

Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

Modern material technologies in aerospace industry

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

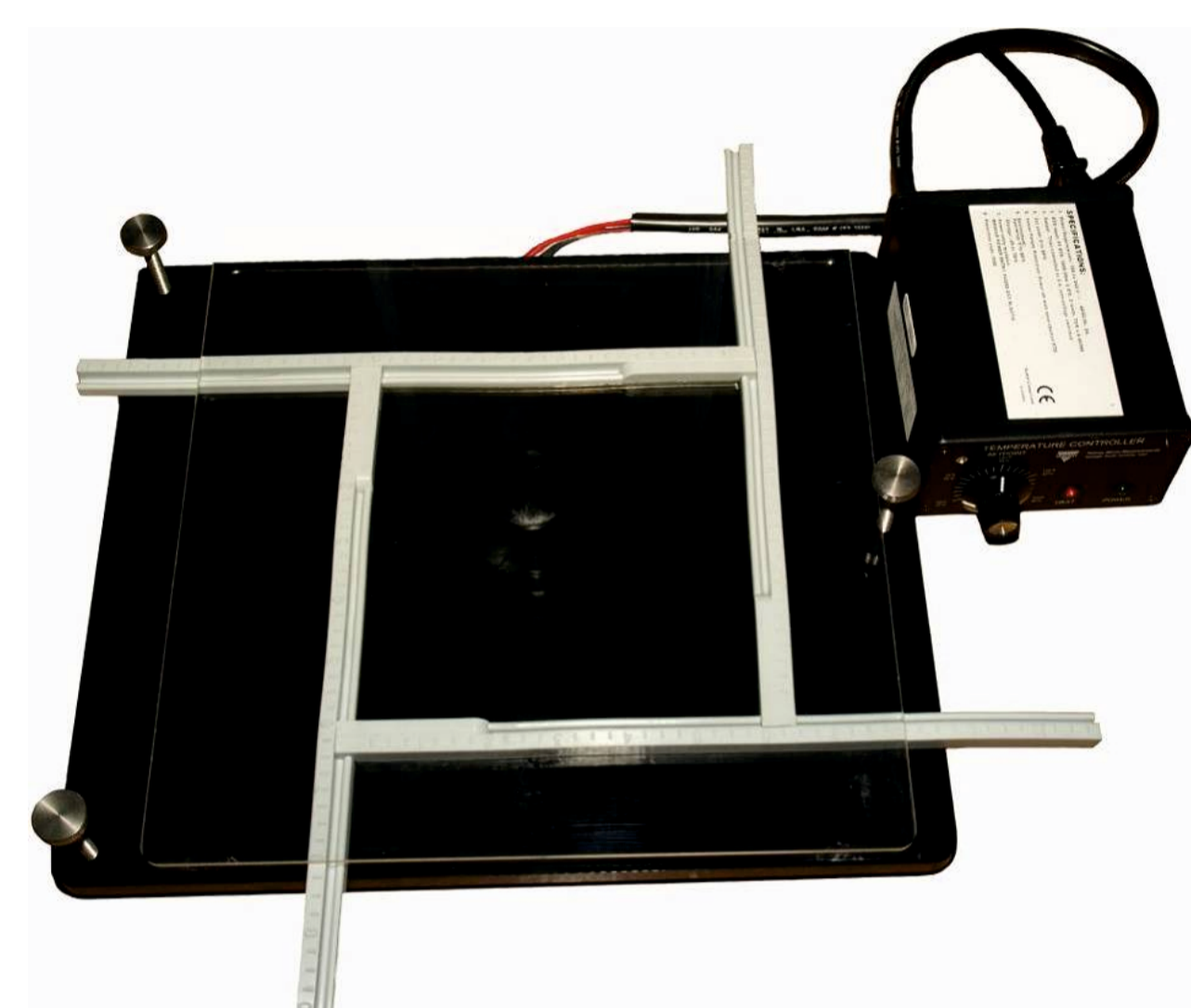
Plastic forming of magnesium alloys (precision forging, stamping, extrusion and the like)

