NGHIÊN CỨU, TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ, MÔ PHỎNG MÁY IN 3D PHỐI MÀU VẬT LIỆU NHỰA

RESEARCH, CALCULATION, DESIGN, SIMULATING 3D PRINTERS OF PLASTIC MATERIAL COLOR

Bùi Quyết Thắng[1,*], Tạ Xuân Đông[1], Lê Phát Viên[2], Đặng Nam Trường[3], Trần Thị Thu Thủy[4]

TÓM TẮT

Trong những năm gần đây, khoa học kĩ thuật và công nghệ phát triển rất mạnh mẽ, công nghệ tạo mẫu nhanh ngày càng được áp dụng nhiều vào các lĩnh vực của đời sống như: y học, thẩm mỹ, khoa học vũ trụ... Ngày nay nhu cầu của con người ngày càng cao đòi hỏi những sản phẩm tạo ra phải bắt mắt và có chất lượng tốt. Máy in 3D phối màu vật liệu nhựa sử dụng công nghệ tạo mẫu nhanh, tạo ra nhiều sản phẩm với màu sắc đa dạng. Trong nghiên cứu này, máy in 3D sử dụng công nghệ in FDM, cơ cấu Cartesian, vật liệu nhựa PLA, hệ thống truyền động HBOT giúp tăng tốc độ in và giảm kích thước máy.

Từ khóa: *In 3D phối màu, truyền động HBOT, tạo mẫu nhanh.*

ABSTRACT

In recent years, science and technology have developed very strongly, rapid prototyping technology has been increasingly applied in many areas of life such as medicine, aesthetics, space science. .. Today's human needs are increasingly demanding products that are eye-catching and of good quality. 3D printers color-coordinating plastic materials using rapid prototyping technology, creating many products with diverse colors. In this paper, 3D printers use FDM printing technology, Cartesian structure, PLA plastic materials, HBOT drive system to help speed up printing and reduce machine size.

Keywords: *3D color printing, HBOT drive, rapid prototyping.*

[1]Lớp CK6 - K11, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội
[2]Lớp CK4 - K11, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội
[3]Lớp CK7 - K11, Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội
[4]Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội.
[*]Email: thangsk998@gmail.com

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, máy in 3D được xem là một phát minh mới lạ của nhân loại và được mọi người sử dụng trên toàn thế giới. Máy in 3D được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như: sản xuất tạo mẫu công nghiệp, thiết kế nội thất, sản xuất tiêu dùng, giáo dục, thời trang,… và kể cả những lĩnh vực khác như: y học, thẩm mỹ, công nghiệp hàng không vũ trụ, quân sự...

Ở Việt Nam hiện nay thì máy in 3D sử dụng công nghệ FDM đang được phát triển rất mạnh mẽ, với nhiều dòng máy hiện đại và có tính ứng dụng cao trong đời sống. Tuy nhiên trên thị trường hiện nay chủ yếu là máy in 3D một màu, hoặc in các màu riêng biệt. Xã hội ngày càng phát triển, nhu cầu của con người ngày càng cao, đòi hỏi phải tạo ra các sản phẩm với màu sắc đẹp và bắt mắt.

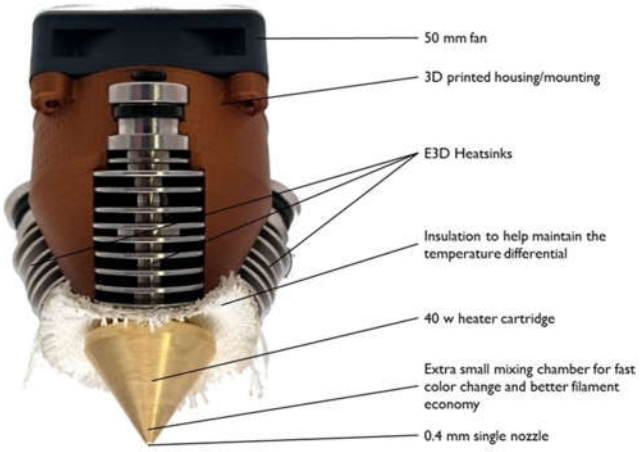
Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, tính toán, thiết kế máy in 3D phối màu vật liệu nhựa nhằm tạo ra máy in 3D phối màu thực tế, có thể in được nhiều sản phẩm với hình dạng và màu sắc đa dạng phục vụ nhu cầu của con người.

