

Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

Modern material technologies in aerospace industry

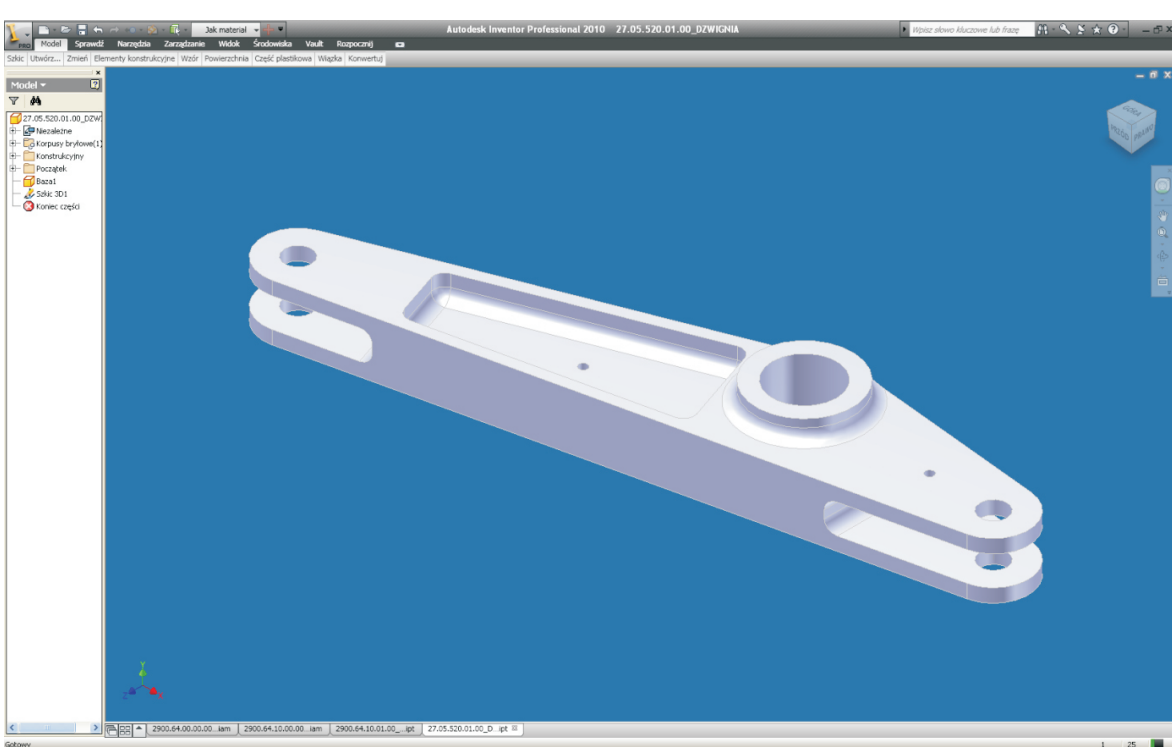
Plastyczne kształtowanie lotniczych stopów Al (w tym Al - Li) oraz Ti

Plastic forming of aeronautical Al (including Al-Li) and Ti alloys

Politechnika Śląska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Lubelska, Politechnika Warszawska, Politechnika Częstochowska

Wyniki badań Results

Analiza rozkładu naprężeń w odkuwkach Al dźwigni układu sterowania śmigłowca oraz piasty koła samolotu z wykorzystaniem badań elastooptycznych.
The analysis of the stress distribution in the Al forgings of the helicopter control lever and aircraft wheel hub using photoelastic test.



