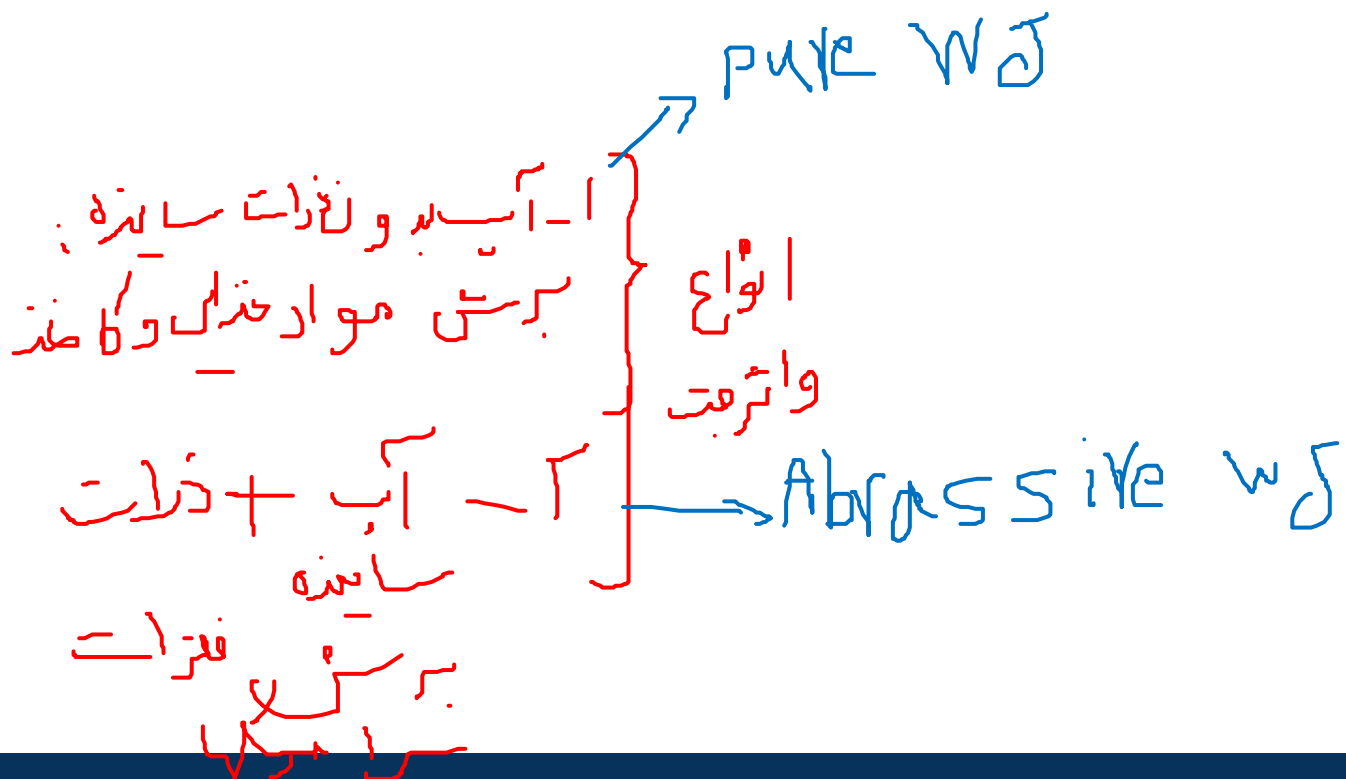


جلسه یازدهم: ماشینکاری با جت آب + ذره ساینده
هرفار



در این روش سرعت بالای جت آب که سه برابر سرعت صوت می رسد (حدود ۹۰۰ متر بر ثانیه) عامل براده برداری است.
 براده برداری در این روش به کمک نیروی سایشی جت آب انجام می شود. آب در اینجا شبیه یک اره عمل می کند.
 این روش جزء روش های مکانیکی است.



• کاربردها

- مواد نرم مانند فایبرگلس
- چوب
- مواد غذایی
- فلزات
- سرامیک ها
- چرم و پارچه

History

- Dr. Franz in 1950's first studied UHP water cutting for forestry and wood cutting (pure WJ)
- 1979 Dr. Mohamed Hashish added abrasive particles to increase cutting force and ability to cut hard materials including steel, glass and concrete (abrasive WJ)
- First commercial use was in automotive industry to cut glass in 1983
- Soon after, adopted by aerospace industry for cutting high-strength materials like Inconel, stainless steel and titanium as well as composites like carbon fiber

اجزای سیستم ماشینکاری با جت آب

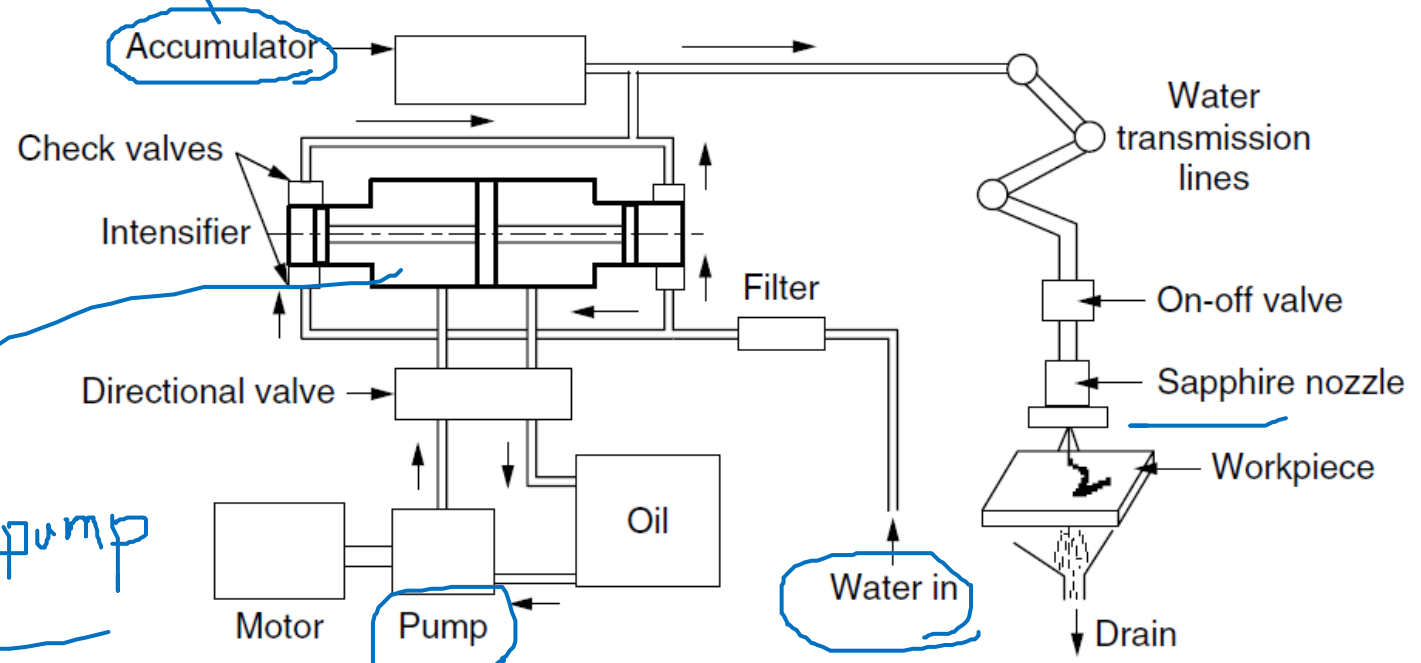
برای حفاظت

booster pump

فشار و ...

