

Józef Kuczmaszewski¹, Ireneusz Zagórski¹

BADANIA SIŁ SKRAWANIA I ICH AMPLITUD PODCZAS FREZOWANIA STOPÓW MAGNEZU

Streszczenie: Jednym z ważniejszych celów przedsiębiorstw branży lotniczej jest produkcja coraz lżejszych samolotów/śmigłowców oraz zmniejszenie zużycia paliwa. Jest to możliwe dzięki zastosowaniu elementów wykonywanych ze stopów magnezu. W prezentowanym artykule przedstawiono wyniki badań sił skrawania i ich amplitud po frezowaniu dwóch stopów magnezu AZ31 oraz AZ91HP. Obserwowano wpływ parametrów technologicznych oraz rodzaju narzędzia na wartość sił skrawania oraz ich amplitud. Analiza sił jest ważnym zagadnieniem ze względu na deformację wióra, a co za tym idzie również ze względu na odkształcenia oraz temperaturę w strefie skrawania.

Słowa kluczowe: frezowanie, stopy magnezu, elementy lotnicze, skrawalność.

WSTĘP

Wykonanie z określoną dokładnością, odpowiednich powierzchni płaskich bądź otworów elementów odlewanych, to częsty zabieg obróbkowy wykonywany poprzez frezowanie na elementach typu obudowa lub korpus. Części te znajdują powszechne zastosowanie, szczególnie w takich gałęziach przemysłu jak przemysł lotniczy, motoryzacyjny czy elektroniczny.

Każde obniżenie wagi pojazdu o 100kg pozwala zaoszczędzić ok. 0,5÷0,6 litra paliwa na 100km. Przeciętą karoseria samochodowa ze stali waży blisko 300kg, wykonana ze stopów aluminium ok. 150kg, zaś ze stopów magnezu mogłaby ważyć ok. 120kg [4].

Do tzw. „użytkowych” wskaźników skrawalności zaliczamy m.in. chropowatość powierzchni obrobionych oraz siły występujące w procesie skrawania. W artykule analizowano wpływ parametrów technologicznych na siły skrawania, ich amplitudy oraz przedstawiono wyniki badań własnych [10, 11] dotyczące jakości powierzchni po obróbce różnymi narzędziami oraz siły skrawania i amplitudy po obróbce narzędziem o geometrii typu Kordell.

¹ Politechnika Lubelska, Wydział Mechaniczny, Katedra Podstaw Inżynierii Produkcji, ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin, e-mail: j.kuczmaszewski@pollub.pl, e-mail: i.zagorski@pollub.pl

DOTYCHCZASOWY STAN ZAGADNIENIA

Siły skrawania powodują odkształcenia obrabianych części maszyn. Dodatkowo wzrost sił powoduje zwiększanie tzw. odkształconej grubości wióra. Gdy nieodkształcona grubość wióra zmniejsza się, zmniejsza się również kąt ścinania, co powoduje, że temperatura w płaszczyźnie ścinania zmienia się (wzrasta). Można to wyjaśnić również używając pojęcia właściwej siły skrawania (właściwa siła skrawania, jest to stosunek siły skrawania do przekroju poprzecznego wióra). Gdy zmniejszamy nieodkształconą grubość wióra, siła skrawania zwiększa się. Energia ścinania na jednostkę objętości, zwiększa ilość usuwanego metalu wraz ze wzrostem siły skrawania, co powoduje wzrost temperatury skrawania w płaszczyźnie ścinania [5].

W pracy [8] podano wyniki dotyczące jakości powierzchni po obróbce oraz siły skrawania podczas toczenia stopu AZ91HP. W pracy porównano narzędzia z pokryciem TiN oraz bez pokrycia. Narzędzia PKD powodują lepszą jakość powierzchni po obróbce, mniejsze siły skrawania oraz mniejszą skłonność do przegrzewania narzędzia, dzięki mniejszemu współczynnikowi tarcia na styku narzędzie-przedmiot obrabiany. Wpływa to również na mniejszą temperaturę wióra podczas obróbki, a więc mniejszą skłonność do samozapłonu podczas obróbki.

W pracy [2] analizowano ryzyko wystąpienia zapłonu podczas frezowania, przy bardzo małych głębokościach skrawania $a_p = (5 \div 45) \mu\text{m}$. Podanego zakresu głębokości skrawania nie spotyka się w procesach technologicznych, w szeroko rozumianym przemyśle maszynowym.

