مجله مهندسی مکانیک مدرس، اسفند 1395، دوره 16، شماره 12، ص‌ص 21-26

ماهنامه علمی پژوهشی

مهندسی مکانیک مدرس

mme.modares.ac.ir

Downloaded from mme.modares.ac.ir at 13:44 IRDT on Wednesday May 9th 2018

بررسی میزان تاثیر اندازه ابزار و نرخ پیشروی بر عمر ابزار در فرزکاری سرعت بالای آلیاژ تیتانیوم (Ti-6Al-4V)

حبیب الله صفری[1]، محمدرضا دشت بیاض[2] و محمد خوران[3*]

1- استادیار، مهندسی مکانیک، مجتمع آموش عالی اسفراین، اسفراین
2- استادیار، مهندسی مکانیک، دانشگاه شهید باهنر، کرمان
3- مربی، مهندسی مکانیک، مجتمع آموزش عالی اسفراین، اسفراین
* اسفراین، صندوق پستی 9661998135، m.khoran@esfarayen.ac.ir

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی کامل
دریافت: 09 شهریور 1395
پذیرش: 21 مهر 1395
ارائه در سایت: 24 آبان 1395

کلید واژگان:
باند سایش
ماشین‌کاری سرعت بالا
نرخ پیشروی، عمر ابزار
آلیاژ تیتانیوم

چکیده

انتخاب جنس و اندازه ابزار و همچنین تعیین پارامترهای ماشین‌کاری همواره یکی از چالش‌های پیش رو در عملیات ماشین‌کاری به ویژه در ماشین‌کاری سرعت بالا می‌باشد. در این تحقیق تاثیر یکی از پارامترهای مهم ماشین‌کاری یعنی نرخ پیشروی و اندازه ابزار بر طول عمر آن، در ماشین‌کاری آلیاژ تیتانیوم (Ti-6Al-4V) با سرعت بالا مورد مطالعه قرار گرفته است. سرعت ماشین‌کاری با مقدار ثابت 200m/min، نرخ پیشروی مقادیر 0.03 mm/tooth، 0.06 و عمق بار محوری و شعاعی به ترتیب 5 mm و 1.5 mm به عنوان پارامترهای ماشین‌کاری در نظر گرفته شده است. ابزارهای برش از جنس کاربید تنگستن با پوشش دو لایه TiALN+TIN در دو اندازه متفاوت در عملیات ماشین‌کاری به کار گرفته شد. در حین عملیات ماشین‌کاری آستانه فرسایش(V_B) ابزارها کنترل و توسط میکروسکوپ، اندازه‌گیری و ثبت شد. نتایج نشان داد هنگامی که عملیات ماشین‌کاری با ابزار اندازه کوچک‌تر انجام گرفت، در هر دو نرخ پیشروی انتخابی علاوه بر سایش تدریجی، کندگی‌هایی نیز در نوک ابزار مشاهده گردید. همچنین حین استفاده از ابزار با اندازه کوچکتر افزایش نرخ پیشروی تاثیر بیشتری برکاهش طول عمر ابزار نسبت به ماشین‌کاری سرعت بالا با ابزار اندازه بزرگتر دارد. کاهش نرخ پیشروی به میزان 50 درصد باعث افزایش 200 درصدی طول عمر ابزار با اندازه کوچکتر گردید.

An Investigation of Effects of Tool size and Feed rate on Tool life in High Speed Milling of Ti-6Al-4V alloy

Habiballah Safari[1], Mohammad Reza Dashtbayazi[2], Mohammad Khoran[1*]

1- Department of Mechanical Engineering, Esfarayen University, Esfarayen, Iran
2- Department of Mechanical Engineering, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran
* P.O.B. 9661998135, Esfarayen, Iran, m.khoran@esfarayen.ac.ir

ARTICLE INFORMATION

Original Research Paper
Received 30 August 2016
Accepted 12 October 2016
Available Online 14 November 2016

Keywords:
wear land, feed rate
high speed
tool life
titanium alloy

ABSTRACT

Selecting tool materials, tool sizes and determining the cutting parameters presents a great challenge in machining operations especially in high speed machining processes. In this study effect of feed rate which is one of the important machining parameters and tool size on tool life in high speed machining of Ti-6Al-4V alloy were investigated. Fixed cutting speed of 200 m/min, feed rate of 0.03 and 0.06 mm/tooth together with axial cutting depth of cut 5.0 mm, and radial cutting depth of cut 1.5 mm were employed as the cutting parameters. TiAlN + TiN coated tungsten cemented carbide insert in two different sizes was used during machining operations. Flank wear land measurement was taken by using a toolmakers' microscope and recorded accordingly throughout the machining processes. The results showed during the machining employing both feed rate and using smaller tool size chipping occurred on the tool nose along with gradual tool flank wear. Also by increasing the feed rates utilizing the smaller size of tool highly affected tool life compared to employing the larger one during the high speed machining operations. Reducing the feed rate by 50 percent increased the tool life of smaller tool size by 200 percent.

