

کاربری حداقل مقدار روانکاری سیالات عملیات ماشین کاری

تهیه و تنظیم: میربهرام فاطمی

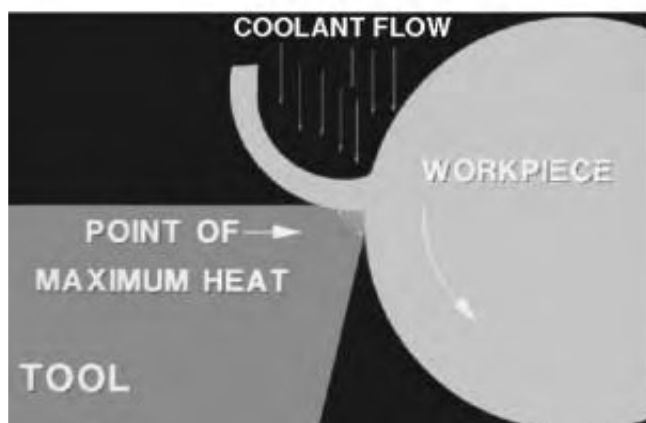
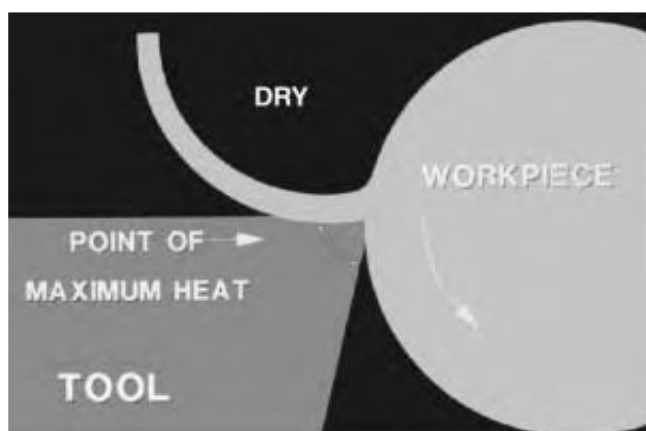


اغلب، سیال برش به اشتباه استفاده می شوند و اثربخشی و پتانسیل آنها برای افزایش بهره وری از بین می رود. عمر ابزار کوتاه می شود، پرداخت سطح ضعیف است و ساخت قطعات گران تمام می شود. هنگامی که این اتفاق می افتد، معمولاً یک تلاش در جهت کاهش هزینه برای کاهش هزینه کلی تولید قطعه ایجاد می شود. اولین چیزی که به آن فکر می شود، گران بودن قیمت سیال برش است و با این تفکر پتانسیل افزایش بهره وری برای همیشه از بین می رود. اگر فقط روش کاربرد سیال بهینه انتخاب شده باشد، به دلایلی، سیالات برش در درجه دوم اهمیت و تا حدودی ناچیز در نظر گرفته می شوند—این تفکر وجود دارد که ارزان ترین سیال را هم که انتخاب کنیم، نیاز ما را برطرف می کند؟ استفاده صحیح از سیالات برای بهره مندی از مزایای کامل آن ضروری است.

گروهی از محققان روسی که برجسته ترین آنها ریندر بود کشف کردند که مواد شیمیایی در سطح فلز جذب می شوند و باعث کاهش سختی مؤثر و تنش برشی می شوند. خواص سیال، مانند کشش سطحی، به منظور نفوذ به شکاف های سطح ماشین کاری

در تولید سیال برش شیمی بسیار دخیل است، نه تنها به دلیل اثرات مفید آن در فرآیند برش فلز، بلکه در حفظ طول عمر سیال، اندازه قطرات روغن، تعادل pH، مقاومت باکتریایی، کنترل خوردگی، مرطوب شدن، توانایی و کنترل کف. چنین سیالات ممتازی به دستیابی به بهره وری بالا همراه با مزیت اقتصادی کمک می کنند، با این وجود می توانند بسیار گران باشند. یکی از اشتباهات بزرگ، در برخورد با سیالات فلزکاری، این است که به قیمت هر لیتر سیال به عنوان نشانه ای از مقرون به صرفه بودن آن نگاه کنیم. بررسی مزایای کلی در طول زمان بسیار مهم است. کلاید اسلوهان، بنیانگذار شرکت مستر کمیکال و یکی از پیشگامان این صنعت، اغلب در طول سمینارهای خود می گفت: «اگر یک سیال برش برای شما ۲۵ دلار در هر گالن هزینه دارد و در هزینه شما صرفه جویی می کند، عاقل نیستید که از آن استفاده نکنید!» بنابراین تصور کنید که یک سیال بسیار گران قیمت بر اساس عملکرد ثابت شده آن در آزمایشات ابزار دقیق خریداری شده است. بسیار مهم است که سیال به درستی بکار برده شود تا از مزیت شیمیایی آن استفاده شود.

