

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



Organizatorzy:



CENTRUM NAUKOWO TECHNICZNE

KLASTER SZYBKIEGO PROTOTYPOWANIA
RAPIDROM

Zastosowanie CAD i RP we wzornictwie przemysłowym na przykładzie lampki pokojowej

Using the CAD and RP methods in industrial design on the lamp example

KATARZYNA JANIK
 JADWIGA PISULA*

DOI:10.17814/mechanik.2015.12.565

W artykule przedstawiono przykład zastosowania systemów komputerowo wspomaganego projektowania oraz przyrostowych technik wytwarzania we wzornictwie przemysłowym na przykładzie lampki pokojowej o regulowanej wysokości. Podano założenia projektowe, zaprezentowano model CAD lampki oraz prototyp urządzenia wykonany technologią MEM (ang. Melted and Extruded Modeling).

SŁOWA KLUCZOWE: projektowanie wspomagane komputerowo, szybkie prototypowanie, wzornictwo przemysłowe

The paper presents a sample of use the Computer Aided Design Systems (CAD) as well as the Rapid Prototyping methods in the industrial design at the example of the lamp with adjustable high. The work includes design assumptions, presentation of the CAD model and the lamp prototype manufactured by MEM (Melted and Extruded Modeling) method using.

KEYWORDS: Computer-Aided Design, Rapid Prototyping, industrial design

1. Wprowadzenie

Systemy komputerowo wspomaganego projektowania (CAD) oraz przyrostowych technik wytwarzania (RP) stanowią potężne narzędzie pozwalające na zaprojektowanie i wykonanie prototypu o geometrii, której wykonanie tradycyjnymi metodami obróbki ubytkowej byłoby znacznie utrudnione lub wręcz niemożliwe. Na szczególną uwagę zasługują narzędzia projektowania funkcjonalnego, które znacznie usprawniają proces projektowania, a otrzymywana geometria jest wynikiem funkcji, jaką ma spełniać projektowany wyrób. Systemy CAD i RP znajdują zastosowanie w

różnych dziedzinach [1][2], m. in. we wzornictwie przemysłowym, w którym ich połączenie pozwala na znaczne uproszczenie i przyspieszenie prac.

Posiadając tak zaawansowane narzędzia można przystąpić do realizacji praktycznie każdego zadania projektowego ograniczonego jedynie wyobraźnią twórcy. Przykładem takiego zadania projektowego jest zagadnienie będące połączenie dwóch pozornie odległych dziedzin: wzornictwa przemysłowego oraz projektowania urządzeń mechanicznych, w projekcie lampki pokojowej z elektromechaniczną regulacją wysokości.

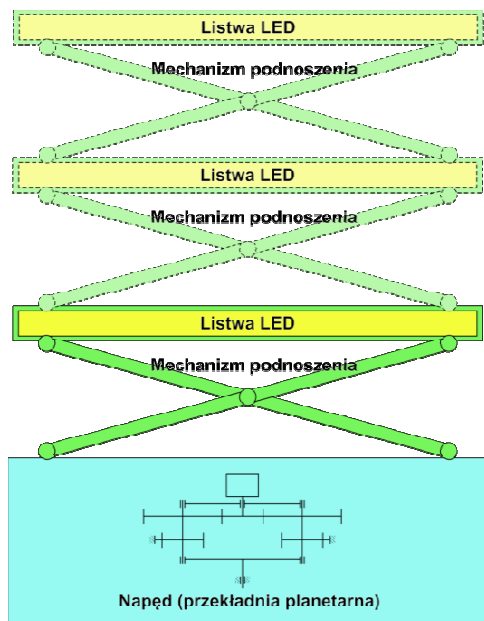
2. Założenia projektowe lampki pokojowej

Celem pracy było zaprojektowanie lampki pokojowej o regulowanej wysokości oraz wykonanie, z użyciem metod szybkiego prototypowania, prototypu demonstracyjnego opracowanego rozwiązania konstrukcyjnego.

