مجله مهندسی مکانیک مدرس، آبان ۱۳۹۴، دوره ۱۵، شماره ۱۳، ویژه‌نامه مجموعه مقالات کنفرانس، ص‌ص ۵۹-۶۳

مجموعه مقالات کنفرانس ماشین‌کاری و ماشین‌های ابزار پیشرفته، تهران، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳ و ۱۴ آبان ۱۳۹۴

مهندسی مکانیک مدرس

mme.modares.ac.ir

بررسی پارامترهای ماشین‌کاری در تراش‌کاری سوپرآلیاژ مونل K500 در حالت خشک و روان‌کاری کمینه توسط نانوسیال

سعید امینی*[۱]، سید محسن عسگری[۲]، محمدحسین توجهی[۲]

۱- دانشیار، مهندسی مکانیک، دانشگاه کاشان، کاشان

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، مهندسی مکانیک گرایش ساخت و تولید، دانشگاه کاشان، کاشان

*کاشان، صندوق پستی ۸۷۳۱۷۵۱۱۶۷، amini.s@kashanu.ac.ir

چکیده

یکی از روش‌های نوین روان‌کاری مورد استفاده در فرایندهای براده‌برداری جهت بهبود پارامترهای ماشین‌کاری، روش روان‌کاری کمینه می‌باشد. در این مطالعه، براده‌برداری سوپرآلیاژ مونلK500 توسط ابزارهای سرامیکی از نوع وایپر تحت ماشین‌کاری خشک و روان‌کاری کمینه با نانوسیال، بررسی شده است. ابتدا تجهیزات لازم جهت انجام آزمایش‌ها در شرایط خشک و تقریبا خشک (روانکاری کمینه) با نانوسیال آماده‌سازی شده و سپس در هریک از این شرایط، آزمایش‌ها برای سرعت‌های برشی و نرخ‌های پیشروی مختلف ابزار تکرار شده است. ابزار مورد استفاده، اینسرت سرامیکی وایپر با کد CNGA 12 04 08 T01020WG-650 ساخت شرکت سندویک می‌باشد. در طول هریک از آزمایش‌ها، برخی از پارامترهای ماشین‌کاری نظیر نیروهای ماشین‌کاری و زبری سطح مورد سنجش قرار گرفته‌اند. نتایج بدست آمده حاکی از آن هستند که تحت ماشین‌کاری با روان‌کاری کمینه نانوسیال در سرعت‌های برشی پایین نه تنها از مقدار زبری سطح کاسته می‌شود بلکه نیروی برشی هم کاهش می‌یابد.

کلید واژگان: روانکاری کمینه، نانوسیال، مونل K500 ، کیفیت سطح، نیروی برشی

Investigating the machining parameters in turning of Monel K500 super alloy at dry and minimum quantity lubrication (MQL) by nano-fluids conditions

Saeed Amini*, Sayed Mohsen Asgari, Mohamad Hosein Tavajohi

Department of Mechanical Engineering, University of kashan, Kashan, Iran
*P.O.B. 8731751167, Kashan, amini.s@kashanu.ac.ir

ABSTRACT

One of the new ways to improve the machining parameters in turning processes methods is the minimum quantity lubrication (MQL) method. In this study, the machining process of Monel K500 super alloy has been investigated using wiper type ceramic tool under dry and minimal lubrication with nano-fluid conditions. First, the necessary equipment was provided to perform the tests in dry and relatively dry (minimal lubrication) conditions. Then, the tests were completed in each of these conditions to determine the shear and feed rates. The utilized tool in experiments is the Wiper Ceramic Insert with the code CNGA 12 04 08 T01020WG-650 that is manufactured by Sandvik. The parameters of machining forces and surface roughness were measured during the tests. The results showed that the machining in the conditions of minimal quantity lubrication using nano-fluid not only reduced the amount of surface roughness, but also reduce shear force at low shear rates.

