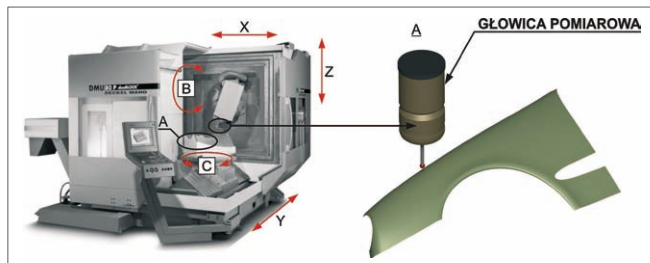


# Pomiar powierzchni swobodnych na obrabiarce CNC przy uwzględnieniu zmian geometrii narzędzia skrawającego

ANDRZEJ KAWALEC, MAREK MAGDZIAK, IRENEUSZ CENA\*

Na podstawie przeglądu literatury [1 ÷ 3] można wyróżnić wiele strategii pomiaru powierzchni swobodnych, które mogą mieć zastosowanie w trakcie pomiaru przedmiotów na obrabiarce sterowanej numerycznie (CNC). Pomiar przedmiotu na obrabiarce CNC jest obecnie powszechnie stosowany w praktyce przemysłowej. Pomiar ten jest możliwy poprzez zastosowanie głowicy pomiarowej zamontowanej we wrzecionie danej obrabiarki (rys. 1).



Rys. 1. Przykład pomiaru na obrabiarce CNC

Programowanie procesu pomiaru na obrabiarce CNC, podobnie jak w przypadku pomiaru realizowanego z wykorzystaniem współrzędnościowych maszyn pomiarowych, może być wspomaganie poprzez zastosowanie systemów komputerowego wspomaganie procesu pomiaru, do których można zaliczyć np.:

- 3D Form Inspect (M&H Inprocess Messtechnik GmbH),
- FormControl V4 (Blum-Novotest GmbH),
- Inspection Plus (Renishaw plc),
- PC-DMIS NC Gage (M&H Inprocess Messtechnik GmbH),
- PowerINSPECT OMV (Delcam),
- Productivity + (Renishaw plc),
- Renishaw OMV (Renishaw plc).

Wykorzystanie tego oprogramowania umożliwia pomiar powierzchni swobodnych bezpośrednio w warunkach produkcyjnych.

## Badania doświadczalne

W trakcie procesu obróbki na obrabiarkach CNC na dokładność wykonania danego przedmiotu mają wpływ:

- kinematyka danej obrabiarki CNC,
- temperatura,
- siły skrawania,
- układ sterowania danej obrabiarki CNC.

Ponadto czynnikami wpływającymi na dokładność wytwarzania są zmienna długość narzędzia skrawającego oraz rzeczywista wartość jego promienia. Są one wywołane:

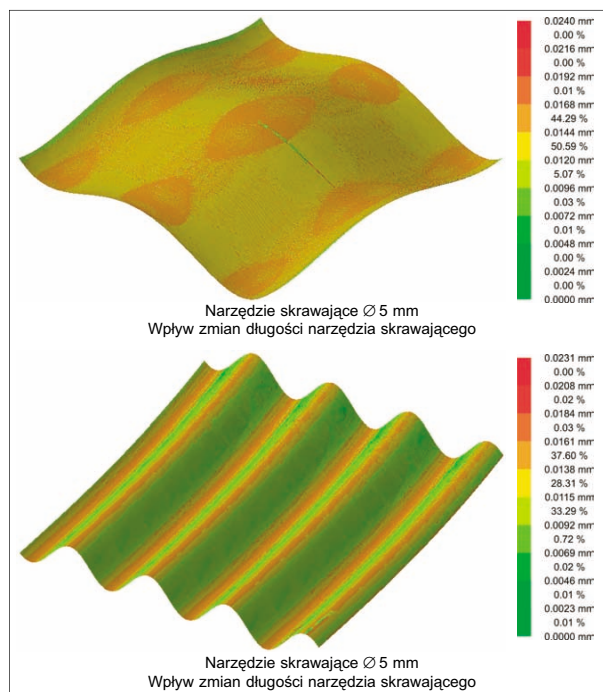
- zamocowaniem narzędzia we wrzecionie obrabiarki CNC,
- zamocowaniem płytki skrawającej,
- powtarzalnością systemu pomiarowego narzędzia.

Badania określające wpływ wymienionych czynników zostały przeprowadzone w Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego Politechniki Rzeszowskiej na obrabiarce CNC DMU 80P duoBLOCK wyposażonej w układ sterowania SINUMERIK 840D oraz system pomiaru narzędzia LaserControl NT firmy Blum-Novotest GmbH. Rozrzut wartości długości narzędzia obliczony na podstawie wyników badań wynosi 0,015 mm, a wartości promienia 0,018 mm.

\* Prof. dr hab. inż. Andrzej Kawalec (prof. PRz), mgr inż. Marek Magdziak – Katedra Techniki Wytwarzania i Automatykacji Politechniki Rzeszowskiej, mgr inż. Ireneusz Cena – Prototype and Engineering Center s.r.o., DTS – Engineering GmbH

## Badania numeryczne

Celem badań numerycznych była wizualizacja wpływu zmian długości narzędzia skrawającego i jego promienia na geometrie wybranych powierzchni swobodnych o różnym stopniu skomplikowania. Badania numeryczne przeprowadzono z wykorzystaniem programu CATIA V5R19, a w szczególności modułów Surface Machining i Digitized Shape Editor. Badania obejmowały symulację procesu wytwarzania ubytkowego i porównanie wyników symulacji w postaci modeli obrobionych powierzchni, uzyskanych dla skrajnych wartości zarówno długości, jak i promienia narzędzia skrawającego. Na etapie symulacji, wartość tolerancji procesu obróbki wynosiła 0,01 mm, a odległość między sąsiednimi ścieżkami narzędzia 0,1 mm. Badania numeryczne przeprowadzono dla narzędzi skrawających o średnicach 5 i 10 mm, a ich wybrane wyniki przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Wyniki badań numerycznych

Przeprowadzone badania doświadczalne i numeryczne wskazują, że strategia pomiaru, mająca na celu uzyskanie wysokiej jakości wytwarzania danego przedmiotu, powinna uwzględniać regularne pomiary narzędzia skrawającego. Dodatkowo strategia pomiaru przedmiotów na obrabiarce sterowanej numerycznie bezpośrednio w warunkach produkcyjnych, dotycząca rozmieszczenia punktów pomiarowych na mierzonej powierzchni, powinna uwzględniać prawdopodobne miejsca występowania największych odchyłek wykonania przedmiotu obrabianego. Wyniki badań numerycznych mogą posłużyć do próby wydzielenia obszarów na mierzonej powierzchni swobodnej, które mają się cechować większą gęstością rozłożenia punktów pomiarowych.

*Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2009-2011 jako projekt badawczy.*

## LITERATURA

1. D. F. ELKOTT, H. A. ELMARAGHY, W. H. ELMARAGHY: Automatic sampling for CMM inspection planning of free-form surfaces. *International Journal of Production Research*, 40/2002 (11), 2653 ÷ 2676.
2. D. F. ELKOTT, S. C. VELDHUIS: Isoparametric line sampling for the inspection planning of sculptured surfaces. *Computer-Aided Design*, 37/2005 (2), 189 ÷ 200.
3. D. F. ELKOTT, S. C. VELDHUIS: CAD-based sampling for CMM inspection of models with sculptured features. *Engineering with Computers*, 23/2007 (3), 187 ÷ 206.