

Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

Modern material technologies in aerospace industry

Nowoczesna obróbka mechaniczna stopów magnezu i aluminium

Modern mechanical working of magnesium and aluminium alloys

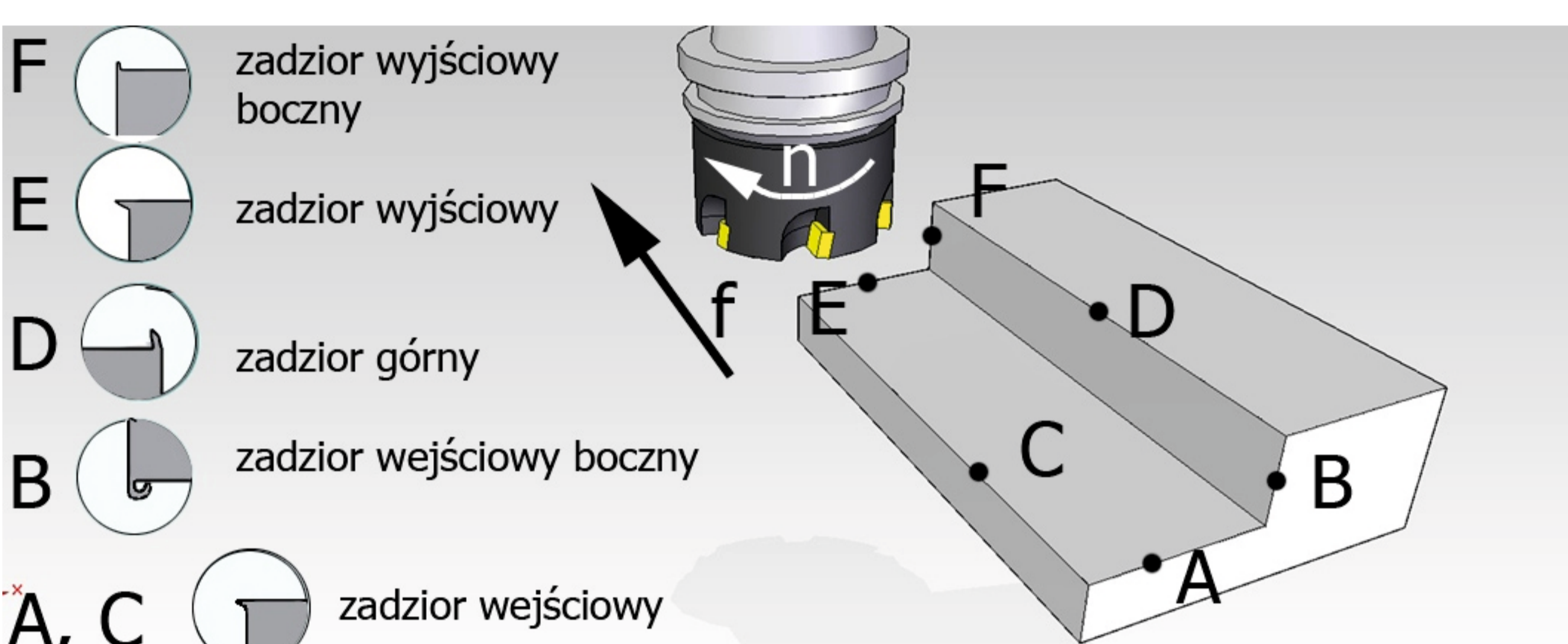
Politechnika Lubelska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Warszawska

