباله مخروطی، انتهای آن زبانه دار است.

۲- جان مته : از برخورد دو سطح منحنی سر مته بالاترین نقطه سر مخروطی مته بوجود می آید که به جان مته معروف است. این بخش اولین قسمت از مته است که با قطعه کار تماس حاصل می کند و سپس لبه های برش عمل ماشین کاری را انجام می دهند. زاویه بین جان مته و لبه برش آن ۱۲۰ تا ۱۳۵ درجه است.



۳- لبه های برنده مته : قسمتی از سر مخروطی مته که عمل براده برداری را انجام می دهد. اگر هنگام سنگ زنی این لبه ها برابر نباشند سوراخی بزرگتر از اندازه قطر مته حاصل می گردد.

۴- زوایای مته : زوایای مته عبارتند از :

-زاویه براده (γ) : زاویه ای که شیار مته با محور مته می سازد. این زاویه به جنس قطعه کار وابسته است.
 -زاویه آزاد (α) : زاویه ای که لبه برش با خط عمود بر محور می سازد و معمولاً بین ۷ تا ۱۸ درجه است.
 -زاویه گوه (β) : زاویه ای که لبه برش با خط مماس بر شیار مارپیچ می سازد. این زاویه نقش مهمی در براده برداری دارد و بین زاویه آزاد و براده قرار می گیرد.
 -زاویه رأس مته : زاویه رأس مخروط سر مته است که مرتبط با جنس قطعه کار می باشد.

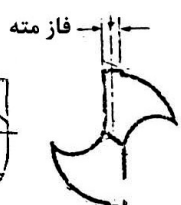
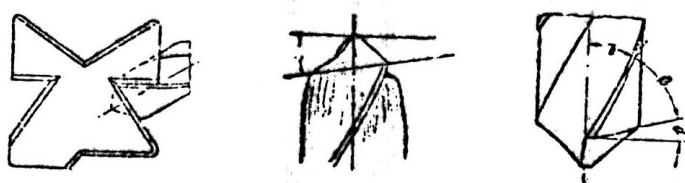
-زاویه مارپیچ : زاویه ای است که شیار مارپیچ نسبت به خط افق دارا می باشد. مقدار این زاویه متناسب با جنس قطعه کار است و از این نظر سه نوع یا سه تیپ مته وجود دارد :

الف- مته تیپ H یا کم پیچ که دارای زاویه مارپیچ ۱۰ الی ۱۶ درجه می باشد و برای کاری فولادهای سخت و مواد سخت کاربرد دارد.

ب- مته تیپ N یا با پیچ معمولی که دارای زاویه مارپیچ ۱۶ تا ۳۰ درجه است و برای کاری فولادهای معمولی مورد استفاده قرار می گیرد.

ج- مته تیپ W یا پرپیچ با زاویه ۳۵ تا ۴۰ درجه که برای مواد نرم (آلومینیم و مس) بکار می رود.

جنس قطعه کار	زاویه آزاد	زاویه مارپیچ	تیپ	زاویه رأس
فولاد - فولادریخته گی - چدن	۶-۱۵	۱۶-۳۰	N	۱۱۸
برنج - برنز - منیزیم - فولاد سخت	۸-۱۸	۱۰-۱۶	H	۱۴۰
آلومینیم - مس	۸-۱۸	۳۵-۴۰	W	۱۴۰
فیبر استخوانی - لاستیک سخت	۸-۱۲	۱۰-۱۶	H	۸۰



۵- شیار مارپیچ : این شیار که در سرتاسر مته وجود دارد موظف به هدایت براده به بیرون و هدایت مواد خنک کننده به موضع ماشین کاری می باشد. مته های مارپیچ دارای دو شیار هستند که بین آنها و در سر مته، جان مته بوجود می آید.

محیط آزاد مته

۶- فار یا حاشیه مته : در تمام طول شیارهای مته حاشیه باریکی وجود دارد که به فاز مته معروف است. فاز مته قطر اصلی مته را بوجود می آورد و باعث کاهش اصطکاک سطح بدنه مته با سوراخ می شود و همچنین هدایت براده را آسان می نماید. برای جلوگیری از ایجاد اصطکاک، فاز مته به سمت ساق، مخروطی ساخته می شود. برای ایجاد این شکل مخروطی، قطر مته در هر ۱۰۰ میلی متر به میزان ۰/۰۵ میلی متر به سمت ساق خود کوچکتر می گردد.

۷- محیط آزاد مته : پشت فاز مته سطح باریکی بوجود می آید که به محیط آزاد مته معروف می باشد. ۲-۳) مراحل تیز کردن مته

برای تیز کردن مته به این مطالب توجه نمایید :

-نوک مته باید کاملاً در مرکز باشد در غیر این صورت سوراخ تولید شده بزرگتر از قطر مته خواهد بود. -زاویه رأس مته را متناسب با جنس کار از جدول انتخاب نمایید.

-زاویه آزاد مته را بین ۴ تا ۱۸ درجه انتخاب کنید.

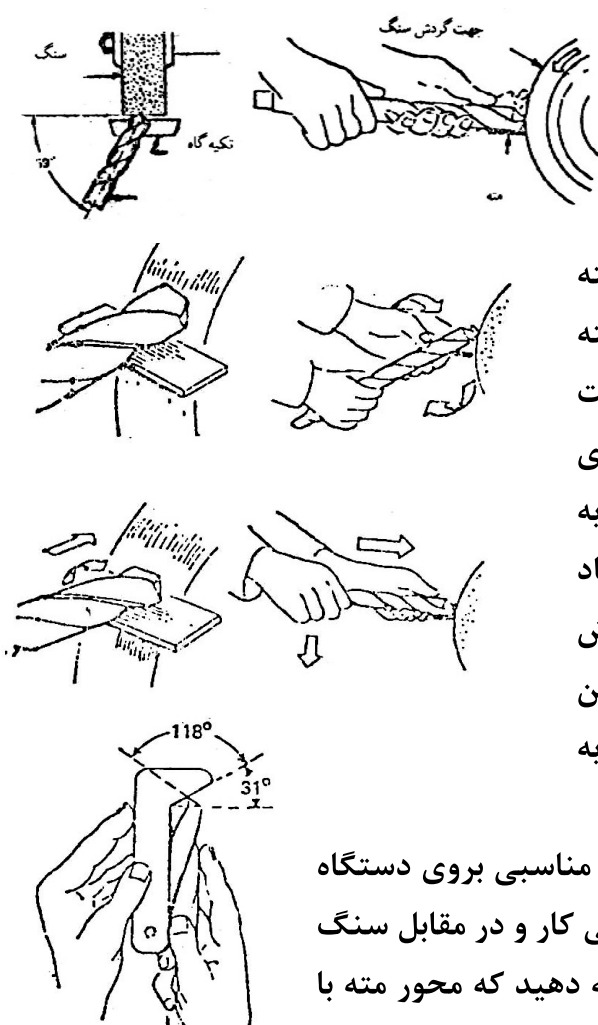
-برای کنترل مته از شابلن مته استفاده کنید.

