

Toczenie układów mikrosoczewek dynamicznym narzędziem obrotowym

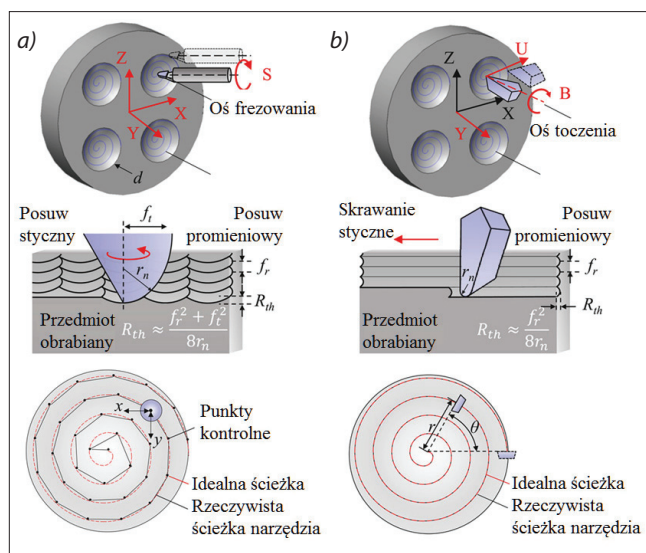
Mikrofrezowanie diamentowe wysokiej jakości matryc mikrosoczewek (*microlens arrays* – MLA) jest niewydajne z powodu pozostawiania nieuniknionych śladów frezowania oraz powolnej spiralnej ścieżki narzędzia interpolowanej odcinkami prostoliniowymi. Tu zaproponowano nowe rozwiązanie procesu toczenia dynamicznym narzędziem obrotowym (*dynamic rotating-tool* – DRT).

Przy obróbce układów MLA stosuje się zwykle mikrofrezowanie z identyczną spiralną ścieżką narzędzia dla każdej soczewki. Trajektoria spiralna jest uzyskiwana przez interpolację ruchu trzech osi liniowych obrabiarki, a każda soczewka ma przypisaną indywidualną oś wirtualną zgodnie z układem matrycy – jak pokazano na rys. 1a. Ponadto, ponieważ materiał jest usuwany przez szybkie wirowanie frezu jednoostrzowego, skrawanie przerywane prowadzi do powstania nierówności na obrabianej powierzchni.

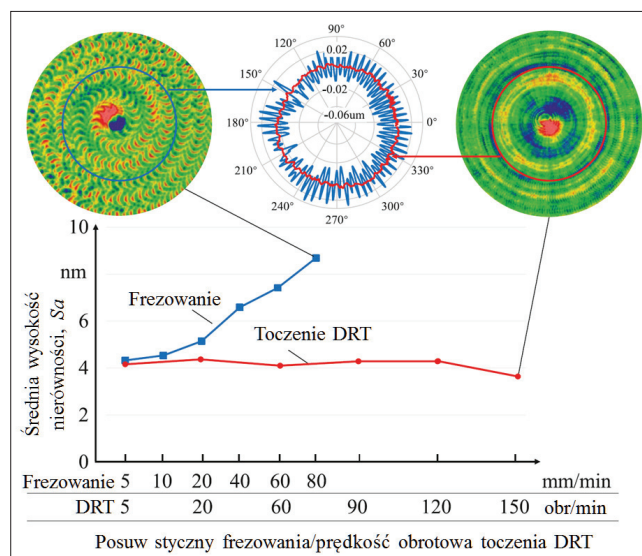
W przeciwieństwie do frezowania toczenie może tworzyć prawdziwą spiralną ścieżkę narzędzia, bez śladów obróbki wzdłuż posuwu stycznego. Jednak w konwencjonalnym procesie toczenia nie można wyprodukować każdej soczewki z identyczną obrotowo symetryczną ścieżką narzędzia, ponieważ trajektoria narzędzia jest zgodna ze środkiem geometrycznym całego układu soczewek, który zwykle znajduje się na osi wrzeciona obrotowego. Idealnym rozwiązaniem jest połączenie zalet frezowania i toczenia, tj. zastosowanie niezależnej ścieżki spiralnej dla każdej soczewki, za pomocą narzędzia tokarskiego obracanego zgodnie z indywidualną osią geometryczną każdej soczewki, co pozwala na utrzymanie powierzchni natarcia narzędzia zawsze prostopadle do kierunku skrawania. Niezmienny promień obrotu narzędzia powoduje, że proces jest podobny do obróbki jednoostrzowym frezem diamentowym, stosowanej w przypadku

powierzchni płaskich lub rowków pierścieniowych. Aby można było uzyskać trajektorię spiralną, narzędzie tokarskie musi mieć zmienny promień wychyleń – jak pokazano na rys. 1b.

Na rys. 2 porównano zmierzoną chropowatość powierzchni dla sześciu prób frezowania diamentowego z różnymi prędkościami posuwu oraz sześciu prób toczenia DRT z różnymi prędkościami obrotowymi w osi B. W przypadku frezowania chropowatość powierzchni stale rośnie wraz ze wzrostem prędkości posuwu, ponieważ większy posuw prowadzi do zwiększenia wysokości nierówności – jak pokazano na rys. 1a. Podczas toczenia DRT, ze względu na inną charakterystykę usuwania materiału, zmiana prędkości skrawania nie ma bezpośredniego wpływu na chropowatość. Można więc zauważyć, że chropowatość nie wzrasta wraz z prędkością skrawania.



Rys. 1. Schemat procesów obróbki matrycy mikrosoczewek: a) frezowanie, b) toczenie DRT



Rys. 2. Doświadczalne porównanie wyników frezowania diamentowego i toczenia DRT

Przeprowadzone próby wykazały około 9-krotny wzrost wydajności obróbki oraz zwiększoną zdolność do produkcji mikrosoczewek Fresnela.

Opracował: prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak

LITERATURA

XinQian Zhang, ZhenDong Wang, Zhe Zhang, LiMin Zhu. "Dynamic rotating-tool turning of micro lens arrays". *CIRP Annals - Manufacturing Technology*. 71 (2022): 65–68, <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2022.04.008>.