ISSN: 2476-6909; Modares Mechanical Engineering. Proceedings of 2nd Iranian National Conference on Advanced Machining and Machine Tools (CAMMT). 2022;22(10):37-42.

The Implementation of Ultra-Precision Dimond Machining to Fabricate Super-Polished Aluminium Mirrors

ARTICLE INFO

Authors
Jafari H[1],
Elhami S[2*],
Farahnakian M[1]

[1] Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran.
[2] Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

*** Correspondence**
Address: Ferdowsi University of Mashhad, Azadi Squ., Mashhad
sadeghelhami@um.ac.ir

How to cite this article
Jafari H, Elhami S, Farahnakian M. The Implementation of Ultra-Precision Dimond Machining to Fabricate Super-Polished Aluminium Mirrors. Modares Mechanical Engineering. Proceedings of 2nd Iranian National Conference on Advanced Machining and Machine Tools. 2022;22(10):37-42.

ABSTRACT

Metal and especially aluminum mirrors have wide applications in the optical industry due to their desirable properties, hence requiring very high polished surfaces. One of the methods of preparing aluminum mirrors is single-point diamond turning. In this research, the manufacturing process of 6061-grade aluminum mirrors has been studied using diamond turning and consequent polishing process in order to reach surfaces with acceptable optical properties. In the first part, the effective range of turning parameters was determined. The results showed that the feed values less than 5 µm/rev, the cutting-edge radius between 0.2 and 0.8 mm, and the rotational speed of 2250 rpm have a greater effect on the surface roughness. In the second part of the research, initially, the turning process was performed with effective parameters and then the polishing process was applied as the final finishing process. Surface finish is evaluated by surface roughness and surface interferometry parameters. The results showed that the smaller surface roughness after the diamond tool turning process led to higher optical properties after the final polishing process. The lowest PV value equal to 0.293 µm was obtained by diamond turning with 3 µm/rev and a cutting-edge radius of 0.8 mm.

Keywords Aluminium Mirror, Diamond Turning, Polishing, Surface Roughness, Interferometry.

ماهنامه علمی مهندسی مکانیک مدرس، ویژه‌نامه مجموعه مقالات دومین کنفرانس ملی ماشین‌کاری و ماشین‌های ابزار پیشرفته.
مهر ۱۴۰۱، دوره ۲۲، شماره ۱۰، صفحه ۳۷-۴۲.

کاربرد تراشکاری با ابزار الماس در ساخت آیینه‌های آلومینیومی

مشخصات مقاله

نویسنده‌ها
حجت جعفری[۱]
صادق الهامی جوشقان[۲*]
مسعود فرحناکیان[۱]

[۱] دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد، نجف‌آباد
[۲] دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

*** نویسنده مسئول**
آدرس: دانشگاه فردوسی، میدان آزادی، مشهد
sadeghelhami@um.ac.ir

چکیده

آیینه هاي فلزي و به ویژه آلومینیومی، بدلیل خواص مطلوب از جایگاه ویژه اي در صنایع اپتیک برخوردار مي‌باشند که این موضوع مستلزم برخورداری از سطوحي با پرداخت بسیار بالا است. یکي از روش‌هاي آماده سازی آیینه‌های آلومینیومی، تراشکاري با ابزار الماس می‌باشد. در تحقیق حاضر، فرآیند ساخت آیینه‌های آلومینیومی گرید ۶۰۶۱ با استفاده از ابزار الماس و فرآیند تکمیلی پولیش به منظور رسیدن به سطوحی با خواص اپتیکي مطلوب مورد مطالعه قرار گرفته است. در قسمت اول، بازه موثر پارامترهای ماشینکاری مشخص شد. نتایج نشان داد که بازه پیشروی کمتر از ۵ میکرومتر بر دور، شعاع لبه برش بین ۰/۲ تا ۰/۸ میلیمتر و سرعت دورانی ۲۲۵۰ دور بر دقیقه، تاثیر بیشتری بر پرداخت سطح دارند. در قسمت دوم آزمایش‌ها، ابتدا فرآیند تراشکاری با پارامترهای موثر انجام گردیده و در ادامه فرآیند پولیشینگ به عنوان پرداخت نهایی اعمال شد. پرداخت سطح با دو پارامتر زبری سطح و معیار تداخل‌سنجی سطح ارزیابی می‌گرزد. نتایج نشان داد که هر چه زبری سطح فرآیند تراشکاری با ابزار الماس پایین‌تر باشد، سطح حاصل از فرآیند تکمیلی پولیش خواص اپتیکی بالاتری خواهد داشت. کمترین مقدار پارامتر PV برابر ۰/۲۹۳ میکرومتر برای تراشکاری با پیشروی ۳ میکرومتر بر دور و شعاع لبه برش ۰/۸ میلیمتر حاصل شد.