بکمپ

4 bar



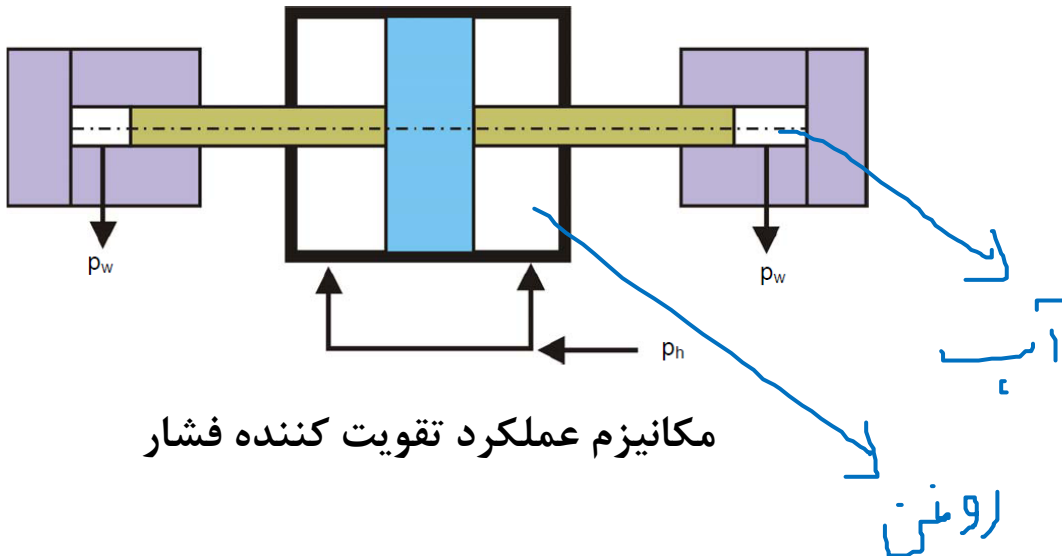
عملکرد اجزای مختلف سیستم

۱- پمپ هیدرولیکی:

روغن را با فشار ۱۱۷ بار به تقویت کننده فشار (Intensifier) پمپاژ می کند. قابلیت تغذیه یک یا چند تقویت کننده را برای ماشینکاری در چندین ایستگاه را می تواند داشته باشد.

۲- تقویت کننده فشار (Intensifier):

یک پمپ رفت و برگشتی است که از مکانیزم ساده افزایش فشار با استفاده از دو پیستون با سطح مقطع های متفاوت استفاده می کند و فشار اب را از ۴ بار در ورودی به حدود ۲۰۰۰-۴۰۰۰ بار می رساند.

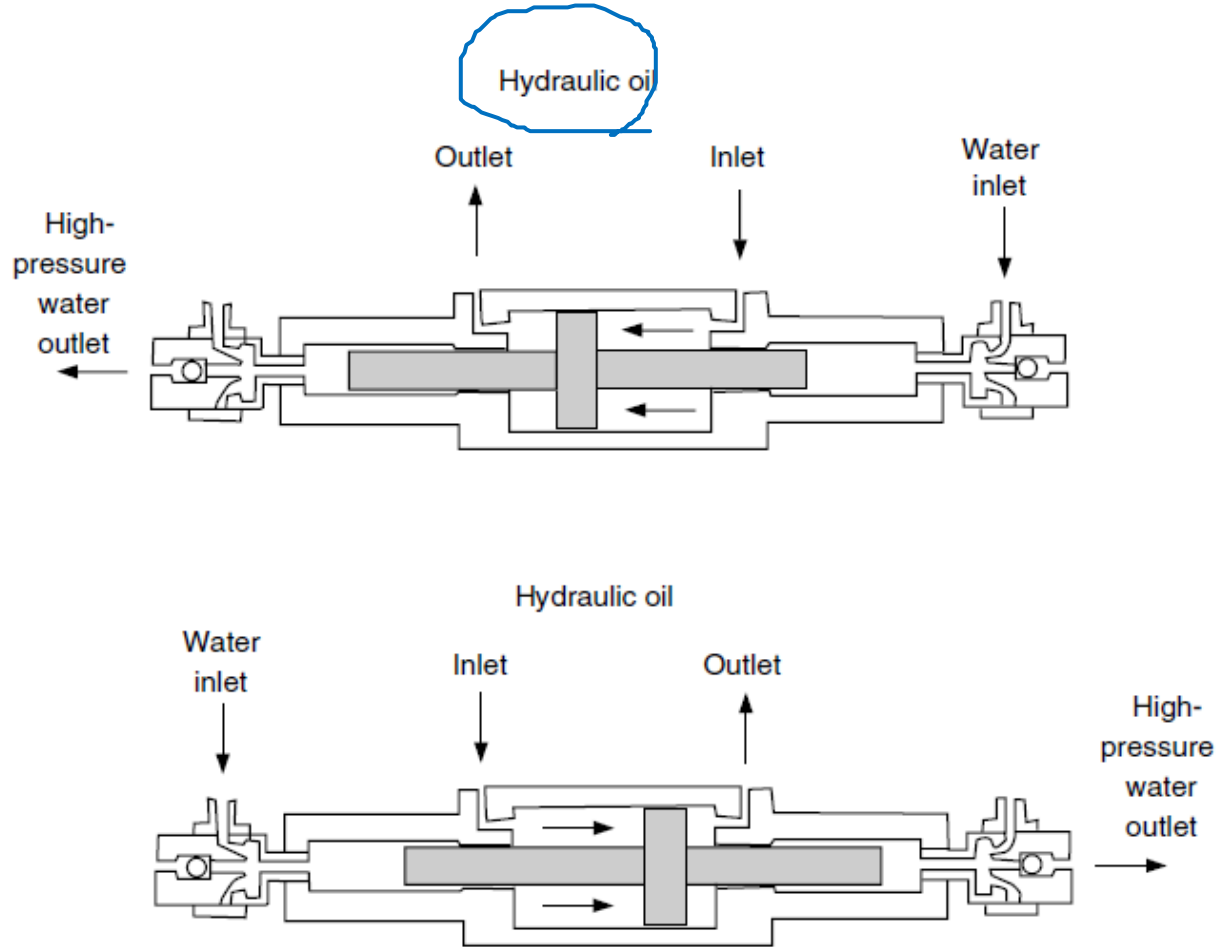


$$p_h \times A_{large} = p_w \times A_{small}$$

$$p_w = p_h \times \frac{A_{large}}{A_{small}}$$

$$p_w = p_h \times A_{ratio}$$

مکانیزم عملکرد تقویت کننده فشار



عملکرد اجزای مختلف سیستم

۳- انباره (Accumulator) :