W pracy [12] omówiono m.in. zapotrzebowanie na moc przy obróbce różnych materiałów, w tym stopów magnezu. Zaznaczono, iż w porównaniu do innych materiałów, obróbka stopów magnezu może odbywać się w sposób szybki i efektywny, co umożliwi stosowanie dużych głębokości skrawania oraz znacznych posuwów. W pracy tej zamieszczono również wyniki dotyczące jakości powierzchni dla toczenia kół samochodowych wykonanych ze stopów Mg, podczas obróbki na sucho i z zastosowaniem emulsji wodno-olejowej. Stwierdzono, że stosując olej mineralny uzyskuje się podobne efekty jak w przypadku użycia emulsji.

Prace [1, 6] traktują m.in. o zależnościach sił skrawania od parametrów technologicznych obróbki, takich jak prędkość i głębokość skrawania. W pracy [3] podano natomiast zalecenia odnośnie dedykowanych geometrii narzędzi, dla różnych rodzajów obróbki skrawaniem. Praca [7] przedstawia wyniki toczenia, wiercenia oraz nagniatania stopów magnezu AZ91D oraz AZ31B. Wyniki te dotyczą sił skrawania, jakości powierzchni po obróbce, mikrotwardości, mikrostruktury, naprężeń warstwy wierzchniej, warunków formowania wióra oraz temperatury wióra.

W pracach [10, 11] przedstawiono jakość powierzchni po frezowaniu trzema frezami; węglkowym z pokryciem TiAlN, z geometrią typu Kordell oraz PKD, dla stopów magnezu AZ91HP i AZ31. Zakres parametrów technologicznych obejmował obróbkę konwencjonalną i wynosił $v_c = (150 \div 400) \text{m/min}$, $f_z = (0,05 \div 0,3) \text{mm/ostre}$,

$a_p=6\text{mm}$. Analizowano wpływ prędkości skrawania v_c oraz posuwu f_z na parametry R_a oraz R_z . Z przeprowadzonych badań wynika, że stosując narzędzie z ostrzem z PKD można osiągnąć jakość powierzchni po obróbce porównywalną z procesem szlifowania wykończeniowego. Większy wpływ na parametry chropowatości powierzchni wykazuje zmiana posuwu na ostrze f_z . Ponadto w pracy [10] przedstawiono wpływ prędkości skrawania v_c oraz posuwu na ostrze f_z na siły skrawania oraz ich amplitudy, przy frezowaniu stopów magnezu AZ31 i AZ91HP. Zakres przeprowadzonych badań obejmował skrawanie w tzw. warunkach obróbki konwencjonalnej. Badania prowadzono przy użyciu frezu węglkowego z geometrią typu Kordell. Przy zmianie prędkości skrawania v_c wyższe wartości składowych sił skrawania oraz ich amplitud dotyczyły odlewniczego stopu magnezu AZ91HP. Składowa F_x oraz jej amplituda AF_x wzrasta do wartości $F_x=900\text{N}$ (dla obydwu stopów) w zakresie zmiany $v_c=(150\div 350)\text{m/min}$ a następnie znacząco spada do wartości $F_x=\text{ok.}500\text{N}$ (dla obu stopów) przy prędkości skrawania $v_c=400\text{m/min}$. Składowa F_y przyjmuje najwyższą wartość dla stopu AZ91HP przy parametrze $v_c=200\text{m/min}$ i wynosi ona $F_y=557\text{N}$. Składowa F_z natomiast przyjmuje dla obu stopów najwyższą wartość dla prędkości skrawania $v_c=350\text{m/min}$ i wynosi ona odpowiednio: dla stopu AZ31 $F_z=475\text{N}$ oraz dla stopu AZ91HP $F_z=520\text{N}$. Podobnie jak w przypadku składowej F_x , składowa F_z oraz jej amplituda AF_z maleje dla $v_c=400\text{m/min}$ do wartości $F_z=\text{ok.}300\text{N}$. Natomiast przy zmianie posuwu na ostrze f_z składowe F_x , F_y oraz ich amplitudy wzrastają wraz ze wzrostem wartości posuwu. Wyższe wartości sił oraz amplitud sił skrawania dotyczą, podobnie jak w przypadku zmiany wartości prędkości skrawania v_c , stopu AZ91HP. Wzrost składowej F_z oraz jej amplitudy AF_z dotyczy stopu AZ91HP w zakresie zmiany parametru $f_z=(0,05\div 0,15)\text{mm/ostre}$, do wartości $F_z=488\text{N}$. W zakresie zmiany posuwu $f_z=(0,15\div 0,2)\text{mm/ostre}$ następuje spadek wartości siły oraz jej amplitudy, a następnie dalszy jej wzrost dla zmiany parametru $f_z=(0,2\div 0,3)\text{mm/ostre}$ do następujących wartości: dla stopu AZ31 $F_z=530\text{N}$, $AF_z=334\text{N}$, natomiast dla stopu AZ91HP $F_z=539\text{N}$, $AF_z=357\text{N}$.

