

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

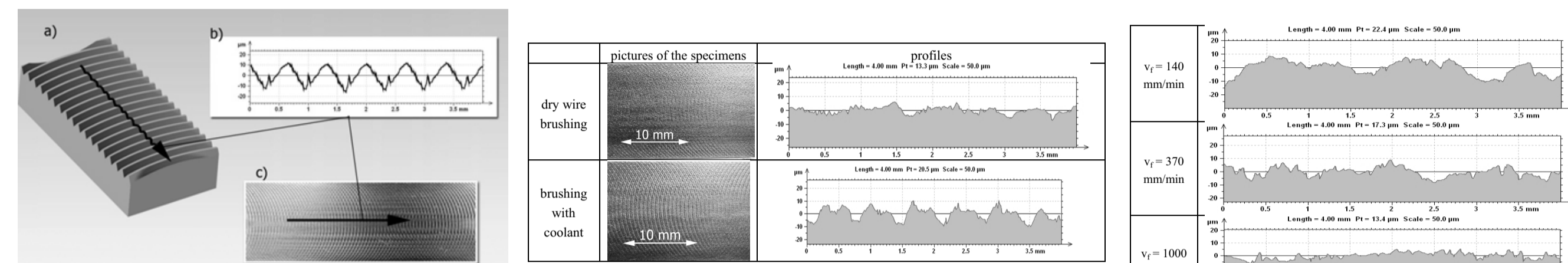
Politechnika Lubelska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Warszawska

Wyniki badań

Results

WPLYW CIECZY CHŁODZĄCEJ NA CHROPOWATOŚĆ POWIERZCHNI PO SZCZOTKOWANIU STOPU ALUMINIUM 7075

EFFECT OF CUTTING FLUIDS UPON SURFACE QUALITY AFTER WIRE BRUSHING OF 7075 ALUMINIUM ALLOY



Rys. 1. Kierunek pomiaru chropowatości: a) schemat próbki, b) przykładowy profil, c) widok powierzchni próbki po frezowaniu

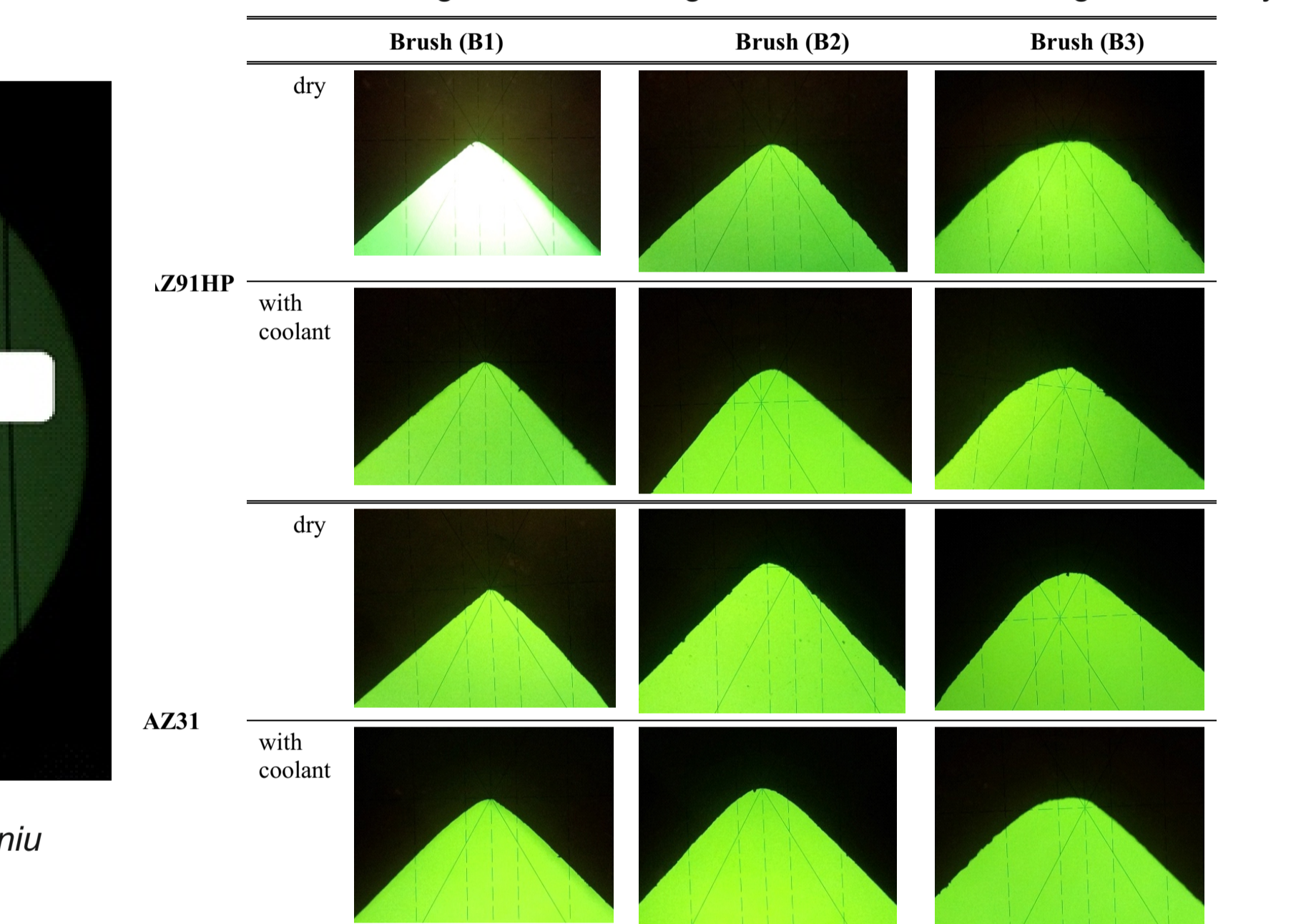
Rys. 2. Porównanie wpływu cieczy chłodzącej na stan powierzchni po szczotkowaniu