نوسانات فشار جت آب را پیش از رسیدن به سطح قطعه کار حذف می کند. علت ایجاد نوسانات تراکم پذیری آب است.

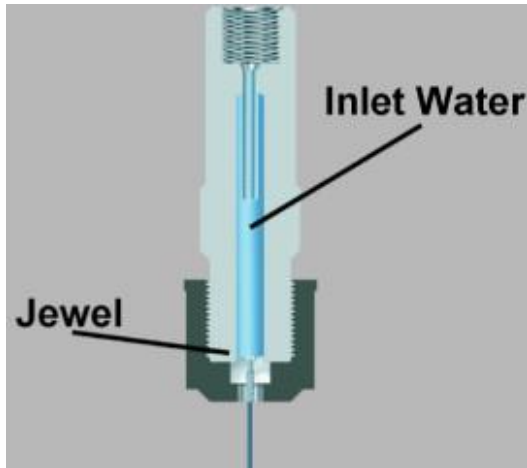
۴- لوله های فشار بالا:

برای انتقال آب پرفشار به کله گی دستگاه مورد استفاده قرار می گیرند. معمولاً قطر بین ۱۴-۶ میلی متر دارند.

۵- نازل برش جت:

نازل یک جریان جت پیوسته برای ماشینکاری را فراهم می کند. نازل معمولاً از جنس یاقوت است. حدود ۲۰۰ ساعت عملکرد از یاقوت انتظار می رود. از الماس نیز استفاده می شود. نازل از نوع همگراست. قطر نازل حدود ۰.۱ میلی متر و فاصله نازل تا سطح قطعه ۲.۵ تا ۶ میلی متر.

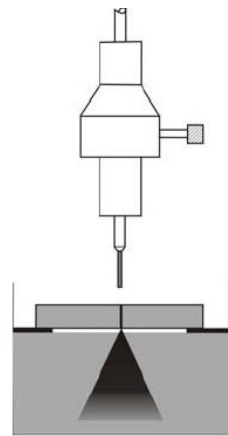
عملکرد اجزای مختلف سیستم



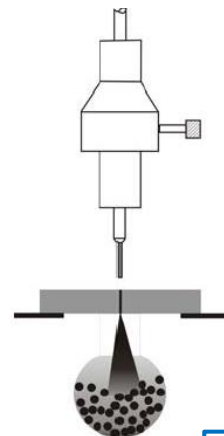
نازل برش جت

۶- جمع کننده:

برای جمع آوری کردن اضافات ماشینکاری لازم است این اضافات که سرعت زیادی هم دارند در محفظه ای ساکن شوند تا به اجزای دیگر سیستم آسیب نرسانند

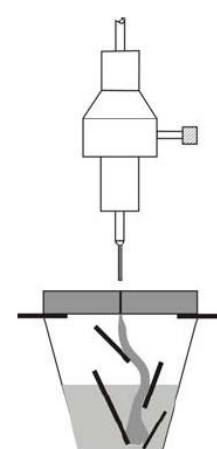


(a) water basin



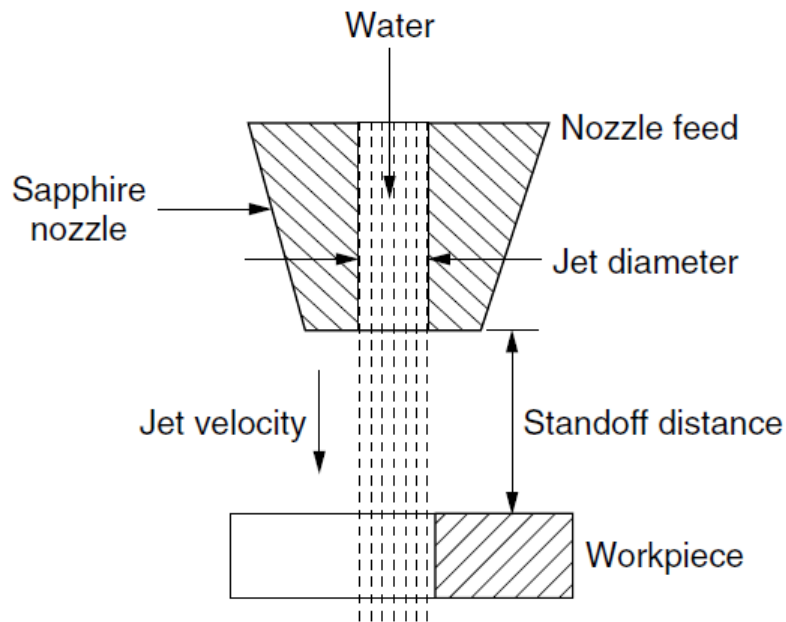
(b) steel/WC/ceramic balls

سایم



(c) catcher plates (TiB₂)

