

Analiza skrawalności stopu aluminium EN AW-7075 T651 w zmiennych warunkach obróbki

Jarosław Korpysa¹, Magdalena Zawada-Michałowska¹, Paweł Pieško¹, Witold Habrat²

¹Katedra Podstaw Inżynierii Produkcji, Politechnika Lubelska

²Katedra Techniki Wytwarzania i Automatyzacji, Politechnika Rzeszowska

email: j.korpysa@pollub.pl, m.michalowska@pollub.pl, p.piesko@pollub.pl, witekh@prz.edu.pl

STRESZCZENIE: W pracy przeprowadzono badania doświadczalne w zakresie frezowania stopu aluminium EN AW-7075 T651. Głównym celem badań było określenie zależności pomiędzy warunkami obróbki, czyli zmianą parametrów skrawania i rodzajem narzędzia skrawającego, a wskaźnikami skrawalności – składowymi całkowitej siły skrawania i parametrami chropowatości powierzchni. Proces frezowania przeprowadzono z wykorzystaniem frezu węglkowego oraz frezu z płytkami wykonanymi z polikrystalicznego diamentu (PKD). Zmianianymi parametrami technologicznymi były prędkość skrawania i posuw na ostrze. Przeprowadzone badania wykazały znaczące różnice w wartościach generowanej siły skrawania w zależności od rodzaju zastosowanego narzędzia skrawającego. Pomimo podobnego trendu zmian, mniejsze wartości maksymalne osiągnięto stosując frez węglkowy, który jednak dawał mniej korzystne efekty w zakresie chropowatości powierzchni w stosunku do frezu PKD.

SŁOWA KLUCZOWE: skrawalność, stop aluminium, siła skrawania, chropowatość powierzchni, narzędzia skrawające

1. Wstęp

Stopy aluminium są materiałami szeroko stosowanymi m.in. w przemyśle lotniczym i motoryzacyjnym. Jest to związane przede wszystkim z ich małą gęstością, odpornością na korozję oraz dobrymi właściwościami wytrzymałościowymi. Specyfika tych gałęzi przemysłu wymaga jednak wysokiej jakości wytwarzanych elementów, co wiąże się z koniecznością ciągłego doskonalenia prowadzonych procesów obróbkowych. Dobór odpowiednich warunków skrawania jest zatem kluczowy dla uzyskania najlepszych efektów obróbki, ważne jest więc prowadzenie badań w tym zakresie [1].

Na rezultat obróbki wpływa wiele czynników, takich jak: maszyna obróbkowa, narzędzie skrawające czy parametry skrawania. Istotne znaczenie ma również dynamika procesu, na którą w znacznym stopniu oddziałuje siła skrawania. Dobór optymalnych warunków obróbki jest w obszarze zainteresowania badaczy z całego świata. Zmiana parametrów technologicznych pozwala w znacznym stopniu oddziaływać na proces skrawania i jego efekty. Dostępne są także różne rodzaje narzędzi skrawających o odmiennej geometrii, materiale wykonania czy powłokach. Pomimo tego samego przeznaczenia, uzyskiwane rezultaty mogą się znacznie różnić. Obecnie najbardziej rozpowszechnione są narzędzia węglkowe. Wynika to z ich dobrej wytrzymałości, przystępnej ceny oraz możliwości pokrywania powłokami dodatkowo poprawiającymi właściwości. Korzystne efekty uzyskuje się również stosując narzędzia diamentowe, przy czym są one wykorzystywane znacznie rzadziej ze względu na wysoką cenę. Należy zaznaczyć, że dobór najkorzystniejszego narzędzia jest zagadnieniem złożonym i wymaga prowadzenia indywidualnych badań i analiz [2, 3].

2. Przedmiot i metody badań

Materiałem analizowanym w badaniach był stop aluminium EN AW-7075 T651. Dobra wytrzymałość, odporność na korozję oraz mała masa właściwa sprzyjają szerokiemu zastosowaniu tego materiału w przemyśle lotniczym oraz motoryzacyjnym. Próbki do badań miały postać prostopadłościanów o wymiarach 160 x 70 x 33 mm.

