

جلسات نهم و دهم: ماشین های ابزار سنگ زنی



۱- مفاهیم جدید
۲- بستر
۳- فنک کارک

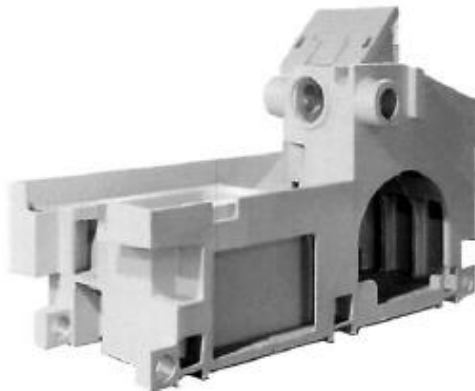
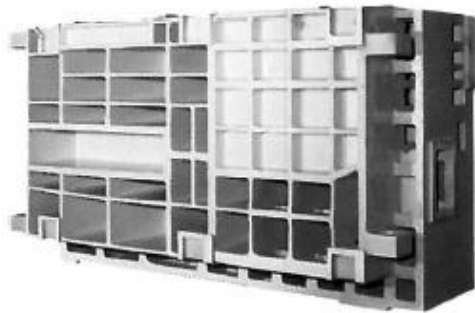
آخرین تحولات در ماشین های سنگ زنی

- استفاده از چندین چرخ سنگ با قابلیت های مختلف در یک ماشین
- استفاده از سرعت های خیلی زیاد برای چرخ سنگ (تا ۳۰۰ متر بر ثانیه)
- استفاده از جنس های جدید ساینده مثل CBN
- توسعه برنامه نویسی کامپیوتری و استفاده از سنسورهای مختلف برای پایش فرآیند سنگ زنی

اجزای ماشین های ابزار سنگ زنی

□ بستر دستگاه سنگ معمولاً از جنس چدن ساخته می شود و جنس چدن خاکستری درجه ۴۰ معمولاً مورد استفاده قرار می گیرد.

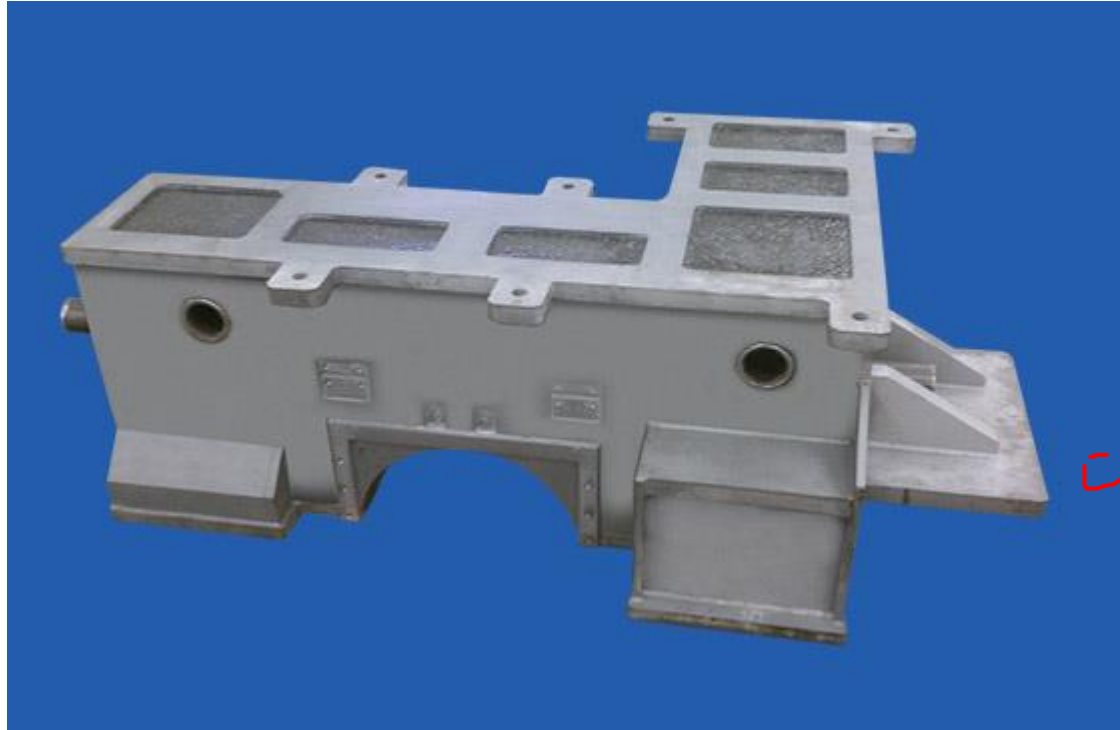
این چدن تنش شکست برابر حدود ۳۸۰ مگاپاسکال دارد



مشکلی که چدن دارد این است که اگر مطابق شکل بخواهیم یک پترن (شکل) مشخصی را دربیایوریم برای بستر دستگاه هزینه بر می شود. مشکل دوم این است این بستر نیاز به تنش گیری دارد و برای دستگاه های بزرگ این فرایند زمان بر می شود. برای سازنده های تولید انبوه و سازنده های دستگاه بزرگ این موضوع با قیمت دستگاه پوشش داده می شود ولی برای دستگاههای مخصوص باید از روش های دیگر مثل بدنه های جوشکاری شده باید استفاده نمود. آنقدر بستر دستگاه سنگ گران است و اهمیت دارد که صنعتی در کنار آن شکل گرفته که کار **Recondition** را انجام می دهد. یعنی دستگاه سنگ را گرفته بستر را جدا می کند، و روی بستر آخرین تکنولوژی های چرخ سنگ، محورهای حرکتی و .. را پیاده می کند و این موضوع در پایین توضیح داده شده است.

بستر یک دستگاه سنگ بدون مرغک

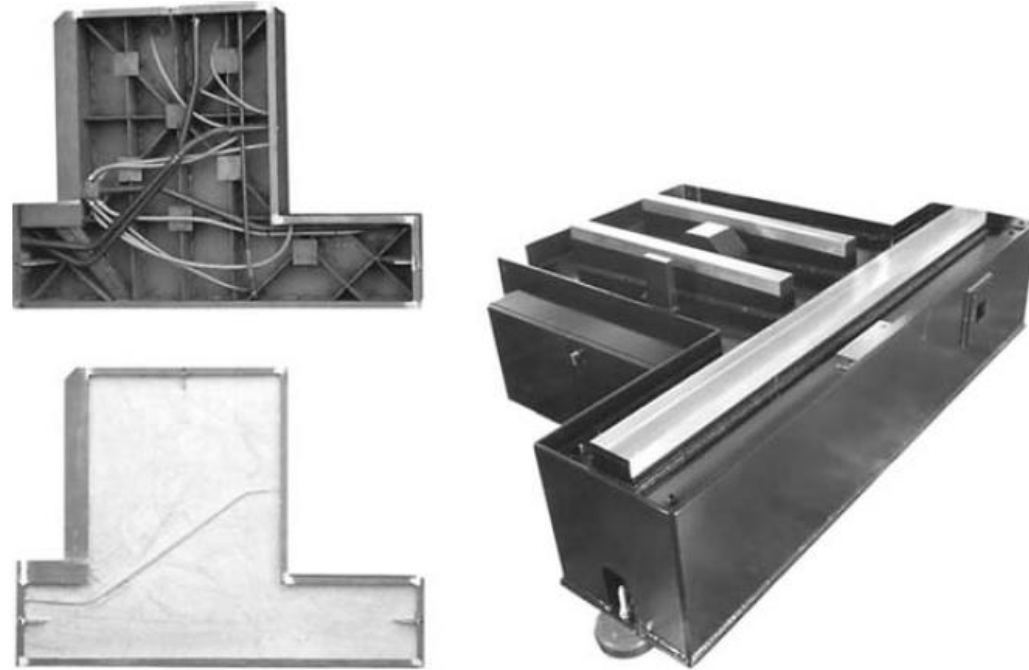
بسترهای پر شده با بتون کامپوزیتی



به اصل هرگی
است و با کامپوزیت
پر می شود -

□ با استفاده از این نوع بستر نیازی به هزینه های شکل دادن کامپوزیت نمی باشد و کامپوزیت بستر را فقط پر می کند.

بسترهای پر شده با بتون کامپوزیتی



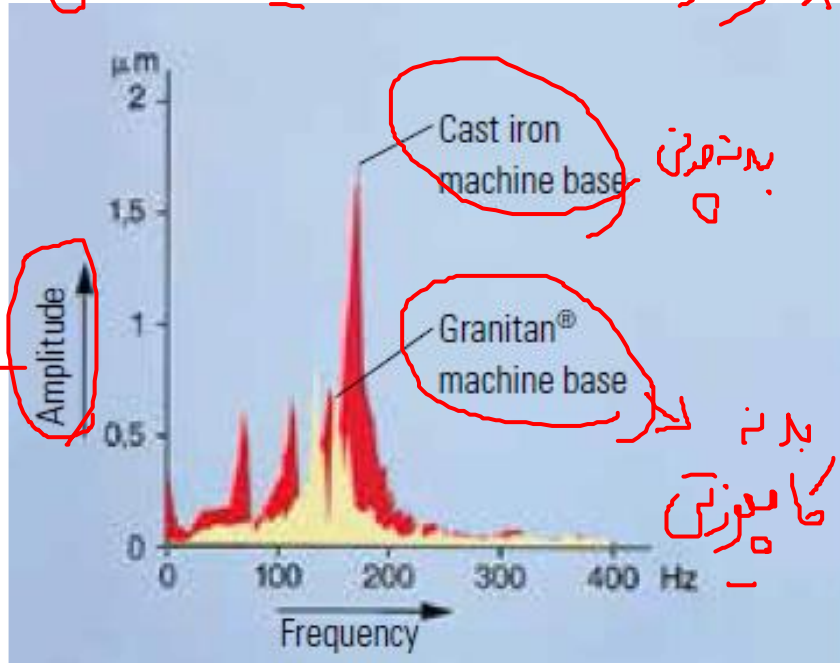
□ مراحل پر کردن بستر با بتون کامپوزیتی



Cylindrical grinding machine with pure granite bed, by Overbeck→Danobat

خواص دمپ (جذب) ارتعاشات

در هر بستر ماشینی ابزار ارتعاشات مهمترین عامل است



رسانه ارتعاشات

□ بستر ماشین از جنس کامپوزیت پلیمری خواص دمپ ارتعاشات بهتری برای جذب ارتعاشات ماشین سنگ زنی دارد.

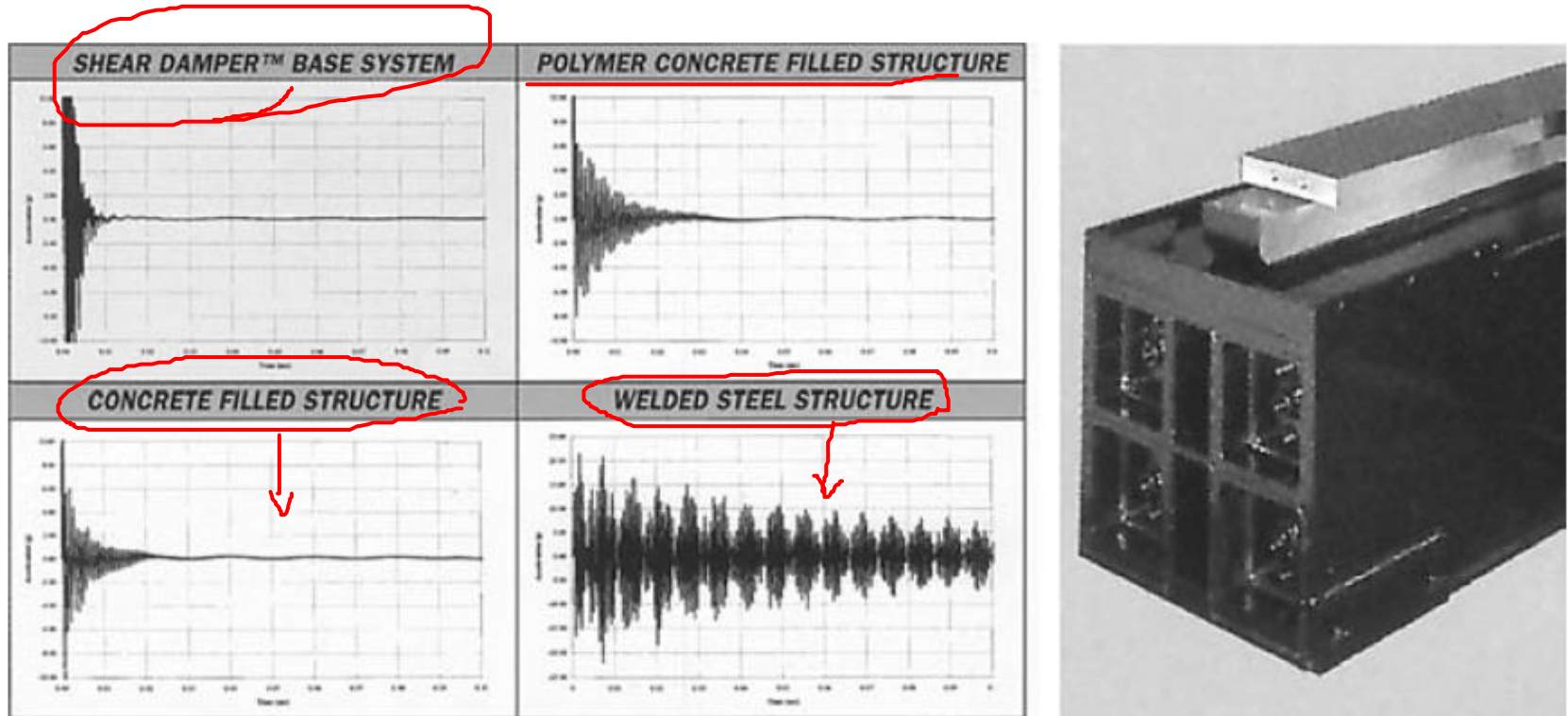
بستر گرانیت اپوکسی (Granitan)



