

Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

Modern material technologies in aerospace industry

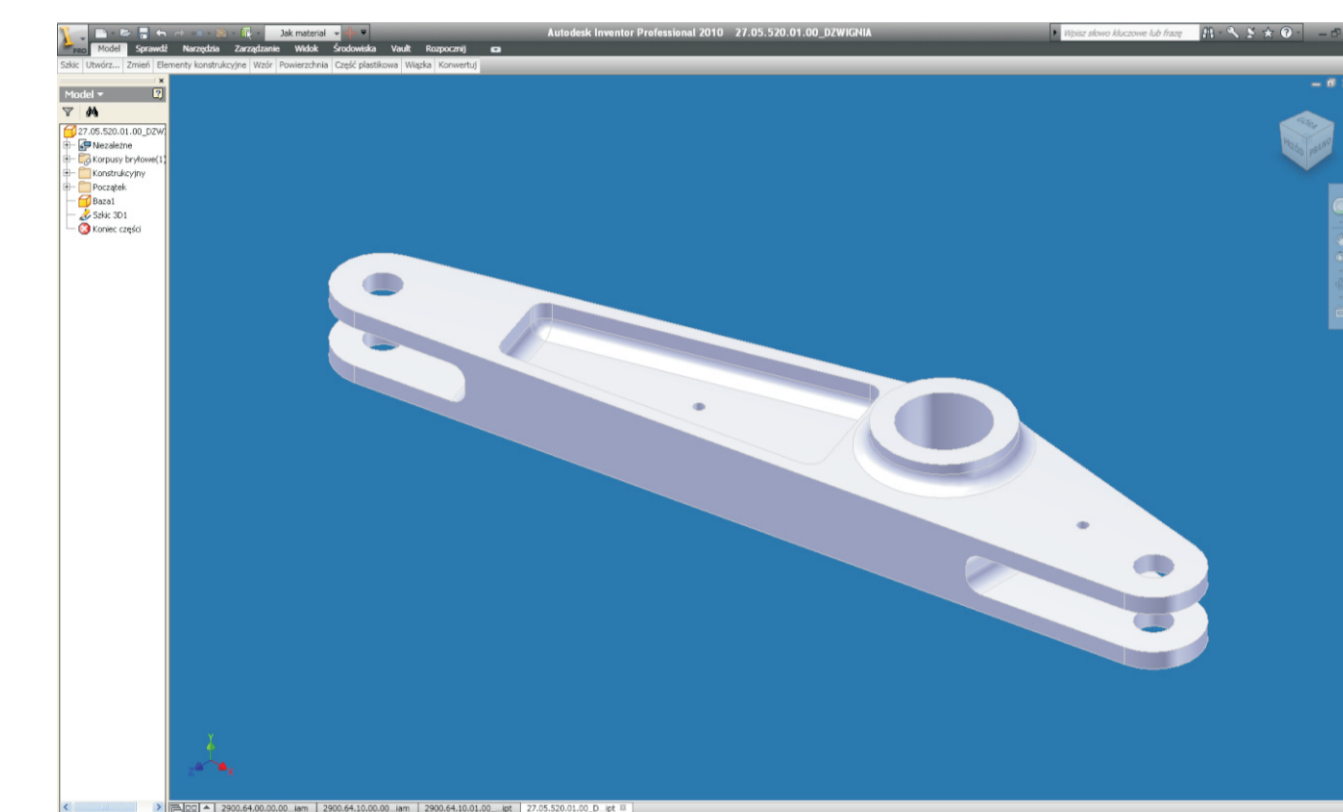
Plastyczne kształtowanie stopów magnezu (kucie precyzyjne, tłoczenie, wyciskanie, itd.)

Plastic forming of magnesium alloys (precision forging, stamping, extrusion and the like)

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

Wyniki badań Results

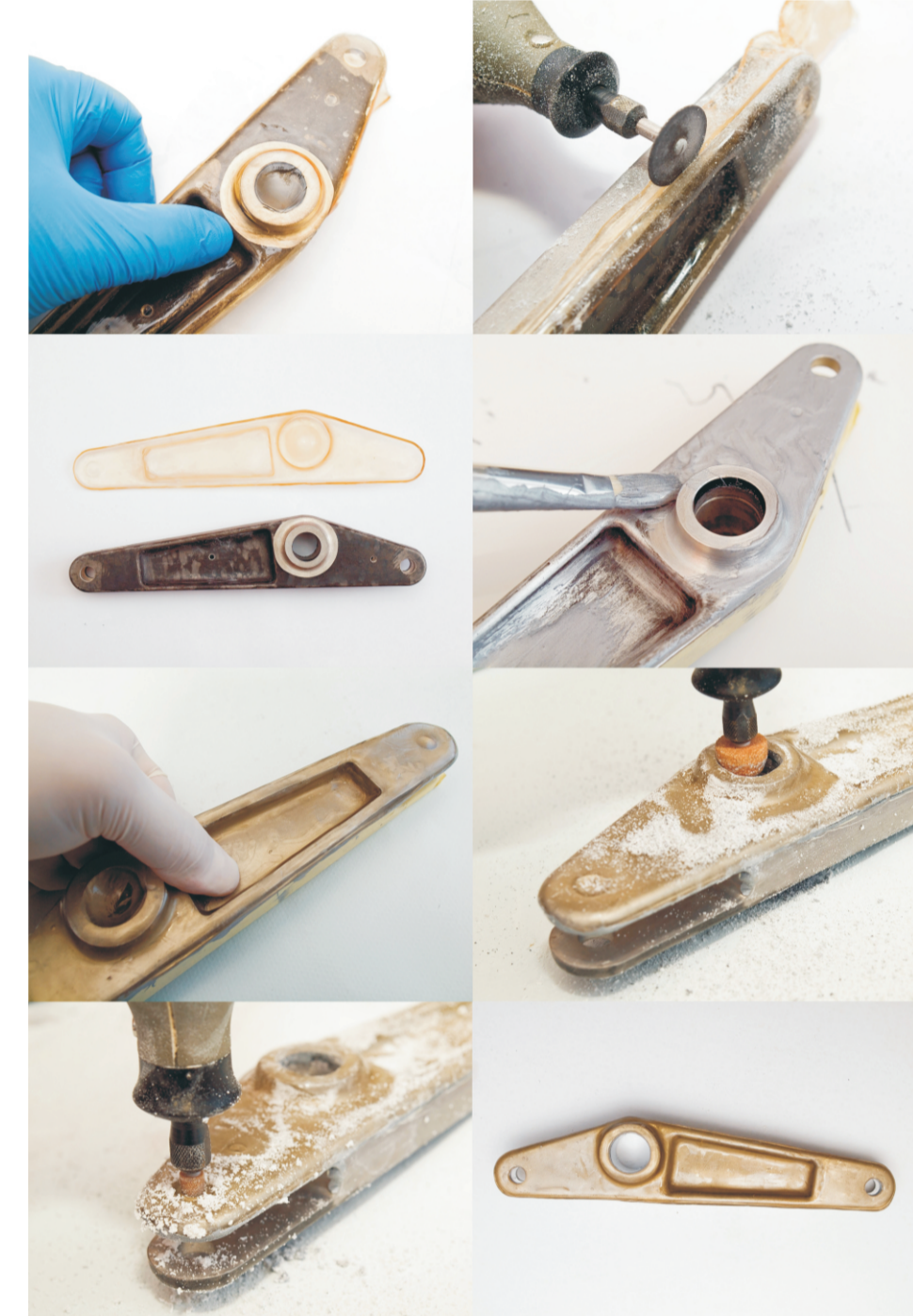
Analiza rozkładu naprężeń w odkuwce Mg dźwigni układu sterowania śmigłowca z wykorzystaniem badań elastoptycznych.
The analysis of the stress distribution in the Mg forging of the helicopter control lever using photoelastic test.