Keywords: Cutting Force, Minimum Lubrication, Monel K500, Nano-fluid, Surface Quality

۱- مقدمه

معمولا در فرایندهای براده‌برداری، روان‌کارها با خنک‌کاری و روان‌کاری محل تماس ابزار و قطعه‌کار، باعث بهبود بسیاری از پارامترهای ماشین‌کاری و بهبود عمر ابزار می‌شوند، اما ممکن است استفاده از این روش از لحاظ اقتصادی به‌صرفه نباشد و یا این روان‌کارها از لحاظ زیست‌محیطی، مضر باشند. بنابراین محققان همواره به دنبال راهکارهایی جایگزین این روش بوده‌اند تا هم هزینه‌ی آن کمتر باشد و هم این‌که اختلالی در محیط زیست ایجاد نکند. روان‌کاری تقریبا خشک یا کمینه روشی جدید است که به دلیل کاهش حجم روان‌کار مورد استفاده، هزینه‌ها را کاهش می‌دهد. در این روش می‌توان از روان‌کارهای سازگار با محیط زیست مانند روغن‌های گیاهی استفاده نمود. از طرفی در چندین سال گذشته، با پیشرفت فناوری نانو، اکثر صنایع از جمله صنایع فلزی هم از این تکنولوژی بی‌نصیب نبوده‌اند. در بررسی‌ها ثابت شده که وجود ذرات برخی مواد سرامیکی در ابعاد نانو موسوم به نانوذرات در سیال مورد استفاده در روش روان‌کاری کمینه، باعث بهبود پارامترهای برشی می‌شوند. از این‌رو سعی شده در این مطالعه، تاثیرات نانوسیال در فرایند تراش‌کاری، با استفاده از روش روان‌کاری کمینه مورد تحقیق و بررسی قرار گیرد.

آبیکاوا و همکارانش [۱] در سال ۲۰۰۶، روان‌کاری کمینه[1]، روان‌کاری معمولی و شرایط خشک را در شیارتراشی با سرعت بالا روی فولاد کم‌کربن مقایسه کردند. آن‌ها نتیجه گرفتند که روان‌کاری کمینه سایش ابزار را کاهش می‌دهد. همچنین دریافتند که مکانیزم انتقال بخار روغن به منطقه‌ی ماشین-

1. minimum quantity lubrication (MQL)

Please cite this article using:

برای ارجاع به این مقاله از عبارت ذیل استفاده نمایید:

S. Amini, S.M. Asgari, M.H. Tavajohi, Monel K500 super alloy machining parameters for turning the dry and minimum quantity lubrication (MQL) by nano-fluids, *Modares Mechanical Engineering, Proceedings of the Advanced Machining and Machine Tools Conference*, Vol. 15, No. 13, pp. 59-63, 2015 (in Persian فارسی)

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1394.15.13.17.7]

کاری نقش مهمی در روان‌کاری این منطقه وکاهش سایش ابزار دارد. دهر و همکارانش [۲] در سال ۲۰۰۶، اثر روان‌کاری کمینه را روی سایش ابزار و کیفیت سطح در تراش‌کاری فولاد AISI 4340 بررسی کردند. آن‌ها نتیجه گرفتند که روان‌کاری کمینه باعث کاهش قابل ملاحظه‌ای در نرخ سایش ابزار و زبری سطح و همچنین دمای منطقه‌ی ماشین‌کاری می‌شود. برونی و همکارانش [۳] در سال ۲۰۰۶، تراش‌کاری فولاد زنگ‌نزن AISI 420B 3 را تحت شرایط روان‌کاری معمولی، روان‌کاری کمینه و خشک با دو نوع اینسرت معمولی و وایپر[1] مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که روش خنک‌کاری تاثیر چندانی روی سایش ابزار ندارد در حالی‌که روان‌کاری معمولی بدترین زبری سطح را دارد. اینسرت وایپر کیفیت سطح بهتری نسبت به نوع معمولی داشته و استفاده از بستر پلیمری در قطعه‌کار باعث کاهش سایش ابزار و زبری سطح می‌شود. بین‌شن و همکارانش [۴] در سال ۲۰۰۷، کاربرد نانوسیال با حداقل میزان روان‌کاری در سنگ‌زنی را مورد بررسی قرار دادند. نانوذرات آلومینا[2] و الماس در پایه‌ی آب در فرآیند سنگ‌زنی با روان‌کاری کمینه مورد استفاده قرار گرفت و نتایج با حالت آب خالص مقایسه گردید. نتایج نشان داد که وجود نانوسیال در این روش باعث کاهش نیروهای سنگ‌زنی، بهبود زبری سطح و جلوگیری از سوختن سطح شد.