1- مقدمه

طول عمر ابزار در عملیات ماشین‌کاری عبارتست از زمان یا حجم مواد ماشین‌کاری شده قبل از این‌که ابزار کند شود، و یا این‌که دچار شکست گردد [1]. در حین عملیات ماشین‌کاری یک منطقه سایش و یا کندگی در ابزار برش شکل می‌گیرد. میزان سایش ایجاد شده در ابزار معمولا معیار مناسبی جهت تعیین عمر ابزار می‌باشد. در ماشین‌کاری آلیاژهای تیتانیوم افزایش ناچیز سرعت ماشین‌کاری باعث تغییرات زیادی در عمر ابزار می‌گردد. در حالی‌که تغییرات نرخ پیشروی تاثیر کمتری بر عمر ابزار دارد [2]. لذا به

Please cite this article using:
H. Safari, M. R. Dashtbayazi, M. Khoran, An Investigation of Effects of Tool size and Feed rate on Tool life in High Speed Milling of Ti-6Al-4V alloy, *Modares Mechanical Engineering*, Vol. 16, No. 12, pp. 21-26, 2016 (in Persian)

برای ارجاع به این مقاله از عبارت ذیل استفاده نمایید:

Archive of SID
www.SID.ir

Downloaded from mme.modares.ac.ir at 13:44 IRDT on Wednesday May 9th 2018

منظور افزایش راندمان ماشین‌کاری نرخ پیشروی بیشتر به‌جای افزایش سرعت ماشین‌کاری توصیه می‌گردد.

علاوه بر این به طور کلی راه‌های متعددی جهت افزایش طول عمر ابزار پیشنهاد می‌گردد که عبارتند از [3]:

1) استفاده از ابزار با جنس‌های مختلف و متناسب با ماده مورد ماشین‌کاری.
2) استفاده از مواد روان‌کار و خنک کننده در حین عملیات ماشین‌کاری.
3) با عملیاتی مانند پیش‌گرم کردن قطعه‌کار قبل از شروع ماشین‌کاری و یا گرم کردن آن در حین ماشین‌کاری می‌توان در خواص قطعه‌کار تغییر ایجاد کرد.

حرارت بالای ایجاد شده در حین ماشین‌کاری تیتانیوم که در مجاورت لبه اصلی برشی ابزار اتفاق می‌افتد، مهم‌ترین عامل سایش ابزار می‌باشد. گاهی اوقات به‌دلیل ایجاد حرارت و تنش بالا یک تغییر شکل دایمی در لبه ابزار برش و یا تسریع در سایش ابزار صورت می‌گیرد.

آلیاژهای تیتانیوم کاربرد وسیعی در صنایع هوا فضا جهت ساخت سازه ها، لوله‌های هیدرولیک، کمپرسورها و موتورها با توربین گازی دارند [4]. این آلیاژها همچنین در ساخت خودروها، صنایع دریایی، صنایع شیمیایی و صنعت نفت و نیز تجهیزات پزشکی مورد استفاده قرار می‌گیرند [6, 5]. مهمترین دلایل استفاده از این آلیاژها عبارتند از [7]:

1) مقاومت بسیار بالا نسبت به وزن
2) حفظ خواص مکانیکی در درجه حرارت‌های بالا
3) مقاومت به خوردگی بسیار بالا
4) قابلیت استفاده در ساخت مواد کامپوزیت

ماشین‌کاری سرعت با لا[1] (HSM) یکی از روش‌های پیشرفته ماشین‌کاری می‌باشد که منجر به نرخ براده برداری بیشتر، نیروی برش کمتر و مصرف کمتر انرژی می‌گردد [9, 8]. از مزایای این روش ماشین‌کاری می‌توان به بازدهی بیشتر، کیفیت سطح مطلوب قطعه‌کار تولیدی و همچنین کاهش زمان و هزینه ماشین‌کاری اشاره کرد.

HSM یک مفهوم نسبی است که بسته به جنس قطعه‌کار مورد ماشین‌کاری تعریف می‌گردد [10]. تحقیقات بسیار زیادی بر روی ماشین‌کاری سنتی آلیاژ تیتانیوم انجام گرفته است، سرعت 30 تا 100 (m/min) بازه سرعت ماشین‌کاری سنتی این آلیاژ محسوب می‌شود [11]. لذا سرعت‌های بالای (m/min) 100 برای آلیاژهای تیتانیوم HSM محسوب می شود.

مطالعات بسیاری در خصوص طول عمر ابزار در ماشین‌کاری آلیاژهای تیتانیوم صورت گرفته است [14-12]. اما در هیچ یک از این مطالعات توجه‌ای به اندازه تیغچه‌های به کار برده شده در آزمایش‌ها نشده است که این موضوع خود یکی از دلایل گزارش طول عمرهای متفاوتی از ابزارها در زمان ماشین‌کاری آلیاژهای تیتانیوم می‌باشد. لذا در این پژوهش سعی بر آن شده تا طول عمر ابزار در ماشین‌کاری سرعت بالای فرزکاری آلیاژ تیتانیوم-(Ti-6Al-4V) با در نظر گرفتن اندازه‌های متفاوت آن مورد بررسی قرار گیرد.

2- روش تحقیق

مطالعات فرزکاری سرعت بالا بدون استفاده از مایع خنک کننده و به روش فرزکاری موافق بر روی آلیاژ تیتانیوم (Ti-6Al-4V) انجام گرفت. جدول 1 و 2 خواص مکانیکی و ترکیب شیمیایی این آلیاژ را مطابق مستندات فروشنده نشان می‌دهد. در این تحقیق ماشین فرز CNC مدل DMC835V با ماکزیموم دور نامی اسپیندل برابر با 18000 دور بر دقیقه مورد استفاده قرار گرفته است. جدول 3 پارامترهای ماشین‌کاری انتخاب شده شامل سرعت برشی ابزار 200m/min، سرعت پیشروی ابزار 0.06 و 0.03 (mm/tooth)، بار محوری درنظر گرفته شده به عمق 5mm و بار شعاعی انتخابی 1.5 mm بودند را نشان می‌دهد. با توجه به قطر ابزار مورد استفاده سرعت دورانی محاسبه (5305 دور) و تنظیم شد. معیار انتخاب پیشروی‌های 0.03 و 0.06 تحقیقات گذشته، تست‌های اولیه و تجربه نویسندگان مقاله بوده است که با بازه مشخص شده در کاتالوگ نیز مطابقت دارد. در انتخاب اندازه اینسرت‌ها ابزار سایز میکرو توربو توسط محققین مورد استفاده قرار گرفته است ولی برای سایز نانو توربو از کاتالوگ ابزار استفاده شده است. "شکل 1" تنظیمات در عملیات فرزکاری به روش موافق را نشان می‌دهد. ابزار نیز در دو اندازه مختلف انتخاب گردید که در ادامه مشخصات آن آورده شده است.

