

Wpływ profilu zarysu falistego ostrza freza na wysokowydajną obróbkę stopu aluminium

The influence of the wavy cutting edge profile on high performance machining of aluminum alloy

JAN BUREK
MARCIN PŁODZIEN
ŁUKASZ ŻYŁKA *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.327

Prezentowano wyniki badań obróbki zgrubnej frezami z ciągłym falistym profilem krawędzi skrawającej. W szczególności określono wpływ różnych falistych zarysów krawędzi skrawającej na przebieg siły skrawania i drgania przy frezowaniu stopu aluminium.

SŁOWA KLUCZOWE: frez, obróbka wysokowydajna, stop aluminium

The results of the research in rough machining using end mill cutter with wavy shape of the cutting edge were presented. In particular the influence of various wavy profiles of the cutting edge on cutting forces and vibrations during aluminum milling was determined.

KEYWORDS: milling cutter, high-performance machining, aluminum alloy, cutting edge

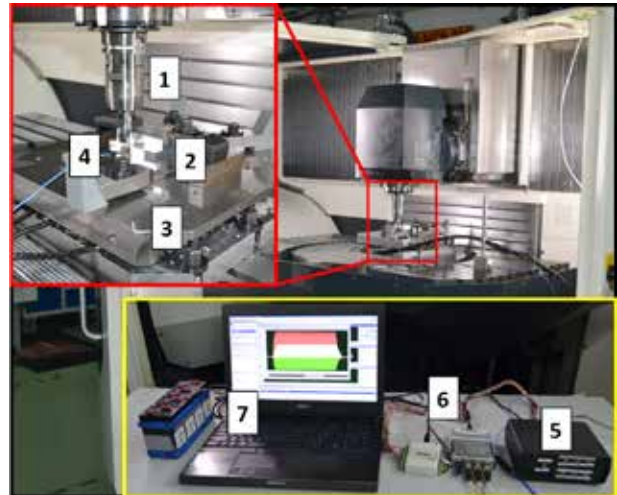
W obróbce wysokowydajnej HPC (*High Performance Cutting*) występują duże przekroje warstwy skrawanej, co w konsekwencji prowadzi do dużych wartości sił skrawania oraz dużych wymiarów przekroju wiórów. Duże wartości siły skrawania oddziałują zarówno na narzędzie jak i przedmiot obrabiany mogąc doprowadzić do jego uszkodzenia [1÷3]. Poza tym duże wymiary wiórów są trudne do usunięcia ze strefy skrawania i mogą spowodować zalepienie narzędzia, co prowadzi do jego zniszczenia. Stąd też poszukuje się takich rozwiązań w zakresie konstrukcji frezów, które przyczynią się do obniżenia siły skrawania oraz spowodują rozdrobnienie wiórów [4, 5]. Korzystny wpływ na przebieg frezowania wysokowydajnego ma wprowadzenie modyfikacji zarysu krawędzi skrawającej frezów w postaci przerywanej lub falistej. Modyfikacja ta określana jest często jako tzw. łamacze wiórów [5]. Poniżej przedstawiono badania frezów trzpieniowych do obróbki HPC z trzema różnymi zarysami krawędzi skrawającej ze zmienną podziałką oraz głębokością zarysu.

Warunki badań

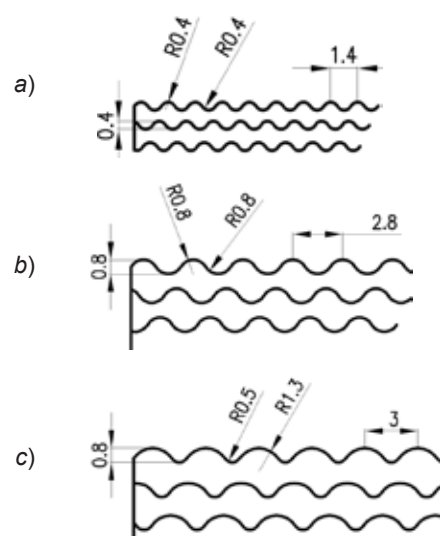
Badania frezowania HPC zrealizowano na centrum obróbkowym DMU100 monoBlock firmy DMG (rys.1). Pomiar siły skrawania wykonano wykorzystując platformę pomiarową złożoną z czterech pojedynczych 3-ściłkowych piezoelektrycznych siłomierzy firmy Kistler typu 9601A31. Pomiar amplitudy drgań realizowano za pomocą 3-ściłkowego czujnika drgań PCB 356B21.

Do badań wykorzystano frezy palcowe monolityczne pełnowęglkowe o średnicy $d = 20$ mm i różnym zarysie krawędzi skrawającej (rys. 2). Próbki wykonano ze stopu aluminium AlZn5.5MgCu (7075).

