فصلنامه علمی پژوهشی

مهندسی مکانیک جامدات

www.jsme.ir

فصلنامه علمی پژوهشی
مهندسی مکانیک جامدات

اثر پارامترهای فرآیند پرداختکاری با ذرات ساینده مغناطیسی برای پرداختکاری پیچ‌های ساچمه‌ای

آرش محمدی[۱]، عبدالحمید عزیزی[۲،*]

* نویسنده مسئول: ah.azizi@ilam.ac.ir

چکیده

پرداختکاری قطعات صنعتی یکی از مهم‌ترین مراحل تولید در صنایع وابسته به کیفیت سطح هست. پرداختکاری با استفاده از میدان مغناطیسی روشی جدید در پرداخت سطوح است. در این فرآیند براده برداری به‌صورت مکانیکی انجام می‌شود و گل ساینده نیمه همگن پرداخت سایش سطح را انجام می‌دهد. نیروی مورد نیاز جهت پرداخت سطوح توسط میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود. ازاین‌رو، این روش یک روش ماشین‌کاری مدرن محسوب می‌گردد. یکی از کاربردهای روش-های ماشین‌کاری مدرن کار در نقاطی است که شیوه‌های سنتی نمی‌توانند کار انجام دهند. مارپیچ-ها و پیچ‌ها امروزه جایگاه مهمی در صنعت پیدا کرده‌اند، این امر باعث توجه بیشتر به روش ساخت و پرداختکاری این قطعات شده است. این مکانیزم برای پرداختکاری مارپیچ Ball Screw دستگاه CNC با استفاده از دستگاه تراش TN-50 صورت پذیرفته است. همچنین میدان مغناطیسی توسط آهن‌ربای دائمی نوع Nd-Fe-B ایجاد شده است. در آزمایش‌های انجام‌گرفته تأثیر چهار پارامتر مؤثر بر کیفیت سطح موردبررسی قرار گرفت. این پارامترها شامل سرعت دوران، سرعت پیشروی، اندازه ذرات ساینده و مقدار ذرات فرومغناطیس می‌باشند. اثر بیشتر پارامترها مثبت بوده و باعث افزایش کیفیت سطح می‌شوند، اما به‌طورکلی هر پارامتر مقداری بهینه داشته که با رسیدن به این مقدار کاهش راندمان و کیفیت سطح در کار مشاهده گردید. هم‌چنین برخی پارامترها ازجمله سرعت پیشروی تأثیر کمتری در فرایند داشته‌اند. نمونه اولیه دارای زبری سطح ۱/۰۱۷ میکرومتر بوده و بهترین کیفیت سطح به‌دست‌آمده ۰/۳۵۲ میکرومتر است.

واژه‌های کلیدی

آهنربا، گل ساینده، ذرات فرومغناطیس، صافی سطح، مارپیچ

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده تحصیلات تکمیلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه

۳-استادیار، دانشکده فنی مهندسی دانشگاه ایلام

۱- مقدمه

یکی از فرآیندهای نسبتاً جدید برای پرداختکاری، پرداختکاری به کمک ذرات ساینده[3] است. در این فرآیند نیروهای برش توسط فرآیند میدان مغناطیسی کنترل می‌شوند. این فرآیند قابلیت تولید تمام سطوح با کیفیت بسیار بالا را به ما می‌دهد. ازجمله سطوحی که قابلیت ماشین‌کاری با این روش را دارند سطوح تخت، سطوح داخلی و خارجی لوله‌ها و هم‌چنین قطعات با اشکال پیچیده است. در این فرآیند نیروهای برش (فشار ماشین‌کاری) توسط جریان میدان مغناطیسی ثابت یا الکترومگنت کنترل می‌شود [۱].

در پرداختکاری به کمک ذرات ساینده مغناطیسی قطعه بین تعدادی مگنت قرار گرفته و یک‌فاصله هوایی[4] بین آن‌ها (قطعه کار و میدان مغناطیسی) وجود دارد. این جریان با تأثیر بر روی برس ساینده[5] موجب انجام براده برداری می‌شود. برس ساینده از ذرات ساینده که به‌صورت نیمه وابسته به هم می‌باشند تشکیل شده است. ذرات ساینده در برس از جنس سیلیسم کارباید یا ایملنت می‌باشند که به دلیل نداشتن خاصیت مغناطیسی این ذرات و لزوم تأثیرپذیری برس ساینده از میدان مغناطیسی به ذرات ساینده مقداری ذرات پودر آهن افزوده می‌شود. برای افزودن یکپارچگی و نگه‌داشتن ذرات پودر آهن و پودر ساینده و هم‌چنین همگن‌تر شدن برس از یک مایع روانکار نیز در مخلوط استفاده می‌شود. این برس ساینده دارای خاصیت انعطاف‌پذیری می‌باشد و زمانی که در بین میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد شکلی شبیه به سطحی که روی آن قرار دارد را به خود می‌گیرد.

