

Pomiar wybranych wielkości makrogeometrii narzędzia na przykładzie frezu pełnowęglkowego

Measurement of selected macro geometry parameters of carbide end mill

JAN BUREK
MARCIN SAŁATA
PAWEŁ SUŁKOWICZ
JAROSŁAW BUK
ANNA BAZAN *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.11.473

W pracy przedstawiono metodę wyznaczenia dokładności wybranych wielkości makrogeometrii frezu pełnowęglkowego. Pomiary zostały wykonane na maszynie pomiarowej Zoller smarTcheck oraz z wykorzystaniem optycznego systemu pomiarowego firmy Alicona. Badania eksperymentalne mają na celu praktyczną ocenę dokładności pomiaru w warunkach przemysłowych oraz laboratoryjnych.

SŁOWA KLUCZOWE: makrogeometria frezu, wyznaczenie dokładności maszyny optycznej Zoller smarTcheck

This paper presents a method of measuring of selected macro geometry parameters of carbide end mill. Experimental test was performed in order to determine the difference between laboratory and industrial measurements.

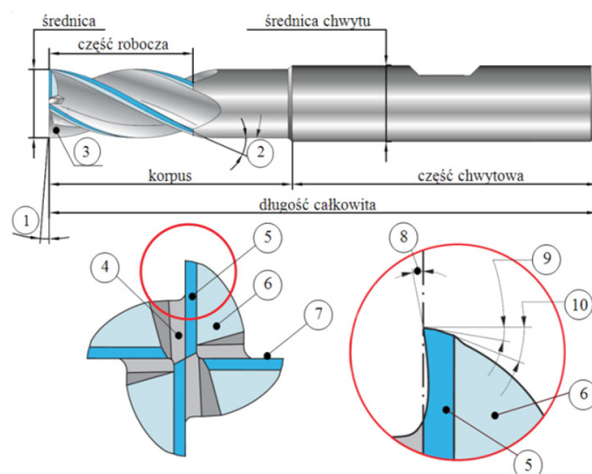
KEYWORDS: end mill macro geometry

Makrogeometria frezów pełnowęglkowych dedykowanych do wysoko wydajnej obróbki stopów aluminium (HPC) jest niezwykle istotnym elementem struktury geometrycznej narzędzia i znacząco wpływa na istotne cechy procesu frezowania takie jak: ewakuacja wióra, wartości składowych siły podczas skrawania, chropowatość powierzchni i postać wióra [1, 2]. Dlatego poprawny proces pomiarowy makrogeometrii frezów podczas ich wytwarzania jest zagadnieniem szczególnie ważnym, biorąc pod uwagę wysokie wymagania jakościowe stereometrii powierzchni stawiane powierzchni przedmiotów po obróbce, a także trwałość narzędzi z ekonomicznego punktu widzenia. Dokonywanie pomiarów makrogeometrii frezu jest szczególnie ważnym aspektem w procesie technologicznym i mocno utrudnionym ze względu na brak dostępności wysoko specjalistycznych urządzeń do ich pomiaru [4].

Pomiar i analiza makrogeometria narzędzia

Decydujący wpływ w procesie skrawania ma makrogeometria narzędzia, do której zalicza się m.in.: kąt natarcia γ , kąt przyłożenia α , liczba ostrzy z , kształt i wielkość rowków wiórowych oraz kąt pochylenia linii śrubowej λ [2, 4], co przedstawiono na rys. 1. Pomiar tych wielkości nie stanowi problemu dla maszyny pomiarowej Zoller smarTcheck, jednakże pomiar wartości wielkości parametrów powierzchni przyłożenia, które także zaliczane są do grona makrogeometrii, staje się problematyczny.

Podczas produkcji frezów pełnowęglkowych najważniejszym aspektem całego procesu produkcyjnego jest pomiar geometrii narzędzia, do którego wykorzystywane są maszyny optyczne typu Zoller smarTcheck. Cechują się one łatwością pomiaru oraz automatyzacją całego procesu. Do wad tych urządzeń można zaliczyć duży wpływ operatora na dokładność pomiaru. O ile pomiar podstawowych wielkości w cyklu automatycznym jest odporny na błędy operatora, to pomiar wielkości takich jak szerokość powierzchni przyłożenia na czole i obwodzie narzędzia oraz kąty przyłożenia jest mocno zależny od doświadczenia i umiejętności operatora. Wynika to z faktu, że pomiar tych wielkości realizowany jest w trybie ręcznym, a nie automatycznym. Z tego powodu istnieje potrzeba przeprowadzenia badań dokładności pomiaru. W artykule przedstawiono propozycję metodologii oceny dokładności tego typu pomiarów oraz wyniki badań doświadczalnych w oparciu o opracowaną procedurę postępowania [3].



