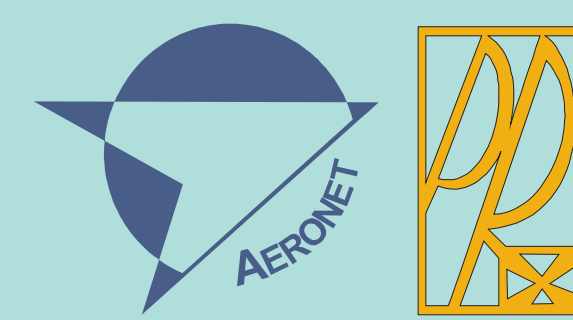


# Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

## Modern material technologies in aerospace industry



Konferencja Rady Partnerów RP CZT AERONET  
i Konferencja Podsumowująca Projekt PKAERO  
30 Listopada- 1 Grudnia 2015

# ZB5

## Nowoczesna obróbka mechaniczna stopów magnezu i aluminium

### Modern mechanical working of magnesium and aluminium alloys

Politechnika Rzeszowska, Politechnika Lubelska, Politechnika Warszawska

**Tytuł rozwiązania Innowacyjnego**  
Title of the innovative solution

**Technologia kształtowania elektroerozyjnego metodą WEDM narzędzi specjalnych oraz oprzyrządowania.**  
Machining of special cutting tools and tooling using WEDM technology.

**Krótki opis rozwiązania**  
Brief description of the solution

Nowoczesne technologie obróbki elektroerozyjnej elektrodą drutową umożliwiają wytwarzanie specjalnych narzędzi skrawających oraz oprzyrządowania o złożonej geometrii. Dzięki zastosowaniu dielektryka na bazie oleju, odpowiednich ustawień generatora obrabiarki oraz stosowaniu cięcia w wielu przejściach możliwe jest uzyskanie niskich chropowatości powierzchni obrabianych na poziomie Sa~0.2 µm oraz zminimalizowanej strefy wpływu ciepła.

Modern WEDM technology allows to manufacture special cutting tools and tooling with complex geometry. With the use of oil-based dielectric fluid, proper generator settings and multiple passes cutting strategy it is possible to obtain low machined surface roughness Sa~0.2 µm and minimalised heat affected zone.

**Tytuł rozwiązania Innowacyjnego**  
Title of the innovative solution

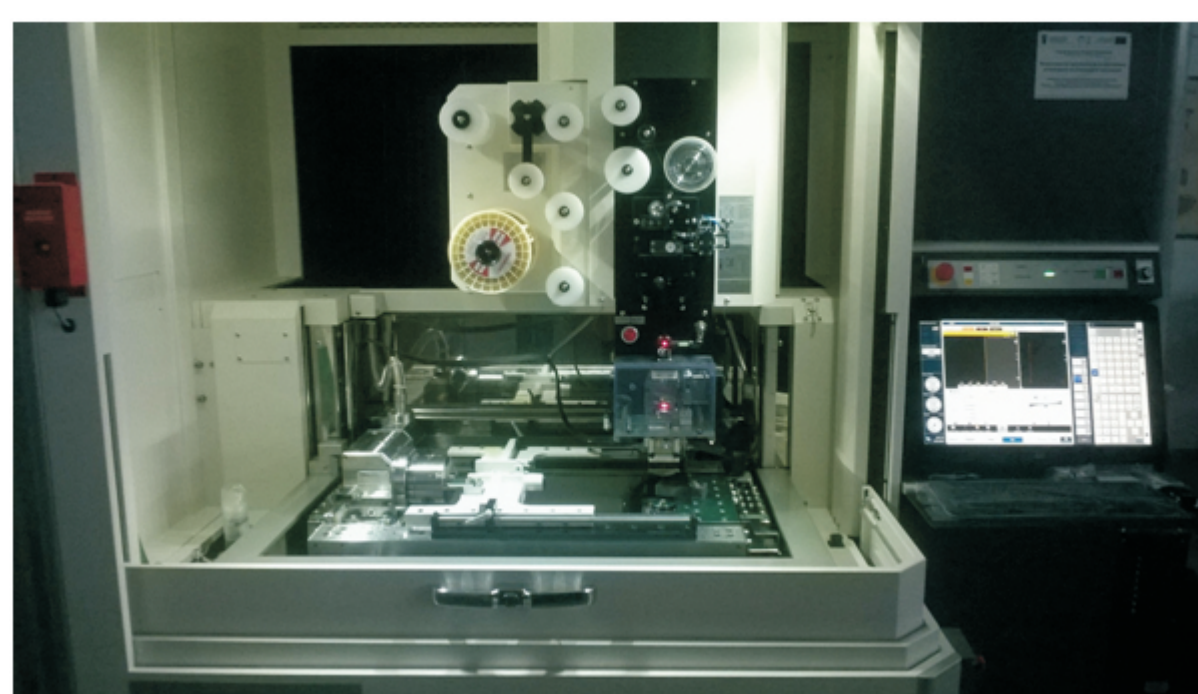
**Technologia kształtowania elektroerozyjnego metodą EDG narzędzi do szybkościowej obróbki lotniczych stopów aluminium i magnezu.**  
Machining of tools for HSC machining of aerospace aluminium and magnesium alloys using EDG technology.