Opracowano wstępne wymagania dotyczące projektowanej lampki: założono, iż konstrukcja lampki musi pozwalać na zmianę jej wymiarów gabarytowych - w tym przypadku wysokości. Warunek ten został podyktowany współczesnym stylem życia wymuszającym ciągłe zmiany - także miejsca zamieszkania. Stąd też koncepcja lampki uwzględnia nie tylko ludzką potrzebę otaczania się oryginalnymi i pomysłowymi sprzętami, ale również bardziej przyziemną funkcjonalność: lampka ma możliwość regulacji wysokości, co ułatwia jej transport i ogranicza możliwość uszkodzeń. Ostatni warunek jest korzystny także z punktu widzenia producentów i dystrybutorów, gdyż małe wymiary nie tylko zmniejszają koszty magazynowania, ale również ograniczają straty z tytułu uszkodzeń.

W opracowanym rozwiązaniu konstrukcyjnym przyjęto, iż lampka będzie posiadać konstrukcję modułową, dzięki czemu zwiększy się jej uniwersalność. W konstrukcji przewidziano zastosowanie modułu napędowego oraz modułu oświetleniowego o zmiennej wysokości (rys. 2.1).

* mgr inż. Katarzyna Janik (kasia.m.janik@gmail.com), dr inż. Jadwiga Pisula (jpisula@prz.edu.pl)



Rys. 2.1. Schemat rozwiązania konstrukcyjnego lampki [3]

Liczba modułów świetlnych może być zmieniana w pewnym zakresie (2-5), co pozwala na wykonanie lampy o różnych zakresach wysokości w zależności od liczby modułów.

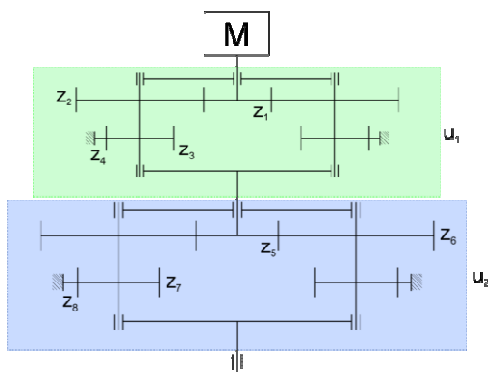
Do regulacji wysokości postanowiono wykorzystać rozwiązania stosowane w podnośnikach nożycowych.

Do określenia wymiarów projektowanego mechanizmu podnoszenia wykorzystano symulacje kinematyczne w szkicowniku programu CATIA. Po wykonaniu szkicu jednemu z wiązań nadano sterowanie, zmieniając parametry geometryczne analizowano możliwe do osiągnięcia wysokości podnoszenia.

Ze względu na popularność, jaką cieszy się obecnie "EKO-moda" oraz biorąc pod uwagę niskie zapotrzebowanie na moc, jako źródło światła przewidziano zastosowanie taśmy LED.

Do napędu mechanizmu podnoszenia wykorzystano silnik elektryczny przesuwu papieru z drukarki atramentowej.

Z uwagi na konieczność znacznej redukcji obrotów silnika, przewidziano do zastosowania w module napędowych dwustopniową przekładnię planetarną (rys.2.2). Zaletami przekładni planetarnej, które zdecydowały o jej wykorzystaniu są: zwarta budowa oraz możliwość uzyskiwania dużych przełożeń. Dla uzyskania jeszcze bardziej zwartej konstrukcji zastosowano układ z satelitami składającymi się z dwóch kół zębatach.



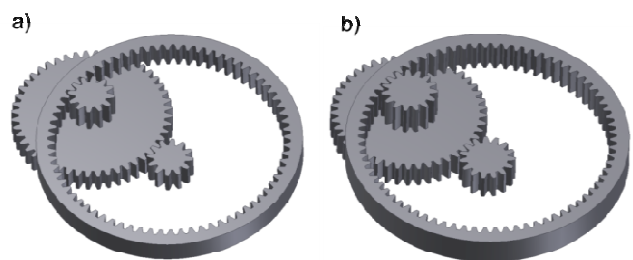
Rys. 2.2. Schemat dwustopniowej przekładni planetarnej [3]

Na podstawie wstępnie przyjętych liczb zębów wyznaczono przełożenie przekładni dla przypadku unieruchomionego koła o uzębieniu wewnętrznym. Całkowite przełożenie przekładni planetarnej wynosi 400.

