

به نام خدا

برابر با سر فصل درسی دوره کاردانی ماشین ابزار

سنگ زنی



فهرست مطالب

۴	یادآوری
۱۳	نکات ایمنی و فنی در عملیات سنگ زنی
	بخش اول:
۱۶	تخت سایبی
	بخش دوم:
۷۰	گردسایبی
	بخش سوم:
۸۹	تیزکردن ابزار
۹۷	پیوست ها
۱۰۷	مراجع

یادآوری

♦-تاریخچه تصویری ابزارهای ساخت بشر

	عصر سنگ	عصر برنز	عصر آهن	عصر ماشین
	Beginning Over 50,000 Yrs. Ago	Beginning Over 6500 Yrs. Ago	Beginning About 3400 Yrs. Ago	Beginning About 150 Yrs. Ago
	STONE AGE	BRONZE AGE	IRON AGE	MACHINE AGE
اره کاری	Sawing			
سوراخکاری	Drilling			
خرد کردن	Chopping			
بریدن	Slicing			
صیقلکاری	Burnishing			
خراشیدن	Scraping			
اندازه گیری	Measuring			

۱- انواع فرایندهای ساخت و تولید قطعه کارهای صنعتی



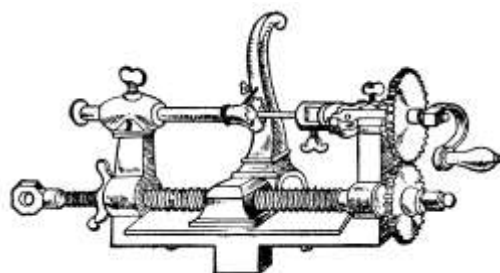
۲- تعریف ماشین ابزار:

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 یا قطعه کار منتقل می گردد تا با انجام فرایند مشخصی شکل یا عملیات مورد نظر را بروی قطعه کار پیاده کند.

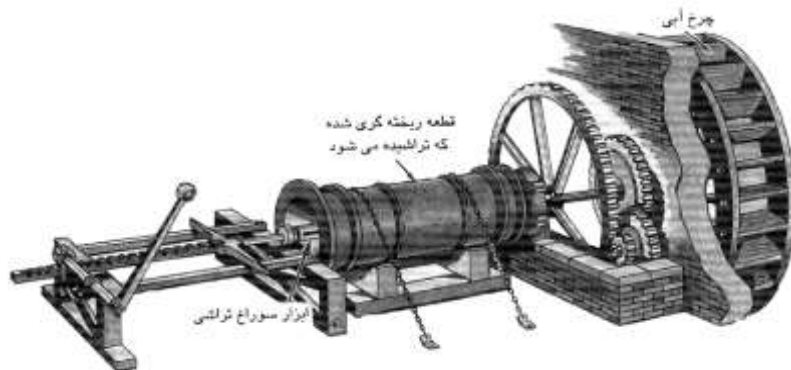
۳- مروری بر تاریخچه ماشین ابزار:

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

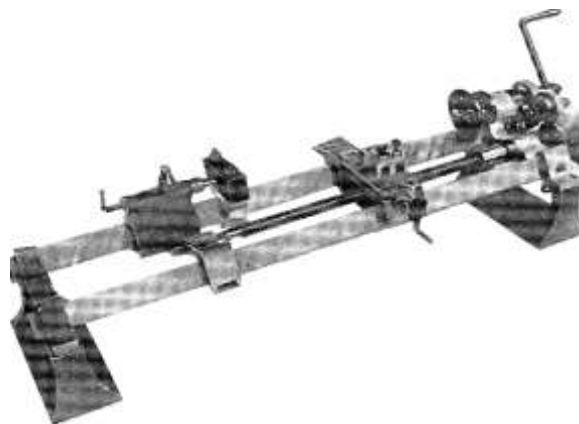
- ۱۷۴۰ میلادی: ساخت اولین ماشین تراش دستی در فرانسه (شکل زیر)



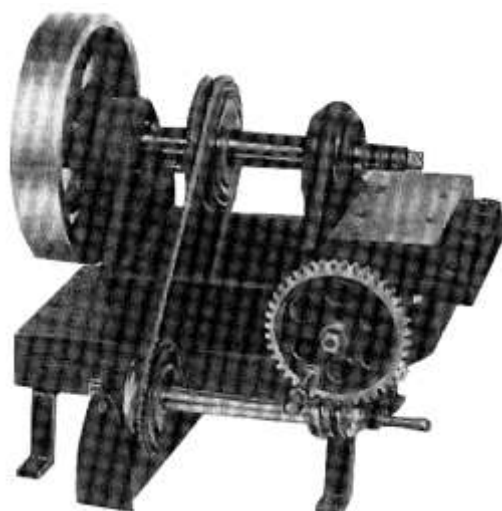
- ۱۷۷۴ میلادی: ساخت اولین ماشین ابزار بنام **چرخ سوراخ تراشی** توسط مخترع انگلیسی جان **ویلکینسون** - به کمک این ماشین ابزار، جیمز وات توانست **ماشین بخار** خود را کامل کند (شکل زیر).



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

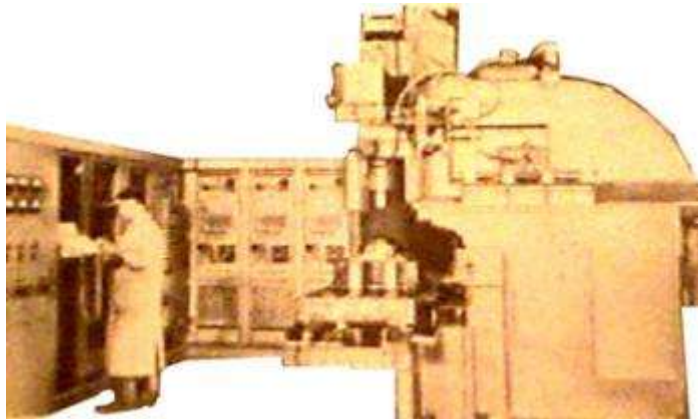


- ۱۸۲۰ میلادی: ساخت ماشین **فرز** اولیه ای توسط الای **ویتنی** مخترع و تولید کننده آمریکایی (شکل زیر)



- دهه ۱۸۶۰ میلادی: ساخت اولین ماشین‌های **سنگ زنی** جدید توسط شرکت **Brown & Sharpe**
 توجه: **مولد برق** در سال ۱۸۸۶ به دست **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 ماشینکاری**
 - ۱۹۶۸ میلادی: معرفی ماشین ابزار **DNC** که در آن ماشین ابزار با یک **رایانه** شخصی ارتباط داده می‌شود.
 - 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 ماشینکاری

- 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 می‌روند.

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

- ۱- ماشین ابزاری که از ابزار **تک لبه‌استفاه** می‌کند.
- ۲- ماشین ابزاری که از ابزار **چند لبه‌استفاه** می‌کند.
- ۳- ماشین ابزاری که از **ذرات ساینده** به عنوان ابزار استفاده می‌کند.

۶- ابزار در ماشین های ابزار با براده برداری

۶-۱) جنس ابزارهای ماشینکاری

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 تیتانیوم (مانند کاربید تیتانیوم)** 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 ماشینکاری 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: سرمت ها **ترکیبی از سرامیک و فلز** هستند. این مواد از سرامیک های غیر اکسید شونده (**Tic & Tin**) به عنوان مواد سخت تشکیل می شوند و مقاومت سایشی آنها با یک **چسب فلزی** (مانند **نیکل**) تأمین می گردد. سرمتها **بهترین خواص** فلزها و سرامیکها را در خود **ادغام** کرده اند به این ترتیب که **بیشترین مقاومت سایشی و تافنس (ضربه پذیری)** را همزمان دارا می باشند.

۶-۲) تاریخچه

- در **قرن ۱۸** میلادی بیشتر قطعات تراشیده شده از جنس **چوب** بود. در **ابتدای قرن ۱۹** میلادی ماشینکاری **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، ماشینکاری 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 **کاربیدهای سماتنه** و ایجاد انقلابی در ماشینکاری، ماشینکاری که با **HSS ۲۶ دقیقه** و با ابزار آلیاژی ۱۵ دقیقه طول می کشید با **کاربید سماتنه ۶ دقیقه** زمان می برد.
- دهه ۱۹۵۰ میلادی: ساخت **اینسرت‌های سرامیکی**
- دهه ۱۹۶۰: معرفی **اینسرت‌ها و حذف** قطعات **کاربیدی لحیم کاری** شده بروی بدنه ابزار، همچنین معرفی **سرمتها**

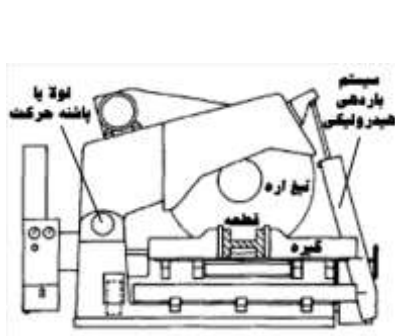
اگر ماشینکاری یک قطعه کار در سال ۱۹۰۰، صد دقیقه طول می کشید در سال ۱۹۸۰ با ابزارهای **کاربید سماتنه** این زمان به **یک دقیقه** کاهش یافته بود. سرمتها که دهه ۶۰ پدیدار شدند تا دهه ۸۰ و ۹۰ منتظر ماندند تا شرایط و ماشینهای مناسبی جهت کاربرد آنها ساخته شود.

۳-۶) انواع ابزار ماشینکاری در ماشین سنگ

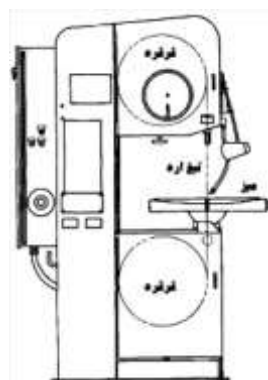
- مواد ساینده طبیعی
- مواد ساینده مصنوعی (اکسید آلومینیم-کاربید سیلیسیم-ابرساینده ها)

۷- بررسی ماشین ابزارهای 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:



۲- ماشین اره مدور

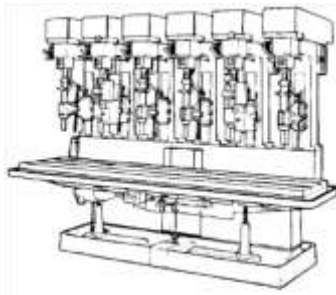


۲- ماشین اره نواری

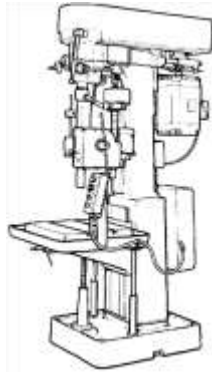


۱- ماشین اره کمان ای یا رفت و برگشتی

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



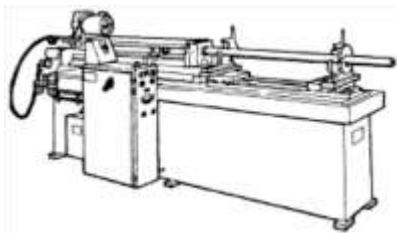
سبک



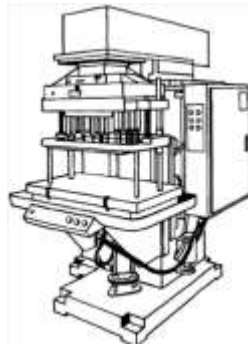
پرتابل (قابل حمل)



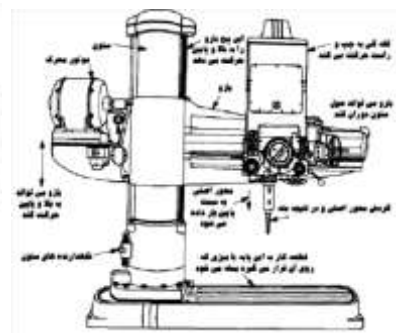
مته کاری سوراخ ریز



مته کاری عمیق



چند محور



شعاعی (رادبال)

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:

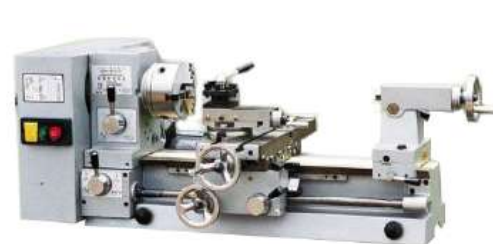
۱- ماشین تراش موتور دار که عمومی ترین ماشینهای تراش هستند و خود به انواع رومیزی، معمولی، ابزارسازی، تولیدی و مخصوص (مانند عمودی، پیشانی تراش) تقسیم می شود.



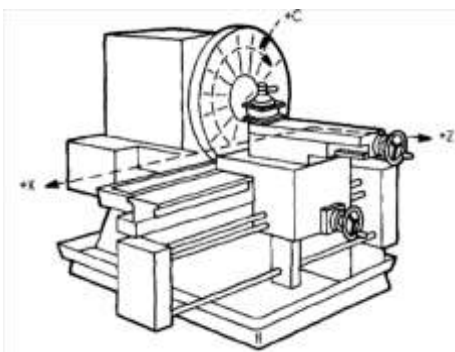
ابزارسازی



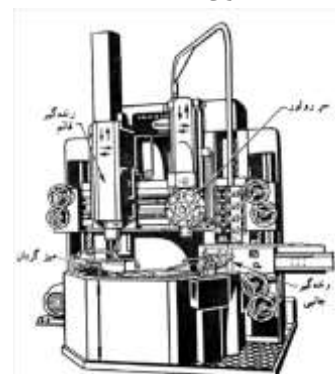
معمولی



رومیزی

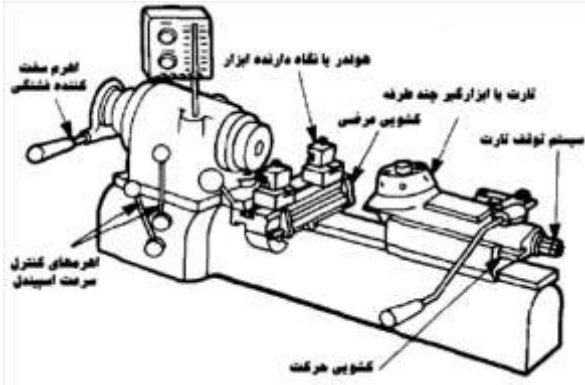


مخصوص (پیشانی تراش)

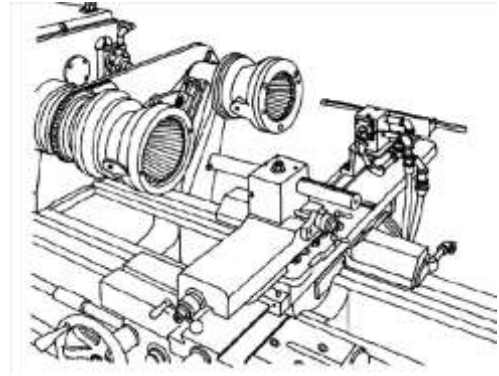


مخصوص (عمودی)

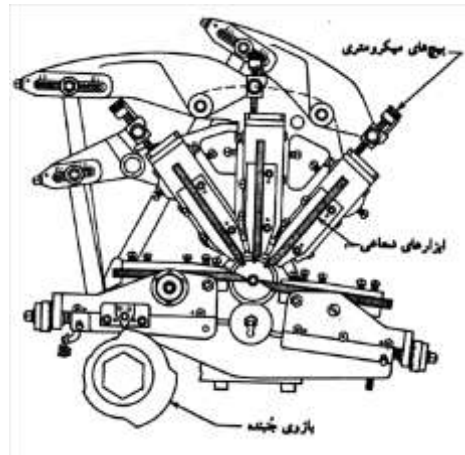
۳- ماشین تراش تارت دار (شکل زیر)



۲- ماشین تراش فرم (شکل زیر)



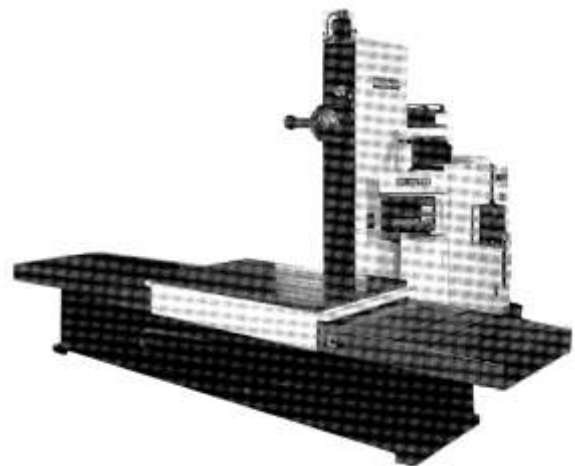
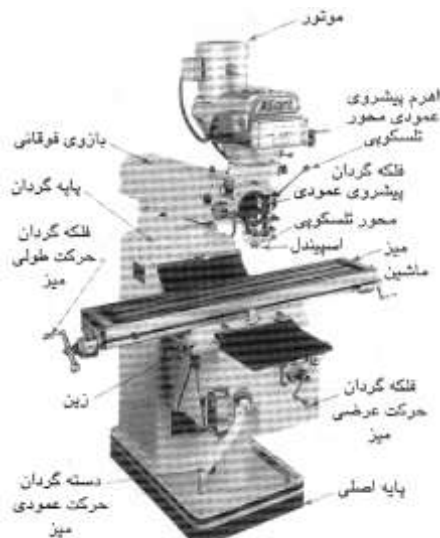
۴- ماشین تراش خودکار یا چندکاره (مانند شکل زیر): ماشین تراش پیچ ساز طرح سوئیسی و یا ماشینهای چند محور



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-زائویی (شکل زیر)



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

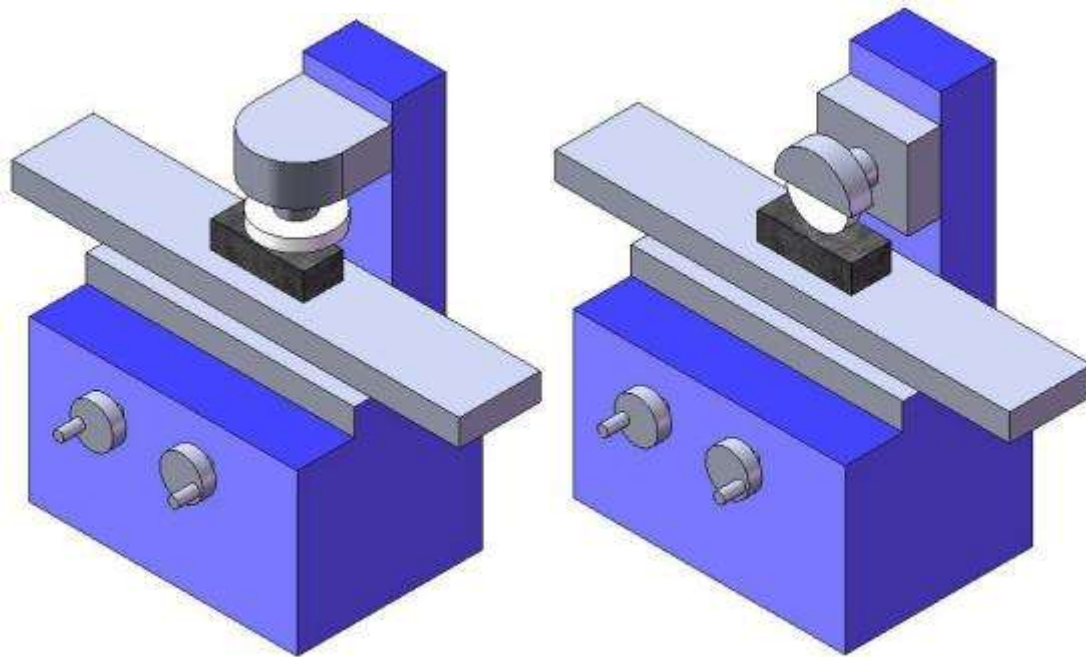
- ۵-۷) ماشین سنگ: یکی از انواع ماشین ابزار با براده برداری است که در آن ابزار حرکت دورانی و قطعه کار حرکت دورانی یا خطی دارد. انواع آن عبارتند از:
- ۱- تخت‌سایبی (اسپیندل افقی با میز رفت و برگشتی - اسپیندل افقی با میز گردان - اسپیندل عمودی با میز رفت و برگشتی - اسپیندل عمودی با میز گردان)
 - ۲- گردسایبی (ساده - یونیورسال - بدون مرغک - مداری)
 - ۳- ماشین سنگ تیز کردن ابزار (ابزار تیزکن)
- در فصل‌های بعد به بررسی انواع ماشین سنگ‌زنی، سنگ سنباده و روش سنگ‌زنی انواع قطعات می‌پردازیم.

۸- نکات ایمنی و فنی در عملیات سنگ‌زنی

- 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 سنگ‌زنی استفاده نکنید. اگر در انجام کاری ابهام دارید از سرپرست خود کمک بگیرید.
- ۲) پرتاب خرده فلزات و مواد ساییده شده در سنگ‌زنی عادی است لذا استفاه از عینک ایمنی توصیه می‌شود. **هرگز در مسیر حرکت سنگ سنباده** نایستید تا از پرتاب ذرات آن در امان باشید.
- ۳) قبل از شروع عملیات سنگ‌زنی 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 ماشین‌های سنگ‌زنی، **متلاشی شدن سنگ سنباده‌است**. 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:
- جابجایی و نگاه داری** سنگ سنباده به روش درست، بررسی سنگ‌های جدید و نو از 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 می‌گردد.
- ۶) در سنگ‌زنی **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 سنگ‌زنی 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 می‌شود.
- ۸) همواره از **پیشانی سنگ** برای سنگ‌زنی استفاده کنید. **هرگز سطح جانبی** سنگ را برای سنگ‌زنی 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 سایبی در هر مرحله ۰/۰۱ میلی‌متر** است.
- ۱۰) همواره از سنگ سنباده تمیز و تیز استفاده کنید.
- ۱۱) هنگام استفاده از گیره مغناطیسی مطمئن شوید که قطعه کار محکم شده‌است. 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 **روغنکاری** کنید. در صورتی که روغن یا مایع خنک‌کننده 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 اندازه‌گیری** قطعه کار یا انجام تنظیمات، **ماشین را متوقف** کنید.
- ۱۵) بروز اشکال، خرابی، شکستن سنگ و پیش آمدهایی از این گونه را حتماً به مدیر کارگاه اعلام کنید.

بخش اول

تخت‌سای



تخت سایی

۱- راه اندازی ماشین سنگ زنی تخت سایی

۱-۱) تعریف سنگ زنی

عموماً به تمام فرایندهای ماشینکاری که در آنها از ذرات ماده ساینده سخت به عنوان ابزار ماشینکاری 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 میکنیم یا در بعضی از مراحل تولیدش سنگ زده میشود 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 باهم و میلیون ها دانه را بطور مداوم استفاده می کند. سرعت براده برداری در سنگ زنی از چند میکرومتر تا چند سانتی متر متغیر است.

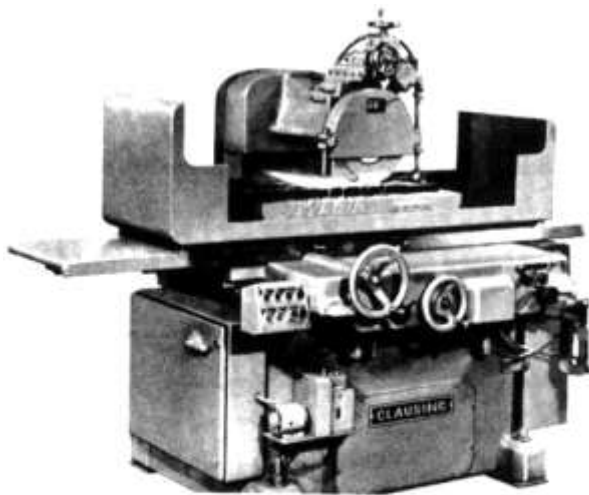
کاربرد دیگر سنگ زنی، ماشینکاری مواد بسیار سخت یا ترد است که به وسیله روش های دیگر قابل شکل دهی نیستند و ماشینکاری مواد غیر فلزی شکننده ای نظیر سرامیکها، کاربیدهای سماتته و شیشه تقریباً در انحصار سنگ زنی است.

