

Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

Modern material technologies in aerospace industry

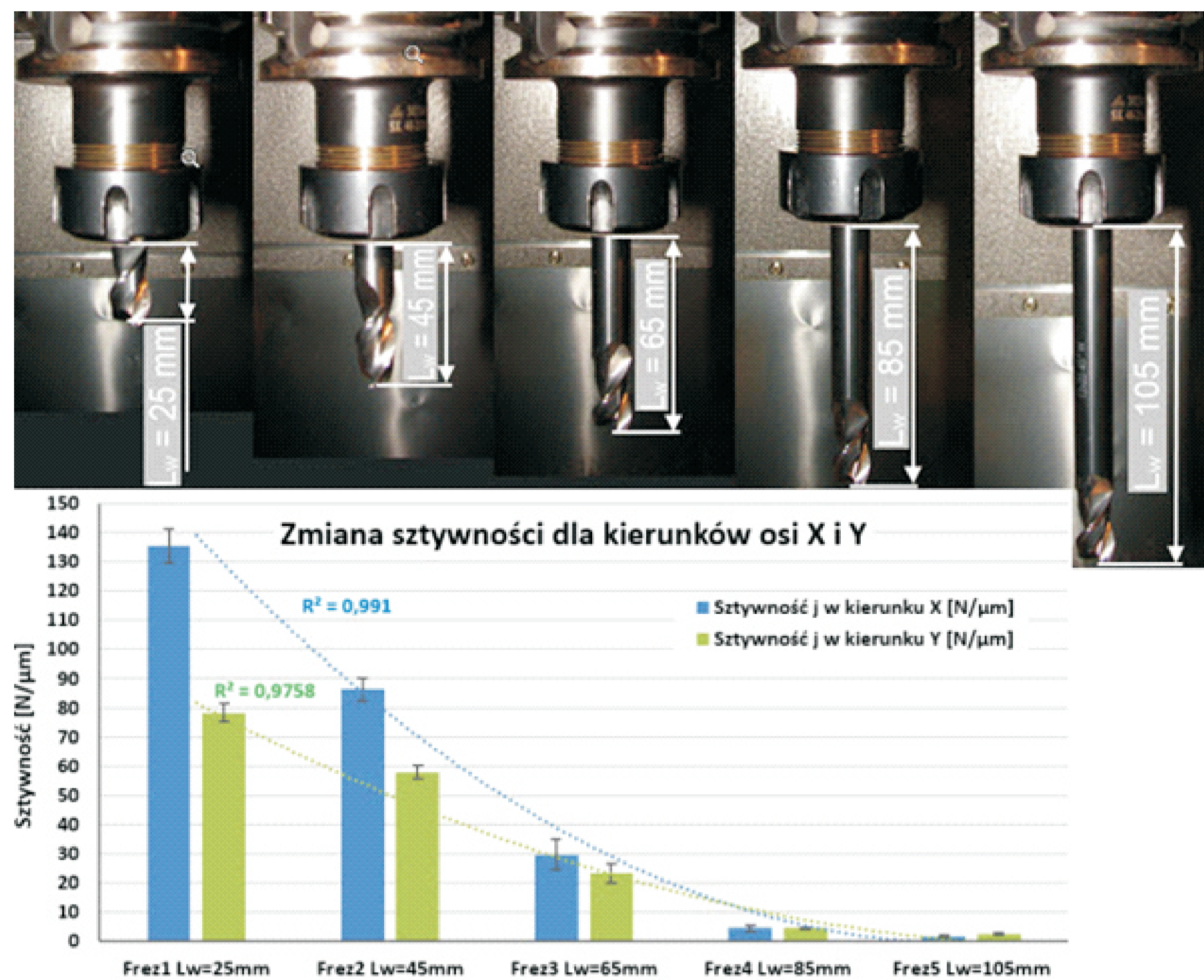
Nowoczesna obróbka mechaniczna stopów magnezu i aluminium

Modern mechanical working of magnesium and aluminium alloys

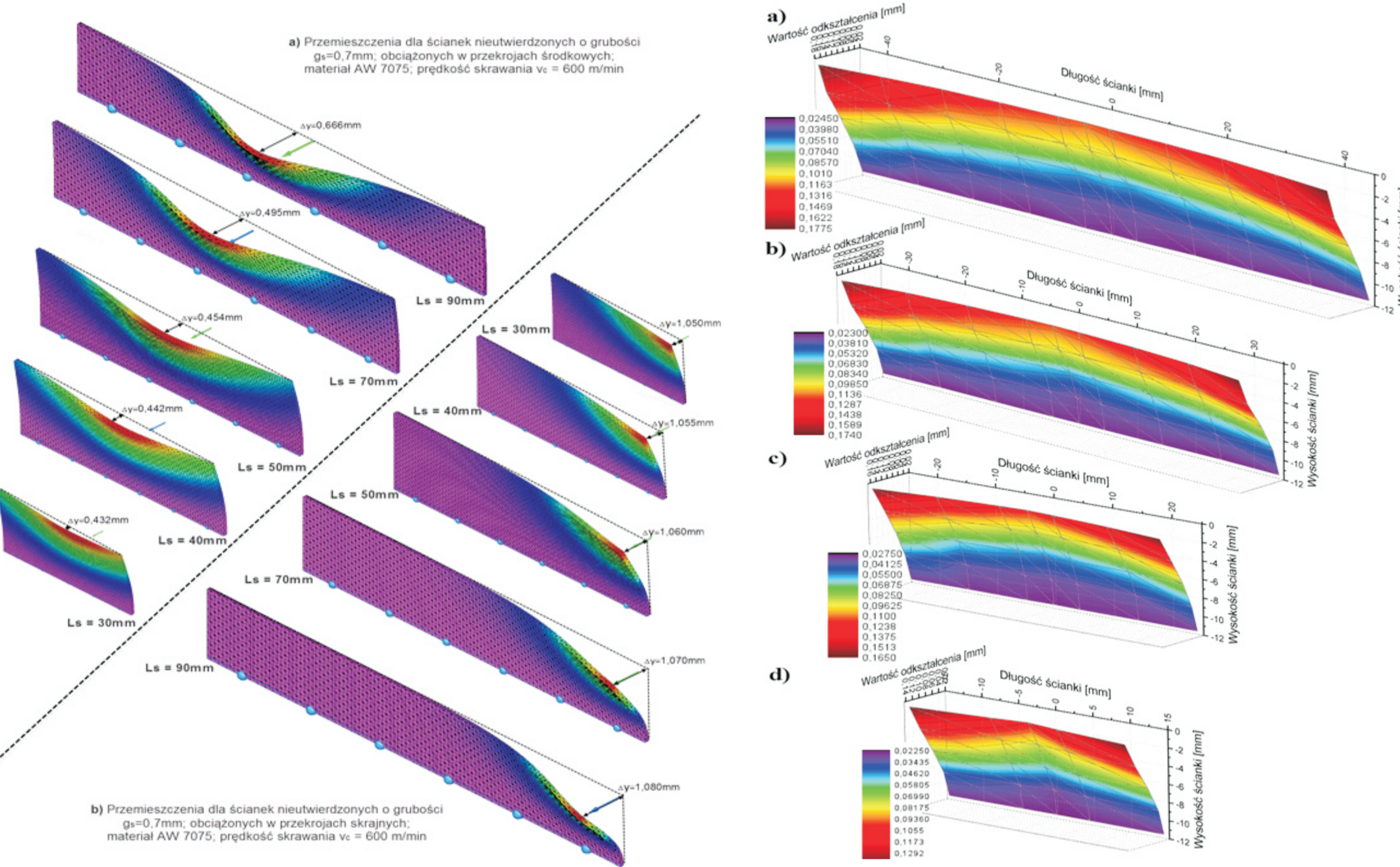
Politechnika Lubelska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Warszawska

