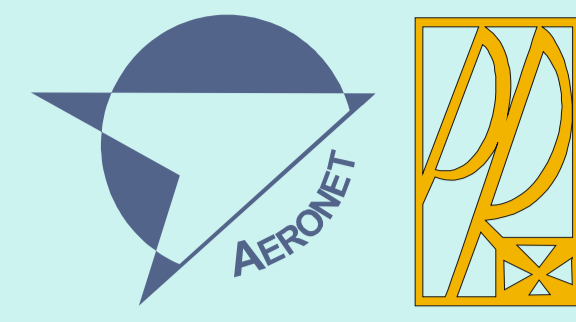


Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

Modern material technologies in aerospace industry



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



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

ZB1

Opracowanie zaawansowanych procesów obróbki HSM trudnoobrabialnych stopów lotniczych

Development of advanced processes of HSM of almost unworkable aeronautical alloys

Politechnika Rzeszowska, Politechnika Lubelska, Politechnika Łódzka, Politechnika Warszawska

Tytuł rozwiązania Innowacyjnego
Title of the innovative solution

Technologia toczenia wykończeniowego stopów tytanu na osnowie fazy międzymetalicznej TiAl(γ)

Technology of finish turning of titanium alloys based on intermetallic phase - TiAl(γ)

Krótki opis rozwiązania
Brief description of the solution

Rozwój nowoczesnych konstrukcji stosowanych w technice lotniczej prowadzący do uzyskania lepszych osiągnięć samolotów i śmigłowców determinowany jest opracowaniem i wprowadzaniem nowych materiałów o większej wytrzymałości, mniejszej gęstości oraz odpornych na oddziaływanie coraz wyższej temperatury pracy. Stąd rosnące zainteresowanie grupą stopów tytanu na osnowie fazy międzymetalicznej TiAl, stanowiących nowoczesny materiał o małej gęstości i dobrej żaroodporności.

The development of modern constructions used in aviation which leads to better performance of aircraft and helicopters is determined by the new materials with higher strength, lower density and temperature resistant. Hence, there is a growing interest in a group of titanium alloys based on intermetallic phase of TiAl, which are modern materials with low density and good heat resistance.

Wytwarzanie elementów ze stopów tytanu na osnowie fazy międzymetalicznej TiAl(γ) jest szczególnie trudne ze względu na niską ich skrawalność spowodowaną specyficznymi właściwościami m.in. dużą twardością i kruchością, dużą aktywnością chemiczną oraz małą przewodnością cieplną. Dodatkowo w trakcie procesu skrawania powstają uszkodzenia warstwy wierzchniej. Stąd pojawia się konieczność opracowania efektywnych procesów wytwarzania pozwalających na zwiększenie wydajności, obniżenie kosztów oraz uzyskanie dobrej jakości powierzchni obrabianych wyrobów.

Manufacture of parts made of titanium alloy based on intermetallic phase TiAl (γ) is particularly difficult due to their poor machinability because of the specific properties: high hardness and brittleness, high chemical activity and low thermal conductivity. Additionally, during the machining process are formed the damages of surface layer. The result is the need to develop efficient processes that allow to increase efficiency, reduce costs and to obtain a good surface quality of machined products.

Jakość powierzchni obrabianej oraz stan technologicznej warstwy wierzchniej wpływa w znacznym stopniu na właściwości użytkowe wytwarzanych elementów od których wymaga się dużej niezawodności. Dotychczasowy stan wiedzy o kształtowaniu warstwy wierzchniej stopów tytanu na osnowie fazy międzymetalicznej TiAl w obróbce skrawaniem ograniczony jest wynikiem zarówno krótkiego okresu od ich wprowadzenia jak i zastrzeżeniem danych technologii produkcji.

Surface quality and surface integrity greatly affects on the performance of manufactured elements which are required high reliability. The current state of knowledge about the formation of the surface layer of titanium alloys based on intermetallic phase (TiAl) in machining is limited due to both the short period since their introduction and confidential data production technology.

W zakresie opracowanej technologii określono wpływ warunków obróbki w procesie toczenia wykończeniowego na wartości wskaźników jakościowych oraz stan warstwy wierzchniej elementów ze stopu tytanu na osnowie fazy międzymetalicznej TiAl(γ).

Within the scope of the developed technology, the effect of machining conditions in the process of finish turning on the value of quality indicators and the condition of the surface layer (surface integrity) of components made of titanium alloy based on intermetallic phase TiAl (γ) was determined.

W ramach technologii opracowano wybrane zależności modelowe wskaźników jakościowych procesu - składowych całkowitej siły skrawania, temperatury w strefie skrawania oraz zużycia ostrza narzędzia. Prowadzono jednocześnie badania w zakresie kształtowania stanu warstwy wierzchniej - mikronierówności i uszkodzenia powierzchni obrabianej, głębokości odkształcenia plastycznego, naprężeń własnych oraz umocnienia. Określono związki pomiędzy parametrami skrawania, wskaźnikami jakościowymi procesu oraz stanem warstwy wierzchniej.

Within the technology selected models of quality indicators process - components of cutting force, temperatures in the cutting zone and tool wear - were developed. Also research into the formation of the state of the surface layer - microroughnesses and damages on finished surface, depth of plastic deformation, residual stresses and strengthening wear conducted. Relationships between cutting parameters, quality indicators of the process and the surface integrity were defined.

Badania prowadzono z zastosowaniem nowoczesnej aparatury oraz zaawansowanych technik badawczych.

