

# Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

## Modern material technologies in aerospace industry

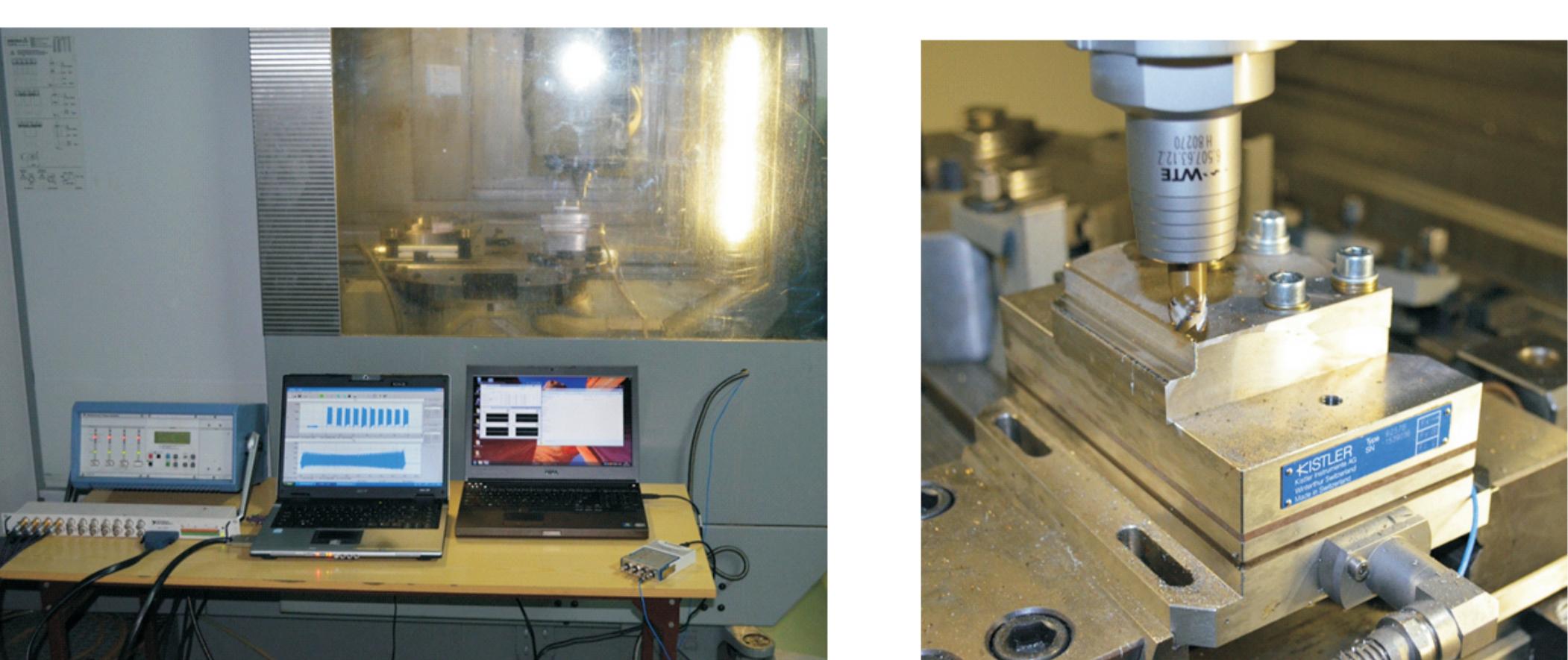
### Modelowanie, konstruowanie i kontrolowanie procesu HSM z uwzględnieniem skonfigurowanego układu maszyna- przyrząd-detali

#### Modeling, construction and control of the HSM process taking into consideration the configured machine-instrument-detail system

Politechnika Rzeszowska, Politechnika Warszawska

Wyniki badań  
Results

Obróbka skrawaniem stopów żaroodpornych na osnowie niklu z zastosowaniem monolitycznych narzędzi ceramicznych



Rys. 1 Stanowisko badawcze  
Fig. 1. Tests stand

Stanowisko badawcze –układ pomiaru składowych siły skrawania w procesie frezowania. System pomiaru składowych siły skrawania składa się z dynamometru piezoelektrycznego Kiestler 9257B z możliwością pomiaru trzech składowych siły skrawania, wzmacniacza ładunku typu 5019A i przetwornika analogowo cyfrowego Ni6062E firmy National Instruments.

Test stand-system components measuring cutting forces during milling. System components measuring cutting force dynamometer consists of a piezoelectric Kiestler 9257B with the ability to measure three components of the cutting forces, the charge amplifier type 5019 and analog-digital converter Ni6062E National Instruments cscionka 18 pkt. z wyśrodkowaniem względem rysunku. Treści zawarte w podpisach powinny być napisane w języku polskim oraz angielskim jak we wzorze poniżej.

Do badań zastosowano superstop na osnowie niklu Inconel 718 : twardość 45,22 HRC  
Used for research superalloy Inconel 718: hardness 45.22 HRC

