

Wpływ liczby ostrzy głowicy frezarskiej na wybrane parametry struktury geometrycznej powierzchni

doc. dr inż. Franciszek Bromberek, dr inż. Maciej Matuszewski, dr hab. inż. Ivan L. Oborski, dr inż. Robert Polasik, prof. dr hab. inż. Michał Styp-Rekowski, mgr inż. Tadeusz Węgrzyniak

Jednym z czynników determinujących efektywność obróbki skrawaniem jest trwałość narzędzia. Po to, aby ten element oceny obróbki poprawić narzędzia doskonalili się, m.in. poprzez stosowanie w nich wymiennych ostrzy, których proces zużywania z oczywistych względów jest najbardziej intensywny. Znając mechanizm obróbki można spodziewać się, że wraz ze zwiększaniem się liczby ostrzy skrawających proces zużywania będzie wolniejszy i jest to cecha pozytywna. Ponieważ jednak obróbkę skrawaniem, np. frezowanie realizuje się nie tylko po to aby uzyskać powierzchnie o określonym kształcie, lecz także o oczekiwanej strukturze geometrycznej powierzchni (SGP) istotne są także relacje między liczbą ostrzy a stanem struktury. Ta ostatnia cecha jest bardzo istotna gdyż bezpośrednio determinuje, m.in. intensywność procesu zużywania części maszyny – podstawową cechą eksploatacyjną każdej maszyny.

Celem badań prezentowanych niżej było określenie wpływu liczby ostrzy skrawających podczas frezowania na rezultaty obróbki dotyczące stanu jej SGP, w opisywanym przypadku – na chropowatość obrobionej powierzchni.

Program i warunki badań

W badaniach obrabiano trzy tworzywa konstrukcyjne: stop Al 3.1255 (PA 33), stal 1.0037 (St3S) oraz żeliwo 0.6025 (Zl 250). Są to tworzywa konstrukcyjne często stosowane w budowie elementów wielkogabarytowych (EWg).

Badania realizowano przy wybranych wartościach następujących parametrów obróbki:

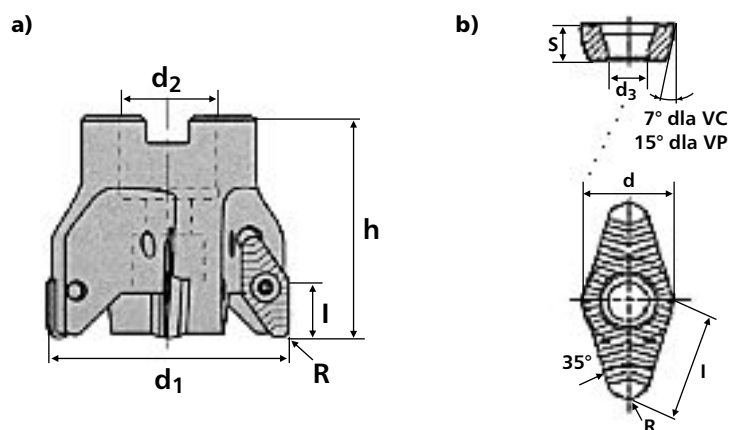
- posuwu f_z ,
- głębokości skrawania a_p ,
- prędkości skrawania v .

Wybór zarówno samych parametrów jak i ich wartości nastąpił na podstawie analizy informacji literaturowych [1, 2, 3, 5, 11, 12, 14].

Obróbkę prowadzono używając narzędzi firmy LMT, przy czym podstawowym kryterium przy wyborze [6, 7, 8] była

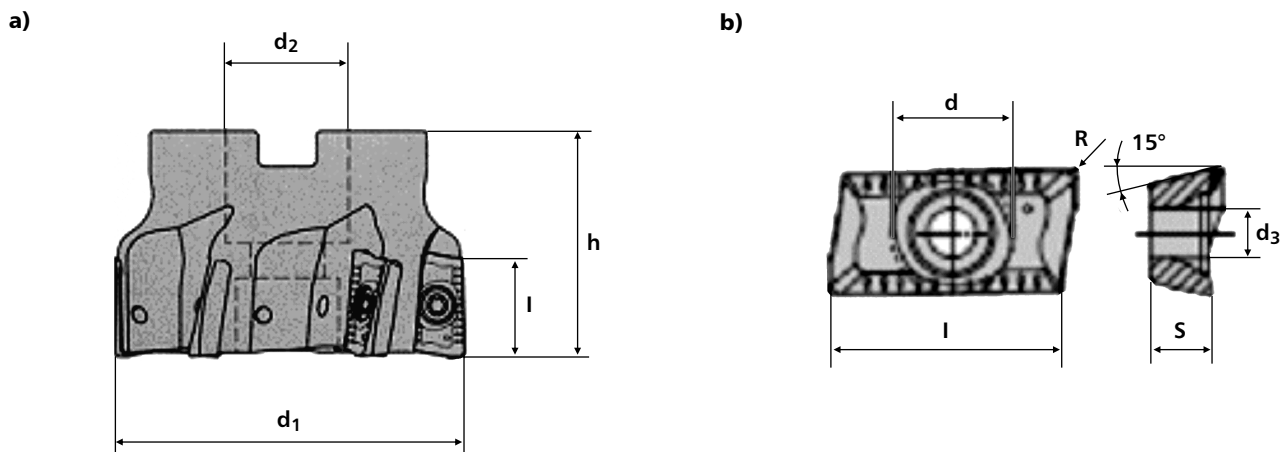
aktualna ich dostępność. Do obróbki materiału 3.1255 zastosowano głowicę frezarską firmy LMT, typ FMZ 90 IK V22.052 AN-I 52 – rys. 1a.