کلیدواژه‌ها آینه آلومینیومی، تراش‌کاري با ابزار الماس، پولیش، زبري سطح، تداخل‌سنجی.

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-05-10]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1401.22.10.8.1]

۱- مقدمه

آیینه‌ها از جمله قطعاتی هستند که ویژگی اصلی آنها دارا بودن سطحی با پرداخت بسیار بالا است. سطوح با پرداخت بالا می‌توانند از طریق لایه نشانی بر روی فلز پایه و یا پرداخت‌کاری مستقیم فلز بدون اعمال لایه سطحی ثانویه (آیینه‌های فلزی) حاصل شوند. نوع اول آیینه‌ها از طریق لایه نشانی فلز نقره یا نیکل حاصل می‌شود. نوع دوم از طریق اعمال مجموعه عملیات ماشینکاری (مانند تراشکاري با ابزار الماس) و پرداخت (مانند لپینگ) ساخته می‌شوند. آیینه‌هاي فلزي کاربرد روز افزونی در صنایع مختلف ازجمله هوافضا، پزشکي، اپتیک و عکس برداري پیدا کرده‌اند و در همین راستا، با توجه به پیچیده بودن فرآیند ساخت، تحقیقات و پژوهش‌هایی در راستاي توسعه و بهینه‌سازي مجموعه فرآیند ساخت آنها صورت گرفته است.

از جمله آیینه‌های فلزی، آیینه‌های آلومینیومی است که وزن کمی داشته و در مقایسه با آینه پوشش داده شده با نیکل، از خواص حرارتي بهتري برخوردار مي‌باشد. در ساخت آیینه‌های آلومینیومی، لپینگ و پولیشینگ به عنوان فرآیند پرداخت‌کاري نهایي براي ایجاد کیفیت مورد نیاز استفاده مي‌گردند. این روش‌ها علي رغم داشتن هزینه بالا از مدت زمان ماشینکاري بالایي نیز برخوردار هستند. لذا به کارگیری فرآیندی که سطحی با پرداخت نزدیک به سطح حاصل از دو فرآیند مذکور را نتیجه داده و همچنین سرعت بالایی داشته باشد، زمان مورد نیاز برای فرآیند زمانبر نهایی را کاهش داده و رویه ساخت بهینه‌تری حاصل خواهد شد. یکي از متداول‌ترین روش هاي تولید برای نزدیک کردن سطح آلومینیوم به سطح آیینه‌ای، تراشکاري با ابزار الماس مي‌باشد. در این روش الماس به دلیل داشتن مدول الاستیسیته بالا و مقاومت شیمیایي و سختي بالا جهت رسیدن به سطح با صافي بالا و دقیق مناسب است.

در تحقیق حاضر، براي تراشکاري آلومینیوم از روش تراشکاري با ابزار الماس استفاده شده تا بتوان با یک مرحله ماشین کاري سطح قطعه را به صافي سطحي رساند که آماده براي عملیات پرداخت نهایي شود. در ادامه فرآیند پولیشینگ در زمان کوتاهی بر سطح اعمال شده و آیینه آلومینیومی ساخته خواهد شد. در این صورت ماشینکاری اولیه و سنگ‌زنی سطح به صورت همزمان (که در روش‌های گذشته استفاده می‌شده است) توسط یک فرآیند تراشکاری با ابزار الماس جایگزین می‌شود که با توجه به زمان‌بر بودن فرآیند سنگ‌زنی، زمان کلی ماشینکاری را کاهش خواهد داد. در اینصورت هرچه پرداخت سطح تراشکاری بالاتر باشد، فرآیند پولیشینگ در زمان کوتاهتر بر سطح اعمال شده و نتیجه مطلوب‌تر و اقتصادی‌تری حاصل می‌شود.

۱-۱- مروری بر پیشینه پژوهش

چنگ و همکاران [1] در سال ۲۰۰۰ به تجزیه و تحلیل سطح ماشینکاری شده به وسیله تراشکاري با ابزار الماس و با استفاده از دستگاه طیف‌سنج پرداختند. آزمایش‌هاي تجربي بر روي آلیاژ آلومینیوم با گرید ۶۰۶۱ در حالت پیشاني تراشي انجام شده است. نتایج نشان داد که در مرحله اول، با افزایش پیشروي ابزار زبری سطح از یک الگوی ریاضی ثابت پیروی کرده و افزایش می‌یابد. همچنین، با افزایش سرعت دوراني تا حدود ۳۰۰۰ دور بر دقیقه، زبری سطح کاهش یافته است. همچنین، تغییرات عمق در بازه ۵ تا ۲۰ میکرون تغییری در نتایج زبری سطح ایجاد نکرد. محدوده انتخابي شعاع ابزار (۰/۵ تا ۲ میلیمتر) به گونه‌ای در نظر گرفته شد که از چتر جلوگیری شود و لذا با افزایش عمق برش، در محدوده مذکور، زبری سطح کاهش یافت.