پس از انتخاب زاویه رأس مته، شیار مته را در دست چپ و ساق آن را در دست راست نگاه دارید و لبه

برش را بروی سنگ مماس کنید به طوری که محور مته نسبت به لبه سنگ زاویه ای معادل نصف زاویه رأس داشته باشد. لبه برش را کاملاً افقی نگاه دارید سپس با دست راست مته را به سمت پایین بچرخانید تا سر مته بروی سنگ به سمت بالا حرکت نماید و در حین این دوران زاویه آزاد را تدریجاً با فشار دادن مته به طرف سنگ ایجاد کنید. این کار را چند بار تکرار نمایید و سپس لبه برش دوم را نیز به همین صورت تیز کنید. مرتباً از شابلن استفاده نمایید و در مرکز بودن نوک مته، درستی زاویه رأس و تساوی لبه های برش را توسط آن بررسی کنید.

برای تیز کردن مته با سنگ ابزار تیزکن، سنگ کاسه ای مناسبی بروی دستگاه نصب کنید. مته را توسط سه نظام یا فشنگی بروی کله گی کار و در مقابل سنگ قرار دهید. کله گی کار را در راستای افقی به نحوی زاویه دهید که محور مته با سنگ زاویه ای ۵۹ درجه داشته باشد (به فرض آن که مته برای ماشین کاری

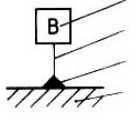
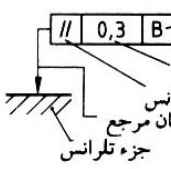
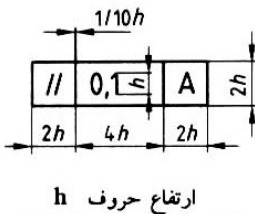
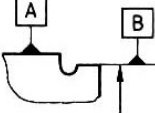
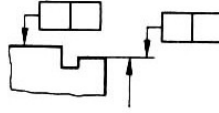
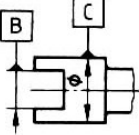
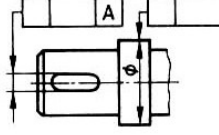
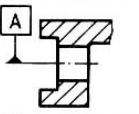
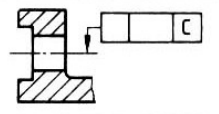
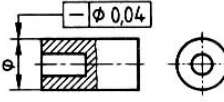
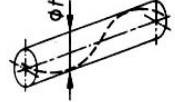
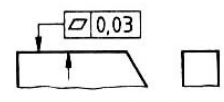

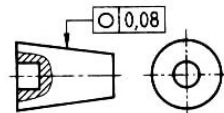
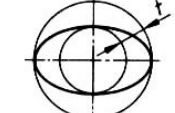
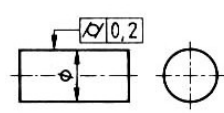

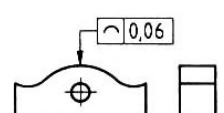

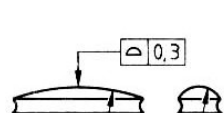

فولاد تیز می شود). همچنین برای ایجاد زاویه آزاد، کله گی کار و در نتیجه مته را ۱۱ درجه و کله گی سنگ را ۷ درجه به سمت بالا منحرف نمایید تا در مجموع زاویه آزاد ۱۸ درجه حاصل گردد. تمام پیچها را در این شرایط محکم نمایید. سپس لبه مته را به سنگ مماس کنید و اندکی بار دهید. برای سنگ زنی لبه برش دوم کله گی کار را ۱۸۰ درجه چرخانده، عملیات را تکرار می نمایم.

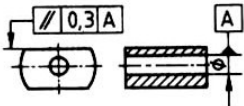
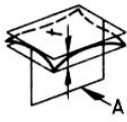
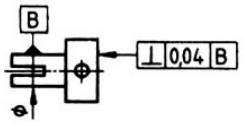
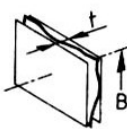
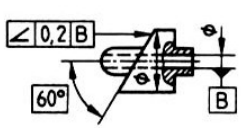

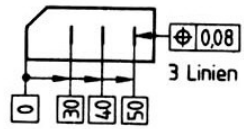
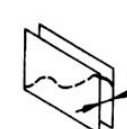
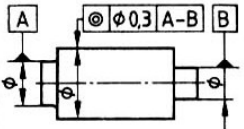
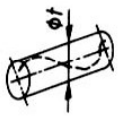
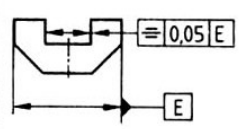
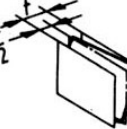
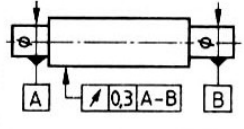

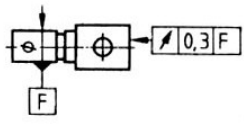
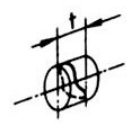
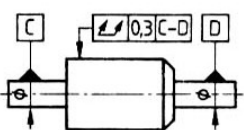
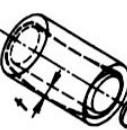
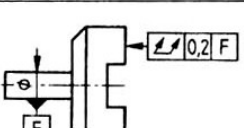
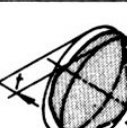


