

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ MÁY IN 3D FDM KHỔ RỘNG

RESEARCH, DESIGN LARGE – SIZED 3D PRINTERS

ThS. **Bùi Minh Hoàng**, ThS. **Đoàn Kim Bình**

Trường Đại học Mở – Địa chất

TÓM TẮT

Máy in 3D FDM là một trong những dòng máy sử dụng công nghệ in hiện đại được nhiều doanh nghiệp ứng dụng vào quy trình sản xuất và kinh doanh của ngành công nghiệp chế tạo mẫu. Có thể nói, sự xuất hiện của công nghệ máy in 3D FDM đã góp phần giúp ngành công nghệ in 3D FDM được phát triển mạnh mẽ. Dựa trên một số loại máy in 3D hiện có và dựa trên nhu cầu về kích thước in khổ lớn thì tác giả muốn nghiên cứu chế tạo một loại máy in cỡ lớn, về nguyên lý hoạt động thì không đổi (dựa trên nguyên lý đốt cháy sợi nhựa) để thay đổi kích thước vùng in, để in được các chi tiết mẫu có kích thước lớn hơn. Máy in 3D M1000 sẽ có kích thước vùng in lên đến 1000x1000x1000 mm, ứng dụng để in các mẫu lớn như cánh bơm, cánh tua bin, vỏ máy, bộ máy...

Từ khóa: Máy in 3D; Máy in 3D khổ rộng; FDM.

ABSTRACT

FDM 3D printer is one of the models using modern printing technology that many businesses apply to the production and business processes of the prototyping industry. It can be said that the appearance of FDM 3D printer technology has contributed to the strong development of the FDM 3D printing industry. Based on a number of existing 3D printers and based on the demand for large-format printing sizes, the author wants to research and manufacture large-sized printer beads, the operating principle is unchanged (based on the principle of combustion filament) to resize the print area, to print larger sample details. The M1000 3D printer will have a print area size of up to 1000x1000x1000 mm, application to print large samples such as pump impeller, turbine blade, machine case, machine base.

Keywords: FDM 3D printer; Large-sized printer; FDM.

1. GIỚI THIỆU

Công nghệ in 3D đang là một trong những xu hướng phát triển mới của khoa học và kỹ thuật hiện đại. Hiện nay trên thế giới, công nghệ in 3D đã được ứng dụng trong việc tạo sản phẩm phục vụ đời sống – xã hội. Một số sản

phẩm được tạo bằng công nghệ in 3D trong một số lĩnh vực như thiết kế thời trang, linh kiện thay thế, thực phẩm, công nghiệp, xây dựng và y học [1].

Trong vài năm trở lại đây, với sự phát triển về kinh tế trên toàn thế giới thì công nghệ

in 3D tại Việt Nam mới được chú ý và phát triển mạnh mẽ. Đặc biệt, công nghệ này đã được ứng dụng cả trong thực tiễn với rất nhiều lĩnh vực. Công nghệ in 3D đã tạo ra những chi tiết máy thử nghiệm sản xuất những mô hình công trình thu nhỏ.

Sự cải tiến liên tục đã thúc đẩy giới hạn và mở khóa việc sử dụng công nghệ in 3D trong hàng loạt ứng dụng sản xuất. Các ứng dụng này dự kiến sẽ trở nên phổ biến hơn nữa trong năm đến bảy năm tới. Việt Nam cũng không nằm ngoài xu thế đó. Kinh tế nước ta đang phát triển, công nghiệp chiếm tỷ trọng cao là cơ sở cho sự phát triển của công nghệ in 3D.

Xuất hiện ở Việt Nam từ năm 2003 và chủ yếu được ứng dụng trong nghiên cứu (do chi phí cao), đến nay, công nghệ này đã có mặt ở khá nhiều lĩnh vực như y khoa, kiến trúc, mỹ nghệ, thời trang, cơ khí, giáo dục... [1].