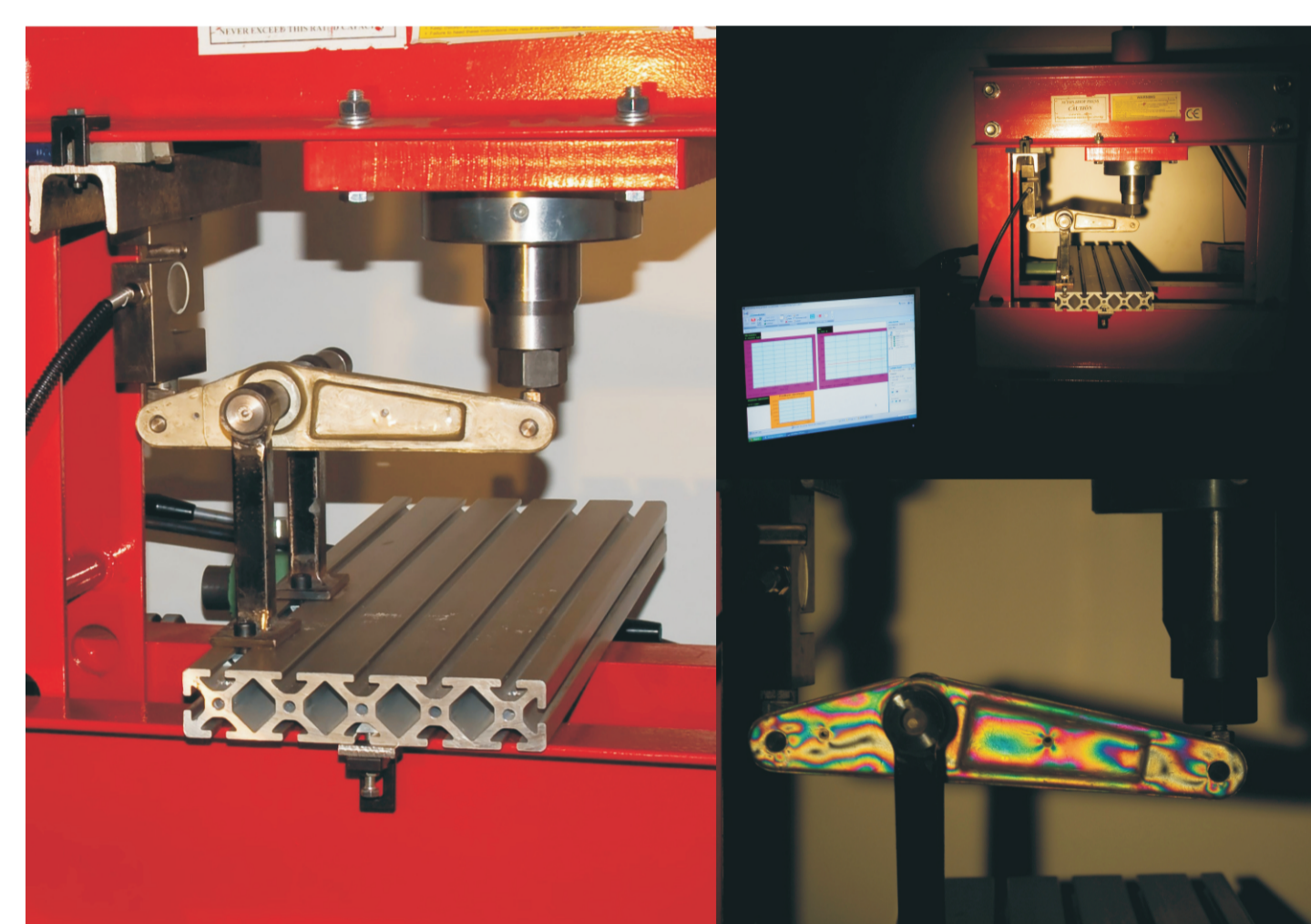
Rys. 1. Model CAD dźwigni sterowania śmigłowca
Fig. 1. CAD model of the helicopter control lever