Wyniki badań

Results

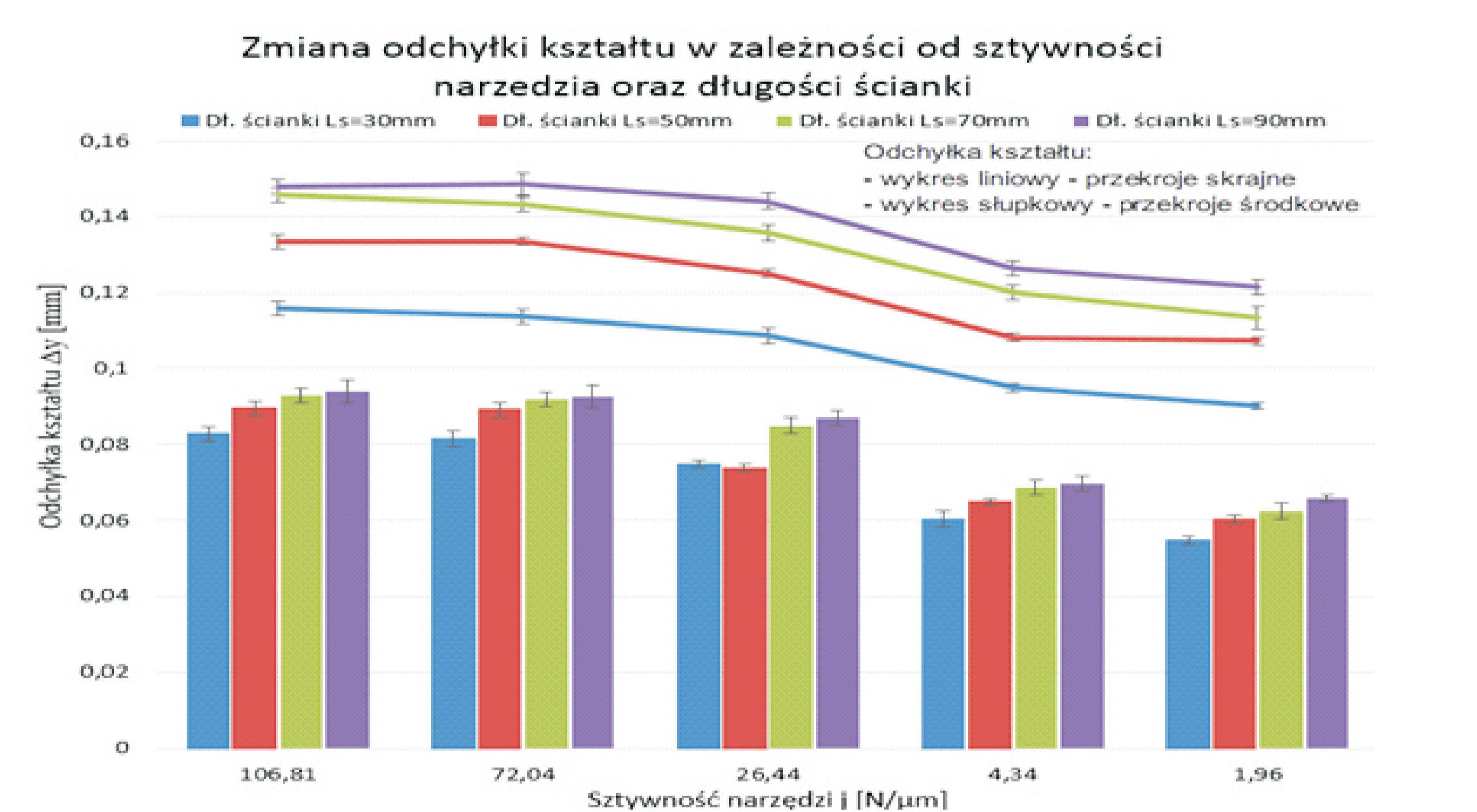


Rys. 1. Zmiana sztywności układu narzędzie-oprawka-wrzeciono w zależności od długości wysięgu narzędzia dla dwóch kierunków pomiaru: X i Y
Fig. 1. Changing the stability of the tool-holder-spindle, depending on the length of the tool overhang for the two directions of measurement: X and Y

