Archive of SID

شانزدهمین سمینار ملی مهندسی سطح

بهمن‌ماه ۱۳۹۴

انجمن علوم و تکنولوژی سطح ایران

تأثیر پارامترهای ورودی بر روی مقادیر زبری سطح قطعه کار در فرآیندهای ماشینکاری سنتی و پیشرفته

هادی عیوضی باقری[1]

[1]. دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل (دانشجوی دکترا ی مهندسی ساخت و تولید)

چکیده

با توجه به اینکه معمولا فرآیند های ماشینکاری، آخرین مراحل تولید قطعات صنعتی محسوب می شوند، اهمیت کیفیت سطح قطعاتی تولیدی در این فرآیندها بسیار حائز اهمیت است. یکی از فاکتورهای اصلی کنترل کیفیت سطح، پارامتر زبری سطح قطعات ماشینکاری شده می باشد. به دلیل اینکه کنترل زبری سطح در حین ماشینکاری به مهارت و شناخت جامعی از تأثیر پارامترهای ورودی بر روی زبری نیاز دارد در این مقاله به دلایل تفاوت زبری سطح حقیقی و تئوری پرداخته شده و تأثیر هر یک از پارامترهای اثرگذار بر روی زبری سطح در فرآیندهای ماشینکاری سنتی و پیشرفته تشریح شده است.

واژه‌های کلیدی: زبری سطح تئوریک، زبری سطح واقعی، ماشینکاری

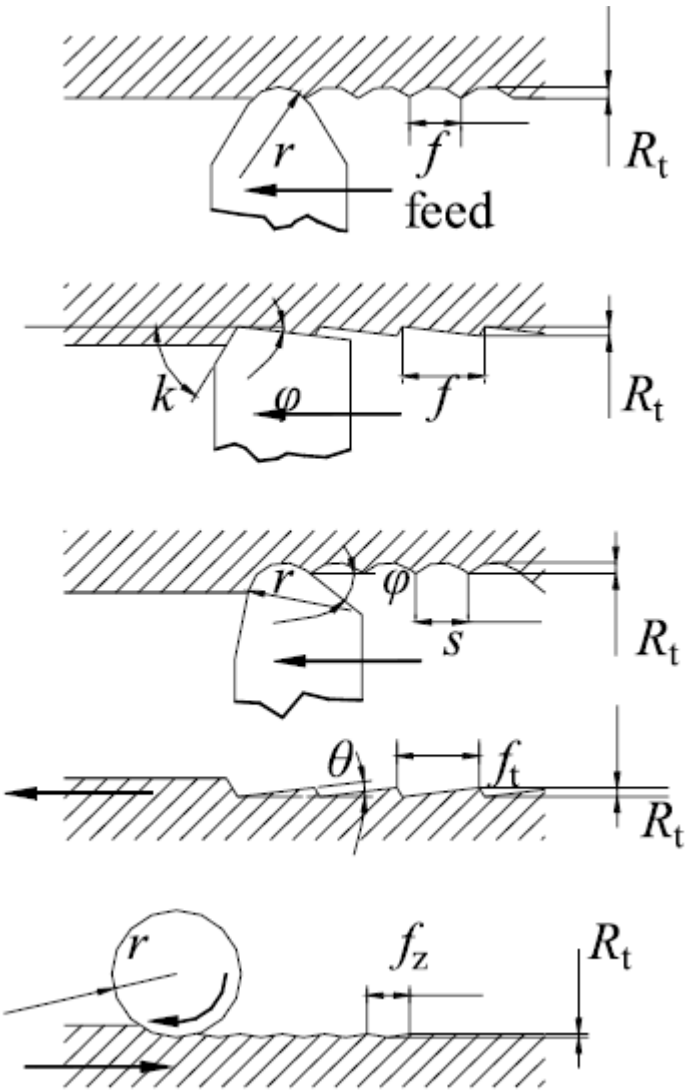
[1]. H.eivazibagheri@stu.nit.ac.ir , hadibageri@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