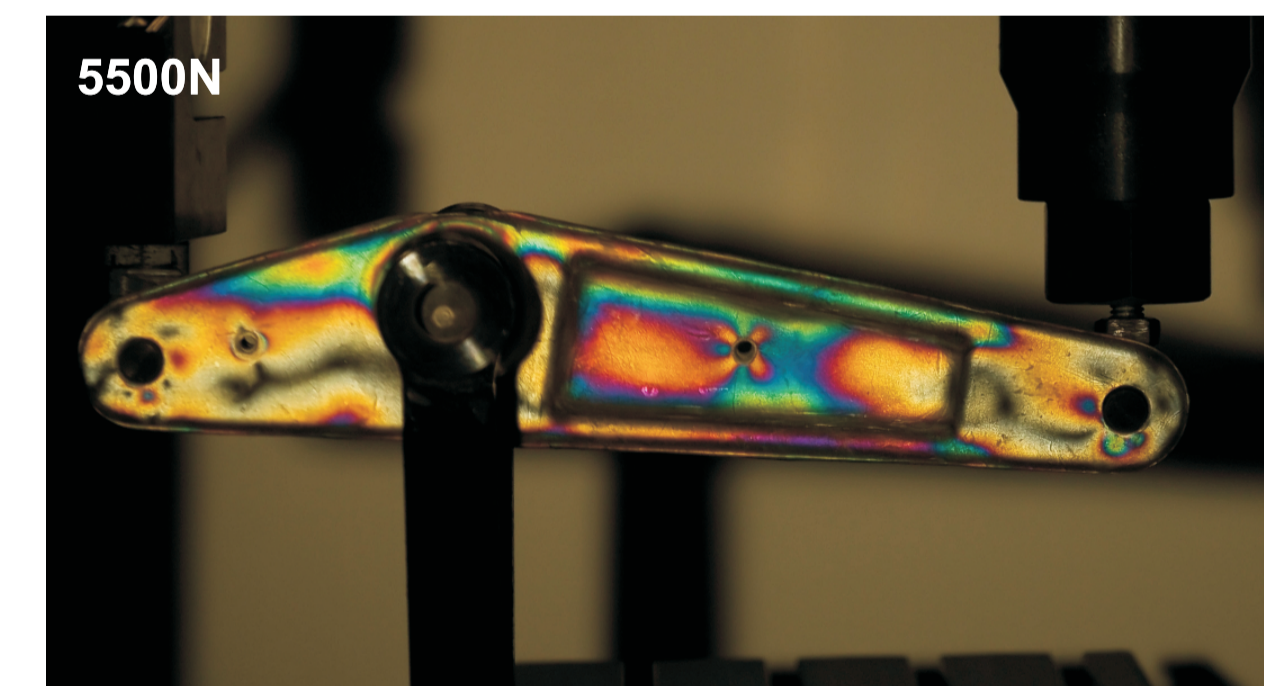
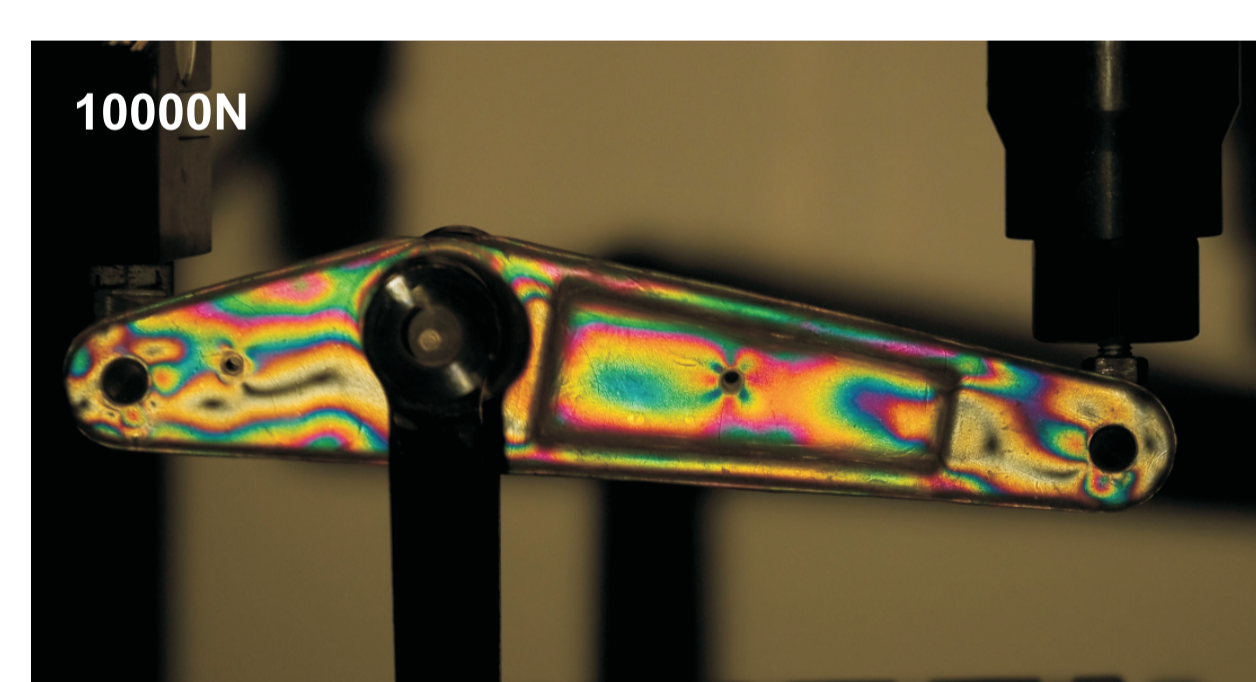
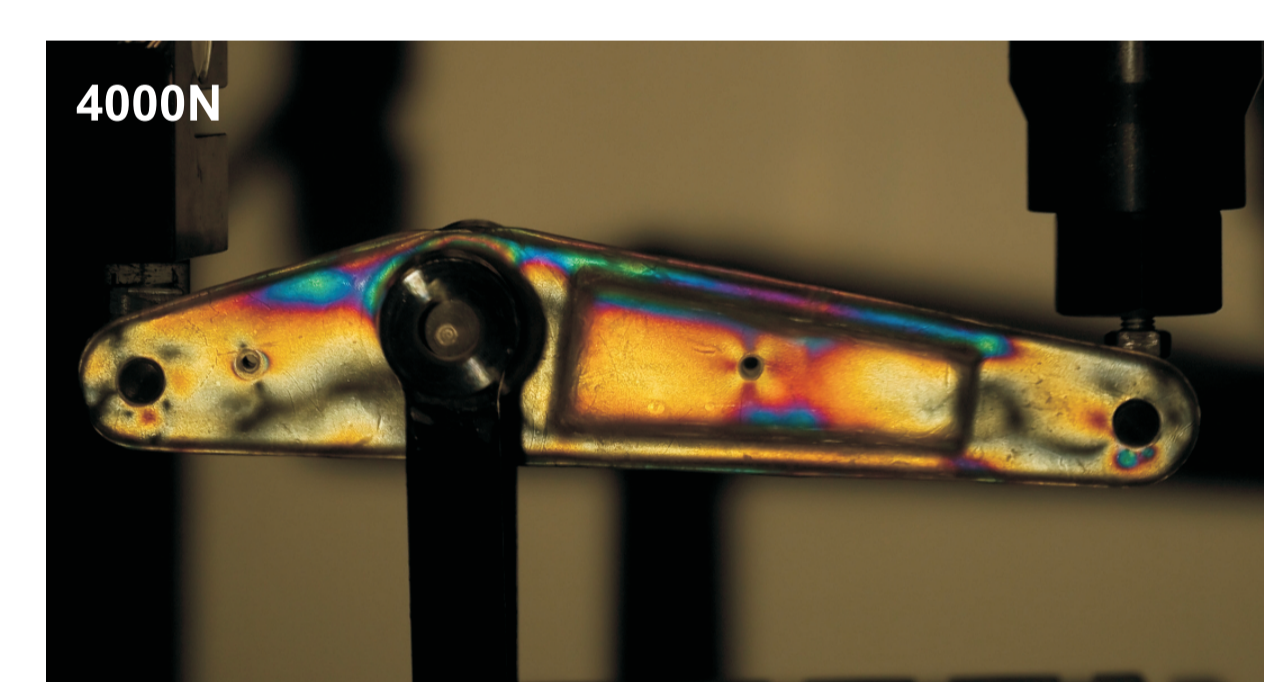