بخش چهارم



پیوست

اصطلاحات عمومی		مقایسه با DIN ISO 1101(3.85)		نحوه بیان در نقشه کشی	
<p>اصطلاحات عمومی</p> <p>هنگامی از تolerانسهای هندسی و وضعی در نقشه ها استفاده می شود که بنا به دلایل ساخت ، عملکرد یا قابلیت تعویض شدن قطعه کار ، به آن نیاز باشد.</p>		<p>مرجع</p> <p>حرف مرجع خط مرجع مثلث مرجع جزء مرجع</p> 		<p>اجزاء مورد نظر</p> <p>حروف کمکی (در صورت لزوم) مقدار تolerانس علامت تolerانس خط با پیکان مرجع جزء تolerانس</p> 	
<p>ابعاد چار چوب تolerانس</p> 		<p>مرجع یک سطح و یا یک خط است.</p> 		<p>تolerانس بر اساس سطح و خط مرجع</p> 	
		<p>مرجع ، سطح وسط شیار و محور قطر است.</p> 		<p>تolerانس بر اساس سطح وسط شیار و محور قطر مرجع</p> 	
		<p>مرجع ، محوری یا خط مرکزی مشترک است.</p> 		<p>تolerانس بر اساس محوری یا خط مرکزی مشترک</p> 	
انواع تolerانس	علامت و معنای	علامت در نقشه فنی	توضیحات	منطقه تolerانس	
تولرانس هندسی	راستی		محور تolerانس استوانه (استوانه بیرون) باید در داخل استوانه ای به قطر $t = 0,04 \text{ mm}$ قرار گیرد.		
	تختی		سطح تolerانسی باید بین دو سطح موازی که فاصله آنها از یکدیگر $t = 0,03 \text{ mm}$ است قرار گیرد.		
	گردی		خط پیرامون در هر سطح برش عمود بر محور باید بین دو دایره هم مرکز که فاصله آنها از یکدیگر $t = 0,08 \text{ mm}$ می باشد ، قرار گیرد.		
	استوانه ای		سطح پیرامون تolerانسی استوانه باید بین دو استوانه هم-محور که به فاصله $t = 0,2 \text{ mm}$ از یکدیگر می-باشند ، قرار گیرد.		
	فرم خطی		پروفیل تolerانسی باید بین دو خط پوش که فاصله آنها توسط دایره ای به قطر $t = 0,06 \text{ mm}$ محدود شده است ، قرار گیرد . مرکز این دایره ها بر روی خط ایده-آل قرار می گیرد.		
	فرم سطحی		سطح تolerانسی بایستی بین دو سطح پوش که فاصله آنها توسط کره هائی به قطر $t = 0,3 \text{ mm}$ از یکدیگر محدود شده است ، قرار گیرد . مرکز کره ها بر روی سطح ایده آل هندسی قرار دارد.		

تولرانسهای هندسی و وضعی				
انواع تولرانس	علامت ومعانی	علامت در نقشه فنی	توضیحات	منطقه تولرانس
تولرانس راستا	موازی بودن		سطح تولرانس باید بین دو سطح که با محور مرجع A موازی بوده و فاصله آنها از یکدیگر $t = 0,3 \text{ mm}$ می باشد قرار گیرد.	
	عمود بودن		سطح عرضی تولرانس باید بین دو سطح موازی که بر محور مرجع B عمود بوده و فاصله آنها از یکدیگر برابر $t = 0,04 \text{ mm}$ باشد، قرار گیرد.	
	شیب دار بودن		سطح تولرانس شیب دار باید بین دو سطح موازی که نسبت به محور مرجع B شیب دار بوده و فاصله آنها از یکدیگر $t = 0,2 \text{ mm}$ می باشد، قرار گیرد. زاویه ایده آل هندسی 60° است.	
تولرانس مکانی	تولرانس موقعیت		هر خط تولرانس مشخص شده باید بین دو خط موازی با فاصله $t = 0,08 \text{ mm}$ قرار گیرد.	
	هم مرکزی و هم محوری		محور قسمت تولرانس میله باید در داخل استوانه ای هم مرکز نسبت به محور مرجع A-B و به قطر $t = 0,3 \text{ mm}$ قرار گیرد.	
	تفلون		سطح تولرانس میانی شیار باید بین دو سطح موازی با فاصله $t = 0,05 \text{ mm}$ قرار گیرد، که نسبت به دو سطح E خارجی مقارن می باشد.	
تولرانس دورانی	لنگی طولی		به هنگام دوران میله حول محور مرجع A-B انحراف لنگی طولی هر سطح اندازه گیری عمود بر محور نباید از $t = 0,3 \text{ mm}$ تجاوز نماید.	
	لنگی عرضی		به هنگام دوران میله حول محور مرجع f، انحراف لنگی عرضی در هر استوانه اندازه گیری نباید از $t = 0,3 \text{ mm}$ تجاوز نماید.	
تولرانس دورانی کل	لنگی طولی		به هنگام دوران حول محور مرجع C-D و جابه جایی محوری، تمام نقاط سطوح باید در داخل استوانه تو خالی به ضخامت $t = 0,3 \text{ mm}$ قرار گیرد.	
	لنگی عرضی		به هنگام دوران حول محور مرجع F و با جابه جایی در همه شعاعها تمام نقاط سطوح باید در فاصله $t = 0,2 \text{ mm}$ قرار گیرند.	

۲) مشخصات مخروط های مرس و متریک ابزارها

مخروطهای ابزار

مخروط مورس و مخروط متریکی مقایسه با (5.87) T1 و T2 DIN 228

فرم A ، ته مخروطی با رزوه بست

فرم B ، ته مخروطی با لبه بیرون آور

فرم C ، گلوئی مخروط برای ته مخروطی با رزوه بست

فرم D ، گلوئی مخروط برای ته مخروطی با لبه بیرون آور

مخروط	اندازه	ته مخروط							گلوئی مخروط					باریک شدگی	$\frac{\alpha}{2}$
		d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	l ₁	a	l ₂	d ₆ ^{H11}	l ₃	l ₄	z ⁽¹⁾		
مخروط متریک (ME)	4	4	4,1	2,9	-	-	23	2	-	3	25	20	0,5	1 : 20	1,432°
	6	6	6,2	4,4	-	-	32	3	-	4,6	34	28	0,5		
مخروط مورس (MK)	0	9,045	9,2	6,4	-	6,1	50	3	56,5	6,7	52	45	1	1 : 19,212	1,491°
	1	12,065	12,2	9,4	M6	9	53,5	3,5	62	9,7	56	47	1	1 : 20,047	1,429°
	2	17,780	18	14,6	M10	14	64	5	75	14,9	67	58	1	1 : 20,020	1,431°
	3	23,825	24,1	19,8	M12	19,1	81	5	94	20,2	84	72	1	1 : 19,922	1,438°
	4	31,267	31,6	25,9	M16	25,2	102,5	6,5	117,5	26,5	107	92	1	1 : 19,254	1,488°
	5	44,399	44,7	37,6	M20	36,5	129,5	6,5	149,5	38,2	135	118	1	1 : 19,002	1,507°
6	63,348	63,8	53,9	M24	52,4	182	8	210	54,8	188	164	1	1 : 19,180	1,493°	
مخروط متریک (ME)	80	80	80,4	70,2	M30	69	196	8	220	71,5	202	170	1,5	1 : 20	1,432°
	100	100	100,5	88,4	M36	87	232	10	260	90	240	200	1,5		
	120	120	120,6	106,6	M36	105	268	12	300	108,5	276	230	1,5		
	160	160	160,8	143	M48	141	340	16	380	145,5	350	290	2		
200	200	201	179,4	M48	177	412	20	460	182,5	424	350	2			

