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 CZT AERONET
i PANELE EKSPERTÓW
9 - 10 Grudnia 2013

ZB 7

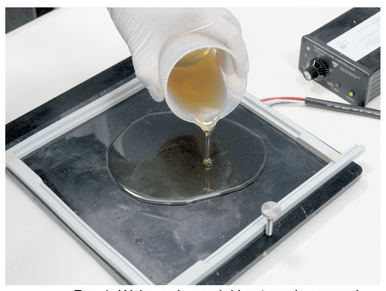
Plastyczne kształtowanie stopów magnezu (kucie precyzyjne, tłoczenie, wyciskanie, itd.)
Plastic forming of magnesium alloys (precision forging, stamping, extrusion and the like)

Politechnika Śląska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Lubelska, Instytut Lotnictwa w Warszawie

Wyniki badań
Results

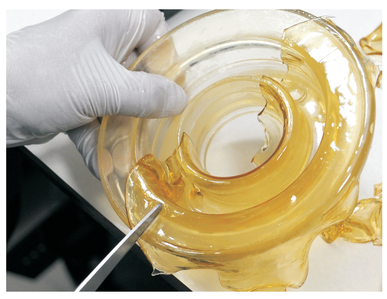
Badania elastooptyczne
Photoelastics tests

Proces pokrywania piasty koła samolotu powłoką optycznie czynną
The process of coating of airplane wheel hub with cast plastic



Rys.1. Wylewanie powłoki optycznie czynnej
Fig.1. Cast plastic pouring

Rys.2. Formowanie powłoki optycznie czynnej
Fig.2.Cast plastic forming



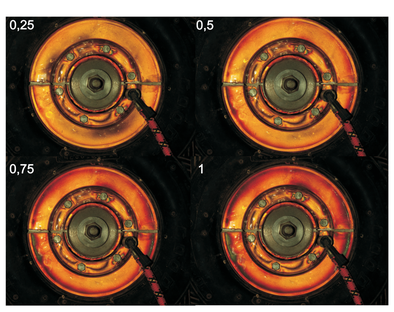
Rys.3. Formowanie powłoki optycznie czynnej na piaście koła samolotu
Fig.3. Forming of cast plastic on the airplane wheel hub model

Rys.4. Obrbka powłoki optycznie czynnej
Fig.4. Machining of cast plastic

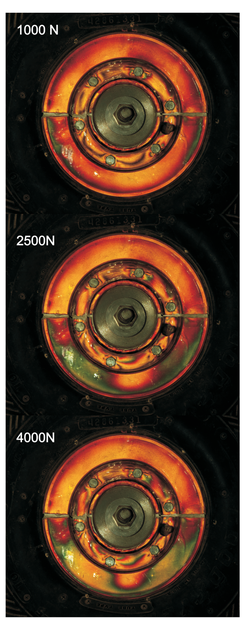
Rys.5. Przyklejanie powłoki optycznie czynnej klejem aluminiowym do piasty koła samolotu
Fig.5.Bonding of cast plastic and the airplane wheel hub model with the use of aluminium glue

Elastooptyczna analiza rozkładu naprężeń od siły pionowej w piaście koła samolotu
Photoelastic analysis of stress distribution of the vertical strength in the airplane wheel hub

Rys.6. Stanowisko do analizy rozkładu naprężeń w piaście koła samolotu - metoda światła odbitego
Fig.6. Position to analyze the stress distribution in the aircraft wheel hub - the method of reflected light



Rys.7. Rozkład naprężeń w piaście koła samolotu przy ciśnieniu w oponie: 0,25, 05, 075,1 bar
Fig.7.Stress distribution in the airplane wheel hub with tire pressure: 0,25, 05, 075,1 bar



Rys.8. Rozkład naprężeń w piaście koła samolotu - obciążenie siłą pionową 1000N, 2500N, 4000N, ciśnienie w oponie 1 bar
Fig.8.Stress distribution in the airplane wheel hub under vertical load 1000N, 2500N, 4000N, the tire pressure 1 bar