لرنگ لامرزی

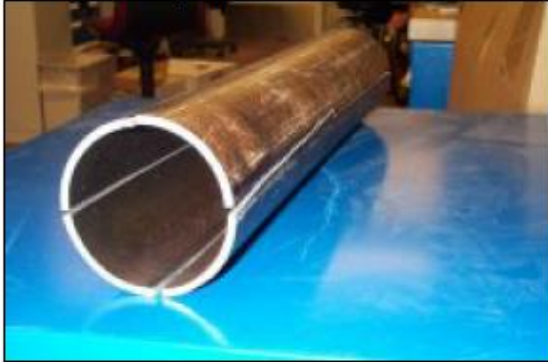


خواص دمپ (جذب) ارتعاشات (مقایسه مفاهیم مختلف)



مراحل مختلف ساخت دمپر برشی (Shear Damper)

Step 1: split tube



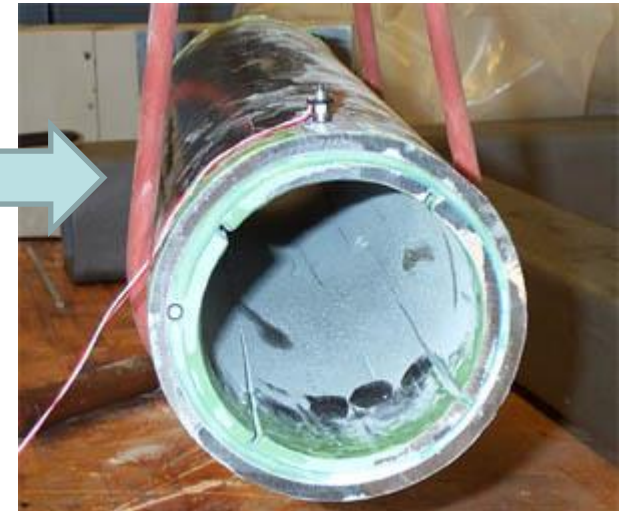
Step 2: wrap damping sheet around



Step 3: fill gap with epoxy



Step 4: done

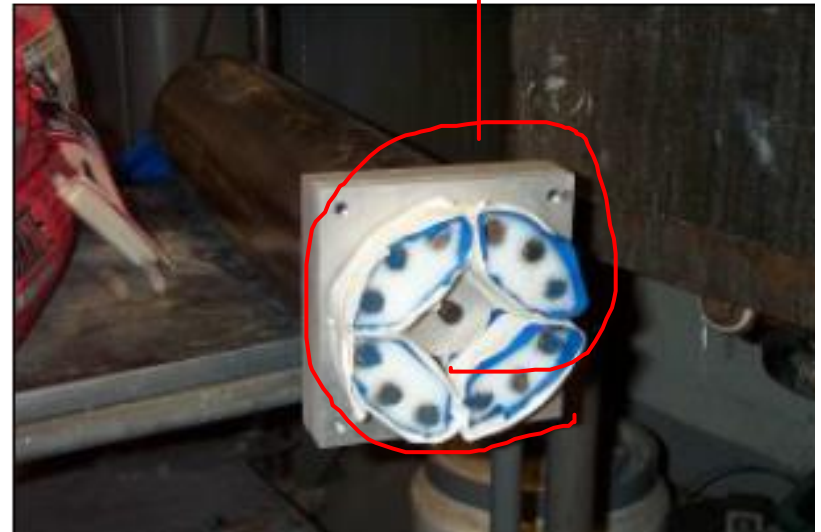


روش های دیگر تقویت بستر

Reinforced concrete

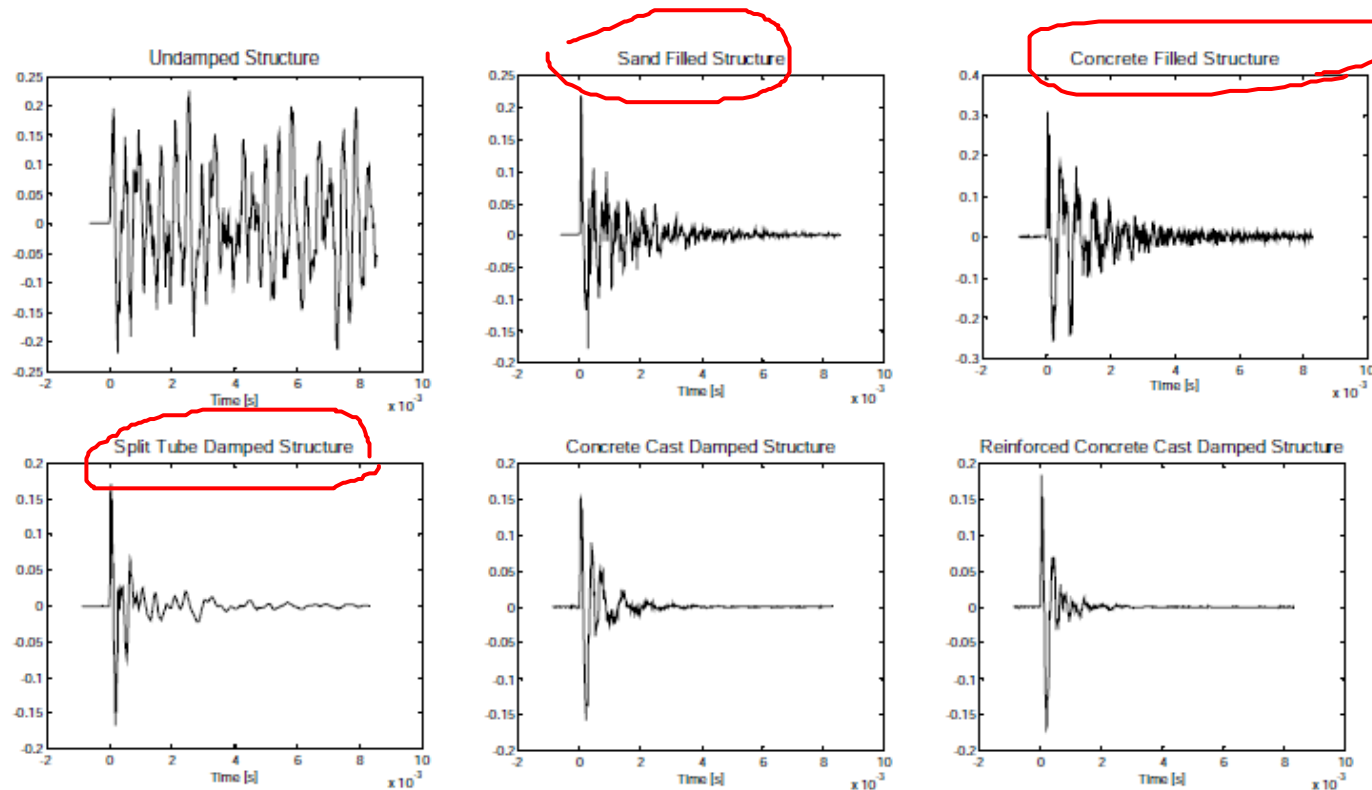


استفاده از بتون برای تقویت بستر
□ ساده و ارزان



استفاده از بتون تقویت شده با میلگرد برای
تقویت بستر
□ قابلیت بهتر برای مستهلک کردن
ارتعاشات

مقایسه مفاهیم مختلف

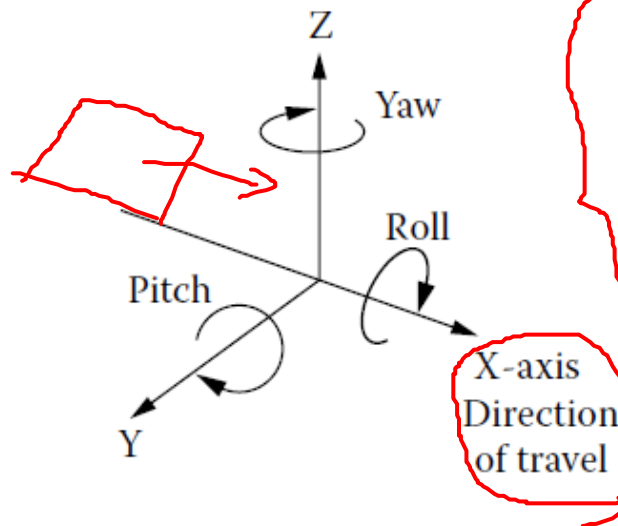


□ نمودارها رفتار سیستم را در برابر ارتعاشات نشان می دهند و از نمودار، سرعت میرا شدن ارتعاش برای هر مفهوم مورد استفاده قابل برداشت است

راهگاهها (Guide ways)

□ راهگاهها اجزای ماشین ابزار هستند که وظیفه نگهداری و هدایت دقیق میز ماشین ابزار (و قطعه کار و چرخ سنگ متصل به آن) را بر عهده دارند.

راهگاه روی پست قرار می گیرد
میز روی راهگاه



Pitch - rotation about a horizontal axis perpendicular to the direction of motion

Roll - rotation about the direction of motion

Yaw - rotation about a vertical axis perpendicular to the direction of motion

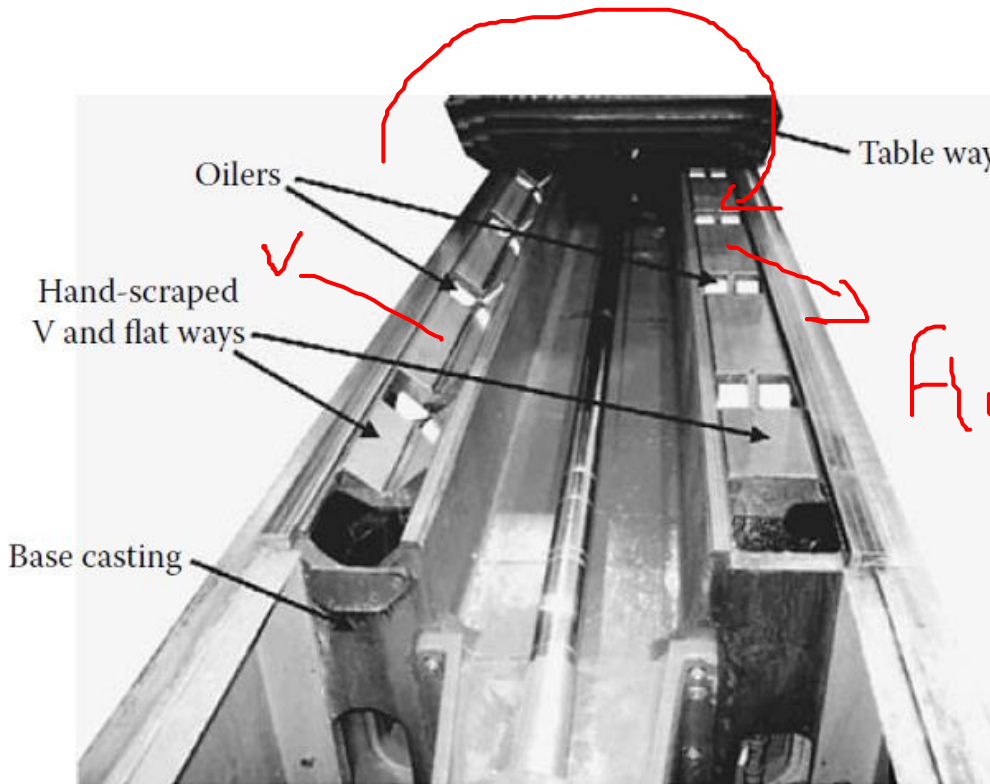
مناهای

اصلی راهگاه

X محور طولی حرکتی است.