**Krótki opis rozwiązania**  
Brief description of the solution

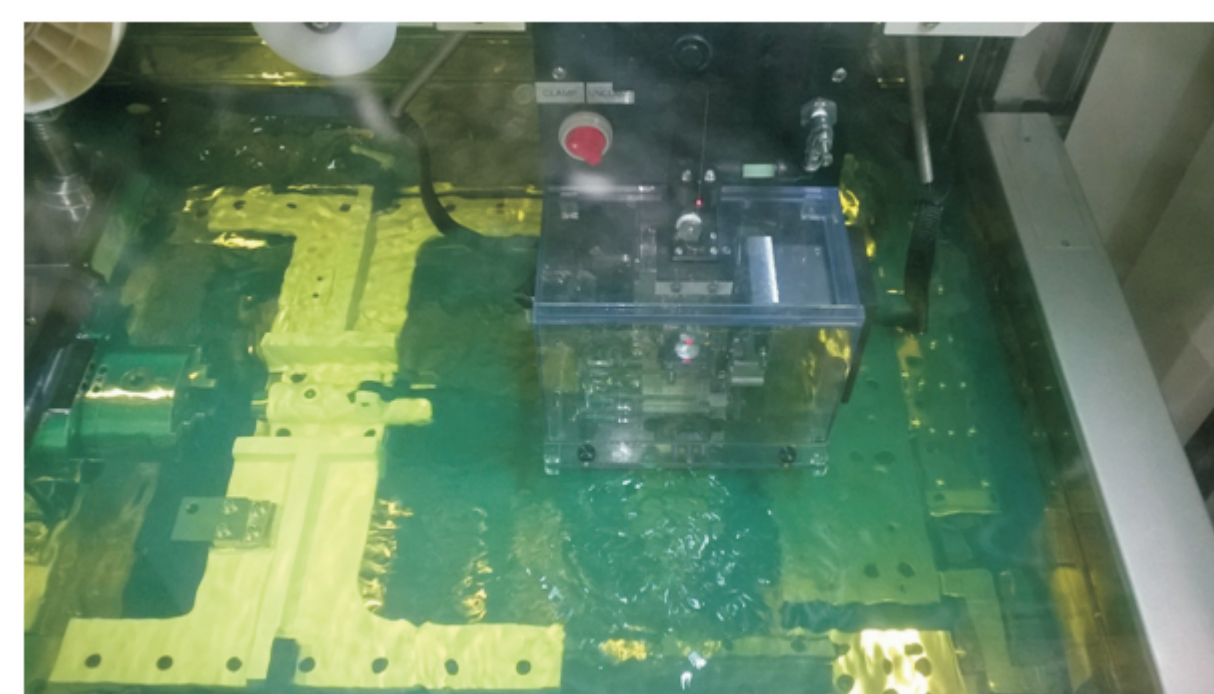
Nowoczesne technologie obróbki elektroerozyjnej elektrodą obrótową umożliwiają wytwarzanie specjalnych narzędzi skrawających złożonej geometrii. Dzięki zastosowaniu dielektryka na bazie oleju, odpowiednich ustawień generatora obrabiarki oraz stosowaniu cięcia w wielu przejściach możliwe jest uzyskanie niskich chropowatości powierzchni obrabianych na poziomie Sa~0.5 µm oraz zminimalizowanej strefy wpływu ciepła.

Modern EDG technology allows to manufacture special cutting tools with complex geometry. With the use of oil-based dielectric fluid, proper generator settings and multiple passes cutting strategy it is possible to obtain low machined surface roughness Sa~0.5 µm and minimalised heat affected zone.

**Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego**  
Visualization of the innovative solution



Nowoczesna, wieloosiowa obrabiarka elektroerozyjna Makino UPV5  
Modern WEDM machine Makino UPV5



Obróbka prowadzona w obecności dielektryka na bazie oleju  
WEDM machining in oil-based dielectric fluid

Sa [µm]	kąt	CMX	CTM	FX	MX	CX	MU	CU
7	0,194	0,32	0,185	0,258	0,447	0,232	0,403	
olej	13	0,174	0,323	0,18	0,272	0,465	0,211	0,4
20	0,26	0,35	0,189	0,235	0,493	0,222	0,461	

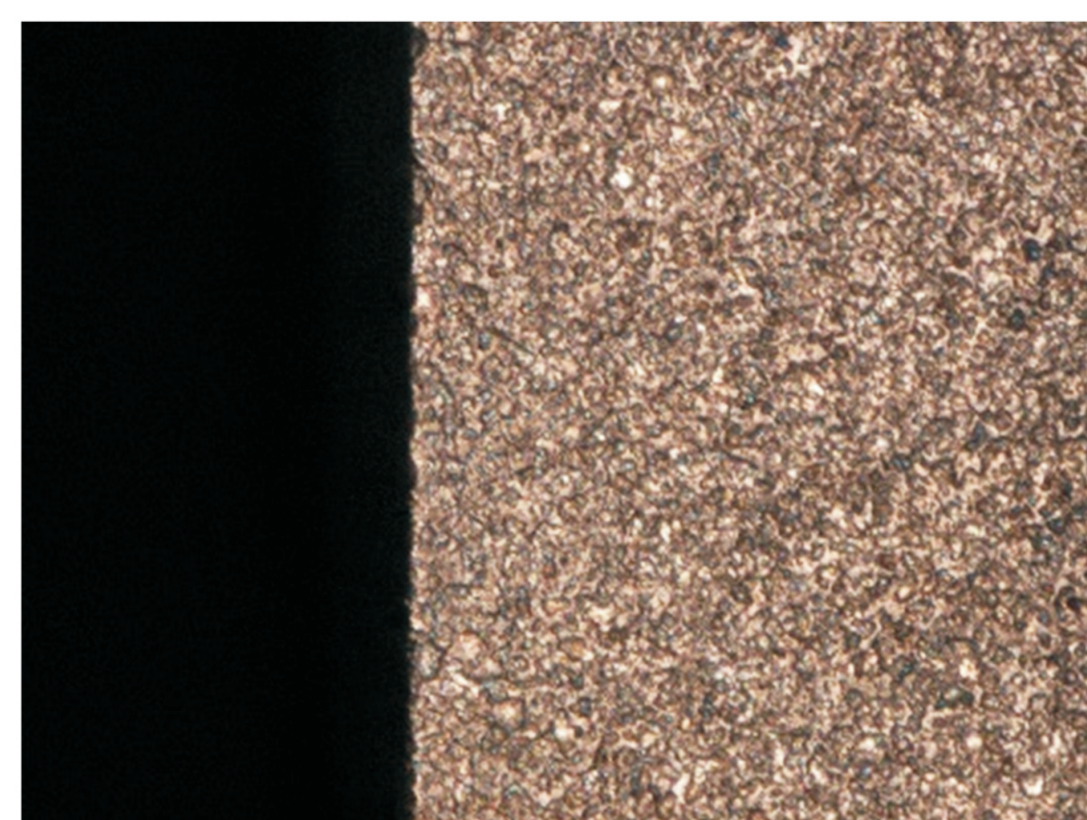
Wyniki pomiarów chropowatości powierzchni wybranego kompozytu diamentowego po obróbce elektroerozyjnej elektrodą drutową w dielektryku na bazie oleju  
Surface roughness of diamond composite machined with WEDM technique in oil-based dielectric fluid

