

جلسات هفتم و هشتم: آخرین فناوری های
ماشین های تراش و مراکز ماشینکاری
(Machine Centers)



ماشین های تراش برای حداکثر نرخ تولید

* ماشین که قابلیت های مختلفی داشته باشد

□ این نوع ماشین های تراش بیشتر برای صنعت خودروسازی که در آن دقت زیاد و سرعت ماشینکاری تند مورد نیاز است، بکار می روند.

ویژگی های ماشین های تراش در این نوع کاربرد:

□ ابعاد کوچک برای بهره برداری بهتر از فضای کارخانه

□ مجهز بودن به یک یا دو اسپیندل برای گرفتن قطعه و سه یا چهار انباره ابزار (Turret)

□ قابلیت باز و بست اتوماتیک قطعه کار

□ استفاده از اسپیندل های پر سرعت

□ قابلیت انجام عملیات دیگر ماشینکاری نظیر سنگ زنی، سوراخکاری و فرزکاری بر روی

یک ماشین

تفاوت ماشین سر و ماشین مخصوص

قابلیت باز و بست اتوماتیک قطعه کار

□ این کار روشهای زیر ممکن است انجام گیرد

□ باز و بست قطعه کار به کمک ربات

□ حرکت قطعه در ریل انتقال (**Conveyer**) به سمت محل باز و بست

□ حرکت اسپیندل قطعه به محل باز و بست



نمونه قطعاتی که با دستگاه تراش عمودی تولید می شوند.

السنبل

قطعه

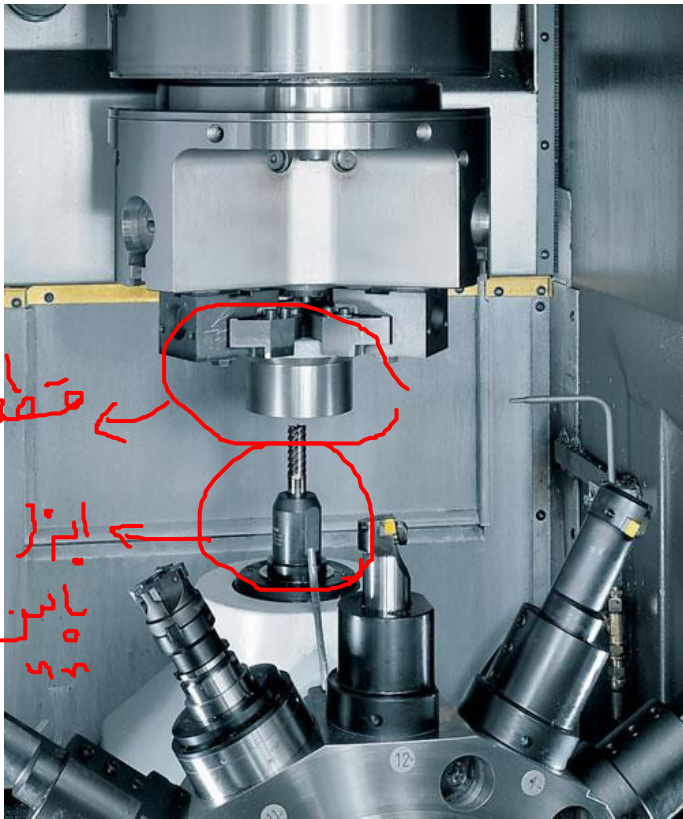
حرکت قطعه در ریل انتقال (Conveyer) به سمت محل باز و بست

قابلیت باز و بست اتوماتیک قطعه کار



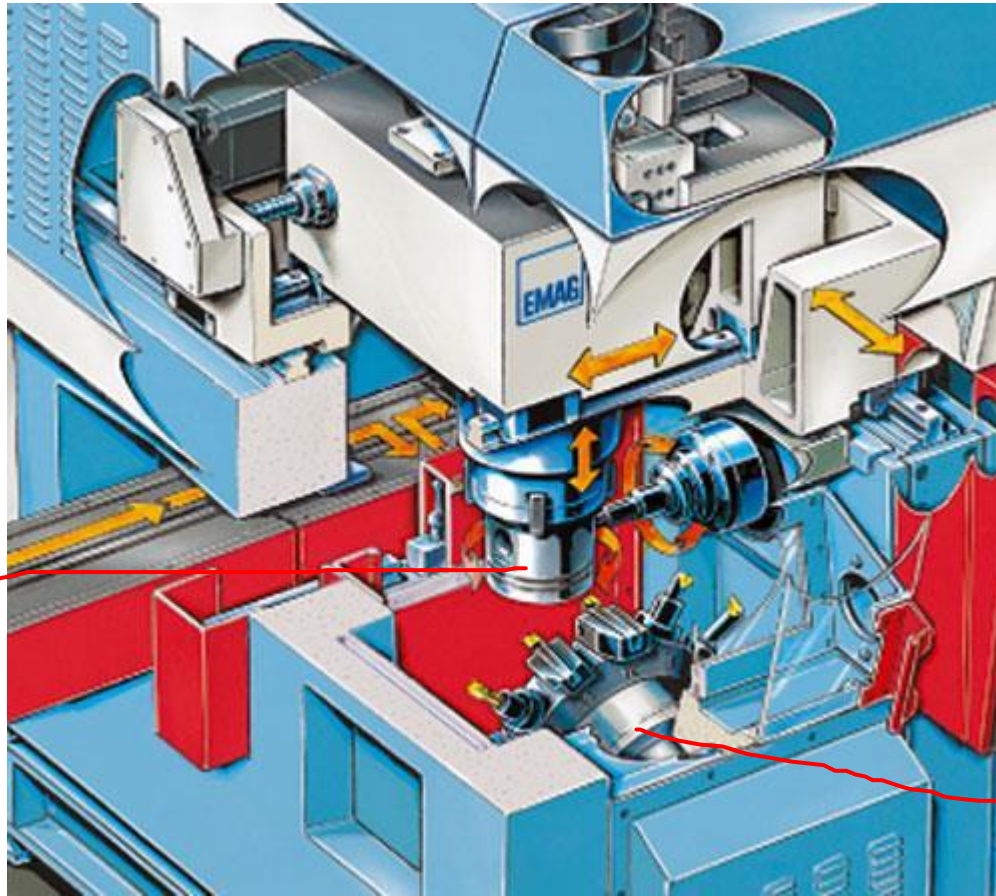
حرکت اسپیندل قطعه به محل باز و بست

دستگاه تراش عمودی معکوس



□ در این نوع دستگاه تراش بر خلاف دستگاه های تراش عمودی سنتی، محل ابزار و قطعه کار در ماشین ۱۸۰ درجه می چرخد. قطعه کار در اسپیندل بالایی قرار می گیرد بدین ترتیب اسپیندل بالایی قابلیت بازو بست اتوماتیک قطعه کار را به کمک برنامه نویسی کامپیوتری (CNC) پیدا می کند.

دستگاه تراش عمودی معکوس



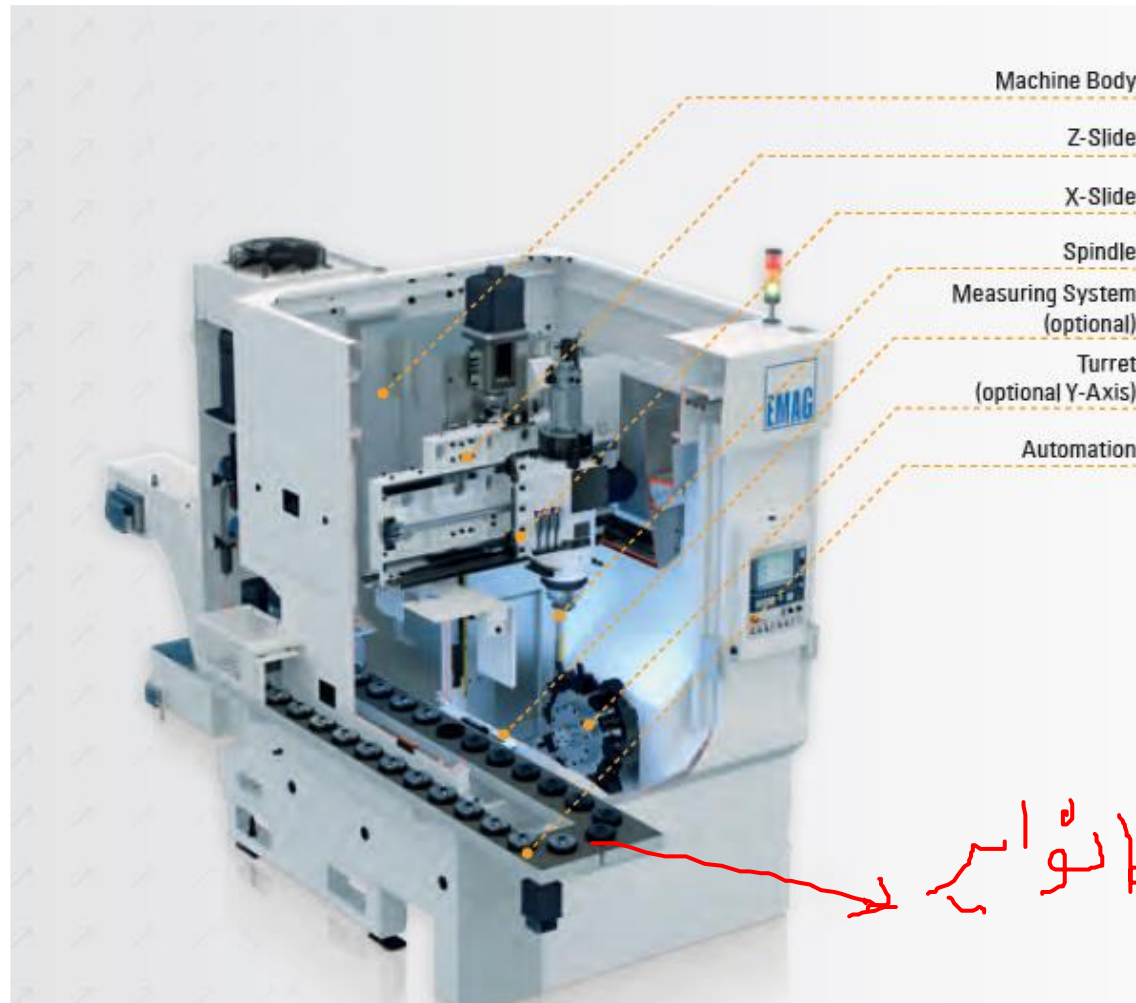
شکل نمادین برش خورده از قسمت های مختلف و درجه های مختلف آزادی دستگاه تراش عمودی معکوس

دستگاه تراش عمودی معکوس



قابلیت بکارگیری دستگاه های تراش عمودی در تولید دسته ای و انبوه اتوماسیونی

سیستم اتوماتیک تولید و اندازه گیری قطعه به کمک دستگاه تراش عمودی معکوس





از این نوع ماشین ابزار برای قطعات بسیار سنگین مانند قطعات توربین، چرخ دنده های بزرگ و قطعات بلند استفاده می شود و در آن قطعه کار در میز دستگاه قرار می گیرد و ابزار به اسپیندل متصل می شود.

دستگاه تراش عمودی



برای مصالحت
سنگ
پولت توربین گاز



測試報告/Test Record

機種/Model : VTplus-15

文件編號/File No. : QR012-06-01-10

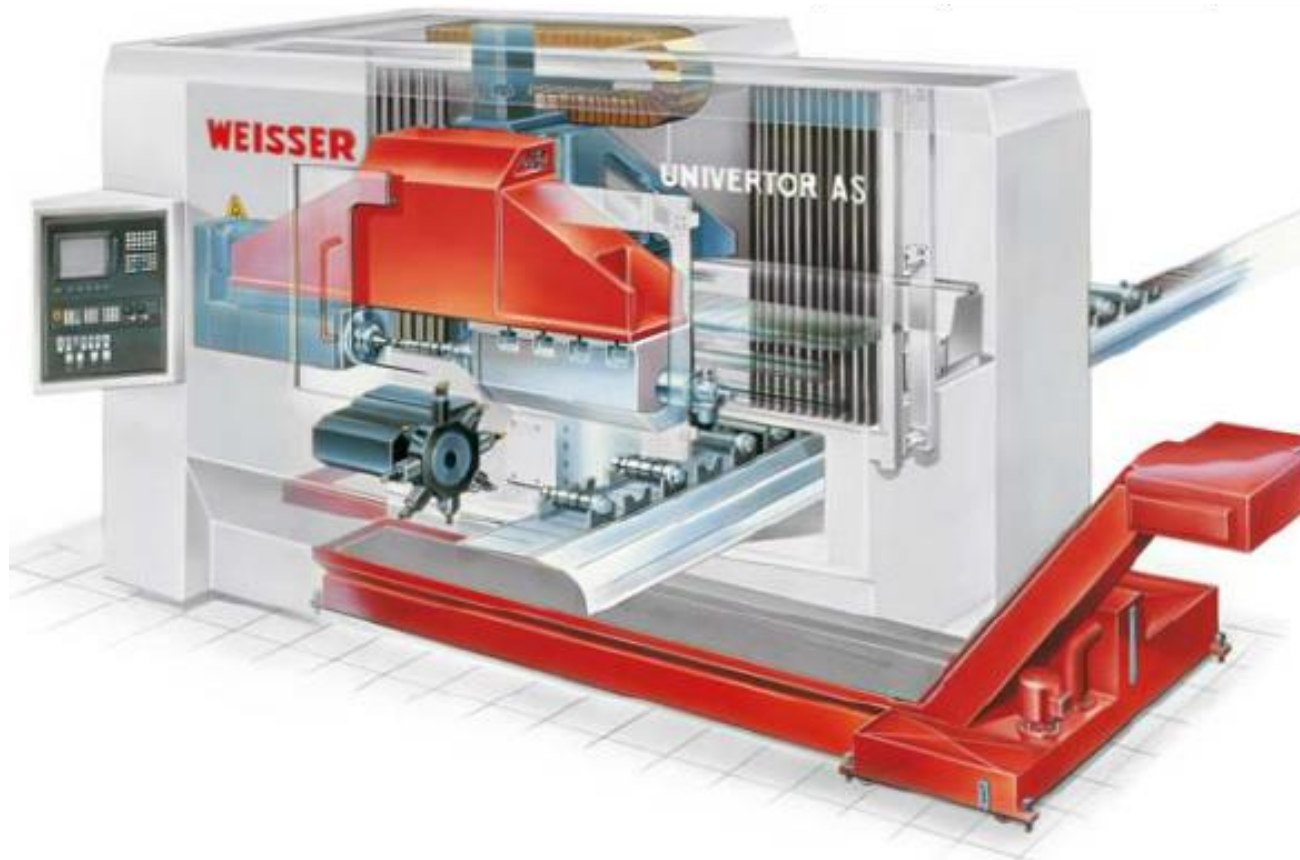
機號/Serial No. : MS-118P

頁數/Page : 1/5

類別/Specified : 內銷/Domestic 大陸/CT 外銷/Oversea

編號 No.	檢驗項目 Test item	圖示 Illustration	床面上旋徑 Swing over bed		檢驗結果 Record
			-500 mm	500- 1000mm	
1	(a) Z軸方向 (垂直面內) Longitudinal direction (in vertical plane)		許可差 Tolerance		0.02
			0.04 mm/m	0.05 mm/m	
1	(b) X軸方向 (垂直面內) Cross direction (in vertical plane)		0.04 mm/m	0.05 mm/m	0.015
	2	床面滑軌之平行度 Parallelism of bed slide way in overall length		.02 mm / .0008"	.02 mm / .0008"
3	主心軸偏轉 Spindle nose runout		.01 mm / .0004"	.02 mm / .0008"	0.004