Rys.8. Rozkład naprężeń w piaście koła samolotu - obciążenie siłą pionową 1000N, 2500N, 4000N, ciśnienie w oponie 0,25 bar
Fig.8.Stress distribution in examined airplane wheel hub under vertical load 1000N, 2500N, 4000N, the tire pressure 0,25 bar

Wnioski
Conclusions

1. Model JS (Jetting Systems) piasty koła samolotu pozwala na przeprowadzenie badań elastooptycznych metodą światła odbitego wykorzystując podobieństwo modelowe między obiektem rzeczywistym (docelowym ze stopu magnezu) a badanym (z fotopolimeru).
1.JS Model (Jetting Systems) of aircraft wheel hub allows to carry out photoelastic tests by reflected light method using similarity model between the real (of magnesium alloy) and the test (of photopolymer) object.

2. Wzrost ciśnienie w oponie powoduje pojawienie się naprężeń na zewnętrznej średnicy kołnierza piasty.
2. The increase of tire pressure causes the emergence of stress on outer diameter of the examined hub flange.

3. Na podstawie przeprowadzonej badań eksperymentalnych piasty koła lotniczego obciążonego siłą pionową można wyciągnąć następujące wnioski:
a. działanie siły pionowej wywołuje największe naprężenia w dolnej części kołnierza piasty oraz na powierzchni mocowania,
b. zmniejszenie ciśnienia w oponie powoduje zwiększenie naprężeń w dolnej części kołnierza piasty.
3. On the basis of experimental analysis of airplane wheel hub under vertical load, the following conclusions can be drawn:
a. vertical load causes the highest shear stress values in the bottom part of the hub flange and on the mounting surface,
b. diminution of the tire pressure increases the stress values in the bottom part of the hub flange.

Przykłady zastosowania w lotnictwie
Examples of application in aviation

Wyniki badań modelowych piasty koła samolotu zostaną wykorzystane w procesie wdrożenia do produkcji w Instytucie Lotnictwa w Warszawie. Będzie ona produkowana seryjnie z lotniczego stopu magnezu.
Results of research of model aircraft wheel hub will be used in the implementation process for the production of the Institute of Aviation in Warsaw. It will be mass produced from a magnesium alloy.

Wskaźniki realizacji celów projektu
Indicators of the project

Prace mgr, dr, hab.
Prace doktorskie
Tytuł: ***Techniki szybkiego prototypowania w procesie projektowania i wdrażania do produkcji elementów konstrukcji lotniczych***
Autor: Jacek Bernaczek
Promotor: dr hab. inż. Romana Ewa Śliwa, Prof. PRz
Status: *w trakcie realizacji*

Wyniki badań
Results

Modelowanie kucia odkuwki dźwigni ze stopu magnezu AZ31 z zastosowaniem dwóch wariantów wsadu.

Dokonano analizy plastycznego kształtowania odkuwki dźwigni ze stopu magnezu AZ31 z zastosowaniem dwóch wkładów o różnym kształcie. Jako wariant I użyto wkładu w kształcie cylindrycznego walca. W II wariancie użyto wstępnie uformowaną przedkuwkę.
Przeprowadzono analizę wpływu kształtu przekroju poprzecznego przedkuwki na charakter odkształcania stopu magnezu AZ31 w warunkach symulacji kucia dźwigni. Dokonano porównania wyników odkształcania plastycznego wariantu I i II z uwzględnieniem analizy wpływu cech materiałowych badanego stopu magnezu z punktu widzenia osiągania pożądanych cech wyrobu gotowego w zastosowaniu tego materiału na elementy konstrukcji lotniczych.
Przedstawiono wyniki modelowania numerycznego na podstawie których wykazano zróżnicowanie kształtowania odkuwki w zależności od kształtu przekroju poprzecznego przedkuwki.

Modeling lever forging forging a magnesium alloy AZ31 using two variants of the charge.

