Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym
Modern material technologies in aerospace industry

INNOWACYJNA GOSPODARKA
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

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

ZB 1

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 Innowacyjngo
Title of the innovative solution

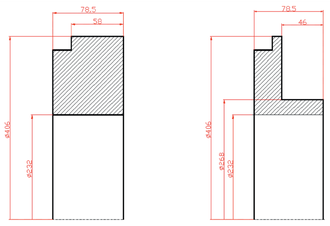
Optymalizacja toczenia zgrubnego Inconel 625
Optimization of rough turning Inconel 625

Krótki opis rozwiązania
Brief description of the solution

Zbadano możliwość wykorzystania nowoczesnych materiałów narzędziowych do toczenia zgrubnego Inconel 625. Spośród czterech narzędzi wiodących producentów, wytypowano najlepsze, pozwalającego na pięciokrotnie większą wydajność w porównaniu do stosowanej dotychczas

Applicability of modern tool materials application for rough turning of Inconel 625 was explored. Out of four representative tools from leading producers the best one was selected allowing for application of five times more productive machining than used so far.

Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego
Visualization of the innovative solution



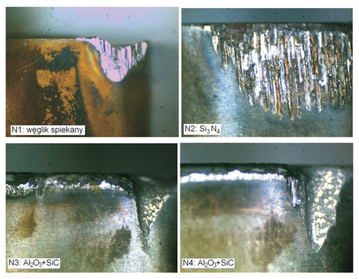
Rys. 1. Przedmiot obrabiany przed i po obróbce
Fig.1. Workpiece before and after machining

Cel: optymalizacja toczenia zgrubnego Inconel 625 na podstawie przykładowego przedmiotu dostarczonego z przemysłu
Założony efekt:
- skrócenie obecnego czasu skrawania
- możliwie duża wydajność skrawania
- możliwie długi czas skrawania pojedynczym ostrzem

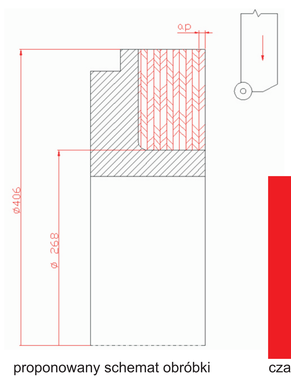
Aim: Rough turning of Inconel 625 optimization based on industrial case
scheduled effect:
- Machining time reduction
- Productivity maximization
- Tool life maximization

Nr narzędzia			
N1	N2	N3	N4
Oznaczenie oprawki			
DCKNL3225	CRGNL2525	CRSNL3225	CRSNL2525
Oznaczenie płytki i rodzaj materiału			
CNMG 120412	RNGN 20700 (faza)	RNGN 120700	RNGN 120700
Rodzaj materiału			
węglik spiekany	Ceramika azotkowa	Ceramika typu whiskers	Ceramika typu whiskers

Rys. 2. Narzędzia wytypowane do badań
Fig. 2. Tools selected for experiment



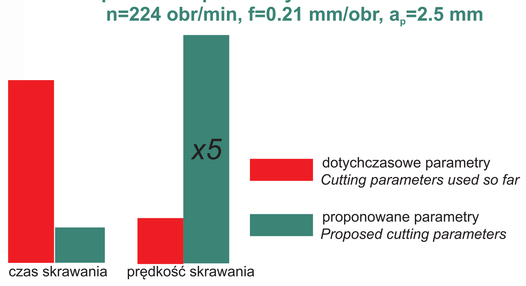
Rys. 3. Typowe formy zużycia dla poszczególnych narzędzi
Fig. 3. Typical tool wear patterns



proponowany schemat obróbki

Dotychczasowe parametry:
n=45 obr/min, f=0.2 mm/obr, a_p=2.5 mm

Proponowane parametry:
n=224 obr/min, f=0.21 mm/obr, a_p=2.5 mm



Rys. 4. Podsumowanie wyników badań
Fig. 4. Summary of experimental results

Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego
Advantages and restrictions of innovative solution

