

NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN THÔNG SỐ IN VÀ MỘT SỐ GIẢI PHÁP NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM TRONG MÁY IN 3D FDM KHỔ RỘNG

Đoàn Kim Bình ^{1,*}

¹ Khoa Cơ - Điện, Trường Đại học Mở - Địa Chất, Việt Nam, doankimbinh@humg.edu.vn;

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 lựa chọn thông số về kết cấu trục core XY, giải pháp tối ưu khả năng tiếp xúc giữa mẫu in và bề mặt bàn in, và một số giải pháp lựa chọn thông số mạch điều khiển nhằm nâng cao chất lượng sản phẩm trong máy in 3D FDM. Từ đó áp dụng cho máy in có kích thước vùng in lên đến 1000x1000x1000 mm có thể ứng dụng để in các mẫu lớn như cánh bơm, cánh tua bin, vỏ máy, bệ máy.

Từ khóa: wind turbine double blade

1. Mở đầu

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 [1-3].

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...



Hình 1. Mô hình mẫu in 3D FDM

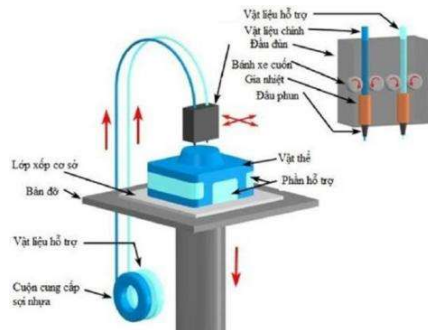
Các kết quả về nghiên cứu thiết kế chế tạo máy in 3D được đề cập ở trên đã đạt được các kết quả bước đầu về giải pháp công nghệ như ứng dụng công nghệ in FDM, DLP. Kế thừa các kết quả nghiên cứu của các nhóm nghiên cứu được trình bày ở trên, tác giả chú trọng tới vấn đề chất lượng sản phẩm in, kích thước 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 lựa chọn thông số in và một số giải pháp nâng cao chất lượng sản phẩm trong máy in 3D FDM khổ rộng.

2. Thiết kế, chế tạo máy in 3D FDM khổ rộng.

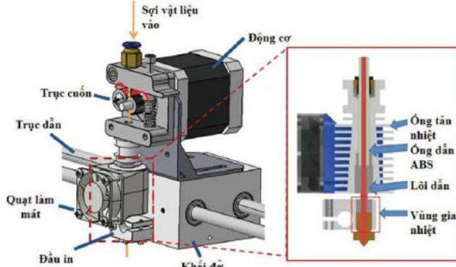
2.1. Nguyên lý hoạt động máy in 3D FDM

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: 0.1-0.4 mm ; Tệp in: tệp Gcode, STL; Bộ đầu in: 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1,2mm; Kết nối máy in 3D và dữ liệu: SD, USB, Wifi, Internet; Phần mềm: Marlin.



Hình 2. Phương pháp in FDM (Fused Deposition Modelling)

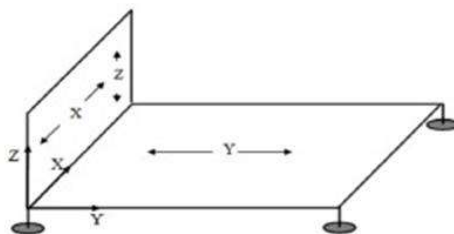
Quy trình in FDM được thể hiện trên hình 2 : Tạo mẫu theo công nghệ FDM làm việc theo nguyên lý là đầu phun di chuyển theo 2 hướng X-Y phun từng lớp để tạo thành một đối tượng rắn trên tấm đế. Tấm đế được duy trì ở nhiệt độ thấp hơn, để cho nhựa nhiệt dẻo hóa cứng nhanh.



Hình 3. Cấu tạo đầu in 3D FDM

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 3.

Nguyên tắc chuyển động chung của máy in 3D được thể hiện ở hình 4:



Hình 4. Nguyên tắc chuyển động của máy in 3D FDM

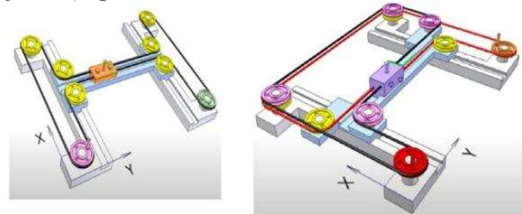
Máy in 3D có nguyên tắc chuyển động của một máy gia công CNC 3 trục thông thường, các chuyển động của máy như sau: Chuyển động trục X mang theo đầu phun nhựa di chuyển tịnh tiến theo chiều ngang của máy, chuyển động này đảm bảo kích thước theo chiều rộng của chi tiết gia công; Chuyển động trục Y đảm 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 làm 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.

