

Wpływ kąta pochylenia rowka wiórowego na wysokowydajną obróbkę stopu aluminium

The influence of flute helix angle modification on high-performance machining of aluminum alloy

JAN BUREK
MARCIN SAŁATA
MARCIN PŁODZIEN *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.10.398

Przedstawiono wpływ modyfikacji kąta pochylenia rowka wiórowego frezów palcowych na proces wysokowydajnego frezowania stopów aluminium, zwłaszcza na siły skrawania oraz chropowatość powierzchni po obróbce.

SŁOWA KLUCZOWE: frez, obróbka wysokowydajna, zmienny kat spirali

The publication contains influence of modification of the flute helix angle on the high-performance milling process of aluminum alloy. The cutting force and surface roughness values were measured.

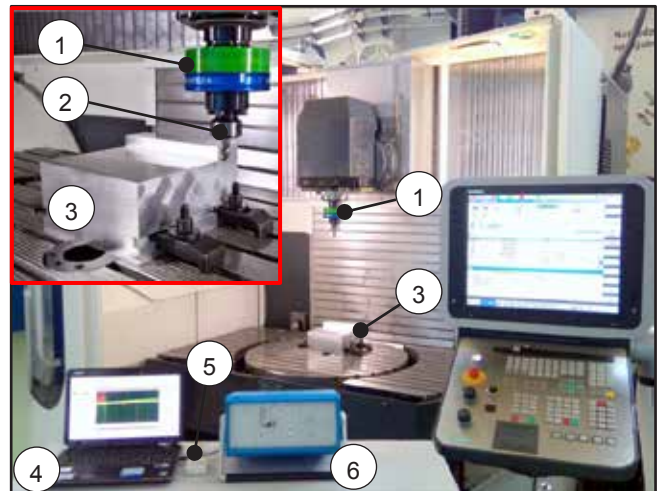
KEYWORDS: milling cutter, high performance cutting, unequal flute helix angle

Stopy aluminium są powszechnie stosowane w przemyśle lotniczym na elementy konstrukcyjne kadłubów (wręgi). Konstrukcje te wykonywane są obecnie zazwyczaj z jednego bloku materiału, co wiąże się z koniecznością usuwania poprzez skrawanie nawet 90% materiału [1]. Dlatego też obróbka takich elementów realizowana jest metodą frezowania wysokowydajnego HPC (*high performance cutting*). Duże prędkości skrawania i posuwów oraz głębokości skrawania przy obróbce HPC, w porównaniu z obróbką konwencjonalną, wymagają odpowiednich materiałów narzędziowych, odpowiednich makro- i mikrogeometrii narzędzia, dużej dokładności jego ruchu obrotowego oraz wysokiej sztywności statycznej i dynamicznej [2]. We frezowaniu HPC podstawowym problemem jest kształt i sposób odprowadzenia wiórów, co zależy m.in. od geometrii narzędzia. Ze względu na to, że frez pracuje głównie powierzchnią walcową, ważna jest wartość kąta pochylenia spirali tworzącej rowek wiórowy. Stąd też poszukuje się nowych rozwiązań w zakresie mikro- i makrogeometrii narzędzi, aby proces obróbki skrawaniem był najefektywniejszy [3]. Dalej przedstawiono wpływ różnych kątów pochylenia λ rowków wiórowych freza trzpieniowego na przebieg procesu frezowania.

Badania doświadczalne

Badania frezowania HPC zrealizowano na centrum obróbkowym DMU100 monoBlock firmy DMG (rys. 1). Pomiar składowych sił skrawania zrealizowano z wykorzystaniem obrotowego siłomierza typu 9123 firmy Kistler. Jest to wielokanałowy siłomierz piezoelektryczny przystosowany do pomiarów trzech składowych oraz momentu obrotowego. Zakres pomiarowy wynosi: $F_x, F_y = 0 \div 3000$ N, $F_z = 0 \div 18000$ N.

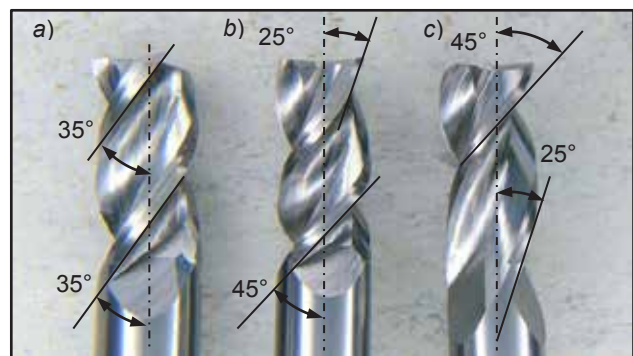
* Dr hab. inż. Jan Burek (jburek@prz.edu.pl), prof. PRZ, mgr inż. Marcin Sałata (msalata@prz.edu.pl), mgr inż. Marcin Płodzień (mplodzen@prz.edu.pl) – Katedra Techniki Wytwarzania i Automatykacji, Politechnika Rzeszowska