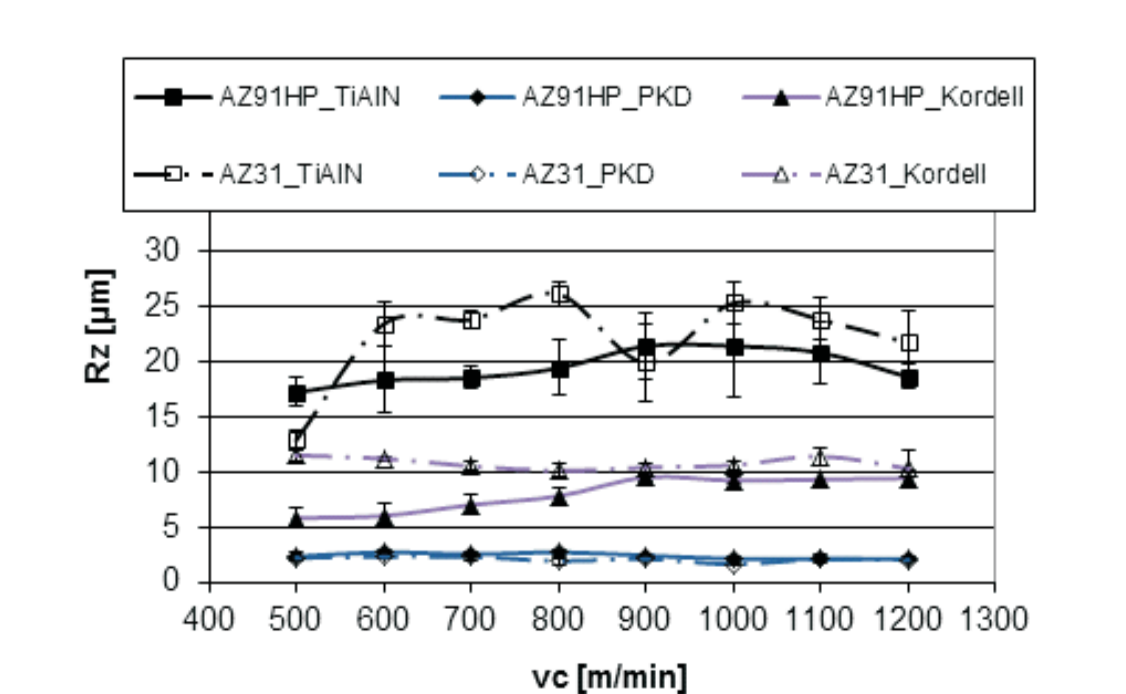


Rys. 2. Przemieszczenie wyliczone z zastosowaniem MES dla ścianek nieutwierdzonych o różnych długościach; materiał EN AW7075; prędkości skrawania $vc=600\text{m/min}$; grubości ścianki $gs=0,7\text{mm}$; obciążenia przyłożone w przekrojach: a) środkowych, b) skrajnych
Fig. 2. The displacement calculated using FEM for unrestrained walls of different lengths; material EN AW7075; cutting speed $vc = 600\text{m/min}$; wall thickness $gs = 0,7\text{mm}$; the load applied in the sections: a) the center, b) extreme

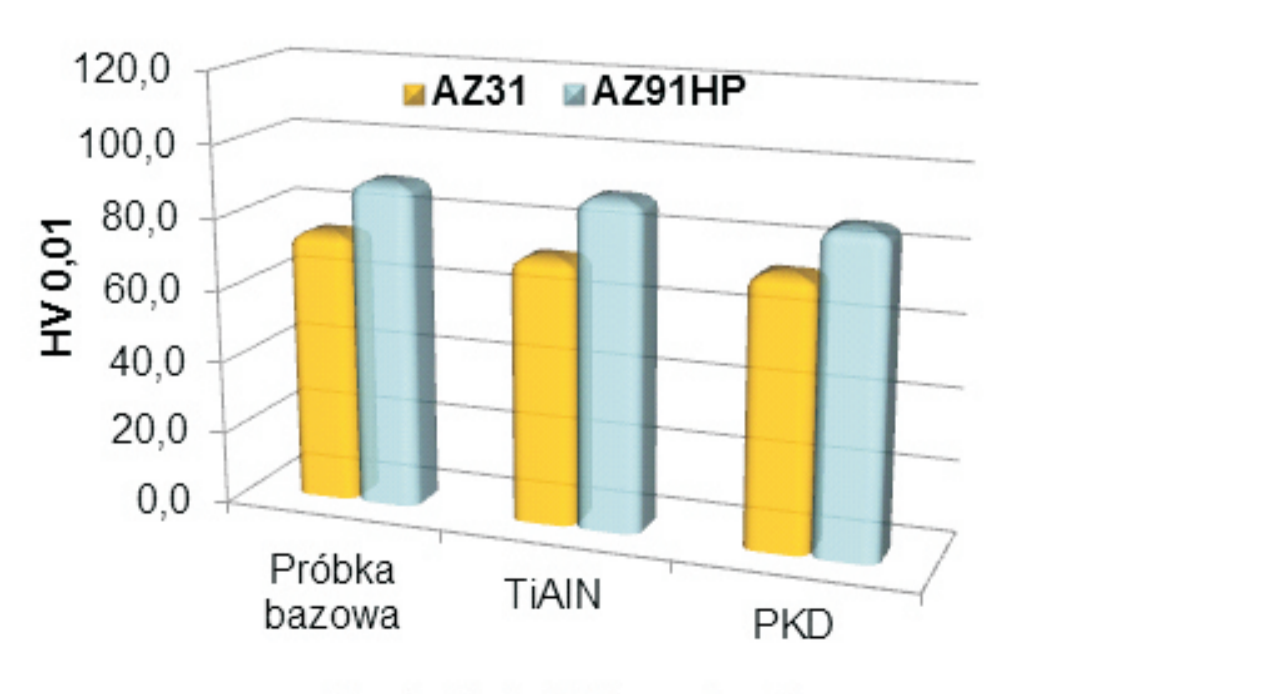
Rys. 3. Deformacje ścianek nieutwierdzonych o grubości $gs=0,7\text{mm}$; materiał EN AW7075; prędkości skrawania $vc=600\text{m/min}$; wysięg narzędzia $Lw=105\text{mm}$; długości ścianek: a) $Ls=90\text{mm}$, b) $Ls=70\text{mm}$, c) $Ls=50\text{mm}$, d) $Ls=30\text{mm}$
Fig. 3. Deformation of walls unrestrained about the thick $gs = 0,7\text{mm}$; material EN AW7075; cutting speed $vc = 600\text{m/min}$; tool overhang $Lw = 105\text{mm}$; the length of the walls: a) $Ls=90\text{mm}$, b) $Ls=70\text{mm}$, c) $Ls=50\text{mm}$, d) $Ls=30\text{mm}$