۱-۲) انواع ماشین سنگ تخت سایی

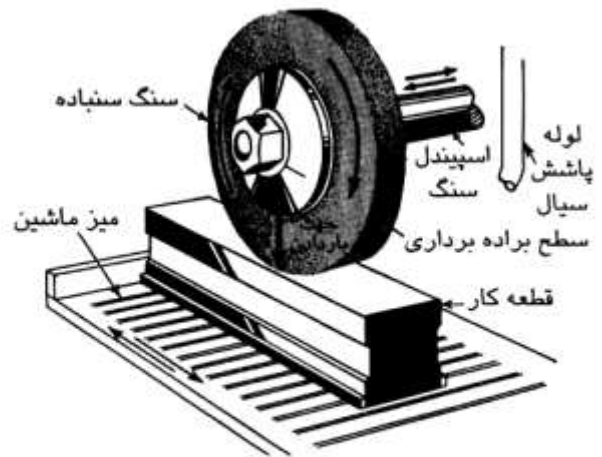
سنگ زنی سطوح تخت قطعات را تخت سایی می گویند. ماشینهای سنگ زنی تخت سایی به دو گروه اصلی اسپیندل افقی و اسپیندل عمودی تقسیم می گردند. هر کدام از این ماشینها نیز ممکن است دارای میز با حرکت رفت و برگشتی یا میز با حرکت دورانی باشند. پس انواع ماشین سنگ عبارتند از:

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

رایجترین نوع از ماشینهای سنگ زنی تخت سایی هستند و از آنها معمولاً در کارگاههای قالبسازی 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

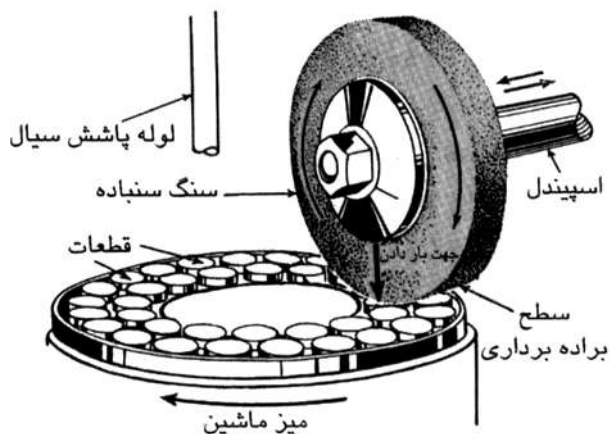


B. اصول سنگ زنی تخت

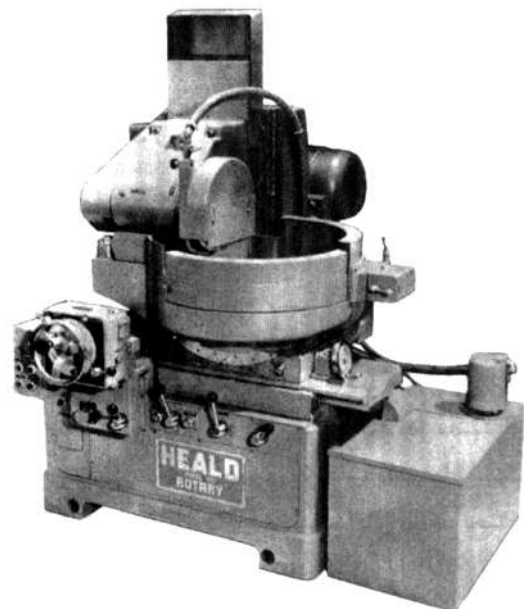
در ماشینهای سنگ تخت با اسپیندل افقی و با میز رفت و برگشتی، قطعه کار بر روی میز مغناطیسی نصب شده و از زیر سنگ سنباده عبور می‌کند.

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

این ماشین برای سنگ زنی تخت قطعات گرد بکار می‌رود. عملیات سنگ زنی در این نوع ماشین سریعتر از ماشین سنگ زنی تخت سایی 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 می‌شود.



B. اصول عملکرد

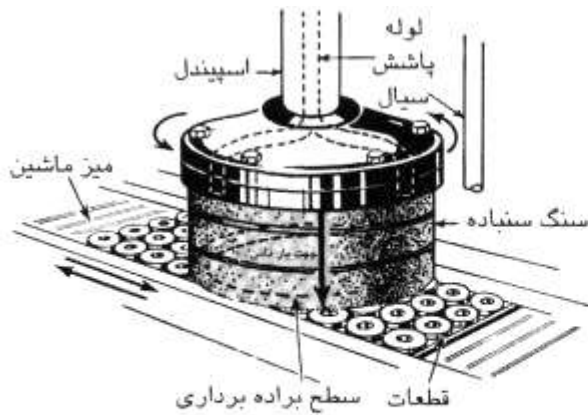


A. تصویر ماشین

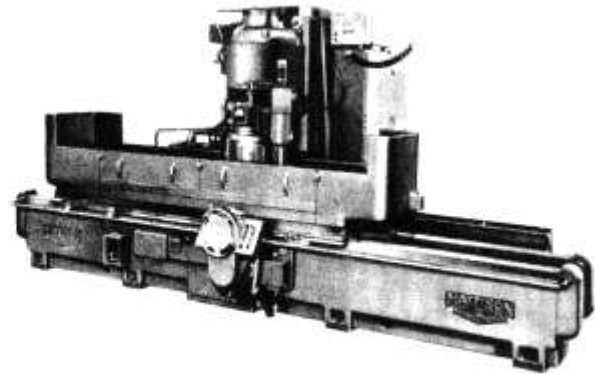
ماشین سنگ تخت با اسپیندل افقی و میز گردان. در این ماشین قطعات بر روی یک میز گردان چیده شده و از زیر سنگ سنباده عبور می‌کنند.

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 ماشینکاری 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 ماشین های دیگر سرعت و توان براده برداری بالایی دارد.



B. اصول عملکرد

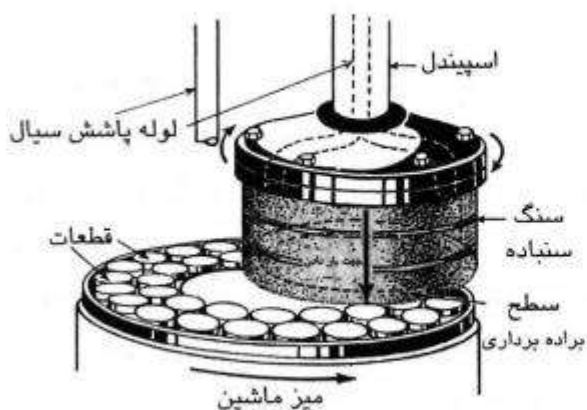


A. تصویر ماشین

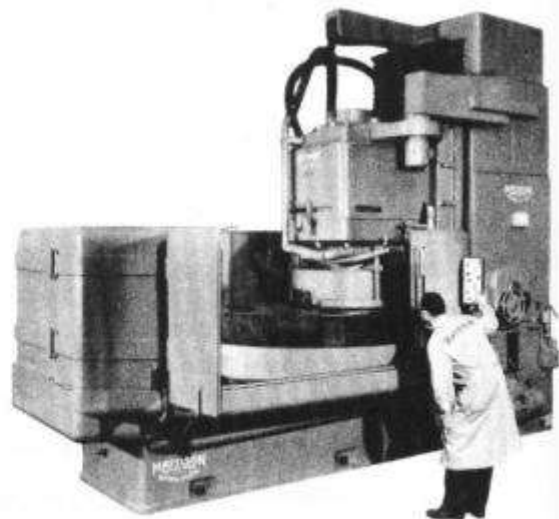
ماشین سنگ تخت با اسپیندل عمودی و میز رفت و برگشتی که برای عملیات سنگ زنی سنگین مناسب است.

۴- ماشین سنگ زنی تخت سایبی 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 ماشین های سنگ دقت کمتری دارد.



B. اصول عملکرد



A. تصویر ماشین

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 سای (با اسپیندل افقی و میز رفت و برگشتی)

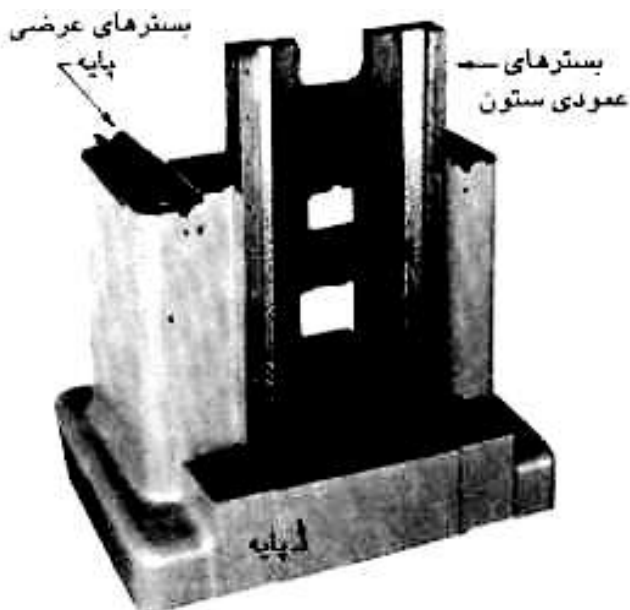
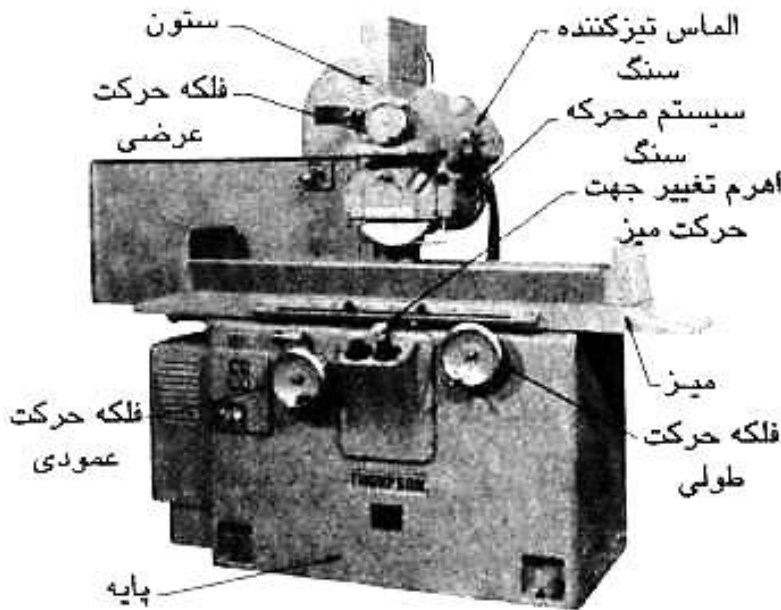
رایج ترین ماشین سنگ که برای سنگ زنی انواع سطوح تخت (کاملاً تخت، زاویه دار و فرم دار) به کار می رود، ماشین سنگ تخت با اسپیندل افقی و میز رفت و برگشتی است. این ماشین خیلی دقیق است و قطعات سنگ خورده توسط آن دارای ابعادی دقیق و سطوحی پرداخت خواهند بود. این نوع ماشین

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 سنباده انجام می شود. قطعه کار مستقیماً بروی میز مغناطیسی ماشین و یا بروی فیکسچرهای مناسب مهار شده و با حرکت رفت و برگشتی میز از زیر سنگ سنباده عبور می کند.

هر چند این نوع ماشینها در مدلهای مختلف ساخته می شود، 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 می شود و به عنوان نگهدارنده همه اجزای ماشین عمل می کند (شکل روبرو).

در مدل هایی که حرکات ماشین به صورت خودکار انجام می شود، یک سیستم تأمین قدرت هیدرولیک شامل پمپ، مخزن و دیگر ادوات کنترل نیز درون پایه نصب می شوند.

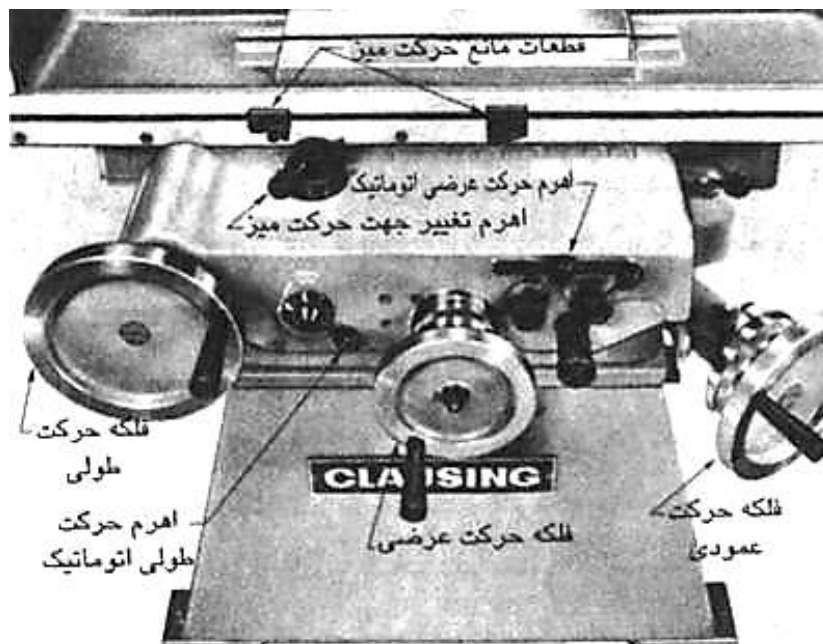


زین (Saddle) ماشین که میز بر روی آن قرار دارد، بروی بسترهای عرضی پایه که به دقت ماشینکاری

شده‌اند، می‌نشینند. بسترهای عرضی و عمودی گاهی اوقات با لایه ای 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 یکپارچه 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،

ماشینکاری می‌شوند. بر روی ستون، کله گی سنگ و اسپیندل نصب می‌شود. حرکت عمودی سنگ سنباده برای سنگ‌زنی تدریجی سطح قطعه‌کار نیز بر روی بسترهای ستون انجام می‌شود. زین یک



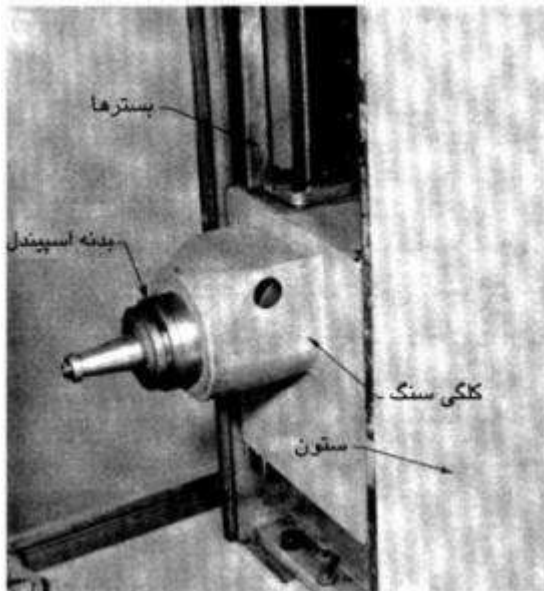
قطعه ریخته‌گری شده H-شکل است که بر روی بسترهای عرضی پایه نصب می‌گردد. در قسمت بالای زین نیز بسترهای ماشینکاری شده دقیق وجود دارد که میز ماشین بر روی آنها به صورت طولی به چپ و راست حرکت می‌کند. زین می‌تواند بر روی بسترهای عرضی پایه حرکت کرده و حرکت عرضی ماشین را به وجود آورد. با توجه به نوع ماشین،

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 قطعه‌کار 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 فربندی 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 ماشین های 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 ماشین های سنگ زنی، فلکه تنظیم حرکت عمودی مجهز به یک سیستم ورنیه دار با دقت 0.02 میلی متر می باشد.

۱-۴) 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 خنک‌کننده از اهمیت زیادی برخوردار هستند، زیرا عمر ابزار را افزایش داده پرداخت سطح قطعات تولیدی را بهبود می‌بخشند.

۱-۴-۱) وظایف سیال خنک‌کننده در سنگ‌زنی

مهمترین اثر مایع خنک‌کننده در عملیات سنگ‌زنی، کاهش اصطکاک و حرارت است. با استفاده از سیال خنک‌کننده، توان براده برداری افزایش یافته، کیفیت و دقت ابعادی قطعه‌کار بهبود می‌یابد. همچنین هزینه‌های سنگ‌زنی کاهش خواهد یافت. ایجاد حرارت زیاد به هنگام سنگ‌زنی می‌تواند به ریزساختار قطعه‌کار آسیب برساند و باعث سایش و خرابی زودرس قطعه‌کار شود.

در انتخاب نوع سیال خنک‌کننده باید به دو وظیفه برشی و غیر برشی آن جهت حصول بهترین نتیجه توجه داشت.

الف) وظایف برشی

یک سیال خنک‌کننده خوب باید دو وظیفه مهم زیر را به خوبی انجام دهد:
روانکاری: کاهش اصطکاک و بنابراین کاهش حرارت تولید شده در محل تماس سنگ و قطعه‌کار
خنک‌کاری: دور کردن حرارت ایجاد شده به هنگام سنگ‌زنی

در عملیات سنگ‌زنی، تقریباً یک سوم حرارت ایجاد شده به علت اصطکاک خارجی حاصل از لغزش براده‌ها بروی دانه‌های ساینده و دو سوم حرارت ایجاد شده به علت مقاومت اتمهای فلزی قطعه‌کار در برابر کنده شدن از سطح قطعه‌کار می‌باشد.

با روانکاری موثر محل تماس سنگ و قطعه‌کار، نتایج زیر حاصل می‌شود:

- ۱- حرارت حاصل از لغزش براده بر دانه‌های سنگ کاهش می‌یابد چون اصطکاک بین آنها کم می‌شود.
- ۲- زاویه برش افزایش و مسیر برش کاهش می‌یابد و در نتیجه، براده‌های نازکتری تولید می‌شود.
- ۳- تزاخم بین مولکولها کمتر می‌شود و بنابراین اصطکاک داخلی و حرارت ناشی از آن کاهش می‌یابد.

از طرف دیگر برای آن که سنگ سنباده خنک‌کاری 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 خنک‌کننده خوب، عمر سنگ سنباده افزایش می‌یابد و می‌توان سرعت برشی و پیشروی بزرگتری را به کار برد و در مجموع بهره‌وری فرایند را بهبود بخشید. انتخاب یک سیال سنگ‌زنی مناسب و به کارگیری صحیح آن دارای مزایای زیر است:

- ۱- کاهش هزینه سنگ: کاربرد خنک‌کننده سبب می‌شود 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 سنگ‌زنی، اصطکاک و حرارت را کاهش می‌دهند، می‌توان 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 می‌گردد. به این ترتیب هزینه نیروی انسانی به ازاء هر قطعه کار تولید شده کمتر خواهد بود.

۴- کاهش هزینه انرژی: استفاده از سیالات سنگ‌زنی، میزان اصطکاک تولید شده را کاهش می‌دهد. به همین دلیل انرژی مورد نیاز برای براده برداری نیز کمتر شده هزینه‌ها 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، می‌تواند براده‌های حاصل را به خوبی از محل دور کند. بنابراین از عبور مجدد این براده‌ها در منطقه تماس سنگ و قطعه کار جلوگیری می‌شود. عبور مجدد براده‌ها از روی سطح قطعه کار می‌تواند خراش‌های کوچکی بر روی سطح ایجاد کند.

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

ب) وظایف غیر برشی

وظایف غیر برشی یک سیال سنگ‌زنی خوب عبارت است از:

ایجاد مقاومت در برابر خوردگی، کنترل رشد باکتریها، مقاومت در برابر آتش‌گیری، پایداری شیمیایی، ویسکوزیته پایین و غیر سمی بودن

در صورتی که سیال سنگ‌زنی چنین ویژگی‌هایی 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 سنگ‌زنی 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 خنک‌کننده 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 لوله‌های سیستم گردش سیال را شستشو دهید.

۴- سطوح خارجی ماشین سنگ‌زنی را پاک کنید.

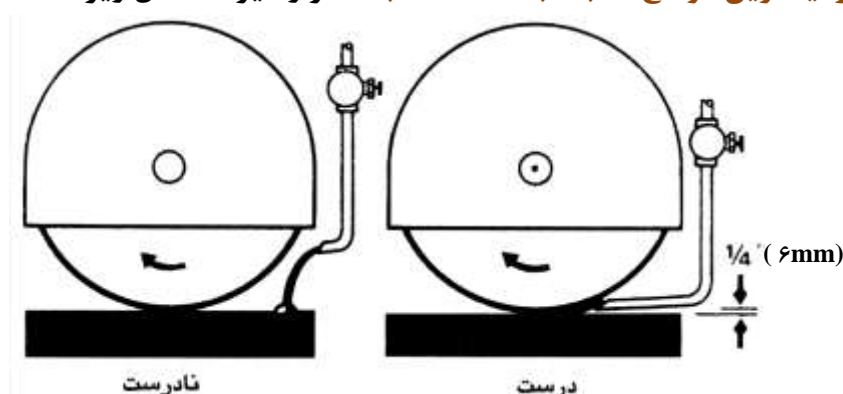
۵- محلول تمیز کننده را تخلیه کنید و سیستم را با آب آن قدر شستشو دهید تا کاملاً تمیز شود.

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

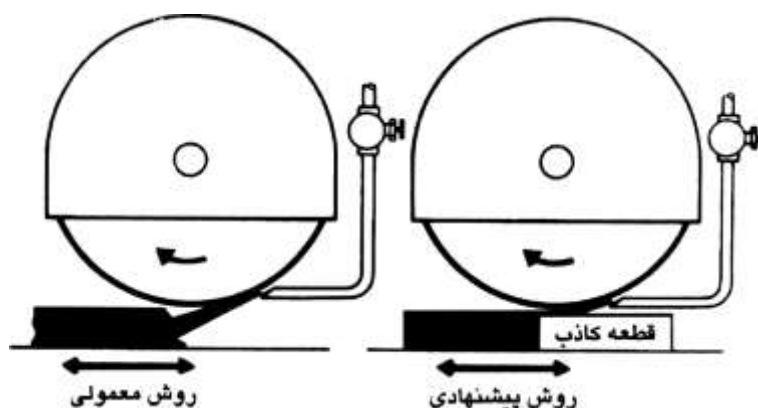
۳-۴-۱) روش های پاشش

همان طور که گفته شد برای اجرای موفق یک عملیات سنگ‌زنی، 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 رفته‌است. وقتی سیال به مقدار کافی و به درستی در ناحیه تماس جاری می‌شود، می‌تواند براده‌ها را از آن ناحیه دور و ناحیه تماس را روانکاری کند. در نتیجه حرارت ناشی از سنگ‌زنی کاهش می‌یابد.

نازل پاشش سیال باید در جهت گردش سنگ سنباده و به ارتفاع تقریبی ۶ میلی‌متر نسبت به سطح قطعه کار و در نزدیکترین موضع نسبت به سنگ سنباده 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 سنگ‌زنی تخت، بهتر است یک قطعه کاذب با ارتفاع کمی کوتاهتر از قطعه کار را در کنار قطعه (محل شروع درگیری سنگ با قطعه) قرار دهید. به این ترتیب سنگ سنباده همیشه با سیال در تماس است و هیچ وقت خشک کار نمی‌کند (شکل زیر).



در عملیات سنگ‌زنی داخلی، قطر سنگ سنباده نباید از سه چهارم قطر سوراخ بزرگتر باشد تا فضای کافی برای جریان سیال در داخل قطعه کار وجود داشته باشد.

در عملیات سنگ‌زنی **گردسایبی**، توصیه می‌شود از یک **نازل پهن** که بتواند **جریان کافی** از سیال را به ناحیه تماس برساند، استفاده شود.

در عملیات **سنگ‌زنی سنگین**، باید از سه **نازل پاشش تحت فشار** استفاده کرد. یک نازل در قسمتی که **سنگ با قطعه‌کار در تماس** است، یک نازل در قسمتی که **سنگ از قطعه‌کار جدا** می‌گردد و یک نازل در **قسمت بالای سنگ** قرار داده می‌شود.

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 کرده‌است 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 سنگ‌زنی** به بخشهای حساس ماشین می‌گردد 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 نموده‌است خودداری گردد.