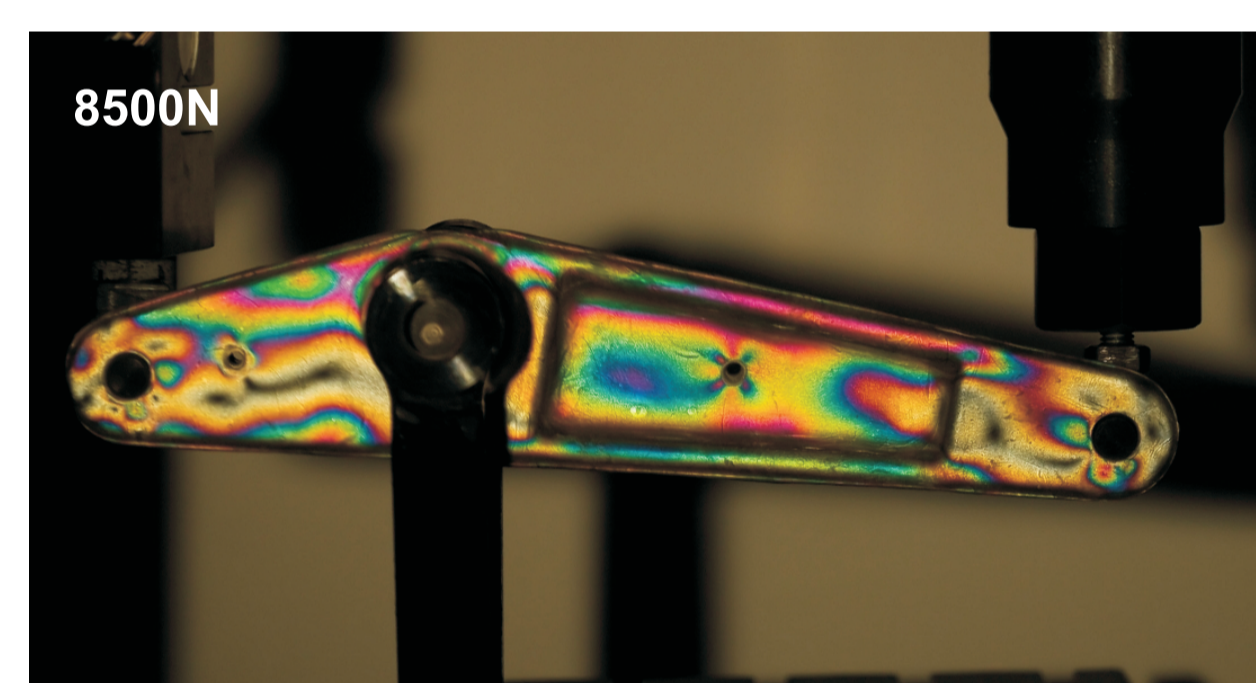
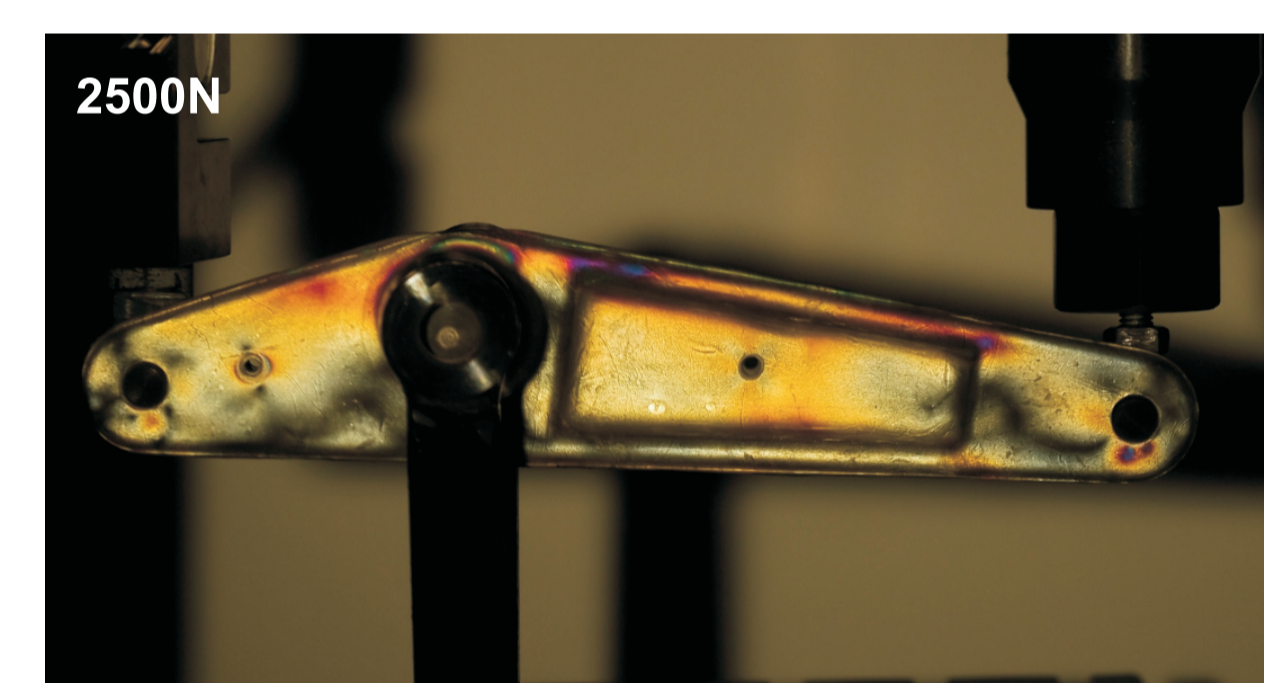
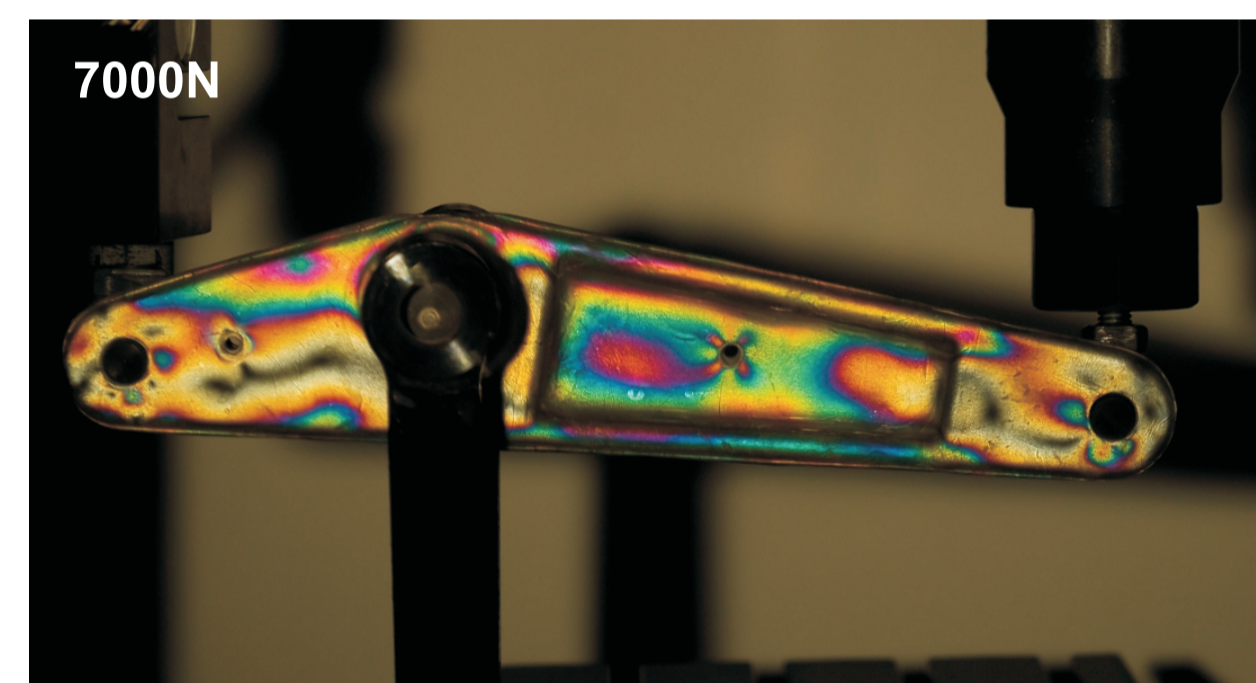
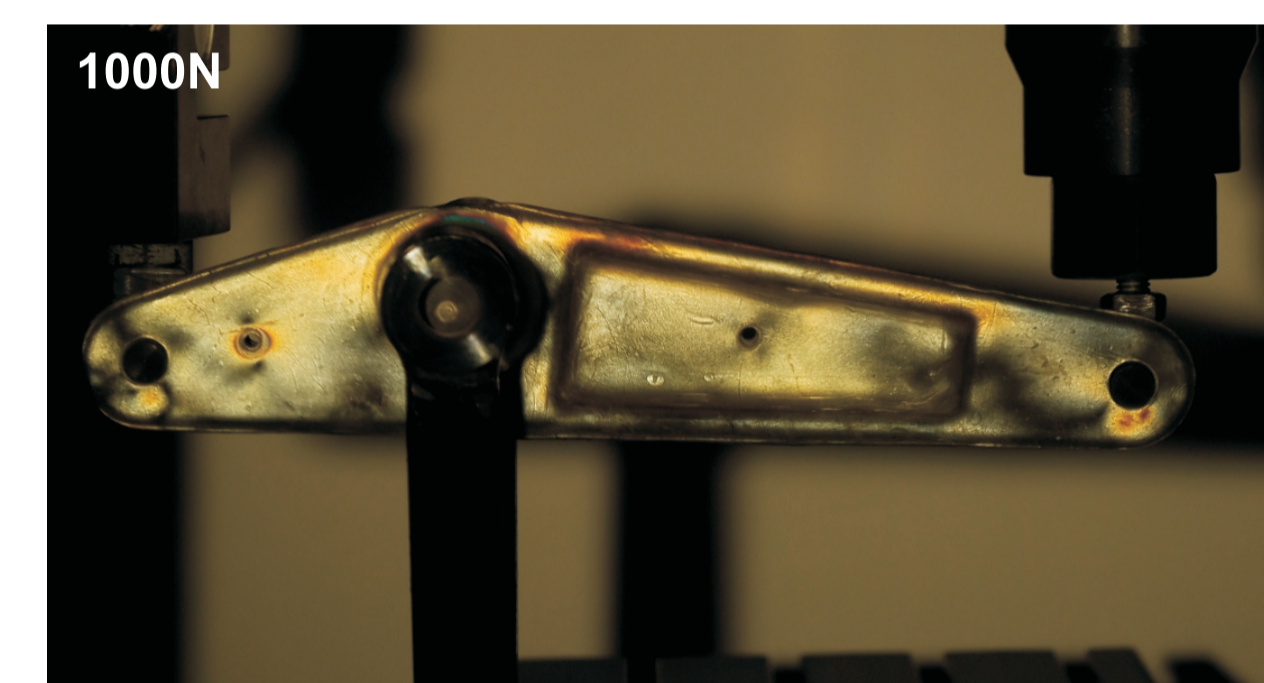
Rys. 2. Odkuwka ze stopu Mg dźwigni - po obróbce mechanicznej
Fig. 2. Forged Mg alloy lever - after machining