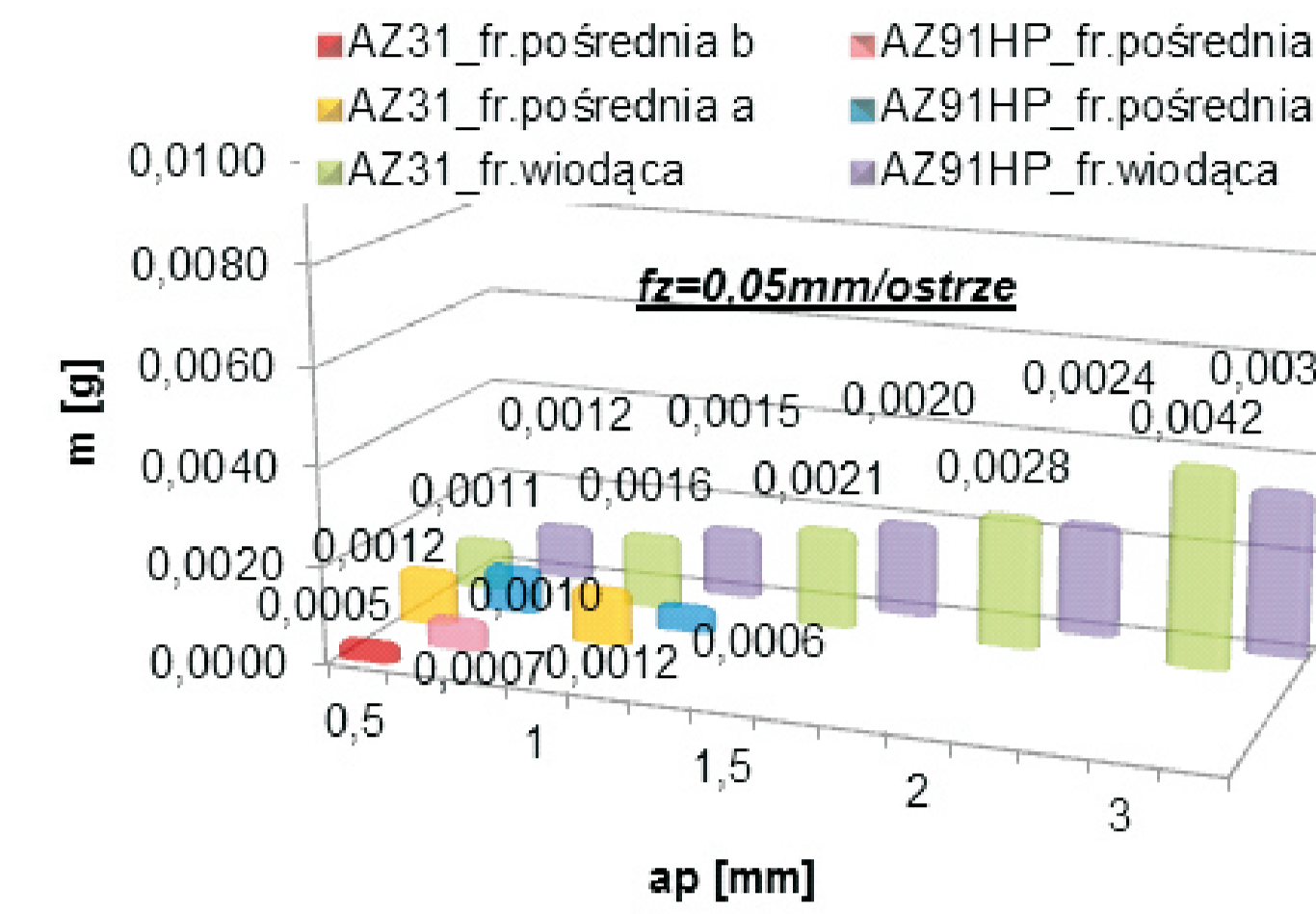
Rys. 4. Zmiana odchyłki kształtu ścianek nieutwierdzonych w zależności od ich długości oraz sztywności narzędzi; grubości ścianek $gs=0,7\text{mm}$; materiał EN AW7075; prędkości skrawania $vc=600\text{m/min}$
Fig. 4. Change of shape deviation of walls unrestrained depending on their length and stiffness of tools; wall thickness $gs = 0,7\text{mm}$; material EN AW7075; cutting speed $vc = 600\text{m/min}$



Rys. 5. Wpływ prędkości skrawania vc na parametr chropowatości Rz
Fig. 5. The influence of cutting speed vc on roughness parameter Rz