Rys. 3. Wpływ posuwu szczotkowania na stan powierzchni

STAN KRAWĘDZI PO PROCESIE SZCZOTKOWANIA STOPÓW MAGNEZU

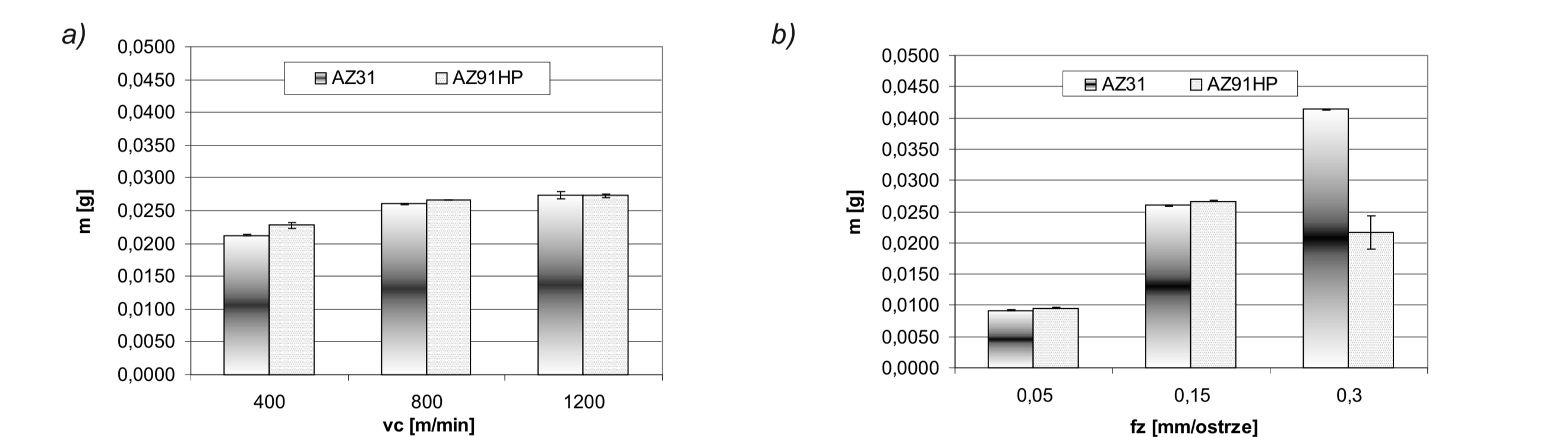
EDGE STATES AFTER WIRE BRUSHING OF MAGNESIUM ALLOYS

