



ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ TẠO MẪU NHANH FDM ĐỂ TẠO HÌNH BÁNH RĂNG CÔN XOẮN

Nguyễn Quốc Dũng¹, Bùi Lê Gòn², Phạm Đình Sùng², Lê Hồng Chương³

Tóm tắt: Tạo mẫu nhanh (Rapid Prototyping) là phương pháp đắp từng lớp vật liệu tương ứng với mô hình 3D CAD thông qua các máy in 3D. Để thực hiện quy trình đó, dữ liệu thiết kế được xử lý và chuyển về dạng lưới tam giác STL (Stereo Lithography). Sau đó, sử dụng các phần mềm chuyên dụng để chia mô hình thành các lớp và chuyển sang máy in 3D để tiến hành quá trình tạo mẫu. Tạo mẫu nhanh giúp giảm thời gian sản xuất, chế tạo được các chi tiết có hình dạng phức tạp. Trong bài báo này, nhóm tác giả nghiên cứu và ứng dụng phương pháp tạo mẫu nhanh FDM (Fused Deposition Modeling) để tạo hình bánh răng côn xoắn, qua đó cho thấy tính ưu việt của công nghệ này.

Từ khóa: Tạo mẫu nhanh; CAD; FDM; bánh răng côn xoắn.

Summary: Rapid Prototyping is a method covering materials layer by layer suitable to 3D CAD modeling throughout 3D printer. To perform this process, designed data are processed and exported in the form of triangle grid STL - Stereo Lithography. Next, a specific software is used to divide modeling to layers and then transferred to 3D printer to perform prototyping. Rapid Prototyping reduces production time and manufactures complicated shaped elements. In this paper, these authors make research and applying Fused Deposition Modeling (FDM) to form spiral bevel gear and point out the advantages of this technology.

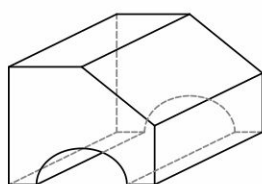
Keywords: Rapid Prototyping; CAD; FDM; spiral bevel gear.

Nhận ngày 24/12/2015, chỉnh sửa ngày 7/01/2016, chấp nhận đăng 15/3/2016

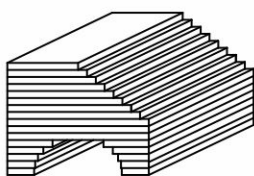


1. Tổng quan về tạo mẫu nhanh

Ra đời vào những năm cuối thập kỷ 80, công nghệ tạo mẫu nhanh (Rapid Prototyping - RP) là công nghệ tạo hình các mô hình 3 chiều trực tiếp từ mô hình CAD theo từng lớp. Quá trình sản xuất này cho phép người thiết kế và các kỹ sư có thể cụ thể hoá ý tưởng của mình ở dạng mô hình 3 chiều một cách nhanh chóng và chính xác. Phương pháp RP có thể tạo ra chi tiết bằng việc tạo ra các lớp mỏng trên mặt cắt ngang của chi tiết, lớp này chồng lên lớp kia, cho đến khi toàn bộ chi tiết được hình thành. Tạo mẫu nhanh làm đơn giản hóa quá trình tạo hình chi tiết 3 chiều phức tạp bằng việc tạo ra các lớp mỏng 2 chiều và xếp chúng lên nhau một cách thích hợp (Hình 1) [2]. Các phương pháp tạo mẫu nhanh có thể phân loại theo dạng vật liệu và cơ sở xử lý vật liệu như Bảng 1.



Mô hình CAD



Vật thể in 3D bằng phương pháp đắp lớp

Hình 1. Nguyên lý tạo hình vật thể in 3D

Bảng 1. Phân loại phương pháp tạo mẫu nhanh

Vật liệu	Cơ sở xử lý	Phương pháp
Solid	Vật liệu tấm	LOM
	Nấu chảy + đông đặc	FDM
Bột	Vật liệu bột	SLS
	Bột + chất dính kết	3DP
Lỏng	Lỏng	SGC
	Polyme	SLA

¹ThS, Khoa Cơ khí xây dựng, Trường Đại học Xây dựng; E-mail: nqdung.nuce@gmail.com.

²ThS, Khoa Cơ khí xây dựng, Trường Đại học Xây dựng;

³TS, Khoa Cơ khí xây dựng, Trường Đại học Xây dựng.



2. Ứng dụng của công nghệ tạo mẫu nhanh

Công nghệ tạo mẫu nhanh có nhiều ứng dụng trong các lĩnh vực như cơ khí, kiến trúc, y tế, quân sự, khảo cổ, giáo dục,... (Hình 2) [4, 5].