برس ساینده دارای لبه‌های برش بسیار زیادی برای پرداخت سطوح می‌باشد که این خود ناشی از وجود تعداد زیادی از ذرات ساینده در برس است که نقش یک ابزار چند لبه را دارا می‌باشند. ازجمله قطعاتی که نقش بسیار مهمی در صنعت ایفا می‌کنند مارپیچ‌ها هستند. با گسترش استفاده از این قطعات تحول بسیار بزرگی در صنعت ماشین‌آلات و اتوماسیون به وجود آمده است. مهم‌ترین کاربرد مارپیچ‌ها که در سال‌های اخیر گسترش چشم‌گیری داشته است می‌توان به استفاده آن‌ها به‌عنوان پیچ‌های انتقال قدرت و حرکت همراه با ساچمه‌ها اشاره کرد که باعث تحول بزرگی در ماشین‌های ابزار شده است. از عواملی که نقش اساسی در کارایی و بالا بردن راندمان مارپیچ‌ها دارد کیفیت سطح آن‌ها می‌باشد. افزایش کیفیت سطح علاوه برافزایش راندمان کاری باعث افزایش عمر و جلوگیری از به وجود آمدن ترک‌های ناشی از خستگی در آن‌ها می‌شود. به دلیل شکل خاص و پیچیده این مارپیچ‌ها و هم‌چنین جنس سخت آن‌ها پرداختکاری آن‌ها امری دشوار و هزینه‌بر می‌باشد.

درگذشته مطالعاتی در این زمینه صورت گرفته است که این مطالعات عموماً برای بررسی پارامترهای تأثیرگذار بر روی کیفیت سطح Ra بود.

شینیمورا و همکارانش [۲] با استفاده از قوانین تئوری پرداختکاری به کمک ذرات ساینده مغناطیسی آزمایش‌هایی بر روی سطوح تخت انجام دادند که بر اساس آن‌ها با افزایش قطر ذرات ساینده افزایش کیفیت سطح را داریم. طبق آزمایش‌های ایشان به‌منظور رسیدن به یک سطح صاف و پرداختکاری سطوح بی‌کیفیت قطر ذرات فرومغناطیس باید با توجه به نسبت مناسبی انتخاب شود.

در سال ۱۹۹۵ میلادی شینیمورا و یاماگوچی [۳] در ادامه تحقیقات خود به بررسی چگونگی توزیع میدان مغناطیسی با استفاده از روش پرداختکاری به کمک ذرات ساینده مغناطیسی در پرداخت داخلی لوله‌ها پرداختند. با بررسی‌های انجام‌شده توسط محققان، مشخص گردید که قدرت میدان

3. Magnetic Abrasive Finishing
4. Gap
5. Magnetic Abrasive Brush

مغناطیسی و گرادیان آن در مرکز قطب‌های مغناطیسی در کمترین مقدار خود و در لبه‌های کناری قطب‌ها بیشترین مقدار را دارا می‌باشد.

همان‌طور که در مطالعات پیشین مشاهده‌شده است پارامترهای بسیار زیادی برای بهبود کیفیت سطح در این فرآیند وجود دارد که اکثر آزمایشات بر روی قطعات با اشکال ساده انجام‌گرفته و پارامترهای خاصی که در پرداخت‌کاری سطوح مارپیچ‌ها مؤثر باشند مورد مطالعه قرار نگرفته است. در مطالعات صورت گرفته بر روی قطعات ساده پارامترهایی مورد مطالعه قرار گرفته است که ازجمله پارامترهایی مؤثر در آن‌ها می‌توان به‌سرعت دوران، سرعت پیشروی، مقدار ذرات ساینده، مقدار ذرات فرومغناطیس اشاره کرد. این پارامترها در قطعات مارپیچ مؤثر می‌باشند که تأثیر هرکدام از آن‌ها موردبررسی قرار می‌گیرد.

۲- طراحی و انجام آزمایشات

برای پرداختکاری از یک گل ساینده مغناطیسی به‌عنوان ابزار استفاده می‌شود (شکل ۱). در این فرآیند جریان مغناطیسی ۲ تسلا در نظر گرفته شد که توسط چهار تکه آهنربا که هرکدام قطاعی از دایره هستند تولید می‌شود. این میدان توسط آهنرباهای ثابت از جنس ND-FE-D تولید می‌شود (شکل ۲). ابعاد این آهنرباها در نحوه استقرار و کارایی آن‌ها در فرآیند بسیار اهمیت دارد که مشخصات آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

به دلیل جنس سخت مارپیچ از پودر ساینده با جنس سیلسیم کارباید استفاده شده است.