فرمهای AK ، BK ، CK و DK کانالی جهت عبور مواد روغنکاری خنک کننده دارند.
 مشخصه ته مخروطی (ME) ، فرم B با اندازه 80 و کیفیت تلرانس - زاویه مخروط AT4 :

DIN 228 - ME - B 80 AT6 ته مخروطی

⁽¹⁾ اندازه کنترل d₁ می تواند حداکثر تا فاصله z جلو گلوئی مخروطی قرار گیرد.

شافت مخروطی تند برای ابزار و فشنگی فرم A

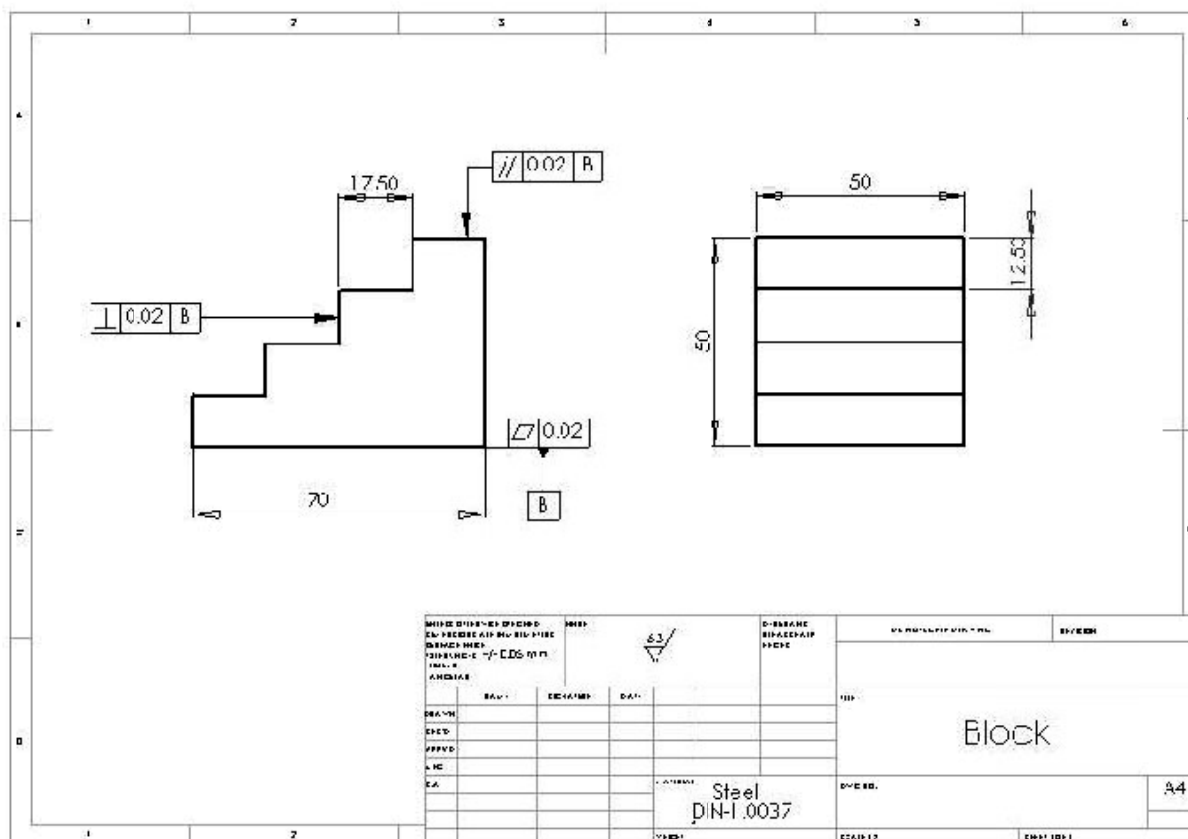
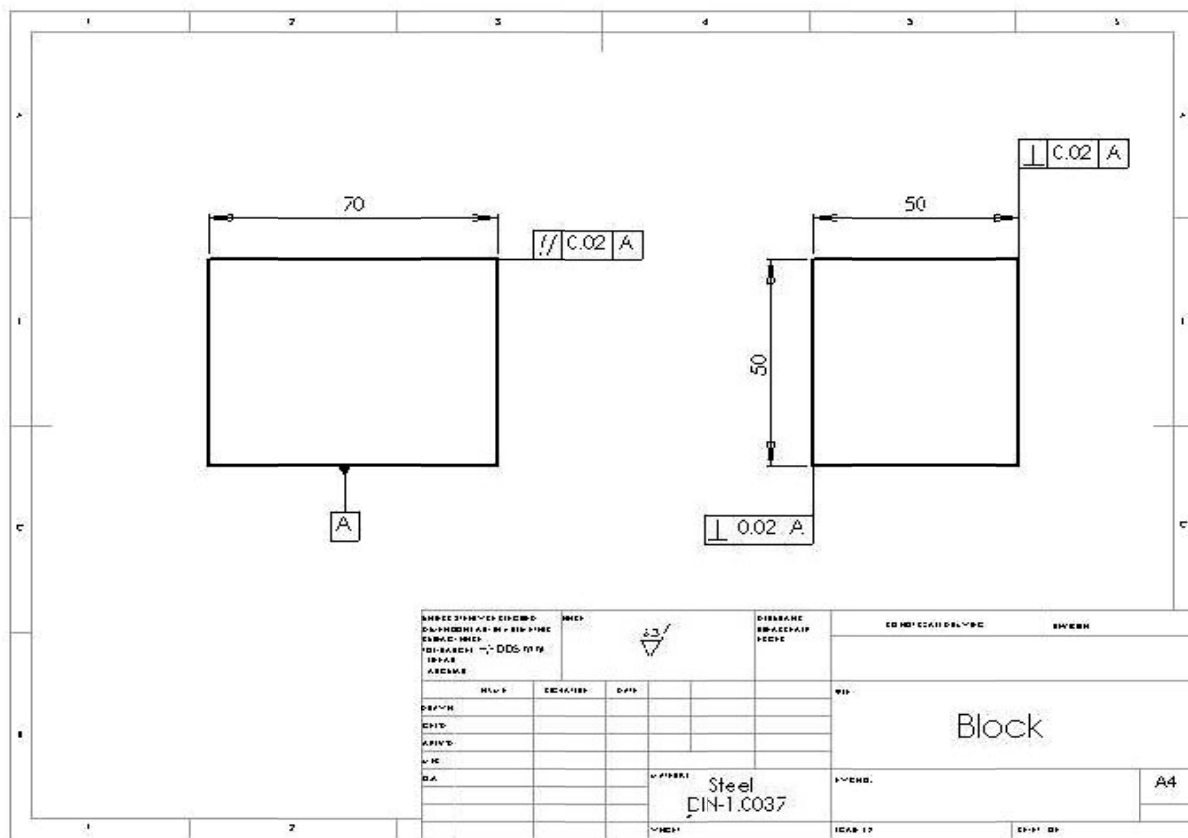
مقایسه با (12.78) T1 DIN 2080

