

ماشینکاری با جت آب

ماشین کاری با جت آب (water jet machining – whm)

از آب برای برش استفاده می شود. آب با فشار زیاد در حدود ۲۰۰۰-۴۰۰۰

بار در یک مسیر پیوسته وارد منطقه ماشینکاری می شود که در اینجا عمل

براده برداری توسط کار مکانیکی است زیرا آب بطور مکانیکی بیرون می

آید. آب به عنوان ابزار برش استفاده می گردد. آب بعنوان ابزار برش در

مسیر پیوسته و کنترل شده ای از نازل با مجرای ریز با سرعت معادل سه

برابر سرعت صوت و فشار ۲۰۰۰ تا ۴۰۰۰ بار خارج می شود و به قطعه

کار وارد می شود.

فرایند برش با آب خالص برای مواد با استحکام کم مثل کاغذ فایبر گلاس و

مقوا بکار می رود به این روش ماشینکاری هیدرو دینامیک یا برش با مایع

گفته می شود.

موقعی که نیروی موضعی ذره ای سیال از مقاومت پیوندهای ریز ساختار

ماده بیشتر باشد باعث جدائی آنها مولکولهای ماده گردیده و ساینده گی یا

برش تحقق می یابد.

جت آب قادر به شکست پیوندهای فلزات، پلاستیکها، چرم فگرافیت، فایبر

گلاس، تیتانیم و مواد مرکب کامپوزیت می باشد. جت آب برای مواد نرم و

محکم بکار برده می شود و مانند edm محدودیت ندارد. عمل برش با سرعت بسیار بالایی صورت می گیرد و به هیچ وجه ماده خیس نمی شود حتی کاغذ و یا گوجه فرنگی و یا کیک با این روش براده برداری می شوند یعنی عرض براده برداری خیلی کوچک است.

جنس نازل یا قوت است زیرا نسبت به سایش خیلی مقاوم است. ماشینهای واتر جت طوری ساخته شده اند که قابلیت کنترل چندین محور را در چندین جهت دارند بنابراین این ماشینکاری نه تنها شکل های ساده بلکه شکلهای پیچیده نیز با آن امکان پذیر است.

تاریخچه برش با آب

سال ۱۹۰۰ میلادی کارگرهای یک نیروگاه بخار مشاهده کردند بخار خارج شده از سوراخ دسته های جارو را برش می دهد. عدم آلودگی محیط زیست حسن این دستگاه است.

مزایای برش با آب

برش یک بعدی - عرض برش انقدر کم است که ما می توانیم برش را یک بعدی فرض کنیم. فرایند بدون پلیسه است.

قابلیت تکرار زیاد است . مسئله فرسایش ابزار را نداریم . یعنی در مدت زیادی ما یک کاری را می توانیم انجام دهیم .

آلودگی محیطی نداریم . چون تمام ذرات معلق همراه با آب خارج می شود . در برخی مواد آزیست و سیمان خیلی خوب است .

برای محیطهای قابل اشتغال و انفجار مناسب است .

ابزار مورد استفاده که آب است ارزان و در دسترس است . با توجه به آنکه مقدار آب در ساعت ۲۰۰ الی ۱۵۰ لیتر است و خود آن مقدار کمی است ولی باز هم آن قابل بازیابی است .

کیفیت برش بالایی دارد .

در مواد نرم ایجاد لهیدگی و یا تغییر فرم نمی دهد .

آلودگی صوتی حداقل مقدار خود را دارد .

تجهیزات آن در فاصله دو برابر از محل کار قرار دارد . برش سه بعدی امکان

پذیر است . این روش قابلیت اتوماتیک شدن زیادی دارد . چون تجهیزات آن

دور از قطعه کار است پس cnc کردن آن خیلی راحت است و استفاده از

رباتها امکان پذیر است . پارامترهای برش قابل تنظیم است . بطوری که

حتی پارچه و یا کاغذ بریده شده خیس نمی شود .

جت آب (wjc):

برای برش مواد نرم با مقاومت کم، برای جوب، کاغذ و غیره مثلاً برای روکش برداری از کابلها و نیز پلیسه گیری و غیره کار براده برداری با جت آب و توسط ضربه آن انجام می گیرد. در این روش زمان برای تعویض ابزار و تیز کردن نداریم چون ابزارمان مصرف شونده است (آب) موادی مانند پنبه نسوز و فایبر گلاس و غیره که سمی هستند با این روش بهتر است برش یا براده برداری شوند. جت آب از یک مقطع نازک با

سرعت $900 \frac{m}{s}$ خارج می شود به فاصله $25mm$ از نازل یک هاله ای از پودر

آب (ذرات ریز آب) حاصل می شود و هر چه از نازل دور شویم هاله واگرا می شود.

تا فاصله 250 میلیمتری می تواند براده برداری کند.

