

ZASTOWOWANIE TRÓJWYMIAROWEGO DRUKU DO WYKONYWANIA PROTOTYPÓW ZĘBATYCH

Grzegorz BUDZIK¹

Mariusz CYGNAR²

Aleksander BANAŚ³

STRESZCZENIE

W artykule przedstawione są możliwości szybkiego wytwarzania prototypów kół zębatach z wykorzystaniem trójwymiarowego druku (3DP). W ramach prowadzonych badań wykonana została para walcowych kół zębatach o zębach prostych w celu badań trzeciego stopnia przekładni maszyny do mielenia mięsa. Opisany został proces technologiczny przygotowania danych programowych oraz wykonania prototypu fizycznego metodą 3DP.

1. WPROWADZENIE

Prototypy kół zębatach szczególnie dla przekładni wyrobów stosowanych w sprzęcie AGD można wykonywać za pomocą technik szybkiego prototypowania (Rapid Prototyping – RP). Techniki szybkiego prototypowania pozwalają na szybkie wykonanie prototypów par kół zębatach w różnych konfiguracjach np. podczas jednego procesu wytwarzania na platformie roboczej urządzenia RP można jednocześnie wykonywać wersje kół o innych modułach i liczbie zębów [1, 2]. Pozwala to na znaczne przyspieszenie procesu otrzymania prototypu oraz przejścia do badań stanowiskowych i eksploatacyjnych w tym badań trwałościowych lub śladu styku współpracujących kół [4, 5].

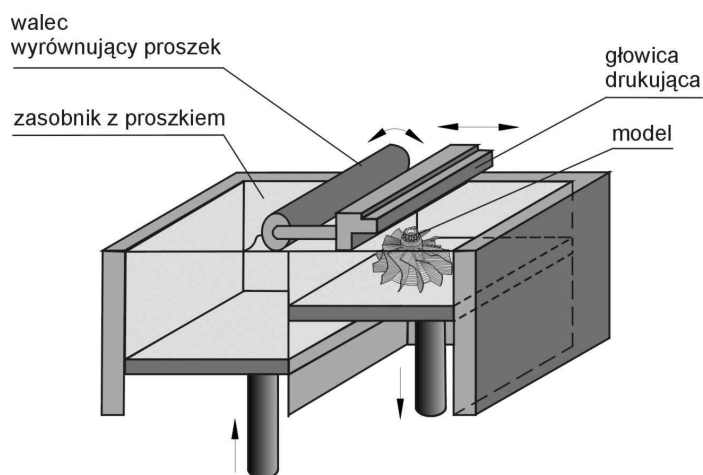
¹ dr inż. Grzegorz Budzik - Katedra Konstrukcji Maszyn, Politechnika Rzeszowska

² dr inż. Mariusz Cygnar - Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nowym Sączu

³ Aleksander Banaś - Politechnika Rzeszowska, WBMiL, V MDMP

2. TECHNIKA TRÓJWYMIAROWEGO DRUKU

Trójwymiarowy druk należy do grupy technik szybkiego prototypowania, w których otrzymywanie prototypu fizycznego wykonywane jest na podstawie modelu CAD. Wytwarzanie prototypów za pomocą trójwymiarowego druku polega na warstwowym łączeniu sproszkowanego materiału przy pomocy spoiwa, nanoszonego przez głowicę drukującą [7]. Przed rozpoczęciem procesu drukowania należy przygotować platformę roboczą oraz zasobnik poprzez uzupełnienie i wypoziomowanie proszku. Drukowanie rozpoczyna się naniesieniem warstwy proszku ze zbiornika uzupełniającego. Zmierzona ilość proszku jest dozowana za pomocą układu przesuwającego tłok w cylindrze urządzenia, a następnie rozprowadzana przy pomocy walca na powierzchni platformy roboczej. Na przygotowaną warstwę proszku jest nanoszone spoiwo, zgodnie z założonym przekrojem poprzecznym bryły. Spoiwo wiąże sproszkowany materiał i w ten sposób powstaje warstwa modelu, po czym platforma robocza obniża się o grubość warstwy (0,1mm lub 0,089 – dla urządzenia Z510), cykl jest powtarzany do zbudowania całego modelu [7, 8, 9].