W obróbce zastosowano płytki VCGT 220530-ALM, gatunek: LW-610, których cechy geometryczne przedstawiono na rys. 1b.



Rys. 1. Głowica frezarska FMZ 90 IK V22.052 AN-I firmy LMT:

a) postać konstrukcyjna z głównymi wymiarami [mm] ($d_1=52$, $d_2=22$, $h=55$, $R=3$, $l=22,1$), b) płytki skrawająca ($l=22,1$, $s=5,56$, $d=12,7$, $d_3=5,5$, $R=3$) [8]



Rys. 2. Głowica frezarska FMU90 IK A17.063AN-IF firmy LMT:
 a) postać konstrukcyjna z głównymi wymiarami [mm] ($d_1=63$, $d_2=22$, $h=40$, $l=17,5$),
 b) płytka skrawająca ($l=17,5$, $s=5,6$, $d=9,62$, $d_3=3,8$, $R=1,2$) [8]

Do obróbki drugiego z badanych tworzyw konstrukcyjnych – stali 1.0037, użyto głowicy frezarskiej firmy LMT, typ FMU90 IK A17.063AN-IF 63 – rys. 2a. Zastosowano w niej płytki ADKX-170512SR-TR, gatunek: LC240T, których cechy geometryczne przedstawiono na rys. 2b.

Trzecim badanym tworzywem konstrukcyjnym było żeliwo 0.6025, do obróbki, którego zastosowano głowicę frezarską firmy LMT, typ FCC R12.052 AN 40-06-I 52 – rys. 3a.

W obróbce użyto płytek RDHX 12T3 MO, gatunek LC610T, których cechy geometryczne przedstawiono na rys. 3b.

Obróbkę prowadzono w warunkach minimalnego chłodzenia i smarowania (MQL). Taki rodzaj obróbki wybrano na

podstawie analizy wiedzy prezentowanej w literaturze [4, 9, 10, 13, 14]

Rezultaty badań

1. Obróbka stopu glinu

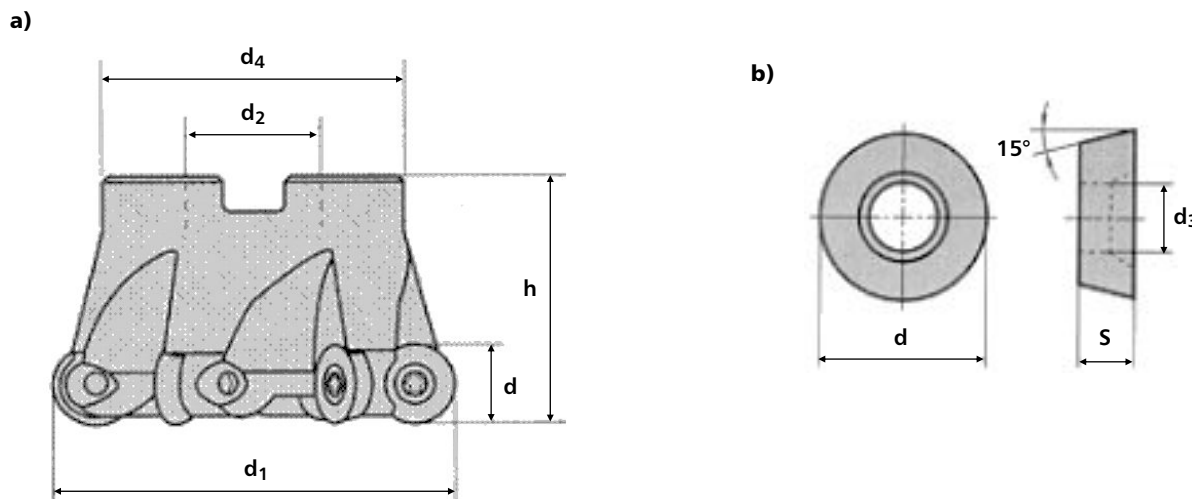
Frezowanie stopu glinu 3.1255 realizowano głowicą wyposażoną w jedno lub trzy ostrza, a rezultaty obróbki oceniano porównując dwa wybrane parametry chropowatości:

- średnie arytmetyczne odchylenie profilu chropowatości, R_a ,
- wysokość chropowatości wg 10 punktów profilu chropowatości, R_z .

Uzyskane wyniki, ujmujące zależność tych parametrów od przyjętych w badaniach parametrów obróbki, dla dwóch wariantów

narzędzia (z jednym – R_1 i trzema – R_3 ostrzami), przedstawiono w formie graficznej na rysunkach 4–6.

Na rys. 4 przedstawiono tę zależność jako zmienną niezależną przyjmując posuw f_z . Analiza wyników wykazuje, że liczba ostrzy ma istotny wpływ na uzyskiwaną w obróbce chropowatość. Wartości parametrów chropowatości są wyraźnie większe przy trzech ostrzach skrawających. Inny jest także przebieg zmian. Przy posuwie $f_z=0,050$ mm/ostrze wartości obydwóch parametrów chropowatości różniły się odpowiednio: R_a o 200% a R_z o 140%, natomiast przy posuwie $f_z=0,500$ mm/ostrze odpowiednio: R_a o 150% a R_z o 120%. Świadczy to o tym, że dla jednego ostrza przebieg ma charakter progresywny, a dla trzech – degresywny.



Rys. 3. Głowica frezarska FCC R12.052 AN 40-06-I firmy LMT:
 a) postać konstrukcyjna z głównymi wymiarami [mm] ($d=12$, $d_1=52$, $d_2=22$, $d_4=40$, $h=40$),
 b) płytka skrawająca ($s=3,97$, $d=12$, $d_3=3,8$) [8]

Zauważyć można ponadto, że dla obydwu użytych narzędzi największe różnice wartości obserwuje się w środku zakresu pomiarowego odpowiednio: 264% dla Ra i 228% dla Rz .

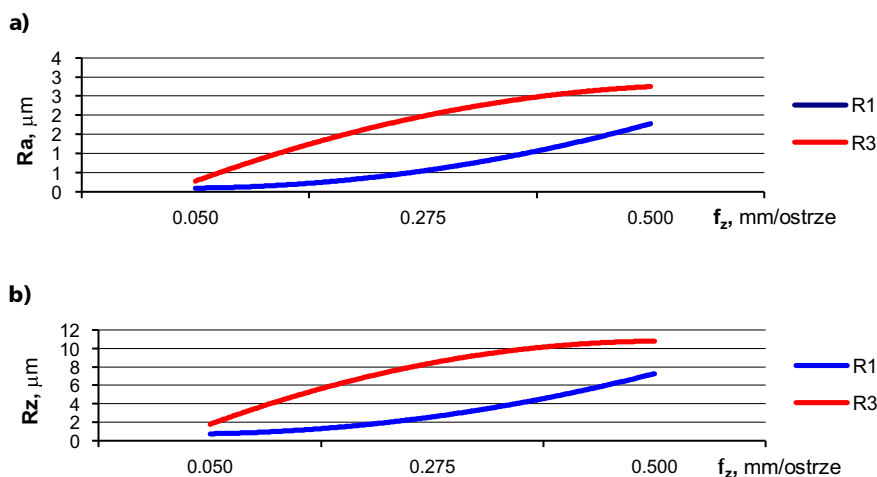
Analizując wpływ liczby ostrzy narzędzia na chropowatość powierzchni przy różnych głębokościach skrawania a_p – rys. 5, stwierdzono podobną zależność. Powierzchnia obrobiona trzema ostrzami (R3) charakteryzuje się większą chropowatością niż przy obróbce jednym ostrzem (R1). Największe różnice wartości mierzonych parametrów stwierdzono dla wartości $a_p=1$ mm (maksymalna wartość tej zmiennej): dla Ra wyniosła 470% zaś dla Rz – 354%.

Trzecią z przyjętych w badaniach zmiennych niezależnych była prędkość skrawania v . Na rys. 6 przedstawiono zależność parametrów chropowatości od prędkości skrawania dla przyjętych dwóch wariantów narzędzi. Z analizy wynika, że uzyskana w wyniku obróbki wartość chropowatości powierzchni jest większa dla większej liczby ostrzy. Stwierdzono ponadto, że dla jednego ostrza (R1) ze wzrostem prędkości skrawania v chropowatość maleje, natomiast dla trzech ostrzy (R3) obserwuje się sytuację odwrotną.