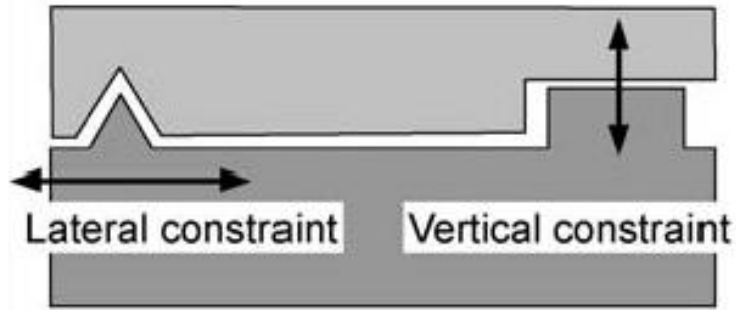
راهگاه نوع Flat and vee

□ در این راهگاه از یک نشیمنگاه مسطح و یک نشیمنگاه V شکل استفاده می شود.

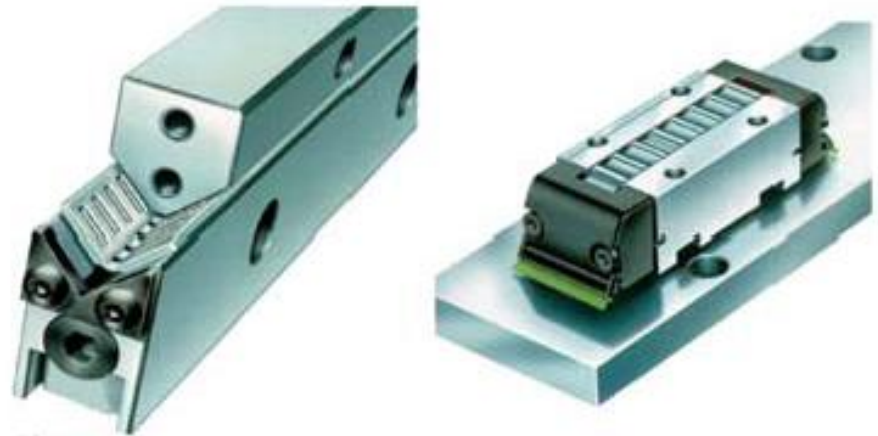


- دارای قابلیت جبران خودکار سایش
- گزینه مناسب برای دستگاههای سنگ بلند
- مکانیزم روغنکاری: غلتک های شناور در روغن
- قرار داشتن در معرض خطای Yaw در صورت وارد آمدن بار ناخواسته یا تغییرات ناگهانی بار

محدود کردن درجه های آزادی سیستم به کمک راهگاه Flat and Vee



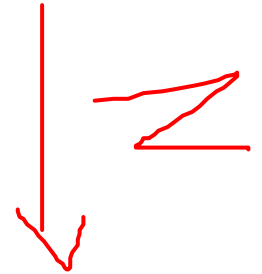
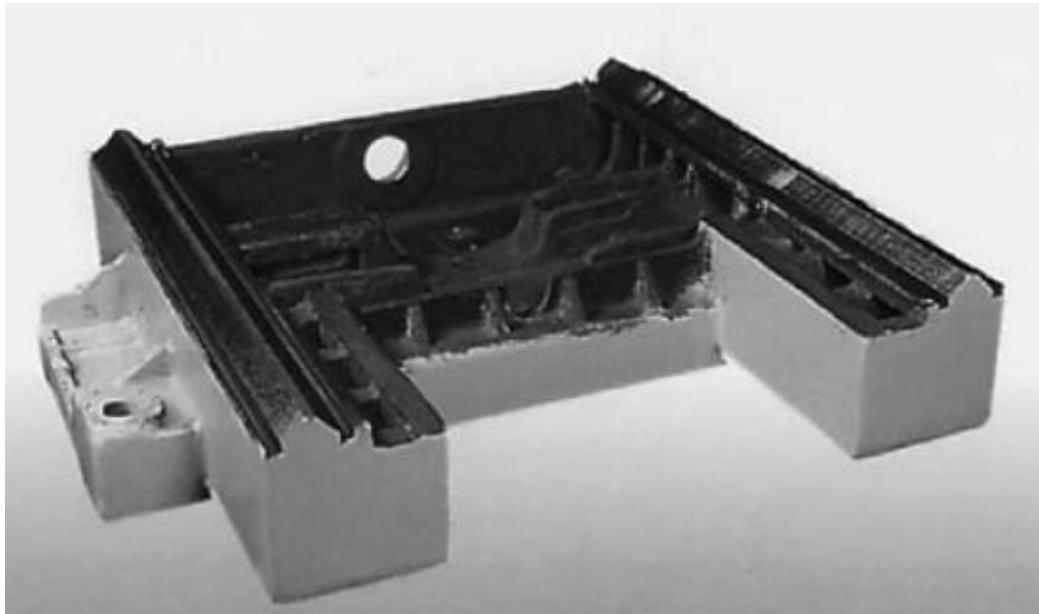
(a)



(b)

راهگاه نوع Double Vee

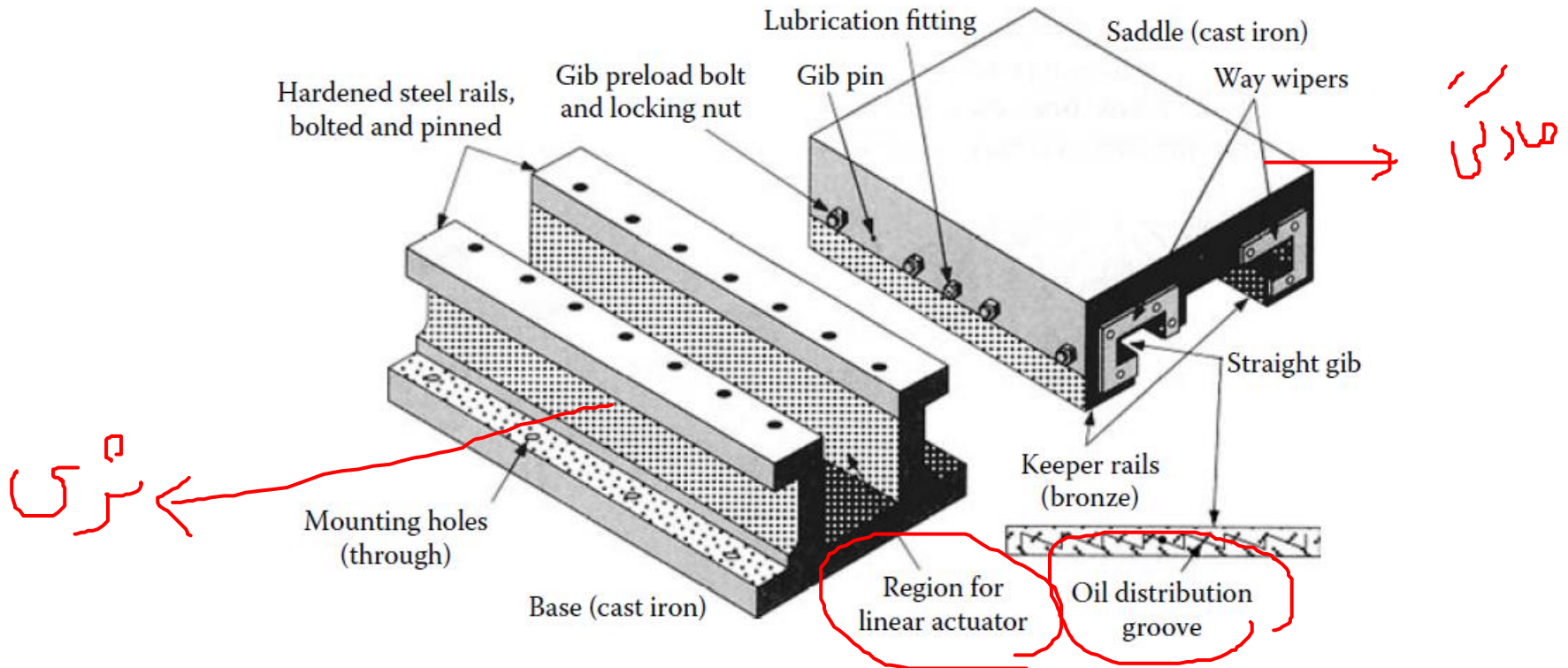
- در این راهگاه هر دو نشیمنگاه V شکل هستند.
- خطای Yaw کمتری در آن اتفاق می افتد.
- تولید آن برای طول های بلند مشکل است بنابراین برای ماشینهای سنگ کنترل عددی کوچک (معمولا محور Z) کاربرد دارد.



راهگاه نوع Dovetail

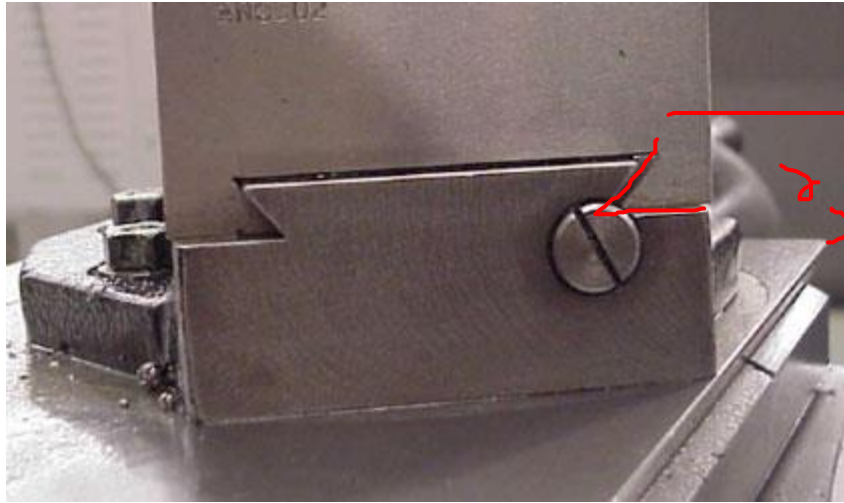
□ در این راهگاه پیش بار با استفاده از پیچ انجام می گیرد و قابلیت نیروی جاذبه که در انواع قبلی وجود داشت در این نوع برای تنظیم پیش بار وجود ندارد.

□ قابلیت خوبی برای تحمل نیروهای عمودی رو به بالا دارند. نیاز به فضای کمی دارند.

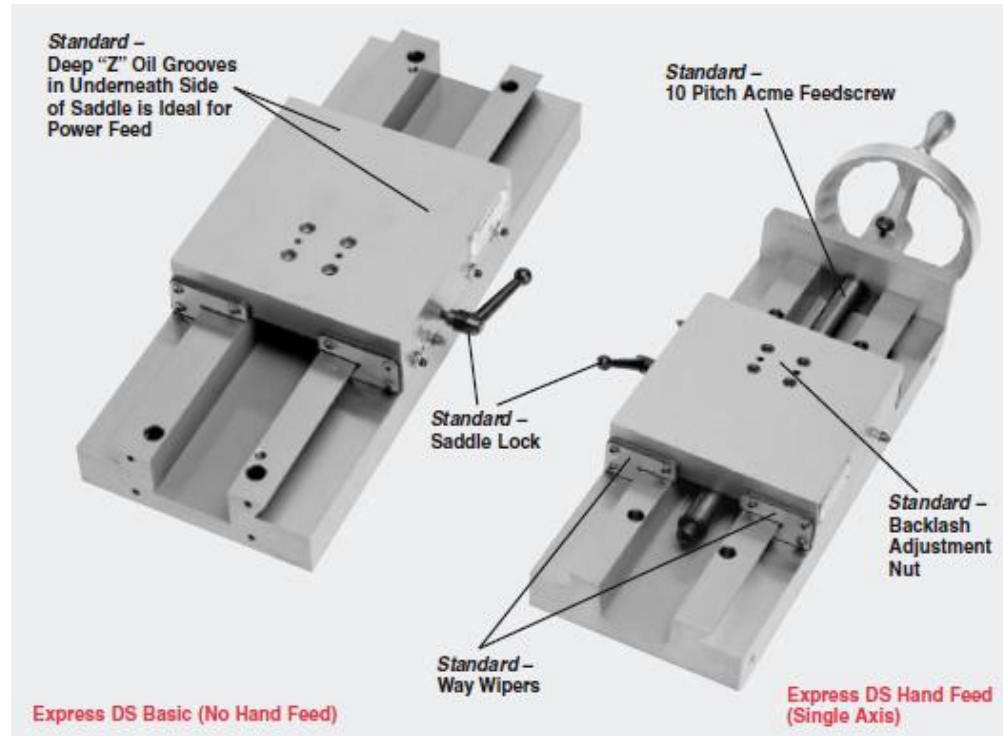
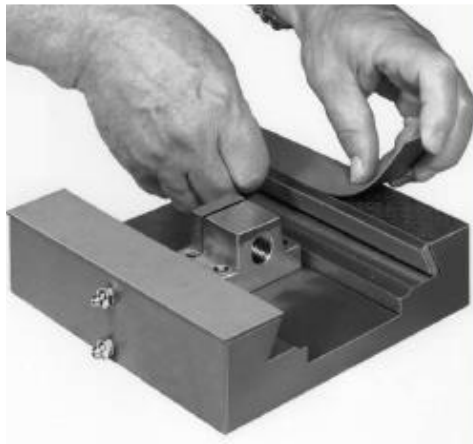


در مورد فضا اگر در مقایسه با حالت **vee** اگر در نظر بگیریم که دو قسمت دارند که از هم فاصله دارند این کانسپت فضای کمتری می گیرند.