Skład chemiczny

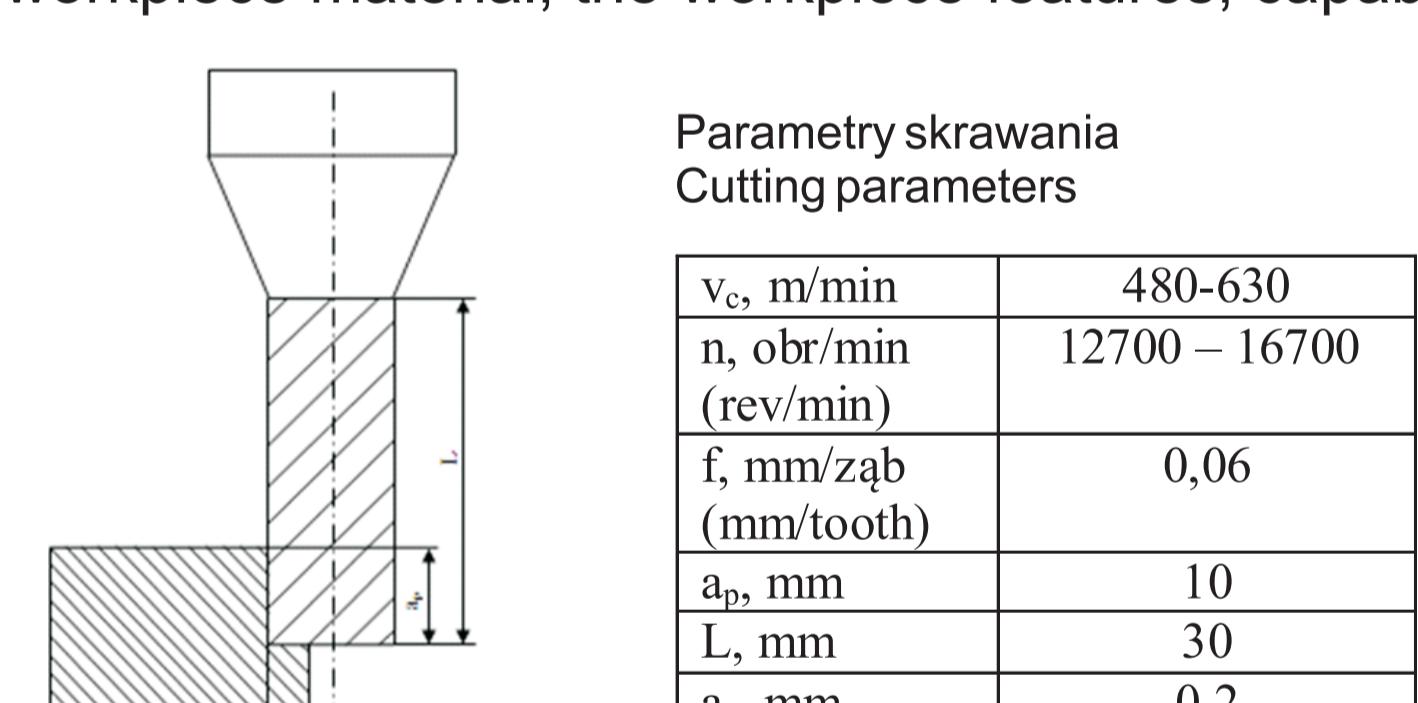
The chemical composition

Ni	50,00 -	55,00 %
Cr	17,00 -	21,00 %
Nb	4,75 -	5,50 %
Mn	2,80 -	3,30 %
Ti	0,65 -	1,15 %
Al	0,20 -	0,80 %
Co	max.	1,00 %
Mn	max.	0,35 %
Si	max.	0,35 %
Cu	max.	0,30 %
C	max.	0,08 %
P	max.	0,015 %
S	max.	0,015 %
B	max.	0,006 %
Fe	resta	

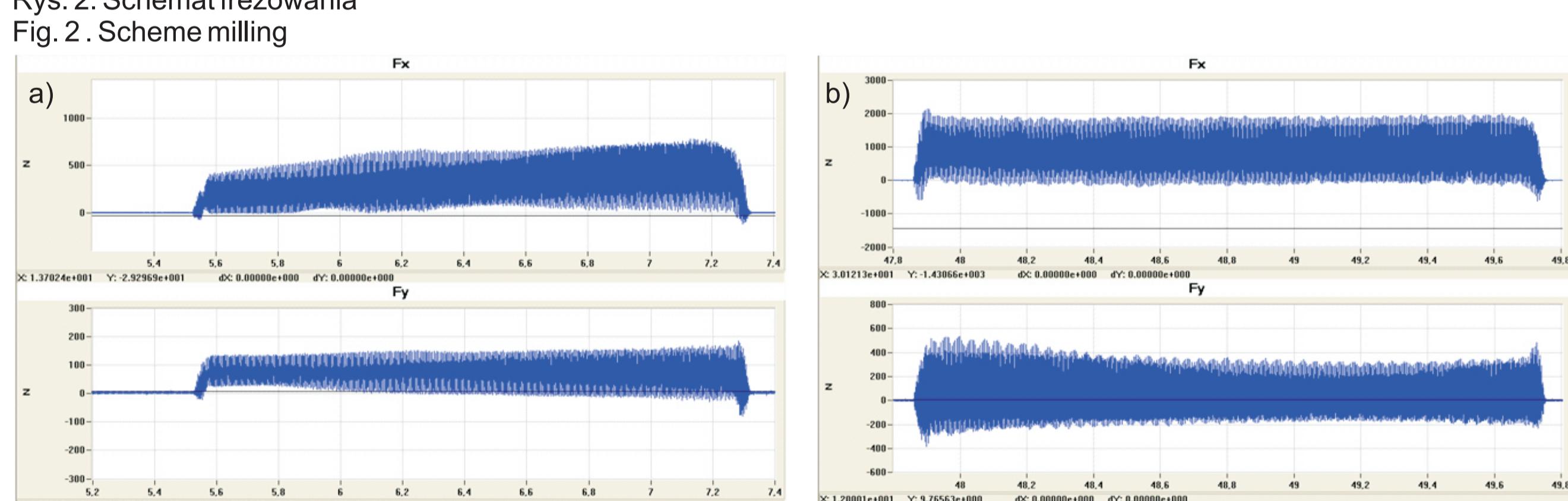
Metodyka badań  
The research methodology

Jako główną kinematykę przyjęto frezowanie boczne. Dobrały parametry procesu skrawania z uwzględnieniem ograniczeń występujących podczas obróbki i wynikających z właściwości fizycznych materiału obrabianego, cech przedmiotu obrabianego, możliwości zastosowanej obrabiarki oraz stosowanych narzędzi.

As the main kinematics adopted milling side. Selects parameters of the cutting process with the limitations that occur during processing and the resulting physical properties of the workpiece material, the workpiece features, capabilities machine and cutting tools used.