Sa [µm]	kąt	CMX	CTM	FX	MX	CX	MU	CU
7	0,883	1,988	0,589	0,76	2,056	0,763	1,75	
woda	13	0,529	2,03	0,545	0,652	1,464	0,721	1,393
20	0,27	1,159	0,658	0,408	1,199	0,467	0,934	

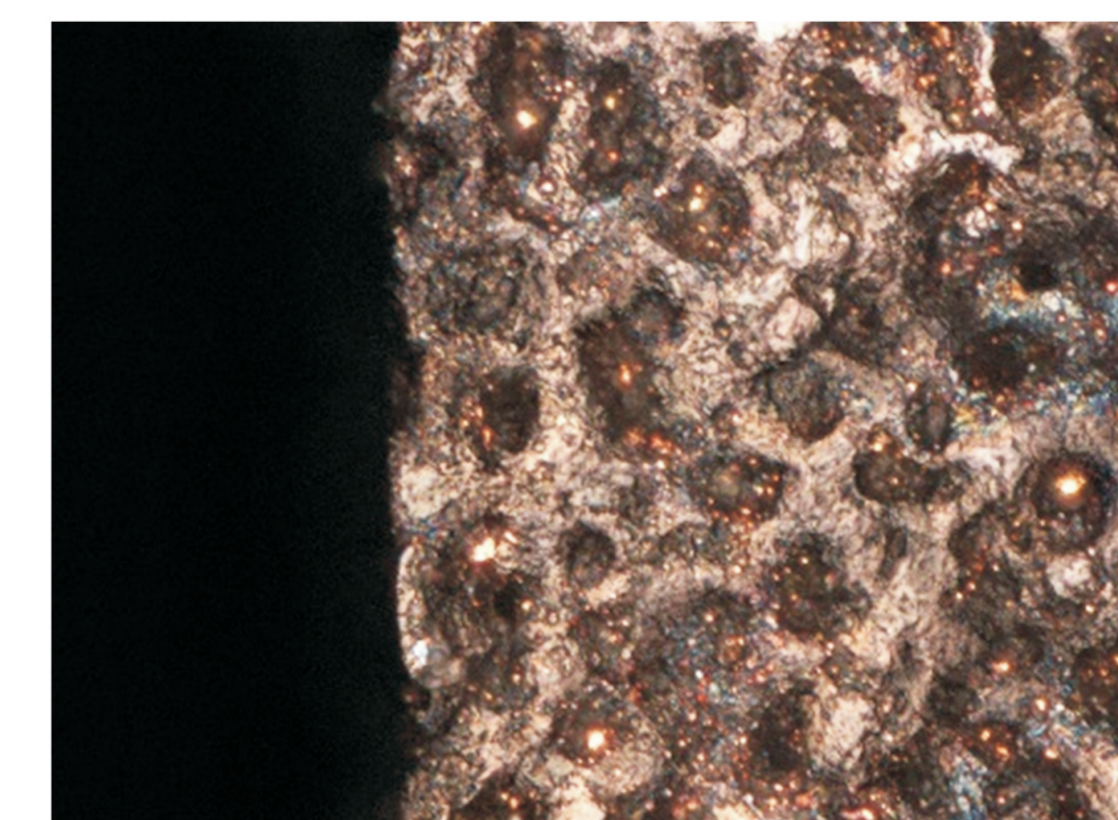
Wyniki pomiarów chropowatości powierzchni wybranego kompozytu diamentowego po obróbce elektroerozyjnej elektrodą drutową w wodzie deionizowanej  
Surface roughness of diamond composite machined with WEDM technique in deionised water

W toku przeprowadzonych badań, przeanalizowano wpływ technologii kształtowania wybranych kompozytów diamentowych o odmiennych właściwościach (wielkość ziarna diamentowego, procentowa zawartość ziarna diamentowego w kompozycjach) na parametry obrabianych powierzchni i geometrie naroża.