Tabela 1. Widok zaokrąglonych krawędzi po szczotkowaniu stopów AZ91HP oraz AZ31

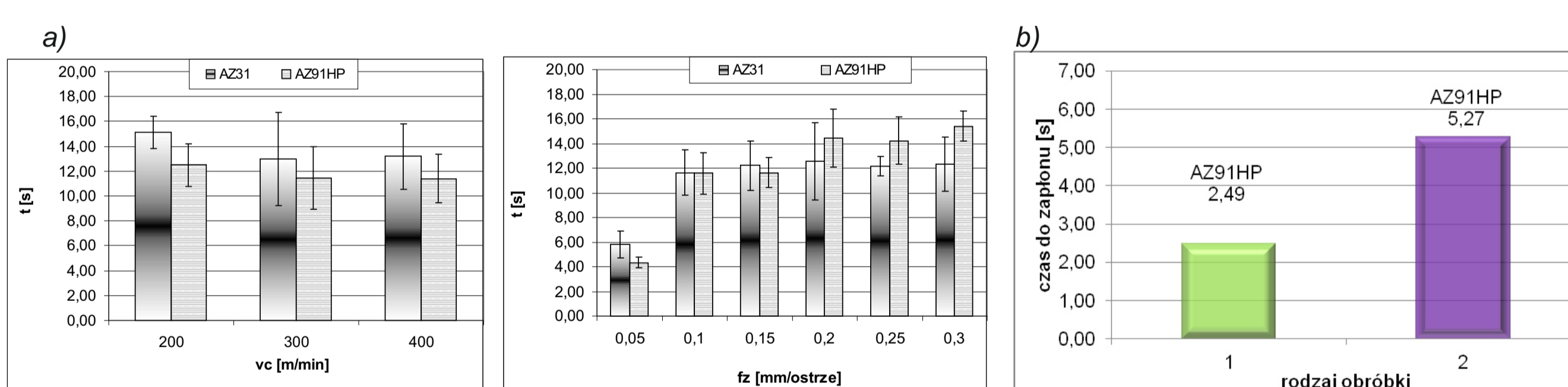


Rys. 4. Widok zadzioru po frezowaniu

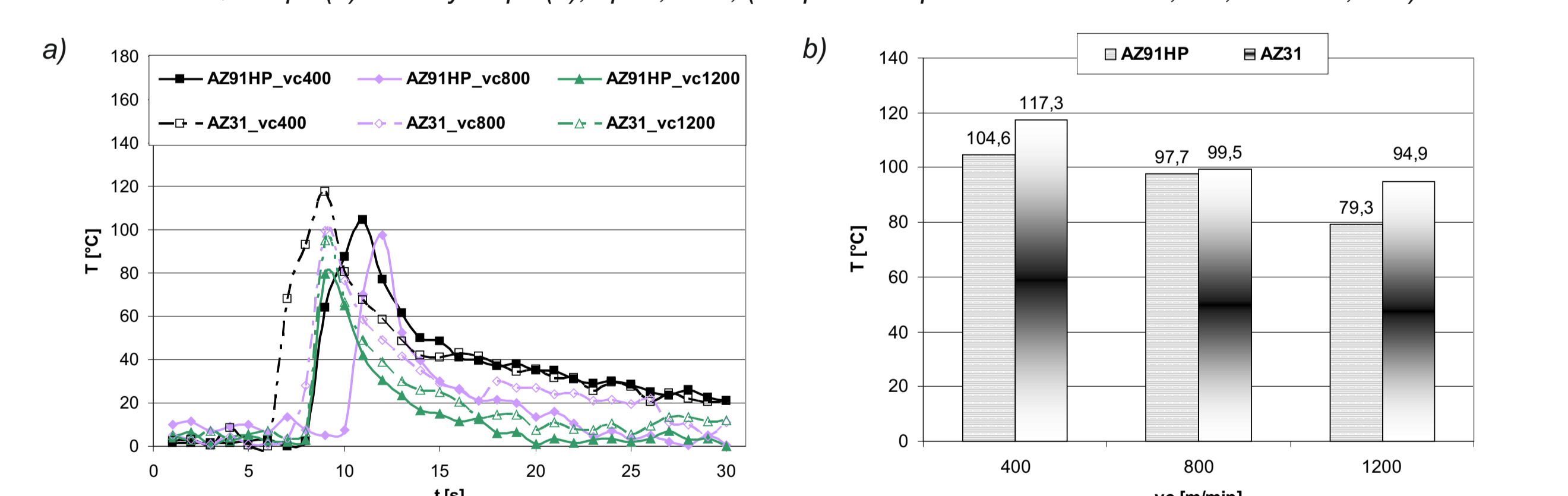
Fig. 4. Burr formed after milling



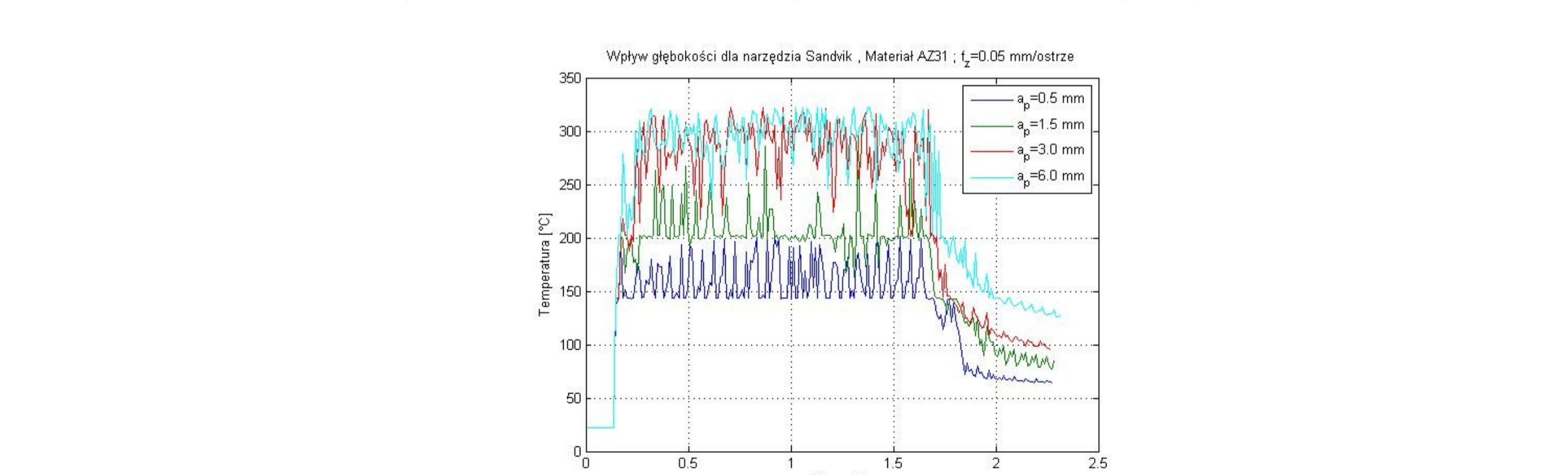
Rys. 5. Wpływ zmiany prędkości skrawania v_c oraz posuwu f_z na masę wióra; obróbkę prowadzono z użyciem narzędzia węglowego z powłoką TiAlN; a) zmiana v_c przy $f_z=0,15\text{mm/ostre}$, $ap=6\text{mm}$; b) zmiana f_z przy $vc=800\text{m/min}$, $ap=6\text{mm}$



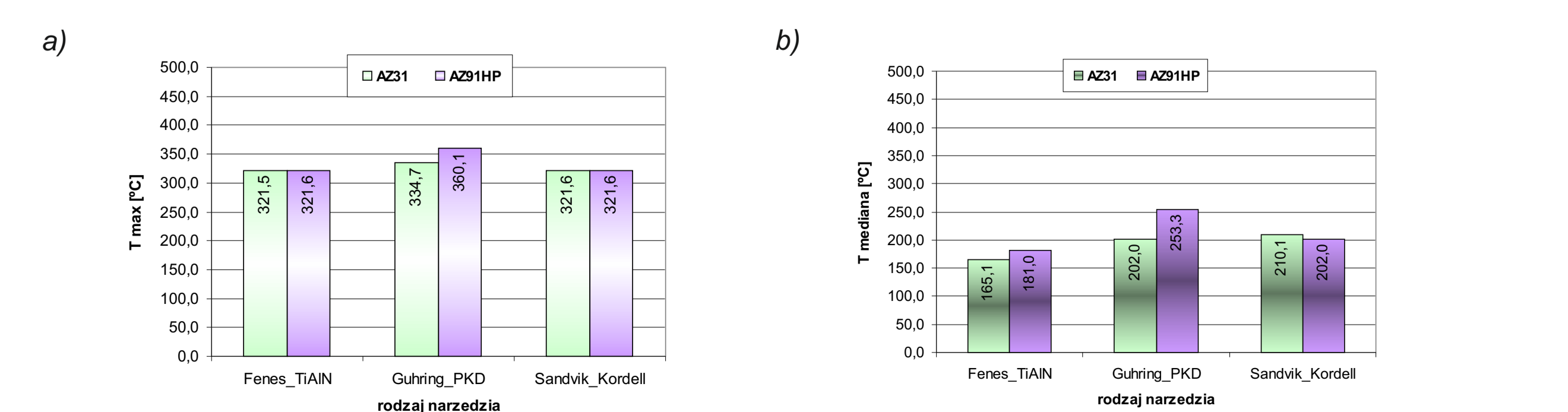
Rys. 6. Wpływ prędkości skrawania v_c oraz posuwu f_z na czas do zapłonu, narzędzie węglowe z powłoką TiAlN: a) na sucho (temp. płyty grzewczej: $T_{max}=528,4^\circ\text{C}$; $T_s=522,6^\circ\text{C}$); b) porównanie zapłonu na „mokro” MQL (1) oraz na sucho (2); $ap=0,5\text{mm}$, (temp. płyty grzewczej: $T_{max}=528,8^\circ\text{C}$; $T_s=516,6^\circ\text{C}$)