تجهیزات

۱- سیستم پمپاژ:

واحد هیدرولیک که قدرت خود را از یک موتور می گیرد. + واحد تقویت

کننده فشار آب

۲- خطوط انتقال سیال :

آب با فشار بالا توسط این خطوط که از یک سری لوله های سخت فشار با مفصلهای چرخنده هستند انتقال می یابد البته در این مورد نمی توان از شیلنگهای تحت فشار ۲۰۰ بار را تحمل می کنند استفاده کرد چون فشار در این مورد حتی به ۴۰۰ بار می رسد.

۳- شیر روشن - خاموش

برای قطع و وصل جریان آب استفاده می شود فرمان پذیری درست این شیر حائز اهمیت است .

۴- مجموعه نازل:

کارش تبدیل مایع به جت با سرعت بالاست . برای جلوگیری از سایش جنس خیلی مهم است نازلها را معمولا از الماس ، یاقوت کبود ، یاقوت قرمز می سازند. الماس از همه گرانتتر و سختتر و عمرش بیشتر است . یاقوت کبود چون ماشینکاری آن بهتر و مقاومت تقریبا خوبی دارد . البته ذکر این مورد مهم است که فقط نوک نازل از یاقوت است و خود بدنه نازل از فولاد ابزار است . قطر نازل از ۰/۰۵- ۰/۵ میلیمتر است ولی تا ۱ میلیمتر هم ساخته می شود.

برای جلوگیری از واگرا شدن زود مواد افزودنی اضافه می کنند چون یک نوع مواد چسبنده هستند پس از واگرا شدن و پودر شدن آن جلوگیری می کنند. با مواد افزودنی می توان طول جت آب پیوسته را ۶۰۰ برای قطر نازل رساند.

عمر نازل معمولاً تا ۲۰۰ ساعت در شرایط معمولی و غیر ایده آل است. برای افزایش عمر نازل معمولاً بیشتر فیلترها استفاده می کنیم و نیز برای افزایش عمر نازل می توان از آب مقطر استفاده کرد.

جمع کننده آب :

برای کاهش سرو صدا و ایمنی - سرعت آب بعد از برشکاری به زیر سرعت صوت می رسد. این کاهش از ماورا صوت تا زیر صوت با سرو صدای زیاد همراه است. هر چه جمع کننده به نازل نزدیکتر باشد سرو صدا کمتر است. و نیز مسئله ایمنی این است که آب بعد از برشکاری هنوز سرعت کافی برای صدمه زدن به اپراتور را دارد.

پس جمع کننده ایمنی اپراتور را نیز تامین می کند.

۶- فیلتر :

برای گرفتن آلودگی های ژآب مورد استفاده قرار می گیرد.

پارامترهای کنترلی

(ب) قطر نازل

(الف) فشار

(د) فاصله ایست نازل از قطعه کار

(ج) سرعت برش

بند (د) زیاد تاثیر ندارد یعنی این فاصله از ۳mm تا ۲۵ mm می تواند

متغیر باشد ولی ۳mm خوب است (یعنی فاصله نوک نازل از قطعه

کار)

پارامتر الف، ب و ج با ضخامت قطعه کار تغییر می کند. برای قطعات با

ضخامت بیشتر و افزایش قدرت جت آب به جداول استاندارد رجوع شود.

قابلیتهای این روش (WJC)

برش پلاستیک، گرافیت، چرم، فیبرهای مدار چاپی - برش ماهیها و گوشت

یخ زده و غیره می توان استفاده کرد.

برش مواد جهنده (لاستیک، پلاستیکهای اسفنجی فایبر گلاس) برای برش

مواد مرکب - برای بریدن مواد ترد و شکننده مثل شیشه بیشتر در صنایع

هوا- فضا و اتومبیل - چرم سازی، سنگ بری کاغذ سازی برش داشبورت

اتومبیلها استفاده گردد.

ماشین کاری با جت آب و ذرات ساینده :

اگرچه سالهاست که از استفاده از تکنولوژی جت مواد ساینده و جت آب می‌گذرد و لیکن اخیراً این دو فرآیند در زمینه بازار ماشین ابزار جایگاه مناسبی پیدا کرده است. این موضوع مهم و قابل توجه است و تعدادی از نوآوران قدیمی با استفاده از جایگزینی و تکمیل فرآیندهای معمولی ماشین کاری خود با استفاده از این دو فرآیند (ماشین کاری با جت آب و جت مواد ساینده) سود فراوانی برده‌اند .



اخیراً بر طبق گزارش Frost و Sullivan که یک شرکت بازاریابی کار می‌کنند، اعلام نموده‌اند که abrasive waterjet به نحو چشمگیری رشد و گسترش

قابل ملاحظه‌ای پیدا کرده است. رشد ۹/۱ درصد در فاصله سال‌های ۲۰۰۲-۱۹۹۷ برای بازار واترجت و جت مواد آینده پیش‌بینی می‌شود .