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

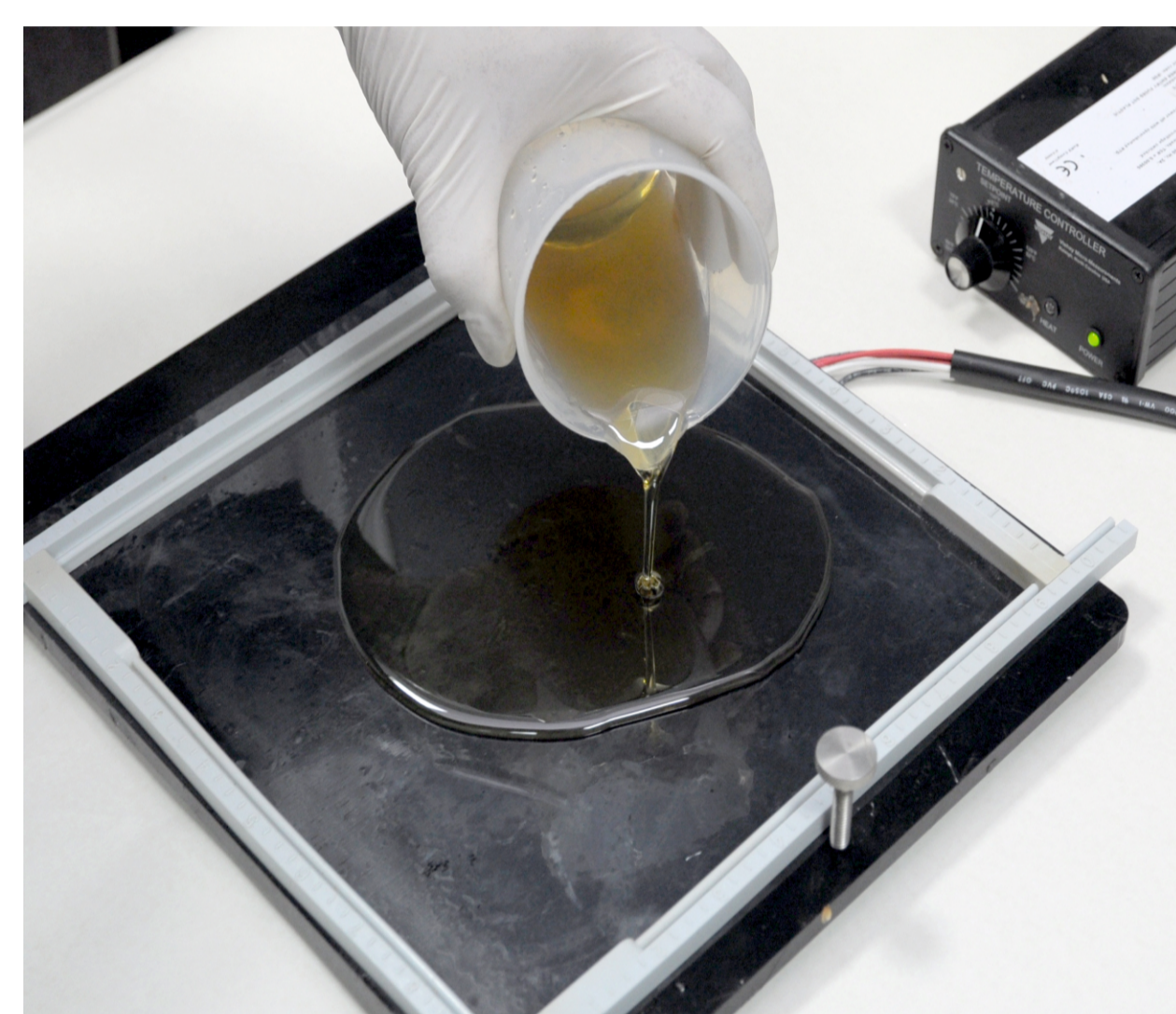
Wyniki badań
Results

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

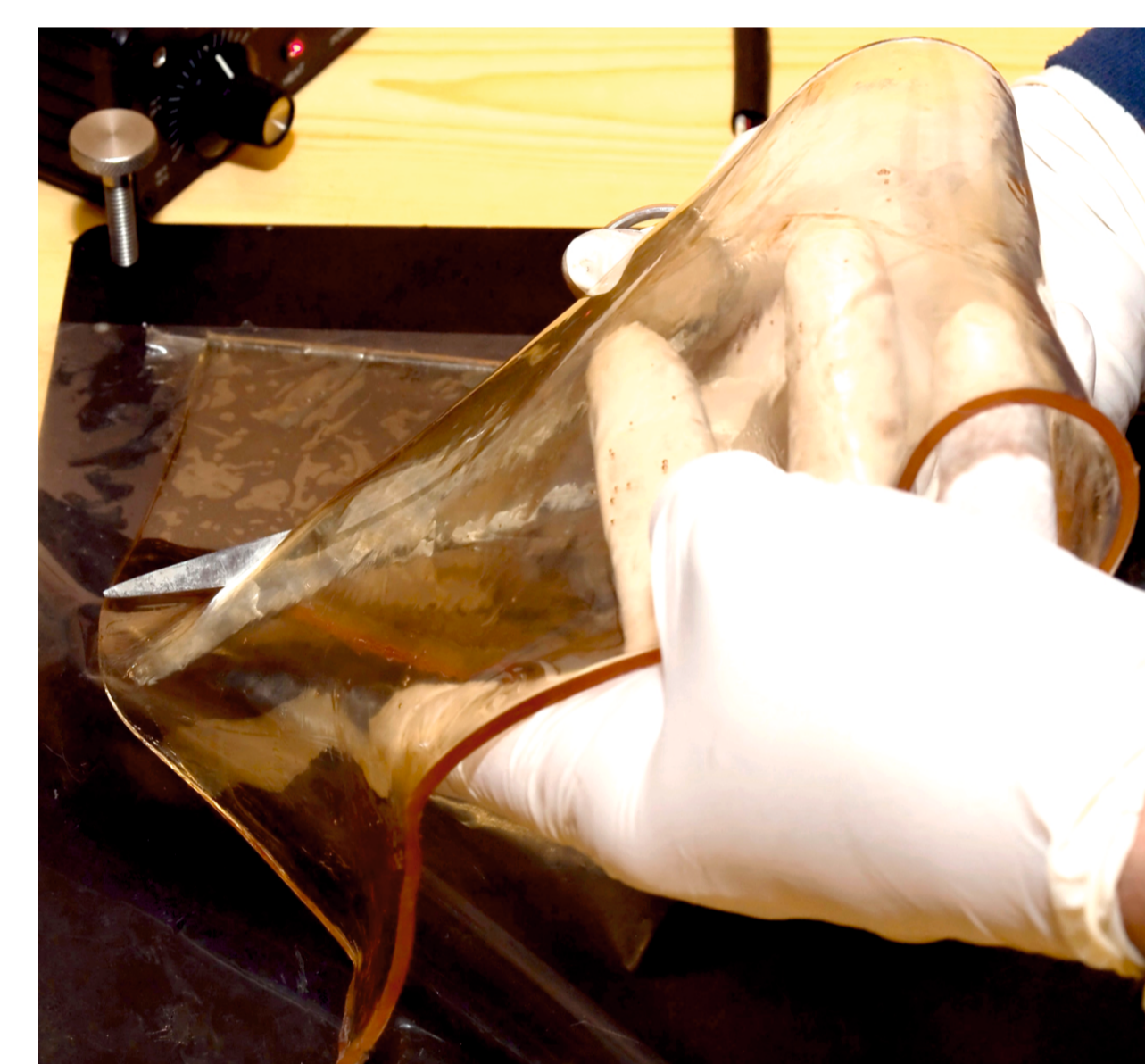
Do metod pozwalających na weryfikację rozkładów naprężeń w modelach przestrzennych zalicza się elastoptykę. Metoda ta opiera się na zjawisku dwójłomności wymuszonej, które występuje w niektórych materiałach przezroczystych pod działaniem obciążeń. Jedną z metod wykorzystywanych w badaniach elastoptycznych jest metoda światła odbitego, która umożliwia analizę poziomu wyężenia na powierzchni badanego modelu na podstawie rozkładu izochrom. W metodzie tej badany model musi być pokryty powłoką optycznie czynną. Do pokrycia piasty koła samolotu wykorzystano żywicę PL-1 firmy Vishay. Powłokę optycznie czynną wykonano z wykorzystaniem specjalnej płyty teflonowej. Następnie uformowano powłokę bezpośrednio na modelu piasty koła. Po okresie pełnej polimeryzacji powłokę przyklejono do piasty koła specjalnym klejem aluminiowym PC-1.



Rys. 1. Płyta teflonowa do wytwarzania powłok optycznie czynnych
Fig. 1. Teflon plate as a base for the fabrication of cast plastic