PROGRAM ORAZ METODYKA BADAŃ

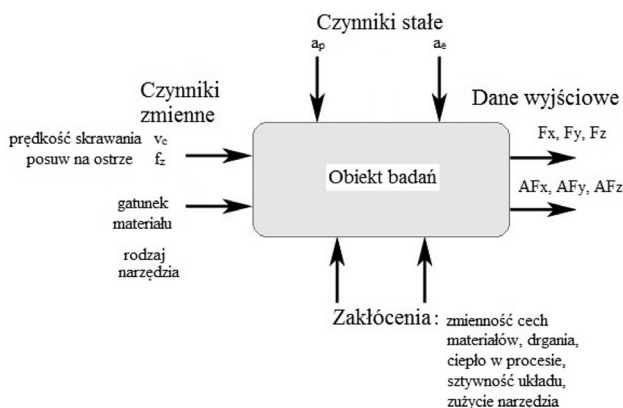
Głównym celem badań była analiza wpływu prędkości skrawania v_c oraz posuwu na ostrze f_z na siły skrawania oraz ich amplitudy przy obróbce stopów magnezu: AZ31 (stop z grupy stopów przeznaczonych do przeróbki plastycznej) oraz AZ91HP (stop odlewniczy). Obróbkę przeprowadzono na pionowym centrum obróbkowym FV 580A z systemem sterowania Fanuc 0iMC. Jako narzędzia wykorzystano dwa frezy 2-ostrowe $\varnothing 16\text{mm}$:

- 1) frez węglkowy z pokryciem TiAlN $\varnothing 16\text{mm}$ firmy Fenes - HarndenMetal, z grupy frezów specjalnych VHM do obróbki stopów Al oraz Mg z chwytem walcowym gładkim, wymiary frezu $16\times 25\times 100\text{mm}$ W-Z2;

2) frez z płytkami diamentowymi $\varnothing 16\text{mm}$ firmy Guhring PKD - Fraser WN-R 05492-16,001.

Do pomiaru sił zastosowany został siłomierz firmy Kistler 9257B i wzmacniacz 5017B. Siłomierz ten pozwala mierzyć siły w zakresie (-5 kN do +5kN). Przy próbie frezowania zastosowano następujące parametry: $a_p=6\text{mm}$, $f_z=(0,05\div 0,3)\text{mm/ostre}$, $v_c=(150\div 400)\text{m/min}$. Przyjęto również stałą szerokość frezowania $a_e=14\text{mm}$.

Na rysunku 1 zaprezentowano ogólny plan badań dotyczący wpływu czynników zmiennych oraz zakłóceń na siły skrawania oraz amplitudy sił skrawania. Jako czynniki zmienne przyjęto: prędkość skrawania v_c , posuw na ostrze f_z , rodzaj materiału narzędziowego oraz gatunek materiału obrabianego. Czynniki stałe były: głębokość skrawania a_p oraz szerokość frezowania a_e . Jako dane wyjściowe przyjęto siły skrawania (F_x, F_y, F_z) oraz amplitudy sił skrawania (AF_x, AF_y, AF_z).



Rys. 1. Plan badań w zakresie analizy sił skrawania oraz ich amplitud w warunkach tzw. obróbki konwencjonalnej