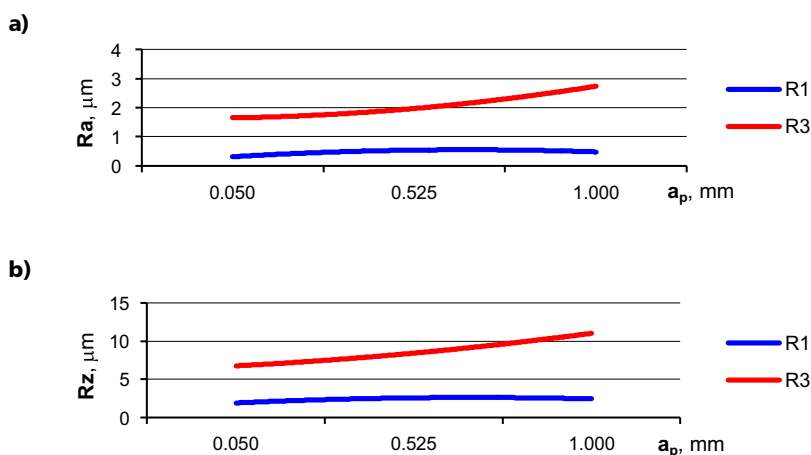
Na podstawie analizy wyników badań przedstawionych na powyższych rysunkach stwierdzono, że najmniejsze wartości chropowatości otrzymano przy obróbce narzędziem z pojedynczym ostrzem. Największe różnice, nawet pięciokrotne, między obróbką jednym ostrzem a trzema, przy zmiennych w badanym zakresie: głębokością a_p i prędkością skrawania v , zaobserwowano dla ich wartości maksymalnych, zaś dla posuwu f_z – w środkowej części badanego zakresu.

2. Obróbka stali

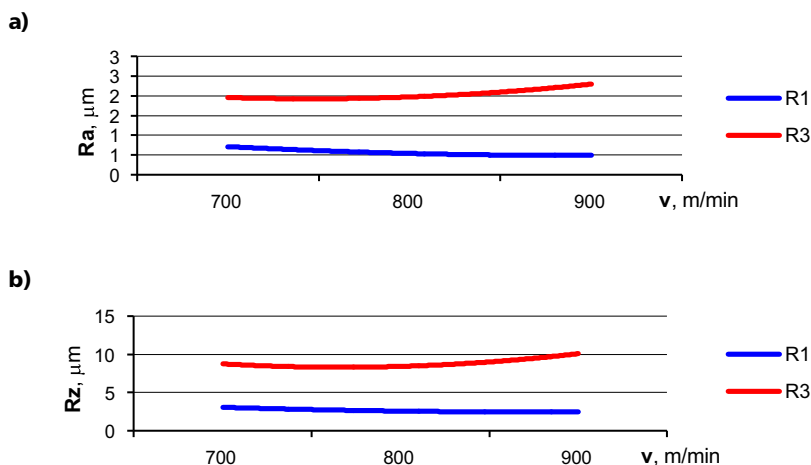
Proces skrawania stali 1.0037 realizowano głowicą wyposażoną w jedno lub sześć ostrzy, a rezultaty obróbki oceniono na podstawie zmian wartości tych samych parametrów chropowatości Ra i Rz . Otrzymane wyniki zależności tych parametrów od parametrów obróbki (przyjętych w badaniach) dla dwóch wariantów narzędzi: z jednym (R1) i sześcioma (R6) ostrzami, przed-



Rys. 4. Zależność parametrów chropowatości Ra (a) i Rz (b) od posuwu f_z dla narzędzia z jednym (R1) i trzema (R3) ostrzami; tworzywo konstrukcyjne: stop Al 3.1255, $v = 800$ m/min, $a_p = 0,525$ mm



Rys. 5. Zależność parametrów chropowatości Ra (a) i Rz (b) od głębokości skrawania a_p dla narzędzia z jednym (R1) i trzema (R3) ostrzami; tworzywo konstrukcyjne: stop Al 3.1255, $v = 800$ m/min, $f_z = 0,275$ mm/ostrze



Rys. 6. Zależność parametrów chropowatości Ra (a) i Rz (b) od prędkości skrawania v dla narzędzia z jednym (R1) i trzema (R3) ostrzami; tworzywo konstrukcyjne: stop Al 3.1255, $a_p = 0,525$ mm, $f_z = 0,275$ mm/ostrze

stawiono w formie graficznej na rysunkach 79.

