

# Frezowanie oscylacyjne powierzchni płaskich

## Oscillating milling of the flat surfaces

ŁUKASZ NOWAKOWSKI  
MICHAŁ SKRZYNIARZ  
EDWARD MIKO\*

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.312

Przedstawiono wyniki badań zastosowania obróbki oscylacyjnej podczas frezowania walcowego powierzchni płaskich. Przeanalizowano wpływ sposobu prowadzenia obróbki oscylacyjnej na wybrane parametry chropowatości powierzchni. **SŁOWA KLUCZOWE:** frezowanie, chropowatość powierzchni, obróbka oscylacyjna

*Described are results of the application processing oscillatory milling of the flat surfaces. The analysis has been subjected to influence the conduct of processing oscillatory on selected parameters of surface roughness.*

**KEYWORDS:** milling, surface roughness, oscillatory machining.

Jednym z istotnych czynników mających wpływ na kształtowanie struktury geometrycznej powierzchni jest sposób prowadzenia obróbki [1÷3]. Dokładność ruchów realizowanych w czasie procesu technologicznego przez maszynę odzwierciedla kształt wykonanego przedmiotu [1, 4], zwłaszcza jego powierzchni cylindrycznych [5÷7]. W przypadku obróbki tokarskiej sposób przemieszczania się narzędzia względem przedmiotu obrabianego jest jednoznaczny, co wynika bezpośrednio z kinematyki prowadzenia procesu obróbki; natomiast wykończeniowa obróbka frezarska [8] umożliwia kilka sposobów prowadzenia narzędzia względem przedmiotu obrabianego. Jednym z nich jest frezowanie oscylacyjne. Do głównych zalet tego typu obróbki zalicza się możliwość wykorzystania całej krawędzi skrawającej podczas realizacji obróbki, co wydłuża trwałość narzędzi.

W pracy przedstawiono wpływ sposobu prowadzenia procesu obróbki oscylacyjnej na chropowatość wytworzonych powierzchni.