برای کارکردهای مختلف، صافی سطح های مختلفی نیاز است که کمتر و یا بیشتر شدن آن باعث می شود که قطعات عملکرد صحیح و مناسبی نداشته باشند. حتی قطعاتیکه به وسیله نورد، اکسترژون و یا کشش توسط قالب ساخته می شوند، تمایل دارند که هر نوع نقصی مانند زبری، خراش یا علایم سایش که ممکن است روی اجزای قالب وجود داشته باشد را به قطعه منتقل نمایند که می توان توسط کنترل زبری سطح قطعات و قالب، این مشکلات را ردیابی و کنترل کرد[۱]. زبری سطح تئوریک عبارت است از کمترین مقدار ممکن زبری که در هر شرایط معین و پارامترهای ماشینکاری می توان دست یافت. مقادیر زبری سطح تئوریک را می توان بطور تحلیلی بر اساس سینماتیک فرآیند و هندسه ابزار تعریف نمود. با در نظر گرفتن شکل(۱)چند رابطه شناخته شده برای تراشکاری و فرزکاری تعریف شده اند[۲].



شکل(۱) :شکل تئوریک زبری در تراشکاری و فرزکاری

www.SID.ir

Archive of SID

در فرآیند تراشکاری مقدار ماکزیمم زبری سطح R_t برای ابزار از نوع گرد با شعاع r (میلیمتر) و پیشروی (بر حسب میلی متر بر دور) بصورت روابط زیر تعریف می شود:

$$R_t = \frac{1}{8}\frac{f^2}{r}\ (mm) \qquad (۱)$$

$$R_t = \frac{f}{\cot k + \cot \varphi}\ (mm) \qquad (۲)$$

که در آن (برای ابزار کاملا تیز) زوایای k و φ لبه، نسبت به جهت پیشروی می باشند.

$$R_t = f.\tan\varphi + \frac{r}{2}\ tan^2\varphi - \sqrt{2.f.r. + tan^3\varphi}\ (mm) \qquad (۳)$$

در فرآیند فرزکاری پیشانی، ماکزیمم مقدار زبری سطح تئوریک از رابطه تقریبی (۴) محاسبه می شود:

$$R_t = f_z.\tan\theta\ (mm) \qquad (۴)$$

که در آن f_z پیشروی بازای هر دندانه (بر حسب میلیمتر بر دندانه) و θ زاویه برش دندانه می باشد.
همچنین در فرزکاری جانبی، مقادیر R_t و R_a بوسیله روابط زیر محاسبه می شوند:

$$R_t = \frac{1}{8}\frac{f_z^2}{r}\ (mm) \qquad (۵)$$

$$R_a = 0.0321\frac{f_z^2}{r}\ (mm) \qquad (۶)$$

که در آن r شعاع ابزار (بر حسب میلیمتر) می باشد[۲].
از کلیه روابط فوق با توجه به نوع فرآیند می توان تخمینی از زبری سطح تئوریک بدست آورد، اما با توجه به مسائل به وجود آمده در حین فرآیند، مقادیر واقعی با مقادیر تئوری متفاوت است. از طرفی این نوع روابط به فرآیند های سنتی ماشینکاری مرتبط بوده و در فرآیند های پیشرفته ماشینکاری به دلیل وجود پارامترهای بیشتر و پیچیده بودن مکانیزم فرآیندهای جدید ماشینکاری، روابط قابل اتکایی مانند روابط فوق وجود ندارد. لذا در این

www.SID.ir

Archive of SID

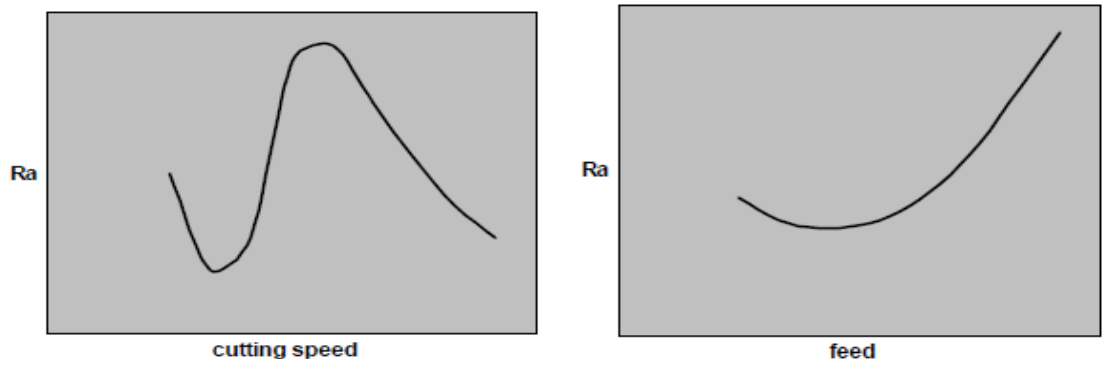
مقاله دلیل اختلاف مقادیر واقعی و تئوری زبری سطح بیان شده و مهمترین پارامترهای دخیل در فرآیندهای پیشرفته ماشینکاری و تأثیر آنها بر روی زبری سطح تشریح خواهند شد.