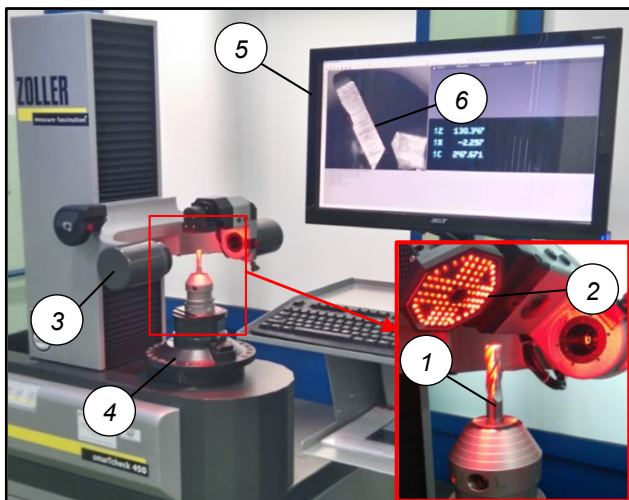
Rys. 1. Makrogeometria frezu: 1 – kąt przystawienia, 2 – kąt pochylenia linii śrubowej rowka wiórowego, 3 – powierzchnia natarcia, 4 – rowek na czole, 5 – główna powierzchnia przyłożenia, 6 – pomocnicza powierzchnia przyłożenia, 7 – krawędź skrawająca, 8 – kąt natarcia, 9 – kąt przyłożenia, 10 – pomocniczy kąt przyłożenia

Warunki badań

Badania doświadczalne przeprowadzono na 3-osiowym przyrządzie pomiarowym Zoller smarTcheck z dodatkowo uchylną kamerą umożliwiającą osiową i promieniową inspekcję ostrza w świetle odbitym, z 8-segmentowym źródłem światła, pozwalającą na automatyczne dostrajanie natężenia oświetlenia w zależności od stopnia refleksyjności mierzonej powierzchni (rys. 2). Pomiary referencyjne wykonano na mikroskopie Infinite Focus firmy Alicona.

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

Badania doświadczalne miały na celu praktyczną ocenę wyznaczenia dokładności pomiaru wybranych wielkości makrogeometrii narzędzia za pomocą optycznej maszyny pomiarowej. W trakcie badań rejestrowano wybrane wielkości makrogeometrii trzostrzowego frezu pełnowęglkowego przeznaczonego do wysoko wydajnej obróbki stopów aluminium, wykonanego na 5-cio osiowym centrum szlifierskim FORTIS firmy ISOG. Wykonano 50 pomiarów takich wielkości, jak: szerokość powierzchni przyłożenia na czole i obwodzie narzędzia oraz kąty przyłożenia na czole. Następnie te same parametry zostały zmierzone za pomocą optycznego systemu pomiarowego (mikroskopu) w warunkach laboratoryjnych. Uzyskane z tego przyrządu wyniki zostały uznane za wartość odniesienia przy statystycznej ocenie wyznaczenia dokładności pomiaru.



Rys. 2. Stanowisko pomiarowe Zoller smarTcheck: 1 – mierzony frez, 2 – kamera uchylna mierząca w świetle odbitym, 3 – kamera mierząca w świetle przechodzącym, 4 – oś rotacyjna C', 5 – monitor, 6 – widok powierzchni czołowej przyłożenia

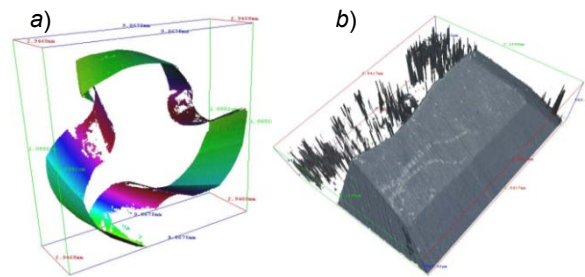
Wyniki badań

Pierwszym etapem badań było wyznaczenie poprawnych (referencyjnych) wartości wielkości makrogeometrii narzędzia. W tym celu przy pomocy mikroskopu z wykorzystaniem obiektywu $\times 5$ wykonano pomiar fragmentu narzędzia (rys. 3). Następnie na podstawie pomiaru oraz modelu 3D określono wartości poszczególnych wielkości, które przedstawiono w tabl. I.