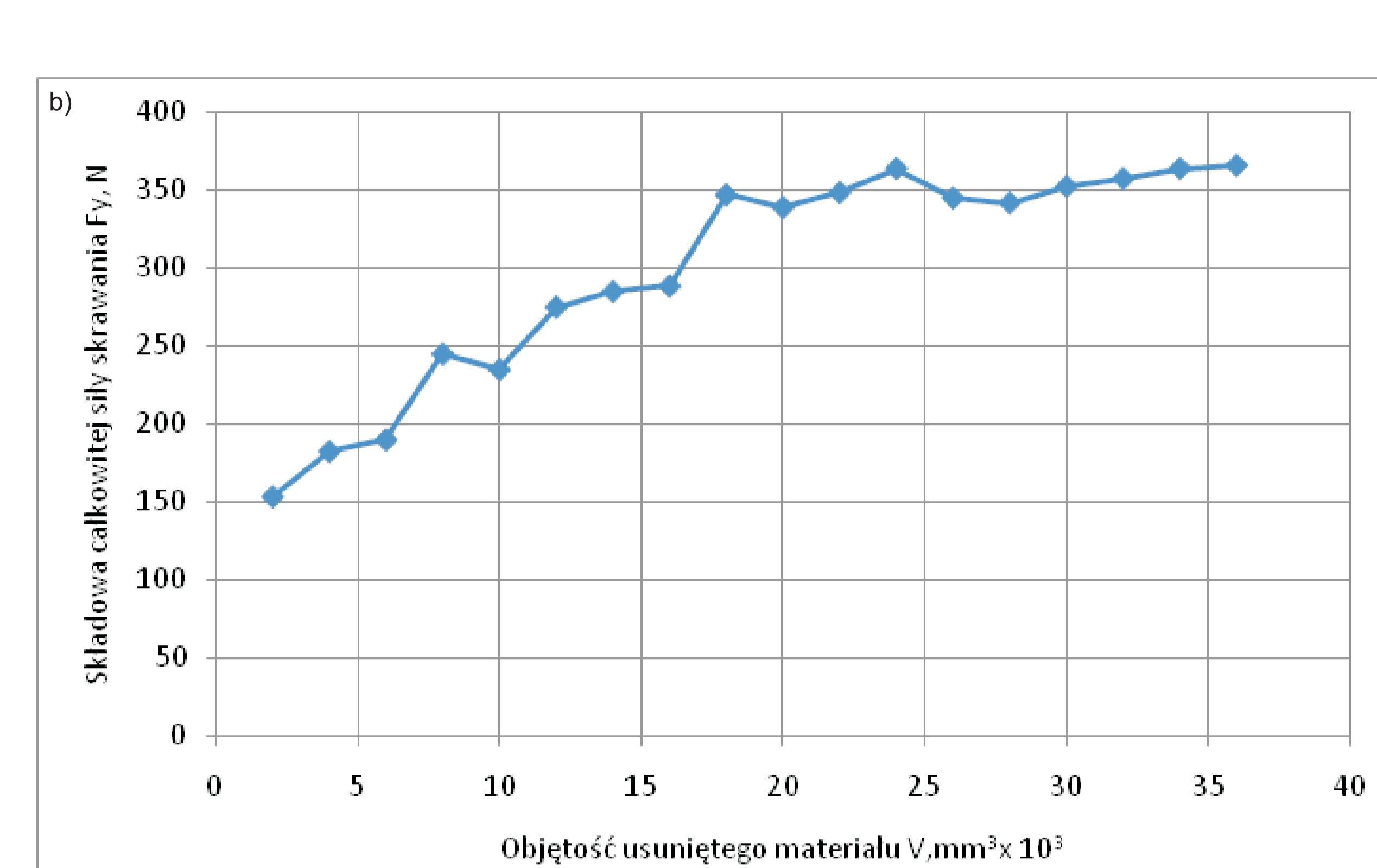
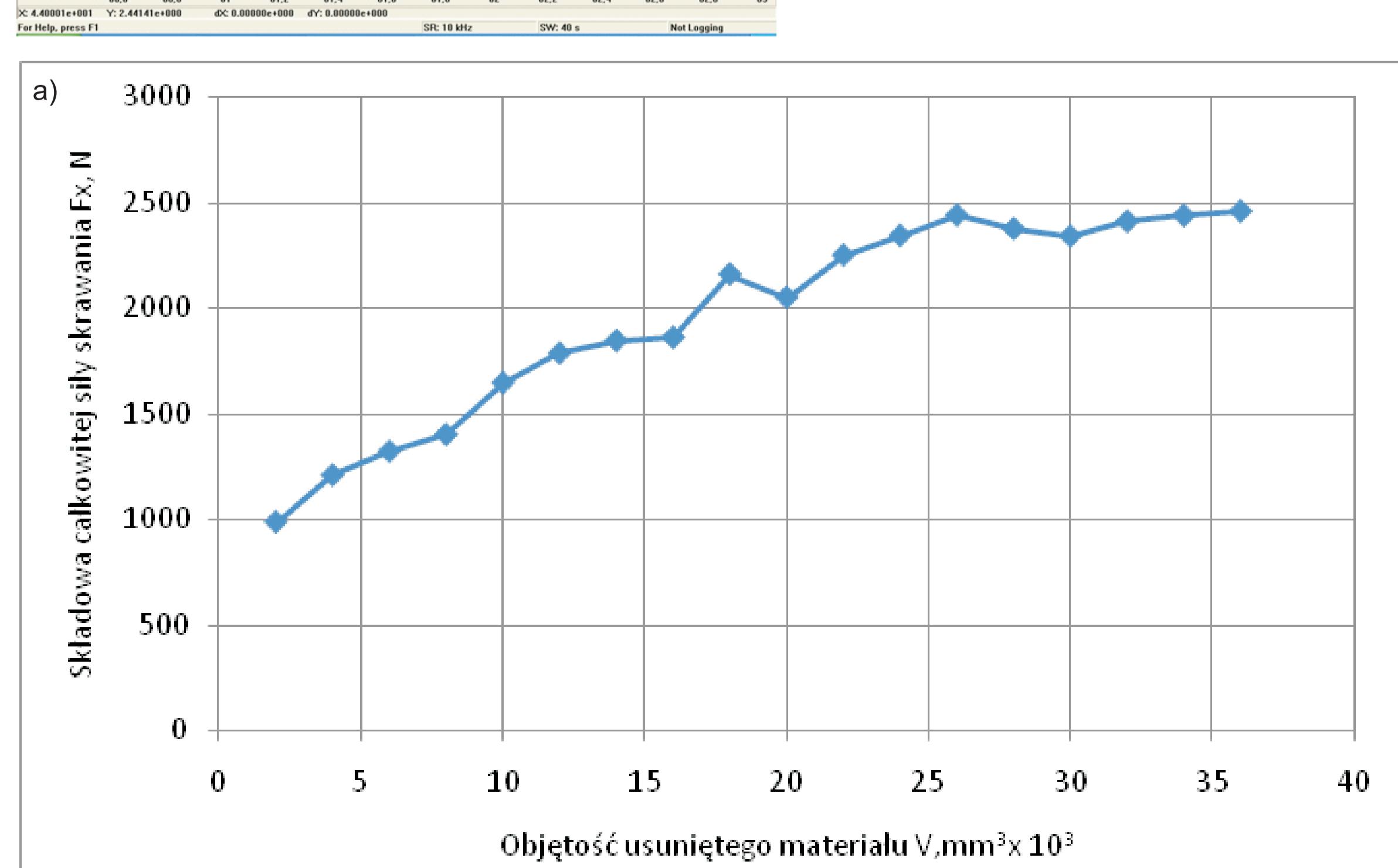