Na rys. 7 przedstawiono analizowaną zależność od zmiennej niezależnej, jaką był posuw f_z .

Dla posuwu $f_z=0,05$ mm/ostrze zmiana ilości ostrzy nie spowodowała znaczących zmian chropowatości – wartości analizowanych parametrów były zbliżone. Największe różnice wartości parametrów chropowatości, odpowiednio: R_a – 160% i R_z – 70%, stwierdzono przy posuwie $f_z=0,25$ mm/ostrze.

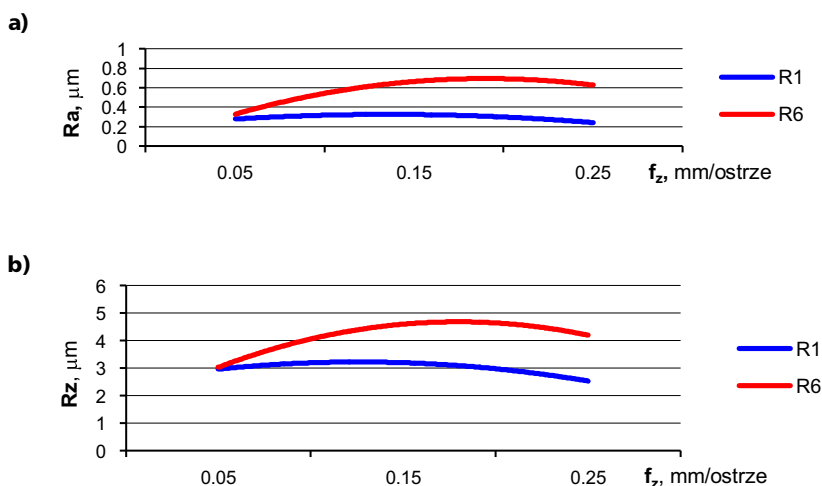
Analizując wpływ liczby ostrzy narzędzia na chropowatość powierzchni przy zmiennej głębokości skrawania a_p – rys. 8, stwierdzono, że powierzchnia obrobiona jednym ostrzem (R1) charakteryzuje się mniejszą chropowatością niż przy obróbce sześcioma ostrzami (R6). Największe różnice wartości mierzonych parametrów stwierdzono dla głębokości $a_p=0,6$ mm: odpowiednio: R_a – 110% i R_z – 50%

Trzecią z przyjętych zmiennych niezależnych jest prędkość skrawania v . Na rys. 9 przedstawiono zależność parametrów chropowatości od prędkości skrawania dla dwóch przyjętych wariantów narzędzi.

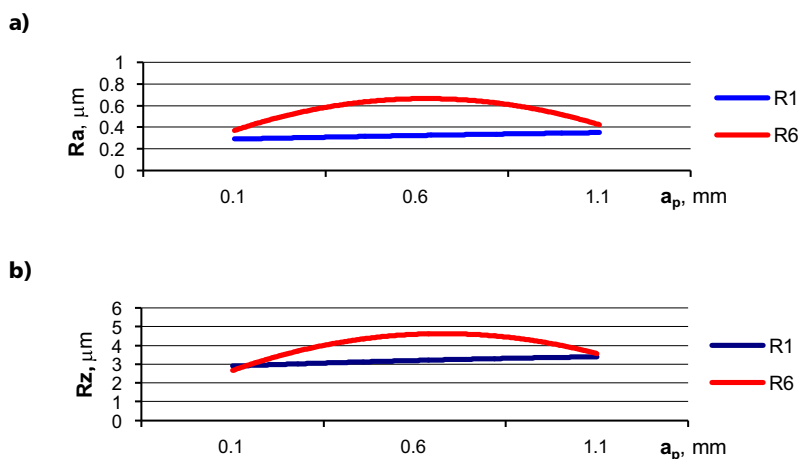
Dla prędkości $v=150$ m/min różnic wartości chropowatości R_a i R_z nie stwierdzono. Zmiana liczby ostrzy narzędzia, dla tych parametrów skrawania, nie wpłynęła na chropowatość obrobionej powierzchni. Wpływ ten zaobserwowano natomiast przy wzroście zmiennej. Największą różnicę, dla przyjętych narzędzi, stwierdzono dla $v=200$ m/min: dla R_a wyniosła ona 105% zaś dla R_z – 43% (jedeny stwierdzony przypadek, że chropowatość jest mniejsza przy sześciu ostrzach niż przy jednym).