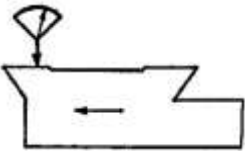
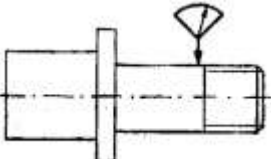
۶-**سرعتهای سنگ‌زنی** مطابق با آنچه سازنده در کتاب کار با دستگاه ذکر کرده‌است انتخاب گردد.

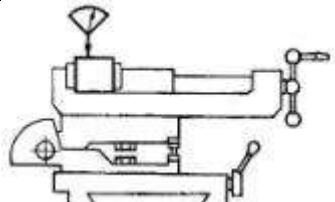
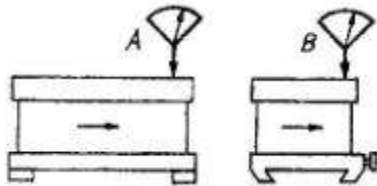
۷-هرگز بیش از حد به **محور اصلی** دستگاه **فشار** وارد نکنید.

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

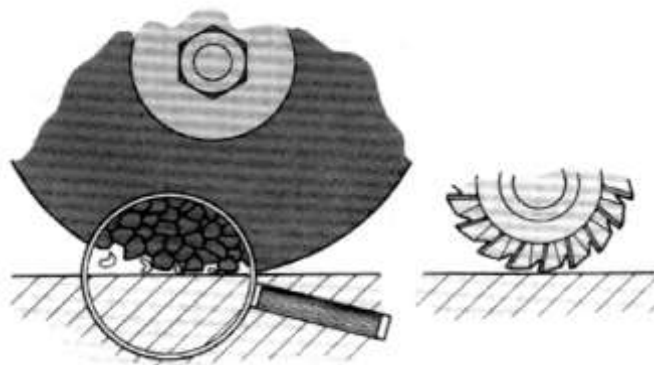
۹-**جهت دوران** سنگ را تنها پس از **توقف کامل** آن تغییر دهید.

۱۰-در دوره‌های معین به کمک **ساعت اندازه‌گیری** 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 توازی میز با حرکت عرضی آن		۰/۰۱ میلی‌متر در ۱۰۰ میلی‌متر
هم‌مرکزی محور سنگ		۰/۰۳ میلی‌متر

<p>۰/۰۲ میلی‌متر در ۱۰۰ میلی‌متر</p>		<p>توازی قطعه دقیق بسته شده به گیره با میز</p>
<p>طولی: ۰/۰۲ میلی‌متر در ۲۰۰ میلی‌متر عرضی: ۰/۰۱ میلی‌متر در ۱۰۰ میلی‌متر</p>		<p>توازی سطح گیره مغناطیسی در دو جهت طولی و عرضی با میز</p>

۳- انتخاب سنگ سنباده



ابزار سنگ‌زنی که به آن چرخ سنگ‌زنی یا سنگ سنباده گفته می‌شود از ذرات سخت و تیز مواد ساینده ساخته و با چسبهای مخصوص به هم متصل شده‌است. برخلاف دیگر روشهای ماشینکاری، ذرات ساینده موجود در سنگ سنباده دارای لبه های برش متعددی می‌باشند که بسته به نوع سنگ هر یک از این ذرات براده کمی از قطعه کار جدا می‌کنند.

در شکل بالا لبه های برش سنگ با یک تیغ فرز مقایسه شده‌است. مواد ساینده به کار رفته در سنگهای سنباده به دو گروه طبیعی و مصنوعی تقسیم می‌شوند.

۳-۱) مواد تشکیل دهنده سنگ سنباده

۳-۱-۱) مواد ساینده طبیعی

احتمالاً کوارتز به شکل ماسه آزاد، چخماق و ماسه سنگ، تنها مواد ساینده ای بوده‌اند که انسان ماقبل تاریخ می‌شناخته‌است. 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 شده‌است.

احتمالاً نارسنگ نیز به عنوان یک ماده ساینده شامل کانی های مختلف سیلیکات آلومینیم در عصر باستان شناخته شده‌است.

اعتقاد بر آن است که استخراج الماس در هند و بین سالهای ششصد تا هشتصد قبل از میلاد آغاز شده‌است و تا قرن نوزدهم هند منبع اصلی الماس بوده‌است. 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 پرداختکاری ظریف در ساعت سازی مورد استفاده قرار می‌گرفته‌است.

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 سنگ‌زنی می‌باشد. البته الماس طبیعی و کوراندومی که بعنوان ماده ساینده بکار می‌رفتند آنقدر شفاف، بی نقص و تمام عیار نبودند که به عنوان سنگ قیمتی مورد استفاده قرار گیرند. در آغاز قرن نوزدهم که اولین چرخهای سنگ‌زنی یکپارچه در هند برای سنگ‌زنی دستی جواهرات ساخته شدند از سنگ سنباده یا کوراندوم برای ساختن این چرخها استفاده گردید.

۳-۱-۲) مواد ساینده مصنوعی

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

۱- اکسید آلومینیم (الکترو کروند یا کوراندوم)

۲- کاربید سیلیسیم (کربوراندوم)

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 شده‌است. (واژه کربوراندوم (Carborundum) که هنوز گاهی بکار می‌رود مترادف کاربید سیلیسیم است).

مدت کوتاهی بعد و در سال ۱۸۹۷ اکسید آلومینیم مصنوعی یا کوراندوم (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 می‌شود. در نهایت ماده ای در ته کوره باقی می‌ماند که از سخت ترین مواد سنگ‌زنی محسوب می‌گردد و مقاومت زیادی دارد. حدوداً ۷۵ درصد سنگهای سنباده از اکسید آلومینیم ساخته می‌شود.

بسته به درجه خلوص، اکسید آلومینیم به ۵ گروه معمولی، نیمه ترد، سفید، خشن تراش و بسیار خشن تراش دسته بندی می‌گردد. با افزایش درجه خلوص اکسید آلومینیم سختی و شکنندگی آن زیاد می‌شود.

کاربید سیلیسیم نیز با حرارت دادن مخلوطی از ماسه سیلیسی و کک به همراه اندکی خاک ازه (جهت ایجاد تخلخل) و نمک طعام در کوره الکتریکی و در دمای حدوداً ۲۲۰۰ درجه سانتی گراد بدست می‌آید.

کاربید سیلیسیم به دو نوع معمولی یا سیاه و کاربید سیلیسیم سبز دسته بندی می‌شود. 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 می‌باشد.

مواد حاصل پس از خروج از کوره مورد بررسی قرار گرفته مواد خالص از ناخالص جدا می‌شوند. سپس آنها را به دستگاههای آسیاب هدایت می‌نمایند تا بر حسب نیاز به دانه‌هایی با ابعاد و اندازه‌های مشخص تبدیل گردند و به کمک الک، ذرات با دانه بندی یکسان جدا می‌شوند. ذرات بدست آمده با چسبهای مخصوص ترکیب شده، در قالبهای فرم‌دار ریخته می‌شوند و در نهایت با اعمال حرارت به قالبها، سنگ‌های سنباده یکپارچه ای حاصل می‌گردند.

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 سنگ‌زنی کاربیده‌های سمانته 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 سنگ‌زنی مواد مختلفی مانند کاربیده‌های سمانته، سرامیکها، فلزات، شیشه و کامپوزیت‌های تقویت شده با فیبر بکار میرود. اما علیرغم سختی زیادی که الماس دارد برای سنگ‌زنی اکثر فلزات آهنی مناسب نیست چرا که به علت پدیده گرافیتی شدن دچار فرسایش بیش از حدی می‌گردد.

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 سنگ‌زنی فلزات آهنی به صورت تجاری در دسترس قرارگرفت. CBN به عنوان دومین ماده بسیار سخت بعد از الماس شناخته شده‌است به طوری‌که امروزه فن آوری سنگ‌زنی به سمت استفاده موثرتر از این ماده پیش میرود.

۳-۱-۳) چسبها

دانه‌های ساینده با چسب (Bond) در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. انواع چسب عبارتند از:

۱- چسب شیشه ای (Vitrified bond) یا سرامیکی با علامت مشخصه V که در ۵۰ درصد سنگها بکار میرود. هنگام کند شدن سنگ، به راحتی شکسته می‌شود و تیز شدن سنگ را تسهیل می‌کند. تحت تأثیر اسید، آب، روغن یا تغییرات سریع دما قرار نمی‌گیرد و لذا در سنگ‌زنی خشک یا تر قابل استفاده‌است. سرعت کار سنگهای دارای این چسب حدود ۱۹۵۰ متر بر دقیقه‌است.

۲- چسب رزینی (Resinoid bond) با علامت مشخصه B: سنگها با این چسب کمتر گرم می‌شوند و سرعت و توان براده‌برداری بیشتری دارند. تقریباً یک سوم سنگهای سنباده دارای این چسب هستند. از

سنگهای با چسب رزینی در عملیات خشنکاری، برش و گاهی در پرداختکاری استفاده می‌گردد. سرعت کار سنگهای دارای این چسب حدود ۲۸۵۰ الی ۴۸۰۰ متر بر دقیقه‌است.

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 پرداختکاری مناسب هستند. سرعت کار سنگهای دارای این چسب حداکثر حدود ۴۸۰۰ متر بر دقیقه‌است. ده درصد کل سنگهای سنباده با این چسب تولید می‌شوند.

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

۵- چسب سیلیکات (Silicate bond) با علامت مشخصه S: دانه‌های ساینده براحتی از این چسب جدا می‌شوند بنابراین سنگهای دارای این چسب در شرایط بسیار خنک تر کار می‌کنند و حداکثر سرعت کار آنها حدود ۱۶۵۰ متر بر دقیقه‌است. کاربرد این چسب بسیار محدود است و برای جلوگیری از گرم شدن قطعه کار حین سنگزنی استفاده می‌گردد.

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

نکته:

برای تعیین مشخصات هر سنگ سنباده سیستم علامتگذاری استاندارد وجود دارد که توسط آن نوع ماده ساینده، اندازه دانه‌های ساینده، درجه سختی سنگ، میزان فشردگی یا تراکم دانه‌های ساینده و نوع چسب را به صورت یک کد بروی سنگ مشخص می‌نمایند. این کد از سمت چپ خوانده می‌شود. به عنوان مثال در انتهای جدول صفحه بعد، ابعاد و مشخصات یک سنگ مطابق استاندارد DIN آلمان داده شده‌است.

لازم به ذکر است که اندازه دانه ساینده (Grit)، تعداد شبکه غربال مورد استفاده جهت جداسازی دانه‌های ساینده در واحد طول است و درجه سختی (Grade)، نشان دهنده میزان استحکام چسب موجود در سنگ سنباده می‌باشد.

سنگ زنی					
مقایسه با (DIN 69 100 (7.88)					
مواد ابزار سنگ					
علامت	مواد ابزار سنگ	ترکیب شیمیایی	سختی طبق		محدوده کاربرد
			موس	کنوب	
SL	سنباده	$Al_2O_3 + SiO_2 + Fe_2O_3$	8	-	پوشش کاغذ های سنگ زنی ، ماشینکاری و پرداخت فولاد ، چدن ، چوب
A	الکتروکروند	Al_2O_3	≈ 9	1635... 2080	مواد چقرمه ، فولاد سخت نشده ، اتصالات جوشی ، فولاد سخت 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 مواد سخت 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
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
خیلی ظریف	230 240 280 320 360 400 500		متوسط		L M N O
	600 800 1000 1200		سخت		P Q R S
دانه بندی الماس (D) و نیتريد بر (B) به μm : از (ظریف) 46 (B) تا (درشت) 1181 (D)			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 دزین 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		
		مشخصه دیسک سنگ زنی تخت DIN 69 120 ، فرم حاشیه A ، قطر خارجی $D = 300 \text{ mm}$ ، پهنا $H = 127 \text{ mm}$ ، سوراخ $T = 20 \text{ mm}$ ، مواد سنگ زنی الکتروکروند (A) ، دانه بندی 60 ، درجه سختی K ، ساختار 5 ، چسب سرامیکی (V) ، حداکثر سرعت محیطی 50 m/s			
DIN 69 120 - 1 A - 300×20×127 - A 60 L - 5 V - 50 دیسک سنگ زنی					

۲-۳) عوامل مؤثر در انتخاب سنگ سنباده

عوامل زیر در انتخاب سنگ سنباده دخالت دارند:

۱- جنس قطعه کار و سختی آن

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

۲- نوع عملیات سنگ‌زنی

برای خشنکاری و سنگ‌زنی سریع از سنگهای زبر و برای پرداخت از سنگ‌های نرم استفاده می شود. برای خشن تراشی از چسبهای رزینی و برای کارهای دقیق از چسبهای شیشه ای استفاده می گردد.

۳- انجام عملیات سنگ‌زنی با یا بدون مواد خنک کننده

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

۴- سرعت سنگ‌زنی

با توجه به اینکه 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 سنگ‌زنی

مشخصات زیر بر این عامل تأثیرگذارند:

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

۶- شدت سنگ‌زنی

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

۷- توان ماشین سنگ‌زنی

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

۸- شکل سنگ سنباده

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

توجه:

در جدول صفحه بعد برای شرایط مختلف سنگ‌زنی 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							
		350 تا		450 تا 350		600 تا 450			
		دانه بندی	سختی	دانه بندی	سختی	دانه بندی	سختی	دانه بندی	سختی
فولاد سخت نشده	A	60	L...M	50	L...M	46	L...M	46	L...M
فولاد سخت شده	A		K...L		K...L		K...L		K...L
فولاد تدبیر سخت شده	A		H...J		H...J		H...J		H...J
فلز سخت	C	80	H	60	H	-	-	-	-
چدن	A, C	60	J	50	J	46	J	46	J
سنگ زنی محوری داخلی									
جنس قطعه کار	مواد ابزار-سنگ	قطر دیسک سنگ زنی به mm							
		16 تا		از 36 تا 16		از 80 تا 36		از 125 تا 80	
		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						قطاعی	
		200 تا		200 تا		از 200 تا 350			
		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 تدبیر 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	مواد ابزار-سنگ	فولاد ابزاری		فولاد تدبیر		فلز سخت			
		دانه بندی	سختی	دانه بندی	سختی	دانه بندی	سختی	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							
		200 تا				از 200 تا 400			
		$v_c = 30 \text{ m/s}$		$v_c = 45 \text{ m/s}$		$v_c = 30 \text{ m/s}$		$v_c = 45 \text{ m/s}$	
فولاد و فولاد ریختگی	A	دانه بندی	سختی	دانه بندی	سختی	دانه بندی	سختی	دانه بندی	سختی
دورهای جوشکاری	A	20	Q	16	R	20	Q	16	R
چدن (GG)، آلیاژهای CuZn-	C	24	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 ماشین‌های سنگ‌زنی، لازم است سنگ‌های سنباده را به شکل‌ها و ابعاد مختلفی تولید نمود. برای یکسان شدن سنگ‌های سنباده تولیدی توسط تولیدکنندگان مختلف باید برای شکل سنگ استاندارد خاصی در نظر گرفت. در این استاندارد شکل‌های مختلف سنگ با شماره‌های ۱ تا ۲۸ شماره بندی می‌شوند که فقط ۲۱ عدد از این شماره‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. بقیه شماره‌ها مربوط به شکل‌های خاص است که امروزه به ندرت از آنها استفاده می‌شود. در هر سنگ سنباده یا از سطح محیطی سنگ و یا از سطح کناری سنگ برای براده برداری استفاده می‌شود. سنگ سنباده‌استوانه‌ای ساده که نوع ۱ نیز نامیده می‌شود ساده‌ترین نوع سنگ سنباده‌است که سطح محیطی آن براده برداری می‌کند. در سنگ نوع ۶ که سنگ کاسه‌ای ساده‌است سطح کناری، براده برداری می‌کند. بقیه شکل‌های سنگ‌های سنباده در واقع فرم اصلاح شده‌این دو شکل اولیه محسوب می‌شود.



سنگ سنباده با سطح براده برداری جانبی (۶)

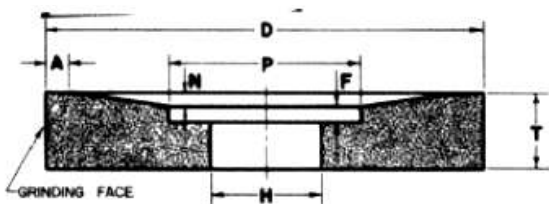


سنگ سنباده با سطح براده برداری محیطی (۱)

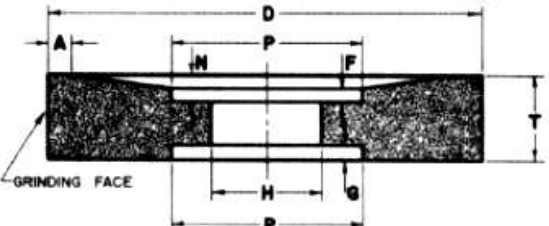
در سنگ‌های سنباده با سطح براده برداری محیطی، سطح محیطی سنگ عمل براده برداری را انجام می‌دهد. سنگ استوانه‌ای ساده نوع ۱، رایج‌ترین سنگ سنباده از این گروه‌است و می‌توان آنها را تقریباً در تمام انواع ماشین‌های سنگ‌زنی به کار برد. از جمله این ماشین‌ها می‌توان به ماشین سنگ تخت با اسپیندل افقی، ماشین سنگ سنترلس و ماشین سنگ گردسای اشاره نمود. ابعاد یک سنگ سنباده‌استوانه‌ای ساده را با قطر خارجی (D)، ضخامت (T) و قطر سوراخ (H) مشخص می‌کنند. در شکل صفحه بعد انواع رایج و استاندارد سنگ‌های سنباده با سطح براده برداری محیطی نشان داده شده‌اند. علامت فلش در این شکلها نشان دهنده سطح براده برداری سنگها می‌باشد.

با ایجاد تغییرات جزئی در سنگ سنباده‌استوانه‌ای ساده، انواع دیگری از این گروه‌ها ساخته می‌شوند. 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 شده‌اند. هدف از ایجاد فرورفتگی یا زاویه در طرفین این نوع سنگها

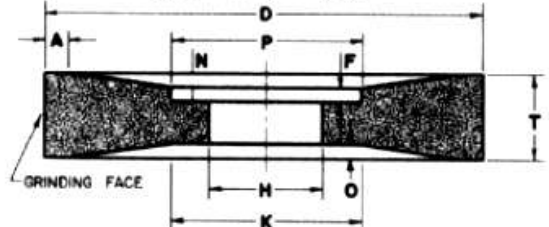
آن است که فلنج نگاهدارنده سنگ بر روی اسپیندل، بیرون از سنگ قرار نگیرد و بتوان شعاع مؤثر سنگ را در عملیات سنگ‌زنی افزایش داد.



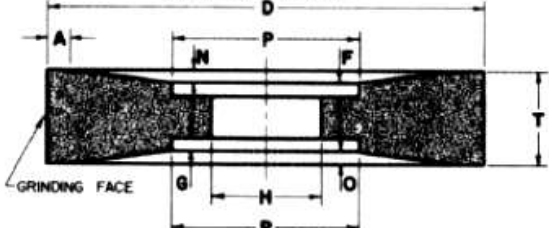
نوع 23 استوانه ای شیبدار و فرو رفته از یک طرف



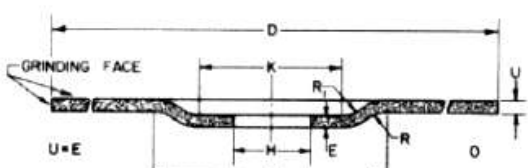
نوع 24 استوانه ای شیبدار و فرو رفته از یک طرف و فرو رفته از طرف دیگر



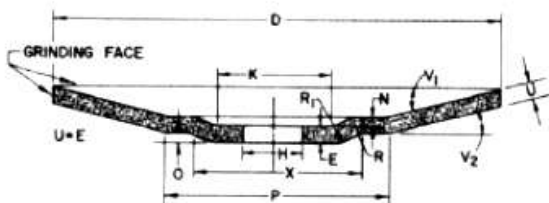
نوع 25 استوانه ای شیبدار و فرو رفته از یک طرف و شیبدار از طرف دیگر



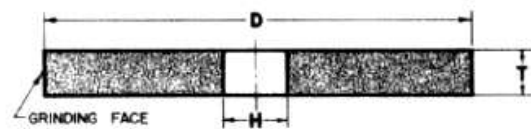
نوع 26 استوانه ای شیبدار و فرو رفته از دو طرف



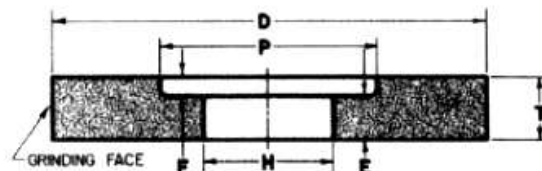
نوع 27 نازک فرو رفته در مرکز



نوع 28 نازک بشقابی فرو رفته در مرکز



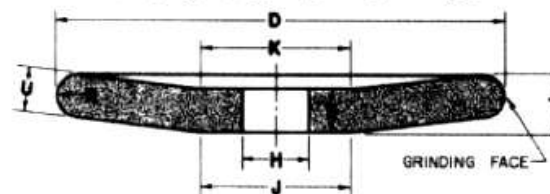
نوع 1 استوانه ای ساده



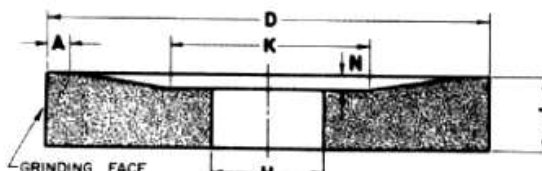
نوع 5 استوانه ای با فرورفتگی یک طرفه



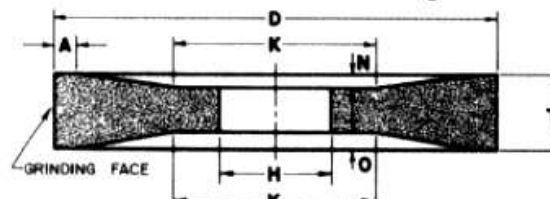
نوع 7 استوانه ای با فرو رفتگی دو طرفه



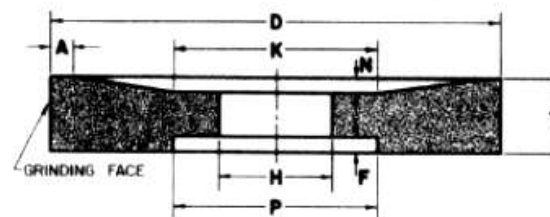
نوع 13 بشقابی



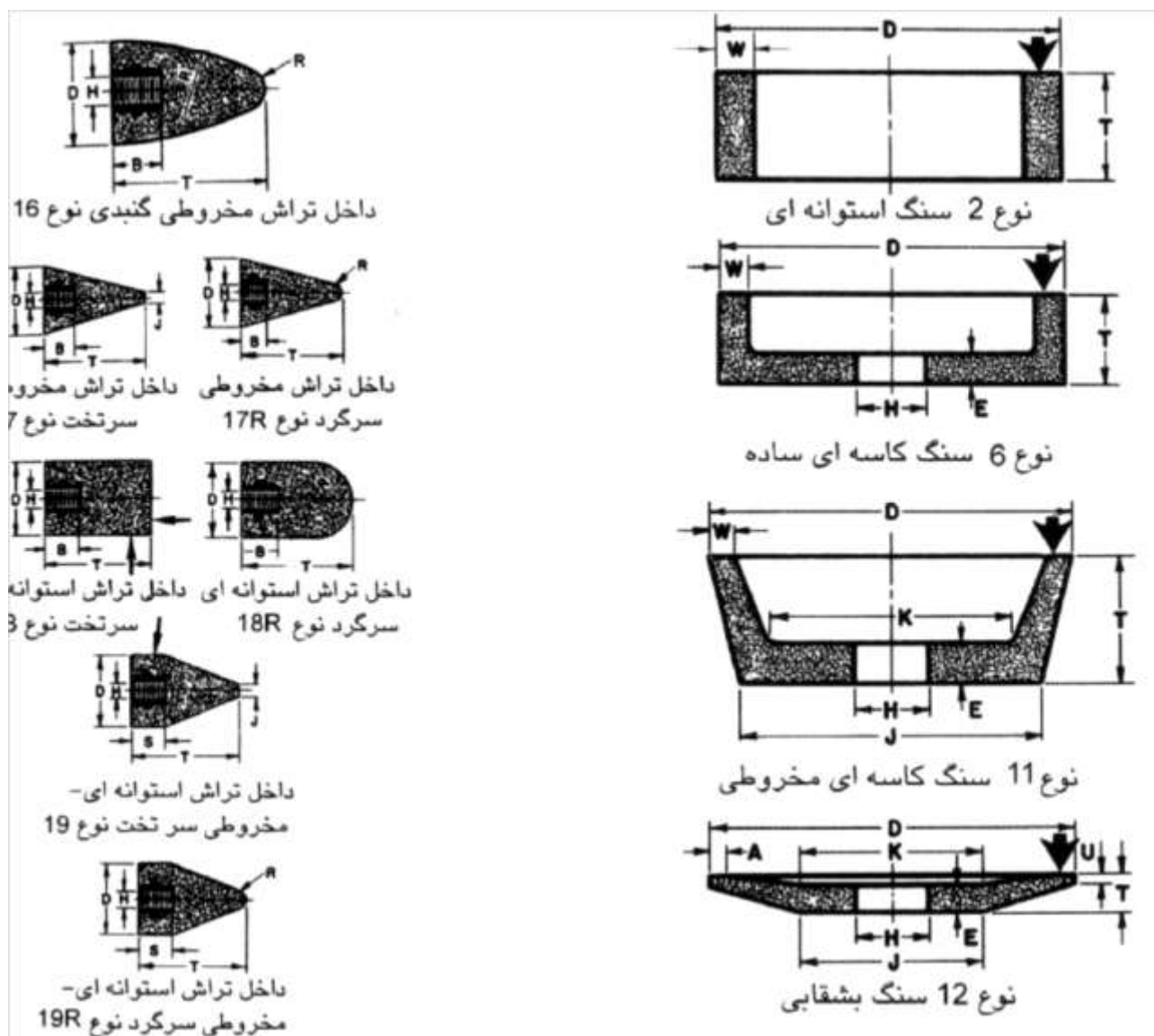
نوع 20 استوانه ای یک طرف شیبدار



نوع 21 استوانه ای دو طرف شیبدار



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



در سنگ‌های سنباده با سطح براده برداری کناری، سطح جانبی سنگ عمل براده برداری را انجام می‌دهد. سنگ کاسه ای نوع ۶ رایج ترین سنگ از این گروه است و در ماشین‌های سنگ‌زنی تخت با اسپیندل عمودی و بعضی ماشین‌های سنگ ابزار تیز کنی به کار می‌رود. چند نوع دیگر از این گروه سنگها عبارتند از:

سنگ استوانه ای نوع ۲ که غالباً در ماشین‌های سنگ تخت با اسپیندل عمودی (سنگ آسیایی) به کار می‌رود.