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 5:



Hình 5. Kết cấu truyền động trục XY

Phương trình truyền động của cơ cấu :

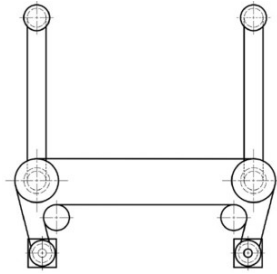
$$\Delta x = \cdot (\alpha p1 - \alpha p2) \quad (1.1)$$

$$\Delta y = \cdot (\alpha p1 - \alpha p2) \quad (1.2)$$

b. Cụm truyền động trục 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.

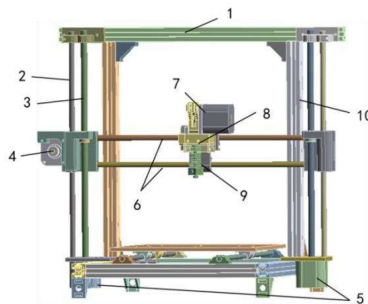
Hình 6 thể hiện kết cấu trục Z của máy. Trục Z có chức năng di chuyển đầu in tịnh tiến theo phương thẳng đứng, vì bàn in cố định, trục Z di chuyển lên xuống nên sử dụng chuyển động đai là hợp lý. Tuy nhiên để an toàn nên cần thiết kế thêm bộ truyền đai với đầu ra có số vòng quay nhỏ hơn đầu vào để giảm được công suất từ động cơ đến hệ thống đai treo khung XY.



Hình 6. Cơ cấu trục Z máy in.

2.3. Một số giải pháp nâng cao chất lượng sản phẩm trong máy in 3D FDM khổ rộng.

Để thực hiện lựa chọn thông số tối ưu tác giả chọn một mẫu máy in sau: Dòng máy in core XY là một trong những dòng máy in FDM phổ biến nhất hiện có trên thị trường[2]. Ưu điểm của dòng máy này là cấu trúc cơ học đơn giản và độ chính xác cao. Hệ thống đầu phun của máy bao gồm chức năng nạp và nung chảy, trong quá trình hoạt động của máy, nó di chuyển dọc theo trục bạc đạn cố định. Nền tảng tạo mẫu nằm trên trục bạc đạn phía dưới của máy in 3D và hướng chuyển động của nền tảng vuông góc với mặt phẳng chuyển động của hệ thống đầu phun. Để phản ánh chính xác tình huống thực tế của máy in, phần mềm Solidworks được sử dụng để mô hình hóa cấu trúc tổng thể của máy in 3D theo kích thước thực tế của nó.



Hình 7. Mô hình đơn giản hóa của máy in 3D

1. Thanh dầm, 2. Ổ đỡ trục đứng, 3. Ốc vít đơn giản hóa, 4, 5 Động cơ bước, 6. Ổ trục ngang, 7. Động cơ cấp liệu, 8. Điểm đùn, 9. Bộ phận nung chảy đầu phun, 10. Thanh dẫn hướng.

Trong quá trình tạo mô hình, theo mức độ ảnh hưởng đến quá trình phân tích phần tử hữu hạn tiếp theo, cấu trúc máy in được đơn giản hóa. Hai ổ trục vít bên của máy in 3D có thể được thay thế bằng ổ trục trục hình trụ tiêu chuẩn giống nhau, bỏ qua dây đai đồng bộ và đơn giản hóa động cơ bước bằng mô hình động cơ có cùng trọng lượng và hình dạng. Chế độ đơn giản hóa của cấu trúc

tổng thể máy in 3D và các thành phần chính của nó được minh họa như hình 7.