Rys. 3. Proces wykonania powłoki optycznie czynnej na badanej dźwigni ze stopu magnezu
Fig. 3. The test stand



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



Rys. 5. Rozkład naprężeń w dźwigni układu sterowania śmigłowca - obciążenie siłą w zakresie 1000N do 10000N na krótkim ramieniu
Fig. 5. The stress distribution in the helicopter control system lever - load force in the range of 1000N to 10000N on the short arm

Wnioski Conclusions

- Badania elastoptyczne umożliwiają przeanalizowanie rozkładu wyteżenia na modelu rzeczywistym - w tym przypadku w magnezowej odkuwce dźwigni układu sterowania śmigłowca.
- Największy rząd izochrom ($m=2$) zaobserwowano w okolicy sworznia środkowego oraz na krótkim ramieniu dźwigni przy obciążeniu siłą równą 10000N.
- Podając analizie porównawczej z modelem JS (Jetting Systems) dźwigni można stwierdzić, że odkuwka ze stopu Mg ulegnie zniszczeniu pod wpływem obciążenia siłą 50000N na krótkim ramieniu dźwigni (wynik podobieństwa modelowego).
- Giving a comparative analysis of the model JS (Jetting Systems) lever can be concluded that Mg forged will be destroyed under the influence of the load force 50000 on the short arm of lever (similarity score model).

Przykłady zastosowania w lotnictwie Examples of application in aviation

Wyniki badań odkuwki ze stopu Mg dźwigni układu sterowania śmigłowca zostaną wykorzystane w procesie wdrażania do produkcji w Instytucie Lotnictwa w Warszawie. Będzie ona produkowana seryjnie z lotniczego stopu magnezu do zastosowań m.in. w układzie sterowania śmigłowca bezzałogowego najnowszej konstrukcji ILOT.

Results of research of Mg 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 magnesium alloy to be used in the control system of an unmanned helicopter newest design ILOT.

Wyniki badań Results

Badania kół do samolotu o podwyższonej wytrzymałości z plastycznie kształtowanego stopu magnezu

Experimental tests for aircraft wheels of increased strength of plasticly deformed magnesium alloy

Program prób koła o podwyższonej wytrzymałości do samolotu z plastycznie kształtowanego stopu magnezu - AZ31

Podstawę wykonania prób stanowiły procedury badawcze: JPB.01/LW - Sposoby realizacji obciążeń stosowane w Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych; JPB.02/LW - Podstawowe techniki pomiarowe stosowane w Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych; JPB.03/LW - Badania statyczne i quasistyczne kompletnych konstrukcji mechanicznych, ich zespołów lub elementów, bądź fragmentów konstrukcji w Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych; JPB.04/LW - Badania dynamiczne kompletnych konstrukcji mechanicznych, ich zespołów lub elementów, bądź fragmentów konstrukcji w Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych; JP.15/LW - Realizacja badań. Przebieg procesu badawczego w Laboratorium Badań Podwozi Lotniczych; JP.17/LW - Obliczanie niepewności pomiarowych

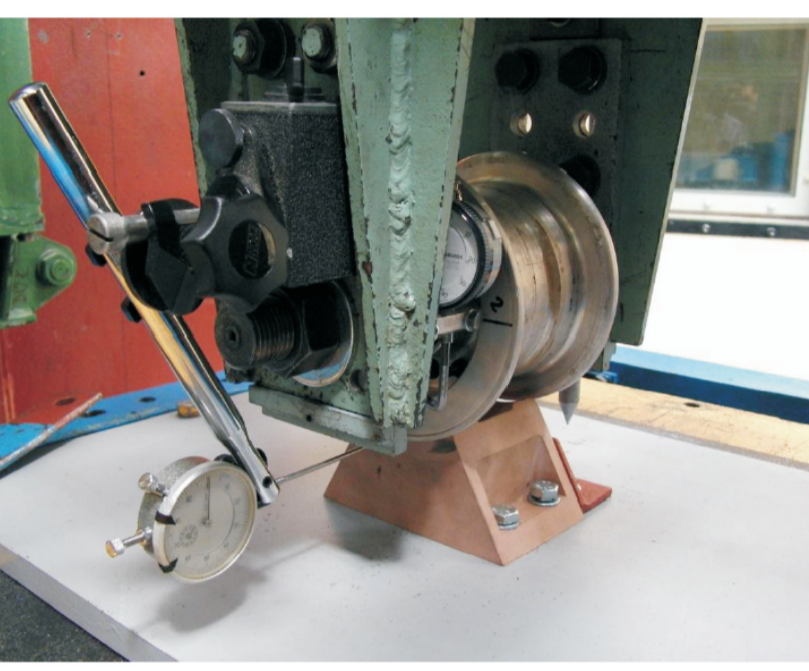
Pomiary obciążeń promieniowych i złożonych wykonano na Młocie 10T.



Rys. 1. Sposób pomiaru odkształcenia piasty podczas prób obciążenia promieniowego.



Rys. 2. Konfiguracja stanowiska Mlot 10T do zadawania sił złożonych.



Rys. 3. Sposób pomiaru odkształcenia piasty podczas prób obciążenia złożonego.