Rys. 1. Stanowisko do badań procesu frezowania: 1 – siłomierz 9123 firmy Kistler, 2 – badany frez, 3 – przedmiot obrabiany, 4 – komputer z oprogramowaniem Lab View Signal Express, 5 – przetwornik A/C NI USB-6009, 6 – przetwornik sygnału 5223B1

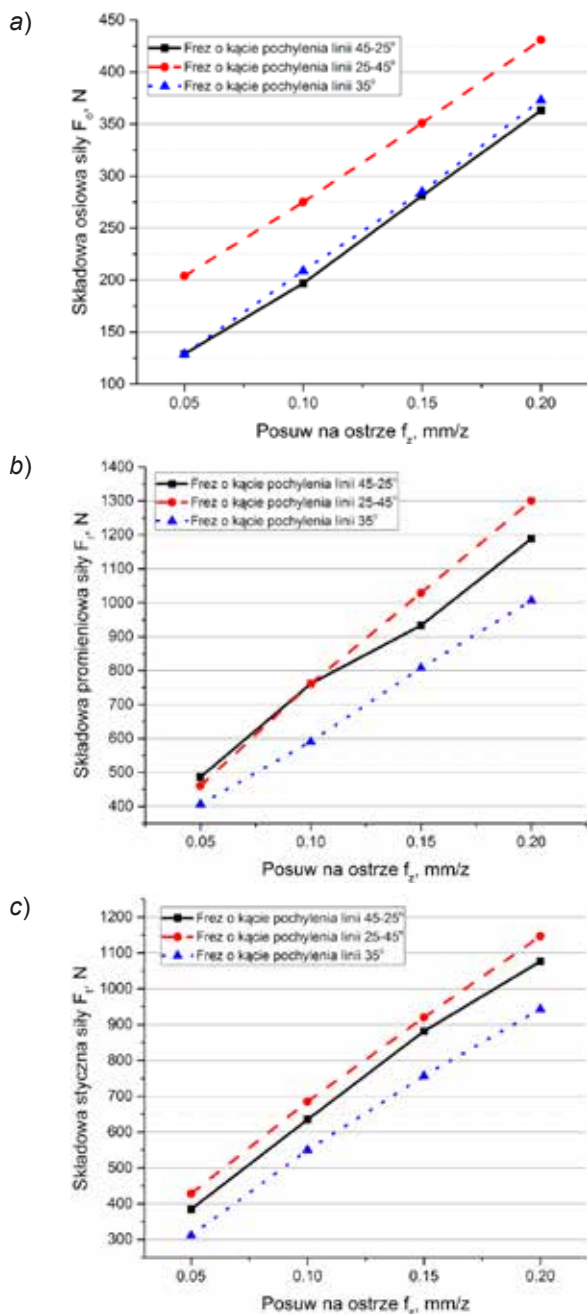
Pomiary parametrów chropowatości wykonano wzdłuż kierunku posuwu, za pomocą profilografometru M300 firmy Mahr, gdzie odcinek pomiarowy wynosił $L_t = 5,6$ mm.

Do badań wykorzystano frezy trzpieniowe pełnowęglkowe o średnicy $d = 12$ mm, długości części roboczej 25 mm oraz różnym kącie spirali λ rowka wiórowego (rys. 2). Pozostałe parametry geometrii narzędzi były takie same. Badano następujące frezy: frez o stałym kącie spirali $\lambda = 35^\circ$, frez o zmiennym kącie spirali $\lambda = 25 \div 45^\circ$ oraz frez o zmiennym kącie spirali $\lambda = 45 \div 25^\circ$. Frezy wykonano na 5-osiowym centrum szlifierskim Fortis firmy ISOG. Rowek wiórowy został wykonany z użyciem ściernicy diamentowej, gdzie głębokość rowka wynosiła 3,6 mm. Próby skrawania wykonano, frezując stop aluminium AlZn5.5MgCu (7075).