Wyniki badań

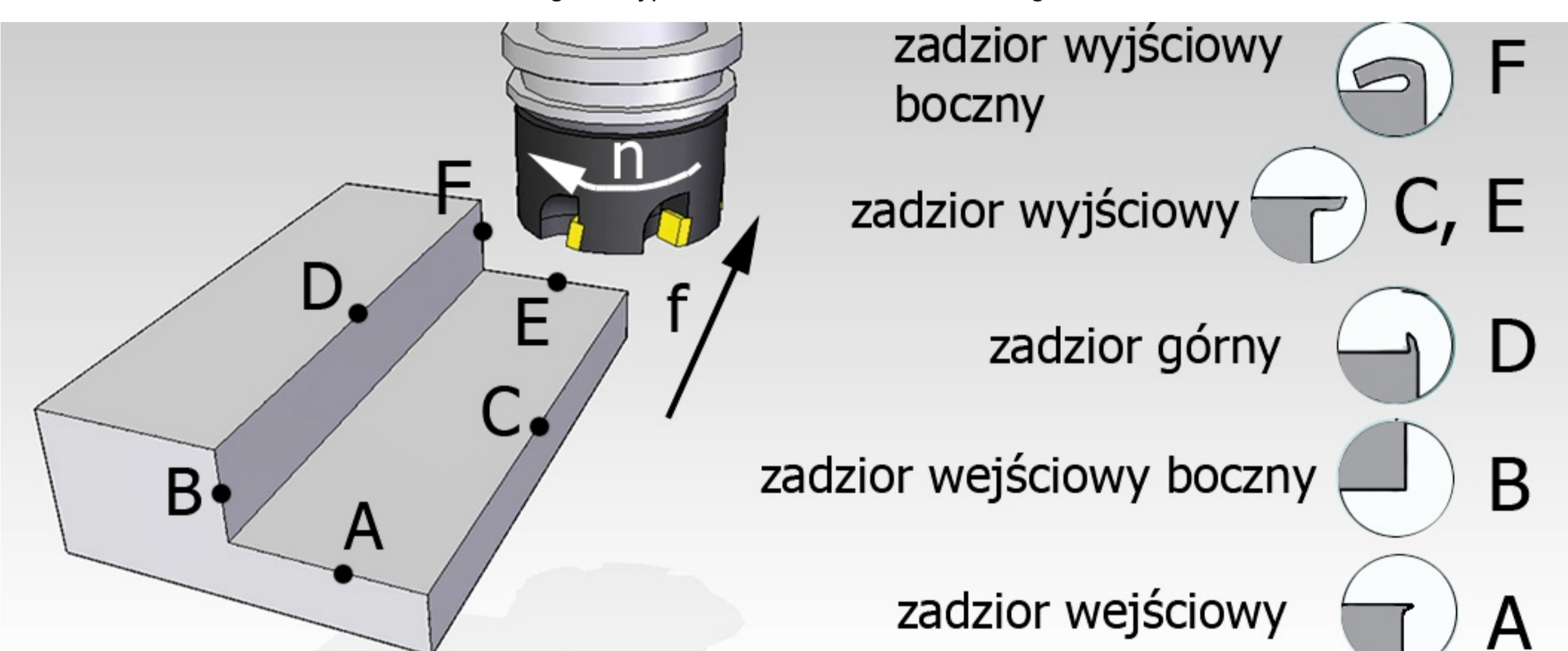
Results

POWSTAWIANIE ZADZIORÓW PODCZAS FREZOWANIA STOPÓW ALUMINIUM W WARUNKACH HSC

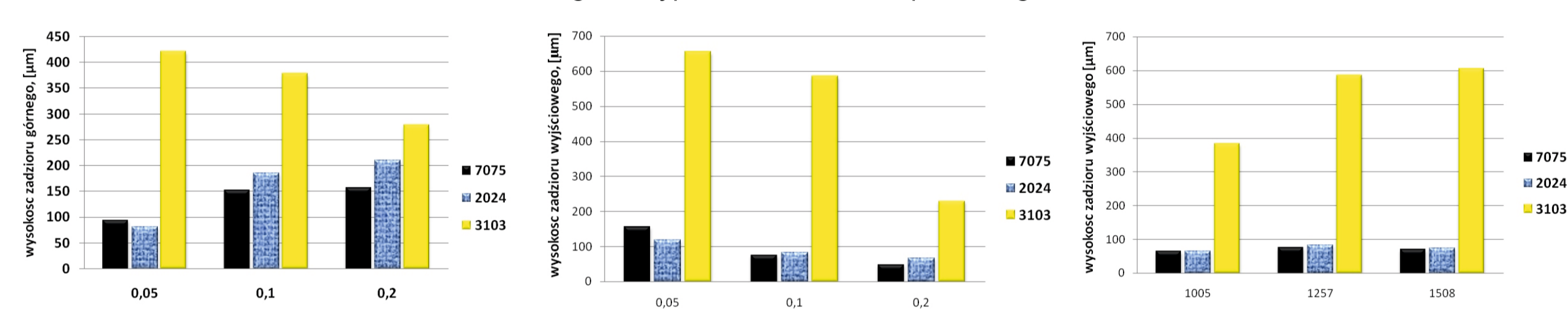
BURR FORMATION AFTER HSC MILLING OF ALUMINIUM ALLOYS



Rys. 1. Typy zadziorów powstających podczas frezowania współbieżnego
Fig. 1. Types of burrs after down milling



Rys. 2. Typy zadziorów powstających podczas frezowania przeciwbieżnego
Fig. 2. Types of burrs after up milling



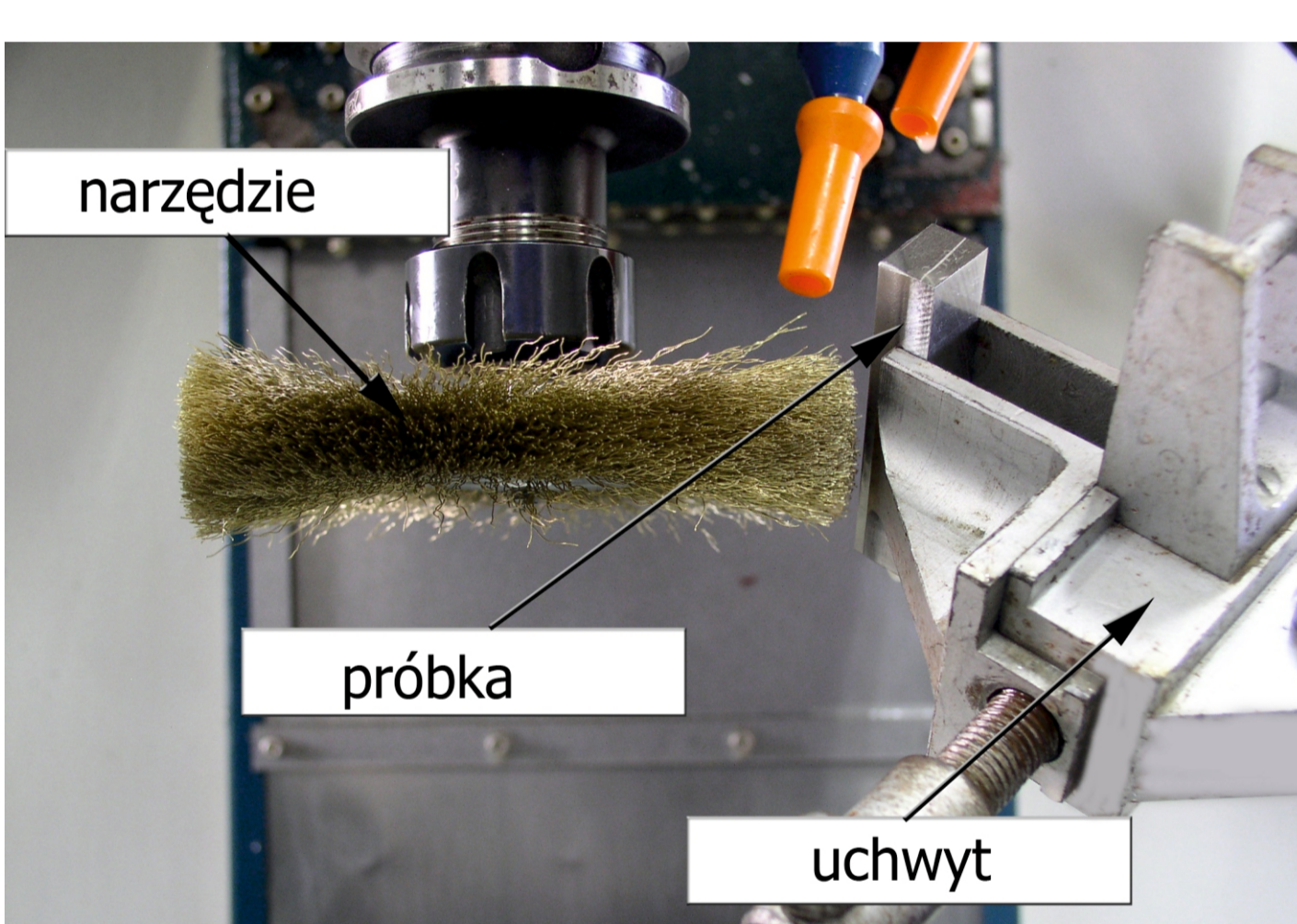
Rys. 3. Wpływ posuwu na ostrze na wysokość zadzioru wyjściowego
Fig. 3. Variation of top burr height vs. feed rate

Rys. 4. Wpływ posuwu na ostrze na wysokość zadzioru wyjściowego
Fig. 4. Variation of exit burr height vs. feed rate