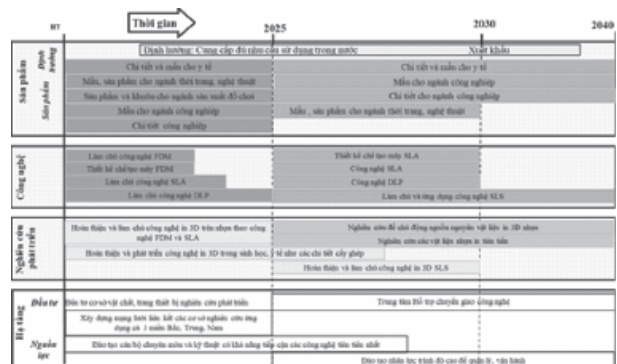
Những phân tích ở trên cho thấy, tiềm năng ứng dụng in 3D trong một số lĩnh vực sản xuất trong nước là khá cao. Sự hình thành và xuất hiện của các tổ hợp công nghiệp công nghệ cao chính là cơ sở cho sự phát triển của công nghệ in 3D trong nước. Một vài năm trở lại đây, các tổ hợp sản xuất ô tô của Trường Hải Thaco, tổ hợp sản xuất ô tô Vinfast, tổ hợp công nghiệp điện tử Samsung Việt Nam, Công ty TNHH Linh kiện nhựa ô tô Vinfast – An Phát (VAPA), các công ty giày dép thời trang và các doanh nghiệp lớn trong ngành nhựa đã từng bước hiện đại hoá, chuyển mình để gia nhập chuỗi cung ứng các sản phẩm nhựa kỹ thuật. Hầu hết, các công ty này đang có định hướng ứng dụng in 3D trong sản xuất. Các loại nhựa kỹ thuật ứng dụng công nghệ in 3D để sản xuất linh kiện ô tô, xe máy, điện tử như ABS, PC, POM, PA...



Hình 1. Mô hình mẫu in 3D FDM

Các nghiên cứu, ứng dụng công nghệ in 3D trong in ấn, sản xuất sản phẩm ở nước ta trong gần 2 thập kỷ qua đã bước đầu đạt những kết quả nhất định. Nó thể hiện rằng, Việt Nam đã nắm bắt, làm chủ được một số công nghệ in 3D như FDM, SLA và DLP. Trên cơ sở đó, bản đồ công nghệ in 3D ở Việt Nam đã được xây dựng như hình 2 [1].

Các kết quả về nghiên cứu thiết kế chế tạo máy in 3D được đề cập ở trên đã đạt được các kết quả bước đầu về giải pháp công nghệ như ứng dụng công nghệ in FDM, DLP. Kế thừa các kết quả nghiên cứu của các nhóm nghiên cứu được trình bày ở trên, tác giả đề xuất thiết kế và chế tạo máy in 3D FDM khổ rộng, kích thước 1000*1000*1000 (mm) và chú trọng tới vấn đề chất lượng sản phẩm in, kích thước vật mẫu in, trong đó giải quyết được các vấn đề tồn tại có ảnh hưởng đến chất lượng in như sự tối ưu về chế độ in, kích thước mẫu in. Bài báo trình bày phương pháp thiết kế và chế tạo máy in 3D FDM khổ rộng 1000*1000*1000 (mm).



Hình 2. Bản đồ công nghệ in 3D ở Việt Nam

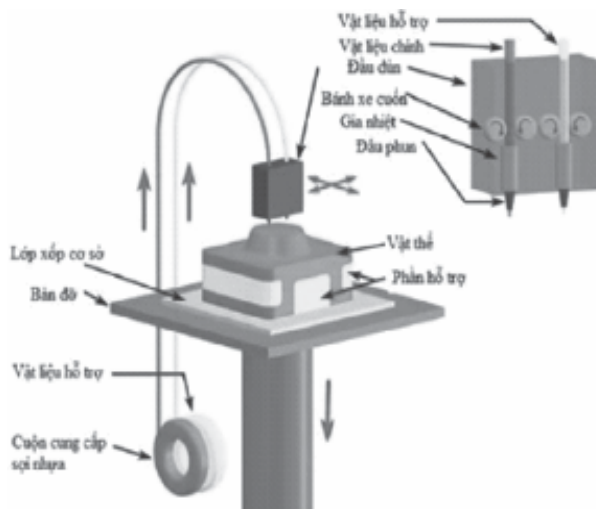
2. THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MÁY IN 3D FDM KHỔ RỘNG, KÍCH THƯỚC 1000x1000x1000 (MM)

