

Programowanie obróbki frezu pełnowęglkowego z wykorzystaniem systemu MTS

MTS supported programming method for solid carbide end mill machining process

JAN BUREK
MARCIN SAŁATA
JAROSŁAW BUK
PAWEŁ SUŁKOWICZ *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.5-6.91

Artykuł z XIII Forum Inżynierskiego ProCAx 2015

Przedstawiono proces szlifowania i programowania obróbki frezu pełnowęglkowego. Stanowisko badawcze zbudowano na bazie 5-osiowego centrum szlifierskiego Fortis firmy ISOG. **SŁOWA KLUCZOWE:** szlifowanie frezu, geometria frezu, programowanie obróbki frezu

Described in the paper is programming process covering grinding and machining operations in production of the carbide end mills for aluminum alloys. The respective test stand was built with reference to FORTIS 5-axis grinding center from ISOG.

KEYWORDS: end mill grinding, end mill geometry, programming of end mill grinding operation, end mill flute grinding operation

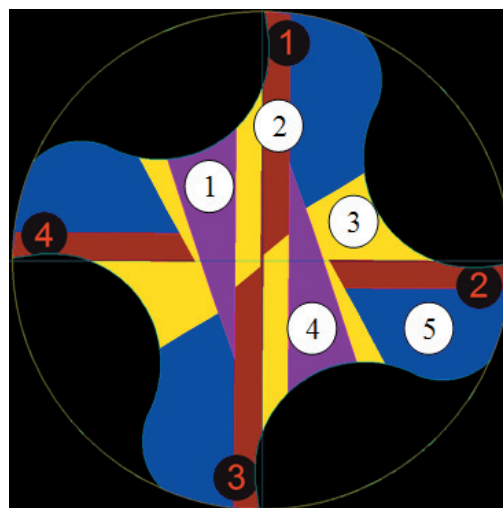
Głównym problemem podczas obróbki stopów aluminium – obok nieciągłej pracy ostrza i nadmiernej temperatury – jest odprowadzanie wiórów ze strefy obróbki. Jest to widoczne zwłaszcza w procesie wysokowydajnego skrawania (*high performance cutting* – HPC) oraz w procesie obróbki z wysokimi prędkościami skrawania (*high speed cutting* – HSC). Ze względu na wymagania jakościowe wobec powierzchni przedmiotów po obróbce istotny jest taki dobór narzędzi, by możliwe było uzyskanie oczekiwanej stereometrii powierzchni [2÷4]. Dlatego poszukuje się odpowiedniej makro- i mikrogeometrii narzędzi.

Nie tylko powierzchnia rowka wiórowego, lecz także mikro- i makrogeometria frezu muszą się charakteryzować wysoką dokładnością kształtowo-wymiarową, odpowiednim stanem warstwy wierzchniej, a przede wszystkim właściwą chropowatością powierzchni. Dlatego tak ważne jest, aby parametry procesu szlifowania narzędzi zapewniały spełnienie wysokich wymagań jakościowych stawianych częściom, zwłaszcza w przemyśle lotniczym oraz motoryzacyjnym [1, 4].

Charakterystyka układu sterowania

Oprogramowanie MTS AG jest przeznaczone do szlifierek narzędziowych CNC. Program MTS ma modułową budowę i przejrzysty interfejs. Oferuje zintegrowaną kontrolę kolizji, wizualizację, pomoc *on-line* oraz symulację 3D. Aplikacja umożliwia profesjonalną produkcję i regenerację narzędzi typu: frezy walcowe i walcowo-czołowe, wiertła kręte, lufowe i trepanacyjne, gwintowniki, piły tarczowe oraz narzędzia specjalne o niestandardowym zarysie.

Program prowadzi użytkownika przez proces programowania narzędzia: począwszy od tworzenia półfabrykatu, poprzez zdefiniowanie geometrii narzędzia, aż do etapu końcowego, którym jest wygenerowanie kodu NC. Wpro-



Rys. 1. Widok symulacji 2D powierzchni czołowej frezu z podcięciem ostrza z lewej i prawej strony: kolor purpurowy – dodatkowe podcięcie ostrza (1, 4), kolor czerwony – ostrza (2), kolor żółty – rowek na czole (3), kolor niebieski – pomocniczy kąt przyłożenia (5)

wadzone dane są bezpośrednio wspierane poprzez podgląd graficzny. Dodatkowo istnieje możliwość wywołania pomocy *on-line*.