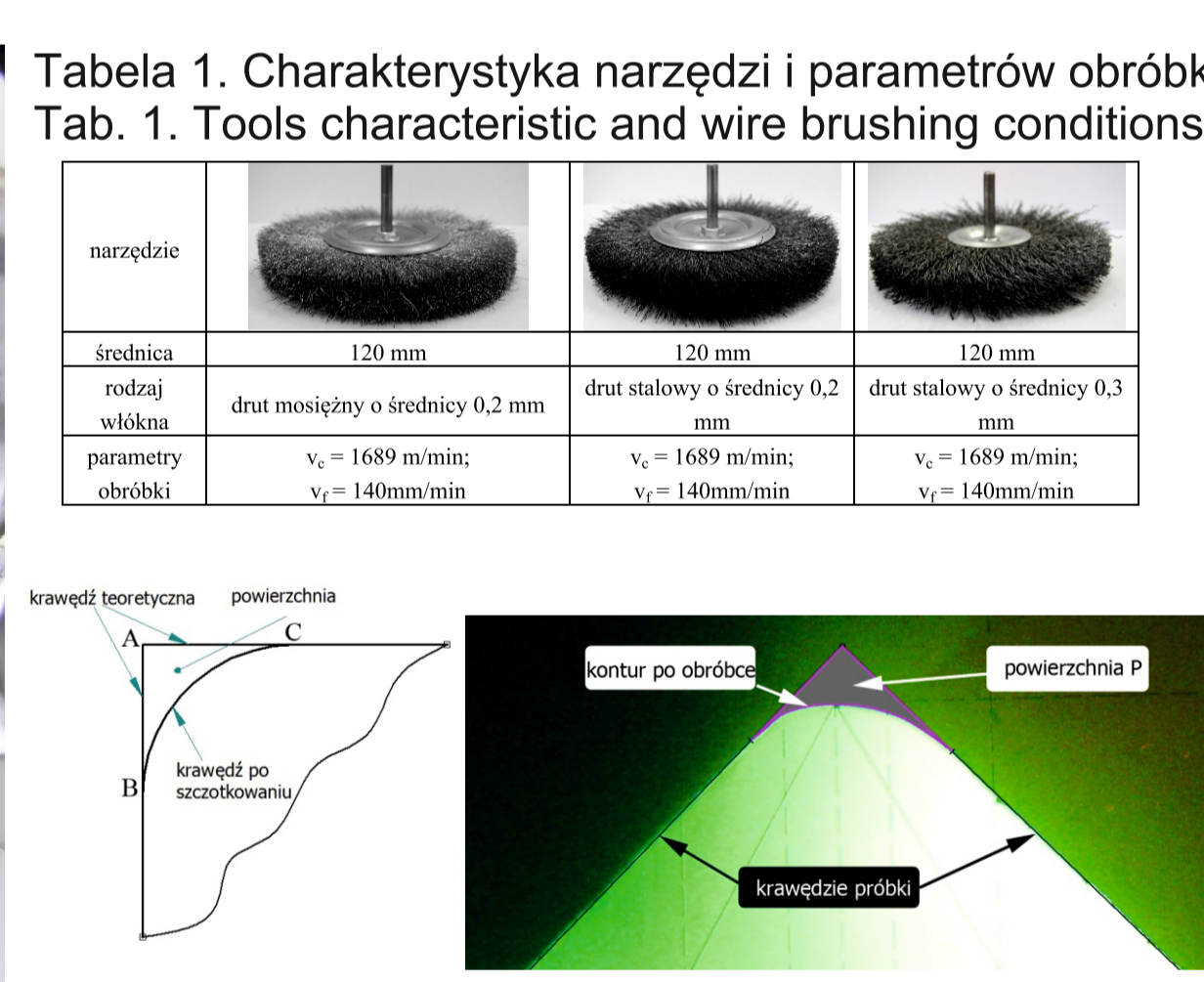
Rys. 5. Wpływ prędkości skrawania na wysokość zadzioru wyjściowego
Fig. 5. Variation of exit burr height vs. cutting speed

BADANIA STANU KRAWĘDZI PRZEDMIOTÓW ZE STOPÓW ALUMINIUM PO PROCESIE USUWANIA ZADZIORÓW

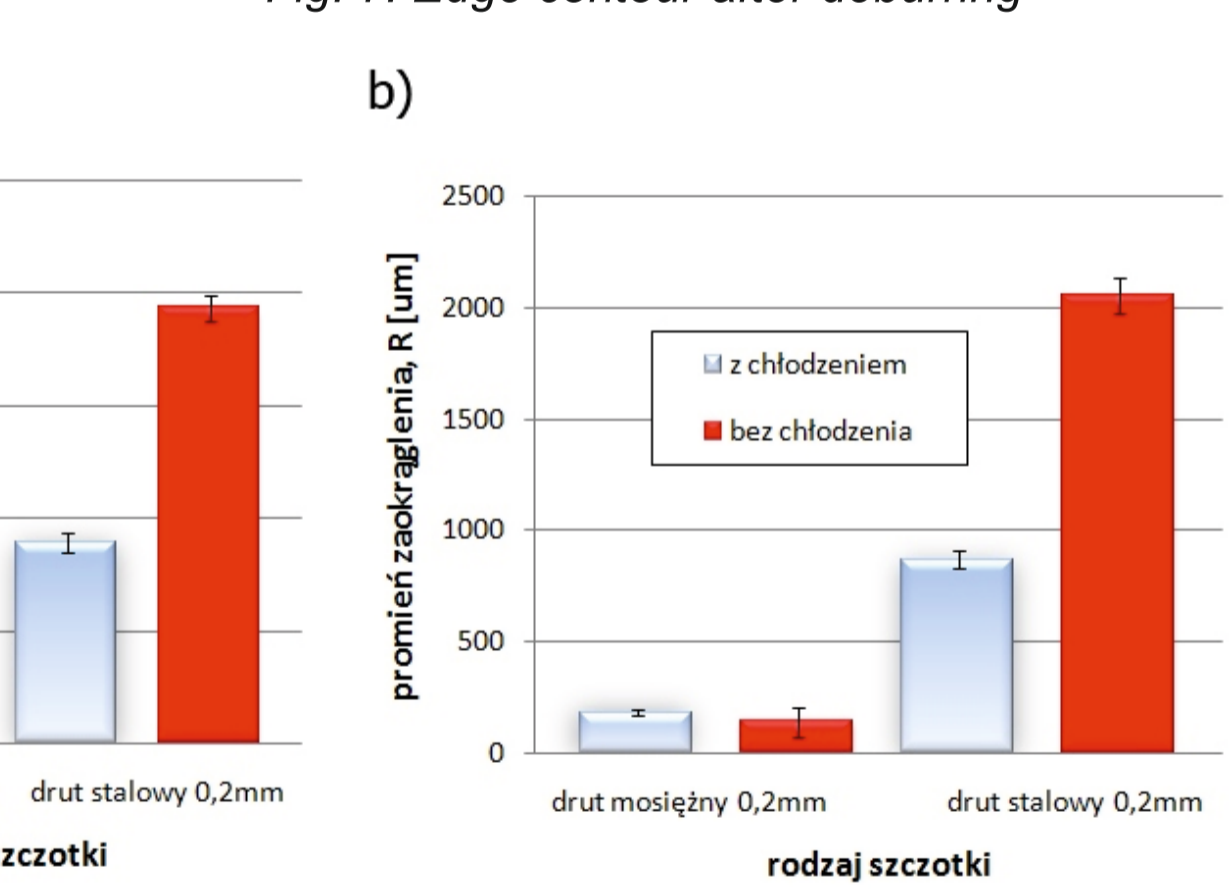
RESEARCH OF EDGE STATE AFTER DEBURRING OF ALUMINIUM ALLOYS