Rys. 2. Wylewanie powłoki optycznie czynnej
Fig. 2. Cast plastic pouring



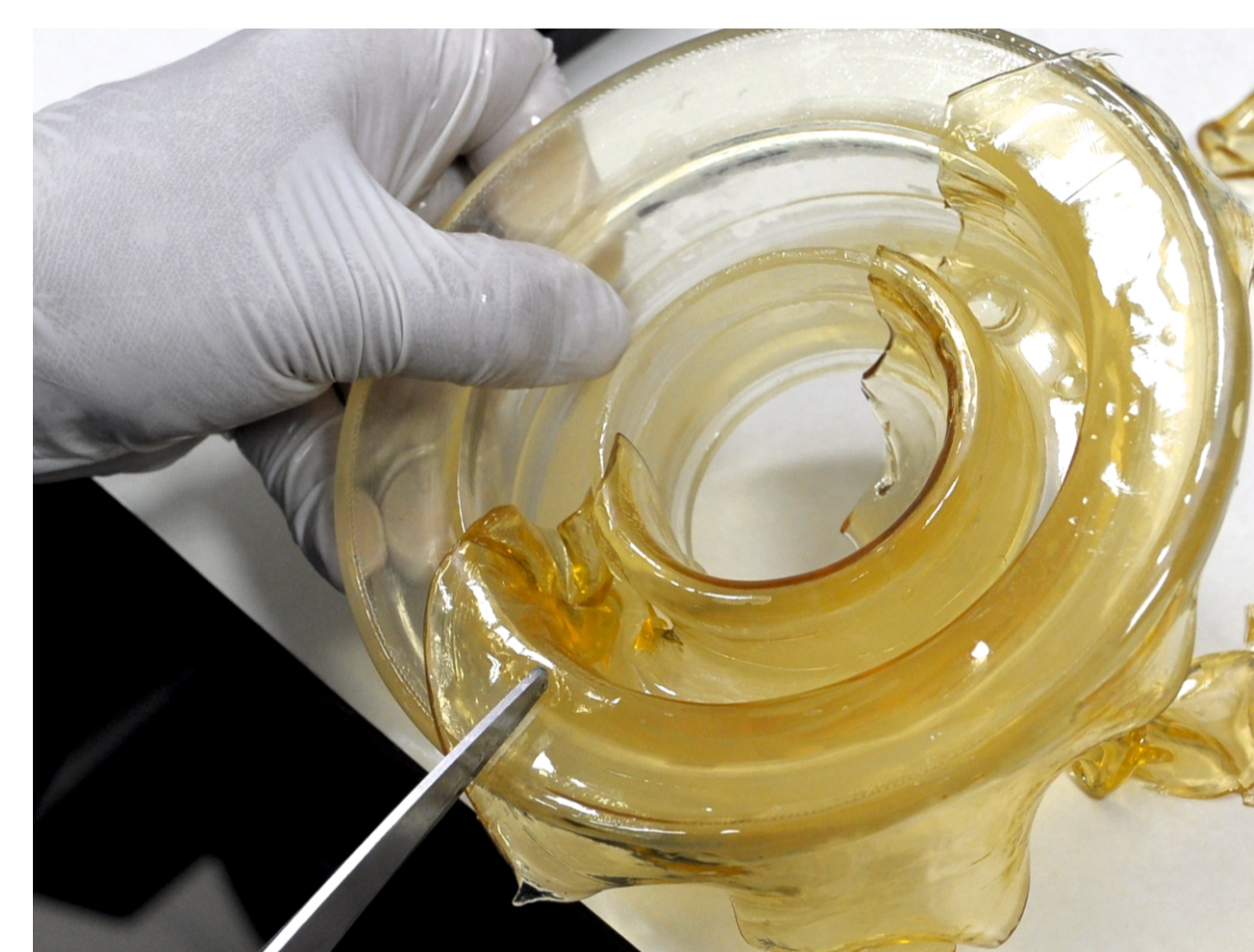
Rys. 3. Formowanie powłoki optycznie czynnej
Fig. 3. Cast plastic forming



Rys. 4. Model piasty koła samolotu
Fig. 4. Airplane wheel hub model



Rys. 5. Formowanie powłoki optycznie czynnej na piastce koła samolotu
Fig. 5. Forming of cast plastic on the airplane wheel hub model



Rys. 6. Formowanie powłoki optycznie czynnej na piastce koła samolotu
Fig. 6. Forming of cast plastic on the airplane wheel hub model



Rys. 7. Obróbka powłoki optycznie czynnej
Fig. 7. Machining of cast plastic



Rys. 8. Obróbka powłoki optycznie czynnej
Fig. 8. Machining of cast plastic



Rys. 9. Przyklejanie powłoki optycznie czynnej klejem aluminiowym PC-1 do piasty koła samolotu
Fig. 9. Bonding of cast plastic and the airplane wheel hub model with the use of aluminium glue PC-1



Rys. 10. Przyklejanie powłoki optycznie czynnej klejem aluminiowym PC-1 do piasty koła samolotu
Fig. 10. Bonding of cast plastic and the airplane wheel hub model with the use of aluminium glue PC-1