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

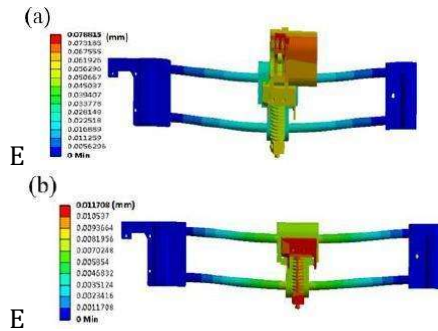
X và Y và bàn in di chuyển dọc theo chiều dọc trục Z để tạo sản phẩm in 3D. Với điều kiện vật liệu PLA hiện tại, có thể chọn bàn in vừa nhẹ, vừa phẳng, vừa đẹp sự cứng nhắc. Khi bộ phận cơ khí không ổn định, máy đùn rung và có thể tạo ra dây tóc các lỗi xuất hiện gần giống như chuyển động mờ xung quanh 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 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 vítme 4 góc máy in kết hợp trục dẫn hướng. Đối với máy in khổ 1000*1000*1000 tác giả sử dụng 4 bộ vítme 10 bước 5 (1005) kết hợp với 4 trục dẫn hướng đường kính 20mm ở bốn góc, từ đó tạo lực đồng đều.

b. *Cách xử lý bề mặt tiếp xúc bàn in của máy in 3D*

Phương pháp gia công bề mặt tiếp xúc cơ học rất quan trọng đối với cấu trúc cơ học. Mặt tiếp xúc của mô hình máy in có thể được chia thành hai loại chính: tiếp xúc cố định và tiếp xúc không tách rời. Tiếp xúc cố định thích hợp cho các đối tượng có cách chuyển động giống nhau, hai đối tượng không thể tách rời hoặc trượt còn, tiếp xúc không tách rời có thể có khe hở cho phép xoay, nhưng không cho phép di chuyển ngang. Thanh nhôm được liên kết bằng giá đỡ và được vận chuyển bằng vít loại M5*8. Lực siết trước là 6,4kN, đủ để cố định chắc chắn khung máy in 3D. Do đó, tiếp xúc của các vít cố định trên cấu trúc máy in được coi là tiếp xúc cố định. Trong hệ thống đầu phun và nền tảng tạo mẫu, bề mặt tiếp xúc với ổ trục ngang sẽ ở trạng thái trơn trượt khi máy in hoạt động.

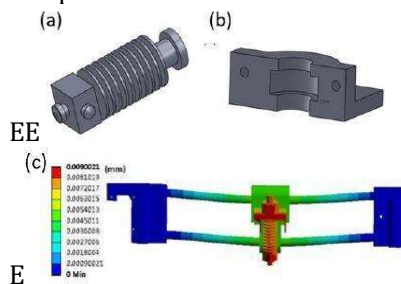
c. *Tối ưu hóa hệ thống đầu phun*

Để kiểm tra tính khả thi của phương pháp, đầu tiên vòi phun được tách ra, sau đó hệ thống vòi phun của máy in trước và sau khi tách được tính toán để thực hiện phân tích tĩnh.



Hình 8. Biến dạng tổng thể của hệ thống đầu phun trước và sau khi tách

Kết quả phân tích tĩnh về biến dạng được thể hiện trong Hình 8 (a) (b). Từ phân tích tĩnh trong Hình 8, có thể thấy biến dạng lớn nhất của hệ thống đầu phun trước khi tách là 0,0788mm và biến dạng lớn nhất sau khi tách là 0,0117mm. Lượng biến dạng của hệ thống đầu phun sau khi tách ban đầu so với trước khi tách đã thay đổi đáng kể. Do hiệu quả cải thiện của phân tích tĩnh của vòi phun tách rời, thiết kế của bộ phận vòi phun được tối ưu hóa. Trong quá trình hoạt động của máy in 3D, nhiệt độ của PLA nóng chảy là từ 180-210 độ C, quạt làm mát được đặt ở hai bên của vòi phun.