تیغچه‌های پوشش‌دار F40M ساخته شده توسط شرکت SECO مورد استفاده قرار گرفت. هر دوی آن‌ها دارای دو لایه پوشش TiAlN+TiN بوده که توسط روش رسوب فیزیکی بخار[2] لایه نشانی شده بودند. تفاوت آنها در اندازه تیغچه فرزها می‌باشد. یکی نانو توربو (ابزار با اندازه کوچکتر) و دیگری میکرو توربو (ابزار با اندازه بزرگتر) انتخاب شده است. نوع نانو توربو دارای مشخصات فنی XOMX060204R-M05 که در یک هلدر با مشخصات فنی R217.69-1616.0-06-4A بسته و تیغچه فرز میکرو توربو دارای مشخصات فنی XOMX090308R-ME06 که بر روی یک هلدر با مشخصات فنی R217.69-1616.0-09-4A مونتاژ می‌شود. زوایای لبه برنده اصلی و براده هر دو تیغچه فرز به ترتیب °90 و °24 بودند. تصویر هر یک از تیغچه گیرها و تیغچه فرزها در "شکل 2" نمایش داده شده است.

معیارهای شکست ابزار در حین عملیات ماشین‌کاری براساس استاندارد ISO8688-2 تعیین شده است. این معیار شکست عبارت است از آستانه فرسایش (V_B *max*) مساوی یا بزرگتر از 0.2 میلی‌متر و یا هر گونه تورق، کندگی یا شکست در لبه ابزار برش که زودتر اتفاق بیفتد [15]. قطعه‌کار موضوع ماشین‌کاری از جنس آلیاژ تیتانیوم آلفا- بتا با ابعاد 75×58×270 میلی‌متر بوده که جداول 1 و 2 خصوصیات مکانیکی و درصد عناصر شیمیایی این آلیاژ را نشان می‌دهند. این آلیاژ تیتانیوم در دمای 925 درجه سانتی‌گراد نورد گرم شده و سپس در دمای محیط خنک‌کاری شده است. به‌منظور دست‌یابی به نتایج قابل اطمینان سطوح قطعه‌کار ابتدا ماشین‌کاری شدند تا هرگونه تنش باقیمانده اولیه در قطعه‌کار حذف گردد. اندازه‌گیری آستانه فرسایش ابزار توسط میکروسکوپ ابزارسازی[3] که دارای بزرگنمایی X10 و رزولیشن 1µm بوده صورت گرفته است. "شکل 3" تصویر این میکروسکوپ را نشان می‌دهد.

3- بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه در تمام آزمایشات پدیده قالب فرسودگی ابزار سایش در سطوح آزاد ابزار بوده است، لذا میزان سایش ابزار برحسب طول عمر ابزار در ماشین‌کاری سرعت بالا با ابزار کاربیدی نانو توربو گرید F40M در سرعت 200 m/min و نرخ پیشروی متفاوت در "شکل 4" نشان داده شده است. نمودار نشان می‌دهد هنگامی که نرخ پیشروی افزایش می‌یابد، طول عمر ابزار کاهش چشمگیری خواهد داشت. این میزان تقریبا سه برابر کمتر از

[1] High Speed Machining

[2] PVD
[3] Tool Makers

www.SID.ir

Downloaded from mme.modares.ac.ir at 13:44 IRDT on Wednesday May 9th 2018

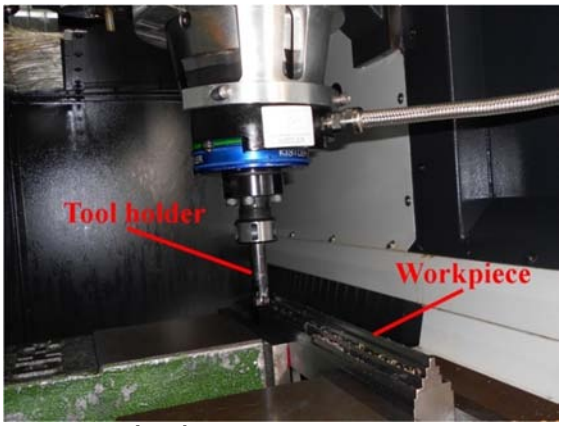


Fig. 1 Experimental machining setup

شکل 1 تنظیمات فرآیند ماشین‌کاری

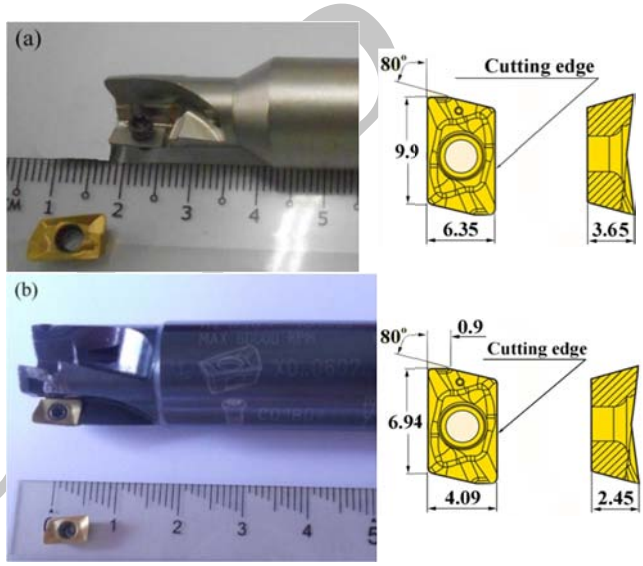


Fig.2 Tool holder and inserts used for the experiment a) Micro Turbo insert b) Nano Turbo insert.