Rys.1. Modele CAD części lotniczych
Fig.1. CAD models of the aircraft parts

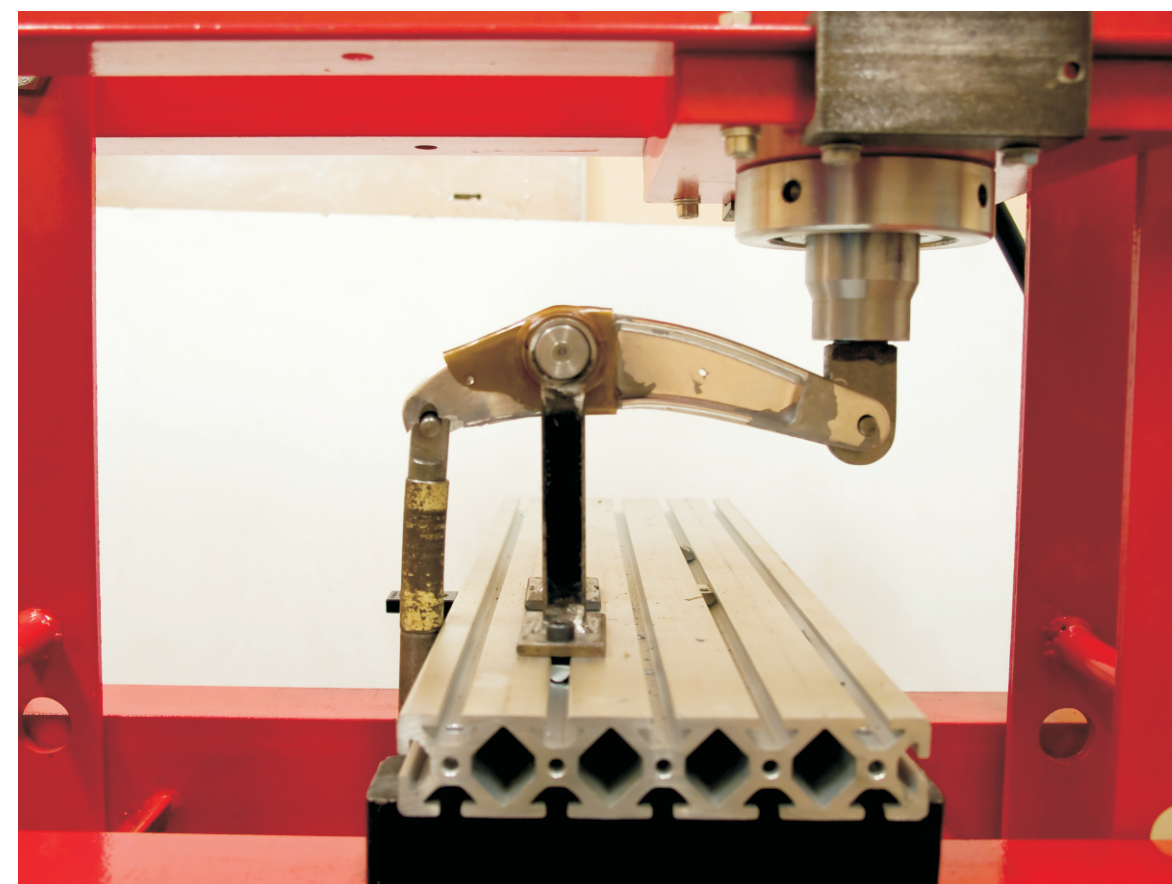


Rys.2. Odkuwki ze stopu PA31 części lotniczych
Fig.2. Forged PA31 alloy aircraft parts



Rys.3. Proces wykonania powłoki optycznie czynnej na badanej dźwigni i piaście koła samolotu ze stopu aluminium
Fig.3. The process for an optically active coating on the test aluminum alloy lever and aircraft wheel hub

Wyniki badań Results



Rys.4. Stanoisko badawcze
Fig.4. The test stand

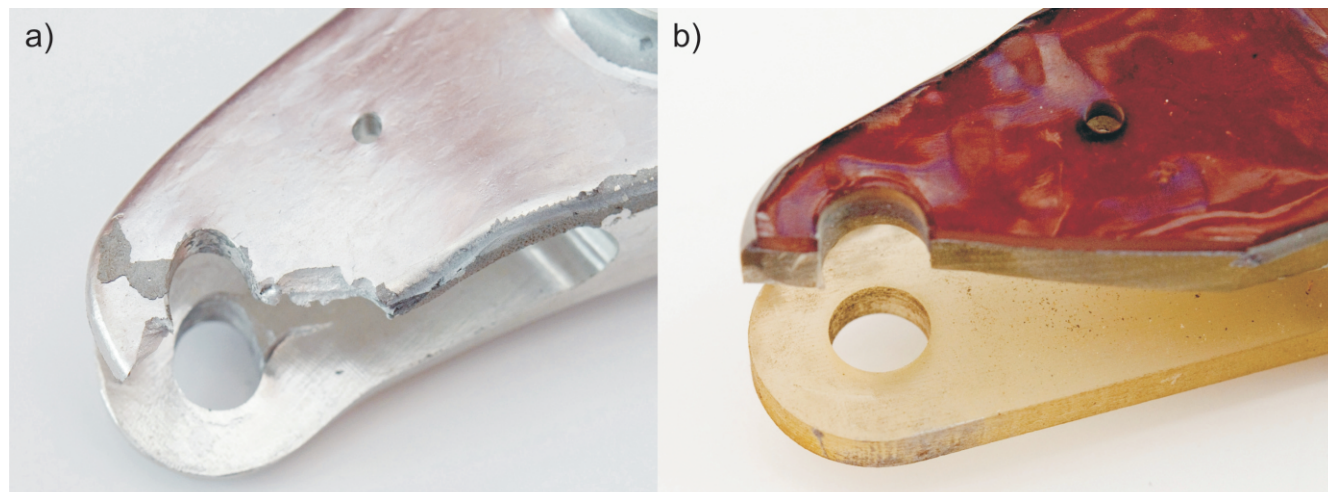
Wyniki badań Results



Rys.5. Rozkład naprężeń w dźwigni układu sterowania śmigłowca - obciążenie siłą w zakresie 24000N do 64000N
Fig.5. The stress distribution in the helicopter control system lever - load force in the range of 24000N to 64000N