Rys. 2 Schemat frezowania  
Fig. 2. Scheme milling



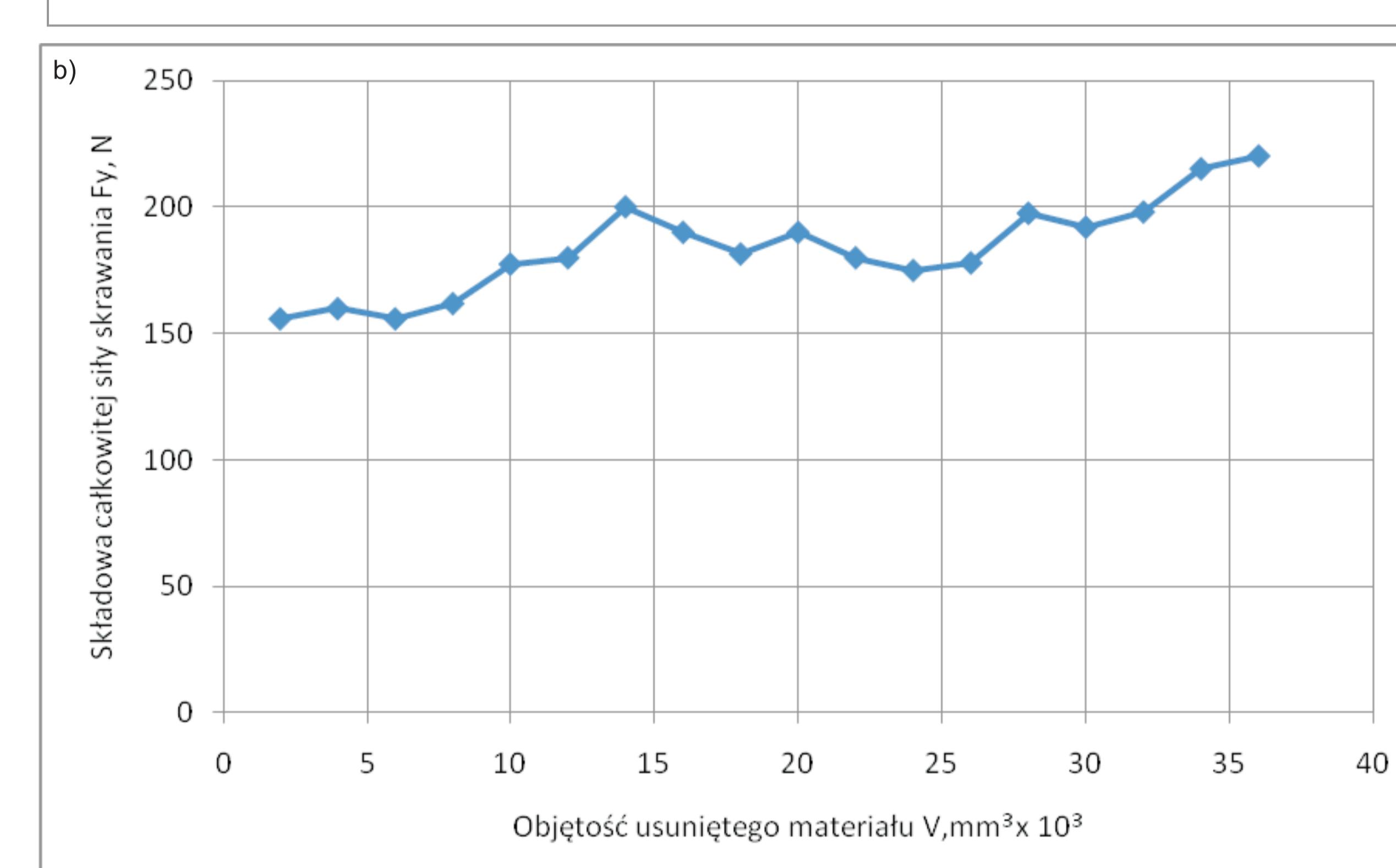
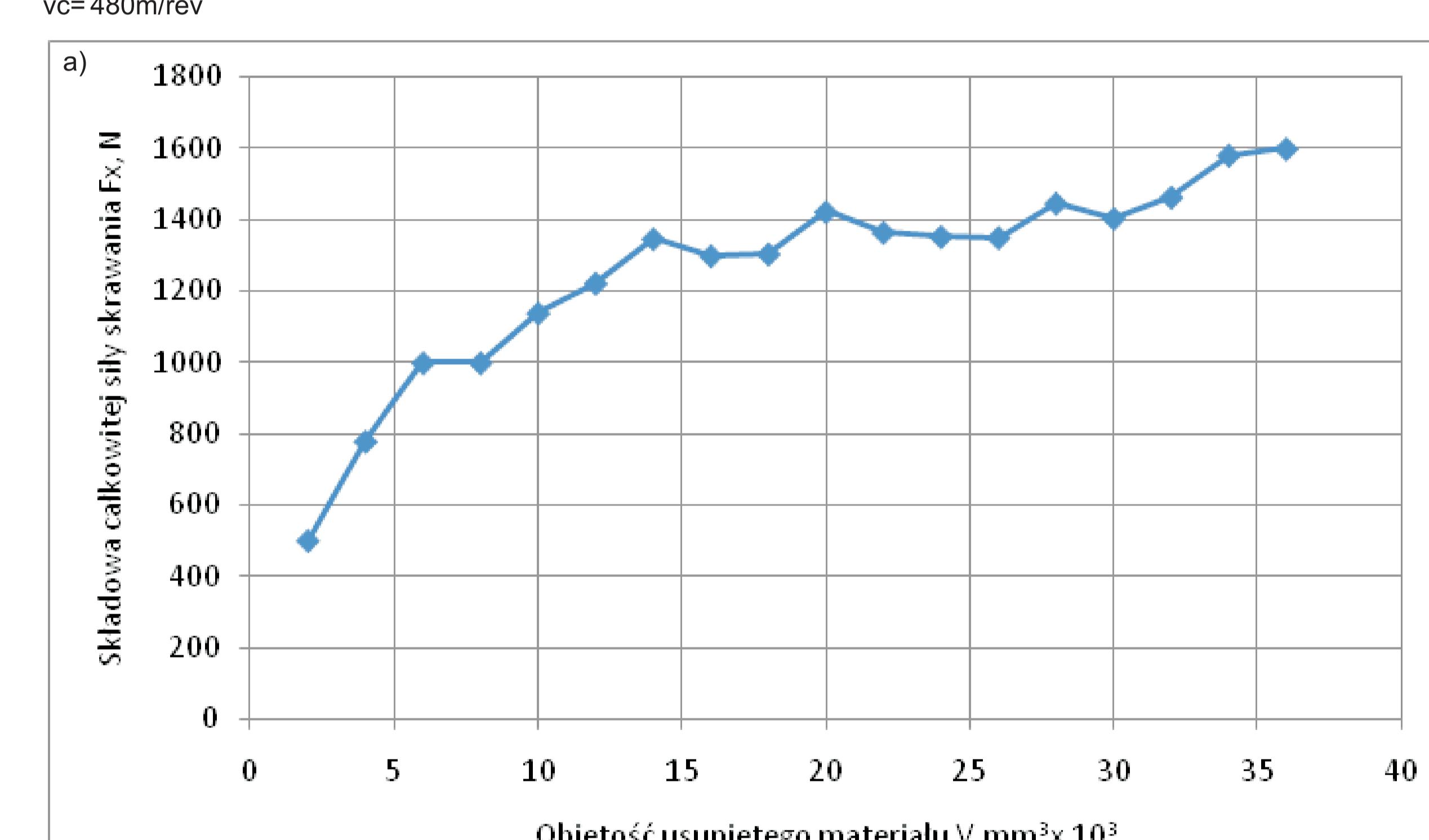
Przebieg składowych siły skrawania Fx i Fy dla prędkości skrawania vc=480m/min oraz objętości usuniętego materiału a) 2\*103mm3 b) 18\*103mm3 c) 36\*103mm3