3. Obróbka żeliwa

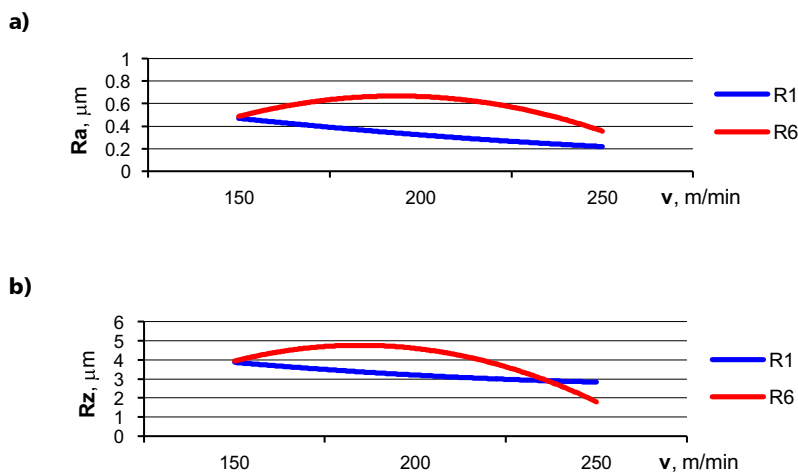
Frezowanie żeliwa 0.6025 realizowano podobnie jak stal, głowicą wyposażoną w jedno lub sześć ostrzy. Uzyskane wyniki zależności parametrów chropowatości od parametrów obróbki (w przyjętych w badaniach zakresach) dla dwóch typów narzędzia – z jednym ostrzem (R1) i sześcioma ostrzami (R6), przedstawiono w formie graficznej na rysunkach 10÷12.



Rys. 7. Zależność parametrów chropowatości R_a (a) i R_z (b) od posuwu f_z dla narzędzia z jednym (R1) i sześcioma (R6) ostrzami; tworzywo konstrukcyjne: stal 1.0037 $v = 200$ m/min, $a_p = 0,6$ mm



Rys. 8. Zależność parametrów chropowatości R_a (a) i R_z (b) od głębokości skrawania a_p dla narzędzia z jednym (R1) i sześcioma (R6) ostrzami; tworzywo konstrukcyjne: stal 1.0037, $v = 200$ m/min, $f_z = 0,15$ mm/ostrze



Rys. 9. Zależność parametrów chropowatości R_a (a) i R_z (b) od prędkości skrawania v dla narzędzia z jednym (R1) i sześcioma (R6) ostrzami; tworzywo konstrukcyjne: stal 1.0037, $a_p = 0,6$ mm, $f_z = 0,15$ mm/ostrze

Na rys. 10 przedstawiono tę zależność jako zmienną niezależną przyjmując posuw f_z .

Na podstawie analizy wyników badań stwierdzono, że liczba ostrzy ma istotny wpływ na uzyskiwaną w obróbce chropowatość tylko dla początkowych wartości posuwu. Jest ona większa przy sześciu ostrzach skrawających, a dla $f_z=0,010$ mm/ostrze różnice te były największe i wyniosły dla R_a i R_z około 100%. Przy maksymalnej badanej wartości zmiennej niezależnej, tzn. $f_z=0,100$ mm/ostrze, różnice te były bliskie zero.

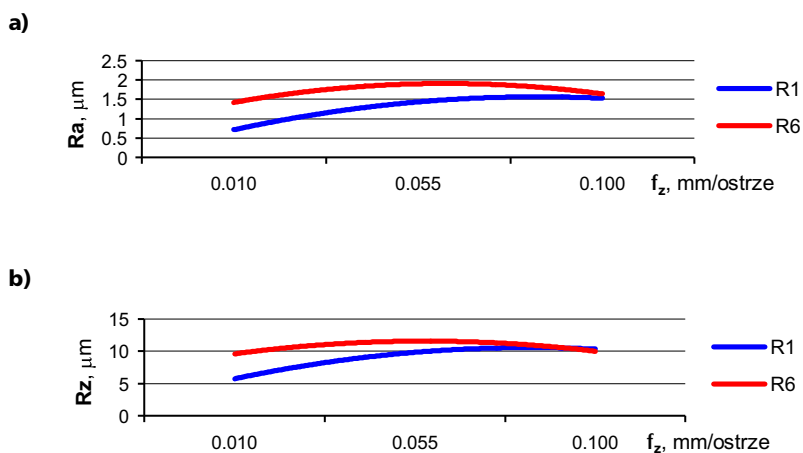
Analizując wpływ liczby ostrzy narzędzi na chropowatość powierzchni przy zmiennych: głębokości (rys. 11) i prędkości skrawania (rys. 12) stwierdzono, że powierzchnia obrobionej próbki jednym ostrzem (R1) charakteryzuje się mniejszą chropowatością niż przy obróbce sześcioma ostrzami (R6). Dla skrajnych, przyjętych w badaniach zakresach tych parametrów (a_p i v), występują największe różnice wartości parametrów. Dla zmiennej $a_p=0,06$ mm różnice te wynosiły odpowiednio: dla R_a – 340% oraz dla R_z – 218%, zaś dla zmiennej $v=150$ m/min wynosiły: dla R_a – 200% oraz R_z – 98%.