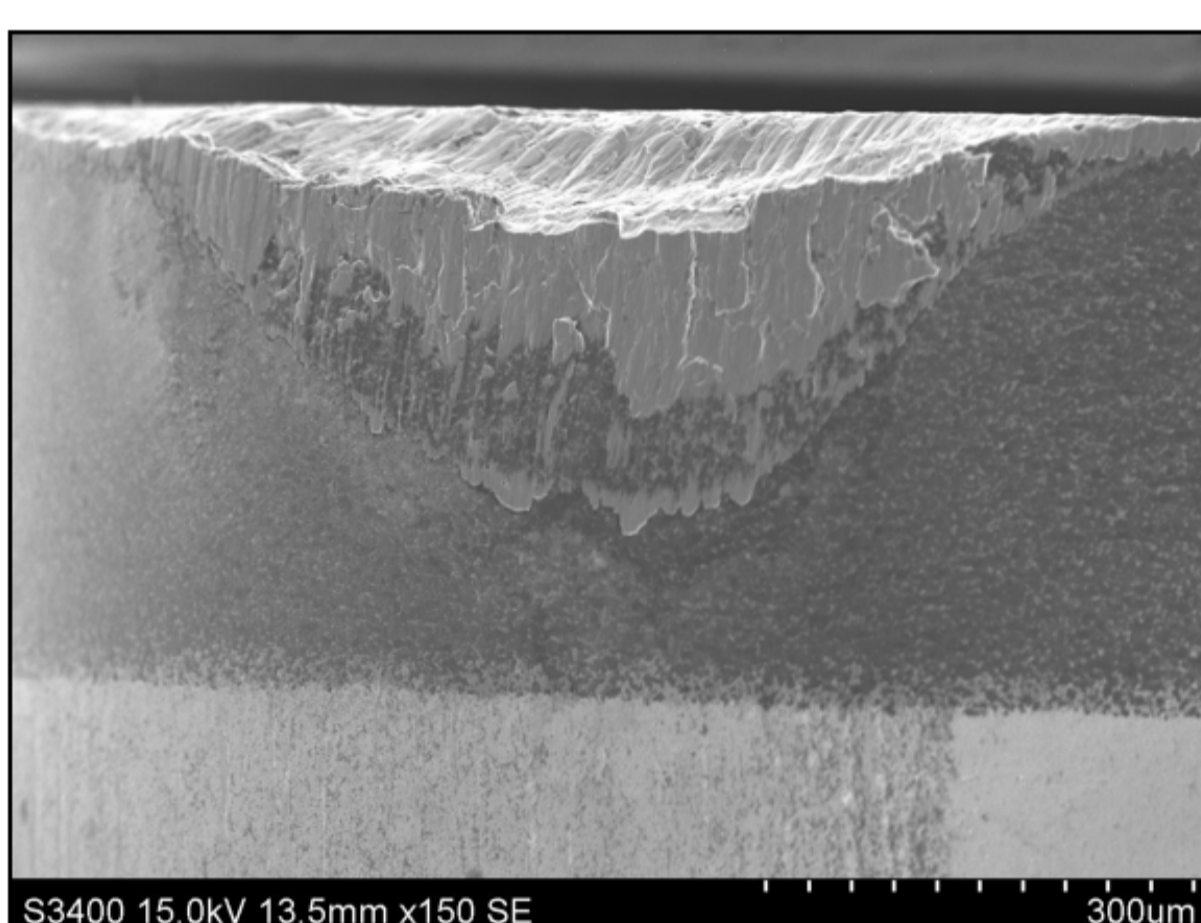
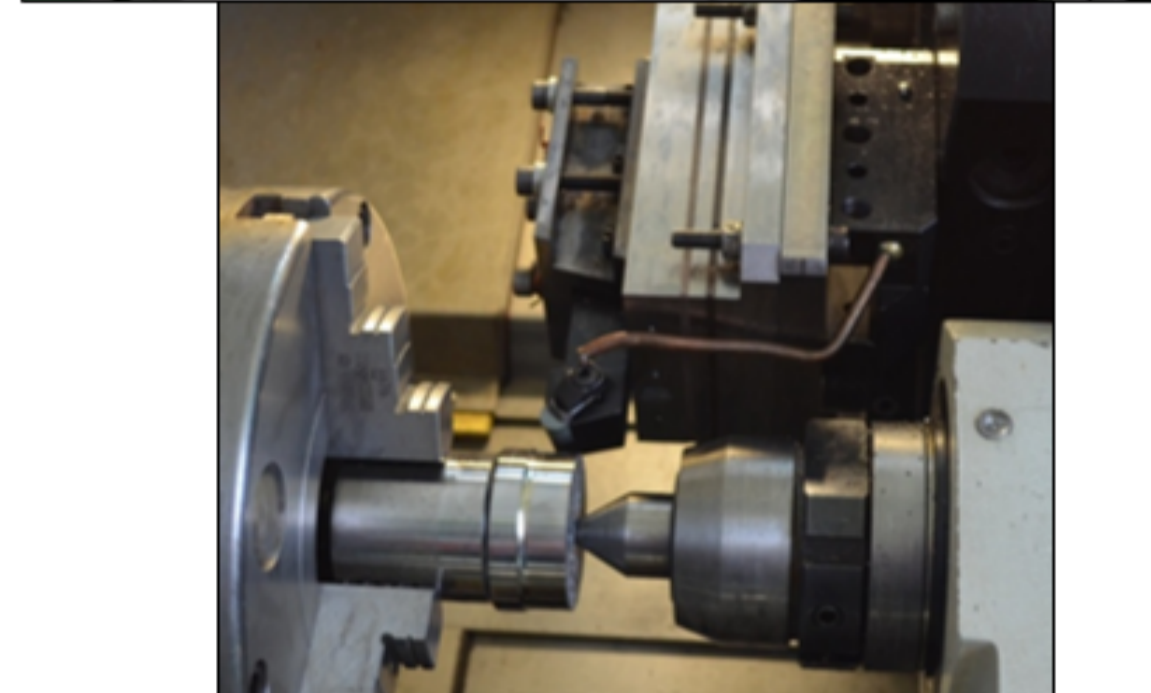
The research was conducted with the use of modern equipment and advanced techniques.

Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego
Visualization of the innovative solution

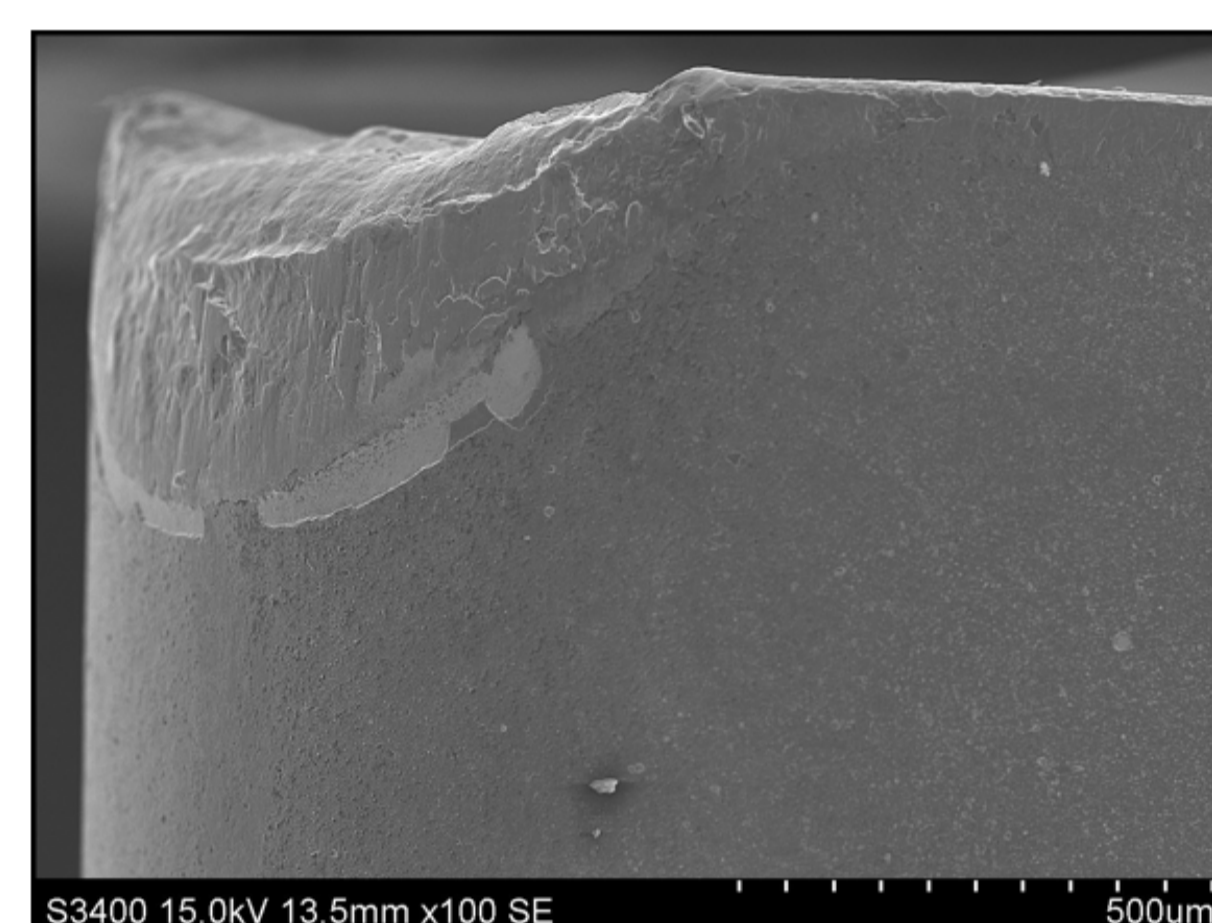
TEST STAND CONFIGURATION



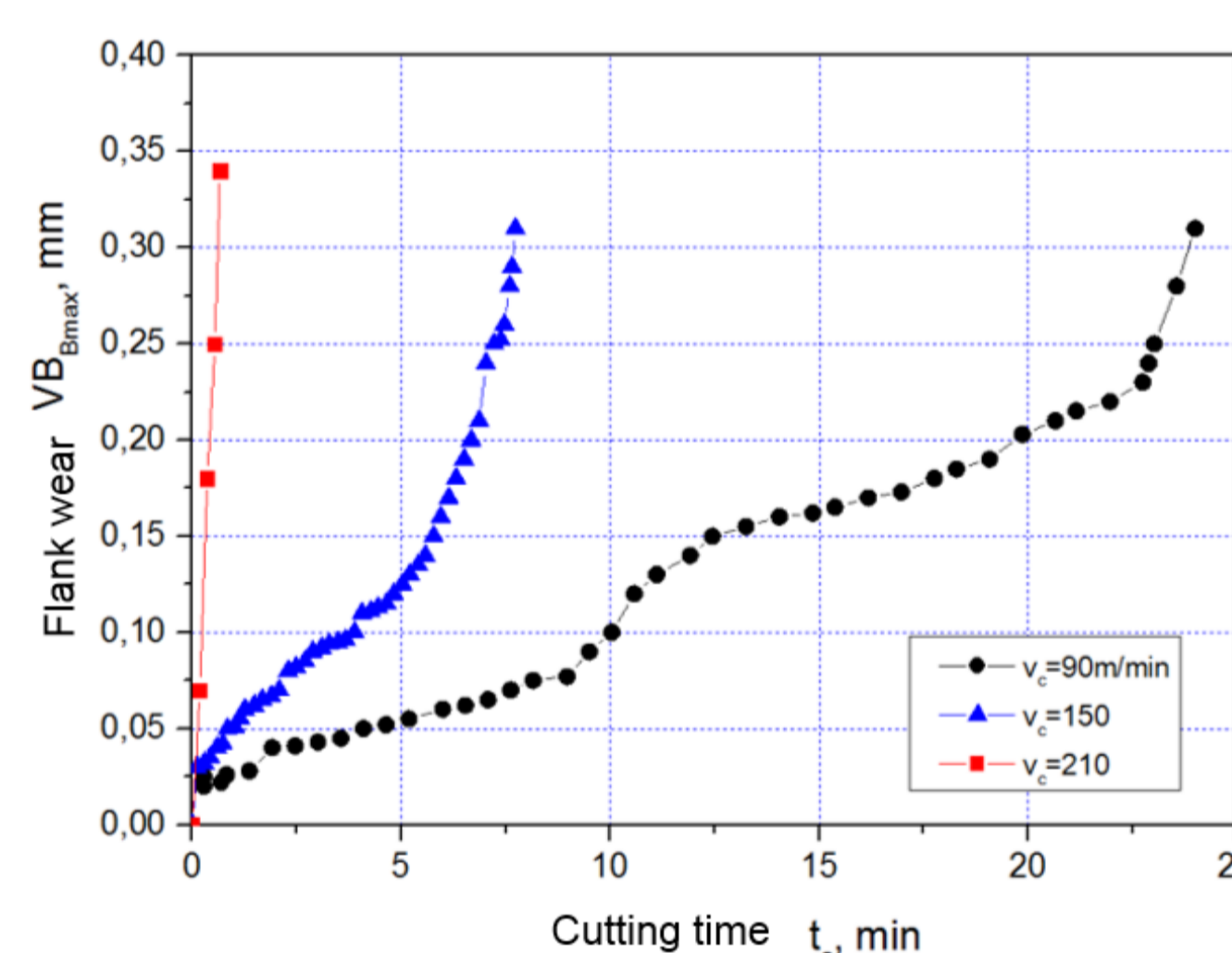
RESEARCH & DEVELOPMENT LABORATORY
FOR AEROSPACE MATERIALS