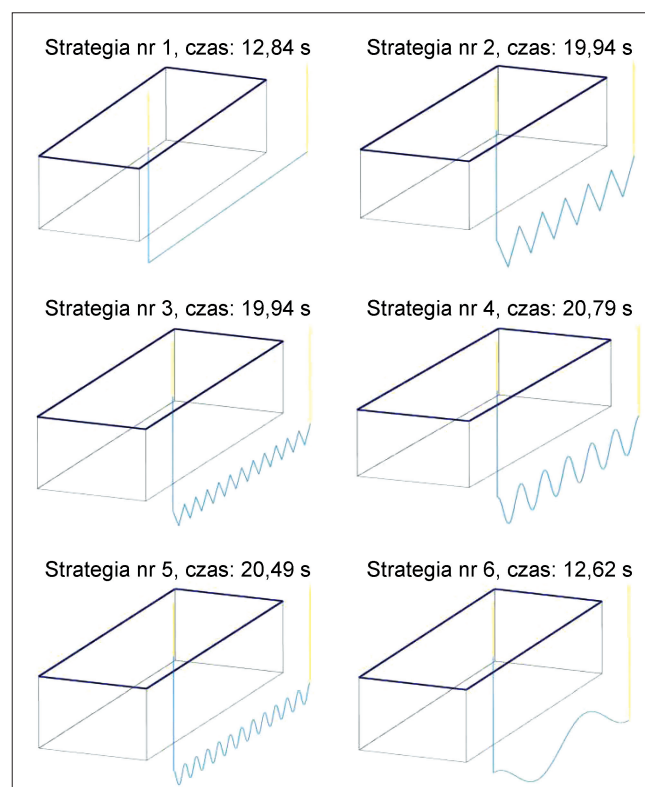
### Metodyka badań

Badania polegały na wykończeniowym frezowaniu walcowym zewnętrznej powierzchni próbek w kształcie prostopadłościanu wykonanych ze stopu PA6. Proces obróbki skrawaniem był realizowany z zalewowym podawaniem cieczy chłodząco-smarującej na centrum frezarskim Hermle B300. Jako narzędzie użyto frez walcowo-czołowy firmy Sandvik Coromant o średnicy  $\varnothing 10$  mm. W próbach skrawania przyjęto następujące parametry: prędkość skrawania  $v_c = 470$  m/min, posuw  $v_f = 500$  mm/min, głębokość skrawania  $a_p = 20$  mm, dosuw boczny  $a_e = 0,2$  mm.

Na rys. 1. przedstawiono rodzaje ścieżek wygenerowanych przez program Mastercam X5: strategia nr 1 – prze-

jazd liniowy w osi Y, strategia nr 2 – przejazd oscylacyjny o amplitudzie 10 i okresie 20 mm, strategia nr 3 – przejazd oscylacyjny o amplitudzie 5 i okresie 10 mm, strategia nr 4 – przejazd oscylacyjny z łagodnymi przejściami, w kształcie sinusoidy o amplitudzie 10 i okresie 20 mm, strategia nr 5 – przejazd w kształcie sinusoidy o amplitudzie 5 i okresie 10 mm, strategia nr 6 – przejazd sinusoidalny o amplitudzie 10 i okresie 40 mm. Kolorem niebieskim pokazano ścieżkę przemieszczania się środka narzędzia względem przedmiotu obrabianego.

Pomiary struktury geometrycznej powierzchni wykonano na profilometrze optycznym Talysur CCI Lite firmy Taylor Hobson z obiektywem o powiększeniu  $50\times$  i z rozdzielczością w osi Z 10 pm, a w osiach X i Y – 0,33  $\mu\text{m}$ .



Rys. 1. Widok ścieżek obróbkowych

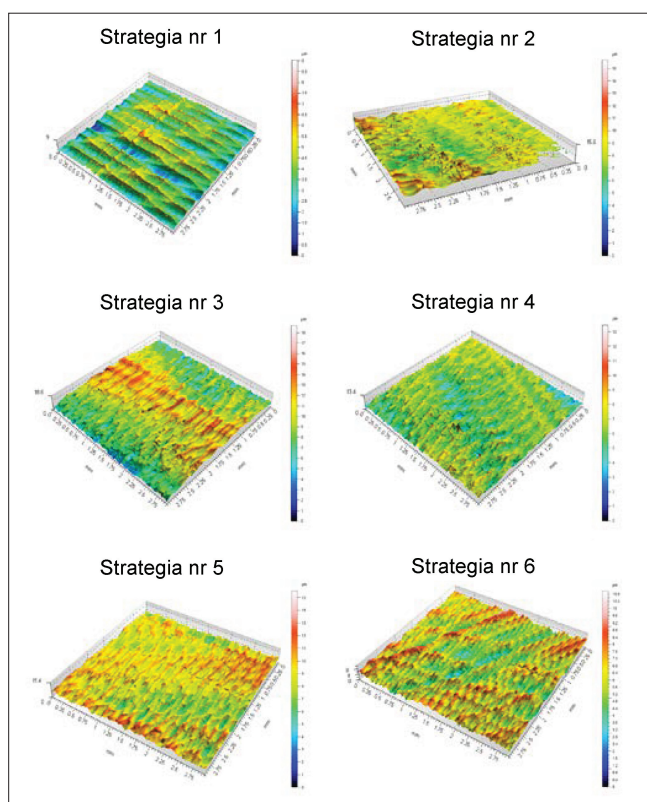
Wyniki pomiarów struktury geometrycznej powierzchni 3D części zestawiono w tabl. I. Na ich podstawie stwierdzono, że sposób prowadzenia obróbki ma wpływ na chropowatość wytworzonej powierzchni. Najmniejszą średnią arytmetyczną wysokości powierzchni  $S_a$  zaobserwowano dla strategii nr 1 – wyniosła ona 0,749  $\mu\text{m}$ . Dla pozostałych strategii wartość zmierzonego parametru  $S_a$  miała większe wartości, maksimum  $S_a = 1,82$   $\mu\text{m}$  osiągnęła dla strategii nr 5. Przyczyną tego jest zmiana kierunku przemieszczania się narzędzia w osi Z.