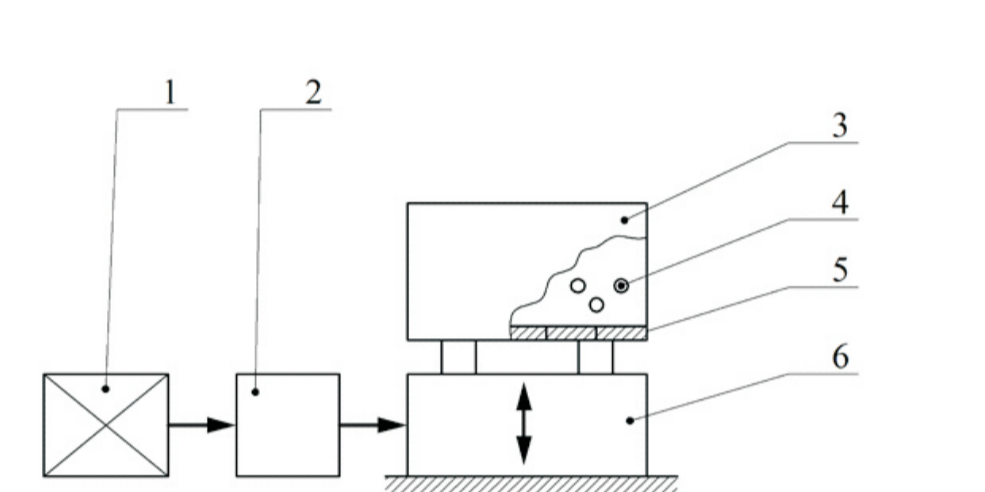


Rys. 6. Wpływ posuwu na ostrze fz oraz rodzaju narzędzia na mikrotwierdzość powierzchni: próbka bazowa ($vc=150\text{m/min}$, $fz=0,05\text{mm/ostre}$, $ap=0,5\text{mm}$), TiAlN/PKD $fz=0,3\text{mm/ostre}$ ($vc=800\text{m/min}$, $ap=6\text{mm}$)
Fig. 6. The influence of feed per tooth fz and type of tool on surface microhardness: the base specimen ($vc=150\text{m/min}$, $fz=0,05\text{mm/ostre}$, $ap=0,5\text{mm}$), TiAlN/PKD $fz=0,3\text{mm/ostre}$ ($vc=800\text{m/min}$, $ap=6\text{mm}$)

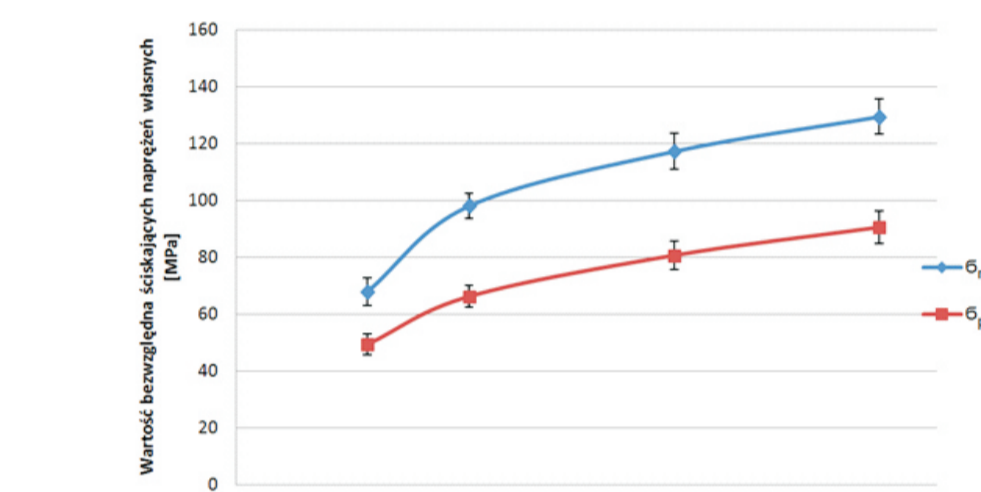


Rys. 7. Wpływ głębokości skrawania ap na powstawanie pośrednich frakcji wiórow; $vc=300\text{m/min}$ oraz $fz=0,05\text{mm/ostre}$
Fig. 7. The influence of cutting depth ap on formation intermediate chip fraction: $vc=300\text{m/min}$ and $fz=0,05\text{mm/ostre}$

Wpływ parametrów nagniatania wibracyjnego na rozkład naprężeń własnych w warstwie wierzchniej przedmiotów ze stopu aluminium
Effect of vibratory shot peening parameters upon residual stresses distribution in surface layer of aluminum alloy