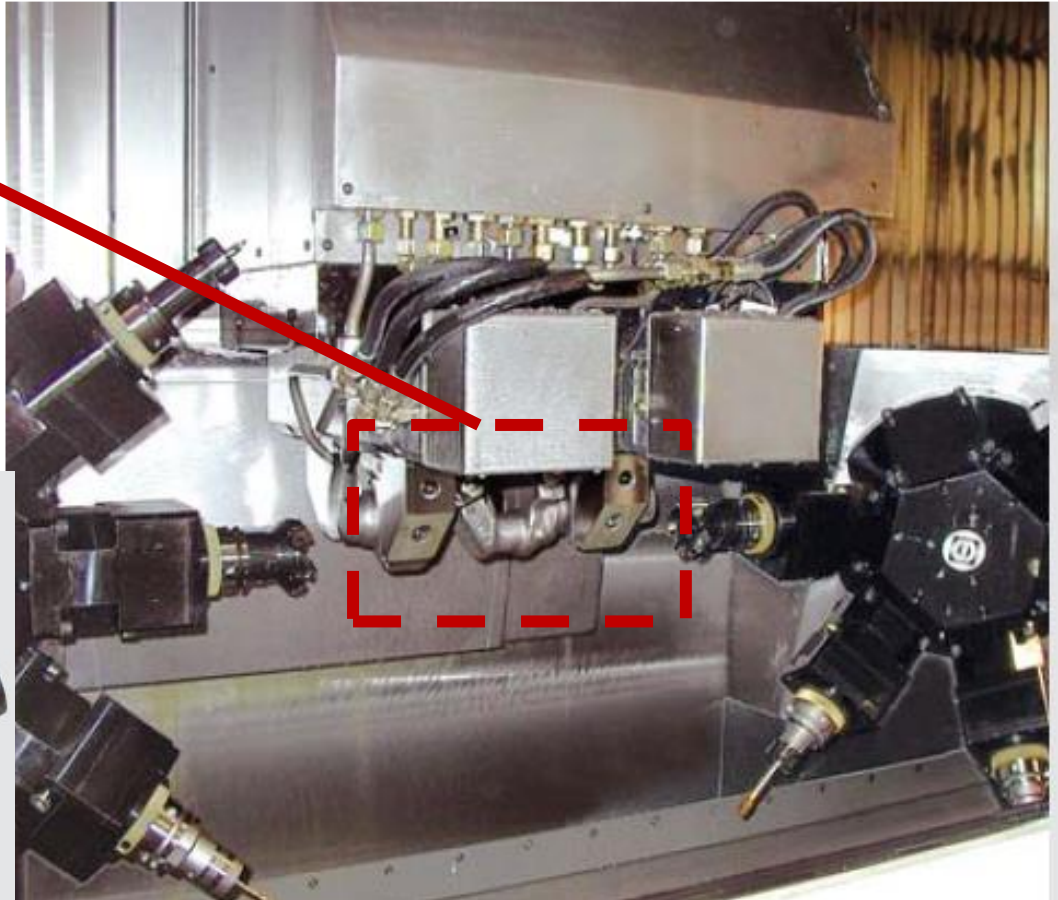
سیستم اتوماتیک باز و بست قطعه در دستگاه تراش افقی



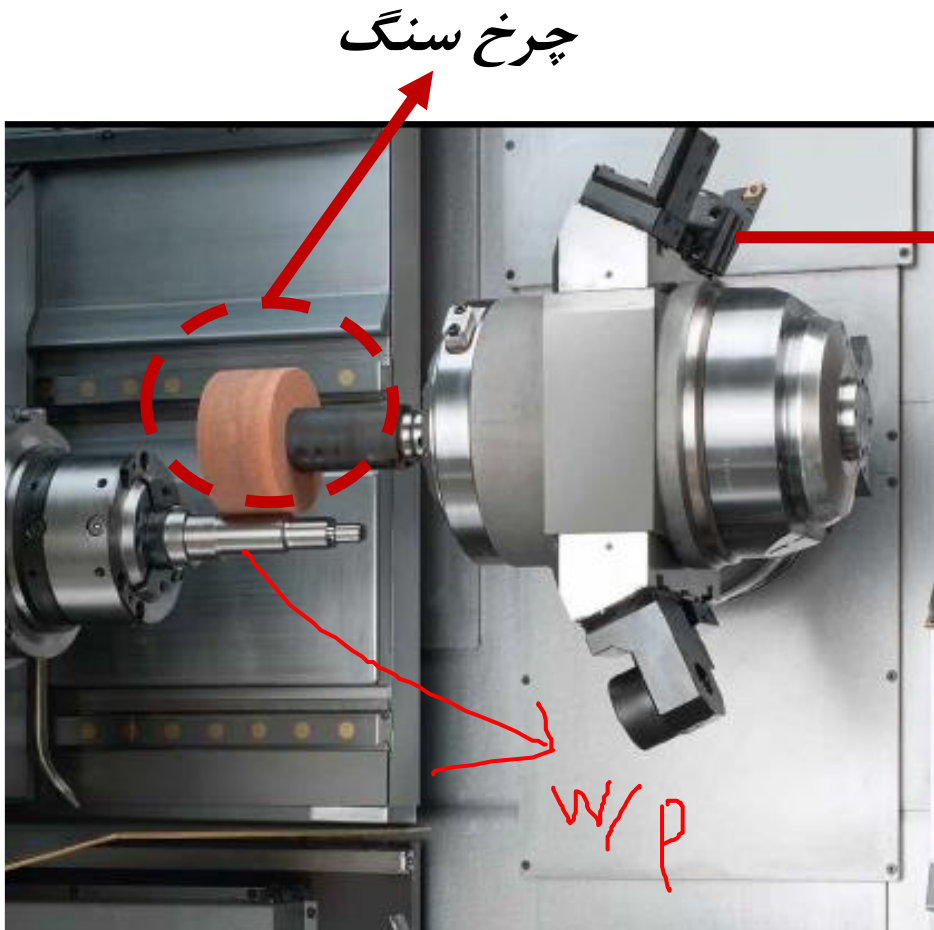


ماشینکاری میل لنگ با استفاده از ماشین تراش افقی

میل لنگ



قابلیت انجام چندین عملیات در یک مرکز تولیدی تراش

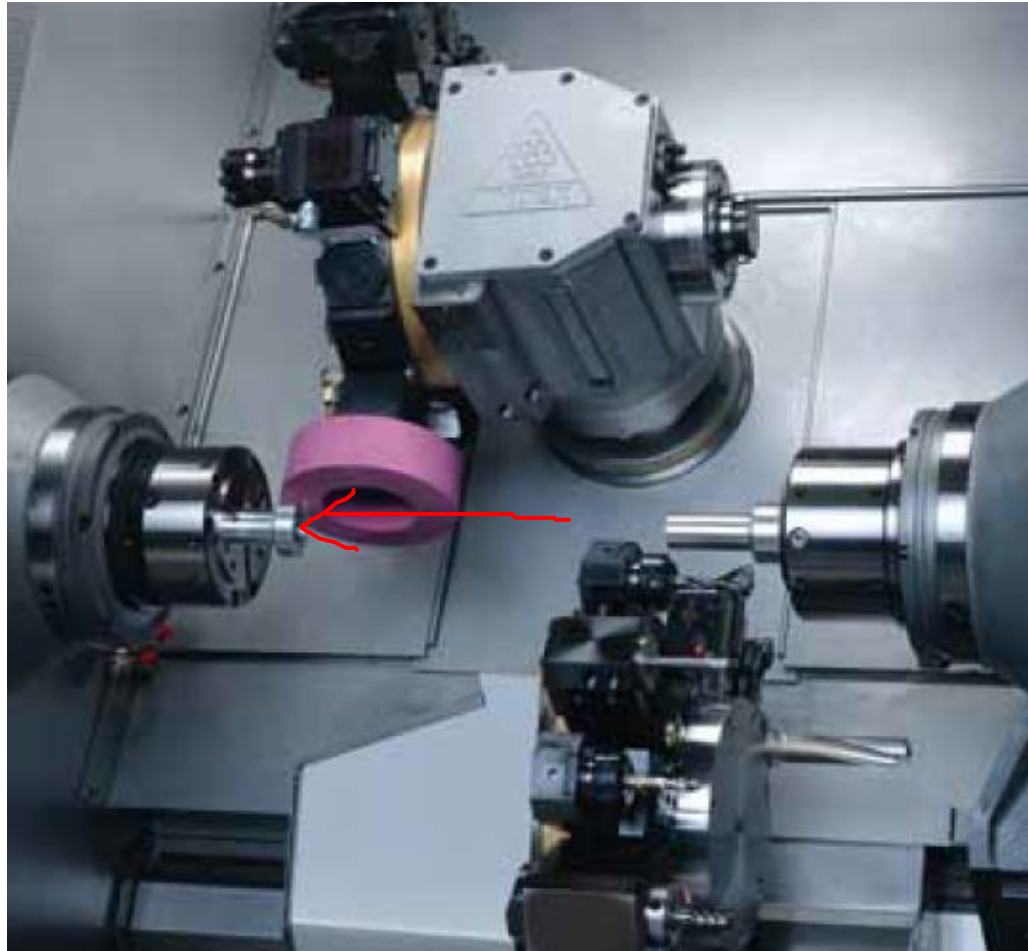


چرخ سنگ

ابزار تراش

□ در این نوع ماشین تراش ها، ابزار گیر مجهز به اسپیندل است.

قابلیت انجام چندین عملیات در یک مرکز تولیدی تراش



تأثیر
در سیستم

□ به ماشینکاری قطعاتی با سختی بین ۴۵ تا ۶۸ راکول سی اصطلاحاً تراشکاری سخت (**Hard Turning**) گفته می شود.

□ برای ماشینکاری اینگونه قطعات معمولاً از ابزارهای **CBN** و گاهی از سرامیک ها استفاده می شود.



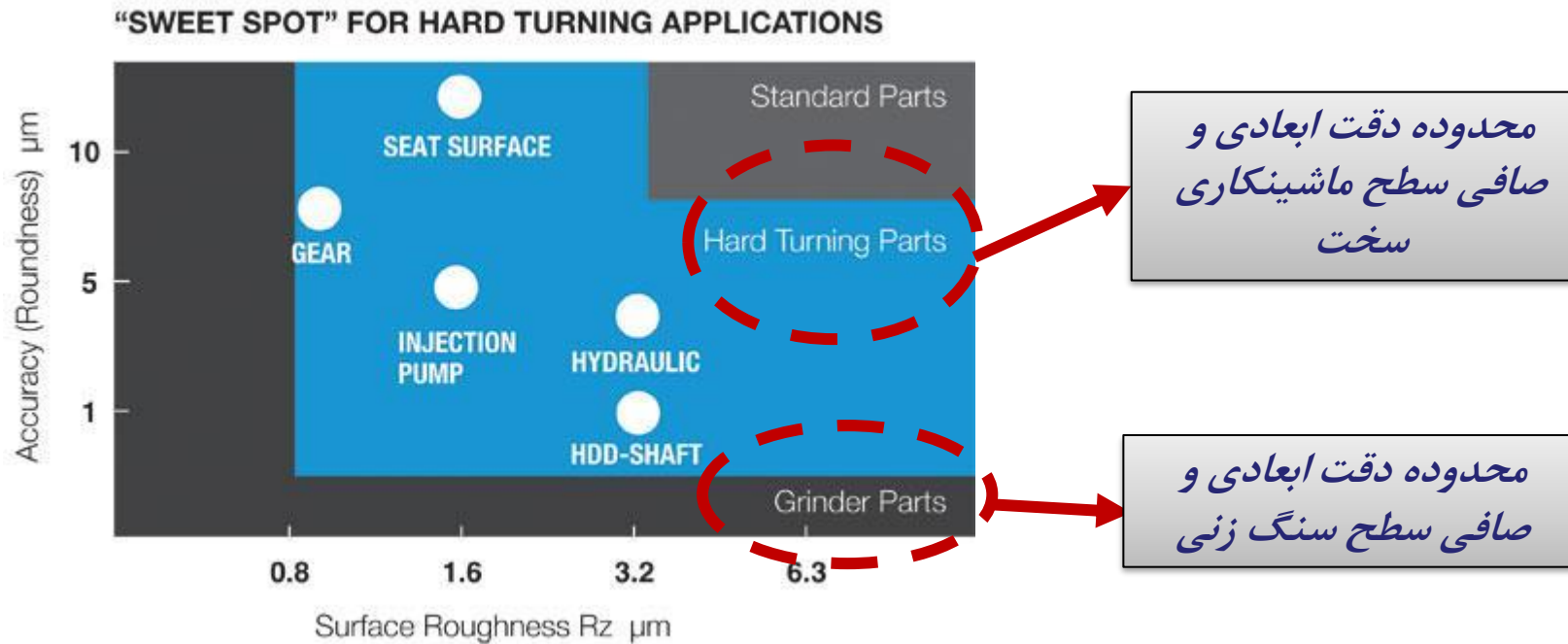
CBN
سرمه
تک است



ابزارهای
سختی ۴۹ HRC
بلافاصله پورریز
استفاده از CBN
درست است؟

ماشینکاری قطعات سخت ← رقیب سنگ زنی

- با توجه به دقت ابعادی و صافی سطح فرآیند ماشینکاری سخت این فرایند در خیلی از قطعات که در آنها صافی سطح بسیار زیاد مورد نیاز نیست جایگزین سنگ زنی شده است.
- انعطاف پذیری زیاد، قیمت کم و نرخ براده برداری بزرگ در تراشکاری سخت (با توجه به بیشتر بودن عمق برش نسبت به سنگ زنی) برتری این فرایند نسبت به سنگ زنی و صافی سطح خیلی زیاد و پایداری ابعادی دستگاه، مزیت های سنگ زنی به تراشکاری سخت می باشد.



به طور کلی به نوعی از تراشکاری تراشکاری سخت می گویند که واجد شرایط زیر باشد:

۱- سختی قطعه کار بالا باشد و هندسه قطعه کار هم مهم است. قطعات بلند برای این منظور مناسب نیستند

۲- به عنوان جنس ابزار از سرامیک یا **CBN** استفاده شود. سرامیک چقرمگی کمتر از **CBN** دارد و ممکن است در اثر شوک حرارتی بشکند. برای ماشینکاری ها منطقه مثل چرخ دنده هم مناسب نیست.

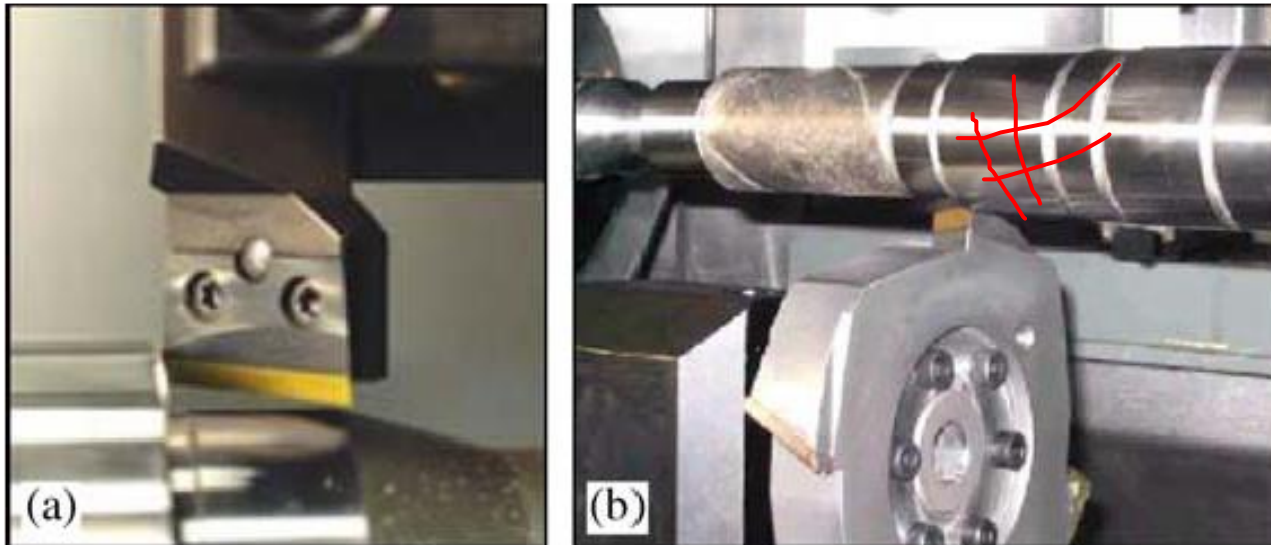
۳- صلبیت ماشین ابزار هم باید کافی باشد

۴- سیال خنک کار: استفاده یا عدم استفاده از سیال خنک کار هم همواره موضوع بحث است. معمولا در ماشینکاری پیوسته از سیال خنک کار استفاده می شود ولی در ماشینکاری منقطع استفاده از خنک کار باعث ایجاد شوک حرارتی می شود.