استفاده از این فرایند در تراش‌کاری سوپرآلیاژ [۸،۵] باعث بهبود توانایی ماشین‌کاری شده و در فرایند میکروسوراخ‌کاری با استفاده از نانوسیال باعث کاهش نیرو و گشتاور سوراخ‌کاری می شود [۶].

تحقیقات محققین نشان داده که استفاده از روش روان‌کاری کمینه باعث کاهش دمای منطقه برش [۷] و بهبود فرایندها می‌شود [۸-۱۲].

بنابر مطالعات انجام شده، هنوز تحقیق و بررسی در مورد ماشین‌کاری تقریبا خشک حاوی نانوسیالات مختلف روی بسیاری از مواد هنوز انجام نشده است و پیشرفت در این زمینه‌ها نیازمند تحقیقات و مطالعات بیشتری است. در این تحقیق با استفاده از اینسرت‌های سرامیکی از نوع وایپر، تاثیر روان-کاری کمینه حاوی نانوسیال روی براده‌برداری یک قطعه‌ی استوانه‌ای از جنس سوپرآلیاژ مونل K500 بررسی شده است. به منظور آماده‌سازی فرآیند در این تحقیق، ابتدا فشار هوای دستگاه روان‌کاری کمینه تنظیم شده و سعی شده فرکانس دستگاه بهینه شود. پس از نصب مجموعه‌ی قطعه کار و ابزار بر روی دستگاه تراش، نازل دستگاه روان‌کاری کمینه در محل مناسب خود بر روی دستگاه قرار گرفته است. سپس براده‌برداری در شرایط خشک و تقریبا خشک انجام گردید و تاثیر روان‌کاری کمینه حاوی نانوسیال بر پارامترهای ماشین‌کاری بررسی گردید.

۲- آماده‌سازی فرآیند

۲-۱- شرایط آزمایشگاهی

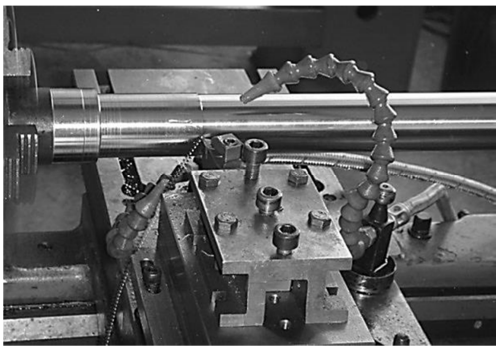
از دستگاه تراش مدل TN50A و ساخت شرکت تبریز برای انجام براده‌برداری‌ها استفاده شد. قطعه‌کار شامل یک قطعه‌ی استوانه‌ای به قطر ۱۰۳ میلی‌متر و طول تقریبی ۴۵۰ میلی‌متر از جنس سوپرآلیاژ مونل K500 می‌باشد. دستگاه روان‌کاری کمینه شامل یک دستگاه روان‌کاری کمینه مدل رویال R50 است که مخلوطی از هوا و روغن را ایجاد کرده و قطرات روغن را در ابعاد میکرون با فشار هوا روی محل موردنظر می‌پاشد. ابزار برشی شامل اینسرت سرامیکی وایپر با کد CNGA 12 04 08 T01020WG-650 تولیدی شرکت سندویک که روی نگهدارنده‌ی مخصوص خودش با کد DCLNR 2525 M12 نصب شده است. جهت اندازه‌گیری نیرو از دستگاه دینامومتر ۸ کاناله مدل 92578 ساخت شرکت کیستلر برای ثبت هر سه مولفه‌ی نیروهای ماشین‌کاری در طول عملیات براده‌برداری استفاده شد. از یک دستگاه زبری‌سنج مدل PSI و ساخت شرکت ماهر به‌منظور سنجش زبری سطح موردنظر در فواصل معین استفاده شده است. پس از آماده‌سازی تجهیزات لازم، آماده‌سازی فرایند جهت انجام آزمایش‌ها در شرایط خشک و تقریبا خشک (روان‌کاری کمینه) انجام گردیده و سپس در هریک از این شرایط، آزمایش‌ها برای سرعت‌های برشی و نرخ‌های پیشروی مختلف ابزار انجام گردید. شکل ۱ آماده‌سازی فرایند برای انجام آزمایش‌ها را نشان می-دهد.