3. Tworzenie modelu CAD mechanizmu podnoszenia modułu lampki

Model 3D-CAD lampy pokojowej powstał w programie Inventor Professional 2014 firmy Autodesk. Projektowanie przeprowadzono w kreatorze komponentów przekładni walcowej, do którego wprowadzono dane dotyczące geometrii oraz obciążeń przekładni, wprowadzono właściwości materiałowe dla tworzywa ABS [6][7], z którego zostanie wykonany prototyp.

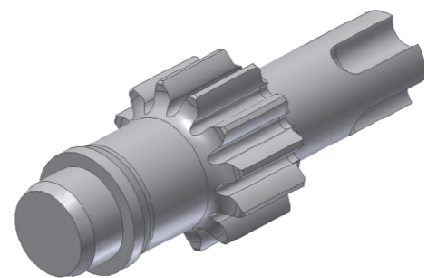
Po przeprowadzeniu obliczeń wytrzymałościowych i otrzymaniu pozytywnego wyniku system pozwala wygenerować modele bryłowe kół zębatach pierwszego (rys. 3.1a) i drugiego stopnia przekładni planetarnej (rys. 3.1b).



Rys. 3.1. Modele bryłowe kół zębatach przekładni planetarnej: a) 1-go stopnia, b) 2-go stopnia [3]

Modele bryłowe kół zębatach ze względu na konieczność zapewnienia jak najwyższej wydajności systemu i ograniczenia obciążenia komputera generowane są w sposób uproszczony. Modele uproszczone są wystarczające ze względu na wizualizację jednak w przypadku konieczności ich wykorzystania do odwzorowania rzeczywistej współpracy nie jest to możliwe ze względu na wstępowanie kolizji [4][8]. W celu umożliwienia wykorzystania modeli bryłowych do wytworzenia prototypów wykorzystano narzędzie dostępne w systemie Inventor pozwalające na generowanie modeli bryłowych kół zębatach z odwzorowaną ewolwentą. Użyto opcji eksport kształtu zęba, określono dokładność eksportu oraz zadano wielkość luzu obwodowego. Wielkość luzu obwodowego dobrano biorąc pod uwagę planowaną technologię wykonania prototypów metodą przyrostową.

Po wykonaniu wieńca zębatego dodano do modelu pozostałe elementy konstrukcyjne konieczne ze względu na jego późniejsze zamocowanie w zespole przekładni (rys. 3.2). Wykonano czopy pod łożyska, czopy pośrednie, kołnierze oporowe itp.



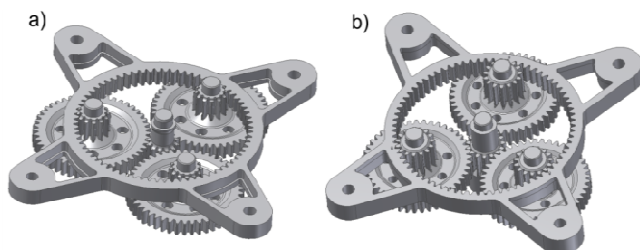
Rys. 3.2. Przykładowy model wałka zębatego z dokładnym odwzorowaniem wrębów koła zębatego [3]

Bardziej złożonym zagadnieniem modelowania kół zębatych wykorzystujących eksport kształtu zęba było tworzenie dwustopniowych satelit. Przy ich tworzeniu wstawiono do jednego pliku części dwie bryły wieńców zębatych. Wstawione bryły składowych kół zębatych odpowiednio rozsunięto na odległość zapewniającą właściwe warunki zazębienia przekładni. Następnie wykonano pozostałe elementy analogicznie jak w przykładzie przedstawionym wcześniej, w rezultacie otrzymano kompletną satelitę przekładni planetarnej (rys. 3.3).



