

Techniki szybkiego prototypowania w procesie projektowania i wdrażania do produkcji elementów konstrukcji lotniczych

Streszczenie

Wykorzystanie technik szybkiego prototypowania (ang. *Rapid Prototyping* – RP) w przemyśle, w tym lotniczym, najczęściej ogranicza się do weryfikacji fizycznej nowych konstrukcji. Prezentowane w pracy wyniki badań obrazują znacznie szersze możliwości aplikacji systemów RP w procesy przemysłowe. Dokonano szczegółowej charakterystyki wybranych metod. Zwrócono szczególną uwagę na sposób opracowania danych numerycznych CAD/STL/RP. Przeprowadzono procesy RP dla wybranych elementów konstrukcji lotniczych. Prototypy poddano analizie dokładności wymiarowej oraz jakości powierzchni. Wskazano charakterystyczne dla danej techniki błędy odwzorowania modelu numerycznego i przyczyny powstawania błędów oraz opracowano metody ich eliminowania lub ograniczania. Pozyskana wiedza z zakresu poszczególnych technik RP umożliwia dobór danej metody w procesie projektowania i wdrażania do produkcji elementów konstrukcji lotniczych. Przeprowadzono szczegółowe badania właściwości materiałów modelowych. Pozyskane wyniki są niezbędne dla późniejszych badań modeli RP. Przedstawiono badania modelowe przeprowadzone w oparciu o prototypy piasty koła samolotu i dźwigni układu sterowania śmigłowca pozwalające na opracowanie późniejszych procesów przemysłowych, w tym procesu plastycznego kształtowania stopu magnezu. Wykonane techniką Jetting Systems – JS modele części lotniczych zaopatrzone w powłoki optycznie czynne, a następnie przeprowadzono elastooptyczną analizę rozkładu naprężeń metodą światła. Wykorzystując warunek podobieństwa modelowego określono wartości sił w układzie obciążenia dla materiału docelowego – lotniczego stopu magnezu. Wyznaczone obszary charakterystyczne powstających naprężeń dla danej części pozwalają na opracowanie i optymalizację procesu kucia stopów magnezu.

Przeprowadzono badania w zakresie techniki laserowego spieku proszku ze stopu tytanu w aspekcie możliwości wykorzystania metody DMLS (ang. *Direct Metal Laser Sintering*) w przemyśle lotniczym. Pozyskana w procesie badawczym wiedza – znajomość dokładności wymiarowej wytwarzanych części, jakości powierzchni modeli, własności materiału modelowego – pozwoli określić obszar wykorzystania metody DMLS w produkcji części lotniczych.

Badania zamieszczone w pracy przeprowadzono dla wybranych elementów konstrukcji lotniczych, jednak metodyka procesu badawczego oraz pozyskane w nim wyniki mogą być wykorzystane dla innych części maszyn i stanowią wkład w ogólną teorię szybkiego wytwarzania prototypów w projektowaniu i wdrażaniu do produkcji.

Badania realizowane w ramach Projektu "Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym", Nr POIG.01.01.02-00-015/08-00 w Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka (PO IG). Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

Rapid prototyping techniques in design and implementation of aircraft structures manufacturing process

Abstract

The use of Rapid Prototyping (RP) techniques in the industry, including aviation cluster, usually is confined to physical verification of new constructions. Presented research results illustrate much broader application capabilities of RP systems in industrial processes. In the research detailed characteristic of selected RP methods was performed. Special attention was paid to elaboration of CAD/STL/RP numerical data. Rapid prototyping processes were carried out for selected elements of aircraft structures. Prototypes were analysed in meaning of dimensional accuracy and surface quality. Numerical models characteristic mapping errors and causes of their occurrence were presented for each technique. Additionally, methods for elimination or limitation of these errors were developed and presented. Acquired knowledge of applied RP techniques allows selection of proper method in the design and implementation of aircraft structures manufacturing process.

In presented work a detailed study of model materials properties was conducted. Obtained results are necessary for future studies of RP models. Model studies were carried out based on the prototypes of aircraft wheel hub and helicopter control system lever allowing development of subsequent technological processes, including plastic forming process of magnesium alloys. Models with optically active coatings were manufactured using Jetting Systems (JS) technique, what was followed by photoelastic analysis of stress distribution using reflected light method. Using model similarity conditions load forces were defined in the target magnesium alloy material. Based on designated characteristic areas of resulting stress, forging process of magnesium alloys could be optimised.

Titanium alloy powder laser sintering studies were carried out in meaning of possibility to be used in DMLS method (Direct Metal Laser Sintering) in aviation industry. Knowledge acquired in the research process - dimensional accuracy of manufactured elements, models surface quality and material properties - will determine the method use possibilities in the production of aircraft elements.

The research presented in the work was carried out for selected elements of aircraft structures, but methodology of the research process and obtained results may be used for other machine parts and will be a contribution to general theory of rapid prototyping in design and implementation into production.

Financial support of Structural Funds in the Operational Programme - Innovative Economy (IE OP) financed from the European Regional Development Fund - Project "Modern material technologies in aerospace industry", Nr POIG.01.01.02-00-015/08-00 is gratefully acknowledged.