Narzędzia MTS AG pozwalają na zwizualizowanie procesu tworzenia narzędzia w formacie 2D (rys. 1) oraz 3D, z uwzględnieniem użytych ściernic [5]. Dostępna jest także wizualizacja 3D procesu wytwarzania z uwzględnieniem kinematyki maszyny. Do największych zalet oprogramowania należą: kontrola kolizji pakietu ściernic z uchwytom narzędziowym (wizualizacja 2D oraz 3D), a także kontrola na etapie generowania kodu NC.

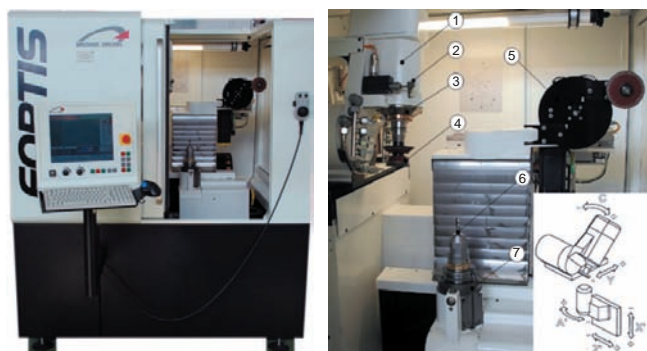
Symulacja 3D odzwierciedla kształt gotowej części po obróbce, co ułatwia analizę geometrii i jej optymalizację przed rozpoczęciem obróbki. Wszystkie dane opisujące geometrię narzędzia i ściernice wprowadzane są dialogowo. Błędnie wpisane dane można wykryć dzięki funkcji *Calculate*.

Mimo wielu zalet system MTS AG nie jest intuicyjny. Nie ma w nim wskazówek, które prowadziłyby programistę krok po kroku podczas programowania. Umiejętność obsługi tego systemu wymaga dobrej znajomości aplikacji, a także szerokiej wiedzy z zakresu budowy i geometrii narzędzia.

Stanowisko badawcze

Stanowisko badawcze zbudowano na bazie 5-osiowej szlifiarki narzędziowej Fortis firmy ISOG przedstawionej na rys. 2. Maszyna służy do produkcji oraz regeneracji narzędzi takich, jak wiertła i frezy. Jest to pionowe centrum CNC wykorzystujące trzy osie liniowe (X' , Y , Z') oraz dwie osie obrotowe (A' , C).

* Dr hab. inż. Jan Burek prof. PRz (jburek@prz.edu.pl), mgr inż. Marcin Sałata (msalata@prz.edu.pl), mgr inż. Jarosław Buk (jbuk@prz.edu.pl), mgr inż. Paweł Sułkowicz (sulkowicz@prz.edu.pl) – Katedra Techniki Wytwarzania i Automatyzacji, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej



Rys. 2. Sztwierka narzędziowa Fortis: 1 – wrzeciono szlifierskie, 2 – sonda pomiarowa, 3 – głowica szlifierska, 4 – pakiet ściernic, 5 – magazyn narzędziowy, 6 – przedmiot obrabiany, 7 – uchwyt narzędziowy

Na pierwszym etapie przygotowania badań zaprogramowano frez do obróbki stopów aluminium z wykorzystaniem programu MTS AG. Przeprowadzono symulację szlifowania 2D oraz 3D z uwzględnieniem ruchów kolizyjnych.

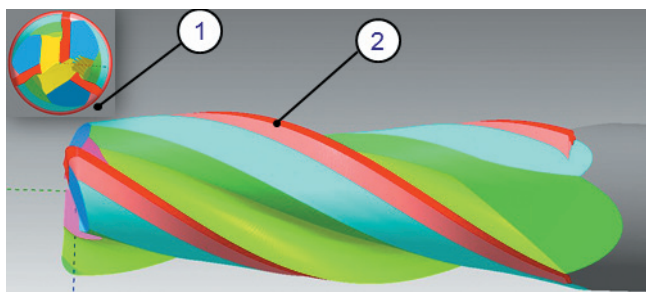
Dzięki symulacji graficznej można się upewnić, czy proces obróbki będzie przebiegał prawidłowo, a geometria narzędzia osiągnie pożądany kształt. Następnie przygotowano oraz zmierzono ściernice użyte w procesie. Dopiero po sprawdzeniu kolizyjności, na drugim etapie, przeprowadzono próby szlifowania frezu do obróbki aluminium w warunkach przedstawionych w tabl. I.