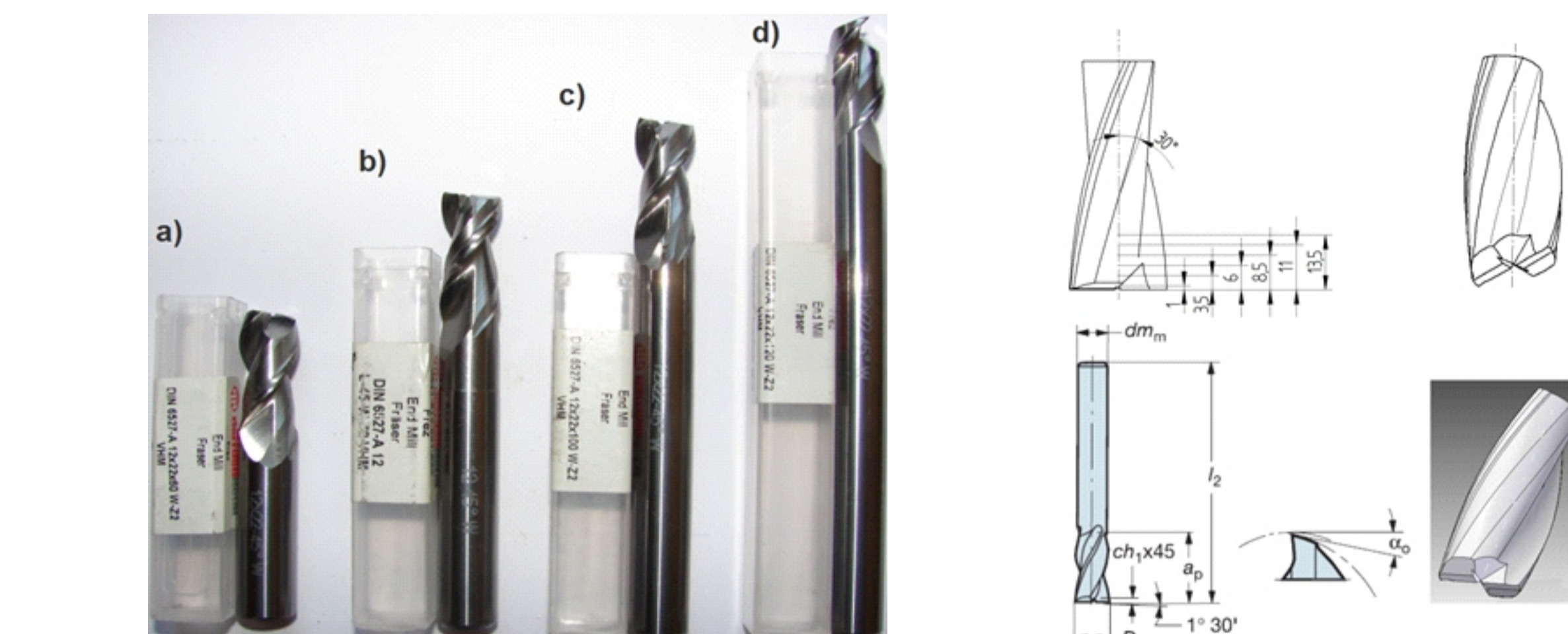
Rys. 7. Zmiana temperatury w strefie skrawania zmierzona przy pomocy pirometrii optycznej (pirometr typu OPTCTLCF3LT): a) przebieg czasowy zmiany temperatury, b) wartości maksymalne temperatury ($\epsilon=0,1$)



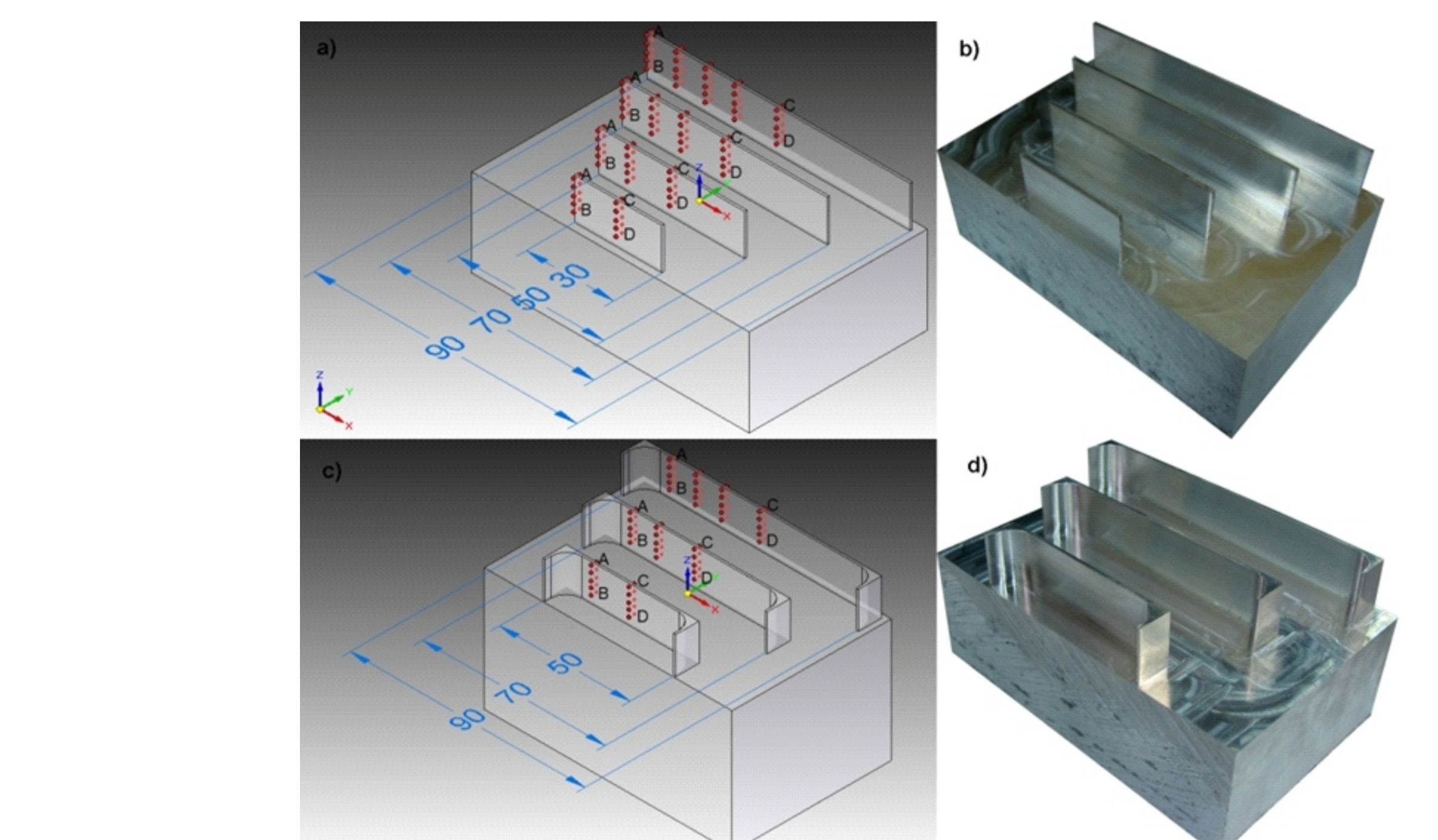
Rys. 8. Przebieg zmiany temperatury w strefie skrawania przy obróbce stopu magnezu z zastosowaniem narzędzia węglowego z geometrią typu Kordell



