

Opracowanie i ocena współczynników korekcji podwyższających dokładność modeli badawczych wykonanych w postaci prymitywów geometrycznych dla addytywnej metody wytwarzania PolyJet

Development and evaluation of correction factors which increase the accuracy of models of research carried out in the form of geometric primitives for additive manufacturing methods PolyJet

TOMASZ DZIUBEK
BARTŁOMIEJ SOBOLEWSKI
MICHALINA FILIP *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.12.550

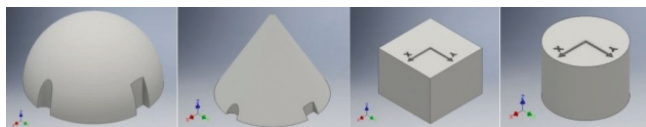
Artykuł przedstawia problematykę podwyższenia dokładności wytwarzania prototypów metodą PolyJet. W tym celu wykonano modele badawcze w postaci prymitywów geometrycznych oraz poddano je pomiarom kontrolnym. W kolejnym kroku przeprowadzono korekty geometrii, ponownie wytworzono modele i wykonano pomiary w celu weryfikacji poprawności przyjętych założeń.

SŁOWA KLUCZOWE: szybkie prototypowanie, PolyJet, CAD, pomiary optyczne, dokładność

The article presents the problem of increasing the accuracy of prototyping by PolyJet. To this aim a test models in the form of geometric primitives, and subjected to measurement control. In the next stage, carried out the correction of geometry, re-produced models and measurements in order to verify the correctness of the assumptions.

KEYWORDS: Rapid Prototyping, PolyJet, CAD, optical measurements, accuracy

W pracy przedstawiono problematykę związaną z możliwością podwyższenia dokładności wytwarzania modeli fizycznych z zastosowaniem metody PolyJet [1, 5]. W celu określenia wartości współczynników korekcji dla analizowanej metody wytwarzania przyrostowego opracowano modele badawcze w postaci brył podstawowych (rys. 1).



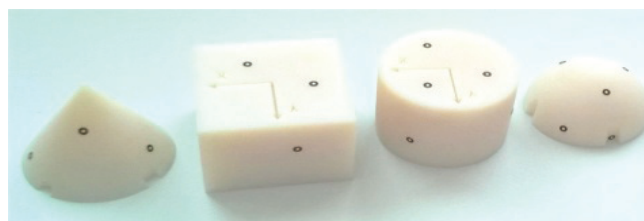
Rys. 1. Modele badawcze 3D-CAD

Wytworzone modele badawcze zostały poddane pomiarom przeprowadzonym z zastosowaniem optycznego systemu pomiarowego Atos II Triple Scan, na podstawie których zostały określone błędy geometrii dla pierwszej próby modeli testowych. Na podstawie zdefiniowanych wielkości odchyłek w środowisku oprogramowania CAD

przeprowadzono ponowny proces modelowania z uwzględnieniem założonych współczynników korekcji. Następnie na bazie wykonanych modyfikacji ponownie wytworzono modele badawcze, które zostały poddane powtórnym analizom wymiarowo-kształtowym.

Modele badawcze

Modele badawcze stanowią cztery podstawowe bryły geometryczne (rys. 2). Zaprezentowanie charakteru błędów odwzorowania występujących na elementach podstawowych miało ułatwić pracę przy tworzeniu modeli bardziej złożonych oraz pomóc w przewidywaniu pojawiających się deformacji [4, 6]. W celu jednoznacznego określenia obszarów występowania błędów geometrii na wszystkich modelach wykonano znaczniki geometryczne, określające kierunki poszczególnych osi. Dzięki temu możliwe było określenie stopnia deformacji w odniesieniu do położenia modeli badawczych na platformie roboczej podczas wydruków oraz procesu pomiarowego i analiz.