Rys. 3.3. Model bryłowy satelity 2 stopnia z dokładnym odwzorowaniem wrębów kół składowych [3]

W analogiczny sposób wykonano modele bryłowe kół zębatych 1-go i 2-go stopnia przekładni planetarnej (rys. 3.4), pozostałych kół układu napędowego mechanizmu (rys. 3.5) oraz elementy układu synchronizującego przesunięcia mechanizmu podnoszenia (rys. 3.6).



Rys. 3.4. Modele przekładni planetarnej a) 1- go stopnia b) 2-go stopnia [3]



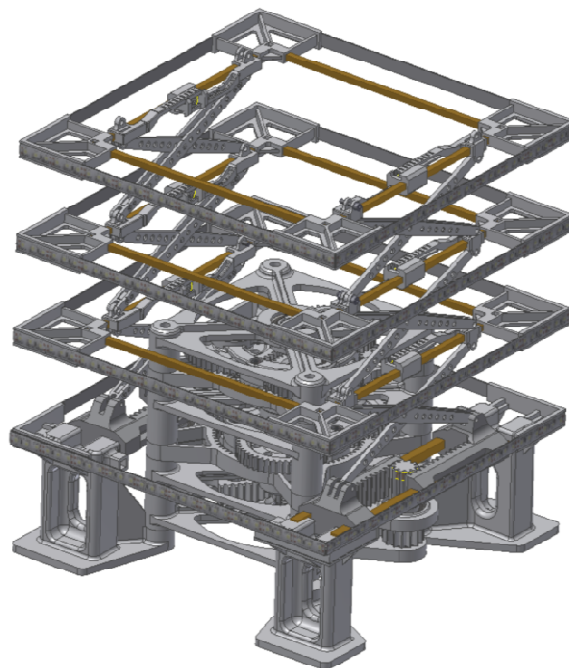
Rys. 3.5. Elementy układu napędu podnoszenia [3]



Rys. 3.6. Elementy układu synchronizującego [3]

Pozostałe komponenty zespołu lampki pokojowej zamodelowano wykorzystując podstawowe i dobrze znane narzędzia modelowania bryłowego.

W wyniku złożenia poszczególnych podzespołów otrzymano model bryłowy prototypu lampki pokojowej o sterowanej wysokości (rys. 3.7).



Rys. 3.7. Model 3D-CAD prototypu lampki z regulowaną wysokością [3]

4. Przygotowanie części wykonanych metodą RP

Wykonanie prototypu lampki pokojowej zostało przeprowadzone na drukarce UP! plus 2 wykorzystującej technologię MEM (ang. Melted and Extruded Modeling) [1][10]. Technologia ta jest często identyfikowana z technologią FDM, co jest uzasadnione przez podobieństwo w budowie urządzeń drukujących oraz samego procesu wydruku. Wymaganiem etapu procesu przygotowania do wykonania prototypu jest obróbka danych z systemu CAD na potrzeby urządzenia drukującego. Zgodnie ze specyfikacją drukarka UP! plus 2 pracuje z danymi w formacie STL. Na tym etapie konieczne było przeprowadzenie eksportu plików CAD do formatu STL, który ma znaczenie dla dokładności otrzymanych rzeczywistych części [9]. Po wczytaniu modeli i ich ustawieniu w przestrzeni roboczej dokonano niezbędnych ustawień tj. wysokość warstwy, ustawienia części oraz podpór a także sposobu wypełnienia materiałem.

Kolejnym etapem było wykonanie modelu fizycznego. Po zakończeniu wydruku przystąpiono do wykonywania późniejszego etapu jakim jest Post Processing polegający na oddzieleniu wydrukowanych elementów od platformy roboczej.

Ze względu na ograniczoną dokładność geometryczną prototypów otrzymywanych metodami szybkiego prototypowania nie ma możliwości wykonania niektórych elementów z wymaganą dokładnością np. gwintów, czopów i gniazd łożyskowych. Z tego względu w modelach bryłowych niektórych z komponentów założono nadatki uwzględniające konieczność przeprowadzenia późniejszej obróbki mechanicznej [5].

5. Prezentacja prototypu lampki

Po zakończeniu etapu przygotowania części wykonanych metodą RP przystąpiono do montażu poszczególnych podzespołów lampki. Widok przekładni zespołu napędowego w trakcie montażu przedstawiono na rysunku 5.1.