* Dr hab. inż. Jan Burek (jburek@prz.edu.pl), mgr inż. Marcin Płodzień (plodzien@prz.edu.pl), dr inż. Łukasz Żyłka (zylka@prz.edu.pl) – Politechnika Rzeszowska Katedra Techniki Wytwarzania i Automatykacji

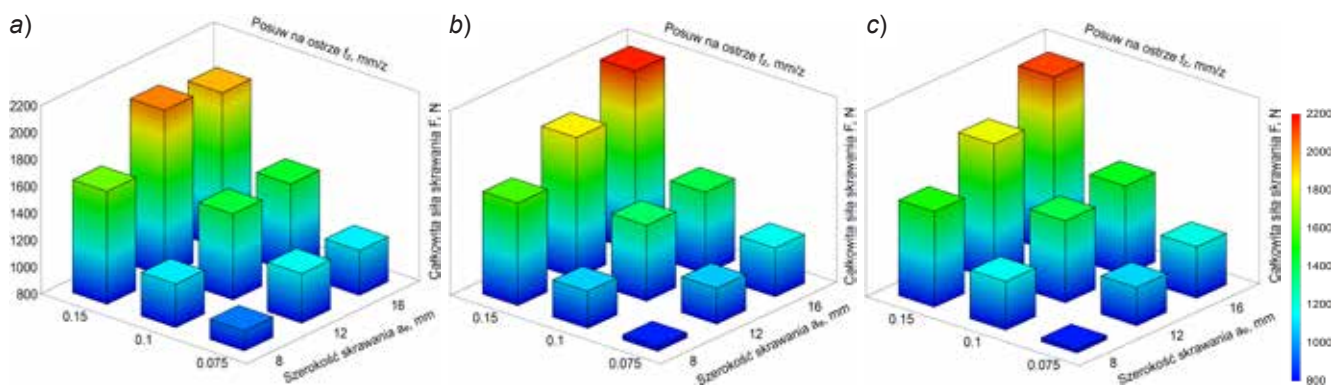
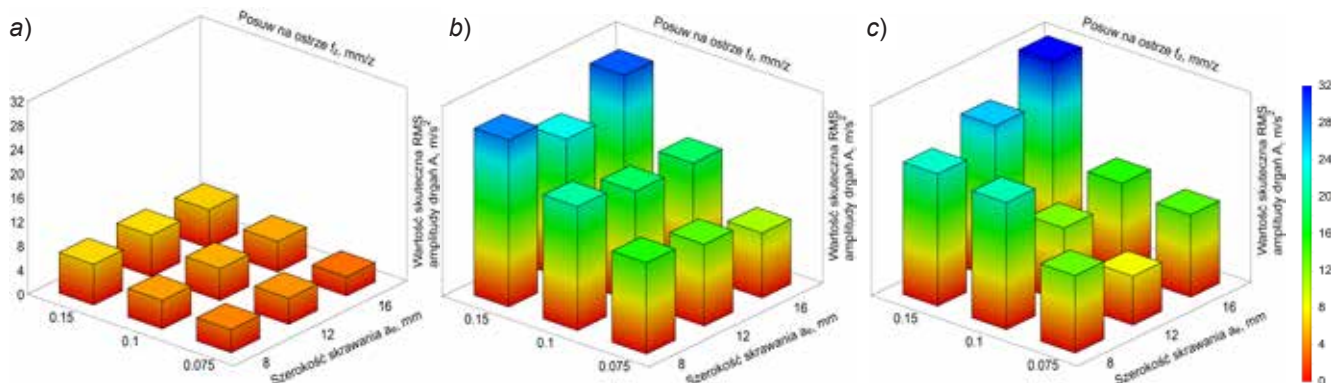


Rys. 1. Stanowisko badawcze: 1 – narzędzie, 2 – próbka, 3 – siłomierz, 4 – czujnik drgań, 5 – sterownik wzmacniacza, 6 – przetwornik A/C, 7 – komputer



Rys. 2. Faliste zarysy krawędzi skrawającej: a) drobny, b) grubo, c) zmienny

Badania zrealizowano przy stałych parametrach skrawania: prędkość skrawania $v_c = 694$ m/min i głębokość skrawania $a_p = 15$ mm. Pozostałe parametry zmieniano w zakresie: szerokość skrawania $a_e = 8; 12; 16$ mm i posuw na ostrze $f_z = 0.075; 0.1; 0.15$ mm/z. Przyjęto trzy zestawy parametrów, dla których wydajność objętościowa Q_v była stała. Posłużyło to do określenia stopnia wpływu zmiany posuwu na ostrze oraz szerokości skrawania na siłę skrawania i amplitudę drgań. Wyniki pomiarów przedstawiono na rys. 3 i 4.