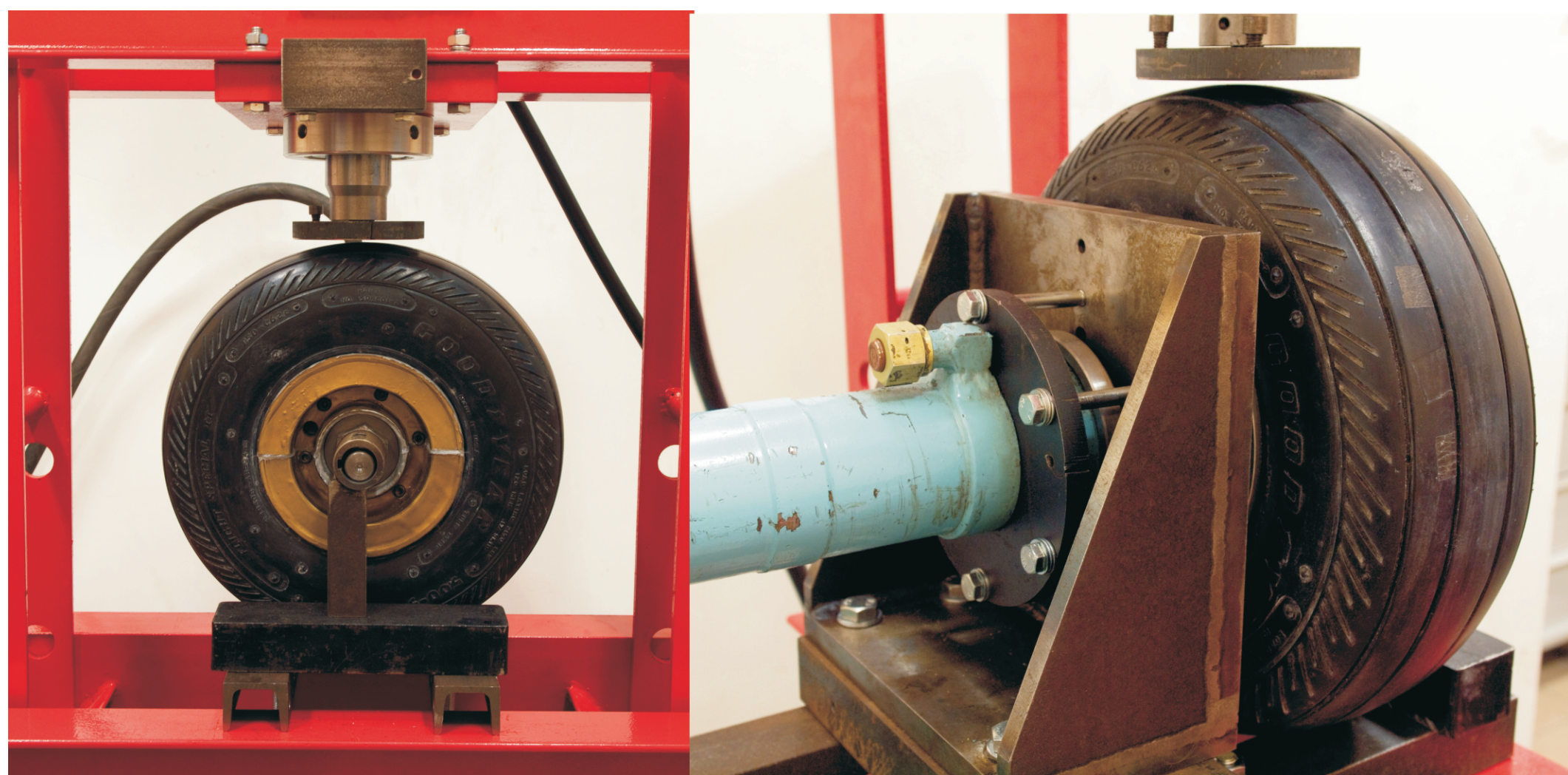


Rys.6. Deformacja dźwigni układu sterowania śmigłowca w wyniku przyłożonego obciążenia 64kN
Fig.6. 64kN load deformation of the lever of the helicopter control system

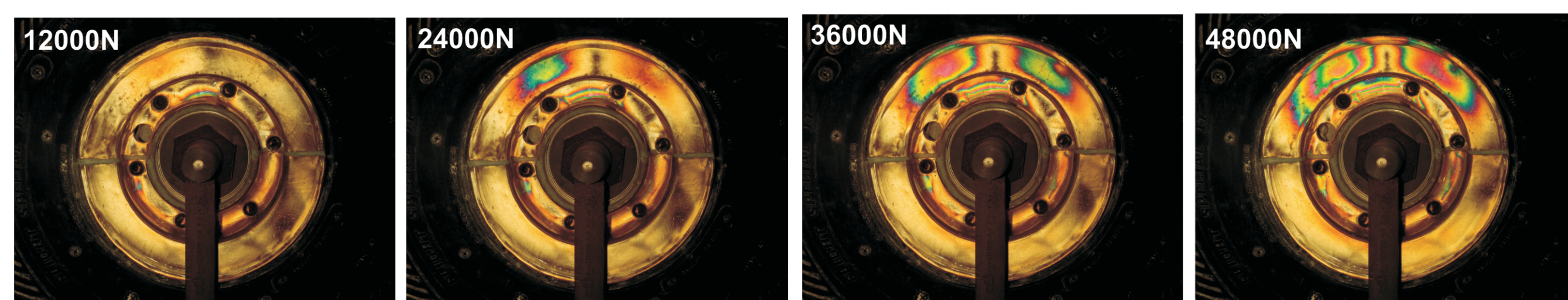


Rys.7. Porównanie strefy uszkodzenia w dźwigni: a - odkuwce ze stopu aluminium, b - modelu JS (Jetting Systems)
Fig.7. Collation of the damaged levers: a - aluminum alloy forging, b - JS model (Jetting Systems)

Wyniki badań Results



Rys.8. Stanoisko badawcze
Fig.8. The test stand



Rys.9. Rozkład naprężeń w piaście koła samolotu - obciążenie siłą pionową w zakresie od 12000N do 48000N
Fig.9. Distribution of stress in examined airplane wheel hub model - load vertical force in the range of 12000N to 48000N

Wnioski Conclusions

1. Badania elastooptyczne umożliwiają przeanalizowanie rozkładu wyężenia na modelu rzeczywistym - w tym przypadku w aluminiowej odkuwce dźwigni układu sterowania śmigłowca i piaście koła samolotu.