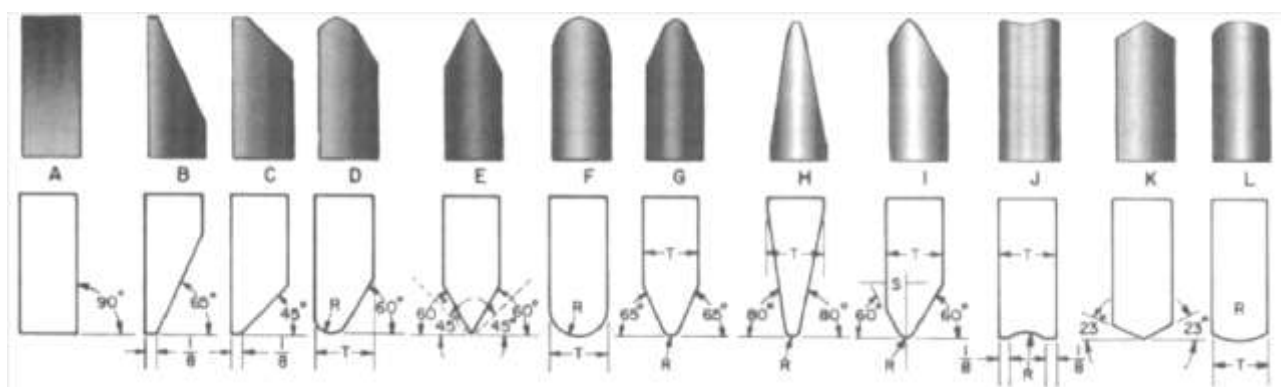
نوع ۱۱ سنگ کاسه ای مخروطی است که در بعضی ماشین‌های سنگ قابل حمل و ماشین‌های سنگ ابزار تیز کنی به کار می‌رود.

سنگ بشقابی نوع ۱۲ نوعی سنگ سنباده با سطح براده برداری کناری است که می‌تواند با سطح محیطی خود نیز براده برداری کند و معمولاً از آن برای تیز کردن ابزارهای برشی استفاده می‌شود.

سنگهای سنباده نوع ۱۶ تا ۱۹، فرم‌های استاندارد سنگهای سنباده 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 فرمهای 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 **سنباده استوانه 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 سنگهای سنباده 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 سنباده می توان از آن استفاده کرد.

انواع سنگهای سنباده و کاربرد آنها

نوع سنگ	TYPE	سنگ زنی گرسامی		سنگ زنی سخت		ابزار شیزکنی		ماشین سنگ بر		سنگ زنی		زائده بری	
		گرسامی مورب دار	سنگ زنی (گرسامی) بدون مورب	با اسپندال آلفا	با اسپندال عددی (آسیبی)	سنگ بوماری و رودنی	سنگ سنباده	ماشین سنگ بر	سنگ زنی	ماشین قابل حمل	پایه دار ثابت	پایه دار متحرک	
	TYPE 1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	TYPE 2			●	●	●	●						
	TYPE 3									●	●		
	TYPE 4					●				●	●		
	TYPE 5	●	●	●	●	●				●	●		
	TYPE 6			●	●	●			●	●			
	TYPE 7	●	●	●	●	●							
	TYPE 11			●	●	●			●	●			
	TYPE 12					●							
	TYPE 13					●		●					
	TYPE 16								●	●			
	TYPES 17 & 17R								●	●			
	TYPES 18 & 18R		●						●	●			
	TYPES 19 & 19R								●	●			
	TYPE 20	●	●										
	TYPE 21	●		●									
	TYPE 22	●		●									
	TYPE 24	●		●									
	TYPE 25	●		●									
	TYPE 27							●	●	●			
	نصب شده بر روی صفحه فلزی				●		●						
	سنگ میله ای		●				●		●	●			
	سنگ تکه ای			●	●								

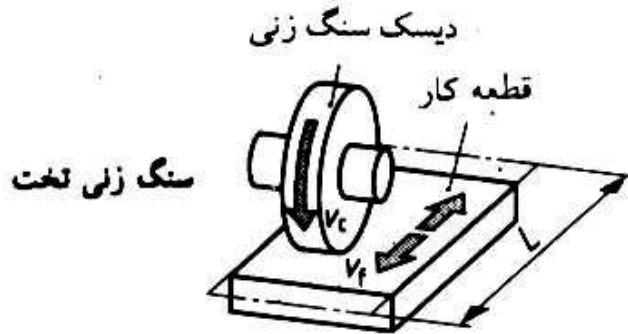
● بهترین کاربرد

● گاهی قابل استفاده

۴- انتخاب تعداد کورس و پیشروی میز در تخت‌سای

۴-۱) تعداد کورس

تعداد کورس (n_H) عبارت است از تعداد دفعات حرکت میز به چپ و راست در مدت یک دقیقه. تعداد کورس با سرعت پیشروی طولی نسبت مستقیم دارد بطوریکه با افزایش آن سرعت پیشروی طولی نیز افزایش می‌یابد.



۴-۲) پیشروی طولی

سرعت پیشروی طولی میز مسافتی است که میز در مدت یک دقیقه طی می‌کند:

$$V_f = L \cdot n_H$$

V_f = سرعت پیشروی طولی (متر بر دقیقه)

L = طول (کورس) پیشروی میز (متر)

n_H = تعداد کورس در دقیقه

علاوه بر اینکه 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 ماشینکاری نماید. مقدار پیشروی عرضی متناسب با عرض سنگ سنباده، جنس قطعه کار و پرداخت سطح مورد نیاز انتخاب می‌گردد. 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 می‌باشد و رابطه آن عبارت است از:

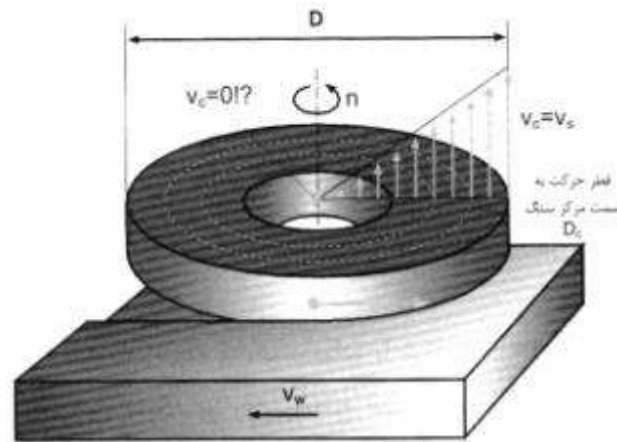
$$V_s = \frac{d \times n \times \pi}{1000 \times 60}$$

که در آن:

d قطر هر مقطع از سنگ بر حسب میلی‌متر

n سرعت دوران سنگ بر حسب دور بر دقیقه

واضح است که هر چه d افزایش یابد V_s نیز زیاد می‌شود. در محیط سنگ V_s بیشترین مقدار ممکن یعنی همان سرعت برش (V_c) است و مسافتی بر حسب متر می‌باشد که یک دانه از ماده ساینده سنگ در مدت یک ثانیه طی می‌کند.



در محاسبه بیشتر از V_c که بیشترین سرعت محیطی است استفاده می‌گردد. همانطور که قبلاً ذکر گردید سرعت محیطی مجاز هر سنگ سنباده توسط سازنده بروی آن حک می‌گردد و نباید از حد آن تجاوز نمود. فرمول سرعت محیطی سنگ عبارت است از:

$$V_C = \pi \cdot d_s \cdot n_s$$

V_C = سرعت محیطی (متر بر ثانیه)

d_s = قطر سنگ سنباده (متر)

n_s = تعداد دوران سنگ در ثانیه

از تقسیم سرعت محیطی سنگ بر سرعت پیشروی میز نسبت سرعت سنگ‌زنی (q) حاصل می‌گردد:

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

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			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 سنگ‌زنی بسیار کم انتخاب می‌شود و حدود آن بین ۰/۰۰۲۵ الی ۰/۰۳ میلی‌متر پیشنهاد می‌گردد. افزایش عمق برش باعث افزایش فشار به سنگ و افزایش حرارت می‌گردد و ممکن

است قطعه کار بسوزد یا کج شود. برای قطعات نازک عمق برش کم انتخاب می‌گردد. همچنین در سنگ‌زنی بدون ماده خنک‌کننده نیز باید عمق برش کمتر از سنگ‌زنی با ماده خنک‌کننده انتخاب شود.

۴-۵) مدت زمان اصلی انجام کار در سنگ‌زنی تخت

همانطور که در جدول زیر ملاحظه می‌گردد با معین بودن تعداد کورس، تعداد پاس سنگ‌زنی، عرض سنگ‌زنی و مقدار پیشروی عرضی در یک کورس می‌توان مدت زمان اصلی در تخت سایبی افقی با میز رفت و برگشتی را از رابطه زیر محاسبه نمود:

$$t_h = \frac{i}{n} \cdot \left(\frac{B}{f} + 1 \right)$$

مقادیر طول و عرض سنگ‌زنی بسته به اینکه سنگ‌زنی بدون پله یا با پله است متفاوت می‌باشد. مقادیر پیشروی عرضی در پرداختکاری و خشنکاری نیز متغیر است. به جدول زیر توجه نمایید.

مدت زمان اصلی در سنگ‌زنی 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_a	عرض خلاصی	a	عمق براده برداری ، عمق بار
B	عرض سنگ زنی		
f	پیش روی عرضی در یک کورس		
			مدت زمان اصلی
			تعداد کورس
			تعداد پاس سنگ زنی
			$8^{(1)}$ کورس کامل جهت پرداخت کامل
			$t_h = \frac{i}{n} \cdot \left(\frac{B}{f} + 1 \right)$
			$n = \frac{v_f}{L}$
			$i = \frac{t}{a} + 8^{(1)}$
$L = l + 2l_a$; 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 : $f = \frac{1}{4} bs \dots \frac{1}{2} bs$		در خشن کاری : $f = \frac{1}{2} bs \dots \frac{2}{3} bs$	

مثال: برای پرداختکاری ۰/۰۵ میلی‌متر از تمام سطح تسمه ای فولادی به طول ۱۰۰ میلی‌متر و عرض ۵۰ میلی‌متر با یک سنگ تخت به قطر ۱۰۰ و عرض ۸ میلی‌متر 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 ماشینکاری را محاسبه نمایید. طول خلاصی ۱۰ میلی‌متر و پیشروی عرضی نصف عرض سنگ است.

حل: با توجه به جدول صفحه ۳۷، V_c را ۳۰ متر بر ثانیه انتخاب می‌کنیم:

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

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

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

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

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

$$t_h = \frac{i}{n} \left(\frac{B}{f} + 1 \right) = \frac{13}{187.5} \left(\frac{47.3}{4} + 1 \right) = 0.8892 \text{ min}$$

۵- سوار کردن سنگ بروی محور دستگاه

برای اطمینان از ایمنی و بازدهی مطلوب یک عملیات سنگ‌زنی، لازم است در **جابجایی و نصب سنگ** سنبلاده بر روی ماشین سنگ‌زنی، با دقت عمل کرد. سهل‌انگاری در هر کدام از این کارها ممکن است باعث شکستگی سنگ، آسیب رسیدن به ماشین و قطعه‌کار و احتمالاً صدمه دیدن اپراتور ماشین و پرسنل دیگر شود.

قبل از نصب سنگ بر روی ماشین توصیه می‌شود که **سلامت ساختاری سنگ** را با انجام **آزمون ضربه و گوش کردن** به صدای آن مورد آزمایش قرار داد. سنگ‌های با چسب رزینی را باید دقیق‌تر بررسی کرد، زیرا به هنگام ضربه زدن صدای طنین دار ایجاد نمی‌کنند.

بوش داخل سنگ را نیز باید بررسی نمود که اولاً لقی نباشد و ثانیاً از دو طرف سنگ بیرون نیامده باشد. برای نصب سنگ سنبلاده بر روی ماشین‌های سنگ‌زنی از دو نوع اسپیندل استفاده می‌شود:

۱- اسپیندل با دنباله‌استوانه ای

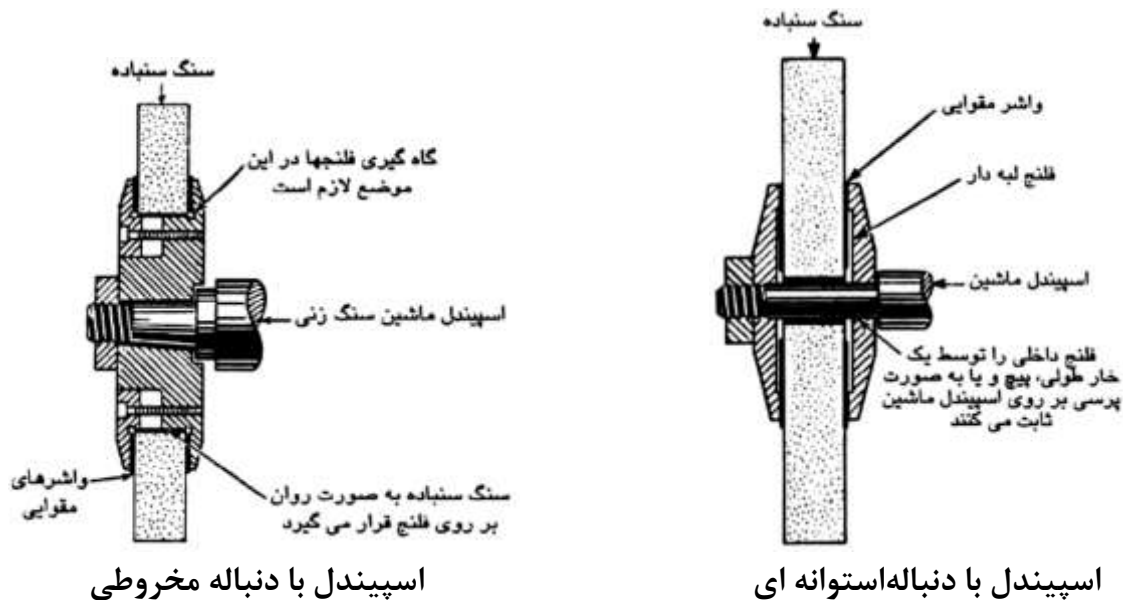
۲- اسپیندل با دنباله مخروطی

قسمت انتهایی اسپیندل با دنباله‌استوانه ای، باریکتر است و به صورت استوانه ای ساخته می‌شود. این قسمت باریک برای نصب در سنگ در نظر گرفته شده است. ابتدا **یک فلنج فولادی** بر روی این قسمت قرار داده می‌شود تا به پله های انتهایی اسپیندل برخورد کند. این فلنج به وسیله یک **خار یا بانطباق** بررسی بر روی دنباله‌استوانه ای ثابت می‌شود. سپس سنگ بر روی دنباله اسپیندل قرار می‌گیرد 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 سنبلاده بر روی اسپیندل نصب می گردد. سنگ های سنبلاده 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 سنبلاده باشد.

واشرهای مقوایی باید بین سنگ سنبلاده و فلنج ها قرار گیرند تا در اثر فشار مستقیم وارده از طرف فلنجهای 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 $0/63$ میلی متر باشد. قبل از نصب سنگ سنبلاده 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 سوراخدار یا از واشرهای پلاستیکی مخصوص استفاده گردد.



اسپیندل با دنباله مخروطی

اسپیندل با دنباله استوانه ای

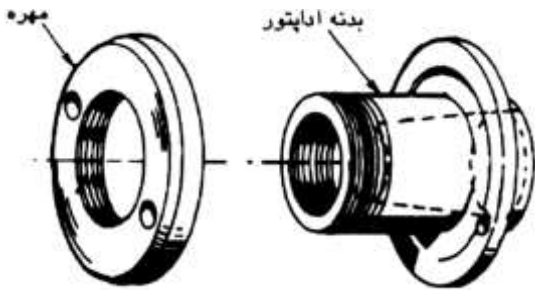
در اسپیندل های با دنباله مخروطی، قسمت انتهایی اسپیندل به صورت مخروطی ساخته شده است که بروی آن یک آداپتور با سوراخ مخروطی نصب می شود. آداپتور (دارای فلنج) با یک مهره به اسپیندل ثابت می گردد. برای نصب سنگ سنبلاده بروی این نوع اسپیندل باید ابتدا سنگ را بر روی آداپتور نصب کرد و سپس این مجموعه را بر روی اسپیندل قرار داد. معمولاً سنگ های سنبلاده با سوراخ بزرگ را به کمک این آداپتورها نصب می کنند. در بعضی از ماشین های سنگ زنی گردسایه 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 سنبلاده با ابعاد متنوع

- عملیات سنگ‌زنی با یا بدون سیال خنک‌کننده
- امکان عبور سیال خنک‌کننده از داخل سنگ سنباده

بروی ماشین‌های سنگ‌زنی تخت و ماشین‌های ابزار تیزکنی معمولاً از آداپتورهای استاندارد استفاده می‌شود. این آداپتورها برای عملیات سنگ‌زنی خشک و با سیال خنک‌کننده مناسب هستند. سطح رویی آداپتور به صورت استوانه‌ای و متناسب با سوراخ سنگ‌های سنباده ساخته شده‌است. یکی از فلنج‌های فولادی با بدنه آداپتور یکپارچه‌است. فلنج دیگر نیز به صورت رزوه دار ساخته شده‌است 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، در اثر چرخش به واشر مقوایی آسیب نرسد.



۵-۱) روش سوار کردن سنگ بروی محور

هر چند که عمده مراحل نصب سنگ سنباده روی اسپیندل ماشین‌های سنگ‌زنی یکسان است، تفاوت‌هایی نیز در این روشها برای اسپیندل‌های با دنباله‌استوانه‌ای و با دنباله مخروطی وجود دارد.

الف) اسپیندل‌های دنباله‌استوانه‌ای

- 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 می‌شود و ممکن است به هنگام کار، سنگ سنباده بشکند. به طور کلی می‌توان گفت که لقی قطری بین سنگ و اسپیندل باید حدود 0.12 میلی‌متر باشد.
- ۶- یک واشر مقوایی مرطوب دیگر را بر روی سنگ قرار دهید (اگر سنگ واشر مقوایی 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 عقربه‌های 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 نگاهدارید. 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 نگاهدارنده مغناطیسی (Magnetic Chuck) مهار می شوند. البته ممکن است در بعضی ماشین ها 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. اینگونه قطعات را باید با استفاده از بلوکه های فولادی که در طرفین قطعه کار قرار می گیرند، بر روی صفحه مغناطیسی مهار نمود.

۶-۱) تشریح میز مغناطیسی و قسمت های مختلف آن

دو نوع صفحه مغناطیسی وجود دارد:

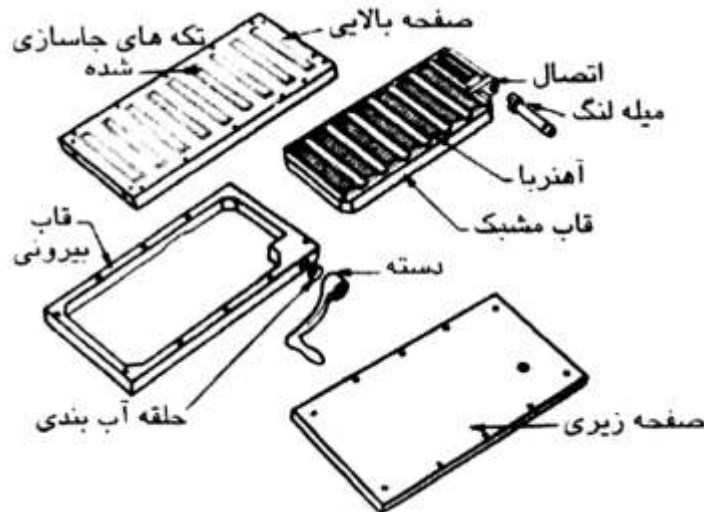
۱- صفحه مغناطیس دائم

۲- صفحه الکترومغناطیس

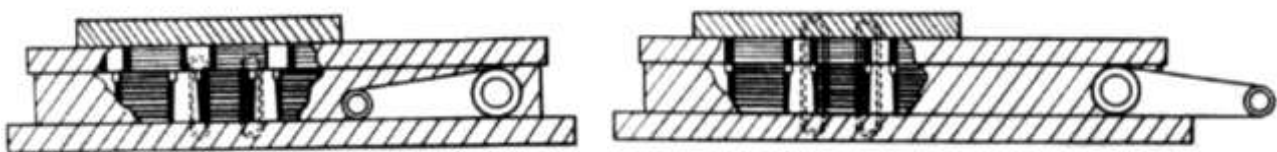
۱-۱-۶) صفحه مغناطیس دائم

در صفحات مغناطیس دائم، نیروی نگاهدارنده 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 شده‌اند. این کار سبب می‌شود که صفحه بالایی دوقطبی 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 می‌کند و می‌توان 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 می‌شود (شکل زیر سمت راست). با چرخاندن دسته، صفحه مشبک به صورت طولی جابجا شده، به طوری که تیغه های هادی آن و تکه های جاسازی شده صفحه بالایی با هم در یک راستا قرار می‌گیرند. خطوط میدان مغناطیس در این وضعیت از صفحه بالایی، تیغه های هادی و قطعه کار عبور کرده مدار خطوط مغناطیسی بسته می‌شود و می‌تواند قطعه کار را بر روی صفحه نگاه دارد. وقتی دسته به موقعیت قطع (Off) چرخانده می‌شود، صفحه مشبک به عقب بر می‌گردد و به این ترتیب تیغه های هادی و تکه های جاسازی شده از حالت هم‌راستایی خارج می‌شوند (شکل زیر سمت چپ). در موقعیت قطع، خطوط میدان وارد قطعه کار نمی‌شود بلکه از داخل صفحه بالایی مجدداً به پایین منحرف و مدار خطوط مغناطیسی بین دو صفحه کامل می‌شود. در این وضعیت می‌توان 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 می‌شود. صفحات نگاهدارنده الکترومغناطیسی در صنعت از صفحات مغناطیس دائم کاربرد بیشتری دارند. مزایای صفحات الکترومغناطیس عبارتند از:



۱- نیروی نگاهدارنده را با توجه به فرم و اندازه قطعه کار می‌توان تغییر

داد. این ویژگی مخصوصاً برای سنگ‌زنی قطعات نازک که تاب برداشته‌اند، مفید است زیرا برای نگاه داشتن اینگونه قطعات باید نیروی زیادی صرف گردد تا قطعه به خوبی محکم و از اعوجاج آن پس از سنگ‌زنی جلوگیری گردد.