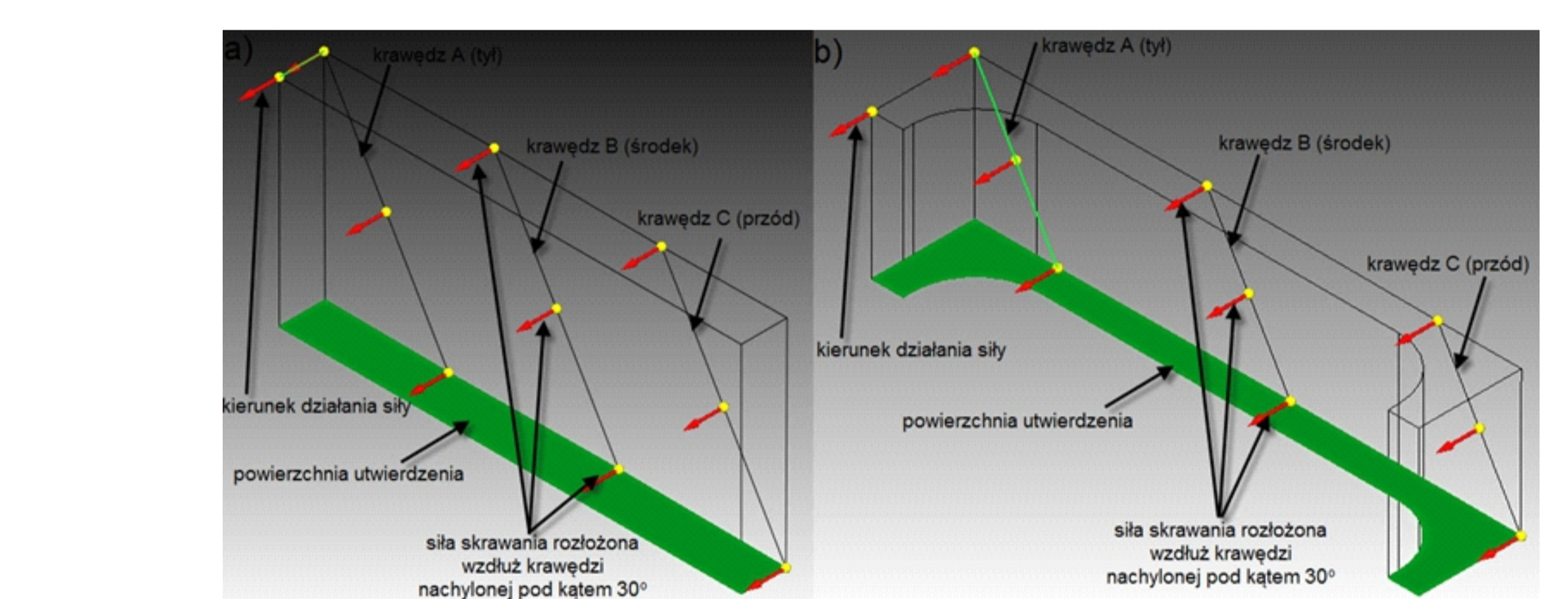
Rys. 9. Pomiar temp. przy pomocy kamery termowizyjnej; wartość temperatury w strefie skrawania podczas frezowania różnymi narzędziami; $ap=6\text{mm}$, $f_z=0,15\text{mm/ostre}$, $vc=400\text{m/min}$, $ae=14\text{mm}$: a) maksymalna wartość temperatury, b) mediana



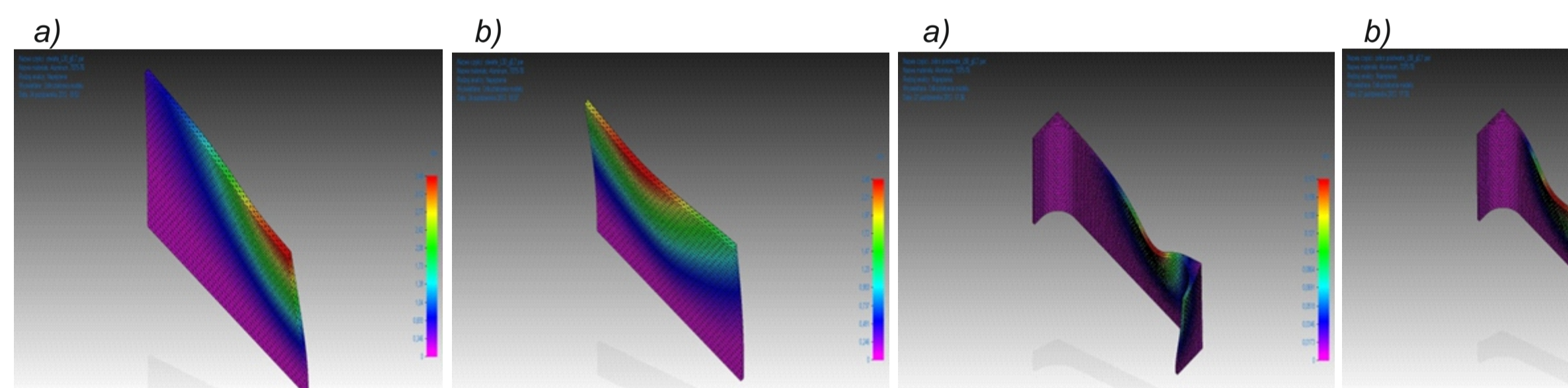
Rys. 10. Narzędzia zastosowane do badań oraz ich geometria; frezy o długościach: a) 60mm, b) 80mm, c) 100mm, d) 120mm