هم واترجت و هم لیزر قادرند فلزات و دیگر مواد را برش دهند. ولیکن دستگاه‌های واترجت ارزان‌تر از دستگاه‌های لیزر می‌باشند و عملاً دستگاه‌های واترجت برتر از ماشین‌های برش معمولی می‌باشند .

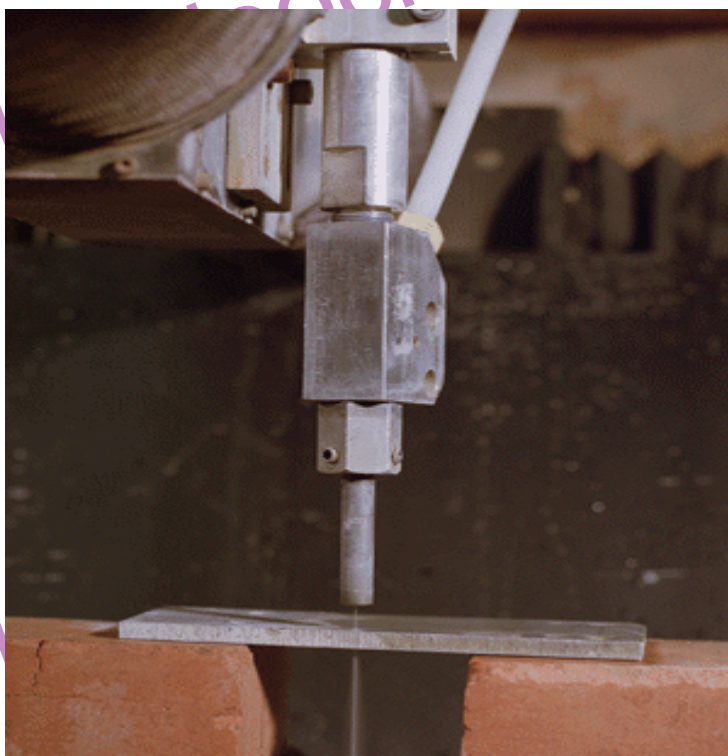
چرا تعداد زیادی از مردم به خرید دستگاه‌های واترجت روی آورده‌اند، زیرا: چون می‌توانند سریع برنامه‌ریزی کرده و در مدت کوتاهی پول‌دار شده و سود زیادی عایدشان شود. همچنین می‌توانند سریعاً دستگاه را تنظیم کرده و کل مجموعه تنظیمات دستگاه را تنظیم کرده و کل مجموعه تنظیمات دستگاه را چک کنند آنها از ابزار دستگاه خیلی تعریف می‌کنند .چونکه ابزار، هم در ماشینکاری اولیه و هم در ماشینکاری ثانویه (نهایی) یکی است و نیازی به تغییر ابزار نمی‌شود. سرعت ساخت قطعات بسیار بالا و خارج از تصور می‌باشد. این روش باعث ایجاد اثرات حرارتی روی قطعه نمی‌شود. آنها می‌توانند هزینه خرید دستگاه را در مدت کوتاهی تامین نمایند. شما قبلاً عبارات واترجت و جت مواد ساینده را شنیده‌اید، این مهم است که بدانید جهت مواد ساینده همان واترجت نمی‌باشد، اگرچه خیلی به هم شبیه هستند.

تکنولوژی جت آب به حدود ۲۰ سال پیش برمی گردد و جت مواد ساینده حدوداً ۱۰ سال بعد به وجود آمد. اساس هر دو روش مبتنی بر افزایش فشار آب تا حد خیلی زیاد و خروج آب از یک روزنه کوچک به خارج می باشد. سیستم واترجت از یک باریکه آب استفاده می کند که از دهانه (orifice) خارج می شود و می تواند مواد نرمی از قبیل پارچه و مقوا را برش دهد و لیکن نمی تواند مواد سخت تری را برش کاری کند. آب در دهانه ورودی از ۲۰ تا ۵۵ هزار پوند بر اینچ مربع تحت فشار قرار می گیرد، سپس از دهانه (jewel) که قطر آن به طور نمونه ۰/۰۱۵-۰/۰۱۰ اینچ می باشد. با فشار خارج می شود و در سیستم جت مواد ساینده، مواد ساینده به جت آب افزوده شده تا بتواند مواد سخت تر را نیز برش دهد. سرعت خیلی زیاد جت آب باعث ایجاد خلاء شده و مواد ساینده را به داخل نازل مکش می کند. اغلب مردم زمانی که منظورشان جت ساینده است، به غلط اصطلاح واترجت را به کار می برند. یک مجموعه کامل نازل واترجت حدود ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ دلار می باشد در صورتی که نازل جت سازنده حدود ۸۰۰ تا ۲۰۰۰ دلار هزینه در بر دارد. هزینه عملیاتی جت مواد ساینده به خاطر سایش تیوپ مخلوط کننده مواد ساینده با آب و همچنین به خاطر مصرف مواد ساینده نسبت به واترجت خیلی زیاد است.