با توجه به تجارب قبلی و مطالعات آقایان وی کی جین و کومار [۴] بر روی سطوح خارجی استوانه تعدادی از پارامترهای مورد مطالعه ایشان به‌عنوان مبنای کار قرار گرفت.

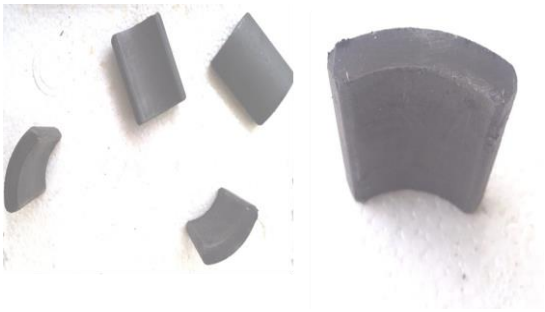
چهار پارامتر مورد مطالعه هرکدام با ۵ میزان متفاوت مورد مطالعه قرار گرفته تأثیر هرکدام بر روی سطوح مارپیچ مشخص گردد.

برای انجام آزمایشات به ترتیب موردنظر و بررسی تأثیرات پارامترهای مختلف جدولی مطابق جدول پیوست یک طراحی گردید.

شکل (۱) برس ساینده

جدول (۱) مشخصات آهنرباها

ضخامت	شعاع	ارتفاع	طول قطاع
۷	۴۸	۳۹	۴۵



شکل (۲) آهنرباهای تولیدکننده میدان مغناطیسی

برای انجام کار به تجهیزات مخصوصی برای این کار نیاز داریم. ازجمله این تجهیزات یک دستگاه برای ایجاد چرخش و انجام حرکت پیشروی می‌باشد که برای این کار از یک دستگاه تراش TN-50 استفاده شده است. برای نگه‌داشتن آهنرباها نیز یک فیکسچر طراحی و ساخته‌شده که منبع تولید میدان مغناطیسی درون آن قرار گرفته و به ابزار گیر ماشین تراش متصل می‌گردد (شکل ۳). برای جلوگیری از پاشش پودر ساینده و نگه‌داشتن آن در اطراف مارپیچ یک پوسته از جنس پلی آمید ساخته‌شده که مارپیچ همراه با ابزار ساینده درون آن قرار گرفته و فرآیند MAF

انجام می‌شود. این پوسته به ضخامت ۳ میلی‌متر انتخاب‌شده است که میدان مغناطیسی از آن عبور کرده و قابلیت کنترل برس ساینده را داشته باشد، برای جلوگیری از تأثیر میدان مغناطیسی بر روی کل پوسته و ازهم‌پاشیدگی گرادیان میدان مغناطیسی جنس پوسته از پلی آمید در نظر گرفته‌شده است (شکل ۴).

شکل (۳) فیکسچر آهنرباها

شکل (۴) پوسته پلی آمیدی نگه‌دارنده برس ساینده و مارپیچ

برای چرخش بهتر مارپیچ درون آن دو بلبرینگ در ابتدا و انتهای مارپیچ قرار گرفت. برای بسته شدن مارپیچ به سه‌نظام اسپیندل دستگاه در انتهای پوسته محلی برای خروج دنباله مارپیچ در نظر گرفته‌شده است. پوسته نیز باید ثابت نگه‌داشته شود که برای این امر در انتهای پوسته نیز مرغک ثابت دستگاه تراش را متصل می‌کنیم.

قطعه کار ما از جنس CK45 و بریده‌شده از تکه‌ای از پیچ ساچمه‌ای دستگاه CNC می‌باشد (شکل ۵). قبل از شروع آزمایشات باید قطعه کار را موردبررسی و آزمون اولیه قرار داد. قطعه‌کار داری مشخصاتی می‌باشد که در جدول ۲ آورده شده است. زبری سطح آن نیز توسط دستگاه زبری سنج (شکل ۶) شرکت Mitotoyo اندازه‌گیری شده و زبری برابر ۱/۰۱۷ میکرومتر می‌باشد. نمودار زبری سطح بدست آمده از سطح نمونه اولیه به‌صورت شکل (۷) می‌باشد. تمام نمونه‌ها قبل از آزمایشات با سمباده زنی به زبری سطح یکسان قبل از کار می‌رسند. برای قرار گرفتن کامل‌تر نمونه آزمایش در دستگاه زبری سنج و اندازه‌گیری بهتر آن توسط دستگاه وایرکات مقدار یک گام از آن برش خورده و مورد آزمون قرار گرفته است.