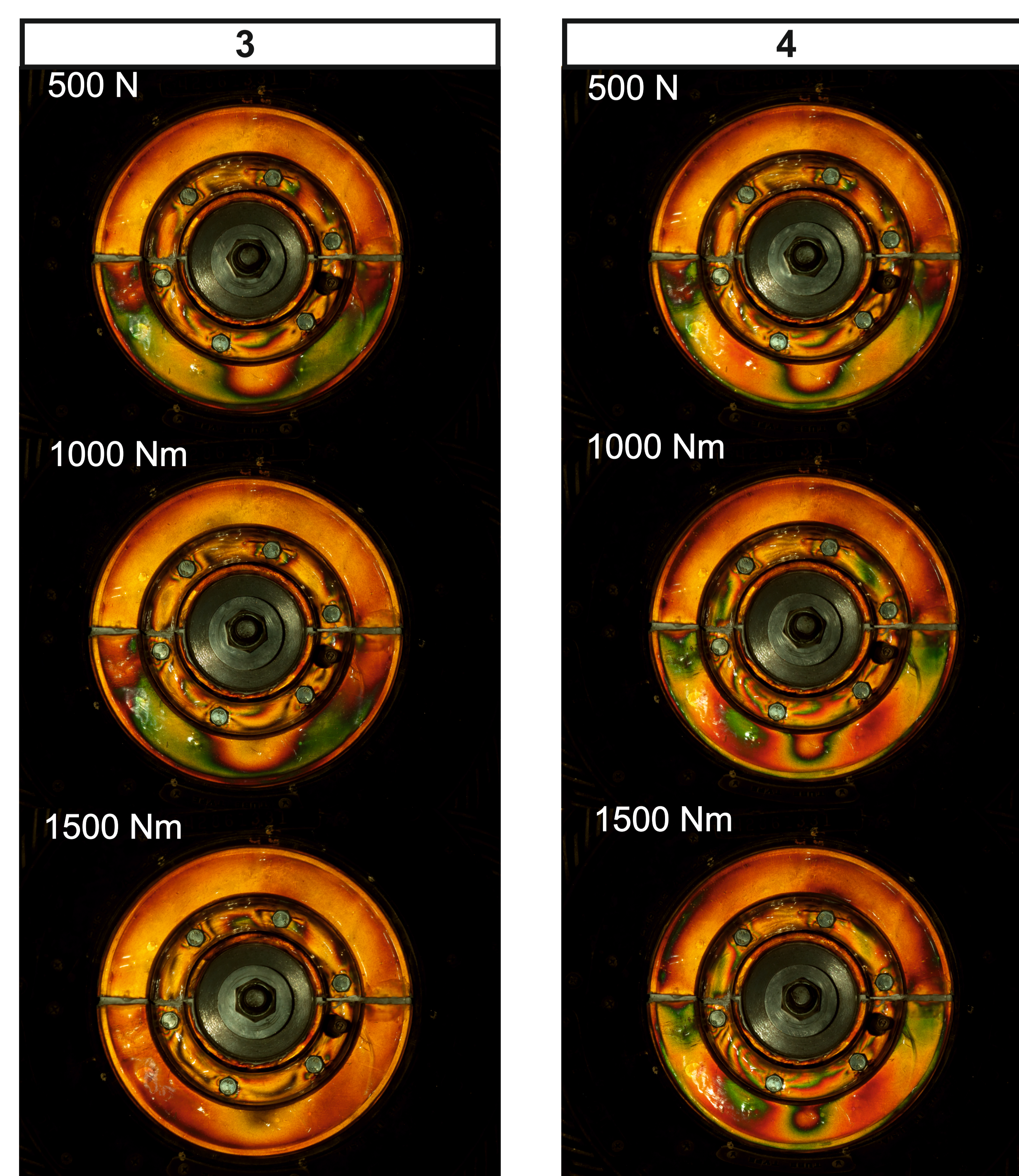