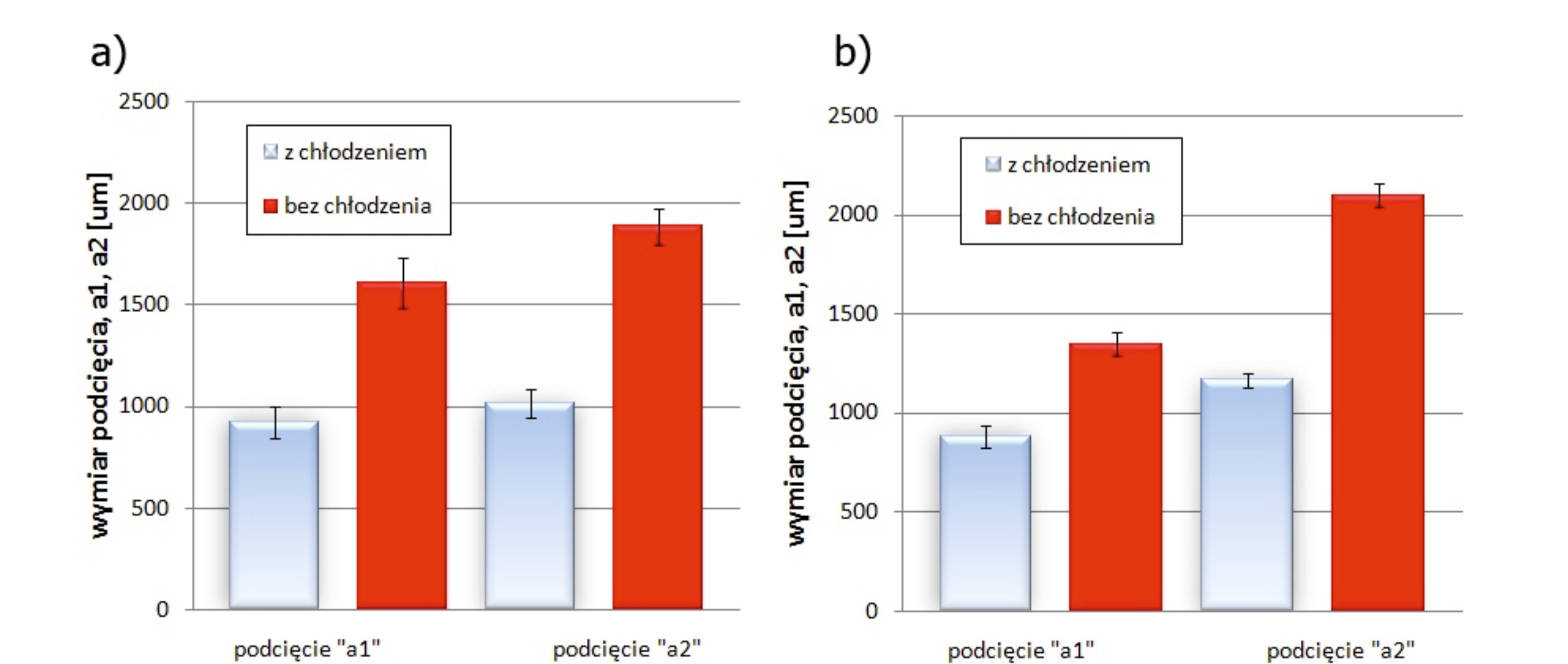
Rys. 6. Widok stanowiska do usuwania zadziorów
Fig. 6 View of deburring test stand



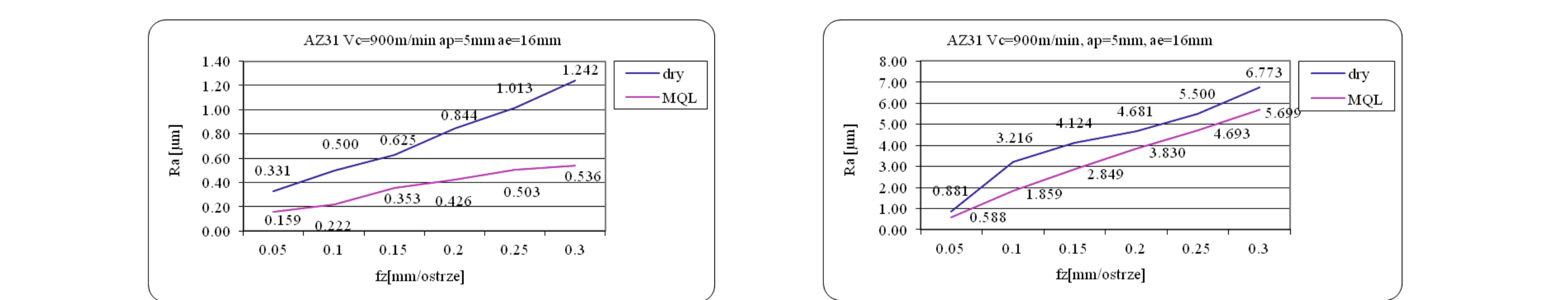
Rys. 7. Schemat konturu krawędzi po usunięciu zadziorów
Fig. 7. Edge contour after deburring