در واقع، استفاده صحیح از سیال برش بسیار مهم است. با نگاهی به دو مثال در شکل زیر به راحتی می توان فهمید که چگونه ممکن است فرد در مورد مزایای برش تر در مقابل برش خشک اشتباه کند. در صورت برش خشک، براده و تراشه در سرتاسر سطح شیار ابزار حرکت می کنند و بنابراین نقطه حداکثر گرما را از نوک ابزار به عقب بر می دارند. ابزار داغ می شود، اما بخش بزرگتری از ابزار وجود دارد که گرما را در آن دفع می کند. استفاده نادرست از یک سیال در بالای تراشه، فقط سطح «داخلی» تراشه را سرد می کند به صورت حلقه آن را بسیار سفت تر می کند و نقطه حداکثر گرما را به نقطه برش بسیار نزدیک می کند، جایی که مواد کمتری برای هدایت گرمای تراشه وجود دارد. عمر ابزار علیرغم وجود سیال در مقایسه با برش خشک کاهش می یابد. این تصور را ایجاد می کند که برش خشک بهتر است و عمر ابزار طولانی تری را به همراه خواهد داشت. مزیت شیمیایی سیال زمانیکه به درستی در قسمت زیرین تراشه و بین تراشه و شیار صفحه بکار برده شود، در آینده آورده خواهد شد.



این دو شکل گرافیکی نشان می دهند که چگونه نقطه حداکثر گرما،

زمانیکه در کاربرد خشک، به نقطه ابزار نزدیک تر می شود،

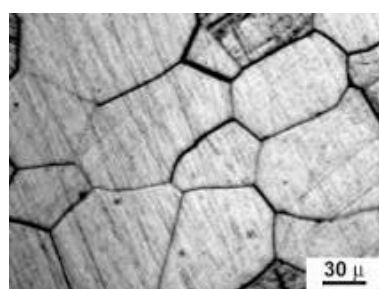
زمانی که یک سیال خنک کننده فقط در بالای تراشه بکار برده می شود.



سطح ناهموار یک نمونه فولادی ۴۱۴۰ پس از مته کاری خشک

شده مهم است. ربیندر متوجه شد که روان کننده های مرزی مانند اسید اولئیک می توانند به شکاف ها و شکاف های بینابینی سطحی تا عمق خاصی نفوذ کنند و بنابراین استحکام ماده را تضعیف کنند، اثری که «اثر ربیندر» نامیده شد. مطالعات بعدی نشان داد که مکانیسم یک واکنش شیمیایی است که در سطح فلز رخ می دهد. ترکیبات ذرات سخت ساخته شده از اجزای فلزی همراه با گوگرد، کلر و فسفر در سطح و زیر سطح قطع کار تشکیل می شوند. این ذرات سخت با قالب فلزی حجیم برخورد می کنند و مسیر ضعیف تری برای برش ایجاد می کنند و تنش برشی موثر را کاهش می دهند. یک مقایسه ضعیف، اما شاید گویا را می توان از مقایسه حفاری در یک خاک رسی خالص در مقابل حفاری در خاکی متشکل از خاک رس مخلوط با سنگ ها و سنگریزه های کوچک بدست آورد. حفاری در خاک رس خالص بسیار سخت تر از سنگ های پراکنده بین لایه ای است که به نظر می رسد با سهولت نسبی حرکت می کند. این نظریه با ترکیب تتراکلرید کربن با مواد آهنی و تشکیل کلرید آهن در مرز دانه بندی* و افزایش انعطاف پذیری با تسهیل لغزش تأیید شد. بنابراین، استفاده صحیح از سیال در سطح ماکرو جهت حصول اطمینان از پیدا کردن راه خود و رساندن مواد شیمیایی به سطح و زیرسطح مهم است، جایی که در سطح میکرو بیشترین تأثیر را دارند.