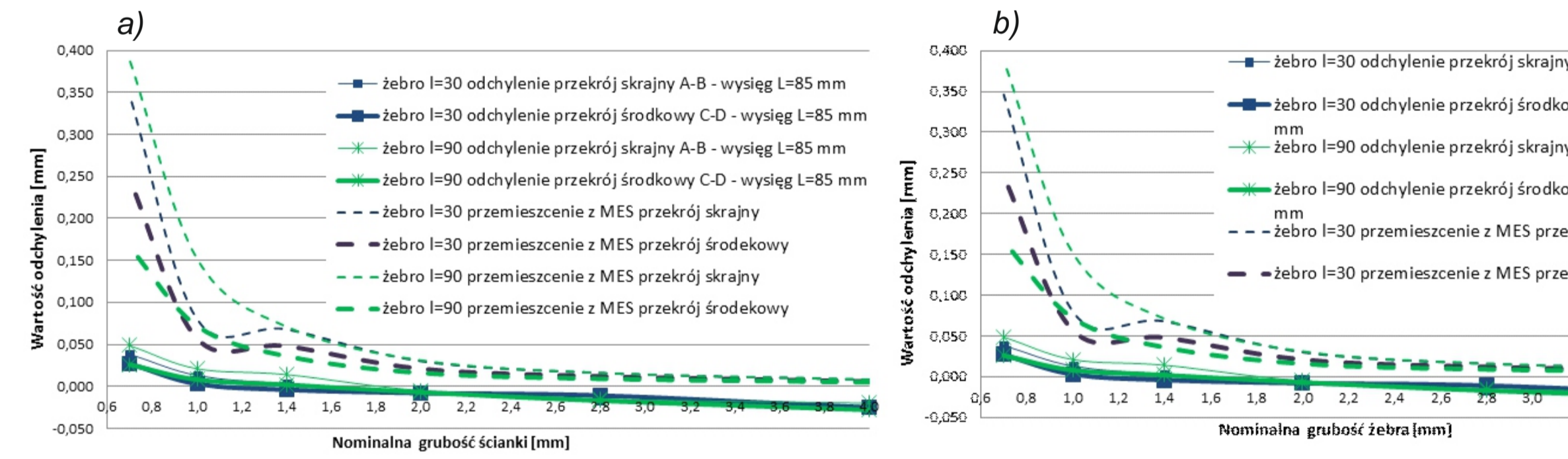
Rys. 11. Przedmiot obrabiany: a) próbki ze ściankami swobodnymi; c) próbki ze ściankami utwardzonymi



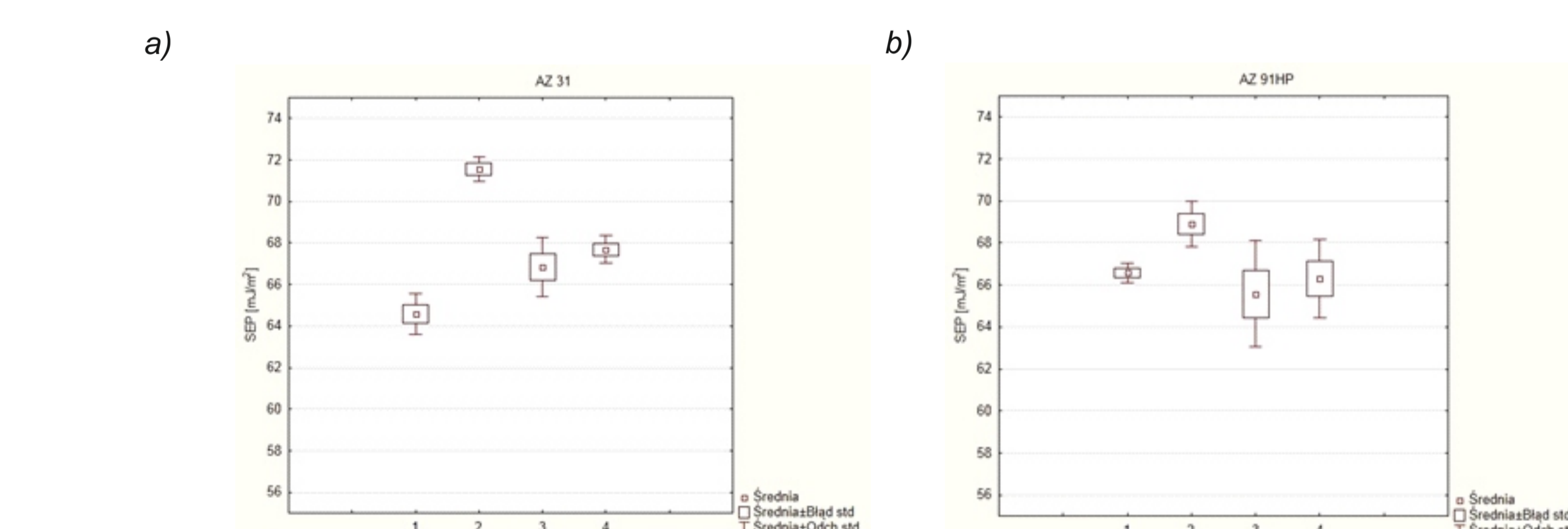
Rys. 12. Warunki obciążenia oraz utwardzenia przyjęte w analizie MES: a) ścianki swobodne, b) ścianki utwardzone



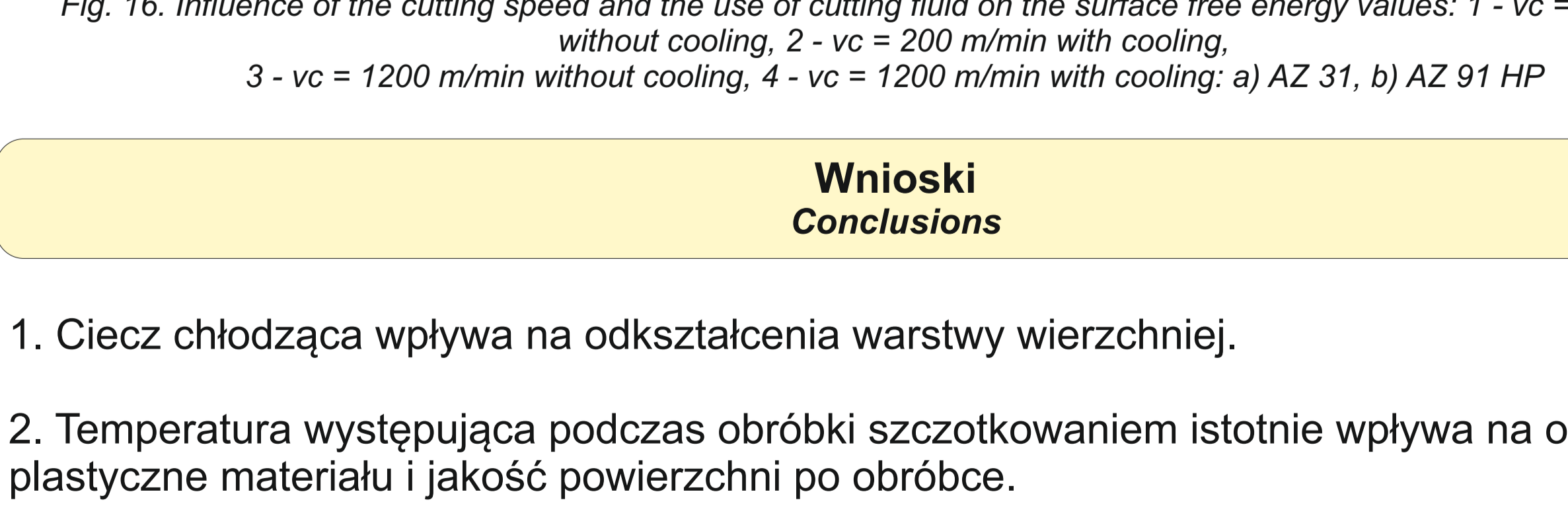
Rys. 13. Przemieszczenia ścianek swobodnych w przekroju a) skrajnym, b) środkowym