- Phát triển sản phẩm mới:

+ Thiết kế: Đối với các phương pháp truyền thống, trước khi chi tiết được mang ra sản xuất hàng loạt thì phải chế tạo thử nghiệm mô hình vật lý nên tốn rất nhiều thời gian và kinh phí. Để giảm chi phí trên người ta đưa ra phương pháp mô phỏng sản phẩm trên máy tính để hiển thị các mô hình sản phẩm đã thiết kế (sản xuất ảo), nhưng do không phải là mô hình vật lý nên không thể hiện hết được những đặc tính của sản phẩm. Công nghệ tạo mẫu nhanh có thể khắc phục nhược điểm trên bằng cách nhanh chóng làm ra mẫu thật đã thiết kế giúp cho người thiết kế làm tốt hơn công việc của mình.

+ Kiểm tra chất lượng thiết kế: Phương pháp tạo mẫu nhanh có thể tạo sản phẩm có độ chính xác cao, giúp việc chế tạo thử và kiểm tra dễ dàng và ít tốn kém.

+ Thử nghiệm lắp ráp: Trong không gian lắp ráp phức tạp và hạn chế của công nghệ, việc thử nghiệm lắp ráp là rất quan trọng. Mẫu tạo nhanh được sử dụng để làm các mô hình mô phỏng lắp ráp giúp việc quan sát vị trí tương quan giữa các chi tiết dễ dàng và thuận tiện.

- Đánh giá và phát triển sản phẩm: Tạo ra nguyên mẫu vật lý để đánh giá những thiết kế ban đầu, rút ngắn chu kỳ phản hồi các phương án gia công, giúp việc tái thiết kế thuận tiện - nhanh chóng, giảm thời gian - công sức và chi phí phát triển sản phẩm.

- Tạo khuôn nhanh: Quá trình làm khuôn truyền thống thường gồm nhiều công đoạn nên tốn thời gian và kinh phí, ảnh hưởng đến khả năng thiết kế và sản xuất. Áp dụng công nghệ tạo mẫu nhanh để gia công khuôn mẫu sẽ khắc phục được nhược điểm trên, làm cơ sở cho sự phát triển của công nghệ chế tạo khuôn, mở rộng khả năng tạo khuôn có độ chính xác và độ phức tạp cao.

- Truyền đạt thiết kế: Tạo mẫu nhanh là phương án truyền đạt ý tưởng thiết kế tuyệt vời nhất giữa các nhà thiết kế. Mô hình thật của sản phẩm giúp người thiết kế đánh giá mẫu mã và phát hiện các sai sót tiềm ẩn dễ dàng hơn so với việc kiểm tra trên mô hình 3D.

- Hỗ trợ đắc lực cho y học: Trong lĩnh vực y học, công nghệ tạo mẫu nhanh được dùng để chế tạo các mô hình y học, các bộ phận cấy ghép thay thế xương và các công cụ trợ giúp phẫu thuật.

- Tiếp thị sản phẩm: Sản phẩm tạo mẫu nhanh đa dạng về mẫu mã - màu sắc và có khả năng thể hiện tương quan lắp ghép. Tính trực quan của mô hình sản phẩm mới có sức thuyết phục khách hàng cao hơn nhiều một bản vẽ thiết kế.

- Ứng dụng trong ngành khảo cổ học: Trong ngành khảo cổ học, có những vật cần phải tạo ra một bản sao để trưng bày nhằm bảo tồn bản gốc. Sử dụng công nghệ Scan laser để dựng vật thể trên máy tính, sau đó sử dụng phần mềm CAD/CAM thiết kế và gia công tạo lại hình dáng của sản phẩm và cuối cùng sử dụng màu sắc để làm cho vật thể có hình dạng giống với mẫu vật. Phương pháp tạo mẫu nhanh còn ứng dụng trong việc phục chế các vật khảo cổ bị khiếm khuyết.