TABLICA I. Warunki szlifowania

Ściernice	K 1A1-100-10-5 20*D64K + 1421R C100 H	
	8k 11V9-100-2-10 20*D64K + 1421R C100 H	
	6k 12V9-100-2-6 20*D64K + 1421R C100 H	
Chłodziwo	Olej szlifierski	
Materiał obrabiany	Węgiel spiekany (K20F)	
Średnica półfabrykatu D , mm	10	
Liczba rowków wiórowych z	3	
Prędkość obwodowa ściernicy v_s , m/s	1A1	20
	11V9	30
	12V9	30
Prędkość posuwu v_f , mm/min	50/300	
Długość rowka wiórowego l , mm	32	
Liczba operacji	10	

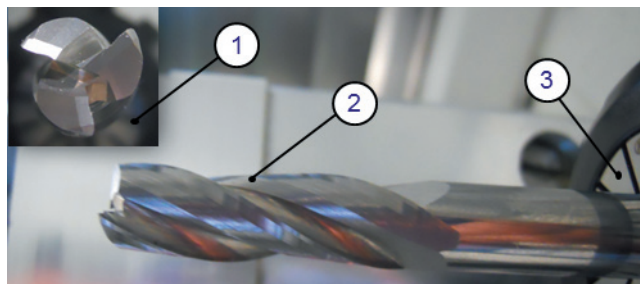
Programowanie obróbki frezu

Za pomocą programu MTS AG oraz szlifierki narzędziowej Fortis wykonano frez przeznaczony do obróbki stopów aluminium. Aby sprawdzić prawidłowość przebiegu procesu szlifowania, przeprowadzono symulację 3D obróbki frezu, którą przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Wizualizacja 3D frezu: 1 – czoło frezu, 2 – frez 3-ostrzowy

Następnie został wygenerowany kod NC, który sprawdzono za pomocą zintegrowanego systemu kontroli kolizji pod kątem ruchów kolizyjnych. W wyniku wykonanych operacji szlifierskich, zestawionych w tabl. II, powstał frez pokazany na rys. 4.



Rys. 4. Gotowy frez: 1 – czoło frezu, 2 – frez 3-ostrzowy, 3 – oprawka mocująca

TABLICA II. Wykonane operacje szlifierskie

Wykonane operacje	Ściernica	Kolor
Flute Roughing	1A1	
Heel	1A1	
Radius Flute Roughing	11V9	
End Gash	11V9	
2 End Face Land	12V9	
1 End Face Land	12V9	
2 Corner Radius	12V9	
2 Circular Land	12V9	
1 Corner Radius	12V9	
1 Circular Land	12V9	

Podsumowanie

W przypadku programowania obróbki frezu przeznaczonego do obróbki aluminium w systemie MTS AG największą zaletą tego systemu, obok przejrzystego interfejsu, jest możliwość symulacji 2D oraz 3D z uwzględnieniem ruchów kolizyjnych. Wyniki weryfikacji symulacyjnej 3D są podstawą do analizy geometrii i jej optymalizacji przed procesem obróbki. Opcja wykrywania ruchów kolizyjnych przez system MTS pozwala na wyeliminowanie tzw. błędów operatora. Modułowa struktura oprogramowania umożliwia jego zastosowanie do wybranego obszaru narzędzi, co korzystnie wpływa na cenę produktu.

Z przeprowadzonych obserwacji wynika, że system MTS pozwala na wykrycie błędów i ich eliminację na etapie projektowania. Ważnym czynnikiem decydującym o uzyskaniu korzystnej geometrii narzędzia jest wybór odpowiednich do danej operacji ściernic. Największe znaczenie – oprócz typu ziarna, twardości czy typu spoiwa – ma typ ściernicy. Jej dobór decyduje o redukcji kosztów produkcji, zastąpieniu kilku pakietów ściernic jednym pakietem, a także o zmniejszeniu stanów magazynowych.

Jak widać, wykorzystanie programu MTS AG przeznaczonego do programowania obróbki narzędzi skrawających znacząco wspomaga proces konstruowania oraz wytwarzania.

LITERATURA

- Klocke F., König W. "Fertigungsverfahren 2. Schleifen, Honen, Läppen". Berlin-Heidelberg: Springer Verlag, 2005.
- Hubert. Ch. "Schleifen von Hartmetall- und Vollkeramik-Schaftfräsern". Berlin: TU, Diss., 2011.
- Malkin S., Guo C. "Grinding Technology". New York: Industrial Press, 2008.
- Oczko K., Porzycki J. "Szlifowanie". Warszawa: WNT, 1986.
- Burek J., Sałata M. "Przeciwbieżne i współbieżne szlifowanie rowka wiórowego frezów pełnowęglkowych". *Mechanik*. Nr 8-9 (2015): s. 59÷62.