شکل 2 تصویر ابزار و ابزارگیر استفاده شده a) میکرو توربو اینسرت b) نانو توربو اینسرت

زمانی است که نرخ پیشروی کمتر در عملیات ماشین‌کاری استفاده شود. علت کاهش عمر ابزار افزایش بارهای ماشین‌کاری ناشی از نرخ پیشروی بالا است. این امر سبب افزایش دما در منطقه ماشین‌کاری شده که عامل اصلی کاهش استحکام ابزار است و باعث ایجاد سایش سریع در سطح آزاد ابزار و در نتیجه کاهش طول عمر آن شده است.

"شکل 5" نرخ سایش ابزار برحسب طول عمر آن در ماشین‌کاری سرعت بالا هنگامی که از ابزار کاربیدی میکرو توربو با گرید F40M در سرعت 200m/min و نرخ پیشروی متفاوت استفاده شده است را نشان می‌دهد. در این نمودار هنگامی که از نرخ پیشروی بالاتر استفاده شده است تفاوت قابل توجه‌ای در کاهش طول عمر ابزار دیده نمی‌شود و ابزار طول عمر نسبتا یکسانی در هر یک از نرخ‌های پیشروی مورد استفاده دارد. با توجه به این‌که نرخ پیشروی بالاتر باعث کاهش زمان ماشین‌کاری و افزایش راندمان آن می‌گردد، لذا استفاده از نرخ پیشروی بیشتر توصیه می‌شود تا جایی‌که تاثیر منفی بر طول عمر ابزار نداشته و زبری سطح محدود کننده آن نباشد. نمودار نرخ سایش ابزار در ماشین‌کاری سرعت بالا، هنگامی که از اندازه‌های مختلف ابزار کاربیدی در سرعت 200m/min و نرخ پیشروی ثابت 0.03 mm/tooth،

در "شکل 6" آورده شده است. نمودار حاکی از آن است که اندازه بزرگتر ابزار تاثیر بسزایی در دوام آن دارد. ابزار میکرو توربو که از نظر ابعادی تنها 50% بزرگتر از نوع نانو توربو می‌باشد در حالی که باعث افزایش طول عمر ابزار به میزان 150% گردیده است. این اختلاف فاحش در طول عمر ابزار را می‌توان به حرارت فروکش بیشتر ابزار بزرگتر نسبت داد (بحث انتقال حرارت). زیرا هرچند ابزار بزرگتر باشد حرارت جذب شده در لبه ابزار را می‌تواند در بدنه بزرگتر خود دفع نماید.

علت اصلی دیگر بالا بودن طول عمر ابزار بزرگتر این است که در طراحی ابزارهای برشی، شعاع گردی لبه‌های برنده ابزار و همچنین شعاع نوک ابزار برشی را نسبت به اندازه ابزار در نظر می‌گیرند زیرا ابزار با اندازه‌های بزرگتر تحت بارهای بزرگتری قرار می‌گیرند، به همین دلیل شعاع گردی لبه آن‌ها بزرگتر است لذا بزرگتر بودن شعاع‌های قوسی لبه‌ها و نوک ابزار سبب افزایش استحکام ابزار برش و افزایش طول عمر آن می‌گردد.

"شکل 7" نرخ سایش ابزار برشی را برحسب طول عمر آن در ماشین‌کاری سرعت بالا هنگامی که از ابزار با اندازه‌های متفاوت در سرعت 200 m/min و نرخ پیشروی ثابت 0.06 mm/tooth استفاده شده است را نشان می‌دهد. نمودار حاکی از آن است که طول عمر ابزار با اندازه بزرگتر به میزان قابل توجهی بیشتر از ابزار با همان گرید ولی ابعاد کوچکتر است. این میزان افزایش طول عمر ابزار که بیش از هفت برابر است، ملاحظات ماشین‌کاران در انتخاب اندازه ابزار و پارامترهای ماشین‌کاری را می‌طلبد. مقایسه "شکل 6 و 7" نشان می‌دهد که انتخاب اندازه ابزار و پارامترهای ماشین‌کاری بایستی متناسب با شرایط ماشین‌کاری باشد. یعنی هنگامی که ابزار با اندازه کوچکتر استفاده می‌شود بایستی پارامترهای ماشین‌کاری از جمله نرخ پیشروی کمتر جهت طول عمر بیشتر ابزار انتخاب گردد. در غیر این‌صورت با انتخاب نرخ پیشروی بیشتر طول عمر ابزار به شدت کاهش می‌یابد.