راهگاه نوع Dovetail (طرح های مختلف)

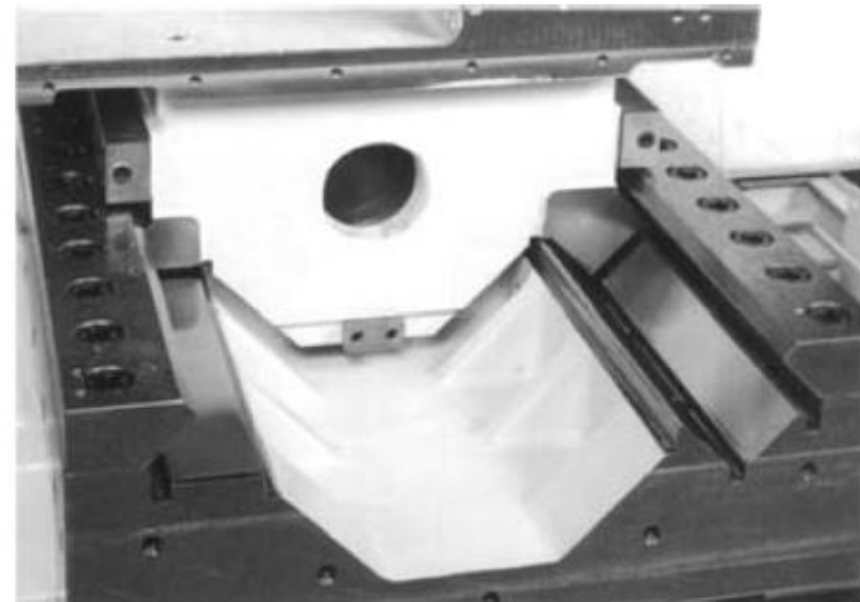
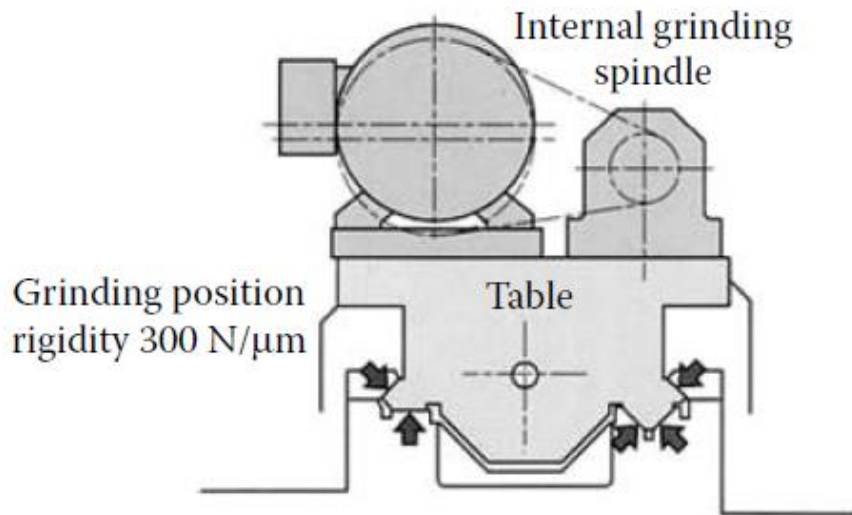


دردستگاههای تراش دستفرا
کاربرد



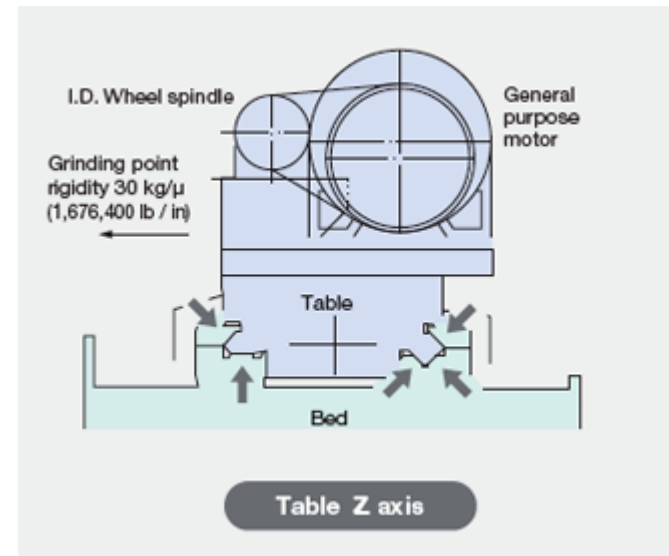
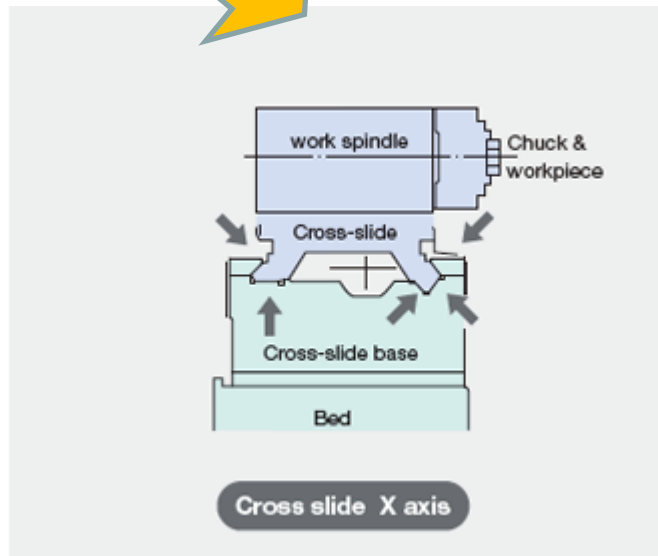
راهگاه نوع هیدرواستاتیک ← روغن

- در این راهگاه از فیلم روغن پرفشار با ضخامت ۱۰ میکرون برای روانکاری استفاده می شود.
- با توجه به اینکه در این نوع راهگاه تماس فلز با فلز وجود ندارد پدیده مکث و لغزش حذف شده و سایش به حداقل خود می رسد.



Five-way restrained Z-axis hydrostatic slide on an Okuma GI 10 internal grinder

دستگاه سنگزنی داخلی استوانه ای با راهگاه هیدرواستاتیک



راهگاه نوع هیدرواستاتیک

□ با توجه به رابطه دبی با ضخامت لایه روغن، عملکرد این نوع راهگاهها به دقت ساخت بسیار وابسته است.

$$q = Ph^3B/\eta$$

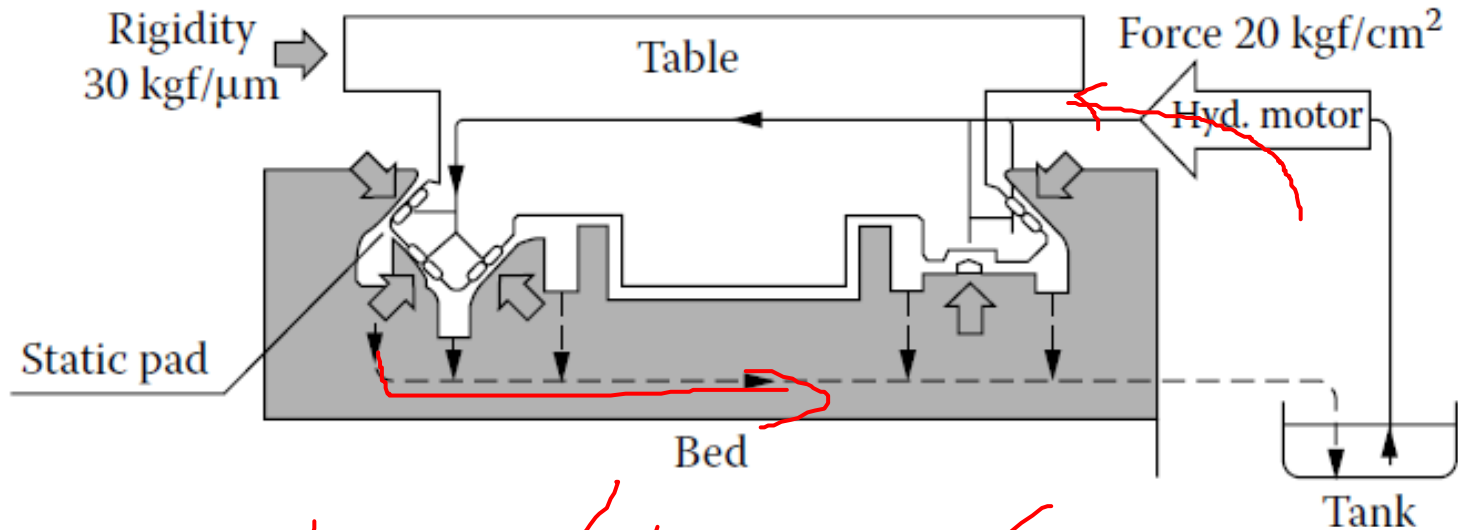
where q = flowrate, h = film thickness, η = film viscosity, and B = flow factor (constant).

□ ویسکوزیته روغن به دما وابسته است در نتیجه دما باید کنترل شود.

□ روغن لازم است با فیلتر ۳ میکرون فیلتر شود.

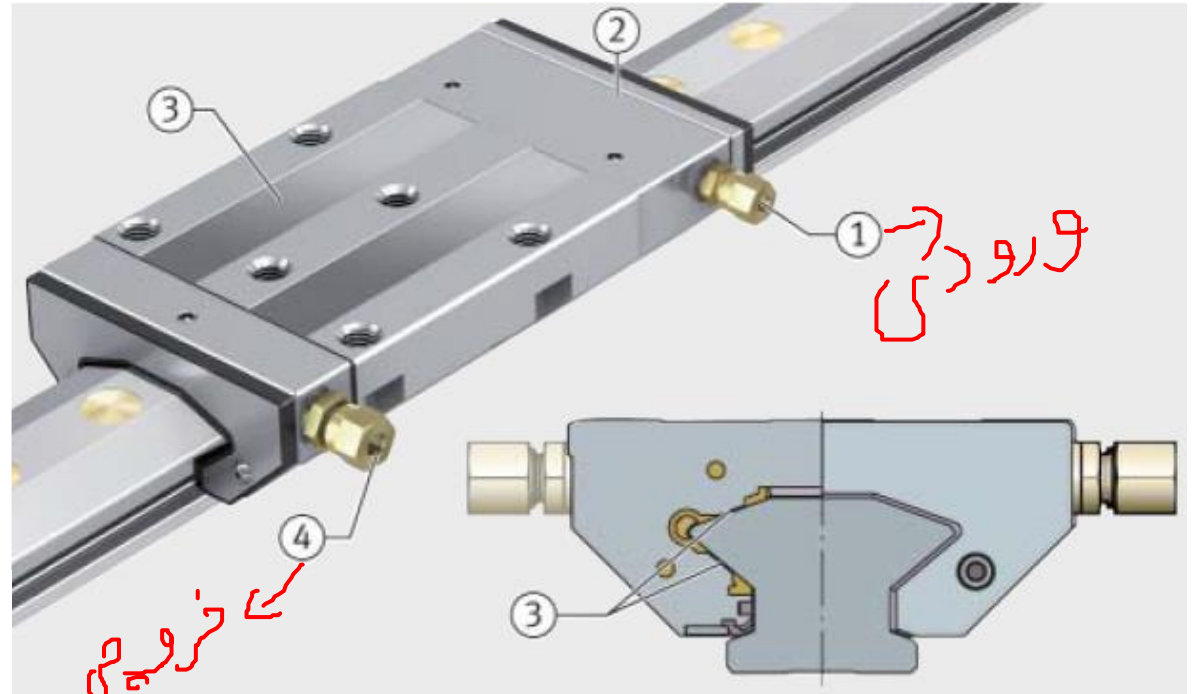
کاملاً برای رسیدن به دبی
فشار روغن دما روغن
فشار روغن دما روغن
دما ویسکوزیته روغن