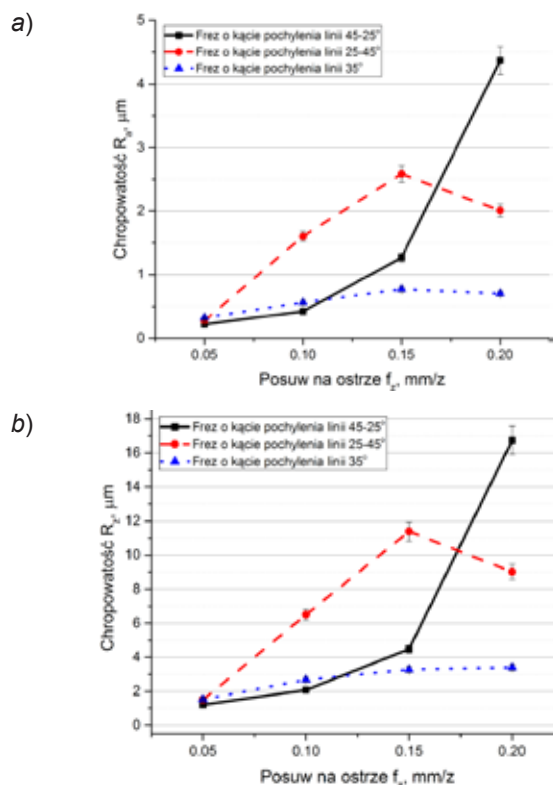
Rys. 2. Badane frezy: a) frez o stałym kącie spirali $\lambda = 35^\circ$, b) frez o zmiennym kącie spirali $\lambda = 25 \div 45^\circ$ c) frez o zmiennym kącie spirali $\lambda = 25 \div 45^\circ$

Badania polegały na frezowaniu przeciwbieżnym z parametrami skrawania: prędkością skrawania $v_c = 340$ m/min, głębokością skrawania $a_p = 20$ mm, szerokością skrawania $a_e = 3$ mm. Zmieniano wartość posuwu na ostrze podczas frezowania walcowo-czołowego w przedziale $f_z = 0,05; 0,10; 0,15; 0,20$ mm/ostrze. Wyniki badań wpływu zmiany posuwu f_z na składowe siły skrawania F_o, F_r, F_t oraz parametry chropowatości powierzchni Ra, Rz przy zmiennym kącie spirali rowka wiórowego przedstawiono na rys. 3 i rys. 4.



Rys. 3. Przebiegi składowych siły skrawania: a) osiowej, b) promieniowej, c) stycznej

Z przedstawionych badań wynika, że najmniejsze wartości składowych siły skrawania występują dla frezu o stałym kącie pochylenia spirali $\lambda = 35^\circ$, dla składowej promieniowej F_r i stycznej F_t . Dla składowej osiowej F_o podobne wartości siły uzyskano dla frezu o stałym kącie pochylenia oraz kącie zmiennym $\lambda = 45 \div 25^\circ$. Widać, iż najmniej efektywnym frezem, biorąc pod uwagę wartość siły, jest frez o zmiennym kącie pochylenia spirali $\lambda = 25 \div 45^\circ$, co potwierdzają także wyniki parametrów chropowatości.



Rys. 4. Zależność parametrów chropowatości od posuwu dla trzech badanych narzędzi: a) parametr R_a , b) parametr R_z

Różnice tych wartości wahają się na poziomie 50% dla wszystkich składowych siły skrawania. Frez o kącie spirali $\lambda = 45 \div 25^\circ$ w zakresie małych posuwów $f_z = 0,05; 0,10$ pozwala uzyskać najlepsze wartości parametrów chropowatości. Różnica tych wartości w porównaniu z frezem o stałym kącie spirali wynosi średnio 20%. Dla wartości posuwu $f_z = 0,05$ zaobserwowano bardzo małe zmiany wartości parametrów chropowatości powierzchni. Dla frezu o stałym kącie spirali wzrost wartości posuwu nieznacznie wpływa na parametry R_a, R_z . Dla dwóch pozostałych frezów odnotowano znaczne różnice wartości parametrów chropowatości w zależności od wartości posuwu.

Wnioski

Z przeprowadzonych badań wynika, iż, biorąc pod uwagę wartości siły skrawania, najkorzystniejszym narzędziem okazał się frez o stałym kącie spirali $\lambda = 35^\circ$. Najmniejsze wartości parametrów chropowatości w zakresie posuwu $f_z = 0,05; 0,10$ zarejestrowano dla frezu zmiennym skoku spirali $\lambda = 45 \div 25^\circ$. Największe wartości składowych siły skrawania oraz największe wartości parametrów chropowatości powierzchni po obróbce uzyskano dla narzędzia o zmiennym kącie spirali wynoszącym $\lambda = 25 \div 45^\circ$. Wynika z tego, że stosowanie frezów o zmodyfikowanym kącie spirali może w określonym przypadku obniżyć parametry chropowatości powierzchni po obróbce kosztem większej siły skrawania.

LITERATURA

1. Fiedler U. „Prozesssicherheit beim HSC-Fräsen von Aluminium-Knetlegierungen”. Dr.-Ing. Dissertation, Aachen 2003.
2. Andrae P. „Hochleistungserspannung von Aluminiumknetlegierungen”. Dr.-Ing. Dissertation, Hannover 2002.
3. Burek J. „Cutter rotational speed optimization in high performance cutting of aluminum alloys”. Międzynarodowa Konferencja Naukowa Budowa Maszyn i Technosfera XXI wieku. Donieck Narodowy Uniwersytet Techniczny 2009, 54/58.