۲-۲- ماشین‌کاری با روان‌کاری کمینه

روش کار دستگاه‌های روان‌کاری کمینه بدین صورت است که در آن‌ها حجم بسیار کمی از روان‌کار در هرلحظه با هوا مخلوط می‌شود و قطرات روان‌کار در ابعاد میکرون با فشار هوا و سرعت زیاد از طریق نازل روی محل ماشین‌کاری پاشیده می‌شود. جهت تولید سیال روان‌کار در روان‌کاری کمینه، که مخلوط هوا روغن به‌صورت اسپری است، نیاز به یک وسیله ریزساز می باشد. توسط این دستگاه قطرات کوچک روغن به اندازه ۱۰ تا ۵۰ میکرون تولید می شود. قسمت‌های اصلی دستگاه مورد استفاده در این مطالعه عبارتند از: کنترل فشار هوای ورودی، کنترل فشار هوای خروجی، کنترل دبی روغن و شیر تنظیم فرکانس. با استفاده از شیر تنظیم فرکانس، می‌توان مقادیر روانکار منتقل شده توسط پمپ را تنظیم کرد. روان‌کار توسط یک لوله‌ی باریک و به کمک هوای هدایت شده با شیلنگ خارجی از محفظه‌ی سیال تا نازل هدایت شده و پس از ریزسازی روی محل موردنظر که لبه‌ی برنده‌ی ابزار است پاشیده می‌شود. در نتیجه در طول ماشین‌کاری، یک نوار باریک از روان‌کار روی محل تماس براده- ابزار و همچنین قطعه‌کار- ابزار وجود خواهد داشت که باعث کاهش دمای ابزار و قطعه کار می‌شود. پمپ طراحی شده برای این دستگاه می‌تواند مقدار قابل تنظیمی از روان‌کار (کمتر از ۸۰۰ میلی‌لیتر بر ساعت) را ارسال کند.

۲-۳- انجام آزمایش‌ها

در روش ماشین‌کاری با روان‌کاری کمینه، عوامل متعددی وجود دارند که در تاثیر مناسب این روش بر پارامترهای ماشین‌کاری موثرند از جمله: مقدار دبی سیال، فشار هوای خروجی، فرکانس ارسال روان‌کار، موقعیت نازل نسبت به ابزار و فاصله‌ی آن با سر ابزار. بدین سبب، قبل از انجام آزمایش‌های اصلی،



شکل ۱ آماده سازی فرایند

1. wiper
2. Al2O3

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1394.15.13.17.7]