The component of the total cutting forces Fx and Fy for cutting speed vc=480m/min and a volume of material removed a) 2\*103mm3 b) 18\*103mm3 c) 36\*103mm3



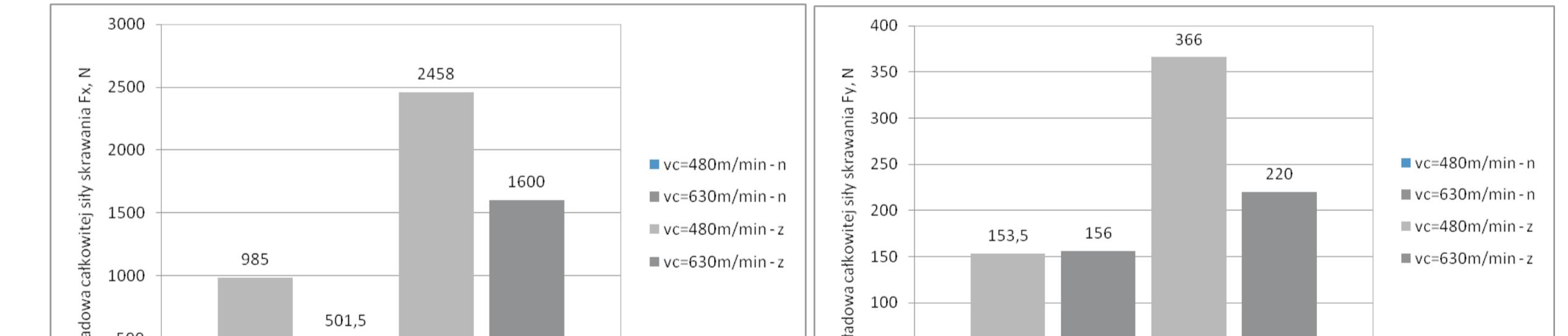
Składowa całkowitej siły skrawania a) Fx, b) Fy w funkcji objętości usuniętego materiału dla prędkości skrawania vc=480m/min

The component of the total cutting forces a) Fx, b) Fy as a function of the volume of material removed for cutting speed vc=480m/min



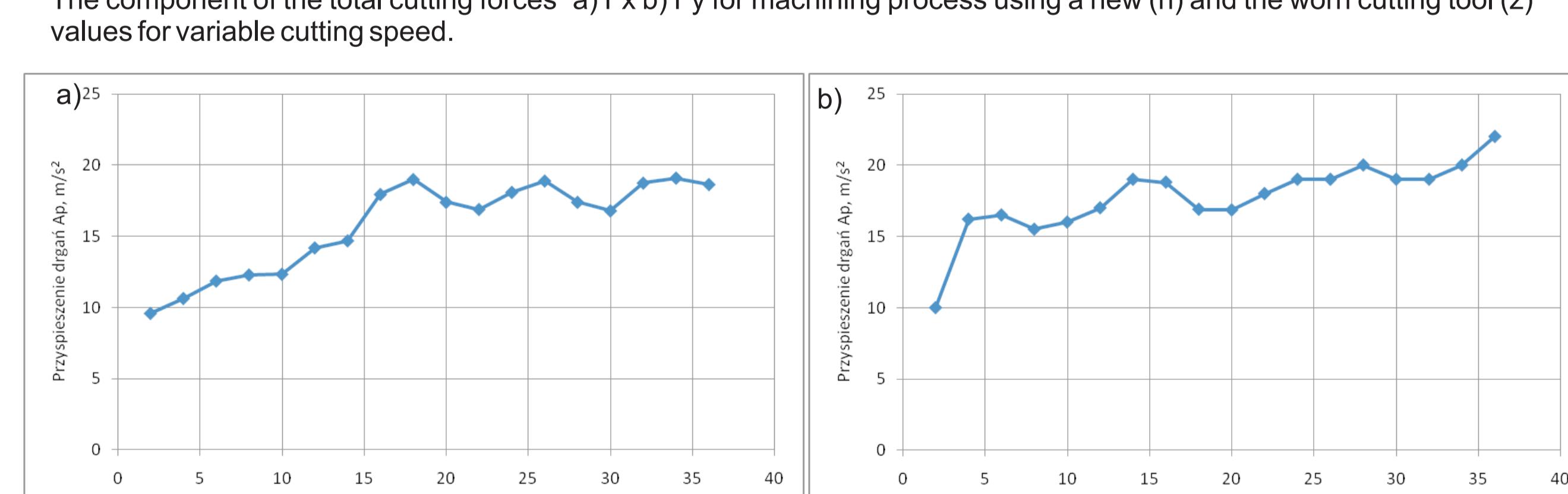
Składowa całkowitej siły skrawania a) Fx, b) Fy w funkcji objętości usuniętego materiału dla prędkości skrawania vc=630m/min

The component of the total cutting forces a) Fx, b) Fy as a function of the volume of material removed for cutting speed vc=630m/min



Wartość składowych całkowitej siły skrawania a) Fx b) Fy w procesie obróbki skrawaniem z zastosowaniem nowego (n) i zużytego narzędzia skrawającego (z) dla zmiennej wartości prędkości skrawania.

The component of the total cutting forces a) Fx b) Fy for machining process using a new (n) and the worn cutting tool (z) for variable cutting speed.