لي و همکاران [2] در سال ۲۰۰۷ ماشینکاري با ابزار الماس تک‌لبه برروي سطح آلومینیوم با کریستالوگرافي‌هاي مختلف را بررسي کردند. در این مطالعه مدل خاصي توسعه داده شد که شامل متغیرهاي لرزش دستگاه، نیروي برشي، جهت دانه‌بندي بوده است. نتایج تجربي نشان داد که نوع کریستالوگرافی و جهت دانه‌بندی بر نیروهای برشی و زبری سطح تاثیرگذار بوده و مدل توسعه داده شده می‌تواند این ارتباط را تحلیل نماید. پس از بررسي سطوح آلومینیوم در کریستالوگرافي‌هاي مختلف (۱۱۰-۱۱۱-۱۰۰) مشخص شد که بهترین سطح مربوط به نوع ۱۰۰ بوده است.

چایلدز و همکاران [3] در سال ۲۰۰۸ تاثیرات پارامترهای ماشینکاری بر روي سطح قطعه آلومینیومی را مورد بررسي قرار دادند. کلیه آزمایش‌ها برروي فلز آلومینیوم انجام شد و ابزارهاي مختلفي از جنس تنگستن کاربید و الماس استفاده گردیدند. نتایج نشان داد که با ثابت بودن پارامترهای ماشینکاری، با افزایش شعاع ابزار، کیفیت سطح رو به بهبود رفته است. همچنین، در بازه پیشروی در نظر گرفته شده، به علت لرزش‌های دستگاه، ارتباط دقیقی بین پیشروی و پرداخت سطح حاصل نشد.

شاه و گئورگ [4] در سال ۲۰۱۲ به توسعه یک مدل آماری برای پیش‌بیني زبري سطح آلومینیوم تراشکاري شده با ابزار الماس پرداختند. مدل مذکور بر مبنای پارامترهای سرعت دورانی، عمق برشی و نرخ پیشروی توسعه داده شد و قابلیت مطلوبی برای پیش‌بینی زبری سطح از خود نشان داد.

با توجه به تحقیقات پیشین، تراشکاری با ابزار الماس می‌تواند صافی سطح بالایی را در دسترس قرار دهد اما همچنان با صافی سطح حاصل از پولیشینگ فاصله خواهد داشت. از طرف دیگر فرآیند پولیشینگ فرآیندی زمان‌بر و پر هزینه است. لذا، می‌توان با تراشکاری به کمک ابزار الماس، پرداخت سطح را تا حد بالایی و با سرعت قابل توجه انجام داد و صرفا برای پرداخت نهایی که باربرداری و زمان کوتاهی نیاز دارد، از فرآیند پولیشینگ استفاده

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-05-10]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1401.22.10.8.1]

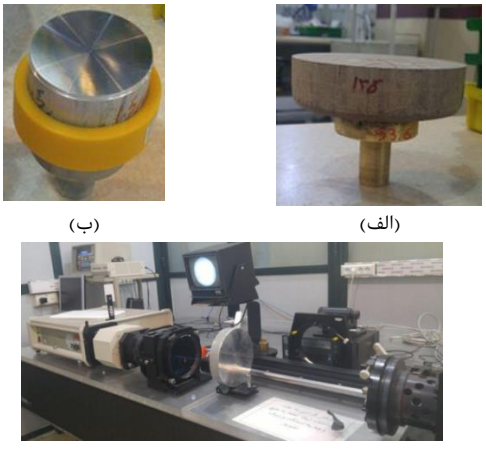
کرد. با ترکیب دو فرآیند، پرداخت بسیار بالا با رعایت جنبه‌های اقتصادی ساخت حاصل خواهد شد.