تنها محدودیت جت آب نازل‌های آن می‌باشد و Jewel دارای سوراخ بسیار ریزی بوده که آب با فشار از آن به بیرون پاشیده می‌شود. Jewel ممکن است ترک برداشته و یا در اثر رسوب در آن مسدود شدن دهانه یا قوتی نازل در اثر ورود مواد زائد و گرد و کثافت در دهانه ورودی آب (inlet water) می‌باشد و می‌توان براحتی و با استفاده از یک فیلتراسیون مناسب از بروز چنین مواردی جلوگیری نمود. رسوبات در اثر مواد معدنی موجود در آب نیز ممکن است پدید آید Jewel. ها را می‌توان در مدت کوتاهی حدود ۲ تا ۱۰ دقیقه تعویض نمود. همچنین قیمت بالایی نداشته و حدود ۵ تا ۵۰ دلار می‌باشد، البته نازل‌های الماسه نیز وجود دارند ولیکن قیمت آنها حدود ۲۰۰

دلار می باشد و همچنین ساخت آنها نیز مشکل تر از نازل های یاقوتی می باشد. ابعاد و شکل هندسی دهانه نازل در نحوه عملکرد آن تاثیر بسیار مهمی داشته و در مورد نازل های الماسی تامین این دقت و تolerانس کمی مشکل و هزینه بر می باشد.



محدودیت های موجود در مورد نازل های مربوط به جت مواد ساینده:

نازل های جت مواد ساینده علاوه بر طرح ساده ای که دارند گاهگاهی ایجاد مشکلاتی نیز می کنند. طرح های گوناگونی ساخته شده اند ولی همگی در بروز یکسری مشکلات مشترک هستند. تیوپ مخلوط کننده یک قطعه و مجموعه گران قیمت بوده و به علت سایش در اثر مواد ساینده دارای عمر کوتاهی نیز

می باشد. همانطوری که گفته شد، جت مواد ساینده قادر است هر چیزی را برش دهد و این توانایی بالایی فرسایش و در نتیجه آن برش مسیر عبور و تیوپ مخلوط کننده را نیز تحت تاثیر قرار می دهد و همین مسئله در افزایش قیمت نهایی قطعه تولیدی تاثیر می گذارد. از دیگر مشکلات موجود در مورد دستگاه های جت مواد ساینده این است که تیوپ مخلوط کننده به همیشه بلکه گاه گاهی مسدود می شود. معمولاً علت این امر در اثر مواد زاید و کثیف (dirt) و همچنین دانه های مواد ساینده که از اندازه استاندارد بزرگتر باشند نیز حاصل می شود.

مزایای ماشین کاری با جت مواد ساینده:

برنامه ریزی و تنظیم فوق العاده سریع در این فرآیند نیازی به تغییر ابزار جهت کارهای مختلف نمی باشد، برعکس دیگر دستگاه های ماشین کاری که حتی برای تعویض ابزار نیز باید برای دستگاه برنامه ریزی کرد. تنها برنامه ریزی لازم برای انجام عملیات ارائه نقشه قطعه به دستگاه می باشد و اگر مشتری نقشه قطعه کار را روی یک دیسکت به شما تحویل دهد، نصف کار انجام شده

است و این به این معنی است که شما در تولیدات کم و حتی تک‌سازی هم می‌توانید سود قابل توجهی ببرید .

برای اغلب کارها نیاز به فیکسچر خیلی کمی نیاز است برای مواد تخت می‌توان پس از قرار دادن آنها روی میزکار با قراردادن دو وزنه ۱۰ پوندی روی آن قطعه کار را فیکس نمود و برای قطعات کوچک می‌تواند با استفاده از رویندهای کوچک، کار را محکم نمود .

امکان ماشین‌کاری تقریباً هر قطعه (شکل) دو بعدی و برخی از قطعات (اشکال) سه بعدی امکان ماشین‌کاری شعاع‌ها و گوشه‌های داخلی با شعاع کم، امکان ساخت فلانچ کاربراتور با سوراخ‌ها و همه چیزهای لازم آن. برخی از دستگاه‌های فوق‌العاده پیشرفته قادر به ماشین‌کاری سه بعدی می‌باشند. ماشین‌کاری سه بعدی نیازمند و مستلزم دقت زیادی می‌باشد. به همین دلیل ماشین‌کاری سه بعدی صرفاً جهت کاربردهای خاص به کار می‌رود . به هر حال ماشین‌کاری جت مواد ساینده دارای توانمندی فوق‌العاده در تولید اشکال دو بعدی است و لیکن در مورد اشکال سه بعدی دارای محدودیت‌هایی می‌باشد . اعمال نیروی جانبی بسیار کم به قطعه حین ماشین‌کاری