برنولی



رابطه محاسبه سرعت جت آب

$$V_{wj} = (2p_w / \rho_w)^{1/2}$$

V_{wj} : سرعت جت آب

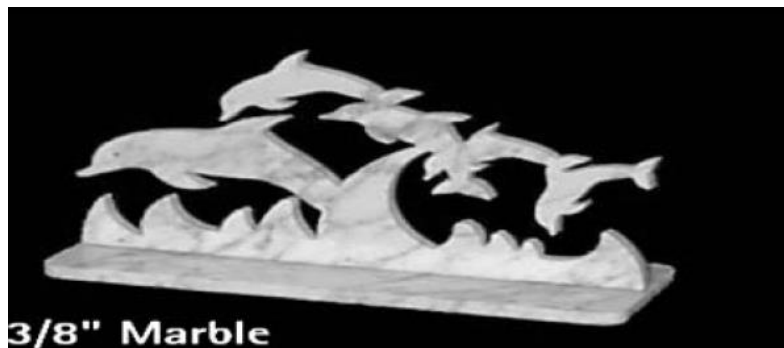
P_w : فشار جت

ρ_w : چگالی آب

<https://www.dideo.ir/v/yt/Nbl8Kz98nac/flow-mach-500-water-jet>

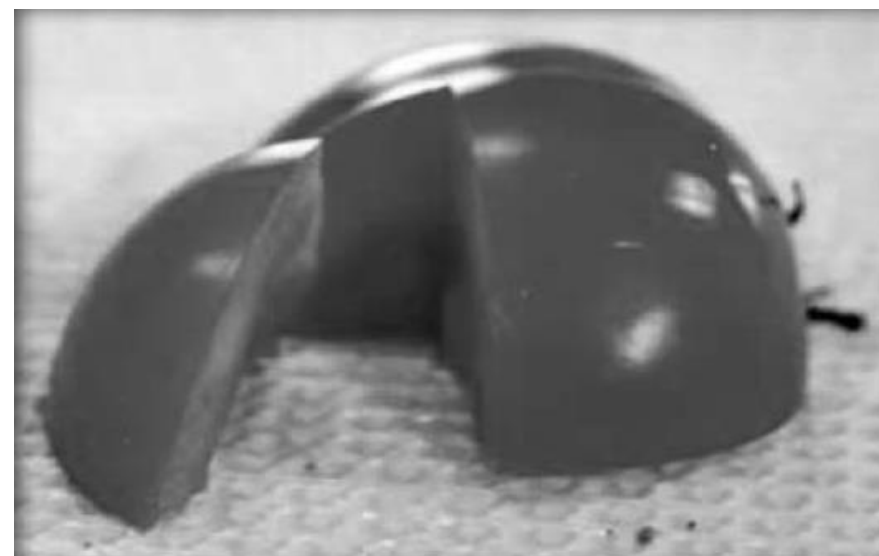
۱- برش:

برش محدود به مواد نرم مانند فیبرگلاس و چوب می شود.



کاربرد جت اب در برش سنگ مرمر

آبراسیو



کاربرد جت اب در برش گوجه فرنگی

آبراسیو

۲- سوراخکاری

برای سوراخکاری قطعاتی که با استفاده از روش های دیگر نظیر EDM و EBM بسیار گرانقیمت و زمان بر هستند از این روش استفاده می شود.

۳- برش بلاستیک ها

به دلیل اثرات حرارتی کم از این روش استفاده می شود.

۴- برش سنگ:

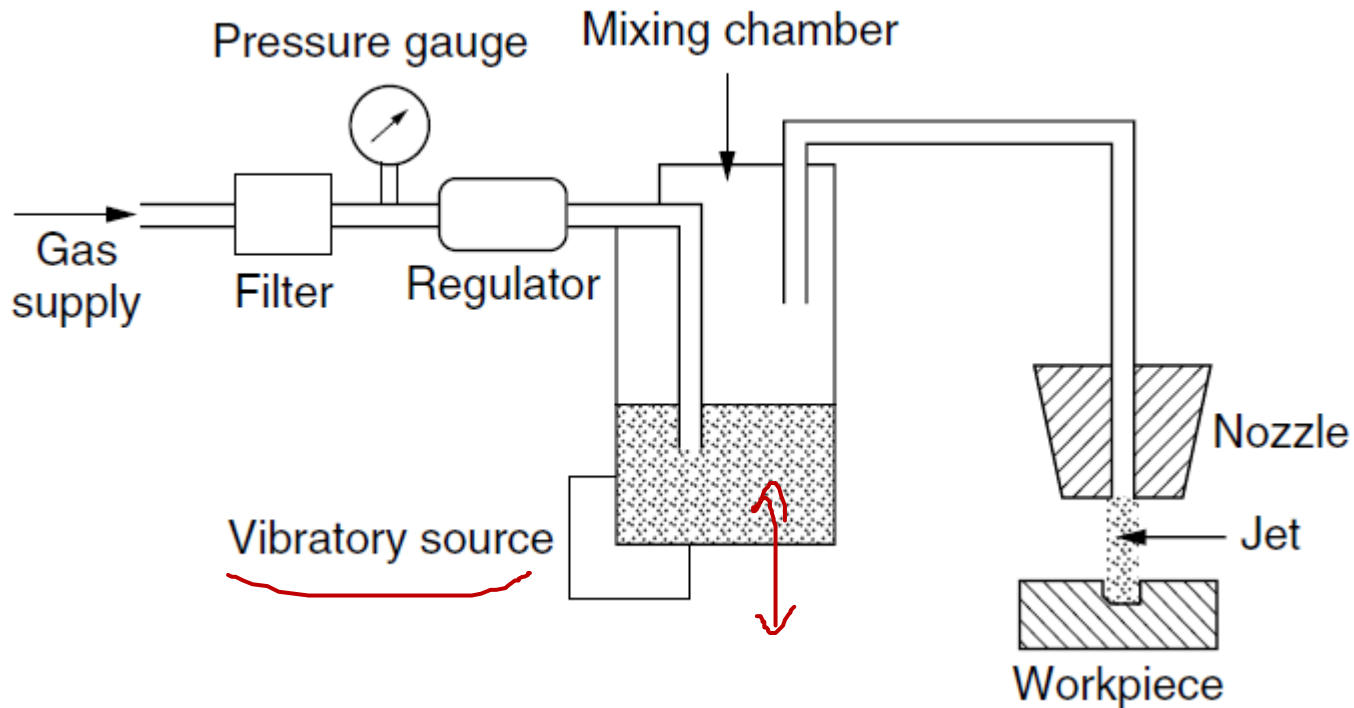
تحت شرایط خاص برای برش سنگ گرانیت از این روش استفاده می شود.

۵- پلیسه گیری:

برای پلیسه گیری فلزات و غیرفلزات می توان از این روش استفاده نمود.

ماشینکاری با جت ذرات ساینده ← بدون آب

در این روش از گاز با سرعت بالا (نیتروژن، دی اکسید کربن یا هوا) و جت ذرات ساینده برای ماشینکاری استفاده می شود.