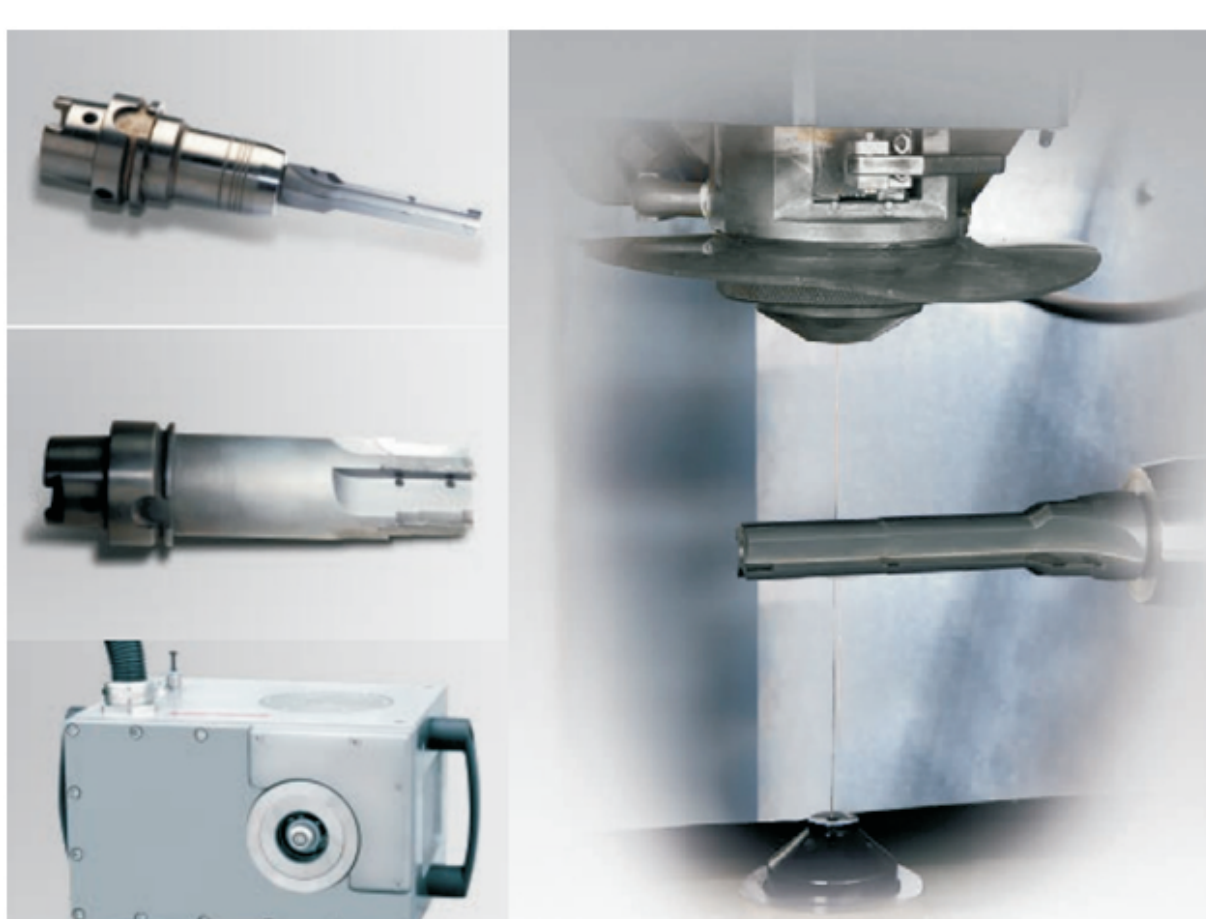
During the research, the impact of used EDM technology on machined surfaces roughness and edge radius of different diamond composites were analysed.



Zdjęcie mikroskopowe drobnoziarnistego kompozytu diamentowego  
Microscopic image of fine-grained PCD grade



Zdjęcie mikroskopowe gruboziarnistego kompozytu diamentowego  
Microscopic image of coarse-grained PCD grade



Technologia kształtowania ostrzy narzędzi specjalnych metodą elektroerozyjnej elektrodą drutową.  
WEDM technology of special cutting tool machining



Technologia kształtowania ostrzy narzędzi specjalnych metodą elektroerozyjnej elektrodą obrótową.  
EDG technology of special cutting tool machining

Wytypowano najbardziej efektywną metodę kształtowania specjalnych narzędzi skrawających z ostrzami PDK do zastosowań w aplikacjach obróbki lotniczych stopów aluminium.

The most effective electro discharge manufacturing technique for special cutting tools used in aerospace aluminium alloys machining applications were typed.

**Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego**  
Advantages and restrictions of innovative solution

**Zalety:**

- + kształtowanie niezależne od twardości materiału
- + kształtowanie narzędzi profilowych z promieniem wewnętrznym rzędu 0,035mm niemożliwym do wykonania tradycyjnymi metodami (szlifowanie)
- + wykonanie dobrych jakościowo powierzchni Sa ~0.2 µm
- + wysoka powtarzalność wymiarowa i geometryczna obrabiarek

**Ograniczenia:**

- ograniczenia wynikające z kinematyki procesów WEDM i EDG
- długi czas procesu kształtowania
- możliwość kształtowania tylko materiałów przewodzących prąd

**Advantages:**

- + shaping process does not depend on material hardness
- + shaping of profile cutting tools with inner radius ~0.035 mm, not possible to make with any conventional technique (grinding)
- + high quality and low roughness Sa ~0.2 µm of shaped surfaces
- + high dimensional and geometrical repeatability

**Limitations:**

- kinematic limitations of WEDM and EDG machine tools
- long process time
- possible only for conductive materials