نتایج و بحث

معمولا درهنگام اجرای آزمایش های تجربی، مقادیر زبری سطح واقعی بسیار بیشتر از مقادیر تئوری است. فاکتور اصلی موثر در شکل گیری زبری سطح طبیعی یا حقیقی در عملیات ماشینکاری، نحوه شکل گیری براده (تشکیل لبه انباشته، براده منقطع، تغییرات حرارت به وجود آمده، گسترش ناحیه برش فلز به زیر سطح و ..) می باشد. همچنین سایر دلایل عبارتند از ایجاد ارتعاش در سیستم ماشین ابزار، عیوب موجود در قطعه، سایش ابزار، اختلال در مکانیزم پیشروی، چرخش غیرهم مرکز قطعات و غیره. این دلایل می توانند علت ایجاد اختلاف بین زبری سطح حقیقی و تئوری باشند. بدیهی است که زبری حقیقی یک مشکل پیچیده در ماشینکاری بوده و به روش و فاکتور های ماشینکاری وابسته است. بطور کلی فاکتورهای موثر در فرآیندهای ماشینکاری که می توانند به عنوان پارامترهای ورودی بر روی زبری سطح اثرگذار باشند عبارتند از شرایط برش (پیشروی، سرعت برشی، عمق برش)، سینماتیک فرآیند، شکل و جنس ابزار برش، خواص مکانیکی قطعه کار، ارتعاش در سیستم ماشین ابزار و دقت و صلبیت ماشین.

زبری سطح در ماشینکاری سنتی

شکل (۲) روند کلی تغییرات زبری سطح بر حسب مقادیر پیشروی و سرعت برشی را نشان می دهند. نحوه اعمال پیشروی تاثیر زیادی بر روی روند تغییرات زبری سطح دارد، بطوریکه مقادیر پایین پیشروی باعث ایجاد پرداخت سطح پایین می شود. دلیل این مسئله ایجاد براده هایی با ضخامت پایین در این حالت می باشد. اعمال سرعت برشی خیلی پایین وضعیت بدتری در سطح ایجاد می کند که دلایل آن به ترتیب ایجاد براده ناپیوسته و تشکیل لبه انباشته می باشند.