Kolejnym etapem było obliczenie wartości błędów poprawności oraz wierności [3] urządzenia Zoller smarTcheck, a także innych parametrów umożliwiających ocenę oszacowania dokładności pomiaru urządzenia, co przedstawiono w tabl. II.

Wnioski

Analizując wartości wielkości podane w tabl. II, zauważono, że dla parametrów makro geometrii narzędzia takich jak szerokości powierzchni przyłożenia na czole oraz obwodzie uzyskano zadowalającą dokładność pomiaru. Zauważono, że wartości tych wielkości są do siebie zbliżone i znajdują się w bardzo małym przedziale liczbowym, co korzystnie wpływa na ocenę wyznaczenia dokładności pomiaru. Takie małe wartości wymienionych parametrów klasyfikują badany przyrząd, a przede wszystkim pomiary manualne z wykorzystaniem kamery uchylniej mierzącej w świetle odbitym, do grona przyrządów o dokładności pomiaru zbliżonej do warunków laboratoryjnych. Znaczne



Rys. 3. Pomiar z mikroskopu Infinite Focus firmy Alicona: a) model 3D fragmentu narzędzia, b) model 3D powierzchni przyłożenia

TABLICA I. Wyniki pomiarów uzyskane za pomocą mikroskopu

Szer. I pow. przyłożenia na czole	Szer. I pow. przyłożenia na obwodzie	Szer. II pow. przyłożenia na obwodzie	Kąt I pow. przyłożenia na czole	Kąt II pow. przyłożenia na czole
mm	mm	mm	°	°
1,0213	0,5270	1,2760	14,3693	25,2883

TABLICA II. Zestawienie dokładności wyników pomiaru wybranych parametrów makro geometrii freza dla urządzenia Zoller smarTcheck

	Szer. I pow. przyłożenia na czole	Szer. I pow. przyłożenia na obwodzie	Szer. II pow. przyłożenia na obwodzie	Kąt I pow. przyłożenia na czole	Kąt II pow. przyłożenia na czole
	mm	mm	mm	°	°
Błąd poprawności	-0,010	0,012	0,012	-1,003	-2,041
Błąd wierności	0,027	0,017	0,028	1,082	2,394
Średnia arytmetyczna	1,011	0,539	1,288	13,356	23,200
Rozstęp	0,094	0,044	0,090	1,775	4,947
Wartość maks.	1,060	0,561	1,337	14,251	25,541
Wartość min.	0,966	0,517	1,247	12,476	20,593
Odchylenie standardowe	0,026	0,013	0,027	0,546	1,942

różnice wartości rozstępu świadczą o tym, że największy wpływ na dokładność pomiaru wywiera człowiek (operator) oraz zdolność kamery do uzyskania jak najostrejszego obrazu, biorąc pod uwagę warunki otoczenia oraz refleksyjność narzędzia.

Rozpatrując wartości wielkości parametrów obu kątów przyłożenia na czole, uzyskane wyniki nie cechują się tak dużą dokładnością pomiaru. Potwierdzają to znaczne wartości parametru błędów poprawności, wierności oraz rozstępu, które średnio są większe o 97% w porównaniu do wartości parametru szerokości powierzchni przyłożenia na czole i obwodzie narzędzia. Tak znaczna różnica wartości wyników wynika stąd, iż dla kamery mierzącej w świetle odbitym problematyczne jest znalezienie optymalnych parametrów wizualizacji obrazu, w którym widoczne by były wyraźne granice krawędzi narzędzia odzwierciedlające pochylenie czołowych powierzchni przyłożenia. Z tego względu taka metoda pomiaru staje się mniej dokładna.

LITERATURA

- Groppe M. „Prozessauslegung für die Hochleistungfräsbearbeitung von Aluminium-Strukturbauteilen”. Dr.-Ing. Dissertation, Hannover 2005.
- Andrae P. „Hochleistungszerspannung von Aluminiumknetlegierungen”. Dr.-Ing. Dissertation, Hannover 2002.
- Stępień K. „Analiza dokładności pomiaru chropowatości powierzchni za pomocą przenośnego profilometru”. *Mechanik*. R. 88 (2015): s. 386–391.
- Malkin S., Guo C. „Grinding Technology: The Way Things Can Work: Theory and Applications of Machining with Abrasives”. New York, Industrial Press, 2008.