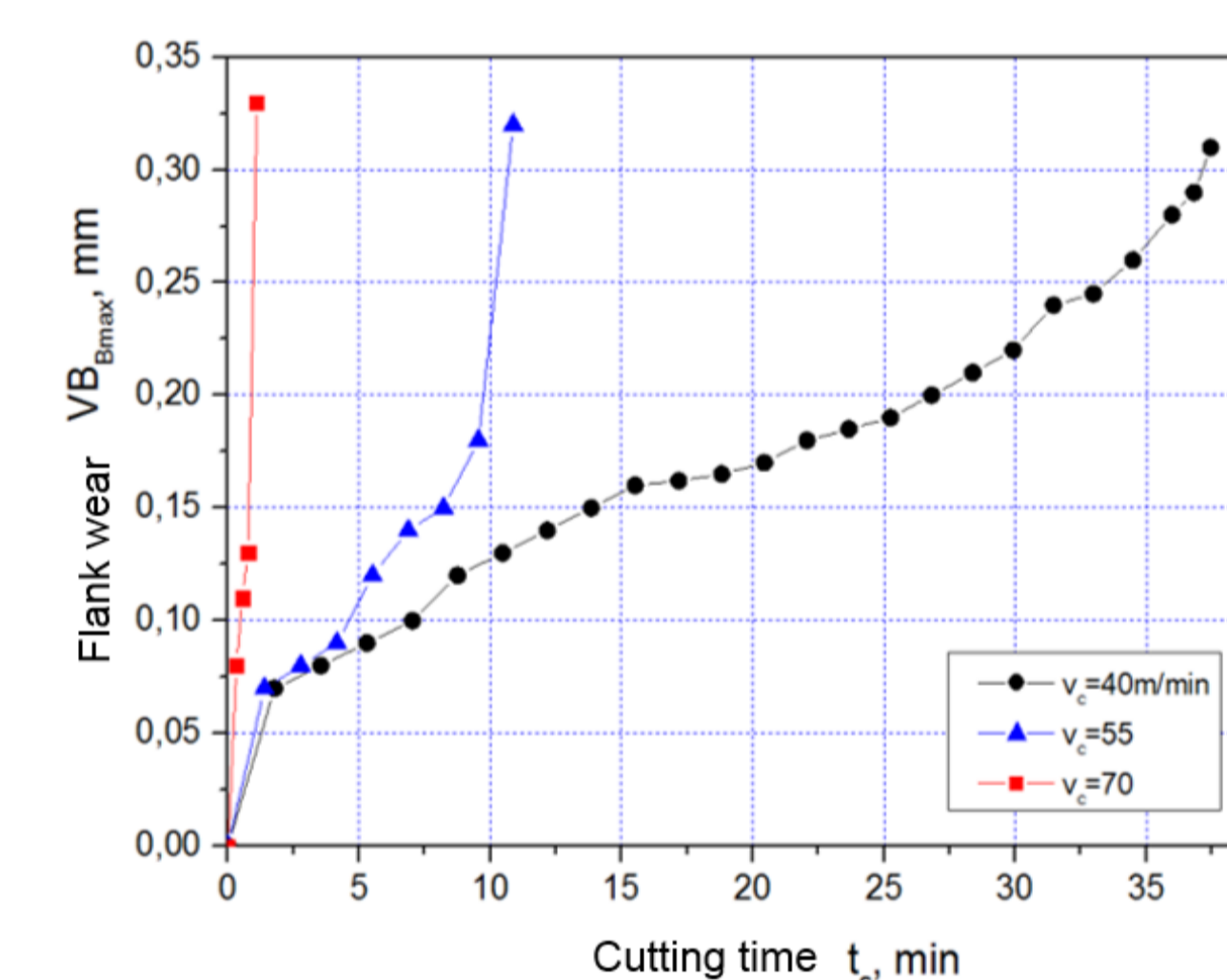
CNMA120408 MD220



CNMG 120408-SF 1115

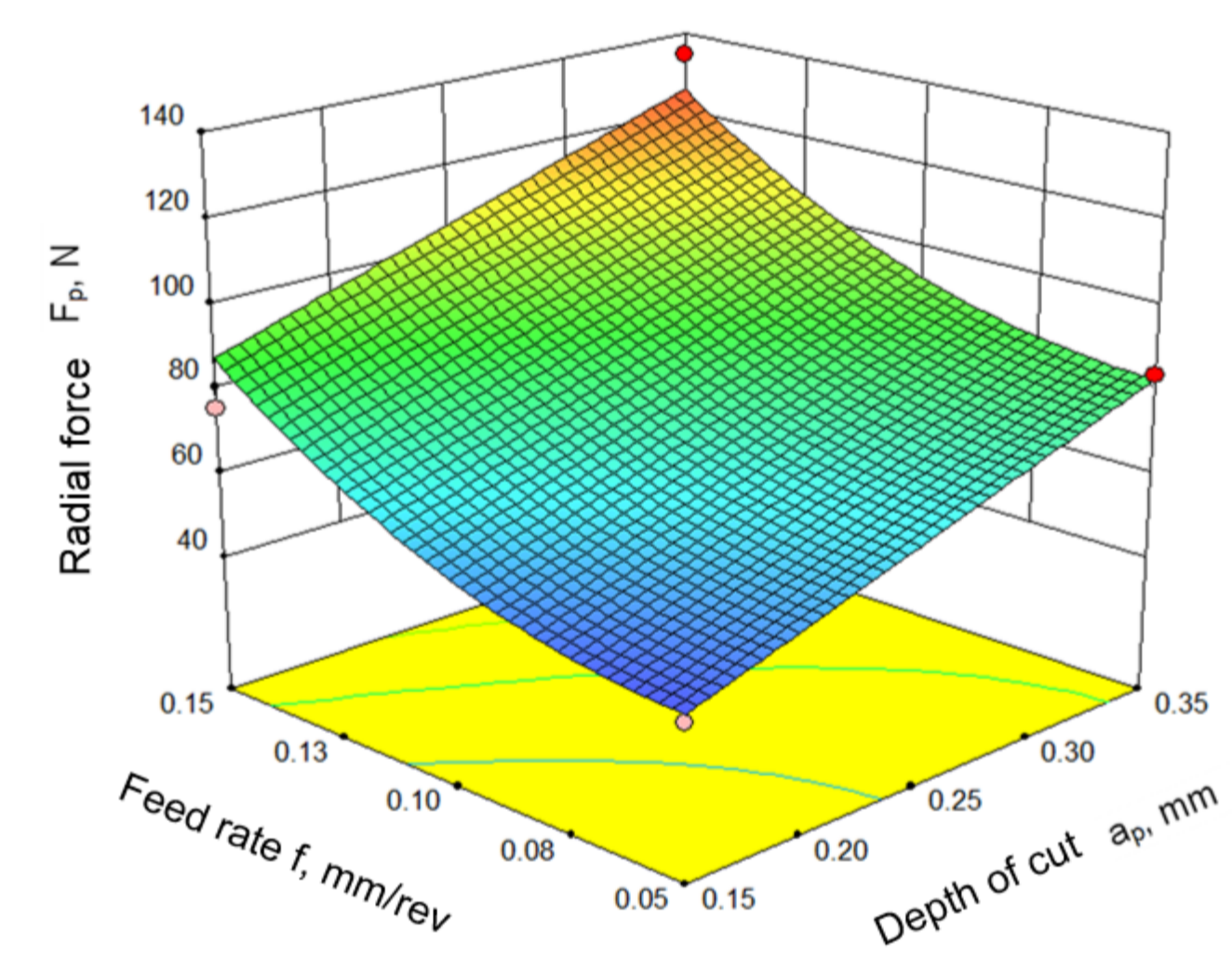


CNMA120408 MD220