صافی سطح در ماشینکاری قطعات سخت

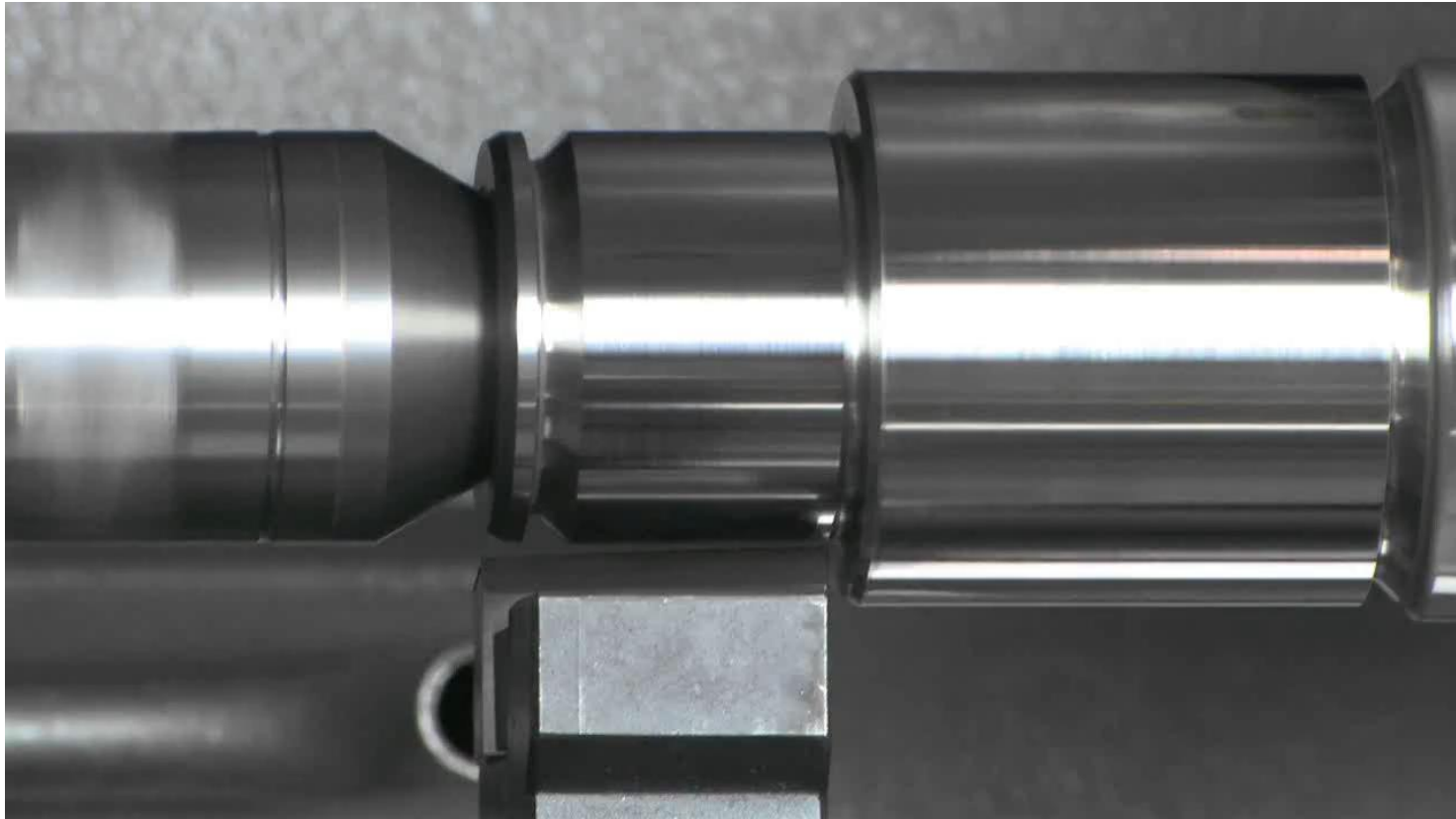
□ به دلیل وجود آثار مارپیچ روی سطح قطعات ماشینکاری شده اینگونه قطعات برای جاهایی که آب بندی بین دو سطح لازم است نمی توانند بکار روند.

برای حل مشکل از تراشکاری به روش استعاره می‌تواند



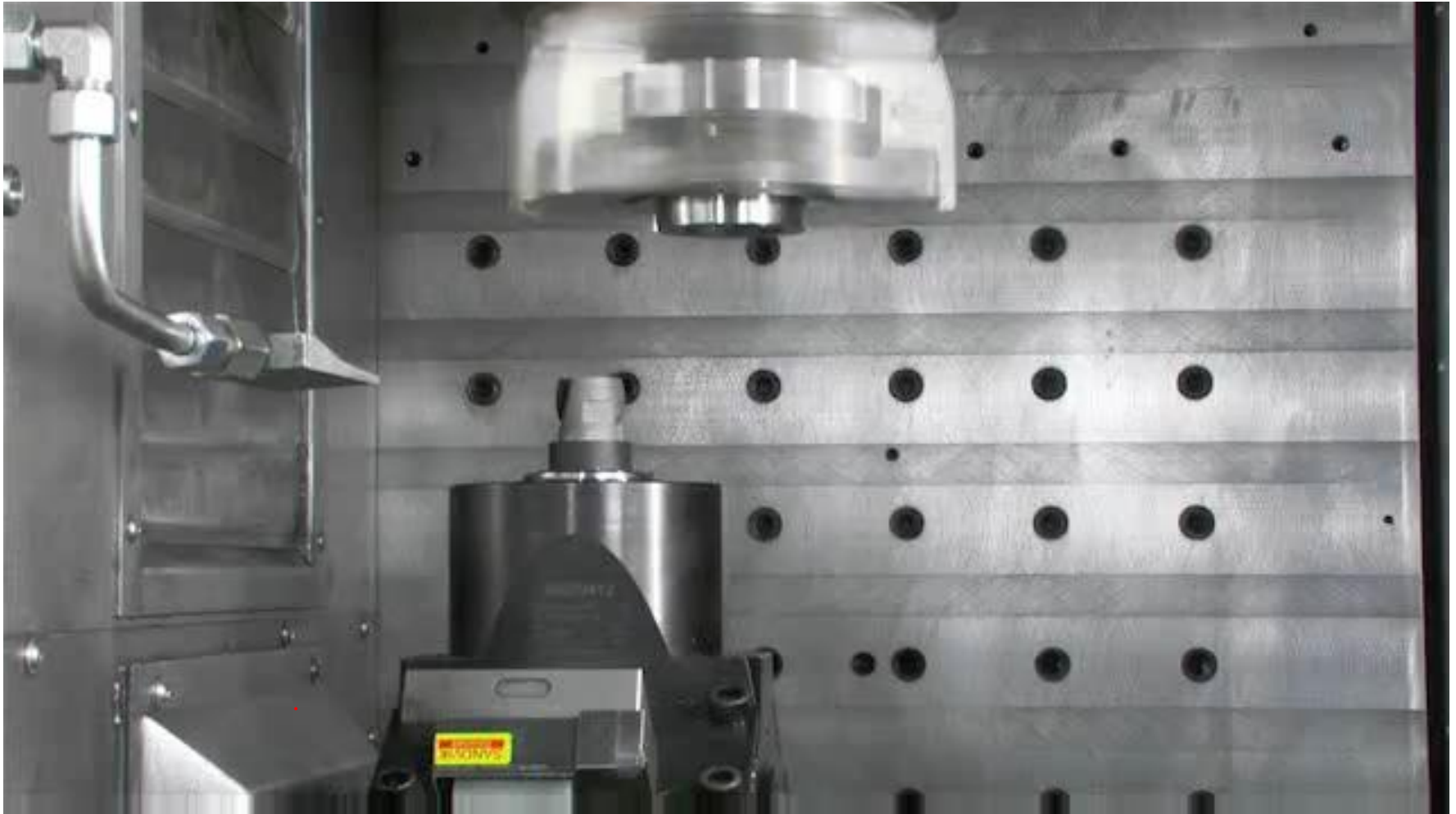
Lead-free hard turning, **a** By Sumitomo→. **b** By Weisser→

تراشکاری چرخشی



در این فرآیند در اثر چرخش همزمان قطعه کار و ابزار اثر ماریچ روی سطح قطعه کار باقی نمی ماند، بنابراین به کمک آن می توان به صافی سطح خیلی خوبی در حد سنگ زنی دست یافت

تراشکاری چرخشی



- Steel alloys
- Bearing steels
- Hot and cold work tool steels
- High speed steels (HSS)
- Die Steels
- Case hardened steels
- Waspoloy, Stellite and other aerospace alloys
- Nitrited irons and hard chrome coatings
- Heat treatable powdered metallurgy
- Unique hard materials and aircraft types that fall within the hardness range

↓
تقواری

روش تراش فرز (Turn-milling)

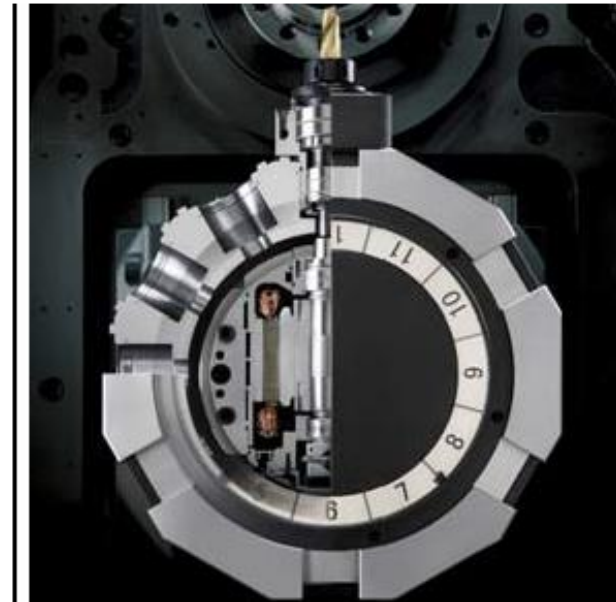
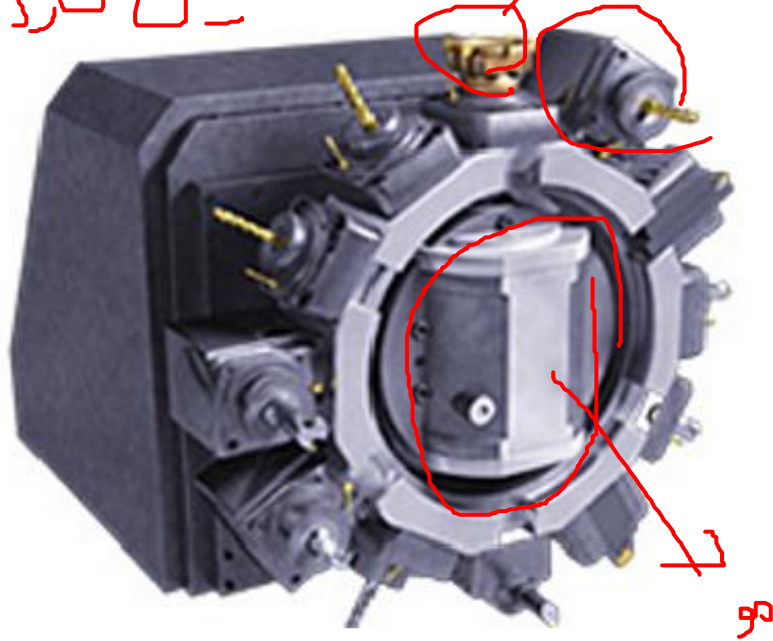
- در این فرایند که در مراکز ماشینکاری مورد استفاده قرار می گیرد قطعه کار و ابزار هر دو حرکت چرخشی دارند و بازدهی فرایند با این روش افزایش می یابد.
- برای انجام این فرایند لازم است ابزار گیر مجهز به اسپیندل گردان باشد.



مزیتی که تراش-فرز نسبت به تراشکاری دارد این است که ابزار دایما با قطعه کار در تماس نیست و عمر ابزار در صورت استفاده از این روش افزایش چشم گیری می یابد و در نتیجه برای قطعات سخت می تواند استفاده شود. از طرف دیگر همانطور که در مورد تراش عمودی پوسته توربین نشان داده شد برای قطعاتی که خیلی بزرگ هستند و امکان استفاده از اسپیندل سرعت بالا در آن نیست این روش می تواند بازدهی خیلی خوبی داشته باشد.

ابزار گیر مجهز به اسپیندل

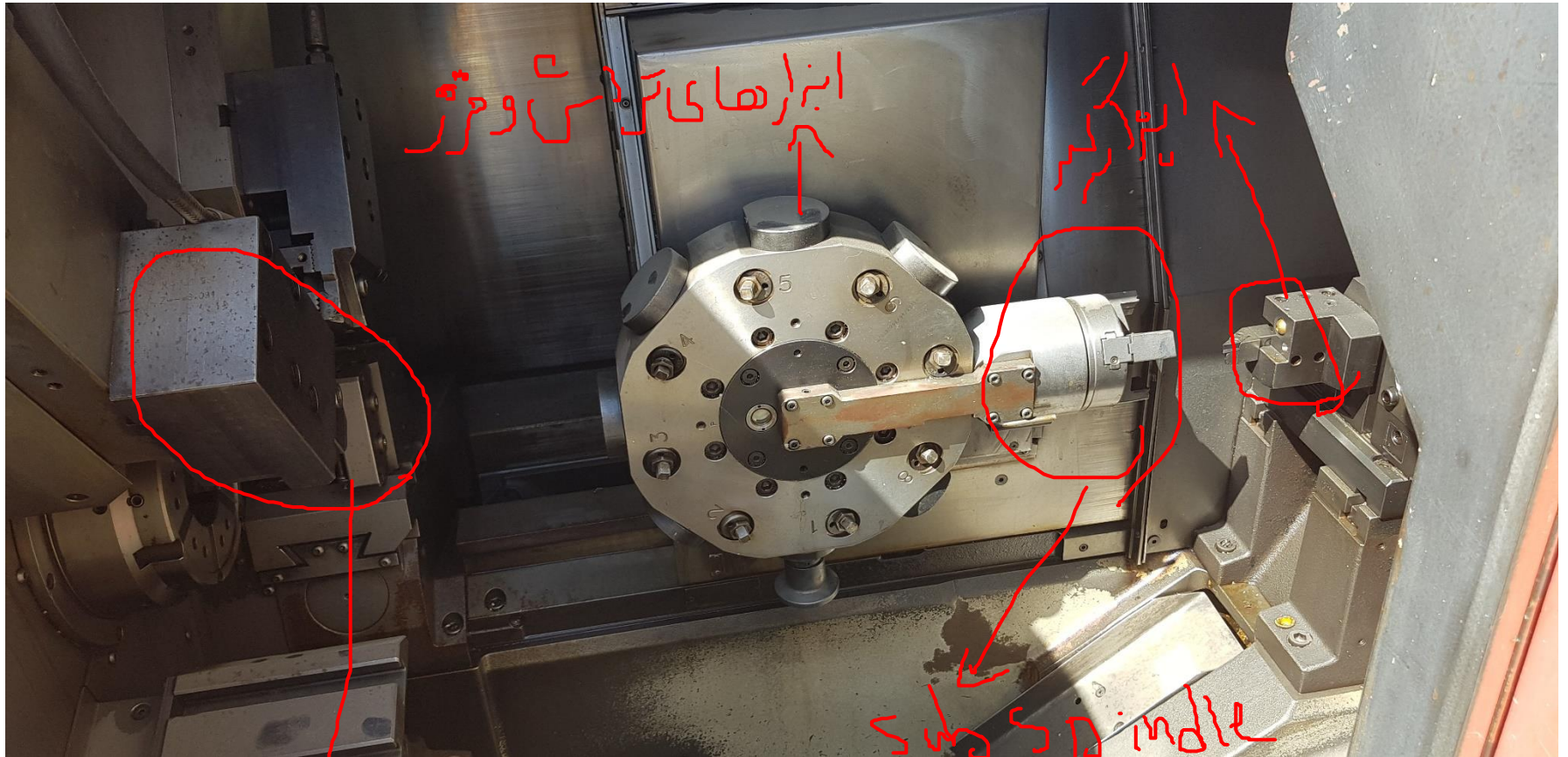
برای ترانس کاری قابل استفاده سیستم همون موتور
همچنین دارد