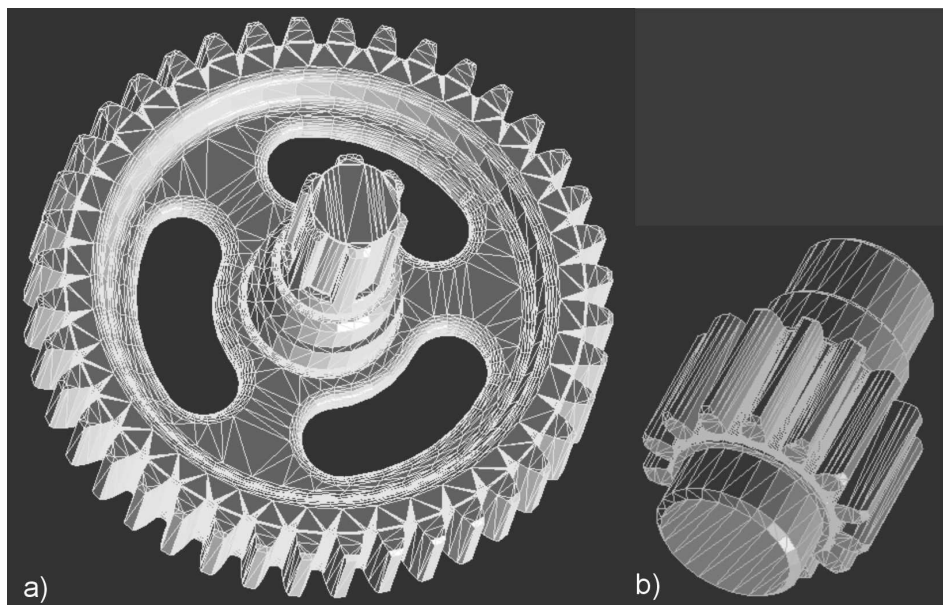
Rys. 1. Schemat budowy modelu metodą 3DP

2. PRZYGOTOWANIE DANYCH – MODEL CAD/STL

Model CAD jest podstawą do wykonania prototypu za pomocą trójwymiarowego druku. W przypadku kół podstawowym zagadnieniem procesu modelowania jest wykonanie zarysu zębów. Istnieje wiele metod modelowania zarysów zębów (m.in. analityczne i geometryczne), stanowi to odrębne zagadnienie i nie jest szerzej przedstawiane w tym artykule. Należy jednakże wspomnieć

mniej, iż systemy CAD pozwalają na zamodelowanie różnorodnych kół, oraz na różnorodne ich modyfikacje, także takie, które są trudne lub wręcz niemożliwe do uzyskania technologicznie metodami obróbki kształtowej i obwiedniowej [4, 5, 6].

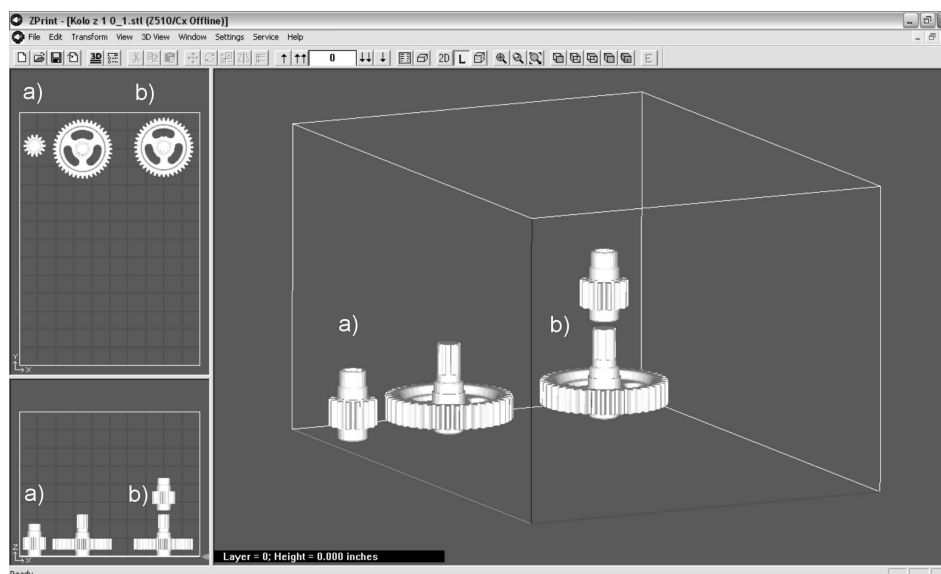
Model CAD przekształcany jest do pośredniego formatu STL, w którym powierzchnie brył opisywane są za pomocą płaskich, trójkątnych powierzchni [3]. Format STL jest uniwersalnym sposobem zapisu danych w większości systemów szybkiego prototypowania. Możliwe jest sterowanie rozdzielczością pliku STL, a w ten sposób uzyskanie założonej dokładności odwzorowania modelu CAD. Rysunek 2 przedstawia modele STL pary kół zębatach o zębach prostych z zarysem ewolwentowym.