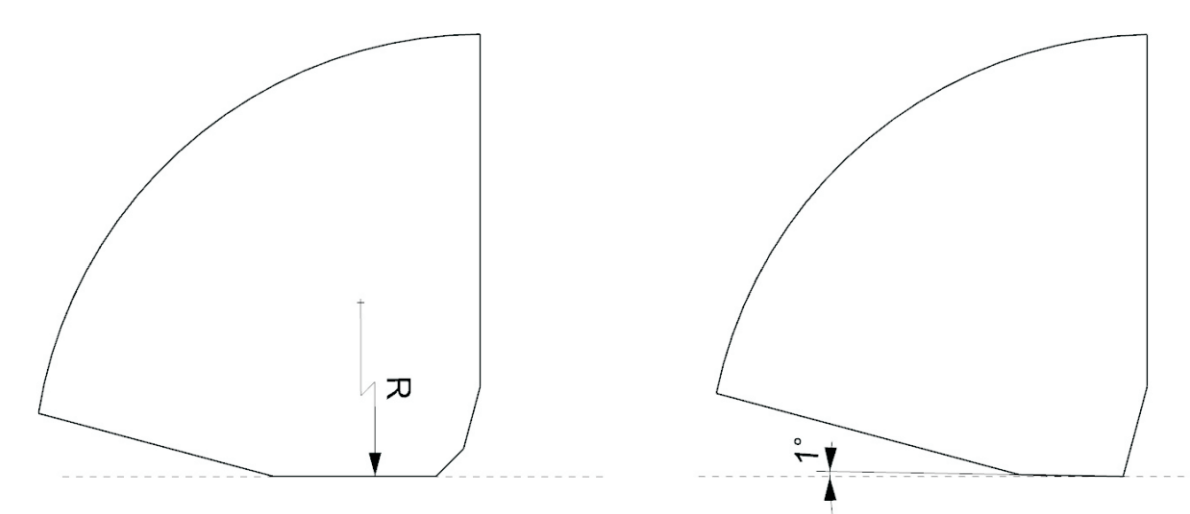
**Tytuł rozwiązania Innowacyjnego**  
Title of the innovative solution

**Zastosowanie płytki doglądającej PKD w aplikacjach szybkościowego frezowania czolowego lotniczych stopów aluminium**  
The use of PCD wiper insert in high speed face milling of aerospace aluminium alloys

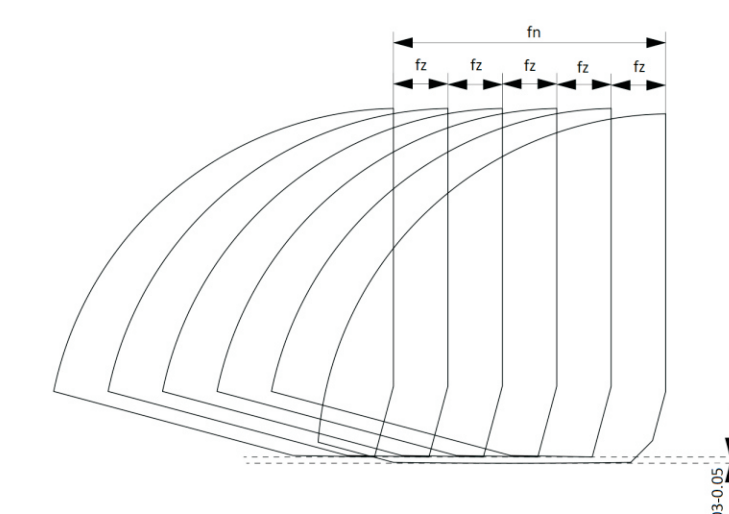
**Krótki opis rozwiązania**  
Brief description of the solution

Istotą ostrza doglądającego jest modyfikacja pomocniczej krawędzi skrawającej. W porównaniu do typowych wkładek narzędziowych do frezowania czolowego posiada ona długą pomocniczą krawędź skrawającą o barykowanym kształcie z dużym promieniem krzywizny (Rys. 1). Pomocnicza krawędź skrawająca płytki doglądającej jest ustawiona 0.02+0.05 mm poniżej pozostałych ostrzy narzędzia (Rys. 2). Rozwiązanie pozwala na uniknięcie efektów wpływu bicia osiowego ostrzy narzędzia na chropowatość obrabianych powierzchni oraz jej uzależnienie tylko od jednego ostrza skrawającego. Zastosowanie wkładki z ostrzem doglądającym wykonanym z kompozytu diamentowego pozwala na uzyskanie ponad dwukrotnie niższej chropowatości powierzchni przy zachowaniu wysokiej prędkości skrawania i prędkości posuwu.

The basis of wiper blade is minor cutting edge modification. Comparing to typical face milling inserts, wiper insert have long, barrel shaped minor cutting edge with big curvature radius (Fig. 1). It is placed 0.02+0.05 mm below other cutting blades in cutting tool (Fig. 2). The solution eliminates undesirable impact of axial runout on machined surface roughness and makes it depend on one cutting blade only. Thanks to the use of PCD wiper insert it is possible to obtain twice lower surface roughness while keeping the high cutting speed and feed values.