Sub Spindle

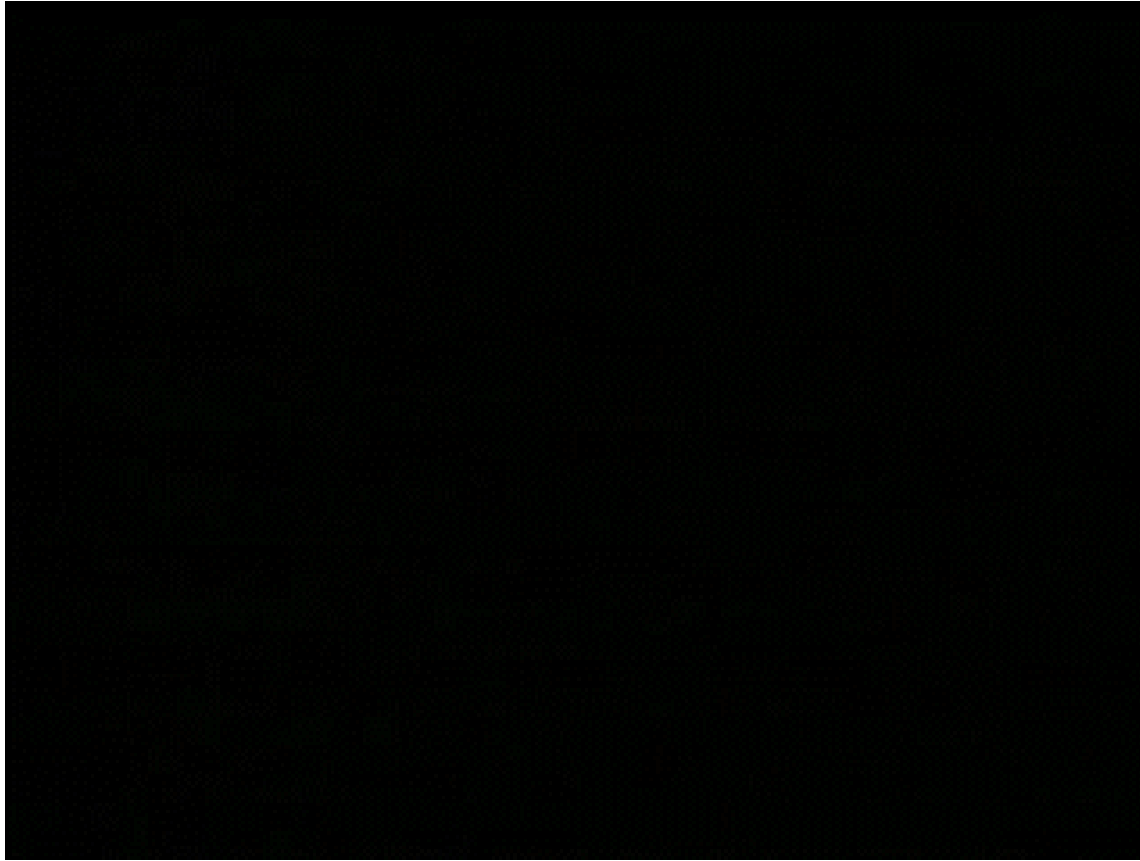
تارک تراش

دستگاه تراش CNC دارای اسپیندل کوچک (Sub Spindle)



ابزار زنده برش -
تراش

ماشینکاری کامل میل لنگ با استفاده از قابلیت تراش فرز



نکته ای که در مورد میل لنگ اهمیت دارد ماشینکاری پین بیرینگ است که با تکنیک تراش فرز می توان از آن استفاده نمود و بدون اینکه نیازی باشد از چند ماشین و ماشین مخصوص استفاده شود با استفاده از یک ماشین این عملیات انجام گیرد.

دستگاه های تراش عمودی بزرگ

اینگونه دستگاه ها برای دو کاربرد اصلی مورد استفاده قرار می گیرند:

۱- قطعات بزرگ و سنگین

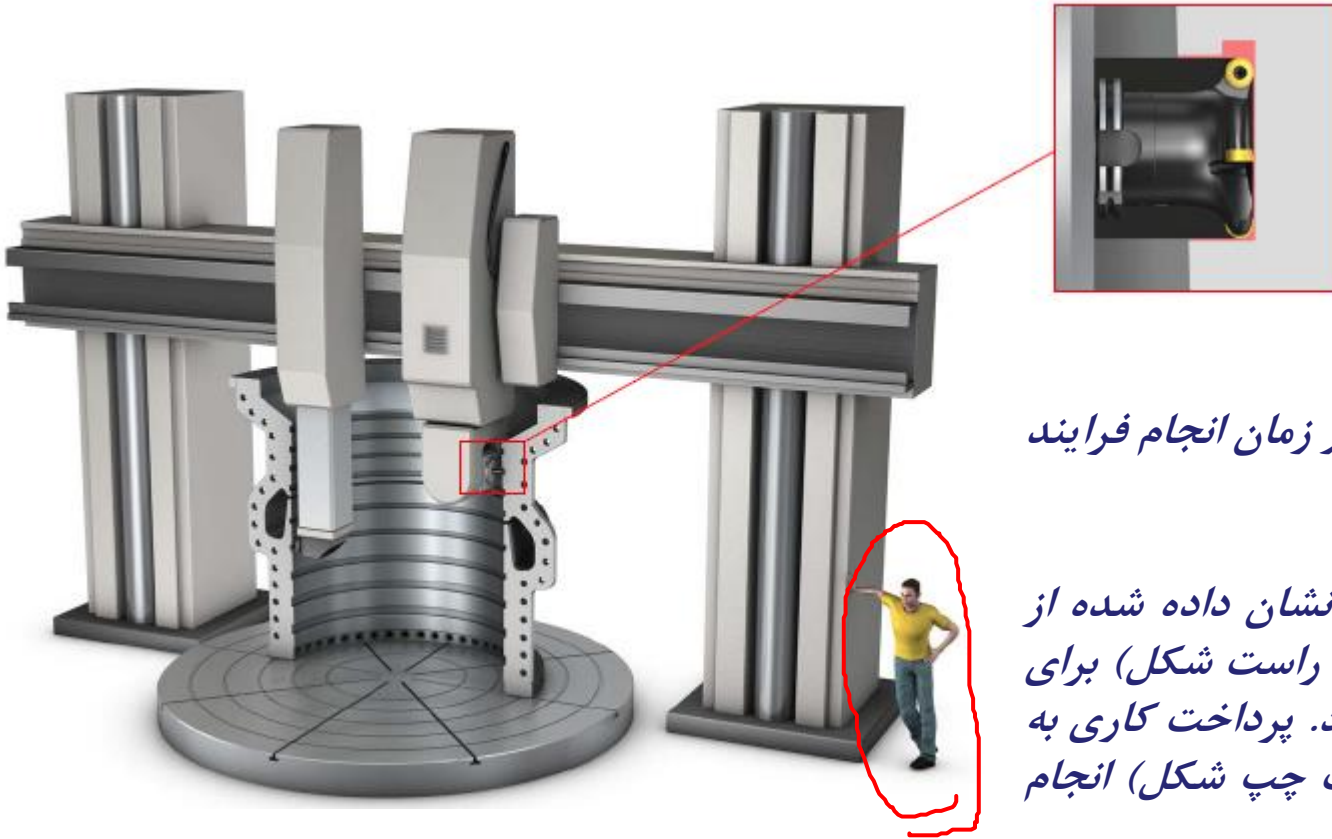
۲- تیرانس های بسته



Heavy-duty vertical turning centre

دستگاه تراش عمودی بزرگ
برای تراش قطعات بزرگ و سنگین
و تیرانس های بسته
است.

دستگاه های تراش عمودی بزرگ



□ با استفاده از روش تراش-فرز زمان انجام فرایند تا ۵۰ درصد کاهش می یابد

□ برای پوسته توربین با ابعاد نشان داده شده از روش تراش-فرز (ابزار سمت راست شکل) برای خشن کاری استفاده می شود. پرداخت کاری به کمک ابزار تراش (ابزار سمت چپ شکل) انجام می شود.

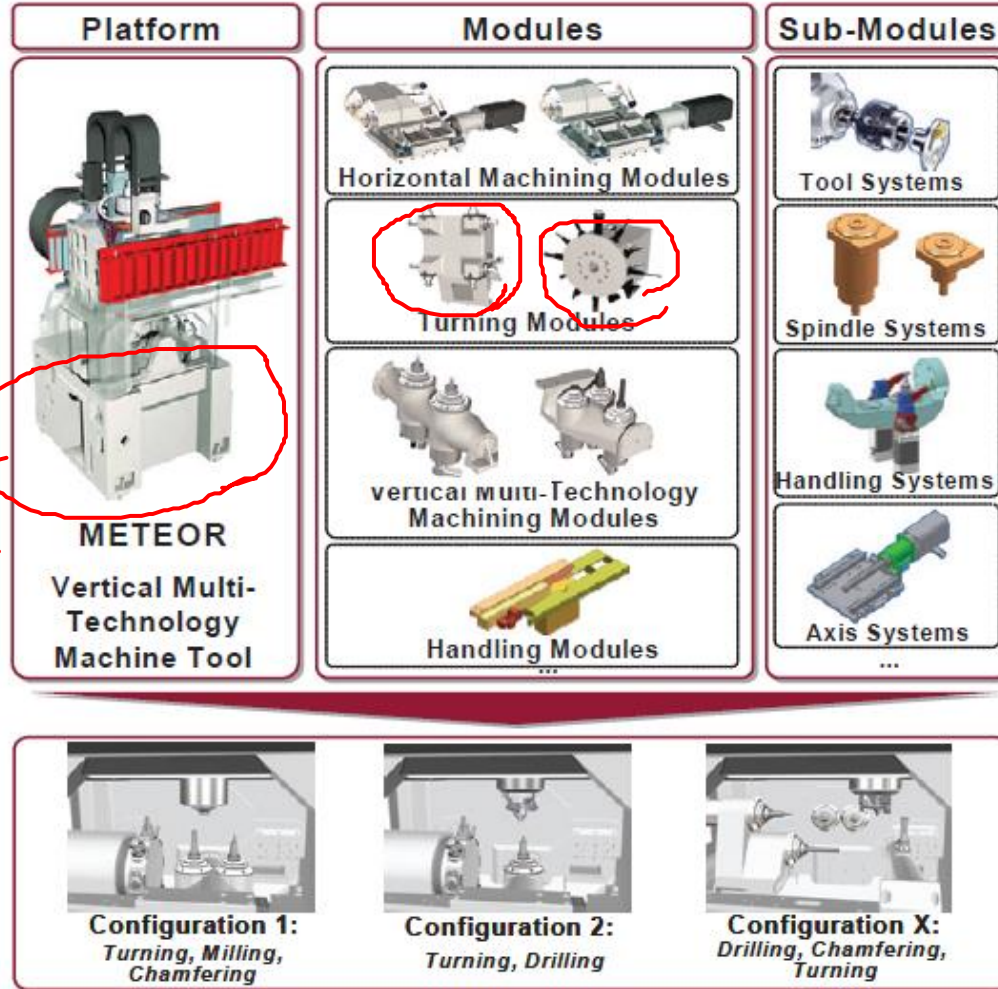
- **Turn milling**
- Turn milling of casings takes advantage of the component only needing to rotate very slowly while the milling cutter can work at maximum cutting speed. The turn milling process has enabled the efficient manufacturing of many components which would otherwise have been difficult to make and needed a number of different machining operations, in different set-ups, in different machines. The process excels when components have **unsymmetrical forms** and with surfaces less than 360 degrees round the part surface because of flats, cavities and obstacles.
- Although this is the main advantage, other turn-mill advantages include **improving chip control**, **lowering cutting forces**, higher capability for demanding workpiece materials and coping better with interrupted cuts. Both machinery, programming and cutting tools have undergone development to make turn milling a very viable and advantageous process.

- **CoroMill® 345**
- Many of today's standard CoroMill cutters – such as the CoroMill 345 – are ideal for turn milling and can be equipped with dedicated wiper inserts. There are tools suitable for optimizing the different configurations that keep arising as suitable for turn milling.
- Sandvik Coromant has developed tools and methods to take proper control of the process parameters and thereby lift turn milling to broader use, to new levels of efficiency and to achieve better quality results. Process development and application have provided a full understanding of how the various parameters affect performance and results, providing a key to this interesting potential in manufacturing.
- Turn milling rarely requires dedicated tools for roughing operations. But for optimizing finishing operations, dedicated, standard wiper indexable inserts for the CoroMill 345 should be used. A straight wiper cutting edge, as opposed to the conventional cambered one for general milling, is needed to smooth the slight surface form deviations. Round insert cutters like the CoroMill 200/300 offer the best productivity when surface flatness is not paramount, such as when roughing casings.
- Application technology is needed because factors such as the positioning of the milling cutter in relation to the workpiece is critical as

- Application technology is needed because factors such as the positioning of the milling cutter in relation to the workpiece is critical as regards radial form accuracy, pressure on workpiece and security as well as productivity of the operation.
- Material: Nodular cast iron
- Height ~ 3 meters
- Diameter ~2.5 meters
- Width of the grooves From ~70-160mm
- ***Link of Sandvick descriptions:***
- http://www.sandvik.coromant.com/en-us/industrysolutions/condensing_power/gas_turbines/pages/turbine-housing.aspx#turn-milling
- http://www.sandvik.coromant.com/en-us/industrysolutions/condensing_power/gas_turbines/Pages/Turbine-housing.aspx

استفاده از ماشین ابزار در چندین پیکربندی

Reconfigurable Machine Tools (RMT)