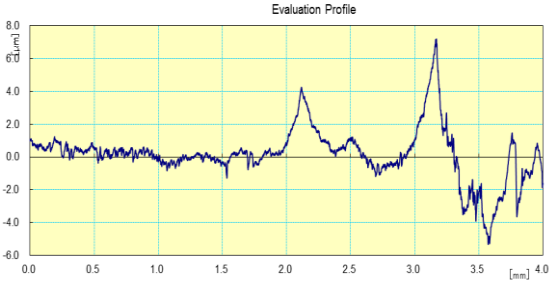
شکل (۵) نمونه قطعه کار مورد آزمایش

جدول (۲) مشخصات قطعه کار مورد آزمایش

مشخصات ساخت							
شماره	ترکیب شیمیایی						
ماده	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	چگالی
۱/۱۱۹۱	۰/۴۶	<۰/۴۰	۰/۶۵	<۰/۴۰	<۰/۴۰	<۰/۴۰	۷/۸۵

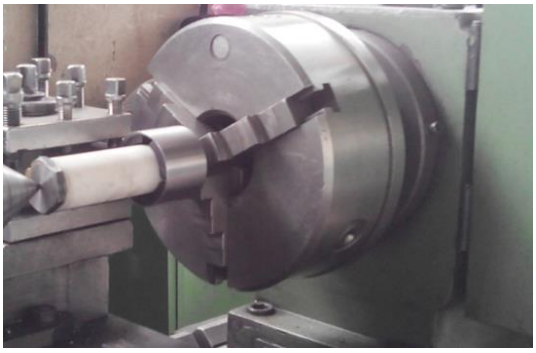
مشخصات ابعادی					
قطر خارجی mm))	قطر داخلی (mm)	طول (mm)	گام (mm)	شعاع درون مارپیچ (mm)	نوع مارپیچ
۲۸	۲۲	۱۰۰	۱۵	۷	چپ‌گرد

شکل (۶) دستگاه زبری سنج Mitotoyo



شکل (۷) نمودار زبری سنجی دستگاه Mitotoyo برای نمونه قبل از آزمایش

برای شروع ابتدا باید برس ساینده را که از مخلوط ذرات سیلیسم کارباید و پودر آهن و هم‌چنین مقداری روانکار است تهیه کرد. طبق پیوست یک هرکدام از پودرها را با مقدار مشخص‌شده با یکدیگر مخلوط کرده و درون پوسته که مارپیچ در آن قرار دارد قرار می‌دهیم. فیکسچر آهنرباها را نیز در قسمت ابزار گیر مطابق شکل ۸ نصب می‌کنیم.



شکل (۸) نصب و انجام آزمایشات بر روی دستگاه

برای تهیه برس ساینده پودر ساینده SIC و ذرات فرومغناطیس پودر آهن همراه با مایع روانکار روغن را با هم مخلوط کرده و درون پوسته که مارپیچ درون آن قرار دارد می‌ریزیم. درپوش پوسته را بسته و دنباله مارپیچ را به اسپیندل دستگاه تراش می‌بندیم. قسمت انتهایی پوسته را نیز به مرغک دستگاه تراش متصل کرده که هم پوسته را در مرکز نگه دارد و هم به دلیل ثابت بودن مرغک از چرخش پوسته نیز جلوگیری کند.

بعد از انجام تنظیمات مربوط به‌سرعت دوران و سرعت پیشروی و با نصب فیکسچر آهنرباها و مرکز کردن و فیت کردن آن با اطراف پوسته دستگاه را روشن کرده و به مدت ۲۰ دقیقه به آن زمان می‌دهیم که عمل پرداختکاری را انجام دهد.

بعد گذشت زمان و باز کردن اسپیندل و درب پوسته مارپیچ را از آن خارج کرده و توسط دستگاه زبری سنج Mitotoyo مورد آزمون قرار می‌دهیم و مقدار زبری سطح Ra برای نمونه به دست می‌آید.

بعد از شستشوی پوسته اقدام به انجام دیگر آزمایشات طبق جدول کاری پیوست یک می‌کنیم.

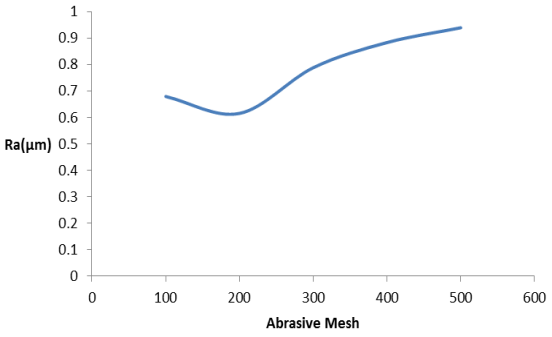
۳- بحث و نتیجه‌گیری

با انجام آزمایشات و آزمون هر نمونه توسط دستگاه زبری سنج و واردکردن مقادیر هر نمودار در نرم‌افزار اکسل یک نمودار از تغییرات مقدار هر پارامتر بدست می‌آید.