آستانه فرسایش و منطقه سایش ابزار میکرو توربو در سرعت 200m/min و نرخ پیشروی متفاوت در "شکل 8(a-d)" نشان داده شده است. "شکل 8-a" سایش در سطح آزاد اصلی را در نرخ پیشروی 0.03mm/tooth نشان می‌دهد. سایش در سطح آزاد اصلی یکنواخت بوده، هیچ‌گونه سایش غیریکنواخت پوسته شدگی یا کندگی در ناحیه سایش مشاهده نشده است و شکل مبین یک فرسایش تدریجی کاملا یکنواخت است

جدول 1 خواص مکانیکی آلیاژ تیتانیوم (Ti-6Al-4V) در دمای محیط

Table 1 Mechanical Properties of Ti-6Al-4V in ambient Temperature

Tensile Strength (MPa)	Yield Strength (MPa)	Elasticity Modulus (GPa)	Elongation (%)	Area Reduction(%)	Hardness (HV)
960-1270	885	100-130	8	25	330-370

جدول 2 ترکیب شیمیایی آلیاژ تیتانیوم (Ti-6Al-4V)

Table 2 Chemical Composition of Ti-6Al-4V

Element	Al	V	Fe (Max)	N_2+O_2 (Max)	H_2 (Max)	Ti
Wt.%	5.5-6.75	3.5-4.5	0.03	0.25	0.012	Balance

جدول 3 طراحی آزمایش

Table 3 Design of experiments

سرعت برشی(Vc)	پیشروی	بار محوری	بار شعاعی	نوع ابزار
200(m/min)	0.03 & 0.06 (mm/tooth)	5 mm	1.5 mm	Micro & Nano Turbo

www.SID.ir

Downloaded from mme.modares.ac.ir at 13:44 IRDT on Wednesday May 9th 2018

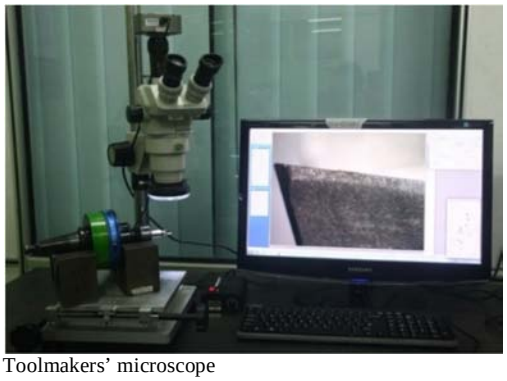


Fig. 3 Toolmakers' microscope

شکل 3 میکروسکوپ ابزارسازی

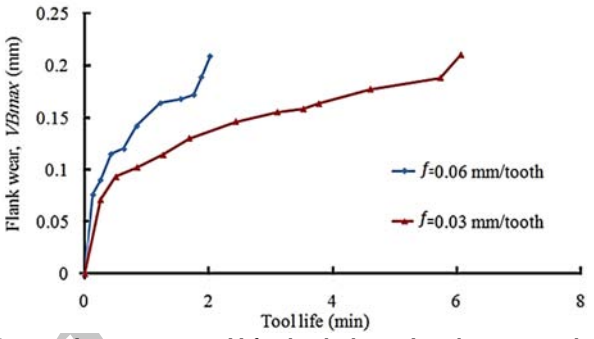
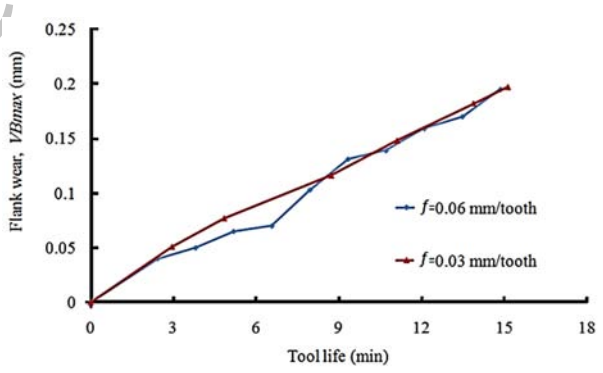


Fig. 4 Tool wears versus tool life when high speed machining using the Nano Turbo Insert F40M grade type carbide tool at different feed rate and cutting speed 200 m/min.

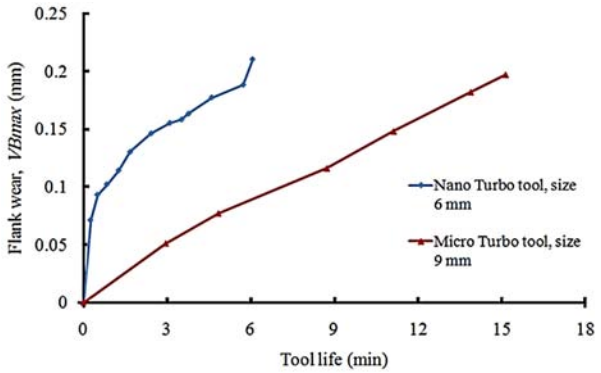
شکل 4 سایش برحسب عمر ابزار، در ماشین‌کاری سرعت بالا با ابزار نانو توربو اینسرت گرید F40M و سرعت 200 m/min و نرخ پیشروی متفاوت



شکل 5 سایش برحسب عمر ابزار، در ماشین‌کاری سرعت بالا با ابزار میکرو توربو اینسرت گرید F40M و سرعت 200 m/min و نرخ پیشروی متفاوت

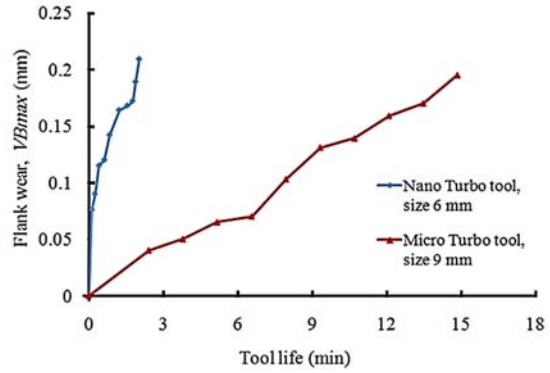
Fig. 5 Tool wears versus tool life when high speed machining using the Micro Turbo Insert F40M grade type carbide tool at different feed rate and cutting speed 200 m/min.