راهگاه نوع هیدرواستاتیک-سازوکار و سیستم روانکاری



سازوکار و سیستم کارکرد راهگاه

راهگاه نوع هیدرواستاتیک-سازوکار و سیستم روانکاری



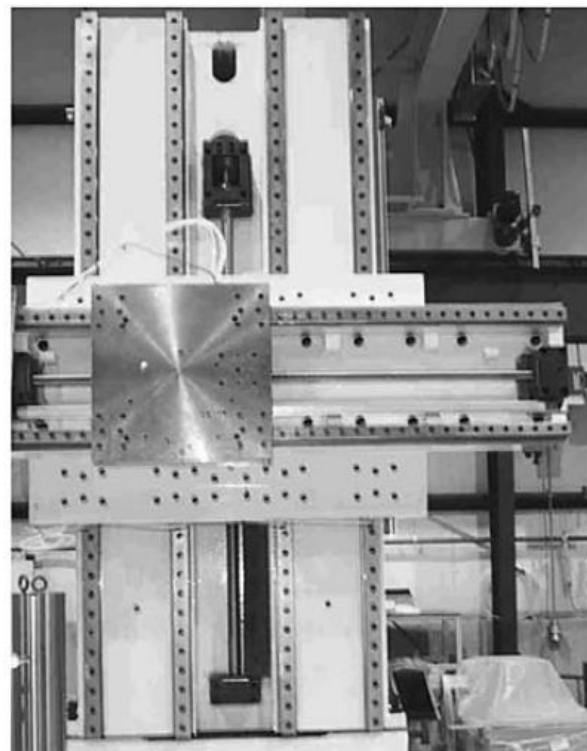
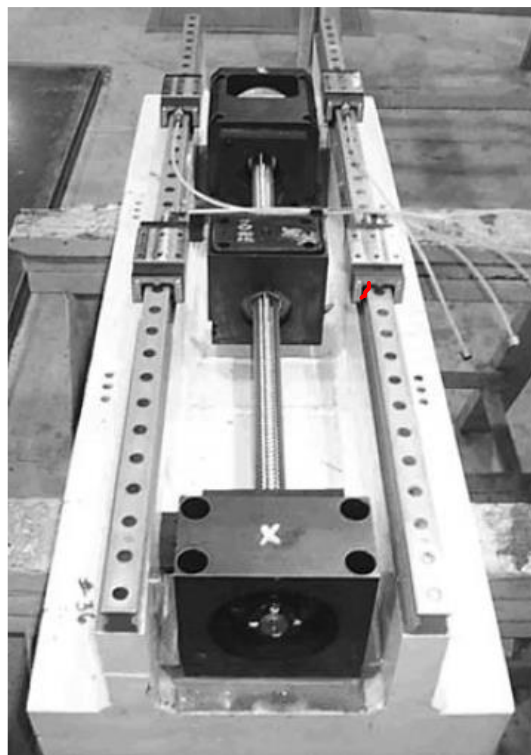
- ① Pressure side
- ② Integrated choke
- ③ Pressure pockets
- ④ Extraction side (unpressurised area)

راهگاه نوع چرخشی بلبرینگی

□ برای زمانی که قیمت کم و افزایش سرعت برای راهگاه یک ماشین ابزار مورد نیاز است از راهگاههای

پیچ و مهره ای بلبرینگی استفاده می شود. **دستگاه تراش و دستهای**

۴
۴

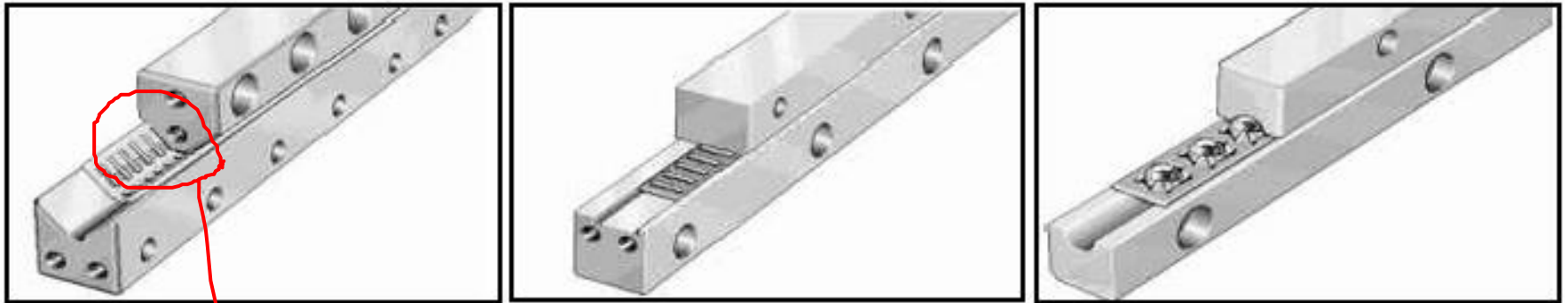


مقایسه راهگاه های هیدرواستاتیک و بلبرینگی



Glasses of water show how a roller-based guide transmits significantly more vibration than a hydrostatic guide

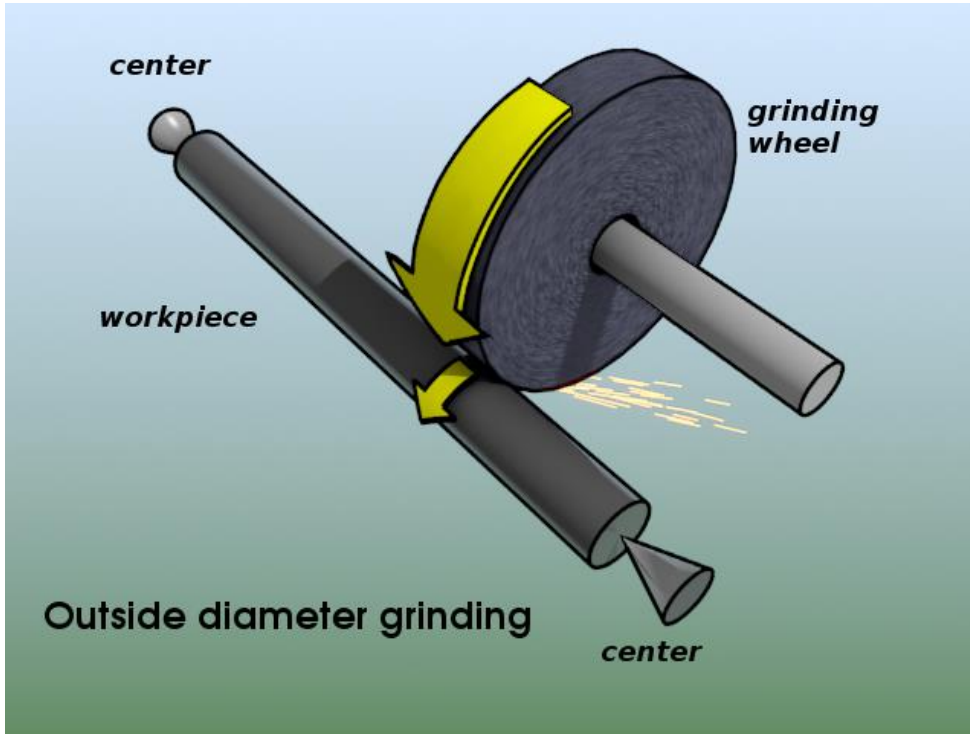
راهگاه بلبرینگی ثابت



بلبرینگی
ثابت

انواع ماشین های سنگ زنی استوانه ای

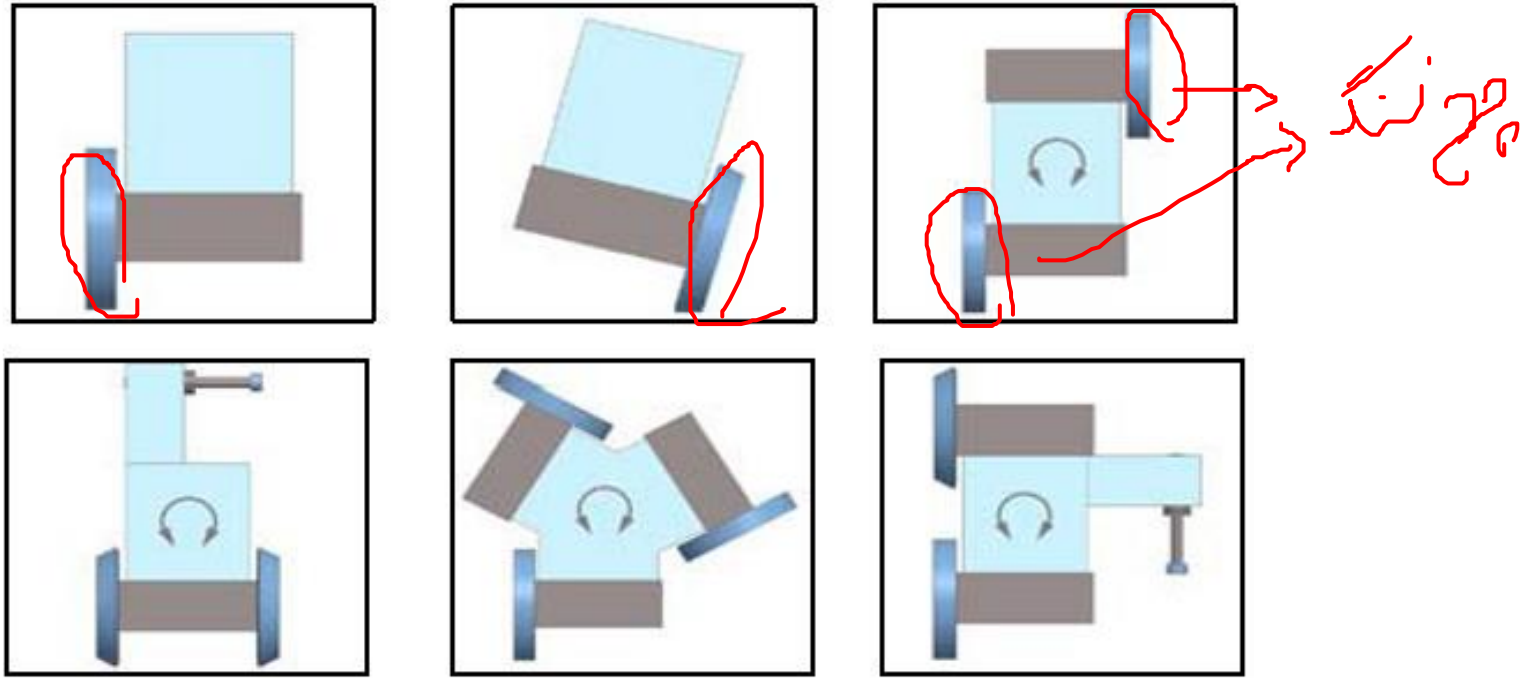
طراحی همان سنگ- ماشین سنگ



□ سنگ زنی استوانه ای با میز متحرک
□ سنگ زنی استوانه ای چرخ سنگ متحرک

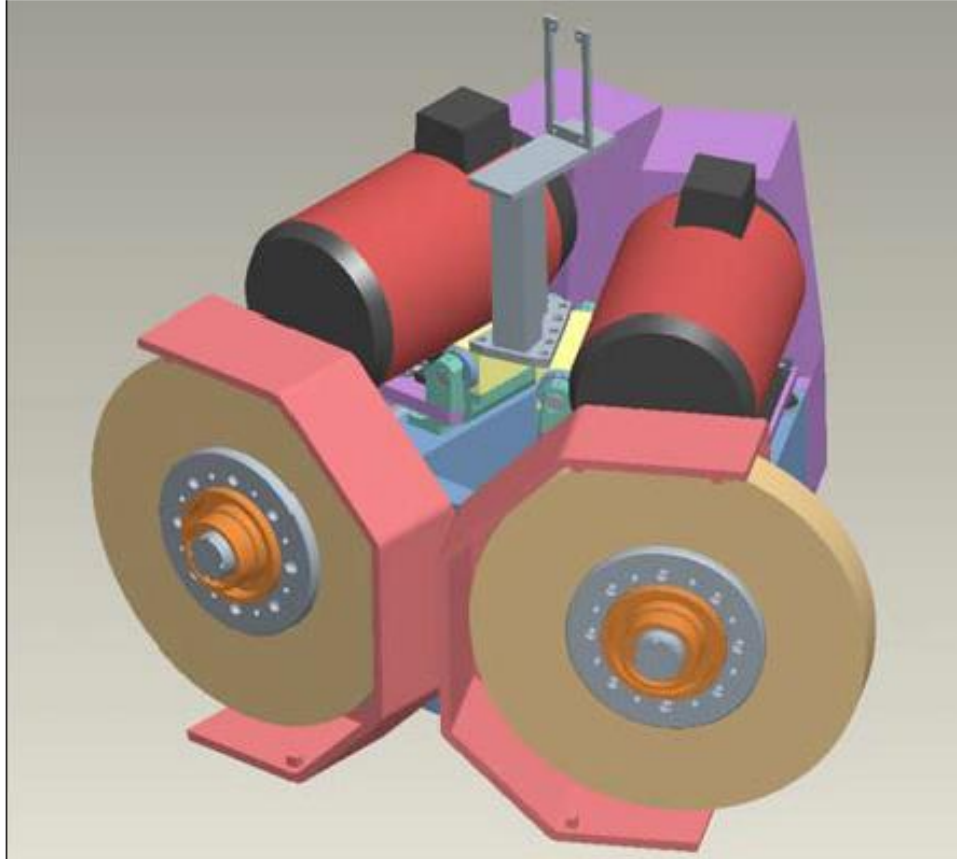
□ سنگ زنی با میز متحرک صلبیت و دقت بیشتری دارد و بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد.