۳-۱- اندازه ذرات ساینده

با انجام آزمایشات و بررسی پارامتر اندازه ذرات ساینده از پنج اندازه از پودر سیلیسم کارباید استفاده شد. اندازه دانه‌ها برحسب مش تعیین می‌شود. به این صورت که اندازه‌ها را برحسب تعداد سوراخ بر in^2 بدست می‌آورند. پودرها به‌صورت اندازه‌های استاندارد در بازار موجود می‌باشند و در پنج اندازه به‌صورت مش‌های ۵۰۰، ۴۰۰، ۳۰۰، ۲۰۰ و ۱۰۰ تهیه‌شده‌اند و با هرکدام از اندازه‌ها به‌صورت جداگانه آزمایشی صورت گرفت.

بعد از انجام آزمایشات و آزمون هر نمونه نتایج به‌صورت نمودار (۱) بدست آمد:

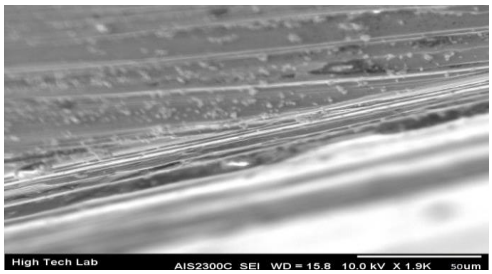


نمودار (۱) تأثیرات اندازه ذرات ساینده بر صافی سطح

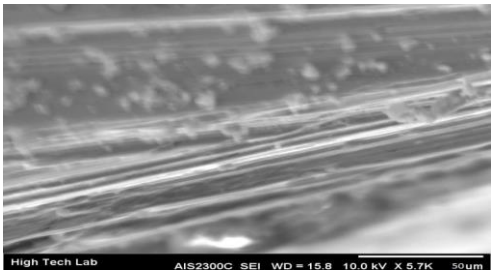
همان‌طور که مشاهده می‌شود به‌صورت کلی هرچه از ذرات با اندازه درشت‌تر استفاده می‌شود به صافی سطح بالاتری دست پیدا خواهیم کرد. این موضوع به دلیل جنس سخت نمونه مورد آزمایش و کیفیت سطح پایین آن در قبل از کار است. ذرات سیلیسم کارباید با مش ریز توانایی برداشت

براده و ساینده‌گی کمتری را دارند، به همین دلیل نمونه‌هایی که با این ذرات آزمایش‌شده است دارای کیفیت سطح (Ra) پایین‌تری می‌باشند؛ اما ذرات ساینده با مش درشت‌تر به دلیل داشتن لبه‌های ساینده بیشتر و درشت‌تر و درگیری بهتر با سطح نمونه میزان براده برداری بهتری را داشته‌اند و کیفیت سطح بالاتری را دارند؛ اما با درشت‌تر شدن ذرات ساینده از حد معینی به دلیل ایجاد برش ثانویه و ایجاد شیارهای درشتی بر اثر بزرگتر شدن ذرات ساینده کیفیت سطح پایین آمده و نتایج مطلوبی را بدست نمی‌آوریم. در نتایج بدست آمده مشاهده می‌شود که بیشترین کیفیت سطح در مش ۲۰۰ به میزان ۰/۶۱۵ میکرومتر بدست آمده است. تصویر گرفته‌شده توسط میکروسکوپ SEM در زیر نشان‌دهنده تغییرات به وجود آمده در سطح با تغییر در اندازه ذرات ساینده می‌باشد.

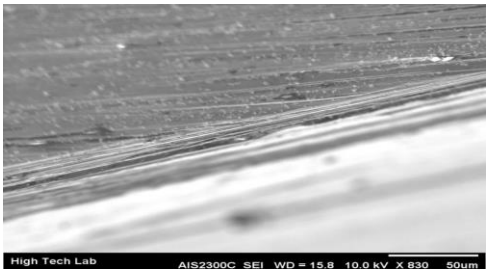
(الف)



(ب)