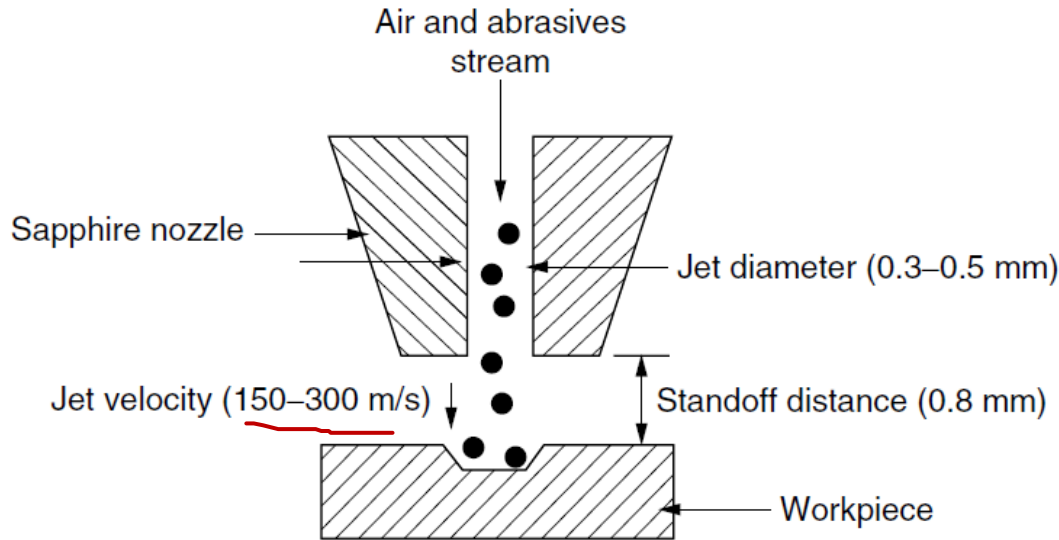


خصوصیات فرایند

فرکانس ارتعاشات مخزن:
۵۰ هرتز

قطر ذرات ساینده:
۱۰-۴۰ میکرون

جنس ذرات ساینده:
اکسید آلومینیوم، سیلیکون
کارباید



برایک پلیس کردن هم استفاده می شود

ماشینکاری با جت آب به کمک ذرات ساینده

Abv as siv-e w f

- برای ماشینکاری مواد سخت از این روش استفاده می شود. مکانیزم براده برداری بر اساس براده برداری ذرات ساینده (Al_2O_3 or SiC) انجام می شود و آب نقش سرعت دهنده به ذرات ساینده را دارد.

انواع روش های به کارگیری ذرات ساینده عبارتند از:

۱- روش **Mixing**

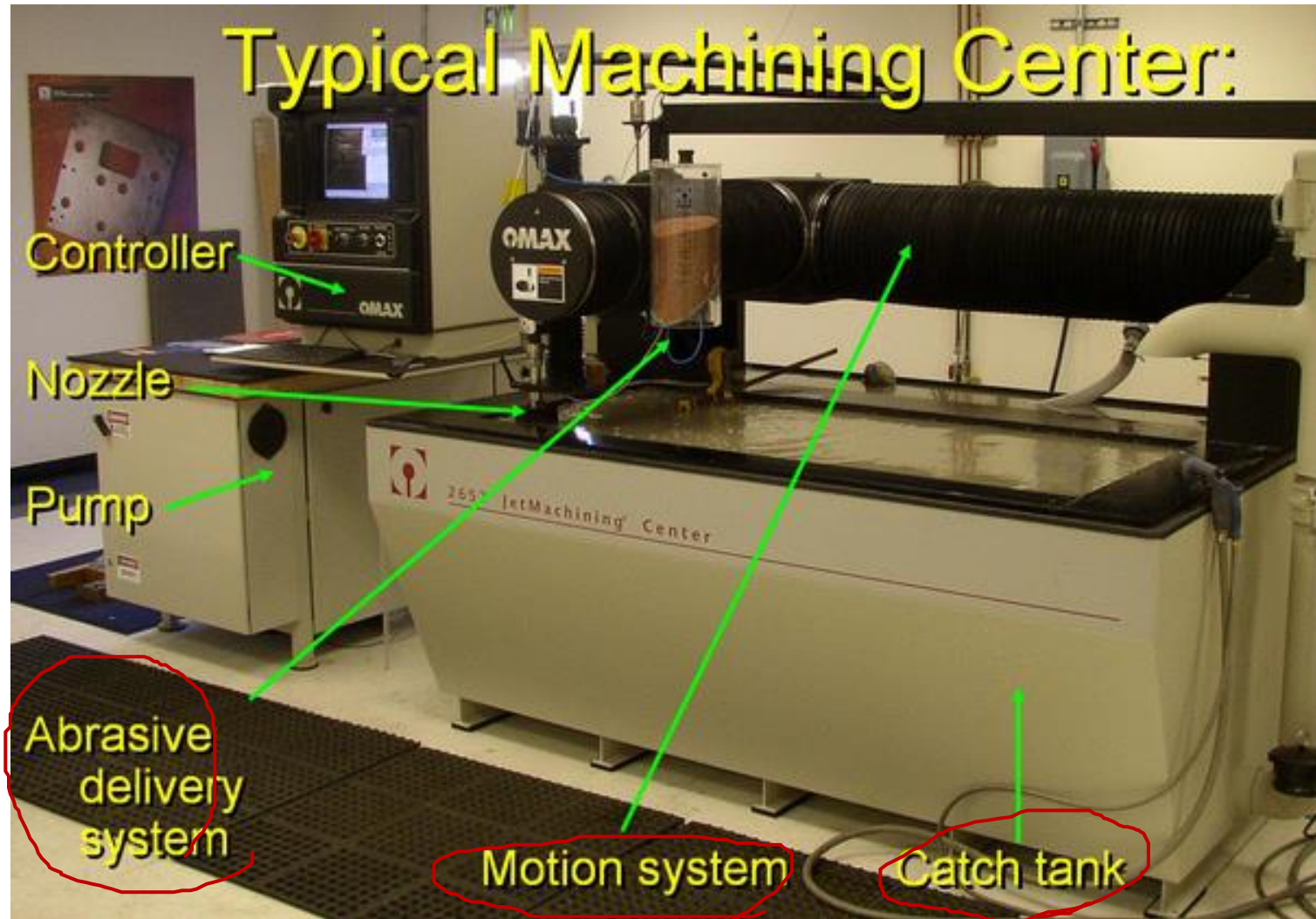
در این روش ذرات ساینده به جت آب در حال حرکت وارد شده و با آن ترکیب می شوند