ابزار در سنگ زنی استوانه ای



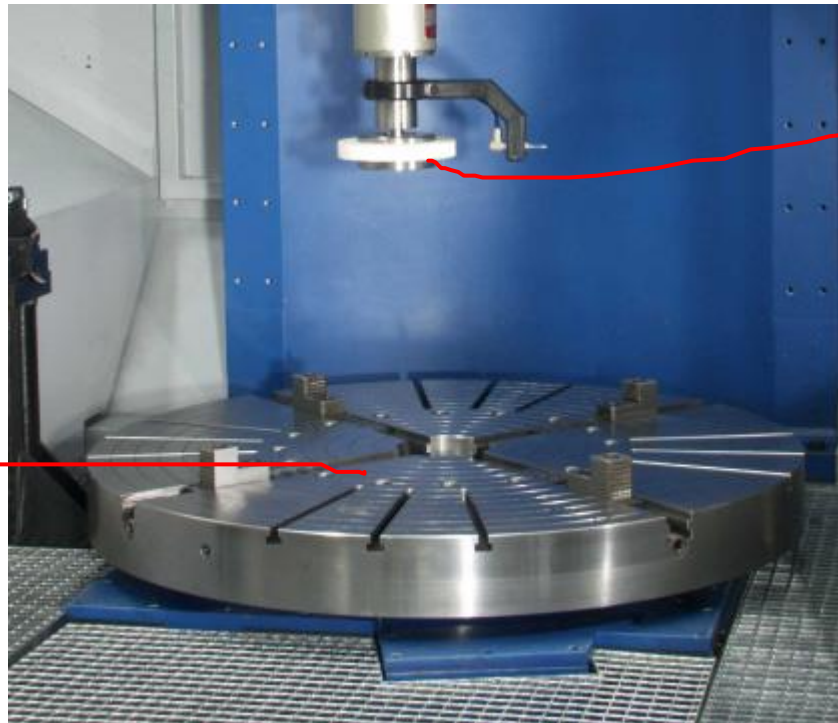
□ شکل های مختلف کله گی چرخ سنگ که برای بازدهی بیشتر در ماشینکاری مورد استفاده قرار می گیرند.

انواع ماشین های سنگ زنی استوانه ای



ماشین سنگ زنی استوانه ای عمودی

- از این نوع ماشین ها برای سنگ زنی قطعات بزرگ مانند اجزای توربین ها استفاده می شود.
- قطعه کار در این نوع ماشین های سنگ در یک میز گردان قرار می گیرد.



چرخ سنگ

سنگ
سنگ
سنگ

ماشین سنگ زنی استوانه ای عمودی



سنگ زنی دیسک توربین

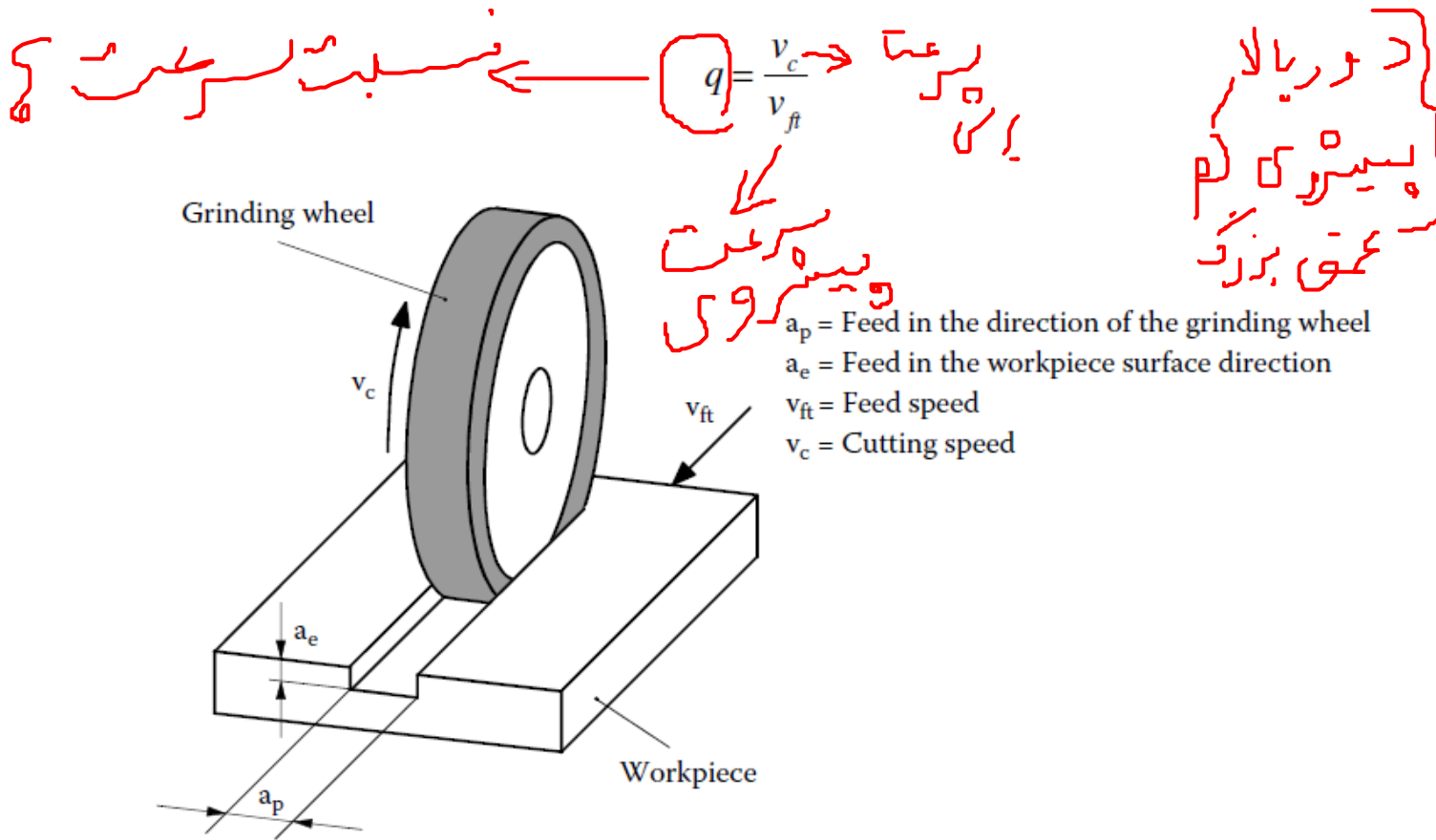
ماشین سنگ زنی استوانه ای عمودی



سنگ زنی چرخ دنده

سنگ زنی خزشی

در این فرایند تولیدی از سرعت های برشی خیلی تند، پیشروی های کوچک و عمق های برش بزرگ تر نسبت به سنگ زنی صفحه ای استفاده می شود.



مقایسه مشخصات سنگ زنی خزشی و رفت و برگشتی

	Creep feed grinding	Reciprocating grinding →
Infeed a_e (mm)	0.5-30	0.001-0.05
Feed rate v_{ft} (mm/s)	0.1-40	100-500
Speed ratio q (-)	3000-300 000	40-400
Geometrical contact l_g (mm)*	14-110	1.4-4.5
Number of grinding passes	Usually 1	Function of the overall infeed

سنگ
گشتی

م
سر
م

سنگ زنی خزشی با بازدهی بزرگ High-performance deep grinding

در این فرایند برای افزایش بازدهی فرآیند سنگ زنی از سرعت های پیشروی و برشی خیلی تند استفاده می شود.

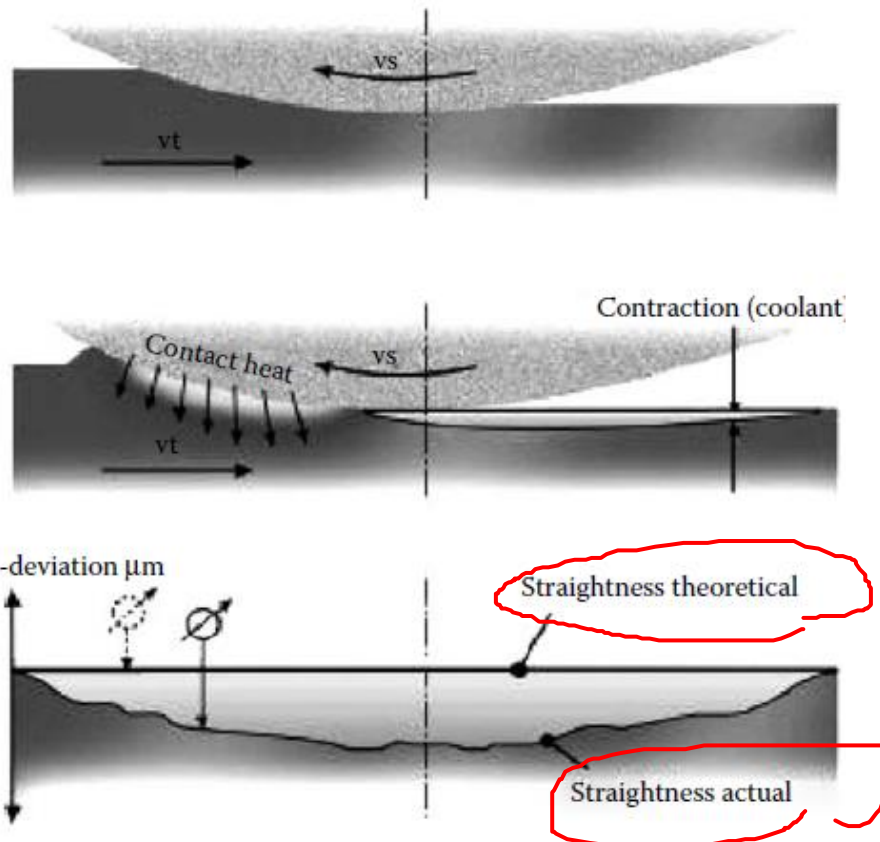
TABLE 16.2
Process Parameters of Reciprocating, Creep, and High-Performance Grinding Processes

Set Values	Infeed	Feedrate	Cutting Speed	Specific Material Removal Rate
Process	a_e	v_{ft}	v_c	Q'_w
Reciprocating grinding	0.001–0.05 mm	1–30 m/min	20–60 m/s	0.1–10 mm ² /mm/s
Creep feed grinding	0.1–30 mm	0.05–0.5 m/min	20–60 m/s	0.1–15 mm ² /mm/s
High-performance grinding	0.1–30 mm	0.5–10 m/min	80–200 m/s	50–2,000 mm ² /mm/s

فرایند سنگ زنی با بازدهی بزرگ

اهمیت سیال خنک کار در سنگ زنی

در اثر خنک کاری نامناسب در سنگ زنی به دلیل مکانیزمی که در شکل نشان داده شده است مستقیمی سطح تحت سنگ زنی، تحت تاثیر قرار می گیرد.



عدم استفاده از فنک کار باعث ایجاد لرزش می شود

طراحی سیستم خنک کاری

□ برای جلوگیری از کاهش کارایی خنک کاری حتما لازم است جریان سیال خروجی از نازل به صورت آرام باشد.

□ در صورتی که جریان به صورت گردابی باشد به دلیل افت اندازه حرکت ایجاد شده، سیال نمی تواند به جریان هوای ایجاد شده در اثر چرخش چرخ سنگ غلبه کند و در نتیجه کارایی خنک کاری کاهش می یابد.