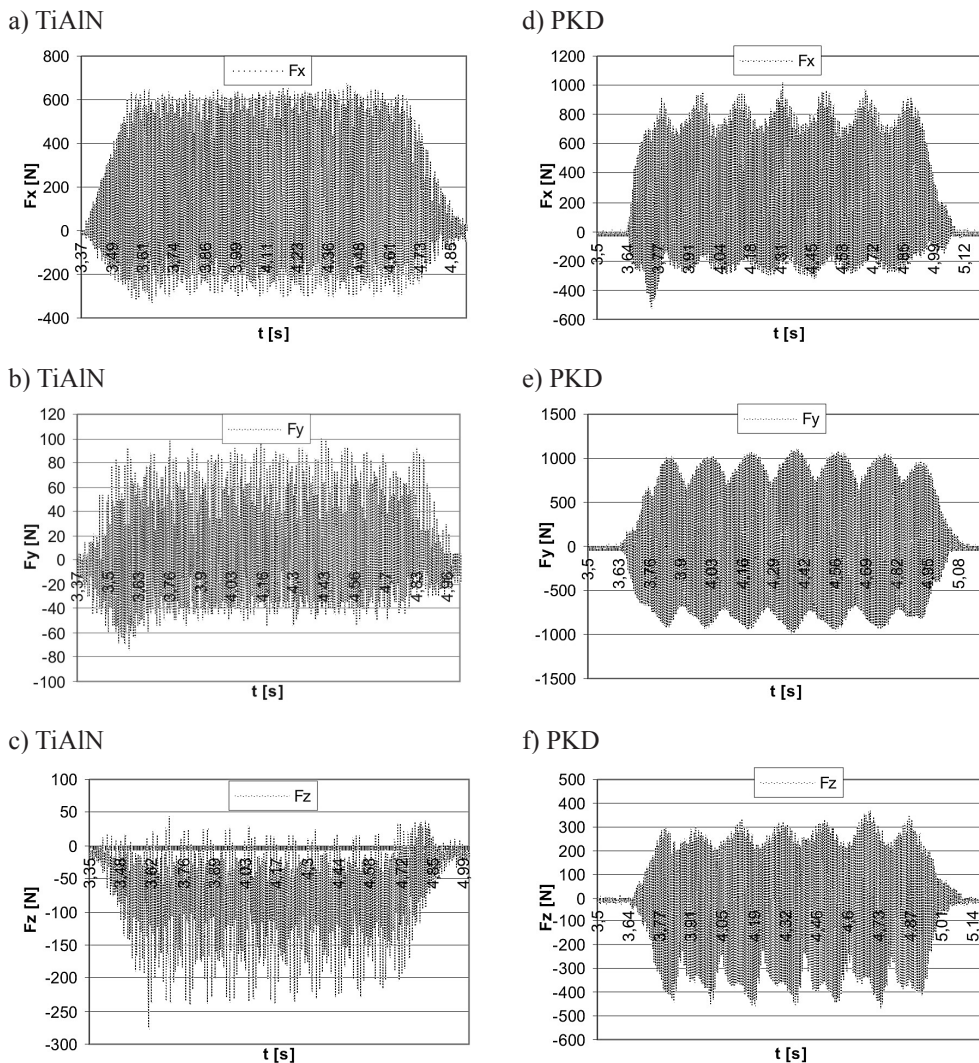
Fig. 1. Research plan for the analysis of cutting forces and their amplitudes in the conventional machining

WYNIKI BADAŃ ORAZ ICH ANALIZA

Na podstawie otrzymanych wyników przedstawiono:

- zależności maksymalnych wartości składowych sił skrawania F_x, F_y, F_z w funkcji technologicznych parametrów skrawania;
- zależności maksymalnych amplitud sił skrawania AF_x, AF_y, AF_z w funkcji technologicznych parametrów skrawania.

Na rys. 2 przedstawiono przykładowe przebiegi składowych sił skrawania w funkcji czasu maszynowego obróbki. Przebiegi dotyczą skrawania stopu magnezu do przeróbki plastycznej AZ31, przy pomocy różnych materiałów narzędziowych, podczas obróbki konwencjonalnej.



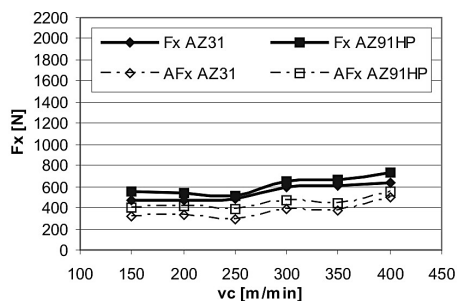
Rys. 2. Przebiegi czasowe składowych sił skrawania podczas frezowania stopu magnezu AZ31 narzędziem węglkowym z pokryciem TiAlN: a) składowa F_x , b) składowa F_y , c) składowa F_z ; $v_c=400\text{m/min}$, $f_z=0,15\text{mm/ostre}$, $a_p=6\text{mm}$; oraz narzędziem PKD: d) składowa F_x , e) składowa F_y , f) składowa F_z ; $v_c=300\text{m/min}$, $f_z=0,25\text{mm/ostre}$, $a_p=6\text{mm}$