1. Photoelastic tests allow distribution analysis of effort in the real model - in this case in the aluminium forged of helicopter control lever and aircraft wheel hub.

2. Na podstawie przeprowadzonych badań eksperymentalnych dźwigni sterowania śmigłowca można wyciągnąć następujące wnioski:

a) największy rząd izochrom zaobserwowano w okolicy sworznia środkowego oraz na krótkim ramieniu dźwigni,
b) odkuwka ze stopu aluminium uległa zniszczeniu pod wpływem obciążenia siłą 64000N; uszkodzenie powstało w obszarze sworznia na krótkim ramieniu dźwigni; obszar zniszczenia jest identyczny z odkuwce ze stopu aluminium, stopu magnezu oraz w modelu JS (Jetting Systems).

2. On the basis of experimental analysis of aluminium forged of helicopter control lever, the following conclusions can be drawn:

a) the largest row isochromatics was observed in the vicinity of the central pin and on the short arm of the lever,
b) forged aluminum alloy lever damaged under 64000N load; damages were observed in the vicinity of the central pin and on the short arm of the lever, the damaged regions are identical both: in forged aluminum alloy lever, magnesium alloy lever and in JS (Jetting Systems) manufactured lever.

3. Na podstawie przeprowadzonej badań eksperymentalnych piasty koła lotniczego obciążonego siłą pionową można stwierdzić, że działanie siły pionowej wywołuje największe naprężenia na kółniku piasty od strony przyłożonego obciążenia oraz na powierzchni mocowania.

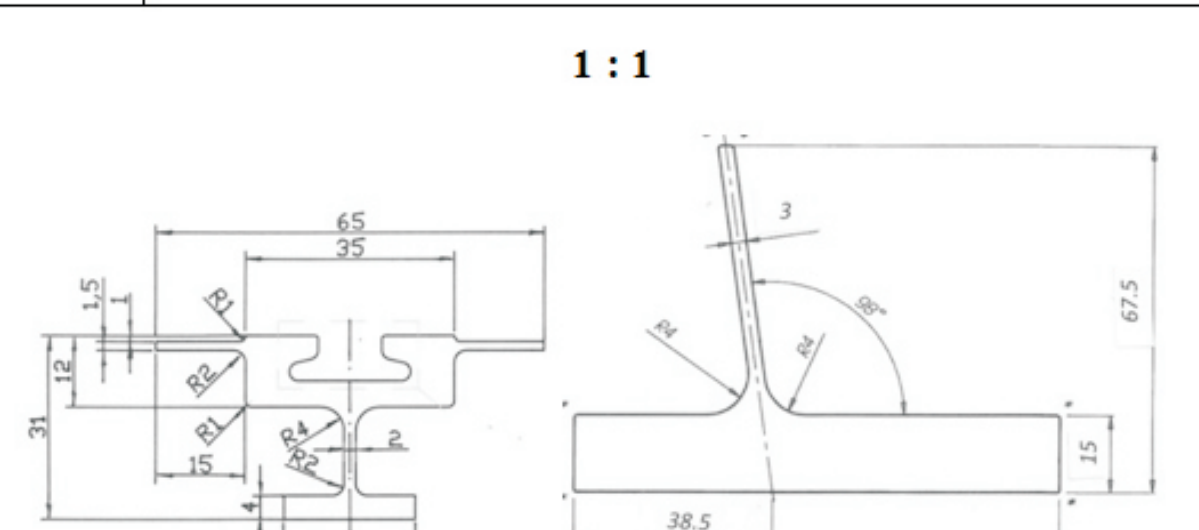
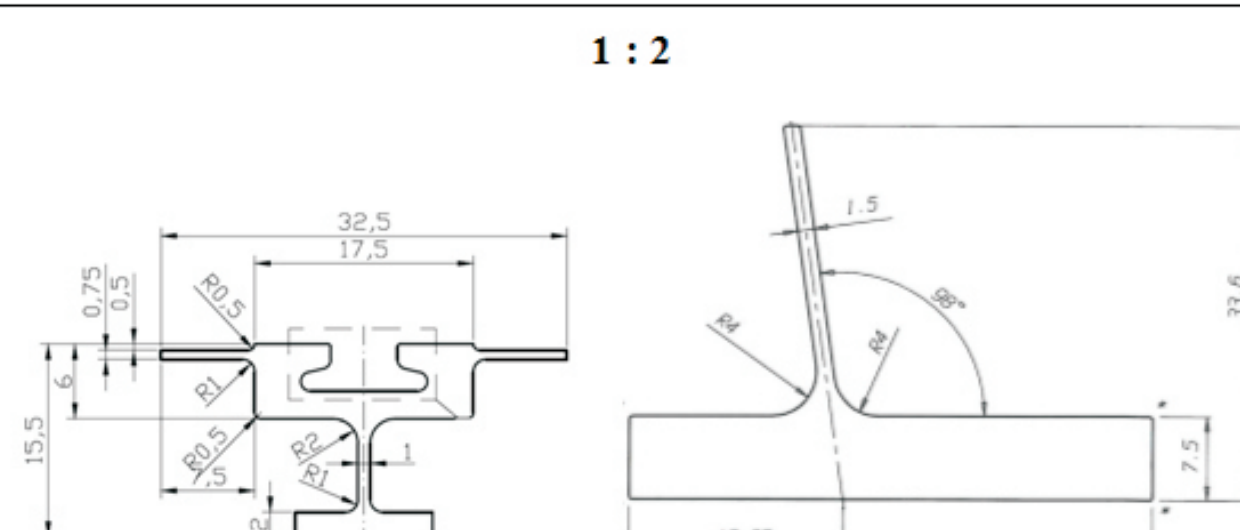
3. On the basis of experimental analysis of airplane wheel hub under vertical load can be observed the maximum stress on the hub flange and on the mounting surface in place the load of vertical force was applied.