۱-۲- اندازه‌گیري توپوگرافي سطح

در این تحقیق، پرداخت سطح نهایی بر مبناي روش تداخل‌سنجی و معیار PV اندازه‌گیري شده و مورد بررسي قرار مي‌گیرد. معیار PV یا Rt بیان کننده اختلاف ارتفاع بلندترین و پایین ترین نقطه پروفیل سطح مي‌باشد. از همین رو، این معیار به صورت مستقل از موقعیت صفحه مبنا بیان مي‌شود [5]. مزیت معیار PV این است که اگر قسمت کوچکی از پروفیل سطح دارای انحراف زیادی باشد، این معیار می‌تواند این انحراف را نشان دهد [6]. اندازه‌گیری معیارهای مذکور با استفاده از دستگاه تداخل‌سنج یا اینترفرومتری انجام می‌شود. در صورتي که سطح مورد اندازه‌گیري نسبت به سطح ایده‌آل انحراف برجستگي (محدب) و یا فرورفتگي (مقعر) داشته باشد، شکل فرانژهاي ایجاد شده دایروي خواهد بود. اگر این انحراف فرورفتگي یا برآمدگي متقارن باشد فرانژه‌اي ایجاد شده به صورت دوایر متحدالمرکز مي‌باشند. خطوط سیاه و سفیدي که همان فرانژه‌هاي نور هستند در بهترین حالت باید موازي هم و در پهن‌ترین ابعاد باشند.

۲- تجهیزات

با توجه به خواص مطلوب آلومینیوم نوع ۶۰۶۱، از این آلیاژ برای ساخت آیینه‌های آلومینیومی استفاده می‌شود. ماشین تراش سی ان سی و ماشین پولیش به ترتیب از انواع Machine Station TC-50 و Optotech hpp100cnc مورد استفاده قرار گرفتند. ابزار الماس PCD و از نوع CCGW09T3 برای فرآیند تراشکاری مورد استفاده قرار گرفت. ابزار پولیشینگ از نوع نئوتکس (شکل ۱-الف) به کار گرفته شد که بر روی قطعه‌کار در حالی که در فیکسچر خاص (شکل ۱-ب) قرار داشت، اعمال می‌گردید. در فرایند پولیش آلومینیوم از مواد ساینده شیمیایي از نوع کلوئید آلومینا استفاده شد. خواص سطح با استفاده از زبری سنج Hommel Wave T8000 و تداخل‌سنج زایگو (شکل ۱-ج) اندازه گیری شد.



(الف) (ب)

(ج)

شکل ۱) الف) ابزار نئوتکس ب) نحوه قرارگیري نمونه در فیکسچر مخصوص ج) دستگاه اینترفرومتري زایگو

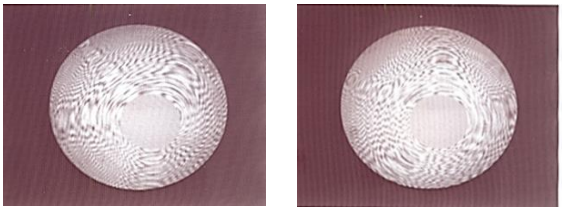
۳-تحلیل نتایج آزمایش‌ها

۳-۱- رویه تجربی انجام آزمایش‌ها

مجموعه آزمایش‌ها شامل دو قسمت اصلی است. در قسمت اول محدوده موثر پارامترهای تراشکاری با ابزار الماس تعیین می‌شود. در قسمت دوم که بخش اصلی تحقیق حاضر است، فرآیند تراشکاری با ابزار الماس با به کارگیری پارامترهای موثر، بر قطعه آلومینیومی اعمال شده و در ادامه تحت فرآیند پولیش قرار می‌گیرد تا پروسه ساخت آیینه آلومینیومی تکمیل شود.

۳-۲- قسمت اول: تعیین محدوده موثر پارامترها

در قسمت اول آزمایش‌ها، سه پارامتر اصلی سرعت دورانی، پیشروی و شعاع نوک ابزار در نظر گرفته شدند. در مجموع ۲۷ آزمایش انجام گردید و پس از عملیات تراشکاري با ابزار الماس، خواص سطوح حاصل توسط دستگاه زبري سنج و دستگاه تداخل سنج اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که پیشروی‌های کمتر از ۵ میکرومتر بر دور تاثیر قابل توجه‌تری بر پرداخت سطح نهایی دارند. همچنین، با توجه به صلبیت دستگاه و لرزش‌های حاصل از شرایط ماشینکاری، سرعت دورانی ۲۲۵۰ دور بر دقیقه شرایط پایدار و داده‌های قابل قبولی را نتیجه داد. ابزار با شعاع لبه در محدوده ۰/۲ تا ۰/۸ میلیمتر بر پرداخت سطح نهایی موثر بوده و برای قسمت اصلی ازمایش‌ها سه سطح ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۸ میلیمتر انتخاب شدند. نمونه‌ای از نتایج تداخل‌سنجی سطوح حاصل از این قسمت در شکل ۲ نشان داده شده است.