Nr.	d ₁	d ₂ a10	d ₃	d ₄ 0,4	l ₁	a ±0,2	b H12
30	31,75	17,4	M12	50	68,4	1,6	16,1
40	44,45	25,3	M16	63	93,4	1,6	16,1
50	69,85	39,6	M24	97,5	126,8	3,2	25,7
60	107,95	60,2	M30	156	206,8	3,2	25,7
70	165,1	92	M36	230	296	4	32,4
80	254	140	M48	350	469	6	40,5

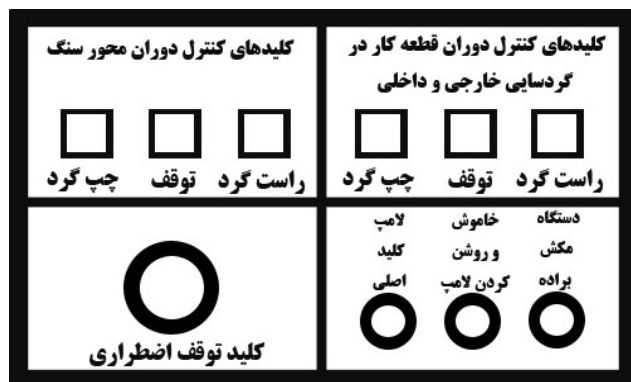
مشخصه ته مخروطی تند فرم A ، شماره 40 با کیفیت تلرانس - زاویه مخروط AT4 :

DIN 2080 - A 40 AT4 ته مخروطی تند

فرم B : ته مخروطی تند جهت محکم کردن از جلو.



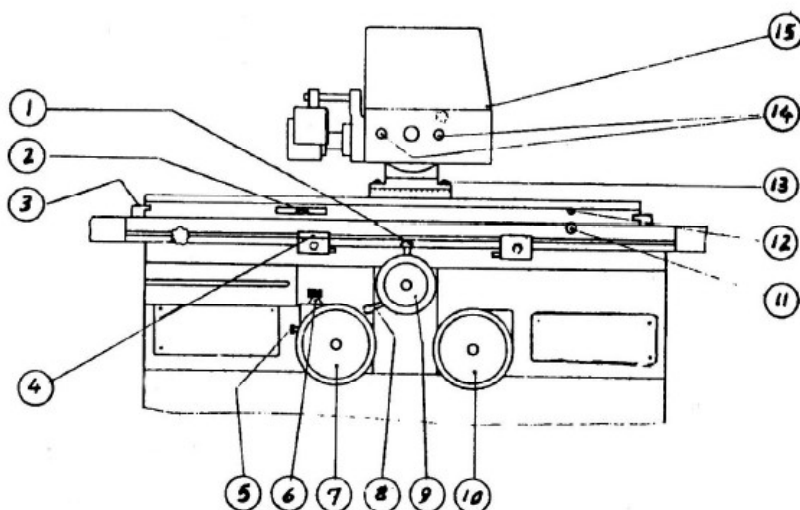
۴-۱) کنترل ها و تنظیمات



۱- صفحه کلید دستگاه در شکل روبرو نشان داده شده است. توجه کنید که برای تعویض جهت گردش موتورها، ابتدا کلید توقف را فشار دهید و پس از توقف کامل موتور، کلید دیگر را فشار دهید در غیر این صورت ممکن است چرخ سنبلاده در اثر نیروی وارد شده شل گردد.

۲- حرکت طولی میز :

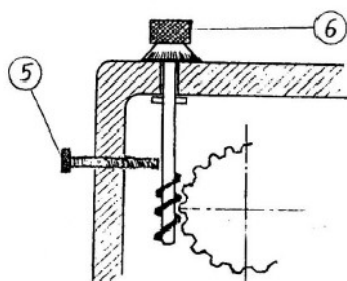
الف) حرکت آزاد به وسیله دست : برای این منظور ابتدا اهرم شماره ۸ را به طرف بالا بکشید. دست گیره



شماره ۹ که مخصوص حرکت طولی میز می باشد آزاد می شود. سپس در حالی که اهرم شماره ۱ را به طرف بالا کشیده اید دستگیره شماره ۹ را به طرف جلو بکشید در این حالت میز کار آزاد شده می توان آن را بوسیله دست حرکت داد.

ب) حرکت مکانیکی به وسیله چرخاندن دستگیره شماره ۹ :

برای این منظور ابتدا اهرم شماره ۸ را به طرف بالا کشیده، سپس در حالی که اهرم شماره ۱ بالا قرار دارد دست گیره شماره ۹ را به داخل فشار دهید تا چرخ دنده متصل به آن با دنده شانه ای میز کار درگیر شود. در این حالت حرکت میز فقط با چرخاندن دست گیره شماره ۹ امکان پذیر است. در این حالت با فشار دادن اهرم شماره ۸ به طرف پایین دست گیره شماره ۹ قفل می شود. قیدهای لغزنده شماره ۴ جهت محدود کردن حرکت طولی میز در دو انتهای راست و چپ می باشند و تنظیم آنها با شل کردن پیچ آلن امکان پذیر است.