Przykłady zastosowania w lotnictwie Examples of application in aviation

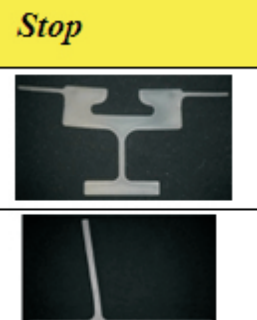
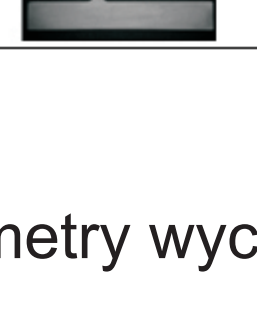
Wyniki badań odkuwki ze stopu PA31 dźwigni układu sterowania śmigłowca zostaną wykorzystane w procesie wdrażania do produkcji w Instytucie Lotnictwa w Warszawie. Będzie ona produkowana seryjnie z lotniczego stopu aluminium do zastosowań m.in. w układzie sterowania śmigłowca bezzałogowego najnowszej konstrukcji ILOT. Results of research of PA31 alloy forged helicopter control lever will be used in the implementation process for the production in the Institute of Aviation in Warsaw. It will be mass produced from aircraft aluminium alloy to be used in the control system of an unmanned helicopter newest design ILOT.

Wyniki badań Results

Mikrostruktura stopów 7039 i 2014 dla półfabrykatu do obróbki mechanicznej i profilu wyciskanego w warunkach laboratoryjnych na prasie półprzemysłowej

Stop	Półfabrykat do obróbki mechanicznej do montażu (stan dostawy)	Profil wyciskany w warunkach laboratoryjnych na prasie półprzemysłowej
7039	Faza Al-Cu-Fe - stosunkowo duży rozmiar, rozłożona równomiernie, o kształcie wydłużonym i zwartym. Faza Al-Mg-Si - bardzo drobna, rozłożona równomiernie o kształcie wydłużonym i zwartym.	Osnowa - roztwór stały pierwiastków stopowych w aluminium oraz wydzielen drobnych cząstek faz międzymetalicznych MgZn ₂ i Mg ₂ Zn ₃ Al; oraz fazy umacniającej Mg ₂ Si.
2014	Faza Al-Cu-Fe - bardzo drobna, rozłożona równomiernie. Faza Al-Mg-Cu - stosunkowo dużych rozmiarów, o kształcie nieregularnym, rozbudowanym. Faza Al-Cu-Mn-Fe - stosunkowo dużych rozmiarów o kształcie nieregularnym.	Osnowa - roztwór stały pierwiastków stopowych w aluminium oraz wydzielen cząstek faz międzymetalicznej (Fe,Mn) ₃ Si ₆ o zwartym, nieregularnym kształcie i stosunkowo dużych rozmiarach a także dyspersyjnych cząstek fazy umacniającej CuAl; wydzielających się w roztworze.
		