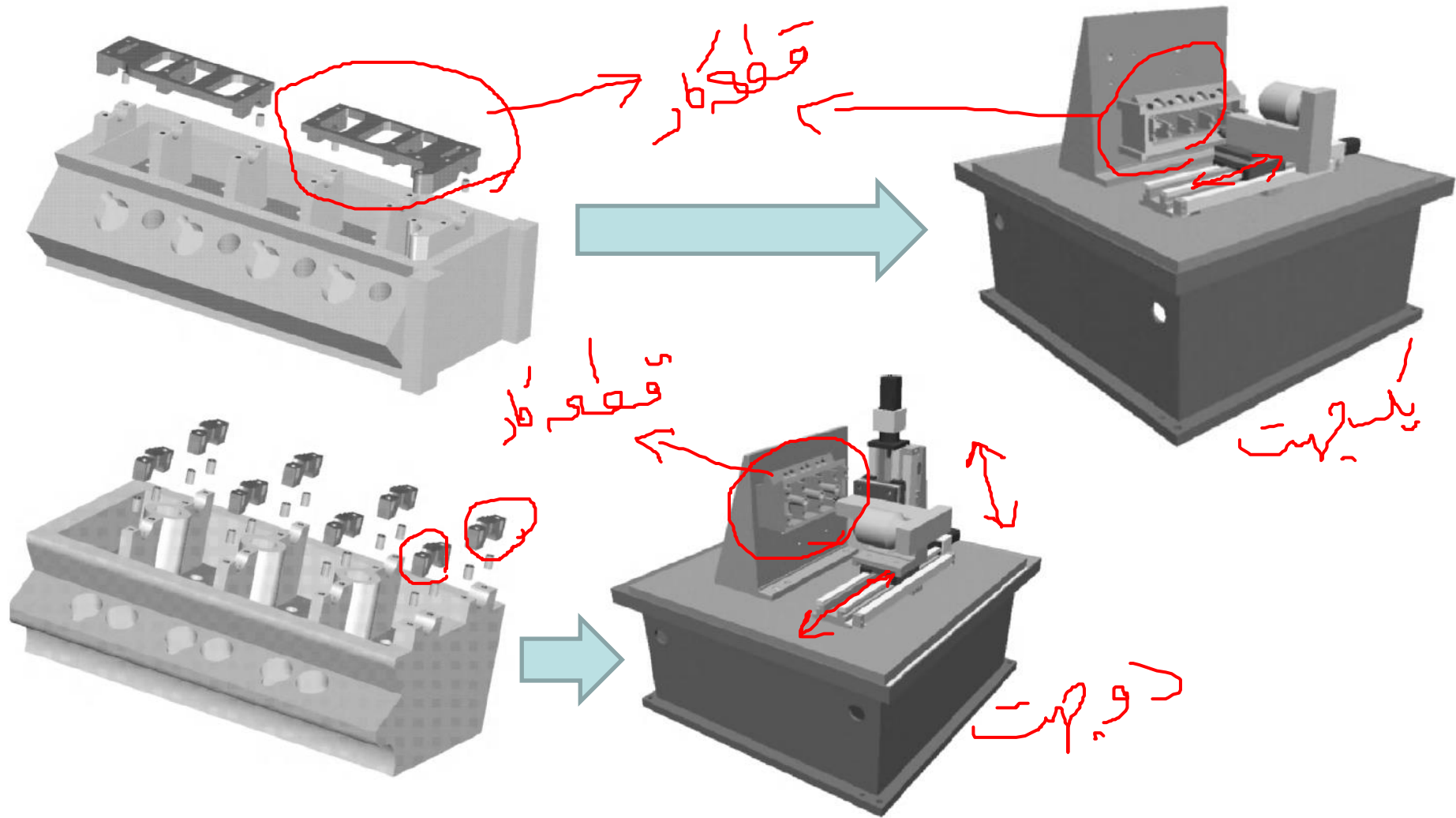


استفاده از
اجزای ماژولار جهت
تبدیل ماشین
به پیکربندیهای
گوناگون

در اینجا
مشترکها مانند
بسیار همرفتهایی
میباشد

- A prototype RMT has been developed by Abele et al., whose concept of a multi technology based reconfigurable machine tool (METEOR) integrates different machining technologies in one machine workspace [3]. Based on a platform, the RMT with his modules can be configured by means of a construction kit. The modules consist of submodules and are also reconfigurable [120]. Fig. 3.2 shows the modular construction kit and possible workspace configurations.

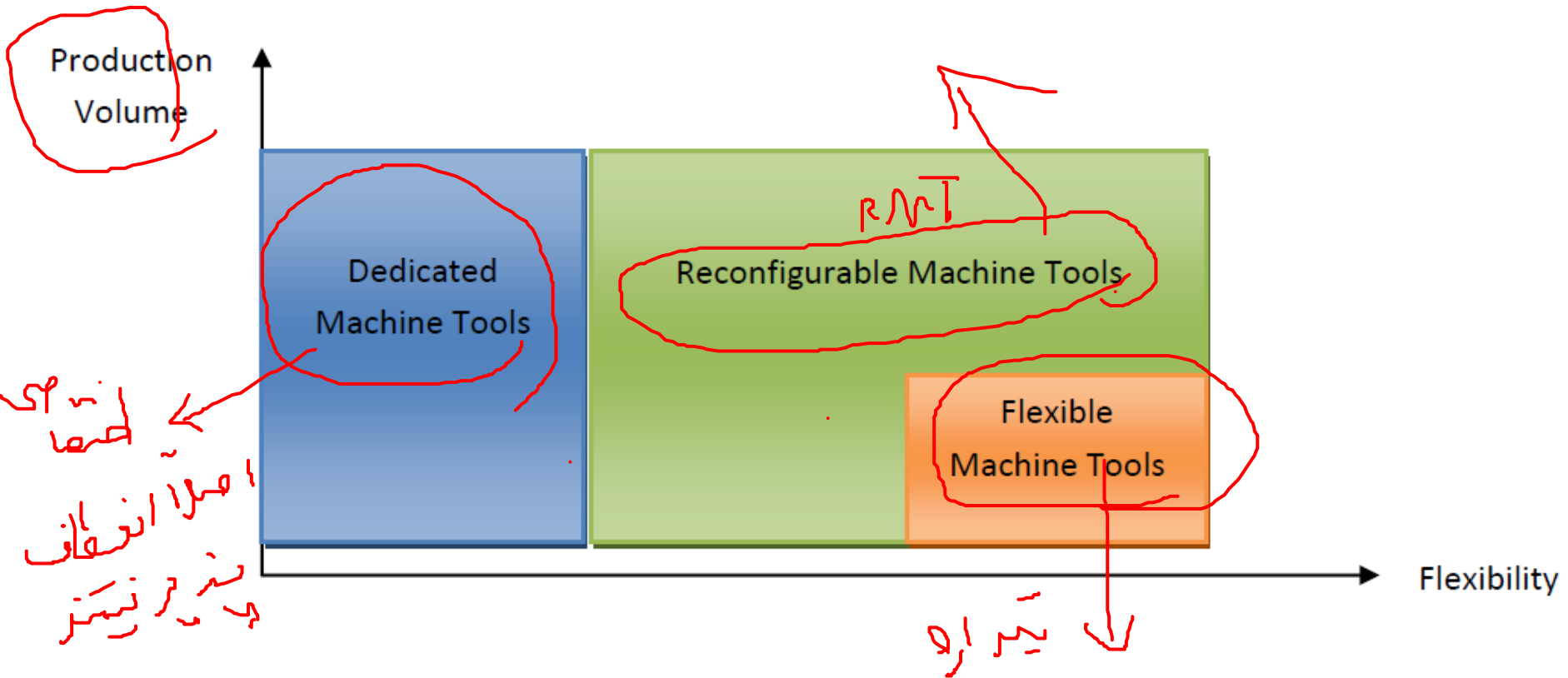
استفاده از ماشین ابزار در چندین پیکربندی-مثال - عمالدر سورانتا



- با توجه به شکل می خواهیم برای ماشینکاری خط تولید سر سیلندر موتور V8 از ماشین ابزاری استفاده کنیم که قابلیت ماشینکاری موتور V6 را داشته باشد. برای موتور ۸ سیلندر قاب نردبانی بالا دارای ۴ سوراخ داوول است که در یک راستا قرار گرفته اند بنابراین می توان از یک ماشین ابزار با دو محور مطابق شکل استفاده نمود. ولی برای موتور ۶ سیلندر لازم است از ۱۶ سوراخ برای داوول ها استفاده شود بنابراین به یک ماشین ابزار با سه درجه آزادی نیاز است (ماشین ابزاری که قابلیت حرکت در راستای Z را داشته باشد ولی برای ۸ سیلندر این قابلیت مورد نیاز نبود).

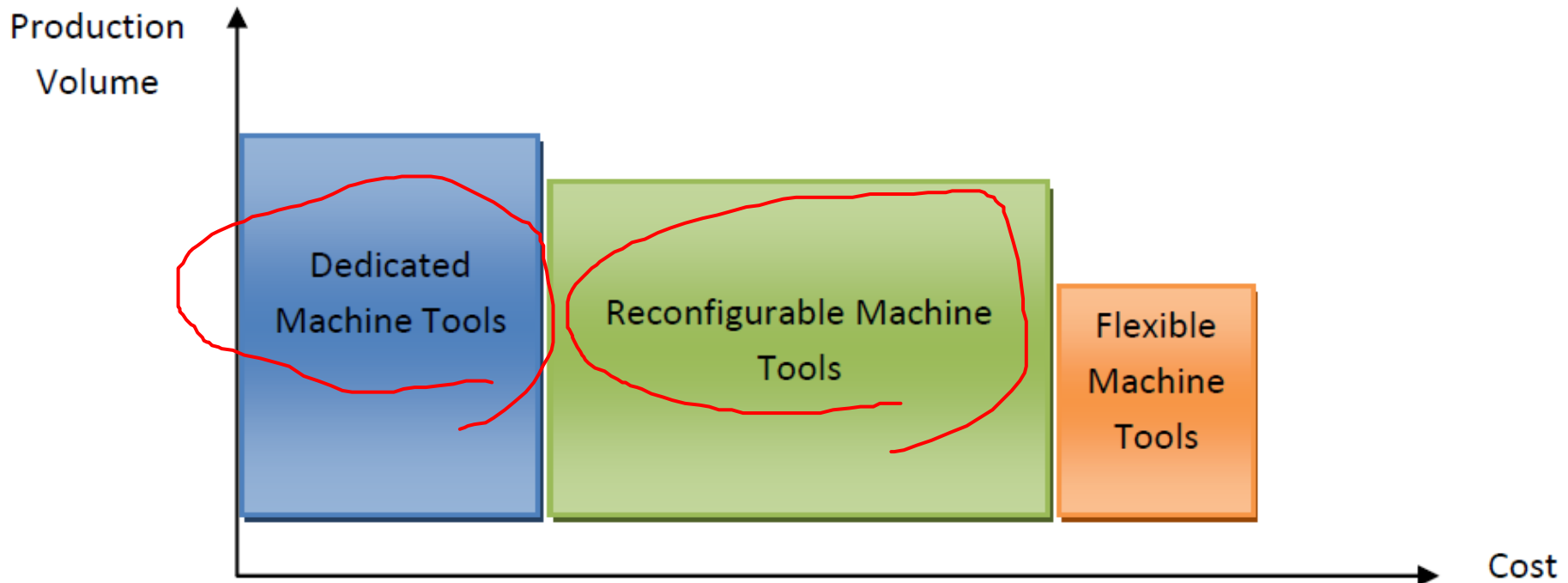
اینجا این بحث مطرح می شود که از بین سه روش استفاده از ماشین مخصوص (dedicated manufacturing systems) یا FMS (Flexible manufacturing systems) و یا **Reconfigurable Machine Tools (RMT)** کدامیک برای این کار اقتصادی تر هستند. برای FMS می توان از CNC استفاده کرد ولی بحثی که وجود داد این است که آیا اگر یک دستگاه CNC گران با قابلیت های زیاد بخریم بعد قطعه جدیدی را نخواهیم ماشینکاری کنیم آیا اقتصادی است؟ مثلا فرض کنید هیچ وقت مثلا بستار V6 وارد خط تولید نشود.

کاربرد ماشین ابزار در چندین پیکربندی



این نوع ماشین های ابزار برای تیراژ تولید زیاد و تنوع تولید زیاد مورد استفاده قرار می گیرند. □

کاربرد ماشین ابزار در چندین پیکربندی

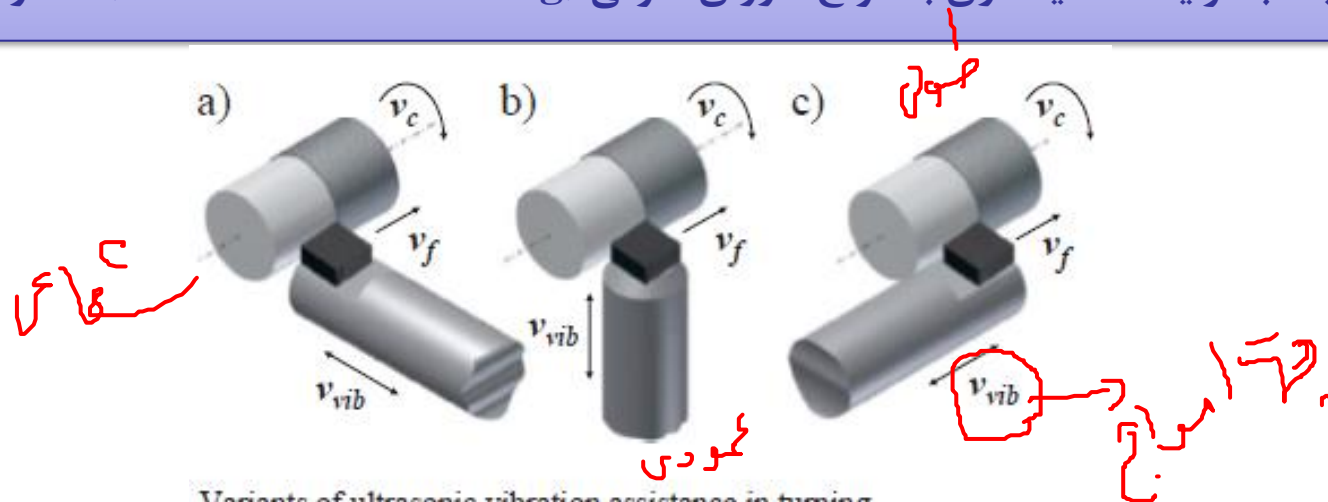


ماشینکاری به کمک امواج ماورای صوت (اولتراسونیک)

تعریف

ماشینکاری به کمک امواج ماورای صوتی (Ultrasonic Assisted machining) روشی که در آن از امواج با فرکانس حدود ۲۰ کیلوهرتز برای ماشینکاری مواد سخت نظیر سوپر آلیاژها، سرامیک ها و شیشه استفاده می شود.