2.1. Nguyên lý hoạt động máy in 3D FDM

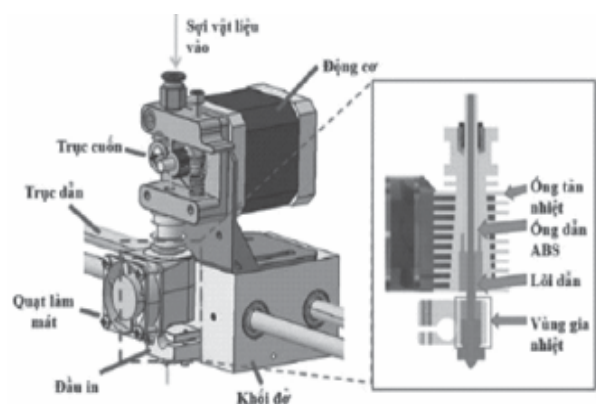
Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu, thiết kế và chế tạo hệ thống máy in 3D khổ rộng. Hệ thống này bao gồm một cơ chế chuyển động qua lại 3 trục, bộ điều chỉnh nhiệt độ đùn và tự động bộ điều khiển. Một số giải pháp đề xuất nhằm tăng tính đồng nhất, độ chính xác cao cho số lượng in lớn như thiết kế trình điều khiển và thuật toán điều khiển phù hợp, tăng độ cứng được áp dụng. Máy có các tính năng kỹ thuật sau: Công nghệ in FDM; Chất liệu nhựa PLA, ABS; Kích thước in 1000(X) x 1000 (Y) x 1000 (Z) mm; Độ phân giải trục: X, Y, Z: 5, 10, 1 ô tương ứng; In tốc độ 75 mm/s; Chiều cao lớp in là 0,1-0,4 mm; Tập in: tệp Gcode, STL; Bộ đầu in: 0,4, 0,6, 0,8, 1,0, 1,2 (mm); Kết nối máy in 3D và dữ liệu: SD, USB, Wifi, Internet; Phần mềm: Marlin.

Quy trình in FDM được thể hiện trên hình 3. Tạo mẫu theo công nghệ FDM làm việc theo nguyên lý là đầu phun di chuyển theo hai hướng X-Y phun từng lớp để tạo thành một đối tượng rắn trên tấm đế. Tấm đế được duy trì ở nhiệt độ thấp hơn, để cho nhựa nhiệt dẻo hóa cứng nhanh. Sau đó, tấm đế hạ xuống, đầu phun tạo lớp thứ hai nằm trên lớp thứ nhất. Cứ thế, quá trình lặp lại cho đến khi hoàn thiện sản phẩm. Cấu tạo đầu máy in 3D FDM được thể hiện như hình 4.

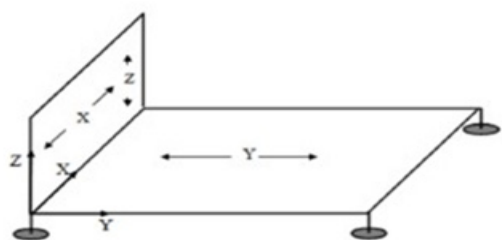
Nguyên tắc chuyển động chung của máy in 3D được thể hiện ở hình 5 [2].



Hình 3. Phương pháp in FDM (Fused Deposition Modelling)



Hình 4. Cấu tạo đầu in 3D FDM



Hình 5. Nguyên tắc chuyển động của máy in 3D FDM

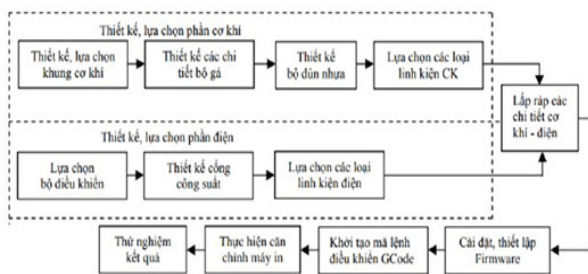
Máy in 3D có nguyên tắc chuyển động của một máy gia công CNC 3 trục thông thường, các chuyển động của máy như sau:

- Chuyển động trục X mang theo đầu phun nhựa di chuyển tịnh tiến theo chiều ngang của máy, chuyển động này đảm bảo kích thước theo chiều rộng của chi tiết gia công;

- Chuyển động trục Y đảm bảo cho đầu phun chuyển động tịnh tiến dọc theo máy, chuyển động này đảm bảo kích thước theo chiều dài của chi tiết gia công;

- Chuyển động theo trục Z là chuyển động tịnh tiến, lên xuống của đầu phun nhựa, chuyển động này đảm bảo kích thước theo chiều cao của chi tiết gia công.

Máy in 3D theo công nghệ FDM được thực hiện theo sơ đồ thiết kế theo quy trình sau [3]:



Hình 6. Sơ đồ thiết kế theo công nghệ FDM

2.2. Lựa chọn một số kết cấu máy in 3D FDM

a. Cụm truyền động XY:

- Các trục X, Y có thể lựa chọn một trong các hệ truyền động đai như Hình 4.