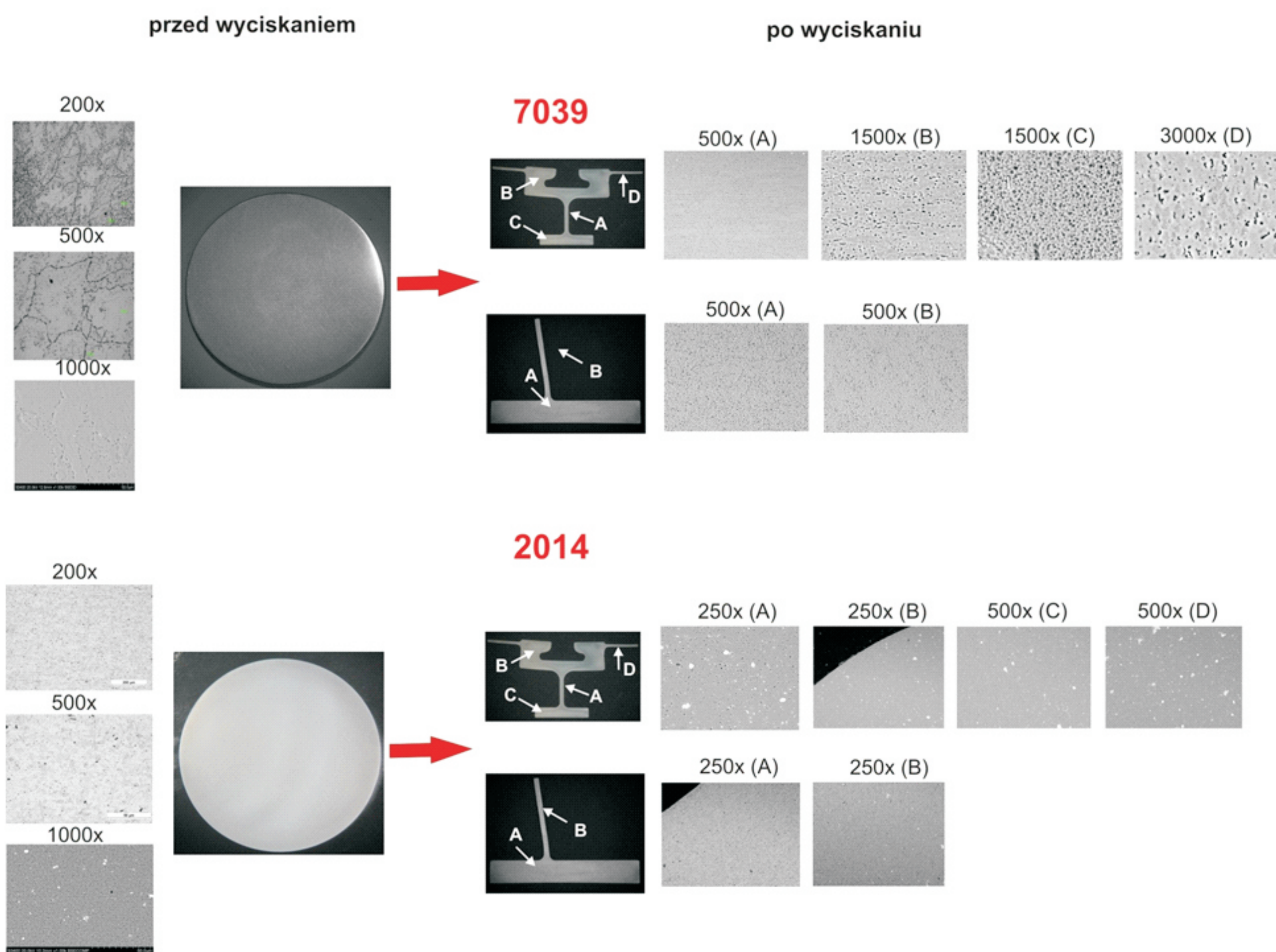
Średnia twardość wg Brinell'a, HB2,5/187,5

Stop	Półfabrykat do obróbki mechanicznej do montażu (stan dostawy)	Profil wyciskany w warunkach laboratoryjnych na prasie półprzemysłowej
7039		172
2014		141

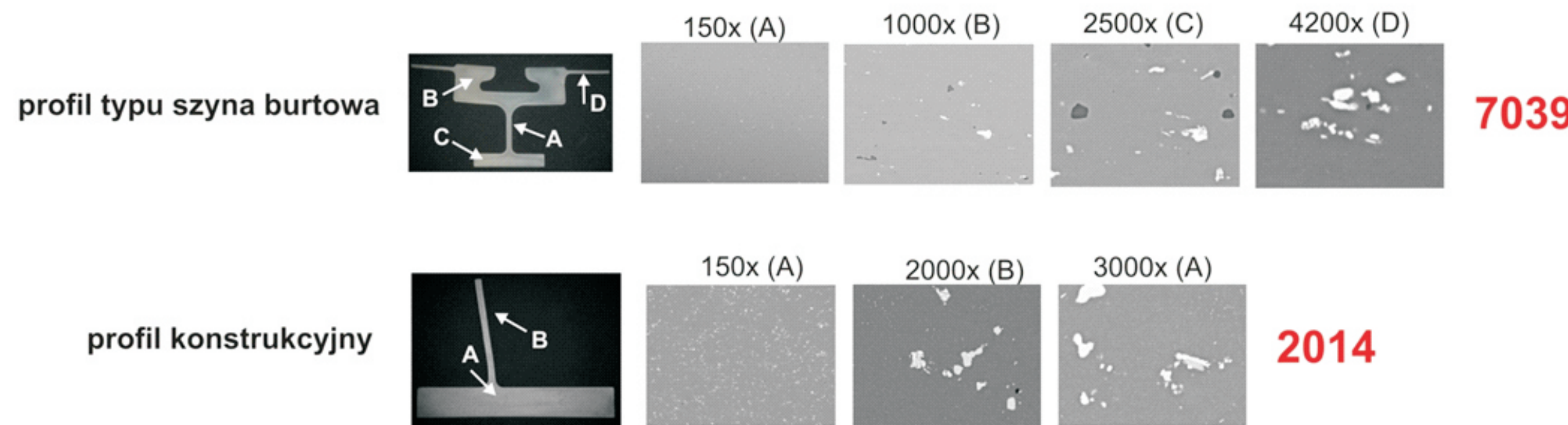
Parametry wyciskania

Wymiary wlewka	
d ₀ [mm]	95
h ₀ [mm]	125
Stan	wyciskany
Parametry procesu	
Temperatura nagrzewania wstępniaka, [°C]	450
Czas nagrzewania, [min]	~ 40
Temperatura wyciskania, [°C]	465
Prędkości wyciskania, [mm/s]	0,25
Współczynnik wydłużenia λ	60
Temperatura matrycy, [°C]	450

