

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

Andrzej Kawalec, Marek Magdziak, Ireneusz Cena

Katedra Technik Wytwarzania i Automatykacji
Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa
Politechnika Rzeszowska
ul. W. Pola 2
35-959 Rzeszów
e-mail: ak@prz.edu.pl, marekm@prz.edu.pl

Streszczenie

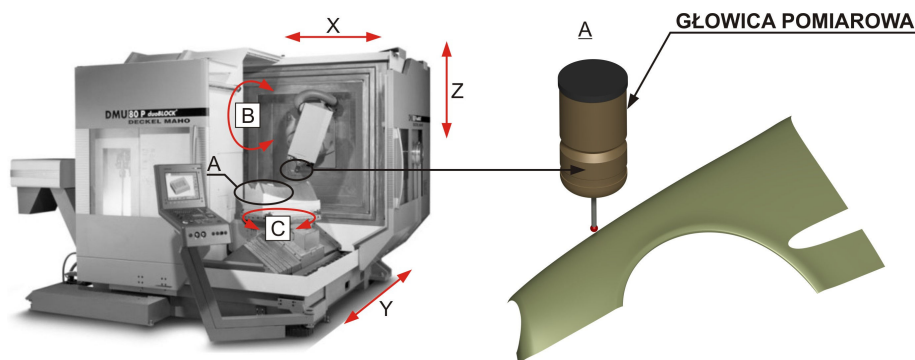
W artykule zaproponowano uzupełnienie strategii pomiaru realizowanego bezpośrednio w warunkach produkcyjnych o czynniki wynikające ze zmiennej długości narzędzia skrawającego i rzeczywistej wartości jego promienia. Przedstawiono wyniki badań doświadczalnych oraz numerycznych wizualizujących wpływ zmiany długości i promienia narzędzia na geometryczną postać wybranych powierzchni swobodnych.

Abstract

In this paper a supplement of conventional strategy of measurements of free-form surfaces directly on CNC machine tool is proposed. Results of experimental and numerical investigations are presented which show how small changes in real working length and real working radius of applied milling cutter influence the shape and accuracy of machining a workpiece containing some free-form surfaces.

Wprowadzenie

Na podstawie przeglądu literatury [1-3] można wyróżnić szereg 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

Przykładami producentów głowic pomiarowych możliwych do zastosowania na obrabiarce CNC są:

- Blum-Novotest GmbH,
- HEIDENHAIN,

IX Forum Inżynierskie ProCAx 2010 Sosnowiec/Siewierz

- MARPOSS S.p.A.,
- M&H Inprocess Messtechnik GmbH,
- Renishaw plc.

Programowanie procesu pomiaru na obrabiarce CNC, podobnie jak w przypadku pomiaru realizowanego z wykorzystaniem współrzędnościowych maszyn pomiarowych, może być wspomagane 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 z wykorzystaniem obrabiarek CNC na dokładność wykonania danego przedmiotu mają wpływ m.in. następujące czynniki:

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

Ponadto czynnikami, które także wpływają na dokładność wytwarzania są zmienna długość narzędzia skrawającego oraz rzeczywista wartość jego promienia, które są wywołane:

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

Badania doświadczalne, określające wpływ powyższych czynników zostały przeprowadzone w Laboratorium Badań Materiałów dla Przemysłu Lotniczego Politechniki Rzeszowskiej z wykorzystaniem obrabiarki CNC DMU 80P duoBLOCK wyposażonej w układ sterowania SINUMERIK 840D oraz system pomiaru narzędzia LaserControl NT firmy Blum-Novotest GmbH. Wyniki badań doświadczalnych przedstawiono w tabeli 1. Na podstawie wyników badań doświadczalnych obliczony rozrzut wartości długości narzędzia wynosi 0.015 mm, a wartości promienia 0.018 mm.

