

I Krajowa Konferencja Naukowa
Szybkie prototypowanie
Modelowanie - Wytwarzanie - Pomiary
 Rzeszów - Pstrągowa, 16 - 18 września 2015



Organizatorzy:



CENTRUM NAUKOWO TECHNICZNE

KLASTER SZYBKIEGO PROTOTYPOWANIA
RAPIDROM

Zastosowanie metody Rapid Prototyping do wykonywania prototypowych obudów USB

Application Methods Rapid Prototyping for the Exercise of Cases Prototype USB

Andrzej TRYTEK
 Konrad KOWALSKI
 Mikołaj KORZENIOWSKI*

DOI:10.17814/mechanik.2015.12.585

Przedmiotem pracy jest opracowanie prototypowych obudów USB. Wykonano prototyp obudowy metodą FDM (Fused Deposition Modeling) i przetestowano sposób jego montażu. Dla testowania cech użytkowych a w szczególności oddziaływania cieplnego wykonano model woskowy metodą DLP (Digital Light Processing) a następnie wykonano odlew ze stopu aluminium (AlSi7Mg). Testy w warunkach rzeczywistych wykazały przydatność użytkową konstrukcji odlewów

SŁOWA KLUCZOWE: Rapid Prototyping, DLP, FDM, prototyp odlewu

The subject of the work is to develop a prototype USB cases. A prototype cases was made by FDM method (Fused Deposition Modeling) and tested method of its installation for testing the functional characteristics and in particular the thermal impact were made wax model using DLP (Digital Light Processing) and then made a aluminum casting (AlSi7Mg). Tests in real conditions has shown use fullness of castings.

KEYWORDS: Rapid Prototyping, DLP, FDM, prototype of casting:

1. Wprowadzenie

Wymogi, jakie są obecnie stawiane technikom wytwarzania wyrobów metalowych w procesie odlewania skupiają się na zwiększeniu jakości otrzymanych produktów przy jak najkrótszym czasie ich wykonania. Przed wprowadzeniem

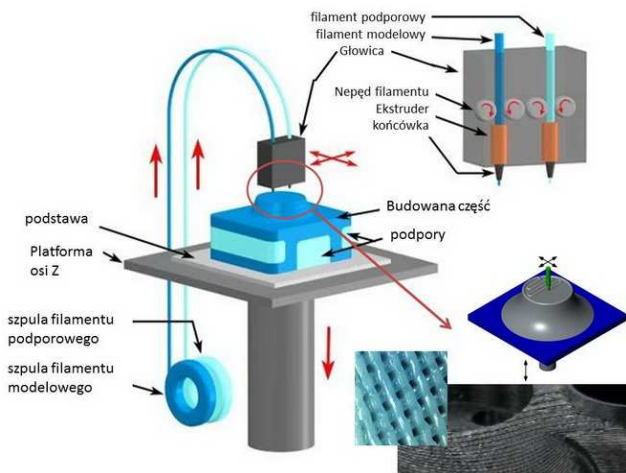
nowego wyrobu do produkcji należy sprawdzić poprawność rozwiązań konstrukcyjnych, ocenić jego ergonomiczność oraz cechy wizualne i użytkowe. W tym celu należy wykonać prototyp, który pozwoli wyeliminować wszelkie błędy i nanieść poprawki jeszcze w fazie projektowania. Tradycyjne wykonanie takich modeli wiąże się z długim czasem wykonania oraz dużymi kosztami. Zastosowanie technik szybkiego prototypowania (Rapid Prototyping – RP) umożliwia sprostaniu powyższym wymogom. Metody te umożliwiają szybkie i precyzyjne wykonanie detali. Wydruki wykonane w tej technologii wykonane są z polimerów i charakteryzują się dużą wytrzymałością mechaniczną oraz dobrym odwzorowaniem geometrii przez co dobrze nadają się jako modele odlewnicze wykorzystywane do tworzenia form jednorazowych (metoda wytapianych modeli) [1-9].