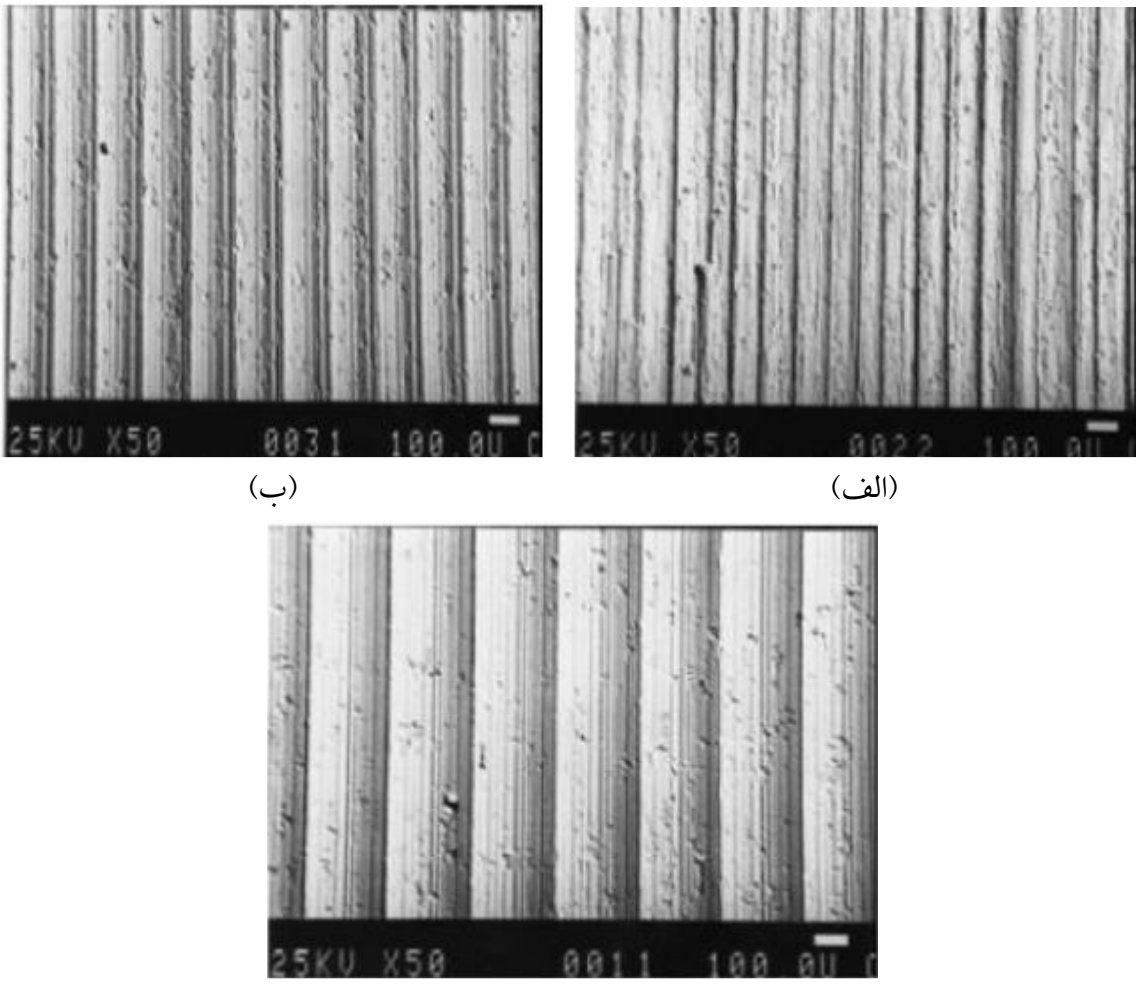
(ب) (الف)

شکل (۲): تغییرات زبری سطح بر حسب سرعت پیشروی و سرعت برشی در تراشکاری

www.SID.ir

Archive of SID

شکل های (۳) و (۴) تصاویر میکروسکوپ الکترونی از سطح قطعه فولاد تراشکاری شده را نشان می دهند. همانطور که ملاحظه می شود در سرعت های برشی پایین (شکل (۴))، الگوی نامنظم زبری سطح به دلیل شکست لایه های زیر سطحی و تغییر شکل پلاستیک مشاهده می شود. فاکتورهایی که زبری سطح را در سرعت های برشی پایین تحت تأثیر قرار می دهند عبارتند از تغییر شکل پلاستیک سطح، پارگی و ترک، که علت اصلی آن نیز تشکیل لبه انباشته است[۲].