که بیانگر انتخاب شرایط صحیح ماشین‌کاری از جمله پارامترهای ماشین‌کاری و ابزار با جنس و اندازه مناسب می‌باشد. "شکل 8-b" سایش در سطح آزاد فرعی یا همان صفحه نوک ابزار را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل نیز مشخص است هیچ‌گونه کندگی، پوسته شدن یا سایش غیریکنواخت در این سطح به چشم نمی‌خورد و آستانه فرسایش نیز بسیار کمتر از معیار تعیین شده برای رد ابزار است. یعنی علت خارج کردن ابزار از سرویس، سایش یکنواخت تدریجی در سطح آزاد اصلی بوده است. "شکل 8-c" سطح آزاد اصلی ابزار فرسوده را زمانی که نرخ پیشروی 0.06mm/tooth بوده است نشان می‌دهد. در میانه سطح یک ناحیه سایش غیریکنواخت به چشم



شکل 6 سایش ابزار در ماشین‌کاری سرعت بالا با ابزار کاربیدی گرید F40M با اندازه‌های متفاوت و سرعت 200 m/min و نرخ پیشروی 0.03 mm/tooth

Fig. 6 Tool wears versus tool life when high speed machining using different size of F40M grade type carbide tool at cutting speed 200 m/min and feed rate 0.03 mm/tooth.



شکل 7 سایش ابزار در ماشین‌کاری سرعت بالا با اندازه‌های مختلف ابزار کاربیدی گرید F40M در سرعت 200 m/min و نرخ پیشروی ثابت 0.06 mm/tooth

Fig. 7 Tool wears versus tool life when high speed machining using different size of F40M grade type carbide tool at cutting speed 200 m/min and feed rate 0.06 mm/tooth.

می‌خورد که می‌تواند نتیجه یک کندگی در لبه برش ابزار در مراحل مختلف ماشین‌کاری باشد. که از جمله عوامل موثر در ایجاد این کندگی‌ها میتوان به پارامترهای ماشین‌کاری، جنس و ابعاد ابزار اشاره کرد. با طولانی شدن عملیات ماشین‌کاری و تشکیل ناحیه سایش در ابزار، درجه حرارت منطقه ماشین کاری بر اثر اصطکاک زیاد بین ابزار و قطعه‌کار افزایش می‌یابد [16]. ازدیاد درجه حرارت باعث ایجاد تغییراتی در ترکیب شیمیایی ابزار کاربیدی از طریق انتشار کبالت می‌شود. با کم شدن مقدار کبالت در ترکیب کاربید تنگستن، استحکام ابزار در آن منطقه کم شده و سبب کندگی در ابزار برش می‌گردد.

"شکل 9-d" سطح آزاد فرعی همان ابزار را نشان می‌دهد که همان‌گونه که مشاهده می‌شود، فقط سایش یکنواختی وجود دارد و میزان این سایش بسیار کمتر از معیار خروج ابزار از فرآیند تولید است.

"شکل 9(a-d)" سایش ابزار برشی نانو توربو را در سرعت 200 m/min و نرخ پیشروی متفاوت نمایش می‌دهد. "شکل 9-a" سایش سطح آزاد اصلی ایجاد شده را با نرخ پیشروی 0.03 mm/tooth نشان می‌دهد. سایش ایجاد شده در این سطح یکنواخت بوده ولی با حرکت از سمت نوک ابزار به سمت انتهای آن، آستانه فرسایش کمی افزایش یافته و بالاخره در منطقه انتهای عمق برش ماکزیمم سایش اتفاق افتاده است. "شکل 9-b" سطح آزاد فرعی همان ابزار را نشان می‌دهد که البته در این مورد نیز معیار از کارافتادگی ابزار

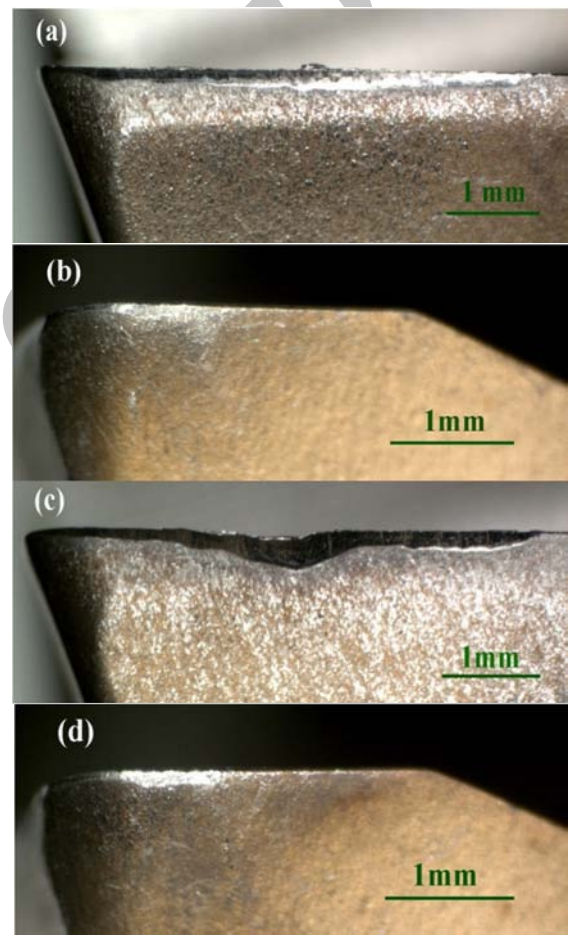
Archive of SID

www.SID.ir

Downloaded from mme.modares.ac.ir at 13:44 IRDT on Wednesday May 9th 2018

همان سایش اضافی در سطح آزاد اصلی می‌باشد و میزان سایش در سطح آزاد فرعی از معیار شکست بسیار کمتر است، ولی ازدیاد بارهای ماشین‌کاری باعث کندگی در نوک ابزار شده است. این کندگی سبب از بین رفتن هندسه ابزار و در نتیجه افزایش نیروی برش در حین ماشین‌کاری می‌شود که سایش سریعتر ابزار و در نهایت شکست آن را به دنبال دارد.