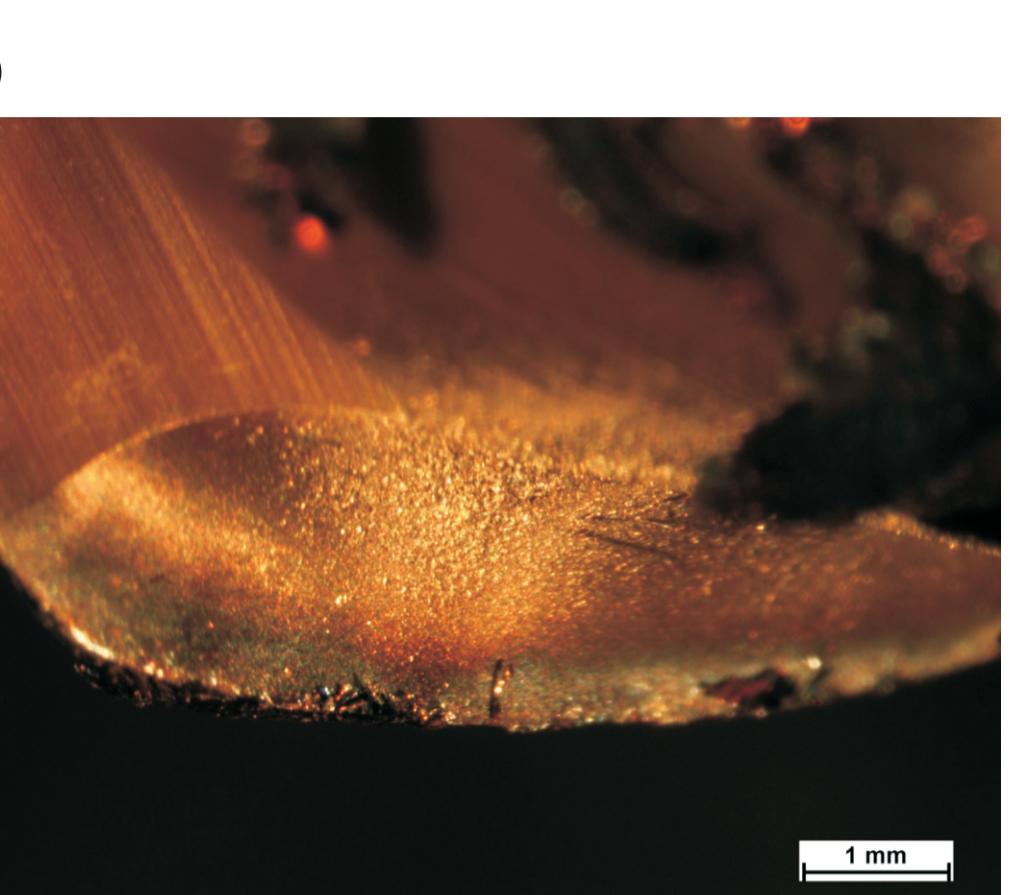
Przyśpieszenie drgań A w funkcji objętości usuniętego materiału dla prędkości skrawania a) vc=480m/min b) vc=630m/min

Acceleration of vibration A as a function of the volume of material removed for cutting speed a) vc = 480m/min b) vc = 630m/min

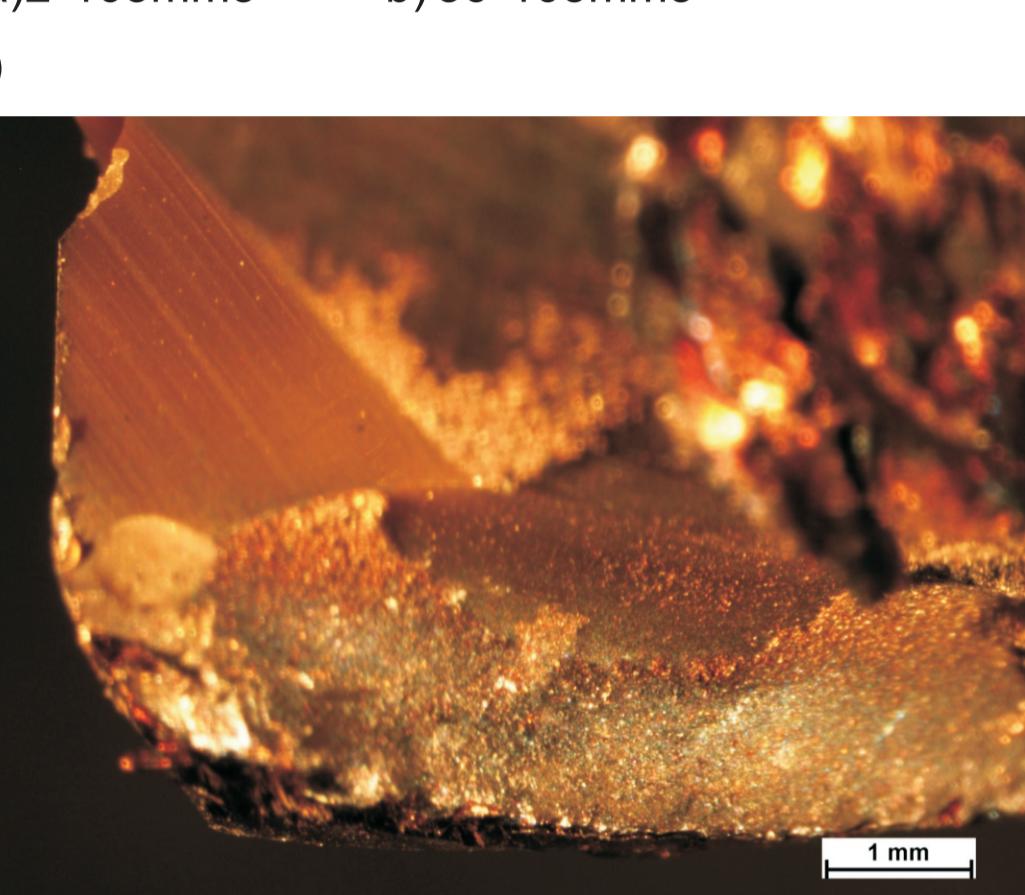


Rys. 3. Narzędzie skrawające zastosowane w badaniach a) nowe narzędzie oraz po usunięciu 36\*103mm3 materiału