۳- تنظیم حرکت عرضی دستگاه با دست گیره شماره ۷ که در جلو و پشت ماشین قرار دارد انجام می شود (هر خط روی ورنیه فلکه برابر ۰/۰۱ میلی متر می باشد). یک قسمت تنظیم دقیق به دست گیره جلویی ضمیمه شده است. برای تنظیم دقیق حرکت عرضی، پیچ شماره ۵ را آن قدر سفت می کنید تا پیچ حلزونی متصل به پیچ ورنیه شماره ۶ با چرخ دنده متصل به دست گیره شماره ۷ درگیر شود (این دو

قسمت دنده ای در داخل محفظه هستند). پس از آن با پیچاندن پیچ شماره ۶ می توان حرکت عرضی دستگاه را بطور دقیق انجام داد. برای قفل کردن حرکت عرضی پیچ شماره ۵ را کاملاً سفت کرد.

۴- تنظیم حرکت عمودی دستگاه: این کار بوسیله دست گیره شماره ۱۰ که در جلو و پشت ماشین قرار دارد انجام می شود. (هر خط روی ورنیه فلکه برابر ۰/۰۱ میلی متر می باشد).

۵- تنظیم حرکت دورانی دستگاه حول محور عمودی: این تنظیم با شل کردن دو عدد پیچ سر شش گوش شماره ۱۳ امکان پذیر است. پس از هر تنظیم، پیچها را مجدداً سفت نمایید.

۶- تنظیم دستگاه حول محور افقی: برای سنگ زدن زاویه آزاد تیغه های برش لازم است که محور افقی سنگ سنباده تا ۱۵ درجه کج شود که این کار با شل کردن پیچهای شماره ۱۴ امکان پذیر است. پس از تنظیم، پیچها مجدداً سفت می شوند.

۷- تنظیم دورانی میز کار: برای این کار پیچ های روی قسمت مدرج دو انتهای میز (پیچ های شماره ۳) و پیچهای شماره ۲ را شل کنید. با فشار دادن اهرم شماره ۱۲ به طرف پایین، میز آزادانه می تواند حول محور عمودی بگردد. پس از تنظیم میز روی زاویه مورد نظر اهرم فوق را آزاد کنید. در زوایای کم پس از آزاد کردن اهرم باید دنده های متصل به آن با پیچ حلزونی متصل به پیچ شماره ۱۱ درگیر شود. برای این کار پس از آزاد کردن اهرم چند بار آن را به چپ و راست حرکت دهید. در این حالت با پیچاندن پیچ شماره ۱۱ زاویه مورد نظر بطور دقیق تنظیم می شود.

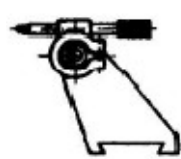
۸- تنظیم سرعت دورانی محور: درپوش پشت محور دستگاه را باز کنید. پیچ تسمه سفت کن (سمت چپ کله گی) را باز کنید. با تغییر مکان تسمه روی پولی ها می توانید سه سرعت متفاوت مطابق آنچه که روی پلاک در پوش مشخص شده است، بدست آورید. پیچ تسمه سفت کن را مجدداً محکم نمایید.

۲-۴) نکات مهم برای کار با این ماشین

۱- از وارد آوردن هرگونه فشار تماسی (بار زیاد) به دستگاه خودداری کنید.

۲- برای سنگ زدن اولیه از سنگ سنباده هایی با اندازه دانه متوسط استفاده نمایید.

۳- برای هر عملیات، سرعت خطی مناسب که به جنس قطعه کار و سنگ بستگی دارد را انتخاب نمایید.



۴- برای تیز کردن سنگ یا برای تراش آن طبق یک الگو، الماس گیر را به دستگاه مرغک بسته (شکل روبرو) و کله گی دستگاه را عمودی حرکت دهید.

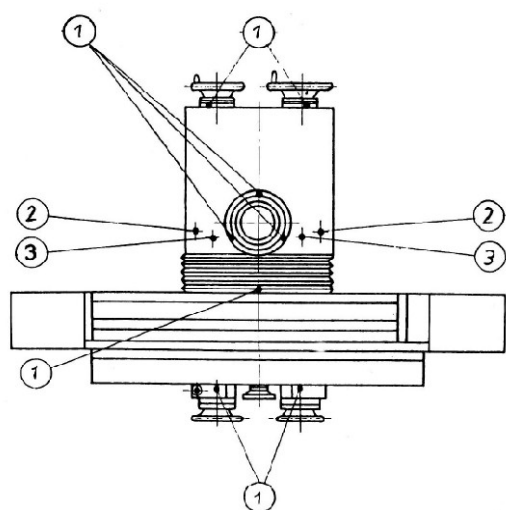
۵- فیلتر دستگاه مکش باید قبل از شروع کار و پس از تمیز کردن و شستن در روغن

خیس شود. وقتی که لایه ای از براده روی فیلتر را گرفته باشد باید آن را در بنزین یا نفت شست و پس از خشک کردن مجدداً در روغن فرو برد تا خیس شود.

۶- محافظ سنگ را جابجا نکنید. این محافظ طوری تنظیم شده است که در بالاترین موقعیت قرار گیرد.

۷- هرگز با سرعتی بیشتر از آنچه که برای سنگ و قطعه کار تعیین شده است، کار نکنید.

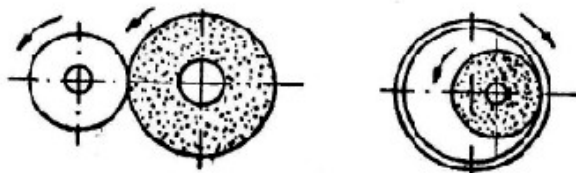
۸- روغن کاری باید هفتگی مطابق شکل روبرو انجام گیرد. نقاط ۲ و ۳ را از روغن پر کنید.



۹- مهره محکم کننده سنگ و چرخ تسمه بالایی شیاردار ساخته شده اند تا برای جلوگیری از شل شدن در اثر چرخش بتوان آنها را با پیچ موجود محکم کرد.

۱۰- جهت چرخش سنگ طوری انتخاب شود که راستای سایش قطعه کار خلاف لبه برنده ابزار باشد.

۱۱- جهت چرخش سنگ در گردسای داخلی خلاف قطعه کار و در گردسای خارجی هم جهت آن است.