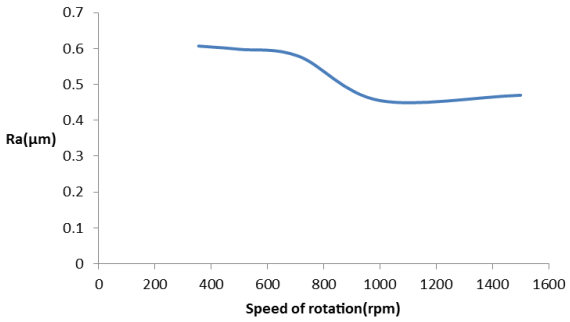
(ج)



شکل (۹) تصاویر SEM گرفته‌شده بعد از کار و تغییر در اندازه ذرات ساینده از سطح مارپیچ (الف) پرداختکاری با ذرات مش (ب) ۱۰۰ پرداختکاری با ذرات مش ۳۰۰ (ج) پرداختکاری با ذرات مش ۵۰۰

۳-۲- سرعت دوران

سرعت دوران یکی از مهم‌ترین پارامترهای فرآیند MAF می‌باشد که در اینجا برای بررسی تأثیر این پارامتر بر روی فرآیند طراحی‌شده از ۵ سرعت موجود بر روی دستگاه‌های تراش TN-50 استفاده شده است. این سرعت‌ها به ترتیب عبارت‌اند از سرعت ۳۵۵، ۵۰۰، ۷۱۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ دور بر دقیقه که هر سرعت بر روی نمونه‌ای مجزا مورد آزمایش قرار گرفت و پس از انجام آزمایشات نمونه‌ها توسط دستگاه زبری سنجی آزمون گردیده تا مقداری صافی سطح هر نمونه بدست آید. پس از آزمون نموداری به‌صورت نمودار (۲) بدست آمد:



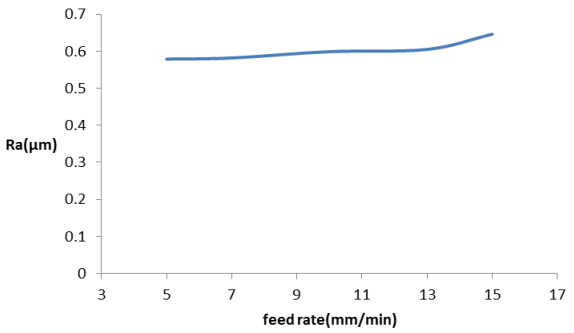
نمودار (۲) تأثیرات سرعت دورانی بر صافی سطح

همان‌طور که در نمودار دو نشان داده‌شده است با افزایش سرعت دورانی میزان صافی سطح به‌طور چشم‌گیری افزایش می‌یابد. این افزایش زیاد کیفیت سطح در سرعت‌های بالا به دلیل افزایش برخورد برس ساینده و افزایش تعویض لبه‌های برنده ابزار ساینده در برخورد با سطح نمونه می‌باشد. هرچه سرعت بالاتر باشد خمیر ساینده تعداد دفعات بیشتری بر روی سطح کشیده می‌شود و درنتیجه صافی سطح بیشتری را به وجود می‌آورد. البته همان‌طور که در نمودار بدست آمده واضح است، در سرعت‌های بالای ۱۰۰۰ دور بر دقیقه نسب افزایش صافی سطح روبه کاهش است که این کاهش ناشی از پراکندگی گل ساینده در روی مارپیچ و درنتیجه کاهش کارایی فرآیند است. همان‌طور که مشاهده می‌شود با

افزایش سرعت تا ۱۵۰۰ دور بر دقیقه شاهد کاهش کیفیت سطح هستیم که ناشی از برش ثانویه و کاهش راندمان می‌باشد. بهترین نتایج در بررسی این پارامتر در دور ۱۰۰۰ دور بر دقیقه به میزان ۰/۴۵۵ میکرومتر بود.

۳-۳- سرعت پیشروی

سرعت پیشروی میزان سرعت حرکت حلقه‌های مغناطیسی در اطراف پوسته در جهت موازی با محور ماشین است که با این حرکت برس ساینده بر روی نمونه جابه‌جاشده و موجب برداشت براده از سطح آن می‌شود. برای بررسی تأثیرات این پارامتر با توجه به جعبه‌دنده پیشروی دستگاه‌های تراش آن‌ها را در حالت خودکار قرار داده و سوپرت آن‌ها حرکت پیشروی را تأمین می‌کند. سرعت پیشروی‌های مورد آزمایش به ترتیب ۵، ۷، ۱۰، ۱۳ و ۱۵ میلی‌متر بر دقیقه می‌باشد. پس از انجام آزمایش برای هر سرعت پیشروی بر روی نمونه‌های جداگانه نتایج بدست آمده به‌صورت نمودار (۳) می‌باشد:

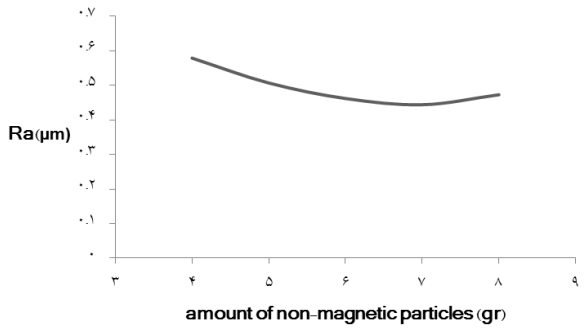


نمودار (۳) تأثیرات سرعت پیشروی بر صافی سطح

با تحلیل نمودار فوق می‌توان فهمید که با افزایش سرعت پیشروی میزان صافی سطح کاهش می‌یابد و این کاهش به دلیل افزایش سرعت عبور برس ساینده از روی نمونه می‌باشد. هر میزان که سرعت عبور بیشتر باشد برس ساینده کمتر با نمودار برخورد دارد و درنتیجه صافی سطح پایین‌تری را می‌دهد؛ اما کاهش سرعت عبور برس ساینده از روی نمونه به دلیل باربرداری بیشتر و دادن زمان به برس برای انجام کار آن میزان صافی سطح بهتری به دست می‌دهد. البته به‌طورکلی میزان تأثیرات پارامتر سرعت پیشروی نسبت به سایر پارامترها کمتر بوده و از کمترین تا میزان ۱۳ میلی‌متر بر دقیقه تفاوت چشمگیری ملاحظه نمی‌شود. با افزایش این سرعت تا ۱۵ میلی‌متر بر دقیقه شاهد کاهش کیفیت سطح به‌طور محسوسی هستیم.

۳-۴- مقدار ذرات فرومغناطیسی:

مقدار ذرات فرومغناطیس یعنی همان پودر آهن استفاده شده برای ایجاد خاصیت آهنربایی در برس ساینده که شامل پودر ساینده و روانکار و پودر آهن می‌باشد. اضافه کردن پودر آهن به این مخلوط برای ایجاد خاصیت جذب آهنربایی در برس است. برای بررسی این پارامتر بر روی فرآیند MAF از پودر آهن که دارای خاصیت جذب آهنربای قابل قبولی است با مش ۵۰۰ استفاده شده است. مش ۵۰۰ یعنی ذراتی با اندازه‌ای که از یک توری به ابعاد یک اینچ مربع که دارای تعداد ۵۰۰ سوراخ می‌باشد عبور داده‌شده است. مقادیر مختلفی از پودر فرومغناطیس برای بررسی تأثیرات آن استفاده شده است. مقادیر استفاده شده به ترتیب ۴، ۵، ۶، ۷ و ۸ گرم می‌باشد. بعد از آزمایشات و آزمون نمونه‌ها نمودار زبری سطح مطابق نمودار (۴) بدست می‌آید:



نمودار (۴) تأثیرات مقدار ذرات فرومغناطیسی بر صافی سطح

با تحلیل نمودار می‌توان فهمید که افزایش میزان صافی سطح به‌طور واضحی در طول افزایش مقدار ذرات ساینده قابل‌مشاهده است. دلیل اصلی این افزایش چشمگیر صافی

سطح با افزایش مقدار ذرات ساینده قابلیت جذب بیشتر توسط میدان مغناطیسی و درنتیجه یکپارچگی بیشتر برس بر روی قطعه کار می‌باشد. بدین معنی که از پراکندگی خمیر ساینده و پخش شدن آن بر روی سطح نمونه جلوگیری می‌شود. این همگن شدن خمیر هم‌چنین می‌تواند باعث فشار بیشتر برس ساینده بر روی سطح شود که خود باعث صیقلی‌تر شدن سطح می‌شود. البته با بیشتر شدن مقدار ذرات از میزان ۷ گرم مشاهده می‌شود که کیفیت سطح پایین آمده و این به خاطر افزایش نیروی فشار وارد بر سطح برس ساینده بر روی سطح نمونه می‌باشد. هم‌چنین به خاطر حضور بسیار زیاد ذرات فرومغناطیس در برس ساینده از برخورد ذرات سیلیسم کارباید با سطح جلوگیری می‌شود و این ذرات نمی‌توانند به‌درستی وظیفه پرداختکاری را انجام دهند.