۲- با تحریک یک کلید می‌توان صفحه را کاملاً از باقی مانده میدان مغناطیسی خنثی کرد و قطعه‌کار را به راحتی از صفحه جدا نمود.

۳- صفحات الکترومغناطیس را می‌توان در ابعاد بزرگتر تولید کرد.

البته صفحات الکترومغناطیس یک عیب بزرگ نیز دارند. اگر جریان برق قطع شود، قطعه‌کار 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 بستیهایی در کنار قطعه‌کار تعبیه می‌شود که از پرتاب شدن آن جلوگیری می‌کند.

۲-۶ صفحه نگاهدارنده سینوسی (Sine Chuck)

صفحه نگاهدارنده سینوسی (Sine Chuck) که در دو نوع الکترومغناطیسی و مغناطیس دائم عرضه می‌گردد، برای سنگ‌زنی قطعات تخت به صورت زاویه‌دار ساخته شده‌است. این صفحات در دو نوع ساده و مرکب تولید می‌گردد و توسط آنها می‌توان تنظیم زاویه ای ساده (در یک جهت) و ترکیبی (در دو جهت) را انجام داد. برای تنظیم این صفحات باید از بلوک های اندازه‌گیری استفاده نمود.



گیره سینوسی الکترومغناطیسی ترکیبی



گیره سینوسی الکترومغناطیسی ساده

۳-۶ نکات ایمنی و فنی صفحات مغناطیس

همه انواع صفحه مغناطیس را باید به دقت نگاهداری 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 قطعه‌کار بر روی صفحه مغناطیس، یک تکه کاغذ بر روی صفحه قرار دهید. به این وسیله می‌توان پس از پایان کار، قطعه‌کار 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 آنکه 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 هر گونه اعوجاج در قطعات آن پیشگیری 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 روغنکاری 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.

۴-۶ 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 ماشین‌های سنگ‌زنی تخت براده‌برداری می‌شوند، از نظر ابعاد خارجی به گونه‌ای هستند که می‌توان 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 پلیسه‌ها و گوشه‌های تیز را از سطح قطعه‌کار برطرف کنید.

۲- با استفاده از یک سنگ ظریف دستی، پلیسه‌ها و برآمدگی‌های صفحه مغناطیس را برطرف کنید.

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



۴- یک تکه کاغذ که سطح آن کمی بزرگتر از سطح قطعه‌کار باشد را بروی صفحه مغناطیس قرار دهید.

۵- قطعه‌کار را بر روی کاغذ به گونه‌ای قرار دهید که بیشترین تعداد تکه‌های جاسازی شده (نوارهای عرضی روی صفحه مغناطیس) در زیر آن قرار گیرد.

۶- اگر سطح زیر قطعه‌کار کاملاً تخت نبوده یا منحنی شکل باشد به طوری که وقتی بروی صفحه مغناطیس قرار می‌گیرد لق باشد، توصیه می‌شود قبل از وصل کردن صفحه مغناطیس، زیر قطعه‌کار را با ورق‌های مناسب پر کنید. در غیر این صورت، به هنگام وصل کردن صفحه مغناطیس سطوح قطعه‌کار به طرف پایین کشیده می‌شود و ظاهراً به صورت تخت قرار می‌گیرد اما پس از قطع کردن صفحه مغناطیس، قطعه‌کار مجدداً به فرم اولیه خود باز می‌گردد.

۷- وقتی از موقعیت قطعه‌کار بر روی صفحه مغناطیس مطمئن شدید، دسته را به حالت وصل بچرخانید.

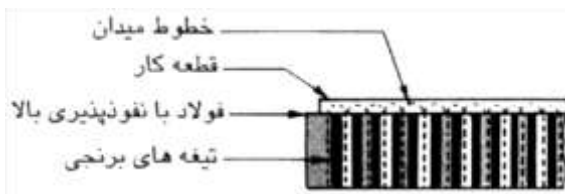
۸- قطعه‌کار را با دست جابجا کنید. قطعه‌کار نباید با نیروی دست تکان بخورد.

۲-۳-۶) قطعات نازک



توصیه می‌شود 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 می‌شوند. فواصل کوتاه تیغه‌های فلزی بر روی صفحه آداپتور باعث می‌شود تعداد زیادی خطوط مغناطیسی ضعیف تر از درون

قطعه‌کار عبور کنند. به این ترتیب نیروی کافی برای نگاهداشتن قطعات نازک تأمین خواهد شد بدون اینکه دچار اعوجاج شوند.



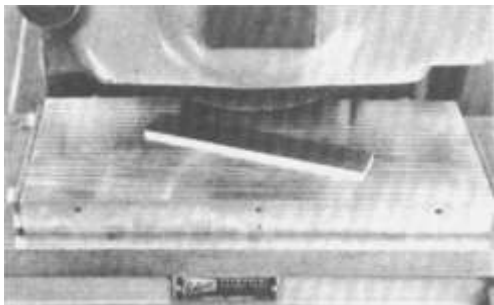
تعداد زیاد خطوط میدان در صورت استفاده از صفحه آداپتور



تعداد کم خطوط میدان در صورت 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 نگاهداشتن 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 نکند.

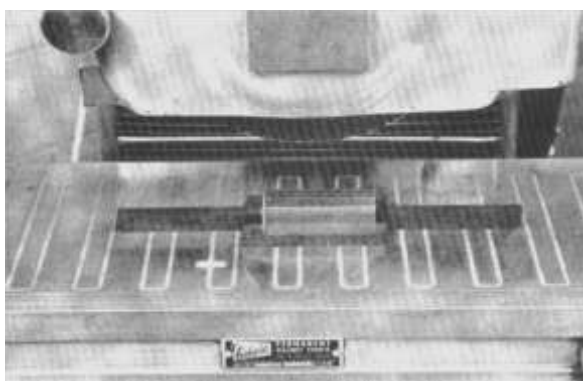
۸- دسته صفحه مغناطیس را در حالت وصل قرار دهید.

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 جابجا 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 اینکه نمی توان اینگونه 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 غیر مغناطیس را می توان داخل یک گیره یا فیکسچر مناسب بست و سپس فیکسچر را بروی صفحه مغناطیس قرار داد.
- ۲- بعضی از اینگونه 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.

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 قسمت‌های آن زخمی شده است، سطح صفحه را سنگ بزیند.

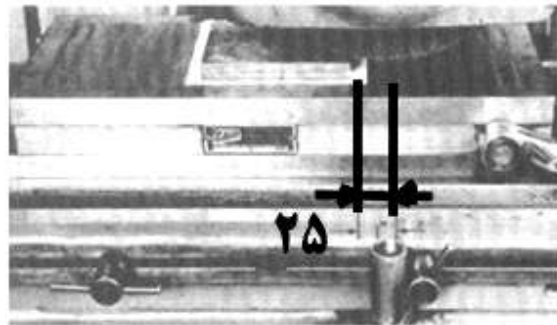
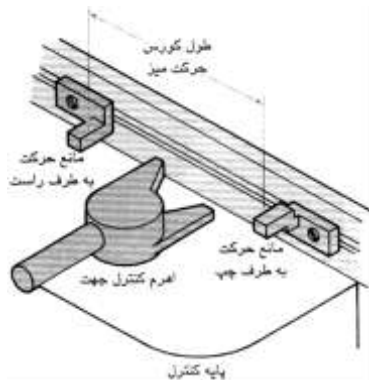
۴- سطح صفحه را از براده ها و دیگر آلودگیها پاک نمایید.

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.

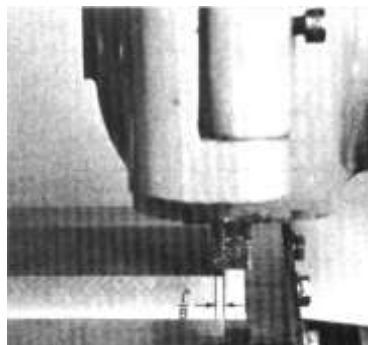
۷- محکم بودن قطعه بروی صفحه را با دست امتحان کنید.

۸- دو قطعه مانع مخصوص تغییر جهت حرکت میز ماشین را به گونه‌ای تنظیم نمایید که مرکز سنگ سنباده در حرکت رفت و برگشت، حدود ۲۵ میلی‌متر 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 سنگ‌زنی تخت، مقدار جابجایی عرضی سنگ در هر رفت و برگشت را 0.76 الی 1.27 میلی‌متر تنظیم می‌کنند.

۱۰- میز ماشین را با دست جابجا کنید تا جایی که حدود سه میلی‌متر 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 مماس شود. در این وضعیت، سنگ را به اندازه 0.12 میلیمتر بالاتر ببرید تا به هنگام جابجایی سنگ از روی قسمت‌های مختلف قطعه کار، برخوردی بین آنها به وجود نیاید. برای انجام این مرحله می‌توان 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. همزمان با حرکت رفت و برگشتی میز و حرکت عرضی سنگ سنباده، سنگ را آهسته پایین بیاورید تا با بلندترین نقطه قطعه کار مماس شود.

- ۱۲- در همین حالت سنگ را از روی تمام سطح قطعه کار عبور دهید تا نقاط بلند آن معلوم گردد.
- ۱۳- کله‌گی سنگ را به اندازه ۰/۰۵ الی ۰/۱۲ میلی‌متر 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 سنگ‌زنی ریخته شود تا اولاً سنگ سنباده تمیز بماند و ثانیاً قطعه کار خنک نگاه داشته شود.
- ۱۵- اهرم 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 می‌گردد.
- توجه: مرحله ۱۶ را باید قبل از بار دادن به سنگ سنباده انجام داد در غیر این صورت سطح براده‌برداری سنگ خراب خواهد شد.
- ۱۷- چند پاس خشن تراشی انجام دهید تا آثار به جا مانده از عملیات براده‌برداری قبلی از روی قطعه کار پاک شود و ابعاد قطعه کار نیز به ابعاد نهایی نزدیک گردد.
- ۱۸- سنگ سنباده را برای سنگ‌زنی 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 مماس کنید تا جرقه های کمی دیده شود و سپس به اندازه ۰/۰۱ تا ۰/۰۲ میلی‌متر به سنگ بار دهید. این عمق براده‌برداری برای سنگ‌زنی ظریف است.
- ۲۱- سرعت عرضی سنگ را برای سنگ‌زنی 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 سنگ‌زنی، 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.

کنترل کیفیت قطعه سنگ کاری شده

۱-۷ معرفی تلرانسهای هندسی

تلرانسهای هندسی به سه گروه تقسیم می‌شوند:

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

۲- تلرانسهای هندسی راستا (تعامل، توازی و ...)

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

همانطور که از نام تلرانسها مشخص است تلرانسهای فرم، درستی شکل و

فرم اجزای قطعه کار را بررسی می‌کنند. تلرانسهای راستا به بررسی جهت

و راستای اجزای قطعه کار اختصاص دارند و بالاخره تلرانسهای مکان،

موقعیت و وضعیت اجزای قطعه کار را تعیین می‌کنند.

۲-۷ 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 اندازه‌گیری

کل سطح مورد نظر پیمایش می‌شود. در هیچ حالتی نباید مقدار نشان

داده شده توسط ساعت از عدد تلرانس 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 می‌شود به جای بلوک از

پایه های پیچی در زیر قطعه کار استفاده شود تا کار قابل تراز کردن باشد.

۳-۷ روش کنترل توازی

با توجه به شکل روبرو، سطح مبنای A بروی صفحه صافی قرار می‌گیرد و

سطح توسط ساعت پیمایش می‌شود. کل تغییرات ساعت نباید از عدد

تلرانس هندسی بیشتر باشد.

۴-۷ کنترل پرداخت سطح

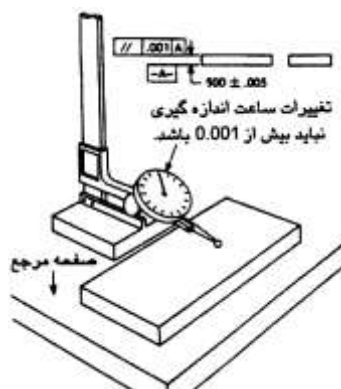
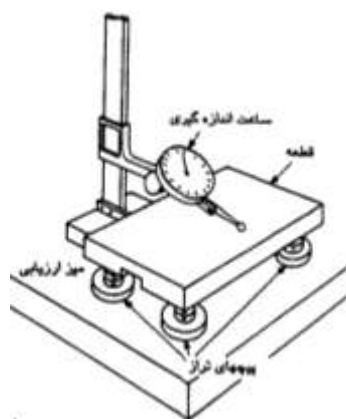
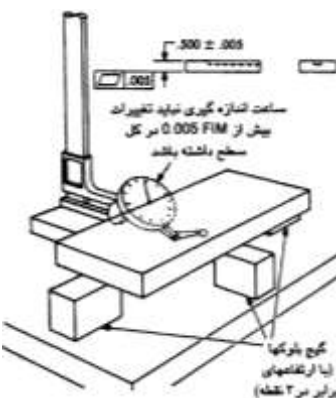
در سنگ‌زنی، عوامل زیر بر پرداخت سطح موثر هستند:

۱- نوع ماده‌ای که سنگ‌زنی می‌شود: سطح مواد نرم به خوبی سطح مواد سخت، پرداخت نمی‌شود.

۲- حجم براده‌برداری: در سنگ‌زنی خشن باید از سنگ‌های دانه درشت، سخت و متخلخل استفاده کرد

این نوع سنگ‌های سنباده نمی‌توانند سطح قطعه کار را پرداخت کنند.

۳- نوع سنگ: سنگ‌های ریزدانه و نرم، بهتر از سنگ‌های دانه درشت سطح را پرداخت می‌کنند.



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 تاقان های 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 پوششگر و یک تقویت کننده تشکیل می شود. در داخل پوششگر یک حس کننده ظریف (Stylus) از جنس الماس که شعاع نوک آن $0/01$ میلی متر است قرار دارد. این حس کننده بروی سطح قطعه کار تکیه می کند. با حرکت دادن پوششگر بر روی سطح قطعه کار توسط یک موتور، نوک حس کننده بر روی پستی و بلندیها جابجا و تکان های ریز آن به نوسانات الکتریکی تبدیل می گردد. این سیگنال های 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.

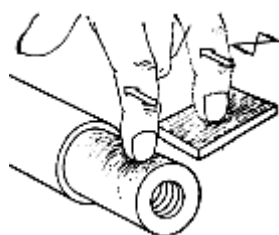
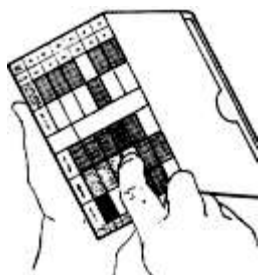
۲-۴-۸) میکروسکوپ تعیین زبری سطح



این میکروسکوپ ها، سطح قطعه کار را 125 تا 170 برابر بزرگ نمایی می کنند. این دستگاه از اصل فیزیکی امواج نوری برای اندازه گیری استفاده می کنند (شبه 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 $0/00025 \times 3$ یا $0/00075$ میلی متر ($0/75$ میکرومتر) می باشد.

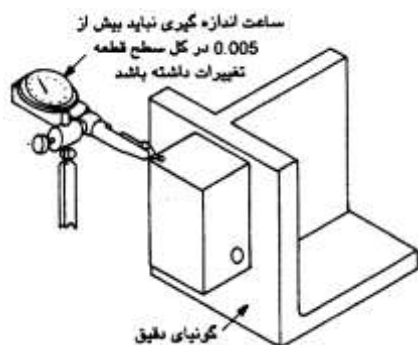
۳-۴-۸) شابلن زبری سطح



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 ماشینکاری تولید می گردد. با کشیدن ناخن بر روی سطح قطعه کار و بر

روی سطح شابلون، می‌توان 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 می‌توان این مقایسه را دقیق‌تر انجام داد.

۷-۵) کنترل تلرانس تعامد



به منظور ایجاد راستای صحیح قطعه مورد بررسی، سطح مبنا روی یک صفحه گونیایی قرار می‌گیرد و ساعت اندازه‌گیری روی سطح مورد نظر حرکت داده می‌شود. چنانچه در حرکت کامل ساعت روی سطح عددی بیشتر از عدد تلرانس قرائت نگردد، قطعه کار مورد قبول می‌باشد.

سنگ‌زنی 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 سنگ‌زنی باید به گونه‌ای براده‌برداری شده باشد که ابعاد کافی برای سنگ‌زنی کلیه سطوح وجود داشته باشد. با توجه به اینکه پرداخت سطح در قطعات فرزکاری یا صفحه تراشی شده متفاوت است، نمی‌توان یک مقدار دقیق و ثابت برای اضافه ابعاد قطعه کار برای انجام عملیات سنگ‌زنی تخت ارائه نمود. ولی تجربه نشان داده‌است که مقدار $0.25/0$ میلی‌متر به عنوان اضافه ابعاد برای هر یک از سطوح کافی خواهد بود. با سنگ‌زنی این مقدار می‌توان خطوط حاصل از مراحل ماشینکاری قبلی و هر گونه عدم دقت در توازی یا تعامد سطوح را رفع نمود.

معمولاً در ابتدا دو سطح بزرگ قطعه کار سنگ‌زنی می‌شود تا اولاً این دو سطح نسبت به هم موازی شوند و ثانیاً اندازه بین این دو سطح کامل گردد. از این دو سطح می‌توان به عنوان سطوح مبنا برای سنگ‌زنی بقیه سطوح استفاده کرد. یکی از سریع‌ترین و راحت‌ترین روش‌ها برای بستن قطعه کار بر روی صفحه ماشین و سنگ‌زنی سطوح جانبی آن، استفاده از پایه گونیا است. با این روش، تعامد سطوح جانبی نسبت به سطوح بزرگ قطعه کار، پس از سنگ‌زنی تضمین می‌گردد. روش بستن قطعه کار به پایه گونیا به شرح زیر می‌باشد:

۱- سطوح و لبه‌های قطعه کار را پلیسه‌گیری کنید.

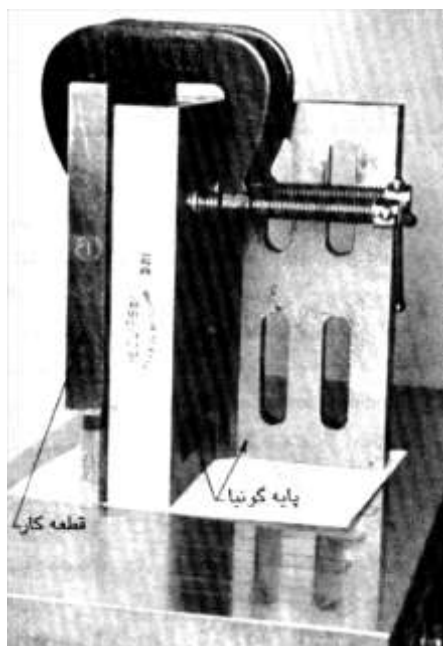
۲- صفحه مغناطیس و پایه گونیا را به خوبی پاک کنید.

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 لبه‌های 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 میلی‌متر از لبه‌های پایه گونیا بالاتر و جلوتر قرار گیرد ولی لبه سمت چپ قطعه کار از سطح کف پایه گونیا بیرون نزده باشد. اگر



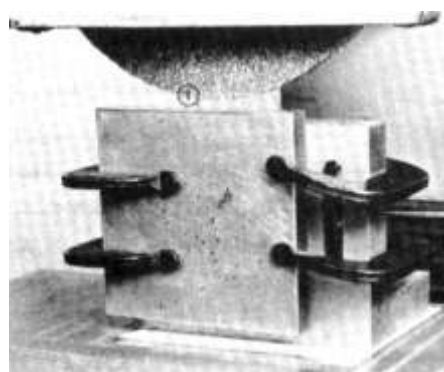
ارتفاع قطعه کار بلندتر از پایه گونیا نباشد باید از یک بلوکه فولادی دقیق که زیر قطعه کار قرار داده می شود، استفاده کرد.

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 جابجایی 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 مماس 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 مماس شده سنگ بر روی قطعه کار نیز وجود داشته باشد، کله گی سنگ را حدود ۰/۱۲ میلی متر بالاتر برید.

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 آنقدر 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 مبنا 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

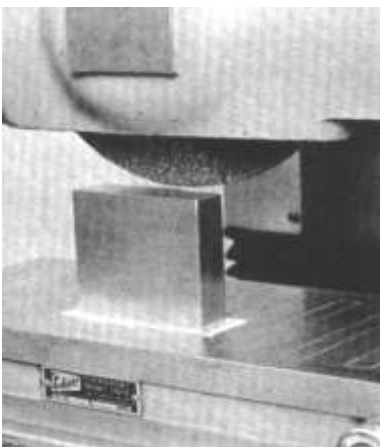
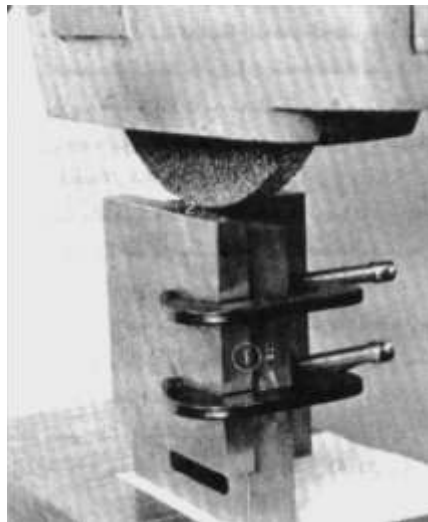
به اندازه کافی بلند باشد به طوری که طول قطعه حداقل سه تکه

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، بالا). 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 باشد، لازم است یک بلوک در زیر قطعه کار قرار داده شود.
- ۶- با یک دست قطعه کار و پایه گونیا را در کنار هم نگاهدارید 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.

سنگ زنی سطوح پله ای

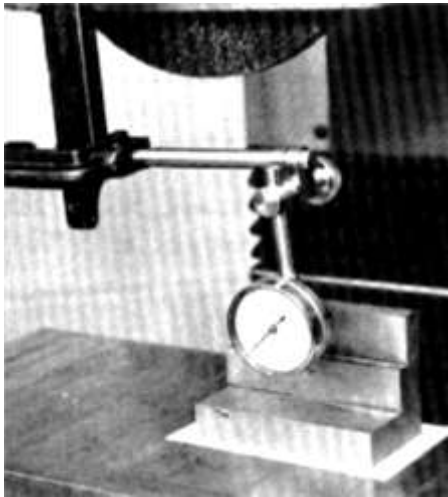
هر چند که سنگ زنی سطوح تخت عمودی (پله ای) به اندازه سنگ زنی سطوح تخت افقی رایج نیست ولی گاهی لازم است در یک قطعه، بدون تغییر وضعیت آن، یک سطح افقی و یک سطح عمودی را سنگ زنی کرد. سنگ زنی یک سطح عمودی تخت نیازمند تنظیم دقیق قطعه کار و دقت فراوان حین عملیات سنگ زنی است (شکل روبرو).



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 جابجا 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 ۱/۵ 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 جابجایی قطعه کار به هنگام سنگ زنی جلوگیری شود.

روش دیگر در تنظیم توازی 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 بالا).

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 ۰/۰۷ 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 آنقدر خشن تراشی کنید تا فقط ۰/۰۵ میلی متر برای سنگ زنی نهایی باقی بماند. در خشن تراشی می توانید در هر پاس حدود ۰/۰۱ میلی متر براده برداری کنید.