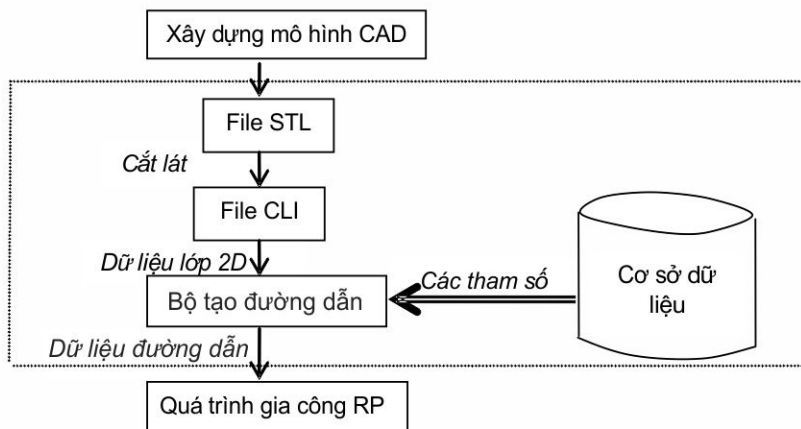


Hình 2. Các sản phẩm của tạo mẫu nhanh
TẠP CHÍ KHOA HỌC CÔNG NGHỆ



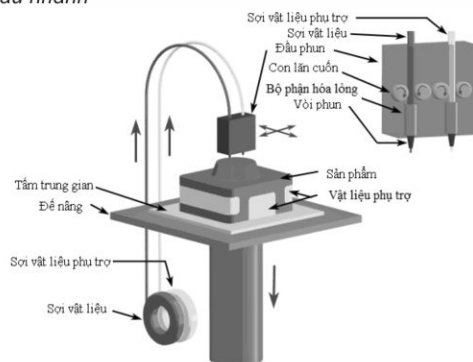
3. Ứng dụng công nghệ tạo mẫu nhanh FDM để tạo hình bánh răng côn xoắn

Tạo mẫu nhanh là quá trình bổ sung dần vật liệu để tạo hình chi tiết gia công. Các mô hình chi tiết gia công được tạo dựng trên máy tính dưới dạng 3D, cắt lớp bằng phần mềm chuyên dụng và sau đó các lớp này được xếp gắn kết, lớp này trên lớp kia trong không gian thực. Quá trình tạo mẫu nhanh được thực hiện theo sơ đồ như trên Hình 3 [2].



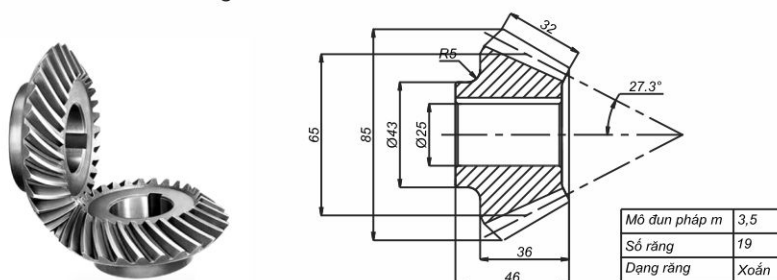
Hình 3. Quá trình tạo mẫu nhanh

Để làm rõ quá trình này, xét quá trình tạo hình bánh răng côn xoắn bằng phương pháp FDM (Fused Deposition Modeling). FDM là quá trình xây dựng sản phẩm bằng cách kéo dài nhựa nóng chảy rồi hóa rắn từng lớp tạo nên cấu trúc chi tiết đặc. Vật liệu sử dụng có dạng sợi đặc mảnh, được dẫn từ một cuộn tới đầu chuyển động điều khiển bằng động cơ servo. Khi sợi này tới đầu in được nung chảy bởi nhiệt độ sau đó nó được đẩy ra qua vòi phun và rải lên mặt phẳng đế (Hình 4). Chiều cao lớp in từ 0,1 đến 1 mm.



Hình 4. Nguyên lý làm việc của phương pháp FDM

Bánh răng côn xoắn (bánh răng côn răng cong) là chi tiết cơ khí phức tạp trong quá trình thiết kế, gia công và kiểm tra (Hình 5). Bánh răng côn xoắn thường được gia công bằng phương pháp phay với dao phay lăn hình côn hoặc gia công trên máy CNC 5 trục, nên tốn thời gian và kinh phí [1]. Để khắc phục nhược điểm này trong việc khảo sát bánh răng côn xoắn, sử dụng phương pháp tạo mẫu nhanh để tạo mẫu bánh răng. Kích thước cơ bản của bánh răng côn như Hình 5.



Hình 5. Bánh răng côn xoắn

Quá trình tạo hình bánh răng côn xoắn theo các bước: Dựng mô hình 3D bánh răng trên phần mềm Inventor; chia lớp bằng phần mềm MakerBot; gia công bánh răng trên máy MakerBot replicator 2 [7]. Vật liệu sử dụng: Nhựa PLA; đơn vị phối hợp: Công ty Sotatec - HCM [8].