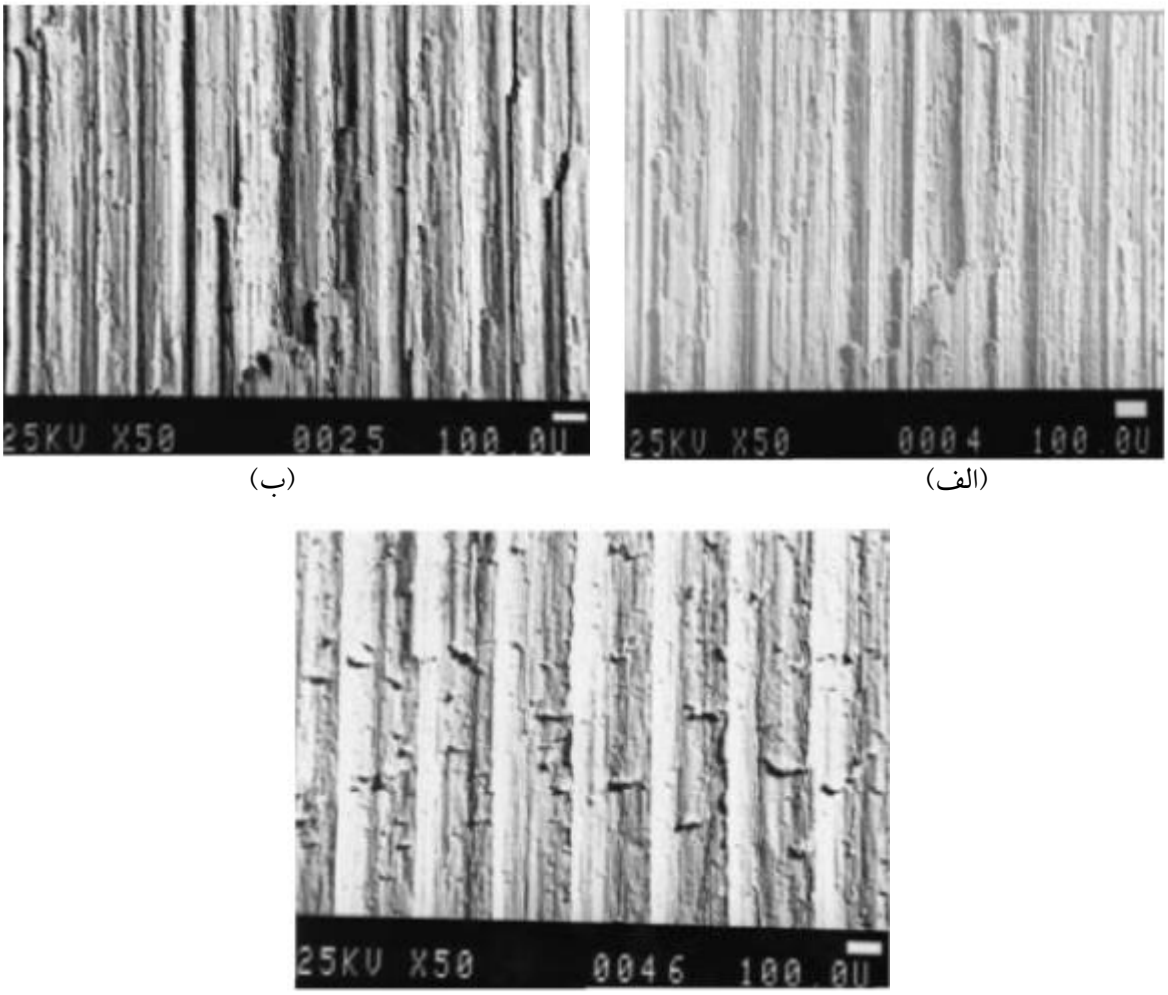
(ب) (الف)

(ج)

شکل (۳): تصویر میکروسکوپ الکترونی از سطح ایجاد شده بر روی قطعه فولادی در عملیات تراشکاری (عمق برش ۰/۵ میلیمتر، سرعت برشی ۲۸۳ متر بر دقیقه)
(الف: پیشروی ۰/۱ میلیمتر بر دور، ب: پیشروی ۰/۱۶ میلیمتر بر دور، ج: پیشروی ۰/۲۵ میلیمتر بر دور)

www.SID.ir

Archive of SID



(الف) (ب)

(ج)

شکل (۴): تصویر میکروسکوپ الکترونی از سطح ایجاد شده بر روی قطعه فولادی در عملیات تراشکاری
(عمق برش ۰/۵ میلیمتر، سرعت برشی ۷۱ متر بر دقیقه)
(الف: پیشروی ۰/۱ میلیمتر بر دور، ب: پیشروی ۰/۱۶ میلیمتر بر دور، ج: پیشروی ۰/۲۵ میلیمتر بر دور)