مرز دانه بندی (Grain boundary) نوع خاصی از سطح مشترک جامد-جامد است که در دو سمت آن فاز یکسان بوده ولی جهت فضایی محورهای



بلوری متفاوت است. مرزدانه بندی نوع خاصی از عیوب بلوری صفحه ای به شمار می روند که در ریزساختار ماده نواحی بین دانه ها را تشکیل می دهند.

با این حال، خود ابزار و فرآیند ممکن است مانند فرآیند سنگ زنی باعث جریان متناوب سیال شوند. همچنین، با توجه به گیره هایی که ممکن است جریان سیال را مسدود کنند، به فیکسچر قطعه نگاه کنید. و به ویژه هنگام روشن کردن ماشین تراش، مطمئن شوید که سه نظام نازل های سیال را مسدود نکرده و جریان سیال را به نقطه ابزار قطع نمی کند.

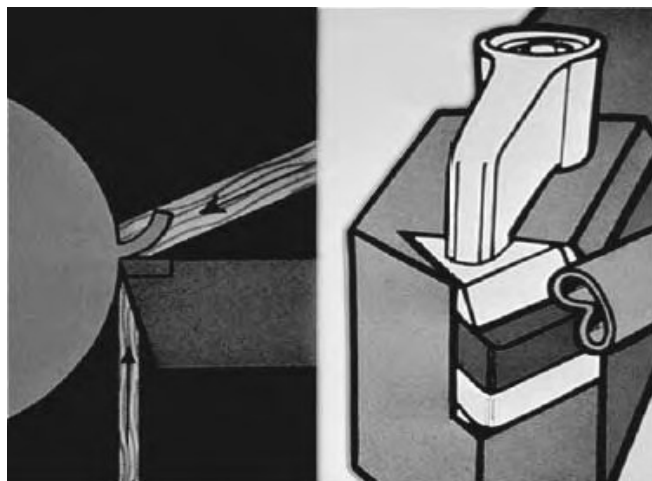
یکی از سخت ترین کاربردهای سیال، سوراخ کاری است. این ابزار توسط قطعه محصور شده است که از رسیدن سیال برش به نقطه برش جلوگیری می کند. اگر استفاده از سیال از داخل ابزار امکان پذیر نباشد، باید یک جریان ثابت از سیال به سمت مته و پایین هدایت شود. عملیات سوراخ کاری باید به گونه ای تنظیم شود که مته به جای ایجاد یک مسیر پیوسته، با نوک ابزار قطعه را سوراخ کند. به این ترتیب، زمانی که مته از سوراخ خارج می شود، تراشه شکسته می شود و معمولاً سیال وارد سوراخ شده و آن را پر می کند و در نتیجه مقداری سیال در نقطه برش باقی می ماند. سیال همچنین باید با نیروی کافی اعمال شود تا هر تراشه تصادفی که ممکن است منطقه را مسدود کند و بین مته و لبه سوراخ گیر کند بلند کرده و خارج کند.

به همین ترتیب، در طول عملیات پرسکاری، به دلیل سطح تماس زیاد و ماهیت ظریف شیر، باید از یک نوع سیال بسیار روان کننده استفاده شود. بسیار مهم است که اطمینان از سازگاری روغن های پرسکاری، ترکیبات روغنی غیر نفتی، موم ها یا هر کنسانتره دیگری که برای تکمیل فرآیند ضربه زدن استفاده می شود، با سیال حجیم که در مخزن دستگاه استفاده می شود، حاصل شود. آلودگی متقابل مواد شیمیایی ممکن است منجر به کاهش عمر سیال برشی شود و ممکن است باعث مشکلات ناشی از خوردگی جدی تجهیزات و حتی باعث ورم و تحریک پوست اپراتور شود.