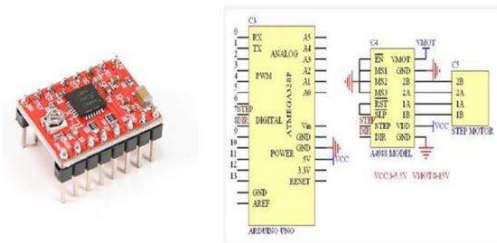
Hình 9. (a) Mô hình đầu in E và (b) mặt cắt giá đỡ cố định

Tóm lại, PLA đáp ứng các yêu cầu về thiết kế giá đỡ cố định hỗ trợ vòi phun về độ bền cơ học và khả năng chịu nhiệt. Giá đỡ cố định được thiết kế và bộ phận vòi phun được lắp ráp, sau đó thực hiện phân tích cơ học tĩnh của phần tử hữu hạn. Kết quả phân tích được thể hiện trong Hình 9 (c). Sau khi lắp đặt giá đỡ cố định được thiết kế, có thể thấy từ Hình 9 (c) rằng biến dạng tối đa của hệ thống đầu phun là 0,0090mm.

d. Tối ưu hoá bộ điều khiển máy in.

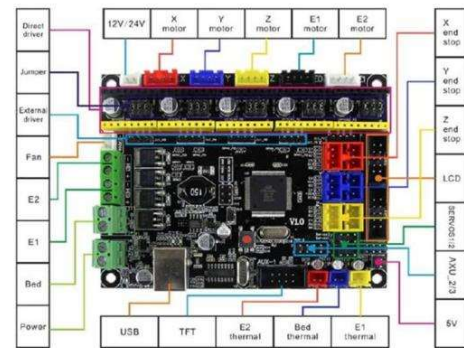
Đối với dòng máy khổ rộng tác giả sử dụng A4988 là driver điều khiển động cơ bước cực kỳ nhỏ gọn, hỗ trợ nhiều chế độ làm việc, điều chỉnh được dòng ra cho động cơ, tự động ngắt điện khi quá nóng. A4988 hỗ trợ nhiều chế độ hoạt động

của động cơ bước lưỡng cực như: Full, Half, 1/4, 1/8 và 1/16 như hình 10.



Hình 10. Mạch driver A4988

Với mạch điều khiển thì tác giả sử dụng Mạch điều khiển máy in 3D MKS Gen L V1.0 là sản phẩm mạch điều khiển cho máy in 3D.



Hình 11. Sơ đồ chân mạch MKS Gen L V1.0

Được thiết kế với đầy đủ ngõ ra cho các phụ kiện máy in 3D như màn hình, driver điều khiển động cơ bước, firmware, endstop... nên rất dễ dàng sử dụng. Sản phẩm sử dụng chip xử lý Atmega2560 tương tự như Arduino Mega2560 và các chức năng tương tự Ramp 1.4 nên rất tiện lợi mà lại rất gọn gang như hình 11.

e. Tối ưu hoá sự 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 tốn kém. Trong hầu hết 3D máy in, động cơ bước được sử dụng, là kỹ thuật số động cơ, cho phép kiểm soát chính xác vị trí đầu. Vì vậy, công việc chọn trục Z động cơ là động cơ bước. Các động cơ lái trục X-Y là động cơ AC servo, nó là cần thiết để chọn thiết bị truyền động chất lượng cao, chẳng hạn như Động cơ AC Servo Mitsubishi HC-KFS23 và MR-Trình điều khiển J2S-20A.

f. Giải pháp tối ưu hoá tốc độ đầu đùn và điều khiển nhiệt tự động cho đầu đùn.

Để tối ưu hoá tốc độ đầu đùn được điều khiển bán theo tốc độ di chuyển của đầu in, sự chuyển động tương đối giúp lượng nhựa được đùn ra

đều, ko 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)

g. Lựa chọn phần mềm lập trình code.

Các thông số của sản phẩm được lập trình sau đó đưa vào máy in và máy thực hiện do vậy, phần mềm lập trình code ảnh hưởng lớn nhất đến độ sắc nét bề mặt vật in, bề dày lớp in.

3. Kết luận

Nội dung bài báo tác giả đã tập trung đi vào việc nghiên cứu lựa chọn thông số và một số giải pháp nâng cao chất lượng sản phẩm trong máy in 3D FDM khổ rộng. Từ đó 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 ...

Tài liệu tham khảo

1. Ali Kamrani, Emad Abouel Nar (2006), Rapid prototyping: Theory and practice, Springer.
2. Gideon N. Levy, Ralf Schindel, J.P. Kruth (2003), "Rapid manufacturing and rapid tooling with layer manufacturing (LM) technologies, state of the art and future perspectives", CIRP Annals - Manufacturing Technology, 52(2), pp.589-609.
3. Trần Ngọc Hiền, Trần Ngọc Tú (2012), "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, 59(10), pp.7-12.