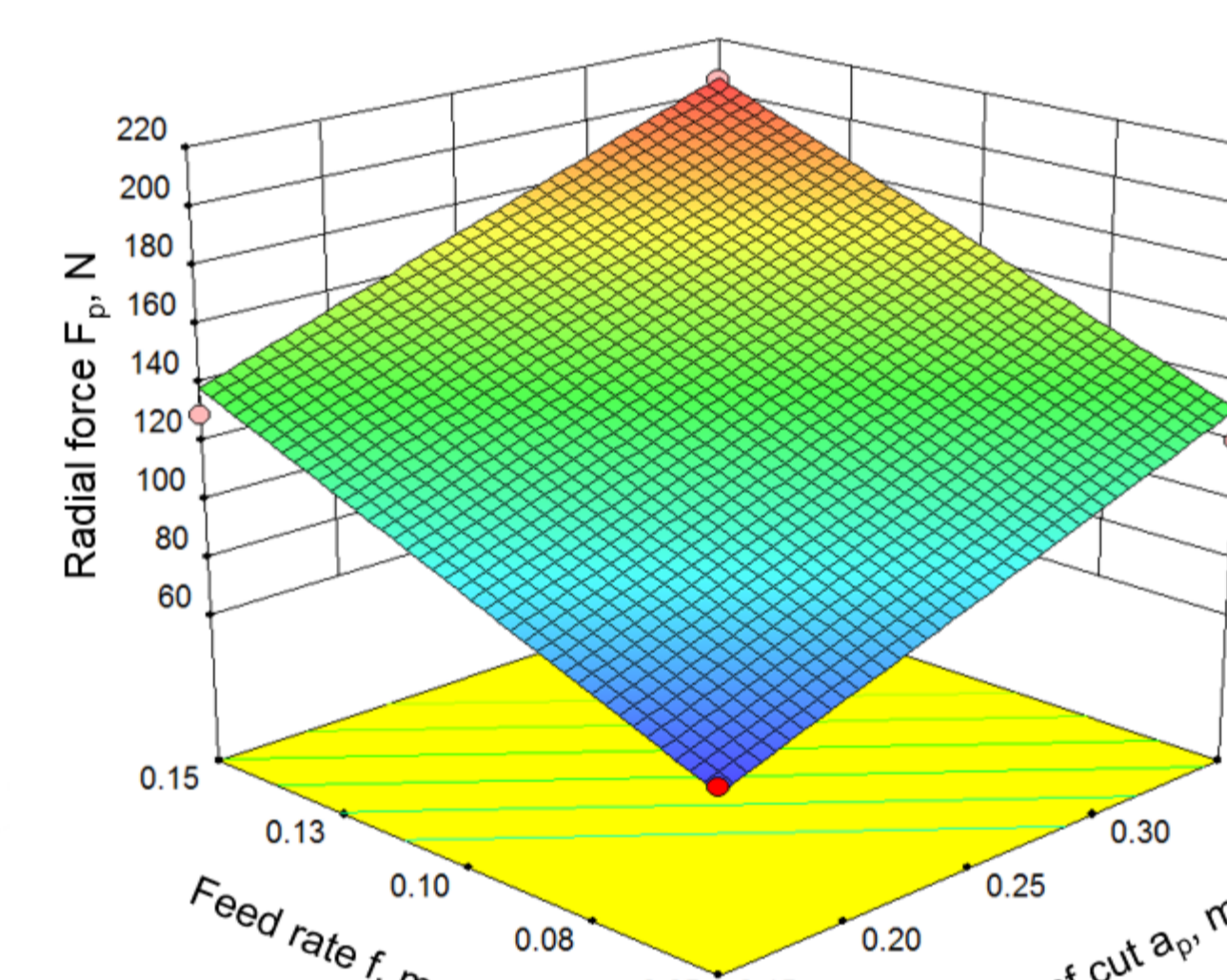


CNMG 120408-SF 1115

Relationship between flank wear of cutting inserts and cutting time for different cutting speeds.