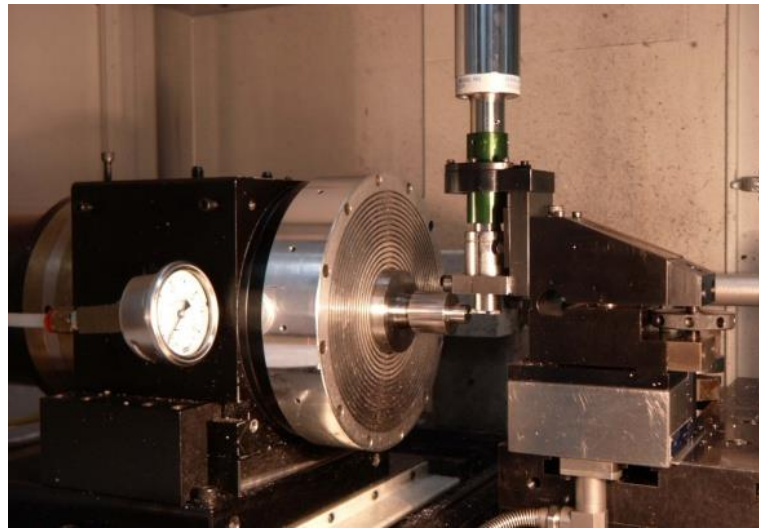
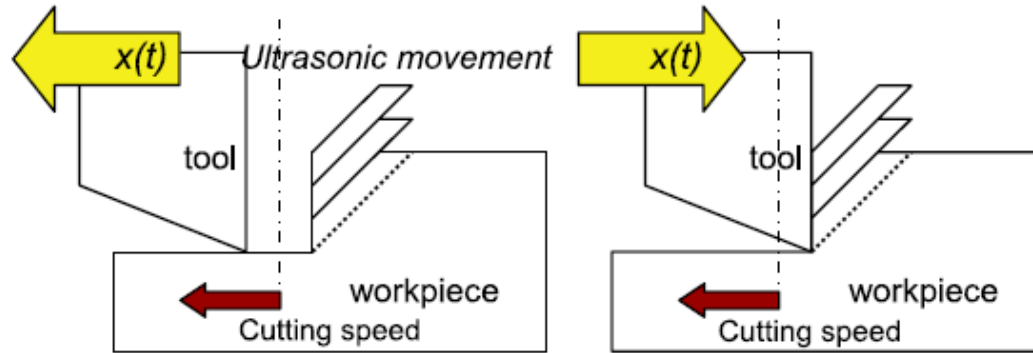
این فرآیند با فرایند ماشینکاری با امواج ماورای صوتی (Ultrasonic Machining) متفاوت است



Variants of ultrasonic vibration assistance in turning

(a) vibration in the radial direction; (b) vibration in the cutting direction; (c) vibration in the feed direction

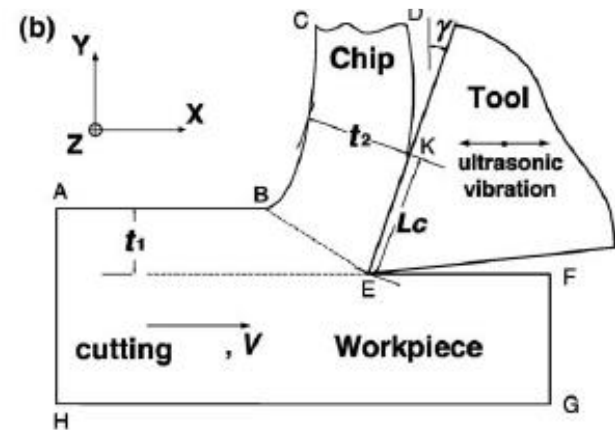
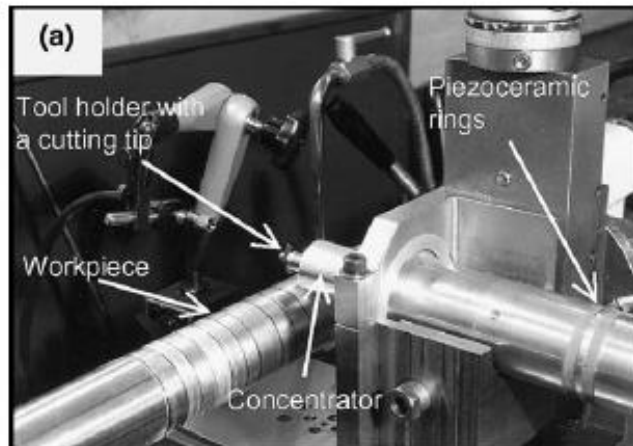
مکانیزم عملکرد و تجهیزات

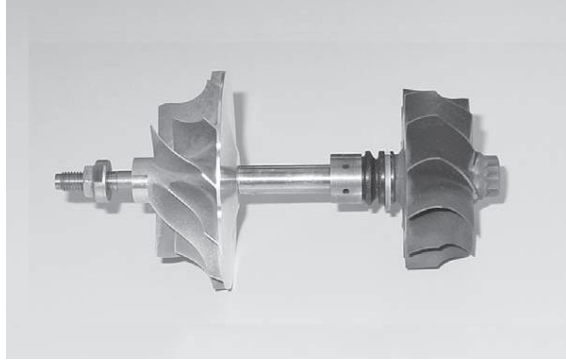


ابزار در هر دو طرف به
تراش اولتراسونیک
در جهت راست
201504
بار به قطعه می‌رسد
و از آن جدا می‌شود

□ در این فرآیند با توجه به اینکه به صورت مداوم سطح براده از فضای ماشینکاری جدا می شود، این سطح خنک شده و در نتیجه دما کاهش می یابد. کم شدن دما باعث می شود که شرایط تشکیل لبه انباشته فراهم نشود و در نتیجه صافی سطح بهبود می یابد.

□ مزیت اصلی این فرآیند کاهش اصطکاک و در نتیجه کاهش نیروهای ماشینکاری و در نتیجه افزایش عمر ابزار است.





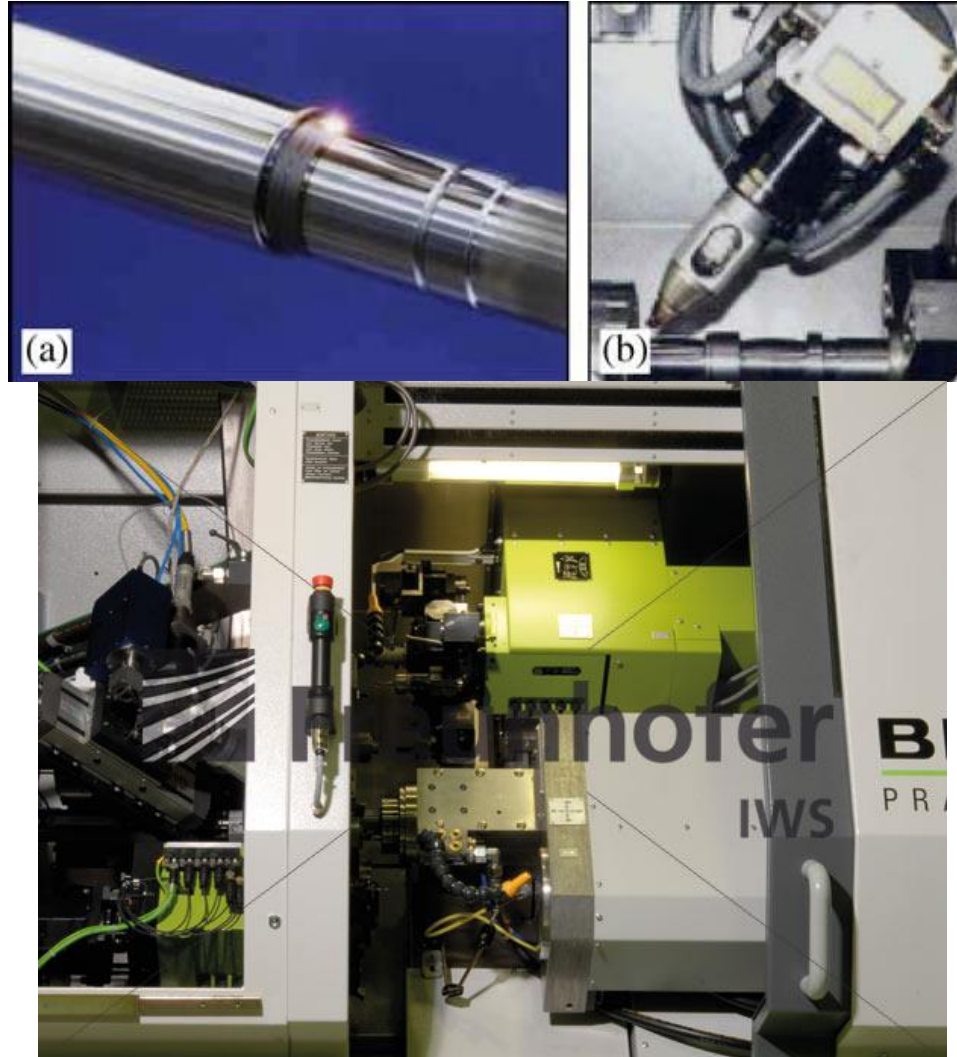
Engine turbocharger



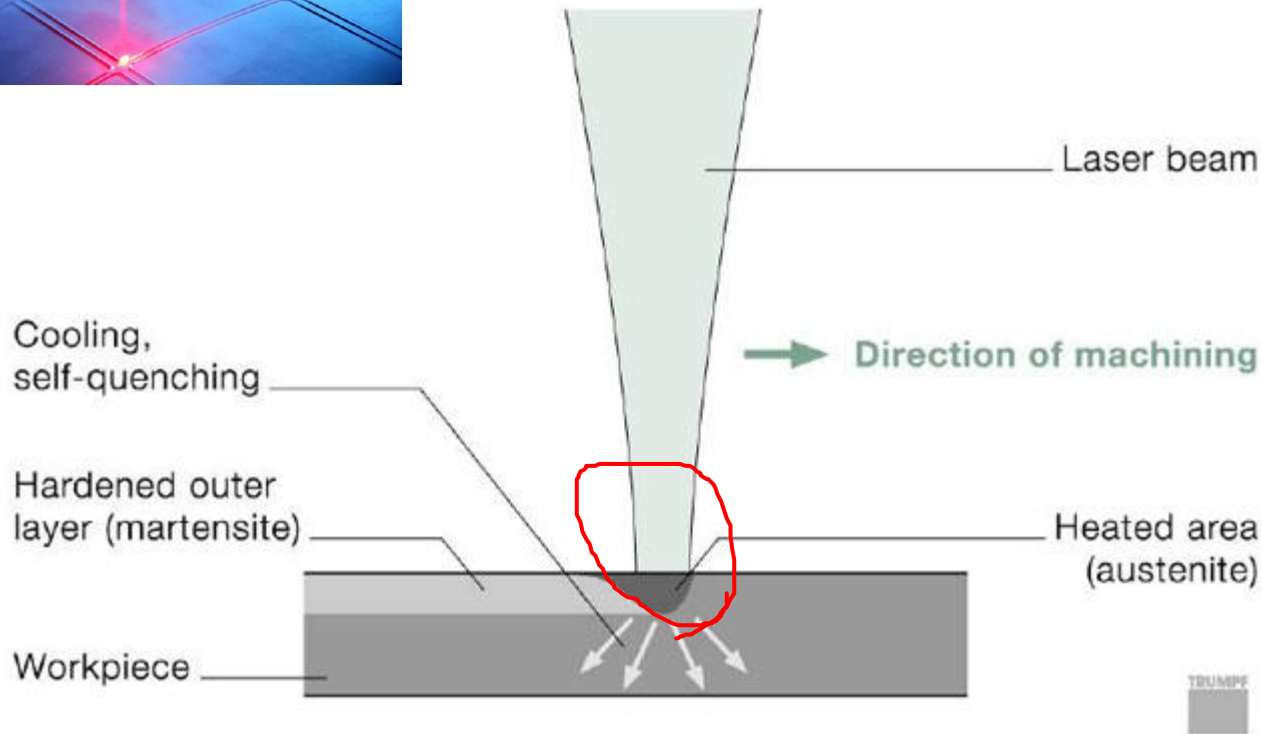
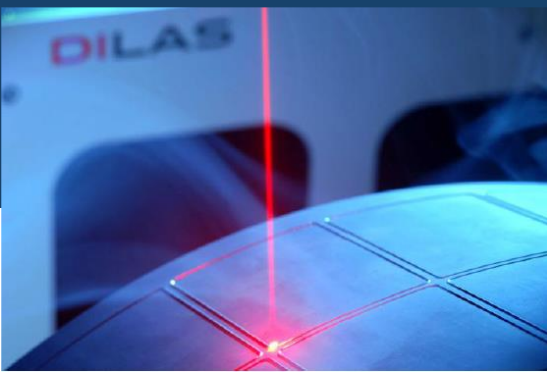
Turbine blade

* برای ماشینها را قویتر و سریعتر از این روش استفاده می شود
ضلع

استفاده از قابلیت سخت کاری لیزر در مراکز ماشین های ابزار

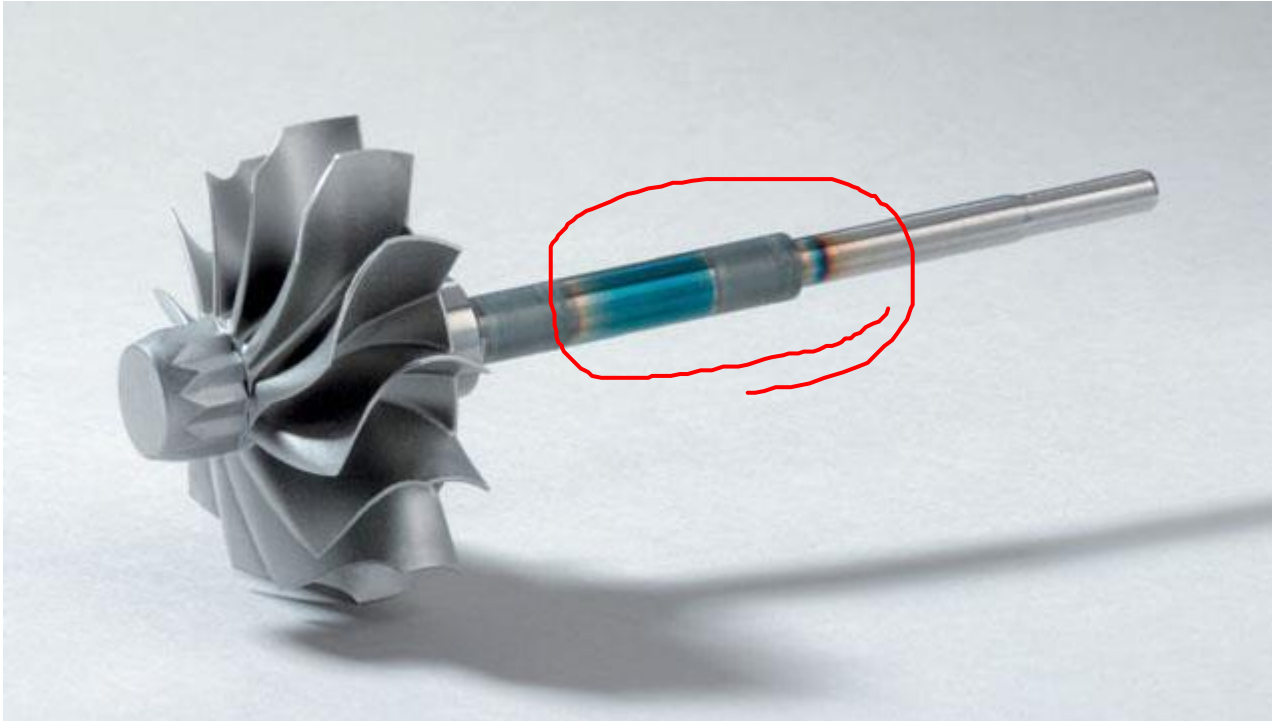


سخت کاری به کمک اشعه لیزر



□ در این فرایند از اشعه لیزر برای سخت کاری استفاده می شود. قابلیت کاربرد در قطعات سه بعدی (با توجه به قابلیت حرکت کله گی لیزر) مزیت این روش نسبت به روش القایی است.