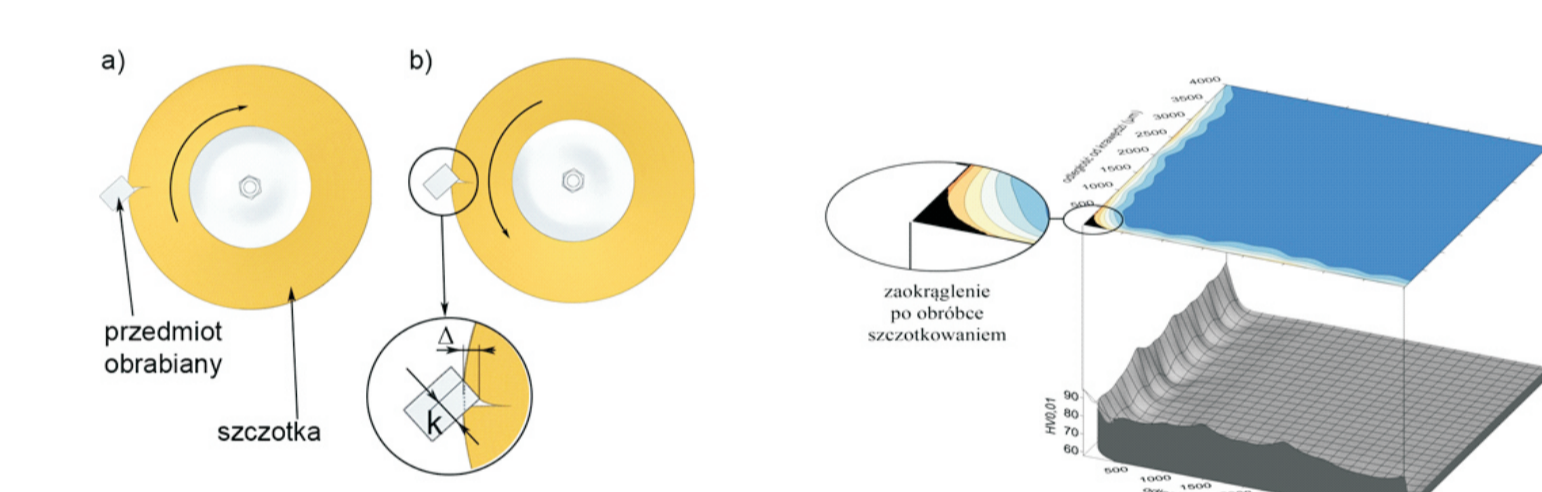


Rys. 8. Schemat stanowiska do nagniatania wibracyjnego: 1 - silnik, 2 - przekładnia, 3 - komora robocza, 4 - kulka nagniatająca, 5 - próbka, 6 wibrator
Fig. 8. Schematic view of vibratory shot peening test stand: 1 - motor, 2 - gear, 3 - work chamber, 4 - shot peening ball, 5 - sample - vibrator

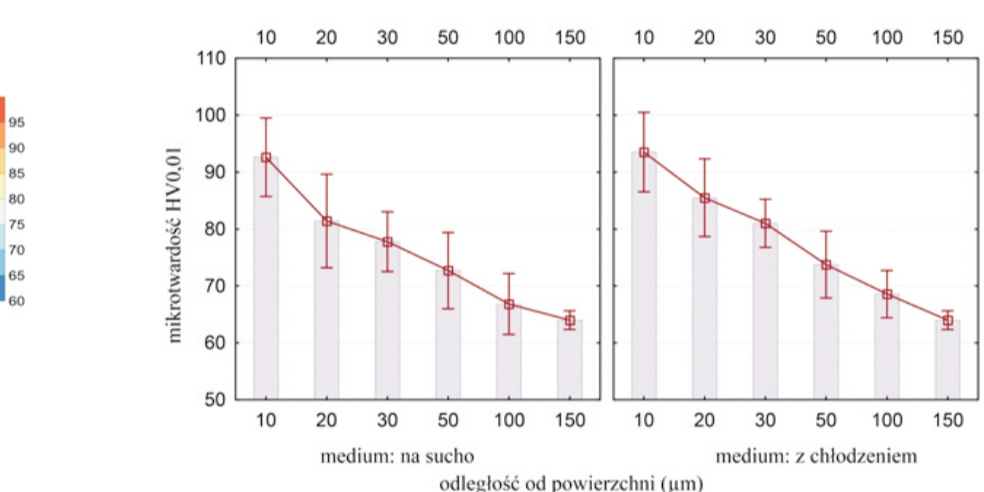


Rys. 9. Wpływ częstotliwości drgań wibratora na bezwzględne wartości ścisających naprężeń - maksymalnych oraz na powierzchni
Fig. 9. Effect of vibrator frequency on absolute value of residual stress maximum and on the surface

Wpływ obróbki szczotkowaniem na mikrotwierdzość warstwy wierzchniej stopu magnezu
Influence of wire brushing upon surface layer microhardness of magnesium alloy



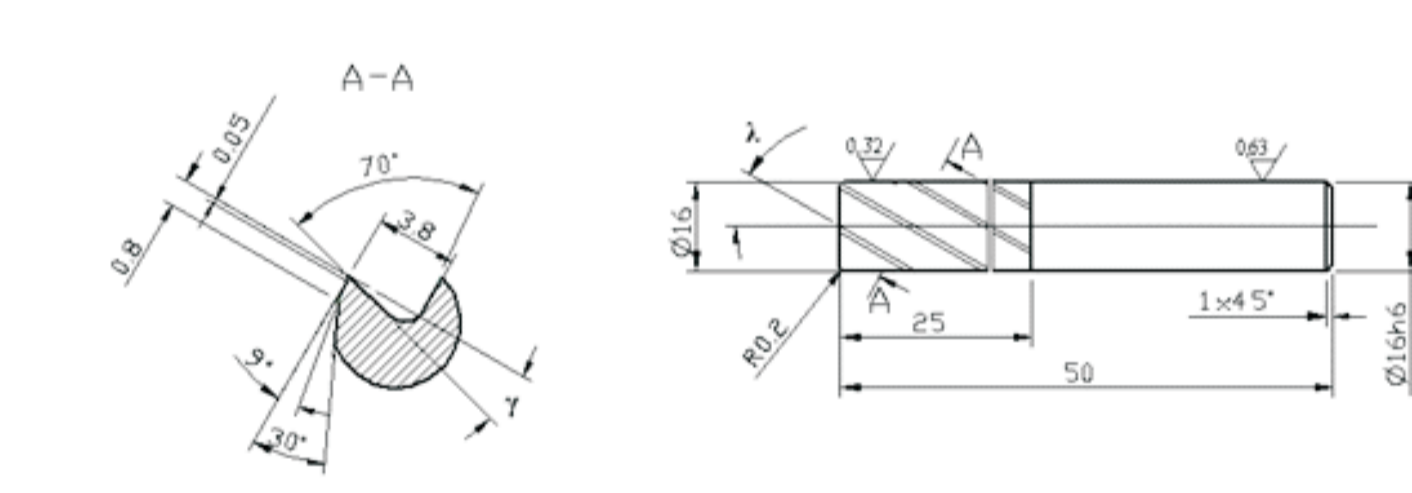
Rys. 10. Dwukierunkowa realizacja procesu usuwania zadziórów: a) pierwsze przejście obroty prawe, b) drugie przejście obroty lewe
Fig. 10. Two-way realization of deburring process: a) first pass - clockwise rotation, b) second pass reverse rotation