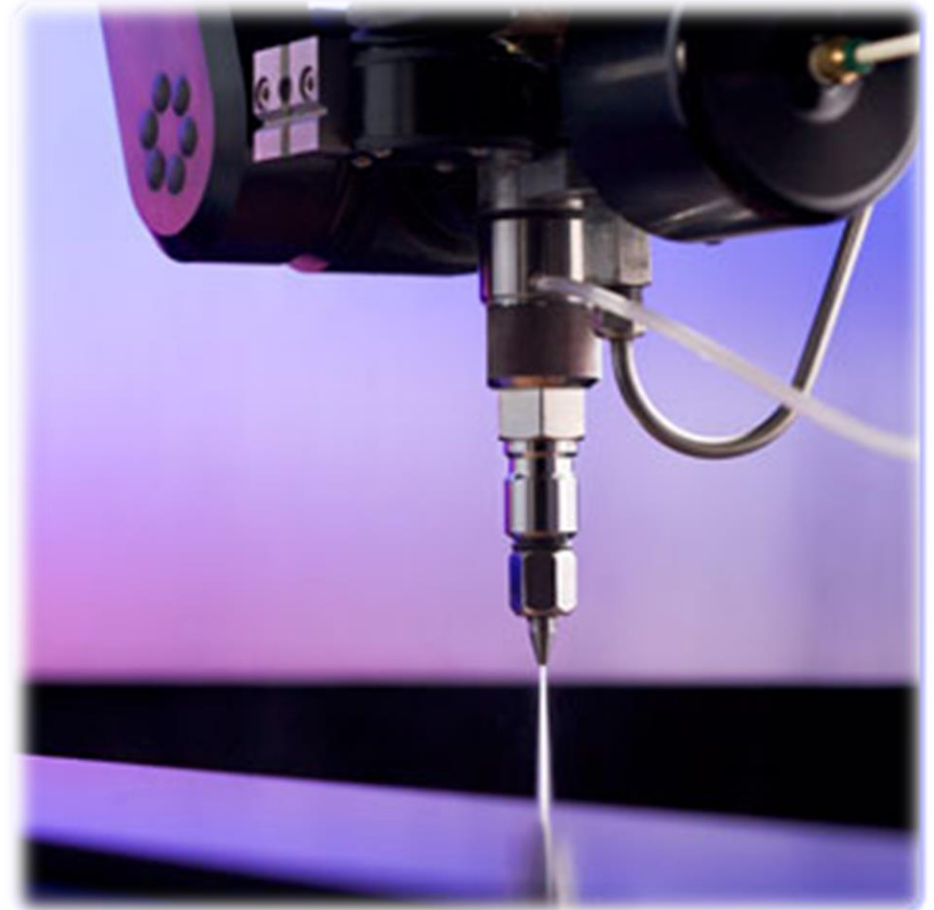
۲- روش مخلوط معلق آب و ذرات ساینده

در این روش مخلوط معلق از ذرات ساینده و آب توسط نازل با فشار به محیط ماشینکاری تزریق می شوند.

اجزای یک دستگاه ماشینکاری با جت آب به کمک ذرات ساینده

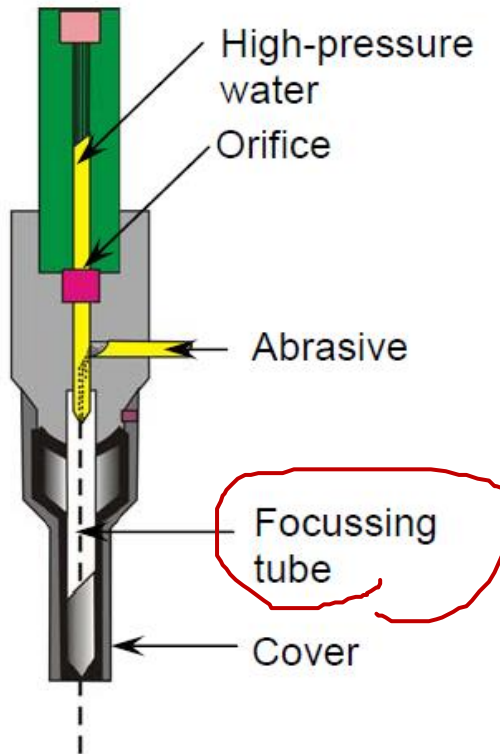
CNC



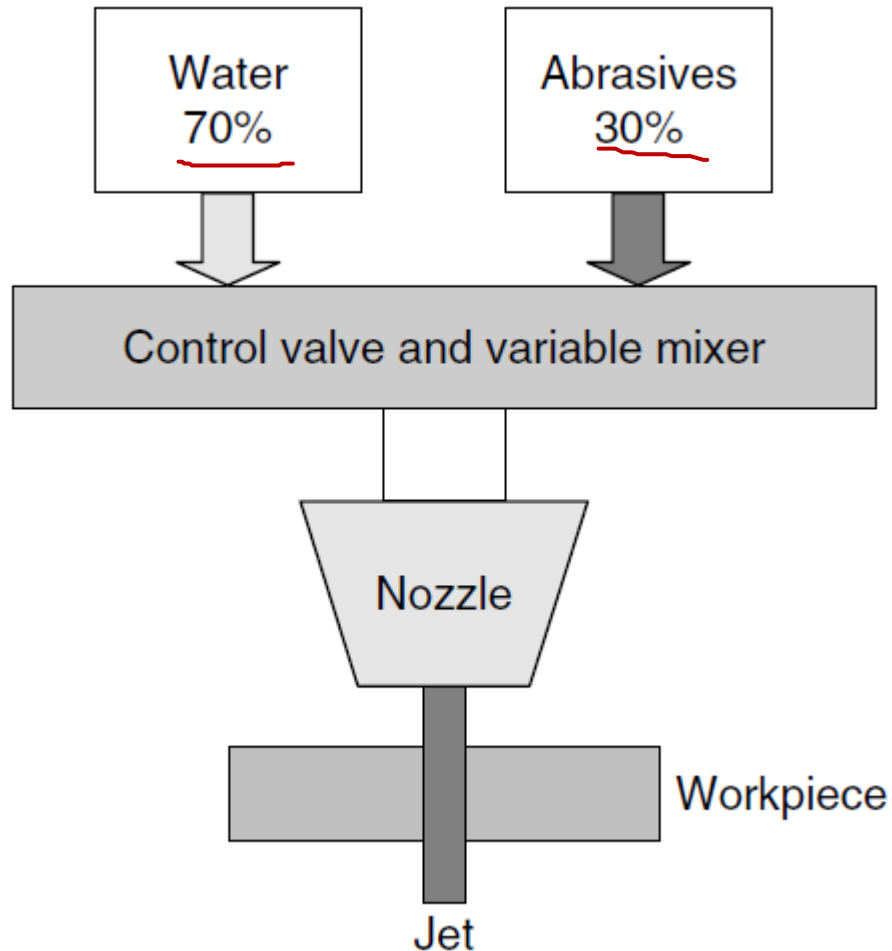


مکانیزم مخلوط شدن ذرات ساینده و جت آب

جت آب با سرعت بالایی که دارد هنگام عبور از ارفیس به محفظه اختلاط باعث ایجاد **خلا** ایجاد شده در محفظه اختلاط باعث کشیده شدن ذرات ساینده با دبی خاص تنظیم شده به درون جت آب می شود.