Rys. 2. Modele STL kół przekładni zębatach: a) koło duże, b) koło małe

3. WYKONANIE PROTOTYPU FIZYCZNEGO

Wykonanie modelu fizycznego za pomocą urządzenia Z510 Spectrum należy rozpocząć przez uruchomienie oprogramowania ZPrint przeznaczonego do tego urządzenia. Program Sprint posiada wirtualną przestrzeń roboczą o wymiarach przestrzeni urządzenia drukującego. W przestrzeni tej znajduje się platforma robocza na której należy rozpoczynać rozmieszczanie modeli. W urządzeniach typu Z510 możliwe jest układanie modeli w pozycji poziomej (model obok modelu rys. 3a) oraz pozycji pionowej (model nad modelem rys. 3b).

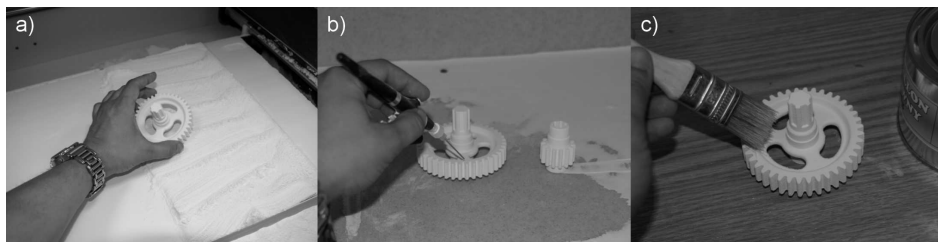


Rys. 3. Rozmieszczenie modeli w przestrzeni programu ZPrint: a) poziome, b) pionowe

Podczas rozmieszczania modeli należy pamiętać, że ustawienie w pozycji poziomej jest optymalne ze względu na czas drukowania, dlatego jeżeli istnieje możliwość wypełnienia platformy roboczej powinno się dążyć do maksymalnego wykorzystania jej powierzchni.

Oprogramowanie ZPrint umożliwia wykonywanie skalowania, przemieszczania modeli w przestrzeni roboczej oraz naprawę drobnych błędów formatu STL. Po ustaleniu ostatecznej wersji platformy roboczej można uruchomić proces drukowania. Na tym etapie musi być włączone połączenie pomiędzy komputerem sterującym a urządzeniem drukującym (pozycja *on line* przełącznika). Program ZPrint dzieli na warstwy model STL w zależności od zadanej grubości (0,1 mm lub 0,089mm). Następnie dane w postaci warstwowej przesyłane są do urządzenia. Podczas drukowania na ekranie komputera sterującego wyświetlany jest widok aktualnie drukowanej warstwy oraz informacja dotyczące czasu wykonania modelu. Na wyświetlaczu drukarki wyświetlany jest numer wykonywanej warstwy oraz całkowita liczba warstw do wykonania.

Model można wyciągać z przestrzeni roboczej po odczekaniu co najmniej godziny od zakończenia procesu drukowania. Proces wyciągania modelu z komory roboczej wymaga dużej precyzji i delikatności ze względu na niską wytrzymałość wydrukowanych modeli (rys. 4a). Zasadnicza wytrzymałość modeli nadawana jest w procesie infiltracji modelu.



