

Modyfikacja przerywanego zarysu ostrza freza dla wysokowydajnego frezowania stopów aluminium

The modification of discontinuous cutting edge profile in high performance machining of aluminum alloy

JAN BUREK
MARCIN PŁODZIEN
ŁUKASZ ŻYŁKA
PAWEŁ SUŁKOWICZ *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.324

Przedstawiono wpływ modyfikacji przerywanego zarysu krawędzi skrawającej freza palcowego na przebieg procesu wysokowydajnego frezowania stopu aluminium. W szczególności przeanalizowano wpływ kształtu zarysu na siły skrawania i drgania. **SŁOWA KLUCZOWE:** frez, obróbka wysokowydajna, łamacze wiórów

The influence of modification of the interrupted shape of the cutting edge end mill cutter for milling process in high performance cutting aluminum alloy were presented. In particular the results of the cutting force and vibration amplitude results were presented.

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

Ze względu na specyficzne właściwości stopów aluminium oraz stosunkowo niski opór właściwy skrawania często stosowaną metodą obróbki ubytkowej stopów Al jest obróbka wysokowydajna HPC (High Performance Cutting) [1-4]. Charakteryzuje się ona dużą wydajnością, co z kolei wiąże się z zastosowaniem relatywnie dużych wartości głębokości skrawania a_p , szerokości skrawania a_e oraz posuwu na ostrze f_z . W związku z tym w procesie tym występują duże przekroje warstwy skrawanej, co z kolei prowadzi do dużej objętości wiórów i powstawania dużych wartości siły skrawania [2, 4, 5]. Stąd też w obróbce HPC dąży się do uzyskania wiórów o jak najmniejszych przekrojach oraz do minimalizacji siły skrawania, która z kolei prowadzi do odkształceń sprężystych obrabianych powierzchni, zwłaszcza przy obróbce elementów cienkościennych. Stąd też ciągle poszukuje się nowych rozwiązań makrogeometrii krawędzi skrawającej poprzez modyfikację jej zarysu tzw. łamaczy wiórów [1, 2, 5].

W praktyce spotyka się oprócz krawędzi prostych, faliste i przerywane [7]. Jednakże zarówno krawędzie faliste jak i przerywane mogą mieć różny zarys. Poniżej przedstawiono badania frezów o trzech różnych zarysach przerywanej krawędzi skrawającej w zastosowaniu do procesu wysokowydajnego frezowania stopów aluminium.

Badania doświadczalne

Badania frezowania HPC zrealizowano na centrum obróbkowym DMU100 monoBlock firmy DMG (rys.1). Pomiar siły skrawania wykonano stosując platformę pomiarową złożoną z czterech pojedynczych 3-ściłkowych piezoelektrycznych siłomierzy firmy Kistler typu 9601A31. Pomiar

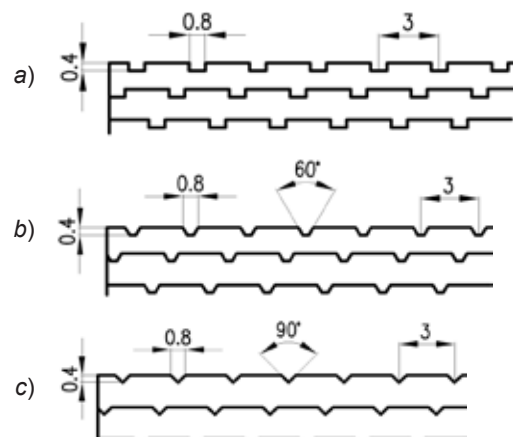
amplitudy drgań realizowano za pomocą 3-ściłkowego czujnika drgań PCB 356B21.



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

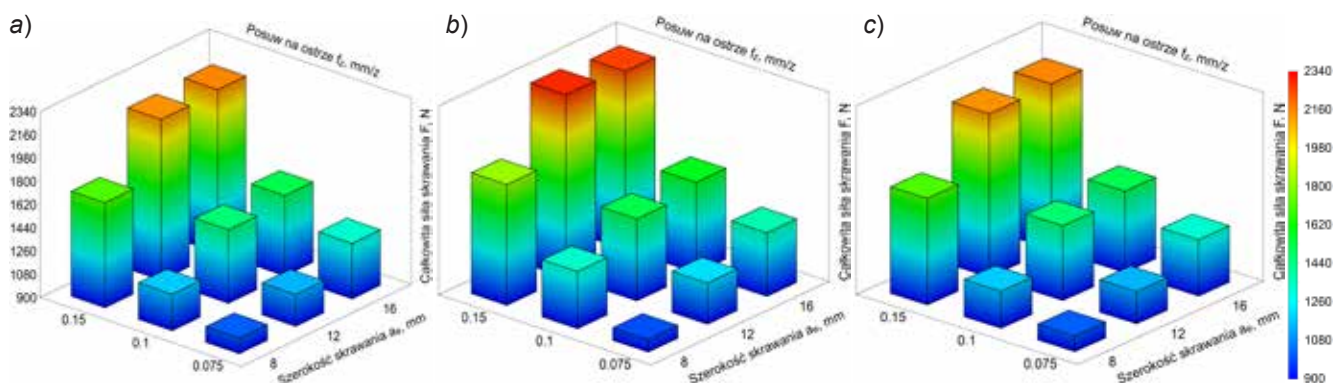
Do badań wykorzystano frezy palcowe monolityczne pełnowęglkowe o średnicy $d = 20$ mm i różnym przerywanym zarysie krawędzi skrawającej (rys. 2). Próbki wykonano ze stopu aluminium AlZn5.5MgCu (7075).

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 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.

