

# Ultranatančno točkovno diamantno struženje kompleksne sinusoidne površine z aktivnim nadzorom točnosti obdelave

Peixing Ning<sup>1</sup> – Ji Zhao<sup>1,2,\*</sup> – Shijun Ji<sup>1</sup> – Jingjin Li<sup>1</sup> – Handa Dai<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerza v Jilinu, Šola za strojništvo in letalsko tehniko, Kitajska

<sup>2</sup>Severovzhodna univerza, Šola za strojništvo in avtomatizacijo, Kitajska

Točkovno struženje z diamantnim orodjem (SPDT) v kombinaciji s tehnologijo Slow Tool Servo (STS) je najbolj razširjena tehnika izdelave optičnih modulov. Priprava poti orodja je prvi in ključni korak, ki ima velik vpliv na topografijo in kakovost površin izdelka po obdelavi. Dosedanje raziskave tehnologije ultranatančne obdelave kompleksnih optičnih površin so bile usmerjene predvsem v pripravo poti orodja, kompenzacijo radija zaokrožitev in analizo topografije obdelanih površin. Le malo pa je študij na temo priprave poti orodja za doseganje točnosti obdelave. V članku je predstavljena metoda priprave poti orodja na osnovi aktivnega nadzora točnosti obdelave (MAAC), ki učinkovito zagotavlja zahtevano točnost obdelave. Pri tehnologiji SPDT se uporablja kombinacija rotacijskega gibanja vretena in linearnega recipročnega gibanja. Vrtenje vretena in recipročno gibanje po osi  $Z$  povzročata napako tetive v smeri rezanja, linearno gibanje v smeri  $X$  pa preostalo napako v smeri podajanja. Preučena je bila odvisnost med potjo orodja in napako obdelave ob upoštevanju omenjenih glavnih virov napak. V članku sta podrobneje predstavljena kompenzacija radija zaokrožitev ter izračun napake tetive in preostale napake. Pot orodja, ki izpolnjuje zahteve glede točnosti obdelave, je tako mogoče izpeljati po obratnem postopku izračuna napake.

Za preverjanje učinkovitosti predlagane metode sta bila opravljena simulacija napak obdelave in eksperiment z obdelavo kompleksne sinusoidne površine. Mejna vrednost preostale napake  $\Delta_{res}$  in napake tetive  $\Delta_{cho}$  je bila nastavljena na  $0,5 \mu\text{m}$ . Za načrtovanje poti orodja, ki prinaša oblikovano površino, je bila uporabljena metoda priprave poti orodja na podlagi MAAC. Simulacija napak obdelave je bila izvedena po obratnem postopku zgornjega izračuna poti orodja. Ugotovljeno je bilo, da so vse napake znotraj  $0,5 \mu\text{m}$ . Za dokazovanje učinkovitosti predlaganega pristopa pri realni obdelavi je bil opravljen eksperiment na stroju Nanoform 250 za SPDT. Obdelana površina je bila izmerjena z optičnim profilometrom na belo svetlobo Zygo newview 9000. Zaradi omejitev merilnega vidnega polja je bilo naključno izbranih osem predelov obdelane površine različnega polmera, vključno z vrhovi, dolinami in vmesnimi območji. Preostala napaka in napaka tetive sta povezani, zato ju je težko meriti in analizirati ločeno. Kakovost obdelave površin je mogoče ocenjevati z največjo višino profila (PV) obdelane površine. Rezultati meritev po izključitvi naključnih napak so pokazali, da je celotno odstopanje (dejanska vrednost PV) obdelane kompleksne sinusoidne površine približno  $2,459 \mu\text{m}$ . Vrednost ne odstopa signifikantno od vnaprej določene vrednosti  $PV = 2 \mu\text{m}$ . Ti rezultati so dokazali, da je metoda MAAC primerna za pripravo poti orodja.

Predstavljena metoda je prispevek k raziskavam nadzora točne obdelave kompleksnih površin s tehnologijo SPDT. Obstajajo pa še drugi dejavniki, ki jih ni mogoče nadzorovati – merilne napake, napake obdelovalnega stroja, obraba orodja in delovna temperatura – zaradi katerih dejanska vrednost PV nekoliko presega vnaprej določeno vrednost PV. V prihodnje bo treba preučiti tudi vpliv teh dejavnikov na napake obdelave površin za doseganje zahtevane točnosti.

**Ključne besede:** aktivni nadzor točnosti obdelave (MAAC), napovedovanje napake obdelave, kompleksna sinusoidna površina, točkovno struženje z diamantnim orodjem (SPDT)