بدین معنی که شما می‌توانید با اطمینان قطعاتی که ضخامت دیواره آنها به کوچکی ۰/۰۰۲۵ اینچ باشد را به راحتی و بدون ترکیدگی و یا حتی لب‌پریدگی، ماشین‌کاری کنید. همچنین پایین بودن زیاد میزان نیروی جانبی برش این امکان را فراهم می‌کند تا بتوان اشکال لانه زنبوری و تو در تو تولید نموده و با این کار را از متریال حداکثر استفاده را کرد. اغلب هیچ گونه گرمایی روی قطعه کار ایجاد نمی‌شود. شما می‌توانید قطعه کار را ماشین‌کاری کنید. بدون ایجاد افزایش دما و سخت شدن قطعه کار و بدون تولید دوده‌های سمی، بدون ایجاد پیچیدگی در قطعه کار، و بدون تولید دوده‌های سمی، و بدون ایجاد پیچیدگی در قطعه کار. شما می‌توانید قطعاتی را که قبلاً سخت‌کاری شده‌اند و عملیات حرارتی بر روی آنها انجام شده است را به راحتی ماشین‌کاری کنید. در ایجاد سوراخ بر روی فولاد به ضخامت ۲ اینچ حداکثر دمای قطعه کار به ۱۲۰ درجه فارنهایت می‌رسد و لیکن ماشین‌کاری بر روی دیگر قطعات در دمای اتاق انجام می‌شود. نیازی به ایجاد سوراخ اولیه نمی‌شود:

بر خلاف ماشین‌کاری با وایرکات که نیاز به ایجاد سوراخ اولیه می‌باشد در این روش نیازی به ایجاد سوراخ اولیه نمی‌باشد. موضوع ضخامت قطعه کار

محدودیت مشخصی برای ضخامت معلوم نمی باشد و لیکن سرعت برش تابعی از ضخامت قطعه کار می باشد .

عدم آسیب رسانی به محیط:

شما می توانید از مواد ساییده شده قرمز رنگ که از garnet بجای مانده است جهت تزئین باغچه استفاده کنید حتی اگر شما می خواهید قطعات زیادی از جنس مواد خطرناک از قبیل سرب و ... را ماشین کاری کنید، این مهم است که مقدار خیلی کمی از ماده برداشته می شود. این خود در حفاظت محیط زیست موثر است .

باقی مانده مواد خام نیز قابل استفاده است

هنگام ماشین کاری قطعات گران قیمت از قبیل تیتانیوم، باقی مانده ماده خام نیز ارزشمند است زیرا عرض برش این فرآیند کوچک بوده و پس از تولید قطعه اصلی، می توان از مواد باقی مانده مجدداً قطعات دیگری تولید نمود . تنها و تنها فقط به یک ابزار نیاز است در این روش نیازی به تغییر ابزار نمی باشد و حتی نیازی به برنامه ریزی جهت تغییر ابزار نمی باشد. برنامه ریزی

و تنظیم دستگاه و تمیز کردن نیز زمان زیادی نمی برد، از این رو در این روش سرعت تولید و بهره‌وری خیلی زیاد است .

افسانه‌ها و موهومات معمول در مورد جت مواد ساینده:



اوه! شما می‌توانید فولاد به ضخامت ۶ اینچ را با آب ببرید؟! خیر! اگر شما مشاهده می‌کنید که یک قطعه فولادی به ضخامت ۶ اینچ در حال برشکاری است، بدانید که این واترجت نیست بلکه جت مواد ساینده است که این کار را انجام می‌دهد. وظیفه آب در اینجا فقط اعمال شتاب فوق‌العاده زیاد بر مواد ساینده است. و این مواد ساینده است که فولاد را می‌برد، نه آب!

عمر نازل برش کاری:

به اشتباه خیال می شود که عمر نازل خیلی مهم و حساس است و این در حالی است که عمر قسمت نازل دستگاه اهمیت آن چنانی ندارد و آنچه که مهم است عمر تیوپ مخلوط کننده مواد ساینده با آب است.