مقایسه فرآیند تراشکاری و فرزکاری در زیرآورده شده است. در طول فرآیند تراشکاری، ابزار دائماً در تماس مداوم با قطعه کار است و انرژی نسبتاً ثابتی را از اصطکاک و برش دیده می شود. در حالی که در طول فرآیند فرزکاری، نقطه برش به طور متناوب برش داده می شود، ضخامت براده همیشه در حال تغییر است و از خستگی فلز ناشی از چرخه مکانیکی و حرارتی به عنوان یک شرایط ذاتی آزار دهنده فرآیند نامبرده می شود. این ما را به حداقل مقدار روانکاری (MQL) سوق می دهد.

همانطور که توضیح داده شد، سیال برشی وظایف بسیاری را انجام می دهد. این امر تا زمانی که سیال به درستی و با دقت بکار برده شود، مزیت کاربرد سیال برشی نقض نشده باشد. (شکل زیر را ببینید). اگر سیال برشی از نوع روغنی باشد (به این معنی که سیال برش برای روانکاری به جای خنک کاری انتخاب شده باشد)، سیال باید برای ایجاد یک لایه روغن بین ابزار، تراشه و قطعه کار به منطقه برش هدایت شود. اگر سیال صرفاً بر روی قطعه کار و بستر دستگاه جاری شود، قطعاً در برابر خوردگی و روغن کاری دستگاه را محافظت می کند، اما لزوماً روند برش را بهبود نمی بخشد.

بنابراین مهم است که سیال را به داخل سوراخ بین سطح شیار و سطح زیرین تراشه در نقطه برش هدایت شود. هنگامی که یک سیال به دلیل خاصیت خنک کاری آن انتخاب می شود، هدایت سیال به سمت لبه های ابزار اهمیت بیشتری پیدا می کند. فشار آوردن سیال در امتداد لبه های ابزار ممکن است با استفاده از سیال پر فشار انجام شود. که نه تنها باعث شکستن شدن تراشه خواهد شد، بلکه سیال برشی با حفظ سختی ابزار عمر طولانی تری را برای ابزار فراهم می کند.



نقاشی نشان می دهد که سیال در بالا و پایین تراشه اعمال می شود و همچنین از زیر به داخل منطقه برش فشار داده می شود تا لایه ای از سیال بین سطوح تشکیل شود. این برای یک سیال روان کننده است، در حالی که آرایش نازل در سمت راست، هنگامی که از یک سیال خنک کاری سبک استفاده می شود، سیال را در امتداد لبه های ابزار بکار برده می شود.

با افزایش سرعت برش و استفاده از ابزارهای برش کاربیدی و سرامیکی، حفظ جریان سیال بسیار مهم است تا خطر شوک حرارتی ناشی از کاربرد تناوبی (غیر دائمی) سیال از بین برود. برای حفظ دمای ابزار باید مراقب جریان ثابت و یکنواخت سیال باشید.

یک گرادیان دمایی بین شرایط نقطه برش در برش، تحت گرما و فشار ناشی از عمل برش، و عمل غیر برشی، زمانی که کاتر از برش خارج می شود، وجود دارد. کاتر به صورت دوره ای، تحت دماهای بالا و بار گذاری زیاد را در مدت زمان بسیار کوتاهی تجربه می کند و سپس، بدون بار، تحت تنش حرارتی شدید توسط سیلاب سیال خنک کننده برای مدت زمان طولانی تر را تجربه می کند. در طول روش کاربرد MQL (حداقل مقدار روانکاری)، کاتر همچنان در معرض نیروی متناوب و تغییرات دما است، اگر چه این تغییرات تقریباً به آن شدت نیستند. در بسیاری از آزمایشگاه ها و همچنین تنظیمات صنعتی نشان داده شده است که MQL به طور مطمئنی باعث طولانی تر شدن عمر ابزار نسبت به کاربردهای سیال به صورت سیلابی و یا پر فشار می شود.