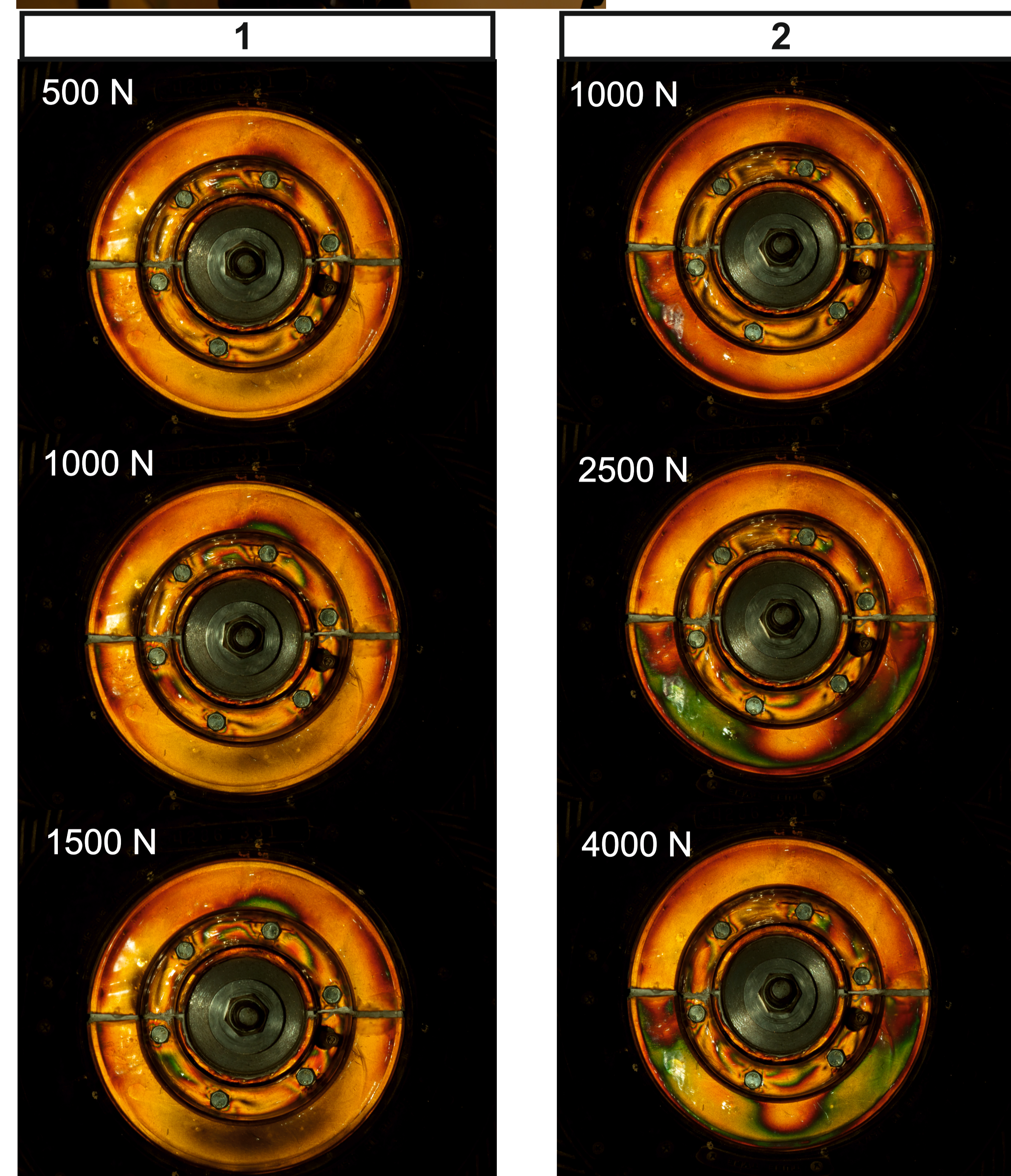
Wyniki badań
Results