(الف) (ب)

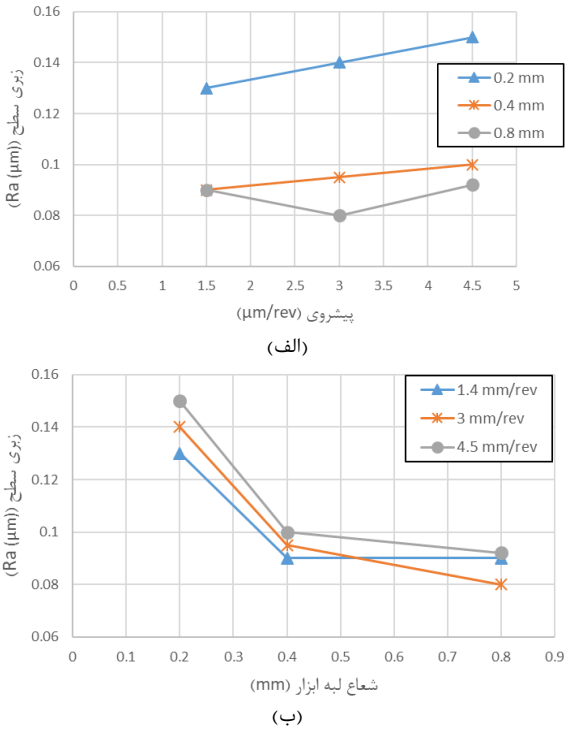
شکل ۲) نتایج اینترفرومتری برای آزمایش‌های تعیین محدوده موثر پارامترهای تراشکاری با ابزار الماس در شرایط الف) پیشروی ۱/۵ میکرومتر بر دور و شعاع لبه ۰/٤ میلیمتر ب) پیشروی ۳ میکرومتر بر دور و شعاع لبه ۰/٤ میلیمتر

۳-۳- قسمت دوم: ساخت آیینه آلومینیومی با اعمال پارامترهای موثر (تراشکاری با ابزار الماس و پولیش)

در این بخش، پارامترهای تعیین شده از قسمت اول برای مرحله تراشکاری با ابزار الماس به کار گرفته شده و قطعات حاصل از تراشکاری وارد مرحله پولیشینگ می‌شوند. لازم به ذکر است که در تراشکاری، پیشروی دارای سه سطح ۱/۵، ۳ و ۴/۵ میکرومتر بر دور در نظر گرفته شده و قطر قطعه‌کار برابر ۶۵ میلیمتر می‌باشد. شکل ۳ اثرات دو پارامتر اصلی شعاع لبه ابزار و پیشروی را بر روی مقادیر زبری سطح نشان می‌دهد.

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-05-10]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1401.22.10.8.1]

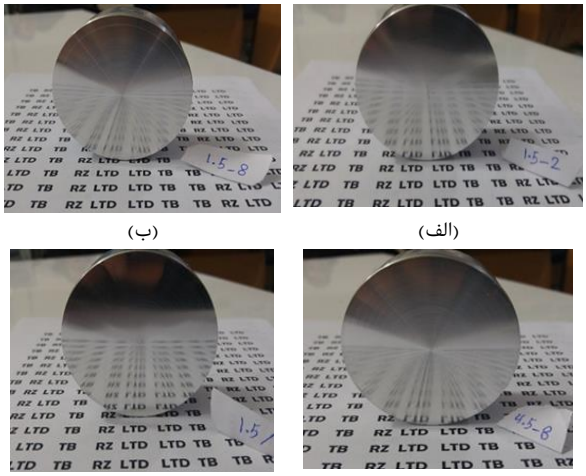


شکل ۳) نمودار اثر تغییرات الف) پیشروي و ب) شعاع لبه ابزار بر زبري سطح قطعات آلومینیومی

شکل ۳-الف اثر تغییرات زبري سطح برحسب شعاع لبه ابزار را در فرایند تراشکاري با ابزار الماس نشان مي‌دهد. به طور کلی، در فرایند تراشکاري با ابزار الماس، با افزایش شعاع لبه ابزار الماس، کیفیت سطح بهبود می‌یابد. اما اگر شعاع لبه برش مقادیر بزرگ انتخاب شود، سطح تماس و اصطکاک در محل درگیری افزایش قابل توجهی یافته و می‌تواند منجر به لرزش و ارتعاش دستگاه گردد که مستقیما پرداخت سطح را کاهش خواهد داد. در این شرایط، اگر ماشینی با مشخصات متفاوت و با صلبیت بالاتر انتخاب شود، می‌توان بدون ایجاد ارتعاشات ناخواسته، مقادیر بزرگتر شعاع لبه برش را به کار گرفت و سطح ماشینکاری شده با پرداخت بالاتر ایجاد نمود. با توجه به آزمایش‌های اولیه و به منظور پرهیز از ارتعاشات نامطلوب، مقادیر ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۸ میلیمتر برای شعاع لبه در نظر گرفته شدند. نتایج زبری سنجی نشان می‌دهد که شعاع لبه ۰/۸ میلیمتر بهترین کیفیت سطح را ایجاد کرده است. با توجه به عدم وجود ارتعاشات این نتیجه از مدل مرسوم بین شعاع لبه و ارتفاع پستی و بلندی سطح پیروی می‌کند.