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

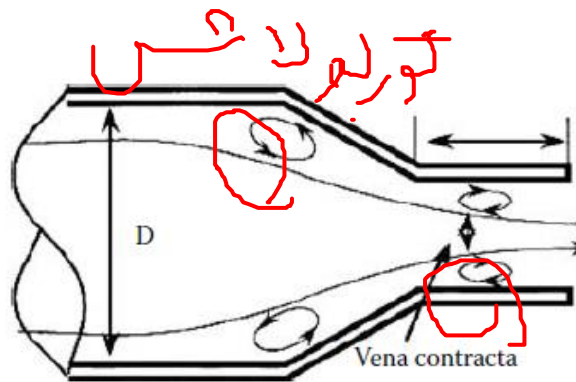
where

v = fluid velocity

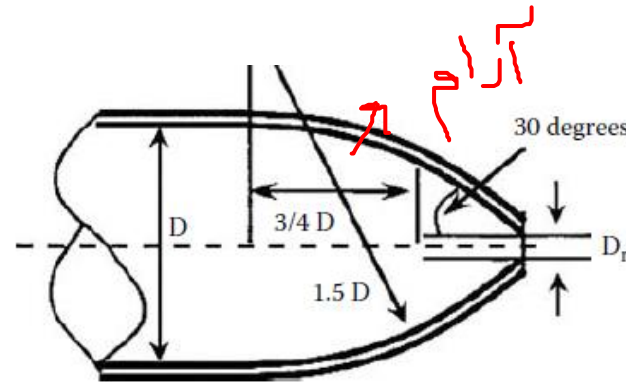
d = diameter of jet or pipe

ν = kinematic viscosity of fluid (10^{-6} m²/s for water)

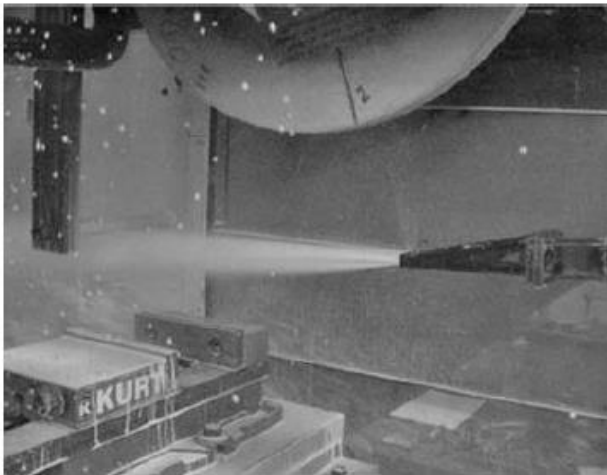
بهبود طراحی نازل



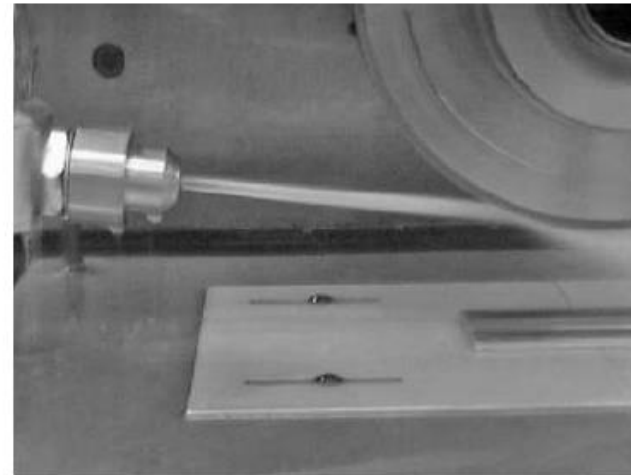
Traditional nozzle (with eddy zones shown)



Optimized nozzle design

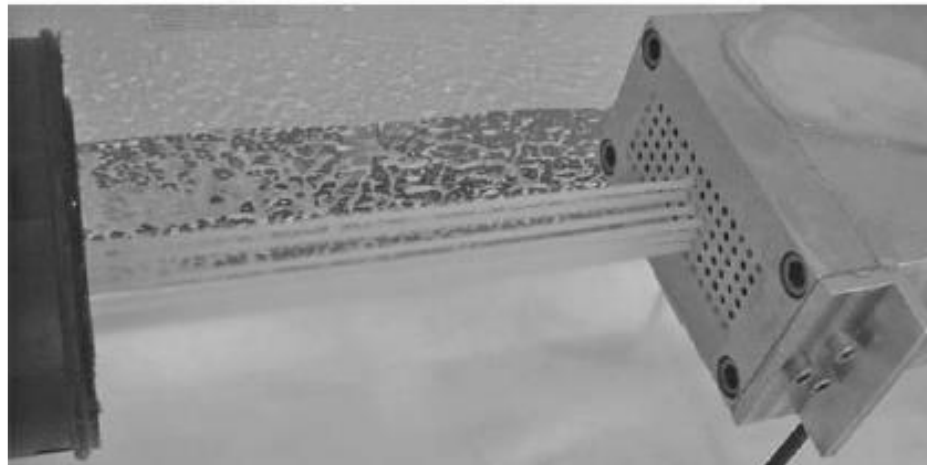
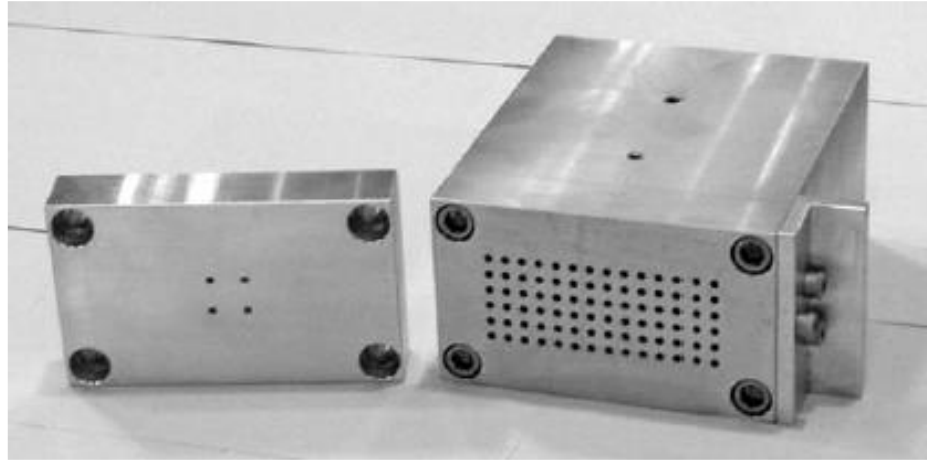


Incoherent coolant nozzle design



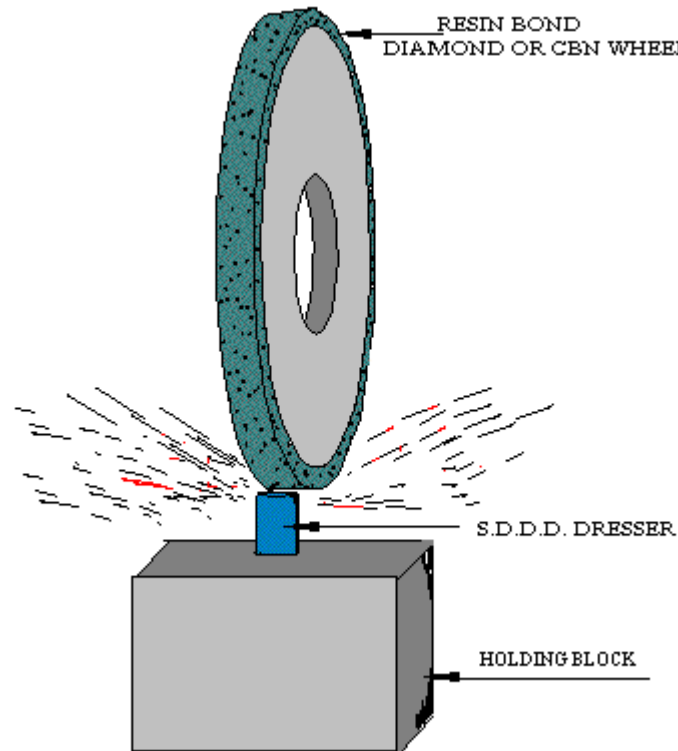
Improved nozzle design for coherent flow

دو مشکل اصلی ممکن است در جریان سیال اتفاق بیفتد. یکی افت فشار در اثر ادی های گردابی ایجاد شده در سیستم و دیگری جریان توربولانس است که اثراتش در شکل صفحه قبل داده شد.



تیز کردن چرخ سنگ (Grinding Wheel Dressing)

□ تیز کردن به فرآیندی اطلاق می شود که از آن برای بازیابی چرخ سنگ استفاده می شود. در این فرآیند لبه های برنده کند شده، ذرات براده و ساینده گیر کرده در چرخ سنگ، از آن به کمک یک ابزار سخت تر جدا می شوند و بقیه لبه های برنده چرخ سنگ تیز می شوند.



تیز کردن چرخ سنگ (Grinding Wheel Dressing)

استفاده از ابزار الماسه تک لبه

- در این روش از ابزار تک لبه از جنس الماس استفاده می شود.
- ساده ترین روش است و به ابزار خاصی نیاز ندارد. دقت آن در طی کردن پروفیل مشخصی از قطعه کار زیاد است.
- به دلیل ضعیف بودن لبه برنده (نسبت به ابزارهای تیزکردن چرخ دیسکی) این ابزار عمر کمتری دارد.



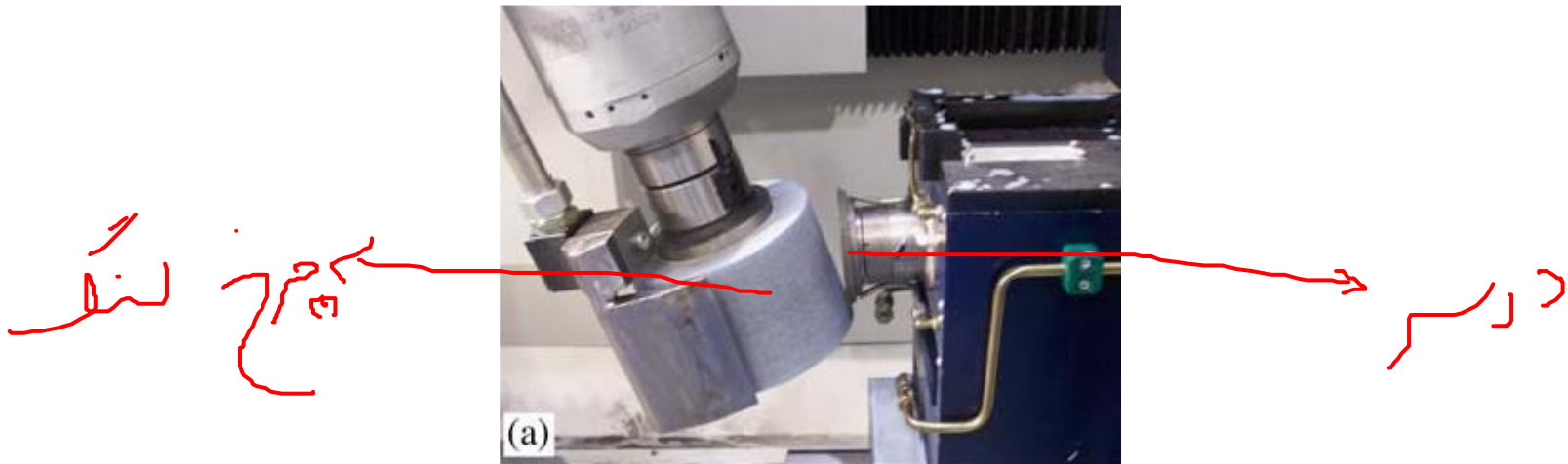
ابزار پهن لبه

ابزار تیزکن تک لبه الماس ← با راقوت

تیز کردن چرخ سنگ (Grinding Wheel Dressing)

استفاده از ابزار الماسه دیسکی

- در این روش از ابزار دیسکی مطابق شکل استفاده می شود.
- استحکام آن از ابزار تک لبه بیشتر است و به کمک آن تیز کردن سریعتر انجام می پذیرد.
- برای چرخ سنگ های از جنس **CBN** می تواند مورد استفاده قرار بگیرد.



ابزار تیزکنی دیسکی الماسه در ماشین سنگ زنی استوانه ای

تیز کردن چرخ سنگ (Grinding Wheel Dressing)

□ یکی از جدیدترین مفاهیم مورد استفاده از ابزار دیسکی تیزکنی نصب شده روی محور قطعه کار است.

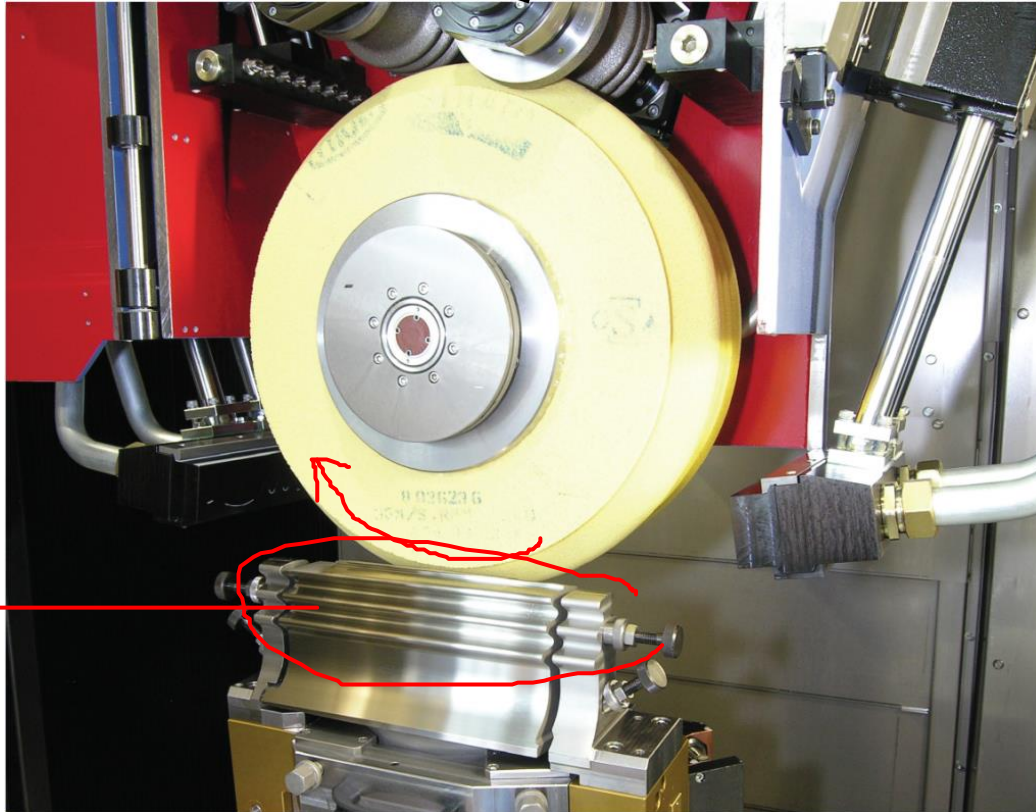


ابزار تیزکنی دیسکی الماسه در ماشین سنگ زنی استوانه ای

تیز کردن چرخ سنگ پیوسته (continuous-dress grinding)

- تیز کردن پیوسته چرخ سنگ برای سنگ زنی خزشی مورد استفاده قرار می گیرد.
- تیز کردن پیوسته باعث افزایش نرخ باربرداری می شود.