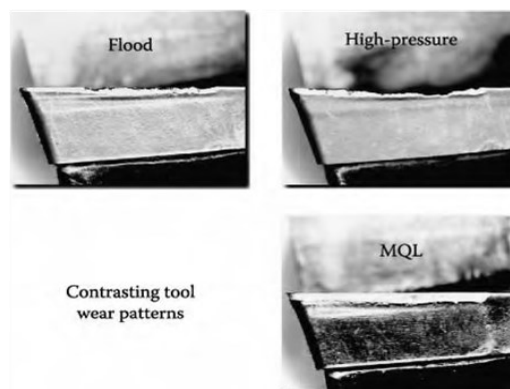
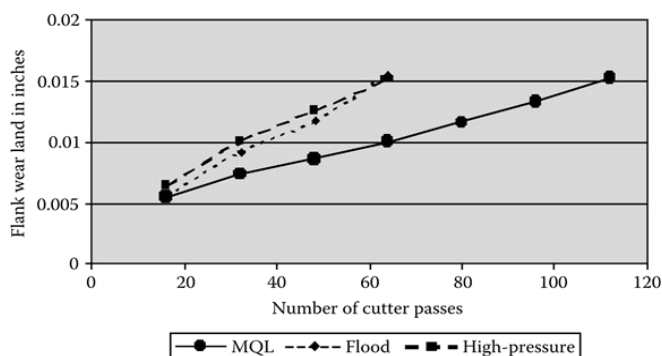
نمودارها و تصاویر در شکل روبرو نشان می دهند که سیستم های سیلابی و پر فشار اعمال شده بر ابزار، باوجود این که اثربخشی کاربرد سیال کاملاً متفاوت هستند، اما تقریباً همان مسیر سایش کناری را دنبال می کنند. از سوی دیگر، برنامه MQL در شرایط مشابه از نوع فرو کردن ابزار، شکل هندسی قطعه، نحوه قرارگیری و تغذیه قطعه و سرعت ابزار، نوع مواد و سیال، عمر ابزار را به طور قابل توجهی بهتر می کند.

سطح سایش در کناره های قرارگیری ابزار شواهدی از بریدگی برای سیلابی و پر فشار را نشان می دهد، در حالی که برای MQL، سطح فقط سایش ناشی از خراشیدگی را نشان می دهد. لازم به ذکر است که دمای سطح قطعه کار در هنگام استفاده از MQL در کاربردهای سیلابی یا پر فشار به طور قابل توجهی بالاتر خواهد بود. بنابراین مهم است که دقت ابعادی و یکپارچگی سطح را که از هر یک از این فرآیندها حاصل می شود، در نظر بگیریم.



فرزکاری با آب صابون

نوشته و گزارش شده است که ماشین کاری خشک موج آینده خواهد بود. بدیهی است که این استدلال مزایا و معایبی دارد، با این حال، یکی از زمینه هایی که MQL (حداقل مقدار روانکاری) اغلب روش قابل قبولی است، فرز کردن است. نشان داده شده است که MQL عمر ابزار را به طور قابل توجهی در عملیات فرز بهبود می بخشد. MQL تکنیک استفاده از حجم بسیار کمی از سیال در جریان هوای سریع در حال حرکت است که عموماً منبع آن هوای فشرده مرکزی است. سیال تا حدی اتمیزه می شود و در یک «دمیدن» بسیار ملایم به منطقه برش منتقل می شود.



نمودار نشان می دهد که چگونه MQL در هر دو روش سیلابی و پاشش سیال با فشار بالا طول عمر ابزار و سطح سایش جانبی را به طور نسبی نسبت به دوروش فوق ۲ برابر بهتر می کند. عکس ها شواهدی از بریدگی هایی را نشان می دهند که با اعمال روش سیلابی و پاشش پر فشار رخ می دهد، در حالی که سطح سایش جانبی برای MQL صرفاً سایش ناشی از خراشیدگی را نشان می دهد.

هیچ مه یا غبار قابل مشاهده ای وجود ندارد. مقدار ورودی سیال به جریان هوا بسیار ناچیز است، بنابراین آلودگی هر چیزی حداقل است، با این وجود با گذشت زمان می تواند بر روی قطعات فیکسچر و حفاظ ها باقیمانده های چسبنده ایجاد می شود. با این حال، تأثیر آن بر عمر ابزار چشمگیر است. اعتقاد بر این است که به دلیل عملیات برش متناوب، در روشهای سیلابی و پر فشار، فرز برش هر بار که از سطح مواد خارج می شود به شدت سرد و تحت تنش حرارتی قرار می گیرد.