Fig. 2. The test run of cutting forces components during the milling of magnesium alloy AZ31 used carbide toll with TiAlN covered: a) F_x component, b) F_y component, c) F_z component; $v_c=400\text{mpm}$, $f_z=0,15\text{mmpt}$, $a_p=6\text{mm}$; and PCD tool: d) F_x component, e) F_y component, f) F_z component, $v_c=300\text{mpm}$, $f_z=0,25\text{mmpt}$, $a_p=6\text{mm}$

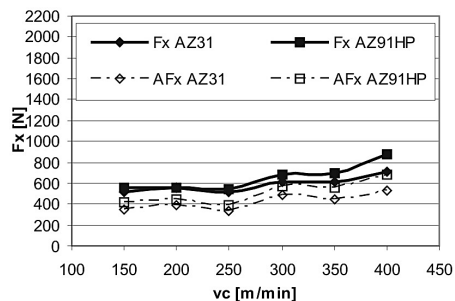
Na rys. 3 podano zależności składowych sił skrawania oraz ich amplitud przy zmianie prędkości skrawania v_c . Zastosowano dwa stopy magnezu oraz dwa rodza-

je materiałów narzędziowych. Zakres parametrów technologicznych obejmuje tzw. obróbkę konwencjonalną.

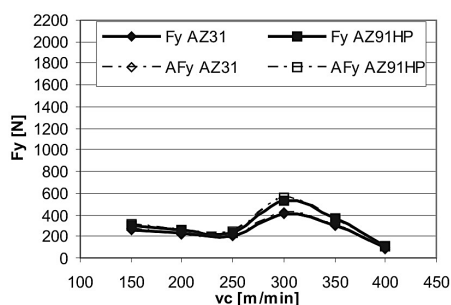
a) TiAlN



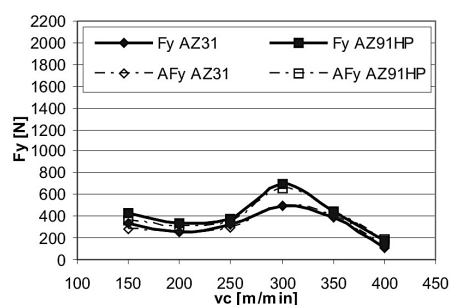
d) PKD



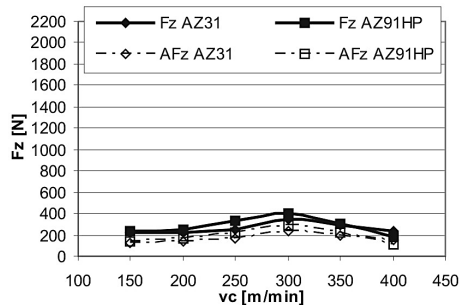
b) TiAlN



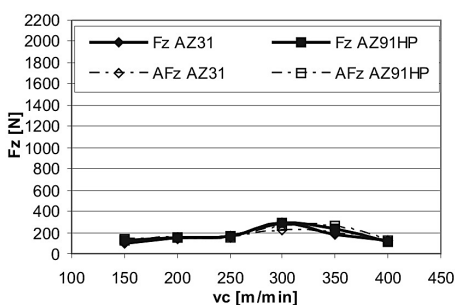
e) PKD



c) TiAlN



f) PKD



Rys. 3. Wpływ prędkości skrawania v_c na wartość składowych sił skrawania oraz ich amplitud przy frezowaniu stopów magnezu AZ31 i AZ91HP narzędziem węglkowym z pokryciem TiAlN: a) składowa F_x , b) składowa F_y , c) składowa F_z ; $f_z=0,15\text{mm/ostre}$, $a_p=6\text{mm}$ oraz narzędziem PKD: d) składowa F_x , e) składowa F_y , f) składowa F_z ; $f_z=0,15\text{mm/ostre}$, $a_p=6\text{mm}$

Fig. 3. The influence of cutting speed v_c on the value of cutting forces components and amplitudes during milling AZ31 and AZ91HP magnesium alloys used carbide toll with TiAlN covered: a) F_x component, b) F_y component, c) F_z component; $f_z=0,15\text{mmpt}$, $a_p=6\text{mm}$; and PCD tool: d) F_x component, e) F_y component, f) F_z component, $f_z=0,15\text{mmpt}$, $a_p=6\text{mm}$