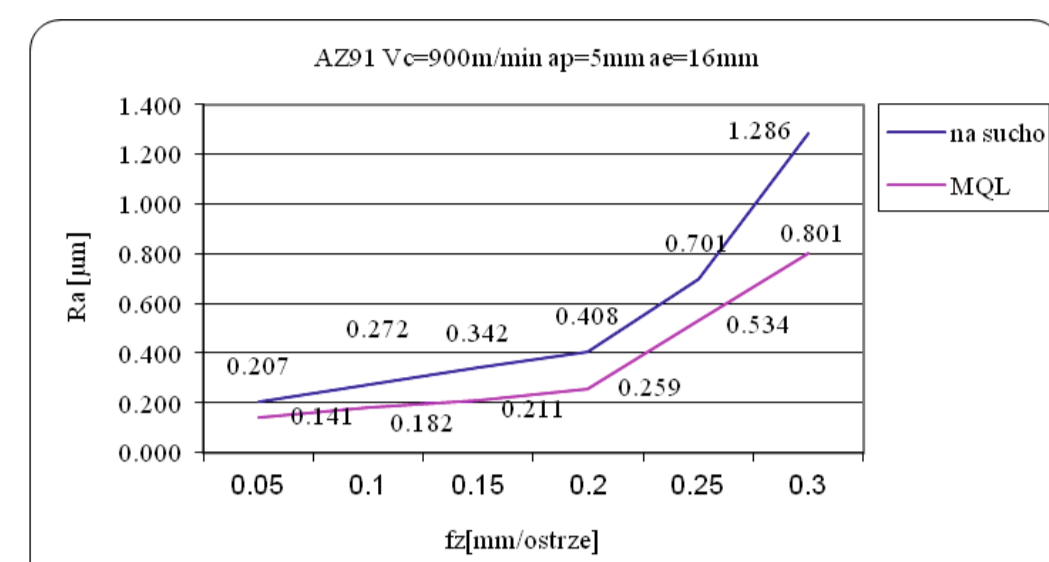
Rys. 9. Wpływ rodzaju szczotki oraz zastosowania cieczy chłodzącej – smarującej na promień zaokrąglenia krawędzi po procesie usuwania zadziorów: a) materiał 2024, b) materiał 7075
Fig. 9. Variation of edge radius after deburring vs. wire brush type and cutting fluid: a) 2024 aluminum alloy, b) 7075 aluminum alloy



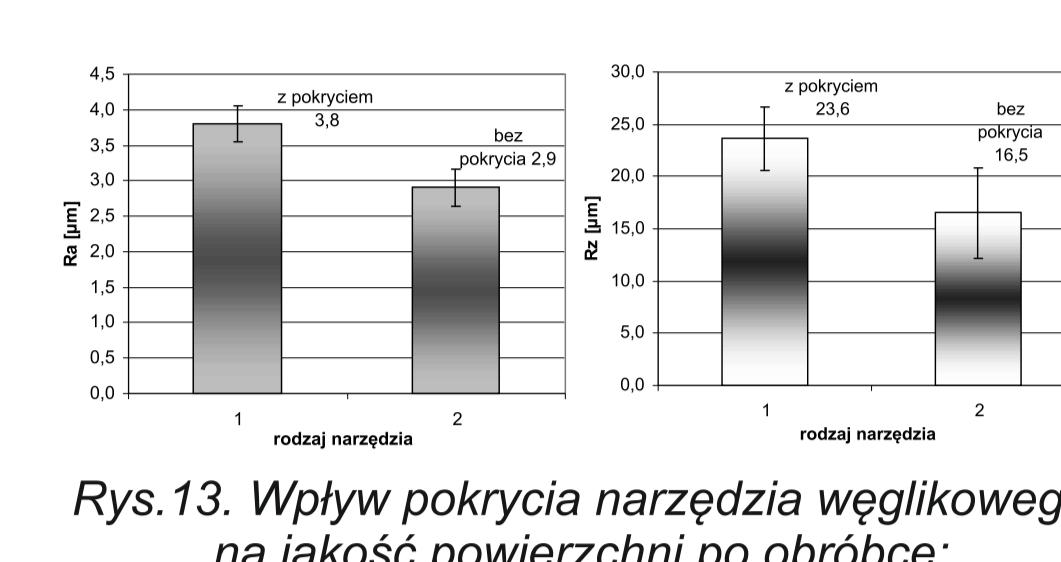
Rys. 10. Wpływ zastosowania cieczy chłodzącej – smarującej na wymiar podcięcia a1 oraz a2 dla szczotki z drutu stalowego 0,3mm po procesie usuwania zadziorów: a) materiał 2024, b) materiał 7075
Fig. 10. Variation of edge chamfer after deburring vs. cutting fluid: a) 2024 aluminum alloy, b) 7075 aluminum alloy



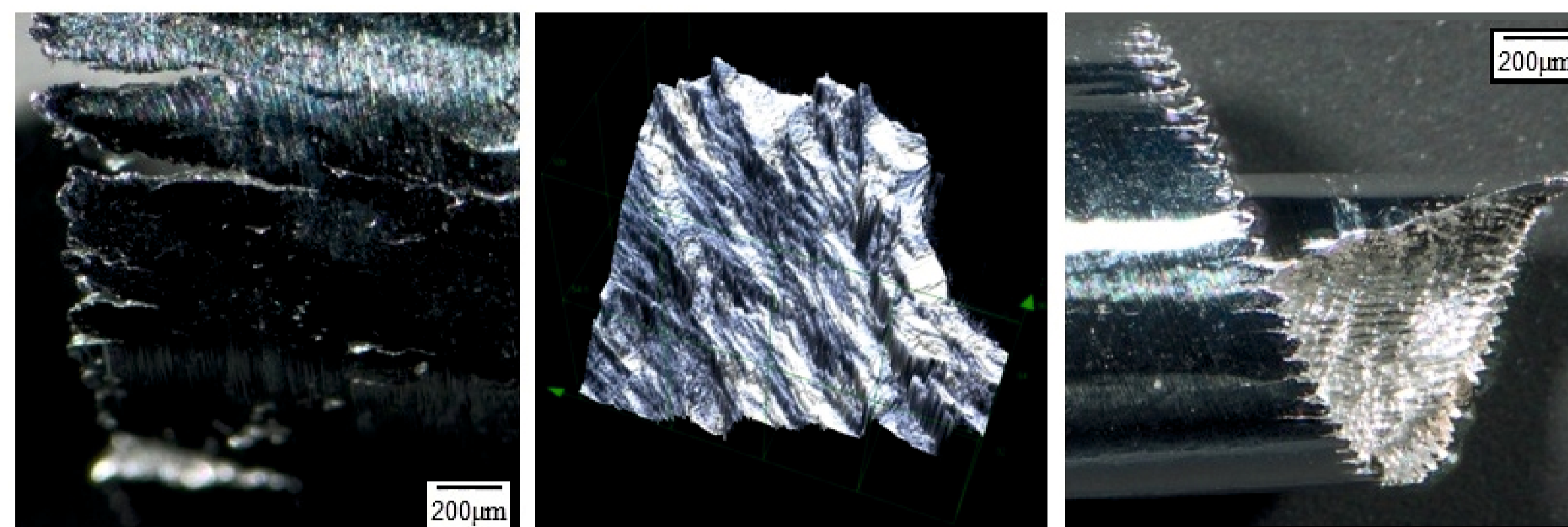
Rys. 11. Porównanie wartości parametru chropowatości Ra dla obróbki stopu magnezu AZ31 na sucho i MQL: a) pomiar na ścianie bocznej PO, b) pomiar na dnie PO
Fig. 11. Comparison of Ra roughness parameter for dry and MQL machining of AZ31 magnesium alloys: a) measure on side surface; b) measure on bottom surface