پارامترهای فرایند



فشار آب:
۲۵۰۰-۴۰۰۰ بار

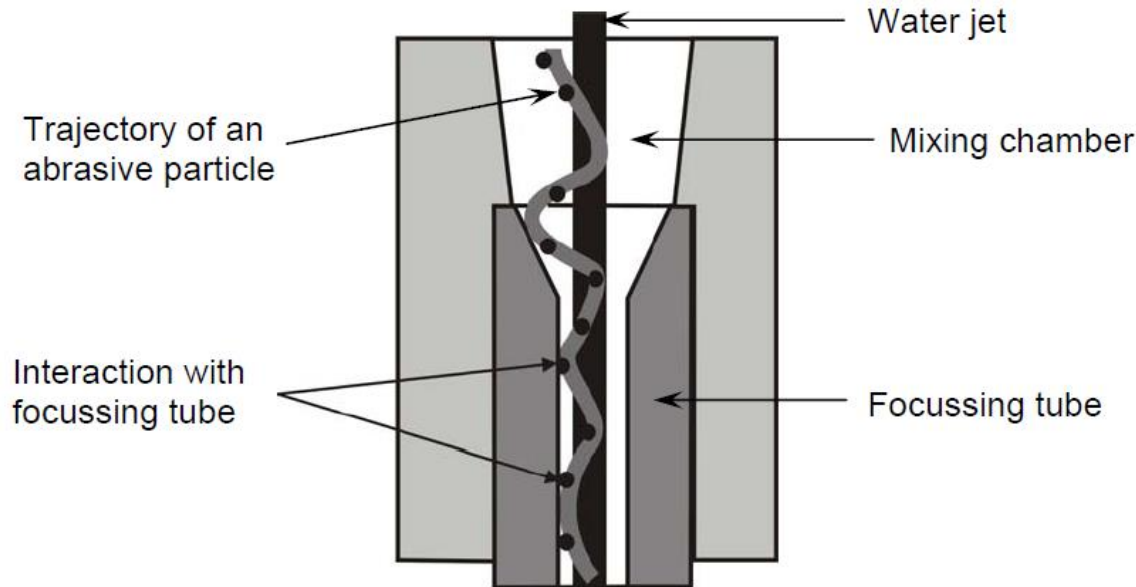
:Stand off distance
۱-۲ میلی متر

قطر ذرات ساینده:
۱۰-۱۵۰ میکرون

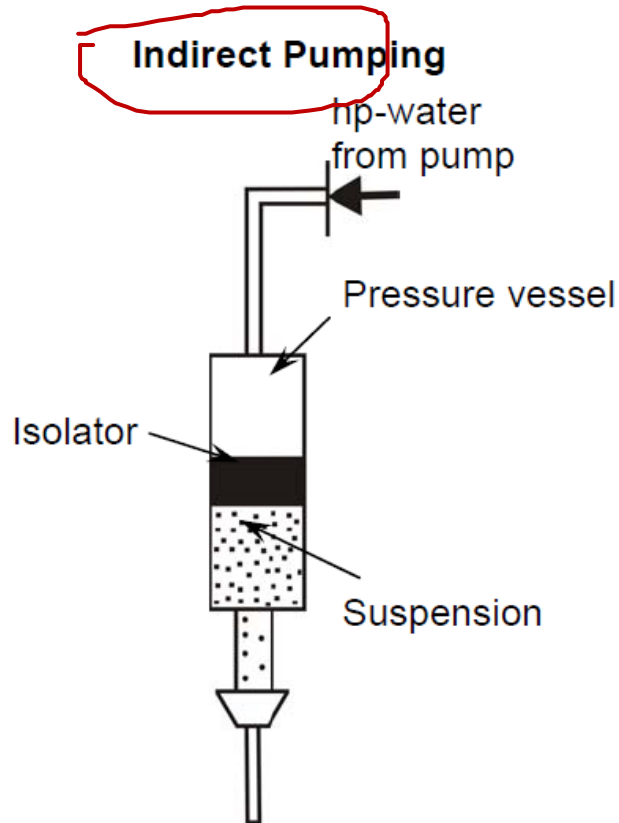
جنس ذرات ساینده:
اکسید الومینیوم, سیلیکون
کارباید و شیشه

مکانیزم مخلوط شدن ذرات ساینده و جت آب

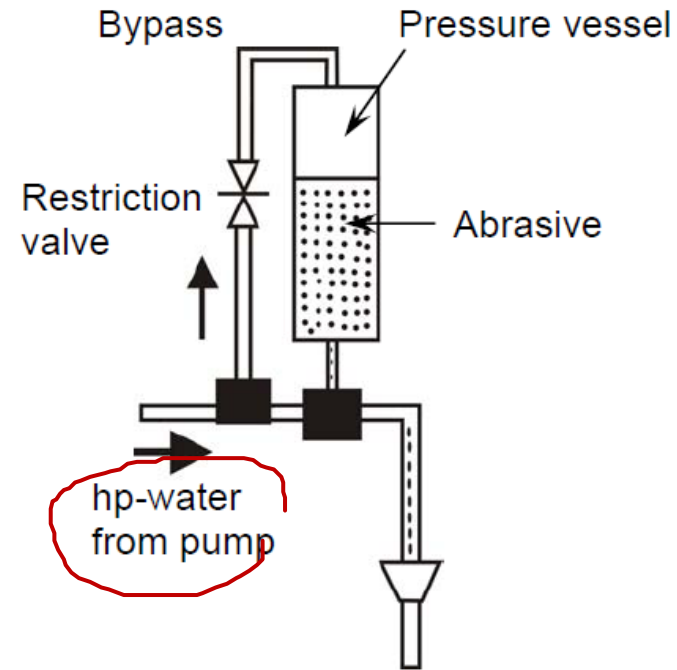
- در شکل زیر اتفاقاتی که پس از ورود ذرات ساینده به جت آب رخ می دهد نشان داده شده است.
- اختلاط (Mixing) در واقع ورود تدریجی ذرات ساینده به درون جت آب و در نهایت خروج مخلوط ذرات ساینده و آب از نازل است.
- در این فرآیند در واقع ذرات ساینده از جت آب اندازه حرکت دریافت می کنند و سرعتشان افزایش می یابد و در نهایت در خروج سرعتشان با سرعت جت برابر می شود.



مخلوط معلق جت آب و ذرات ساینده



Bypass Principle



تولید
اول

در مواد نرم :

در زوایای برخورد کم مکانیزم اصلی اصطلاحاً شخم نام دارد و ذره ساینده روی سطح حرکت کرده تکه ای از قطعه کار را جدا می کند.

در زوایای برخورد بزرگتر ذره و سطح قطعه کار تغییر شکل پلاستیک قطعه در محل برخورد عامل براده برداری است.

در مواد ترد مکانیزم براده برداری بر اساس ایجاد و توسعه ترک علاوه بر دو مکانیزم یاد شده ایجاد می شود.