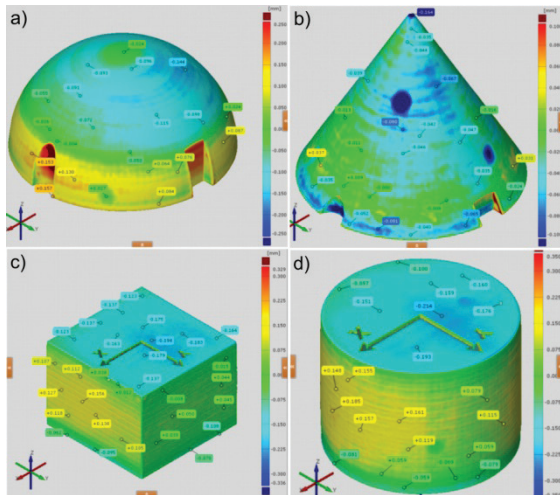


Rys. 2. Widok gotowych modeli przygotowanych do procesu pomiarowego prowadzonego z zastosowaniem optycznego skanera Atos II Triple Scan

Analiza dokładności modeli testowych

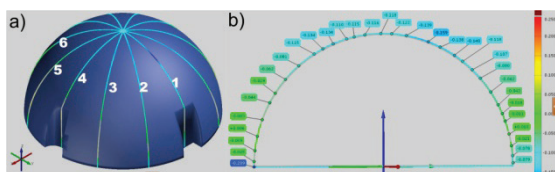
Proces kontroli dokładności przeprowadzono w oparciu o pomiary optyczne z zastosowaniem skanera Atos II Triple Scan [2, 3]. Wykonane globalne analizy geometrii wykazały dla poszczególnych modeli rozkład odchyłek pokazany na rys. 3. Na podstawie otrzymanych wyników można wnioskować, że badane modele mają tendencję do osiadania geometrii, a tym samym do pęcznienia w kierunkach równoległych do platformy roboczej urządzenia drukującego.

* Dr inż. Tomasz Dziubek (tdziubek@prz.edu.pl), dr inż. Bartłomiej Sobolewski (b_sobolewski@prz.edu.pl), mgr inż. Michalina Filip (michalinafilip92@gmail.com) – Politechnika Rzeszowska



Rys. 3. Globalna analiza geometrii modeli badawczych: a) połowy kuli, b) stożka, c) prostopadłościanu, d) walca

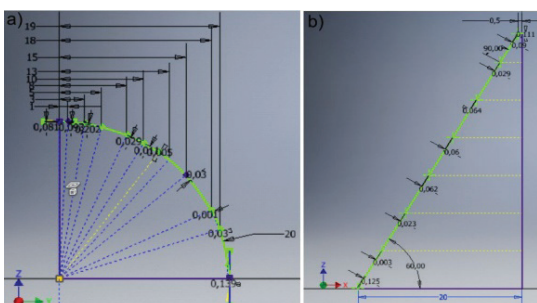
W celu ułatwienia procesu korekcji geometrii wykonano dla poszczególnych modeli przekroje inspekcyjne, które uzupełniono o wartości odchyłek w wybranych punktach inspekcyjnych (rys. 4), na podstawie których zdefiniowano geometrię modeli badawczych w procesie korekcji.



Rys. 4. Przykładowe przekroje inspekcyjne połowy kuli: a) rozmieszczenie, b) mapa odchyłek w płaszczyźnie nr 2

Proces korekcji geometrii oraz ponowny wydruk

Proces korekcji przeprowadzono w środowisku oprogramowania Autodesk Inventor. Polegał on na zmodyfikowaniu geometrii w kierunku normalnym do danych zarysów, przeciwnie do kierunku odchyłek, o wartość odchyłki z uwzględnieniem wartości współczynnika korekcji (rys. 5). Jako współczynnik korekcji przyjęto dla wszystkich modeli 80% wartości odchyłek w danych punktach. Wartość taką ustalono na podstawie wcześniej prowadzonych badań z tego zakresu [4]. W toku dalszych badań zweryfikowana została zasadność tego wyboru.