Rys. 1 Modyfikacja geometrii krawędzi płytki doglądającej w porównaniu z geometrią typowej płytki do frezowania czolowego  
Fig. 1 Minor cutting edge geometry modification of wiper insert compared to the typical face milling insert geometry

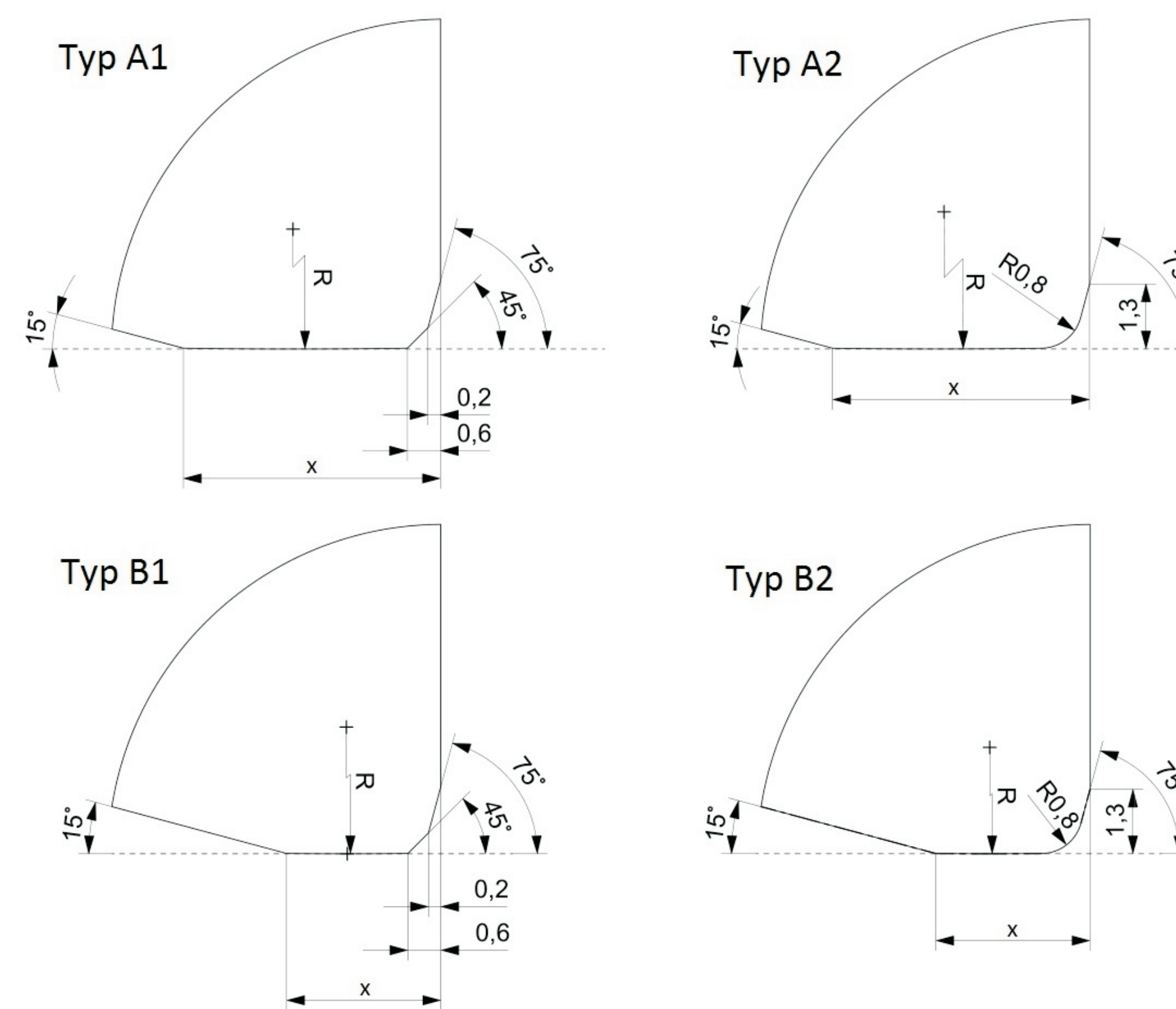


Rys. 2 Sposób ustawienia pomocniczej krawędzi skrawającej płytki doglądającej  
Fig. 2 The set of the wiper insert in cutting tool

**Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego**  
Visualization of the innovative solution

Celem przeprowadzenia prób frezowania, opracowano odmienne geometrie płytki doglądającej (Rys. 3). Następnie opracowano technologie kształtowania ostrzy oraz wykonano wkładki narzędziowe o opracowanej geometrii.

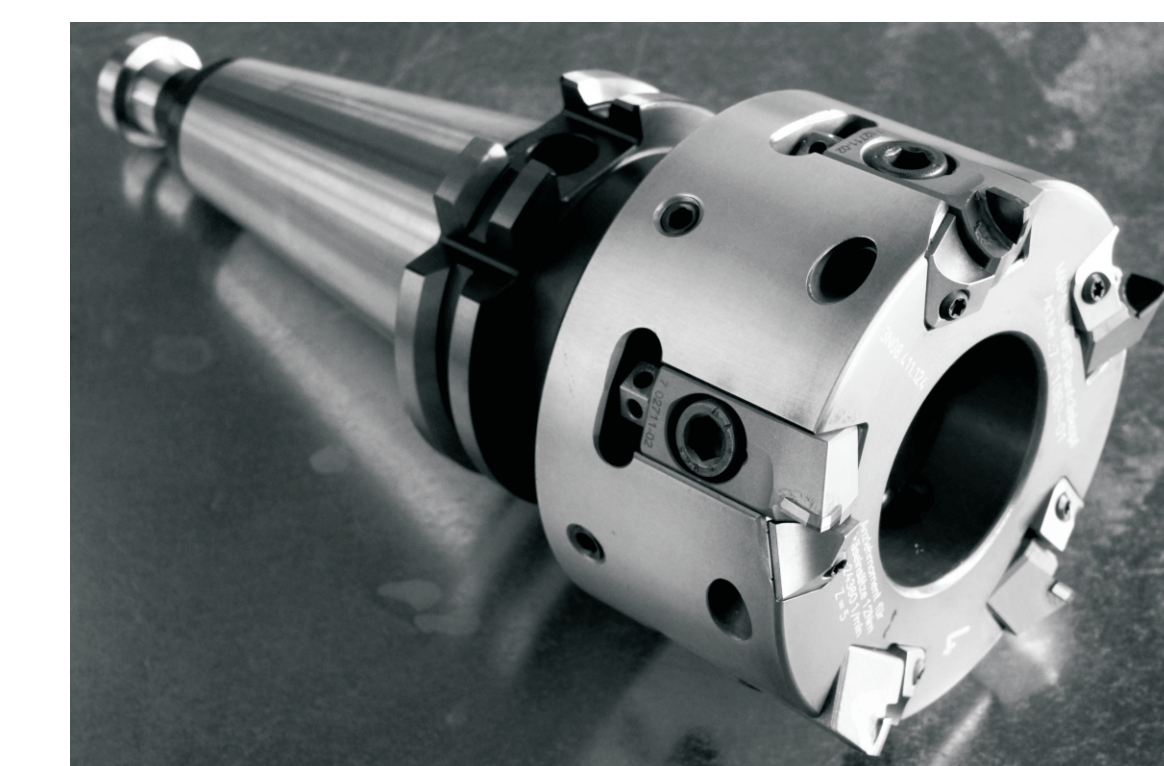
To perform milling tests, different wiper insert geometries were developed (Fig. 3). Subsequently the machining technology was elaborated and cutting tool inserts were made.