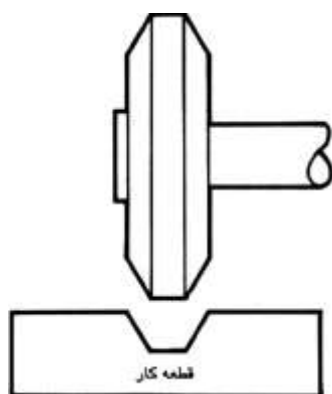
۱۲- در صورت نیاز، سطح سنگ را مجدداً تیز نمایید. برای این کار کافی است با استفاده از قلم تیزکننده دستی، بار مختصری از سطح سنگ بردارید.

۱۳- در سنگ زنی نهایی می توانید در هر پاس حدود ۰/۰۰۲ الی ۰/۰۰۷ 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.

۸- سنگ زنی سطوح شیاریها

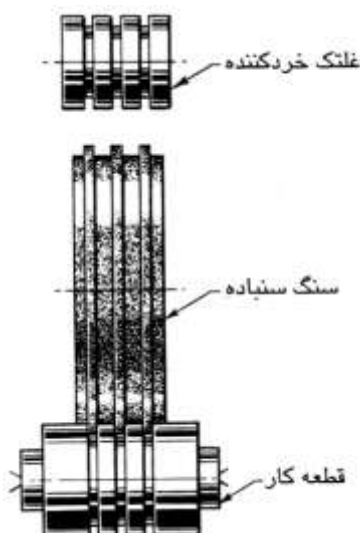
از ماشین های سنگ تخت می توان برای سنگ زنی سطوح تخت قطعات، طبق یک فرم دلخواه نیز استفاده کرد. برای این کار باید سطح براده برداری (پیرامون) سنگ سنباده را طبق فرم مورد نظر (البته معکوس فرم مورد نظر) تیز کرد (شکل روبرو).



وقتی سطوح فرم‌دار، زاویه‌دار، تخت و گرد بر روی سطح یک قطعه‌کار در کنار هم قرار گرفته باشند و یک فرم ترکیبی را ایجاد کرده باشند، از روش سنگ‌زنی فرم استفاده می‌شود.

با استفاده از تجهیزات فرم دهنده دقیق بر روی پایه الماس می‌توان فرم‌های پیچیده را با دقت بسیار خوب بر روی سطح پیرامونی سنگ سنباده ایجاد کرده و قطعه‌کار را به فرم مورد نظر سنگ زد.

ساده‌ترین روش تیز کردن سنگ به صورت فرم‌دار، استفاده از قلم‌های تیزکننده دستی است. البته قلم‌های دستی (از جنس بُرکارباید یا الماس) وقتی قابل استفاده هستند که فرم مورد نظر دقت زیادی نداشته باشد. از قلم‌های تیزکننده دستی می‌توان 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 فرم‌دار و یا از نوع خردکننده سنگ با غلتک فرم‌دار باشد.



سنگ‌هایی که تیز شده و به فرم مورد نظر درآمده‌است را می‌توان به دو روش برای سنگ‌زنی قطعات به کار برد:

✓ در یک روش، فقط با پیشروی تدریجی سنگ به طرف پایین، رفته رفته فرم مورد نظر کامل می‌گردد. وقتی سطح قطعه‌کار بزرگ باشد، معمولاً از این روش استفاده می‌شود.

✓ در روش دیگر، سنگ سنباده را ابتدا در یک طرف قطعه‌کار قرار داده تا عمق نهایی پایین می‌آورند. سپس با یک پاس عبور سنگ از روی قطعه‌کار، 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 میلی‌متر در دقیقه یا کمتر از زیر سنگ سنباده عبور دهد. سنگ‌زنی فرم قطعات تخت کوچک را می‌توان با این روش انجام داد.

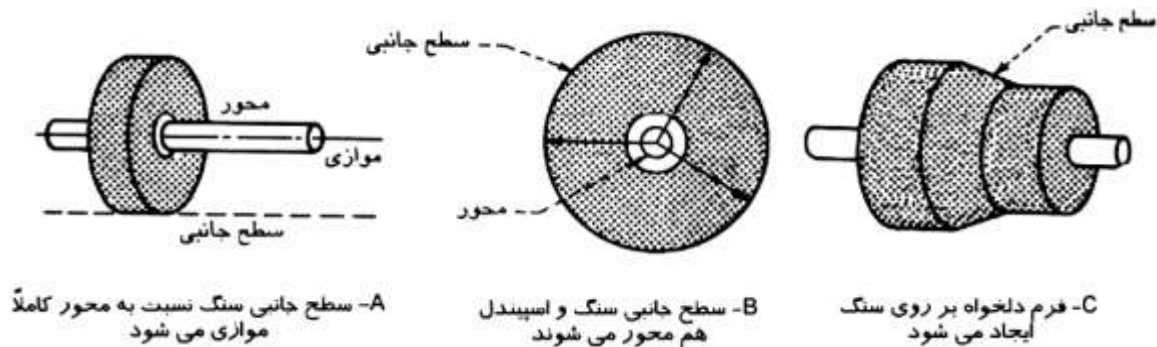
توجه:

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

انتخاب سنگ سنباده مناسب برای سنگ‌زنی یک ماده خاص و انتخاب نوع عملیات سنگ‌زنی، دو عامل مهم در اجرای یک عملیات سنگ‌زنی موفق هستند. برای اینکه 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.



کاربرد دور کردن (Truing) سنگ

در تیز کردن (Dressing)، سطح سنگ سنباده احیا می شود تا قدرت براده برداری آن بهتر شود. به هنگام سنگ زنی قطعات، لبه های تیز دانه های ساییده 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 گند شده و براده های چسبیده به سطح سنگ، تراشیده شده سطح سنگ سنباده احیا می گردد و لبه های تیز دانه های ساییده 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 کند 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 اینکه 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 میگردد و سرعت براده برداری افزایش می یابد.

در صورتی که عبور قلم الماس از روی سطح سنگ سنباده آهسته باشد، سطح بعضی از دانه‌های ساینده تخت شده سطح سنگ براق می‌شود. این نوع سنگ برای عملیات پرداخت کاری مناسب است ولی توان براده‌برداری سنگ در این حالت کم و دقت آن نیز پایین است. استفاده از این نوع سنگ باعث ارتعاش و ایجاد سوختگی سطحی قطعه‌کار نیز خواهد شد. روش‌های مختلفی برای تیز کردن سطح سنگ‌های سنباده وجود دارد که انتخاب آنها به دقت ابعادی و کیفیت سطح قطعه‌کار بستگی دارد.

انواع ابزارهای رایج برای تیز کردن سنگ عبارتند از:

قلم‌های الماس (Diamond Dresser)، قلم‌های تیز کننده سایشی (Abrasive Stick) و قلم‌های 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 قلم‌های تیز کننده الماس باید به نکات زیر توجه کرد:

۱- قلم‌های تیز کننده الماس گران قیمت هستند و باید با احتیاط

نگاهداری و حمل شوند.

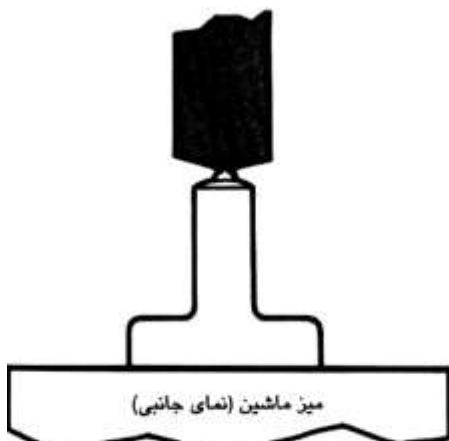
۲- قلم الماس را به هنگام تیز کردن سنگ سنباده باید با زاویه

۱۰ تا ۱۵ درجه نسبت به محور سنگ و در جهت گردش آن

تنظیم کرد. قلم الماس باید در راستای قطر سنگ اندکی به

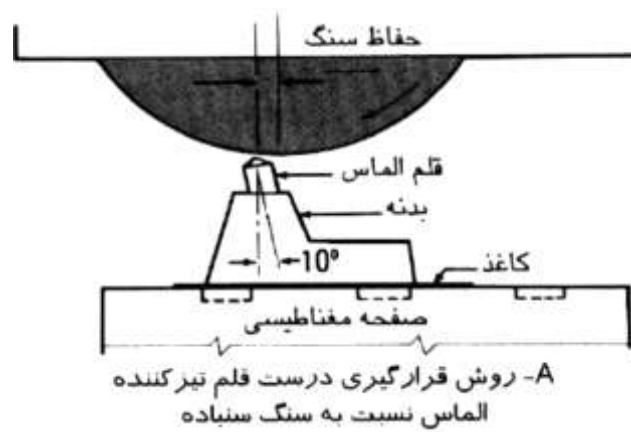
طرف چپ قرار گیرد به این ترتیب از فرورفتن نوک الماس در

سنگ جلوگیری شده و ارتعاش زیادی به وجود نمی‌آید.



میز ماشین (نمای جانبی)

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



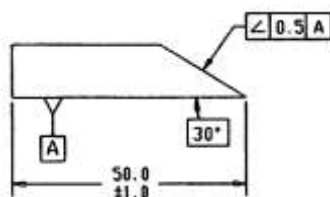
- ۳- هر از چند گاهی قلم الماس را در نشیمنگاه خود بچرخانید تا در عملیات پی در پی تیز کردن، یک طرف از قلم الماس تخت نشود.
- ۴- اندازه قلم الماس باید متناسب با اندازه سنگ انتخاب شود. مثلاً برای سنگ سنباده بزرگ نباید از یک قلم الماس کوچک استفاده شود و برعکس.
- ۵- در ابتدای عملیات تیز کردن مراقب باشید که نوک قلم الماس، ابتدا با بلندترین نقطه سنگ سنباده تماس پیدا کند. با توجه به اینکه در سنگ‌های سنباده‌استوانه‌ای، معمولاً گوشه‌های سنگ بیشتر ساییده می‌شوند، بلندترین قسمت سنگ باید در وسط آن باشد.
- ۶- سنگ سنباده را در شرایطی مشابه شرایط سنگ‌زنی تیز کنید. مثلاً اگر عملیات سنگ‌زنی با سیال خنک‌کننده انجام می‌شود به هنگام تیز کردن نیز بروی سنگ سیال خنک‌کننده بریزید.
- ۷- در هر پاس تیز کردن، عمق تراش سنگ باید حداکثر 0.1 میلی‌متر یا کمتر باشد. تیز کردن باید آن قدر تکرار شود تا سنگ به وضعیت مطلوب برسد.
- ۸- سرعت جابجایی قلم الماس از مقابل سنگ، برای سنگ‌زنی خشن باید متوسط و برای سنگ‌زنی ظریف باید آهسته باشد. اگر سرعت عبور الماس زیاد باشد، دانه‌های سنگ کاملاً تیز خواهد شد و اگر سرعت عبور الماس آهسته باشد دانه‌های سنگ تا حدودی تخت و سطح سنگ براق خواهد شد و توان براده‌برداری سنگ کاهش می‌یابد. چنین سنگ سنباده‌ای برای عملیات صیقل‌کاری و سنگ‌زنی ظریف مناسب است. هر چه سرعت عبور قلم الماس تندتر باشد، دانه‌های سنگ تیزتر و حفره‌های میان دانه‌ها بازتر می‌شود. چنین سنگ سنباده‌ای توان براده‌برداری بیشتری دارد اما نمی‌تواند سطح قطعه کار را به خوبی پرداخت نماید.



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

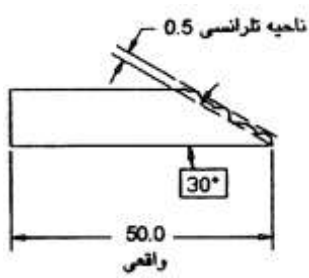
روش تیز کردن سنگ سنباده در ماشین‌های سنگ‌زنی تخت به صورت زیر است:

- ۱- یک قلم الماس یک لبه مناسب برای تیز کردن تهیه کنید.
- ۲- نوک الماس را از نظر ساییدگی کنترل و آن را به گونه‌ای بر پایه نگاهدارنده 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 نگاهدارنده قلم الماس باشد را در منتهی‌الیه سمت چپ صفحه مغناطیس قرار دهید. وجود کاغذ سبب می‌شود که پس از اتمام عملیات تیز کردن، پایه نگاهدارنده به راحتی از صفحه مغناطیس جدا شود، بدون آنکه آسیبی به صفحه وارد شود.
- ۵- پایه نگاهدارنده 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 ۱۰ الی ۱۵ 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 جابجا 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 پهنای سنگ جابجا کنید. سرعت حرکت عرضی میز به هنگام تیز کردن، تعیین‌کننده قابلیت براده‌برداری و یا قابلیت صیقل کاری سنگ خواهد بود. برای عملیات سنگ‌زنی عمومی سرعت حرکت عرضی الماس به هنگام تیز کردن متوسط باشد.
- ۱۲- پس از هر پاس تیز کردن، سنگ سنباده را حداکثر ۰/۰۱ میلی‌متر پایین آورده پاس بعدی تیز کردن را انجام دهید. این کار را تا تیز شدن کامل سنگ تکرار کنید.



۸-۱) کنترل تلرانس توازی، تعامد، تقارن و زاویه

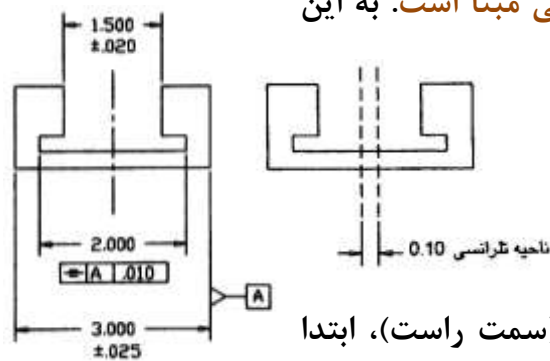
تلرانس توازی و تعامد در قسمتهای قبل بررسی شد. در ادامه تلرانس تقارن و زاویه تشریح می‌گردد.



زاویه دار بو \sphericalangle (Angularity) با نماد \sphericalangle به این معنی است که محور یا صفحه مورد نظر نسبت به محور یا صفحه مبنا زاویه معینی غیر از ۹۰ داشته باشد.

جدول کنترل مشخصه در نمایی از نقشه داده می‌شود که زاویه در آن مشخص شده است. در مثال فوق سطح مورد نظر باید در محدوده تolerانس به ضخامت ± 0.5 میلی‌متر 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 تolerانس (در اینجا ± 0.5) موازی با صفحه اول رسم می‌گردد. سطح واقعی باید در این محدوده (بین دو صفحه ۱ و ۲) قرار گیرد تا تolerانس زاویه دار بودن رعایت شده باشد. تolerانس زاویه دار بودن تolerانسهای تختی و راستی را نیز کنترل می‌کند. این تolerانس مستقل از اندازه زاویه است. برای بررسی این تolerانس کافی است ساعت عمود بر سطح بروی آن قرار گیرد و مانند اندازه‌گیری تختی عمل شود.

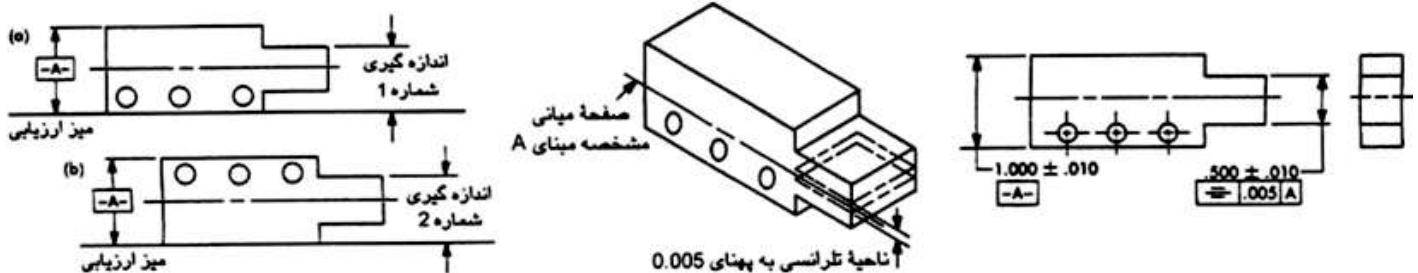
تولرانس تقارن (Symmetry) با نماد \equiv به این معنی است که قطعه مورد بررسی در دو طرف یک صفحه میانی مبنا دارای مقطع یکسان باشد. تولرانس تقارن مستقل از اندازه قطعه کار مورد بررسی است.



تولرانس تقارن، یک ناحیه متقارن در دو طرف صفحه میانی مبنا است. به این ترتیب محور تقارن باید درون این ناحیه تolerانسی قرار گیرد. در مثال شکل روبرو محور تقارن قطعه می‌تواند حداکثر ± 0.5 میلی‌متر به طرفین انتقال یابد. برای اندازه‌گیری تقارن، به مثال زیر توجه نمایید.

برای مثال بمنظور کنترل تولرانس تقارن قطعه شکل زیر (سمت راست)، ابتدا قطعه کار باید بروی صفحه صافی قرار گیرد. سپس فاصله صفحه صافی تا صفحه

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



۹- سنگ زنی سطوح شیب دار

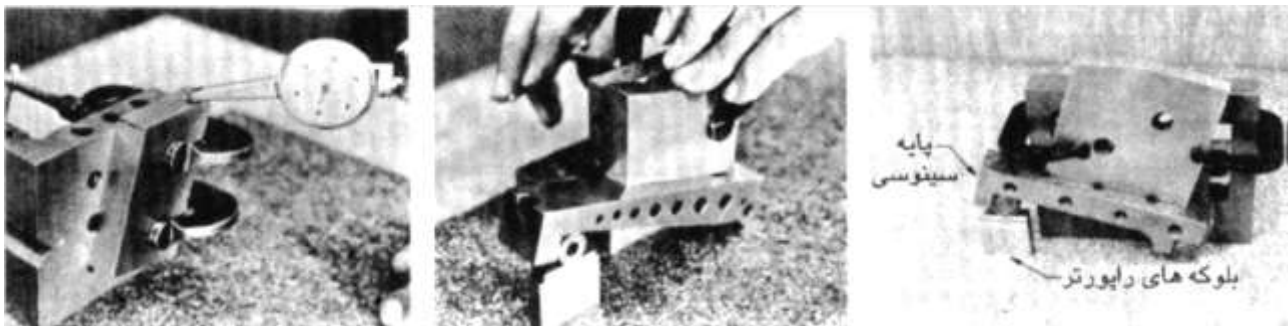
سطوح تخت شیب دار (زاویه دار) را به دو روش می توان سنگ زد:
الف- قطعه کار به صورت زاویه دار بر روی صفحه مغناطیس مهار و با یک سنگ استوانه‌ای معمولی سنگ زده شود.

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

۹-۱) 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 گیره‌های 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.

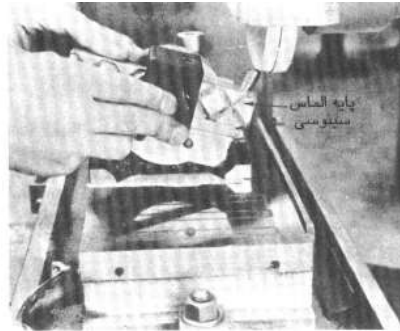
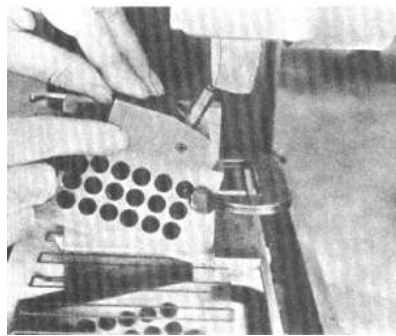


با بستن قطعه کار به پایه زاویه ای قابل تنظیم نیز می توان قطعه کار را به صورت زاویه دار بروی میز ماشین سنگ زنی کرد. البته پایه زاویه ای قابل تنظیم، به اندازه پایه های سینوسی دقت ندارد (شکل روبرو).

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.

۹-۲) 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.

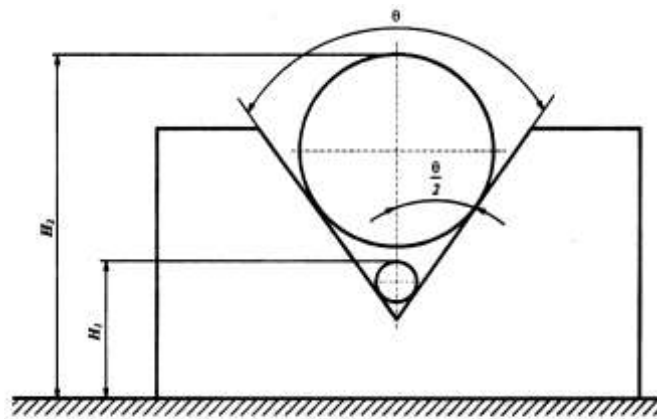
وقتی پایه قلم تیز کننده سینوسی و یا پایه الماس مدرج در دسترس نباشد، می توان با استفاده از یک بلوک فولادی، یک پایه گونیایی و یک پایه سینوسی، ابتدا یک سطح اتکای زاویه ای آماده کرد و با هدایت پایه الماس بر روی این سطح اتکا، سنگ سنباده را به صورت زاویه دار تیز کرد. مراحل تیز کردن سنگ به صورت زاویه دار به 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 0.05 تا 0.07 میلی متر پایین آورده مجدداً الماس بزنید.
 - ۱۰- تیز کردن را آنقدر 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 جابجا 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.