سخت کاری به کمک اشعه لیزر- کاربرد

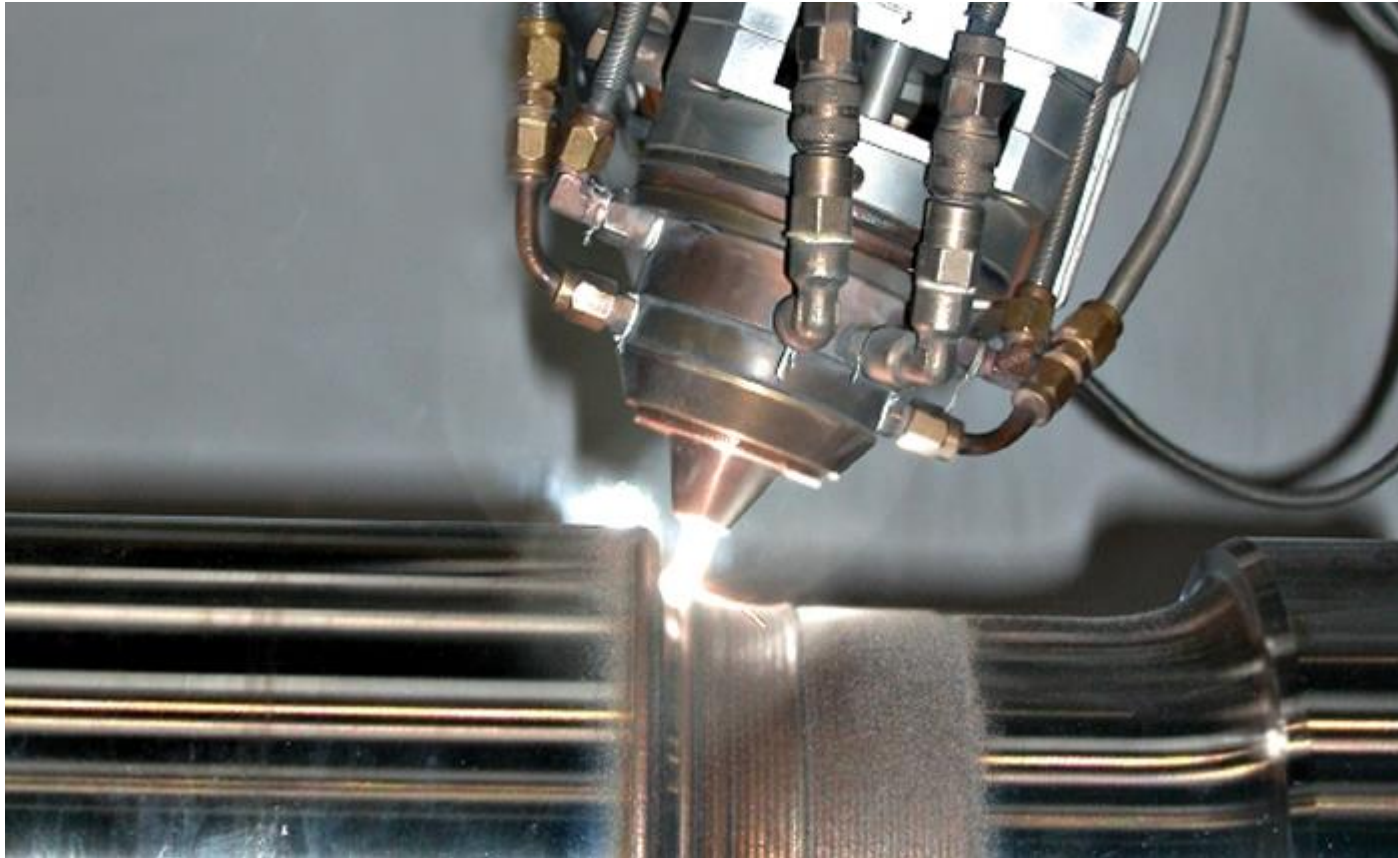


سخت کاری محور پرخوران به کمک لیزر در مناطق نشست یاتاقان ها

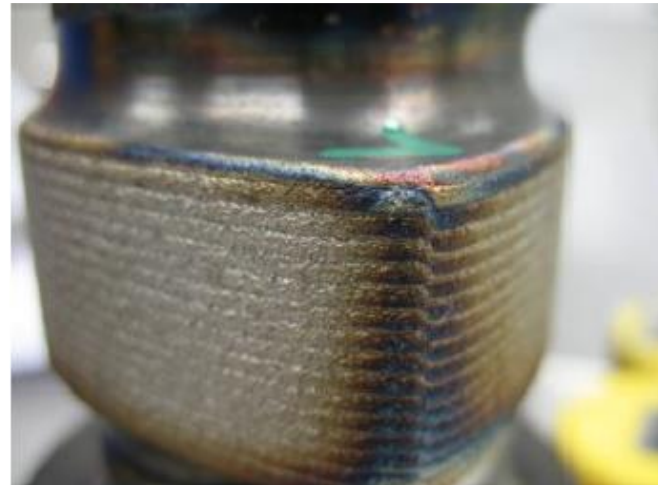
مزیت : عدم تغییر شکل قطعه

Laser cladding

روش ترمیمی
با تعمیر

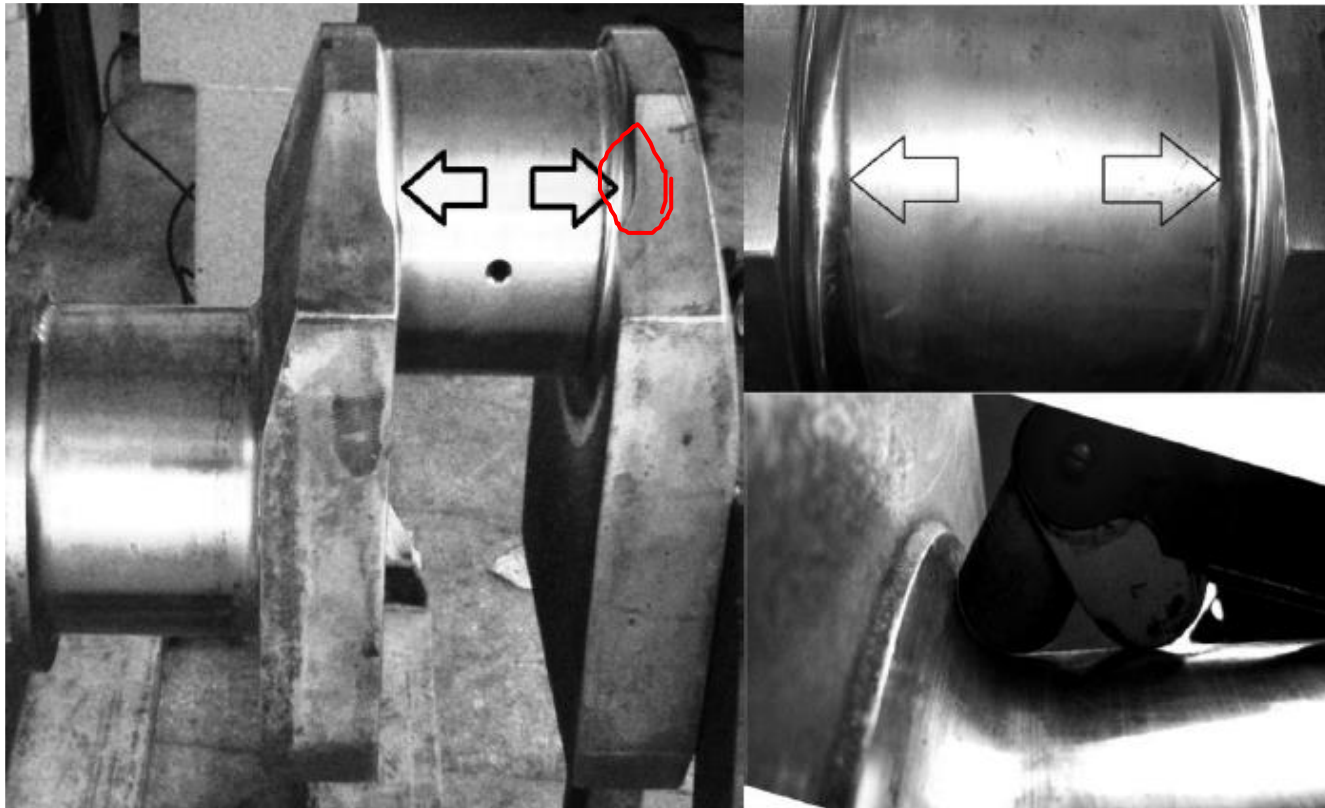


تعمیر میل بادامک با لایه نشانی لیزر



نشاندن پودر خوب با لیزر و
سازمان ماشینکاری

تعمیر میل لنگ دیزل دریایی

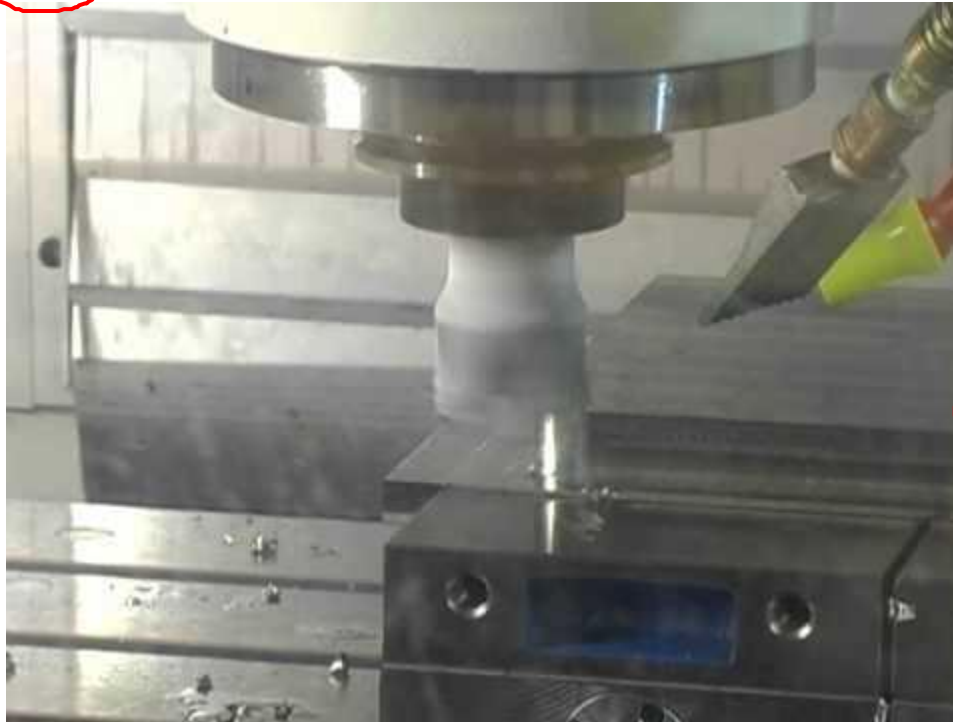


مزیتی که این روش نسبت به جوش تراش دارد، میزان تغییر شکل و پیچش کمتر قطعه می باشد.

<https://www.dideo.ir/v/yt/p7XYtiKdgEc/laser-cladding>

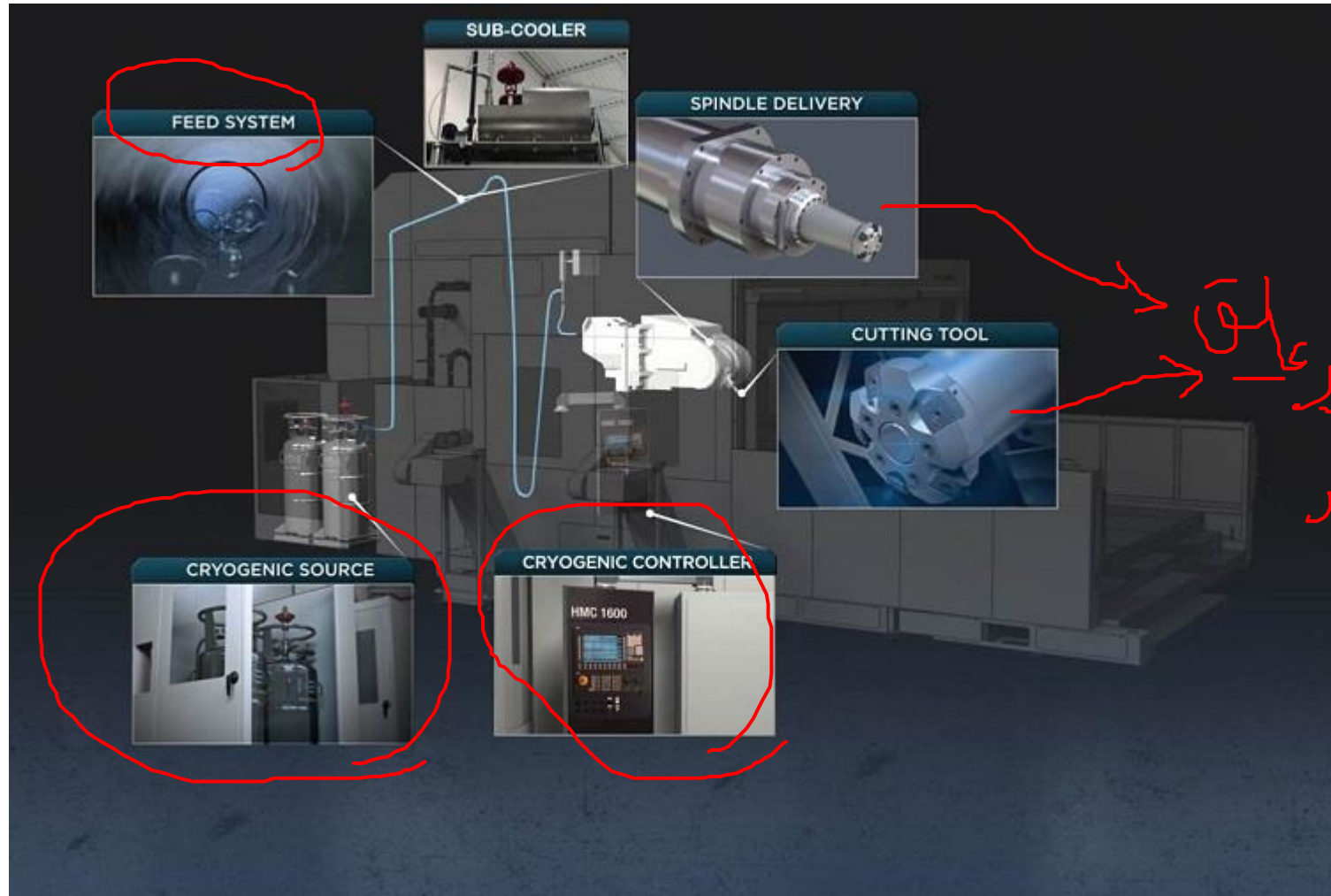
□ در این روش از نیتروژن مایع به عنوان سیال خنک کار استفاده می شود. به دلیل دمای خیلی کم سیال خنک کار، عمر ابزار به صورت قابل ملاحظه ای افزایش می یابد.

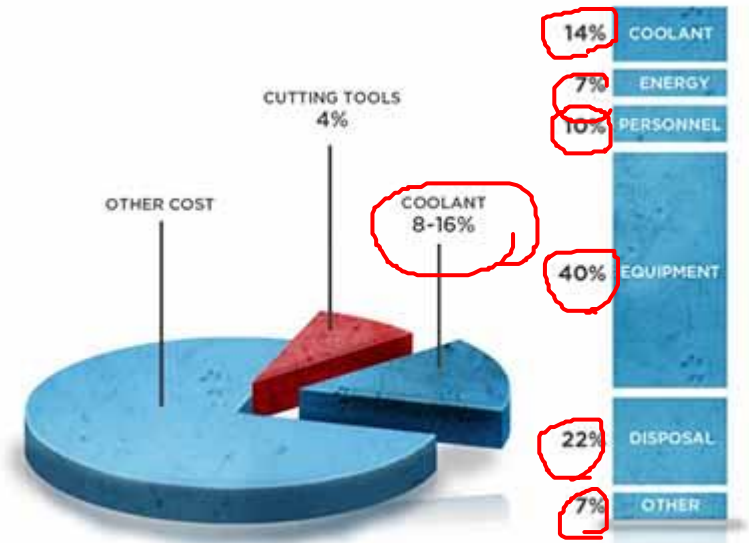
□ دمای نیتروژن مایع که در مخازن مخصوصی نگهداری می شود بین -196 تا -210 درجه سانتی گراد است.