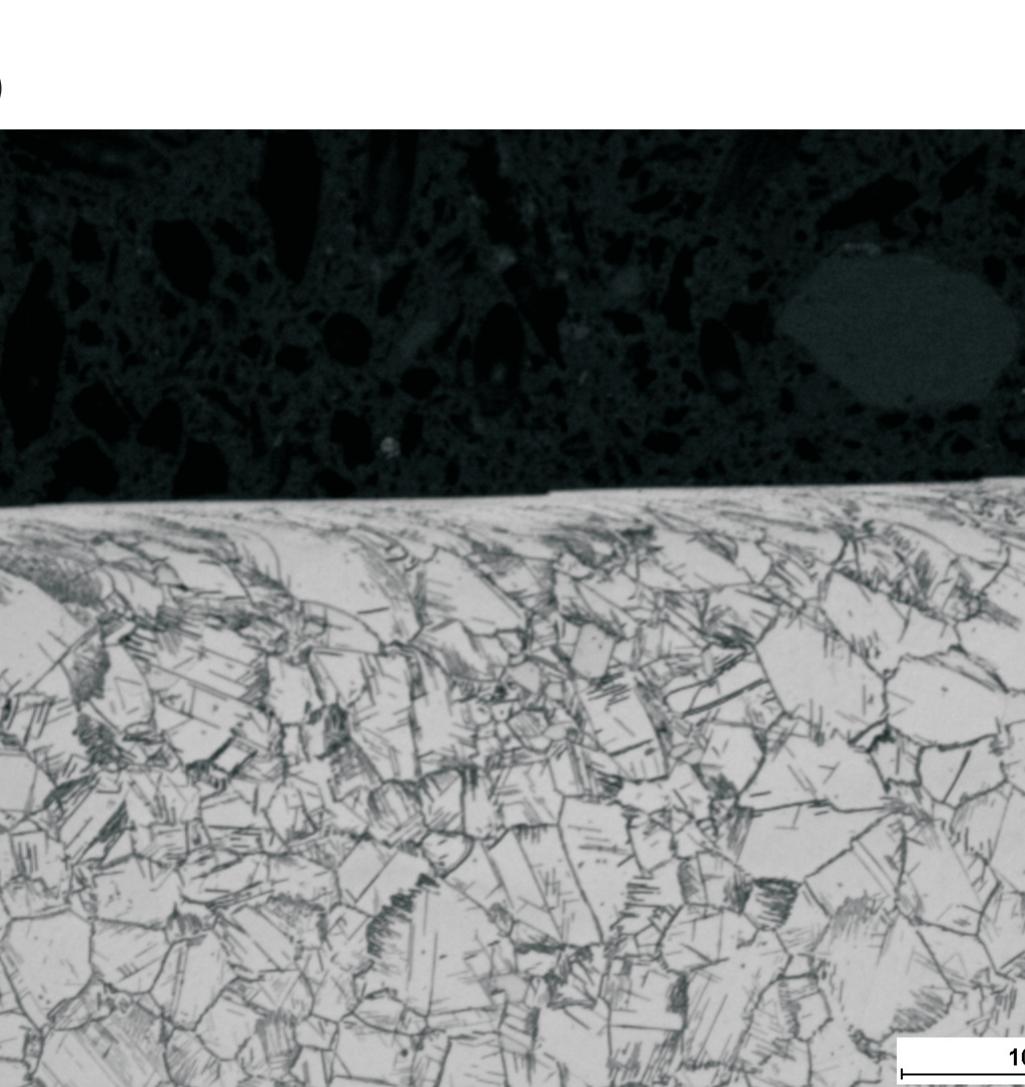
Rys. 3. The cutting tool a) new tool and after removal of 36\*103mm3 material for cutting speed b) vc=630m/min c) vc=480m/min



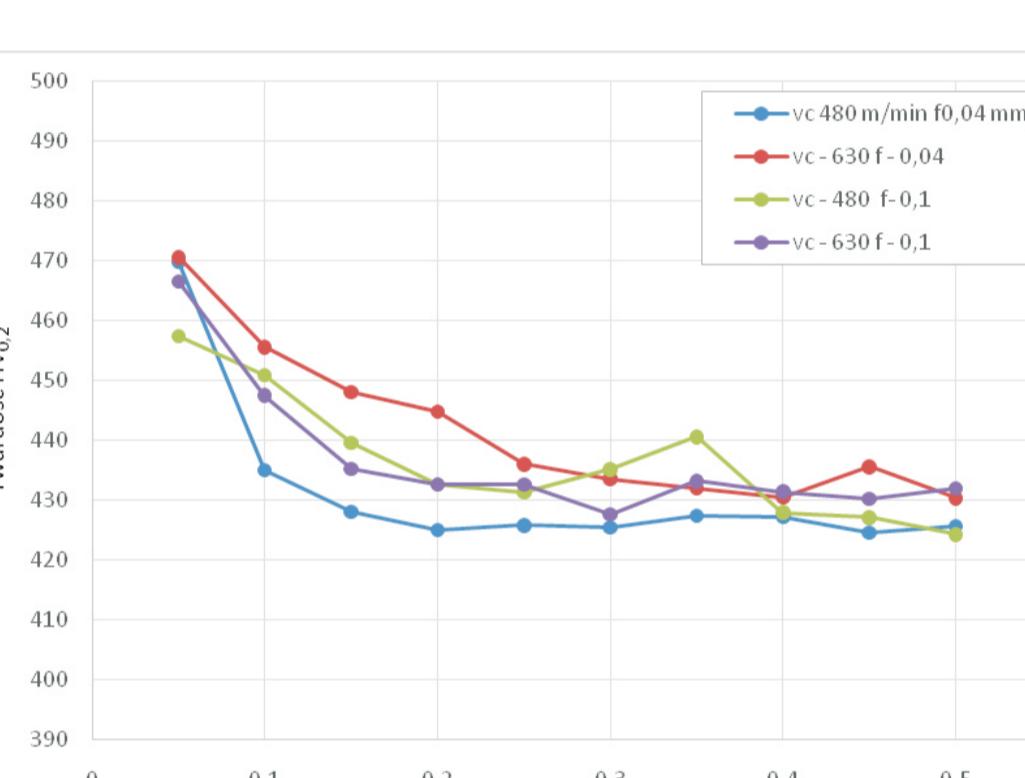
Rys. 4. Zużycie ostrza narzędzia skrawającego dla prędkości skrawania vc=480m/min i objętości usuniętego materiału a) 2\*103mm3 b) 36\*103mm3  
Fig. 4. Cutting tool wear for cutting speed vc=480m/min and the volume of material removed a) 2\*103mm3 b) 36\*103mm3