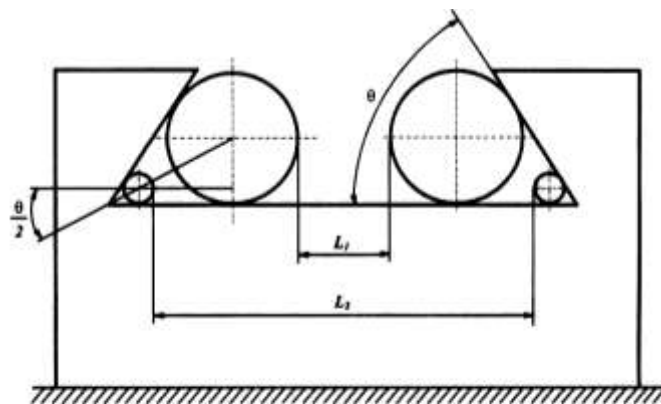
۳-۹ اندازه گیری زاویه سطح شیب دار

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، در کلیه شکل ها d_1 و d_2 قطر میگردهای کوچک و بزرگ است:



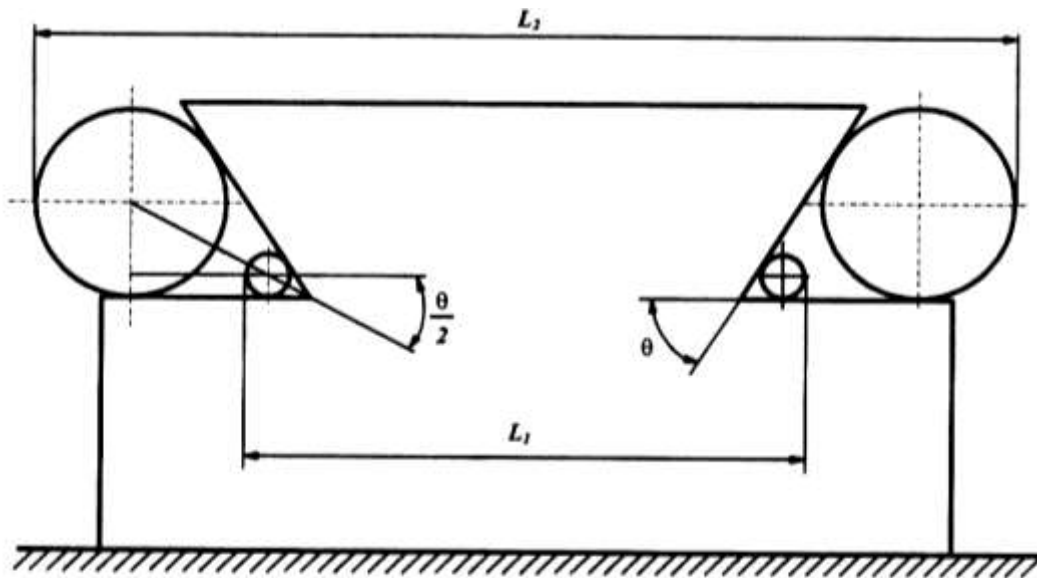
$$\sin \frac{\theta}{2} = \frac{(d_2 - d_1)}{2(H_2 - H_1) - (d_2 - d_1)}$$

محاسبه زاویه یک شیار V شکل (θ)



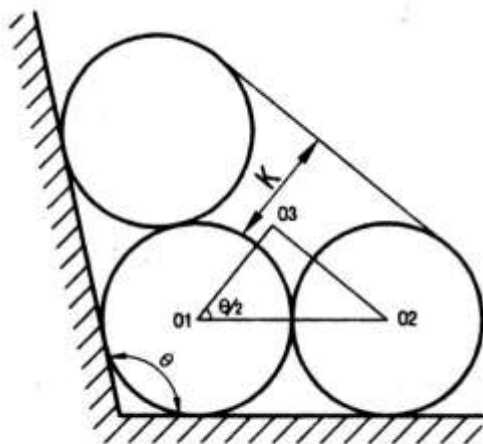
$$\operatorname{tg} \frac{\theta}{2} = \frac{(d_2 - d_1)}{(L_2 - L_1) - (d_2 - d_1)}$$

محاسبه زاویه یک شیار دم چلچله ای شکل (θ)



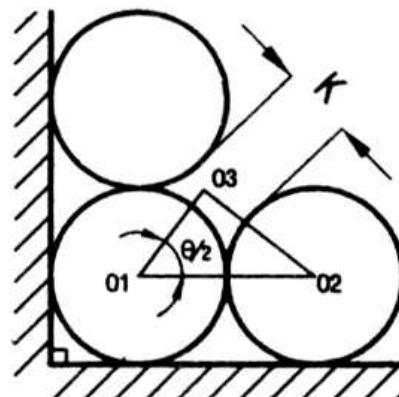
$$\operatorname{tg} \frac{\theta}{2} = \frac{d_2 - d_1}{(L_2 - L_1) - (d_2 - d_1)}$$

محاسبه زاویه یک لقمه دم چلچله ای (θ)



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

محاسبه یک زاویه باز



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

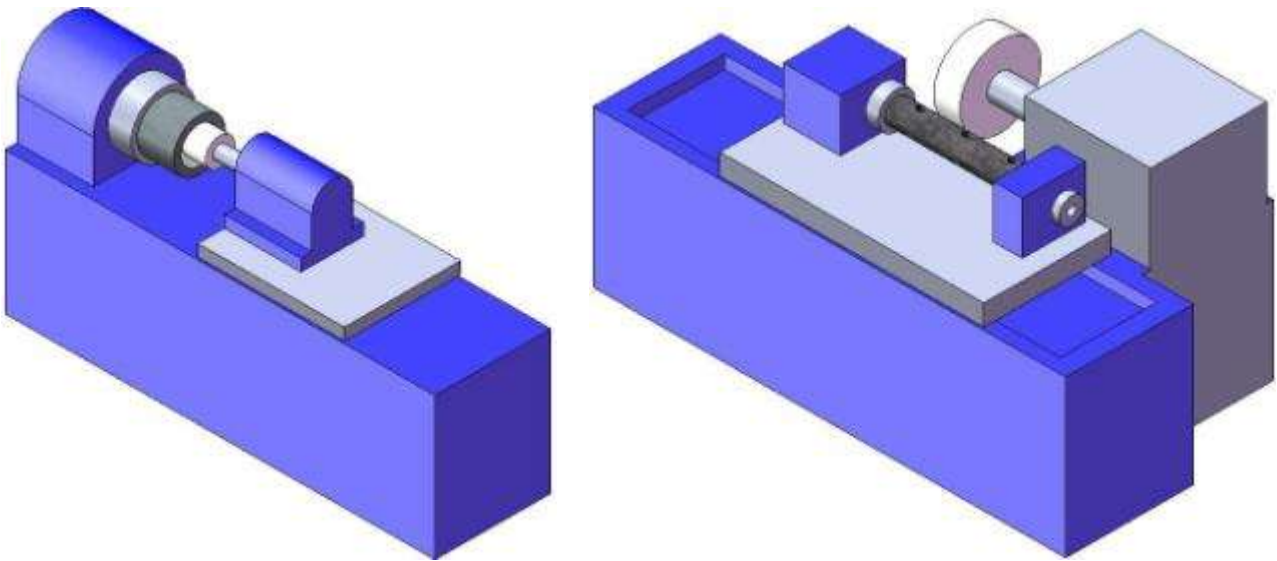
محاسبه یک زاویه ۹۰ درجه

۴-۹ کنترل تلرانس فرم سطوح شیب دار

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

بخش دوم

گردسایپی



گردسای

۱- راه اندازی ماشین سنگ زنی گردسای

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 ماشینهای سنگ گردسای (**Cylindrical grinder**) ساخته شد و پس از گذشت سالها با انجام اصلاحاتی بروی آن به ماشینهای مدرن و دقیق امروزی بدل گردید.

گردسای عبارت است از سنگ زنی **سطوح جانبی** (و گاهی **سطوح قاعده**) **قطعات دوار** که **بین اسپیندل و مرگک** 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 مرگک** گفته می شود.

امروزه می توان علاوه بر قطعات استوانه ای، قطعات پیچیده دیگر نظیر **مخروطها، بادامکها، مقاطع بیضوی** و دیگر **فرمهای دوار** را نیز با ماشینهای گرسای سنگ زد. نوعی **ماشین گردسای 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 ماشینهای سنگ گردسای تولید نمود. همه این ماشینها در مدل های **خودکار** و **نیمه خودکار** عرضه می شوند. در ماشینهای گردسای پیشرفته با به کارگیری واحدهای هیدرولیکی و کنترل الکترونیکی، می توان قطعات را با **دقت ابعادی ۰/۰۰۰۲ میلی متر** تولید کرد.

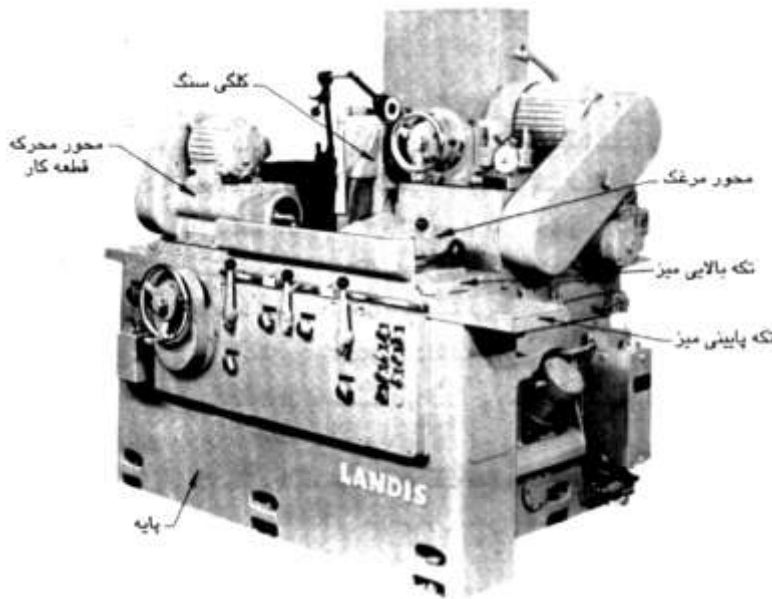
ماشینهای گردسای مرگکدار برای سنگ زنی سطوح جانبی قطعات دوار، که بین دو مرگک یا بروی سه نظام مهار شده اند، به کار می روند. در ماشینهای گردسای **چهار حرکت اصلی گردش سنگ، گردش قطعه کار، حرکت رفت و برگشت طولی** قطعه کار مقابل سنگ و **حرکت عرضی سنگ** به طرف قطعه کار (بار دادن بروی قطعه کار) و یا به طرف بیرون وجود دارد.

ماشینهای سنگ گردسای در **دو مدل اصلی** ساخته می شوند: ماشینهای گردسای **ساده** و ماشینهای گردسای **یونیورسال** که به بررسی آنها می پردازیم.

۱-۱- تشریح قسمتهای مختلف ماشینهای گردسای

ماشین گردسای **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

شبهه ماشین‌های گردسایه یونیورسال است و قسمت‌های اصلی آنها یکسان می‌باشد ولی قابلیت‌های آنها برابر نیست.



قسمت‌های اصلی یک ماشین گردسایه ساده عبارتند از: **پایه**، **کله‌گی سنگ**، **میز**، **محور حرکت قطعه کار** و **محور مرغک**.

پایه ماشین، یک قطعه بزرگ و سنگین **ریخته‌گری** شده است که تمامی قسمت‌ها و قطعات ماشین بر **روی آن نصب** می‌شوند و **استحکام** ماشین به واسطه آن تأمین می‌گردد.

کله‌گی سنگ بروی یک **بستر کشویی** قرار می‌گیرد و در حالت کلی به گونه‌ای بروی این بستر محکم می‌شود که **محور اسپیندل سنگ** به صورت **موازی با حرکت طولی میز** ماشین قرار گیرد.

میز ماشین از دو قسمت تشکیل می‌شود، **تکه پایینی** که به صورت **کشویی** عمل می‌کند و **تکه بالایی** که به صورت **چرخشی ۱۰ تا ۲۰ درجه** می‌چرخد و امکان سنگ‌زنی **سطوح مخروطی** را فراهم می‌نماید.

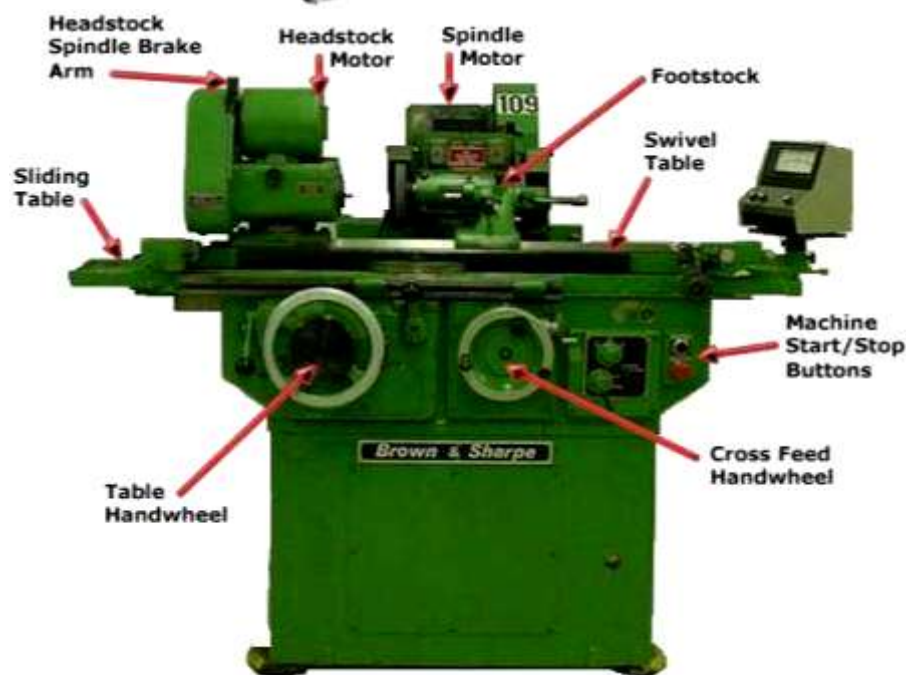
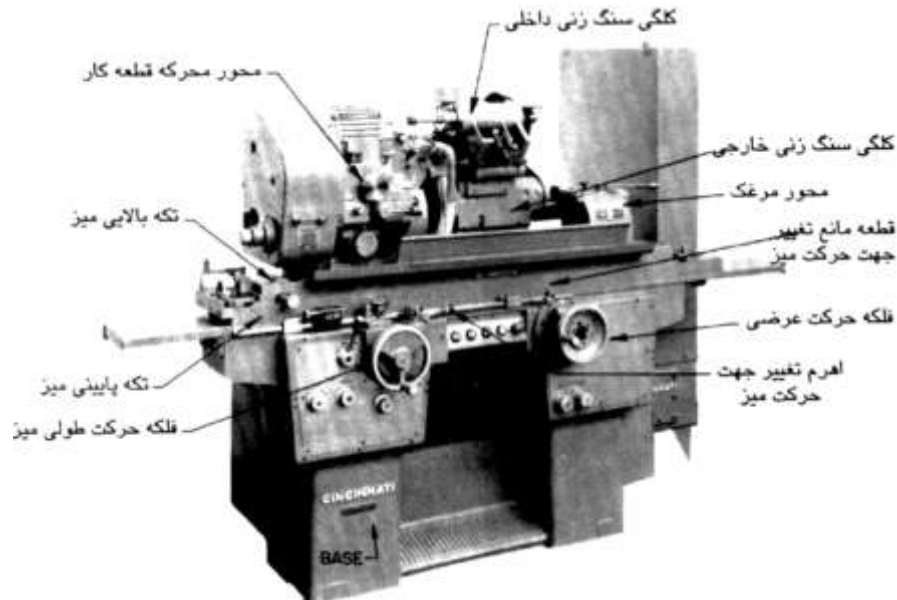
قطعه کار بین محور حرکت قطعه کار و محور مرغک مهار شده در اثر چرخش محور حرکت به گردش در می‌آید. **هم محور حرکت قطعه کار** و **هم مرغک** را می‌توان به صورت **طولی بروی بستر کشویی میز** جابجا کرد. به این ترتیب می‌توان موقعیت این دو قسمت را بر اساس **طول قطعه کار** تنظیم نمود.

در بعضی مدل‌های ماشین گردسایه ساده، می‌توان **محور حرکت قطعه کار** را نیز حول یک **محور عمودی چرخاند** و سطح قطعه کارهای کوتاه را به صورت **مخروطی سنگ زد** ولی در بیشتر آنها این کار امکان ندارد.

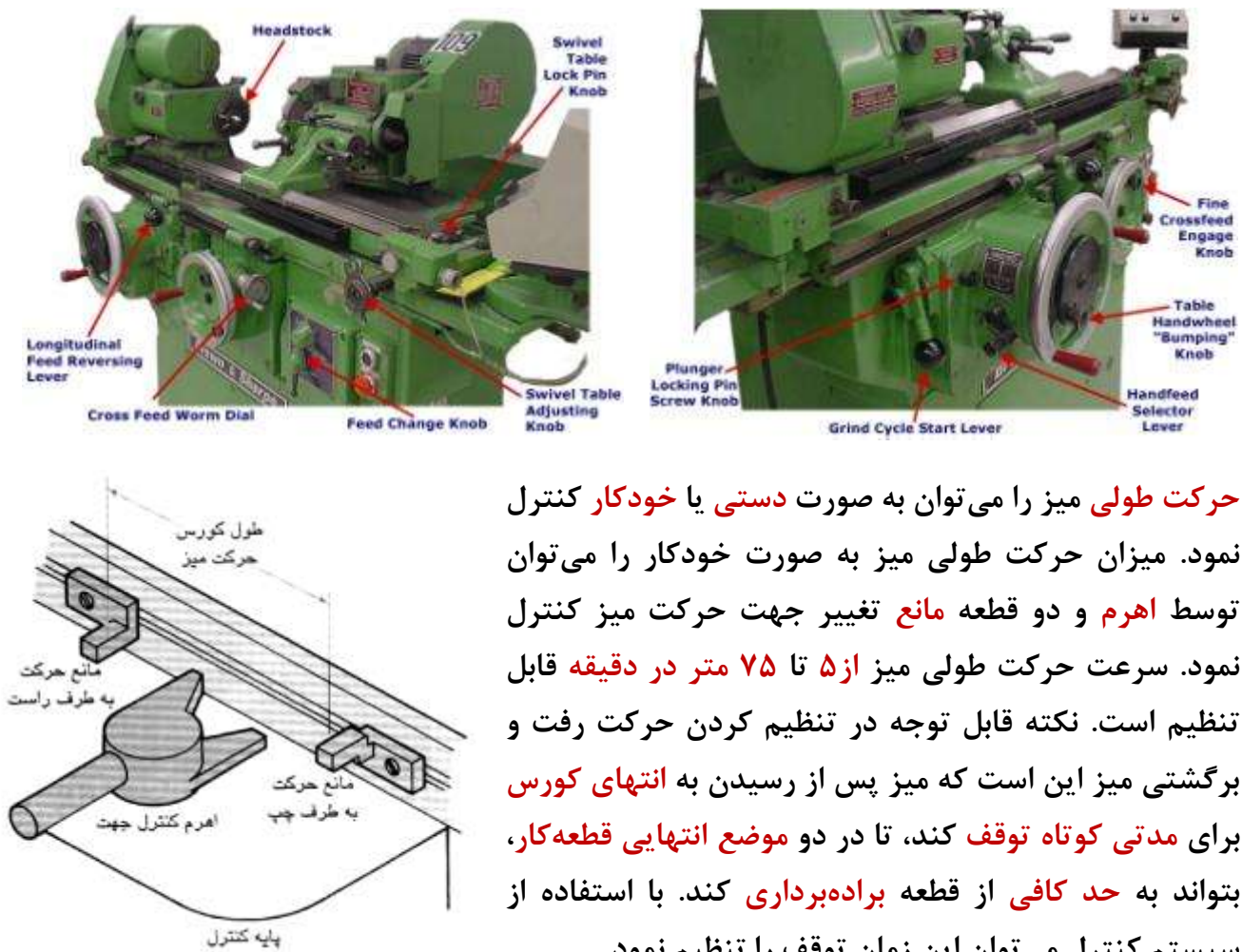
ماشین‌های گردسایه ساده در اندازه‌های متنوع ساخته می‌شوند. ماشین‌های **کوچک** به صورت **دستی** یا **خودکار** کنترل می‌گردد. در ماشین‌های **بزرگ**، قسمت‌های مختلف ماشین معمولاً به صورت **هیدرولیکی** حرکت می‌کند.

با توجه به قابلیت‌های مختلف ماشین‌های گردسایه **یونیورسال**، از این ماشین‌ها **بیشتر** از ماشین‌های گردسایه **ساده** استفاده می‌شود. توسط این ماشین‌ها می‌توان انواع عملیات **سنگ‌زنی خارجی** مانند

سنگ‌زنی استوانه‌ای، گوشه‌های تیز و دایره‌ای، فرم‌های دوار و سطوح مخروطی را انجام داد. در اغلب ماشین‌های گردسایی یونیورسال، تجهیزات دیگری برای سنگ‌زنی داخلی سوراخ‌های استوانه‌ای و مخروطی، سنگ‌زنی سطوح پیشانی و ابزار تیزکنی نیز طراحی شده‌است. این ماشین‌ها که برای کارگاه‌های ابزارسازی و تعداد تولید محدود، مناسب می‌باشد در اندازه‌های متنوعی عرضه می‌گردد.



پایه ماشین، یک قطعه بزرگ ریخته‌گری شده‌است که سیستم‌های کنترل و واحد محرک هیدرولیک در آن جای گرفته‌اند. به واسطه وجود این پایه سنگین، استحکام کافی در ماشین ایجاد شده‌است. میز ماشین که بروی بسترهای طولی پایه، می‌تواند بلغزد، خود از دو قسمت تشکیل شده‌است: تکه پایینی با حرکت طولی و تکه بالایی با حرکت گردشی حول محور عمودی. با چرخاندن تکه بالایی میز می‌توان سطوح مخروطی 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 **خوکار** قابل انجام است. در بسیاری از ماشین های گردسایه 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 گردسایه 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.

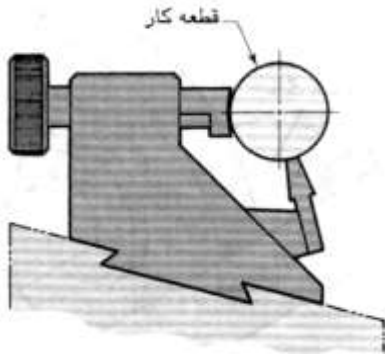
در قسمت محرک قطعه کار که قطعه کار به آن متصل شده و به گردش در می آید، قطعاتی از جمله اسپیندل، موتور محرک، مرغک ثابت و صفحه نظام تعبیه شده است. قسمت محرک قطعه کار را می توان به طور کامل و حول یک محور عمودی چرخاند و از آن برای سنگ زنی سطوح مخروطی و پیشانی قطعه کار استفاده نمود. میزان چرخش این قسمت **۹۰ 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 **پولی‌های پله‌دار** و در بعضی ماشین‌های دیگر از **موتورهای دور متغیر** استفاده می‌شود.

مرغک ثابت در جای خود ثابت است و نمی‌چرخد. یک طرف قطعه‌کار بر روی مرغک ثابت می‌نشیند. طرف دیگر با استفاده از یک شاخک واسطه به صفحه نظام متصل شده به گردش در می‌آید. انتهای سمت راست قطعه‌کار نیز بروی یک مرغک ثابت دیگر که در قسمت محور مرغک قرار دارد، می‌نشیند. در **پشت مرغک** یک سیستم **فربندی** وجود دارد که باعث می‌شود **فشار بیش از حد**، از طرف مرغک بر قطعه‌کار **وارد نشود**. هم محور **محرک قطعه‌کار** و هم محور **مرغک** را می‌توان بروی بستر کشویی میز ماشین **جابجا** کرد و بر اساس طول قطعه‌کار در موقعیت مناسب قرار داد.

همانند انواع دیگر ماشین‌های ابزار، با استفاده از متعلقات جانبی می‌توان دامنه قابلیت‌های ماشین را گسترش داد. برخی متعلقات رایج عبارتند از:

❖ **لینت ثابت** برای **مه‌ار کردن قسمت میانی** قطعات **باریک و بلند** به هنگام عملیات سنگ‌زنی استفاده



می‌شود. با استفاده از لینت، از **خم شدن قطعه‌کار** در اثر **فشار سنگ سنباده**، **نوسان ناخواسته** و **لرزش قطعه‌کار جلوگیری** می‌گردد. لینت‌ها را می‌توان به تعداد کافی (در **فواصل حدود ۶ تا ۱۰ برابر قطر قطعه‌کار**) بروی میز ماشین و در پشت قطعه‌کار نصب کرد. به هنگام استفاده از لینت باید فک‌های لینت را به درستی تنظیم کرد و بروی قطعه‌کار تکیه داد تا **اولاً سطح اتکایی خوبی** با قطعه‌کار داشته باشد و **ثانیاً قطعه‌کار** را به جلو **خم** نکند.

❖ از جمله دیگر وسایل جانبی **سه‌نظام**، **چهارنظام**، **صفحه نظام**، **صفحه‌های مغناطیسی گردان**، **فشنگی** یا **کولت** می‌باشد.

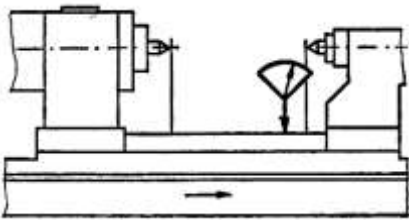
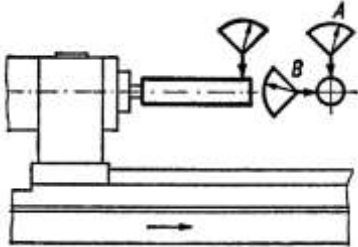
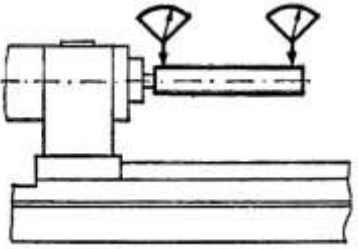
۱-۲- سرویس و نگهداری ماشین سنگ‌گردسایی

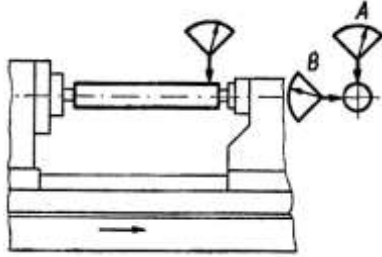
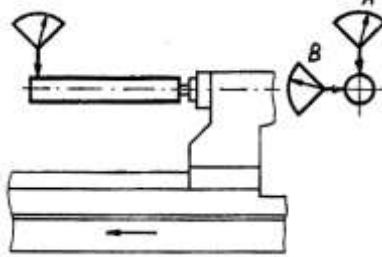
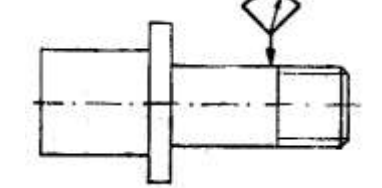
برای افزایش عمر ماشین سنگ و بالا بودن دقت عملکرد آن همواره به نکات زیر توجه نمایید:

۱- دستگاه را مطابق با آنچه سازنده ذکر کرده‌است به صورت روزانه، هفتگی یا ماهیانه با روغن پیشنهاد شده **روغن کاری** کنید.