2. Metoda FDM

Technologia FDM (ang. Fused Deposition Modeling) polega na warstwowym osadzaniu topionego materiału przez głowicę rozgrzaną do odpowiedniej temperatury na stole roboczym maszyny drukującej (rys. 1). Głowica drukująca dostarcza wymaganą ilość ciepła potrzebną do stopienia materiału, dodatkowo element ten wyposażony jest w ekstruder, który odpowiedzialny jest za włączanie materiału z odpowiednią prędkością do głowicy. Prędkość włączania materiału jest uzależniona od prędkości drukowania i powinna być tak ustalona, aby dozowała odpowiednią porcję materiału. Materiał powinien stygnąć od razu po wypłynięciu z dyszy i nałożeniu go na stole roboczym. W zależności od stosowanych materiałów niektóre maszyny drukujące wymagają podgrzewania stołu roboczego i zastosowania zamkniętej komory roboczej w celu osiągnięcia najlepszych parametrów druku. Dysza drukująca przemieszcza się w przestrzeni roboczej maszyny w celu nałożenia warstw na stole roboczym, zgodnie z zadana geometrią. W metodzie osadzania topionego materiału stosuje się: wosk, ABS

* Dr hab. inż. Andrzej Trytek, prof. PRz, mgr inż. Konrad Kowalski, mgr inż. Mikołaj Korzeniowski

(akrylonitrylobutadienostyren) i poliwęglany, przy czym ilość materiałów używanych stale rośnie [7,10].



Rys. 1. Idea technologii FDM [10]

Modele wykonane metodą FDM znajdują zastosowanie jako: prototypy części AGD/RTV, modele produktów medycznych (modele ortodontyczne, wkładki do aparatów słuchowych, modele anatomiczne), wyroby artystyczne, nietypowe narzędzia i oprzyrządowanie, części inżynierskie do maszyn i pojazdów, modele odlewnicze. Elementy te charakteryzują się wysoką wytrzymałością mechaniczną a gama materiałów termoplastycznych i inżynierskich oferuje bogaty wybór. Metoda ta mimo wielu zalet posiada pewne ograniczenia i wady. Proces drukowania jest stosunkowo długi a otrzymywany model posiada widoczne warstwy. Przy stosowaniu podpór, kłopotliwe jest ich odłamywanie z częściowo zamkniętych przestrzeni a w przypadku stosowania podpór rozpuszczalnych, długi czas rozpuszczania (do kilku godzin). Właściwości mechaniczne materiału zależą od geometrii budowanych elementów względem kierunku nakładanych warstw tworzywa. Przykładowe wydruki w technologii FDM zaprezentowano na rysunek 2[7].



Rys. 2. Przykładowe prototypy wykonane metodą FDM [11]

3. Metodyka pracy

■ Projektowanie bryły 3D

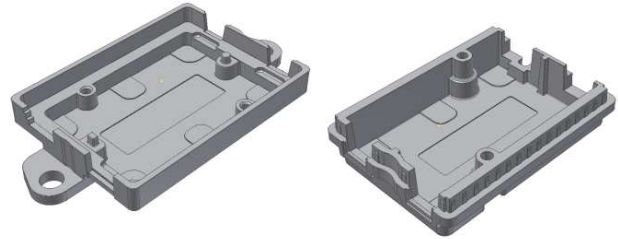
Model 3D CAD elementu obudowy USB HUB wykonano w programie Autodesk. Obudowa składa się z dwóch oddzielnych części, górnej i dolnej pokrywy z przelotowymi otworami umożliwiającymi montaż obudowy. Zaprojektowane elementy zaprezentowano na rysunku 3.