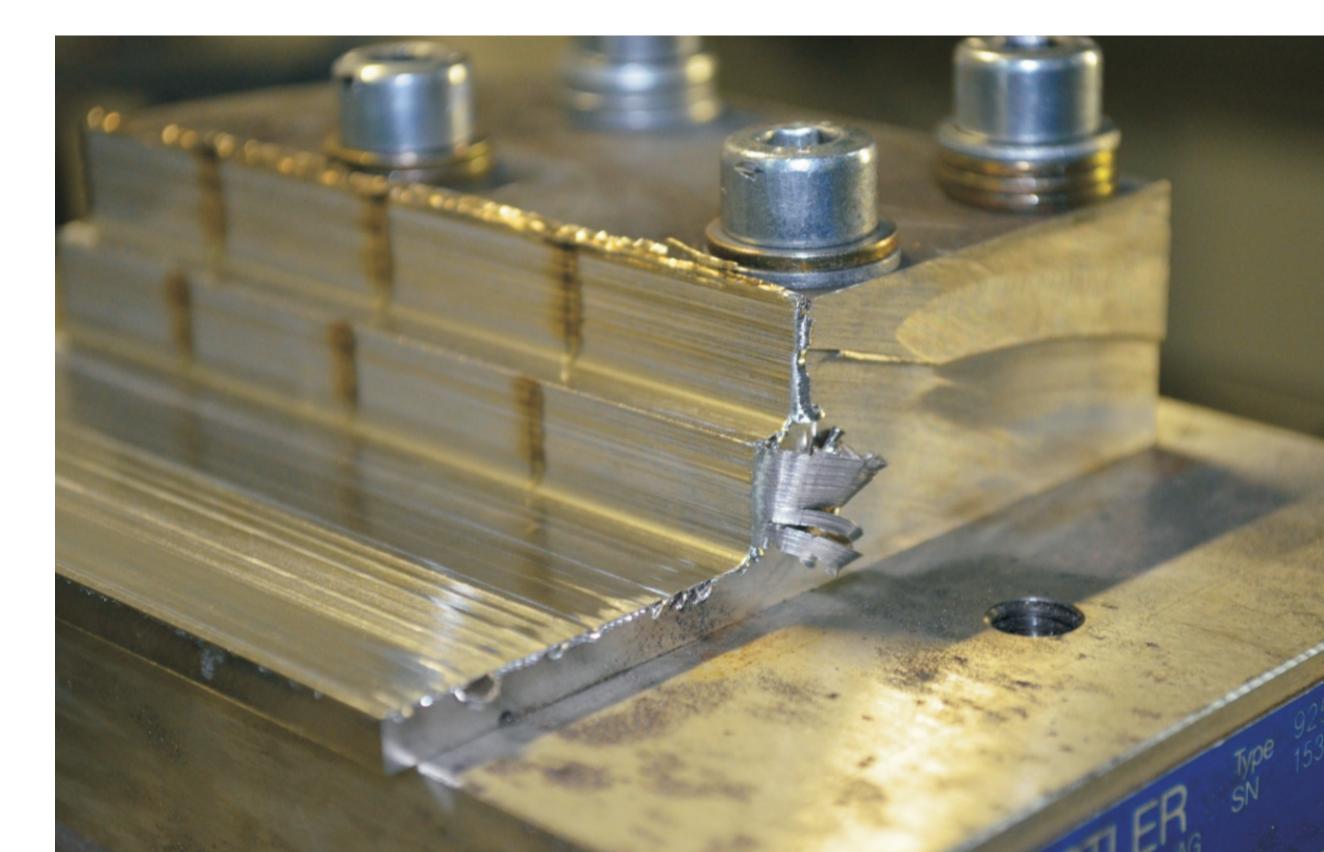
Rys. 5. Zużycie ostrza narzędzia skrawającego dla prędkości skrawania vc=480m/min i objętości usuniętego materiału a) 2\*103mm3 b) 36\*103mm3  
Fig. 5. Cutting tool wear for cutting speed vc=480m/min and the volume of material removed a) 2\*103mm3 b) 36\*103mm3



Rys. 6. Mikrostruktura warstwy wierzchniej po procesie frezowania a) vc=480m/min, b) vc=630m/min  
Fig. 6. The microstructure of the surface layer after a milling process with cutting speed a) vc=480m/min, b) vc=630m/min



Rys. 7. Rozkład twardości w funkcji odległości od powierzchni obrabianej  
Fig. 7. Hardness in function of the distance from the surface of the workpiece



Rys. 8. Powierzchnia po obróbce dla prędkości skrawania vc=480 i 630m/min  
Fig. 8. Surface after machining for cutting speed vc=480 i 630m/min

Wnioski  
Conclusions

- frezowanie superstopu Inconel 718 narzędziami ceramicznymi umożliwia znaczne zwiększenie wydajności obróbki w porównaniu do zastosowania narzędzi z węglików spiekanych,
- zużycie ostrzy narzędzi ceramicznych obwija się kruchym pejkami. Narzędzia ceramiczna cechują się również wrząliwością na udary cieplne z tego względu zaleca się stosowanie obróbki ciągłej,
- podczas obróbki narzędziami ceramicznymi zaobserwowano silną deformację warstwy wierzchniej przedmiotu obrabianego oraz występowanie na jej powierzchni zw. „białej warstwy”.
- niezbędne jest prowadzenie dalszych badań umożliwiających określenie wpływu parametrów procesu skrawania z zastosowaniem narzędzi ceramicznych na stan warstwy wierzchniej

Conclusions

milling of superalloy Inconel 718 with ceramic tools can significantly increase treatment capacity compared to the use of cemented carbide tools,  
tool wear revealed brittle cracks. Ceramic tools are also characterized by sensitivity to thermal shock, therefore recommended for continuous treatment,  
during machining with ceramic tools observed a strong deformation surface layer of the workpiece and "white layer".  
it is necessary for further studies to determine the influence of cutting process parameters using ceramic tools on the surface layer condition

Przykłady zastosowania w lotnictwie  
Examples of application in aviation



Przykłady współpracy z przemysłem lotniczym  
Collaboration with aviation industry

Producenci komponentów lotniczych : WSK Rzeszów

Producenci narzędzi dla przemysłu lotniczego : Kenametal

Wskaźniki realizacji celów projektu  
Indicators of the project

Referaty

- Piotr Laskowski, Krzysztof Krupa , Ostrowski Robert- Obróbka skrawaniem stopów żaroodpornych na osnowie niklu z zastosowaniem monolitycznych narzędzi ceramicznych, VI Seminarium zadań badawczych ZB1, ZB2, ZB5 Projektu Kluczowego POIG.01.01.02-00-015/08-00 "Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym". Politechnika Lubelska, Nałęczów 23 – 25. 09.2013

- Mucha Mariusz, Jemielniak Krzysztof: Wpływ pozycjonowania narzędzia na osiągane wydajności obrabiarek przy 5-osiowym frezowaniu powierzchni krzywoliniowych, VI Seminarium zadań badawczych ZB1, ZB2, ZB5 Projektu Kluczowego POIG.01.01.02-00-015/08-00 "Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym". Politechnika Lubelska, Nałęczów 23 – 25. 09.2013