Podsumowując zagadnienie wpływu liczby ostrzy na wartość parametrów chropowatości dla różnych tworzyw konstrukcyjnych można stwierdzić, że najmniejszą chropowatością dla wszystkich badanych materiałów charakteryzowały się powierzchnie obrobione narzędziem z jednym ostrzem. Tłumaczy się to mniejszymi siłami skrawania i mniejszymi drganiami narzędzia z jednym ostrzem w porównaniu z narzędziem z kilkoma ostrzami.

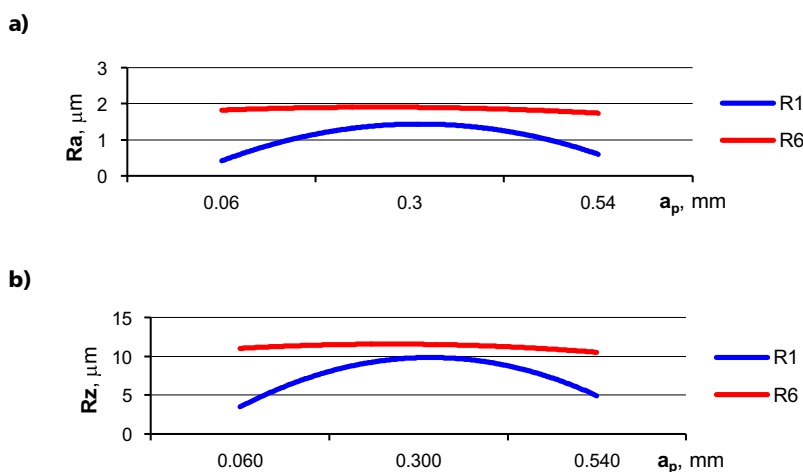
Podsumowanie

Na podstawie analizy rezultatów obróbki frezowaniem powierzchni próbek wykonanych z trzech tworzyw konstrukcyjnych wynika, że największy wpływ na SGP przy zmianie liczby ostrzy zaobserwowano dla stopu glinu 3.1255, najmniejsze zaś dla stali 1.0037.

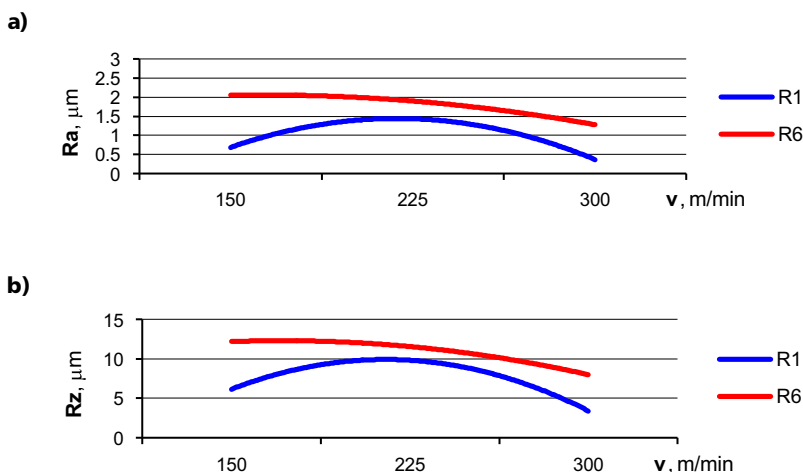
Analizę wpływu liczby ostrzy głowicy frezarskiej, na zmianę wartości parametrów struktury geometrycznej powierzchni frezowanej przeprowadzono



Rys. 10. Zależność parametrów chropowatości R_a (a) i R_z (b) od posuwu f_z dla narzędzia z jednym (R1) i sześcioma (R6) ostrzami; tworzywo konstrukcyjne: żeliwo 0.6025, $v = 225$ m/min, $a_p = 0,3$ mm



Rys. 11. Zależność parametrów chropowatości R_a (a) i R_z (b) od głębokości skrawania a_p dla narzędzia z jednym (R1) i sześcioma (R6) ostrzami; tworzywo konstrukcyjne: żeliwo 0.6025, $v = 225$ m/min, $f_z = 0,055$ mm/ostrze