■ Wykonanie prototypu metodą FDM

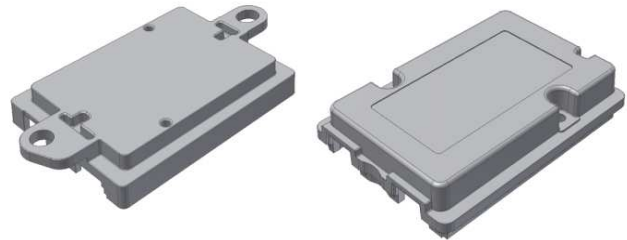
Wygenerowany model STL zaimportowano do maszyny roboczej i wygenerowano ścieżkę dla głowicy drukującej. Następnie zorientowano model na platformie drukującej oraz dobrano parametry procesu. Głównym parametrem

sterującym i wpływającym na jakość oraz czas wydruku jest grubość warstwy która w tym przypadku wynosiła 0,2 mm. Kolejnym istotnym parametrem jest grubość dolnej i górnej ściany modelu, w dużej mierze parametr ten wpływa na jakość powierzchni oraz czas wydruku.

a)

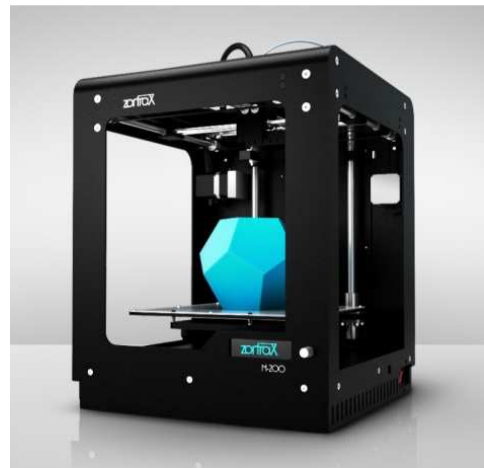


b)



Rys. 3. Obudowa USB; a) pokrywa dolna i górna widok wnętrza, b) pokrywa dolna i górna widok zewnętrzny

W celu zwiększenia wytrzymałości prototypu oraz zapewnienia podpór ścianom górnym ustalono wypełnienie. Część parametrów jest uzależniona od wyposażenia drukarki (średnica filamentu, prędkość drukowania, grubość ścian). W przypadku realizacji pracy wykorzystano program Cura wersji 13.06.04. Zapisany program przesłano do maszyny drukującej Zortrax M200 (rys. 4) a wydrukowany prototyp przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 4. Drukarka Zortrax M200 pracująca w technologii FDM [10]

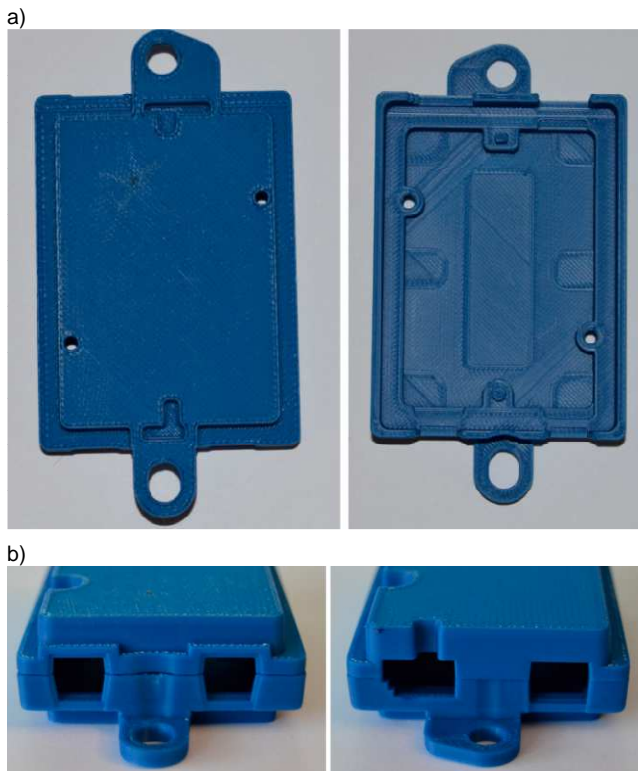
Wykonany prototyp obudowy USB spełnił oczekiwania konstrukcyjne i montażowe oczekiwane przez konstruktora i przewidziane w założeniach użytkowych. Jednakże zastosowanie tworzywa nie spełniło wymagań dotyczących cech użytkowych a w szczególności odporności na oddziaływanie cieplne. Stąd też podjęto próbę wykonania odlewu prototypowego ze stopu aluminium.