Analizując wpływ prędkości skrawania v_c na wartość składowych sił skrawania oraz amplitud tych sił, zauważyć można, że nie są to zależności liniowe, proporcjonalne. Niemal dla wszystkich rodzajów narzędzi występują w tym przypadku (zmiany prędkości skrawania) tzw. charakterystyczne punkty przegięcia. Punkty te świadczą o tym, że występują zalecane przedziały parametrów technologicznych ze względu na wartości sił podczas obróbki, a tym samym dokładność wykonania oraz związane z nimi odkształcenia elementów obrabianych. Ma to szczególne znaczenie przy obróbce elementów cienkościennych, wytwarzanych m.in. na potrzeby przemysłu lotniczego. Wyższymi wartościami sił oraz amplitud sił skrawania charakteryzował się stop AZ91HP. Analizując wpływ narzędzia obróbkowego nie możemy zdefiniować jednoznacznych wniosków dotyczących wpływu prędkości skrawania v_c na wartości amplitud oraz sił. Interesujące są podobne zależności wpływu v_c na siły oraz amplitudy dla dwóch rodzajów narzędzi. Dla obu zastosowanych narzędzi składowa F_x wykazuje tendencję do wzrostu w całym badanym przedziale zmiany v_c (rys. 3a oraz 3d). Maksymalna wartość składowej siły F_x , została osiągnięta przy prędkości skrawania $v_c=400\text{m/min}$. Wartość tej składowej wyniosła odpowiednio $F_x=729\text{N}$ dla narzędzia węglkowego z pokryciem TiAlN (rys. 3a), oraz $F_x=875\text{N}$ w przypadku narzędzia z ostrzem PKD (rys. 3d). Podane wartości siły skrawania F_x dotyczą obróbki stopu odlewniczego AZ91HP. W przypadku składowych F_y oraz F_z występują charakterystyczne punkty przegięcia (rys. 3b, 3c oraz 3e, 3f). Punkty te są obserwowane dla prędkości skrawania $v_c=300\text{m/min}$. Z pomiaru składowej F_y wynika, że wyższa jej wartość występuje dla narzędzia z ostrzem PKD, przy obróbce stopu AZ91HP wartość ta wynosi $F_y=696\text{N}$ (rys. 3e), podczas gdy dla narzędzia węglkowego z pokryciem TiAlN, wartość ta wynosi $F_y=536\text{N}$ (rys. 3b). W przypadku analizy składowej F_z , występuje odwrotna zależność. Wartość najwyższa występuje w przypadku obróbki narzędziem węglkowym z pokryciem TiAlN i wynosi $F_z=398\text{N}$ (rys. 3c), podczas gdy dla narzędzia z ostrzem PKD wartość ta wyniosła $F_z=293\text{N}$ (rys. 3f). Podane wartości sił skrawania F_y oraz F_z dotyczą obróbki stopu odlewniczego AZ91HP.

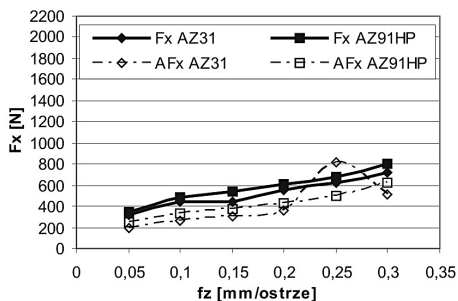
Na rys. 4 podano wpływ posuwu na ostrze f_z na wartość składowych sił skrawania oraz amplitud sił skrawania. Zastosowano dwa stopy magnezu oraz dwa rodzaje materiałów narzędziowych.

Analizując wpływ posuwu na ostrze f_z na siły skrawania oraz ich amplitudy zauważyć można proporcjonalny przyrost składowych sił skrawania oraz amplitud wraz ze wzrostem posuwu na ostrze f_z . Wyższe wartości sił oraz amplitud obserwuje się dla stopu odlewniczego AZ91HP oraz dla narzędzia z ostrzem z PKD. Wartości maksymalne składowych sił skrawania obserwowano przy $f_z=0,3\text{mm}$ /ostrze. Wynosiły one odpowiednio:

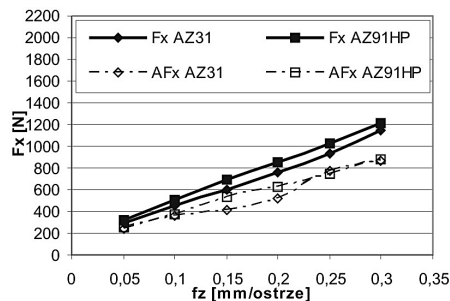
- składowa $F_x=799\text{N}$ przy obróbce narzędziem węglkowym z pokryciem TiAlN oraz $F_x=1211\text{N}$ przy obróbce narzędziem z ostrzem PKD,
- składowa $F_y=981\text{N}$ przy obróbce narzędziem węglkowym z pokryciem TiAlN oraz $F_y=1763\text{N}$ przy obróbce narzędziem z ostrzem PKD,

- składowa $F_z=505\text{N}$ przy obróbce narzędziem węglkowym z pokryciem TiAlN oraz $F_z=702\text{N}$ przy obróbce narzędziem z ostrzem PKD.