۱۲- سرعتهای خطی مجاز در این دستگاه

جنس قطعه کار	جنس سنگ	سرعت برش مجاز (متر بر ثانیه)
فولاد	اکسید آلومینیوم	۲۰ تا ۲۵
فلزات سخت	کاربید سیلیسیم	۶ تا ۱۵

۱۳- ارتباط سرعت برش با سرعت دوران و قطر سنگ در این دستگاه

سرعت دوران سنگ (دور بر دقیقه)			قطر سنگ (میلی متر)
۲۰۰۰	۳۵۰۰	۵۲۰۰	
۷	۱۱	۱۷	۶۳
۱۰	۱۵	۲۲	۸۰
۱۲	۱۹	۲۷	۱۰۰
۱۵	۲۳	--	۱۲۵
۱۸	۲۹	--	۱۶۰

۱۴- جنس سنگ مورد استفاده در این دستگاه

نوع عملیات سنگ زنی	جنس قطعه کار	جنس سنگ	دانه بندی (DIN)	درجه سختی
کف سابی با محیط سنگ	فولاد نرم یا سخت شده	اکسید آلومینیم	۳۶ تا ۶۰	J
گردسای	فولاد نرم یا سخت شده	اکسید آلومینیم	۴۶ تا ۸۰	K

۱۵- شکل و اندازه سنگهای مورد استفاده در این دستگاه

کاربرد	توضیحات	شکل و ابعاد
سنگ زنی عمومی	سنگ تخت کوچک	
سنگ زنی سطوح و پشت لبه های برش تیغ فرزها و برقوها	سنگ فنجان استوانه ای	
	سنگ فنجان استوانه ای	
سنگ زنی سطح براده تیغ فرزهای مارپیچ و برقوها	سنگ بشقابی	
سنگ زنی سطح براده تیغ فرزهای هلزونی شکل	سنگ دو طرف مخروطی	
سنگ زنی کف سابی و گرد سابی	سنگ تخت بزرگ	
سنگ زنی داخلی	سنگ تخت	
سنگ زنی گردسای و کف سابی داخلی	سنگ به همراه دنباله فولادی	

۵) نمونه پرسشهای سنگ زنی

- ۱) چه عواملی هنگام کار، به شکستن سنگ سنباده منجر می گردد؟
- ۲) کدام یک از انواع ماشینهای سنگ تخت به عنوان ماشین تولیدی بکار می روند؟
- ۳) وظایف یک سیال خنک کننده خوب چیست؟
- ۴) بروی یک سنگ سنباده عبارت A60L-5V-50 نوشته شده است. مشخصات سنگ چیست؟
- ۵) تفاوت سرعت محیطی و سرعت برش در سنگ زنی چیست؟
- ۶) نحوه بستن سنگ بروی اسزیندل استوانه ای را شرح دهید.
- ۷) تفاوتهای میز مغناطیس دائم و الکترومغناطیس چیست؟
- ۸) برای بستن قطعات بلند بروی میز مغناطیسی چگونه عمل می شود؟
- ۹) برای سنگ زنی یک شیار V شکل چه روشهایی وجود دارد؟
- ۱۰) سرعت عبور الماس از روی سنگ به هنگام تیز کردن آن به چه عاملی بستگی دارد توضیح دهید؟
- ۱۱) روش کنترل توازی و تعامد یک قطعه را شرح دهید.
- ۱۲) ماشین گردسایبی یونیورسال چه قابلیت‌های اضافی نسبت به ماشین سنگ گردسایبی ساده دارد؟
- ۱۳) هنگامی که هم سطح محیطی و هم سطح داخلی سوراخ یک قطعه کار را باید به صورت هم محور سنگ زد قطعه کار باید چگونه بروی ماشین بسته شود؟
- ۱۴) برای سنگ زنی خشن سوراخی راه بدر به طول ۶۰ میلی متر از قطر ۴۰/۰۶ به ۴۰ میلی متر طی دو مرحله در یک قطعه کار فولادی به قطر ۸۰ میلی متر با بزرگترین سنگ ممکن موارد زیر را حساب کنید: سرعت پیشروی قطعه کار - سرعت دوران سنگ - سرعت دوران قطعه کار - زمان ماشین کاری
- ۱۵) عوامل مهم و موثر در عمق براده برداری عملیات گردسایبی را نام ببرید.
- ۱۶) سه روش سنگ زنی مخروط خارجی را نام ببرید.
- ۱۷) درباره سه گروه ماشین سنگ داخل سایبی هر کدام یک خط توضیح دهید.
- ۱۸) عوامل مهم در سنگ زنی داخلی را نام ببرید.
- ۱۹) چرا میز ماشین ابزار تیزکنی را دو تکه می سازند؟
- ۲۰) برای آلومینیم باید از مته تیپ ----- استفاده کرد. در رنده های تراش کاری با سخت تر شدن جنس قطعه کار زاویه گوه ----- می شود. افزایش زاویه تنظیم در رنده های تراش کاری باعث می گردد سطح تماس لبه برش رنده با قطعه کار ----- شود.

کارگاه سنگ زنی آموزشکده فنی شهید بهشتی کرج

کاربرگ شماره ۱

ایجاد تفرانس ابعادی و هندسی مطابق نقشه

نام و نام خانوادگی سرگروه: تاریخ:

تمام محاسبات ضمیمه گردد.

۱- با توجه به جنس قطعه کار در نقشه، کد سنگ مورد نیاز و سرعت دوران آن برای دستگاه سنگ تخت سایه افقی را معین نمایید.

۲- اجرای اندازه 52 ± 0.05

زمان تئوری ماشین کاری (Min)	زمان عملی ماشین کاری (Min)

۳- اجرای تفرانس توازی (نحوه بستن قطعه کار و روش سنگ زنی توضیح داده شود)

توازی پیش از سنگ زنی (mm)	توازی پس از سنگ زنی (mm)	مقدار تفرانس در نقشه

۴- اجرای تفرانس تعامد و اندازه ۲۰ (نحوه بستن قطعه کار و روش سنگ زنی توضیح داده شود)

تعامد پیش از سنگ زنی (mm)	تعامد پس از سنگ زنی (mm)	مقدار تفرانس در نقشه

کارگاه سنگ زنی آموزشکده فنی شهید بهشتی کرج

کاربرگ شماره ۱

ایجاد تفرانس ابعادی و هندسی مطابق نقشه

نام و نام خانوادگی سرگروه: تاریخ:

تمام محاسبات ضمیمه گردد.

۱- با توجه به جنس قطعه کار در نقشه، کد سنگ مورد نیاز و سرعت دوران آن برای دستگاه سنگ تخت سایه عمودی را معین نمایید.