Elastoptyczna analiza rozkładu naprężeń od siły bocznej i pionowej w piastce koła samolotu
Photoelastic analysis of stress distribution of the lateral and vertical strength in the airplane wheel hub

Piasta koła samolotu poddawana jest ściśle określonym badaniom wytrzymałościowym. Jedną z najistotniejszych prób jest sprawdzanie piasty na działanie siły bocznej i pionowej. Prototyp piasty do badań elastoptycznych wykonany techniką Jetting Systems i zaopatrzony w optycznie aktywne powłoki umieszczony został na stanowisku i poddany obciążeniu siłą boczną i pionową. Wyniki analizy rozkładu naprężeń zarejestrowane zostały z wykorzystaniem stanowiska z polaryskopem Vishay.



Rys. 11. Stanowisko do analizy rozkładu naprężeń w piastce koła samolotu - metoda światła odbitego
Fig. 11. Position to analyze the stress distribution of the in the aircraft wheel hub - the method of reflected light

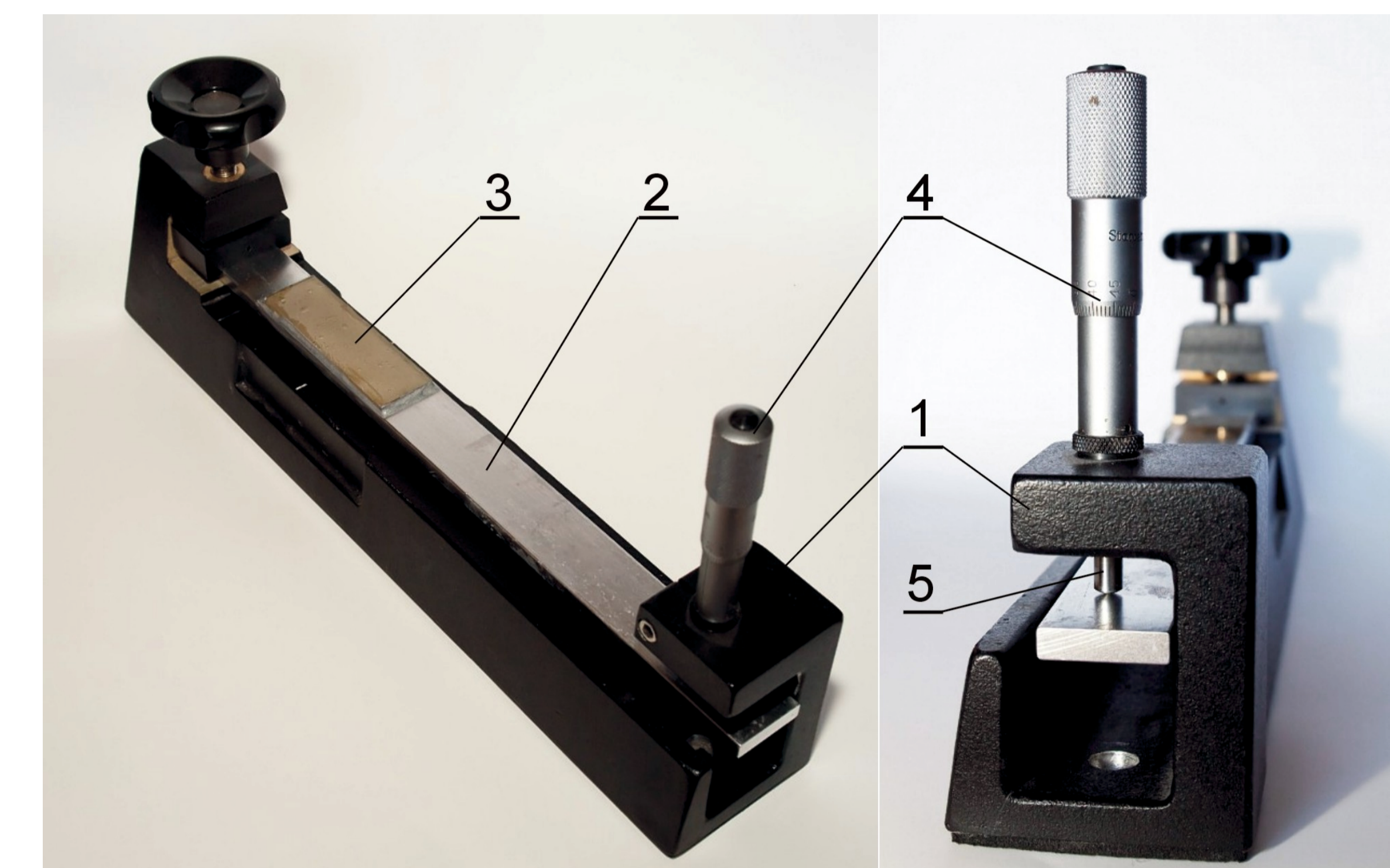


Rys. 12. Rozkład naprężeń w piastce koła samolotu - obciążenie: 1-siła pionowa, 2-siła boczna skierowaną do piasty, 3-siła pionowa 4000N i siła boczna skierowaną do piasty, 4-siła pionowa 4000N i siła boczna skierowaną od piasty
Fig. 12. Distribution of stress in examined airplane wheel hub model load: 1-vertical force, 2-lateral force, 3-vertical force 4000N and lateral force directed into to hub, 4-vertical force 4000N and lateral force directed from to hub