زبری سطح در فرآیندهای ماشینکاری پیشرفته

فرآیند ماشینکاری تخلیه الکتریکی

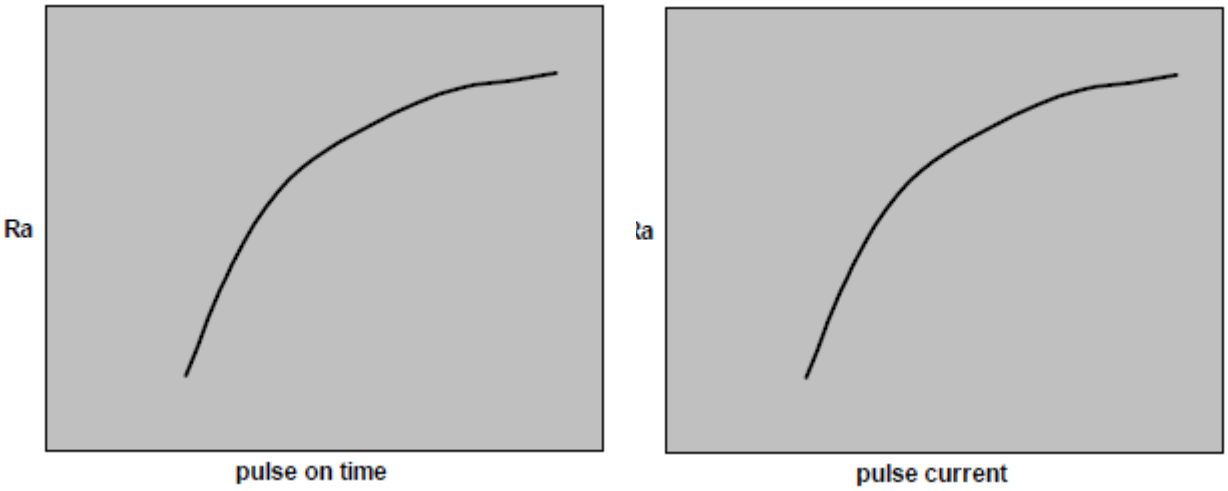
شکل (۵) روند تغییرات زبری سطح قطعه کار در در فرآیند ماشینکاری تخلیه الکتریکی را بر حسب زمان روشنی پالس[1] و شدت جریان الکتریکی[2] نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود با افزایش مقادیر شدت جریان و زمان روشنی پالس، زبری افزایش می یابد. دلیل این امر را اینطور می توان بیان کرد که افزایش شدت

[1] . Pulse on time
[2]. Pulse curent

www.SID.ir

Archive of SID

جریان، شدت برخود جرقه به سطح را تشدید کرده و با افزایش میزان فرسایش سطح، زبری سطح را تحت تأثیر قرار می دهد. همچنین افزایش زمان روشنی پالس باعث افزایش گرمای ورودی به سطح شده و در نتیجه با افزایش میزان ذوب سطحی، مقدار زبری سطح را افزایش می دهد[۲].



(ب) (الف)

شکل (۵): تأثیر پارامترهای فرآیند ماشینکاری تخلیه الکتریکی بر روی زبری سطح
الف) تأثیر شدت جریان الکتریکی، ب) تأثیر زمان روشنی پالس

از دیگر پارامترهای مهم در این فرآیند نوع قطبیت و نوع مایع دی الکتریک می باشند. زبری سطح قطعه کار در قطبیت مثبت بیشتر از قطبیت منفی است. زیرا درحالت قطبیت منفی به دلیل گسترش شعاع کانال پلاسما بر روی قطب مثبت (قطعه کار)، چاله های مذاب با عمق کمتر و سطح بزرگتر در روی سطح قطعه کار ایجاد می شوند، در حالیکه در قطبت مثبت چاله های ایجاد شده در روی سطح دارای قطر کمتر و عمق بیشتر هستند[۳].
بطورکلی مقادیر زبری سطح بدست آمده در داخل آب دی یونیزه بیشتر بوده که علت آن افزایش زمان تاخیر جرقه و در نتیجه شستشوی بهتر در این حالت و افزایش نرخ برداشت ماده از سطح است[۴].