An analysis of the plastic levers forming a forged magnesium alloy AZ31 using two cartridges of different shape. I was used as a variant in the shape of a cylindrical cartridge cylinder. In the second embodiment uses a pre-formed slug.
An analysis of the impact of the cross-sectional nature of the deformation of the slug for AZ31 magnesium alloy forging under conditions simulating the lever. A comparison of the results of plastic deformation variant I and II with regard to the analysis of the impact of the characteristics of magnesium alloy material tested from the point of view of achieving the desired characteristics of the finished product in the application of this material for components of aircraft structures.
Presents the results of numerical modeling have been shown on the basis of forming a forged differentiation depending on the shape of the cross section of the slug.

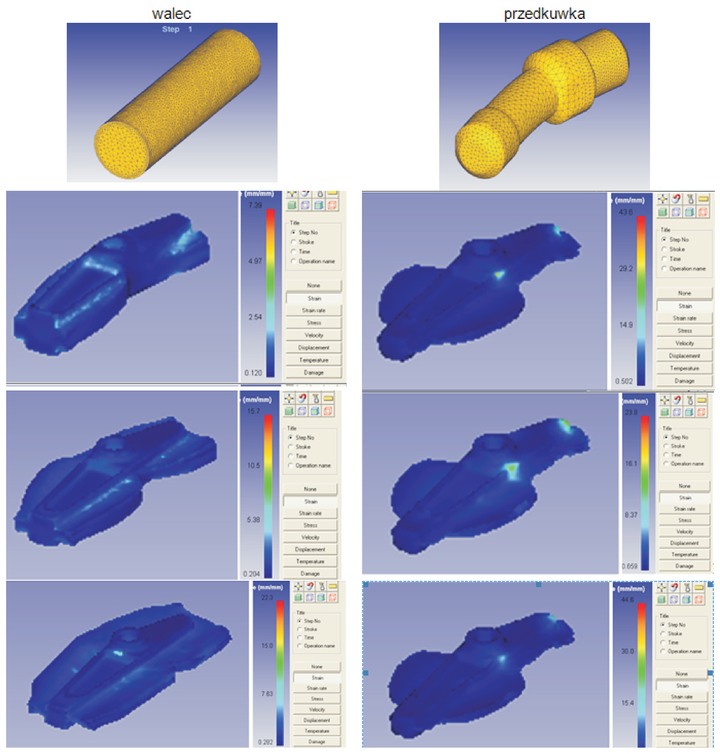
Założenia do modelowania procesu spęczania próbek ze stopu magnezu.

Przyjęto, że proces spęczania będzie realizowany przy zastosowaniu prasy hydraulicznej. Warunki kontaktu pomiędzy powierzchniami narzędzi, a kształtowanym materiałem opisano prawem Coulomba, a wartość współczynnika tarcia przyjęto na poziomie μ=0.3, przyjęty zakres temperatur: początkowa temperatura wsadu 380C, temperatura matrycy górnej i dolnej 360C.
Symulację kucia przeprowadzono dla materiału wsadowego w postaci próbki walcowej o przekroju poprzecznym w kształcie koła i przedkuwki wstępnie ukształtowanej.

Assumptions for modeling magnesium alloy samples for upsetting test.
It was assumed that the process will be implemented upsetting using a hydraulic press. Conditions of contact between the surfaces of tools, and the shaped material is described by Coulomb's law, and the value of the coefficient of friction is assumed to be μ = 0.3, adopted temperature range: initial temperature of 380 □ C batch, the temperature of upper and lower die 360 □ C.
The simulation was performed for the forging of feed material in the form of a cylindrical sample having a cross section in the shape of a circle and a preformed slug.