کندگی در نوک ابزار گویای این واقعیت است که اگرچه ابزار به معیار شکست سایش نزدیک شده ولی علت اصلی شکست ابزار کندگی ایجاد شده در نوک ابزار است که نشان‌دهنده ایراداتی در انتخاب پارامترهای ماشین‌کاری و عدم تناسب آن با ابعاد و اندازه ابزار مورد استفاده است. "شکل(c, d)9" نیز به‌ترتیب سایش در سطح آزاد اصلی و فرعی در نرخ پیشروی 0.06 mm/tooth را نشان می‌دهند. در این شکل‌ها نیز همان اتفاقات مربوط به نرخ پیشروی 0.03mm/tooth تکرار شده است و مبین این موضوع می‌باشد که پارامترهای ماشین‌کاری و اندازه ابزار مورد استفاده می‌تواند مناسب‌تر از



شکل 8 حد نهایی سایش ابزار میکرو توربو اینسرت در سرعت 200 m/min و نرخ پیشروی متفاوت:

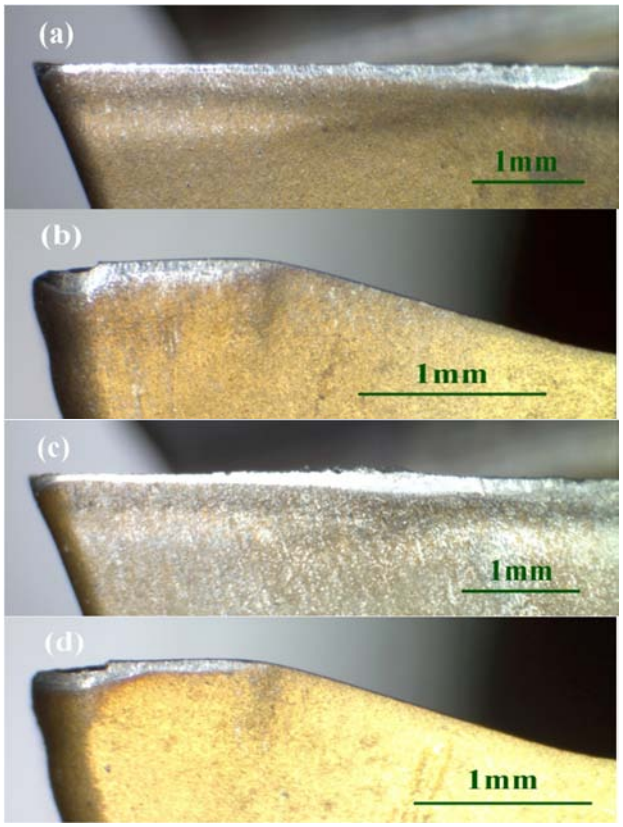
a) سایش در سطح آزاد اصلی در پیشروی f=0.03 mm/tooth

b) سایش در سطح آزاد فرعی در پیشروی f=0.03 mm/tooth

c) سایش در سطح آزاد اصلی در پیشروی f=0.06 mm/tooth

d) سایش در سطح آزاد فرعی در پیشروی f=0.06 mm/tooth

Fig. 8 Tool wear land of Micro Turbo Insert under dry conditions at cutting speed 200 m/min and different feed rate, using coated carbide tools:
(a) feed rate 0.03 mm/tooth, flank wear
(b) feed rate 0.03 mm/tooth, nose wear
(c) feed rate 0.06 mm/tooth, flank wear
(d) feed rate 0.06 mm/tooth, nose wear;



شکل 9 حد نهایی سایش ابزار نانو توربو اینسرت در سرعت 200 m/min و نرخ پیشروی متفاوت:

a) سایش در سطح آزاد اصلی، f=0.03 mm/ tooth

b) سایش در سطح آزاد فرعی، f=0.03 mm/tooth

c) سایش در سطح آزاد اصلی، f=0.06 mm/tooth

d) سایش در سطح آزاد فرعی، f=0.06 mm/tooth

Fig. 9 Tool wear land of Nano Turbo Insert under dry conditions at cutting speed 200 m/min and different feed rate, using coated carbide tools:
(a) feed rate 0.03 mm/tooth, flank wear
(b) feed rate 0.03 mm/tooth, nose wear
(c) feed rate 0.06 mm/tooth, flank wear
(d) feed rate 0.06 mm/tooth, nose wear

شرایط استفاده شده در تحقیق انتخاب گردد.

4- نتیجه‌گیری

سازندگان ابزارهای برش پیشنهاد استفاده از ابزار با در نظر گرفتن ابعاد آن‌ها در ماشین‌کاری آلیاژهای مختلف را ارائه نموده‌اند اما این پیشنهادات در یک بازه وسیع اتفاق افتاده که برای رسیدن به یک انتخاب ایده‌آل نیاز به تحقیق و آزمایش‌های عملی می‌باشد. براساس مطالعات انجام شده در ماشین‌کاری سرعت بالای آلیاژ تیتانیوم با ابزارهای کاربیدی گرید F40M با دو اندازه مختلف نتایج نشان داد که ابعاد ابزار برشی تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر عمر ابزار دارد.