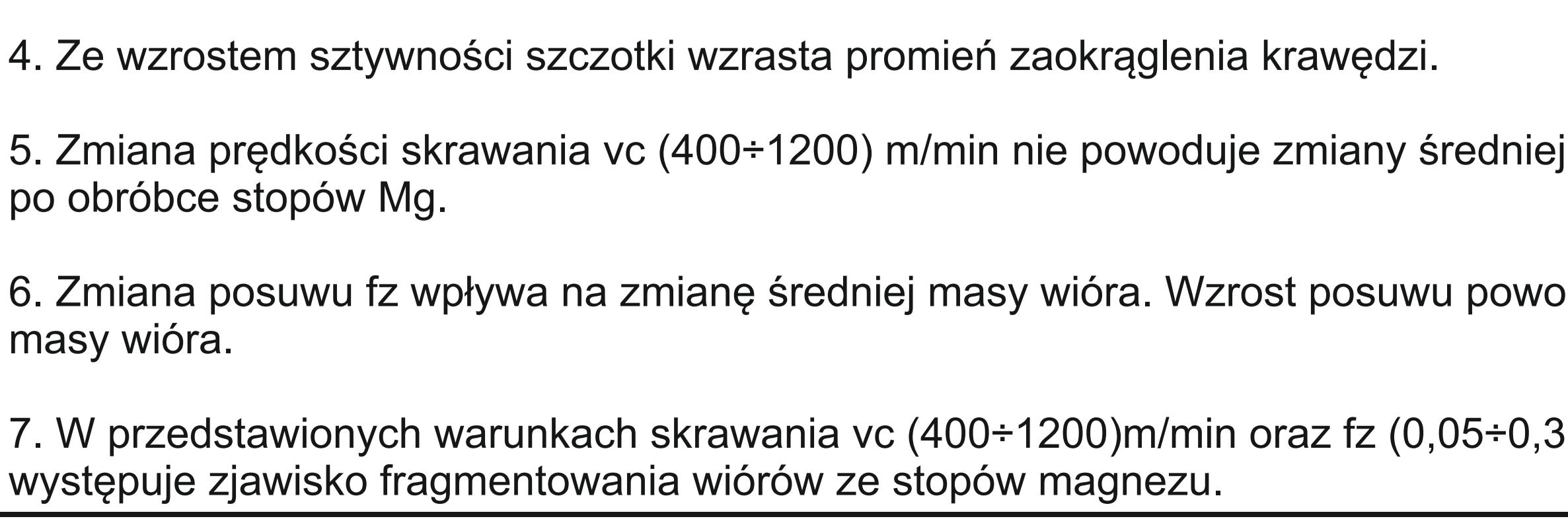
Rys. 14. Przemieszczenia ścianek utwardzonych w przekroju a) skrajnym, b) środkowym



Rys. 15. Porównanie wartości przemieszczeń wyliczonych w MES i odczytanych rzeczywistych ścianek swobodnych dla występów narzędzia a) 25mm, b) 85mm



Rys. 16. Wpływ prędkości skrawania oraz użycia cieczy chłodząco-smarującej na wartości swobodnej energii powierzchniowej: 1 - $vc=200\text{m/min}$ bez chłodzenia, 2 - $vc=200\text{m/min}$ z chłodzeniem, 3 - $vc=1200\text{m/min}$ bez chłodzenia, 4 - $vc=1200\text{m/min}$ z chłodzeniem: a) AZ 31, b) AZ 91 HP



Rys. 17. Wpływ prędkości skrawania oraz posuwu na wartość swobodnej energii powierzchniowej: 1 - $vc=200\text{m/min}$ bez chłodzenia, 2 - $vc=200\text{m/min}$ z chłodzeniem, 3 - $vc=1200\text{m/min}$ bez chłodzenia, 4 - $vc=1200\text{m/min}$ z chłodzeniem: a) AZ 31, b) AZ 91 HP

Wnioski

Conclusions

- Ciecz chłodząca wpływa na odczyszczenia warstwy wierzchniej.
- Temperatura występująca podczas obróbki szczotkowaniem istotnie wpływa na odczyszczenia plastyczne materiału i jakość powierzchni po obróbce.
- W wielu przypadkach, pomimo zastosowania optymalnej strategii frezowania stopów lotniczych, stany krawędzi wymagają dalszej obróbki z powodów technologicznych, funkcjonalnych i bezpieczeństwa.
- Ze wzrostem sztywności szczotki wzrasta promień zaokrąglenia krawędzi.
- Zmiana prędkości skrawania v_c (400+1200) m/min nie powoduje zmiany średniej masy wióra po obróbce stopów Mg.
- Zmiana posuwu f_z wpływa na zmianę średniej masy wióra. Wzrost posuwu powoduje wzrost masy wióra.
- W przedstawionych warunkach skrawania v_c (400+1200)m/min oraz f_z (0,05+0,3)mm/ostre, występuje zjawisko fragmentowania wiórów ze stopów magnezu.