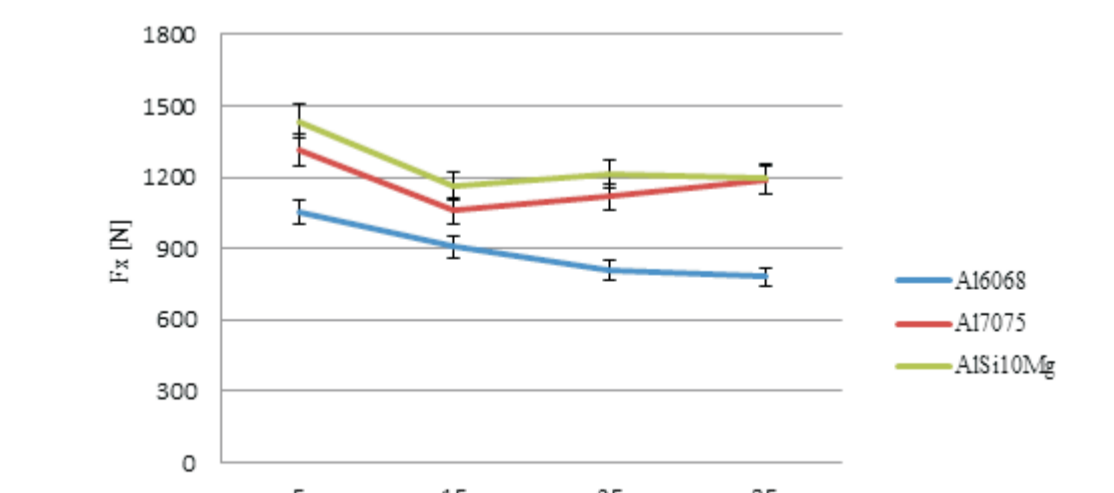
Rys. 11. Mapa rozkładu mikrotwierdzości w obrębie krawędzi po procesie szczotkowania narzędziem S03 w przypadku obróbki na sucho ($vc = 1266\text{m/min}$, $v_f = 370\text{m/min}$)
Fig. 11. Distribution map of microhardness after dry brushing with the use of S03 brush ($vc = 1266\text{m/min}$, $v_f = 370\text{m/min}$)

Rys. 12. Rozkład mikrotwierdzości w funkcji odległości od powierzchni po szczotkowaniu narzędziem S03
Fig. 12. Microhardness distribution versus distance from the surface after brushing with the use of S03 brush

Wpływ geometrii narzędzi na siły skrawania podczas frezowania stopów aluminium
Influence of tool geometry upon cutting forces during milling of aluminum alloys



Rys. 13. Geometria frezu wykorzystana w badaniach
Fig. 13. The geometry of the milling cutting



Rys. 14. Wpływ kąta natarcia na siły skrawania
Fig. 14. Effect of angle on the cutting force