Profil wyciskany w warunkach laboratoryjnych na prasie półprzemysłowej



Półfabrykat wyciskany do obróbki mechanicznej do montażu (stan dostawy)



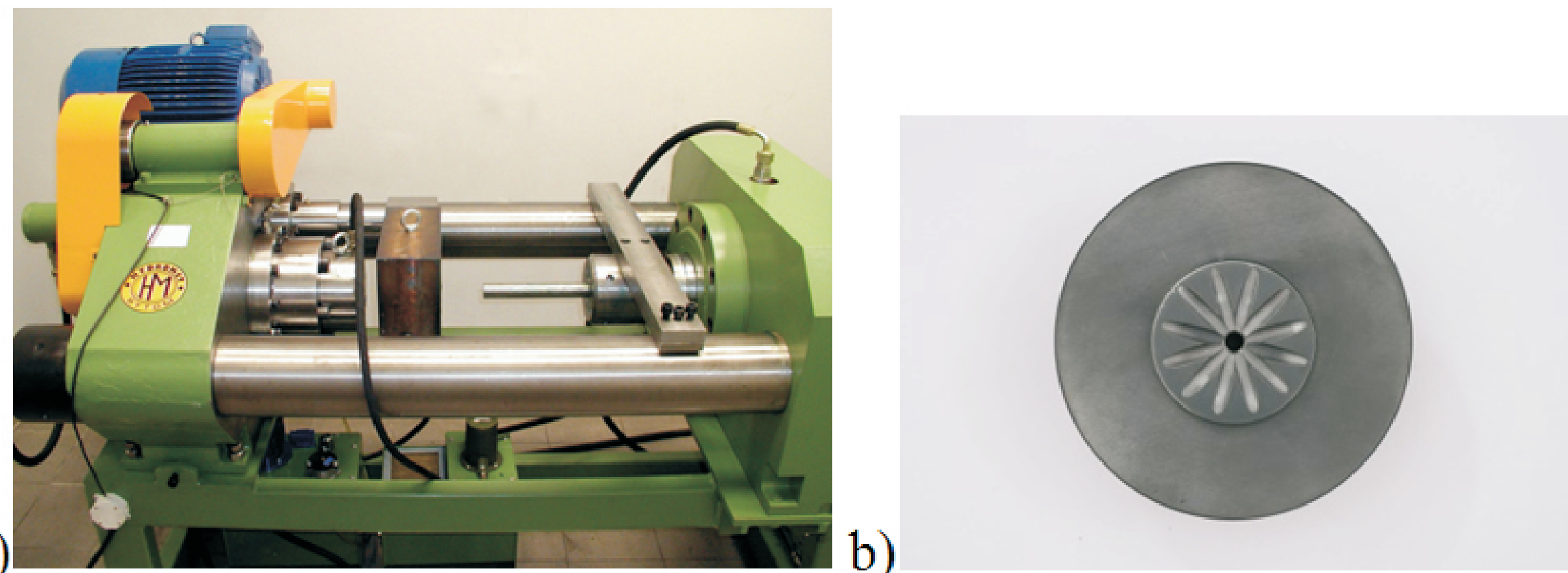
Wyniki badań Results

Recykling wiór przemysłowych ze stopu 7075 metodą KOBO.

Recycling of 7075 magnesium alloys machining chips by KOBO method

Recykling drobnych form odpadowych, jakimi są wióry po obróbce mechanicznej, jest dla tradycyjnego procesu recyklingu mało efektywny z uwagi na duże straty metalu na skutek utleniania przy nagrzewaniu do temperatury topienia. Zastosowano metodę wyciskania na zimno metodą KOBO jako proces konsolidacji plastycznej wiórów do wytwarzania gotowych produktów.