- Mô hình bánh răng côn xoắn được dựng trên phần mềm Inventor 2012 (Hình 6). Sử dụng phần mềm MakerBot để chia lớp và xuất ra file in cho máy in 3D (Hình 7). Các thông số gia công cơ bản bánh răng

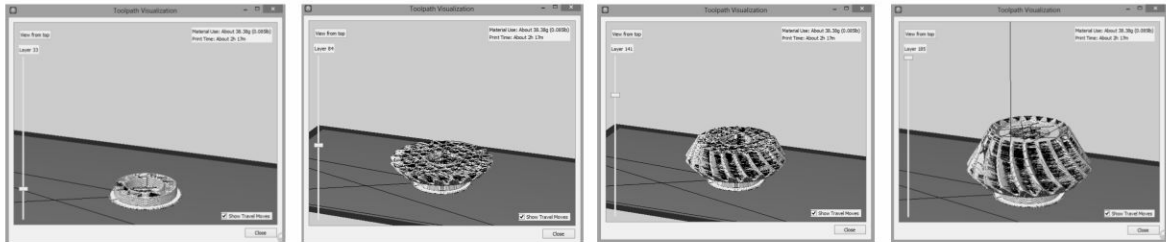
côn xoắn trên máy in 3D như Bảng 2. Gia công bánh răng côn trên máy MakerBot Replicator 2 (Hình 8). Sản phẩm thu được sau khi gia công (Hình 9). Thời gian gia công thực là 2h36 phút. Bánh răng có chất lượng bề mặt và cơ tính tốt, độ chính xác đạt yêu cầu kỹ thuật đối với sản phẩm là dạng mẫu.



Bảng 2. Các thông số gia công cơ bản

Vật liệu	Đường kính sợi nhựa (mm)	Chiều dày lớp	Tốc độ in (mm/s)	Thời gian in (h)
PLA	0.4	0.25 mm	90	3.36

Hình 6. Mô hình 3D bánh răng côn xoắn



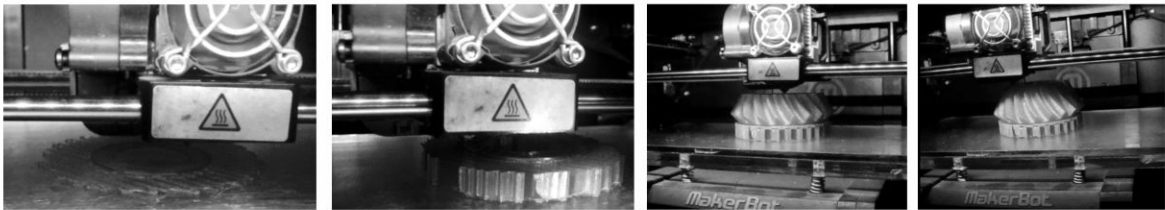
a) Thời điểm gia công: 24 phút

b) Thời điểm gia công: 1h

c) Thời điểm gia công: 1h 40 phút

d) Thời điểm gia công: 2h17 phút

Hình 7. Chia lớp bánh răng bằng phần mềm MakerBot



Hình 8. Gia công bánh răng côn trên máy in MakerBot Replicator 2

Hình 9. Sản phẩm bánh răng côn xoắn gia công bằng phương pháp FDM



4. Kết luận

Với những ưu điểm vượt trội, tạo mẫu nhanh thực sự là công nghệ của tương lai, giúp người thiết kế và nhà sản xuất rút ngắn được thời gian thiết kế và gia công, nhanh chóng thay đổi mẫu mã sản phẩm, tối ưu quá trình phân tích và đánh giá sản phẩm. Tuy nhiên, việc áp dụng tạo mẫu vào thực tế sản xuất hiện nay ở nước ta còn rất hạn chế, mới chỉ ở mức độ mô hình thử nghiệm. Hy vọng rằng trong tương lai không xa thì việc áp dụng phương pháp này trong thực tế trở nên phổ biến.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Văn Dịch (2003), *Các phương pháp gia công bánh răng*, NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội
2. Bùi Ngọc Tuyên (2010), *Tổng quan về công nghệ tạo mẫu nhanh*, Hà Nội.
3. Paul F. Jacobs (1992), *Rapid prototyping & Manufacturing Fundamentals of StereoLithography*, Society of Manufacturing Engineers, Dearborn, MI
4. Peter D. Hilton, Paul F. Jacobs (2000), *Rapid tooling Technologies and Industrial Application*; MARCEL DEKKER, INC
5. Taylor & Francis Group (2008), *Rapid prototyping and engineering applications*
6. http://www.engineersedge.com/Rapid_Prototype.htm
7. <https://www.makerbot.com/>
8. <http://sotatec.com.vn/>