Rys. 12. Zależność parametrów chropowatości R_a (a) i R_z (b) od prędkości skrawania v dla narzędzia z jednym (R1) i sześcioma (R6) ostrzami; tworzywo konstrukcyjne: żeliwo 0.6025, $a_p = 0,3$ mm, $f_z = 0,055$ mm/ostrze

na podstawie wyników badań laboratoryjnych. W takich warunkach istnieje możliwość ścisłego zachowania reżimów obróbkowych oraz dokładnego zarejestrowania poczynionych obserwacji, co nie zawsze jest możliwe w warunkach przemysłowych. Z tego powodu opisując rezultaty badań nie podawano wartości uzyskanych chropowatości lecz charakter zaobserwowanych zmian. Charakter ten z pewnością będzie porównywalny w warunkach laboratoryjnych i przemysłowych.

Badania opisane w artykule realizowane były w ramach projektu finansowanego przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości, w którym poza Autorami uczestniczyli inni wykonawcy. W tym miejscu składamy im podziękowanie za ich włożony trud.

Literatura

1. Byrne G., Dornfeld D., Denkena B.: Advancing cutting technology. *Annals of the CIRP*, No. 2/2003.

2. Giessler J.: Cut-and-dried technology. *Machinery*, No. 4/2004.

3. Hennrich G.: Trockenbearbeitung – die umweltfreundliche Fertigungstechnik. *Werkstattstechnik*, No. 9-10/1998.

4. Hussain M. I., Taraman K. S., Filipovic A. J., Garrn I.: Experimental study to analyse the workpiece surface temperatur in deep hole drilling of aluminium alloy engine blocks using MQL technology. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, No. 2/2008.

5. Jemieliński K.: Obróbka skrawaniem. Politechnika Warszawska, 2004.

6. Katalog narzędzi firmy Galant.

7. Katalog narzędzi firmy Guhringa.

8. Katalog narzędzi firmy LMT.

9. Kruszyński B., Stachurski W.: Ocena wybranych metod chłodzenia i smarowania dla frezowania obwiedniowego kół zębatach. Szkoła Obróbki Skrawaniem „Obróbka Skrawaniem – Innowacje”. Wydawnictwo IZTW Kraków, 2008.

10. Liao Y.S., Lin H.M.: Mechanism of minimum quantity lubrication in high-speed milling of hardened steel. *International Journal of Machine Tools and Manufacturing*, No. 11/2007.

11. Oakham M.: Tails you win. *Metalworking Production*, No. 11/2000.

12. Schulz H., Kalthöfer E.: Aluminium-Knetlegierungen trocken bearbeiten. *Werkstatt und Betrieb*, No. 7-8/1996.

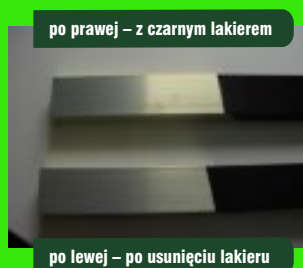
13. Zawada-Tomkiewicz A., Storch B.: Analiza obrazu powierzchni obrabianej w obróbce na sucho ostrzami o modyfikowanej geometrii. Szkoła obróbki skrawaniem „Obróbka Skrawaniem – Innowacje”. Wydawnictwo IZTW Kraków, 2008.

14. Żurawski Ł., Storch B.: Powierzchnia po frezowaniu na sucho ostrzami do obróbki gładkościowej. Szkoła Obróbki Skrawaniem „Obróbka Skrawaniem – Innowacje”. Wydawnictwo IZTW Kraków, 2008.

reklama

Czyszczenie metali

- metoda termiczna (złóże fluidalne, piroliza)
- metoda chemiczna (wanna zanurzeniowa, kabina natryskowa)



Nasza główna działalność to usługowe usuwanie wszystkich rodzajów powłok organicznych z elementów wyposażenia lakierni (krat, haków, zawieszek itp.) i lakieru z części wadliwie pomalowanych stalowych, ocynkowanych, aluminiowych, mosiężnych, żeliwnych, jak również zabytkowych pojazdów. Nasza oferta obejmuje również projektowanie, produkcję oraz sprzedaż złóż fluidalnych i pieców pirolitycznych.



Zapraszamy do skorzystania z naszych usług!



Arena Comet SCS Polska Sp. z o.o.

Siedziba i zakład nr 1:
ul. Piłsudskiego 23
32-050 Skawina
woj. małopolskie

zakład nr 2:
ul. Wałbrzyska 38
58-160 Świebodzice
woj. dolnośląskie

tel.: +48 12 418 31 73
polska@arenacomet.pl
www.arenacomet.pl