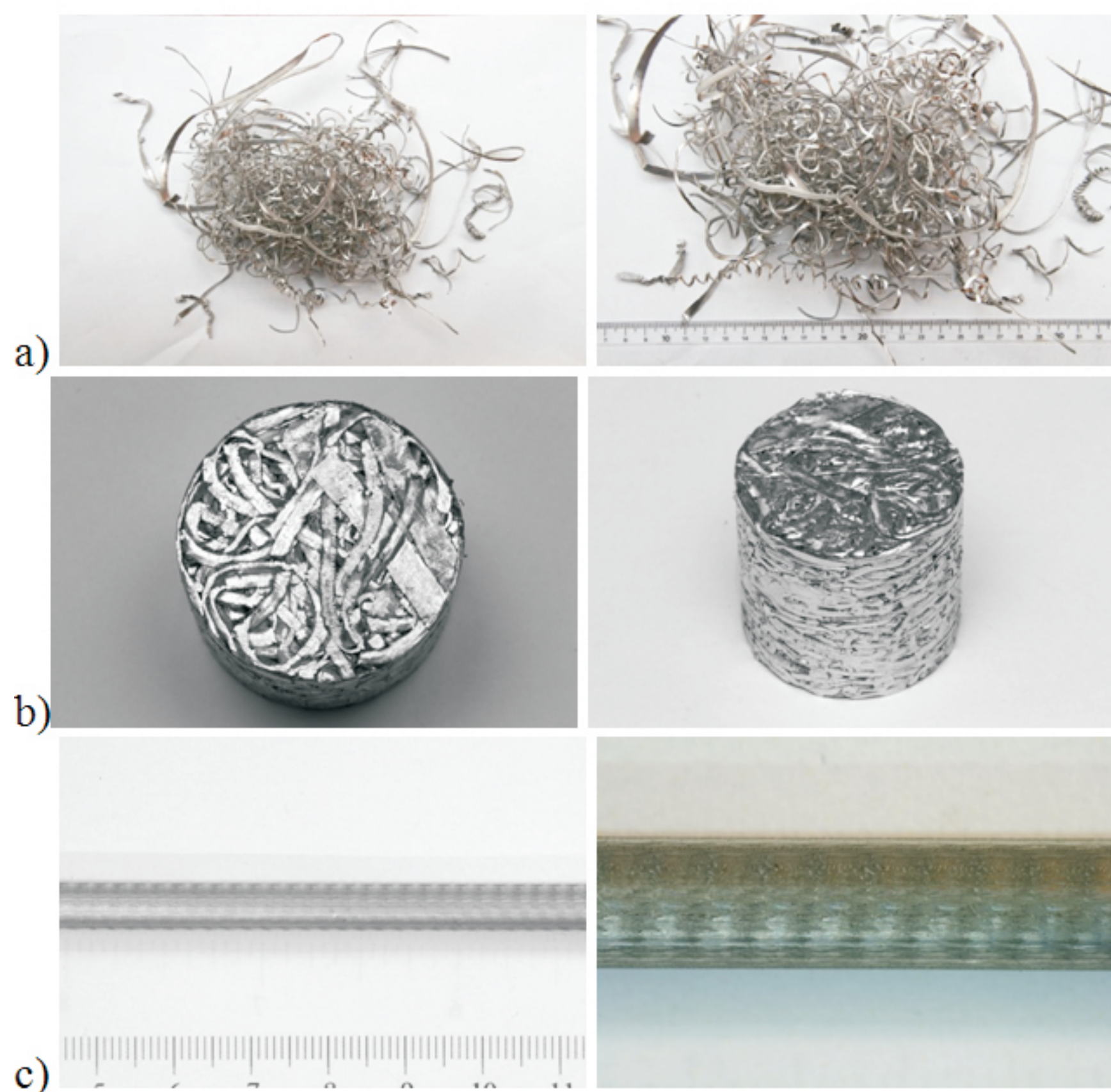
Recycling of fine chips created at machining proces is non effective for traditional method due to substantial mass loss of metal by oxidation at heating to melting temperature. A cold extrusion by KOBO method has been applied as a plastic consolidation process for conversion of chips to bulk state.



Rysunek 1. Widok ogólny prasy KOBO 1MN (a) oraz narzędzia roboczego – matrycy (b).
Figure 1. General view of 1MN KOBO press (a) and die as a working tool (b)

Parametry procesu wyciskania metodą KOBO:

- Ø wymiary wsadu φ40x40mm
- Ø prędkość wyciskania 0,2mm/s
- Ø temperatura wsadu i pojemnika 20°C
- Ø częstotliwość skręcania matrycy 5Hz
- Ø kąt skręcenia ±8°
- Ø średnica wyrobu φ=6mm
- Ø intensywne chłodzenie matrycy i wyrobu w trakcie wyciskania



Wnioski Conclusions

Wstępne badania przerobu wiór w prowadzonym na zimno, złożonym procesie wyciskania (proces KOBO), doprowadził do mechanicznego ich scalenia i uformowania mechanicznie trwałych prętów. Wytwarzanie drutów w procesie złożonego odkształcania (proces KOBO) rokuje duże szanse na przemysłowe wykorzystanie. Proces KOBO umożliwia mechaniczne scalenie wiór, zapewniając uzyskanie przez wyrób (półwyrób) gęstości odpowiadającej materiałowi maszynemu.

Preliminary studies conducted processing chip in the cold, the complex process of extrusion (process KOBO), led them mechanically consolidation and form mechanically durable rods. Production of wires in the complex deformation (KOBOPROCESS) promises great opportunities for industrial use. KOBOPROCESS allows mechanical merge chip, ensuring you get the product (blank) density corresponds to the massive material.

Wskaźniki realizacji celów projektu Indicators of the project

Publikacje

- Romana Ewa Śliwa, Jacek Bernackez, Grzegorz Budzik, **Zastosowanie metody DMLS spieku proszku ze stopów tytanu w wytwarzaniu elementów konstrukcji lotniczych**, XII Ogólnopolska Konferencja Naukowa - Tytan i jego stopy - "Ti2015", Zawiercie 11 - 14 października 2015r.
- P. Ostachowski, M. Łagoda, A. Korbel, W. Bochniak, R. Śliwa **„Recykling wiór przemysłowych ze stopu 7075 metodą KOBO”**. W przygotowaniu na konferencję OMIS 2015, Odkształcalność Metali i Stopów 2015, Łańcut 17-20 listopad 2015.
- B. Pawłowska, R. Śliwa: Extrusion of aluminum alloys sections in aircraft construction – zgłoszenie na konferencję 10th AIRTEC 2015 International Congress, 3-5.11.2015 r., Monachium
- B. Pawłowska, R.E. Śliwa, Wyciskanie przeciwbieżne. Analiza możliwości procesu w zakresie wytwarzania profili lotniczych ze stopów aluminium, STAL, maj-czerwiec 2015, str 6

Patenty:

P.411427: Sposób podgrzewania blach z materiałów trudno odkształcalnych poddawanych wyoblaniu