Jewel یا Orifice ها ارزان هستند و اصلاً قابل قیاس با تیوپ اختلاط نمی باشد Jewel. ها (قسمت نازل یا دهانه خروجی آب است که از جنس لعل یا یاقوت می باشد) تقریباً ارزان و حدود ۱۵ تا ۵۰ دلار می باشند و این در حالی است که قیمت تیوپ مخلوط کننده ۱۰۰ تا ۲۰۰ دلار می باشد Jewel. ها نوعاً در اثر رسوبات معدنی موجود در آب آسیب می بینند که البته این رسوبات قابل برداشت می باشند Jewel. از جنس یاقوت قرمز و آبی تقریباً یکسان هستند و تفاوتشان فقط در رنگشان است. علت رنگ قرمز ruby ها به علت درصد بالای کرم موجود در آنها بوده و در مقابل sapphire ها علت رنگ آبی، درصد بالای آهن موجود در آنها است ولیکن هر دو سنگ یاقوت معدنی می باشند. اما اگر هنوز عمر مفید نازل برای شما خیلی مهم است می توانید بجای نازل از جنس

یاقوت قرمز یا آبی، از نازل الماسه استفاده کنید ولی بهتر است فعلاً از یک سامانه مناسب فیلتراسیون آب استفاده کنید .

مدت کارکرد مفید تیوب مخلوط‌کننده چقدر است؟

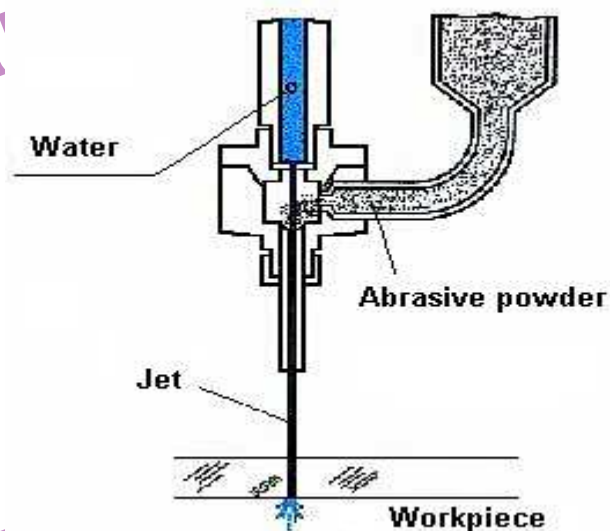
برای روشن شدن موضوع بدانید استفاده از یک تیوب مخلوط‌کننده کهنه و آسیب دیده در اثر کارکرد مانند بکارگیری یک تیغچه الماسه کند شده می‌باشد. این مشکل است که بگوییم چه وقت یک تیوب کاملاً آسیب دیده و قابل کاربرد نمی‌باشد. اما این مهم است که ساییدگی در تیوب باعث کاهش کارآیی ماشین‌کاری می‌گردد. برای کارهای دقیق بهتر است از یک تیوب جدید استفاده نمود .

عمر مفید تیوب به پارامترهای زیادی بستگی دارد، به عنوان مثال نوعاً از ۲۰ تا ۱۰۰ ساعت می‌تواند عمر مفید متوسط فرض شود. البته با توجه به شرایط ممکن است از این زمان سریع‌تر یا کندتر نیز سایش اتفاق بیفتد که البته باز به شرایط کاری بستگی دارد .

پس هزینه اصلی عملیاتی چه چیزی است؟ وقتی هزینه‌هایی از قبیل تیوب اختلاط و دهنه‌های نازل که قطعات گران‌قیمت و فرسایشی هستند را مورد

توجه قرار می‌دهید بایستی هزینه کل عمیات را نیز در نظر گرفته و آن را با سودمندی و قدرت تولید دستگاه مقایسه کنید وقتی شما چنین مقایسه‌ای را انجام دهید خواهید دید که دستگاه جت مواد ساینده شاید سودآورترین دستگاه در کارگاه شما باشد .

توجه داشته باشید که قیمت ساعت کار دستگاه بین ۲۰ تا ۳۵ دلار متغیر است . البته کارگاه‌هایی نیز مشاهده شده‌اند که به علت انجام کارهای فوق‌العاده دقیق، ساعت کار دستگاهشان بین ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ دلار می‌باشد. البته کمی غیر عادی نیز می‌باشد و همچنین گاهگاهی کارگاه‌هایی نیز دیده می‌شوند که کارهایی انجام می‌دهند که انجام آنها با سایر روش‌ها یا تقریباً غیر ممکن و یا با استفاده از روش‌هایی که بتواند جایگزین جت مواد ساینده شود، خیلی گران می‌شود .



تلرانس‌ها و دقت‌های قابل دستیابی:

جهت تولید قطعات دقیق نیاز به دستگاه دقیق نیز می‌باشد. البته پارامترهای دیگری نیز وجود دارند که مهم و قابل توجه می‌باشند. یک میزکار دقیق در دقت کار تاثیر دارد. فاکتور اصلی در دقت و تلرانس، نرم‌افزار دستگاه است نه سخت‌افزار آن! تلرانس قابل دستیابی به مقدار زیادی به مهارت استفاده کننده بستگی دارد. اخیراً پیشرفت‌های مهمی در خصوص کنترل فرآیند جهت دستیابی به تلرانس‌های بالاتر صورت گرفته است. دستگاه ۱۰ سال پیش دارای تلرانس کاری بین ۰/۰۶ تا ۰/۱۰ اینچ بوده است و لیکن امروزه دستگاه‌هایی تولید شده‌اند که قادرند قطعاتی با تلرانس ۰/۰۰۲ اینچ تولید کنند.