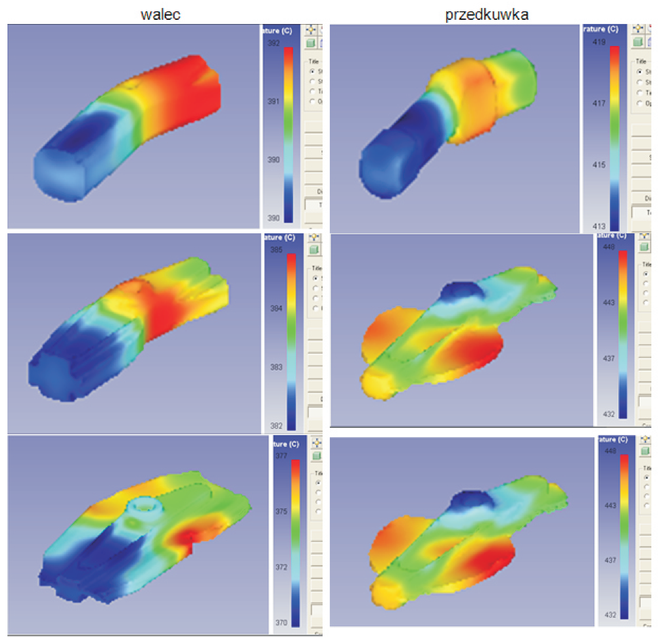
Modelowanie numeryczne procesu kucia matrycowego stopów magnezu
Numerical modeling die forging of magnesium alloys.

Przykłady rozkładu odkształceń plastycznych na powierzchni próbek poddanych procesowi symulacji spęczania przedstawia rys. 1.
Examples of the distribution of plastic deformation on the surface of the samples subjected to the process of upsetting simulation is shown in Fig 1.

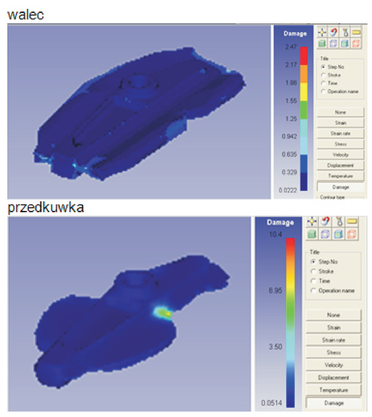


Rys. 1. Rozkład odkształceń na powierzchni wyrobu w poszczególnych etapach zaawansowania procesu symulacji kucia
Fig. 1. Effective Plastic Strain on the surface of the selected stage of the forging simulation

Przykłady rozkładu temperatury na powierzchni próbek poddanych procesowi symulacji kucia.
Examples of the temperature distribution on the surface of the samples subjected to forging process simulation.



Rys.2. Rozkład temperatury w poszczególnych etapach symulacji procesy kucia dźwigni
Fig.2. The temperature distribution in the various stages of the simulation process of forging lever



Rys.3. Występowanie zagrożeń w próbie symulacji kucia dźwigni ze stopu magnezu AZ31
Fig.3. The presence of threats in an attempt to

Wnioski
Conclusions

Wyniki i analiza symulacji kucia dźwigni ze stopu magnezu AZ31

Wyniki modelowania przedstawiono w postaci rozkładów odkształceń oraz rozkładu temperatyry na powierzchni próbek poddanych symulacji procesowi spęczania.
Przy zastosowaniu wstępnie uformowanej przedkuwki zmniejsza się wielkość wypływki. Należy jeszcze doprecyzować kształt przedkuwki aby z optymalizować proces kucia dźwigni.
Podczas kucia dźwigni z wsadu w kształcie cylindrycznego powstaje duża wypływka.

The results of simulation and analysis of forging lever magnesium alloy AZ31

The modeling results are shown in the form of distributions and distribution temperatyry deformations on the surface of the samples subjected to upsetting process simulation.
When using a pre-formed slug size of the bead is reduced. It remains to clarify the shape of the slug to optimize the process of forging lever.
During the forging load lever is formed into a tubular the flash large.

PROJEKT WSPÓŁFINANSOWANY PRZEZ UNIĘ EUROPEJSKĄ ZE ŚRODKÓW EUROPEJSKIEGO FUNDUSZU ROZWOJU REGIONALNEGO