Rys. 3. Siła skrawania F dla frezów o falistym zarysie krawędzi skrawającej: a) drobnym, b) grubym, c) zmiennymRys. 4. Wartość skuteczna amplitudy drgań A dla frezów o falistym zarysie krawędzi skrawającej: a) drobnym, b) grubym, c) zmiennym

Analizując wyniki pomiarów siły skrawania przedstawione na rys. 3 można zauważyć, że najmniejsze wartości siły skrawania odnotowano dla freza z drobnym falistym zarysem krawędzi skrawającej. Zauważyć można, że dla tego zarysu zmiany siły skrawania w funkcji posuwu na ostrze oraz szerokości skrawania mają charakter niemonotoniczny. W próbach o zestawie parametrów: $a_e = 12$ mm, $f_z = 0,075$ mm/z oraz $a_e = 12$ mm, $f_z = 0,15$ mm/z zanotowano zwiększone wartości siły skrawania, w porównaniu do pozostałych frezów. Ponadto można zauważyć, że zwiększenie szerokości skrawania z 12 do 16 mm nie spowodowało wzrostu wartości siły a nawet skutkowało jej obniżeniem. Wyjaśnić to można zwiększeniem kąta opasania freza. W przypadku frezów o zarysie falistym grubym i zmiennym nie zaobserwowano znacznych zmian w wartościach siły skrawania. Zaobserwowano również, że dla każdego badanego zarysu narzędzia wzrost posuwu na ostrze prowadzi do znacznie większych wartości siły skrawania niż wzrost szerokości skrawania dla tej samej wydajności obróbki.

Analizując zmiany amplitudy drgań przedstawione na rys. 4 jednoznacznie można stwierdzić, że niezależnie od wartości parametrów technologicznych frez o drobnym falistym zarysie krawędzi skrawającej generuje najmniejsze drgania. Średnia amplituda drgań w obróbce frezem o zarysie drobnym była ok. 3-krotnie niższa niż dla pozostałych frezów. Wynika to z podziału krawędzi skrawającej na drobne ostrza w postaci wzniosów fali profilu. Warstwa skrawana usuwana jest przez większą ilość ostrzy, co powoduje zmianę częstotliwości drgań.

Najwyższą wartość amplitudy drgań zanotowano dla freza o zmiennym falistym zarysie krawędzi skrawającej, która wyniosła 31,9 m/s². Ponadto w przypadku frezów o zarysie grubym i zmiennym nie występuje monotoniczna zależność amplitudy drgań od parametrów technologicznych. W kilku

próbach frezowania zwiększenie szerokości skrawania lub posuwu prowadziło do zmniejszenia amplitudy drgań.

Podsumowanie

Zastosowanie modyfikacji zarysu ostrza freza ma korzystny wpływ na proces frezowania wysokowydajnego. Jednakże w przypadku zarysów falistych istotnym jest ukształtowanie zarysu pod względem wartości podziałki oraz zarysu.

Z przeprowadzonych badań wynika, że porównując badane zarysy faliste nie można jednoznacznie wskazać zarysu, który pozwalałby uzyskać mniejsze wartości siły skrawania od pozostałych. Jednakże przyjmując kryterium minimalizacji drgań najkorzystniejszym okazał się zarys falisty drobnym, który w porównaniu do pozostałych zapewnia 3-krotną redukcję amplitudy drgań.

LITERATURA

1. Rekers S., Auerbach T., Veselovac D., Klocke F. „Cutting force reduction in the milling of aluminum alloys with serrated cutting tool edges”. *Journal of Machine Engineering*. Vol. 15, No. 4 (2015): pp. 27÷36.
2. Burek J., Żyłka Ł., Gdula M., Płodzień M. „Wpływ zarysu linii ostrza freza na siłę skrawania w procesie wysokowydajnej obróbki stopu ALZn5,5MgCu”. *Mechanik*. Nr 8-9 CD (2015): s. 275÷284.
3. Subramanian M., Sakthivel M., Sooryaprakash K., Sudhakaran R. „Optimization of end mill tool geometry parameters for Al7075-T6 machining operations based on vibration amplitude by response surface methodology”. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*. Vol. 46, No. 10 (2013): pp. 4005÷4022.
4. Oczko K.E., Kawalec A. „Kształtowanie metali lekkich”. PWN: Warszawa 2012.
5. Dombovari Z., Altintas Y., Stepan G. „The effect of serration on mechanics and stability of milling cutters”. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*. Vol. 50, No. 6 (2010): pp. 511÷520.
6. Cichosz P. „Narzędzia skrawające”. WNT Warszawa 2006.
7. Grope M. „Prozessauslegung für die Hochleistungsfärbearbeitung von Aluminium-Strukturbauteilen”. Dr.-Ing. Dissertation, Hannover 2005. ■