یک سری آزمایش‌های اولیه برای بهینه نمودن این عوامل انجام شده است. پس از انجام آزمایش‌های اولیه، ملاحظه شد که بهتر است که فشار هوای خروجی از آن در حد ۴/۵ بار باشد. حداکثر دبی سیال دستگاه روان‌کاری کمینه مورد استفاده در این مطالعه ۸۰۰ میلی‌لیتر در ساعت است که جهت رسیدن به دبی مناسب در آزمایش‌های مختلف برای داشتن بهترین کیفیت سطح، مقدار دبی ۱۱۰ میلی‌لیتر بر ساعت برای آن انتخاب شده است. با توجه به تاثیر زاویه‌ی نازل دستگاه روان‌کاری کمینه با سطح آزاد ابزار در بهبود پارامترهای ماشین‌کاری تصمیم گرفته شد که نازل در بالای اینسرت، منطبق بر صفحه‌ی سطح براده‌ی فرعی اینسرت و در زاویه‌ی ۴۵ درجه نسبت به لبه‌ی فرعی اینسرت و با فاصله‌ی حدود ۱ سانتی‌متر تا نوک ابزار قرار گیرد. فرکانس ارسال روان‌کار، تعداد دفعات ارسال روان‌کار در دقیقه را نشان می‌دهد که پس از آزمایش‌های بسیار، مشاهده شد که اگر به مقدار ماکزیمم خود برسد تاثیر بهتری در روند انجام آزمایش‌ها خواهد داشت. پس بیشترین مقدار ممکن برایش انتخاب شد. پس از انجام آزمایش‌ها اولیه، نوبت به اجرای آزمایش‌ها اصلی رسید. در این آزمایش‌ها، ابتدا یک قطعه‌ی استوانه‌ای به قطر ۱۰۳ میلی‌متر و طول تقریبی ۴۵۰ میلی‌متر درون چهار نظام دستگاه تراش محکم شده است و به‌منظور برطرف کردن لنگی قطعه‌کار، سر دیگر آن در مرغک دستگاه قرار گرفته است. برای انجام آزمایش‌ها براده‌برداری، از یک اینسرت سرامیکی وایپر استفاده شده که روی نگه‌دارنده‌ی مخصوص خودش نصب شده و این نگه‌دارنده روی دستگاه دینامومتر محکم شده است و دستگاه دینامومتر هم روی ساپورت دستگاه تراش نصب شده است. پس از نصب قطعه‌کار و ابزار در جای مخصوص خودشان، سرعت برشی و نرخ پیشروی در هرجفت مرحله از آزمایش‌ها طبق جدول ۱ و مطابق روش طراحی آزمایش فول فاکتوریل[1] تغییر کرده است که در مجموع ۲۴ آزمایش انجام گردید. هر مرحله از آزمایش روی ۱ سانتی‌متر از طول قطعه کار انجام شده است و عمق برش در تمامی آزمایش‌ها برابر ۰/۴ میلی‌متر در نظر گرفته شده است. در طول هرمرحله از آزمایش، دینامومتر نیروهای وارد بر ابزار برشی را ثبت کرده است و پس از پایان هرمرحله، توسط زبری‌سنج، زبری سطح قطعه‌کار سنجیده شده است. پس از پایان آزمایش‌ها، برای مقایسه‌ی اطلاعات بدست آمده از آزمایش‌ها، طراحی آزمایش براساس روش فول فاکتوریل در نرم‌افزار مینی‌تب[2] انجام شده است.

جدول ۱ شرایط آزمایش در مراحل مختلف

مرحله	سرعت برشی (m/min)	نرخ پیشروی (mm/rev)	شرایط روان‌کاری
۱	۳۹/۵	۰/۱۲	خشک
۲	۳۹/۵	۰/۱۲	روان‌کاری کمینه
۳	۳۹/۵	۰/۱۶	خشک
۴	۳۹/۵	۰/۱۶	روان‌کاری کمینه
۵	۳۹/۵	۰/۲	خشک
۶	۳۹/۵	۰/۲	روان‌کاری کمینه
۷	۵۶/۵	۰/۱۲	خشک
۸	۵۶/۵	۰/۱۲	روان‌کاری کمینه
۹	۵۶/۵	۰/۱۶	خشک
۱۰	۵۶/۵	۰/۱۶	روان‌کاری کمینه
۱۱	۵۶/۵	۰/۲	خشک
۱۲	۵۶/۵	۰/۲	روان‌کاری کمینه
۱۳	۷۸/۵	۰/۱۲	خشک
۱۴	۷۸/۵	۰/۱۲	روان‌کاری کمینه
۱۵	۷۸/۵	۰/۱۶	خشک
۱۶	۷۸/۵	۰/۱۶	روان‌کاری کمینه
۱۷	۷۸/۵	۰/۲	خشک
۱۸	۷۸/۵	۰/۲	روان‌کاری کمینه
۱۹	۱۱۱/۵	۰/۱۲	خشک
۲۰	۱۱۱/۵	۰/۱۲	روان‌کاری کمینه
۲۱	۱۱۱/۵	۰/۱۶	خشک
۲۲	۱۱۱/۵	۰/۱۶	روان‌کاری کمینه
۲۳	۱۱۱/۵	۰/۲	خشک
۲۴	۱۱۱/۵	۰/۲	روان‌کاری کمینه