Cechy opracowanej metody:
- Znaczne zwiększenie prędkości skrawania/wydajności obróbki w stosunku do tradycyjnych metod
- Toczenie zgrubne Inconelu 625
- Wymagana duża sztywność obrabiarki

Features developed method
- Cutting speed and productiveness were substantially increased in relation to conventional technology
- rough turning of Inconel 625

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

- Zalecane do zastosowania w Zakładach Przemysłu Lotniczego oraz innych gałęziach przemysłu zajmujących się obróbką Inconelu 625
- Recommended for application in aerospace industry and other industries where Inconel 625 is machined

Oferta dla przemysłu
The offer for industry

- Pomoc w zakresie doboru narzędzi oraz parametrów skrawania do konkretnego zadania technologicznego
- Szkolenie
- Assistance in cutting tool selection and cutting parameter optimization in particular industrial cases.
- Training, courses for technologists

Tytuł rozwiązania Innowacyjngo
Title of the innovative solution

Obróbka materiałów trudnoobrabialnych za pomocą narzędzi z płytkami obrotowymi
Application of Self-Propelled Rotary Tools for turning of difficult-to-machine materials

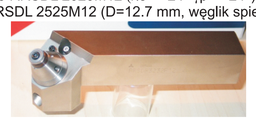
Krótki opis rozwiązania
Brief description of the solution

Przedstawiono niektóre aspekty obróbki materiałow trudnoobrabialnych za pomocą narzędzu typu SPRT. Głównym kryterium przydatności narzędzi była osiągalna jakość powierzchni, w tym powstawnaie falistości i wlepianie wiów przez płytkę obrotową. Zmierzono również bicie oraz sztywność narzędzia.

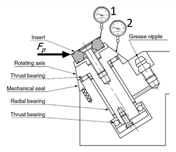
Paper presents some aspects of turning of difficult to machine materials with self-propelled rotary tools (SPRT). The main criterion of the rotary tools performance was attainable surface quality, waviness and adhered chips. Stiffness and run out of the tools were measured.

Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego
Visualization of the innovative solution

- Narzędzie typu SPRT, do toczenia wykończeniowego
- Narzędzie RRSDL 2525M12 (λs = -24° γp = -24°)
- Płytka RRSDL 2525M12 (D=12.7 mm, węglik spiekany)

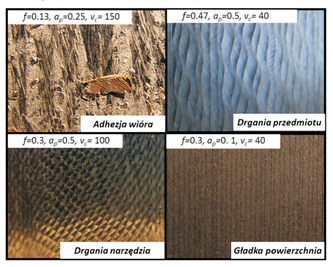


Rys. 1. Narzędzie zastosowane do badań
Fig. 1. The tool used in experiments

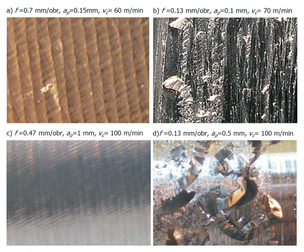


Bicie [µm]	Sztywność [N/µm]	
Punkt 1	Punkt 1	Punkt 2
40	5.8	26.4

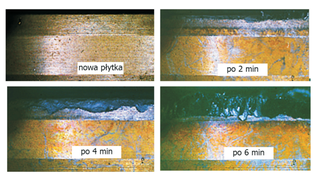
Rys. 2. Wyniki badań sztywności statycznej i bicia
Fig. 2. Results of stiffness and run out investigation



Rys. 3. Przykłady powierzchni obrobionej
Fig. 3. Examples of machined surface of steel 15H11MF