\* Dr inż. Łukasz Nowakowski (lukasn@tu.kielce.pl), mgr inż. Michał Skrzyniarz (skrzyniarzmichal@gmail.com), dr hab. inż. Edward Miko prof. PŚk (emiko@tu.kielce.pl) – Katedra Technologii Mechanicznej i Metrologii Politechniki Świętokrzyskiej

Adekwatne wyniki uzyskano dla parametru  $Sq$  chropowości powierzchni, czyli średniokwadratowej wysokości powierzchni. Najmniejszą wartość parametru  $Sq = 0,993 \mu\text{m}$  otrzymano dla strategii nr 1, natomiast największą –  $2,214 \mu\text{m}$  – zmierzono dla strategii nr 5.

TABLICA I. Wyniki pomiaru chropowości powierzchni

|             | Sa, $\mu\text{m}$ | Sq, $\mu\text{m}$ | Ssk    | Sku   |
|-------------|-------------------|-------------------|--------|-------|
| Strategia 1 | 0,749             | 0,933             | 0,045  | 2,933 |
| Strategia 2 | 0,882             | 1,114             | -0,219 | 3,232 |
| Strategia 3 | 1,021             | 1,292             | -0,174 | 3,148 |
| Strategia 4 | 0,962             | 1,22              | 0,044  | 3,294 |
| Strategia 5 | 1,82              | 2,214             | -0,029 | 2,557 |
| Strategia 6 | 1,038             | 1,3               | -0,1   | 2,891 |

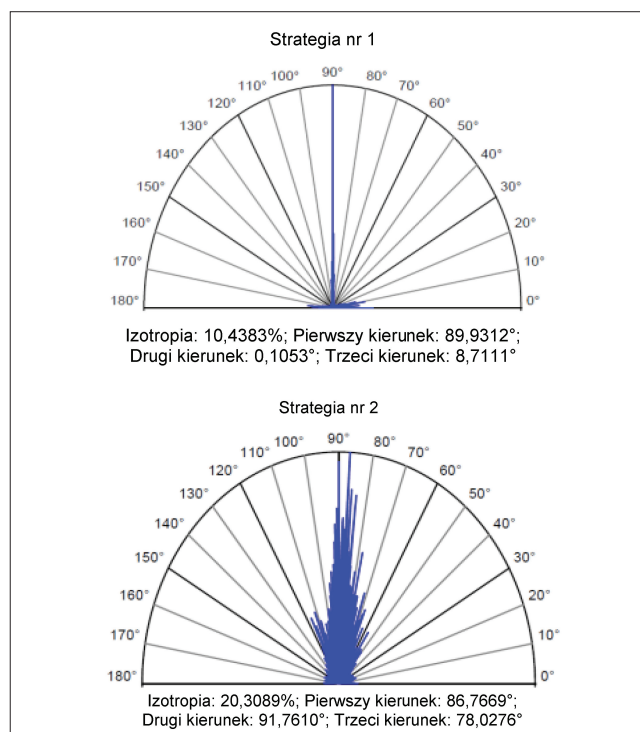


Rys. 2. Izometryczne obrazy 3D

W przypadku parametru  $Ssk$  opisującego asymetrię powierzchni 3D najmniejszą odnotowaną wartość uzyskano dla strategii nr 2 ( $Ssk = -0,219$ ), czyli prowadzenia oscylacyjnie narzędzia względem przedmiotu obrabianego. Największa wartość tego parametru wystąpiła przy strategii nr 1 – liniowego przejazdu w jednej osi – i wyniosła  $Ssk = 0,045$ .