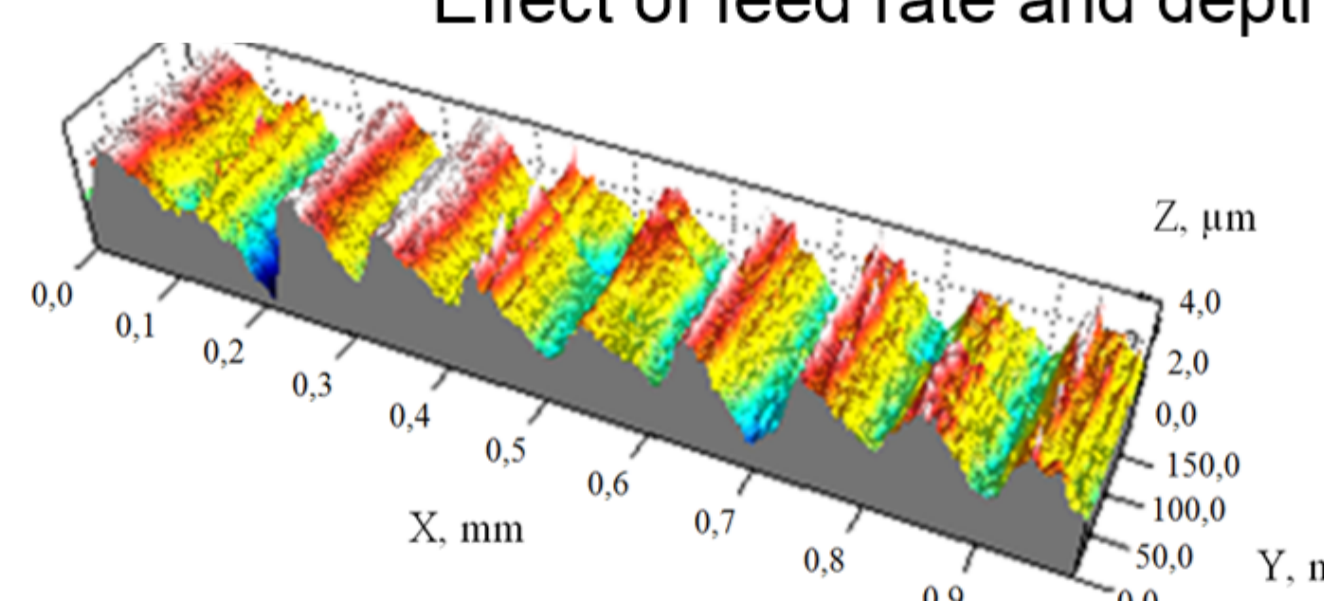


CNMA120408 MD220

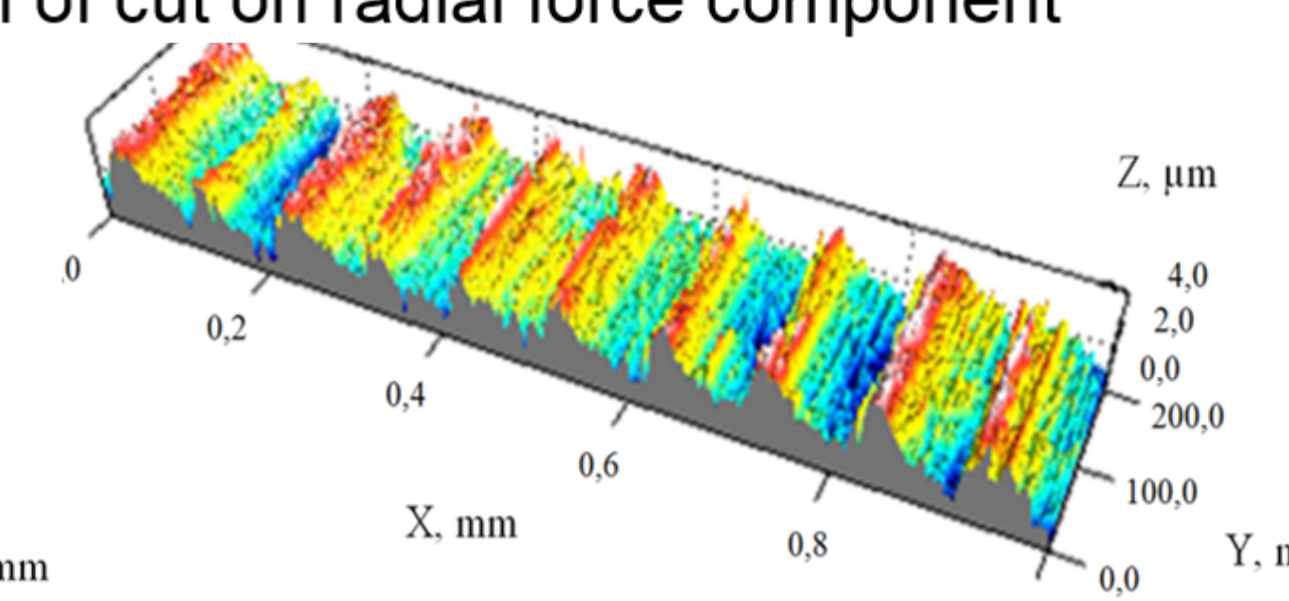


CNMG 120408-SF 1115

Effect of feed rate and depth of cut on radial force component

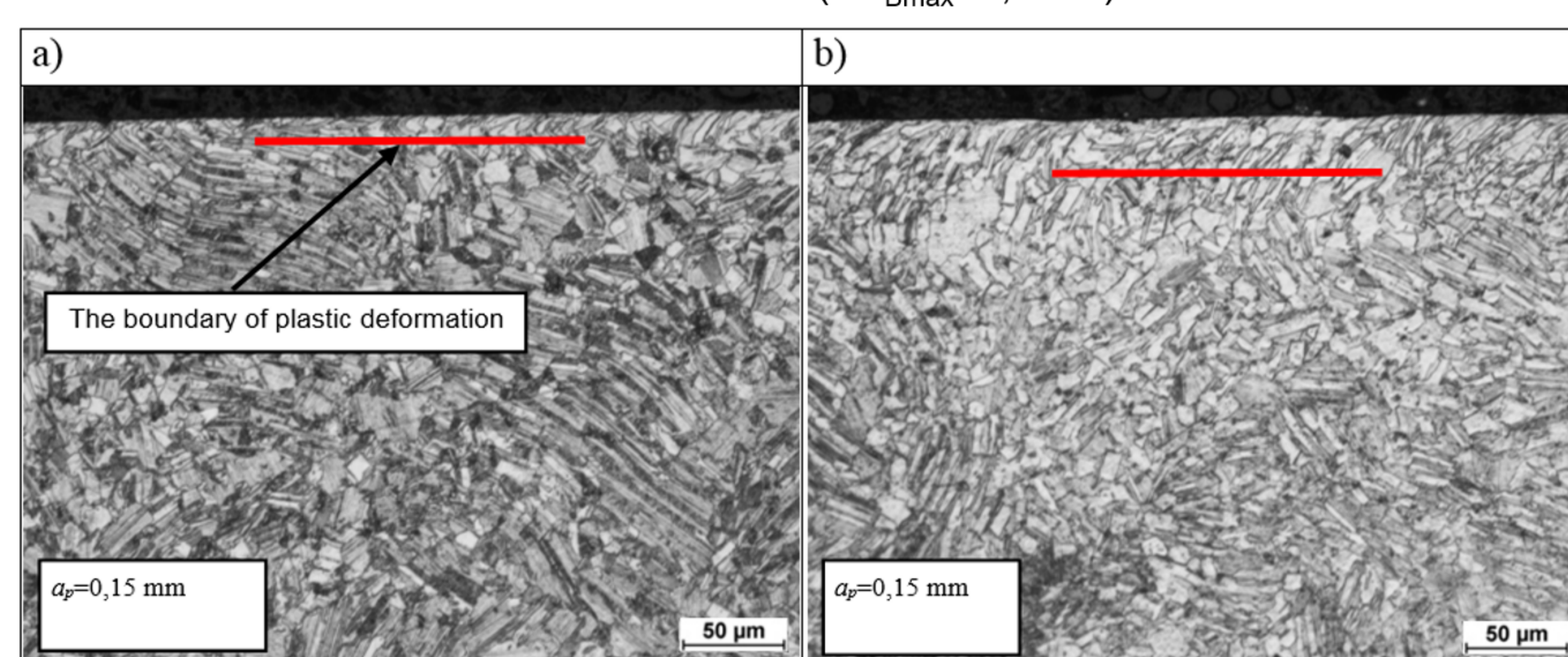


CNMA120408 MD220



CNMG 120408-SF 1115

Comparison of the 3D surface topography after turning with use of worn inserts ($VB_{Bmax}=0,3mm$)



The microstructure of the surface layer of the Ti-45Al-5Nb-0,2B-0,2C alloy for new (initial $VB_B=0$) (a) and worn tool ($VB_{Bmax}=0,3mm$) (b) for cutting insert CNMA120408 MD220.

Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego
Advantages and restrictions of innovative solution

Zalety:

- opracowanie wytycznych do technologii obróbki nowoczesnych stopów tytanu na osnowie fazy międzymetalicznej TiAl(γ),