Próby statyczne

Sprawdzenie odporności koła na obciążenie promieniowe
Obciążenia promieniowe dopuszczalne
Obciążenia promieniowe graniczne
Sprawdzenie odporności koła na obciążenia złożone

OBCIĄŻENIA ZŁOŻONE DOPUSZCZALNE

Obciążano koło podparte na poziomej, płaszczyźnie oporowej przy przesunięciu zaworu ładowania o kąt kolejno 90° 180° 270° i 0° w stosunku do linii łączącej środek koła z punktem styku opony z płaszczyzną oporową.

Parametry próby dla PR = 6:
- siła promieniowa: Pp = 7605 [N]
- siła boczna działająca do środka samolotu: Pb in = 7148 [N]
- siła boczna działająca na zewnątrz samolotu: Pb out = 4717 [N]
- obciążenie na kloku

Wykonano pomiar odkształceń w punktach „1”, „2”, „3” i „4”.

Wyniki prób:
Siła skierowana na zewnątrz samolotu
Pb out = 4717 [N]:

Próba na obciążenia dopuszczalnego złożonego w położeniu 0° („1”) nie spowodowała wzrostu odkształcenia trwałego.

Siła skierowana do środka samolotu:
Pb in = 7148 [N]:

Próba na obciążenia dopuszczalnego złożonego w położeniu 0° („1”) nie spowodowała wzrostu odkształcenia trwałego

OBCIĄŻENIA ZŁOŻONE GRANICZNE

Obciążano koło oparte na poziomej, płaszczyźnie oporowej tak, że zawór ładowania leży na linii łączącej środek koła z punktem styku opony z płaszczyzną oporową (położenie 0°).

Parametry próby dla PR = 6:
- siła promieniowa: Pp = 15210 [N]
- siła boczna działająca do środka samolotu: Pb in = 14296 [N]
- siła boczna działająca na zewnątrz samolotu: Pb out = 9434 [N]
- obciążenie na kloku

Wykonano pomiar odkształceń w punktach „1”, „2”, „3” i „4”.

Wyniki prób:
Siła skierowana na zewnątrz samolotu Pb out = 9434 [N]:

Obciążenie złożone graniczne utrzymano przez 3 sekundy, nie stwierdzono uszkodzeń koła.

Siła skierowana do środka samolotu: Pb in = 14296 [N]:

Próba toczenia koła pod maksymalnym obciążeniem statycznym

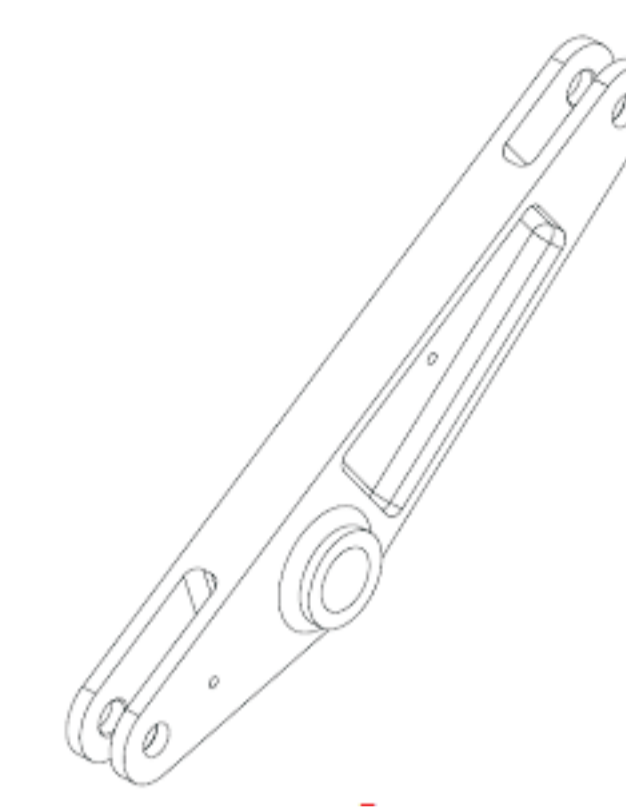
Wnioski Conclusions

W czasie próby toczenia nie wystąpiły odkształcenia trwałe koła. Nie wystąpiły również przecieki powietrza poprzez koło lub uszczelnienie koła albo zaciski między krytycznymi powierzchniami. Nie wystąpiły pęknięcia materiału piasty

Wyniki badań Results

Badania wytrzymałościowe dźwigni ze stopu magnezu AZ31

Dźwignia z układu sterowania śmigłowca ILX-27 wykonanej metodą kucia ze stopu magnezu AZ31, stanowiąca łącznik pomiędzy popychaczami sterowania wirnika głównego, rys. 1.



Rys. 1. Dźwignia układu sterowania śmigłowca ILX-27 - model CAD



Rys. 2. Dźwignia układu sterowania śmigłowca ILX-27 wykonana ze stopu AZ31 (odkuwka obrabiana mechanicznie).

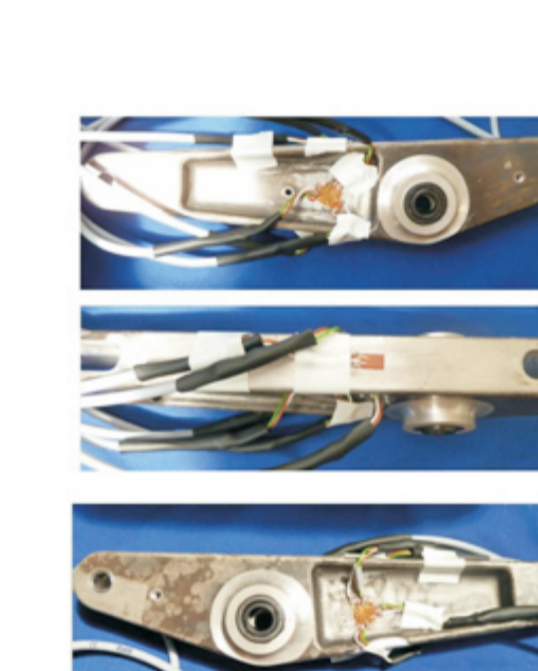
Celem badań było sprawdzenie wytrzymałości badanej dźwigni.