۲- اجرای دو اندازه 65 ± 0.05

زمان تئوری ماشین کاری (Min)	زمان عملی ماشین کاری (Min)

۳- اجرای تفرانس توازی و اندازه ۲۴ (نحوه بستن قطعه کار و روش سنگ زنی توضیح داده شود)

توازی پیش از سنگ زنی (mm)	توازی پس از سنگ زنی (mm)	مقدار تفرانس در نقشه

۴- اجرای تفرانس تعامد (نحوه بستن قطعه کار و روش سنگ زنی توضیح داده شود)

تعامد پیش از سنگ زنی (mm)	تعامد پس از سنگ زنی (mm)	مقدار تفرانس در نقشه

کارگاه سنگ زنی آموزشکده فنی شهید بهشتی کرج

کاربرگ شماره ۴

سنگ زنی زوایای رنده تراش کاری و تعیین عمر آن

نام و نام خانوادگی سرگروه: تاریخ

۱- برای تراش کاری قطعه کاری فولادی از جنس **Din1.7320** ، موارد زیر را معین نمایید :

-استحکام کششی فولاد

-سرعت برش برای این فولاد

-سرعت پیشروی برای این فولاد

-عمق زبری حاصل برای بیشترین شعاع نوک ابزار

-بیشترین عمق براده برداری

-مشخصات جنس رنده **HSS**

-عمر تئوری رنده

-عمر عملی رنده که خود شما اندازه گرفته اید.

زاویه آزاد رنده

زاویه براده رنده

زاویه میل رنده

۲- اگر قرار بود همین کار با رنده اینسرت دار و بصورت خشن کاری انجام گردد موارد زیر را تعیین

نمایید :- سرعت برش

-پیشروی عمق براده

-زاویه آزاد

-زاویه براده

-زاویه میل

کارگاه سنگ زنی آموزشکده فنی شهید بهشتی کرج

کاربرگ شماره ۲

تعیین مشخصات مته کاری و سنگ زنی زوایای مته

نام و نام خانوادگی سرگروه : تاریخ

۱- برای سوراخ کاری قطعه کاری فولادی از جنس 46S20 ، با مته ای به قطر ۱۰ موارد زیر را معین نمایید :

- استحکام کششی و نوع فولاد

- سرعت برش برای این فولاد

- سرعت پیشروی برای این فولاد

- سرعت دوران مته

- زاویه رأس مته

- زاویه مارپیچ و تیپ مته

۲- اگر قرار بود همین کار با مته اینسرت دار (الماسه) انجام گردد موارد زیر را تعیین نمایید :

- سرعت برش

- سرعت پیشروی

- سرعت دوران مته

۳- برای برقکاری این سوراخ با برقوی از جنس فولاد تندبر موارد زیر را معین نمایید :

- سرعت براده برداری

- سرعت پیشروی

- سرعت دوران برقو

- اضافه ماشین کاری و قطر بزرگترین مته پیش از برقکاری

۴- برای برقکاری این سوراخ با برقوی از جنس الماسه موارد زیر را معین نمایید :

- سرعت براده برداری

- سرعت پیشروی

- سرعت دوران برقو

- اضافه ماشین کاری و قطر بزرگترین مته پیش از برقکاری

۵- برای قلاویز کاری این سوراخ موارد زیر را تعیین نمایید :

- سرعت براده برداری و سرعت دوران قلاویز

کارگاه سنگ زنی آموزشکده فنی شهید بهشتی کرج

کاربرگ شماره ۳

ایجاد تلرانس هندسی گردی

نام و نام خانوادگی سرگروه: تاریخ

۱- با توجه به مواد خام فولادی موجود در کارگاه و با ابعاد دلخواه، مطابق نقشه، مخروطی را تراش کاری کنید. سپس مقدار گردی مخروط را در ۵ مقطع بررسی نمایید.

مقطع	مقدار گردی پس از تراش کاری (mm)
۱	
۲	
۳	
۴	
۵	

مقدار کل تلرانس گردی مخروط پس از تراش کاری چند میلی متر است؟

۲- قطعه کار را گردسایبی و جدول زیر را تکمیل کنید:

مقطع	مقدار گردی پس از گردسایبی (mm)
۱	
۲	
۳	
۴	
۵	

مقدار کل تلرانس گردی مخروط پس از سنگ زنی چند میلی متر است؟

کارگاه سنگ زنی آموزشکده فنی شهید بهشتی کرج

کاربرگ شماره ۴

ایجاد تفرانس ابعادی و هندسی مطابق نقشه

نام و نام خانوادگی سرگروه: تاریخ

تمام محاسبات ضمیمه گردد.

۱- با توجه به جنس قطعه کار در نقشه، کد سنگ مورد نیاز و سرعت دوران آن برای دستگاه سنگ تخت سایه افقی را معین نمایید.

۲- ضخامت قطعه کار را بهبرسانید.

زمان تئوری ماشین کاری (Min)	زمان عملی ماشین کاری (Min)

۳- اجرای تفرانس توازی (نحوه بستن قطعه کار و روش سنگ زنی توضیح داده شود)

توازی پیش از سنگ زنی (mm)	توازی پس از سنگ زنی (mm)

مراجع :

- ۱- مرجع کامل تکنولوژی سنگ زنی - مؤلف : Steve F.Krar - ترجمه : اکبر شیرخورشیدیان - ناشر : نشر طراح - چاپ اول - پاییز ۱۳۸۴
- ۲- جداول و استانداردهای طراحی و ماشین سازی - مؤلفین : Reutlingen , Uirich Fisher - مترجم : عبدا... ولی نژاد - ناشر : نشر طراح - چاپ هفدهم - زمستان ۱۳۸۲
- ۳- ماشینهای افزار - ترجمه و تألیف : ابراهیم صادقی - ناشر : دانشگاه علم و صنعت ایران - جلد دوم - چاپ چهارم - مهرماه ۱۳۷۳
- ۴- فلزکاری - مؤلف : محمد علی صافی - ناشر : سازمان فنی و حرفه ای کشور - چاپ اول - ۱۳۷۵
- ۵- سنگ زنی و سنگ سنباده - ترجمه : محسن لکانی - انتشارات افروز - چاپ اول - زمستان ۱۳۷۶
- ۶- تراشکاری یک - مؤلفین : حسین رشیدزاد، علی اصغر هدایی، منصور شبانی، علی عقیقی شهباز - ناشر : شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران - سال انتشار : ۱۳۷۷
- ۷- در پیرامون ماشین کاری و ماشینهای ابزار - نوشته جان واکر - ترجمه اکبر شیرخورشیدیان - انتشارات طراح - جلد دوم - چاپ اول - بهار ۱۳۸۳
- ۸- تکنولوژی سنگ زنی - نوشته : مجید فریسی - ناشر : مجید فریسی - چاپ ۱۳۸۵

9) Technology of machine tools-By Steve Krar & William Oswald-McGRAW Hill Book Co.-Fourth Edition-1990