Tab. 1. Wyniki badań doświadczalnych

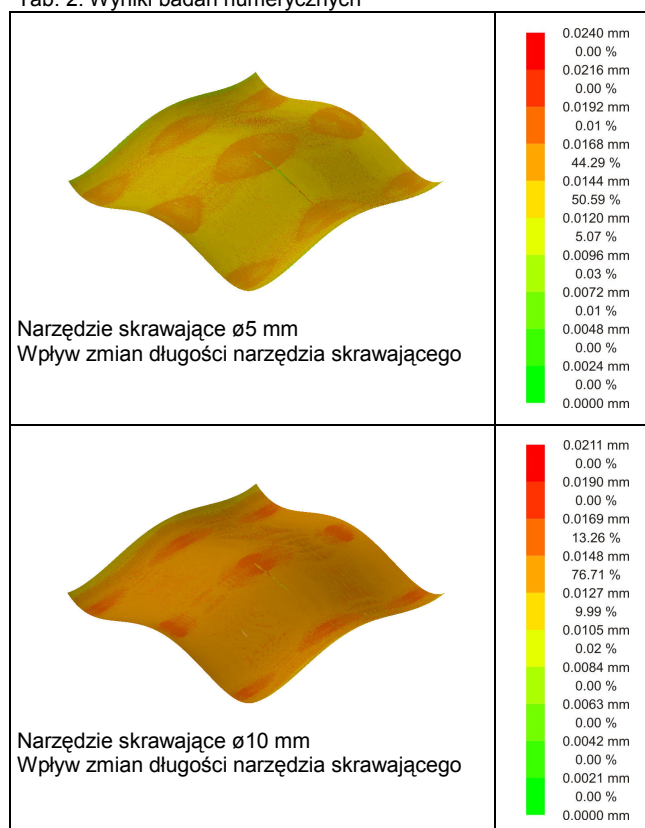
Mocowanie płytki skrawającej narzędzia	Mocowanie narzędzia we wrzecionie obrabiarki CNC	Powtarzalność systemu laserowego	Promień narzędzia R, mm	Długość narzędzia L, mm	
			8.001	187.053	
			8.001	187.055	
			8.002	187.057	
				8.002	187.060
				8.001	187.062
				8.002	187.063
				8.003	187.065
				8.004	187.066
				8.003	187.068

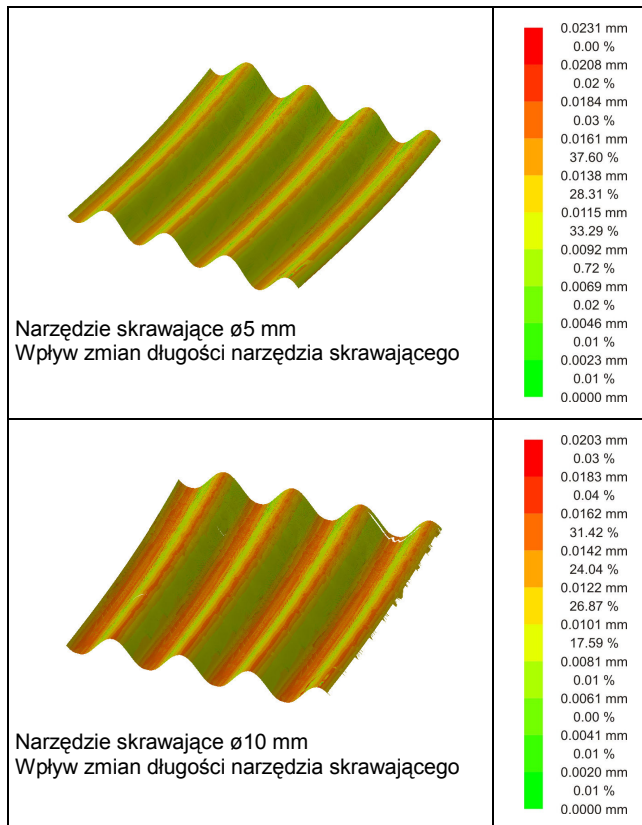
		8.015	187.063
		8.015	187.063
		8.015	187.063
		8.017	187.064
		8.017	187.065
		8.019	187.065
		8.019	187.066
		8.019	187.066
		8.019	187.066
		8.012	187.066
		8.011	187.067
		8.012	187.066
		8.013	187.066
		8.012	187.067
		8.011	187.068
		8.014	187.067
		8.012	187.068
		8.013	187.067
		Rozrzut	0.015
			0.018

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 pomiędzy sąsiednimi ścieżkami narzędzia 0.1 mm. Badania numeryczne przeprowadzono dla narzędzi skrawających o średnicach 5 i 10 mm, a ich wybrane wyniki przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Wyniki badań numerycznych





Podsumowanie

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 cechować się większą gęstością rozłożenia punktów pomiarowych.

Bibliografia

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