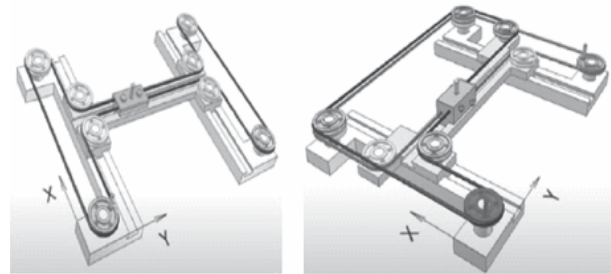
- Phương trình truyền động của cơ cấu:

$$\Delta x = r/2(\alpha_{p1} - \alpha_{p2}) \quad (1.1)$$

$$\Delta y = r/2(\alpha_{p1} - \alpha_{p2}) \quad (1.2)$$

Với: r là bán kính pully gắn với động cơ

(mm); α_{p1} , α_{p2} là góc xoay của động cơ thứ nhất và động cơ thứ hai (độ).



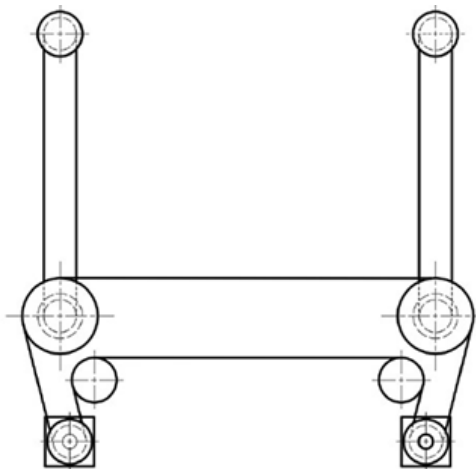
Hình 7. Kết cấu truyền động trục XY

b. Cụm truyền động Z:

Trục Z là trục ít di chuyển nhất trong quá trình làm việc. Tuy nhiên, trục Z ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm rất lớn vì liên quan đến thông số chiều dày một lớp in, thông số này ảnh hưởng đến độ bóng cũng như dung sai kích thước về chiều cao của chi tiết. Thông thường đối với trục Z, ta có thể sử dụng truyền động vít me – đai ốc, vít me – đai ốc bi, truyền động đai. Truyền động vít me – đai ốc bi được sử dụng trên trục Z do truyền động có hiệu suất cao, ít gây ra hiện tượng trượt, vận hành êm, tuy nhiên khi xảy ra sự cố hỏng hóc phải tháo ra thay mới. Truyền động đai có ưu điểm là kết cấu nhỏ gọn, hoạt động êm, dễ thiết kế.

Hình 8 thể hiện kết cấu trục Z của máy. Trục Z có chức năng di chuyển đầu in tịnh tiến theo phương thẳng đứng, vì bàn in cố định, trục Z di chuyển lên xuống nên sử dụng truyền động đai là hợp lý. Tuy nhiên, để an toàn nên cần thiết kế thêm bộ truyền đai với đầu ra có số vòng quay nhỏ hơn đầu vào để giảm được công suất từ động cơ đến hệ thống đai treo khung XY [4].





Hình 8. Cơ cấu trục Z máy in 3D

3. MỘT SỐ GIẢI PHÁP NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM TRONG MÁY IN 3D FDM KHỔ RỘNG 1000x1000x1000 (MM)

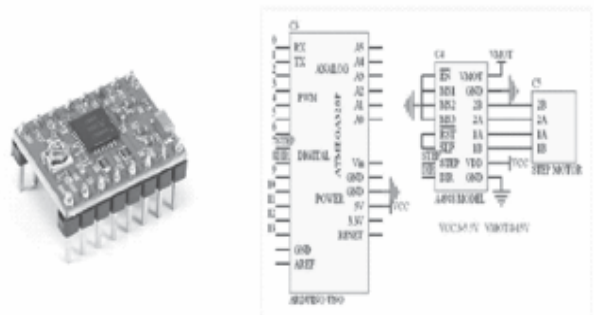
3.1. Đảm bảo độ cứng vững và cân bằng cho khung máy in

Trục X và Y và bàn in di chuyển dọc theo chiều dọc trục Z để tạo sản phẩm in 3D. Với điều kiện vật liệu PLA hiện tại, có thể chọn bàn in vừa nhẹ, vừa phẳng, vừa đẹp sự cứng nhắc. Khi bộ phận cơ khí không ổn định, máy đùn rung và có thể tạo ra dây tóc, các lỗi xuất hiện gần giống như chuyển động mờ xung quanh mép hoặc các chi tiết đặc biệt, làm giảm chất lượng in. Các khung máy in 3D cần được thiết kế với độ bền cao độ cứng giúp máy không bị rung lắc khi vận hành in 3D. Khung máy có thể được làm từ các thanh thép hàn hoặc inox 302. Đối với máy in đang nghiên cứu, tác giả sử dụng khung thép tấm 1,5mm. Các khớp nối phải có độ cứng và chống sốc tốt, có khả năng chống lại để giảm thiểu khả năng sai sót trong gia công. Khi đó, các hệ thống trục XY ta có thể sử dụng ray trượt vuông để tăng sự cứng vững, giảm rung lắc. Cụm di chuyển trục Z ta sử dụng bộ truyền vít-me 4 góc máy in kết hợp trục dẫn hướng. Đối với máy in khổ 1000x1000x1000,

tác giả sử dụng 4 bộ vít-me 10 bước 5 (1005) kết hợp với 4 trục dẫn hướng đường kính 20mm ở bốn góc, từ đó tạo lực đồng đều.