۲- **روکش‌های اجزای حرکتی** دستگاه مانند پیچهای محرک میز را بررسی کنید. این روکشها مانع از ورود براده و ذرات سنگ‌زنی به بخشهای حساس ماشین می‌گردد 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 می‌شوند. **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 سنگ‌زنی** 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 خنک‌کاری مناسب** استفاده نمایید و **سیستم گردش** ماده خنک‌کننده 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 دوره‌های معین به کمک ساعت اندازه‌گیری و میله‌ها 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 میلی‌متر در ۳۰۰ میلی‌متر		توازی میز کار در حرکت طولی
A: ۰/۰۱ میلی‌متر B: ۰/۰۳ میلی‌متر		بررسی توازی محور کارگیر با میز A: در راستای عمودی B: در راستای افقی
۰/۰۳ میلی‌متر در ۲۰۰ میلی‌متر		هم‌مرکزی محور کارگیر

<p>۰/۰۳ میلی‌متر در ۳۰۰ میلی‌متر</p>		<p>هم‌راستایی محور کارگیر با محور مرغک A: در راستای عمودی B: در راستای افقی</p>
<p>A: ۰/۰۲ میلی‌متر B: ۰/۰۲ میلی‌متر</p>		<p>توازی محور مرغک با میز A: در راستای عمودی B: در راستای افقی</p>
<p>۰/۰۳ میلی‌متر</p>		<p>هم‌مرکزی محور سنگ</p>

۲- انتخاب تعداد کورس و پیشروی در گردسای

۲-۱- تعداد کورس

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

۲-۲- سرعت پیشروی

سرعت پیشروی مسافتی است که قطعه کار یا کله‌گی در هر دور چرخش قطعه کار طی می‌کند:

$$V_f = \pi \times d_1 \times n$$

V_f = سرعت پیشروی (متر بر دقیقه)

d_1 = قطر قطعه کار بر حسب متر

n = دوران کار در دقیقه

در حین گردسای قطعه کار نیز دوران می‌کند. 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 براده‌برداری نماید. مقدار پیشروی عرضی متناسب با عرض سنگ سنباده، جنس قطعه کار و پرداخت سطح مورد نیاز انتخاب می‌گردد اما توصیه می‌شود که مقدار آن حداکثر سه چهارم عرض سنگ انتخاب شود.

۲-۳- سرعت محیطی

به مانند آنچه که در بخش تخت‌سای گفته شد سرعت محیطی یا براده‌برداری سنگ همان سرعت برش فرض می‌شود و سرعت برش مسافتی بر حسب متر می‌باشد که یک دانه از ماده ساینده سنگ در مدت

یک ثانیه طی می‌کند. سرعت دوران سنگ با سرعت محیطی نسبت مستقیم دارد. **سرعت محیطی مجاز** هر سنگ سنباده توسط سازنده بروی آن حک می‌گردد 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 سنگ‌زنی (q)** حاصل می‌گردد:

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

سرعت محیطی قطعه‌کار معمولاً بین ۱۸ تا ۳۰ متر در دقیقه منظور می‌گردد. در سنگ‌زنی قطعات **لنگ**

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	25	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

باید سرعت کار را **کمتر** نمود و سرعت قطعه‌کار در **پرداخت کاری** معمولاً **نصف** سرعت‌های فوق‌الذکر است. برای مواد **غیرفلزی** 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 فرم‌سایبی) سرعت

محیطی کار بین ۰/۶ الی ۱/۸ متر بر دقیقه خواهد بود. توصیه می‌گردد که **سنگ در راستای طولی** بین یک چهارم تا یک سوم عرض خود از **طرفین قطعه‌کار خارج گردد** تا تمام طول کار به درستی سنگ زده شود و اندازه‌ها در انتهای کار نیز برقرار گردد.

۲-۴- عمق برش

اصولاً عمق برش به میزان **پرداخت سطح**، **نیروی برش**، **استحکام ماشین**، **دقت قطعه‌کار**، **میزان محکم بودن قطعه‌کار در جای خود** و کاربرد یا عدم کاربرد **مواد خنک‌کننده** بستگی دارد. اگرچه می‌توان این عمق را دستی یا خودکار تنظیم نمود اما **بهتر** است این کار به صورت **خودکار** انجام شود مگر در مواردی که مقدار باردهی بسیار **اندک** است. مقدار **عمق برش در هر حرکت عرضی** در حدود ۰/۰۰۶ الی ۰/۱ میلی‌متر انتخاب می‌گردد. استفاده از این محدوده باعث صرفه جویی در زمان و جلوگیری از فرسایش ماشین سنگ‌زنی و افزایش عمر سنگ خواهد شد.

۲-۵- مدت زمان اصلی انجام کار در سنگ‌زنی گردسایبی

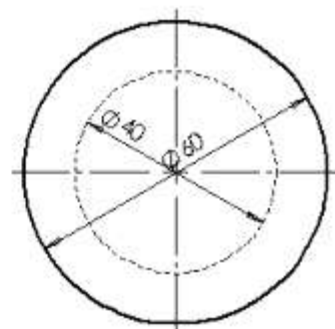
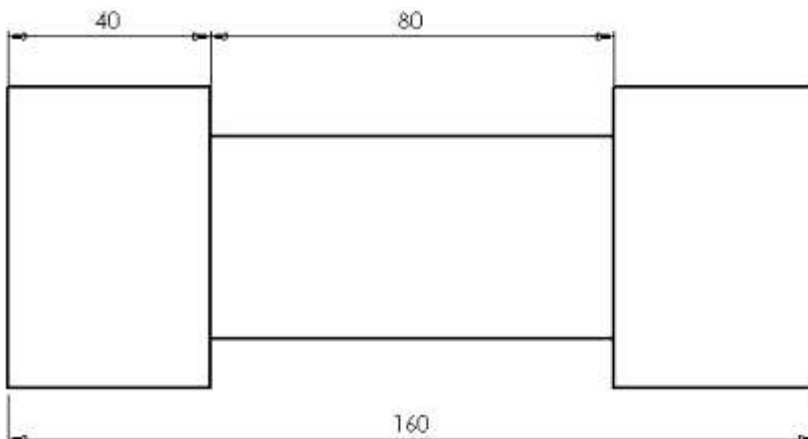
با توجه به جدول زیر و معین بودن طول پیشروی، تعداد پاس سنگ‌زنی، دور قطعه‌کار و پیشروی در هر دور می‌توان زمان گردسایبی را از این رابطه محاسبه نمود:

$$t_h = \frac{L \times i}{n \times f}$$

مدت زمان اصلی در سنگ زنی		سنگ زنی محوری - طولی	
t_h	مدت زمان اصلی	مدت زمان اصلی	$t_h = \frac{L \cdot i}{n \cdot f}$
d_1	قطر اولیه قطعه کار	دورقطعه کار	$n = \frac{v_f}{\pi \cdot d_1}$
d	قطر نهایی قطعه کار	برای سنگ زنی خارجی	$i = \frac{d_1 - d}{2a} + 8''$
l	طول قطعه کار	برای سنگ زنی داخلی	$i = \frac{d - d_1}{2a} + 8''$
l_a	طول خلاصی	8'' کورس کامل جهت پرداخت کامل	
L	طول پیش روی		
f	پیش روی دهر دور		
n	دورقطعه کار		
v_f	سرعت پیش روی		
i	تعداد پاس سنگ زنی		
a	عمق براده برداری، عمق بار		
t	اضافه تراش سنگ زنی		
b_s	عرض سنگ		

طول پیش روی $L = l - \frac{1}{3} \cdot b_s$	طول پیش روی $L = l - \frac{2}{3} \cdot b_s$
در برد اخت کاری: $f = \frac{1}{4} bs \dots \frac{1}{2} bs$	در خشن کاری: $f = \frac{1}{2} bs \dots \frac{2}{3} bs$
گرد سایی خارجی	گرد سایی داخلی
در برد اخت کاری: $f \leq 3 \text{ mm}$	در خشن کاری: $f = \frac{1}{4} bs \dots \frac{1}{2} bs$

مثال ۱: برای خشنکاری ۰/۱ میلی‌متر از تمام سطح پله وسط میله فولادی شکل زیر به قطر اولیه ۴۰/۱ میلی‌متر یک سنگ تخت به قطر ۱۶۰ و عرض ۱۰ میلی‌متر با بار کل ۰/۰۲ میلی‌متر در هر مرحله در ماشین گردسای یونیورسال به کار می‌رود. **سرعت دوران سنگ و قطعه کار، سرعت پیشروی طولی میز و زمان ماشینکاری** را محاسبه نمایید.



حل: با توجه به جدول صفحه ۷۷، V_c را بین ۳۰ تا ۳۵ به فرض ۳۰ متر بر ثانیه و V_f را ۱۰ متر بر دقیقه انتخاب می‌کنیم. ضمناً بار کل در هر مرحله ۰/۰۲ میلی‌متر می‌باشد یعنی $2a=0.02 \text{ mm}$

$$V_c = \pi \times d_s \times n_s \Rightarrow 30 = 3.14 \times 0.16 \times n_s$$

$$\Rightarrow n_s = 59.7 \text{ rps} = 3582 \text{ rpm}$$

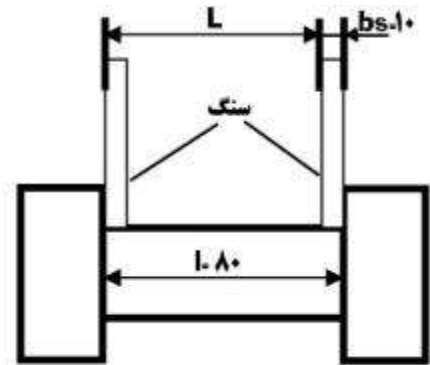
$$i = \frac{d_1 - d}{2a} + 8 = \frac{40.1 - 40}{0.02} + 8 = \frac{0.1}{0.02} + 8 = 13$$

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

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

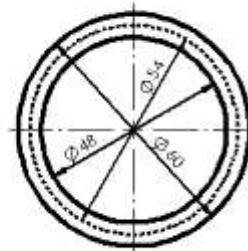
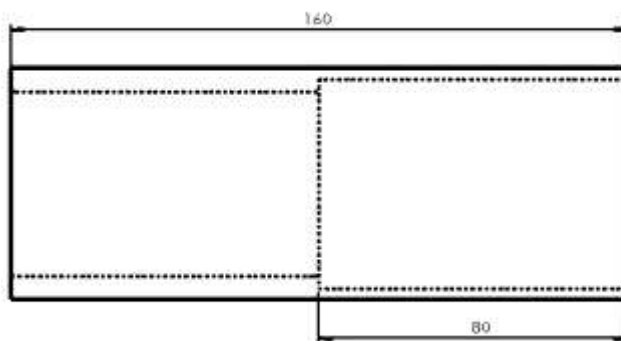
$$n = \frac{V_f}{\pi \times d_1} = \frac{10}{3.14 \times 0.0401} = 79.4 \text{ rpm}$$

$$t_h = \frac{L \times i}{n \times f} = \frac{70 \times 13}{79 \times 4.5} = 2.3 \text{ min}$$



توجه: لازم به ذکر است که این زمان، زمان خالص ماشینکاری 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 میلی‌متر از تمام سطح سوراخ قطعه چدنی شکل زیر بیشترین قطر سنگ سنباده، سرعت دوران سنگ و قطعه‌کار، سرعت پیشروی طولی میز و زمان ماشینکاری را محاسبه نمایید. عرض سنگ ۳۰ میلی‌متر و مقدار بار کل در هر مرحله ۰/۰۱ میلی‌متر است (راهنمایی: بیشترین قطر سنگ سه چهارم قطر سوراخ است).



۳- سوار کردن سنگ بروی محور دستگاه

این مورد مشابه بخش تخت‌سایبی می‌باشد.

۴- بستن قطعه‌کار

هنگامی که لازم باشد درون سوراخ قطعه‌کار سنگ زده شود یا وقتی سطوح داخل و خارج یک قطعه استوانه‌ای باید به صورت هم‌مرکز سنگ‌کاری گردد، باید قطعه‌کار را در یک سه‌نظام بست.

اگر طول قطعه کار کوتاه باشد می توان بدون استفاده از مرغک نیز آن را فقط بروی یک سه نظام مهار کرد. سه نظام ها و چهار نظام ها 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.

۵- 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 اینکه 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 کاربرد 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 سنگ‌های مختلف متفاوت است، سرعتی است که دانه‌های ساییده می‌توانند بیشترین براده‌برداری را انجام دهند بدون آنکه شکسته یا به سرعت کند شوند. سرعت گردش سنگ سنباده با قابلیت براده‌برداری آن نسبت مستقیم دارد. هر چه سرعت سنگ بالاتر باشد، سنگ سخت‌تر عمل می‌کند و عمق نفوذ دانه‌های ساییده در قطعه‌کار کمتر می‌شود. هر چه سرعت سنگ پایین‌تر باشد سنگ سنباده نرم‌تر عمل کرده عمق نفوذ دانه‌های ساییده در قطعه‌کار بیشتر می‌شود.

هر چه قطر سنگ به دلیل سایش تدریجی و تیز کردن‌های مکرر، کوچک‌تر شود باید سرعت گردش سنگ را افزایش داد تا سرعت محیطی آن در حد مورد نظر حفظ شود. نیروی گریز از مرکز در سرعت‌های محیطی بالا ممکن است باعث از هم گسیختن سنگ شود. این نیرو با توان دوم سرعت محیطی متناسب است. 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 (میلی‌متر)
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	۷۲۲	۶۸۲	۶۳۶	۵۹۱	۵۴۵	۵۰۰	۴۵۴	۱۰۵۰

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

د) میزان پیشروی سنگ (عمق براده‌برداری)

میزان پیشروی سنگ به طرف قطعه‌کار یا عمق براده‌برداری در ماشین‌های گردسای می‌مدرن 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 یکنواخت 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 ماشین‌های گردسایبی 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

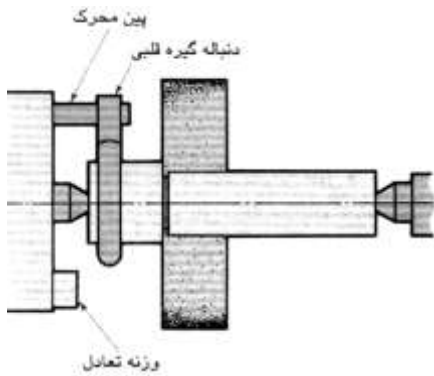


در عملیات گردسایبی نیز همانند دیگر عملیات براده برداری گرمای زیادی ایجاد می‌شود. برای کاهش این گرما از سیالات خنک کننده استفاده می‌گردد. این سیالات علاوه بر خنک کردن، عمل تیز کردن سنگ را نیز انجام می‌دهند. برای آنکه یک سیال بتواند بیشترین بازده را داشته باشد، باید در تمام طول عملیات سنگ زنی، مقدار زیادی سیال را بروی محل براده برداری جاری گردد. اگر

جریان سیال کافی نباشد، حفره های سطحی سنگ با براده های فلزی پر و سبب می‌شود 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 می‌گردد و ممکن است باعث تاب برداشتن، دو پهنی و کاهش دقت ابعادی قطعه کار گردد. مراحل پیشنهادی عملیات سنگ زنی سطوح استوانه‌ای بروی یک ماشین سنگ گردسایبی به این شرح است:

- ۱- نوک میله‌های مرغک ماشین و داخل سوراخ‌های مرغک قطعه کار را تمیز کنید. اگر داخل سوراخ‌های مرغک آسیب دیده یا شکل مناسبی ندارد، داخل آنها را سنگ بزنید. اگر قطعه کار از نظر ابعادی دقت داشته باشد، باید داخل سوراخ‌های 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 می‌توان اطمینان داشت که قطعه کار پس از سنگ زنی کاملاً استوانه‌ای 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 سوراخ‌های 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 گونه‌ای **تنظیم** کنید که قطعه کار به خوبی بین دو مرغک مهار شود. فشار وارده نباید خیلی زیاد باشد.

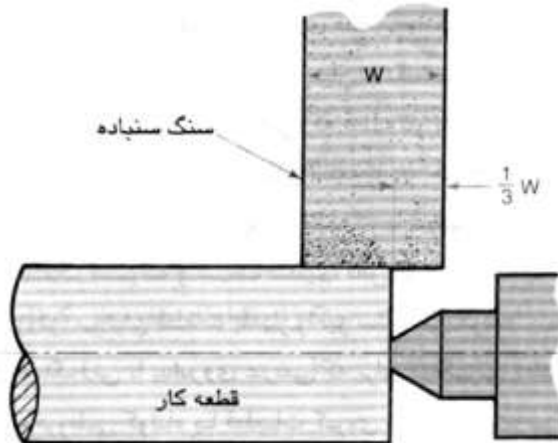
۷- موقعیت شاخک را در انتهای قطعه کار تنظیم و آن را محکم کنید. سپس **پین محرک صفحه نظام** را در موقعیتی قرار دهید که در محل مناسبی با شاخک درگیر شود.

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 نگاهداری آن، **روغنکاری** کنید.

۱۰- ماشین را **روشن** کرده اجازه دهید که سنگ سنباده **آزادانه چند دقیقه** بچرخد. به این ترتیب **یاتاقانهای اسپندل گرم** می‌شود و ماشین برای عملیات سنگ‌زنی دقیق آماده می‌گردد.

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

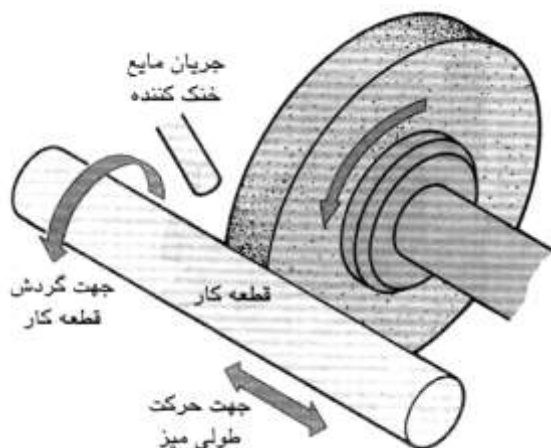


۱۲- **قطعات تنظیم کورس** حرکت طولی میز را بر اساس **طول قطعه کار** تنظیم نمایید. در انجام این کار باید به گونه‌ای عمل کنید که فقط **یک سوم پهنای سنگ سنباده** از انتهای قطعه کار خارج شود. اگر یک انتهای قطعه کار **پله‌دار** بود یا **شاخک محرک** به آن وصل شده باشد، میز ماشین باید **قبل از برخورد سنگ** به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

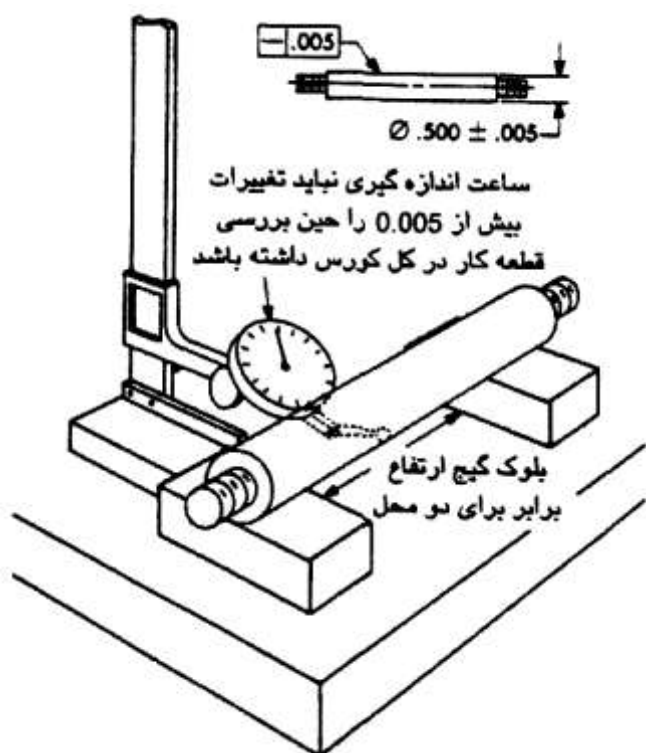
۱۳- **سرعت گردش سنگ** را محاسبه و **تنظیم** نمایید. می‌توان از جدول صفحه ۸۱ نیز استفاده نمود.

۱۴- **سرعت گردش قطعه کار** را بر اساس **اندازه و جنس** آن **تعیین و تنظیم** کنید. در عملیات گردسایي عمومی، سرعت محیطی قطعه کار حدوداً **بین ۱۸ الی ۳۰ متر در دقیقه** انتخاب می‌شود.

۱۵- **جهت گردش محور محرک قطعه کار** باید در **خلاف جهت عقربه‌های ساعت** باشد (همچنین **خلاف جهت گردش سنگ سنباده** در محل تماس سنگ و قطعه کار).



- هنگام سنگ‌زنی، جرقه‌های 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 لحظه‌ای میز در دو انتهای قطعه‌کار نیز باید تنظیم شود تا سنگ سنباده در انتهای قطعه‌کار 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 خشن‌تراشی سرعت حرکت طولی میز باید از یک دوم تا دو سوم پهنای سنگ سنباده به ازای هر دور گردش قطعه‌کار باشد. با انتخاب این سرعت، سنگ به صورت یکنواخت ساییده شده تعداد دفعات تیز کردن سنگ کمتر خواهد شد. در سنگ‌زنی نهایی این سرعت باید از یک چهارم تا یک دوم پهنای سنگ در هر دور گردش قطعه‌کار باشد. در سنگ‌زنی نهایی هرگز نباید این سرعت از یک دوم پهنای سنگ در هر دور گردش قطعه‌کار بیشتر باشد. برای ایجاد پرداخت سطح خیلی خوب، بهتر است سرعت طولی میز ۳ میلی‌متر در هر دور گردش قطعه‌کار یا کمتر باشد.
- ۱۸- میز ماشین را با حرکت خودکار روشن و سنگ سنباده را به آرامی بروی قطعه‌کار مماس کنید.
- ۱۹- با همین تنظیم، سرتاسر قطعه‌کار را سنگ بزنید.
- ۲۰- ماشین را متوقف کرده با اندازه‌گیری قطر دو انتهای قطعه‌کار، از استوانه‌ای بودن آن اطمینان یابید. در صورت نیاز، هم محوری مرغک و محور محرک ماشین را تنظیم نمایید.



۲۱- مقدار بار اضافه قطعه‌کار که باید سنگ‌زنی شود را حساب کند. 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 قطعه‌کار، 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 قطعه‌کار، ماشین را خاموش نمایید و قطعه‌کار را اندازه بگیرید. اگر هنوز اندازه قطعه‌کار کامل نشده‌است، سنگ‌زنی را ادامه دهید.

منابع

- ۱- مرجع کامل تکنولوژی سنگ‌زنی- مؤلف: Steve F. Krar- ترجمه: اکبر شیرخورشیدیان- ناشر: نشر طراح- چاپ اول- پاییز ۱۳۸۴
- ۲- جداول و استانداردهای طراحی و ماشین‌سازی- مؤلفین: Reutlingen , Uirich Fisher- مترجم: عبدا... ولی نژاد- ناشر: نشر طراح- چاپ هفدهم- زمستان ۱۳۸۲
- ۳- ماشین‌های ابزار- 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- سنگ‌زنی و سنگ‌سنباده- 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 ماشینکاری و ماشینهای ابزار- نوشته جان واکر- ترجمه اکبر شیرخورشیدیان- انتشارات طراح- جلد دوم- چاپ اول- بهار ۱۳۸۳
- ۸- تکنولوژی سنگ‌زنی- 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