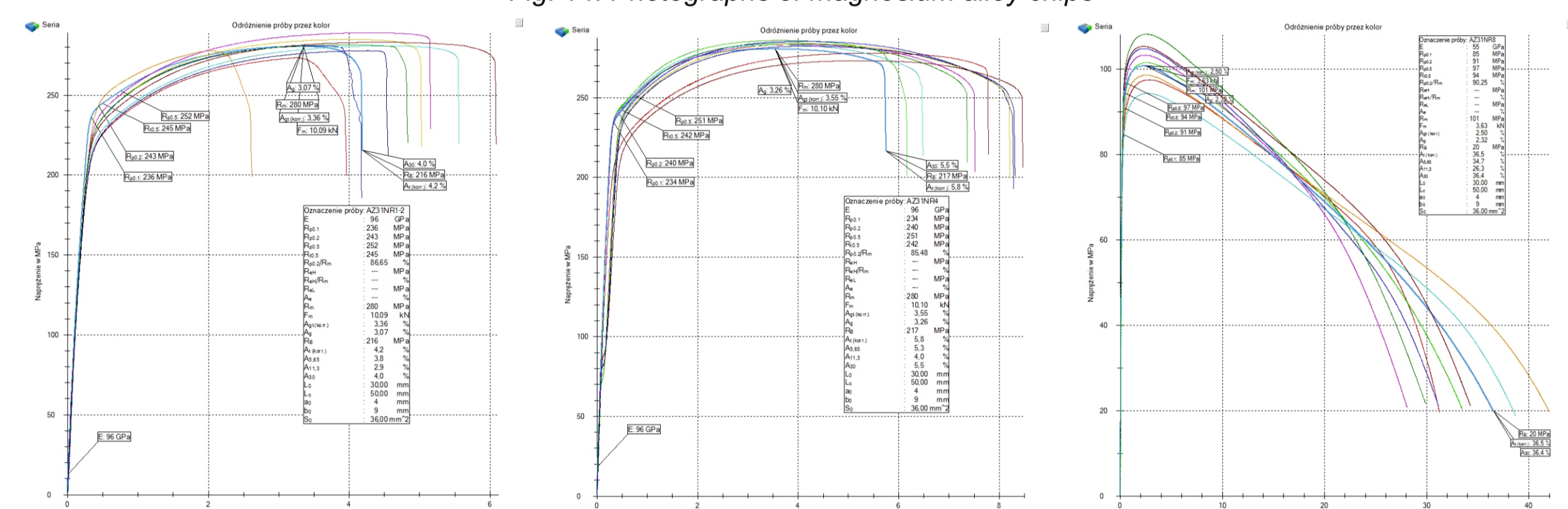
Rys. 12. Porównanie wartości parametru chropowatości Ra dla obróbki stopu magnezu AZ91HP na sucho i MQL, pomiar na ścianie bocznej PO
Fig. 12. Comparison of Ra roughness parameter for dry and MQL machining of AZ31 magnesium alloys, measure on side surface



Rys. 13. Wpływ pokrycia narzędzia węglkowego na jakość powierzchni po obróbce: vc=400m/min, fz=0,15mm/obrót, ap=6mm
Fig. 13. Effect of carbide tool coating on the quality of the surface after machining: vc=400mpm, fz=0.15 mmpt, ap=6mm