نتایج تاثیر پیشروی بر زبری سطح (شکل ۳-ب) مشابه فرآیند ماشینکاری سنتی بوده و با افزایش پیشروی فاصله پستی و بلندی ایجاد شده بر روی سطح افزایش یافته و اعداد حاصل از زبری سنجی افزایش می‌یابد. با بررسی نمودار تنها در نقطه با پیشروی ۱/۵ میکرومتر بر دور و شعاع لبه ۰/۸ میلیمتر رفتار متفاوتی مشاهده می‌شود. در این حالت با افزایش پیشروی به ۳ میکرومتر بر دور، زبری سطح کاهش یافته است. در این شرایط، با توجه به اینکه شعاع لبه بزرگ بوده و مقدار پیشروی کوچک است، ماده قطعه‌کار قبل از جدا شدن به صورت براده به سطح ابزار با تنش زیادی فشرده می‌شود. در این حالت ماده قطعه‌کار ممکن است به ابزار چسبیده و سختی بالایی پیدا کند. در ادامه فرآیند، این ماده چسبیده شده در صورت جدا شدن از سطح ابزار می‌تواند بر روی سطح ماشینکاری شده خطوطی را ایجاد کرده و زبری سطح را کاهش دهد. با توجه به نتایج، پایین‌ترین زبری سطح در پیشروی ۳ میکرومتر بر دور و شعاع لبه برش ۰/۸ میلیمتر حاصل شد که معادل ۰/۰۸ میکرومتر بود.

شکل ۴ نمونه‌های قطعات آلومینیومی پس از فرآیند تراشکاری با ابزار الماس را نشان می‌دهند که به منظور تکمیل داده‌های مربوط به زبری سطح ارائه شده است. به منظور نمایش بهتر کیفیت سطوح، صفحه مبنا با کاراکترهاي مشخص در زیر هر نمونه قرار داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، سطح دارای پرداخت بالایی است اما کاملا شرایط مطلوب آیینه‌ای شدن را دارا نیست. سطوح حاصل از این مرحله وارد فرآیند پولیشینگ شده تا سطح آیینه‌ای مطلوب حاصل گردد.



شکل ۴) کیفیت پرداخت سطح بعد از فرایند تراشکاري با ابزار الماس با شرایط الف) پیشروی ۱/۵ میکرومتر بر دور و شعاع لبه ۰/۲ میلیمتر ب) پیشروی ۱/۵ میکرومتر بر دور و شعاع لبه ۰/۸ میلیمتر ج) پیشروی ٤/۵ میکرومتر بر دور و شعاع لبه ۰/۲ میلیمتر د) پیشروی ۱/۵ میکرومتر بر دور و شعاع لبه ۰/٤ میلیمتر

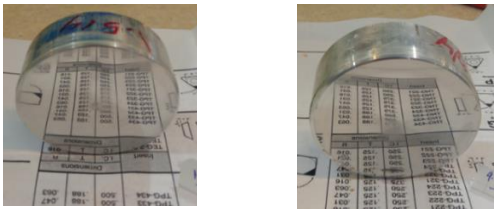
در مرحله دوم آزمایش‌های اصلی، فرآیند پولیشینگ با پارامترهای ثابت بر سطح اعمال می‌شود. با توجه به تمرکز تحقیق حاضر بر وبژگی‌های فرآیند تراشکاری با ابزار الماس، در مرحله دوم، پارامترهای پولیشینگ ثابت در نظر گرفته شده است تا بتوان تاثیر متغیرهای مرحله اول را بر سطح آیینه‌ای نهایی بررسی نمود. در این راستا و در مرحله پولیشینگ، سرعت دورانی ابزار برابر با ۵۰۰ دور بر دقیقه، فشار معادل ۲ بار و زمان پولیش‌کاری ۶۰۰ ثانیه در نظر گرفته شدند. سایر مشخصات این مرحله در بخش ۲ بیان گردید.