2. CÁC THÔNG SỐ CƠ BẢN VÀ ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT CỦA MÁY IN 3D

- Kết cấu máy: Cartesian
- Công nghệ in: FDM
- Hệ thống truyền động các trục:
+ Cụm trục XY: Hệ thống truyền động HBOT
+ Trục Z: Vit- me đai ốc trượt
- Vật liệu in: Nhựa PLA
- Thông số kỹ thuật đầu vào để thiết kế:
+ Kích thước sản phẩm tối đa: A x B x H = 200x200 x230
+ Độ chính xác chi tiết: [Δs] = 0,1mm
+ Tốc độ in tối đa: V = 120 (mm/s)
+ Độ dày lớp in: s = 0,1 - 0,4mm

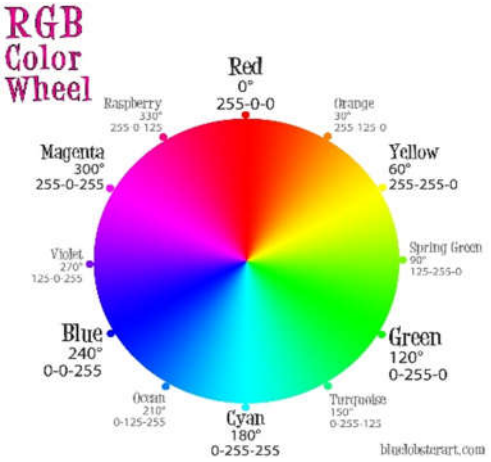
3. TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ MÁY IN 3D PHỐI MÀU

3.1. Nguyên lý hoạt động của đầu phun phối màu



Hình 1. Đầu phun Diamond hotend

Khi nhựa được đùn bởi bộ đùn nhựa xuống đầu phun sẽ qua bộ phận tản nhiệt, tại đây nhựa sẽ được giữ trạng thái rắn. Nếu tản nhiệt không tốt sẽ làm nhựa chuyển thành trạng thái lỏng trước khi xuống bộ phận nung chảy sẽ dễ gây ra hiện tượng kẹt nhựa cho đầu phun. Khi nhựa được đùn xuống đến bộ gia nhiệt sẽ được nung chảy thành trạng thái lỏng. Tại buồng trộn sẽ diễn ra quá trình trộn phối màu để tạo ra màu mới theo tỉ lệ định sẵn theo bảng màu RGB. Từ đó nhựa sẽ được phun ra ngoài thông qua kim phun.



Hình 2. Vòng tròn màu RGB

Bảng 1. Tỉ lệ phối màu

STT	Màu	Tỉ lệ		
		RED	GREEN	BLUE
1	Cyan	0	1	1
2	Ocena	0	1	2
3	Blue	0	0	2
4	Violet	1	0	2
5	Magenta	1	0	1
6	Raspberry	2	0	1
7	Red	1	0	0
8	Orange	2	1	0
9	Yellow	1	1	0
10	Spring Green	1	1,3	0
11	Green	0	1	0
12	Turquoise	0	2	1
13	Cyan-Brown	1	1,3	1,3
14	Magenta-Brown	1,3	1	1,3
15	Yellow-Brown	1,3	1,3	1
16	Brown	1	1	1

3.2. Tính chọn động cơ

Tính chọn động cơ cho trục Z (tương tự với cụm trục XY):

Thiết kế trục z đảm bảo độ chính xác dịch chuyển [Δs] thì:

$[\Delta_s] = \delta_{dc}.i.k_v \leq 0{,}1mm$

Từ đó, ta có độ chính xác động học:

$\delta dc = \frac{\alpha}{360} \leq \frac{0{,}1}{1.2} = 0{,}05$

⇨ $\alpha \leq 18^o$

Mặt khác để đảm bảo tốc độ chạy thì $n_v \geq \frac{V_{smax}}{i.k_v}$

Trong đó: K_v = 8mm bước vít me; i = 1 tỷ số truyền (chọn sơ bộ đai có tỷ số truyền bằng 1).

Số vòng quay của động cơ thực hiện tốc độ chạy lớn nhất của trục z:

$n_{đc} \geq \frac{120}{1.8} = 15$ (vg/s)

Tính chọn công suất động cơ chạy trục Z:

Công suất của động cơ được xác định theo tốc độ chạy lớn nhất của trục Z và được tính theo công thức:

$$P = \frac{F.v}{\eta} = \frac{Q.V_s}{\eta} \quad (1)$$

Theo yêu cầu của máy ta có:

Q = m.g = 3,326.10 = 33,26 (N)

V_s = 0,12 (m/s) - Tốc độ chạy lớn nhất của trục z.

Hiệu suất của trục z:

$$\eta = \eta_{01}{}^3 . \eta_{vm} . \eta_d{}^2 \quad (2)$$

Trong đó:

- η_{01} = 0,99 - Hiệu suất bộ truyền của một cặp ổ lăn.