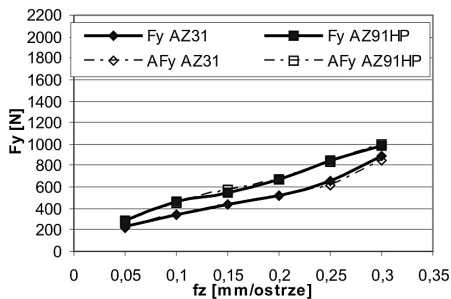
a) TiAlN



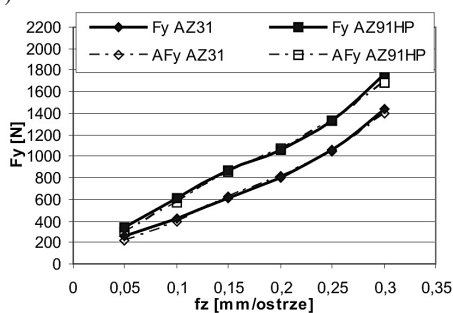
d) PKD



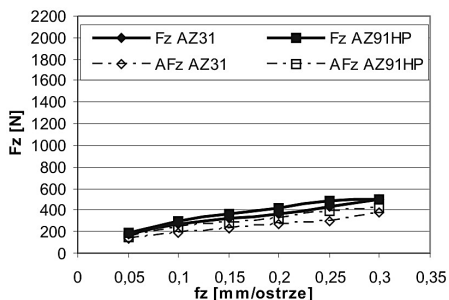
b) TiAlN



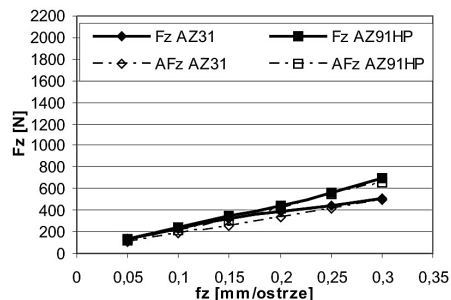
e) PKD



c) TiAlN



f) PKD



Rys. 4. Wpływ zmiany posuwu f_z na wartość składowych sił skrawania oraz ich amplitud przy frezowaniu stopów magnezu AZ31 i AZ91HP narzędziem węglkowym z pokryciem TiAlN:

a) składowa F_x , b) składowa F_y , c) składowa F_z ; $v_c = 300\text{ m/min}$, $a_p = 6\text{ mm}$ oraz narzędziem z ostrzem PKD: d) składowa F_x , e) składowa F_y , f) składowa F_z ; $v_c = 300\text{ m/min}$, $a_p = 6\text{ mm}$

Fig. 4. The influence of feed per tooth f_z on the value of cutting forces components and amplitudes during milling AZ31 and AZ91HP magnesium alloys used carbide toll with TiAlN covered: a) F_x component, b) F_y component, c) F_z component; $v_c = 300\text{ mpm}$, $a_p = 6\text{ mm}$ and PCD tool: d) F_x component, e) F_y component, f) F_z component; $v_c = 300\text{ mpm}$, $a_p = 6\text{ mm}$

PODSUMOWANIE ORAZ WNIOSKI

Przeprowadzone prace analityczne oraz badania eksperymentalne dają podstawę do sformułowania następujących wniosków o charakterze ogólnym:

1. Chropowatość powierzchni przy zastosowaniu narzędzia z PKD pozwala na uzyskanie jakości powierzchni porównywalnej np. z procesem szlifowania wykończeniowego;
2. Większy wpływ na siły skrawania oraz ich amplitudy obserwuje się zmieniając posuw na ostrze f_z niż prędkość skrawania v_c , największą wartość siły skrawania uzyskano dla narzędzia z ostrzem z PKD dla stopu AZ91HP i wyniosła ona $F_y = 1763\text{N}$, przy amplitudzie tej siły $AF_y = 1680\text{N}$;
3. Zmiana posuwu na ostrze powoduje w przybliżeniu liniowy przyrost składowych sił skrawania oraz ich amplitud;
4. Najwyższe wartości składowych sił skrawania F_y oraz F_z wystąpiły przy $v_c = 300\text{m/min}$;
5. Interesujący jest fakt spadku składowych sił skrawania F_y oraz F_z przy wzroście prędkości skrawania do $v_c = 400\text{m/min}$;
6. Nie zaobserwowano znacznych różnic w wartości sił skrawania dla stopów AZ31 i AZ91HP w całym zakresie posuwu oraz prędkości skrawania.

W dalszych pracach należy przeprowadzić analizę porównawczą sił skrawania dla poszczególnych materiałów narzędziowych, podobnie jak to przedstawiono analizując jakość powierzchni po obróbce trzema frezami. Przedstawione wyniki dotyczą obróbki konwencjonalnej, interesujące będzie także wykonanie badań doświadczalnych uwzględniających zakres parametrów poszerzony o tzw. wydajną obróbkę szybkościową (HSM, HPC).

LITERATURA

1. Adamski W.: Manufacturing development strategies in aviation industry, *Advances in manufacturing science and technology*, vol. 34, No. 3, 2010, pp. 73-84
2. Akyuz B.: Machinability of Mg and its alloys, *The Online Journal of Science and Technology*, July 2011, Volume 1, Issue 3, pp. 31-38
3. Avedesian M.M., Baker H.: Magnesium and Magnesium Alloys: Machining, *ASM International Handbook Committee*, s. 127-137, 1999, pp. 127-137
4. Barton G., Deinzer G., Baumgart H.: Wybrane zagadnienia wytwarzania i eksploatacji elementów maszyn ze stopu magnezu. *Journal of Kones Internal Combustion Engines*, 11/2004, s. 29-34
5. Fang F. Z., Lee L.C., Liu X.D.: Mean Flank Temperature Measurement in High Speed Dry Cutting, *Journal of Materials Processing Technology*, 167 (2005), pp. 119-123
6. Leigh E., Tlustý J., Schueller J.: Applying high-speed machining techniques on rotor grip configurations, Presented at the American Helicopter Society 55th Annual Forum, Montréal, Quebec, Canada, May 25 – 27, 1999, pp. 1-16

7. Tönshoff H.K., Denkena B., Winkler J., Podolsky Ch.: Technology of Mg and Mg alloys: Machining, Edited by Friedrich H.E. and Mordike B.L., Springer 2006, pp. 398-418
8. Tönshoff H.K., Winkler J.: The influence of tool coatings in machining of magnesium, Surface and Coatings Technology 94-95, 1997, pp. 610-616
9. Weiner K., Liedschulte M., Opalla D., Schroer M.: High-Tech Machining of Mg and Mg Composites, Magnesium alloys and technology, Edited by Kainer K.U., 2003, s. 130-151
10. Zagórski I., Kuczmaszewski J.: Selected problems of effectiveness of processing of magnesium alloys with a Kordell design toll, Mper. Management and Production Engineering Review, 4, 2011, pp. 90-96
11. Zagórski I., Pieśko P.: Badania porównawcze chropowatości powierzchni wybranych stopów magnezu po frezowaniu narzędziem pełnowęglkowym oraz PKD. IV Międzynarodowe Sympozjum Naukowe, Postęp w technikach wytwarzania i konstrukcji maszyn pod red. G. Borowskiego, Lublin 2011, s. 53-58
12. http://www.nanomag.us/Hydro_Mg_Brochure_Machining_Mg.pdf

Praca realizowana w ramach projektu Nr POIG.01.01.02-00-015/08-00 w Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka (POIG). Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

THE STUDY OF CUTTING FORCES AND AMPLITUDES DURING THE MILLING MAGNESIUM ALLOYS

Abstract

One of the most important company objectives for aerospace industry are the production of lighter airplanes/helicopters and reduced fuel consumption. In order to this components made of magnesium alloys should be used. The results of investigation of cutting forces and their amplitudes after milling two magnesium alloys AZ31 and AZ91HP were presented in this article. Influence of technological parameters and the type of used tools on the value of cutting forces was observed. The forces analysis is an important problem due to the deformation of the chip, and therefore also due to the strain and temperature in the cutting area.

Keywords: milling, magnesium alloys, aviation elements, machinability.