Obróbkę przeprowadzono na centrum Avia VMC 800HS. Proces frezowania przeprowadzono ze zmiennymi parametrami skrawania, zgodnie z tab. 1. Analizowano wpływ prędkości skrawania v_c i posuwu na ostrze f_z , natomiast parametrami stałymi była głębokość skrawania $a_p = 1$ mm i szerokość skrawania $a_e = 12$ mm.

Tabela 1. Warunki obróbki

v_c [m/min]	f_z [mm/ostrze]	n [obr/min]	v_f [mm/min]
100		2654	796
300		7962	2389
500	0,100	13270	3981
700		18577	5573
900		23885	7166
	0,050		1194
	0,075		1791
300	0,100	7962	2389
	0,125		2986
	0,150		3583
	0,050		3583
	0,075		5374
900	0,100	23885	7166
	0,125		8957
	0,150		10748

Obróbkę przeprowadzono z wykorzystaniem dwóch frezów monolitycznych o średnicy 12 mm:

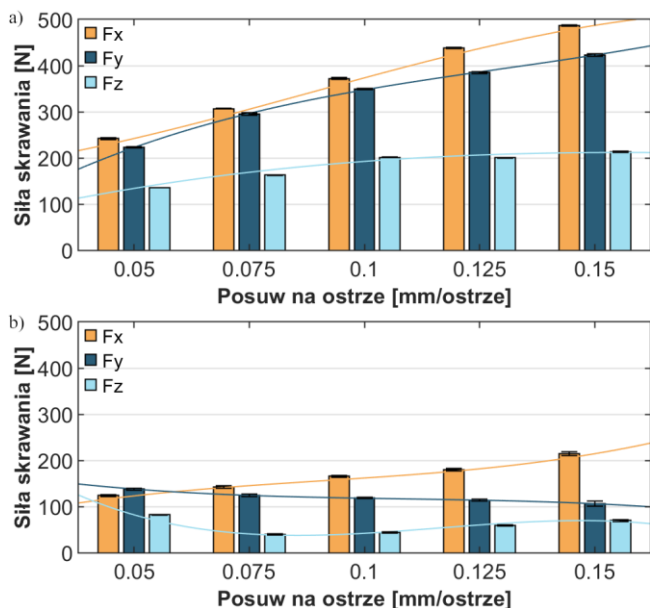
- Frezu PKD (Bryk D10.1210) z trzema ostrzami skrawającymi, głębokością skrawania 25 mm, długością 82 mm, kątem nachylenia ostrzy 0°;
- Frezu węglkowego (Engram 4HCEG 120 260 S12) z czterema ostrzami skrawającymi, głębokością skrawania 26 mm, długością 75 mm, kątem nachylenia ostrzy 35°, powłoką Nano-X.

W trakcie procesu skrawania przeprowadzono pomiary siły skrawania przy zastosowaniu piezoelektrycznego siłomierza Kistler 9257B podłączonego do wzmacniacza 5070A, z którego sygnał był wysyłany do modułu DAQ 5697A. Analizowano wartość maksymalną oraz wartość międzyszczytową składowych całkowitej siły skrawania F_x , F_y i F_z .

W ramach badań przeprowadzono również analizę parametrów chropowatości powierzchni Ra , $Rmax$ i RSm . Pomiary wykonano przy użyciu profilometru stykowego Hommel Tester T1000 zgodnie z normą PN-EN ISO 4287.