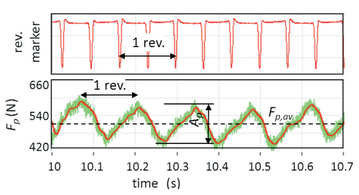


Rys. 4. Przykłady powierzchni obrobionych uzyskanych w wyniku obróbki Inconelu 625 (a, b), stopu tytanu Ti6Al4V (c, d)
Fig. 4. Examples of machined surface of (a), (b) Inconel 625 and (c),(d) TI6Al4V



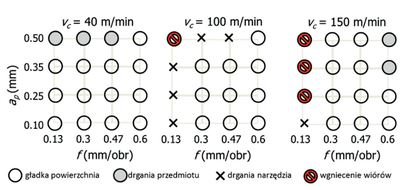
Rys. 5.Powierzchnia przyłożenia płytki z węglika spiekanego w wyniku toczenia czołowego Inconelu 625 z chłodziwem f = 0.3 mm/obr, a_p = 0. 5mm, v_c = 40 m/min

Fig. 5. Flank wear of the cemented carbide tool after machining od Inconel 625 with coolant, f=0.3mmm/rev a_p = 0. 5mm, v_c = 40 m/min



Rys. 6. Zależność zmian siły skrawania od położenia kątowego płytki

Fig. 6. Cutting force dependence on angular position of the rotating insert



Rys. 7. Wyniki obróbki stali stopowej za pomocą narzędzia SPRT dla poszczególnych parametrów skrawania

Fig. 7. Results of alloy steel machining using SPRT tools under various cutting parameters

Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego
Advantages and restrictions of innovative solution

Cechy opracowanej metody:
- Znaczne zwiększenie trwałości ostrza w stosunku do tradycyjnych narzędzi
- Zakres użytecznych parametrów skrawania determinowany jakością warstwy wierzchniej
- Nie zalecane do obróbki Inconelu 625

Features developed method
- A significant increase in tool life compared to conventional tools
- The range of useful cutting parameters determined by the quality of the surface layer
- Not recommended for machining Inconel 625

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

- Możliwe do zastosowania w gałęziach przemysłu mających problemy z trwałością ostrza podczas toczenia zgrubnego/kształtującego
- Recommended for application in industries, that have a problems with tool life in rough/medium machining

Oferta dla przemysłu
The offer for industry

- Pomoc w zakresie doboru parametrów skrawania do konkretnego zadania technologicznego
- Szkolenie
- Assistance in cutting parameter optimization in particular industrial cases.
- Training, courses for technologists

Tytuł rozwiązania Innowacyjngo
Title of the innovative solution

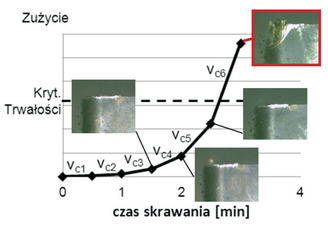
Opracowanie metodyki przyspieszonego badania skrawalności trudnoobrabialnych stopów lotniczych
Short-term machinability testing of difficult to machine materials

Krótki opis rozwiązania
Brief description of the solution

Przedstawiono prostą, szybką metodę badania skrawalności materiałów trudnoobrabialnych. Jest ona oparta na wykonaniu kilku przejść toczenia wzdłużnego z geometrycznie rosnącą prędkością skrawania. Metoda jest szybka i efektywna, nie wymaga dużej ilości materiału i może być stosowana w warunkach przemysłowych, bez zastosowania specjalistycznego sprzętu.

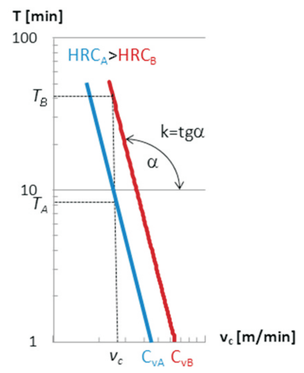
The paper presents a simple, fast method of testing machinability of difficult to machine materials. It is based on several short cutting tests of longitudinal turning with geometrically growing cutting speed. The method is fast, efficient, does not vast a lot of material, and can be applied to factory floor condition without any special equipment

Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego
Visualization of the innovative solution



Rys. 1. Przykładowy przebieg zużycia ostrza dla przyspieszonych badań skrawalności ze wzrastająca prędkością skrawania

Fig. 1. Example of the tool wear during quick zachinability test with rising cutting speed



Rys. 2. Zależność T-v_c dla materiałów o różnej skrawalności

Fig. 2. The T-vc dependence for two materials of different machinability

$$K_M = \frac{v_{ckrB}}{v_{ckrA}} * 100\% = \frac{C_{vB}}{C_{vA}} * 100\%$$

Wzór 1 Względny współczynnik skrawalności
Eq. 1 Relative machinability index

$$T = \left(\frac{v_c}{C_v}\right)^k$$

Wzór 2 Wzór Tylora
Eq. 2 Tylor formula

- Dla danej (wzorcowej) próbki materiału wykonanie toczenia wzdłużnego z daną prędkością w czasie Δt = 0.5 min
- Powtarzanie zabiegu, ze zwiększaniem za każdym razem prędkości skrawania z ciągiem geometrycznym R20 (iloraz 1.12) aż do uzyskania kryterium trwałości (wyznaczenie krytycznej prędkości skrawania v_{ck}, tu: v_{c6})
- Prędkość krytyczna v_{ck} w przybliżeniu jest równa stałej C_v (prędkość odpowiadająca okresowi trwałości T=1 min)
- Procedurę wykonać dla drugiej próbki materiału, o innej twardości
- Porównanie osiągniętego C_v dla materiału wzorcowego (ozn. A) i materiału badanego (ozn. B), wyznaczenie względnego współczynnika skrawalności K_M
- Wyznaczenie prędkości skrawania dla uzyskania porządanego okresu trwałości ostrza T za pomocą wzoru Tylora

- Performance for a given (reference) specimen of material of the longitudinal turning at a given speed at the time Dt = 0.5 min
- Repeat the cutting, with increasing each time the cutting speed with a series of geometric R20 (quotient 1.12) until getting tool life criterion (obtainment of critical cutting speed v_{ck} here: v_{c6})
- v_{ck} critical cutting speed is approximately equal C_v constant (speed corresponding to the Tool life T = 1 min)
- Performance the procedure for a second sample material with different hardness
- Comparison reached C_v for reference material (mark A) and the test material (mark B), determination of the coefficient of relative machinability K_M
- Calculation of cutting speed to achieve the desired tool life T

Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego
Advantages and restrictions of innovative solution

- krótki czas przeprowadzanych testów
- niewielka ilość materiału niezbędną do przeprowadzania próby
- brak wymagań odnośnie wymiarów próbki
- brak konieczności stosowania specjalnych urządzeń pomiarowych
- jest łatwa do zaimplementowania w zakładach przemysłu lotniczego
- przez porównanie prędkości krytycznej badanej próbki materiału z prędkością krytyczną dla wzorcowego materiału można dokonać szybkiej korekty prędkości skrawania, tak, aby otrzymać oczekiwaną trwałość ostrza
- metoda orientacyjna

- fast, relatively inexpensive evaluation of machinability changes from one workpiece material delivery to another.
- It can be carried out directly on the machine tool used in factory floor, without any special measuring equipment,
- The method is approximate

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

- Zalecane do zastosowania w gałęziach przemysłu mających problem określeniem skrawalności dostarczanych półfabrykatów
- Recommended for application in industries, that have a problems with specify of machinability of semi-finished product

Oferta dla przemysłu
The offer for industry

- Pomoc w zakresie wdrożenia metody w warunkach przemysłowych
- Szkolenie
- Assistance in the method implementation in particular industrial cases.
- Training, courses for technologists

PROJEKT WSPÓŁFINANSOWANY PRZEZ UNIĘ EUROPEJSKĄ ZE ŚRODKÓW EUROPEJSKIEGO FUNDUSZU ROZWOJU REGIONALNEGO