- η_{vm} = 0,94 $\eta_{vm} = 0,94$ - Hiệu suất bộ truyền vitme - đai ốc.

- η_d = 0,95 - Hiệu suất bộ truyền đai.

Thay vào công thức (2) ta có:

$\eta = \eta_{01}{}^3 . \eta_{vm}.\eta_d{}^2 == 0{,}99^3 . 0{,}94 . 0{,}95^2 = 0{,}781$

Thay số liệu vào (1) ta có: P = 5,11W

Từ đó, ta chọn công suất động cơ trục Z là: P = 6W

Chọn động cơ: Nema 17 42x 42 x 48 (hình 3) và có các thông số kĩ thuật như bảng 2

Hình 3. Động cơ Nema 17 42x42x48

Bảng 2. Thông số động cơ trục Z

Kích thước mặt bích	Chiều dài thân	Dòng chịu tải	Góc bước	Moment xoắn trên trục	Vận tốc tối đa
42x42mm	48mm	1,5A	1,8°/step	0,55Nm	300mm/s

3.3. Tính toán bộ truyền đai

Theo [1]:

- Mômen xoắn trên trục động cơ :

$$T = 9{,}55.10^6.\frac{P_{dc}}{n_{dc}} \quad (3)$$

Trong đó:

T- Mô men xoắn trên trục động cơ (Nm)

P_{dc} - Công suất động cơ (kW), P = 5,11.10^{-3} (đã tính ở trên)

n_{dc} - Tốc độ động cơ (vòng/phút), n_{dc} = 15 (vg/s)

Thay số vào (3) ta được:

$$T = 9{,}55.10^6.\frac{5{,}11.10^{-3}}{15} = 3253\ (N)$$

$$\frac{P_{dc}}{n_{dc}} = \frac{3253}{9{,}55.10^6} = 3{,}4.10^{-4}$$

- Môđun m xác định theo công thức [1]:

$$m = 35.\sqrt[3]{\frac{P}{n}}$$

Thay $\frac{P}{n} = 3{,}4.10^{-4}$ vào ta được:

$$m = 35.\sqrt[3]{\frac{P}{n}} = 35.\sqrt[3]{3{,}4.10^{-4}} = 2{,}35$$

⇒ Chọn m = 2 để tính toán [1].

- Với m = 2, chọn chiều rộng đai b = 8mm

- Với m = 1, chọn bước đai p = π.m = 6,28 (mm) [1].

- Chọn số răng: $z_1 = 20$ răng. Theo puli thực tế.

- Đường kính bánh đai: $d_1 = m.z_1$

Với $m = 2, z_1 = 20 \Rightarrow d_1 = m.z_1 = 2.20 = 40$ (mm)

Chiều dài đai [1]:

$$L = 2a + \frac{\pi(d_1 + d_2)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}$$

Theo thực tế :

Ta chọn puli GT2, 20 răng, bước răng 2mm, trục 8mm.

Đai răng GT2 (dây curoa) bước răng 2mm, chiều rộng đai 8mm, vật liệu cao su và lớp mành tăng cường, chiều dài đai tùy theo hành trình.

3.4. Thiết lập phần mềm điều khiển Repetier Host

Các bước xuất Gcode:

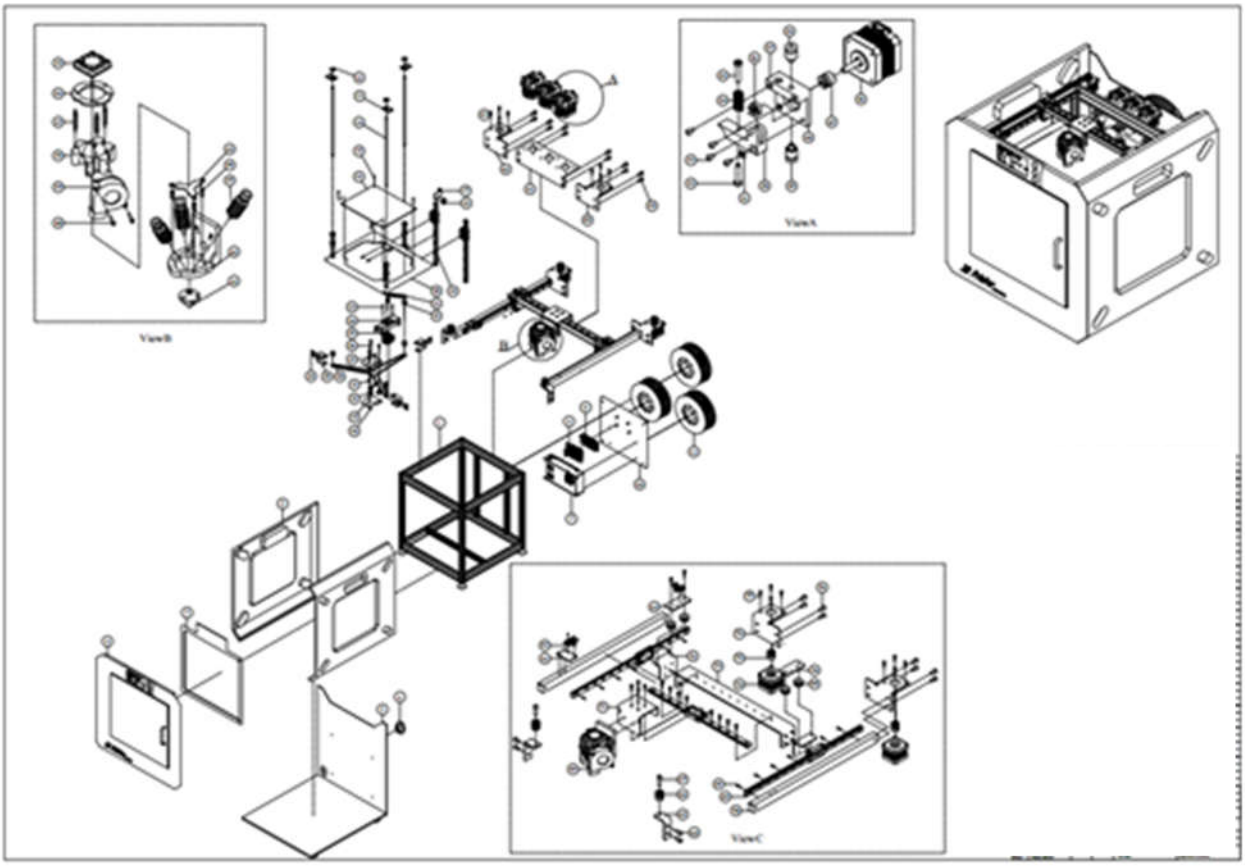
Bước 1: Thiết kế mẫu in 3D và lưu định dạng file STL bằng phần mềm vẽ thiết kế mẫu 3D như Creo 3.0, Inventor…

Bước 2: Đưa file sản phẩm vào phần mềm Repetier host.

Bước 3: Chọn mã màu cho từng chi tiết theo mẫu thiết kế.

Bước 4: Kết hợp lại các khối thành chi tiết ban đầu.

Bước 5: Chọn chế độ vị trí của file sản phẩm trong phần mềm.



Hình 4. Bản vẽ phân rã

Bước 6: Thiết lập các thông số chế độ in: Trong phần mềm Repetier host V2.0.1 tích hợp 3 loại ứng dụng xuất G-code là: CuraEngine; Slic3r; Slic3r Prusa Edition. Để phù hợp với tính năng của máy nghiên cứu sử dụng Slic3r.

4. KẾT QUẢ

Sau quá trình nghiên cứu và tính toán, nhóm tác giả đã thiết kế thành công mô hình máy in 3D. Vật liệu được sử dụng trong quá trình in là nhựa PLA.

Bảng 3. Thông số kỹ thuật của máy

Thông số	Giá trị
Kích thước máy (DxRxC)	565 x 640 x 565 (mm)
Không gian làm việc (DxRxC)	230 x 170 x 350 (mm)
Tốc độ in tối đa	120 (mm/s)
Tốc độ in tối ưu	60 - 100 (mm/s)
Nguồn điện	220V

Hình 5. Mô hình 3D thiết kế máy in 3D

5. KẾT LUẬN

Nhóm nghiên cứu đã chế tạo mô hình mô phỏng máy in 3D phối màu vật liệu nhựa, sử dụng hệ thống HBOT giúp tăng tốc độ in do làm giảm khối lượng đặt trên trục X, từ đó, có thể tăng được tốc độ dịch chuyển của cơ cấu chấp hành. Máy in 3D phối màu tạo ra nhiều sản phẩm với nhiều màu sắc đa dạng.

Trong thời gian tới, nhóm nghiên cứu sẽ chế tạo sản phẩm thực tế, xây dựng máy in có thể in được nhiều màu sắc, cải thiện tốc độ in cao hơn, nghiên cứu vật liệu in khác có chất lượng cao hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Trịnh Chất, Lê Văn Uyển, 2006. *Tính toán thiết kế hệ thống dẫn động cơ khí tập 1*. Nhà xuất bản Giáo dục.

[2]. RepRap.org

[3]. https://www.repetier.com/firmware/v092/