- نیتروژن
آلاته گرانست
رست -

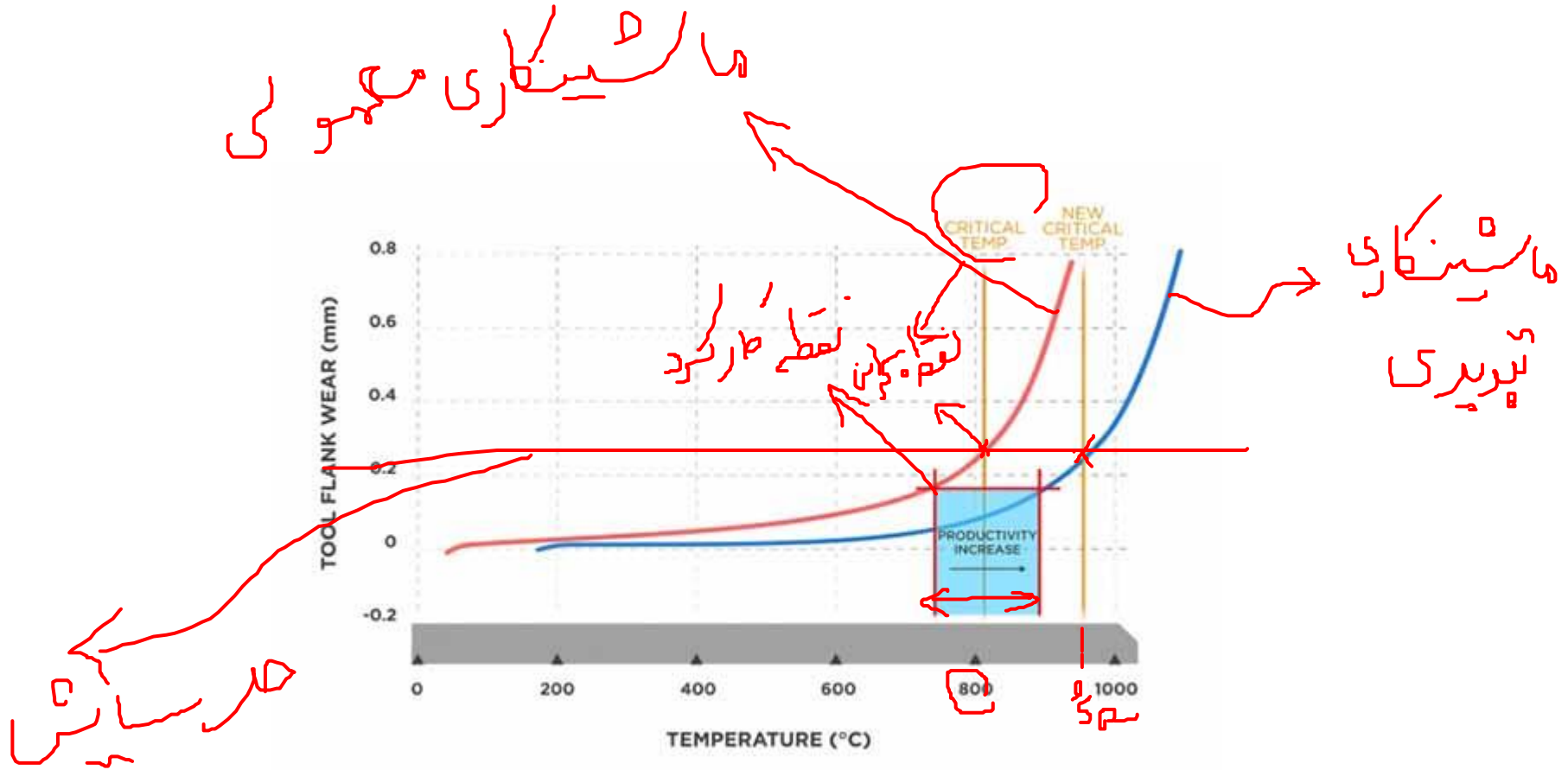
<http://5me.com/cryogenic-machining/benefits-of-cryo/>

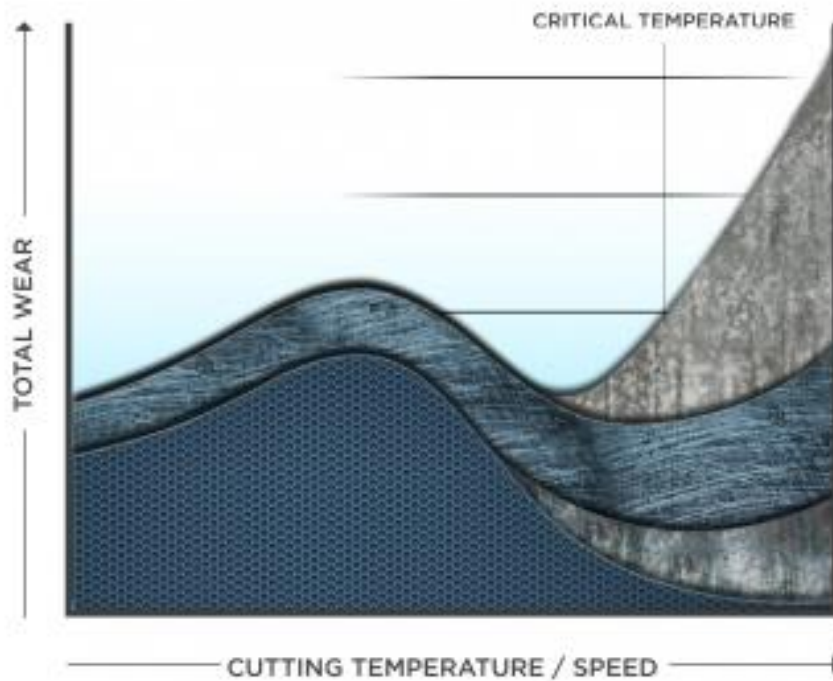




Case study: High Volume Aluminum Transmission Case

افزایش بهره وری تولید با استفاده از ماشینکاری تبریدی





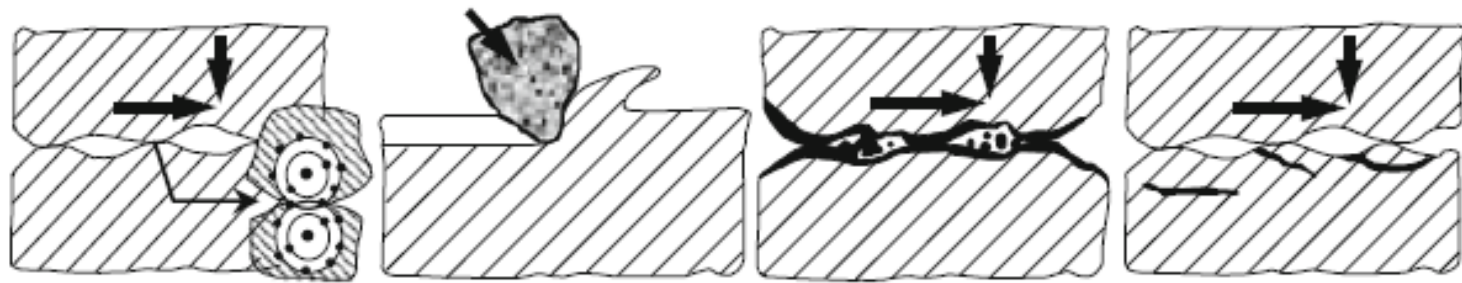
- Adhesion (Thermal mechanical)**
 Reduced with work material temperature
- Oxidation**
 Starts near critical temperature and climbs
- Abrasion (Mechanical)**
 Increases with heat softening of tool material
- Diffusion**
 Starts near critical temperature and accelerates with heat

✓
حسبندی

اکسید

سایندگی

تقوود

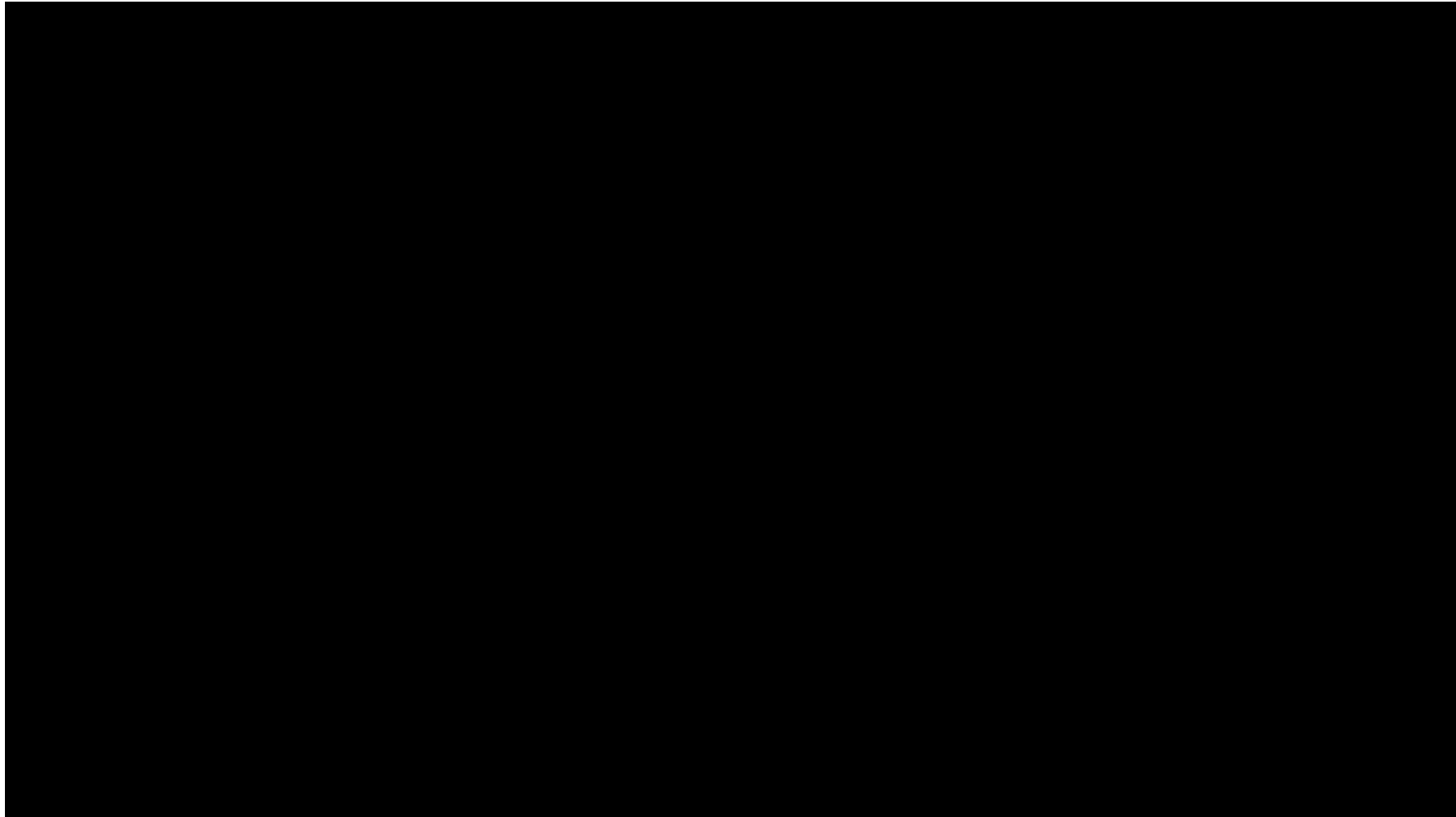


Adhesion

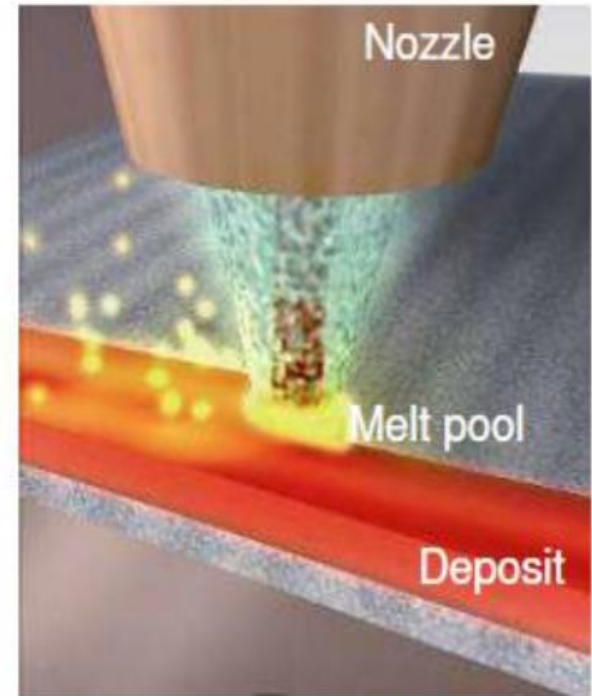
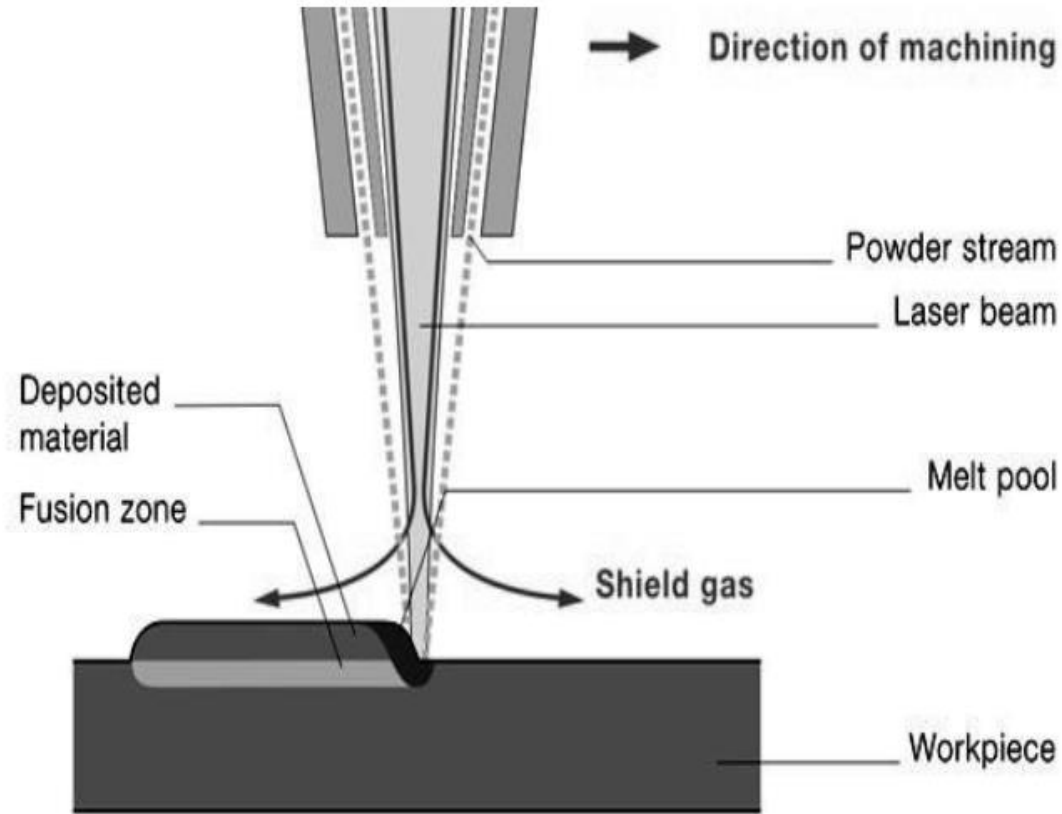
Abrasion

Tribochemical
reaction

Surface damage



پایان جلسه هشتم



3D representation of the laser cladding process



Inconel alloys

- Inconel refers to a family of austenitic nickel-chromium-based super alloys
- Inconel alloys are oxidation and corrosion resistant materials well suited for service in extreme environments. When heated, Inconel forms a thick and stable oxide layer protecting the surface from further attack

Inconel alloys

Inconel	Element (% by mass)														
	Nickel	Chromium	Iron	Molybdenum	Niobium	Cobalt	Manganese	Copper	Aluminium	Titanium	Silicon	Carbon	Sulfur	Phosphorus	Boron
600 ^[3]	72.0	14.0-17.0	6.0-10.0				1.0	0.5			0.5	0.15	0.015		
617 ^[4]	44.2-56.0	20.0-24.0	3.0	8.0-10.0		10.0-15.0	0.5	0.5	0.8-1.5	0.6	0.5	0.15	0.015	0.015	0.006
625 ^[5]	58.0	20.0-23.0	5.0	8.0-10.0	3.15-4.15	1.0	0.5		0.4	0.4	0.5	0.1	0.015	0.015	
718 ^[6]	50.0-55.0	17.0-21.0	balance	2.8-3.3	4.75-5.5	1.0	0.35	0.2-0.8	0.65-1.15	0.3	0.35	0.08	0.015	0.015	0.006

Inconel is a difficult metal to shape and machine using traditional techniques due to rapid work hardening .

Ultrasonic assisted machining

- Tool wear
 - ultrasonic vibration assisted cutting has a longer tool life (250 and 160 times longer at 50, 100 rpm, respectively)