تیز کن چرخ سنگ پیوسته



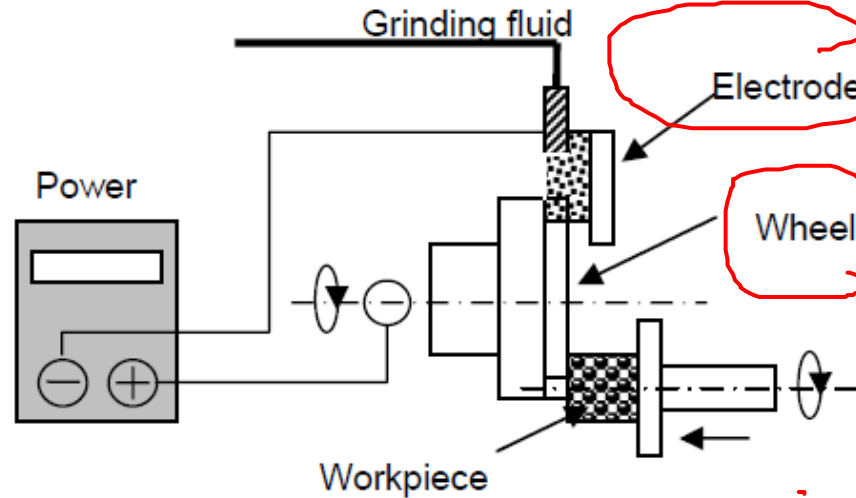
توبین گامه

تیز کردن چرخ سنگ پیوسته - روش های نوین

Electrolytic In-process Dressing (ELID)

- تیز کردن پیوسته چرخ سنگ برای سنگ زنی خزشی مورد استفاده قرار می گیرد.
- تیز کردن پیوسته باعث افزایش نرخ باربرداری می شود.

ECM



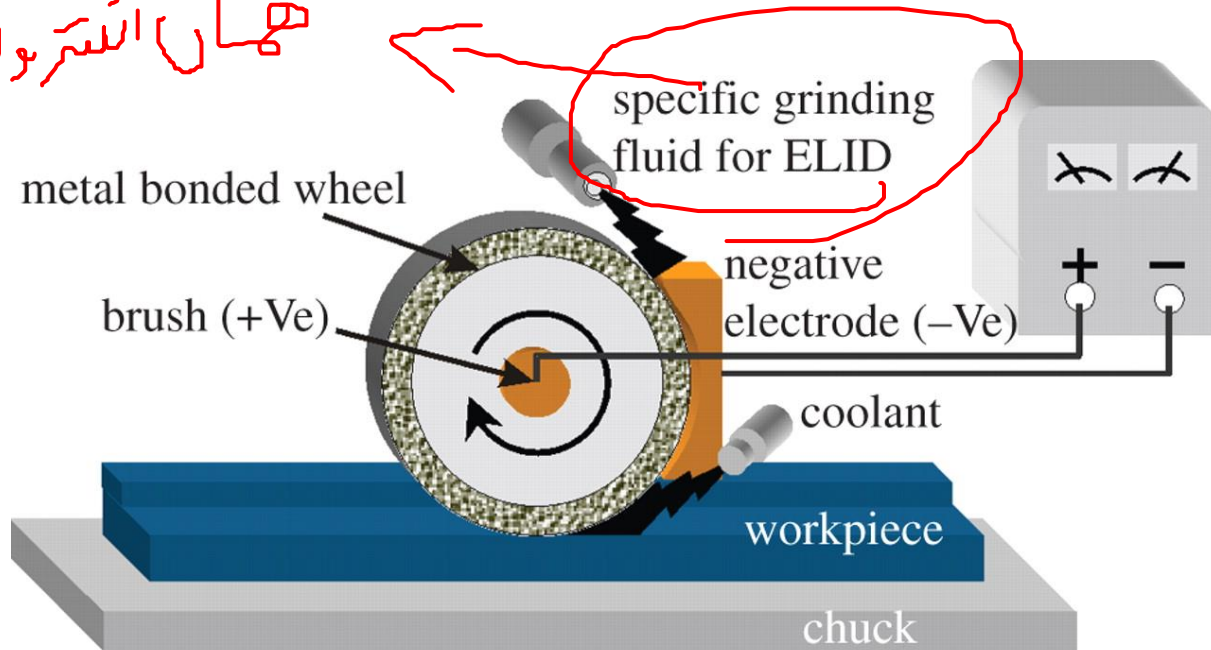
کاتد

قفسه الکترولیت
در فرایند ریس

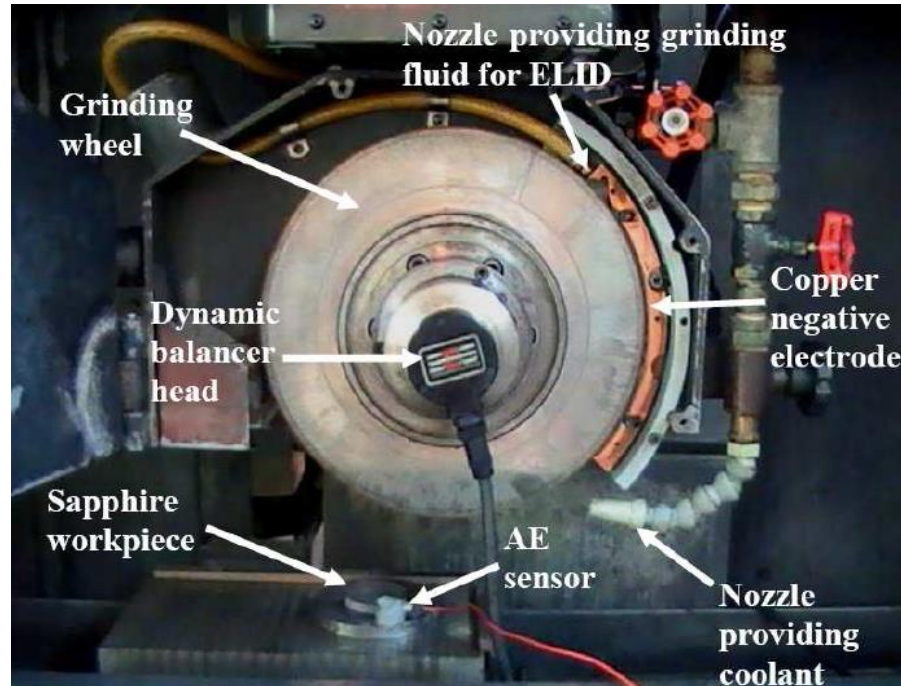
تیز کردن چرخ سنگ پیوسته

- در این فرآیند مکانیزم باربرداری الکتروشیمیایی است. از مایع الکترولیت برای باربرداری از چرخ سنگ استفاده می شود.
- چسب مورد استفاده در ساختار چرخ سنگ حتما باید فلزی (رسانا) باشد.

همان الکترولیت فرایند
ECM
(رسانا)



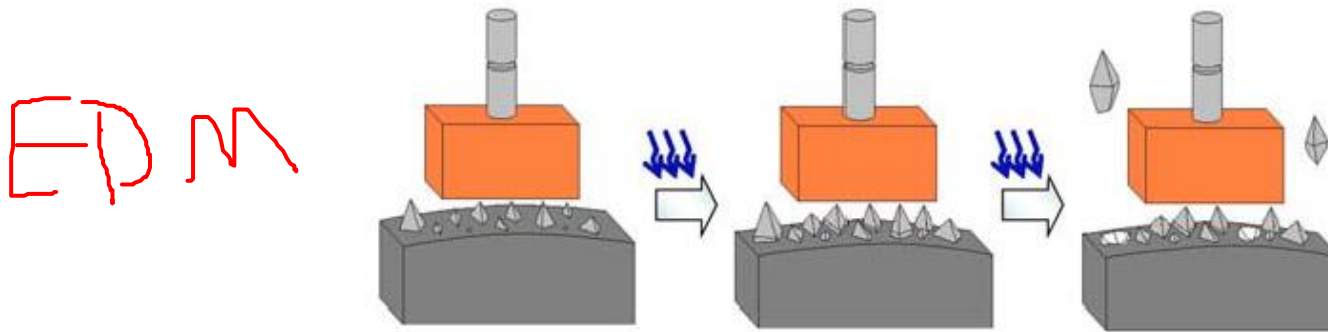
در فرایند ECG ابزار و قطعه لزوماً رسانا نیستند



برای ماشینکاری یاقوت اگر از این روش (تیز کردن پیوسته) استفاده شود می توان از ابزار بدون اینکه زود سایش پیدا کند استفاده نمود. ماشینی که برای این روش استفاده می شود باید قابلیت های خاصی داشته باشد. از جمله اینکه وقتی سنگ خورده شد و قطرش کاهش پیدا کرد بتواند سرعت خطی را ثابت نگه دارد از طرفی بتواند مقدار سایش را در عمق برش جبران کند.

Electro Discharge Dressing (EDD)

□ در این روش از مکانیزم تخلیه الکتریکی برای تیز کردن چرخ سنگ با چسب فلزی استفاده می شود

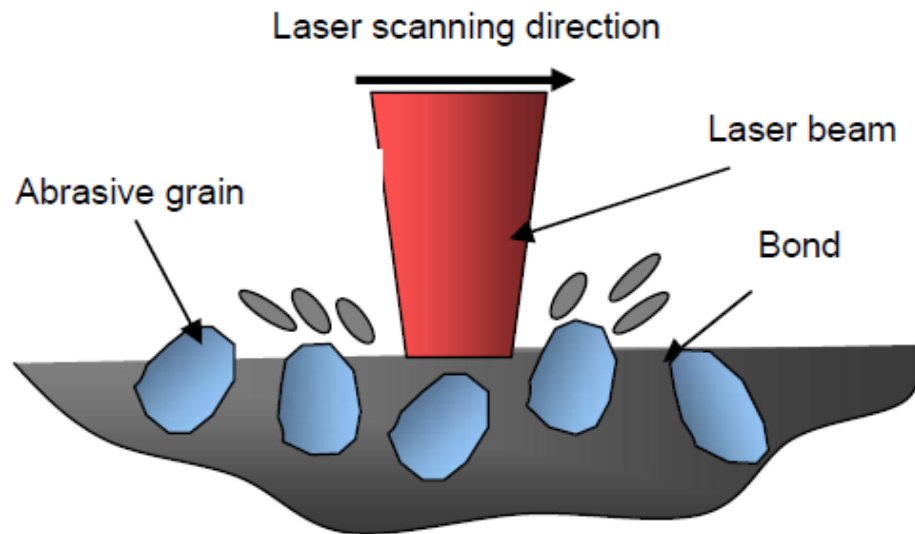


برای تیز کردن چرخ سنگ الماس از این روش می توان استفاده نمود. قبلا الماس با چرخ سنگ CBN تیز می شد که عمر ابزار در آن خیلی کم بود. اگر از این روش استفاده شود عمر ابزار به طور قابل ملاحظه ای بهبود می یابد. در روش دیگری که تصویر آن در بک آپ اسلاید آمده است از وایرکات برای تیز کردن چرخ سنگ الماس استفاده می شود.

در تصویر سوم (سمت راست ذرات ساینده بزرگی که نشان داده می خواهد بگوید ساییدن چسب فلزی ممکن است باعث شود ریشه دانه ها از بین برود و دانه کلا در بیاید.

تیز کردن چرخ سنگ پیوسته به کمک لیزر

□ در این فرآیند از انرژی حرارتی لیزر برای ذوب و تبخیر چسب رزینی یا فلزی و در نتیجه تیز کردن چرخ سنگ استفاده می شود.



پایان جلسه دهم