Stanowisko badawcze składało się z części wymuszającej obciążenie, części mocowania obiektu badań (rys. 3) oraz części do akwizycji danych - komputera PC z aplikacją pomiarową.

Dźwignia zamocowana była na sztywno w dwóch miejscach (przez krótsze ucho oraz przez ułożyskowany otwór), przez swobodne ucho dźwigni zadawane było obciążenie pionowo do góry.

Wypożyczenie pomiarowe - badawcze

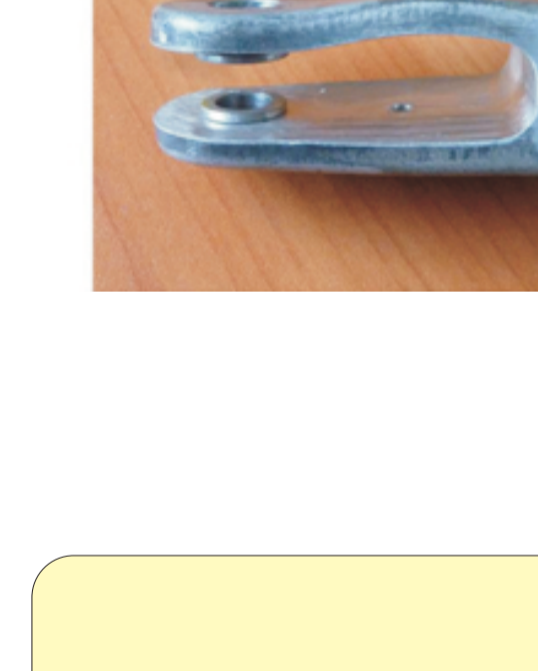
Obciążenia występujące w próbie realizowano przy pomocy ręcznego siłownika hydraulicznego 140 [kN]. Siły kontrolowano za pomocą wzmacniacza HBM MP 55 i równolegle z pomiarami odkształceń rejestrowano przy pomocy systemu pomiarowego - rejestrującego SPIDER 8 z aplikacją do akwizycji danych na PC.



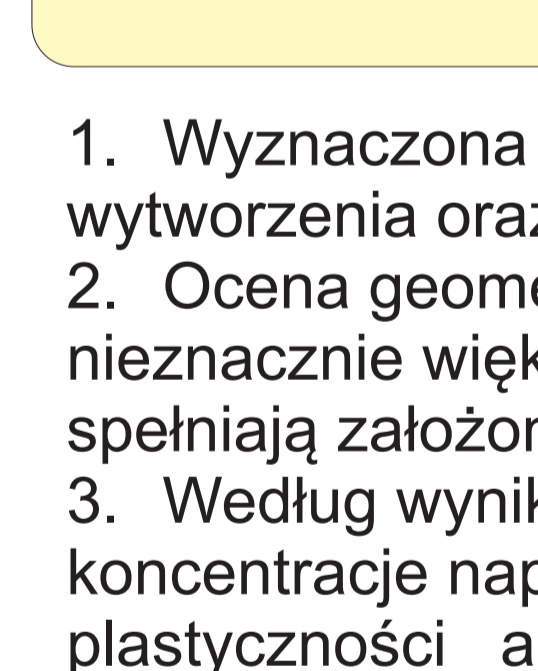
Rys. 4. Punkty tensometryczne.



Rys. 5a. Dźwignia ze stopu AZ31 po próbie wytrzymałościowej.



Rys. 5c. Dźwignia ze stopu AZ31 po próbie wytrzymałościowej.



Rys. 5b. Dźwignia ze stopu AZ31 po próbie wytrzymałościowej

Wnioski Conclusions

- Wyznaczona wytrzymałość dźwigni potwierdza słuszność wykorzystanej metody jej wytworzenia oraz zastosowanie materiału - AZ 31 z którego została wykonana.
- Ocena geometrii dźwigni ze stopu AZ 31 wykazała, że gotowy wyrób jest miejscami nieznacznie większy od modelu CAD, jednocześnie otwory oraz powierzchnie montażowe spełniają założone tolerancje wymiarów.
- Według wyników symulacji MES dźwignia pracuje w zakresie sprężystości, zaś punkto- koncentracja naprężeń wywołane efektem karbu, nie powodują przekroczenia granicy plastyczności ani dla przyjętego materiału AZ31 i, dźwignia podczas pracy nie doznaje znaczących przemieszczeń.
- Wyniki badań koła o podwyższonej wytrzymałości do samolotu z plastycznie kształtowanego stopu magnezu w zakresie prób statycznych i toczenia wskazują, że - realizacja prób statycznych - pomiarów obciążeń promieniowych i złożonych w czasie próby na obciążenia promieniowe dopuszczalne nie powoduje odkształcenia trwałego koła. Nie pojawiły się przecieki wody lub powietrza poprzez koło lub uszczelnienie koła albo zaciski między krytycznymi powierzchniami.
- obciążenie promieniowe graniczne nie spowodowało uszkodzeń koła.
- próba obciążenia dopuszczalnego złożonego w położeniu 0° („1”) nie spowodowała wzrostu odkształcenia trwałego a próba obciążenia dopuszczalnego złożonego w położeniu 0° („1”) nie spowodowała wzrostu odkształcenia trwałego koła. Nie wystąpiły również przecieki powietrza poprzez koło lub uszczelnienie koła albo zaciski między krytycznymi powierzchniami. Nie wystąpiły pęknięcia materiału piasty. Wstępna próba ciśnieniowa koła wykazała, że piasta nie odkształcała się trwale a próba obciążenia koła ciśnieniem granicznym spowodowała odkształcenie trwałe piasty, lecz koło nie zostało uszkodzone.

Wskaźniki realizacji celów projektu Indicators of the project

Referaty:
1. Romana Ewa Śliwa, Jacek Bernaczek, *Rapid prototyping methods in evaluation of properties of plasticly deformed magnesium alloy aircraft wheel hub*, 4th International Lower Silesia - Saxony Conference on Advanced Metal Forming Processes in Automotive Industry AutoMetForm, November 3rd - 5th 2014, Freiberg, Germany

Prace mgr, dr, hab. Prace doktorskie

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