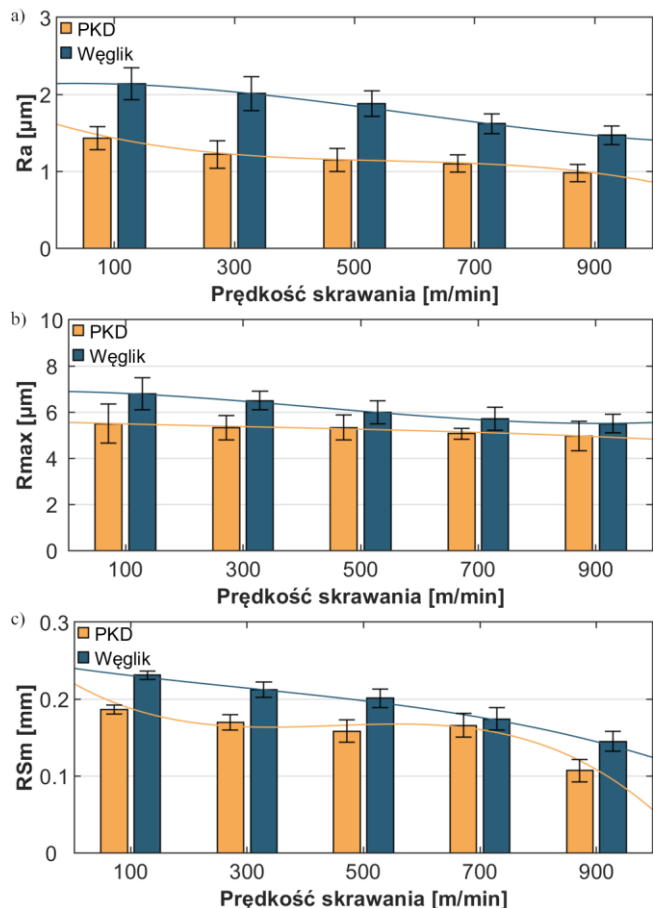
3. Wyniki badań i analiza

Realizacja procesu frezowania ze zmiennym posuwem na ostrze wykazała znaczące różnice w maksymalnych wartościach składowych całkowitej siły skrawania w zależności od stosowanego narzędzia skrawającego (rys. 1). Kilkukrotnie mniejsze wartości uzyskano stosując frez węglkowy, pomimo podobnego trendu zmian. W obu przypadkach największe wartości odnotowano dla składowej F_x , natomiast najmniejsze dla składowej F_z .



Rys. 1. Składowe całkowitej siły skrawania podczas obróbki frezem: a) PKD, b) węglkowym ($v_c = 300$ m/min)

Odmianą tendencję zaobserwowano natomiast podczas analizy parametrów chropowatości powierzchni (rys. 2), gdzie korzystniejszy efekt osiągnięto stosując frez PKD. Wartości mierzonych parametrów były znacznie mniejsze, zwłaszcza parametru Ra . Wpływ zmiany prędkości skrawania na jakość powierzchni był natomiast jednakowy dla obu narzędzi. Zwiększenie prędkości skrawania skutkowało stopniowym zmniejszeniem wartości mierzonych parametrów.



Rys. 2. Parametry chropowatości powierzchni: a) Ra , b) $Rmax$, c) RSm ($f_z = 0,100$ mm/ostre)

4. Podsumowanie

Uzyskane wyniki badań wskazują, że:

- 1) Rodzaj narzędzia skrawającego istotnie oddziałuje na przebieg i efekt obróbki.
- 2) Niższe wartości składowych całkowitej siły skrawania występowały podczas obróbki frezem węglkowym.
- 3) Stosowanie narzędzia PKD umożliwia uzyskanie lepszej jakości powierzchni.

Przeprowadzone badania dostarczyły informacji na temat skrawalności stopu aluminium EN AW-7075 T651.

Publikacja dofinansowana ze środków budżetu państwa w ramach programu Ministra Nauki pod nazwą „Polska Metrologia II”, nr projektu: PM-II/SP/0040/2024/02, kwota dofinansowania: 968 000,00 zł, całkowita wartość projektu: 968 000,00 zł. Tytuł projektu: „Multisensoryczny system pomiarów oddziaływań termo-mechanicznych wraz z kompleksową analizą stanu warstwy wierzchniej stopów lotniczych wspomagany algorytmami uczenia maszynowego”.



Literatura

- [1] Santos M.C. i in., *Machining of aluminum alloys: a review*, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 86, pp. 3067-3080, 2016.
- [2] Pimenov D.Y. i in., *Review of improvement of machinability and surface integrity in machining on aluminum alloys*, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 129, pp. 4743-4779, 2023.
- [3] Soren T.R. i in. *Machinability behavior of Aluminium Alloys: A Brief Study*, Materials Today: Proceedings, Vol. 18, pp. 5069-5075, 2019.