Największa odnotowana wartość parametru  $Sku$ , czyli kurtozy powierzchni, wystąpiła dla strategii nr 4, najmniejsza zaś dla strategii nr 5. Sposób prowadzenia obróbki w przypadku strategii nr 2 i 4 różnił się jedynie sposobem przejścia w osi Z. Ze względu na to różnice średnich wyników odnoszących się do chropowości powierzchni są niewielkie. Różnica pomiędzy tymi strategiami dla parametru  $Sa$  wynosi  $0,08 \mu\text{m}$ . Izometryczne obrazy 3D uzyskanych powierzchni przedstawiono na rys. 2.

Poza parametrami 3D chropowości przeanalizowano kierunkowość struktury powierzchni. Okazało się, że prowadzenie obróbki oscylacyjnej zmienia kierunkowość w porównaniu z klasycznym sposobem prowadzenia obróbki. Na rys. 3 przedstawiono kierunkowość struktury geometrycznej powierzchni dla wybranych strategii.



Rys. 3. Kierunkowość struktury

## Podsumowanie

Przeprowadzone próby skrawania pozwoliły określić, jak strategia prowadzenia obróbki oscylacyjnej wpływa na strukturę geometryczną powierzchni. Z badań wynika, że po obróbce oscylacyjnej uzyskano większy parametr średniej arytmetycznej wysokości profilu w porównaniu ze standardowym procesem prowadzenia obróbki wykończeniowej. Dla strategii przejazdu w jednej osi parametr  $Sa$  wyniósł  $0,749 \mu\text{m}$ , natomiast dla strategii oscylacyjnej nr 5 wyniósł on  $1,82 \mu\text{m}$ . Zauważano, że obróbka oscylacyjna daje możliwość zmiany kierunkowości struktury dzięki płynnemu przejazdowi narzędzia w osi Z.

## LITERATURA

- Nowakowski Ł., Miko E. „Analiza czynników wpływających na strukturę geometryczną powierzchni poddanych obróbce skrawaniem”. *Mechanik*. R. 88, nr 8-9 (2015): s. 11+18.
- Zawada-Tomkiewicz A., Ściegienka J. „Monitoring of a micro-smoothing process with the use of machined surface images”. *Metrology and Measurement Systems*. No. 18, Iss. 3 (2011): pp. 419+428.
- Ryu S.H., Choi D.K., Chu C.N. „Roughness and texture generation on end milled surfaces”. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*. Vol. 46, No. 3-4 (2006): pp. 404+412.
- Nowakowski Ł., Miko E. „Analysis and Verification of Surface Roughness Constitution Model After Machining Process”. *XIIIth international scientific and engineering conference hermetic sealing, vibration reliability and ecological safety of pump and compressor machinery-HERVICON-2011*. Vol. 39, pp. 395+404.
- Adamczak S., Zmarzły P., Janecki D. „Theoretical And Practical Investigations Of V-Block Waviness Measurement of Cylindrical Parts”. *Metrology and Measurement System*. Vol. XXII, Iss. 2 (2015): pp. 181+192.
- Gapiński B., Wieczorowski M. „Measurement of Diameter and Roundness on Incomplete Outline of Element with Three-Lobbing Deviation”. *24th DAAAM International Symposium On Intelligent Manufacturing And Automation, 2013, Book Series: Procedia Engineering*. Vol. 69 (2014): pp. 247+254.
- Janusiewicz A., Adamczak S., Makiela W., Stępień K. „Determining the theoretical method error during an on-machine roundness measurement”. *Measurement*. Vol. 44 (2011): pp. 1761+1767.
- Imani B.M., Layegh E. „Comprehensive Simulation of Surface Texture for an End-Milling Process”. *Scientia Iranica*. Vol. 15, No. 3 (2008): pp 340+347. ■