Rys. 5.1. Moduł napędowy podczas montażu [3]

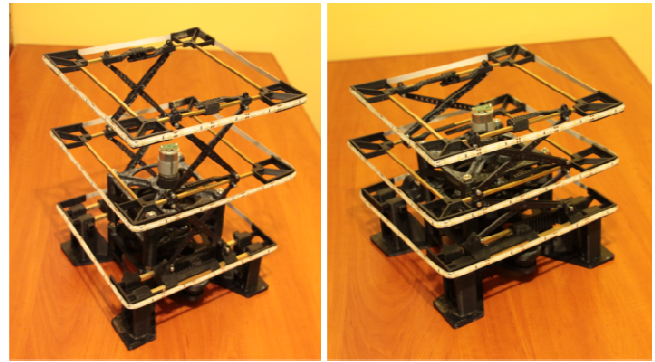
Do zespołu ramki oświetleniowej, w skład którego wchodzi: prowadnice z suwakami i układem synchronizującym oraz narożniki ramki, dodano elementy układu nożycowego. W rezultacie otrzymano zespół ramki świetlnej przedstawiony na rysunku 5.2.



Rys. 5.2. Zespół ramki świetlnej [3]

Następnie do zespołu ramki oświetleniowej doklejono listwę LED.

W efekcie przeprowadzonych prac otrzymano prototyp lampki pokojowej przedstawiony na rysunku 5.3 w dwóch położeniach.



Rys. 5.3. Prototyp lampki pokojowej [3]

6. Podsumowanie

W artykule zamieszczono opis koncepcji projektowanego rozwiązania konstrukcyjnego lampki pokojowej z regulowaną wysokością. Następnie przez kolejne etapy tworzenia najpierw prototypu w środowisku CAD a w dalszej kolejności prototypu rzeczywistego wykonanego metodą szybkiego prototypowania MEM zaprezentowano możliwości i użyteczność metod CAD i RP we współczesnym procesie projektowania interdyscyplinarnego w tym przypadku - wzornictwa przemysłowego.

LITERATURA

1. Budzik Grzegorz „Odwzorowanie powierzchni krzywoliniowej topatek części gorącej silników lotniczych w procesie szybkiego prototypowania”. Rzeszów: Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, 2009.
2. Grote Karl-Heinrich, Antonsson Erik K. „Springer Handbook of Mechanical Engineering”. New York: Springer, 2009.
3. Janik Katarzyna „Projekt lampy pokojowej z elektromechaniczną regulacją wysokości”. Rzeszów: Praca dyplomowa, 2015.
4. Markowski Tadeusz, Budzik Grzegorz, Kozik Bogdan, Sobolewski Bartłomiej „Analiza możliwości wytwarzania kół zębatych o małych modułach technologią FDM”. *Mechanik* nr 2/2014 (2014), s.130, pełny tekst CD13, s. 1-8.
5. Markowski Tadeusz, Budzik Grzegorz, Kozik Bogdan, Dziubek Tomasz, Sobolewski Bartłomiej „Modelowanie 3D-CAD i szybkie prototypowanie prezentera przekładni planetarnej”. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Transport*. Nr kol. 1904. (2014), z.83, s.155-162.
6. Masood Syed Hasan, Song William “Development of new metal/polymer materials for rapid tooling using Fused deposition modeling”. *Materials and Design*. Volume 25, Issue 7, October 2004, pp. 587–594.
7. Olszewski Jakub “Analysis of material properties in respect of material interior styles used in Fused Deposition Modeling”. *Pomiary Automatyka Robotyka*”. 9/2011, 80–85.
8. Płuciennik Paweł „Projektowanie elementów maszyn z wykorzystaniem programu Autodesk Inventor- Obliczenia przekładni”. Warszawa: PWN, 2015.
9. Saigopal Nelaturi, Vadim Shapiro “Representation and analysis of additively manufactured parts” *Computer-Aided Design*. (2015) Volumes 67–68, pp 13–23.
10. [http://www.rapidpro.pl] MEM-melted-and-extruded-modeling.