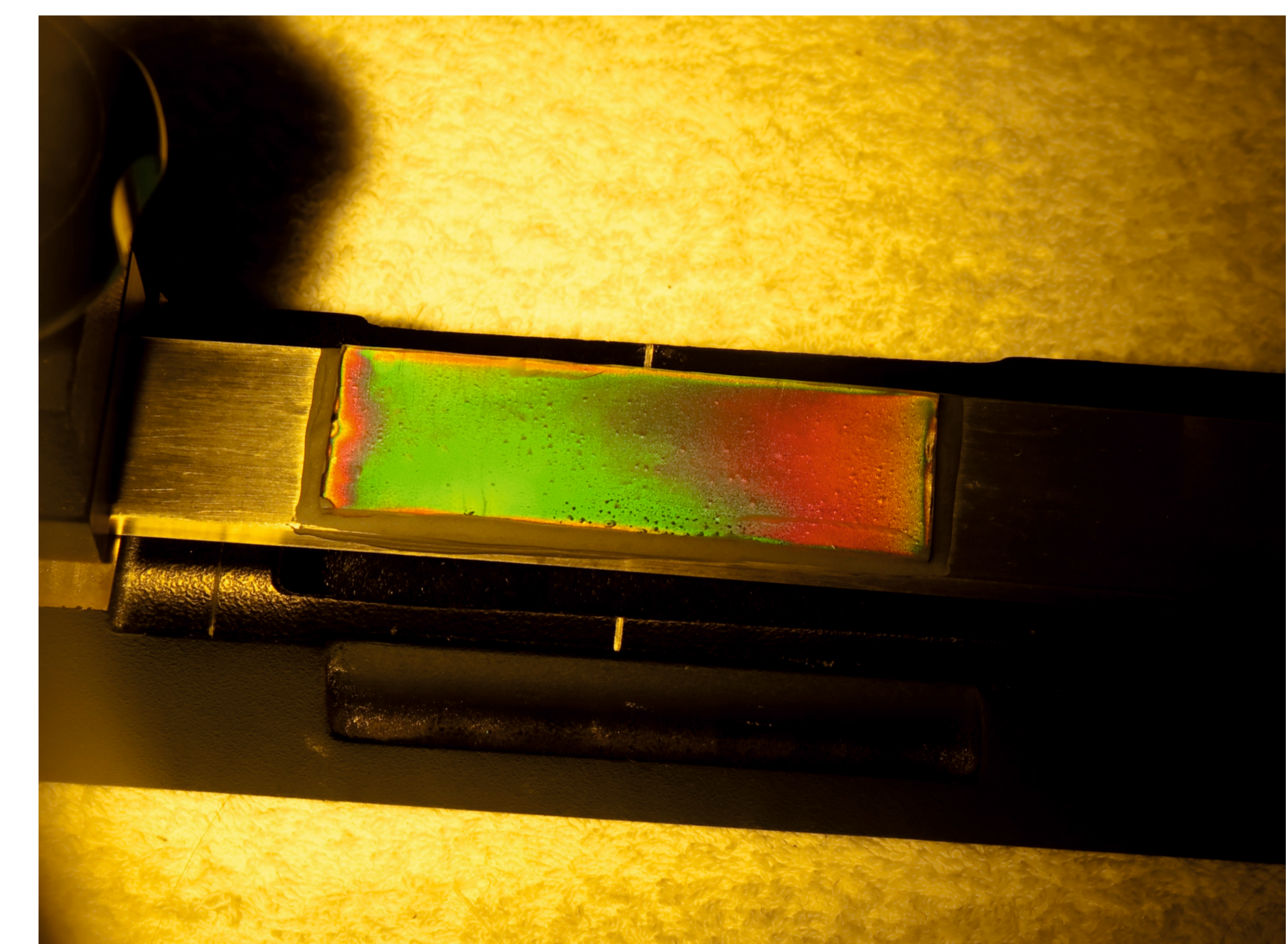
Wyniki badań
Results

Wyznaczenie elastoptycznej stałej odkształceniowej K
Determination of strain-optic coefficient K

W przeprowadzonym badaniu na światło odbite wykorzystana została znormalizowana powłoka optycznie czynna firmy Vishay PL-1, której najważniejsze parametry (K, E, v) są znane i przedstawione w dokumencie 11222 firmy Vishay. Wynika z nich, że dla żywicy PL-1 elastoptyczna stała odkształceniowa wynosi $K=0,100$. Jest to jednak wartość przybliżona, która nie uwzględnia takich parametrów jak rzeczywista grubość powłoki optycznie czynnej jak i grubość wykorzystanego kleju odbłaskowego. Przeprowadzono w związku z tym korektę wartości elastoptycznej stałej odkształceniowej na wycinku powłoki optycznie czynnej wykorzystanej do pokrycia piasty koła samolotu.



Rys. 13. Zestaw do wyznaczenia stałej K: 1- obudowa przyrządu do kalibracji, 2-belka pomiarowa, 3-powłoka optycznie czynna, 4-mikrometr pomiarowy, 5-trzpień obciążający
Fig. 13. Set of tools to determine a strain-optic coefficient K: 1- housing of calibration tool, 2- reference beam, 3- cast plastic, 4- micrometer gauge (caliper), 5- loading rod



Rys. 14. Przykładowy rozkład izochrom w badanej próbce powłoki optycznie czynnej
Fig. 14. Exemplary distribution of isochromatic fringes in examined object

Wnioski
Conclusions

1. Model JS (Jetting Systems) piasty koła samolotu pozwala na przeprowadzenie badań elastoptycznych 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. Na podstawie przeprowadzonej analizy obciążenia piasty koła lotniczego siłą boczną i pionową można wyciągnąć następujące wnioski:
a. siła boczna skierowana do piasty wywołuje naprężenia w centralnej górnej części kołnierza piasty - przypadek obciążenia 1,
b. działanie siły pionowej wywołuje największe naprężenia w dolnej części kołnierza piasty oraz na powierzchni mocowania (rząd izochrom $m=2$) - przypadek obciążenia 2,
c. zwiększenie siły bocznej skierowanej do piasty przy jednoczesnym obciążeniu siłą pionową (4000N) powoduje odciążenie piasty i obniżenie zaobserwowanych wartości rzędu izochromy - przypadek obciążenia 3,
d. zwiększenie siły bocznej skierowanej od piasty przy jednoczesnym obciążeniu siłą pionową (4000N) powoduje zwiększenie naprężeń w dolnym kołnierzu piasty jak i na powierzchni mocowania (rząd izochrom $m=4$) - przypadek obciążenia 4.

2. On the basis of the workload analysis airplane wheel hub strength of lateral and vertical following conclusions can be drawn:
a. lateral force to the hubs calls in the upper part of the hub flange stress-load case 1,
b. vertical force action calls the largest shear stress at the bottom of the hub flange and the mounting surface (isochroma $m = 2$)-load case 2,
c. increasing the lateral force to the hub, while the vertical force load (4000N) causes relief hub and lowering the observed values of isochromy-load case 3,
d. increasing the lateral forces from facing the hub while a load of vertical force (4000N) increases the tension in the lower hub flange and the mounting surface (isochroma $m = 4$)-load case 4.

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

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 Bernackek

Promotor: dr hab. inż. Romana Ewa Śliwa, Prof. PRZ

Status: w trakcie realizacji