W celu wykonania odlewu prototypowego wykonano model woskowy z wykorzystaniem metody DLP.

■ Wykonanie prototypu metodą DLP

W celu wykonania odlewniczego modelu woskowego metodą DLP posłużono się drukarką przestrzenną B9 Creator pracującą w technologii DLP. Wybór ten uzasadniono bar-

do dobrą jakością powierzchni (lepszej niż w technologii FDM) oraz możliwością wykorzystania modelu w celu wykonania prototypu metalowego metodą odlewania precyzyjnego. Drukarkę, na której wykonano prototyp obudowy zaprezentowano na rysunku 6.



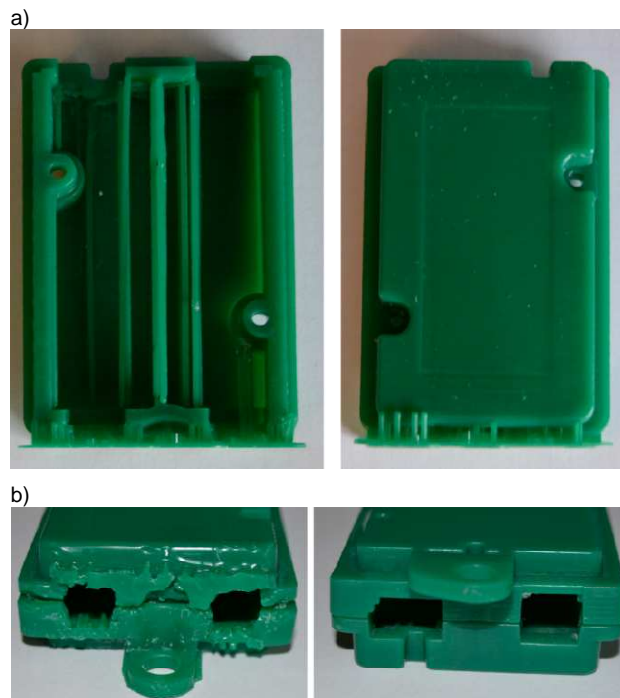
Rys. 5. Prototyp obudowy wykonany w technologii FDM: a) pokrywa dolna, b) obudowa złożona



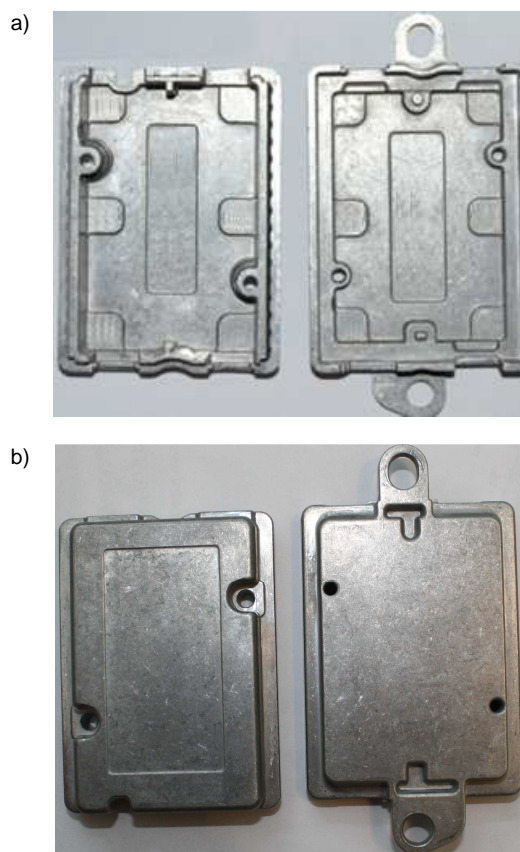
Rys. 6. Drukarka B9 Creator drukująca w technologii DLP [10]