هنگامی که عملیات ماشین‌کاری سرعت بالا با ابزار اندازه بزرگتر انجام گرفت افزایش نرخ پیشروی تا سقف دو برابر، تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر طول عمر ابزار نداشت. اما در استفاده از ابزار با اندازه کوچکتر با دو برابر شدن نرخ پیشروی طول عمر ابزار به میزان سه برابر کاهش یافت. این اختلاف به علت مباحث توزیع حرارت بیشتر ابزار بزرگتر است. زیرا هرچند ابزار بزرگتر باشد حرارت جذب شده در لبه ابزار را می‌تواند در بدنه بزرگتر خود دفع نماید.

www.SID.ir

علت دیگر بالا بودن طول عمر ابزار بزرگتر علاوه بر مباحث انتقال حرارت، اندازه شعاع گردی لبه‌های برنده ابزار و همچنین شعاع نوک ابزار برشی است. ابزار های بزرگتر دارای شعاع بزرگتری هستند که باعث افزایش عمر آن‌ها می‌شود.

در عملیات ماشین‌کاری سرعت بالا هنگامی که از نرخ پیشروی کمتر استفاده می‌شود، انتخاب ابزار با اندازه بزرگتر باعث افزایش دو و نیم برابری طول عمر ابزار می‌گردد. در حالی‌که استفاده از ابزار با اندازه بزرگتر و نرخ پیشروی بیشتر، طول عمر ابزار را به میزان بیشتر از هفت برابر بهبود می‌بخشد.

استفاده از ابزار اندازه کوچکتر برای هر دو نرخ پیشروی مورد استفاده در این تحقیق منجر به کندگی بخش کوچکی از نوک ابزار شد که همین موضوع نمایانگر تاثیر اندازه ابزار در عملیات ماشین‌کاری و تسریع شکست ابزار برشی است.

5- مراجع

[1] A. Jawaid, S. Koksal and S. Sharif, Cutting performance and wear characteristics of PVD coated and uncoated carbide tools in face milling Inconel 718 aerospace alloy, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 116, No. 1, pp. 2-9, 2001.

[2] X.Yang, R.Liu, Machining titanium and its alloys, *Machining Science and Technology*, Vol. 3, No. 1, pp. 107-139, 1999.

[3] X. Yang, L. Richard, Machining titanium and its alloys, *Machining Science and Technology*, Vol. 3, No. 1, pp. 107-139, 1999.

[4] RR. Boyer, An overview on the use of titanium in the aerospace industry, *Mater Science Enginerring*, Vol. 213, No. 1-3, pp. 103-114, 1996.

[5] ZA. Zoya, R. Krishnamurthy, The performance of CBN tools in the machining of titanium alloys, *Journal of materials processing technology*, Vol. 100, No. 1-3, pp. 80-86, 2000.

[6] CH. Che-Haron, A. Jawaid, The effect of machining on surface integrity of titanium alloy Ti–6% Al–4% V, *Journal of materials processing technology*, Vol. 166, No. 2, pp. 188-192, 2005.

[7] H. Safari, S. Sharif, S. Izman, H. Jafari, Surface Integrity Characterization of High Speed Dry End Milling Ti-6Al-4V Titanium Alloy, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 78, No. 1, pp. 651–657, 2015.

[8] N. Fang, Q Wu, A comparative study of the cutting forces in high speed machining of Ti–6Al–4V and Inconel 718 with a round cutting edge tool, *Journal of materials processing technology*, Vol. 209, No. 9, pp. 4385-4389, 2009.

[9] D. Dudzinski, A. Devillez, A Moufki, D. Larrouquere, V. Zerrouki, J. Vigneau, A review of developments towards dry and high speed machining of Inconel 718 alloy, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Vol. 44, No. 4, pp. 439-456, 2004.

[10] R. Hamade, F. Ismail, A case for aggressive drilling of aluminium, *Journal of materials processing technology*, Vol. 166, No. 1, pp. 86-97, 2005.

[11] T. Kitagawa, A. Kubo, K. Maekawa, Temperature and wear of cutting tools in high-speed machining of Inconel 718 and Ti- 6Al- 6V- 2Sn, *Wear*, Vol. 202, No. 2, pp. 142-148, 1997.

[12] M.J. Bermingham, W.M. Sim, S. Gardiner, M.S. Dargusch, Tool life and wear mechanisms in laser assisted milling Ti–6Al–4V, *Wear*, Vol. 322–323, pp. 151–163, 2015.

[13] S. Tirelli, E. Chiappini, M. Strano, M. Monno, Q. Semeraro, Experimental comparison between traditional and cryogenic cooling conditions in rough turning of Ti-6Al-4V, *Key Engineering Materials*, Vol. 611-612, pp. 1174-1185, 2014.

[14] P. C. Priarone, S. Rizzuti, G. Rotella, L. Settineri, Tool wear and surface quality in milling of a gamma-TiAl intermetallic, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 61, No. 1, pp. 25-33, 2012.

[15] Tool life testing in milling part 2: end milling. switzerland: *International Standards Organization*, 1989.

[16] A. Jawaid, S. Sharif, and S. Koksal, Evaluation of wear mechanisms of coated carbide tools when face milling titanium alloy. *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 99, No. 1, pp. 266-274, 2000.

Downloaded from mme.modares.ac.ir at 13:44 IRDT on Wednesday May 9th 2018

Archive of SID

www.SID.ir