Rys. 3 Opracowane geometrie ostrzy doglądających  
Fig. 3 Developed wiper inserts geometries

Do prób frezowania użyto pięcioostrzowej głowicy frezarskiej o średnicy nominalnej 80mm (Rys. 4). Próby frezowania wykonano na frezarce sterowanej numerycznie Makino PS95 (Rys. 5). Próby przeprowadzono na półfabrykach wykonanych ze stopu aluminium 7075 w postaci płyty walcowanej.

The milling test were made with five tooth, 80 mm nominal diameter face milling cutter (Fig. 4). Tests were performed with use of Makino PS95 CNC milling machine. Machined material had form of rolled plates made of 7075 aluminum alloy.



Rys 4. Głowica frezarska użyta do prób frezowania  
Fig. 4 Face milling cutter used for milling tests

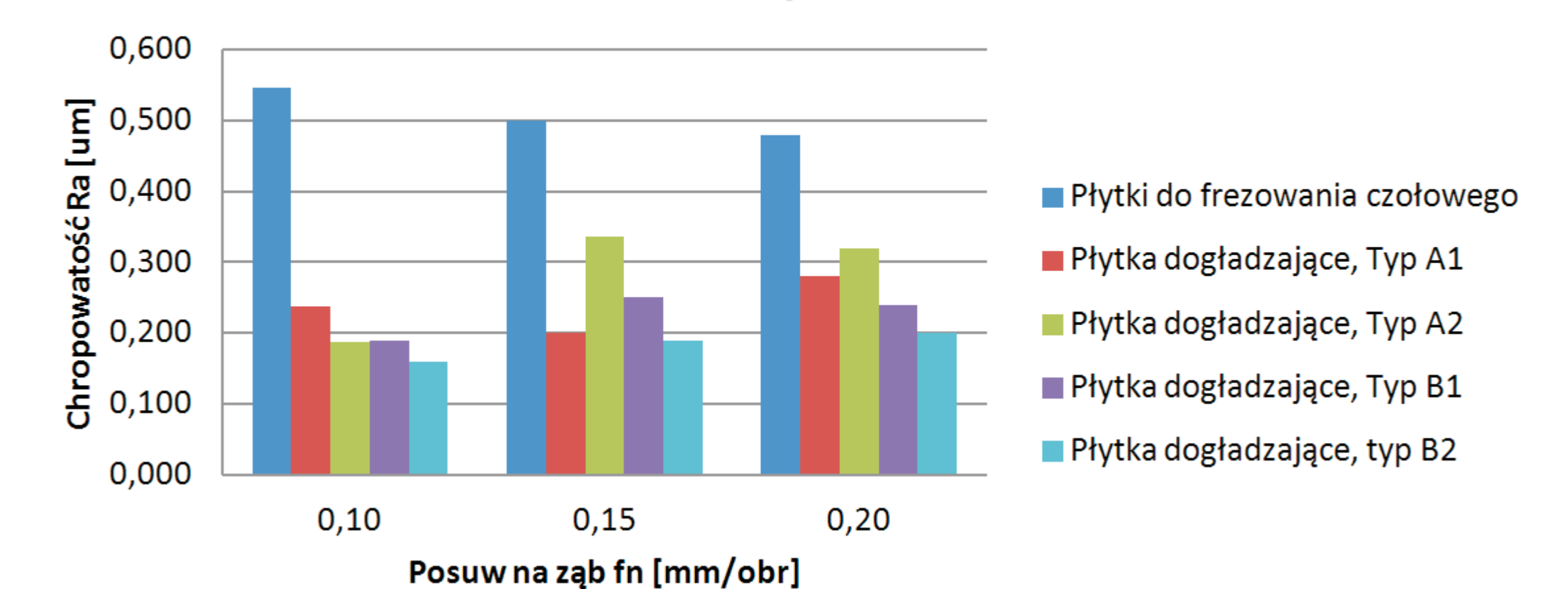


Rys 5. Frezarka Makino PS95  
Fig. 5 Makino PS95 CNC milling machine

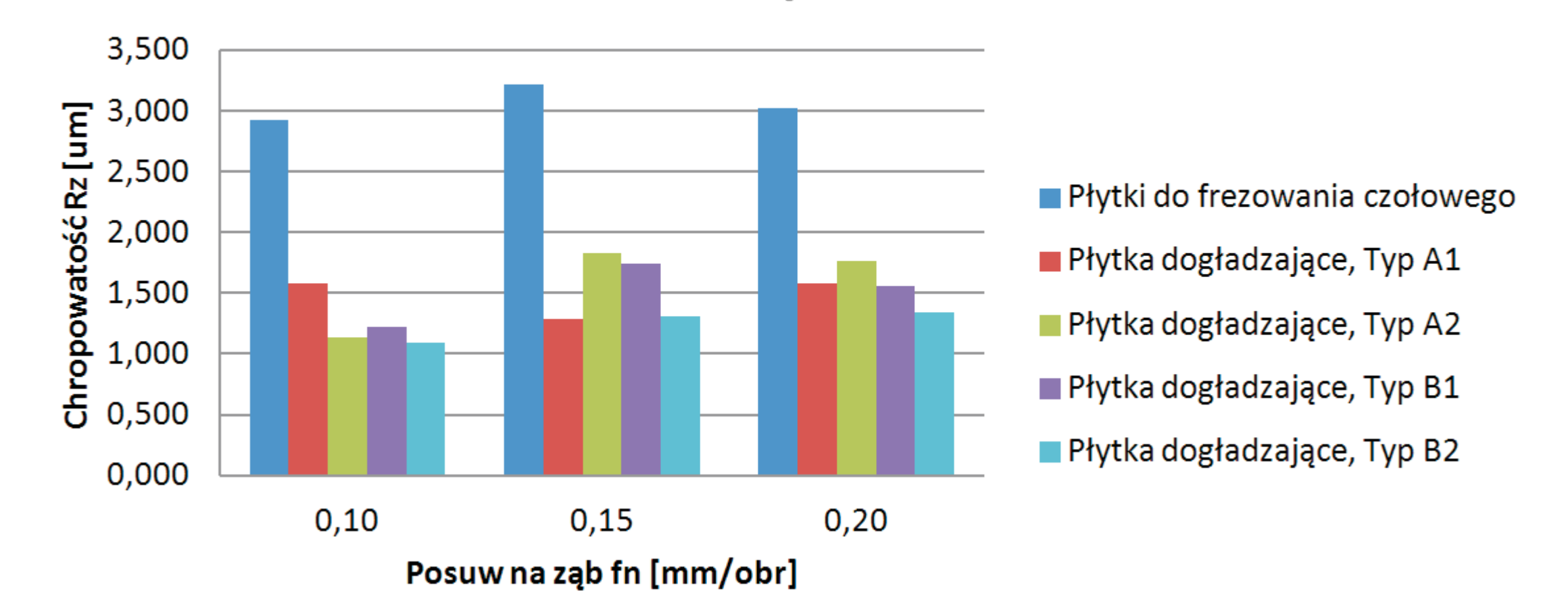
Próby przeprowadzono przy stałej prędkości skrawania Vc=2500 [m/min] oraz posuwach na ostrze w zakresie 0.1-0.2 [mm/z], głębokości skrawania ap=0.3 mm oraz szerokości skrawania ae~56 mm. Wyniki pomiarów chropowatości obrabianych powierzchni próbek przedstawiono na wykresach.

The test were performed with constant cutting speed Vc=2500 [m/min], feed per tooth in range 0.1-0.2 [mm/tooth], depth of cut ap=0.3 mm and ae~56 mm width of cut. Machined surfaces roughness measurements are shown on charts.

**Wartość chropowatości Ra**



**Wartość chropowatości Rz**



Przeprowadzone badania wykazały, że zastosowanie płytki doglądającej w aplikacji frezowania czolowego z wysoką prędkością skrawania pozwoliło uzyskać około dwukrotny spadek chropowatości obrabianych powierzchni dla wszystkich parametrów skrawania. Na podstawie wyników badań wytypowano najkorzystniejszy profil ostrza doglądającego (B2).

Performed research proved, that with use of wiper insert it was possible to receive about twice lower machined surfaces roughness for every cutting parameters. Based on the research results, the most effective cutting edge profile was determined (B2).

**Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego**  
Advantages and restrictions of innovative solution

**Zalety:**

- + zwiększenie produktywności procesu oraz wyższa jakość powierzchni po obróbce frezarskiej z wysokimi prędkościami skrawania

**Ograniczenia:**

- stosowanie narzędzi z osiową regulacją wysokości ostrzy skrawających

**Advantages:**

- + higher productivity and better machined surfaces roughness in HSM applications

**Limitations:**

- requires cutting tool with cutting blades height (axial) adjustment

**Możliwe zastosowania w lotnictwie i innych gałęziach gospodarki**  
Examples of application in aviation and other branches

Przedstawione rozwiązania przeznaczone są dla wszystkich gałęzi przemysłu gdzie występują aplikacje obróbki skrawaniem metali nieżelaznych oraz materiałów niemetalowych oraz producentów narzędzi skrawających.

Presented solutions are directed for every industry branch where milling of non-ferrous metals and non-metallic materials is key process as well as for cutting tools manufacturers.

**Oferta dla przemysłu**  
The offer for industry

- Rozwiązania przeznaczone do implementacji oraz wytwarzania narzędzi skrawających z ostrzami z materiałów supertwardych
- Baza wiedzy oraz parametrów dla procesów obróbki szybkościowej i wysokowydajnej z użyciem narzędzi z ostrzami PKD
- Know/how z zakresu wytwarzania narzędzi skrawających PKD obejmująca zagadnienia doboru gatunku materiału narzędziowego do określonego zadania obróbkowego oraz ich kształtowania
- Solutions for implementation and manufacturing of cutting tools with blades made of ultrahard materials
- Knowledge base and machining parameters for HSM, HSC applications with the use of PCD tools
- Know/how in field of cutting tools and cutting tool materials manufacturing