مزایای ماشینکاری با جت آب به کمک ذرات ساینده

- ارزانتتر از سایر روش ها است
- هر نوع جنسی را می توان به کمک آن ماشینکاری نمود. (فولاد، مس، برنج، آلومینیوم، شیشه، سرامیک، کوارتز و سنگ)
- ماشینکاری شکل های هندسی مختلف با یک ابزار
- گرمایی تولید نمی شود در نتیجه ناحیه HAZ وجود ندارد.
- سطح پرداختی از این روش حاصل می شود.
- یک فرایند برشکاری تمیز است و گاز و روغن خروجی ندارد.
- ایمنی بالا



قطعه ماشینکاری شده در یک تنظیم ۳ دقیقه ای

مزایای ماشینکاری با جت آب به کمک ذرات ساینده

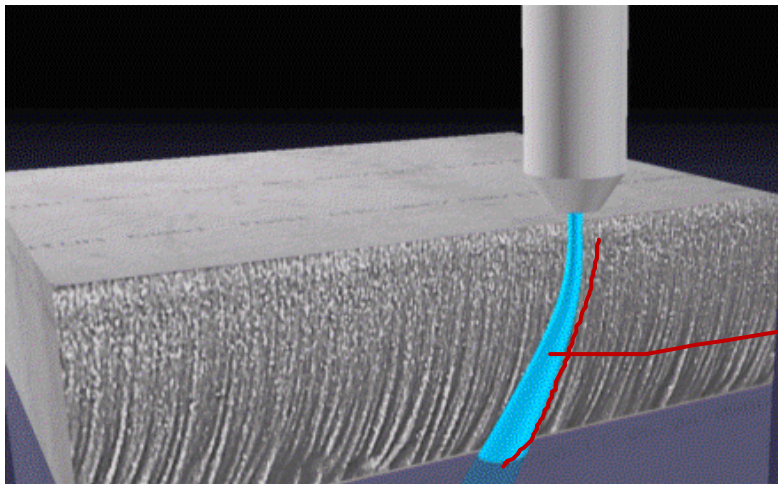
- بر خلاف روش های دیگر مانند سنگ زنی و ماشینکاری این روش هیچ گونه ذرات گرد و غباری تولید نمی کند که در اثر استنشام آن مضر باشد.
- کله گی آن سبک تر از لیزر است و برای نصب روی ربات مناسب تر است.
- دور ریز کمی دارد.
- براحتی می توان با برنامه نویسی آن را برای تولید قطعات نمونه بکار برد.



قابلیت حصول کیفیت بالای سطوح برش در برش مواد مختلف

معایب ماشینکاری با جت آب به کمک ذرات ساینده

- تعداد کمی از جنس قطعات را می توان به صورت اقتصادی با این روش ماشینکاری نمود. اگر چه می توان فولادهای ابزار را با این روش ماشینکاری نمود ولی سرعت ماشینکاری خیلی کم است.
- قطعات ضخیم را نمی توان با دقت ابعادی مناسب با این روش ماشینکاری نمود. با افزایش ضخامت در اثر تغییر جهت جت ممکن است شکل سوراخ منحنی شده و انتهای سوراخ پهن تر شود.

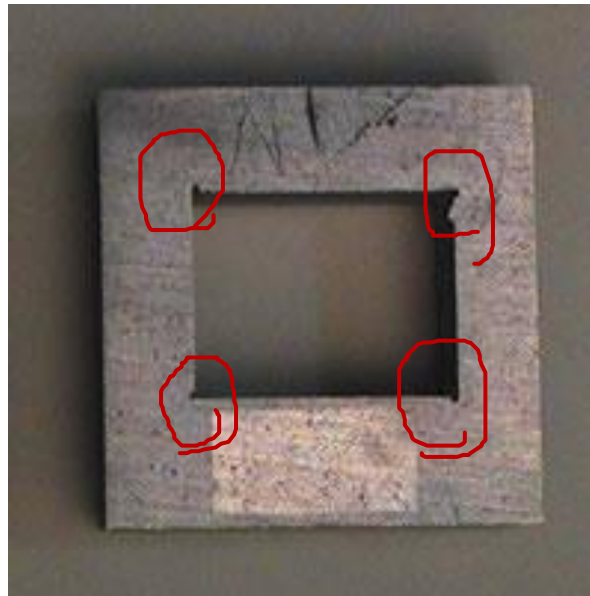


beam divergence

کیفیت نامناسبی و کندی برش در اثر
افزایش ضخامت

معایب ماشینکاری با جت آب به کمک ذرات ساینده

• مخروطی شدن دیواره برش



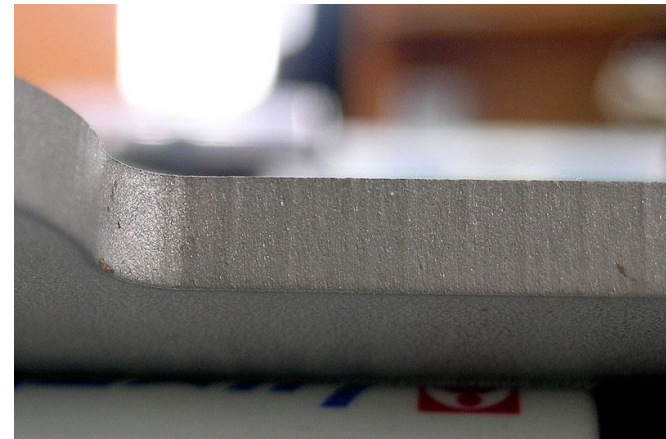
کیفیت نامناسب گوشه ها در اثر کنده
فرایند برش

Waterjets vs. Lasers

- Abrasive waterjets can machine many materials that lasers cannot. (Reflective materials in particular, such as Aluminum and Copper.
- Uniformity of material is not very important to a waterjet.
- Waterjets do not heat your part. Thus there is no thermal distortion or hardening of the material.
- Precision abrasive jet machines can obtain about the same or higher tolerances than lasers (especially as thickness increases).
- Waterjets are safer.
- Maintenance on the abrasive jet nozzle is simpler than that of a laser, though probably just as frequent.



After laser cutting



After waterjet cutting

Waterjets vs. EDM

- Waterjets are much faster than EDM.
- Waterjets machine a wider variety of materials (virtually any material).
- Uniformity of material is not very important to a waterjet.
- Waterjets are capable of ignoring material aberrations that would cause wire EDM to lose flushing.
- Waterjets do not heat the surface of what they machine.
- Waterjets require less setup.
- Many EDM shops are also buying waterjets. Waterjets can be considered to be like super-fast EDM machines with less precision.



Waterjets are much faster than EDM.

پایان جلسه نهم