8. Przy $f_z=0,3\text{mm/ostre}$ występuje fragmentowanie podstawowej frakcji wiórów.

9. Dla prędkości $vc=400\text{m/min}$ nie występuje niebezpieczeństwo zapłonu wiórów podczas obróbki, ze względu na niskie wartości zmierzonej temperatury przy użyciu kamery termowizyjnej. Ponadto dla podanej prędkości skrawania nie obserwuje się nadtopień na krawędziach wiórów.

10. Wartość temperatury zmierzonej przy pomocy pirometru jest około 3-krotnie niższa niż w przypadku pomiaru szybką kamerą termowizyjną.

11. Najlepszą techniką pomiaru temperatury w strefie skrawania przy frezowaniu stopów magnezu wydaje się być metoda z użyciem kamery termowizyjnej.

12. Interesujący jest wzrost wartości swobodnej energii powierzchniowej stopów magnezu (AZ 31 oraz AZ 91 HP) po obróbce frezowaniem (obróbka konwencjonalna oraz w warunkach HSM) z użyciem cieczy chłodząco-smarującej w stosunku do obróbki na sucho. Odpowiednio ukształtowany stan energetyczny warstwy wierzchniej w obszarze skrawania może mieć duże znaczenie podczas obróbki w warunkach MQL.

1. The cooling liquid has an effect on the deformation of the surface layer.

2. The temperature, during wire brushing effects significantly the plastic deformation and the quality of the brushed surface.

3. In many cases, despite the usage of optimal milling strategy of aerospace alloys, the edge requires further processing due to technological, functional and safety reasons.

4. With the increase of brush stiffness tool edge radius increases.

5. The change of the cutting speed v_c (400+1200)m/min does not influence the average mass of the chip.

6. Changing the feed per tooth f_z influences the average weight of magnesium alloys chip. The increase in feed per tooth causes an increase in weight of chips.

7. Within the cutting parameters v_c (400+1200)m/min and f_z (0,05+0,3)mmpt, the fragmentation of magnesium alloy chips occur.

8. For $f_z=0,3\text{mmpt}$ the fragmentation of primary fractions chips was present.

9. For cutting speed $vc=400\text{m/min}$ there is no danger of ignition of chips during machining, due to the low value of temperature measured with infrared camera. In addition, for a Niven cutting Speer the partial melting was not observed at the edge of the chips.

10. The temperature measured with the pyrometer is about 3-rate lower then the temperature measured with the fast infrared camera.

11. The best technique of measuring the temperature in the cutting area during milling magnesium alloys was the method of using the infrared camera.

12. Increase of value of surface free energy of magnesium alloys (AZ31 and AZ91HP) after milling (conventional machining and HSM) with coolant as compared with dry machining was observed. Appropriate surface free energy state of surface layer in machining zone can be important during MQL machining processes.

Przykłady zastosowania w lotnictwie

Examples of application in aviation

- Elementy konstrukcji wykonane ze stopów Al.
- Elementy konstrukcji wykonane ze stopów Mg.

Przykłady współpracy z przemysłem lotniczym

Collaboration with aviation industry

W drugim półroczu 2012 roku współpracowano z zakładami:

- PZL Świdnik S.A. AgustaWestland
- WSK "PZL-RZESZÓW" S. A.
- PZL Mielec.

Wskaźniki realizacji celów projektu

Indicators of the project

Lista referatów oraz publikacji w ramach wprowadzonych danych jest dostępna na stronie PKAERO.

Referaty

- Kuczmaszewski J., Zagórski I.: **Some problems of safe machining of magnesium alloys.** Mg2012:9th International Conference on Magnesium Alloys and their Applications, Canada, Vancouver 8-12.07.2012
- Matuszak J., Zaleski K.: **Edge states after wire brushing of magnesium alloys.** 7th International Conference „Supply on the wings”, Frankfurt/Main Germany, November 6-8, 2012

Publikacje

- Matuszak J., Zaleski K.: **Badania stanu krawędzi przedmiotów ze stopów aluminium po procesie usuwania zadziorów.** Mechanik nr 8-9/2012, s. 661
- Zaleski K., Pałka T.: **Wpływ minimalnego smarowania na chropowatość powierzchni stopów magnezu po frezowaniu.** Mechanik nr 8-9/2012, s. 661
- Falkowicz K., Kuczmaszewski J.: **Powstawanie zadziorów przy frezowaniu współbieżnym i przeciwbieżnym stopu AISI10Mg.** Przegląd Mechaniczny nr 9/12, s. 23-27
- Kuczmaszewski J., Zagórski I.: **Badania sił skrawania i ich amplitud podczas frezowania stopów magnezu.** Postępy Nauki i Techniki nr 15/2012, s. 228-237
- Kuczmaszewski J., Zagórski I.: **Badania masy, temperatury zapłonu oraz temperatury wiórów podczas skrawania wybranych stopów magnezu.** Mechanik nr 10/2012, s.824-828

Prace mgr, dr, hab.

Prace inżynierskie obronione

- Anet Popek: **Badania wybranych właściwości warstwy wierzchniej stopu aluminium ALSi10Mg po obróbce szczotkowaniem.** Promotor: dr hab. inż. Kazimierz Zaleski, prof.PL

Prace magisterskie obronione:

- Krzysztof Nowak: **Badanie wpływu obróbki szczotkowaniem na rozkład naprężeń własnych.** Promotor: dr hab. inż. Kazimierz Zaleski, prof.PL
- Artur Kawka: **Wpływ procesu usuwania zadziorów metodą szczotkowania na mikrotopność warstwy wierzchniej stopów aluminium.** Promotor: dr hab. inż. Kazimierz Zaleski, prof.PL
- Ewa Filis: **Analiza wpływu warunków chłodzenia i smarowania na kształt i rodzaj tworzących się wiórów podczas obróbki stopów aluminium.** Promotor: Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmaszewski

Prace magisterskie planowane

- Kamil Anasiewicz: **Symulacja odczyszczenia cienkościennej konstrukcji kieszeniowej w procesie obróbki.** Promotor: Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmaszewski, planowany termin obrony prac 2013
- Jarosław Cholewa: **Strategia procesu wytwarzania wybranej konstrukcji w aspekcie wydajności obróbki.** Promotor: Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmaszewski, planowany termin obrony prac 2013
- Sylwia Krzysiak: **Analiza porównawcza dokładności geometrycznej cienkościennej ścianek otwartych z zastosowaniem różnej strategii obróbki.** Promotor: Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmaszewski, planowany termin obrony prac 2013