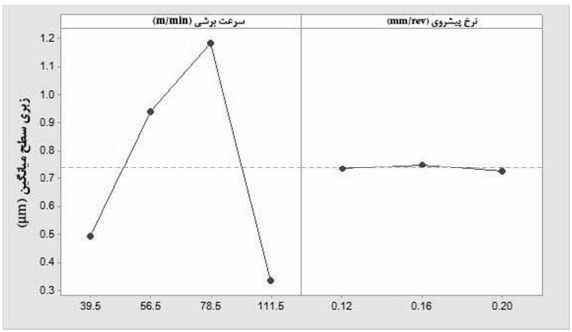
۳- نتایج و بحث

پس از انجام آزمایش‌ها نتایج نیروها در سه راستا و زبری سطح درطول ماشین‌کاری حاصل گردید که طبق پارامترهای مطالعه شده، ۲۴ آزمایش انجام گرفته است. همه‌ی داده‌ها و نتایج آزمایش‌ها به کمک نرم‌افزار مینی‌تب تحلیل شده‌اند و نمودارها توسط این نرم‌افزار تهیه شده‌اند. بدین صورت، ما می‌توانیم یک مقایسه‌ی بهتر بین نتایج بدست آمده از ماشین‌کاری خشک و تقریبا خشک داشته باشیم. زبری سطح یکی از مهم‌ترین پارامترها در یک قطعه‌کار مکانیکی و همچنین یکی از محدودیت‌ها برای انتخاب پارامترهای براده‌برداری در فرایند طراحی می‌باشد. شکل ۲ زبری سطح[3] در دو فرایند را تحت تاثیر سرعت برشی و نرخ پیشروی ابزار در دو حالت ماشین‌کاری خشک و با روان‌کاری کمینه نشان می‌دهد که با افزایش سرعت برشی و نرخ پیشروی، زبری سطح مقداری افزایش و سپس کاهش ناگهانی می‌یابد. عموما، طبق مکانیک تراش فلزات، با افزایش سرعت برشی، زبری سطح کاهش و با افزایش نرخ پیشروی، زبری سطح بیشتر می‌شود، اما در موادی مانند آلومینیوم و سوپرآلیاژها باعث تشکیل و چسبیدن لبه‌ی انباشته می‌گردد که توجیه کننده‌ی این اختلالات می‌باشد. برخی مواد متمایل به چسبیدن و لبه انباشته هستند. از این رو روی زبری سطح تاثیر می‌گذارند. علاوه بر این، سرعت برشی مهمترین عامل است که روی سایش ابزار تاثیر می‌گذارد. در نتیجه، سایش ابزار عامل مهم دیگری است که می‌تواند زبری سطح را افزایش دهد. بنابراین، در این مورد، افزایش زبری سطح با افزایش سرعت برشی با لبه‌انباشته و سایش ابزار توجیه شده است. شکل ۲ حاکی از آن است که در سرعت‌های برشی پایین و نرخ پیشروی متوسط، روان‌کاری کمینه باعث بهبود زبری سطح می‌شود.

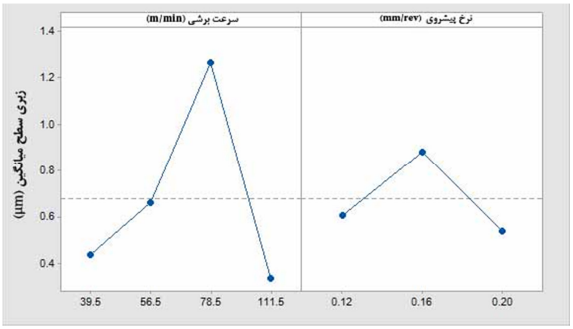
شکل ۳ تاثیر روان‌کاری کمینه بر نیروی اصلی[4] ماشین‌کاری را نشان می دهد. با توجه به این شکل، در هردو شرایط ماشین‌کاری خشک و تقریبا خشک با افزایش سرعت برشی تا ۵۶/۵m/min نیروی اصلی یا مماسی افزایش یافته و سپس کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش نرخ پیشروی، این نیرو همواره افزایش می‌یابد. در تمامی سرعت‌های برشی و نرخ‌های پیشروی، روانکاری کمینه باعث بهبود نیروی اصلی شده است. در فرایندهای براده‌برداری، افزایش سرعت برشی موجب افزایش دمای ماشین‌کاری می‌شود که ابتدا باعث تشکیل لبه انباشته و همان‌طور که در اشکال بالا نشان داده شد موجب افزایش نیروهای ماشین‌کاری شده و سپس با افزایش سرعت برشی، لبه انباشته از بین رفته و نیروهای ماشین‌کاری کاهش می‌یابد.