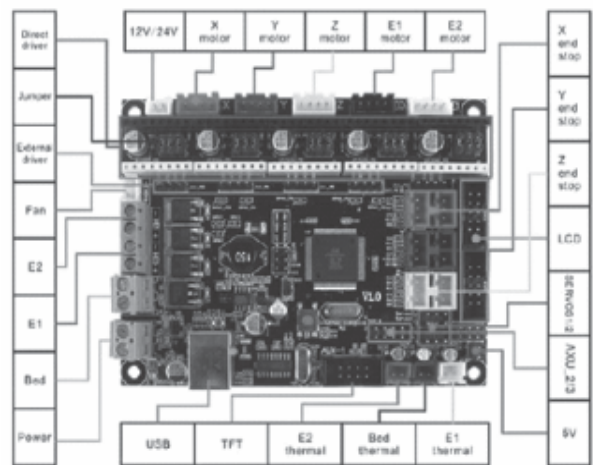
3.2. Tối ưu hoá bộ điều khiển máy in

Đối với dòng máy khổ rộng, tác giả sử dụng A4988, là driver điều khiển động cơ bước nhỏ gọn, hỗ trợ nhiều chế độ làm việc, điều chỉnh được dòng ra cho động cơ, tự động ngắt điện khi quá nóng. A4988 hỗ trợ nhiều chế độ hoạt động của động cơ bước lưỡng cực [3].



Hình 9. Mạch driver A4988

Tác giả sử dụng mạch MKS Gen L V1.0 là mạch điều khiển cho máy in 3D thiết kế. Mạch sử dụng chip xử lý Atmega 2560 và có đủ ngõ ra cho các phụ kiện máy in 3D.



Hình 10. Sơ đồ chân mạch MKS Gen L V1.0

3.3. Tối ưu hoá sai số định vị đầu đùn máy in 3D

Việc sử dụng encoder – thước quang để nhận dữ liệu định vị gửi đến bộ điều khiển cho phép đạt được độ chính xác định vị cao. Tuy nhiên, giải pháp này là chưa kinh tế. Trong hầu hết 3D máy in, động cơ bước được sử dụng, cho phép kiểm soát chính xác vị trí đầu đùn. Tác giả chọn động cơ bước dẫn động trục Z. Các động cơ dẫn động trục X-Y là động cơ AC servo.

3.4. Tối ưu hóa tốc độ và điều khiển nhiệt tự động cho đầu đùn máy in

Để tối ưu hoá tốc độ, đầu đùn được điều khiển bám theo tốc độ di chuyển của đầu in, sự chuyển động tương đối giúp lượng nhựa được đùn ra đều, không gây hiện tượng thừa thiếu nhựa. Ngoài ra, tối ưu nhiệt độ đầu in để giúp cho giảm sự chảy nhựa (nhiệt quá cao) hoặc nhựa không thể ra (nhiệt thấp không đủ chảy).

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở nghiên cứu về máy in 3D khổ rộng, tác giả đã tiến hành chế tạo thử mẫu máy có kích thước 1000x1000x1000 (mm). Sản phẩm bước đầu cho phép tạo ra các mẫu in lớn, tốc độ in nhanh hơn. Tác giả tiếp tục công tác nghiên cứu, để cải tiến, nâng cao chất lượng của sản phẩm. ♦

Ngày nhận bài: **08/6/2023**

Ngày phản biện: **29/6/2023**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Trần Ngọc Hiền, Trần Ngọc Tú; “*Tích hợp kỹ thuật thiết kế ngược và công nghệ tạo mẫu nhanh trong chế tạo cơ khí*”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Đà Nẵng, 2012.
- [2]. Gideon N. Levy, Ralf Schindel, J.P. Kruth; “*Rapid manufacturing and rapid tooling with layer manufacturing (LM) technologies, state of the art and future perspectives*”, CIRP Annals – Manufacturing Technology, 2003.
- [3]. <http://www.3dsystems.com>
- [4]. <http://www.materialstoday.com>