جنس قطعه کار:

مواد سخت تر نوعاً پس از برشکاری کمتر taper شده اند و این مسئله در تعیین میزان تلرانس قابل دستیابی، قابل توجه است .

ضخامت قطعه کار:

هنگامی که ضخامت قطعه کار افزایش می یابد، کنترل رفتار خروجی جت ساینده در محلی که از قطعه کار خارج می شود، مشکل می گردد و هر چه ضخامت قطعه کار افزایش یابد، میزان شیب دار شدن و احتمال لب پریدیگی افزایش می یابد .

دقت میز کار:

واضح است است دقت بالاتر وقتی حاصل می شود که حرکت میز دقیق تر و قابل کنترل تر باشد .

استحکام و پایداری میز کار :

ارتعاشات بین سیستم حرکتی و قطعه کار و ضعف در کنترل سرعت و تغییر ناگهانی در وضعیت دستگاه می تواند باعث بروز عیب در قطعه کار گردیده که اغلب witness marks نامیده می شود.

شکل زیر قطعات تولید شده توسط این روش را نشان میدهد.



کنترل جت مواد ساینده:

چون اساساً ابزار برشی یک جریانی از آب پر فشار همراه با مواد ساینده است . هنگام خروج از قطعه کار حالت اریبی شکل بوجود می آید، لذا جهت حصول تفرانس و دقت لازم بایستی این عقب افتادگی با کنترل مناسب جبران

گردد.

این مسئله عقب افتادگی (lag) می تواند در موارد ذیل بروز اشکال نماید:

الف - در اطراف منحنی ها

هنگامی که جت می‌خواهد از یک مسیر منحنی شکل عبور نماید، lag باعث شیب‌دار شدن می‌گردد، بنابراین برای جلوگیری از این امر بایستی سرعت حرکت خطی مسیر برش را پایین آورد و اجازه داد که قسمت انتهایی جت و قسمت ابتدایی آن که این دو مابین محل ورود جت و محل خروج آن از قطعه کار قرار دارد در یک راستا قرار گرفته و از شیب‌دار شدن آن جلوگیری گردد.

ب- گوشه‌های داخلی

هنگامی که جت وارد یک گوشه داخلی از مسیر برش می‌گردد بایستی سرعت پیشروی را پایین آورد تا عقب‌افتادگی قسمت انتهایی جت جبران شده و مسیر برش صاف و بدون شیب‌دار شدن تولید شود در غیر این صورت احتمال افزایش شعاع گوشه وجود خواهد داشت. همچنین پس از اتمام ماشینکاری گوشه‌ها و رسیدن به خط مستقیم نبایستی سرعت پیشروی یکمترتبه افزایش یابد زیرا این عمل باعث پس زدن ناگهانی جت و آسیب‌دیدگی قطعه کار می‌گردد.

ج- میزان پیشروی

هنگامی که سرعت پیشروی کاهش داده می شود، عرض مسیر برش قه مقدار اندکی افزایش می یابد .

د- شتاب

هر گونه حرکت ناگهانی از قبیل تغییر در میزان پیشروی به طور ناگهانی باعث آسیب دیدگی قطعه کار می گردد. لذا بایستی برای کارهای فوق العاده دقیق، شتاب به خوبی کنترل گردد .

ه- فاصله نازل تا قطعه کار

برخی از نازلها نسبت به برخی دیگر باعث شیب دار شدن بیشتری در مسیر برش می گردد. نازل های بلندتر معمولاً شیب کمتری ایجاد می نمایند، کاهش فاصله نازل تا سطح قطعه کار باعث کمتر شدن شیب می گردد .

و- عرض برش

عرض برش که همان قطر یا عرض پرتو جت می باشد، مشخص می کند که تا چه حد شما می توانید گوشه هایی تیز و با حداقل شعاع گوشه تولید نمایید. تقریباً کوچکترین قطر پرتو جت تولید عرض برشی به پهنای ۰/۰۳۰ اینچ

می‌نماید. دستگاه‌هایی با قدرت عملیاتی بالاتر نیازمند نازل‌های بزرگتری می‌باشد زیرا حجم آب و مواد ساینده نیز بیشتر خواهد بود .