1. Full Factorial
2. Minitab
3. Ra
4. Fz

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-19]
[DOR: 20.1001.1.10275940.1394.15.13.17.7]

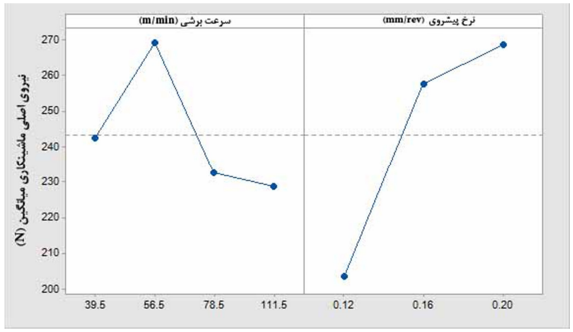


(الف)

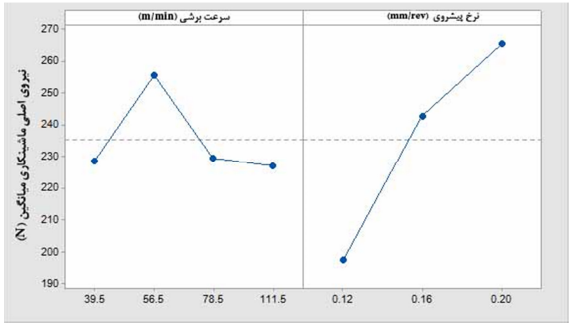


(ب)

شکل۲ زبری سطح برحسب سرعت برشی و نرخ پیشروی در شرایط
الف) ماشین‌کاری خشک ب) ماشین‌کاری با روانکاری کمینه



(الف)



(ب)

شکل ۳ نیروی اصلی یا مماسی برحسب سرعت برشی و نرخ پیشروی در شرایط
الف) ماشین‌کاری خشک ب) ماشین‌کاری با روانکاری کمینه

در طول فرایند براده‌برداری، روان‌کاری کمینه مانع از افزایش قابل توجه دمای ماشین‌کاری می‌شود. بنابراین شکل‌گیری براده را آسان‌تر نموده و باعث کاهش نیروهای ماشین‌کاری نسبت به ماشین‌کاری خشک می‌شود. پشت این واقعیت چندین دلیل وجود دارد و این‌جا شرح داده می‌شود. ابتدا با افزایش سرعت برشی، ناحیه‌ی صفحه‌ی برش کاهش می‌یابد و سپس انرژی برشی مخصوص کاهش می‌یابد. از طرفی دیگر، افزایش سرعت برشی منجر به کاهش نیروی اصطکاک روی سطوح ابزار می‌شود.

٤- نتیجه‌گیری

در این مطالعه، اثر ماشین‌کاری با روانکاری کمینه توسط نوعی نانوسیال در فرایند تراش‌کاری مونل K500 بررسی شده است. تاثیرات پارامترهای ماشین-کاری (سرعت برشی و نرخ پیشروی) و همچنین تعامل اثر آن‌ها را بر روی خروجی‌های زبری سطح، نیروی اصلی ماشین‌کاری مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌های اولیه برای بهینه نمودن شرایط روان‌کاری کمینه انجام شده و سپس آزمایش‌های اصلی برای ۴ سرعت برشی و ۳ نرخ پیشروی اجرا شده است. سپس براساس روش فول فاکتوریل، ۲۴ آزمایش طراحی شده و با بررسی اطلاعات به‌دست آمده از این آزمایش‌ها، نیروهای ماشین‌کاری و زبری سطح در شرایط خشک و تقریبا خشک با هم مقایسه شده‌اند که نتایج به شرح زیر می‌باشند.