- opracowanie zależności modelowych wybranych wskaźników jakościowych procesu,
- możliwość prognozowania stanu technologicznej warstwy wierzchniej w oparciu o warunki procesu skrawania,
- zwiększenie wydajności procesu i jakości wytwarzanych elementów ze stopów tytanu na osnowie fazy międzymetalicznej TiAl(γ),

Advantages:

- development of guidelines for processing technologies of modern titanium alloys based on intermetallic phase TiAl(γ)
- development of relationship for quality indicators of the process,
- the possibility of predicting the surface integrity based on the cutting conditions
- Increase the process efficiency and quality of manufactured parts made of titanium alloys based on intermetallic phase TiAl(γ)

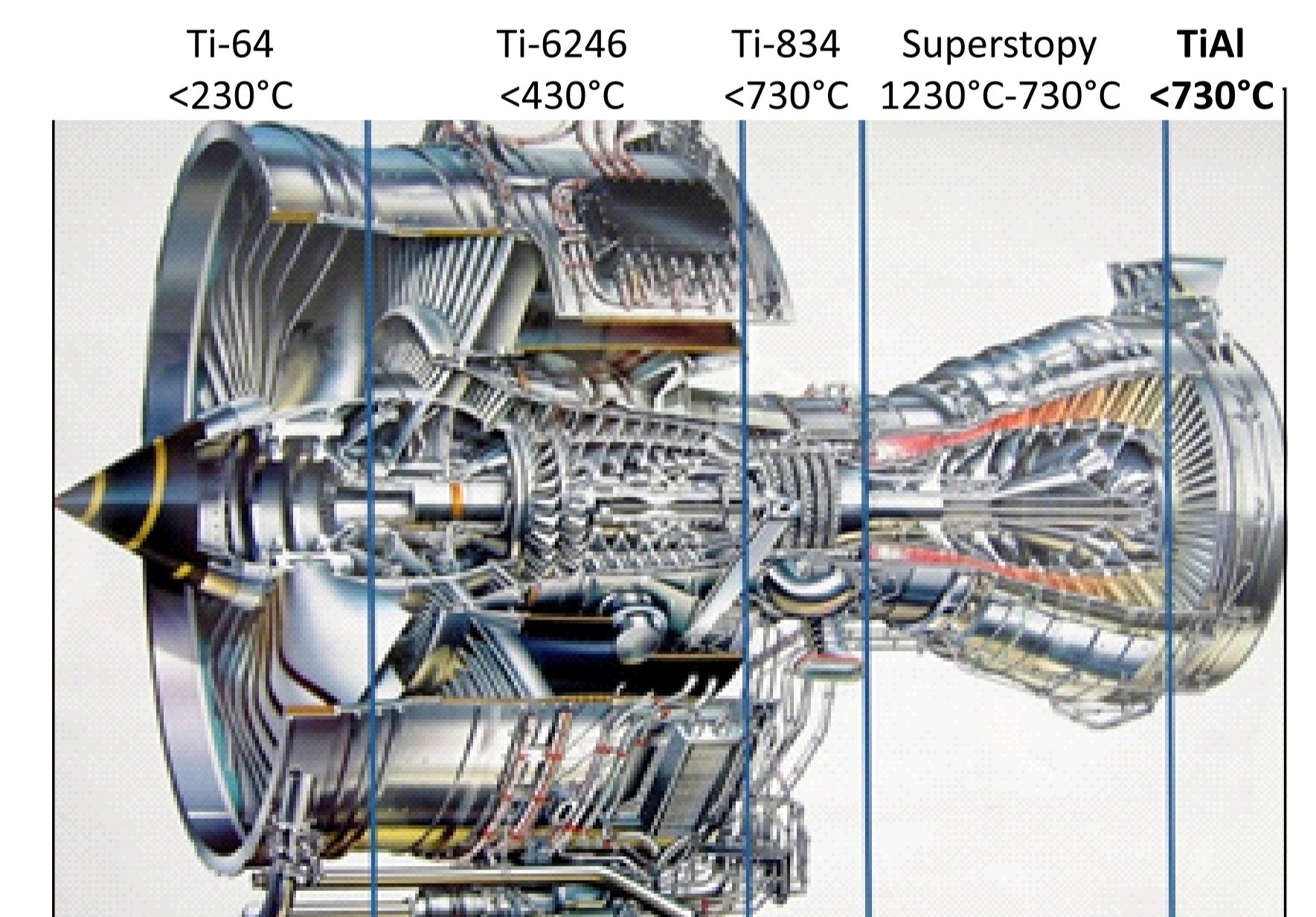
Ograniczenia:

- zależności modelowe opracowano w ograniczonym zakresie wynikającym z przyjętych materiałów narzędziowych oraz zakresu parametrów skrawania

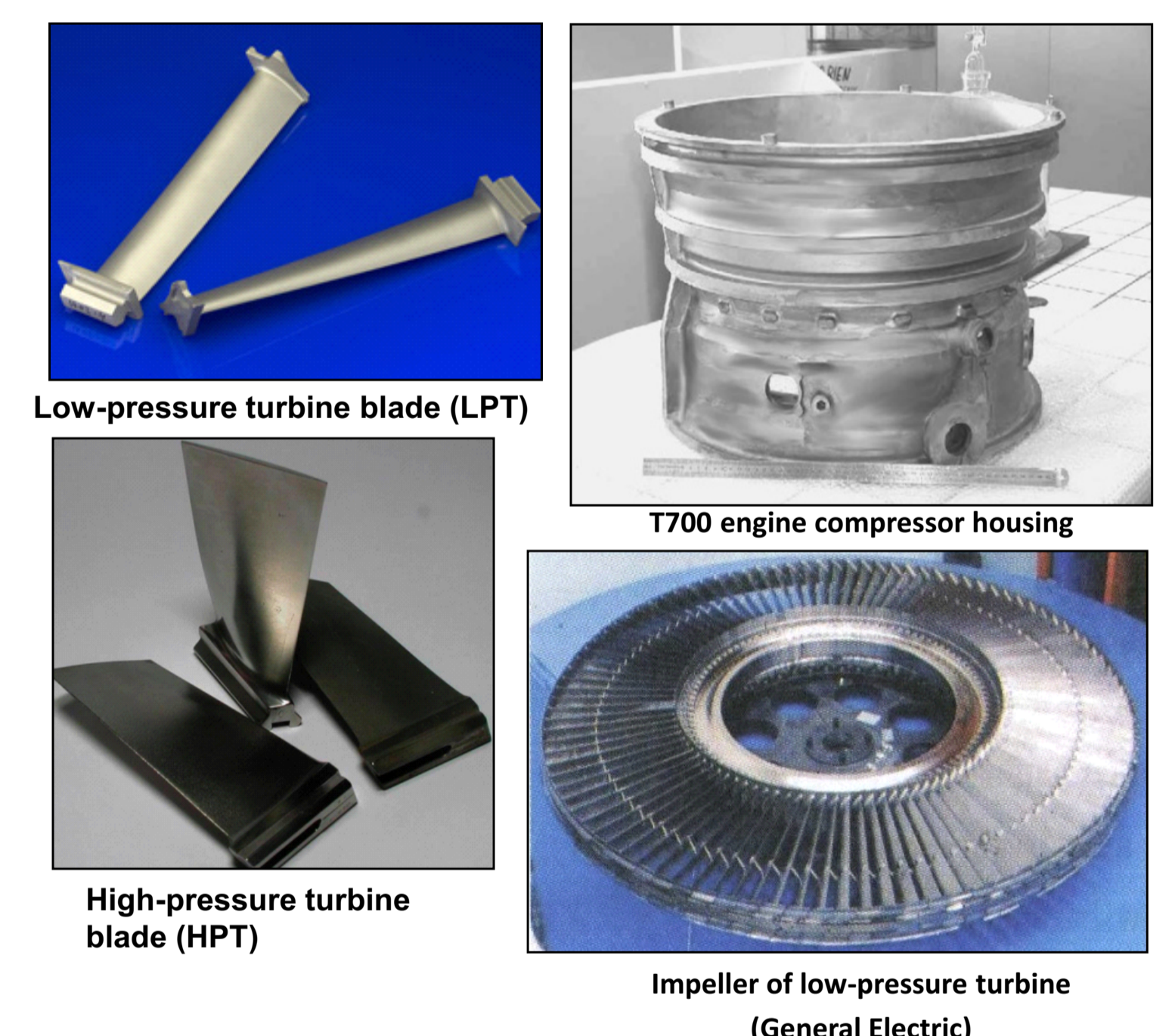
Restrictions:

- models in the process were developed to a limited extent, which was resulted from the accepted range of tool materials and cutting parameters

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



Schema of the aircraft engine



Oferta dla przemysłu
The offer for industry

1. Dobór warunków toczenia wykończeniowego trudnoobrabialnych nowoczesnych stopów tytanu na osnowie fazy międzymetalicznej TiAl(γ): dobór materiału i geometrii narzędzi skrawających oraz parametrów procesu skrawania. Możliwość prognozowania i optymalizacji procesu skrawania w celu zwiększenia wydajności oraz jakości wytwarzanych elementów.

2. Diagnostyka procesu skrawania stopów trudnoobrabialnych stosowanych w technice lotniczej ze szczególnym uwzględnieniem stopów tytanu i niklu.

1. Selection of conditions of finish turning of difficult-to-cut modern titanium alloys based on intermetallic phase TiAl(γ): the choice of material and geometry of cutting tools and machining parameters. The ability to predict and optimize the cutting process to increase productivity and the quality of manufactured parts.

2. Diagnostics of the cutting process difficult-to-cut alloys used in aerospace industry with particular emphasis on titanium alloys and nickel.