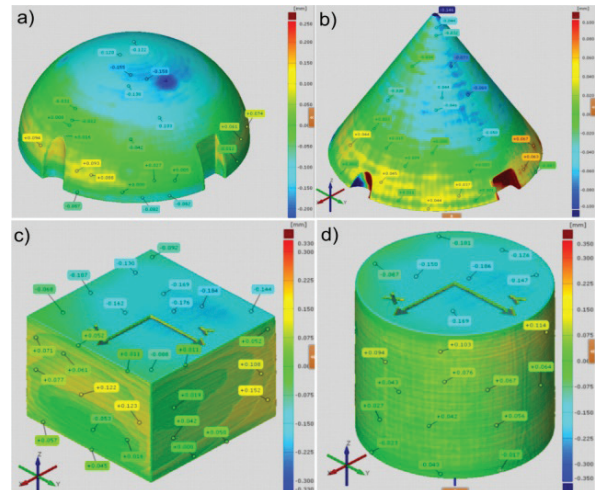


Rys. 4. Przykładowe skorygowane szkice modeli: a) kuli, b) stożka

Uzyskane w efekcie procesu modelowania geometrie posłużyły do wydruku grupy skorygowanych modeli testowych. Przebieg wytwarzania modeli skorygowanych został przeprowadzony w taki sposób, aby zachować położenie poszczególnych brył na platformie roboczej tożsame z pierwszym wydrukiem.

Analiza dokładności modeli testowych po korekcji

Modele fizyczne wykonane na podstawie skorygowanej geometrii 3D-CAD poddano ponownym pomiarom oraz wykonano dla nich takie same jak poprzednio analizy dokładności geometrii. Jak przedstawiono na rys. 6, wykonane modele charakteryzują się zmniejszeniem wartości odchyłek. Jednak w przypadku prostopadłościanu wprowadzone zmiany geometrii mimo zmniejszenia wartości odchyłek spowodowały powstanie uskoków na powierzchniach ścianek bocznych (rys. 6c).



Rys. 6. Globalna analiza geometrii modeli badawczych po korekcji: a) połowy kuli, b) stożka, c) prostopadłościanu, d) walca

Podsumowanie

Po przeprowadzeniu pomiarów oraz wykonaniu globalnych oraz szczegółowych analiz dokładności okazało się, że możliwe jest zwiększenie dokładności modeli wytwarzanych metodą PolyJet o ponad 50%. Zasadne jest zachowanie współczynnika korekcji na założonym poziomie, gdyż jego zwiększenie prawdopodobnie spowodowałoby wzrost niedokładności. Otrzymane wyniki badań dają podstawy oraz wskazówki do prowadzenia dalszych prac w zakresie możliwości zwiększania dokładności elementów wytwarzanych z zastosowaniem metod addytywnych. W tym celu konieczne jest określenie wpływu wielkości wytwarzanych modeli w odniesieniu do współczynników korekcji.

LITERATURA

- Budzik G. „Metody szybkiego prototypowania”. *Metale & Nowe Technologie*, styczeń–luty (2011): s. 78–80.
- Budzik G., Dziubek T. „Methodology of measurement aeronautical bevel gears utilizing an optical 3D scanner using white and blue light”. *Diagnostyka*. ISSN 1641-6414, e-ISSN 2449-5220. Vol. 16, No. 1 (2015): pp. 51–56.
- Budzik G. „Odwzorowanie powierzchni krzywoliniowej łopatek części gorącej silników lotniczych w procesie szybkiego prototypowania”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2009.
- Budzik G., Dziubek T., Kozik B., Sobolewski B. “Methodology of increasing accuracy of gear models manufactured using additive FDM method”. *Advances in Manufacturing Science and Technology*. Vol. 39, No. 4 (2015): pp. 37–52, [DOI: 10.2478/amst-2015-0021].
- Objet Eden 3D Printers”. www.stratasys.com.
- Rokicki P., Budzik G., Kubiak K., Bernaczek J., Dziubek T., Magniszewski M., Nowotnik A., Sieniawski J. „Rapid prototyping in manufacturing of core models of aircraft engine blades”. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology: An International Journal*. Vol. 86, No. 4 (2014): pp. 323–327 © Emerald Group Publishing Limited [ISSN 1748-8842] [DOI 10.1108/AEAT-10-2012-0192].