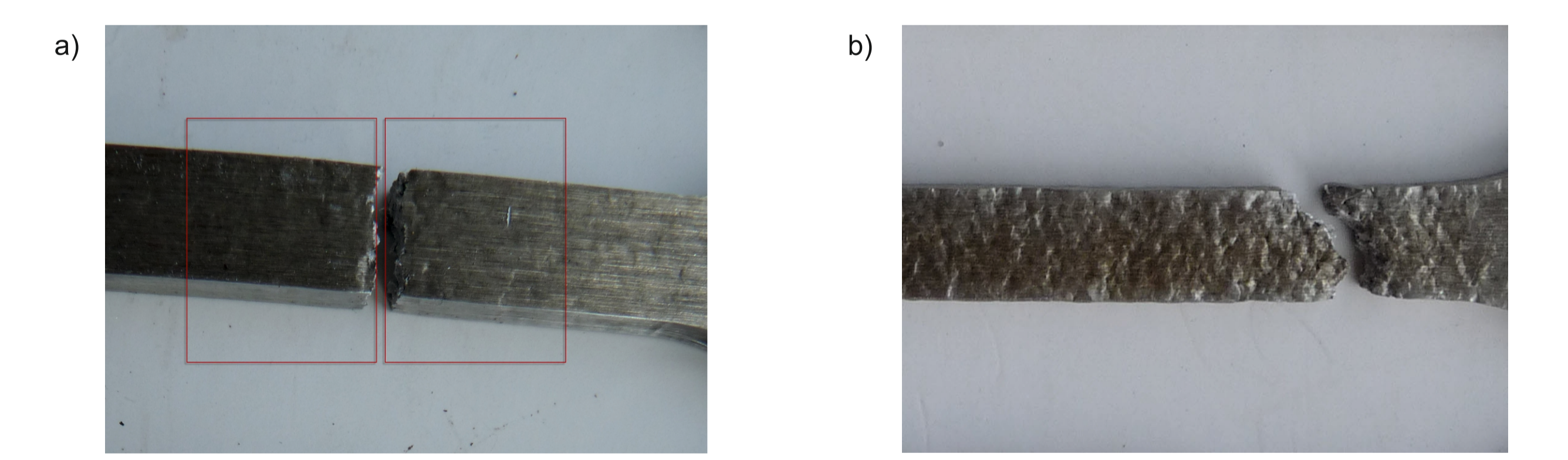
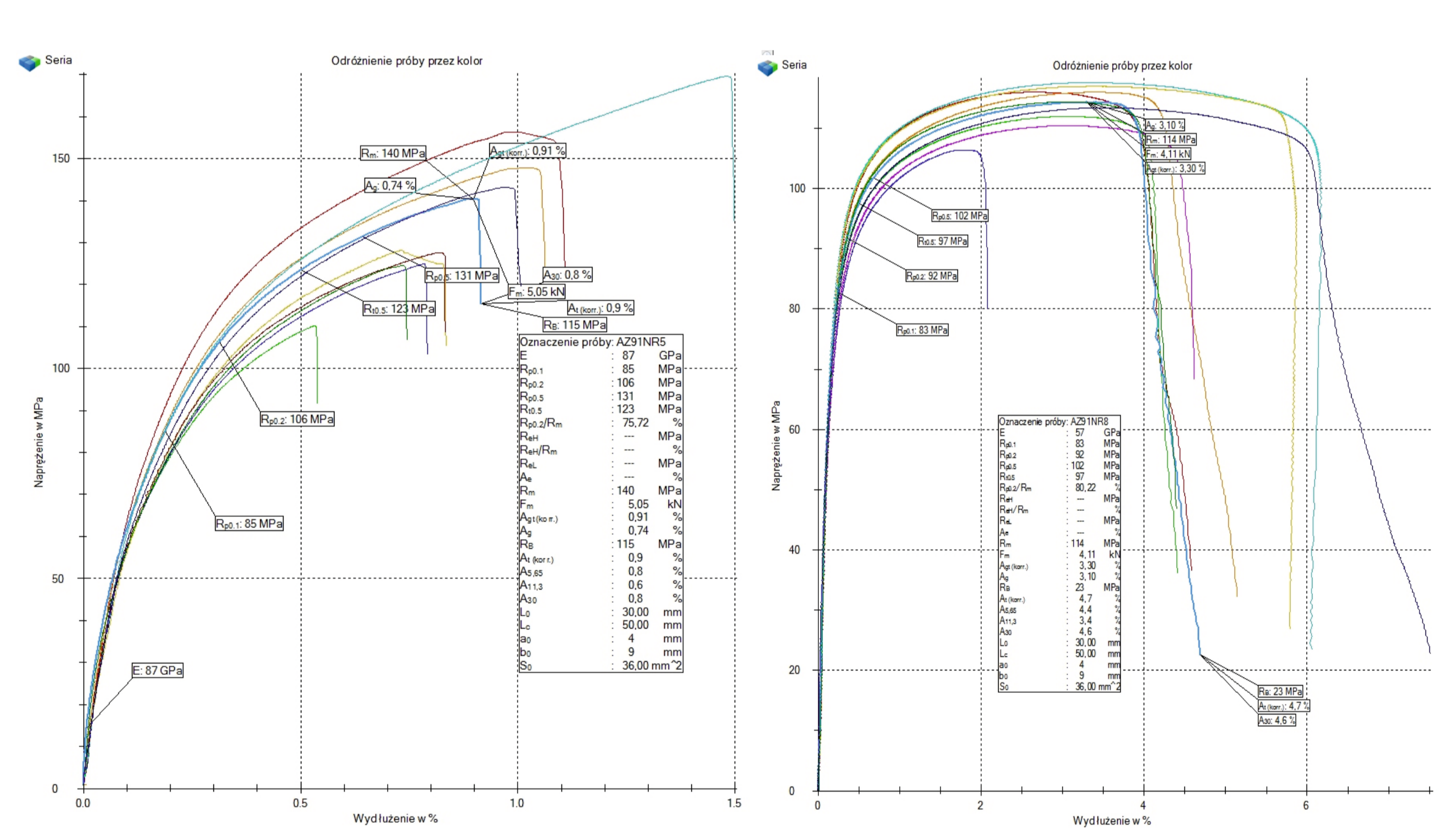


Rys. 14. Fotografie wiórów ze stopów magnezu
Fig. 14. Photographs of magnesium alloy chips



Rys. 15. Właściwości materiałowe oraz próbki badawcze otrzymane na podstawie próby statycznego rozciągania uzyskane dla stopu AZ31: a) temp. badania 20C, b) temp. badania 240C, c) temp. badania 240C
Fig. 15. Material properties and test samples obtained from static test for the AZ31 alloy: a) at 20C test samples made from rolled rod, b) at 20C testing samples made from extrusion bar, c) at 240C testing samples made from extrusion bar

Rys. 16. Właściwości materiałowe oraz próbki badawcze otrzymane na podstawie próby statycznego rozciągania uzyskane dla stopu AZ91HP: a) temp. badania 20C, b) temp. badania 240C
Fig. 16. Material properties and test samples obtained from static test for the AZ91 HP alloy: a) test at 20C; b) test at 240C



Rys. 16. Właściwości materiałowe oraz próbki badawcze otrzymane na podstawie próby statycznego rozciągania uzyskane dla stopu AZ91HP: a) temp. badania 20C, b) temp. badania 240C
Fig. 16. Material properties and test samples obtained from static test for the AZ91 HP alloy: a) test at 20C; b) test at 240C

Wnioski

Conclusions

1. Właściwości materiału w znacznym stopniu decydują o wysokości zadziorów.
2. Wzrost posuwu prowadzi do wzrostu wysokości zadziorów górnych (dla stopów 7075 i 2024) oraz zmniejszenia zadziorów wyjściowych.
3. Dla materiału 3103 wzrost prędkości skrawania prowadzi do zwiększenia wysokości zadziorów wyjściowych.
4. Rodzaj materiału zastosowany na wypełnienie szczotki oraz średnica włókien wpływa na kształt oraz wymiar stanu krawędzi po procesie usuwania zadziorów.
5. Najlepszą jakość powierzchni po obróbce stopów AZ31 i AZ91HP, w warunkach wydajnej obróbki szybkościowej uzyskano dla narzędzia z ostrzem PKD, zarówno podczas zmiany posuwu na ostrze fz jak i w przypadku zmiany prędkości skrawania vc.
6. Przy obróbce stopów magnezu lepszą jakością powierzchni uzyskano dla narzędzia bez pokrycia. Podobnie jak w przypadku obróbki stopów aluminium z grupy tzw. duraluminium, nie wzmocnione stopy magnezu można z powodzeniem obrabiać przy użyciu narzędzi węglkowych bez powłoki ochronnej.
7. Odpowiednie narzędzia oraz właściwe technologiczne parametry obróbki umożliwiają bezpieczną i efektywną obróbkę stopów Mg, nawet w warunkach obróbki na sucho.
8. Weryfikacja doświadczalna MES w warunkach rzeczywistej obróbki wskazuje na dobrą korelację uzyskanych wyników doświadczalnych i symulacyjnych.