Przed przystąpieniem do procesu drukowania przygotowano model w formacie STL, ustalono płaszczyznę podstawy i wygenerowano słupy podporowe. Podczas drukowania w technologii DLP występuje zjawisko skurczu, dlatego płaszczyznę podstawy ustalono na krótszej bocznej ścianie obudowy. Podejście takie zminimalizowało ryzyko odklejenia się modelu od platformy roboczej. Model wykonano z materiału woskowego a po wydruku usunięto podpory, poddano kąpeli chemicznej a następnie utwardzono w świetle UV w celu całkowitej polimeryzacji. Otrzymane wydruki zaprezentowano na rysunku 7. Gotowy model zaczyszczono w obszarach przylegania podpór, odtuszczone i naniesiono masę ceramiczną zgodnie z technologią wykonywania form

ceramicznych skorupowych dla modeli woskowych. Utwardzoną formę ceramiczną wstawiono do pieca (autoklawu), w którym wytopiono wosk a powstałą formę skorupową wyżarzono. Po wygrzaniu formę zalano ciekłym stopem aluminium (AlSi7Mg) o temperaturze 750 °C. Po zakrzepnięciu i ostygnięciu odlewy wybito z formy, odcięto układ wlewowy i zaczyszczono. Na rysunku 8 przedstawiono gotowy prototyp obudowy USB wykonany metodą odlewania.



Rys. 7. Model pokrywy górnej (a) oraz złożone elementy obudowy (b) wykonane metodą DLP



Rys. 8. Prototyp obudowy USB wykonany metodą odlewania: a) widok wewnętrznej strony, b) widok zewnętrznej strony

4. Podsumowanie

Wykorzystanie metod szybkiego prototypowania w procesie projektowania znacznie przyspiesza pracę i umożliwia efektywniejsze modelowanie.

Wydruk wykonany w technologii FDM bardzo dobrze odwzorował zaprojektowane obudowy USB. Prototypy wykonane w tej technologii określają funkcjonalność i cechy użytkowe. Jednakże są one nieodporne na oddziaływanie ciepła.

Dzięki zastosowaniu metody DLP uzyskano modele woskowe a następnie odlewy ze stopu AlSi7Mg wykonane metodą traconego wosku. Uzyskano bardzo dobrą jakość powierzchni odlewu.

Literatura

1. Perzyk M. i inni: *Odlewnictwo*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000, str. 353-364
2. Gregoraszcuk M.: *Maszynoznawstwo odlewnicze*, Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2002, str. 333-341
3. Ocoś E.K.: Rosnące znacznie Rapid Manufacturing w przyrostowym kształtowaniu wyrobów. *Mechanik* 4/2008, str. 241-257
4. Micielica M.: Techniki szybkiego prototypowania – rapidprototyping. *Przegląd Mechaniczny, Zeszyt 2/2010*, str. 39-45
5. Budzik G.: Metody szybkiego prototypowania. *Metale & Nowe Technologie*, styczeń-luty 2011, str. 78-80
6. Budzik G.: Szybkie prototypowanie modeli odlewniczych dla odlewania precyzyjnego. *Metale & Nowe Technologie*, wrzesień-październik 2011, str. 122-124
7. Budzik G.: Synteza i analiza metod projektowania i wytwarzania prototypów elementów o skomplikowanych kształtach na przykładzie wirników turbosprężarek. *Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej*, Rzeszów 2007
8. Dobosz ST. M.: Wirtualizacja wytwarzania modeli odlewniczych. *archiwum odlewnictwa rok 2005, rocznik 5, nr 17*, str. 69-74
9. Budzik G. i inni: Wykorzystanie technologii rapidprototyping w odlewnictwie precyzyjnym. *archiwum odlewnictwa rok 2006, rocznik 6, nr 18*, str. 207-212
10. www.przyrostowo.pl
11. Mager A., Moryson G.: Zastosowanie technik rapidprototyping do wytwarzania wyrobów metalowych, *Postęp Nauki i Techniki*, 2011, str. 174-182