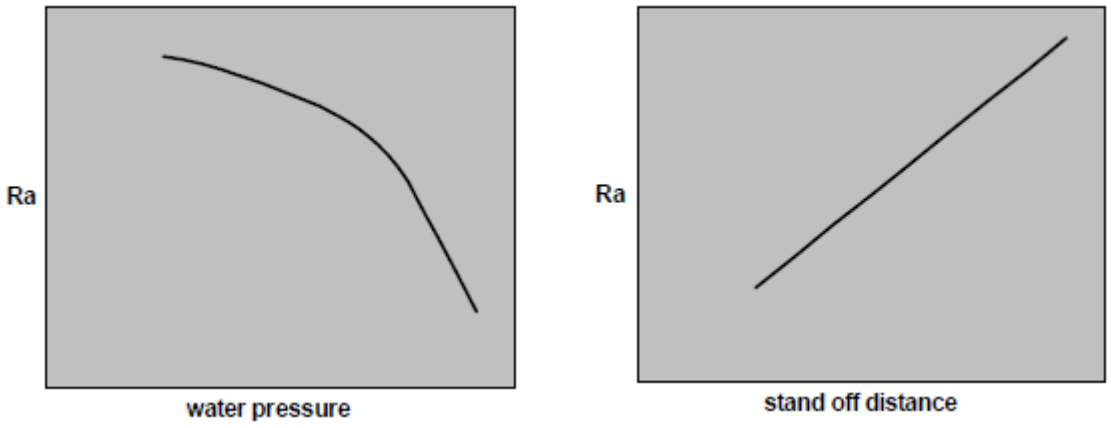
ماشینکاری جت آب ساینده

شکل (۶) تأثیر پارامترهای فرآیند جت آب ساینده را بر روی زبری سطح قطعه کار نشان می دهد. از جمله پارامترهای مهم این فرآیند فاصله نازل[1]، فشار آب و سرعت حرکت عرضی می باشند. همانطور که ملاحظه می شود با افزایش فاصله نازل، زبری سطح افزایش می یابد که علت این مسئله واگرایی جت آب می باشد. همچنین افزایش فشار آب (تقریبا تا مقدار ۳۰۰ مگاپاسکال)، باعث بهبود زبری سطح می شود. از طرفی افزایش سرعت حرکت عرضی، باعث افزایش مقادیر زبری سطح می گردد[۲].

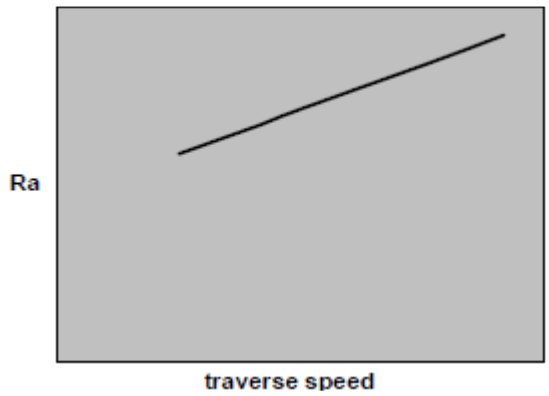
[1] Stand off distance

www.SID.ir

Archive of SID



(الف) (ب)



(ج)

شکل (۶): تأثیر پارامترهای فرآیند جت آب ساینده بر روی زبری سطح

الف) تأثیر فاصله نازل، ب) تأثیر فشار آب، ج) تأثیر سرعت حرکت عرضی

نتیجه‌گیری

در این مقاله به بررسی زبری سطح تئوریک و حقیقی در فرآیندهای ماشینکاری پرداخته شد و دلایل تفاوت مقادیر به دست آمده تجربی و تحلیلی زبری سطح بیان گردید. همچنین تأثیر پارامترهای ورودی فرآیندهای ماشینکاری سنتی (تراشکاری و فرزکاری) و فرآیندهای پیشرفته ماشینکاری (تخلیه الکتریکی و جت آب ساینده) برروی پارامتر زبری سطح قطعه کار تشریح شد.

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع

۱. مترولوژی سطح و زبری سطح تماسی، مرتضی دشتی زاده، فرید رضا بیگلری، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۸۴

2. Surface Engineering in Machining, J.Paulo Davim, Springer, 2009

۳. م. شبگرد، ه. عیوضی باقری، ر. رحمانی، ا. افسری، مطالعهٔ تأثیر پارامترهای ورودی بر روی کیفیت سطحی فولاد ابزار AISI H13 در فرآیند ماشین کاری تخلیهٔ الکتریکی، نشریه علوم ومهندسی سطح، ۱۳۹۱

4. M.R. Shabgard, H. Eivazi Bagheri, The effect of dielectric types on the machining Characters in EDM process, International Conference on Science and Engineering, Dubai, UAE,2015

www.SID.ir