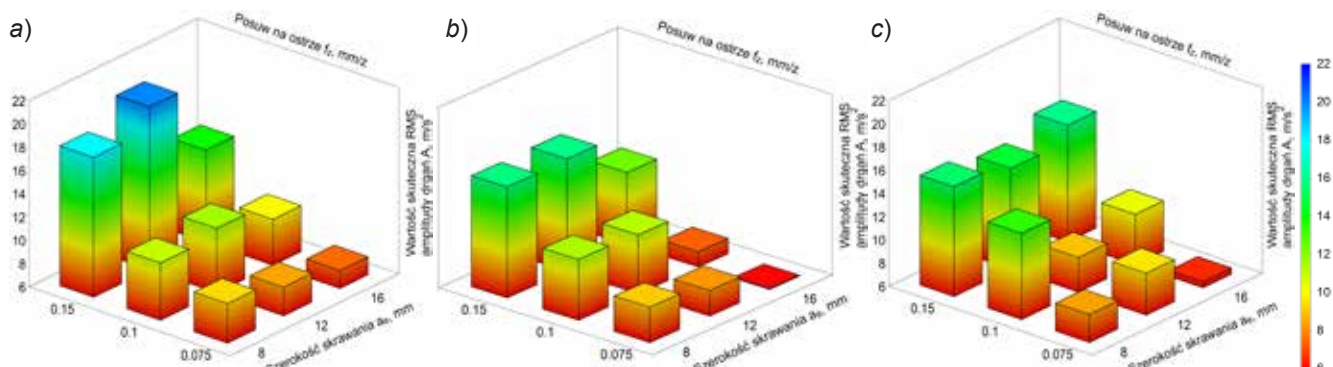


Rys. 2. Zarysy krawędzi skrawającej przerywane: a) prostokątny, b) trapezowy, c) trójkątny

* 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 Technik Wytwarzania i Automatykacji



Rys. 3. Siła skrawania F dla frezów o przerywanym zarysie krawędzi skrawającej: a) prostokątnym, b) trapezowym, c) trójkątnym



Rys. 4. Wartość skuteczna amplitudy drgań A dla frezów o przerywanym zarysie krawędzi skrawającej: a) prostokątnym, b) trapezowym, c) trójkątnym

Z przedstawionych wyników badań wynika, że największe siły skrawania występują dla freza z trapezowym zarysem krawędzi skrawającej. We wszystkich próbach skrawania siła skrawania była kilka procent większa w porównaniu do pozostałych frezów. Średnia wartość siły ze wszystkich prób była wyższa o ok. 5% w stosunku do freza o zarysie prostokątnym. Dla freza z zarysem trapezowym zarejestrowano maksymalną siłę 2292 N, natomiast dla pozostałych frezów maksymalna siła wyniosła: 2275 N dla zarysu trójkątnego i 2165 N dla zarysu prostokątnego.

Parametry technologiczne były tak dobrane, że dla trzech prób wydajność wynosiła $Q_v = 594 \text{ cm}^3/\text{min}$. Analizując te trzy próby można zaobserwować dla każdego badanego zarysu narzędzia, że wzrost posuwu na ostrze prowadzi do znacznie większych wartości siły skrawania niż wzrost szerokości skrawania (dla tej samej wielkości wydajności obróbki). Wynika z tego, że zwiększenie wydajności frezowania można korzystnie osiągnąć poprzez zwiększenie szerokości skrawania a nie posuwu na ostrze. Wzrost wartości posuwu powoduje znaczny wzrost siły skrawania.

Podczas obróbki rejestrowano również amplitudę drgań. Analizując dane z rys. 4 trudno jest wskazać rodzaj zarysu przerywanego, który jednoznacznie i niezależnie od wartości parametrów skrawania wykazywałby najmniejszy poziom drgań. Jednakże analizując średnie wartości amplitud można wywnioskować, że stosowanie zarysu trapezowego prowadzi do najmniejszych drgań, które w porównaniu do zarysu prostokątnego były o 10% niższe. Najwyższe wartości amplitudy drgań zanotowano dla freza o prostokątnym zarysie krawędzi skrawającej.

Z wyników przedstawionych na rys. 4 wynika jeszcze jeden trend. Dla większości par parametrów technologicznych można zaobserwować, że wraz ze wzrostem szerokości skrawania amplituda drgań maleje. Jest to szczególnie widoczne dla frezów o zarysie trapezowym i trójkątnym. Zjawisko to można wytłumaczyć zmianą kąta opasania

freza. Wraz ze wzrostem szerokości skrawania zwiększa się zaangażowanie średnicy narzędzia oraz zmienia się kierunek działania składowej odporowej i posuwowej powodując pozorne zwiększenie sztywności narzędzia.

Podsumowanie

Ukształtowanie krawędzi skrawającej ma znaczący wpływ na proces frezowania, szczególnie wysokowydajnego. Zastosowanie przerywanej bądź falistej krawędzi skrawającej powoduje przede wszystkim rozdrobnienie wiórow. Jednakże duże znaczenie ma również profil tzw. łamacza wióra. Z przeprowadzonych badań wynika, że biorąc pod uwagę minimalizację siły skrawania najkorzystniejszym zarysem okazały się zarysy prostokątny i trójkątny. Natomiast przyjmując kryterium minimalizacji drgań najkorzystniejszym rozwiązaniem jest zarys trapezowy.

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. Songmene V., Khettabi R., Zaghbani I., Kouam J., Djebara A., „Machining and Machinability of Aluminum Alloys, Aluminium Alloys, Theory and Applications”. *InTech* (2011): pp. 377-400.
6. 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.
7. Cichosz P., „Narzędzia skrawające”. WNT Warszawa 2006.