1. Material properties such as hardness, strength and yield stress have a great influence on burr height.
2. Top burr height increase with the increase of feed rate of 7075 and 2024 aluminium alloys.
3. Exit burr height increase with the increase of cutting speed for 3103 aluminium alloy.
4. Wire material and wire diameter in the wire brush have influence on edge state after deburring.
5. The best surface quality after the treatment AZ31 and AZ91HP alloys, under-performance was obtained for high speed machining tool with a blade of PCD, both when changing the blade feed rate fz and in case of change of cutting speed vc.
6. For the machining of magnesium alloys, a better surface quality was obtained for the uncoated tools. As in the treatment of aluminium alloys with a group called. duraluminium, not reinforced magnesium alloys can be successfully machined using carbide tools without protective coating.
7. Suitably chosen tools and cutting parameters provide safe and effective machining of magnesium alloys, even during dry machining.
8. Experimental verification of FEM simulation in real cutting condition indicate right correlation of both experimental and simulation results.

Przykłady zastosowania w lotnictwie

Examples of application in aviation

1. Elementy konstrukcji wykonane ze stopów Al.
2. Elementy konstrukcji wykonane ze stopów Mg.

Przykłady współpracy z przemysłem lotniczym

Collaboration with aviation industry

W pierwszym półroczu 2012 roku współpracowano z zakładami:

1. PZL Świdnik S.A. AugustaWestland
2. WSK "PZL-RZESZÓW" S. A.
3. PZL Mielec.

Wskaźniki realizacji celów projektu

Indicators of the project

Referaty

1. Klonica, Kuczmazewski J.: **Badania stanu energetycznego warstwy wierzchniej stopów Al po frezowaniu konwencjonalnym i HSM.** Międzynarodowa Konferencja nt. Innowacyjne technologie wytwarzania. Kraków, 8-9 grudnia 2011

2. Matuszak J., Zaleski K.: **Powstawanie zadziorów podczas frezowania stopów aluminium w warunkach HSC.** Międzynarodowa Konferencja nt. Innowacyjne technologie wytwarzania. Kraków, 8-9 grudnia 2011

Publikacje

1. Klonica, Kuczmazewski J.: **Badania stanu energetycznego warstwy wierzchniej stopów Al po frezowaniu konwencjonalnym i HSM.** Innovative manufacturing technology. 2011, s. 85-96

2. Matuszak J., Zaleski K.: **Powstawanie zadziorów podczas frezowania stopów aluminium w warunkach HSC.** Innovative manufacturing technology. 2011, s. 73-84

Prace mgr, dr, hab.

Prace inżynierskie obronione:

1. Kowalczyk Magdalena: **Analiza momentu i jego amplitudy przy frezowaniu stopów aluminium AW 2024 i AW 7075 frezami trzpieniowymi o różnej sztywności.** Promotor: Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmazewski

2. Laskowski Waldemar: **Analiza porównawcza oporów skrawania przy toczeniu stopów aluminium AW 2024 oraz AW 7075.** Promotor: Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmazewski

3. Węglarz Karolina: **Wpływ parametrów technologicznych obróbki konwencjonalnej i HSM na kształt i charakter wiórów w operacji frezowania stopów aluminium.** Promotor: Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmazewski

4. Krzysiak Sylwia: **Analiza stabilności momentu obrotowego przy frezowaniu stopu aluminium AW 2024 frezami trzpieniowymi o różnej liczbie ostrzy.** Promotor: Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmazewski

5. Jaromin Joanna: **Badania stabilności momentu obrotowego i jakości powierzchni po szybkościowym frezowaniu frezami dwu i czterostrzowymi stopu AZ 31.** Promotor: Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmazewski

6. Józwiak Ewa: **Stabilność momentu obrotowego przy frezowaniu współbieżnym i przeciwbieżnym stopu AW2024 frezem dwustrzowym w warunkach konwencjonalnych i HSM.** Promotor: Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmazewski

7. Cholewa Jarosław: **Badania wpływu technologicznych parametrów cięcia strugą cieczą na jakość powierzchni i dokładność geometryczną elementów wykonanych ze stopu magnezu.** Promotor: Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmazewski

8. Kulasza Przemysław: **Analiza porównawcza wybranych wskaźników skrawalności przy frezowaniu stopów aluminium AW3103 i AW7075.** Promotor: Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmazewski

9. Kość Marek: **Analiza porównawcza odporności na zapłon wiórów Mg w stanie suchym i zwilżanych olejem mineralnym.** Promotor: Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmazewski

10. Piłkula Marcin: **Pomiar sił podczas frezowania powierzchni krzywoliniowych frezami trzpieniowymi o zmiennej sztywności.** Promotor: Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmazewski

11. Czaplak Kamil: **Pomiary mikrotwardości warstwy wierzchniej stopów magnezu po obróbce szczotkowaniem.** Promotor: dr hab. inż. Kazimierz Zaleski, prof. PL

12. Wołoszyn Dominika: **Mikrotwardość warstwy wierzchniej stopów aluminium obrabianych szczotkowaniem.** Promotor: dr hab. inż. Kazimierz Zaleski, prof. PL

13. Zając Sławomir: **Nagniatanie ślizgowe stopów aluminium.** Promotor: dr hab. inż. Kazimierz Zaleski, prof. PL

14. Reteruk Małgorzata: **Wpływ obróbki nagniataniem na mikrotwardość warstwy wierzchniej stopów magnezu.** Promotor: dr hab. inż. Kazimierz Zaleski, prof. PL

15. Sawicka Anna: **Wpływ cieczy obróbkowych na przebieg i wyniki obróbki stopów lekkich.** Promotor: dr hab. inż. Kazimierz Zaleski, prof. PL

16. Olszowa Katarzyna: **Obróbka oczyszczająca – umacniająca powierzchni stopów aluminium metodą śrutowania.** Promotor: dr hab. inż. Kazimierz Zaleski, prof. PL

17. Fronc Michał: **Analiza naprężeń własnych po obróbce szczotkowaniem.** Promotor: dr hab. inż. Kazimierz Zaleski, prof. PL

Prace magisterskie w realizacji:

1. Popek Aneta: **Badania wybranych właściwości warstwy wierzchniej stopu aluminium AISI10Mg po obróbce szczotkowaniem.** Promotor: dr hab. inż. Kazimierz Zaleski, prof. PL., planowany termin obrony prac to 2012r.

2. Kawka Artur: **Wpływ procesu usuwania zadziorów na mikrotwardość warstwy wierzchniej stopów aluminium.** Promotor: dr hab. inż. K. Zaleski, prof. PL.

Zgłoszenia patentowe

Zaleski K., Matuszak J.: **Szczotka czołowa do usuwania zadziorów.** Wniosek o udzielenie patentu na wynalazek. Zgłoszenie nr P.398956 z dnia 24.04.2012.