Wnioski

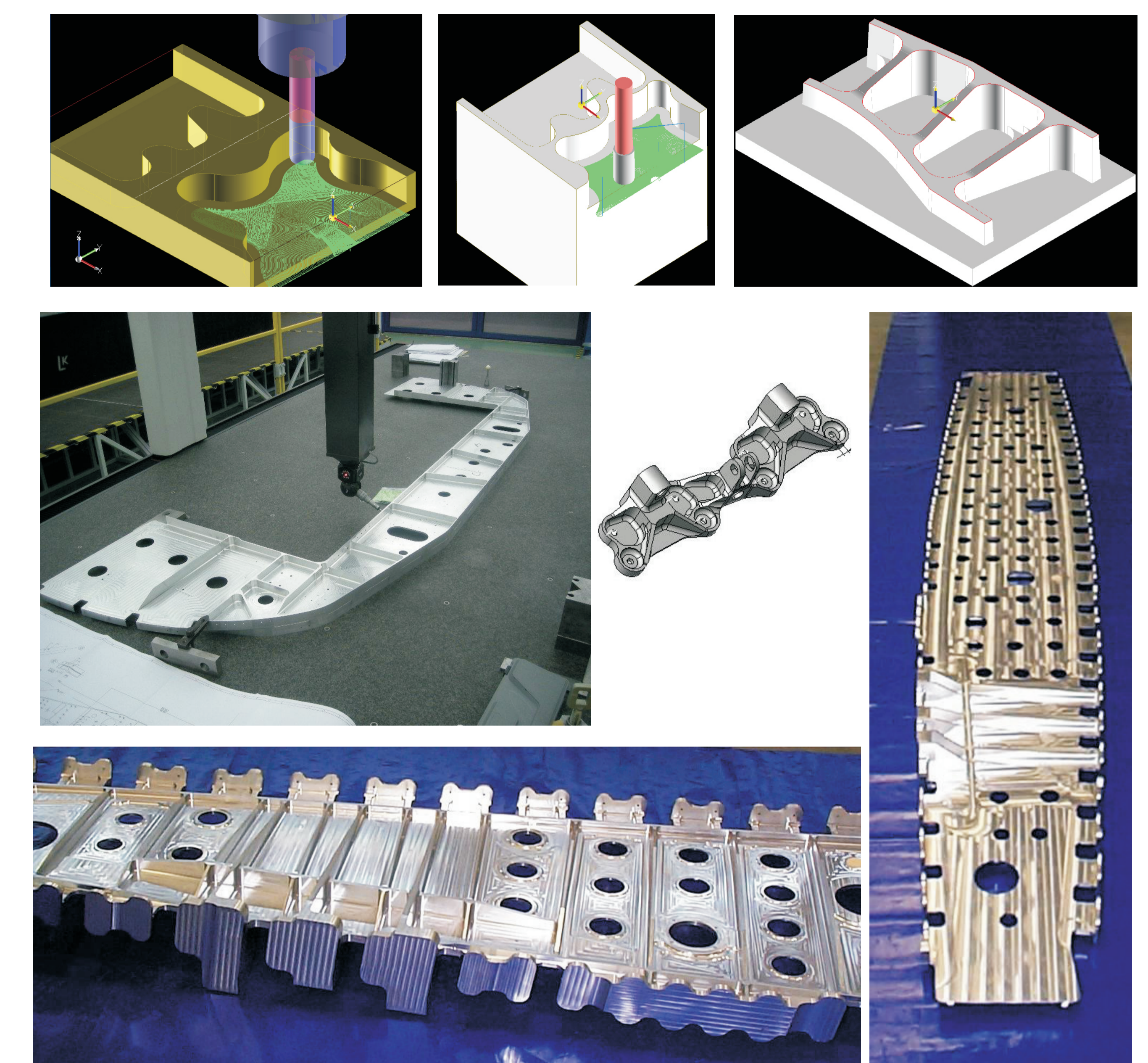
Conclusions

1. Sztywność układu narzędzie-oprawka-wrzeciono zmienia się wykładniczo wraz ze wzrostem długości narzędzia.
2. Sztywność w kierunku osi X jest wyższa niż w kierunku osi Y co wynika z konstrukcji wrzecionka obrabiarki.
3. Przemieszczenia na końcach ścianek wyliczone w MES są prawie dwukrotnie większe niż w ich środku.
4. Odchyłki kształtu wyznaczone z pomiarów mają bardzo zbliżone wartości do wartości przemierzonych wyznaczonych z MES.
5. Odchyłki te maleją wraz ze spadkiem sztywności układu narzędzie-oprawka-wrzeciono i są większe dla skrajnych przekrojów ścianek.
6. Istnieje możliwość zwiększania prędkości skrawania stopów Mg w warunkach produkcyjnych, z punktu widzenia kryterium mikrotwierdzości warstwy wierzchniej.
7. Ze względu na temperaturę w strefie skrawania możliwe jest sformułowanie wniosków ogólnych, pozwalających na optymalny dobór warunków skrawania oraz wybór odpowiednich narzędzi obróbkowych.
8. Możliwe jest efektywne frezowanie narzędziem węglkowym z powłoką TiAlN, bez ryzyka zapłonu wiórow podczas obróbki.
9. W całym zakresie badanych parametrów nagniatania w warstwie wierzchniej obrabianych przedmiotów konstatowane były ścisające naprężenia własne.
10. Istnieje możliwość wpływania na stan warstwy wierzchniej poprzez obróbkę szczotkowaniem.

1. The stiffness of the tool-holder-spindle exponentially changes with the length of the tool.
2. Stiffness in the X axis direction is higher than in the Y direction due to the design of lathe spindle.
3. The displacements at the ends of the walls calculated on the MES are almost twice higher than in the middle.
4. Displacements the shape of the set of measurements have very similar values to the values determined from FEM displacement.
5. These displacements are decreasing with the decrease in stability of the tool-holder-spindle and are larger for extreme cross walls.
6. It is possible increasing the cutting speed in production conditions, with the surface layer microhardness point of view on machining magnesium alloys.
7. Due to the temperature in the cutting area, it is possible to choose optimal cutting conditions and appropriate machining tools.
8. It is possible the effective milling with use the carbide tool with TiAlN coated, without the risk of chips ignition during machining.
9. In the whole range of shot peening parameters compressive residual stresses in the surface layer were constituted.
10. It is possible to influence the state of the surface layer by brushing.

Przykłady zastosowania w lotnictwie

Examples of application in aviation



Przykłady współpracy z przemysłem lotniczym

Collaboration with aviation industry

W pierwszym półroczu 2014 roku współpracowano z zakładami:

1. PZL Świdnik S.A. AugustaWestland,
2. WSK "PZL-RZESZÓW" S. A.,
3. PZL Mielec,
4. Ultratech,
5. Szeltach.

Wskaźniki realizacji celów projektu

Indicators of the project

Referaty

1. Adamski W.: *Runtime Optimization for Manufacturing Integral Components on CNC Machines*. International Conference of non-Ferrous Metals, czerwiec 2014, Wisła

Publikacje

1. Adamski W.: *Optymalizacja czasu wykonania części integralnych na obrabiarkach sterowanych numerycznie*. Stal Metale & Nowe Technologie nr 5-6, 2014
2. Kuczmaszewski J., Pieńko P.: *Wear of milling cutters resulting from high silicon aluminium alloy cast AlSi21 CuNi machining*. Eksploatacja i Niezawodność - Maintenance and Reliability, 1 (16), 2014, 37-41

Prace mgr, dr, hab.

Prace inżynierskie obronione:

- Gziut Olga: *Fragmentowanie wiórow w obróbce frezowaniem stopów magnezu*. Promotor: prof. dr hab. inż. Józef Kuczmaszewski

Prace doktorskie

Tytuł: *Badania procesu usuwania zadziórów po frezowaniu stopów aluminium i magnezu*
Autor: Jakub Matuszak
Promotor: Dr hab. inż. Kazimierz Zaleski, prof. PL
Status: „Praca złożona”

Tytuł: *Badania wpływu sztywności statycznej frezów trzpieniowych na dokładność geometryczną przedmiotów wykonywanych ze stopów aluminium*

Autor: Paweł Pieńko
Promotor: Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmaszewski
Status: „W trakcie realizacji przygotowania do druku”

Tytuł: *Wpływ warunków technologicznych na efektywność i bezpieczeństwo frezowania stopów magnezu*

Autor: Ireneusz Zagórski
Promotor: Prof. dr hab. inż. Józef Kuczmaszewski
Status: „W trakcie realizacji przygotowania do druku”

Prace habilitacyjne

Tytuł: *Wybrane problemy projektowania i wytwarzania CAD/CAM w przemyśle maszynowym*
Autor: Włodzimierz Adamski
Status: „Praca po obronie”