معمولا در سرعت‌های پایین‌تر (سرعت‌های برشی ۳۹/۵ m/min و ۵۶/۵ m/min) روان‌کاری کمینه باعث بهبود کیفیت سطح و نیروهای ماشین‌کاری می‌شود. در سرعت برشی ۵۶/۵ m/min و نرخ پیشروی ۰/۲ mm/rev روان‌کاری کمینه بیشترین تاثیر را روی بهبود کیفیت سطح دارد به‌گونه‌ای که باعث کاهش ۵۲ درصدی نیروی اصلی ماشین‌کاری و ۲۷ درصدی زبری سطح می‌شود. همچنین در سرعت برشی ۳۹/۵ m/min و نرخ پیشروی ۰/۱۲ mm/rev روان‌کاری کمینه بیشترین تاثیر مثبت را روی نیروهای ماشین‌کاری دارد بدین شرح که باعث کاهش ۱۶ درصدی نیروی محوری، کاهش ۵ درصدی نیروی شعاعی و کاهش ۱۲ درصدی نیروی اصلی (مماسی) می‌شود.

٥- مراجع

[1] T. Obikawa, Y. Kamata, J. Shinozuka, High-speed grooving with applying MQL, *Journal Machine Tools & Manufacture,* Vol. 46, pp. 1854–1861, 2006.

[2] N. R. Dhar, M. Kamruzzaman, A. Mahiuddin, Effect of minimum quantitylubrication (MQL) on tool wear and surface roughness in turning AISI-4340 steel, *Journal Materials Processing Technology*, Vol. 172 , pp. 299–304, 2006.

[3] C. Bruni, A. Forcellese, F. Gabrielli, M. Simoncini, Effect of the lubricationcooling technique, insert technology and machine bed material on the workpart surface finish and tool wear in finish turning of AISI 420B, *Journal Machine Tools & Manufacture,* Vol. 46 , pp. 1547–1554, 2006.

[4] Bin Shen ,Albert Shih ,Simon Tung, application of nanofluids in minimum quantitylubrication grinding, *Proceedings of ASME/STLE International Joint Tribology Conference*, San Diego, California USA ,2007.

[5] Y. Kamata, T. Obikawa, High speed MQL finish-turning of Inconel 718 with different coated tools, *Journal Materials Processing Technology*, Vol. 192, pp. 281–286, 2007.

[6] Jung Soo Nam, Pil-Ho Lee, Sang Won Lee ,Experimental characterization of micro-drilling process using nanofluid minimum quantity lubrication, *Journal of Machine Tools & Manufacture* , 51 (2011) 649–652.

[7] Ali, S.M, Dhar, N.R, Dey, S.K, Effectofminimumquantitylubrication (MQL) oncuttingperformanceinturningmediumcarbonsteelbyuncoatedcarbidei nsertatdifferentspeed-feedcombinations, *Advances in Production Engineering & Management* , pp 185-196, 2011.

[8] Yazid, M.Z.A., CheHaron, C.H., Ghani, J.A., Ibrahim, G.A., Said, A.Y.M. Surface integrity of Inconel 718 when finish turning with PVD coated carbide tool under MQL. Procedia Engineering, ,Vol 19, pp. 396–401, 2011

[9] Dinesh Setti, SudarasanGhosh, and P. VenkateswaraRao, pplication of Nano Cutting Fluid under Minimum Quantity Lubrication (MQL) Technique to Improve Grinding of Ti – 6Al – 4V Alloy , *Journal of World Academy of Science: Engineering and Technology*, Vol.6 , pp 1:5 ,2012.

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1394.15.13.17.7]

[10] Mao, C., Zhang, J, Huang, Y.; Zou, H., Huang, X., Zhou, Z. Investigation on the effect of nanofluid parameters on MQL grinding. *Materials and Manufacturing Processes*, 28 (4), pp. 436–442, 2013.
[11] Jordan Eckowitz, Optimization of the Machining of Ti-6Al-4V under MQL and Flood Cooling Conditions, *Johannesburg*, 2013.
and Flood Cooling Conditions, *Johannesburg*, 2013.
[12] Amini.S, Paktinat.H, Ceramic Tools with Ordinary and Wiper Inserts in Near Dry Machining with High Speed on Super Alloy Monel K500, *Materials and Manufacturing Processes*, Vol. 29, pp. 579–584, 2014

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-19]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1394.15.13.17.7]