Rys. 4. Obróbka końcowa modeli 3DP: a) wyjęcie z maszyny, b) oczyszczenie, c) infiltracja

Przed infiltracją należy modele oczyścić sprężonym powietrzem w komorze wyposażonej w wyciąg proszku (rys. 4b). Czyszczenie modelu sprężonym powietrzem również wymaga precyzji i delikatności. Oczyszczony model w zależności od potrzeb można infiltrować różnymi substancjami m.in. cyjanoakrylem, żywicą epoksydową lub woskiem. Infiltracja może być wykonywana poprzez natrysk czynnika, poprzez zanurzenia modelu w czynniku infiltrującym lub przez naniesienie za pomocą pędzla (rys. 4c).

PODSUMOWANIE

Trójwymiarowy druk pozwala na szybkie wykonywanie prototypów elementów o skomplikowanych kształtach jakimi są koła zębate. W procesie wytwarzania prototypów metodą 3DP właściwości wytrzymałościowe prototypów można zmieniać przez zastosowanie różnych preparatów do impregnacji modeli (np. cyjanoakryl, żywica epoksydowa), jednak prototypy wykonane tą technologią mają ze względu parametry materiału nie powinny być poddawane próbom wytrzymałościowym. Technika 3DP pozwala jednak wykonać modele wzorcowe do wykonania silikonowych form odlewniczych kół zebatych w technologii Vacuum Casting (VC). Modele wykonane techniką VC przy zastosowaniu wysokowytrzymałych żywic poliuretanowych mogą pracować jako prototypy funkcjonalne np. przekładni urządzeń AGD.

Metoda 3DP podlega ciągłemu rozwojowi w zakresie stosowania nowych materiałów proszkowych oraz tworzyw do infiltracji wydrukowanych modeli. Trójwymiarowy druk ze względu na szerokie możliwości zastosowania oraz stosunkowo niewielki koszt wykonania prototypu znajduje coraz częściej zastosowanie w prototypowaniu elementów maszyn w tym napędów zębatach.

LITERATURA

- [1] BUDZIK G.: Synteza i analiza metod projektowania i wytwarzania prototypów elementów o skomplikowanych kształtach na przykładzie wirników turbosprężarek, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2007.

- [2] BUDZIK G.: Possibilities of utilizing 3DP technology for foundry mould making, Archives of Foundry Engineering, Volume 7, Issue 2/2007, Gliwice 2007.
- [3] BUDZIK G., SOBOLAK M.: Generating Stereolithographic (STL) files from CAD systems. Acta Mechanica Slovaca, 2B/2006 PRO-TECH-MA, Košice 2006, s. 73÷78.
- [4] OCHEŁDUSZKO K.: Koła zębate. Tom I: Konstrukcja. WNT, Warszawa 1971.
- [5] SOBOLAK M., BUDZIK G.: Prototypowanie kół zębatych z wykorzystaniem stereolitografii i odlewania próżniowego, Koła zębate 2004, Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej nr 217, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2004, str. 264÷270.
- [6] SOBOLAK M.: Modelowanie zadanej dyskretnie powierzchni boku zęba, w: Koła zębate: wytwarzanie, pomiary, Poznań 2004 KBN PAN o. w Poznaniu, pr. zb. pod red. Legutko S., Wieczorowski K., Poznań 2004, str. 45÷47.
- [7] Spectrum Z510/Designmate™ CX 3D Printer, User Manual Rev X, Z Corporation 2006.
- [8] ZEdit™ User Manual Version 2.15, Z Corporation 2006.
- [9] ZPrint Software Manual Version 7.4, Z Corporation 2006.

APPLICATION OF THREE DIMENSIONAL PRINTING FOR GEARS PROTOTYPE MAKING

SUMMARY

The article present possibilities of gears prototyping with three dimensional (3DP) printing using. There are two gears, witch parameter are similar in household accessories e.g. mincing machine. In the paper the practical application of three dimensional printing in household machines gear prototyping process has been presented.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2008-2010 jako projekt badawczy rozwojowy (N R03 0004 04/2008).