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-05-10]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1401.22.10.8.1]

سطح حاصل از پولیشینگ پرداخت بسیاربالایی داشته لذا در کنار زبری سنجی سطح از دستگاه اینترفرومتری (تداخل‌سنج) برای بررسی پرداخت سطح استفاده می‌شود. لازم به ذکر است در این مرحله اعداد زبری سطح همواره بسیار کوچک هستند و ممکن است تغییرات سطوح را به خوبی نشان ندهند. از طرف دیگر، زبری سنجی بر روی یک یا چند پاره خط مستقیم از کل سطح انجام می‌شود، در حالیکه تداخل‌سنجی کل سطح قطعه را اسکن می‌کند. به منظور عملکرد مطلوب آیینه حاصل باید به نتایج تداخل‌سنجی توجه بیشتری شود. در این راستا، در جدول ۱ نتایج زبری‌سنجی برای هر دو مرحله تراشکاری با ابزار الماس و پولیشینگ در کنار نتایج تداخل‌سنجی برای مرحله پولیشینگ (معیار PV) ارائه گردیده است. همچنین کیفیت نمونه‌هایی از سطوح آیینه‌ای حاصل در شکل ۵ نشان داده شده است که با مقایسه با شکل ۴، تاثیر فرآیند پولیشینگ به وضوح قابل مشاهده است.

با توجه به کیفیت نهایي سطوح مشخص مي‌گردد که هرچه پرداخت سطح در فرایند تراشکاري با ابزار الماس بالاتر باشد، با در نظر گفتن شرایط ثابت فرآیند پولیشینگ، سطح آیینه‌ای نهایی دارای کیفیت بالاتر و خواص اپتیکی بهتری خواهد بود که در نهایت منجر به کارایی بالاتر آیینه آلومینیومی خواهد شد.



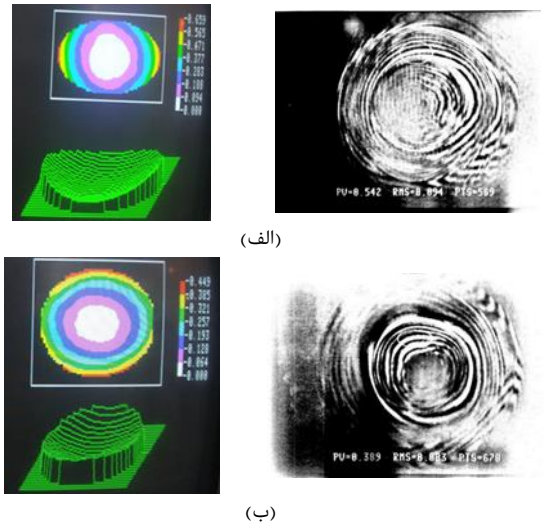
(الف) (ب)

شکل ۵) کیفیت آیینه‌ای سطوح پس از فرآیند پولیشینگ. شرایط تراشکاری الف) پیشروی ٤/٥ میکرومتر بر دور و شعاع لبه ۰/٤ میلیمتر ب) پیشروی ۱/٥ میکرومتر بر دور و شعاع لبه ۰/٤ میلیمتر

جدول ۱) نتایج عملیات تراشکاری با ابزار الماس و پولیش

شماره آزمایش	شرایط تراشکاری با ابزار الماس		زبری سطح پس از فرآیند پولیشینگ (µm)	
	پیشروی (µm/rev)	شعاع لبه ابزار (mm)	معیار Ra	معیار PV
۱	۱/۵	۰/۲	۰/۱	۰/۷
۲	۱/۵	۰/۴	۰/۰۸	۰/۳۸۹
۳	۱/۵	۰/۸	۰/۰۶	۰/۲۹۳
۴	۳	۰/۲	۰/۱	۰/۷۶۲
۵	۳	۰/۴	۰/۰۹	۰/۴۴۹
۶	۳	۰/۸	۰/۰۸	۰/۴۳۹
۷	۴/۵	۰/۲	۰/۱۴	۰/۹۴۱
۸	۴/۵	۰/۴	۰/۰۹	۰/۶۲
۹	۴/۵	۰/۸	۰/۰۹	۰/۵۴۲

شکل ۶ تصاویری از نتایج تداخل‌سنجی سطوح حاصل از فرآیند پولیشینگ را نشان می‌دهد. شکل‌های سمت چپ نمایی کلی از کانتورها و مدل ساده سه بعدی از پروفیل سطح و شکل سمت راست جزئیات کانتورها را نشان می‌دهند. همانطور که در بخش قبل اشاره شد، در اینترفرومتري هر اندازه که خطوط فرانژه یکنواخت‌تر و پهن‌تر باشند، سطح قطعه‌کار، پرداخت و تختی بالاتری خواهد داشت و خواص اپتیکی بالاتری را در دسترس قرار خواهد داد. عدد PV ضریبي از طول موج (لاندا) مي‌باشد. به علت اینکه لیزر مورد استفاده در این دستگاه زایگو هلیوم-نئون مي‌باشد، این ضریب معادل ۶۳۲ نانومتر است. در این صورت، هر عددي که خروجي این دستگاه باشد در عدد ۶۳۰ نانومتر ضرب مي‌شود و عددي بر حسب پارامترهاي سطح بدست مي‌آید.