ز- ثبات فشار پمپ

تغییرات در فشار پمپ و اترجت می‌تواند باعث ایجاد اثراتی بر روی قطعه نهایی گردد. بنابراین لازم است که در حین انجام عملیات طوری برنامه‌ریزی گردد که تغییرات فشار پمپ به حداقل رسیده تا از ایجاد اثرات نامطلوب بر قطعه کار جلوگیری شود و این موضوع بخصوص در مواردی که ترانس مورد نظر در حدود ۰/۰۰۵ اینچ باشد، رعایت این مسئله الزامی است پمپ‌های قدیمی‌تر اغلب بیشتر باعث بروز چنین مشکلاتی می‌شدند ولیکن پمپ‌هایی که با استفاده از سیستم میل‌لنگ کار می‌کنند باعث توزیع فشار یکنواخت‌تر و منظم‌تر می‌گردند .

ح- تجربه اپراتور

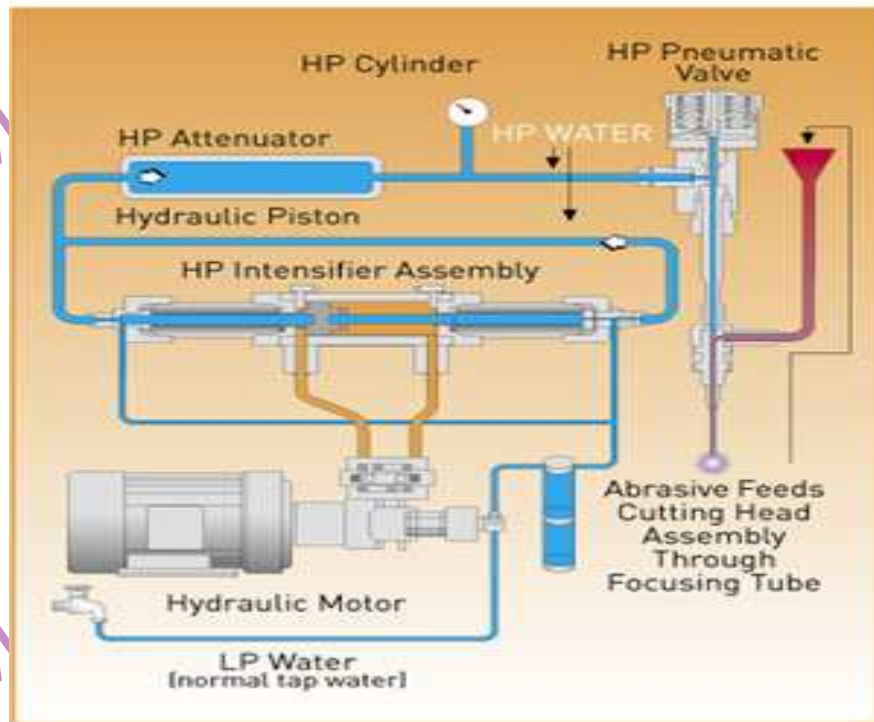
با توجه به فاکتورهای ذکر شده سیستم جت مواد ساینده قادر است قطعات را با ترانسی از 020/0 اینچ تا ۰/۰۰۱ اینچ تولید نماید. امتیاز و برتری یک دستگاه جت مواد ساینده نسب به نوع مشابه خود، در سهولت دستیابی به

تلرانس‌های مذکور می‌باشد در صورتی که نازل بتواند در هر موقعیت لازم نسبت به محورهای X و Y با تلرانس ۰/۰۱ اینچ قرار گیرد، بنابراین شما می‌توانید قطعه‌ای با ضخامت ۰/۵ اینچ را با تلرانس ۰/۰۰۲ اینچ تولید نمایید. علاوه بر مطالب فوق، تجربه اپراتور نیز حائز اهمیت می‌باشد.

ماشینکاری جریان ساینده (AFM) Abrasive flow machining

این روش معمولاً برای پلیسه‌گیری بکار می‌رود.

سیال چسبناک دارای پایه پولیمری همراه با مواد ساینده اکسید آلومینیوم - پودر الماس - سیلیکون کار باید عمل ماشینکاری را انجام می‌دهند. جریان گل ساینده با ذرات دارای مش (۸-۱۰۰۰) با فشار ۲۰۰-۷ اتمسفر از داخل به روی قطعه کار بصورت دوغابی عبور می‌کند عمل پلیسه‌گیری و برداشت یک لایه نازک از سطح و پرداخت و گرد کردن گوشه‌ها در ۱۰۰ سیکل عمل رفت و برگشتی را انجام می‌دهد. برای پرداخت بهتر باید تعداد پالسها زیاد و پودر ریز باشد و تجهیزات شامل دو سیلندر رفت و برگشتی و قید و بند لازم برای بستن قطعه کار باشد. این روش برای براده برداری زیاد مناسب نیست و معمولاً بیشتر برای برداشتن لایه متأثر از حرارت در روش edm است.



منابع:

فرآیندهای پیشرفته ماشینکاری ترجمه دکتر نصر الله بنی مصطفی

عرب

مجله قالبسازان، شماره ۳۱، صص ۷۴-۷۱

مراجعه به جزوه استاد مصافی