۴- نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی پارامترها نکات زیر به‌منظور کسب بهترین نتیجه موردتوجه واقع‌شده است:

- اندازه یا ابعاد ذرات ساینده باعث ایجاد تغییراتی در صافی سطح خواهد شد. در اینجا استفاده از مخلوط مکانیکی SIC و پودر آهن به‌صورت گل ساینده نرخ براده برداری بیشتری را سبب شده است. شکل این ذرات نیز به‌طورکلی به‌طور نامنظم می‌باشد. ریز شدن اندازه ذرات ساینده باعث افزایش کلی صافی سطح می‌شود. با افزایش اندازه ذرات نیز از مش ۲۰۰ دچار کاهش کیفیت سطح می‌شویم.
- افزایش سرعت دورانی قطعه اثر قابل‌توجهی در بهبود صافی سطح دارد. این افزایش سرعت تا زمانی که باعث افزایش برش ثانویه توسط ذرات ساینده شود قابل توجیه است. هم‌چنین افزایش سرعت بیش‌ازحد باعث پراکندگی توده ساینده بر روی سطح مارپیچ می‌شود. قابل‌توجه است بهترین نتایج در این آزمایش در دور ۱۰۰۰ rpm بدست آمده است.
- سرعت پیشروی یکی از پارامترهایی است که پیش‌بینی شد در فرآیند MAF دارای تأثیر باشد، اما پس از آزمایشات مشاهده شد که افزایش سرعت پیشروی تأثیر بسیار کمی در کیفیت سطح نهایی نمونه دارد که این تأثیر نیز ناشی از افزایش سرعت عبور ذرات ساینده از روی سطح مارپیچ می‌باشد که باعث برداشت بسیار کمی براده از سطح می‌شود.
- ذرات فرومغناطیس برای دادن خاصیت آهنربایی به مخلوط ساینده افزوده می‌شوند. مقدار این ذرات یکی از مواردی است که تأثیرات قابل‌توجهی در فرآیند دارد. با افزایش مقدار ذرات فرومغناطیس به دلیل تأثیرپذیری بیشتر از میدان مغناطیسی تأثیرات مثبتی در فرآیند به وجود آورده است. البته این افزایش مقدار ذرات باید به میزانی باشد که باعث کم‌رنگ شدن نقش ذرات SIC و براده برداری آن‌ها از سطح نشود. افزایش مقدار این ذرات بیش از ۷ گرم موجب کاهش کیفیت و راندمان فرآیند MAF می‌شود.

تشکر و قدردانی

با تشکر از تمامی کسانی که در راه کسب علم ما را یارای کردند و خود سوختن که ما چیزی از آن‌ها بیاموزیم.

پیوست‌ها

ردیف	نام آزمایش	سرعت دوران (RPM)	سرعت پیشروی $(\frac{mm}{min})$	مقدار ذرات ساینده (g)	اندازه ذرات ساینده (mμ)	مقدار ذرات فرومغناطیس (g)	اندازه ذرات فرومغناطیس (mμ)	نوع روانکار	مقدار روانکار (ML)	جهت میدان مغناطیسی	قدرت میدان مغناطیسی (T)	فاصله کاری (GAP) (mm)	زمان (min)
۱	اندازه ذرات Sic	۷۱۰	۲۰	۴	۵۰۰	۴	۱۰۰	۳۰	۴	۴طرف	۲	۲	۲۰
۲	سرعت دوران	۳۵۵	۲۰	۴	۵۰۰	۴	۱۰۰	۳۰	۴	۴طرف	۲	۲	۲۰
		۵۰۰											
		۷۱۰											
		۱۰۰۰											
		۱۵۰۰											
۳	سرعت پیشرویی	۱۰۰۰	۵	۴	۵۰۰	۴	۱۰۰	۳۰	۴	۴طرف	۲	۲	۲۰
			۷										
			۱۰										
			۱۳										
			۱۵										
۴	مقدار ذرات فرومغناطیس	۷۱۰	۲۰	۴	۵۰۰	۴	۱۰۰	۳۰	۳	۴طرف	۲	۲	۲۰
						۵							
						۶							
						۷							
						۸							

مراجع:

[۱] جین وی.کی.، فرآیندهای پیشرفته ماشین‌کاری، ترجمه- ی بنی مصطفی عرب، فریور و فتحی. تهران: آزاده ۱۳۸۳.

[2]Shinmura T, Takazawa K., Hatano E., Study on magnetic abrasive finishing. *Ann CIRP*, Vol. 39, 1990, pp. 325–328.

[3] Shinmura T., Yamaguchi H., A new process for internal finishing of tube by the application of a new magnetic field, *JSPE Journal*, Vol. 38, No. 1, 1994, pp.15-18.

[4] Jain V.K., Kumar P., Behera P.K., Jayswal S.C., Effect of working gap and circumferential speed on the performance of magnetic abrasive finishing process, *Wear*, Vol. 250, 2001, pp. 384-390.