(الف) (ب)

شکل ۶) نمونه‌هایی از نتایج تداخل‌سنجی سطوح پس از فرآیند پولیشینگ. شرایط تراشکاری الف) پیشروی ٤/٥ میکرومتر بر دور و شعاع لبه ۰/۸ میلیمتر ب) پیشروی ۱/٥ میکرومتر بر دور و شعاع لبه ۰/٤ میلیمتر

۴-نتیجه‌گیری

این تحقیق به فرآیند ساخت آیینه‌های آلومینیومی بر مبنای استفاده از تراشکاری با ابزار الماس پرداخت. در این راستا، ابتدا بازه موثر پارامترهای اصلی تعیین شد و در ادامه دو فرآیند تراشکاری با ابزار الماس و پولیش‌کاری بر سطوح قطعه آلومینیومی اعمال گردید و نتایج زیر حاصل شد:

۱) با توجه به قسمت اول آزمایش‌ها، بازه موثر پیشروی در مقادیر کوچکتر از ۵ میکرومتر بر دور تعیین گردید و در آزمایش‌های اصلی سطوح ۱/۵، ۳ و ۴/۵ میکرومتر بر دور در نظر گرفته شدند. شعاع لبه برش معادل مقادیر ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۸ میلیمتر تعیین شد. با توجه به صلبیت ماشین، سرعت دورانی ثابت و برابر ۲۲۵۰ دور بر دقیقه برای آزمایش‌های اصلی تعیین گردید.

۲) در قسمت دوم و پروسه اصلی ساخت آیینه آلومینیومی، بازه تعیین شده برای شعاع لبه برش از شرایط مربوط به لرزش دستگاه فاصله داشت لذا با افزایش شعاع لبه، سطح با زبری پایین‌تر حاصل گردید. همچنین با افزایش پیشروی، زبری سطح افزایش یافت. تنها در حالت بزرگترین شعاع و کمترین پیشروی روندی متفاوت مشاهده شد که می‌تواند ناشی از چسبندگی ماده قطعه‌کار به ابزار

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-05-10]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1401.22.10.8.1]

و در ادامه جدایش آن باشد که این ماده سخت شده روی سطح، اثرات نامطلوب به جا می‌گذارد.

۳) نتایج تداخل‌سنجی سطوح حاصل از پولیش نشان می‌دهد بهترین نتایج اینترفرومتری سطوح پولیش شده، برای سطوح اولیه‌ای حاصل می‌شود که پس از تراشکاری با ابزار الماس، کمترین زبری سطح را دارا بوده‌اند. در این راستا، بالاترین خواص اپتیکی در پروسه ساخت آیینه آلومینیومی زمانی حاصل می‌شود که پیشروی برابر ۳ میکرومتر بر دور، شعاع لبه برش معادل ۰/۸ میلیمتر و سرعت دورانی برابر ۲۲۵۰ دور بر دقیقه در نظر گرفته شدند (سایر شرایط تراشکاری با ابزار الماس و پولیشینگ به صورت ثابت در نظر گرفته شدند).

تاییدیه اخلاقی: همه جنبه‌های اخلاقی در انجام پژوهش رعایت شده است.

تعارض منافع: نویسندگان تایید می‌نمایند که تعارض منافعی وجود ندارد.

منابع مالی: منابع مالی برای این پژوهش نبوده است.

مراجع

1- Cheung CF, Lee WB. Characterisation of nanosurface generation in single-point diamond turning. International Journal of Machine Tools and Manufacture. 2001;41(6):851-75.

2- Lee WB, Cheung CF, To S. Multi-scale modeling of surface topography in single-point diamond turning. InKey Engineering Materials 2007 (Vol. 340, pp. 1009-1016). Trans Tech Publications Ltd.

3- Childs TH, Sekiya K, Tezuka R, Yamane Y, Dornfeld D, Lee DE, Min S, Wright PK. Surface finishes from turning and facing with round nosed tools. CIRP annals. 2008;57(1):89-92.

4- Shah SC, Geroge PM. Surface roughness modeling in precision turning of aluminium by polycrystalline diamond tool using response surface methodology. Int J Emerge Technol Adv Eng. 2012; 2:41-5.

5- Wyant JC, Creath K. Basic wavefront aberration theory for optical metrology. Applied optics and optical engineering. 1992;11(part 2):28-39.

6- Dabiri S, Dehghan O, Shamekhi M. Matrix in optics. Paya Group. 2010 (In Persian).

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-05-10]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1401.22.10.8.1]